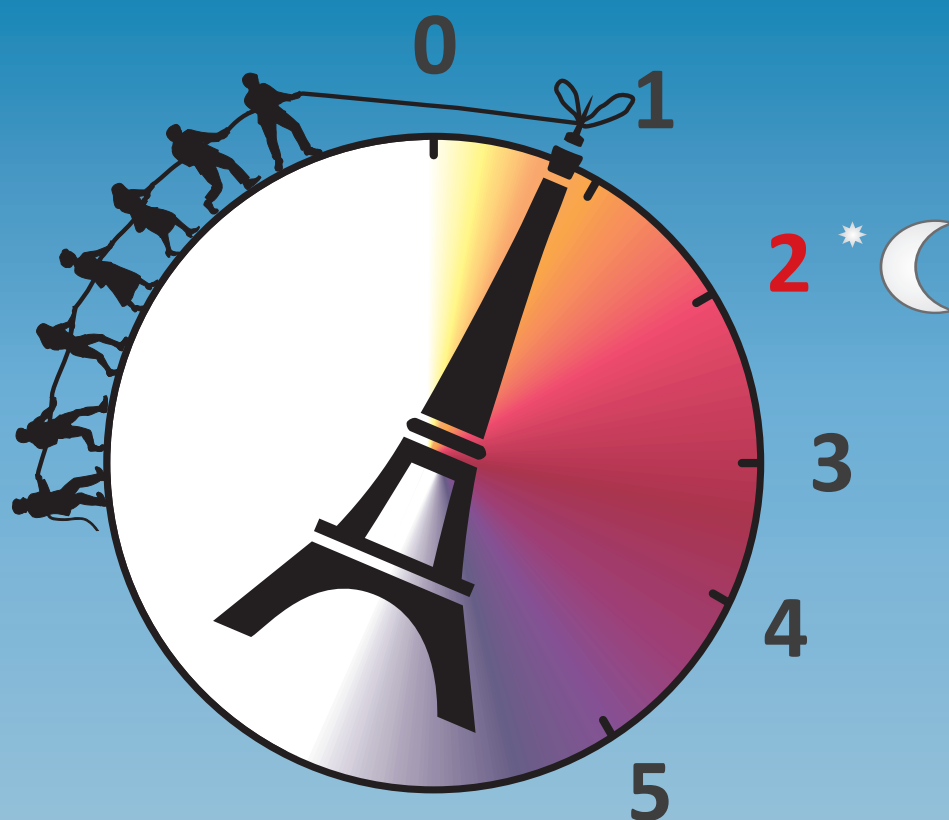


Sondergutachten

Klimaschutz als Weltbürgerbewegung





Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen

Sondergutachten

Klimaschutz als Weltbürgerbewegung

Mitglieder des WBGU

Prof. Dr. Dr. h. c. Hans Joachim Schellnhuber CBE (Vorsitzender)

Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung; Professor für Theoretische Physik an der Universität Potsdam; External Professor am Santa Fe Institute

Prof. Dr. Dirk Messner (Vorsitzender)

Direktor des Deutschen Instituts für Entwicklungspolitik (DIE), Bonn und Co-Direktor des Center for Advanced Studies on Global Cooperation Research, Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Frauke Kraas

Professorin für Anthropogeographie an der Universität zu Köln

Prof. Dr. Dr. h. c. Claus Leggewie

Direktor des Kulturwissenschaftlichen Instituts Essen, Forschungskolleg der Universitätsallianz Metropole Ruhr und Co-Direktor des Center for Advanced Studies on Global Cooperation Research, Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Peter Lemke

Professor für Physik von Atmosphäre und Ozean (Universität Bremen). Leiter des Fachbereichs Klimawissenschaften des Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven

Prof. Dr. Ellen Matthies

Professorin für Umweltpsychologie an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Prof. Dr. Dr. h. c. Nebojsa Nakicenovic

Systemanalytiker und Energiewirtschaftler, Deputy Director, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Österreich

Prof. Dr. Sabine Schlacke

Professorin für Öffentliches Recht, Geschäftsführende Direktorin des Instituts für Umwelt- und Planungsrecht an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Prof. Dr. Uwe Schneidewind

Präsident und wissenschaftlicher Geschäftsführer am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, und Professor für Innovationsmanagement und Nachhaltigkeit („Sustainable Transition Management“) an der Bergischen Universität Wuppertal



Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen

Sondergutachten

Klimaschutz als Weltbürgerbewegung

Das diesem Bericht zu Grunde liegende F&E-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter dem Kennzeichen 01RI0708A3 durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Autor.

ISBN 978-3-936191-42-4

© WBGU Berlin 2014

Gestaltung: WERNERWERKE GbR, Berlin
Titelbild: WBGU/PIK
Herstellung: WBGU
Satz: WBGU
Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik GmbH

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen (WBGU)
Geschäftsstelle
Luisenstraße 46
10117 Berlin

Tel.: 030 263948 0
Email: wbgu@wbgu.de
Web: www.wbgu.de

Redaktionsschluss: 18.07.2014

Mitarbeiter des WBGU

Dieses Sondergutachten wurde nicht zuletzt ermöglicht durch die großartige wissenschaftliche und editorische Arbeit der WBGU-Geschäftsstelle und das bemerkenswerte Engagement der Referentinnen und Referenten der Beiräte.

Wissenschaftlicher Stab der Geschäftsstelle

Dr. Inge Paulini
(Generalsekretärin)

Dr. Carsten Loose
(Stellvertretender Generalsekretär)

Dr. Rüdiger Haum

Dr. Astrid Ley

Dr. Benno Pilardeaux
(Medien- und Öffentlichkeitsarbeit)

Dr. Astrid Schulz

Dr. Kirsten Selbmann-Lobbedey

Dr. Birgit Soete

Verlagsmanagement, Administration und Sekretariat in der Geschäftsstelle

Martina Schneider-Kremer, M. A.
(Verlagsmanagement)

Mario Rinn, B. Sc. (Systemadministration)

Margot Weiß (Sekretariat)

Vesna Karic-Fazlic (Sachbearbeitung Finanzen)

Wissenschaftliche Mitarbeiter der Mitglieder des WBGU

Dr. Clara Brandi (Deutsches Institut für
Entwicklungspolitik – DIE, Bonn)

Dipl.-Kfm. Sebastian Busch (Technische Universität
Wien)

Dr. Carsten Butsch (Geographisches Institut der
Universität zu Köln)

Frederic Hanusch, M. A. (Kulturwissenschaftliches
Institut Essen, KWI)

Dr. Melanie Jaeger-Erben (Otto-von-Guericke-
Universität, Magdeburg)

Dipl.-Jur. Miriam Köster (Institut für Umwelt- und
Planungsrecht der Universität Münster)

Dipl.-Phys. Johannes Sutter (Alfred-Wegener-Institut,
Bremerhaven)

Kira Vinke, M. A. (Potsdam-Institut für Klimafolgen-
forschung)

Dipl.-Psych. Matthias Wanner (Wuppertal Institut für
Klima, Umwelt, Energie)

Danksagung

Danken möchte der Beirat all jenen Personen, die durch textliche Zuarbeit bzw. Hinweise und Beratung dem WBGU wertvolle Dienste erwiesen haben:

Britta Horstmann (Deutsches Institut für Entwicklungspolitik – DIE, Bonn); Jennifer Morgan (World Resources Institute, Director Climate & Energy Program, Washington, DC); Hermann Ott (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie); Pieter Pauw (Deutsches Institut für Entwicklungspolitik – DIE, Bonn); Wolfgang Sterk (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie); Lutz Weischer (Germanwatch e.V., Bonn).

Wertvolle Anregungen gewann der WBGU während des Fachgesprächs mit Vertretern der deutschen Klimawissenschaft am 15. Mai 2014 in Berlin:

Dr. Marie-Luise Beck, Dr. Paul Becker und Prof. Gernot Klepper, Ph.D. (Deutsches Klima Konsortium – DKK), Dr. Susanne Kadner (IPCC Technical Support Unit of Working Group III), Dr. Gudrun Rosenhagen (Deutsche Meteorologische Gesellschaft – DMG), Dr. Christiane Textor (Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle – De-IPCC), Prof. Dr. Martin Visbeck (Deutsches Komitee für Nachhaltigkeitsforschung in Future Earth), Vera Stercken (BMBF, Referat 723 „Globaler Wandel“).

Der WBGU dankt Martin Wodinski (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung – PIK) für seine Hilfe bei der graphischen Umsetzung des Titelbilds.

Inhaltsverzeichnis

Kästen	XI
Tabellen	XII
Abbildungen	XIII
Zusammenfassung	1
Einleitung	3
1 Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel	5
1.1 Die globale Erwärmung ist eindeutig: Beobachtungen des Klimasystems	5
1.1.1 Erwärmung der Atmosphäre	6
1.1.2 Erwärmung des Ozeans	7
1.1.3 Ozeanversauerung	7
1.1.4 Schmelzen der Eismassen	8
1.1.4.1 Meereis, gegenläufige Trends an den beiden Polen	8
1.1.4.2 Die Eisschilde Grönlands und der Antarktis	9
1.1.5 Meeresspiegelanstieg	9
1.2 Fähigkeiten und Grenzen von Klimamodellen und Szenarien	10
1.2.1 Klima- und Erdsystemmodelle	10
1.2.2 Integrierte Analysemodelle	11
1.2.3 Emissionsszenarien	12
1.3 Der menschliche Einfluss auf das Klima ist evident: zum Verständnis der Zusammenhänge	13
1.4 CO₂ aus fossilen Energieträgern – der Kern des Klimaproblems	14
1.4.1 Die Rolle von CO ₂	15
1.4.2 Andere klimawirksame Gase und Stoffe	16
1.5 Die zukünftige Entwicklung des Klimas hängt stark vom menschlichen Handeln ab	18
1.5.1 Representative Concentration Pathways – Ein Blick in die Zukunft	18
1.5.1.1 RCP 2.6: Ambitionierte Klimapolitik – Negative Emissionen	18
1.5.1.2 RCP 8.5: Der Pfad zur Klimakatastrophe – Business as usual	18
1.5.2 Potenzielle Instabilitäten des Klimasystems – das Risiko der Auslösung nichtlinearer Prozesse	20
1.6 Beobachtete Auswirkungen des Klimawandels	22
1.7 Die zukünftigen Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit	24
1.7.1 Gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems: fünf Gefährdungslagen	24
1.7.2 Kernrisiken für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen	25
1.7.3 Kernrisiken für Sektoren und Regionen: Beispiele	26
1.7.3.1 Nahrungsproduktion und Ernährungssicherheit	26
1.7.3.2 Süßwasserdargebot	26
1.7.3.3 Städtische Verdichtungsräume	27
1.7.3.4 Menschliche Gesundheit	28
1.7.3.5 Verlust von Kulturerbe und kultureller Vielfalt	29
1.7.3.6 Konfliktfaktor Klimawandel	29

1.7.3.7	Migration.....	30
1.7.3.8	Ökosysteme und biologische Vielfalt.....	30
1.7.4	Regionale Herausforderungen.....	31
1.7.4.1	Europa.....	31
1.7.4.2	Afrika und Asien.....	32
1.8	Den anthropogenen Klimawandel begrenzen.....	33
1.8.1	Transformationspfade zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke.....	33
1.8.2	Handlungsfelder und Sektoren für den Klimaschutz.....	33
1.8.2.1	Energie.....	33
1.8.2.2	Transport.....	34
1.8.2.3	Gebäude.....	34
1.8.2.4	Industrie.....	35
1.8.2.5	Land- und Forstwirtschaft sowie weitere Landnutzung.....	35
1.8.2.6	Menschliche Siedlungen, Infrastruktur und Raumplanung.....	35
1.8.3	Großtechnische Eingriffe.....	36
1.8.3.1	Aktive Entfernung von CO ₂	36
1.8.3.2	Manipulation der Strahlungsbilanz.....	37
1.9	Rahmenbedingungen für die Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft ..	37
1.9.1	Emissionstrends und ihre Treiber.....	37
1.9.2	Klimaschutz erfordert neue Investitionsmuster.....	37
1.9.3	Klimaschutzmaßnahmen und ihre Zusatznutzen.....	38
1.9.4	Akteure und Bündnisse für den Klimaschutz.....	39
1.10	Kernbotschaften.....	39
2	Herausforderungen für einen gerechten Klimaschutz.....	41
2.1	Die Einhaltung der 2°C-Leitplanke als zentrales Ziel im internationalen Klimaschutz.....	41
2.2	Voraussetzungen für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke.....	42
2.3	Verantwortung für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke.....	42
2.3.1	Das Nullemissionsziel als gemeinsame Verantwortung für alle Staaten.....	44
2.3.2	Das Nullemissionsziel als gemeinsame Verantwortung aller gesellschaftlichen Akteure.....	46
2.3.3	Eine neue Verantwortungsarchitektur für den Klimaschutz: Das Zusammenspiel zwischen Weltbürgerbewegung und Multilateralismus.....	46
2.4	Kernbotschaften.....	47
3	Vorschlag für ein Pariser Klimaprotokoll 2015.....	49
3.1	Leitkonzept: Prozeduralisierung der 2°C-Leitplanke.....	50
3.2	Pariser Protokoll: Allgemeiner Teil.....	55
3.2.1	Wissenschaftliche Expertise rechtsverbindlich verankern.....	55
3.2.2	Größtmögliche Transparenz durch Information gewährleisten.....	57
3.2.3	Akzeptanz und Kontrolle durch Beteiligung fördern.....	58
3.2.4	Befolgung durch Klagerechte verbessern.....	58
3.3	Pariser Protokoll: Besonderer Teil.....	58
3.3.1	Klimaschützende Maßnahmen.....	58
3.3.1.1	2°C-Leitplanke als rechtsverbindlichen Maßstab verankern.....	59
3.3.1.2	Globales Langfristziel verbindlich festlegen.....	59
3.3.1.3	Vertragsstaatliche Zusagen zur CO ₂ -Reduktion und Überprüfungsverfahren (Pledge-and-Review-Verfahren).....	59
3.3.1.4	Berichterstattung klar strukturieren und verbindlich verankern.....	63
3.3.2	Anpassung: Fortführung und Stärkung vorhandener Maßnahmen.....	63
3.3.3	Verluste und Schäden: Warschau-Mechanismus ausbauen.....	64
3.3.4	Flexible Mechanismen.....	65
3.3.4.1	Die flexiblen Mechanismen im Kyoto-Protokoll.....	66
3.3.4.2	Zukünftige Nutzung flexibler Mechanismen.....	67
3.3.5	Ein Transformationsfonds für eine klimaverträgliche Wirtschaft.....	68

3.3.5.1	Vorschlag für einen Transformationsfonds	69
3.3.6	Finanzierung	71
3.4	Kernbotschaften	73
4	Narrative und Laboratorien für aktiven Klimaschutz	75
4.1	Die Vitalisierung internationaler Verhandlungen	75
4.2	Modularer Multilateralismus	79
4.2.1	Staaten-Clubs	81
4.2.2	Club der Metropolen: das Beispiel C40 Climate Leadership Group	83
4.3	Individuelle und kollektive Verantwortung	84
4.3.1	Politischer Konsum: Boykott und Buykott	84
4.3.2	Individueller Emissionshandel: Beispiel CO ₂ -Kreditkarte	85
4.3.3	Transition-Town-Bewegung	86
4.3.4	Divestition	88
4.3.5	Anpassungsnetzwerke	90
4.3.6	Städtenetzwerke	91
4.4	Normativer und kognitiver Paradigmenwechsel	93
4.4.1	Von Reallaboren bis zur Citizen Science – zum unterschätzten Potenzial einer transformativen Wissenschaft	93
4.4.2	Impulse aus Religionsgemeinschaften	94
4.5	Wiedereinbettung der Märkte	95
4.5.1	Multi-Stakeholder-Initiativen	95
4.5.2	Nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen	96
4.5.3	Energiegenossenschaften	97
4.5.4	Privatwirtschaftliche Akteure und deren Zusammenschlüsse	98
4.5.5	Gemeinwohl-Ökonomie	99
4.6	Das Zusammenspiel	100
4.7	Handlungsempfehlungen	104
4.7.1	Modularer Multilateralismus	104
4.7.2	Individuelle und kollektive Verantwortung stärken	104
4.7.3	Wiedereinbettung der Märkte	106
4.8	Kernbotschaften	107
5	Forschungsempfehlungen	109
5.1	Transformationsforschung und transformative Forschung	109
5.1.1	Transformationsforschung	109
5.1.2	Transformative Forschung und Wissenskoproduktion	110
5.1.3	Institutionelle Impulse	110
5.2	Global Governance für die Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft	111
5.2.1	Governance- und Gerechtigkeitsfragen	111
5.2.2	Gestaltung des Pariser Klimaprotokolls	113
5.2.3	Integrative Ansätze	114
5.2.4	Forschung zu Niedrigemissionstechnologien und zu großtechnischen Eingriffen	115
5.3	Ausgewählte Laboratorien für eine Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft	116
5.3.1	Förderung von Experimenten und Reallaboren	116
5.3.2	Politischer Konsum	116
5.3.3	Wissenschaftliche Begleitung lokaler Transformationsinitiativen	117
5.3.4	Städtenetzwerke	117
5.3.5	Anpassungsnetzwerke	118
5.3.6	Desertec	118
5.3.7	Transformationserfordernisse und -barrieren in der Privatwirtschaft	118
5.3.8	Entwicklung handelbarer Emissionsrechte für Privathaushalte	118
5.3.9	Integration nachhaltiger und innovationsorientierter Beschaffung	118

5.4	Epilog	118
6	Synopse	121
7	Literatur.....	123

Kästen

Kasten 2.3-1	Gerechtigkeitsprinzipien und der Budgetansatz des WBGU	44
Kasten 2.3-2	CO ₂ -Budget – Wo steht Deutschland?	45
Kasten 3-1	Das Durban-Mandat	50
Kasten 3-2	Ausgewählte Vorschläge zum Pariser Klimaabkommen – Quellen	54
Kasten 3.2-1	Die Aarhus-Konvention	55
Kasten 3.2-2	Klimaklagen	56
Kasten 3.3-1	Welche Emissionsminderungen sind bis 2030 nötig, um die 2°C-Leitplanke einzuhalten?	60
Kasten 3.3-2	Klima-Clubs im internationalen Klimaregime stärken	61
Kasten 3.3-3	Verantwortung für Klimamigranten – ein Gedankenexperiment.	62
Kasten 3.3-4	EU ETS: Problemfelder und Gestaltungsoptionen.	66
Kasten 4.2-1	Beispiele für Gemeinschaften mit Clubcharakter	81
Kasten 5.1-1	Grundlagenforschung zum Klimawandel	111
Kasten 5.2-1	Ausgewählte, vom IPCC identifizierte Wissenslücken zu Klimawandel – Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit	112
Kasten 5.2-2	Ausgewählte, vom IPCC identifizierte Wissenslücken zur Governance-Forschung	113
Kasten 5.3-1	Ausgewählte, vom IPCC identifizierte Wissenslücken zu politischen Instrumenten	117

Tabellen

Tabelle 3-1	Auswertungen von Vorschlägen zum geplanten Pariser Klimaabkommen	52
Tabelle 3.3-1	Minderungsziele für einzelne Staatengruppen für das Jahr 2030	60
Tabelle 4.6-1	Vergleichende Darstellung der Laboratorien auf Basis der Transformationsmerkmale Ambitionsniveau, Skalierbarkeit, Dauerhaftigkeit und Umsetzbarkeit.....	102

Abbildungen

Abbildung 1.1-1	Beobachtete Entwicklung der globalen Oberflächentemperatur zwischen 1850 und 2012	6
Abbildung 1.1-2	Änderung des mittleren Wärmegehalts im oberen Ozean und globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg	7
Abbildung 1.1-3	Änderung der Meereisausdehnung in der Arktis und der Antarktis zwischen 1979 und 2012	9
Abbildung 1.1-4	Kumulative Eismassenverluste Grönlands und der Antarktis seit 1992	10
Abbildung 1.2-1	Alte und neue Szenarien für den Zeitraum von 1950 bis 2100	12
Abbildung 1.3-1	Vergleich der Oberflächentemperaturen zwischen 1860 und 2010 mit Modellergebnissen	14
Abbildung 1.4-1	Anstieg der globalen Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von den kumulierten CO ₂ -Emissionen	15
Abbildung 1.4-2	Landnutzungsemissionen und CO ₂ -Emissionen aus fossilen Energieträgern	16
Abbildung 1.4-3	Verlauf der Treibhausgasemissionen zwischen 1970 und 2010	17
Abbildung 1.5-1	Modellsimulationen für die Abweichung der global gemittelten Oberflächentemperatur gegenüber dem Vergleichszeitraum 1986 bis 2005	18
Abbildung 1.5-2	Modellsimulationen verschiedener Klimaparameter auf Grundlage der Szenarien RCP 2.6 und RCP 8.5	19
Abbildung 1.5-3	Projektionen des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs während des 21. Jahrhunderts relativ zum Zeitraum 1986 bis 2005	20
Abbildung 1.5-4	Potenzielle Instabilitäten (Kippelemente) des Klimasystems	21
Abbildung 1.6-1	Beobachtete Klimawirkungen: globale Muster	23
Abbildung 1.7-1	Besorgniserregende Dynamiken des globalen Klimawandels	25
Abbildung 1.7-2	Klimawandelbedingte Kernrisiken für die Nahrungsproduktion und Anpassungspotenziale	27
Abbildung 1.7-3	Kernrisiko Verknappung von Süßwasserressourcen und Potenziale zur Risikominderung	28
Abbildung 1.7-4	Verlust von kulturellem Erbe durch Klimawandel	29
Abbildung 1.7-5	Verlust der Heimat durch klimawandelbedingte Extremereignisse und Potenzial der Risikominderung durch Anpassung	31
Abbildung 1.8-1	Analyse von Minderungsszenarien in Bezug auf die Begrenzung der anthropogenen Erwärmung auf 2°C	34
Abbildung 1.9-1	Trends der THG-Emissionen aufgeschlüsselt nach Ländereinkommensgruppen	38
Abbildung 2.2-1	Globale CO ₂ -Emissionen aus fossilen Energieträgern nach historischen Schätzungen und für verschiedene zukünftige Szenarien	43
Abbildung 2.3-1	Mögliche CO ₂ -Emissionsentwicklung Deutschlands im Vergleich zum Budgetansatz	45
Abbildung 3-1	Der WBGU-Vorschlag für ein Pariser Klimaprotokoll	51
Abbildung 3.3-1	Internationale Finanzarchitektur für Investitionen in Klimaschutz und Anpassung	71
Abbildung 4.1-1	Gesellschaftliche Subsysteme, in denen klimapolitische Akteure agieren, und durch Initiativen angeregte Veränderungen	77
Abbildung 4.2-1	Clubs mit Bezug zum Klimaschutz	80
Abbildung 4.3-1	Weltweite Divestitionsbewegungen	89
Abbildung 6-1	Dynamik der sozialen Bewegungen im Mehrebenenraum – eine Visualisierung	122



Zusammenfassung

Der 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates (IPCC) macht unmissverständlich klar: Inakzeptable Klimafolgen, die sich jenseits der 2°C-Leitplanke häufen dürften, können nur vermieden werden, wenn der weitere Anstieg der Treibhausgaskonzentration so bald wie möglich gestoppt wird. Der WBGU empfiehlt daher, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 auf Null zu senken. Dies ist ein ebenso ehrgeiziges wie prägnantes Politikziel, denn jedes Land, jede Kommune, jedes Unternehmen und jeder Bürger müssen „die Null schaffen“, wenn die Welt als Ganzes klimaneutral werden soll. Die 2°C-Linie kann allerdings nur gehalten werden, wenn zahlreiche Akteure – insbesondere die OECD-Staaten – schon deutlich früher ihre Emissionen herunterfahren. Der Weltgesellschaft als Ganzes steht ein eng begrenztes Kohlenstoffbudget zur Verfügung, so dass der Scheitelpunkt der Emissionen möglichst bis 2020, auf alle Fälle aber in der dritten Dekade erreicht werden sollte. Der WBGU umreißt in diesem Gutachten eine Doppelstrategie für den globalen Klimaschutz, die auf das Zusammenspiel von Multilateralismus und Zivilgesellschaft setzt. Dafür sollte *zum einen* das für Ende 2015 angestrebte Pariser Klimaabkommen bestimmte Merkmale aufweisen, die der Beirat benennt. Insbesondere sollte ein Prozess vereinbart werden, der die Einhaltung der 2°C-Leitplanke sicherstellt. *Zum anderen* sollten alle gesellschaftlichen Akteure ihre spezifischen Beiträge zur Dekarbonisierung leisten. So kann eine verschränkte Verantwortungsarchitektur für die Zukunft unseres Planeten entstehen, in der vertikales Delegieren und horizontales Engagieren keinen Gegensatz bilden, sondern sich wechselseitig verstärken.

Der zeitnahe Ausstieg aus den fossilen CO₂-Emissionen ist unabdingbar

Die Aussagen des 5. IPCC-Sachstandsberichts sind eindeutig: Der Klimawandel findet statt und der Einfluss des Menschen ist unstrittig. Die Beweislage zur globalen Erwärmung ist überwältigend. Bei ungebremsten Treibhausgasemissionen könnte bis Ende des Jahrhunderts ein globaler Temperaturanstieg von mehr als 4°C erfolgen. Schon eine Erderwärmung von mehr als 2°C bedeutet erhebliche Risiken, z.B. für Ernährungssicherheit, Küstenregionen, Infrastrukturen und Ökosysteme. Eine weltweite Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft ist ohne große Konsumverluste und Kosten für die Weltwirtschaft realisierbar. Viele Studien belegen sogar positive Begleitnutzen dieser Transformation, etwa für die Gesundheit oder die Energiesicherheit. Dies steht im Kontrast zu den humanitären und ökonomischen Verlusten, die bei einem ungebremsten Klimawandel zu erwarten sind. Jede weitere Verzögerung der Dekarbonisierung der Weltwirtschaft würde die gebotene Klimastabilisierung erschweren und erheblich verteuern.

Somit ist es aus der Sicht des WBGU folgerichtig, die 2°C-Leitplanke rechtlich zu verankern und umzusetzen. Dies wird möglich, wenn die Treibhausgasemissionen weltweit möglichst bis 2020, auf alle Fälle aber in der dritten Dekade dieses Jahrhunderts ihren Scheitelpunkt erreichen und die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 auf Null reduziert werden („Nullziel“). Um das globale Kohlenstoffbudget nicht zu überziehen, müssen insbesondere die Industrie- und Schwellenländer bzw. die weltweiten oberen und mittleren Einkommensschichten ihre CO₂-Emissionen möglichst rasch zurückführen.

Trotz des immer umfangreicheren Wissens über den Klimawandel und ungeachtet der attraktiveren Möglichkeiten für eine Transformation zu einer klimaverträglichen Wirtschaftsweise steigen die Emissionen weiterhin weltweit nahezu ungebremst an. Dies lässt auf eine dysfunktionale Verantwortungsarchitektur und Handlungsblockaden in der Weltgesellschaft schließen, die aufgebrochen werden müssen. Die Verweigerung des erforderlichen Wandels geht zu Lasten zukünftiger Generationen. Eine Beachtung der 2°C-Leitplanke so-

wie ein kompletter Emissionsausstieg verlangen nach einer Verantwortungsübernahme des Einzelnen und der Gemeinschaft.

Das geplante Pariser Klimaabkommen als Wegweiser
Internationaler Klimaschutz im Rahmen der Vereinten Nationen bleibt unverzichtbar, soll aber durch Aneignung von Verantwortung durch die Zivilgesellschaft gestärkt werden. Die gemeinschaftliche Übernahme von Verantwortung sollte unter Beachtung folgender Gerechtigkeitsprinzipien operationalisiert werden: dem Gleichheits-, dem Vorsorge-, und dem Verursacherprinzip. Der WBGU empfiehlt für das Pariser Abkommen die Form eines rechtsverbindlichen Protokolls zur Klimarahmenkonvention (UNFCCC), in dem die 2°C-Leitplanke, dem Vorsorgeprinzip nachkommend, völkerrechtlich verankert wird. Dies sollte durch die Vereinbarung eines globalen Nullziels für fossile CO₂-Emissionen bis spätestens 2070 ausgestaltet werden.

Der WBGU-Budgetansatz bietet einen idealen Orientierungsrahmen, weil er dem Gleichheitsprinzip (gleiche Emissionsrechte innerhalb des Budgets für alle Menschen) und dem Verursacherprinzip (unterschiedliche Verantwortlichkeiten unter Einbezug der historischen und gegenwärtigen Emissionen) gerecht wird. Wenn viele Staaten, durch ihre historische Verantwortung und Pfadabhängigkeiten, ihre nationalen Budgets für die 2°C-Leitplanke nicht mehr einhalten können, müssten diese ihre Verantwortung durch den Emissionshandel, durch beschleunigte Technologieverbreitung oder auch das Einzahlen in Technologie- und Finanzierungsfonds wahrnehmen. Hierbei kann an bestehende Mechanismen angeknüpft werden.

Darüber hinaus sollte nach dem WBGU-Vorschlag im Pariser Protokoll vereinbart werden: (1) Der vom IPCC erarbeitete wissenschaftliche Sachstand sollte über ein Beachtungsgebot in die Verhandlungen einbezogen werden. Die Pflicht zur Transparenz und Rechenschaft gegenüber der Bevölkerung sowie die Kontrollfunktion der Sachwalter des Klimaschutzes sollten durch verbesserte Teilhabe (z.B. Anhörungs-, Informations- und Verbandsklagerechte) gestärkt werden. Dies trüge zur Demokratisierung, Akzeptanz und Effektivität des Protokolls bei. (2) Ambitionierte Klima-Clubs, z.B. Allianzen von Energiewendestaaten und Städtenetzwerke, werden durch Mechanismen des Protokolls gestärkt, um Inkubatoren und Vorreiter für Klimaschutz zu fördern. Der multilaterale Klimaschutz sollte sich künftig nicht an bremsenden, sondern an ambitionierten Akteuren orientieren. Auch China und die USA zeigen sich mittlerweile aufgeschlossener gegenüber einem multilateralen Rahmen, der mit der Stärkung von Pionierallianzen verknüpft ist. Europäische Akteure sollten dieses Gelegenheitsfenster nutzen, um die Unterstützung ambitionierten Klimaschutzes im Rahmen des Protokolls zu verankern. (3) Der WBGU empfiehlt ein anspruchsvolles Pledge-and-Review-Verfahren: Alle Staaten verpflichten sich, selbst gewählte Ziele zur Bekämpfung des Klimawandels bis 2030 und überprüf-

bare Dekarbonisierungsfahrpläne zur Erreichung des Nullziels bis spätestens 2070 vorzulegen. Diese werden durch regelmäßige Reviews von UN-Institutionen, auf der Grundlage verbindlicher Mechanismen zur Messung, Berichterstattung und Validierung, überprüft und weiterentwickelt. (4) Die Industriestaaten sollten ihre Zusagen einhalten, ab 2020 jedes Jahr 100 Mrd. US-\$ für die Unterstützung von Klimaschutz und Anpassung in Entwicklungsländern zu mobilisieren.

Eine neue Dynamik im Klimaschutz

In den multilateralen Verhandlungen wird die vom WBGU eingeforderte gemeinschaftliche Verantwortung bisher nicht zu Genüge aufgegriffen. Es ist absehbar, dass das Pariser Abkommen nicht ambitioniert genug sein wird, um allein ausreichenden Klimaschutz sicherzustellen. Der Schutz der Erdsystemleistungen ist jedoch für die nachhaltige Entwicklung unverzichtbar. Dies begründet die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels in Gesellschaft und Wirtschaft. Somit ist es an allen Akteuren, von Individuen über Unternehmen bis zu Staaten, sich Verantwortung anzueignen.

Der WBGU porträtiert an lokalen bis globalen Beispielen die Bandbreite der Instrumente und Initiativen, sozialen Bewegungen, Clubs und Allianzen mit denen Klimaschutz bereits erprobt wird. Darin formiert sich die horizontale Dimension einer Verantwortungsarchitektur, in der die globale Zivilgesellschaft selbst Verantwortung wahrnimmt und mit der die vertikale Delegation von Verantwortung an die Klimadiplomatie ergänzt wird. Dabei können sich unterschiedliche Initiativen gegenseitig verstärken und ihre Wirkung auf verschiedene Akteursebenen ausdehnen. Diese Weltbürgerbewegung erhöht den Legitimationsdruck auf staatliche Akteure im internationalen Verhandlungssystem und erweitert den Werte- und Normenhorizont der Gesellschaften.

Dadurch wird das demokratisch legitimierte Mandat der Staaten für Aufgaben gestärkt, die nur sie übernehmen können: (1) Pioniere des Klimaschutzes fördern, (2) Selbstverpflichtungen aus dem Pariser Protokoll in konkrete Dekarbonisierungsfahrpläne übersetzen und ihre Einhaltung überwachen, (3) Finanzierungszusagen einhalten und weltweite Technologieentwicklung unterstützen. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass Verabredungen auf der globalen Ebene auf den nationalen und lokalen Ebenen umgesetzt werden.

Klimaschutz ist eine Menschheitsaufgabe und muss als solche wahrgenommen und bearbeitet werden. Dabei stehen sich die internationale Klimapolitik und zivilgesellschaftliche Initiativen nicht kontrovers gegenüber, sondern können sich kraftvoll ergänzen. Eine Weltbürgerbewegung kann aufzeigen, dass Klimaschutz in und mit der Gesellschaft funktioniert und dabei auch ökonomische Vorteile bringt. In diesem Wechselspiel muss und kann globaler Klimaschutz gelingen.

Einleitung

Unser Wissen über den Klimawandel, seine Ursachen und seine weitgehend gefährlichen Auswirkungen hat sich in den letzten Jahrzehnten dramatisch erweitert und vertieft. Ebenso stark ist die Anzahl der Klimaschutzinitiativen rund um den Globus gewachsen. Und dennoch steigen die globalen Treibhausgasemissionen nahezu unvermindert an. Dieses Dilemma aufzulösen, ist zu einer zentralen Menschheitsherausforderung geworden.

Die internationale Klimadiplomatie hat sich darauf verständigt, dass die Erderwärmung auf maximal 2°C begrenzt werden soll. Dieses gemeinsame Ziel gilt es im Dezember 2015 in Paris durch ein umfassendes völkerrechtliches Abkommen sicherzustellen.

Nach dem Scheitern der Kopenhagener Klimakonferenz 2009 sind die Erwartungen allerdings gedämpft. Zwar hat es in jüngster Zeit einige positive klimapolitische Signale aus China, den USA und der EU gegeben, aber wie soll es gelingen, im Konsens zwischen fast 200 Staaten eine Vereinbarung zu finden, die ebenso inklusiv wie ambitioniert ist?

Entsprechend bedarf es wohl starker zusätzlicher Kräfte auf dem Spielfeld des Klimaschutzes, welche die politischen Entscheidungsträger zu entschlossenem Handeln drängen und komplementär wirksame Maßnahmen in eigener Regie ergreifen. Folgerichtig konzentriert sich dieses Sondergutachten auf zwei Hauptaspekte und ihr Zusammenspiel: *Erstens* wird untersucht, welche strategischen und operativen Elemente ein multilaterales Klimaabkommen umfassen sollte, um realistischerweise eine große Wirkung erzielen und somit die Stagnation der letzten Dekade überwinden zu können. *Zweitens* wird die rapide wachsende Bedeutung des Beitrags zivilgesellschaftlicher Bündnisse und Akteure herausgestellt und an zahlreichen Beispielen demonstriert.

Darüber hinaus beleuchtet der WBGU in dieser Studie die Fortschrittpotenziale, welche aus den Wechselwirkungen zwischen multilateralen Verhandlungen und zivilgesellschaftlichen Aktivitäten erwachsen können. Insofern betont das Gutachten die *gemeinsame Verantwortungsarchitektur*, die aus dem Zusammenfügen passender vertikaler und horizontaler Elemente der Klimavorsorge entstehen sollte.

Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel

1

Im September 2013 sowie im März und April 2014 erschienen die Berichte der drei Arbeitsgruppen des 5. Sachstandsberichts des Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC); ein Synthesebericht wird im Oktober 2014 folgen. Insgesamt umfasst der 5. IPCC-Sachstandsbericht mehrere tausend Seiten, daher zitiert der WBGU, dem Vorschlag des IPCC folgend, jeweils die Kapitel des IPCC-Berichts unter den Namen der dort aufgeführten Leitautoren. Der WBGU stellt im Folgenden zentrale, ausgewählte Ergebnisse des Berichts vor.

Aus dem Bericht der Arbeitsgruppe I (IPCC, 2013a), der die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels behandelt, werden hier vor allem die Neuerungen gegenüber dem 2007 erschienenen 4. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2007a) hervorgehoben und um weitere aktuelle Forschungsergebnisse zum Klimawandel ergänzt.

Aus dem Bericht der Arbeitsgruppe II (IPCC, 2014a), der sich mit der Verwundbarkeit von sozioökonomischen und natürlichen Systemen gegenüber dem Klimawandel und dessen Auswirkungen befasst, werden hier jene Themen hervorgehoben, die ein besonders hohes Schadenspotenzial für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und ein besonders hohes Gefährdungsrisiko für menschliche Gesellschaften bergen.

Der Bericht der Arbeitsgruppe III (IPCC, 2014b) zeigt politische und technologische Maßnahmen für Klimaschutz auf, insbesondere auch Entwicklungspfade zur Stabilisierung der Klimaerwärmung und zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke. Der WBGU analysiert diese Erkenntnisse besonders aus dem Blickwinkel der Transformations- und Handlungsrelevanz, um daraus abgeleitet die Sektoren und Rahmenbedingungen aufzuzeigen, welche für die Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft notwendig sind und Pfadabhängigkeiten vermeiden helfen. Dabei werden auch Erkenntnisse hervorgehoben, die für das geplante Pariser Klimaabkommen sowie für zivilgesellschaftliche Klimaschutzinitiativen von besonderer Bedeutung sind. Der wissenschaftliche Sachstand bildet eine unverzichtbare Grundlage, um Entscheidungen unter Unsicherheit zu treffen.

Während der IPCC seinem Auftrag gemäß politikrelevante Ergebnisse vorlegen soll ohne Politikempfehlungen zu geben, hat der WBGU den expliziten Auftrag, aus dem wissenschaftlichen Sachstand politikberatende Empfehlungen abzuleiten. Im Anschluss an die Darstel-

lung des wissenschaftlichen Sachstands werden daher konkrete Empfehlungen für politische Entscheidungsträger formuliert sowie Möglichkeiten des Handelns zivilgesellschaftlicher Akteure aufgezeigt.

1.1

Die globale Erwärmung ist eindeutig: Beobachtungen des Klimasystems

Es besteht kein Zweifel mehr: Das Klimasystem erwärmt sich. Beobachtungen von Atmosphäre, Ozean und Eis zeigen eine fortschreitende Erwärmung der Erde, und einige der beobachteten Änderungen sind in ihrem Umfang beispiellos in den vergangenen Dekaden bzw. Jahrtausenden. In den 30 Jahren zwischen 1983 und 2012 wurden in der nördlichen Hemisphäre im Mittel die höchsten Temperaturen seit 1.400 Jahren gemessen. Die mittlere globale Oberflächentemperatur hat sich seit Ende des 19. Jahrhunderts um knapp 0,9°C erwärmt, und das arktische Meereis zieht sich weiterhin drastisch zurück. Gebirgsgletscher und Eisschilde verlieren an Masse, und der Anstieg der mittleren Ozeantemperatur und des Meeresspiegels setzt sich unvermindert fort (IPCC, 2013b). Die Schneebedeckung der nördlichen Kontinente wird kleiner und Temperaturextreme treten verstärkt auf. Der Wasserkreislauf wird verstärkt und daher erhalten die feuchten Bereiche der Erde (Tropen und mittlere Breiten) erhöhte Niederschläge, während die trockenen Bereiche der Erde noch trockener werden.

Die Trends in den Klimavariablen sind durch kurzfristige natürliche Schwankungen des Klimasystems auf Zeitskalen von einigen Jahren bis Dekaden überlagert. Diese Schwankungen entstehen durch die Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Klimasystems, die durch Rückkopplungsmechanismen geprägt sind. So zeigt sich gegenwärtig ein geringerer Anstieg der globalen Lufttemperatur verglichen mit den 1990er Jahren. Dennoch ist der langfristige Trend der globalen Erwärmung mit global ansteigenden Temperaturen in Atmosphäre und Ozean sowie mit dem Schmelzen der Eismassen eindeutig.

Während viele Klimavariablen gegenüber dem 4. IPCC-Sachstandsbericht den fortschreitenden Klimatrend dokumentieren, zeigen sich Besonderheiten in der Erwärmung der Atmosphäre und des Ozeans und auch im Schmelzen des Eises. Diese Unterschiede und Besonderheiten werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

1 Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel

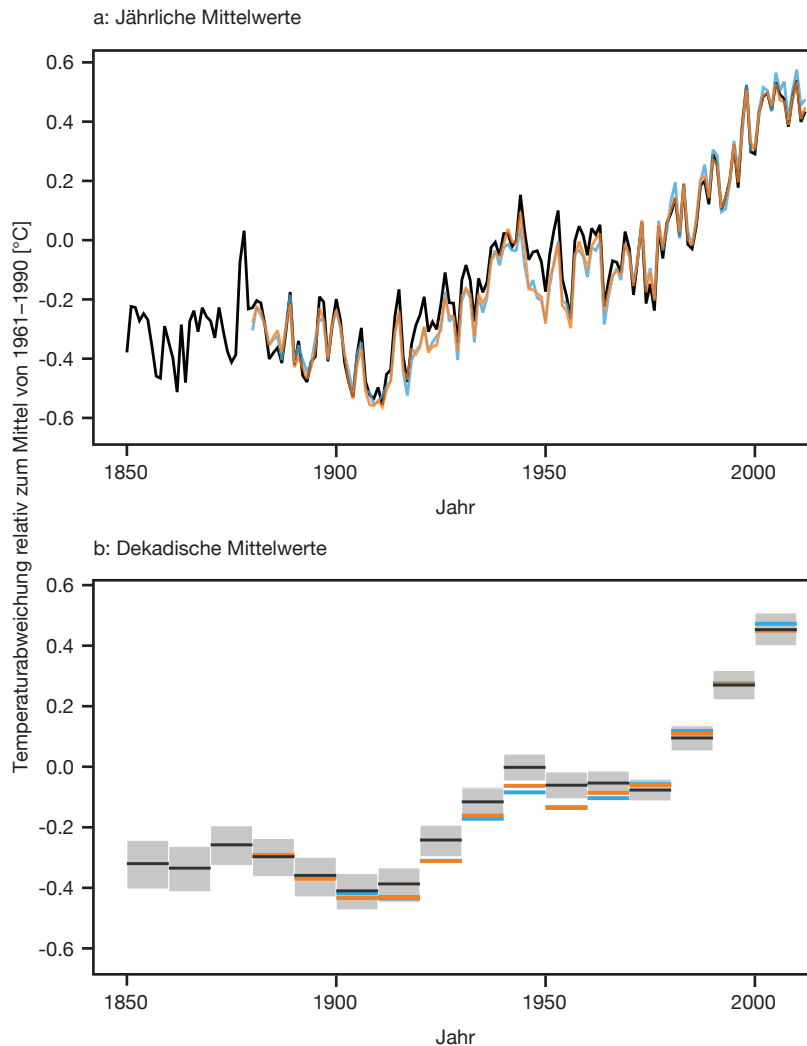


Abbildung 1.1-1

Beobachtete Entwicklung der globalen Oberflächentemperatur zwischen 1850 und 2012 aus drei verschiedenen Datenreihen. (a) Jahresmittel, (b) Zehnjahresmittel.

Es ist jeweils die Abweichung der Temperatur gegenüber dem Mittelwert von 1961 bis 1990 angegeben.

Quelle: IPCC, 2013b

1.1.1

Erwärmung der Atmosphäre

Von 1971 bis 2010 hat das Klimasystem der Erde eine zusätzliche Energie von etwa $274 \times 10^{21} \text{ J}$ aufgenommen. Davon gingen 93 % in die Erwärmung des Ozeans, 3 % in das Schmelzen des Eises, 3 % in die Erwärmung der Kontinente, und nur 1 % blieben für die Erwärmung der Atmosphäre. Der Trend, d.h. die Rate der Energieaufnahme über die vierzig Jahre betrug 213 Terawatt (TW). Von 1993 bis 2010 war der Trend größer und betrug 275 TW (Rhein et al., 2013). Dies entspricht nahezu dem zwanzigfachen der durchschnittlichen Energienutzung der Menschheit.

Trotz der im Vergleich geringen Energieaufnahme der Atmosphäre sind die mittleren globalen Oberflächentemperaturen seit Ende des 19. Jahrhunderts um knapp $0,9^\circ\text{C}$ gestiegen (Hartmann et al., 2013). Dabei waren die letzten drei Dekaden jeweils wärmer als jede ihrer vorhergegangenen Dekaden, wobei 2001–2010 die wärmste Dekade seit mindestens 1.400 Jahren war (Abb. 1.1-1).

Der globale Temperaturtrend unterliegt einer starken Variabilität, die auf natürliche interne Schwankungen des Klimasystems zurückzuführen ist, z.B. auf Phäno-

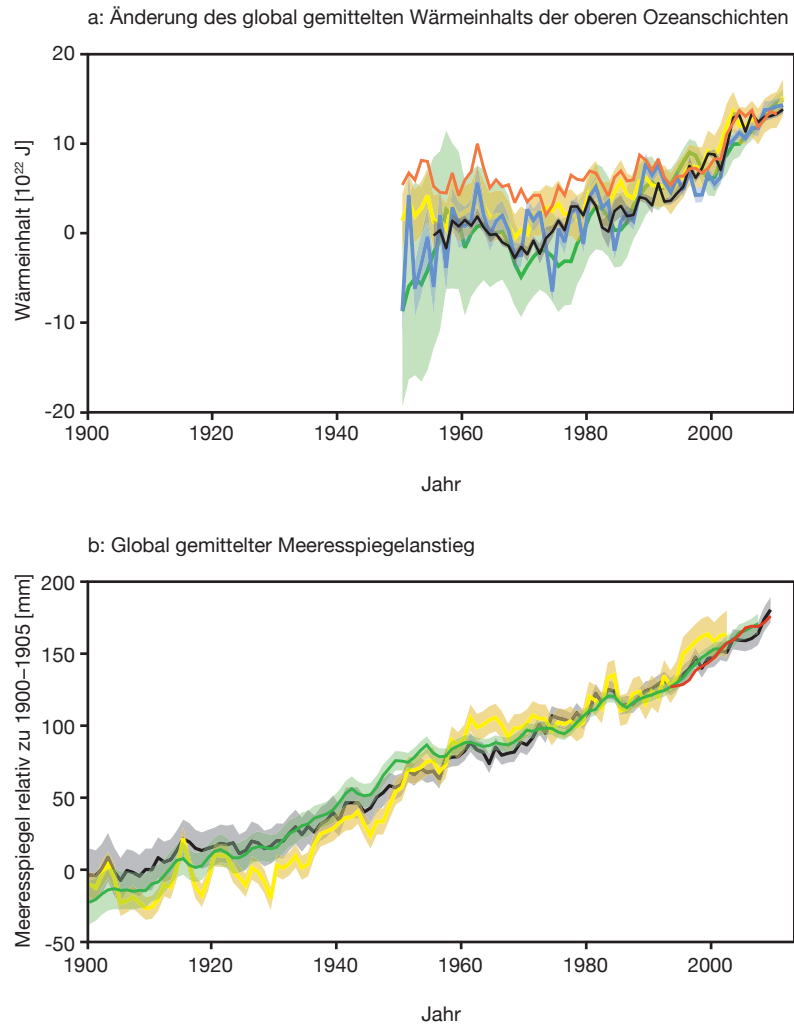
mene wie El Niño / Südliche Oszillation (ENSO) oder die Pazifische Dekadische Oszillation (PDO). Diese interne Variabilität des Klimasystems kann den langfristigen Klimatrend für kurze Zeit verstärken, abschwächen oder sogar umkehren. Solche Variationen sind häufig in Beobachtungen zu finden, aber auch Klimamodelle sind in der Lage, solche Fälle zu simulieren. Allerdings erlauben die Modelle keine genaue zeitliche Vorhersage von solchen Variationen auf einer Zeitskala von wenigen Jahren.

Die Beobachtungen zeigen, dass die Erwärmung der letzten 15 Jahre nur halb so groß war wie die der vorangegangenen 15 Jahre. Es ist allerdings zu betonen, dass ein Trend über 15 Jahre klimatologisch nicht aussagekräftig ist, insbesondere, wenn er stark vom Beginn der Zeitperiode abhängt, über den er berechnet wird. Der Trend für 1995–2009 beträgt $0,13^\circ\text{C}$ pro Dekade, und der für 1996–2010 berechnet sich zu $0,14^\circ\text{C}$ pro Dekade. Für 1997–2011 erhält man $0,07^\circ\text{C}$ pro Dekade und für 1998–2012 nur noch $0,05^\circ\text{C}$ pro Dekade.

Diese abgeschwächte Erwärmung ist Ausdruck der natürlichen Klimaschwankungen, die die zusätzliche Wärme durch den erhöhten Treibhauseffekt in andere Klimakomponenten wie den Ozean und die Eismassen lenken. Als weitere Gründe werden ein Minimum im

Abbildung 1.1-2

(a) Änderung des mittleren Wärmegehalts im oberen Ozean (0–700 m) gegenüber dem Mittelwert von 1970. (b) Globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg gegenüber dem Mittel von 1900 bis 1905. Die verschiedenen Farben beschreiben verschiedene Datensätze. Es sind jeweils Jahresmittel, und, wo vorhanden, Unsicherheitsbereiche (schattierte Bereiche) gezeigt.
Quelle: IPCC, 2013b



11-jährigen Sonnenzyklus und der Effekt von kleineren Vulkanausbrüchen angeführt (Flato et al., 2013).

Aus den Beobachtungen geht hervor, dass der Wärmeinhalt des Ozeans weiterhin steigt, die Eismassen auf den Kontinenten schmelzen und sich der Meeresspiegel dadurch erhöht, zurzeit 3,2 mm pro Jahr, was 32 cm im Jahrhundert ausmacht. Von einer Pause in der Erwärmung kann also nach IPCC-Einschätzung nicht die Rede sein.

1.1.2 Erwärmung des Ozeans

Der globale Energiehaushalt wird entscheidend geprägt von der Wärmekapazität der Meere. Erst in den letzten Jahren ist es durch technologische Entwicklungen gelungen, den Wärmeinhalt des Ozeans und seine Änderung zu bestimmen. In den vergangenen 30 Jahren wurden etwa 93% der zusätzlichen vom erhöhten Treibhauseffekt herrührenden Strahlungsenergie von den Meeren aufgenommen. In der Folge hat sich der Ozean erwärmt, insbesondere an der Meeresoberfläche. Seit den 1970er Jahren haben sich die oberen 75 m des Ozeans um ca. 0,11 °C pro Dekade erwärmt (IPCC, 2013b; Abb. 1.1-2).

Durch die ausgeprägte Schichtung der Wassersäule der Meere geht die Erwärmung in die Tiefe nicht gleichmäßig vonstatten. Die Erwärmung hat inzwischen alle Tiefen erreicht, nimmt aber mit der Tiefe ab. So beträgt der Trend 0,04 °C pro Dekade in 200 m und 0,02 °C pro Dekade in 500 m Tiefe.

Zwischen 1993 und 2010 hat die thermische Ausdehnung der Meere, bedingt durch diesen Energieeintrag, zu einem mittleren Meeresspiegelanstieg von etwa 1,1 mm pro Jahr geführt (Rhein et al., 2013). Dies entspricht einem Drittel des gesamten Meeresspiegelanstiegs. Der verbleibende Anteil ist zum großen Teil zurückzuführen auf die Massenänderung der Gletscher und Eisschilde. Der mittlere Meeresspiegelanstieg seit 1993 beläuft sich auf ca. 3,2 mm pro Jahr, dies entspricht nahezu einer Verdopplung, verglichen mit dem mittleren Trend des 20. Jahrhunderts.

1.1.3 Ozeanversauerung

Eine weitere wichtige Rolle der Ozeane im Klimasystem ist ihre Kapazität, CO₂ aus der Atmosphäre aufzunehmen. Der CO₂-Gehalt der Meere übertrifft denjenigen

der Atmosphäre etwa um ein Fünzigfaches (Rhein et al., 2013). Kleine Variationen der CO_2 -Aufnahme durch den Ozean können einen großen Einfluss auf die atmosphärischen CO_2 -Konzentrationen haben. Durch die Aufnahme von CO_2 aus der Atmosphäre ändert sich das chemische Gleichgewicht des Meerwassers. Eine Erhöhung der Konzentration des gelösten CO_2 führt zur Bildung von Kohlensäure (H_2CO_3), welche Wasserstoffionen (Protonen) in die Wassersäule abgibt, was wiederum zu einer Reduktion des pH-Werts führt. Dieser Prozess wird durch den Begriff Ozeanversauerung beschrieben. Der mittlere pH-Wert der Ozeane variiert zwischen 7,8 und 8,4, die Meere sind also leicht basisch. Verstärkte Aufnahme von CO_2 führt zu einer graduellen Versauerung. Seit Beginn der industriellen Revolution ist der pH-Wert der Meere um 0,1 gesunken, d.h. der Ozean ist deutlich saurer geworden. Eine kritische Begleiterscheinung der Ozeanversauerung ist die Reduktion der Kalziumkarbonatsättigung (CaCO_3). Aragonit, eine Form des Kalziumkarbonats, ist essenziell für die Bildung des Exoskeletts einer Vielzahl von Meeresorganismen. Ozeanversauerung könnte neben Temperaturerwärmung und Sauerstoffverarmung der Oberflächengewässer zu einem weiteren kritischen Stressor werden, der die biologische Vielfalt der Meere bedroht. In einigen Ländern ist Fisch der wichtigste Lieferant tierischen Proteins und Fischerei essenzieller Bestandteil des Wirtschaftssystems (WBGU, 2013). Korallenriffe, die besonders durch die Versauerung bedroht sind, fungieren auch als wichtige Einnahmequelle der Tourismuswirtschaft. Obgleich die Erforschung der möglichen Konsequenzen der Ozeanversauerung für die Ökosysteme der Meere erst am Anfang steht, sind bei gleichbleibendem oder sogar verstärktem Trend erhebliche Belastungen zu befürchten (WBGU, 2006, 2013).

1.1.4

Schmelzen der Eismassen

Der Begriff Kryosphäre umfasst die von Schnee und Eis bedeckten Flächen der Erde, die einen Großteil der globalen Süßwasserreserven beherbergen, wie zum Beispiel die Gletscher in den Gebirgen, die Eisschilde Grönlands und der Antarktis und die Permafrostböden der nördlichen Tundra. Durch die erhöhte Reflexion der solaren Einstrahlung durch Schnee und Eis fungiert die Kryosphäre als natürliches Gegengewicht zur Erwärmung der Erdoberfläche, da über ihren Flächen durch die geringere Energieaufnahme im Vergleich zu offenen Ozean- oder Landoberflächen kalte Luft erzeugt wird. Verluste von Teilen der Kryosphäre durch Schmelzen führen zu positiven Rückkopplungsprozessen, die eine Beschleunigung des Klimawandels nach sich ziehen. Daher reagieren die von Schnee und Eis beherrschten Regionen der Erde sensibel auf die Klimaerwärmung.

Veränderungen der kontinentalen Eismassen haben einen direkten Einfluss auf die Höhe des Meeresspiegels, und Gebirgsgletscher sind in vielen Regionen der

niederen und mittleren Breiten eine wichtige Quelle für Trinkwasser und landwirtschaftliche Bewässerungssysteme.

Gegenüber dem 4. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2007a) hat sich die neue Abschätzung des Beitrags der Gletscherschmelze zum Meeresspiegelanstieg nicht wesentlich verändert und liegt weiterhin bei 0,8 mm pro Jahr. Gebirgsgletscher lieferten bisher den größten Schmelzwasserbeitrag zur Erhöhung des Meeresspiegels. Nach der neuen Abschätzung ist der Beitrag der beiden Eisschilde, Grönland und Antarktis, inzwischen größer als derjenige der Gletscher und liegt bei 1,0 mm Meeresspiegelerhöhung pro Jahr für die sechs Jahre von 2005 bis 2010.

Die Schneebedeckung der Nordhemisphäre im März und April hat seit Mitte des 20. Jahrhunderts um 1,6% pro Dekade abgenommen, und auch die Permafrosttemperaturen sind weiter angestiegen, wie schon im 4. IPCC-Sachstandsbericht angemerkt, um bis zu 3°C seit Mitte der 1980er Jahre im nördlichen Alaska. Im Gegensatz zu diesen schon seit dem 4. IPCC-Sachstandsbericht bestehenden Abschätzungen ergaben sich im 5. IPCC-Sachstandsbericht deutliche Änderungen beim Meereis und den beiden Eisschilden, die im Folgenden dargestellt werden.

1.1.4.1

Meereis, gegenläufige Trends an den beiden Polen

Das Meereis spielt eine integrale Rolle im Klimasystem. Veränderungen in der Meereisbedeckung in den Polargebieten haben eine ganze Reihe von Folgewirkungen auf das regionale und globale Klima. Durch die hohe Reflexionsfähigkeit des Meereises wird ein Großteil der eingehenden Sonnenstrahlung reflektiert und die Bedeckung der Meeresoberfläche führt zu einer Abschirmung von der Atmosphäre und dementsprechend zu einer Reduzierung des Wärmeaustausches und des Stoffeintrags in die Wassersäule (z.B. CO_2 -Eintrag). Die Bildung und das Schmelzen von Meereis verändern den Salzgehalt der darunterliegenden Wasserschichten. Dies kann zu Zirkulationsänderungen der Meeresströmung führen. Darüber hinaus ist das Meereis zentraler Bestandteil des polaren Ökosystems, welches durch seine Anpassung an die extremen Bedingungen sehr empfindlich auf Störungen reagiert.

Seit Beginn der satellitengestützten Messungen im Jahr 1973 stehen zeitlich hochauflösende Datensätze der polaren Meereisbedeckungen zur Verfügung. Die Dynamik der Eisbedeckung unterliegt starken natürlichen saisonalen Schwankungen. Die mittlere Meereisbedeckung in der Arktis fluktuiert zwischen 6 Mio. km^2 im Sommer und 15 Mio. km^2 in den Wintermonaten. Seit 1979 hat sich die mittlere Meereisausdehnung in der Arktis um 3,8% pro Dekade verringert, mit dem stärksten Rückgang von 11,5% in den Sommermonaten (Vaughan et al., 2013; Abb. 1.1-3). Dieser Rückgang übertrifft frühere Modellvorhersagen. Setzt sich der Trend fort, so ergibt eine einfache Extrapolation eine komplett eisfreie Meeresoberfläche im Sommer in der Arktis zu Beginn

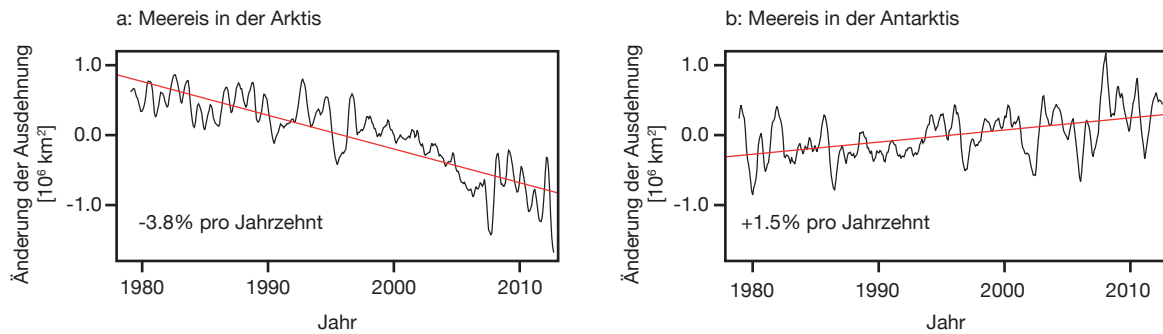


Abbildung 1.1-3

Änderung der Meereisausdehnung in der Arktis (a) und der Antarktis (b) zwischen 1979 und 2012.

Quelle: Vaughan et al., 2013

der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts, mit weitreichenden Konsequenzen für das Öko- und Klimasystem und die wirtschaftliche Nutzbarkeit der Region.

Das antarktische Meereis nimmt im Gegensatz zum arktischen Meereis leicht zu. Die natürliche jahreszeitliche Variabilität der Meereisbedeckung ist in antarktischen Gewässern stärker ausgeprägt und bewegt sich zwischen minimaler Eisbedeckung von etwa 3 Mio. km² im Februar und maximaler Bedeckung von 18 Mio. km² im September (Comiso et al., 2011). Die Entwicklung der Meereisbedeckung seit 1979 weist im Mittel einen positiven Trend auf mit Wachstumsraten von etwa 1,5% pro Dekade (Comiso und Nishio, 2008). Der Anstieg der mit Meereis bedeckten Flächen in der Antarktis ist höchstwahrscheinlich durch verstärkte Meereisproduktion in den küstennahen Polynjas (Comiso et al., 2011) und eine Zunahme der Westwindzirkulation in den Randgebieten des Meereises zu erklären. Beobachtungen zeigen auch starke regionale Unterschiede in diesen Trends.

1.1.4.2

Die Eisschilde Grönlands und der Antarktis

Die mächtigen Eisschilde der Antarktis und Grönlands sind höchst sensible Komponenten des Klimasystems. Die starke Beschleunigung der Fließgeschwindigkeit eines Großteils der grönländischen Gletscher, Kalbungsereignisse wie der Kollaps des antarktischen Larsen-B-Eisschelfs 2002, und der immer stärkere Beitrag der Eisschilde zum Anstieg des Meeresspiegels sprechen eine deutliche Sprache. Die polaren Eisschilde passen sich dem Klimawandel an. Seit dem 4. IPCC-Sachstandsbericht hat sich sowohl die Datenlage als auch das physikalische Verständnis bzgl. der Dynamik der Eispanzer signifikant verbessert. Durch den globalen Erwärmungstrend, insbesondere der letzten Dekaden, hat sich der Beitrag der Eisschilde zum Anstieg des Meeresspiegels verstärkt und ist nunmehr, neben der thermischen Ausdehnung und der Gletscherschmelze, mit 1,0 mm pro Jahr größter Bestandteil. Vergleicht man die Abschätzungen des 4. IPCC-Sachstandsberichts mit den Messergebnissen von 2005–2010 (Vaughan et al., 2013), so hat sich der Beitrag Grönlands mit 0,6 mm pro Jahr verdreifacht und der Beitrag der Antarktis auf 0,4 mm pro Jahr verdoppelt (Abb. 1.1-4).

Besorgniserregend ist weiterhin die Möglichkeit rapider Massenverluste in der Westantarktis und in Grön-

land, sollte sich die Klimaerwärmung weiterhin fortsetzen. Dies könnte mittelfristig zu einem weitaus höheren Meeresspiegelanstieg führen. Positive Rückkopplungsprozesse wie die Reduktion der Albedo durch Eisschmelze, Ausbreitung der Schmelzgebiete durch ein Absinken der Eisoberfläche, Verlust von Eisschelfen in der Antarktis welche zu einer Beschleunigung der dahinterliegenden Gletscher führen, könnten die derzeitigen Verlustraten signifikant erhöhen.

1.1.5

Meeresspiegelanstieg

Seit dem Ende der letzten Eiszeit vor 20.000 Jahren ist der Meeresspiegel um etwa 120 m gestiegen, wobei er sich vor 2.000 bis 3.000 Jahren stabilisierte und bis 1900 nahezu konstant blieb. In dieser Zeit des konstanten Meeresspiegels haben sich an den Küsten Siedlungen entwickelt, und sehr viele Großstädte sind dort entstanden.

Seit 1900 steigt der Meeresspiegel wieder an, und erhöhte sich in 100 Jahren global um etwa 17 cm. Pegelmessungen und Satellitenbeobachtungen deuten gegenwärtig auf eine globale Meeresspiegelerhöhung von 3,2 mm pro Jahr hin.

Ursachen des Meeresspiegelanstiegs sind der Zufluss von Wasser von den Kontinenten und die Erwärmung des Meerwassers, die zu einer Ausdehnung führt. Regional sind auch noch Meeresströmungen und Landhebungen und -senkungen wichtig, wie z.B. das Aufsteigen Skandinaviens nach der Entlastung durch das Schmelzen des großen Eisschildes der letzten Eiszeit, das vor 20.000 Jahren begann.

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2013b; Rhein et al., 2013) stellte für die Zeit von 1993 bis 2010 einen beobachteten Meeresspiegelanstieg von 3,2 mm pro Jahr fest. Davon gingen 1,1 mm pro Jahr auf die aus Temperaturmessungen im Ozean abgeleitete thermische Ausdehnung zurück. Schmelzwasserbeiträge kommen von den Gebirgsgletschern (0,8 mm pro Jahr) und von beiden großen Eisschilden in Grönland (0,3 mm pro Jahr) und der Antarktis (0,3 mm pro Jahr). Verluste der Wasserspeicher auf den Kontinenten erhöhen den Meeresspiegel um weitere 0,4 mm pro Jahr. Damit lässt sich der beobachtete Meeresspiegelanstieg im Rahmen

1 Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel

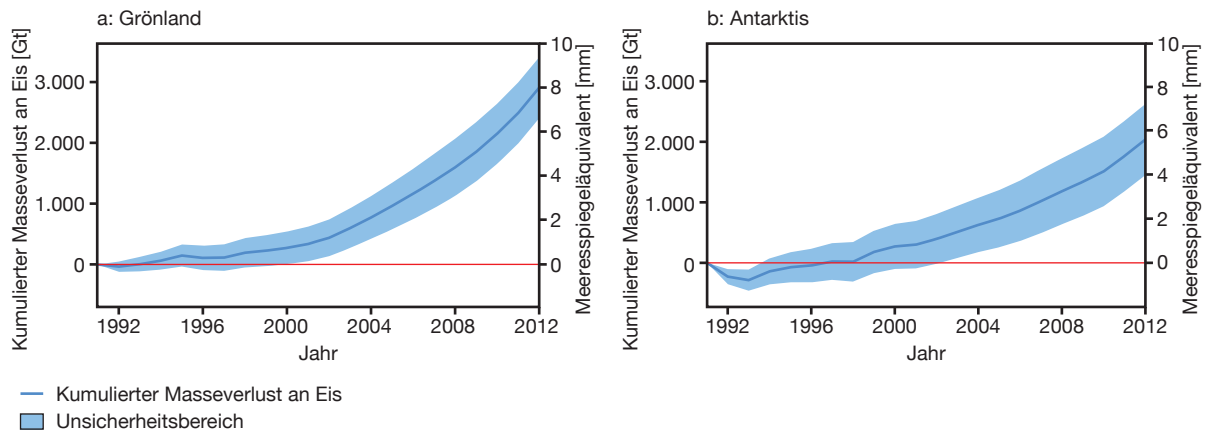


Abbildung 1.1-4

Kumulative Eismassenverluste Grönlands (a) und der Antarktis (b) seit 1992 und der entsprechende Beitrag zum Meeresspiegelanstieg (SLE). Der Vergleich der letzten zwei Dekaden zeigt, dass sich der mittlere Beitrag Grönlands zum Anstieg des Meeresspiegels verdreifacht und derjenige der Antarktis verdoppelt hat. Dieser Trend wird sich fortsetzen, sollte eine Trendwende der Erderwärmung nicht eintreten.

Quelle: Vaughan et al., 2013

der Fehlerbalken durch die Einzelbeiträge der Ozeanerwärmung, der kontinentalen Wasserspeicher und der Gletscher und Eisschilde erklären (Church et al., 2013). Von 2005 bis 2010 haben sich die Eismassenverluste erhöht, von Grönland auf 0,6 mm pro Jahr und von der Antarktis auf 0,4 mm pro Jahr (Vaughan et al., 2013). Der zukünftig erwartete Meeresspiegelanstieg wird in Kapitel 1.5 diskutiert.

rische Konzentrationen und Strahlungsantriebe in konsistenter Weise bestimmen. Im Gegensatz zu den neuen Szenarien (Representative Concentration Pathways, RCP), die im 5. IPCC-Sachstandsbericht verwendet wurden, berücksichtigen die für den 3. IPCC-Sachstandsberichts entwickelten Szenarien (SRES) keine Vermeidungsstrategien.

1.2

Fähigkeiten und Grenzen von Klimamodellen und Szenarien

Klimamodelle integrieren die physikalischen Grundgleichungen des Klimasystems ausgehend von vorgegebenen Anfangsbedingungen und simulieren damit Klimaschwankungen über einen gewählten Zeitraum (einige Monate bis viele Jahrhunderte). Sie benötigen dafür Randbedingungen, die sich zeitlich ändern können, wie z.B. die jahreszeitlichen Änderungen der Sonneneinstrahlung oder den Staubeintrag in die Atmosphäre durch Vulkanausbrüche. Auch die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen durch Landnutzungsänderungen, Zementproduktion und insbesondere durch die Nutzung fossiler Brennstoffe müssen vorgegeben werden. Für die Vergangenheit sind diese Zahlen durch Förderung, Verkauf und Produktion fossiler Brennstoffe recht gut bekannt. Für Zukunftsszenarien muss ein konsistenter Satz von Emissionen, Konzentrationen und Strahlungsantrieben vorgegeben werden, damit die verschiedenen Klimamodelle untereinander vergleichbare Klimaszenarien berechnen können. Diese Aufgabe erfüllen die integrierten Analysemodelle (Integrated Assessment Models, IAM), die sozioökonomische und technische Entwicklungen und die Nutzung fossiler Energieträger miteinander verknüpfen und so Treibhausgasemissionen, Aerosoleintrag, atmosphä-

1.2.1

Klima- und Erdsystemmodelle

Klimamodelle sind komplexe Computerprogramme, die das uns zurzeit zur Verfügung stehende Verständnis der Physik des Klima- und Ökosystems umsetzen. Sie basieren auf physikalischen Naturgesetzen und simulieren die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozean, Landoberflächen, Schnee und Eis, Biosphäre und verschiedenen chemischen und biologischen Prozessen. Seit dem ersten Klimabericht des IPCC im Jahr 1990 sind die Klimamodelle wesentlich komplexer geworden. Außerdem können heute durch die stark verbesserte Computerleistung viele Prozesse räumlich deutlich feiner aufgelöst und beschrieben werden.

Verglichen mit dem 4. IPCC-Sachstandsbericht sind die meisten Klimamodelle des 5. IPCC-Sachstandsberichtes zu vollen Erdsystemmodellen erweitert worden, die nicht nur eine verbesserte Darstellung der Physik des Klimasystems enthalten, sondern zusätzlich die globalen Kreisläufe des Kohlenstoffs und des Schwefels beschreiben und damit wichtige biologische und chemische Prozesse simulieren. Die neuen Erdsystemmodelle stellen daher eine deutlich erweiterte Beschreibung des Klima- und Ökosystems zur Verfügung. Aber sind sie auch besser geworden? Dies lässt sich nur durch Vergleiche mit Beobachtungen entscheiden.

Systematische Vergleiche von Simulationen unterschiedlicher Klimamodelle mit Beobachtungen im Cou-

pled Model Intercomparison Project (CMIP) haben ergeben, dass sich die Modellgüte in der Beschreibung der Variationen von Temperatur- und Niederschlagsmustern von den CMIP2-Modellen im Jahr 2000 über die CMIP3-Modelle von 2005 bis zur heutigen Modellgeneration CMIP5 stetig verbessert haben. Diese Vergleiche zeigen, dass die Modelle nicht nur komplexer geworden sind und eine vollständigere Beschreibung des Klima- und Ökosystems bereitstellen, sondern tatsächlich auch eine bessere Simulation der Realität liefern (Flato et al., 2013). Gründe für die Verbesserung der Modellsysteme sind neben der deutlich erhöhten Computerleistung vor allem die neuen Beobachtungssysteme und Analysemethoden der Klimaforschung, die zu einem verbesserten Verständnis des Klimasystems geführt haben.

Klimamodelle können nur an Beobachtungen, d. h. an vergangenen Klimazuständen getestet werden, und auch bei saisonalen Vorhersagen kann man erst nach Ablauf des Vorhersagezeitraums vergleichen, ob Natur und Modell übereinstimmen. Für Langzeitprognosen, insbesondere des anthropogenen Einflusses auf das Klima über Dekaden und Jahrhunderte, ist ein solcher Vergleich nicht mehr möglich. Dabei gehen Wissenschaftler davon aus, dass eine gute Beschreibung der Vergangenheit auch die wesentlichen Prozesse für die Zukunft simuliert. Im Gegensatz zu Wettervorhersagemodellen stehen bei Klimamodellen die Mittelwerte, deren Trends sowie die Variabilität der Klimavariablen im Vordergrund und nicht ihr Wert zu einem bestimmtem Zeitpunkt.

Die Grenzen der Klimamodelle zeigen sich insbesondere in der Simulation von Wolken, die durch ihre Vielfalt und schnell veränderliche und komplexe Form einen schwer zu beschreibenden Einfluss auf den Strahlungshaushalt der Erde und den Wasserkreislauf haben. Eine große Herausforderung ist die regionale Ausprägung des mehr oder weniger globalen CO₂-Signals. Dies erfordert ein verbessertes Verständnis regionaler Prozesse, wofür neue Beobachtungssysteme und Modelle erforderlich sind, die zurzeit national und international im Zentrum der Klimaforschung stehen.

Obwohl sie noch nicht perfekt sind, gehören Klimamodelle sicherlich zu den besten Werkzeugen unserer Gesellschaft, um bestimmte Aspekte der Zukunft zu projizieren. Damit stellen sie eine solide Basis für Entscheidungsprozesse dar.

1.2.2 Integrierte Analysemodelle

Szenarien zur Begrenzung und Vermeidung von Klimawandel werden in erster Linie von großskaligen integrierten Analysemodellen (Integrated Assessment Models, IAM) entwickelt, welche in der Lage sind, quantitativ die wichtigsten Quellen von Treibhausgasemissionen und deren Klimawirkungen langfristig, auch über die Mitte des Jahrhunderts hinaus, abzubilden. Darüber hinaus lassen sich durch die Modelle Transformations-

pfade, sowie in einigen Fällen auch Anpassungsstrategien beschreiben. Um alle Emissionsquellen von CO₂ und anderen Treibhausgasen und strahlungsaktiven Substanzen zu erfassen, bilden IAM in der Regel die wichtigsten Sektoren menschlicher Aktivitäten (z. B. Wirtschaft, Energie, Transport, Gebäude, Landnutzung) und die zwischen diesen bestehenden Wechselwirkungen ab. Diese Sektoren, insbesondere der Energiesektor, sind oftmals „bottom-up“ repräsentiert, was eine Vielzahl von Technologieoptionen und damit Konversions- und Transformationspfaden eröffnet. Eine spezifische Stärke von IAM ist also darin zu sehen, dass viele Transformationsindikatoren interne Variablen im Modell sind, wodurch sich Wechselwirkungen und Flexibilität über Sektoren und lange Zeiträume hinweg darstellen lassen. In den meisten Fällen sind auch wichtige, für den Klimawandel relevante, physikalische Prozesse des Erdsystems (z. B. Kohlenstoffkreislauf, Strahlungsantrieb) zumindest rudimentär repräsentiert.

Der Haupteinsatzzweck dieser Modelle besteht darin, Transformationspfade zu analysieren, welche zu einer langfristigen Stabilisierung des anthropogenen Klimawandels führen, aber auch zukünftige Entwicklungen ohne Klimaschutzmaßnahmen zu untersuchen. Eine neuerliche Verfeinerung im Szenarienerstellungsprozess besteht in diesem Zusammenhang darin, qualitative Annahmen in sogenannte Narrative einzubetten. Dadurch wird eine verbesserte und konsistentere Formulierung von Szenarientreibern erreicht, welche sich nicht quantitativ abbilden lassen, zudem können dadurch Modellergebnisse besser interpretiert werden. Ein Beispiel dafür wären etwa zukünftige kulturelle Entwicklungen oder Änderungen der Wertvorstellungen (Lebensstile).

IAM stellen ein hoch aggregiertes Modellierungsrahmenwerk dar. Erst die Abstrahierung von Details erlaubt es, die komplexen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Sektoren systematisch aufzugreifen: So bestehen Globalmodelle meist aus etwa einem Dutzend Weltregionen, und einige (physikalische) Systeme wie das Klimasystem lassen sich nur sehr stilisiert abbilden. Deshalb werden wichtige Modellergebnisse wie Emissionen oder Landnutzungsaktivitäten oftmals als Input an andere spezialisierte Modelle übergeben, wie z. B. Erdsystem- und Klimamodelle, um deren Einflüsse genauer zu untersuchen.

Angetrieben werden die IAM in der Regel durch die Vorgabe zur ökonomischen Kosten- oder Multikriterienminimierung, was sich durch unterschiedliche Zielfunktionen abbilden lässt, aber im Grunde immer dazu führt, dass z. B. die Gesamtkosten der Vermeidung von Emissionen unter der Berücksichtigung von Beschränkungen minimiert werden. Die zu Grunde liegende Annahme, welche eine solche „Social-Planner“-Perspektive rechtfertigt, ist, dass die Märkte vollkommen wettbewerblich gestaltet sind und auch keine Informationsasymmetrien zwischen Akteuren bestehen, was zu einer optimalen Ressourcenallokation führen würde. Da dies in der Realität oftmals nur zum Teil erfüllt ist, sind die Modell-

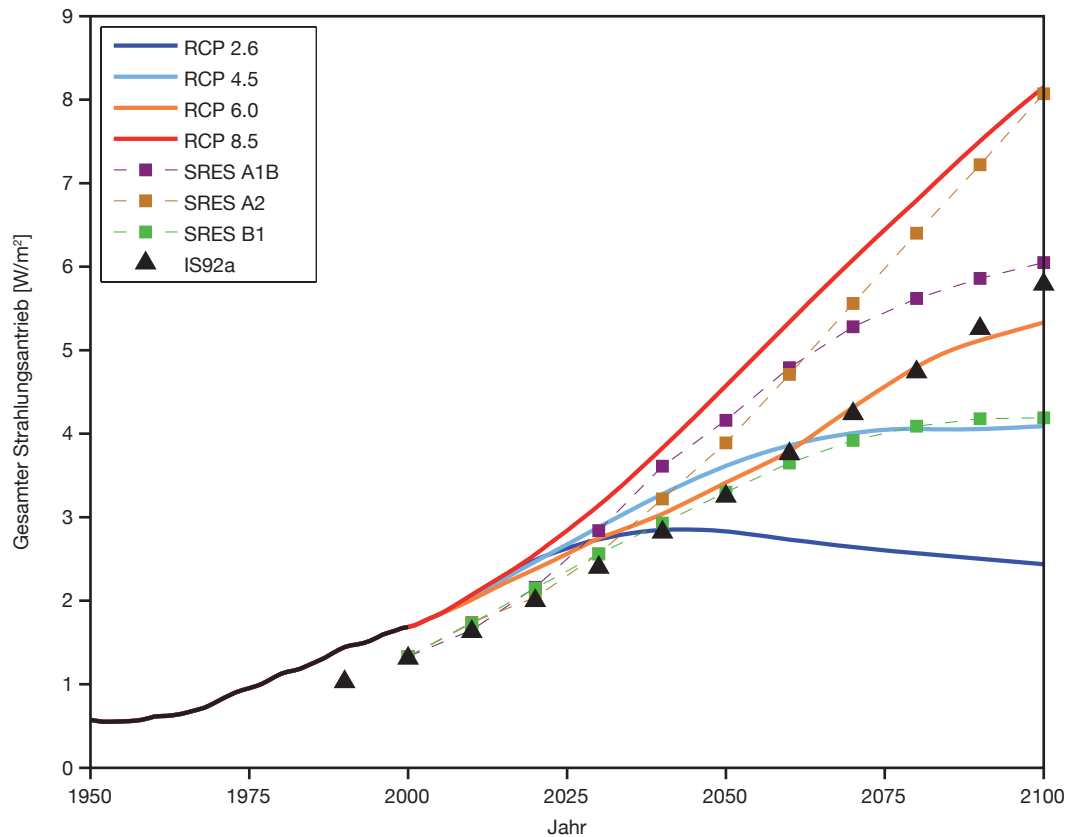


Abbildung 1.2-1

Alte und neue Szenarien für den Zeitraum von 1950 bis 2100. Gezeigt ist der historische sowie der für die verschiedenen Szenarien projizierte anthropogene Strahlungsantrieb (W/m^2) gegenüber 1765 (vorindustriell). Das Szenario IS92a stammt aus dem 2. IPCC-Sachstandsbericht, die Szenarien SRES A1B, A2 und B1 wurden im 3. und 4. IPCC-Sachstandsbericht verwendet. Die mit RCP gekennzeichneten Szenarien wurden für den 5. IPCC-Sachstandsbericht erstellt. Die Szenarien unterscheiden sich beispielsweise im Strahlungsantrieb für das Jahr 2000; die neueren Szenarien berücksichtigen neuere Erkenntnisse über die Emissionen in diesem Zeitraum.

Quelle: Cubasch et al., 2013

ergebnisse eher als Orientierung zu sehen. Letztendlich ist die aggregierte Entscheidungsfindung auch numerischen Beschränkungen geschuldet, damit die Modelle überhaupt noch gelöst werden können. Imperfekte Bedingungen und strukturelle Brüche lassen sich jedoch indirekt über Kalibrierung der Modelldaten abbilden.

Um die Modellergebnisse einordnen zu können, werden grundsätzlich eine Vielzahl an Politiksznarien entwickelt, welche einem Referenzfall gegenübergestellt werden. Die Defizite von IAM sind in dem hohen Aggregationsgrad und der Schwierigkeit zu sehen, begrenzte Rationalität der Entscheidungsträger bzw. strategisches Verhalten von Akteuren abzubilden. Eine weitere Unzulänglichkeit besteht darin, dass die meisten Modelle implizit oftmals perfekte Voraussicht unterstellen. Eine Weiterentwicklung sind rekursiv-dynamische Modelle, welche zu jedem Zeitpunkt neue Entscheidungen auf Grundlage der dann zur Verfügung stehenden Informationen treffen. Trotz dieser Unzulänglichkeiten stellen IAM heutzutage einen unverzichtbaren Bestandteil der Klimaforschung zur Bewertung und zum Verständnis von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien dar.

1.2.3

Emissionsszenarien

Die zukünftigen Emissionen hängen von ökonomischen, sozialen und politischen Entwicklungen ab. Diese lassen sich aber nicht vorhersagen, sondern werden durch Entscheidungen, welche noch nicht getroffen worden sind, bestimmt. Die Emissionsszenarien umfassen daher eine große Bandbreite von Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Menschheit, aus denen unterschiedliche Emissionspfade abgeleitet werden, die wiederum die Grundlage für Projektionen über die künftige Klimaentwicklung sowie für Anpassungs- und Vermeidungsstrategien bilden (Kap. 1.5; Abb. 1.2-1).

Der IPCC-Sonderbericht über Emissionsszenarien (SRES, Special Report on Emission Scenarios; IPCC, 2000) nutzt 40 alternative Szenarien, die sich durch ihre Annahmen über die weitere Entwicklung der Weltgesellschaft unterscheiden. Die 40 Szenarien basierten auf einer umfassenden Literaturlauswertung und bilden durch ihr Design einen Großteil der Variationen in den ihnen zu Grunde liegenden Antrieben, wie Demographie, ökonomische und technologische Entwicklungen, sowie auch in den Szenarienergebnissen, wie Treibhaus-

gasemissionen oder anderen klimarelevanten Substanzen ab. Dies war zu dieser Zeit insofern eine Neuerung, als dass die meisten Szenarien bis dahin nur auf CO₂ fokussierten, während in den SRES-Szenarien alle Quellen von CO₂ und anderen Kyoto-Gasen, wie CFCs und HFCs oder Schwefelaerosole, mitberücksichtigt wurden. Eine Reihe weiterer Neuerungen wurden durch die Autoren eingeführt, um die Szenarien zu entwickeln. Die wichtigste betraf die Entwicklung von vier Narrativen, welche dazu beitrugen die Interpretation der Szenarien und deren Konsistenz zu verbessern. Die SRES-Szenarien enthielten jedoch keine Vermeidungsmaßnahmen oder Politiken, wie vom IPCC damals vorgegeben. Als erster Schritt wurden die daraus resultierenden Emissionen aller relevanten Substanzen an die Klimamodelle in Form von vier sogenannten „Marker-SRES-Szenarien“ übergeben. Die resultierenden Klimaprojektionen wurden im Rahmen eines großen Modellvergleichsprojekts (Coupled Model Intercomparison Project, CMIP) analysiert und im 3. (IPCC, 2001), 4. (IPCC, 2007a) und zu einem geringeren Umfang auch im 5. IPCC-Sachstandsbericht (2013a) im Detail analysiert. Die Szenarien und Klimaprojektionen wiederum wurden von Arbeitsgruppe II genutzt, um mögliche Klimafolgen und Vulnerabilitäten zu bewerten. Die SRES-Szenarien aus dem 3. IPCC-Sachstandsbericht werden nach wie vor häufig genutzt.

Im Jahr 2006 ist ein neuer Szenarienentwicklungsprozess mit der Zielsetzung initiiert worden, ein neues Ensemble an Szenarien zu erstellen, die jetzt „Representative Concentration Pathways“ (RCPs) und „Shared Socioeconomic Pathways“ (SSPs) genannt werden und im 5. IPCC-Sachstandsbericht zur Anwendung gekommen sind (Abb. 1.2-1). Im Unterschied zum SRES-Prozess wurden diese Szenarien nicht vom IPCC, sondern von der Wissenschaftsgemeinde in Selbstorganisation mit Unterstützung des IPCC erarbeitet. Ausgehend von vordefinierten Strahlungsantrieben am Ende des 21. Jahrhunderts (RCPs wurden nach diesen Strahlungsantrieben von 2,6; 4,5; 6,0 und 8,5 W pro m² benannt) wurden durch IAM in enger Kooperation mit Klima- und Wirkmodellierern mögliche Bandbreiten und zeitliche Verläufe der Strahlungsantriebe sowie die dazugehörigen Entwicklungen von Treibhausgasemissionen und chemischen Konzentrationen in der Atmosphäre entwickelt. Der Entwicklungsprozess war dabei durch eine „parallele“ Vorgehensweise gekennzeichnet – ähnlich wie im Fall der „Marker-SRES-Szenarien“ erhielten die Klima- und Erdsystemmodellierer die RCP-Emissionspfade, um parallel mit der Arbeit beginnen zu können, während andere Gruppen die sozioökonomischen Treiber weiter entwickelten. Vier RCPs sind zu diesem Zweck bereitgestellt worden und die Klimaprojektionen im 5. IPCC-Sachstandsbericht basieren auf diesen Szenarien. Alle RCPs sind Stabilisierungsszenarien – das niedrigste hält die 2°C-Leitplanke (RCP 2.6) mit 66% Wahrscheinlichkeit ein, wohingegen das höchste bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mehr als 4°C Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau zeigt (RCP 8.5).

Parallel dazu wurden mit Hilfe von integrierten

Analysemodellen „Shared Socioeconomic Pathways“ (SSPs) entwickelt, um daraus die treibenden Kräfte für die Analysen von Arbeitsgruppen II und III des IPCC, abzuleiten. Die Ergebnisse daraus sind ebenfalls im 5. IPCC-Sachstandsbericht publiziert worden. Es ist zu erwarten, dass daraus eine Vielzahl globaler und regionaler Szenarien, welche im Einklang mit den neuen RCPs stehen, hervorgehen wird.

1.3

Der menschliche Einfluss auf das Klima ist evident: zum Verständnis der Zusammenhänge

Direkte Messungen und Analysen von Klimaarchiven und geologischen Befunden machen es deutlich: Klimaänderungen finden natürlicherweise auf allen Zeitskalen statt, wobei langfristige Änderungen typischerweise durch größere Abweichungen charakterisiert sind. Änderungen können auftreten durch externe Anregungen und durch interne Wechselwirkungen im Klimasystem. Typische intern erzeugte Variabilität zeigt sich u. a. im El-Niño-Phänomen und in der Dekadischen Pazifischen Oszillation, die spezifische geographische und zeitliche Muster in den Klimaschwankungen erzeugen. Zu den externen Anregungen zählt man die Änderungen in der Helligkeit der Sonne (durch Sonnenflecken), Änderungen der Erdbahnparameter (Exzentrizität der Erdumlaufbahn, Neigung und Präzession der Erdachse) sowie Vulkanausbrüche. Diese natürlichen externen Anregungen haben deutliche Spuren in der Klimageschichte hinterlassen, von den Eiszeiten bis hin zu den kurzfristigen Abkühlungen durch den herausgeschleuderten Staub der Vulkanausbrüche.

Seit Beginn der Industrialisierung greift auch der Mensch – vorwiegend durch CO₂-Emissionen, die auch als externe Anregung betrachtet werden – in das Klimageschehen ein und prägt den Klimaänderungen einen deutlichen anthropogenen Anteil auf. Wie aber lässt sich dieser anthropogene Anteil von den natürlichen Klimaänderungen, die weiterhin auftreten, trennen und in seiner Größe bestimmen?

Jede individuelle externe Anregung, sei sie nun natürlich oder anthropogen, erzeugt im Klimasystem eine spezifische Reaktion. Diese ist allerdings nicht einfach nur der internen Variabilität überlagert, sondern verändert diese auch. Dadurch wird die Zuordnung einer Ursache für eine beobachtete Klimaänderung erschwert. Diese Zuordnung wird mit gezielten Klimamodellexperimenten durchgeführt. Dafür ist es nötig, dass die Modelle sowohl die interne Variabilität als auch die Antwort des Klimas auf externe Anregungen entsprechend gut beschreiben können. Eine Vielzahl von Modellexperimenten hat gezeigt, dass die gegenwärtige Generation von Klimamodellen für die Zuordnung (Attribution) bestimmter Ursachen für beobachtete Klimaänderungen gut geeignet ist.

Durch Modellexperimente wurden in den vergangenen Jahren die Antwortmuster des Klimasystems auf ver-

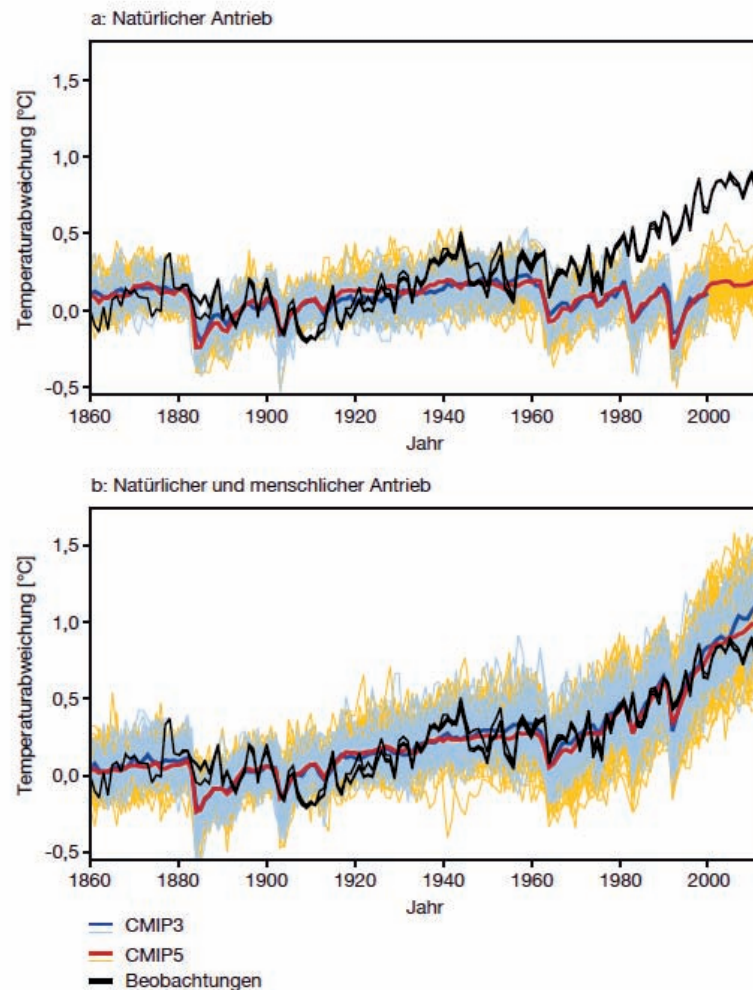


Abbildung 1.3-1

Entwicklung der global gemittelten Oberflächentemperatur zwischen 1860 und 2010 (schwarze Linie) im Vergleich mit Modellergebnissen (farbige Linien und Unsicherheitsbereiche). In der oberen Graphik (a) sind Modelle gezeigt, die ausschließlich natürliche Einflüsse auf das Klima berücksichtigen. Die Modelle in der unteren Graphik (b) berücksichtigen zusätzlich menschliche Einflüsse wie Treibhausgasemissionen und Emissionen von Aerosolen. Es wird deutlich, dass nur diejenigen Modelle, die alle Einflüsse berücksichtigen, eine realistische Temperaturentwicklung erreichen. Quelle: Bindoff et al., 2013

schiedene individuelle externe Anregungen untersucht und damit der *Fingerabdruck* der externen Anregungen im Klimasystem bestimmt. Aus dem Vergleich dieser Experimente geht eindeutig hervor, dass die beobachtete Erwärmung der letzten 50 Jahre weder durch interne Variabilität noch durch natürliche externe Anregungen zustande kommt, sondern nur durch den durch anthropogene Emissionen erzeugten Anstieg im CO_2 -Gehalt der Atmosphäre erklärt werden kann (Abb. 1.3-1). Daraus resultiert auch die Aussage im 5. IPCC-Sachstandsbericht, dass es extrem wahrscheinlich (>95% Wahrscheinlichkeit) ist, dass mehr als die Hälfte des beobachteten Anstiegs der Oberflächentemperatur der Erde von 1951 bis 2010 durch menschliche Aktivitäten zustande gekommen ist.

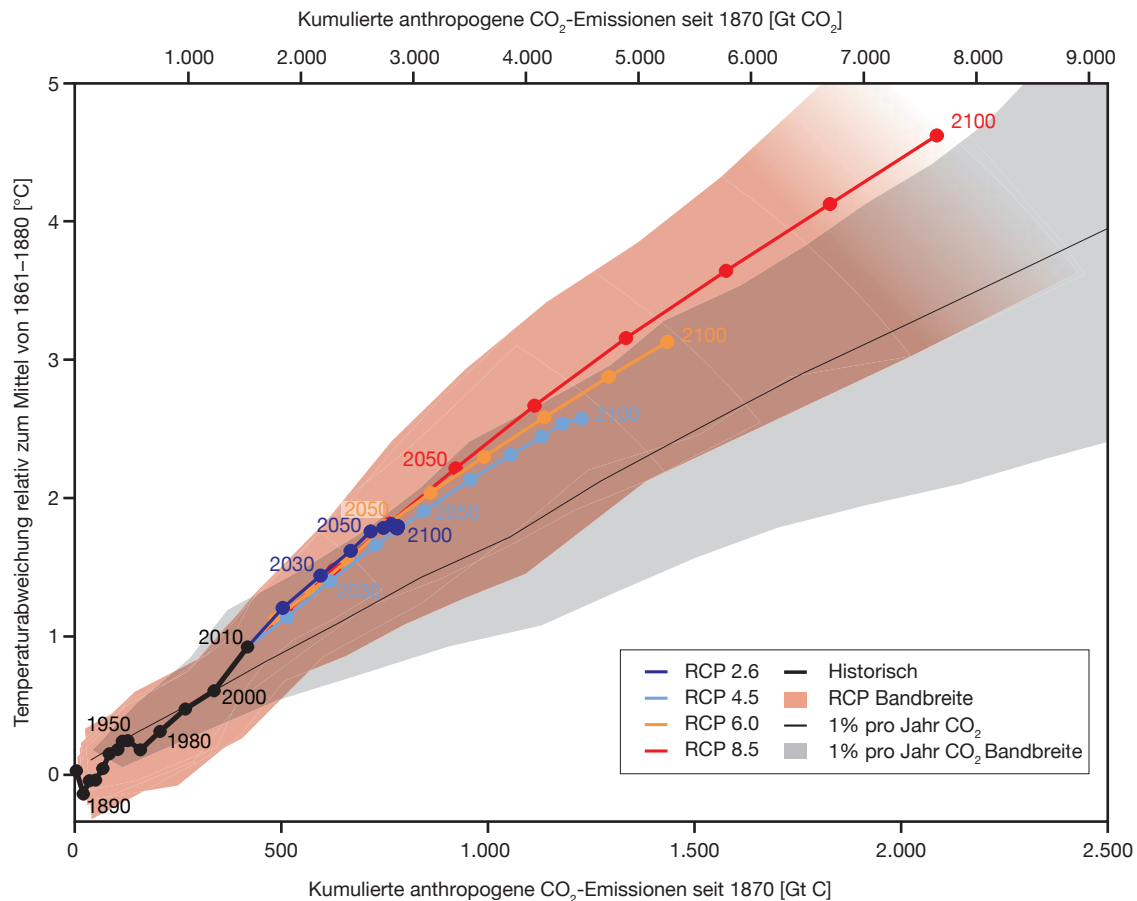
Generell stellt sich hier die Frage: Wie sensitiv ist das Klima gegenüber einer Änderung in der Bilanz zwischen absorbierter Sonneneinstrahlung und der Wärmeabstrahlung der Erde? Die Klimasensitivität wird oft definiert als die Änderung der Oberflächentemperatur der Erde bei einer Verdoppelung des CO_2 -Gehaltes, nachdem der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Nach neuen, besser fundierten Abschätzungen durch den IPCC (Collins et al., 2013) liegt der Wert mit mehr als 66% Wahrscheinlichkeit zwischen 1,5 und 4,5°C. Gegenüber dem 4. IPCC-Sachstandsbericht hat sich der untere Wert von 2,0 auf

1,5 verringert, der obere Wert ist gleichgeblieben. Allerdings ist die Gleichgewichtssensitivität nur bedingt aussagekräftig, da sich die Erde nie in einem solchen Gleichgewichtszustand befindet. Wichtiger ist die transiente Antwort des Klimasystems (transient climate response) auf Störungen des Strahlungshaushaltes. Sie wird definiert durch das simulierte Jahresmittel der globalen Temperatur bei Erreichen der doppelten CO_2 -Konzentration, nachdem diese über 70 Jahre linear erhöht wurde. Dieser Wert liegt mit mehr als 66% Wahrscheinlichkeit zwischen 1,0 und 2,5°C.

1.4

CO_2 aus fossilen Energieträgern – der Kern des Klimaproblems

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht macht deutlich, dass der anthropogene Klimawandel sich nur stoppen lässt, indem die Nettoemissionen von CO_2 auf Null gesenkt werden. Dabei wird das Ausmaß des Klimawandels weitgehend durch die Gesamtmenge des von den Menschen emittierten CO_2 bestimmt.

**Abbildung 1.4-1**

Anstieg der globalen Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von den kumulierten CO₂-Emissionen. In der Graphik sind Ergebnisse verschiedener Modelle zusammengefasst. Je nach Szenario werden bestimmte Werte kumulativer Emissionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erreicht (farbige fette Linien und Punkte; die farbig unterlegte Fläche zeigt die Streuung der Modellergebnisse und Szenarien). Bei diesen Szenarien sind auch die Wirkungen anderer Treibhausgase auf die Temperatur berücksichtigt. Die dünne schwarze Linie mit der grau unterlegten Fläche als Streubreite zeigt, wie die Erwärmung ausfallen würde, wenn keine anderen Treibhausgase, sondern ausschließlich CO₂ emittiert würde; dabei wurde ein Anstieg des CO₂ um 1 % pro Jahr angenommen.

Quelle: IPCC, 2013b

1.4.1 Die Rolle von CO₂

Die atmosphärische CO₂-Konzentration liegt mit heute 400 ppm deutlich höher als während der gesamten Menschheitsgeschichte. Vor der Industrialisierung schwankte sie zwischen 180 ppm in Kaltzeiten und 300 ppm in Warmzeiten (Ciais et al., 2013). Seit dem Beginn der Industrialisierung, d.h. zwischen 1750 und 2011 wurden insgesamt gut 2.000 Gt CO₂ aus der Nutzung fossiler Energieträger und Landnutzungsänderungen freigesetzt, von denen sich noch etwa 900 Gt CO₂ in der Atmosphäre befinden. Der Rest des emittierten CO₂ wurde zu einem Teil von der terrestrischen Biosphäre aufgenommen sowie zum anderen Teil von den Ozeanen, wo der CO₂-Eintrag bereits zu einem spürbaren Absinken des pH-Werts um 0,1 Einheiten geführt hat (Ozeanversauerung; Kap. 1.1.3). Die anthropogenen Emissionen sind klar als Ursache für den atmosphärischen CO₂-Anstieg identifiziert, u.a. auch durch die parallel auftretende Abnahme des atmosphärischen Sauerstoffgehalts, die deutlich messbar ist und auf die Verbren-

nung der fossilen Energieträger zurückgeht. CO₂ reichert sich in der Atmosphäre an. Auch über einen Zeitraum von 1.000 Jahren wird ein erheblicher Anteil des emittierten CO₂ in der Atmosphäre verbleiben, je nach Gesamtmenge der Emissionen kann dieser Anteil zwischen 15% und 40% liegen. Stellt man die CO₂-Emissionen komplett ein, bleibt die bis zu diesem Zeitpunkt erfolgte Erwärmung über einige Jahrhunderte erhalten. Ein erheblicher Teil des Klimawandels ist daher auf menschlichen Zeitskalen irreversibel, falls das CO₂ der Atmosphäre nicht großmaßstäblich entzogen würde. Dies ist jedoch nur sehr begrenzt möglich (Kap. 1.8.3; WBGU, 2009b: 138). Die im 5. IPCC-Sachstandsbericht zusammengeführten Ergebnisse zeigen, dass das Ausmaß der anthropogenen Erwärmung im Wesentlichen von der Gesamtmenge des emittierten CO₂ abhängt und nicht so sehr vom genauen Zeitpunkt der Emissionen (Abb. 1.4-1). Um die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 66% unterhalb von 2°C zu halten, dürfen ab dem Jahr 2011 insgesamt nur noch etwa 1.000 Gt CO₂ aus anthropogenen Quellen emittiert werden (IPCC, 2013b). Dabei ist bereits

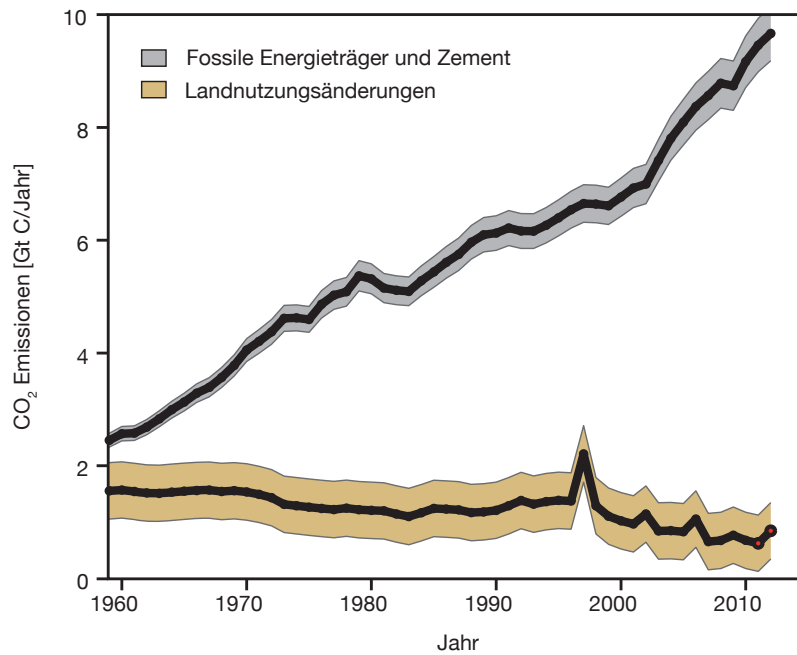


Abbildung 1.4-2

Landnutzungsemissionen und CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern nach dem Global Carbon Project. Die CO₂-Emissionen sind in Gt C pro Jahr dargestellt; 1 Gt C entspricht 3,67 Gt CO₂.
Quelle: Le Quéré et al., 2013

berücksichtigt, dass auch andere Treibhausgase zum Klimawandel beitragen.

Derzeit stammen etwa 15% der anthropogenen CO₂-Emissionen aus Landnutzungsänderungen (Clarke et al., 2014). Die (relative) Bedeutung von CO₂-Emissionen aus Landnutzungsänderungen nimmt gegenwärtig jedoch stark ab, vor allem wegen des starken Anstiegs der Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger (Abb. 1.4-2). Das Hauptproblem für das globale Klima sind damit die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern.

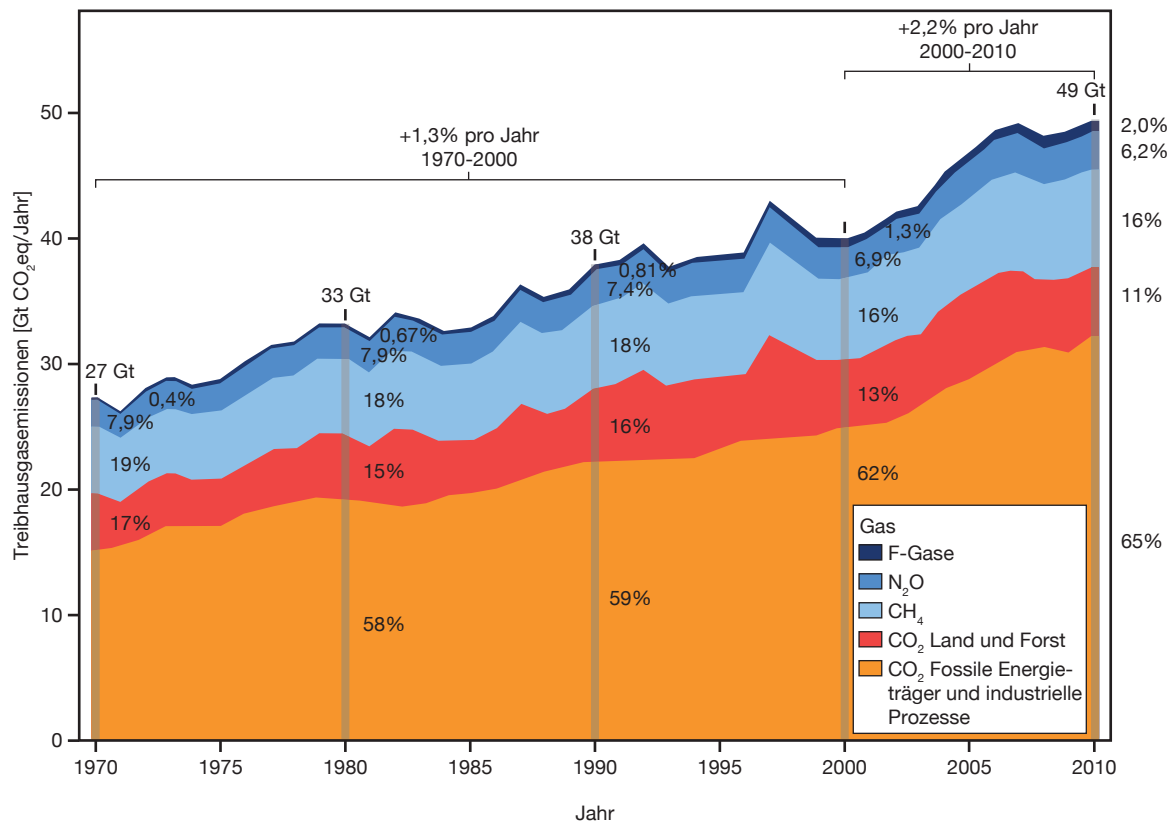
Nach den IPCC-Analysen liegen die globalen CO₂-Emissionen aus fossilen Quellen in den Emissions-szenarien, die unterhalb von 2°C bleiben, im Jahr 2050 im Mittel etwa 50% unter den Emissionen von 1990, und sinken in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts auf oder unter Null ab. Je früher die CO₂-Emissionen gesenkt werden, desto weniger sind netto „negative Emissionen“ notwendig, d.h. die noch nicht kommerziell erprobte aktive Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre und seine Einlagerung. Der WBGU empfiehlt, die globalen CO₂-Emissionen aus fossilen Quellen bis spätestens 2070 vollständig einzustellen, um eine realistische Chance zu haben, die globale Erwärmung auf 2°C zu begrenzen (WBGU, 2014). In den genannten Szenarien sind auch die Emissionen anderer langlebiger Treibhausgase und klimawirksamer Stoffe berücksichtigt. Diese tragen jedoch weitaus weniger zum Klimawandel bei (Kap. 1.4.2).

1.4.2

Andere klimawirksame Gase und Stoffe

Neben CO₂ sind auch weitere Treibhausgase und klimawirksame Stoffe von Bedeutung für die Entwicklung des Klimas. Diese umfassen etwa die im Kyoto-Protokoll gelisteten Gase Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) sowie Stickstofftrifluorid (NF₃), das im Kyoto-Protokoll für die zweite Verpflichtungsperiode ergänzt wurde. Diese Gase werden oft gemeinsam mit CO₂ betrachtet, unterscheiden sich aber hinsichtlich ihres Verhaltens in der Atmosphäre. Sowohl Methan (CH₄) als auch Lachgas (N₂O) gehören im Gegensatz zu CO₂ zu den chemisch reaktiven Treibhausgasen, die in der Atmosphäre abgebaut werden (Kirtman et al., 2013). Auch die ozonstörenden Chlor- und Bromverbindungen, z.B. FCKW, tragen zur Klimaerwärmung bei; ihre Konzentration in der Atmosphäre nimmt aufgrund der Regelungen des Montreal-Protokolls bereits ab.

Seit einiger Zeit wird verstärkt die Rolle kurzlebiger Stoffe für den globalen Klimaschutz diskutiert, darunter neben CH₄ z.B. troposphärisches Ozon (das aus Vorläufergasen wie Stickoxiden oder unvollständig verbrannten Kohlenstoffverbindungen entsteht) oder Aerosole (z.B. Rußpartikel, organische Kohlenstoffverbindungen oder Sulfataerosole). Die genaue Klimawirksamkeit vieler dieser Stoffe ist wissenschaftlich umstritten, wie auch ihre Bedeutung für den Klimaschutz (David et al., 2014). Während troposphärisches Ozon zu einer Erwärmung führt, haben Aerosole insgesamt eine abkühlende Wirkung, die sich aus einer erwärmenden Wirkung durch Rußpartikel und einer

**Abbildung 1.4-3**

Verlauf der Emissionen der im Kyoto-Protokoll gelisteten Treibhausgase zwischen 1970 und 2010. Die Emissionen wurden in CO₂-Äquivalente umgerechnet (CO₂eq).

Quelle: IPCC, 2014d

abkühlenden Wirkung durch andere Partikel wie Sulfataerosole zusammensetzt (IPCC, 2013b: 13).

Ein Vergleich der verschiedenen klimawirksamen Stoffe ist nicht einfach möglich, da sie sich in der Atmosphäre unterschiedlich verhalten und auch unterschiedlich auf das Klima wirken. Für die im Kyoto-Protokoll geregelten Treibhausgase wird das sogenannte relative Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) verwendet, das die mittlere Strahlungswirkung anderer Treibhausgase über einen festgelegten Zeitraum mit denen von CO₂ vergleicht. Die Gesamtmenge dieser Treibhausgase wird auf dieser Grundlage in CO₂-Äquivalenten (CO₂eq) dargestellt. Abbildung 1.4-3 zeigt die Emissionsentwicklung der verschiedenen Treibhausgase, die mit einem GWP über 100 Jahre berechnet wurde. Der globale Emissionstrend wird von CO₂, das aus dem Energiesektor (vor allem der Stromproduktion) und dem Transportsektor stammt, dominiert.

Wählt man einen anderen Zeitraum, so verschieben sich die relativen Beiträge der verschiedenen Gase deutlich – so machte etwa der Anteil von CH₄ an den globalen Treibhausgasemissionen des Jahres 2010 mit einem GWP von 100 Jahren 16% aus, auf einer kürzeren Zeitskala von 20 Jahren dagegen 42%, während er auf lange Sicht (500 Jahre) nur 7% ausmacht. Im Kyoto-Protokoll wird für das GWP ein Zeitraum von 100 Jahren genutzt, was aber keine wissenschaftliche Begründung hat, sondern auf politischer Ebene ausgehandelt wurde (David et al., 2014).

Aufgrund der sehr kurzen Lebensdauer macht die Zuordnung eines 100-Jahres-Treibhauspotenzials für Aerosole und andere sehr kurzlebige Stoffe keinen Sinn. Diese Substanzen akkumulieren auch nicht in der Atmosphäre. Ihre Konzentrationen sind daher regional sehr unterschiedlich und fluktuieren zeitlich; sie sind nicht durch die historischen Emissionen, sondern nahezu ausschließlich durch die Emissionen in jüngster Vergangenheit bestimmt.

Für den Klimaschutz ist es daher keinesfalls unerheblich, welche Treibhausgase oder klimawirksamen Stoffe reduziert werden. Während die Reduktion kurzlebigerer Treibhausgase wie CH₄ oder Aerosole vor allem kurzfristig auf das Klima wirkt, wird die langfristige Temperaturentwicklung von den Emissionen der langlebigen Gase dominiert. Die relative Bedeutung von Maßnahmen zur Reduktion klimawirksamer Stoffe für den globalen Klimaschutz hängt damit letztlich von dem Ziel ab, das verfolgt wird. So argumentieren Bowerman et al. (2013), dass in Bezug auf die 2°C-Leitplanke die Reduktion kurzlebiger Treibhausgase nur zu einem Zeitpunkt von hoher Bedeutung ist, an dem die Emissionen der langlebigen Treibhausgase bereits fallen. Eine sofortige Reduktion kurzlebiger klimawirksamer Stoffe könnte zwar durch eine Abschwächung der kurzfristigen Erwärmung das Zeitfenster für adaptive Maßnahmen vergrößern, nicht aber (verglichen mit der Reduktion dieser Stoffe in einer zukünftigen Dekade) das Zeitfenster für die notwendigen Reduktionen von CO₂ verlängern (Bowerman et al., 2013).

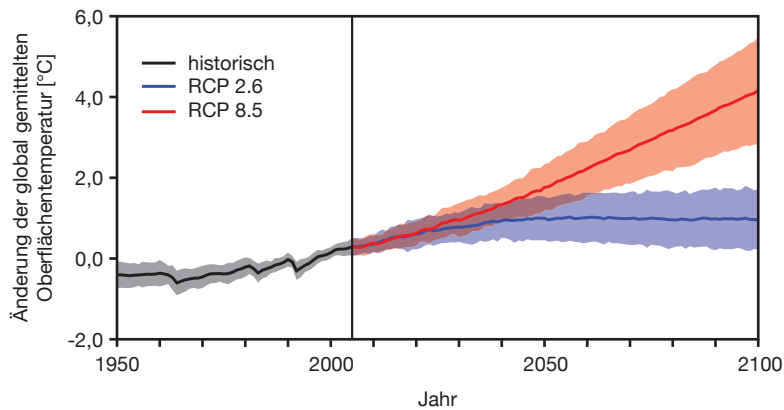


Abbildung 1.5-1

Modellsimulationen für die Abweichung der global gemittelten Oberflächentemperatur (Jahresmittel) gegenüber dem Vergleichszeitraum 1986 bis 2005. Um die Temperaturänderung gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu erhalten, müssen zu den Werten an der Temperaturskala etwa 0,61 °C hinzuaddiert werden. Der schattierte Bereich zeigt den Unsicherheitsbereich.

Quelle: IPCC, 2013b, leicht verändert

1.5

Die zukünftige Entwicklung des Klimas hängt stark vom menschlichen Handeln ab

Seit über 10.000 Jahren begünstigt ein relativ warmes stabiles Klima die Entwicklung der menschlichen Zivilisation. Technologische Errungenschaften befähigen den Menschen, die Welt zu seinen Gunsten wie auch zu seinen Ungunsten zu formen und zu manipulieren. Der massive Einsatz fossiler Energieformen hat dazu geführt, dass der CO₂-Gehalt der Atmosphäre so hoch ist wie seit einigen Millionen Jahren nicht mehr. Als Konsequenz wird mehr als die Hälfte der Erwärmung der vergangenen 50 Jahre der ansteigenden CO₂-Konzentration zugeschrieben.

Durch die große Trägheit des Klimasystems – insbesondere des Ozeans – und die Tatsache, dass der Temperaturanstieg nahezu linear von der gesamten bisher emittierten CO₂-Menge abhängt, wird die Erwärmung weiter bestehen bleiben, auch wenn die CO₂-Emissionen sofort weltweit gestoppt würden. In diesem Fall würde die Temperatur für einige Jahrhunderte etwa konstant auf den erhöhten Niveau verbleiben. Der Meeresspiegel würde wegen der großen thermischen Trägheit des Ozeans noch für mehrere Jahrhunderte weiter steigen (IPCC, 2013b).

Wie die Entwicklung des Klimas weitergehen wird, hängt ganz entscheidend vom Willen der Weltgemeinschaft ab, CO₂-Emissionen drastisch zu reduzieren.

1.5.1

Representative Concentration Pathways – Ein Blick in die Zukunft

Projektionen in die Zukunft sind seit jeher mit großen Unsicherheiten behaftet. Modelle, die die Klimadynamik der nächsten 100 Jahre darstellen sollen, setzen möglichst exakte Einschätzungen sozioökonomischer, technologischer und ökologischer Entwicklungen voraus. Die zukünftige Dynamik des Klimawandels wird durch die Entwicklung der Treibhausgasemissionen dominiert, welche durch ein komplexes System gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Prozesse bestimmt

wird (technologische Entwicklungen können hier ebenfalls eine große Rolle spielen, sind aber schwer zu prognostizieren). Die den aktuellen Klimaprojektionen des IPCC zugrundeliegenden Representative Concentration Pathways (RCPs; Kap. 1.2.3), bilden mögliche Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2100 ab (IPCC 2013a; Meinshausen et al., 2011; van Vuuren et al., 2011). Im Weiteren sollen die jeweiligen Extremszenarien RCP 2.6 und RCP 8.5 und deren Konsequenzen für das Klima erläutert werden.

1.5.1.1

RCP 2.6: Ambitionierte Klimapolitik – Negative Emissionen

Im Emissionsszenario RCP 2.6 (auch als RCP 3PD, peak and decline bezeichnet) würden die Treibhausgasemissionen vor 2030 ihren Höhepunkt erreichen und danach kontinuierlich fallen. Für dieses Szenario würde die Temperatur bis 2100 im Mittel um 1 °C gegenüber dem Mittel von 1985 bis 2005, bzw. um 1,6 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert steigen (Abb. 1.5-1; Collins et al., 2013) und somit die Folgeschäden des Klimawandels einschränken. Das sommerliche Meereis in der Arktis würde sich auf etwa 3 Mio. km² – und damit auf etwa die Hälfte von heute – reduzieren, und der Meeresspiegel um etwa 40 cm gegenüber dem Mittel von 1985 bis 2005 steigen (Abb. 1.5-2, 1.5-3).

Dieses Szenario setzt sofortige Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine ambitionierte globale Klimapolitik voraus. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts zeigen viele Modelle netto negative Emissionen, d.h. eine aktive Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre, um dieses Szenario zu erreichen. Der WBGU diskutiert diese technische Option in Kapitel 1.8.3.

1.5.1.2

RCP 8.5: Der Pfad zur Klimakatastrophe – Business as usual

RCP 8.5 basiert auf der Annahme, dass der bisherige Anstieg der Treibhausgasemissionen sich weiter fortsetzt, kombiniert mit einem Bevölkerungswachstum am oberen Ende der UN-Projektionen (12 Mrd. bis 2100). Vergleich man die weltweiten Treibhausgasemissionen seit der Veröffentlichung der RCPs, so befinden wir uns am oberen Ende dieses Szenarios. Würde diese Trajek-

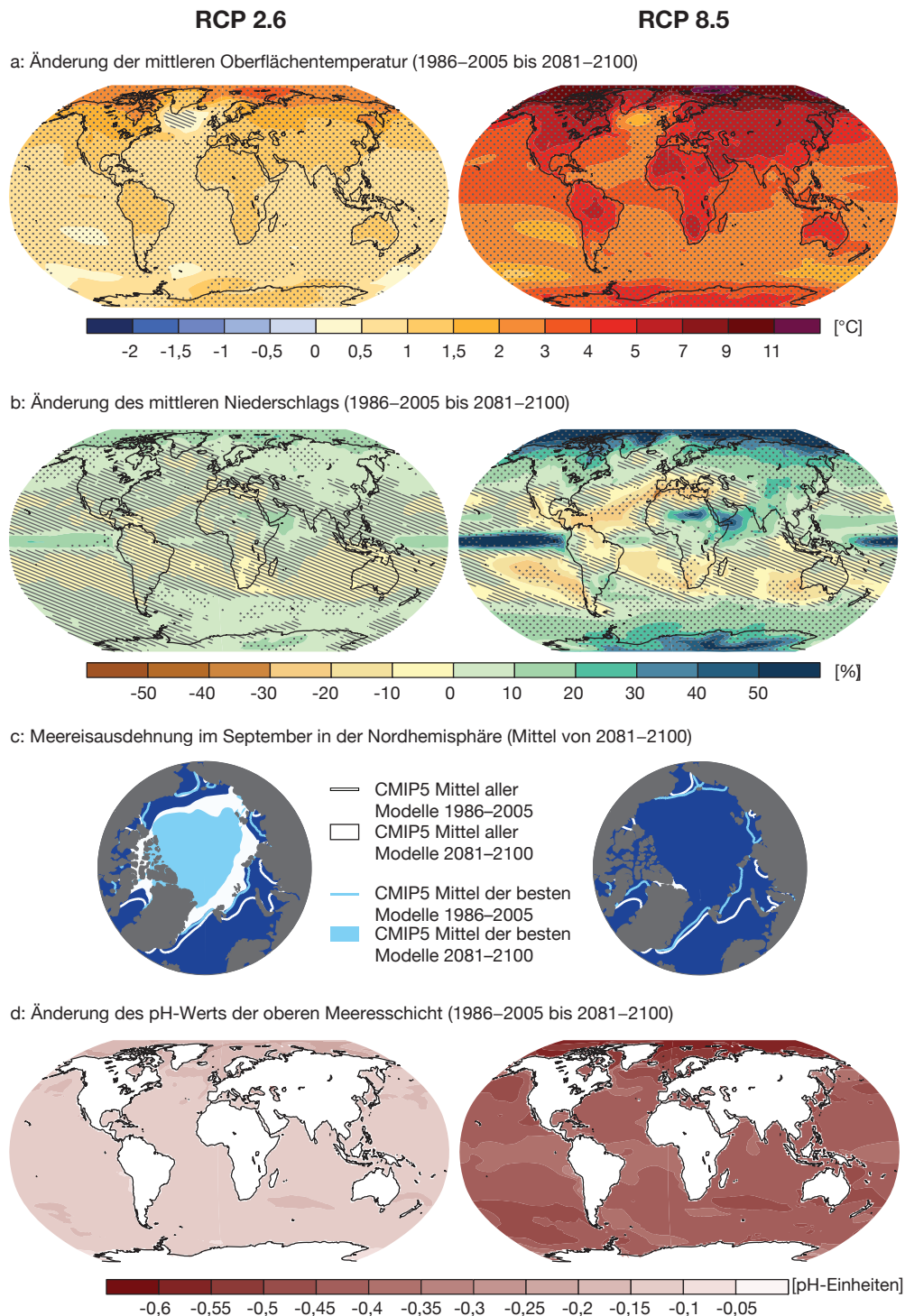


Abbildung 1.5-2

Modellsimulationen für (a) die Änderung der jährlich gemittelten Oberflächentemperatur, (b) die prozentuale Änderung des jährlich gemittelten Niederschlags, (c) die Eisausdehnung auf der Nordhemisphäre und (d) die Änderung des pH-Werts der Ozeane. Grundlage sind die Szenarien RCP 2.6 und RCP 8.5. Mit Ausnahme von Graphik (c) sind die Änderungen im Zeitraum 2081 bis 2100 gegenüber dem Referenzzeitraum 1986 bis 2005 dargestellt. In den Graphiken (a) und (b) sind die Regionen gestrichelt markiert, in denen das Mittel der Modelle Änderungen zeigt, die klein sind gegenüber der natürlichen Variabilität (etwa weniger als eine Standardabweichung im 20-Jahres-Mittel). Die gepunkteten Bereiche geben dagegen Regionen an, in denen die von den Modellen ermittelten Änderungen verglichen mit der natürlichen Variabilität groß sind (etwa größer als zwei Standardabweichungen im 20-Jahres-Mittel), und wo mindestens in 90 % der Modelle das Vorzeichen der Änderung übereinstimmt. In Graphik (c) zeigen die Linien die Ausbreitung der Eisbedeckung im Zeitraum 1986 bis 2005, und die ausgefüllten Flächen die Ausbreitung der Eisbedeckung am Ende des Jahrhunderts. Weitere Erläuterungen finden sich in Stocker et al. (2013).

Quelle: Stocker et al., 2013

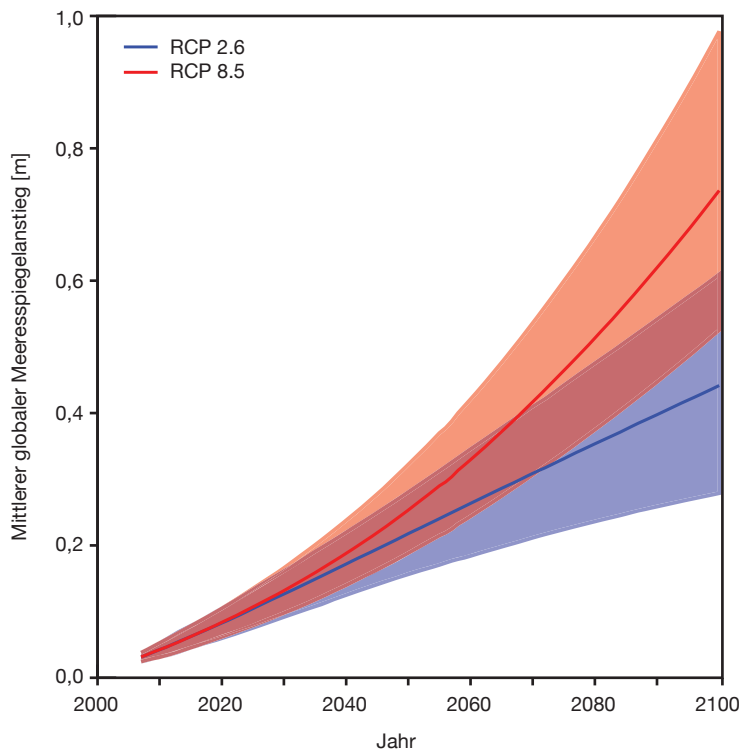


Abbildung 1.5-3

Projektionen des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs während des 21. Jahrhunderts relativ zum Zeitraum 1986 bis 2005. Grundlage sind die Szenarien RCP 2.6 (blau) und RCP 8.5 (rot). Der schattierte Bereich zeigt die Bandbreite des wahrscheinlichen Verlaufs.

Quelle: IPCC, 2013b, leicht verändert

torie weiter verfolgt, so ist die Wahrscheinlichkeit hoch (größer als 66%), dass sich die globale Oberflächentemperatur bis 2100 im Mittel um mehr als 4°C erhöht (Abb. 1.5-1). Durch den stärkeren Temperaturanstieg über den Kontinenten und die polare Verstärkung in der Nordhemisphäre, könnte dies regional zu einem Anstieg der Durchschnittstemperatur um 6–10°C führen. Im Sommer wäre der Arktische Ozean eisfrei (Abb. 1.5-2). Die Realisierung dieses Szenarios, würde mit großer Wahrscheinlichkeit erhebliche Risiken für einen Großteil der Menschheit mit sich bringen. Der Meeresspiegelanstieg würde in diesem Jahrhundert im Mittel bei 63 cm liegen, Wetterextreme häufig auftreten und Nichtlinearitäten das Klimasystem in irreversible Zustände führen (z.B. Monsun, Eisschilde, Permafrost, Meereszirkulation, Ozeanversauerung; Kap. 1.5.2)

1.5.2

Potenzielle Instabilitäten des Klimasystems – das Risiko der Auslösung nichtlinearer Prozesse

Nichtlineare Prozesse könnten durch eine fortschreitende Klimaerwärmung jenseits von 2°C zur Auslösung großskaliger und irreversibler Veränderungen des Klimasystems innerhalb weniger Jahrzehnte führen. Derartige stark nichtlineare Reaktionen von Systemkomponenten werden häufig als „Kippunkte“ oder „Kipp-elemente“ des Klimasystems bezeichnet (WBGU, 2008; Lenton et al., 2008; Abb. 1.5-4) und können substanzielle Auswirkungen auf die Lebensgrundlagen eines Großteils der Menschheit haben. Wenngleich viele dieser Prozesse noch wenig verstanden sind, verlangt ihr Gefahrenpotenzial eine nähere Betrachtung.

Abschwächung des Nordatlantikstroms

Die thermohaline Zirkulation umspannt den gesamten Globus und transportiert Energie in Form von Wärme in den Nordatlantik. Sie wird angetrieben durch Temperatur- und Salzgehaltsgradienten und könnte durch den verstärkten Süßwassereintrag bedingt durch die Klimaerwärmung geschwächt werden oder sogar zum Erliegen kommen. Die im 5. IPCC-Sachstandsbericht zusammengefassten Modellstudien bestätigen die Abschätzungen des Vorgängerberichts bezüglich der potenziellen Abschwächung des Nordatlantikstroms. Im Falle einer moderaten Klimaerwärmung (RCP 2.6) ergibt sich eine Abschwächung von 11% (1–24%). Für unvermindert steigende CO₂-Emissionen ist eine Abschwächung von 34% (12–54%) zu erwarten (Collins et al., 2013). Ein vollständiger Kollaps im 21. Jahrhundert ist höchst unwahrscheinlich. Allerdings ist dieser in den folgenden Jahrhunderten nicht auszuschließen, sollte die Menschheit weiterhin ungebremst Treibhausgase emittieren. Die Konsequenzen eines solchen Kollapses sind schwer einzuschätzen. Es ist möglich, dass die durch den Kollaps bedingte Abkühlung Nordeuropas weitgehend kompensiert wird durch die Erwärmung der Atmosphäre. Eine weitreichende Abschwächung oder sogar das Versiegen des Nordatlantikstroms würde die Lebensbedingungen im Nordatlantikraum aller Voraussicht nach wesentlich verschlechtern (WBGU, 2008).

Instabilität der polaren Eisschilde

Bereits jetzt ist ein verstärkter Rückgang der polaren Eisschilde Grönlands und der Antarktis beobachtbar. Ein verstärkter Klimawandel könnte diesen Prozess weiter beschleunigen mit potenziell weitreichenden Konsequenzen für den Meeresspiegelanstieg, regio-

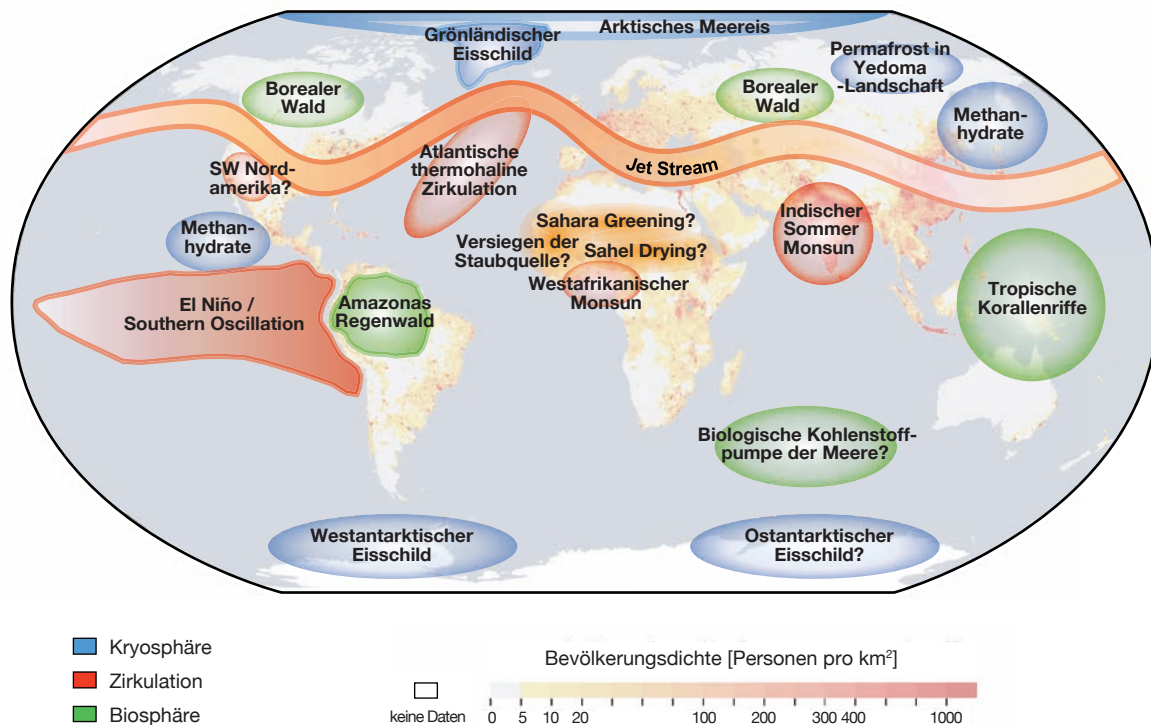


Abbildung 1.5-4

Potenzielle Instabilitäten (Kippelemente) des Klimasystems sowie Bevölkerungsdichten. Die gezeigten Subsysteme können nichtlineare Reaktionen gegenüber anthropogenen Klimaänderungen zeigen, indem kleine Störungen in der Nähe eines Schwellwerts zu qualitativen Änderungen der zukünftigen Entwicklung des Systems führen können. Mit Fragezeichen sind die Systeme gekennzeichnet, deren Status als Kippelement besonders unsicher ist.

Quelle: Schellnhuber, pers. comm., auf Grundlage von Lenton et al., 2008

nale Ökosysteme und die thermohaline Zirkulation. Ein Überschreiten der 2°C-Leitplanke könnte zum irreversiblen Rückgang des Grönländischen Eisschildes führen (z.B. Robinson et al., 2012). Auch wenn ein solcher dramatischer Rückgang im Lauf des 21. Jahrhunderts nicht zu erwarten ist, könnten positive Rückkopplungsprozesse eine nahezu komplette Auflösung des mächtigen Grönländischen Eisschildes innerhalb weniger Jahrhunderte bewirken. Dies würde einen Meeresspiegelanstieg von mehreren Metern zur Folge haben (ein vollständiges Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes würde den Meeresspiegel um ca. 7 m anheben). Ein anderes Bild ergibt sich auf der Südhalbkugel. Durch die Klimaerwärmung gelangt mehr Feuchtigkeit auf den Antarktischen Eisschild, was zur Akkumulation von Schnee an der Oberfläche führt. Dennoch schrumpft auch der antarktische Eisschild, was an der verstärkten Schmelze der umliegenden Eisschelfe und der dadurch bedingten Beschleunigung der Gletscher und Eisströme liegt. Die sogenannte „marine ice sheet instability“ (Schoof, 2007) kann zu einem irreversiblen Zerfall von weiten Teilen der Westantarktis und Teilen der Ostantarktis führen. Neueste Forschungsergebnisse (Joughin et al., 2014) weisen darauf hin, dass Teile des Westantarktischen Eisschildes bereits ein Stadium der Unumkehrbarkeit erreicht haben und möglicherweise auf einen Kollaps zusteuern. Dieser glücklicherweise extrem langwierige Prozess (mehrere Jahrhunderte bis Jahrtausende) könnte sich durch eine unkontrollierte Klimaerwärmung beschleunigen und auch

auf den Grönländischen Eisschild auswirken.

Verschwinden der arktischen Meereisbedeckung im Sommer

Im Falle des arktischen Meereises scheint sich der Übergang in einen neuen Zustand bereits abzuzeichnen, mit drastischen Konsequenzen für das ans Meeris angepasste, hochspezialisierte Ökosystem. Projektionen der Reduktion der sommerlichen Meereisbedeckung in der Arktis rangieren zwischen 43% (RCP 2.6) und 94% (RCP 8.5), mit potenziell weitreichenden Folgen für die wirtschaftliche Nutzbarkeit der Arktis und damit für deren Vulnerabilität (Collins et al., 2013). Selbst im Falle einer ambitionierten Klimapolitik welche die Klimaerwärmung höchst wahrscheinlich unter 2°C halten würde (RCP 2.6; Kap. 1.5.1), könnte sich das arktische Meereis in den Sommermonaten um die Hälfte reduzieren. Dies verdeutlicht, in welchem Maße die bereits erfolgte Verbrennung fossiler Energieträger das Antlitz der Erde verändern wird. Das Festhalten an einer emissionsintensiven Wirtschaftsform würde zu einem kompletten Verschwinden des arktischen Meereises in den Sommermonaten führen und damit zu einer tiefgreifenden, unvorhersehbaren Veränderung eines großskaligen Ökosystems. Das Verschwinden der arktischen Meereisbedeckung ist im Sinne der Definition nicht irreversibel, da ein ausreichendes Absinken der arktischen Oberflächentemperaturen zur Rückkehr der Meereisbedeckung innerhalb weniger Jahre führen

würde. Ein solcher Temperaturabfall würde allerdings einen extremen Rückgang der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen innerhalb kurzer Zeit voraussetzen. Dies ist sowohl technisch (zumindest zum jetzigen Zeitpunkt) nicht möglich, als auch vom natürlichen Kohlenstoffkreislauf nicht zu bewerkstelligen. Im Falle der Arktis sind bereits jetzt schwerwiegende Umwälzungen des Öko- und Klimasystems bis zum Ende dieses Jahrhunderts absehbar.

Veränderung der Monsunzirkulation

Studien mit Konzeptmodellen haben gezeigt, dass der indische Sommermonsun in zwei stabilen Zuständen ablaufen kann, einem feuchten Zustand mit viel Niederschlag und einem eher trockenen Zustand mit geringem Niederschlag. Diese Untersuchungen haben auch ergeben, dass Störungen des Strahlungshaushalts, die den Monsun antreibenden Luftdruckunterschied zwischen Land und Meer verringern, zu abrupten Änderungen des Monsuns führen können.

Viele Studien mit komplexen gekoppelten Klimamodellen ergeben bei zunehmenden Treibhausgasen eine Zunahme des Niederschlags im Sommermonsun. Andere Untersuchungen zeigen, dass anthropogene Aerosole einen gegenteiligen Effekt haben und den Monsun schwächen. Daher schätzt der 5. IPCC-Sachstandsbericht die Möglichkeit eines abrupten Übergangs des Monsuns in eine Trockenphase als unwahrscheinlich ein (Christensen et al., 2013).

Ozeanversauerung

Etwa 30% des aus fossilen Brennstoffen stammenden CO_2 wird vom Ozean aufgenommen und führt zu einer Abnahme des pH-Werts (Ozeanversauerung; Kap. 1.1.3). Da CO_2 für viele Jahrhunderte in der Atmosphäre verbleibt, ist ein solcher Prozess auf zivilisatorischen Zeitskalen unumkehrbar und könnte im Zusammenspiel mit der Temperaturerwärmung der Ozeane, Sauerstoffverarmung, Überfischung und weiteren Stressoren katastrophale Folgen für die marinen Ökosysteme und damit den Wirtschaftsraum der Meere haben. Unvermindert steigende CO_2 -Emissionen (RCP 8.5) würden, im Vergleich zu vorindustriellen Werten, zu einer Verstärkung der Ozeanversauerung zum Ende dieses Jahrhunderts um etwa 170% führen (Ciais et al., 2013). Eine Untersättigung der Kalziumkarbonatkonzentrationen (Kalzit, Aragonit) in Oberflächengewässern würde in Teilen der Weltmeere (insbesondere der Arktis und Antarktis) bereits innerhalb weniger Dekaden auftreten.

1.6

Beobachtete Auswirkungen des Klimawandels

Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche und gesellschaftliche Systeme werden nicht nur für die Zukunft erwartet, sondern können bereits heute auf allen Kontinenten und in allen Ozeanen beobachtet werden (Cramer et al., 2014). Insbesondere Erwärmung, die

Verschiebung von Niederschlagsmustern und die Ozeanversauerung haben bereits heute messbare Auswirkungen zur Folge. Der 5. IPCC-Sachstandsbericht zeigt sehr deutlich, dass Klimawandel bei vielen natürlichen und gesellschaftlichen Systemen ein zunehmend wichtiger Faktor ist, der allerdings von vielen anderen gleichzeitig wirkenden natürlichen wie gesellschaftlichen Faktoren überlagert sein kann. Die Zurechnung dieser beobachteten Auswirkungen zum Klimawandel ist dementsprechend schwierig, gelingt aber zunehmend in vielen Fällen, selbst wenn weitere Faktoren wie Verschmutzung oder Landnutzungsänderungen gleichzeitig wirken.

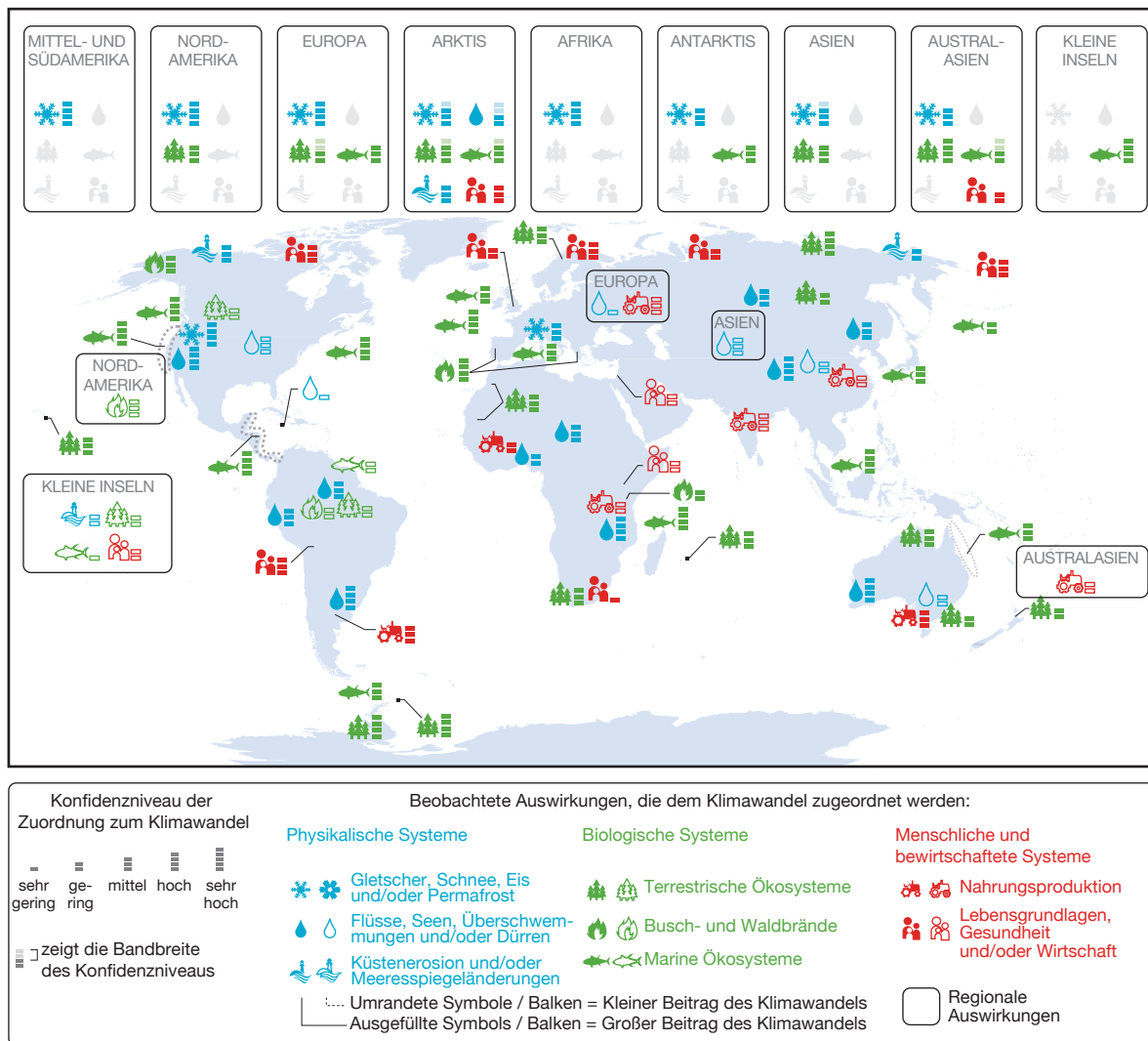
Gesellschaftliche Systeme

Das Wissen über die beobachteten Klimawirkungen auf gesellschaftliche Systeme ist – anders als noch im 4. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2007b) – mittlerweile deutlich angewachsen. Für die Landwirtschaft sind Klimawirkungen bei vielen landwirtschaftlichen Produkten nachweisbar, die für Ernährungssicherheit und die Weltwirtschaft von großer Bedeutung sind. Beispielsweise wurden für Weizen und Mais in vielen Regionen und in der globalen Summe bereits Produktionsminderungen nachgewiesen, während die negativen Wirkungen auf Reis und Soja von geringerem Ausmaß sind. Klimatische Extremereignisse wie Starkregen oder Hitzewellen nehmen zu und können die Ernten von Feldfrüchten schädigen oder zerstören. Dagegen sind die positiven Düngeneffekte durch die anthropogen erhöhten CO_2 -Konzentrationen nur von geringem Einfluss auf die Trends in der landwirtschaftlichen Gesamtproduktion.

In einigen Regionen sind bereits deutlich nachweisbare Auswirkungen des Klimawandels auf die indigenen Völker zu beobachten. Am deutlichsten ist dies in der Arktis, wo die menschlichen Lebensbedingungen durch den Klimawandel deutlich negativ beeinflusst werden (z.B. Jagd, Ernährungssicherheit, traditionelle Wanderrouten und kulturelle Werte). Die Zusammenhänge von Klimawandel mit Migration, Sicherheit, Armut, Lebens- und Arbeitsbedingungen sowie Wirtschaftswachstum sind zunehmend Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen, aber die Zuordnung der Wirkungen auf den Klimawandel als Faktor ist nur begrenzt nachweisbar, so dass in Bezug auf die gesellschaftlichen Systeme noch erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Natürliche Systeme

Das Wissen über Wirkungen des Klimawandels auf die natürlichen Systeme ist im Vergleich zu den gesellschaftlichen Systemen deutlich umfassender: Für die Kryosphäre (Schnee und Eis auf dem Meer und an Land) liegt die Konfidenz für bereits beobachtete Klimafolgen auf hohem Niveau, für den Wasserkreislauf auf mittlerem Niveau (Kap. 1.1). Die Niederschlagsmuster, die regionale Wasserbilanz und die Verfügbarkeit von Süßwasser werden auf allen Kontinenten und vielen Inseln bereits heute vom Klimawandel beeinflusst. Beispielsweise haben in Europa und Nordamerika die Starkregenereignisse zugenommen, mit einem erhöhten Flut-

**Abbildung 1.6-1**

Beobachtete Klimawirkungen: globale Muster.

Quelle: Cramer et al., 2014

risiko in Großbritannien, während in anderen Regionen die Dürren häufiger und intensiver geworden sind.

Die vom IPCC (2007b) beschriebenen Klimawirkungen auf Ökosysteme wurden bestätigt und die Wissensbasis verbreitert. Die Entwicklung von Arten im Jahresablauf sowie die Produktivität und Verbreitung von Arten sind vom Klimawandel bereits betroffen. So ist beispielsweise in vielen Regionen eine nordwärts und gipfelwärts gerichtete Verschiebung der terrestrischen Populationen zu beobachten, die doppelt bis dreimal so schnell abläuft, wie früher vermutet. Derartige Verschiebungen können z. B. in Meeresökosystemen Kaskadeneffekte auslösen, die durch die Nahrungskette bis hin zu den Fischen und damit letztlich über die Fischerei bis zum Menschen wirken können. Dabei gilt: je weiter die untersuchte Klimawirkung vom Treiber Klimawandel in der Kette der Ursache/Wirkungsbeziehungen entfernt ist, desto schwieriger ist es, die Zuordnung nachzuweisen.

Erhebliche Klimawirkungen konnten in arktischen Ökosystemen sowie in vielen Süßwasser- und Küstenökosystemen beobachtet werden. In den Ozeanen haben sich die physikalischen (z. B. Erwärmung) und chemischen

Eigenschaften (v.a. Versauerung) deutlich verändert, was auf den anthropogenen Klimawandel zurückführbar ist (Kap. 1.1). Regional sind bereits teils erhebliche Klimaschäden an Korallenriffen zu beobachten, wo der Klimawandel irreversiblen Verlust biologischer Vielfalt ausgelöst hat.

Globale Synopse

Es gibt im Vergleich zum 4. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2007b) eine zunehmende regionale Bandbreite bereits nachweisbarer Klimawirkungen. Die vielen Fallstudien zu beobachteten Klimawirkungen hat der IPCC im 5. IPCC-Sachstandsbericht (Cramer et al., 2014) erstmals in einer Weltkarte zusammengestellt, wobei die Stärke der Wirkung und das jeweilige Konfidenzniveau angegeben sind (Abb. 1.6-1). Die Klimawirkungen werden in dieser Karte drei Bereichen zugeordnet: physikalische Systeme (Süßwasser und Dürren; Kryosphäre; Küsten), biologische Systeme (Land- und Meeresökosysteme; Busch- und Waldbrände) sowie gesellschaftliche Systeme (Nahrungssysteme; Lebensgrundlagen, Gesundheit und Wirtschaft). Die Abbildung zeigt, dass weltweit

Klimawirkungen aus allen drei Bereichen nachweisbar sind. In Australasien, Asien und Europa wurde bereits eine Vielzahl von beobachteten Klimawirkungen in mehreren Bereichen nachgewiesen und es findet sich keine größere Region, in der nicht bereits starke Klimawirkungen auftreten.

Die Arktis ist vom Klimawandel besonders betroffen: aus allen drei Bereichen werden viele Fallstudien starker Klimawirkungen mit mittlerem bis hohem Konfidenzniveau beschrieben. Insgesamt ist in der arktische Region ein großflächiger und tiefgreifender Wandel der biophysikalischen Bedingungen im Gang (regime shift), der kaskadierende Effekte auf die Ökosysteme und Lebensbedingungen der dort lebenden Bevölkerung hat. Das schnelle Zurückweichen der arktischen Eisdecke hat einen Kipppunkt überschritten, der die arktischen Meeresökosysteme erheblich verändert, mit negativen Konsequenzen für dort lebende Säugetierpopulationen (z.B. Robben, Eisbären).

Folgerungen

Die Synopse des wissenschaftlichen Sachstands zu beobachteten Klimawirkungen durch den IPCC (Cramer et al., 2014) ist nicht nur von großem wissenschaftlichem Wert, sondern auch für die Politikberatung von erheblicher Bedeutung. Die heute bereits auftretenden Wirkungen können politischen Entscheidungsträgern Hinweise darauf geben, wie sich die Welt bei sich verstärkendem Klimawandel verändern wird. Wenn heute in einer Region bereits Meeresspiegelanstieg, eine Zunahme von Dürren oder schmelzende Gletscher beobachtbar sind, dann ist dies ein Indiz dafür, dass sich diese Effekte in Zukunft verstärken können. Die Konfidenz dieser Aussagen ist im Einzelfall allerdings eher gering, da im komplexen Klimasystem mit fortschreitender Erwärmung keineswegs immer eine lineare Zunahme der regionalen Wirkungen zu erwarten ist. Zudem können sich nicht nur die bereits beobachteten Wirkungen verstärken, sondern es ist zu erwarten, dass bei weiterer Erwärmung auch neue Wirkungen hinzukommen.

Die einzelnen Studien haben fast immer einen klaren regionalen Bezug, aber es finden sich immer mehr Beispiele für ähnliche Wirkungen und Wirkungszusammenhänge in verschiedenen Regionen. Die Zusammenschau der Wirkungen über die Regionen hinweg erlaubt zunehmend eine Mustererkennung, so dass insgesamt gesehen die von IPCC (Cramer et al., 2014) vorgelegte Synopse der Fallstudien eine wertvolle Grundlage für weiterführende Klimarisikoanalysen bietet. Vier der in verschiedenen IPCC-Berichten beschriebenen fünf besorgniserregenden Gefährdungslagen des globalen Klimawandels (Reasons for Concern; Kap. 1.7) wurden durch die Untersuchung der beobachteten Auswirkungen des Klimawandels bestätigt und untermauert.

Die regionale Qualität der Untersuchungen von Klimawirkungen ist sehr unterschiedlich; z.B. für Afrika die Datenlage in vielen Teilregionen noch nicht gut genug, um gut belegte Fallstudien ableiten zu können. Für die Zukunft ist daher eine kontinuierliche

und systematische Sammlung und Auswertung der hinzukommenden Fallstudien anzuraten.

1.7

Die zukünftigen Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit

Ein ungebremster Klimawandel gefährdet die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit, dies bestätigt der aktuelle 5. IPCC-Sachstandsbericht eindrucksvoll. In dem Bericht werden frühere Projektionen über die Folgen des Klimawandels bestätigt, ihre Begründung weiter fundiert, Abschätzungen aktualisiert und neue bisher nicht behandelte Problemkonstellationen, wie etwa Sicherheitsrisiken des Klimawandels thematisiert. Dieser Sachstandsbericht führt vor Augen, wie die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit bei einem Weiter-so-wie-bisher der Treibhausgasemissionen verändert werden. Angesichts der schon heute feststellbaren großen Schäden durch Wetterextreme wie Überflutungen, Stürmen und Dürren wird zudem deutlich, dass die Weltgemeinschaft nicht ausreichend auf die absehbaren Herausforderungen vorbereitet ist und betont, dass „transformative adaptation“, also grundlegende Anstrengungen zur Anpassung erforderlich sind. Für manche Bereiche der natürlichen Umwelt könnte es bereits zu spät zu sein: In der Arktis und in tropischen Korallenriffen haben Regimeübergänge (regime shifts) bereits begonnen (Kap. 1.7.3.8).

1.7.1

Gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems: fünf Gefährdungslagen

Es lassen sich zusammenfassend fünf übergreifende, systemische Gefährdungslagen identifizieren, die bei gefährlichen anthropogenen Störungen des Klimasystems besonders relevant sind: (1) einzigartige und bedrohte Systeme, (2) Wetterextreme, (3) Verteilung der Auswirkungen, (4) global aggregierte Auswirkungen und (5) großskalige Einzelereignisse (IPCC, 2014c). Diese fünf Gefährdungslagen illustrieren die Auswirkungen der Klimaerwärmung und die Grenzen der Anpassungsmöglichkeiten für die Menschen, für die Wirtschaft und für die Ökosysteme. Dabei wird deutlich, dass bereits unterhalb der 2°C-Leitplanke negative Auswirkungen des globalen Klimawandels eintreten können und dass jenseits dieser Schwelle durchweg mit hohen Risiken für die Menschheit zu rechnen ist. Um zu verstehen, wo wir heute stehen, sei hier gesagt, dass sich die globale Mitteltemperatur seit Beginn der Industrialisierung um knapp 0,9°C erhöht hat, so dass der Abstand zur 2°C-Leitplanke nur noch rund 1,1°C beträgt. Alle Angaben über klimawandelbedingte Temperaturänderungen beziehen sich, falls nicht anders angegeben (etwa in Abbildungen), auf den Zeitraum 1986–2005.

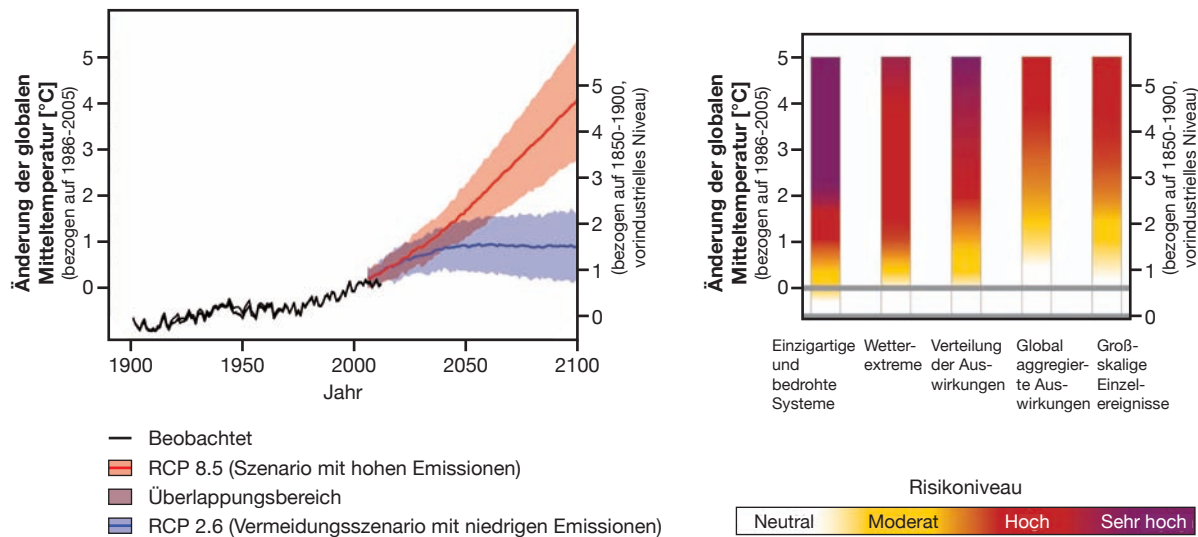


Abbildung 1.7-1

Besorgniserregende Dynamiken des globalen Klimawandels: Temperaturabhängigkeit klimawandelbedingter Risiken bezogen auf fünf übergreifende Gefährdungslagen. Violett gekennzeichnet sind die Bereiche mit sehr hohem Risiko schwerer Auswirkungen und Unumkehrbarkeiten sowie begrenzten Anpassungsmöglichkeiten.

Quelle: IPCC, 2014c

Bezogen auf den vorindustriellen Wert müssen 0,61 °C hinzugerechnet werden. Die 2°C-Klimaschutzzeitplanke bezieht sich auf die vorindustrielle Zeit.

Die Einschätzung der (sektor- und regionenübergreifenden) Risiken einzelner Gefährdungslagen beruht auf der Auswertung des aktuellen Forschungsstandes (Literaturauswertung) und Experteneinschätzungen. Die Auswertung der Forschungsliteratur seit dem 4. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2007b) hat die Einschätzung über diese fünf Gefährdungslagen (Abb. 1.7-1) im Wesentlichen bestätigt, teilweise aber auch zur Aktualisierung früherer Bewertungen geführt (Oppenheimer et al., 2014):

- In Bezug auf einzigartige und bedrohte Systeme sowie bei großskaligen Einzelereignissen werden die Risiken bei einer Erwärmung über 2 °C jetzt höher eingeschätzt als noch beim 4. IPCC-Sachstandsbericht (jetzt neu mit der Farbe lila gekennzeichnet; Abb. 1.7-1).
- Im Vergleich zum 4. IPCC-Sachstandsbericht wird die Einschätzung der Risiken durch Extremereignisse und der Verteilung der Auswirkungen jetzt auf einem höheren Konfidenzniveau bestätigt.
- Die im 4. IPCC-Sachstandsbericht formulierte Einschätzung der Risiken durch global aggregierte Auswirkungen und das Konfidenzniveau werden bestätigt.

Bei den einzelnen Gefährdungslagen eines ungebremsten Klimawandels werden abhängig vom Erwärmungsgrad die folgenden Wirkungen erwartet:

1. Einzigartige und bedrohte Systeme: Die bisherige anthropogene Klimaerwärmung bedroht bereits einige Ökosysteme und Kulturen. Die Zahl derart gefährdeter einzigartiger Systeme steigt bei einer Erwärmung um 1 °C. Die Gefährdungsrisiken für viele Arten und Systeme mit begrenzten Anpassungsmöglichkeiten steigen ab 2 °C erheblich. Beispiele sind das arktische Meereissystem oder Korallenriffe.
2. Wetterextreme: Klimabedingte Risiken für Wetter-

extreme wie Hitzewellen, Starkniederschläge und Überschwemmungen von Küstenzonen werden bei einer Erwärmung ab 1 °C als hoch eingeschätzt. In einer um 4 °C wärmeren Welt (gegenüber dem vorindustriellen Niveau) ist in vielen Regionen mit bisher nicht bekannten Hitzewellen und schweren Dürren zu rechnen (World Bank, 2012a: xiii).

3. Verteilung der Auswirkungen: In Regionen niedriger geographischer Breiten und geringem Entwicklungsstand sind die Risiken für eine unverhältnismäßig große Zahl Betroffener allgemein am höchsten. Auch in hochentwickelten Regionen gibt es Bevölkerungsteile, die durch die Auswirkungen des Klimawandels stark verwundbar sind. Bezogen auf die Nahrungproduktion und die Wasserressourcen ergeben sich ab einer Erwärmung von über 2 °C für einige Länder hohe Risiken.
4. Global aggregierte Auswirkungen: Die Risiken für die Weltwirtschaft und die Biodiversität werden bei einer Erwärmung zwischen 1–2 °C als moderat und um 3 °C als hoch eingeschätzt.
5. Großskalige Einzelereignisse: Mit steigender Erwärmung besteht für manche physikalischen Systeme oder für manche Ökosysteme das Risiko abrupten und drastischer Änderungen. In Korallenriffen und in der Arktis können solche unumkehrbaren Regimeübergänge (regime shifts) bereits beobachtet werden (Kap. 1.7.3.8).

1.7.2

Kernrisiken für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen

Zu den Kernrisiken des Klimawandels für die Lebensbedingungen der Menschheit werden potenziell schwerwiegende Auswirkungen gerechnet, die im Zusammenhang

mit einer „gefährlichen anthropogenen Störung des Klimasystems“ (Art. 2 UNFCCC) stehen. Solche Kernrisiken können durch weitreichende und unumkehrbare Konsequenzen gekennzeichnet sein, durch eine hohe Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts oder durch begrenzte Anpassungsmöglichkeiten (IPCC, 2014c):

1. Lebens- und Gesundheitsrisiken, Verlust der natürlichen und materiellen Lebensgrundlagen in flachen und küstennahen Zonen und kleinen Inselstaaten aufgrund von Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten.
2. Risiko eines sehr hohen Schadenspotenzials aufgrund von Überflutungen des Binnenlandes und mangelnder Anpassungsfähigkeiten einer großen Zahl der städtischen Bevölkerung.
3. Systemrisiken durch vielfach interagierende Schadensereignisse, die zu einer Schädigung von Infrastrukturen und wichtiger Versorgungssysteme führen können, kombiniert mit einer hohen Abhängigkeit der Bevölkerung von solchen Basisdiensten (z. B. Elektrizität, Wasserver- und -entsorgung, Gesundheits- und Notdienste), die bei Extremereignissen zusammenbrechen könnten.
4. Gesundheits- und Sterberisiken sowie andere Schädigungen durch Hitzestress, insbesondere für verwundbare Stadtbewohner (z. B. Alte, Kinder, chronisch Kranke, Schwangere). Dabei besteht das Risiko einer Überforderung lokaler Rettungs- und Versorgungsdienste.
5. Risiken für die Ernährungssicherheit und Zusammenbruch von Nahrungssystemen aufgrund von Dürren und hoher Niederschlagsvariabilität, vor allem in Regionen mit einem hohen Anteil von Armutgruppen.
6. Risiko des Verlusts der natürlichen Lebens- und Einkommensgrundlagen für die ländliche Bevölkerung aufgrund unzureichender Trinkwasserversorgung, beeinträchtigte Bewässerungssysteme und verminderter landwirtschaftlicher Produktivität. Besonders gefährdet sind Kleinbauern und Viehhirten in semi-ariden Gebieten.
7. Risiko des Verlusts mariner Ökosysteme und deren Leistungen für den Erhalt der natürlichen und materiellen Lebensgrundlagen in Küstengebieten. Biodiversität und Ökosystemleistungen in tropischen und arktischen Küstengebieten sind aufgrund steigender Wassertemperatur, erhöhter Schichtungsstabilität und Ozeanversauerung besonders gefährdet.
8. Risiko des Verlusts terrestrischer Ökosysteme und deren Leistungen für den Erhalt der natürlichen und materiellen Lebensgrundlagen. Diese Ökosystemleistungen sind durch steigende Temperaturen, Änderungen der Niederschlagsmuster und Wetterextreme gefährdet. Hohe Risiken bestehen für Menschen deren Lebensgrundlagen direkt von diesen Ökosystemleistungen abhängig sind.

1.7.3

Kernrisiken für Sektoren und Regionen: Beispiele

1.7.3.1

Nahrungsproduktion und Ernährungssicherheit

Die überwiegende Zahl der Studien über den Einfluss der globalen Erwärmung kommt zu dem Ergebnis, dass die landwirtschaftlichen Erträge negativ beeinflusst werden, insbesondere in den Tropen (IPCC, 2014c). Ohne Anpassungsmaßnahmen werden bereits Temperaturerhöhungen von 1 °C oder mehr die Erträge wichtiger Nahrungsgetreide (Weizen, Reis und Mais) in den Tropen und den gemäßigten Breiten beeinträchtigen, wobei die Erträge in einigen Regionen (vorübergehend) von dieser Temperaturerhöhung profitieren können. Insgesamt ist damit zu rechnen, dass der Klimawandel zu einer Minderung der landwirtschaftlichen Erträge um 0–2% pro Dekade bis Ende des Jahrhunderts und einer erhöhten Variabilität der Erträge führen wird. Mit diesen Ertragsrückgängen ist in einer Situation zu rechnen, in der die globale Nachfrage nach Nahrungsmitteln steigt; man geht von einer Steigerung der Nachfrage um 14% pro Dekade bis 2050 aus.

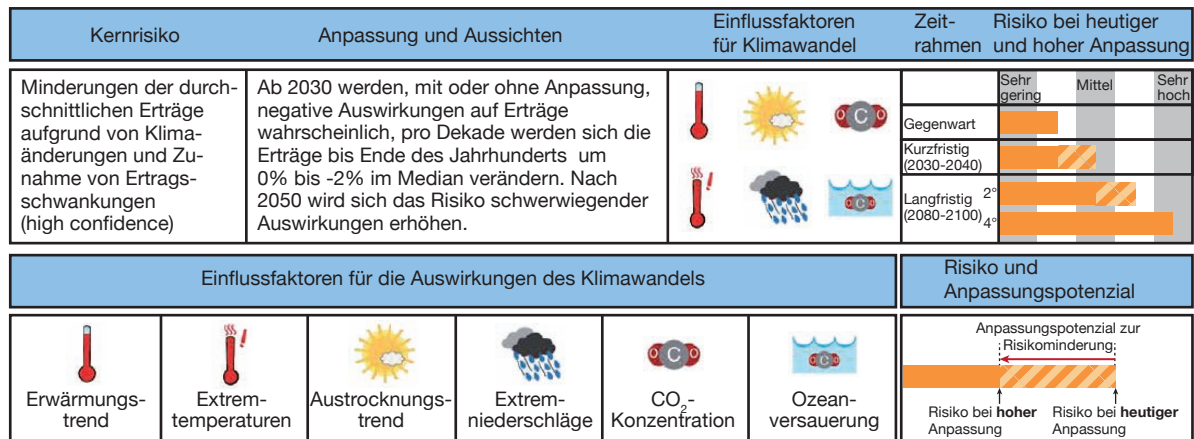
Bei einer Erwärmung der globalen Mitteltemperatur von über 4 °C ist weltweit mit weitreichenden negativen Wirkungen auf die Landwirtschaft zu rechnen. Zwar bestehen bei einer Klimaerwärmung von bis zu 2 °C noch Anpassungsmöglichkeiten (Abb. 1.7-2), steigt die globale Mitteltemperatur aber über 4 °C ist zu erwarten, dass sich die Lücke zwischen steigendem Nahrungsmittelbedarf und Nahrungsproduktion in vielen Regionen erheblich vergrößert und trotz Anpassungsmaßnahmen die Ernährungsunsicherheit deutlich steigt.

1.7.3.2

Süßwasserdargebot

In einer wärmeren Welt wird der globale Wasserkreislauf angetrieben und damit die Niederschläge generell zunehmen, allerdings werden trockene Regionen im allgemeinen trockener und feuchte Regionen im Allgemeinen feuchter, wobei das Risiko von Starkniederschlägen auch in Trockenregionen steigt (Jiménez Cisneros et al., 2014). Diese bereits in vorigen IPCC-Berichten getroffene Einschätzung wird auch im 5. IPCC-Sachstandsbericht bestätigt. Dieser Trend wird, das zeigen die Modelle, bei einer Erwärmung von über 1,4 °C klar erkennbar (statistisch signifikant).

Der Klimawandel kann das Süßwasserdargebot regional so verändern, dass die Deckung der Nachfrage für Haushalte und Bewässerungslandwirtschaft aus der eigenen Region schwierig wird, insbesondere in Trockenregionen der Subtropen (Abb. 7.1-3) und bei steigender Nachfrage durch Bevölkerungswachstum und wirtschaftliche Entwicklung (Jiménez Cisneros et al., 2014). Bei ungebremstem Klimawandel werden, das zeigen die vom IPCC ausgewerteten Modelle, vor allem die Mittelmeerregion und Teile des südlichen Afrikas von einem Rückgang des Wasserdargebots betroffen sein


Abbildung 1.7-2

Klimawandelbedingte Kernrisiken für die Nahrungsproduktion und Anpassungspotenziale.

Quelle: Porter et al., 2014

(Jiménez Cisneros et al., 2014). Für Süd- und Südostasien zeigen die Modellergebnisse eine deutliche größere Variabilität. Bis zu einer Erhöhung der globalen Mitteltemperatur von rund 1,4°C bleibt die Bevölkerungsentwicklung, so die Modellauswertung des IPCC, der dominierende Faktor für die Wasserverfügbarkeit in einer Region; jenseits dieser Temperaturschwelle kann dann der Einfluss des Klimawandels regional der dominierende Faktor werden. Es wird geschätzt, dass sowohl in einer 2°C Welt als auch in einer 4°C-Welt noch Anpassungspotenziale bestehen (Abb. 1.7-3).

Der Klimawandel wird aufgrund erhöhter Niederschlagsvariabilität und verminderter Speicherung von Wasser in Eis und Schnee auch die Variabilität der Wasserverfügbarkeit aus Oberflächengewässern erhöhen. Der naheliegende Rückgriff auf Grundwasservorräte ist dann keine nachhaltige Lösung, wenn davon ausgegangen werden muss, dass die Wasserentnahme die natürliche Erneuerungsrate übersteigt. Modellrechnungen haben ergeben, dass im Zeitraum 1980–2080 der Anteil der Bevölkerung, der von einem Rückgang der erneuerbaren Grundwasservorräte von mehr als 10% betroffen sein wird, je nach Szenario zwischen 24% (RCP 2.6) und 38% (RCP 8.5) beträgt (Jiménez Cisneros et al., 2014).

1.7.3.3

Städtische Verdichtungsräume

Der Klimawandel wird tiefgreifende Auswirkungen auf ein breites Spektrum städtischer Funktionen, Infrastrukturen (etwa Kaskadeneffekte auf Wasser-, Energie-, Sanitär-, Transport und Kommunikationsinfrastrukturen) und Dienstleistungen haben und kann bestehende Probleme weiter verstärken. Die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels in städtischen Verdichtungsräumen hängen stark von ihrer Lage, der Robustheit gegenüber Wetterextremen (etwa der Infrastruktur), der Bausubstanz, der Verwundbarkeit der Bevölkerung, der Krisenbewältigungskapazitäten usw. ab. Großstädte in flachen Küstengebieten und in Flussebenen gelten in den nächsten Jahrzehnten als besonders gefährdet, viele davon liegen in Asien (McGranham

et al., 2007; Revi et al., 2014). Bei einer Erwärmung um 3–4°C (RCP 8.5) ist bis zum Ende des Jahrhunderts mit einem Meeresspiegelanstieg von 0,45–0,82 m zu rechnen (im Mittel: 0,63 m).

Viele klimawandelbedingte Kernrisiken und neu entstehende Risiken konzentrieren sich in städtischen Verdichtungsräumen. So geht die rasante Urbanisierung in Ländern niedrigen und mittleren Einkommens einher mit einem schnellen Wachstum informeller und häufig besonders risikoexponierter Siedlungen mit hochgradig verwundbaren Bevölkerungsgruppen (Revi et al., 2014). Die projizierte Zunahme von Dürren wird sich besonders auf die bereits heute unter chronischer Wasserknappheit leidenden ca. 150 Mio. Stadtbewohner auswirken. Meist sind es die Bewohner informeller Siedlungen, die über keinen sicheren Zugang zu einer ausreichenden Wasserversorgung verfügen und gleichzeitig die höchsten Wasserpreise zahlen müssen. Eine Durchsicht der Szenarien zeigt, dass die Zahl der unter chronischer Wasserknappheit leidenden Menschen bis 2050 auf rund 1 Mrd. ansteigen könnte (McDonald und Schratzenholzer, 2001; Revi et al., 2014). Die Übernutzung der Grundwasservorräte in dicht besiedelten Küstenzonen und ein steigender Meeresspiegel haben vielerorts bereits zu Salzwasserintrusion in das Grundwasser geführt.

Da viele städtische Verdichtungsräume in flachen Küstenzonen liegen, bestehen hier besonders hohe Gefährdungsrisiken durch eine Kombination von Meeresspiegelanstieg, Absenkung der Landmassen durch hohe Auflasten (Bebauung) und Grundwasserübernutzung, Sturmereignisse sowie Überflutungen. Bis Ende dieses Jahrhunderts ist mit einem Meeresspiegelanstieg von 26–98 cm, mit einer Verstärkung tropischer Wirbelstürme und einer generellen Zunahme von Wetterextremen zu rechnen. Es wird zudem damit gerechnet, dass bei ungebremstem Klimawandel, einer Fortsetzung bisheriger Entwicklungspfade und fehlenden Anpassungsmaßnahmen bis Ende dieses Jahrhunderts mehrere hundert Millionen Menschen von Überflutungen in Küstenzonen betroffen sein werden, vor allem in Süd-, Süd-

1 Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel

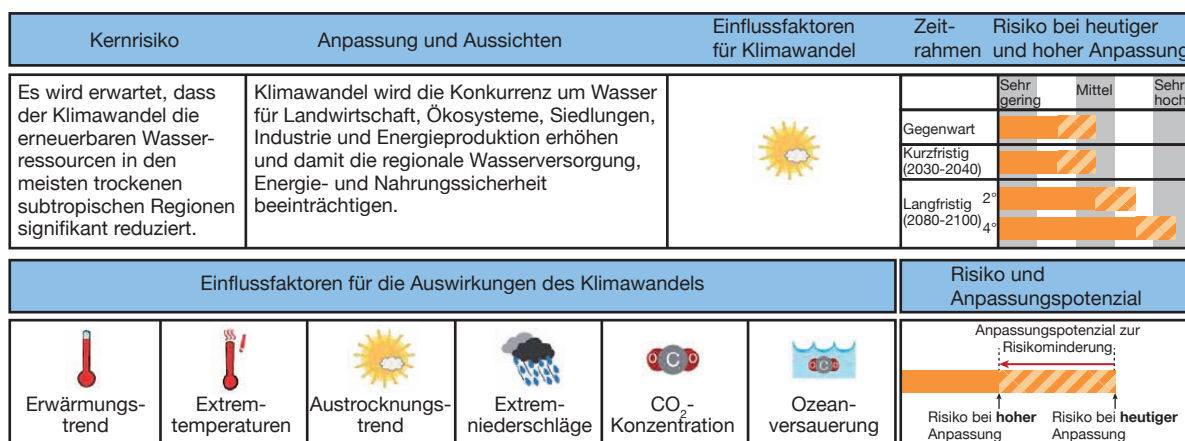


Abbildung 1.7-3

Kernrisiko Verknappung von Süßwasserressourcen und Potenziale zur Risikominderung.

Quelle: Jiménez Cisneros et al., 2014

ost- und Ostasien (Field et al., 2014). Gleichzeitig findet in dieser Region derzeit die weltweit stärkste Urbanisierungsdynamik statt.

Es wird geschätzt, dass sich bereits bei einem Anstieg des Meeresspiegels um einen halben Meter die Zahl der gefährdeten Menschen mehr als verdreifachen und der Umfang der gefährdeten Vermögenswerte (v.a. in Hafenstädten, die wichtige Umschlagplätze für Güter sind, oder wo sich große Industrieanlagen befinden) sich mehr als verzehnfachen könnten (Hanson et al., 2011; Revi et al., 2014). Zu den 20 am meisten gefährdeten Städten (Menschen und Vermögenswerte) zählen nach dieser Studie: Mumbai, Guangzhou, Shanghai, Miami, Ho-Chi-Minh-Stadt, Kalkutta, New York, Osaka-Kobe, Alexandria, Tokio, Tianjin, Bangkok, Dhaka und Hai Phong. Nimmt man nur die Vermögenswerte als Kriterium stehen Städte wie Miami, New York, Tokyo, New Orleans, Guangzhou, Shanghai und Tianjin ganz oben auf der Gefährdungsliste.

1.7.3.4

Menschliche Gesundheit

Der globale Klimawandel kann bestehende Gesundheitsprobleme verstärken und zusätzliche Gefährdungen für die menschliche Gesundheit erzeugen (Smith et al., 2014a). Deutlich wurde dies bei der extremen Sommerhitze 2003 in Europa, bei der allein in Frankreich rund 15.000 Menschen starben, vor allem Alte und Kranke (Smith et al., 2014a). Durch den Klimawandel hat sich das Vorkommen von Hitzewellen in Europa zwischen 1999–2008 vervierfacht. Da eine große Zahl von Menschen weltweit im Freien (z. B. Land- und Bauwirtschaft) arbeitet, wird von einer steigenden Zahl von Hitzschlägen und Erschöpfung durch Hitzestress und damit einer Beeinträchtigung der Arbeitskraft ausgegangen (Smith et al., 2014a).

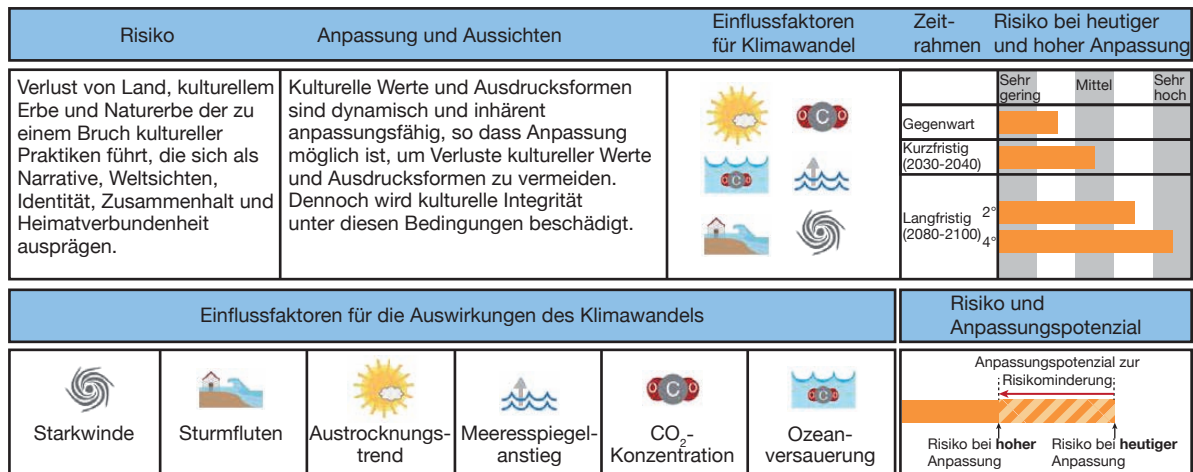
Es ist künftig damit zu rechnen, dass aufgrund zunehmender Hitzewellen, Überflutungen, Sturmergebnisse, Busch- und Waldbrände und einer generellen Erwärmung des Klimas die Wahrscheinlichkeit von Verletzungen, Verschlimmerung bestehender Erkrankungen, die geographische Verbreitung von Krankheits-

überträgern (z. B. Malaria, Dengue) sowie Sterberisiken (v.a. von Alten, Kindern, Schwangeren und Kranken) zunehmen. Zwar wird mit einer Minderung kaltebedingter Mortalität gerechnet, aber insgesamt stehen diesem positiven Trend sehr viel größere negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit durch die globale Erwärmung gegenüber. Aufgrund klimawandelbedingter Beeinträchtigungen der Nahrungsproduktion ist zudem ein erhöhtes Risiko für Mangelernährung wahrscheinlich. Eine Zunahme von Erkrankungen (v.a. Durchfallerkrankungen), die durch verunreinigtes Wasser oder Nahrungsmittel übertragen werden, wird ebenfalls prognostiziert.

Durch die globale Erwärmung verbessern sich zudem vielfach die Lebensbedingungen für Überträger von Infektionskrankheiten wie Dengue, Malaria oder Zeckenenzephalitis. Gleichzeitig kann das Übersteigen einer bestimmten Temperaturschwelle die Verbreitung dieser Infektionskrankheiten hemmen, da z. B. manche Malaria übertragenden Mosquitoarten Temperaturen über 40°C nicht überleben (Smith et al., 2014a).

Dengue ist die sich am schnellsten ausbreitende und durch Moskitos übertragene Viruserkrankung, ihr Auftreten hat sich nach Angaben der WHO in den letzten 50 Jahren global verdreißigfacht (Smith et al., 2014a). Jährlich kommt es zu etwa 390 Mio. Fällen von Dengue-Fieber, bei denen in etwa 96 Mio. Fällen Symptome auftreten. Drei Viertel aller Fälle treten im asiatisch-pazifischen Bereich auf. Der erste registrierte Dengue-Fall in Europa nach 1920 trat 2012 in Madeira (Portugal) auf. Die Überträger von Dengue (*Aedes aegypti* und *Ae. albopictus*) sind klimasensitiv.

Im Jahr 2010 traten nach Angaben der WHO weltweit geschätzte 216 Mio. Malariafälle auf, meist in Afrika bei Kindern unter 5 Jahren. Die Zahl der Malaria-toten wird für 2010 auf mehr als 1,2 Mio. Fälle geschätzt (Smith et al., 2014a). Da das Auftreten der durch Moskitos übertragenen Malaria auch stark von sozioökonomischen Faktoren abhängt, konnten die allgemein günstigeren klimatischen Bedingungen für die Verbreitung der Krankheit durch Kontrollmaßnahmen mehr als aus-


Abbildung 1.7-4

Verlust von kulturellem Erbe durch Klimawandel. Einmal verloren gegangenes kulturelles Erbe gilt als unwiederbringlich, so dass hier keine Freiheitsgrade für Anpassung bestehen.

Quelle: Adger et al., 2014

geglichen werden. Es gibt keine Studien, die von einer Rückkehr von Malaria nach Nordamerika oder Europa ausgehen (Smith et al., 2014a).

Zecken verbreiten sich in Kanada und Skandinavien nordwärts und erweitern damit das Verbreitungsgebiet für Infektionskrankheiten, die durch Zecken übertragen werden. Allerdings kann die beobachtete Verbreitung von Zeckenzephalitis oder Lyme-Borreliose nicht allein durch Klimaänderungen erklärt werden (Smith et al., 2014a). Sozioökonomische Faktoren scheinen hier auch eine Rolle zu spielen (Freizeitverhalten, Landwirtschaft).

1.7.3.5

Verlust von Kulturerbe und kultureller Vielfalt

Ein ungebremster Klimawandel gefährdet das kulturelle Erbe der Menschheit (Adger et al., 2014; Abb. 1.7-4). Kulturelle Praktiken einer Gesellschaft wie Erzählkultur, Weltanschauungen, Identität, soziale Beziehungen sowie Heimatverbundenheit bestimmen wesentlich ihren Umgang mit und die Wahrnehmung von Umweltveränderungen und sind entsprechend vielfältig (Adger et al., 2014). Über einen besonders großen Vorrat kultureller Vielfalt verfügen die rund 400 Mio. Menschen, die indigenen Völkern zugerechnet werden, diese sind gleichzeitig besonders den Risiken eines ungebremsten Klimawandels ausgesetzt (kombiniert mit anderen Einflüssen der Globalisierung), wie etwa die Inuit der Arktis oder Nomaden im Sahel (Adger et al., 2014). Zudem sind viele Weltkulturerbestätten der UNESCO besonders durch den Meeresspiegelanstieg existenziell bedroht wie etwa Venedig oder Hoi An (Vietnam). Eine jüngst veröffentlichte Studie zeigt, dass 136 von 700 Weltkulturerbestätten der UNESCO langfristig unter dem Meeresspiegel liegen werden (Marzeion und Levermann, 2014). Zudem droht der Verlust einzigartiger Kulturlandschaften mit hohem Symbolwert. Dazu zählen in Europa beispielsweise die Korkeichenwälder Portugals, die Garrigue in Südfrankreich, die alpinen Weidlandschaften,

die Polderlandschaften Belgiens und der Niederlande, die Grouse Moors in Großbritannien, die Marchair in Schottland, die irischen Peatlands sowie die europäischen Weinanbaugebiete mit den jeweils typischen, an Böden und unmittelbare Umgebung gebundenen „Terroirs“ (Revi et al., 2014).

1.7.3.6

Konfliktfaktor Klimawandel

Der 5. IPCC-Sachstandbericht thematisiert erstmals auch die Sicherheitsrisiken, die mit einem ungebremsten Klimawandel verbunden sein können und weist auf zahlreiche neue Studien hin, die diese Risiken zum Gegenstand haben. Bereits 2008 hat der WBGU in seinem Gutachten „Sicherheitsrisiko Klimawandel“ gezeigt, dass der Klimawandel ohne entschiedenes Gegensteuern bereits in den kommenden Jahrzehnten die Anpassungsfähigkeit vieler Gesellschaften überfordern wird und daraus Gewalt und Destabilisierung erwachsen können, die die nationale und internationale Sicherheit in einem erheblichen Ausmaß bedrohen (WBGU, 2008). Andererseits könnte der Klimawandel die Staatengemeinschaft aber auch zusammenführen, wenn sie ihn als Menschheitsbedrohung versteht und gemeinsam handelt. „Gelingt dies nicht, wird der Klimawandel zunehmend Spaltungs- und Konfliktlinien in der internationalen Politik hervorrufen, weil er vielfältige Verteilungskonflikte auslöst: um Wasser, um Land, um die Bewältigung von Flüchtlingsbewegungen oder um Kompensationszahlungen zwischen den wesentlichen Verursachern des Klimawandels und den Ländern, die vor allem von dessen destruktiven Wirkungen betroffen sein werden.“ (WBGU, 2008: 1). Die globale Temperaturerhöhung kann die Existenzgrundlage vieler Menschen insbesondere in den Entwicklungsregionen gefährden und damit die Krisenanfälligkeit vor allem in schwachen und fragilen Staaten erhöhen. Klimainduzierte zwischenstaatliche Kriege sind nach Einschätzung des WBGU eher unwahrscheinlich, allerdings wird eine Verstärkung nationaler

und internationaler Verteilungskonflikte erwartet, was schwer beherrschbare Probleme des Staatenzerfalls und steigende Gewaltneigung vergrößern kann. Die Folge wäre eine Ausbreitung von Destabilisierungsprozessen mit diffusen Konfliktstrukturen (WBGU, 2008: 1).

1.7.3.7

Migration

Rund 80% der derzeit weltweit stattfindenden Migration findet innerhalb von Ländern statt, wobei der dominierende Trend die Wanderung vom Land in die Städte ist (Adger et al., 2014). Migrationsentscheidungen beruhen in der Regel auf einer Vielzahl von Erwägungen, so dass es von einer großen Zahl von Autoren gegenwärtig als methodisch problematisch angesehen wird von (reinen) Klimamigranten zu sprechen. Dennoch zeigen die vorliegenden Arbeiten und Szenarien, dass der Klimaanteil an einer Migrationsentscheidung bei ungebremsstem Klimawandel künftig deutlich an Gewicht gewinnen wird (WBGU, 2008). Laut dem Internal Displacement Monitoring Centre befanden sich 2012 weltweit etwa 32,4 Mio. Menschen wegen Überschwemmungen, Stürmen und anderen Umweltkatastrophen auf der Flucht. 2012 waren 98% dieser Katastrophen klima- und wetterbezogen (IDMC und NRC, 2013:6). Umweltdegradation, Meeresspiegelanstieg, Küstenerosion und die Abnahme landwirtschaftlicher Produktivität werden Migrationsbewegungen weltweit mitprägen und es wird erwartet, dass bestehende Migrationstrends, etwa vom Land in die Städte, verstärkt werden. Durch den Anstieg des Meeresspiegels wird es künftig unbewohnbare Küstengebiete geben, in denen zuvor noch Menschen gelebt haben. In einer Studie (Curtis und Schneider, 2011; Adger et al., 2014) über vier große Küstenzonen der USA wird davon ausgegangen, dass bis 2030 rund 12 Mio. Menschen dauerhaft ihre Heimat verlieren. Eine weitere, globale Studie (Nicholls et al., 2011; Adger et al., 2014) über den Einfluss des Meeresspiegelanstiegs auf Migrationsbewegungen zeigt, dass bei einem Anstieg des Meeresspiegels um 0,5 m und ohne Anpassungsmaßnahmen eine Wahrscheinlichkeit von über 66% (likely) besteht, dass rund 72 Mio. Menschen ihre Heimat verlieren (bei einem Flächenverlust von 0,877 Mio. km²). Nimmt man einen Meeresspiegelanstieg von 2 m an, dann würde – insbesondere in Asien – die Zahl der Menschen, die ihre Heimat verlieren, auf 187 Mio. ansteigen (bei einem Flächenverlust von 1,789 Mio. km²). Werden rechtzeitig Anpassungsmaßnahmen unternommen, geht man in dieser Studie bei 0,5 m Meeresspiegelanstieg von einer nur geringen Zahl von Migranten aus, bei 2 m Meeresspiegelanstieg wären knapp 0,5 Mio. Menschen betroffen. Solche Anpassungsmaßnahmen sind, insbesondere in den großen städtischen Verdichtungsräumen, mit hoher Wahrscheinlichkeit (very likely, >90%) kostengünstiger als die zu erwartenden Schäden bei ungeschützten urbanisierten Küstenzonen. Der Verlust des Wohnorts durch Extremereignisse ist heute meist vorübergehend, aber mit ungebremsstem Klimawandel wird ein dauerhafter

Verlust wahrscheinlicher (Abb. 1.7-5). Bei einer Erwärmung des globalen Klimas um über 2 °C werden sich die verbleibenden Handlungsspielräume für Anpassungsmaßnahmen deutlich verringern.

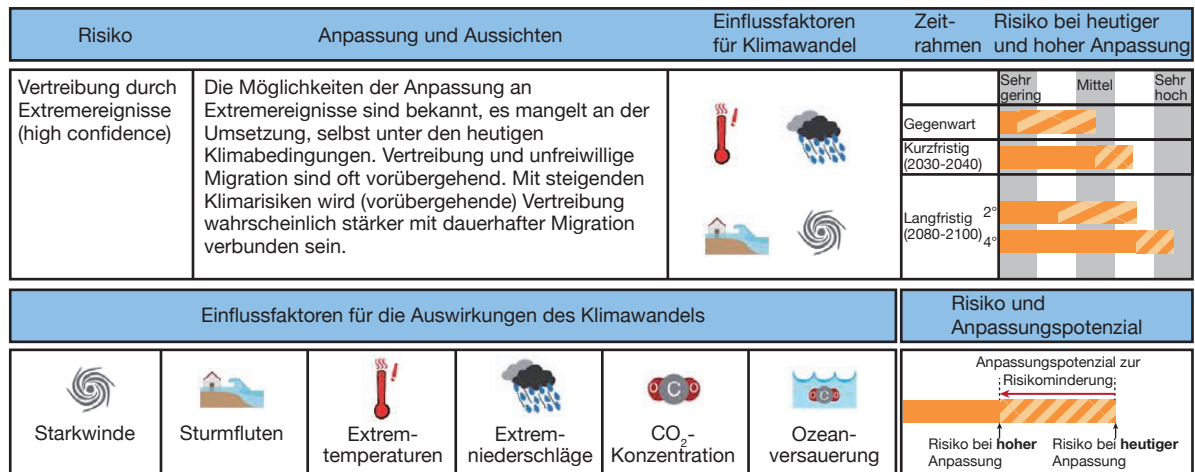
1.7.3.8

Ökosysteme und biologische Vielfalt

Die Anzahl gefährdeter Ökosysteme und die Risiken für die biologische Vielfalt steigen mit zunehmender Klimaerwärmung (Field et al., 2014). Viele Arten können sich nur begrenzt an den Klimawandel anpassen und sind daher bereits bei einer Erwärmung von 2 °C sehr hohen Risiken ausgesetzt, vor allem in der Arktis und in Korallenriffen. Global gesehen sind bei rund 3 °C hohe Risiken aus dem erheblichen Verlust von Biodiversität und Ökosystemleistungen zu erwarten. Extremereignisse wie Hitzewellen, Dürren, Überflutungen oder Busch- und Waldbrände können erhebliche Schäden an Ökosystemen verursachen. Mit zunehmender Erwärmung können Kippunkte in Ökosystemen überschritten werden, so dass abrupte und weitreichende Veränderungen von Zusammensetzung, Struktur und Funktion der Ökosysteme erfolgen (regime shifts). Erste Anzeichen für irreversible Regimeübergänge gibt es bereits heute bei Korallenriffen und in der Arktis; bei einer Erwärmung von 1–4 °C werden die Risiken für derartige Dynamiken als hoch eingeschätzt. In der Zukunft wird mit großflächigen und irreversiblen Regimeübergängen in der arktischen Tundra sowie in den Wäldern des Amazonasgebiets gerechnet (RCP 4.5, 6.0 und 8.5), was wiederum die Emissionen von Treibhausgasen erhöhen und damit den Klimawandel verstärken kann.

Klimawandel wird in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts erheblichen Druck auf *Land- und Süßwasser-ökosysteme* ausüben. Viele Arten werden sich nicht schnell genug an die veränderten klimatischen Bedingungen anpassen können, so dass sich für einen großen Teil der Arten das Aussterberisiko erhöht. In den nächsten Jahrzehnten muss bei fortschreitendem Klimawandel in vielen Regionen mit Baum- und Waldsterben gerechnet werden. Die Aussterbewahrscheinlichkeit der Arten steigt mit Intensität und Geschwindigkeit des Klimawandels an, nicht zuletzt weil der Klimawandel mit anderen anthropogenen Treibern zusammenwirkt, wie z.B. Habitatverlust, Übernutzung, Verschmutzung oder Verbreitung invasiver Arten.

In den nächsten Jahrzehnten werden aufgrund des Klimawandels großflächige Verschiebungen der Populationen von Fischen und Wirbellosen in *Meeres- und Küstenökosystemen* erwartet. In den höheren Breiten wird es zur Einwanderung von Arten aus Süden kommen und in den Tropen wird lokal mit hohen Aussterberaten gerechnet, mit entsprechender Umverteilung der Fischereipotenziale und Auswirkungen auf die Ernährungssicherheit. Der Verlust und die weltweite Umverteilung der biologischen Vielfalt werden in für Klimawandel empfindlichen Regionen die Fischereiproduktivität und andere Ökosystemleistungen gefährden. Wie bei den Landökosystemen auch erschwert der Klima-


Abbildung 1.7-5

Verlust der Heimat durch klimawandelbedingte Extremereignisse und Potenzial der Risikominderung durch Anpassung.

Quelle: Adger et al., 2014

wandel das Management der Meeresökosysteme, weil er mit anderen anthropogenen Treibern zusammenwirkt, z.B. der Überfischung. Die Ozeanversauerung, die durch anthropogene CO₂-Emissionen verursacht wird, bringt weitere Risiken für Meeresökosysteme mit sich, v.a. in den polaren Ökosystemen und in Korallenriffen.

Der Verlust von Biodiversität, Ökosystemen und der damit verbundenen Ökosystemleistungen bringt Risiken für die Menschen mit sich (Field et al., 2014). Insbesondere ist die Lebensgrundlage der von der Fischerei abhängigen Küstengemeinschaften in den Tropen und in der Arktis gefährdet. Auch die lokalen Gemeinschaften, die von Leistungen terrestrischer Ökosysteme abhängig sind, werden durch die Auswirkungen der Erwärmung, von Niederschlagsmustern oder Extremereignissen auf diese Ökosysteme zusätzlichen Risiken ausgesetzt.

1.7.4

Regionale Herausforderungen

Exemplarisch werden hier die Auswirkungen eines ungebremsten Klimawandels für drei Weltregionen skizziert. Europa wurde ausgewählt um zu zeigen, welche Folgen der Klimawandel auch in einer hochentwickelten Region haben, Afrika und Asien wurden als besonders schwer betroffene Regionen ausgewählt.

1.7.4.1

Europa

Zu den Kernrisiken in Europa zählen u. a. (Kovats et al., 2014):

- **Wirtschaftliche Verluste:** Der Meeresspiegelanstieg und die Zunahme von Extremniederschlägen werden die Überflutungsrisiken in Fluss- und Küstenzonen in der 2. Hälfte dieses Jahrhunderts deutlich erhöhen. Am stärksten gefährdet ist die Küstenlinie im Nordwesten Europas. Viele europäische Länder (Niederlande, Deutschland, Frankreich, Belgien, Dänemark, Spanien und Italien) werden ihre Küstenschutzmaß-

nahmen ausbauen müssen. In einigen Küstenzonen wird ein organisierter Rückzug (managed retreat) wahrscheinlich (likely, >66%) unvermeidbar. Ohne Anpassungsmaßnahmen sind substanzielle Steigerungen von Flutschäden zu erwarten. Rechtzeitige Anpassung kann hier die meisten Schäden verhindern. In den Sommermonaten ist mit einer Einschränkung des Schiffsverkehrs auf großen Flüssen zu rechnen (z.B. auf dem Rhein). Die Energieerzeugung durch Wasserkraftwerke wird wahrscheinlich (likely, >66%) in allen Regionen rückläufig sein, mit Ausnahme in Skandinavien. In Südeuropa wird ab der zweiten Hälfte des Jahrhunderts mit einem Rückgang des Tourismus gerechnet, in Nord- und Kontinentaleuropa mit einer Zunahme. Der Skitourismus in mittleren Lagen wird langfristig nicht mehr möglich sein.

- **Einschränkungen des Wasserdargebots:** Der Klimawandel wird die Wasserverfügbarkeit aus Oberflächen- und Grundwasser in einigen europäischen Regionen deutlich einschränken, insbesondere in Südeuropa. Der Einsatz von Bewässerung in der Landwirtschaft wird zunehmen, aber dieser wird begrenzt durch Veränderungen des regionalen Wasserhaushalts, durch konkurrierende Nachfrage aus anderen Sektoren sowie durch zu hohe Kosten.
- **Veränderte Bedingungen für die Landwirtschaft:** Während im nördlichen Europa die Getreideerträge (vorübergehend: ab einer bestimmten Erwärmung ist auch hier mit einer Abnahme zu rechnen) steigen werden, werden sie in Südeuropa abnehmen. Gleichzeitig wird es in Nordeuropa zu einer Verlängerung des saisonalen Vorkommens von Schädlingen und Pflanzenkrankheiten kommen.
- **Erhöhte Gesundheitsrisiken:** Hitzebedingte Todesfälle und gesundheitliche Beeinträchtigungen werden wahrscheinlich zunehmen, insbesondere in Südeuropa (likely, >66%). Eine Verbreitung tropischer Infektionskrankheiten wie Malaria in Europa hat trotz günstigerer Verbreitungsbedingungen nicht stattgefunden, weil Erkrankte, die Malaria durch Weltreisen ein-

1 Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel

schleppen, schnell identifiziert und behandelt werden. Seit den 1970er Jahren hat es in Zentral- und Mitteleuropa jedoch einen deutlichen Anstieg der durch Zecken übertragenen Enzephalitis gegeben, allerdings ist dieser Anstieg nicht allein durch den Klimawandel erklärbar (Smith et al., 2014a).

- › *Veränderung biologischer Vielfalt:* Es wird sehr wahrscheinlich (very likely, >90%) zu Veränderungen natürlicher Habitate kommen, insbesondere einer Verkleinerung alpiner Pflanzenhabitate, verbunden mit lokalem Artensterben und kontinentweiten Verschiebungen der Artenverbreitung. Es wird zudem mit Verlagerungen bzw. dem Verlust von Feuchtgebieten in Küstenzonen gerechnet (likely). Schließlich ist auch mit der zunehmenden Verbreitung außereuropäischer invasiver Arten zu rechnen (likely).

Von den beschriebenen Klimafolgen werden einige Regionen Europas besonders betroffen sein, insbesondere Küstenregionen und der Mittelmeerraum. Der Mittelmeerraum wird, das zeigen nahezu alle Analysen, ohne ausreichende Begrenzung der Klimaerwärmung zu einem europäischen Brennpunkt für Klimafolgen (Kovats et al., 2014).

1.7.4.2

Afrika und Asien

Afrika

Zu Kernrisiken in Afrika zählen u. a. (Niang et al., 2014):

- › *Wasserdargebot:* Zum bestehenden Druck auf Süßwasserressourcen durch Übernutzung, Degradation und steigende Nachfrage kommen Temperaturanstieg und Niederschlagsänderungen hinzu. In Nordafrika und im Südwesten Südafrikas sind (unter den Szenarien A1B und A2) ein Rückgang der Niederschläge wahrscheinlich (likely, >66%). Die künftige Niederschlagsentwicklung in Afrika südlich der Sahara ist (aufgrund mangelnder Daten) insgesamt unsicher.
- › *Ernährungssicherheit:* Der Klimawandel wird in Afrika einen signifikanten negativen Einfluss auf die Ernährungssicherheit (Nahrungsproduktion, Zugang zu Nahrung, Nahrungsverwertung und Versorgungssicherheit) haben (Niang et al., 2014). Steigende Temperaturen und Veränderungen der Niederschlagsregime werden mit hoher Wahrscheinlichkeit (very likely, >90%) zu einer Minderung der Erträge bei Nahrungsgetreide führen und sich damit negativ auf die Ernährungssicherheit auswirken. Es gibt neue Hinweise darauf, dass auch wertvolle Dauerkulturen (z.B. Kakao, Kaffee, Tee) negativ betroffen sein können.
- › *Gesundheitsrisiken:* Aufgrund veränderter Klimaparameter wie Temperaturvariabilität, Mitteltemperatur und Niederschlag werden Änderungen in Vorkommen und geographischer Reichweite von Krankheiten erwartet, die durch Vektoren übertragen werden. Es verdichten sich z.B. die Hinweise, dass sich Malaria im ostafrikanischen Hochland verbreitet. Zudem kann Klimawandel Gesundheitsrisiken durch Trink-

wasserverschmutzung (z.B. durch hohe Keimbelastung) oder durch Mangelernährung (z.B. wegen Ernteaussfällen) verstärken.

Asien

Zu den Kernrisiken für Asien zählen u. a. (Hijioka et al., 2014):

- › *Ernährungssicherheit:* Der Einfluss der Klimaerwärmung auf die Nahrungsproduktion und die Ernährungssicherheit Asiens variiert von Region zu Region, aber generell wird ein negativer Einfluss auf die Nahrungsproduktion erwartet. Die meisten Modelle kommen zu dem Ergebnis, dass höhere Temperaturen zu kürzeren Wachstumsperioden und damit zu Einbußen vor allem in der Reisproduktion führen. In einigen Regionen hat die Klimaerwärmung bereits die Grenzen des für Reis erträglichen Hitzestresses erreicht. In der Indus-Ganges-Ebene, der Kornkammer Südasiens, kann es in den Anbaugebieten für hochertragreichen Weizen, den Kernregionen der „Grünen Revolution“, durch Hitzestress zu Ernterückgängen um 50% kommen (bei Verdoppelung von CO₂). Durch den Meeresspiegelanstieg wird in vielen Teilen Asiens fruchtbares Agrarland, insbesondere Reisbaugelände in Küstenebenen (etwa im Mekongdelta, der Kornkammer Südvietnams), verloren gehen.
- › *Wasserdargebot:* Derzeit können keine gesicherten Abschätzungen zur Entwicklung der Niederschläge auf subregionaler Ebene gemacht werden. Es wird erwartet, dass Wasserknappheit in Asien aufgrund des Bevölkerungswachstums und des steigenden Pro-Kopf-Verbrauchs zu einer großen Herausforderung werden wird.
- › *Wetterextreme:* Wetterextreme werden einen zunehmenden, regional variierenden negativen Einfluss auf Gesundheit, Sicherheit und lokale Lebensbedingungen (livelihood, poverty) haben (Field et al., 2014). Am meisten gefährdet ist die in flachen Küstenzonen lebende Bevölkerung, rund die Hälfte der Einwohner Asiens lebt in solchen Gebieten (Hijioka et al., 2014). In Asien leben 90% der Weltbevölkerung, die tropischen Zyklonen ausgesetzt ist.
- › *Gesundheit:* Häufigere und intensivere Hitzewellen werden die Mortalität insbesondere unter den gesundheitlich anfälligen Gruppen erhöhen. Steigende Wasser- und Lufttemperaturen werden die Übertragung von Infektionskrankheiten, etwa Cholera-Epidemien, das Auftreten von Schistosomiasis (Bilharziose) sowie generell das Auftreten von Durchfallerkrankungen bei Kindern in ländlichen und urbanen Gebieten begünstigen. Das Auftreten von japanischer Enzephalitis, z.B. im Himalaya, und Malaria in Indien und Nepal wurde mit Niederschlägen in Verbindung gebracht. Darüber wird aufgrund direkter (Landnutzungswandel) und indirekter Effekte (Temperaturanstieg, steigender Bedarf der Wasserspeicherung) eine Zunahme der Malaria in städtischen Räumen wahrscheinlich (Bush et al., 2011). Es wird damit

gerechnet, dass mit steigenden Temperaturen auch eine höhere Inzidenz von Denguefieber einhergeht (Banu et al., 2011). Zudem werden Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von Krankheiten erwartet, die durch Überträger verbreitet werden (Hijioka et al., 2014). Negative gesundheitliche Konsequenzen werden auch aufgrund der wahrscheinlichen Zunahme von Überschwemmungsereignissen erwartet (McMichael et al., 2012).

1.8

Den anthropogenen Klimawandel begrenzen

Die Analysen des 5. Sachstandsberichtes des IPCC zeigen, dass eine Einhaltung der 2°C-Leitplanke auf unterschiedlichen Entwicklungspfaden möglich ist. Die Sektoren mit Dekarbonisierungsbedarf können klar benannt werden und technische Lösungsmöglichkeiten zur Vermeidung von Emissionen sind zum großen Teil bekannt. Die Diskussion dieser Möglichkeiten fokussiert häufig auf „angebotsseitige“ Dekarbonisierungsoptionen, während eine Transformation der Endenergienutzung ebenfalls große Vermeidungspotenziale bereithält, dies jedoch oftmals eine Änderung der Lebensstile beinhaltet. Allerdings ist die notwendige Trendumkehr derzeit nicht ausreichend erkennbar, so dass auch immer spekulativere Maßnahmen zur Vermeidung des Temperaturanstiegs wie negative Emissionen oder Solar Radiation Management zunehmend diskutiert werden (Kap. 1.8.3).

1.8.1

Transformationspfade zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke

Eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre erfordert eine Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft, angefangen von der Art wie wir Energie erzeugen und nutzen, bis hin zu der Frage, wie wir die Landoberfläche bewirtschaften (Clarke et al., 2014). Der 5. IPCC-Sachstandsbericht gibt einen Überblick über technologische Entwicklungspfade, die eine Eingrenzung des Klimawandels ermöglichen. Die Kernbotschaft bleibt nach wie vor: Eine mit der 2°C-Leitplanke kompatible Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre im Bereich von 430–530 ppm CO₂eq ist nach wie vor auf unterschiedlichen Entwicklungspfaden, die eine Bandbreite an technologischen, sozioökonomischen und institutionellen Annahmen widerspiegeln, erreichbar. Allerdings zeigen diese Szenarien zugleich, dass sich der Anteil von Niedrigemissionsenergiotechnologien gemessen am Primärenergiebedarf bis 2050 gegenüber 2010 etwa vervierfachen müsste und die Treibhausgasemissionen weltweit möglichst bis 2020, auf alle Fälle aber in der dritten Dekade dieses Jahrhunderts ihren Scheitelpunkt erreichen müssten, um eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration im Bereich von 430–530 ppm

CO₂eq zu erreichen (Abb. 1.8-1). Global gesehen ist eine solche Entwicklung gegenwärtig noch nicht erkennbar, obgleich erneuerbare Energien zunehmend dynamischer ausgebaut werden. Szenarien, in denen dieser Ausbau nicht erzielt wird, erreichen eine entsprechende Stabilisierung nur noch, indem sie in größerem Maßstab Technologien zur Erzeugung von netto negativen Emissionen einführen. Dies beschränkt die Flexibilität in Bezug auf die genutzten Technologien. Zudem ist die Verfügbarkeit von Technologien zur Erzeugung negativer Emissionen mit hohen Unsicherheiten behaftet (Kap. 1.8.3). Kosteneffiziente Szenarien sind durch Treibhausgasemissionen charakterisiert, welche im Jahr 2030 zwischen 30 und 50 Gt CO₂eq liegen, da in Szenarien mit höheren Emissionsniveaus ein größerer Teil der emissionsintensiven Infrastruktur in der Folgezeit nicht mehr genutzt werden kann, wenn eine Klimastabilisierung erreicht werden soll.

Es ist daher erforderlich, dass bald ein Umsteuern in allen zum Treibhausgasausstoß beitragenden Sektoren einsetzt. Die Technologien dazu sind vorhanden und können zu akzeptablen Kosten erschlossen werden. Nun wird es darauf ankommen, die entsprechende Dynamik unter den Akteuren in Gang zu setzen, um die Ressourcen in die entsprechende Richtung zu lenken.

1.8.2

Handlungsfelder und Sektoren für den Klimaschutz

1.8.2.1

Energie

Der Energieversorgungssektor ist heute der größte Verursacher von Treibhausgasemissionen. Für eine Stabilisierung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist es notwendig, dass die Freisetzung von CO₂ aus der Nutzung fossiler Energieträger vollständig eingestellt wird (Clarke et al., 2014).

Der Umbau der globalen Energiesysteme ist ein Kernstück des Klimaschutzes, dieser Umbau erfolgt aber nur schleppend. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Primärenergieerzeugung betrug im Jahr 2010 8%, wenn man traditionelle Bioenergienutzung ausklammert, und 16%, wenn man diese einbezieht. Der Anteil der Kernenergie liegt bei 6%. Betrachtet man nur das kommerzielle Energiesystem (d.h. die privat gesammelten Brennstoffe werden nicht berücksichtigt) so hat sich der Anteil der fossilen Energieträger zwischen 1990 und 2010 nur geringfügig von 88% auf 86% reduziert.

Neben dem Umbau der Energiesysteme sind die Effizienzverbesserung, besonders in der Energieendnutzung, und die Reduktion der Energienachfrage weitere Kernstücke des Klimaschutzes. Je effizienter das Energiesystem ist und je geringer die Energienachfrage, desto mehr Flexibilität besteht bei der Wahl der Energieerzeugungstechnologien.

1 Das Wissen über den anthropogenen Klimawandel

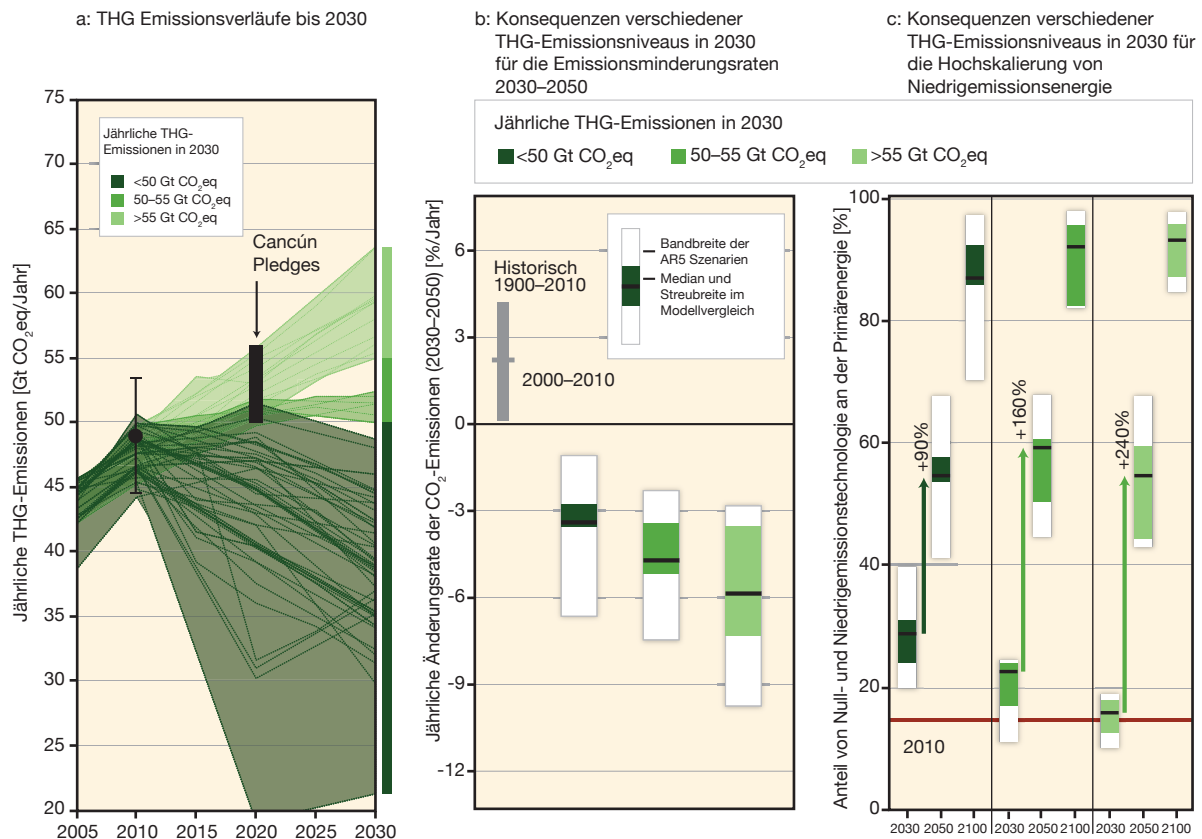


Abbildung 1.8-1

Die Bedeutung unterschiedlicher Emissionsniveaus von Treibhausgasen (THG) im Jahr 2030 für die Geschwindigkeit der nachfolgenden Emissionsreduktionen bis zum Jahr 2050 in Vermeidungsszenarien, welche Konzentrationen von 430–530 ppm CO₂eq im Jahr 2100 erreichen (d.h. in denen die anthropogene Erwärmung auf 2°C begrenzt werden kann). Die linke Graphik (a) zeigt die Entwicklung der THG-Emissionen bis 2030 und die mittlere Graphik (b) die korrespondierenden jährlichen Emissionsminderungsrate für die Periode 2030 bis 2050. Die Szenarien sind gruppiert anhand unterschiedlicher Grünstufen, welche unterschiedliche Emissionsniveaus im Jahr 2030 widerspiegeln. Die rechte Graphik (c) zeigt die Aufskalierungsrate von Niedrigemissionsenergie in Abhängigkeit dieser unterschiedlichen Emissionsniveaus in ambitionierten Vermeidungsszenarien. Die Szenarien, in denen die Emissionen bis 2030 noch keine Trendumkehr erfahren haben, erfordern in den Jahren nach 2030 deutlich höhere Emissionsminderungsrate und einen extrem schnellen Ausbau von Niedrigemissionstechnologien. Die in dunkelgrün gezeigte Szenariengruppe, die den Scheitelpunkt der Emissionen deutlich vorher erfährt und deren Emissionen in Jahr 2030 unterhalb von 55 Gt CO₂eq liegt, erfordert dagegen geringere Minderungsrate und einen weniger aggressiven Zuwachs an Niedrigemissionstechnologien.

Quelle: IPCC, 2014d

1.8.2.2

Transport

Der Transportsektor nimmt eine Schlüsselrolle bei einer Dekarbonisierung der Endenergienutzung ein. Gegenwärtig ist dieser Sektor für etwa 27% der Endenergienutzung verantwortlich sowie direkt für den Ausstoß von knapp 7 Gt CO₂ (Sims et al., 2014). Für die Zukunft wird mit einem Anstieg des globalen Passagier- und Frachtaufkommens gerechnet, so dass sich ohne weitere Vermeidungsmaßnahmen der jährliche CO₂-Ausstoß dieses Sektors bis 2050 auf etwa 13 Gt CO₂ verdoppeln könnte. Die Einführung klimaverträglicher Technologien ist im Transportsektor aufgrund der geringen Energiedichte emissionsarmer Energieträger ungleich schwerer; um jedoch Anstrengungen in anderen Sektoren nicht völlig zu konterkarieren, müssen auch im Transportsektor Klimaschutzmaßnahmen vorgenommen werden. Bis 2030 können insbesondere Effizienzverbesserungen bei Antriebstechnologien zu Einsparungen in der Ende-

nergienachfrage von 30–50% gegenüber heute führen; integrierte Raumplanung, vorausschauende Verkehrspolitik sowie kompaktere urbane Räume, welche Mobilität zu Fuß oder mit dem Rad unterstützen, tragen ebenso dazu bei. Darüber hinaus sind die klimaverträgliche Neuausrichtung urbaner Räume sowie Investitionen in neue Infrastruktur wie Hochgeschwindigkeitsschienenverkehr zur teilweisen Substitution der Nachfrage von Flugverbindungen weitere wichtige Maßnahmen. Nach Einschätzungen des IPCC können dadurch die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor bis 2050 gegenüber dem Baselineszenario um 20–50% reduziert werden.

1.8.2.3

Gebäude

Gebäude sind gegenwärtig für etwa ein Drittel des globalen Endenergieverbrauchs verantwortlich; jährliche Emissionen liegen bei knapp 9 Gt CO₂. Für den Baseline-Fall wird laut IPCC (Lucon et al., 2014) von einer

Verdopplung der Energienachfrage in diesem Sektor bis Mitte des Jahrhunderts und einem Anstieg der Emissionen um 50–150% ausgegangen. Der Anstieg der Energienachfrage ist in erster Linie auf die globale Wohlstandszunahme, Urbanisierung, Lebensstiländerungen, die verbesserte Versorgung mit modernen Energiedienstleistungen und die Zunahme der Pro-Kopf-Wohnfläche zurückzuführen. Mit dieser Dynamik verbunden ist die Gefahr von Pfadabhängigkeiten, die aus der langen Lebensdauer neu geschaffener Gebäudeinfrastruktur herrühren. Daher gilt es, bereits vorhandene bauliche und technische Lösungen im Niedrigenergiestandard für Neubauten und Gebäudebestand umfassend einzusetzen, um den Wärme- und Kältebedarf im Gebäudesektor signifikant zu mindern. Optionen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen können zu negativen Kosten führen, da ihre Lebensdauer oftmals die Amortisationsdauer überschreitet (z.B. im Fall von Gebäudedämmung).

1.8.2.4 Industrie

Auf den Industriesektor entfallen gegenwärtig knapp 30% der globalen Endenergienachfrage sowie direkte und indirekte Treibhausgasemissionen von 13 Gt CO₂ (Fischedick et al., 2014). Bis 2050 wird im Baseline-Szenario mit einem weiteren Anstieg der Emissionen um 50–150% gerechnet, sofern die Einführung von Effizienzmaßnahmen nicht bedeutend beschleunigt wird. Jedoch hält auch der Industriesektor kurz- und langfristig eine Reihe von Vermeidungsoptionen bereit. So ließe sich alleine schon durch den flächendeckenden Einsatz des besten Stands der Technik die Energieintensität im Industriesektor um 25% senken. Dazu ließen sich durch systemische Ansätze wie Recycling oder verbesserte Materialflussplanung relativ einfach weitere Treibhausgasemissionsreduktionen generieren. Langfristig sind allerdings über diese Effizienzverbesserungen hinaus auch strukturelle Änderungen notwendig, um die Emissionen weiter absenken zu können: Diese umfassen u.a. die Bereitstellung von Prozessenergie durch klimaverträglich gewonnene Elektrizität, radikale Produktsubstitutionen, beispielsweise durch Alternativen zu Zement oder den Einsatz von Technologien zur Abscheidung und Abspeicherung von Kohlenstoff (Carbon Capture and Storage, CCS) zur Vermeidung von Prozessemissionen.

1.8.2.5 Land- und Forstwirtschaft sowie weitere Landnutzung

Der Landnutzungssektor trägt derzeit zu etwa einem Viertel der globalen Treibhausgasemissionen bei (Smith et al., 2014b). Haupttreiber sind dabei die Emissionen aus Abholzung sowie landwirtschaftliche Emissionen aus Bodenbewirtschaftung und Düngung. Im Gegensatz zu den bisher beleuchteten Sektoren zeichnet sich im Landnutzungssektor im globalen Durchschnitt eine Abnahme der jährlichen CO₂-Emissionen ab, welche in

erster Linie auf einen Rückgang der Abholzung sowie auf Aufforstung zurückzuführen ist. Dies zeigt das Potenzial, in der Landnutzung eine CO₂-Senke zu etablieren. Die kosteneffizientesten Maßnahmen zur Emissionsenkung in Landnutzungssektor sind Aufforstung, das Management von Waldbeständen, die Vermeidung von Entwaldung und ein nachhaltiges Management von Acker- und Weideflächen und die Wiederherstellung organischer Böden. Darüber hinaus können durch nachfrageseitige Maßnahmen erhebliche, aber schwer zu quantifizierende Emissionsreduktionen erreicht werden; zu nennen ist hier zum einen die Reduktion der Menge an Lebensmittel, die während des Produktionsprozesses oder beim Endverbraucher weggeworfen werden, sowie zum anderen die Senkung des Verzehrs tierischer Lebensmittel.

1.8.2.6 Menschliche Siedlungen, Infrastruktur und Raumplanung

Städtische Räume sind für 70% der globalen Energienutzung und der globalen energiebedingten CO₂-Emissionen verantwortlich. Es wird damit gerechnet, dass die städtische Bevölkerung sich bis 2050 verdoppelt (IPCC, 2014d). Die kommenden beiden Dekaden sind deshalb eine entscheidende Gelegenheit für den Klimaschutz, da der überwiegende Teil der urbanen Räume und ihrer Infrastrukturen gerade erst gebaut werden. Sollte die globale Bevölkerung bis 2050 auf ca. 9 Mrd. Menschen anwachsen, könnte allein die Produktion der Infrastrukturmaterialien rund 470 Gt CO₂-Emissionen verursachen (Seto et al., 2014).

Da Infrastruktur und Städtebau eng zusammenhängen und die Muster der Landnutzung, der Mobilität und des Wohnens und Verhaltens bestimmen, kann Klimaschutz vor allem gefördert werden, indem Wohn- und Arbeitsorte gemischt, der öffentliche Nahverkehr verbessert und Maßnahmen zum Nachfragemanagement durchgeführt werden. Der größte Teil des zukünftigen städtischen Wachstums wird in kleinen und mittleren Städten in Entwicklungsländern erwartet. Ob die Instrumente der klimaverträglichen urbanen Raumplanung erfolgreich eingesetzt werden können, hängt erheblich von den finanziellen Möglichkeiten und der Governance-Kapazität sowie vom Wissens- und Technologieeinsatz der Städte ab.

Tausende Städte haben Klimaschutzprogramme entwickelt (Kap. 4.3.6). Ob diese bisher erfolgreich waren, lässt sich aufgrund fehlender Daten kaum beantworten. Derzeit fokussiert sich ein erheblicher Teil der Klimaschutzprogramme auf Energieeffizienz und Technikeinsatz, weniger jedoch auf Raumplanung, Verhaltensänderung oder intersektorale Ansätze, um Zersiedlung und verkehrsorientierte Entwicklung zu vermeiden.

1.8.3

Großtechnische Eingriffe

Auf den ersten Blick ist die wichtigste Aussage der Arbeitsgruppe III im 5. IPCC-Sachstandsbericht die gleiche wie schon in vorangegangenen 4. IPCC-Sachstandsbericht: Die 2°C-Leitplanke ist nach wie vor auf einer Vielzahl von Entwicklungspfaden einhaltbar. Ein genauerer Blick offenbart jedoch, dass die Analysemodelle (assessment models), welche die Transformationspfade berechnen, in vielen Fällen nur noch Lösungen für 2°C-kompatible Pfade erreichen, wenn sie „negative Emissionen“ oder gar Manipulation der Strahlungsbilanz zulassen, was die Notwendigkeit dieser Optionen immer wahrscheinlicher erscheinen lässt. Aus Sicht des WBGU kommen bei einer solchen Schlussfolgerung aber zwei Argumente zu kurz:

Erstens handelt es sich bei den meisten im IPCC-Bericht vorgelegten und ausgewerteten Szenarien nicht um „transformativen Szenarien“ im engeren Sinne. Die Analysemodelle sind darauf ausgelegt eine Vielzahl von möglichen, langfristigen Entwicklungsräumen gegenüber einer Baseline aufzuzeigen, welche bestehende Politiken fortgeschrieben. Klimapolitik wird dann meist in Form von CO₂-Preisen oder anderen Beschränkungen abgebildet (in der Praxis wird dagegen oft eine Vielzahl von Instrumenten implementiert), was zu einer schrittweisen Erschließung der CO₂-Minderungspotenziale führt. Dabei erfolgen Investitionsentscheidungen meist nach Kostenminimierungskriterien (Kap. 1.2.2), was tendenziell bereits bestehende Infrastrukturen bevorzugt und so zu einer gewissen Trägheit des Systems beiträgt. In der Realität vollzieht sich Wandel nicht immer graduell, sondern oftmals disruptiv. Verdeutlichen lässt sich dies am Beispiel des Photovoltaikausbaus, der viel schneller stattgefunden hat, als dies nach Kostenminimierungskriterien möglich gewesen wäre. Integrierte Analysemodelle entsprechen dem wissenschaftlichen Standard zur Beurteilung von Klimaschutzmaßnahmen, deren Anspruch es ist, eine Vielzahl von Entwicklungsräumen abzubilden, nicht aber unbedingt die Geschwindigkeit der Veränderung im Sinne einer ganzheitlichen Transformation. Es besteht daher Forschungsbedarf zur besseren Abbildung von komplementären Instrumenten der Energie- und Klimapolitik zur Erstellung von transformativen Szenarien, in denen es zu einer beschleunigten Technologiesubstitution und Diffusion kommen kann (Kap. 5.2.3). Dies legt den Schluss nahe, dass Strukturbrüche den Zubau von Niedrigemissionstechnologien erheblich beschleunigen können und somit die Notwendigkeit von großtechnischen Eingriffen herabsetzen können.

Zweitens haben großtechnische Eingriffe zwar prinzipiell das Potenzial, die Erwärmung abzumildern, allerdings bleiben andere inakzeptable Risiken des Klimawandels, insbesondere die Versauerung der Ozeane (WBGU, 2014) außen vor. Im Fall von Strahlungsbilanzmanipulation ist dies offensichtlich, da diese keinen Einfluss auf den Kern des Problems, den CO₂-Anstieg in der Atmosphäre, ausübt. Die aktive Entfernung von CO₂ hingegen vermindert den CO₂-Gehalt der Atmosphäre, was aber die Versauerung

allenfalls abbremsen kann, indem der Eintrag von CO₂ aus der Atmosphäre in den Ozean verlangsamt wird. Um das CO₂ wieder aus dem Ozean zu entfernen, wäre eine extreme Minderung der atmosphärischen CO₂-Konzentration nötig, die kaum plausibel darstellbar ist. Und selbst dies kann die bereits erfolgte Versauerung nicht wieder rückgängig machen, da bereits große Menge von CO₂ in die tieferen Schichten des Ozeans gelangt sind und weiter gelangen werden; diese lassen sich auf menschlichen Zeitskalen nicht wieder entnehmen (Mathesius et al., in Vorbereitung). Daraus lässt sich der Schluss ableiten, dass diese Maßnahme allenfalls begleitend eingesetzt werden sollte, sie aber eine verpasste Minderung der Emissionen nicht rückgängig machen kann.

1.8.3.1

Aktive Entfernung von CO₂

Die aktive Reduktion der atmosphärischen CO₂-Konzentration durch die Generierung netto „negativer Emissionen“ ist nur begrenzt möglich. So ist die technische Abscheidung von CO₂ aus der Atmosphäre derzeit nicht ökonomisch darstellbar (Socolow et al., 2011). Eine viel diskutierte Option für „negative Emissionen“ ist die Kombination von Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -speicherung (BECCS). Über die Photosynthese nehmen die Pflanzen das CO₂ aus der Atmosphäre auf, bei der Umwandlung der Biomasse in thermische Energie wird dieses dann nicht mehr in die Atmosphäre zurückgegeben, sondern abgeschieden und eingelagert. Insgesamt wird der Atmosphäre auf diese Weise also CO₂ entzogen. Ein wichtiger begrenzender Faktor für solche negativen Emissionen ist, neben der Verfügbarkeit sicherer Lagerstätten für CO₂, die nachhaltig verfügbare Biomasse. Der WBGU hat abgeschätzt, dass aus nachhaltig verfügbarer Biomasse jährlich maximal 1,8–3,7 Gt CO₂ für die Sequestrierung verfügbar gemacht werden könnten (WBGU, 2009b: 138).

Eine weitere Option zur Senkung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre ist die Aufforstung, sofern gesichert werden kann, dass die Holzbestände vor Zersetzung geschützt sind. Ebenfalls in Frage käme die Kultivierung von Algenwachstum im Ozean (WBGU, 2013). Gespeichert würde das CO₂ dann entweder durch Absinken der Algen in die Tiefsee, was jedoch mit unklaren Risiken verbunden wäre, oder die Vergärung und die Überführung in CO₂-Lagerstätten. Bisher weniger bekannte und z.T. wenig erforschte Optionen sind der Einsatz von Biokohle (biochar) und „künstlichen Bäumen“ (Milne und Field, 2012). Biokohle entsteht durch langsames Erhitzen landwirtschaftlicher Reststoffe ohne Sauerstoffzufuhr. Die Biokohle kann dann dem Boden zugegeben werden und unter Umständen eine Produktionssteigerung bewirken. Bei „künstlichen Bäumen“ erfolgt die Bindung des CO₂ über die Beschichtung eines Trägermaterials, welches dem Wind ausgesetzt wird, mit Natriumkarbonat, welches mit CO₂ zu Natriumbikarbonat reagiert und den Vorteil bietet, das CO₂ wieder leicht freizugeben.

1.8.3.2

Manipulation der Strahlungsbilanz

Verfahren zur Manipulation der Strahlungsbilanz sollen die eingehende Sonneneinstrahlung mindern, z.B. durch die Einbringung von Aerosolen in die obere Atmosphäre oder durch andere großtechnische Installationen, welche Teile der Strahlung reflektieren. Allen Verfahren ist gemein, dass sie Nebenwirkungen für Klima und Ökosysteme haben können, da sie gezielte Eingriffe in ein nichtlineares, gekoppeltes System darstellen. Auch sind sie nicht geeignet, das Klima wieder in einen Zustand zurückzuführen, der demjenigen mit geringerer Treibhauskonzentration entspricht. Selbst wenn die Temperatur entsprechend gesenkt werden kann, können andere Klimaparameter wie etwa Niederschlagsmuster deutlich verändert sein (IPCC, 2013b). Weiterhin beeinflussen diese Methoden nicht die temperaturunabhängigen, CO₂-bedingten Schäden, wie beispielsweise die Ozeanversauerung. Durch die technisch relativ einfache Umsetzung einiger Verfahren besteht die Gefahr unilateraler Alleingänge, mit Konsequenzen für die gesamte Staatengemeinschaft. Es existiert keine hinreichende völkerrechtliche Grundlage, die eine großskalige Anwendung solcher Verfahren reguliert. Der WBGU rät unter den gegebenen Unsicherheiten von der Anwendung von Verfahren zur Manipulation der Strahlungsbilanz ab. Die Einflüsse dieser Verfahren auf das Klimasystem sollten zunächst besser erforscht werden.

1.9

Rahmenbedingungen für die Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft

1.9.1

Emissionstrends und ihre Treiber

Trotz aller bisherigen Bemühungen zum Klimaschutz sind die globalen Treibhausgasemissionen in den letzten Jahren zunehmend weiter angestiegen. Im Zeitraum 2000 bis 2010 lag der Anstieg bei 2,2% pro Jahr, während die Emissionen in den drei Jahrzehnten davor im Durchschnitt nur um 1,3% jährlich gestiegen waren (Kap. 1.4; Abb. 1.4-3).

Abbildung 1.9-1 zeigt eine Aufschlüsselung der Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach verschiedenen Ländergruppen. Die genannten Ländergruppen entsprechen der Einteilung der Weltbank in vier Einkommensgruppen: (1) Land mit geringem Einkommen (low income); (2) Land mit mittlerem Einkommen im unteren Bereich (lower middle income); (3) Land mit mittlerem Einkommen im oberen Bereich (upper middle income) sowie (4) Land mit hohem Einkommen (high income). Diese Klassifikation berücksichtigt allerdings nicht die großen Einkommensunterschiede innerhalb der Länder. Diese wirken sich auch stark auf die Pro-Kopf-Emissionen aus, die sowohl zwischen den Ländern

derselben Einkommensklasse stark variieren als auch innerhalb dieser Länder (Abb. 1.9-1c).

Ein erheblicher Teil der absoluten, globalen Emissionssteigerungen der letzten Jahre ist in Ländern mit mittlerem Einkommen im oberen Bereich erfolgt, wo eine starke wirtschaftliche Entwicklung und ein Ausbau der Infrastruktur stattgefunden haben. Eine sektorale Aufschlüsselung der Emissionen macht deutlich, dass diese Länder im Wesentlichen dem Entwicklungsparadigma der Industrieländer folgen (David et al., 2014). Dies sollte allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass es noch immer die Länder mit hohem Einkommen sind, die die höchsten Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Insgesamt haben sich die Pro-Kopf-Emissionen in den Industrieländern in den letzten Jahren wenig verändert. Sie liegen etwa fünfmal höher als diejenigen der ärmsten Länder, die ebenfalls kaum Veränderung erfahren haben. Dazwischen liegen die Pro-Kopf-Emissionen der Länder mit mittlerem Einkommen im oberen Bereich, die in den letzten Jahren stark zugenommen haben (Abb. 1.9-1).

Haupttreiber der globalen Emissionssteigerungen der letzten Jahre waren die Wohlstandsgewinne einer wachsenden Weltbevölkerung. Anders als in den Jahren zwischen 1970 und 2000, in denen eine stetige Dekarbonisierung der Energieerzeugung stattgefunden hat, ist in den letzten zehn Jahren die Kohlenstoffintensität des Energiesektors (d.h. die Emissionen, die bei der Erzeugung einer bestimmten Menge Energie entstehen) gestiegen. Dies ist auf den wieder steigenden Einsatz von Kohle zur Energieerzeugung zurückzuführen (David et al., 2014).

Derzeit sind nur 20 Länder für insgesamt 75% der globalen Emissionen verantwortlich. Dies macht deutlich, dass es einige wenige Länder sind, deren Entscheidungen über ihre zukünftigen Entwicklungspfade einen erheblichen Einfluss auf den globalen Klimaschutz haben. Allerdings können diese Länder nicht allein den Klimawandel vollständig aufhalten, da ein Stopp des anthropogenen Klimawandels nur möglich ist, wenn die fossilen CO₂-Emissionen in allen Ländern auf Null sinken (Kap. 1.4).

1.9.2

Klimaschutz erfordert neue Investitionsmuster

Die Transformation zu einer klimaverträglichen Wirtschaft erfordert grundlegende Änderungen der Investitionsmuster (WBGU, 2012). Die Szenarienrechnungen des IPCC legen nahe, dass die jährlichen Investitionen in konventionelle, auf fossilen Energieträgern basierende Stromerzeugung in den nächsten zwanzig Jahren um ca. 30 (2–166) Mrd. US-\$ sinken müssten, während parallel die jährlichen Investitionen in emissionsarme Stromerzeugung um ca. 150 (30–360) Mrd. US-\$ steigen müssten. Die jährlichen globalen Energieinvestitionen liegen derzeit bei etwa 1.200 Mrd. US-\$ (IPCC, 2014d).

Die internationale Energieagentur warnt, dass aufgrund der langen Lebensdauer der Kapitalinvestitionen

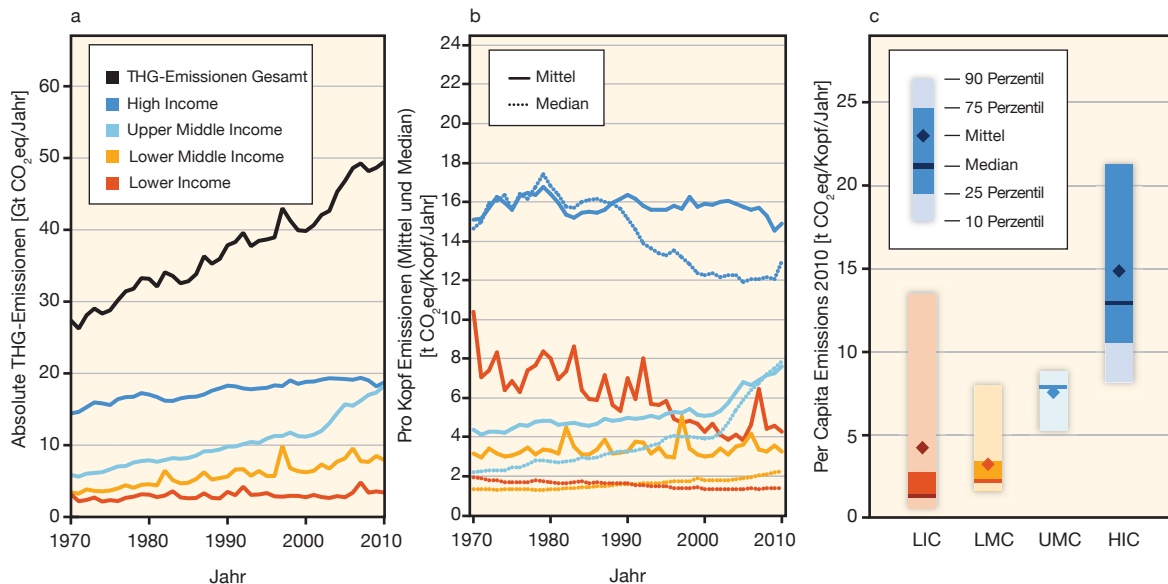


Abbildung 1.9-1

Trends der THG-Emissionen aufgeschlüsselt nach Ländereinkommensgruppen. (a) Absolute jährliche THG Emissionen von 1970 bis 2010 (Gt CO₂eq pro Jahr). (b) Trends in jährlichen pro-Kopf und Median THG Emissionen von 1970 bis 2010 (t CO₂eq pro Kopf und Jahr). (c) Verteilung der jährlichen THG-Emissionen pro Kopf im Jahr 2010 von Ländern über Einkommensgruppen (t CO₂ pro Kopf und Jahr). Mittelwerte weisen die THG-Emissionen gewichtet anhand der Bevölkerung aus. Medianwerte weisen für jedes Land die Pro-Kopf-Emissionslevel als 0,5-Quantil der Verteilung innerhalb jeder Einkommensgruppe aus. Emissionen sind in CO₂-Äquivalente konvertiert, auf Grundlage ihres 100-jährigen globalen Erwärmungspotenzials (GWP100) aus dem 2. IPCC-Sachstandsbericht. Zuteilung der Länder zu Einkommensgruppen erfolgt auf Grundlage der Weltbank-Klassifikation. Quelle: Edenhofer et al., 2014

schon bald der Zeitpunkt erreicht sein könnte, an dem die bestehende Energieinfrastruktur bereits so viele CO₂-Emissionen für die Zukunft festlegt, dass keine neuen CO₂-emittierenden Kraftwerke mehr errichtet werden dürfen, wenn die 2°C-Leitplanke eingehalten werden soll (IEA, 2013a:44ff.). Sie empfiehlt daher schon für die Zeit bis 2020, Nutzung und Bau ineffizienter Kohlekraftwerke einzuschränken.

Zusätzlich zu den geänderten Investitionen im Energieerzeugungsbereich zeigen die 2°C-kompatiblen Szenarien des IPCC einen Anstieg der jährlichen Investitionen in Energieeffizienz in den Bereichen Transport, Gebäude und Industrie um 336 (1–641) Mrd. US-\$ (IPCC, 2014d).

Wie der WBGU bereits an anderer Stelle dargelegt hat (WBGU, 2012) ist ein klimaverträglicher Umbau der Energiesysteme zwar kurz- und mittelfristig mit zusätzlichen Investitionen verbunden, bietet jedoch – verglichen mit einer Beibehaltung der bisherigen Struktur der Energiesysteme – volkswirtschaftlich erhebliche langfristige Kosteneinsparungen und zusätzliche gesellschaftliche Vorteile (IEA, 2010; WWF et al., 2011; GEA, 2012; Kap. 1.9.3).

Studien legen nahe, dass bei global kosteneffizienten Pfaden zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke ein Großteil der Investitionen in diesem Jahrhundert in Nicht-OECD-Ländern erfolgen muss (Edenhofer et al., 2014). Systeme der Lastenteilung können dabei helfen, Unterschiede zwischen der Verteilung kostenbasierter Minderungspotenziale und einer Verantwortungsteilung, die auf ethischen Prinzipien beruht (Kap. 2), sichtbar zu machen. Weiterhin können sie dabei helfen, diese Unterschiede durch

internationale Finanztransfers auszugleichen (mittleres Konfidenzniveau). Studien zufolge könnten die Finanztransfers, die diese Asymmetrien ausgleichen sollen, vor Mitte des Jahrhunderts eine Größenordnung von 100 Mrd. US-\$ jährlich erreichen (IPCC, 2014d).

1.9.3

Klimaschutzmaßnahmen und ihre Zusatznutzen

Der IPCC nennt als Politikinstrumente für den Klimaschutz:

- ökonomische Anreize wie Steuern, handelbare Zertifikate, Strafen oder Subventionen;
- direkte regulatorische Maßnahmen wie technologische oder Leistungsstandards;
- Informationsprogramme wie Kennzeichnung (labeling) oder Energiebilanzen;
- öffentliche Beschaffung, z.B. von neuen Technologien oder in staatlichen Unternehmen sowie
- freiwillige Aktionen, die von Regierungen, Unternehmen oder NGOs initiiert werden.

Die erfolgreiche Umsetzung solcher Politiken hängt auf vielfache Weise von individuellen und institutionellen Verhaltensweisen ab. Soziale Normen, Entscheidungsregeln, psychologische Einflussfaktoren und institutionelle Prozesse beeinflussen die Aktivitäten, die durch die Klimapolitik angesprochen werden sollen (Edenhofer et al., 2014).

Seit dem 4. IPCC-Sachstandsbericht sind vor allem solche Politiken stärker in den Fokus gerückt, die mehrfache Ziele verfolgen, Zusatznutzen (co-benefits) ver-

stärken und negative Begleiterscheinungen minimieren. Unter Zusatznutzen versteht der WBGU die zusätzlichen (positiven) Synergieeffekte, welche bei der Erreichung eines politischen Zieles entstehen, aber nicht eigentlicher Bestandteil der Zielsetzung sind. Erhebliche Zusatznutzen klimapolitischer Maßnahmen im Energiesektor können sich beispielsweise durch eine Verbesserung der lokalen Luftqualität oder durch eine Verbesserung der Energiesicherheit ergeben. Diese Effekte hängen jedoch stark von den Umständen ab, etwa der Frage, ob bereits Maßnahmen zur Luftreinhaltung existieren oder nicht. Diese Zusatznutzen können dazu führen, dass eine ambitionierte Klimaschutzpolitik zu erheblichen Kosteneinsparungen in den genannten Bereichen führt. Der IPCC nennt auch für andere Bereiche des Klimaschutzes eine Reihe von Zusatznutzen; allerdings lassen sich diese vielfach nicht gut quantifizieren.

1.9.4

Akteure und Bündnisse für den Klimaschutz

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht kommt zu dem Schluss, dass die internationale Zusammenarbeit für den Klimaschutz in den letzten zehn Jahren institutionell vielfältiger geworden ist. Die UNFCCC ist zwar nach wie vor das zentrale Forum für Klimaverhandlungen, viele andere Institutionen auf globaler, regionaler, nationaler und lokaler Ebene sind jedoch hinzugekommen, sowie öffentlich-private Institutionen und transnationale Netzwerke (Stavins et al., 2014).

Auch die Zahl nationaler Politiken und Strategien für den Klimaschutz hat zugenommen. Im Jahr 2012 waren bereits 67% der globalen Treibhausgasemissionen durch nationale Gesetzgebungen erfasst, im Jahr 2007 waren dies erst 45%. Allerdings wurde dadurch bisher keine substantielle Abweichung der globalen Emissionen vom Trend der Vergangenheit erreicht (Edenhofer et al., 2014). Auch die bisher von den Staaten vorgelegten Ziele für die Zeit bis 2020 („Cancún pledges“; Abb. 1.8-1) sind nicht mit kostenoptimalen Pfaden des Klimaschutzes konsistent, die es erlauben, die 2°C-Leitplanke mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% einzuhalten.

Es gibt eine große Kluft zwischen den Potenzialen für den Klimaschutz und den Kapazitäten zu seiner Umsetzung. Die Regionen mit dem höchsten Potenzial, emissionsintensive Entwicklungspfade zu vermeiden und direkt einen klimaverträglichen Weg einzuschlagen sind die ärmsten Entwicklungsregionen, in denen noch wenig Pfadabhängigkeiten entstanden sind, da hier moderne Energieinfrastrukturen erst aufgebaut werden müssen und sich Urbanisierungsprozesse vielfach erst entfalten. Gleichzeitig sind dies die Regionen mit den geringsten finanziellen, technologischen und institutionellen Kapazitäten, einem klimaverträglichen Entwicklungspfad zu folgen. Schwellenländer sind bereits stärker auf emissionsintensive Pfade festgelegt, wobei aber der schnelle Ausbau ihrer Energiesysteme und Städte erheb-

liche Potenziale bietet, Klimaschutz umzusetzen. Allerdings sind auch sie in ihren finanziellen und technologischen Möglichkeiten beschränkt. Industrieländer weisen die höchsten Pfadabhängigkeiten auf, haben gleichzeitig aber die höchsten Kapazitäten, sich in Richtung einer klimaverträglichen Entwicklung umzuorientieren.

Der Klimawandel ist damit ein Problem, dessen Bewältigung aus zwei Gründen auf globale Kooperation angewiesen ist: erstens handelt es sich um ein globales Allmendeproblem, bei dem der freie Zugang zu einer Übernutzung führt, und zweitens sind Emissionen, Minderungsoptionen, Kapazitäten und Betroffenheit ungleich verteilt, so dass eine Zusammenarbeit notwendig ist. Die gerechte Ausgestaltung einer solchen globalen Kooperation ist Thema des folgenden Kapitels 2.

1.10

Kernbotschaften

- Klimawandel und Einfluss des Menschen auf das Klima sind eindeutig.
- Die Klimaprojektionen mit gegenwärtigen Emissionsraten laufen eher auf eine Erderwärmung von 4°C (gegenüber dem vorindustriellen Niveau) hinaus.
- Zur Vermeidung größerer Schäden wird die 2°C-Leitplanke wichtiger denn je.
- Ihre Einhaltung erfordert ein Nullemissionsziel: CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern sollten bis spätestens 2070 auf Null sinken.
- Je weiter das Handeln verzögert wird, desto teurer wird die Einhaltung der 2°C-Leitplanke und desto riskanter sind die Technologien dafür.
- Klimaschutz ist eine Investition in die Zukunft, die aber bezahlbar ist und auf lange Sicht die Kosten senken kann.
- Die Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft bietet erhebliche Zusatznutzen.

Herausforderungen für einen gerechten Klimaschutz

Das Ziel, das sich die Weltgemeinschaft mit der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) gesetzt hat, erscheint klar umrissen: Die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre soll auf einem Niveau stabilisiert werden, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird (Art. 2 UNFCCC). Die Wissenschaft kann die Konkretisierung und Umsetzung dieses Ziels mit Forschungsergebnissen zu den Zusammenhängen und Ursachen des Klimawandels sowie mit der Erstellung von Szenarien und der Ableitung wissenschaftlich begründeter Empfehlungen unterstützen. Die Entscheidung darüber, welches Niveau angestrebt wird und wie die Stabilisierung erreicht werden soll, muss jedoch auf politischer und gesellschaftlicher Ebene ausgehandelt und in konkrete Handlungsschritte übersetzt werden.

2.1

Die Einhaltung der 2°C-Leitplanke als zentrales Ziel im internationalen Klimaschutz

Auf der UN-Klimakonferenz 2010 in Cancún hat sich die Weltgemeinschaft das Ziel gesetzt, die menschengemachte Erwärmung des Klimas auf weniger als 2°C zu begrenzen (Kap. 3). Dieses Ziel ist bereits seit Mitte der 1990er Jahre in der politischen Diskussion (WBGU, 1995, 1997).

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2013a, 2014a, b; Kap. 1) unterstreicht die Angemessenheit dieses Ziels, indem er deutlicher als vorherige Berichte zeigt, welche gravierenden Risiken durch den Klimawandel bei einer globalen Erwärmung von mehr als 2°C zu erwarten wären. Eine Überschreitung der 2°C-Leitplanke kann die Lebensgrundlagen von Millionen Menschen gefährden, beispielsweise durch die Beeinträchtigung der Nahrungsproduktion aufgrund von Wetterextremen oder durch Verknappung des Wasserdargebots in Trockengebieten (Kap. 1.7). Eine Ausrichtung der weltweiten Klimaschutzanstrengungen auf die Einhaltung der 2°C-Leitplanke ist daher aus Sicht des WBGU unbedingt geboten, und es erscheint derzeit auch noch möglich, eine Erwärmung um mehr als 2°C zu verhindern.

Die 2°C-Leitplanke hat eine wichtige politische und öffentlichkeitswirksame Funktion, da es hierzu in der internationalen Staatengemeinschaft bereits einen Konsens gibt und gezielte Veränderungen im Handeln vor

allem dann vorgenommen werden, wenn diese auf ein Ziel ausgerichtet sind. Das Setzen von Zielen ist dann effektiv, wenn die Ziele ambitioniert und gleichzeitig unter den gegebenen Umständen mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten realisierbar erscheinen (Locke und Latham, 1990), während zu wenig ambitionierte Ziele kaum Veränderung auslösen (Becker, 1978). Ziele haben außerdem die Funktion, dass die Maßnahmen zu ihrer Erreichung kontinuierlich auf ihre Effektivität hin überprüft werden können und die Unzweckmäßigkeit unambitionierter Maßnahmen aufgedeckt werden kann. Sind anspruchsvolle Ziele wie die 2°C-Leitplanke einmal etabliert, werden sie auch unterstützt und gegen Verwässerung verteidigt (Jordan et al., 2013).

Mit jedem Jahr, in dem die anthropogenen CO₂-Emissionen weiter steigen, sinkt allerdings die Wahrscheinlichkeit, mit der die Menschheit eine Erwärmung um mehr als 2°C noch verhindern kann. Sollte der notwendige grundlegende Wandel der Politiken zumindest in den großen Industrie- und Schwellenländern nicht rechtzeitig erfolgen, wird ein Punkt erreicht werden, an dem eine zukünftige Überschreitung dieser Leitplanke nicht mehr verhindert werden kann.

Aber auch dann bleibt es aus Sicht des WBGU weiterhin sinnvoll, die Leitplanke als Orientierung aufrechtzuerhalten: Die 2°C-Leitplanke stellt eine Schadensgrenze dar, auf die man sich in Cancún politisch bereits verständigt hat. Ähnlich wie andere normative Setzungen der internationalen Staatengemeinschaft – wie etwa die Menschenrechtscharta der Vereinten Nationen – würde die Leitplanke nicht deshalb obsolet, weil sie nicht eingehalten werden kann. Anspruchsvolle normative Ziele können daher als eine grundlegende Voraussetzung für den Erfolg von Umwelt- und Klimaschutzpolitik gesehen werden.

Mit der Identifikation von gemeinsam getragenen, normativen Handlungszielen ist der Verhandlungsspielraum aber zunächst nur eröffnet und grob abgesteckt worden. Die Frage ist dann, welche Voraussetzungen für die Einhaltung der Leitplanke zu erfüllen sind (Kap. 2.2). Die daran anschließende Frage nach der Umsetzung und hierbei vor allem der Verteilung von Verantwortlichkeiten lenkt den Fokus auf Gerechtigkeitswahrnehmungen und Prozesse der Gerechtigkeitsaushandlung, die in Kapitel 2.3 behandelt werden.

2.2

Voraussetzungen für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke

Ein Fortschreiten des anthropogenen Klimawandels lässt sich nur aufhalten, wenn die Nettoemissionen von CO₂ weltweit auf Null zurückgefahren werden (Kap. 1.4). Der durch die bereits erfolgten CO₂-Emissionen verursachte Klimawandel ist allerdings über Jahrhunderte irreversibel: Die Oberflächentemperaturen werden auch nach einer vollständigen Einstellung der CO₂-Emissionen für einige Jahrhunderte annähernd konstant auf dem erhöhten Niveau verbleiben (IPCC, 2013a). Soll die 2°C-Leitplanke nicht überschritten werden, steht nur noch ein begrenztes Budget an noch tragbaren globalen CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern zur Verfügung (Kap. 1.8). Auch andere Treibhausgase tragen zum Klimawandel bei und ihre Emissionen sollten gesenkt werden, aber ohne eine Einstellung der CO₂-Emissionen lässt sich der anthropogene Klimawandel nicht eingrenzen.

In den neuen Klimaschutzszenarien des IPCC (Kap. 1.5), die eine Einhaltung der 2°C-Leitplanke erlauben, liegen die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts um oder unter Null (Abb. 2.2-1). Je früher die CO₂-Emissionen gesenkt werden, desto weniger sind netto „negative Emissionen“ notwendig, d.h. die noch nicht kommerziell erprobte aktive Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre und seine Einlagerung (Kap. 1.8.3). Der WBGU empfiehlt daher, das Ziel zu etablieren, die globalen CO₂-Emissionen aus fossilen Quellen bis spätestens 2070 vollständig einzustellen, um eine realistische Chance zu haben, die globale Erwärmung auf 2°C zu begrenzen (Kap. 1.10). Dies erfordert, dass die fossilen CO₂-Emissionen jedes einzelnen Landes, jeder Region und jedes Sektors bis spätestens 2070 auf Null zu reduzieren sind.

2.3

Verantwortung für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke

Die Reduktion von CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern auf Null spätestens bis zum Jahr 2070 ist vor dem Hintergrund inter- und intragenerationaler Gerechtigkeit eine zentrale Aufgabe der gegenwärtigen Menschheitsgeneration. Im Zentrum steht dabei, irreversible Schäden für kommende Generationen abzuwenden und die Verantwortung für den Klimaschutz und die Bewältigung der Folgen des Klimawandels nicht auf die kommenden Generationen abzuwälzen. Wenn das Handeln heute verzögert wird, steigen in Zukunft sowohl die Kosten für einen effektiven Klimaschutz als auch die Risiken durch den Klimawandel stark an. Bei den betroffenen kommenden Generationen handelt es sich nicht um abstrakte Gruppen von Menschen. Es sind vielmehr die in der heutigen Zeit geborenen Kinder, die in der zweiten Hälfte dieses Jahr-

hunderts von einer gegenwärtig ambitionierten Klimapolitik profitieren könnten oder mit den negativen Folgen ihres Scheiterns leben müssten. Nach dem allseits anerkannten Imperativ von Jonas (1979) sollen kommende Generationen keine schlechteren, nach Möglichkeit sogar bessere Existenzbedingungen vorfinden als die gegenwärtigen Generationen. Im Sinne dieser Zukunftsverantwortung und der Generationengerechtigkeit ist es notwendig, jetzt damit zu beginnen, die Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft und Wirtschaft zu vollziehen (WBGU, 2011). Aus Sicht des WBGU gehört es zu der gemeinsamen Verantwortung aller Parteien in den Klimaverhandlungen, dass jeder Staat im eigenen Land dafür sorgt, dass die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen für eine klimaverträgliche Entwicklung und den Ausstieg aus der Nutzung emissionsintensiver fossiler Energieträger geschaffen werden. Insbesondere sollten alle Staaten dafür Sorge tragen, dass keine Investitionen in langlebige, emissionsintensive Infrastruktur getätigt werden.

Diese grundsätzliche Zukunftsverantwortung für die Transformation zu einer dekarbonisierten Wirtschaft und Gesellschaft kann jedoch von den beteiligten Ländern auf unterschiedliche Art und Weise verstanden werden. In der Literatur finden sich verschiedene Konzepte (sogenannte *effort-sharing systems*), wie der globale Klimaschutz gerecht auf die Schultern der Staaten verteilt werden könnte. Der 5. IPCC-Sachstandsbericht (Clarke et al., 2014) gibt hierüber einen Überblick analog zu den von Höhne et al. (2013) vorgelegten Kategorisierungen. Die dort berücksichtigten Gerechtigkeitsprinzipien sind:

1. *Historische Verantwortung (responsibility)*: Dies können etwa die kumulierten Emissionen eines Landes sein. Häufig vorgeschlagene Startpunkte der Betrachtung sind der Beginn der Industrialisierung oder das Jahr 1990, bei dem angenommen wird, dass den Akteuren das Problem des Klimawandels bekannt war. Auch andere Startjahre werden vorgeschlagen und diskutiert.
2. *Fähigkeiten (capability)*: Fähigkeit bezieht sich in der Regel auf die Zahlungsfähigkeit, die etwa durch das Bruttoinlandsprodukt (BIP) oder den Human Development Index (HDI) repräsentiert wird. Andere Ansätze beziehen Fähigkeiten auf das Konzept der „basic needs“ oder das Recht auf Entwicklung; dort wird argumentiert, dass diejenigen Staaten mit den geringeren Fähigkeiten zunächst ihre „basic needs“ erfüllen dürfen, bevor sie Anstrengungen zum Klimaschutz unternehmen müssen.
3. *Gleichheit (equality)*: Gleichheit betont das gleiche Recht aller Menschen auf Entwicklung und wird meistens in eine gleiche Zuteilung von Emissionsrechten übersetzt. Diese gleichen Rechte können sich entweder auf einen bestimmten Zeitpunkt beziehen oder auf ein Mittel über einen festgelegten Zeitraum.
4. *Kosteneffizienz (cost effectiveness)*: Kosteneffizienz ist weniger ein Gerechtigkeitsprinzip als vielmehr ein

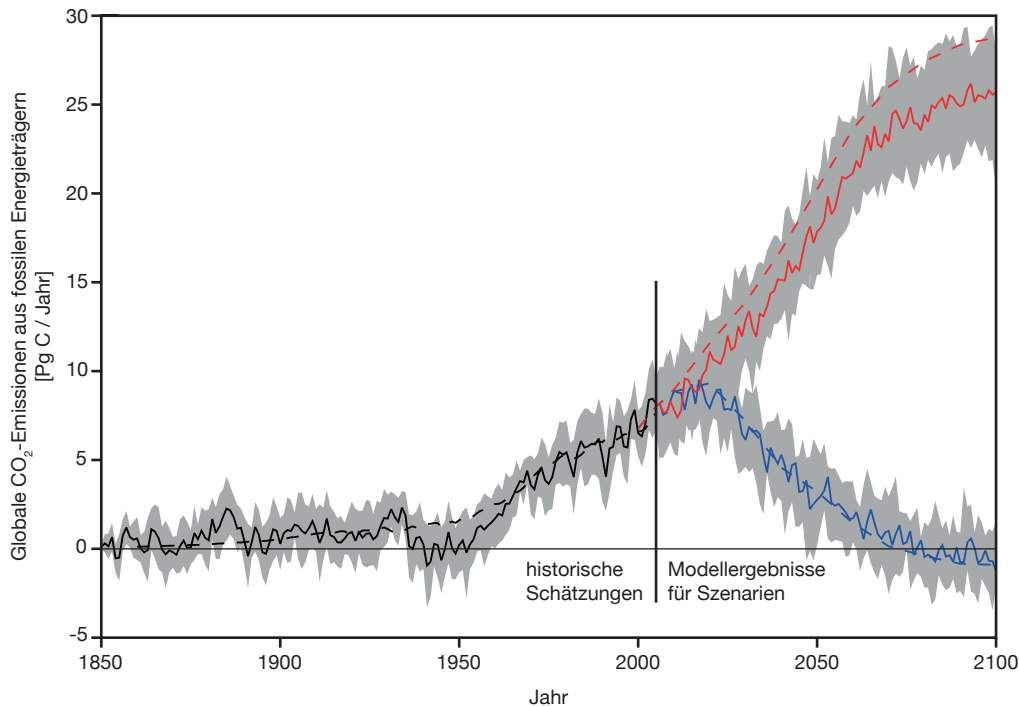


Abbildung 2.2-1

Globale CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern nach historischen Schätzungen und für verschiedene zukünftige Szenarien (1 Pg C entspricht 3,67 Gt CO₂). Die gestrichelten Linien zeigen die historischen Schätzungen bzw. Modellergebnisse von integrierten Analysemodellen; die durchgezogenen Linien zeigen die Ergebnisse eines Modellvergleichs komplexerer Erdsystemmodelle mit den dazugehörigen Standardabweichungen (grau schattierter Bereich). Der obere, rote Verlauf zeigt Emissionsverläufe, die bis 2100 zu einer Erwärmung von deutlich über 4°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau führen, der untere, blaue Verlauf zeigt Emissionsverläufe, die mit der 2°C-Leitplanke kompatibel sind. Für das Jahr 2050 zeigen die 2°C-kompatiblen Verläufe im Mittel Emissionen, die um 50% unter denen von 1990 liegen. Die kumulativen globalen CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern zwischen 2012 und 2100 liegen dabei im Mittel bei 990 Gt CO₂.

Quelle: verändert nach Stocker et al., 2013

Prinzip zur Lastenteilung. Länder mit hohen Emissionsminderungspotenzialen müssen nach diesem Prinzip ambitioniertere Minderungen durchführen als solche mit geringen Minderungspotenzialen. Minderungspotenziale werden dabei häufig über die Grenzvermeidungskosten definiert, d.h. die Kosten zusätzlicher Minderungen über eine bestimmte Baseline hinaus. Diese sind jedoch nicht immer eindeutig zu bestimmen.

Wissenschaftliche Beobachtungen der Klimaverhandlungen haben gezeigt, dass sich die beteiligten Parteien auf unterschiedliche Gerechtigkeitsprinzipien beziehen und oftmals diejenigen bevorzugen, die für sie selbst operativ mit dem geringsten Aufwand und den niedrigsten Emissionszielen verbunden sind (Lange et al., 2010). Da die verschiedenen kursierenden Prinzipien jedoch mit sehr unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und Operationalisierungen verbunden sein können, kann das strikte Beharren auf dem selbstdienlichsten Prinzip die dringend nötige Einigung auf konkrete Umsetzungsschritte blockieren. Aus Sicht des WBGU hat die Vielfalt unterschiedlicher und nebeneinander stehender Gerechtigkeitsprinzipien und Effort-sharing-Ansätze zudem eine ambivalente Auswirkung auf den Verhandlungsprozess. Sie schafft einerseits Spielraum und Flexibilität innerhalb der Diskussionen, was wichtig für die Motivation sein kann, sich überhaupt an dem Prozess zu betei-

ligen. Die Vielfalt sorgt aber gleichzeitig für eine Komplexitätserhöhung in einer ohnehin schon hoch komplexen Situation. Somit schafft der vermeintliche Spielraum zugleich eine „Lock-in-Situation“.

Der WBGU sieht daher in der Aushandlung von und Einigung auf grundlegende Gerechtigkeitsprinzipien eine zentrale Voraussetzung für die Operationalisierung von Klimazielen. Der WBGU schlägt vor, sich hierbei am Budgetansatz (WBGU, 2009a; Kasten 2.3-1) und den darin verankerten Gerechtigkeitsprinzipien zu orientieren. Der Budgetansatz basiert auf einer klaren und transparenten Verteilungsgerechtigkeit, bei der jedem Menschen gleiche Emissionsrechte zugesprochen werden (*Gleichheitsprinzip*). Gleichzeitig wird gemäß der 2°C-Leitplanke, eine Obergrenze an Emissionen festgelegt (*Vorsorgeprinzip*), aus der sich in Anbetracht der historischen und gegenwärtigen Emissionen unterschiedliche Verantwortlichkeiten ergeben (*Verursacherprinzip*). Der WBGU schlägt vor, diese Prinzipien in die Vereinbarungen zu Klimazielen zu integrieren und sich bei der Beurteilung der Angemessenheit von Zielen und Transferleistungen auf diese Prinzipien zu berufen. Aus Sicht des WBGU kann der Budgetansatz damit als Orientierung für einen gerechten Klimaschutz herangezogen werden. Vor dem Hintergrund der Empfehlung des WBGU, spätestens bis zum Jahr 2070 weltweit das Nullemissionsziel bei fossilen CO₂-Emissionen

Kasten 2.3-1

Gerechtigkeitsprinzipien und der Budgetansatz des WBGU

Ausgehend von der Erkenntnis, dass das Ausmaß des globalen Klimawandels maßgeblich durch die kumulierten CO₂-Emissionen bestimmt wird, hat der WBGU in seinem Gutachten zur Klimapolitik aus dem Jahr 2009 (WBGU, 2009a) ein Konzept für einen Weltklimavertrag vorgestellt. Nach diesem „Budgetansatz“ soll zunächst ein globales Emissionsbudget festgelegt werden; für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke mit einer Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln wären dies etwa 750 Gt CO₂ aus fossilen Quellen für den Zeitraum 2010 bis 2050. Dieses Globalbudget soll auf alle Staaten verteilt werden, und zwar anhand ihres Anteils an der Weltbevölkerung. Der Ansatz sieht weiterhin vor, dass sich alle Länder verpflichten, international und objektiv überprüfbare Dekarbonisierungsfahrpläne vorzulegen, die sich neben den nationalen CO₂-Emissionsbudgets auch an den nationalen Emissionsminderungspotenzialen orientieren. Über- oder Unterschreitungen der zugewiesenen Budgets sollen durch internationalen Emissionshandel ausgeglichen werden können, wodurch Finanztransfers zwischen Hochemissions- und Niedrigemissionsländern zu erwarten wären. Darüber hinaus sieht der Ansatz des WBGU vor, dass die Staaten als Ausgleich für ihre historischen Emissionen vor Beginn des Budgetzeitraums an betroffene Staaten Zahlungen für Anpassungsmaßnahmen leisten (WBGU, 2009a).

Dem WBGU-Budgetansatz liegen das Vorsorgeprinzip, das Gleichheitsprinzip und das Verursacherprinzip zugrunde.

Den Ausgangspunkt bilden die *Verantwortung für künftige Generationen* und das *Vorsorgeprinzip*. Dieses Prinzip fordert zu einem rechtzeitigen Handeln auf, um irreversible Schäden für zukünftige Generationen zu verhindern. Wie oben beschrieben wird dies in der Operationalisierung der 2°C-Leitplanke durch die Festlegung eines globalen Emissionsbudgets aufgegriffen. Dieses begrenzte Budget erfordert, dass nicht nur die Zukunft der Industrieländer, sondern auch jene der Schwellen- und Entwicklungsländer klimaverträglich gestaltet werden muss.

Eine primär auf fossilen Energieträgern beruhende nachholende Entwicklung würde die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit aufs Spiel setzen.

Das *Gleichheitsprinzip* postuliert ein unterschiedsloses Recht Einzelner auf die Nutzung globaler Gemeinschaftsgüter. Es ist bisher nicht rechtlich verankert, wird aber von vielen Staaten anerkannt. Dieses Prinzip legt eine Orientierung an den Pro-Kopf-Emissionen bei der Verteilung nationaler Emissionsbudgets nahe, das heißt, allen Staaten wird aus dem globalen Budget ein nationales Budget gemäß ihres Anteils an der Weltbevölkerung zugewiesen. Dieses limitierte Budget ist jedoch nicht als individuell durchsetzbares Recht auf ein bestimmtes Pro-Kopf-Budget zu verstehen. Es stellt eine besondere Herausforderung für die Industrieländer dar, da ihre Pro-Kopf-Emissionen besonders stark sinken müssen.

Aus dem *Verursacherprinzip* schließlich ergibt sich für Industrieländer aufgrund ihrer hohen kumulierten Emissionen in der Vergangenheit und der zu erwartenden Übernutzung des Budgets eine besondere Verpflichtung zu Emissionsreduktionen, aber auch zu Kompensation denjenigen Ländern gegenüber, die ihr Budget im Sinne der gemeinsamen Verantwortung nicht ausnutzen. Es stellt aber gleichermaßen eine große Herausforderung für die Schwellenländer dar, deren aktuelle und kumulierte Emissionen derzeit stark steigen. Vor dem Hintergrund der intragenerationalen Gerechtigkeit sind Hochemissionsländer zudem in der besonderen Pflicht, diejenigen Länder und Regionen zu unterstützen, die gegenwärtig von den Folgen des Klimawandels besonders bedroht sind.

Eine konkrete Operationalisierung des Budgetansatzes im Sinne des WBGU, d.h. eine Pro-Kopf-Aufteilung des Budgets auf die Staaten, scheint vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Situation der multilateralen Prozesse in den Klimaverhandlungen keine hinreichende Unterstützung zu finden. Der WBGU hält jedoch weiterhin die normativen Grundlagen des Budgetansatzes, das heißt das Vorsorge-, Gleichheits- und Verursacherprinzip, für einen wichtigen Orientierungsrahmen, zum Beispiel bei der Verantwortlichkeit für die Unterstützung von Anpassungsmaßnahmen (Kap. 3).

zu erreichen, verschiebt sich allerdings die Funktion des Budgetansatzes. Dem Nullemissionsziel folgend wird es schrittweise weniger um die Verteilung von Emissionsrechten gehen als vielmehr um eine gerechte Verteilung der Lasten des Klimawandels, d.h. der Kosten für Minderungsmaßnahmen, Technologietransfers, Anpassung und den Umgang mit Verlusten und Schäden durch Folgen des Klimawandels (Kap. 3.3.3).

In der UNFCCC haben sich die Staaten darauf geeinigt, „auf der Grundlage der Gerechtigkeit und entsprechend ihrer gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und ihrer jeweiligen Fähigkeiten“ das Klimasystem zu schützen (Art. 3 Abs. 1 UNFCCC). Mit dem Nullemissionsziel verknüpft sind aus Sicht des WBGU zwei neue Bedeutungen bzw. erweiterte Perspektiven der „gemeinsamen Verantwortlichkeiten“, also der Verantwortlichkeiten, die von allen getragen werden. Diese beziehen sich erstens auf die Klimaverhandlungen im engeren Sinne und verlangen von allen beteiligten Staaten verantwortliches und engagiertes Handeln zur Dekarbonisierung im eigenen Land. Zweitens ist mit einer erweiterten Deutung der gemeinsamen Verantwortung auch eine Öffnung der Arena des Kli-

maschutzes für alle gesellschaftlichen Akteure verbunden, die im Rahmen ihrer Möglichkeiten zur Dekarbonisierung und zum lokalen sowie globalen Klimaschutz beitragen sollen.

2.3.1

Das Nullemissionsziel als gemeinsame Verantwortung für alle Staaten

Der WBGU versteht es als gemeinsame Verantwortung aller Staaten, sich auf eine Reduktion der globalen und damit auch der nationalen CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern auf Null spätestens bis zum Jahr 2070 zu einigen. Dies sollte idealerweise multilateral vereinbart werden (Kap. 3) und würde Entwicklungen im neueren internationalen Umweltrecht widerspiegeln, bei denen ein Prozess hin zur Symmetrie rechtlicher Verpflichtungen für alle beteiligten Staaten zu beobachten ist (z.B. Minamata-Konvention; French und Rajamani, 2013). Diese Verantwortung, die sich vor allem am Vorsorgeprinzip orientiert, d.h. die gemeinsame Sorge, irreversible Schäden für zukünftige Generationen im

Kasten 2.3-2**CO₂-Budget – Wo steht Deutschland?**

Der WBGU hat in seinem Gutachten „Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz“ vorgeschlagen, ein globales Emissionsbudget für die Zeit bis 2050 zu vereinbaren und dies nach einem Pro-Kopf-Ansatz auf die Staaten aufzuteilen. Im Folgenden werden zwei Optionen der Ausgestaltung erläutert und mit der möglichen Emissionsentwicklung in Deutschland verglichen.

Die vom WBGU favorisierte, mit „Zukunftsverantwortung“ bezeichnete Option legt ein globales Budget von 750 Mrd. t CO₂ für den Zeitraum 2010 bis 2050 zugrunde, bei dem eine Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln besteht, die anthropogene Klimaerwärmung auf 2°C zu begrenzen. Dieses wird den einzelnen Staaten anhand ihres Anteils an der Weltbevölkerung im Jahr 2010 zugeteilt. Für Deutschland ergibt sich entsprechend seines geschätzten Bevölkerungsanteils von 1,2% der Weltbevölkerung ein Budget von 9 Mrd. t CO₂ für den Zeitraum 2010 bis 2050 (WBGU, 2009).

Als weitere Option mit der Bezeichnung „Historische Verantwortung“ hat der WBGU eine Budgetaufteilung ab dem Jahr 1990 skizziert. Dabei wird ein globales Emissionsbudget von 1.100 Mrd. t CO₂ für den Zeitraum 1990 bis 2050 zugrunde gelegt, das die Begrenzung der Erwärmung auf 2°C mit einer Wahrscheinlichkeit von 75% erlaubt. Entsprechend seines Anteils an der globalen Bevölkerung von 1,5% im Jahr 1990 stünde Deutschland nach dieser Option ein Gesamtbudget von 17 Mrd. t CO₂ für den Zeitraum 1990 bis 2050 zu. Dies Budget war bereits im Jahr 2009 ausgeschöpft (WBGU, 2009).

Die Bundesregierung strebt bis 2020 eine Senkung der Treibhausgasemissionen von 40% und bis 2050 eine Senkung von 80–95% im Vergleich zu 1990 an. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und des Bundes-

ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wurden im Jahr 2010 Energieszenarien für die Umsetzung dieser Ziele entwickelt, die im Jahr 2011 nach dem Beschluss des Atomausstiegs durch weitere Szenarien ergänzt wurden (Schlesinger et al., 2010, 2011).

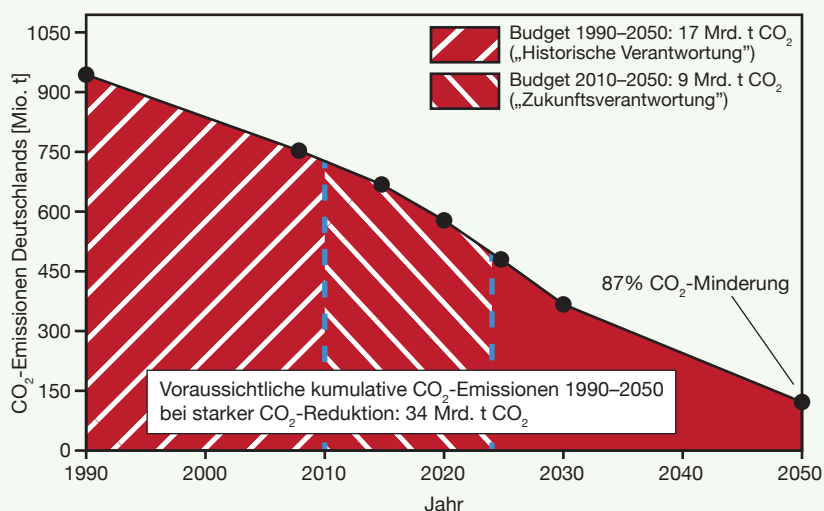
Für die in Abbildung 2.3-1 skizzierte exemplarische Abschätzung der kumulierten CO₂-Emissionen Deutschlands bis 2050 legt der WBGU ein Szenario mit Atomausstieg und ambitionierten CO₂-Emissionsreduktionen aus der Studie von Schlesinger et al. (2011) zugrunde. Das Szenario enthält Emissionswerte für die Jahre 2015, 2020, 2025 und 2030, die in der Abbildung linear verbunden wurden. Da das Szenario im Jahr 2030 endet, wurde für die Zeit zwischen 2030 und 2050 eine weitere lineare Reduktion der Emissionen angenommen, wobei die Emissionen im Jahr 2050 um 87% unter denen von 1990 liegen. Die kumulierten CO₂-Emissionen Deutschlands, entsprechend der Gesamtfläche unter der Kurve in Abbildung 2.3-1, liegen in diesem Szenario bei 34 Mrd. t CO₂ für den Zeitraum 1990 bis 2050. Davon entfallen 17 Mrd. t CO₂ auf den Zeitraum 1990 bis 2009, und weitere 17 Mrd. t CO₂ auf den Zeitraum 2010 bis 2050.

Wie bereits erwähnt, hat Deutschland sein Budget unter der Option „Historische Verantwortung“ bereits seit 2009 ausgeschöpft. Unter der Option „Zukunftsverantwortung“ stünde dem Land zwischen 2010 und 2050 ein Budget von 9 Mrd. t CO₂ zu, das in dem skizzierten Szenario im Laufe des Jahres 2024 überschritten würde (Abb. 2.3-1).

Diese Rechnung zeigt, dass Deutschland bei Beibehaltung seiner derzeitigen Ziele sein Kohlenstoffkonto in beiden Verantwortungsszenarien überzieht. Daher müsste Deutschland Technologie- und Finanztransfers leisten, um andere Länder bei ihrer Emissionsreduktion zu unterstützen oder auch Anpassungsmaßnahmen fördern sowie Verluste und Schäden kompensieren.

Abbildung 2.3-1

Skizze der möglichen CO₂-Emissionsentwicklung Deutschlands bei Umsetzung der derzeitigen Klimaschutzziele der Regierung sowie die nach dem WBGU-Budgetansatz erlaubten Emissionen. Bei der Option „Historische Verantwortung“, die ein globales Budget ab 1990 auf alle Staaten aufteilt, hat Deutschland sein Budget schon seit 2009 ausgeschöpft. Bei der Option „Zukunftsverantwortung“, die ein Globalbudget ab 2010 aufteilt, wird Deutschland sein Budget im Laufe des Jahres 2024 überschreiten, wenn es dem skizzierten Emissionsverlauf folgt. Quelle: WBGU, unter Verwendung von Daten aus Schlesinger et al., 2011



Sinne der intergenerationalen Gerechtigkeit zu verhindern, ist eine besondere Herausforderung für Schwellen- und vor allem Entwicklungsländer, die sich bisher möglicherweise wenig in der Verantwortung für den globalen Klimaschutz sehen, und verlangt auch von ihnen ein entschlossenes Handeln. Sie müssen ihr „Recht auf nachholende Entwicklung“ vor dem Hintergrund einer globalen Dekarbonisierungsstrategie neu deuten und

gemeinsam mit den Industrieländern nachhaltige bzw. emissionsfreie Entwicklungspfade einschlagen.

Entsprechend dem Prinzip der „gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und der jeweiligen Fähigkeiten“, das in Art. 3 Abs. 1 UNFCCC genannt wird, kann diese gemeinsame Verantwortung aller Staaten aber nicht bedeuten, dass die finanziellen Lasten der Transformation von jedem Land in

gleicher Art und Weise getragen werden. Aus Sicht des WBGU können auch hier der WBGU-Budgetansatz und die dahinter stehenden Prinzipien eine klare Orientierung bieten. Insbesondere die Länder mit gegenwärtig und historisch hohen Pro-Kopf-Emissionen sind nach den Prinzipien der Gleichheit und der Verursachung in der Verantwortung, nicht nur ihre eigene Dekarbonisierung rasch voranzutreiben, sondern auch andere Staaten finanziell und technologisch, sowie durch Wissenstransfer und Kapazitätsauf- und -ausbau (capacity building) bei der Transformation in Richtung einer klimaverträglichen Gesellschaft zu unterstützen. Diese Verantwortung betrifft in zunehmendem Maße auch die Schwellenländer, die einem emissionsintensiven Entwicklungspfad folgen und deren absolute und Pro-Kopf-Emissionen stark steigen (Kap. 1.9.1). Für die Schwellenländer bedeutet dies eine Veränderung ihres Selbstbildes und ihrer Rolle in den Klimaverhandlungen: Als Mitverursacher sind sie nicht nur mit der Anforderung konfrontiert, ihren eigenen Entwicklungspfad zu transformieren, sondern zunehmend mehr Verantwortung für den globalen Klimaschutz zu übernehmen.

Die Operationalisierung der Verantwortung der Hochemissionsländer zur finanziellen und technologischen Unterstützung sowie zum Kapazitätsauf- und -ausbau sollte aus Sicht des WBGU einen zentralen Punkt der Gerechtigkeitsdebatte im Hinblick auf den Klimaschutz darstellen.

Die bisherige Bilanz der multilateralen Prozesse im Rahmen der UNFCCC zeigt, dass ein Durchbruch im internationalen Klimaschutz mit einer Einigung der Staatengemeinschaft auf ambitionierte Dekarbonisierungsziele und eine gerechte Verteilung der Lasten noch aussteht. Ob die jüngst gesendeten positiven Signale aus den USA und China in Sachen Klimaschutz darauf hindeuten, dass es 2015 in Paris zu einer Trendwende und einem neuem, anspruchsvollem Abkommen kommt, bleibt abzuwarten. Der WBGU bewertet die Aktivitäten im Rahmen der UNFCCC weiterhin als wichtig und erarbeitet im weiteren Verlauf des Gutachtens konkrete Vorschläge für deren Weiterentwicklung (Kap. 3). Weitere, möglicherweise entscheidende Impulse für den globalen Klimaschutz werden aus anderen Arenen erwartet, in denen Initiativen entstehen, die den Erwartungsdruck in Richtung multilateraler Verhandlungen erhöhen können und eigene Lösungsansätze für den Klimaschutz entwerfen (Kap. 4).

2.3.2 Das Nullemissionsziel als gemeinsame Verantwortung aller gesellschaftlichen Akteure

Aus Sicht des WBGU ergibt sich aus dem Nullemissionsziel die Perspektive, die gemeinsame Verantwortung für den Klimaschutz stärker auszuweiten und alle relevanten Akteure – ob Staaten, Kommunen, Unternehmen oder einzelne Bürger und Bürgerinnen – einzubeziehen und sie zu motivieren, sich gleichermaßen in

ihrem Handeln auf das Nullemissionsziel hin zu orientieren. Dies erscheint vor allem deswegen sinnvoll, weil die aktuellen multilateralen Prozesse und die hierin besonders einflussreichen Akteure – wie die USA, China und Europa – noch blockiert wirken in kurzfristigen ökonomischen und geopolitischen Interessen und Wahrnehmungen. In der globalen Zivilgesellschaft (Kirchen, Verbände, Bürgerinitiativen) sowie zunehmend auch auf der Ebene von Städten und in immer mehr Unternehmen wächst das Unbehagen über diese Blockaden, und es mehren sich Bestrebungen, auf die Klimapolitik Einfluss zu nehmen (Kap. 4.1).

Gleichzeitig wird von diesen Akteursgruppen eine hohe Bereitschaft zur Übernahme individueller und kollektiver Verantwortung für die Verursachung und die Vermeidung des Klimawandels gezeigt. Auf nationaler und internationaler Ebene lässt sich feststellen, dass Kirchen, Stiftungen und Gewerkschaften als bedeutende moralische Instanzen sowohl einzeln als auch in Bündnissen regelmäßig konkrete Impulse und Vorschläge in Richtung Klimapolitik senden, um Erwartungs- und Handlungsdruck aufzubauen (z.B. EKD, 2013a; ITUC, 2010; Verolme et al., 2013). Der Tenor in diesen verschiedenen Publikationen ist dabei ähnlich: Gefordert wird ein ernsthafteres und stärker auf den aktiven Klimaschutz hin orientiertes Engagement, das auf der Wahrnehmung und Übernahme der hohen eigenen Verantwortung und einem sensiblen Umgang mit Gerechtigkeitsfragen fußt. Die jeweiligen Protagonisten sehen sich dabei auch selbst in der Verantwortung, am Klimaschutz sowohl auf internationaler Ebene als auch vor Ort im eigenen Handlungsbereich zu arbeiten (z.B. Klimaschutzbericht der Evangelischen Kirche: EKD, 2011). Hierbei orientieren sie sich explizit oder implizit an den normativen Grundlagen von Vorsorge-, Gleichheits- und Verursacherprinzip. Sie richten ihr eigenes Handeln im Sinne des kategorischen Imperativs aus und wollen nicht mehr länger mitverantwortlich dafür sein, dass Klimaschutz weiter verzögert und die 2°C-Leitpläne überschritten wird. Beispiele dafür sind die vielfältigen neuen Initiativen, die in den letzten Jahren in Kommunen, Wirtschaft und Zivilgesellschaft in höherer Dichte entstanden sind und Wege zur Überwindung von Blockaden im Klimaschutz aufzeigen, wie „Sustainable Energy for All“, „Dekarbonisierung 2050“, „klimaneutrale Kirche“ oder die Netzwerke und Selbstverpflichtungen von Städten und Unternehmen.

2.3.3 Eine neue Verantwortungsarchitektur für den Klimaschutz: Das Zusammenspiel zwischen Weltbürgerbewegung und Multilateralismus

Sollte der multilaterale Prozess als Königsweg der Lösung eines globalen Gemeingutproblems stagnieren, ist damit noch lange nicht die Klimapolitik im Sinne einer globalen Verantwortungsübernahme für den Klimaschutz gescheitert. Aufgrund der oben vorgeschlagenen erweiterten Definition der „gemeinsamen Verant-

wortung“ sowie dem Nullemissionsziel ist ohnehin die gesamte Weltgesellschaft und sind alle gesellschaftlichen Akteure auch unabhängig von multilateraler oder internationaler Kooperation in der Pflicht. In Kapitel 4 werden Initiativen mit einem vielversprechenden transformativen Potenzial vorgestellt und es wird erläutert, wie deren Impulse für den globalen Klimaschutz verstärkt werden können.

Die Zielperspektive ist dabei jedoch nicht, die Verantwortung für den globalen Klimaschutz von der politischen auf eine andere gesellschaftliche Ebene zu delegieren. Es geht vielmehr darum, die Initiativen unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure und Akteurskonstellationen mit den multilateralen Verhandlungen in einer sich neu formierenden Verantwortungsarchitektur zu verbinden. Wie in Kapitel 4.6 und Kapitel 6 weiter ausgeführt wird, kann durch die zunehmende Verantwortungsaneignung der globalen Zivilgesellschaft eine stärker horizontale Verteilung von Verantwortung erreicht werden, die die vertikale Delegation von Verantwortung an die Klimadiplomatie kraftvoll ergänzt. Dabei können die unterschiedlichen Initiativen einander verstärken und ihre Wirkung auf verschiedene Akteurebenen ausdehnen. Die daraus entstehende *Weltbürgerbewegung* (Appiah, 2006; Beck, 2009; Benhabib, 2006) gibt Impulse an staatliche Akteure der internationalen Klimadiplomatie. Sie kann die Verhandlungen durch die Erweiterung des Wertehorizonts und das Aufzeigen vorbildhafter klimaschützender Praktiken und Entwicklungspfade vitalisieren. Das Zusammenspiel von Weltbürgerbewegung und multilateraler Klimadiplomatie kann weiterhin gestärkt werden, indem vielversprechenden Initiativen optimale Rahmenbedingungen zur Diffusion und Vernetzung geboten werden und ihnen Mitwirkung in der globalen klimapolitischen Arena ermöglicht wird.

2.4

Kernbotschaften

- › Die 2°C-Leitplanke und die daraus folgende Fokussierung auf das Nullemissionsziel für jedes einzelne Land, jede Region und jeden gesellschaftlichen Sektor sollten als politisches Ziel und normative Orientierung in den Klimaverhandlungen beibehalten und verbindlich verankert werden.
- › Unabhängig von einer globalen Einigung ist es die Verantwortung aller Länder, einen Transformationsprozess zu einer CO₂-emissionsfreien Wirtschaftsweise einzuleiten und umzusetzen, um auch zukünftigen Generationen Handlungsoptionen und Entwicklungschancen zu bewahren.
- › Aufgrund ihres hohen Anteils an der Verursachung des Klimawandels ist es die Verantwortung der Hochemissionsländer, die Niedrigemissionsländer in ihrer Transformation zu unterstützen.
- › Für die weiteren Klimaverhandlungen ist es sinnvoll, sich auf grundlegende Gerechtigkeitsprinzipien (wie

das Vorsorge-, Gleichheits- und Verursachungsprinzip) zu einigen und sich in der Bewertung der Ziele der einzelnen Länder auf diese zu beziehen.

- › Die Perspektive, dass die CO₂-Emissionen bis spätestens 2070 auf Null sinken müssen, bietet Akteuren auf allen Ebenen und in allen gesellschaftlichen Bereichen eine klare Orientierung für ihr Handeln, wodurch sie ihre Mitverantwortung für das Erreichen des Nullemissionsziels tragen können.

Vorschlag für ein Pariser Klimaprotokoll 2015

Die Verhandlungen zur internationalen Klimapolitik unter dem Dach der Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) bestehen derzeit im Wesentlichen (1) aus einem Mandat, den Klimaschutz bis 2020 zu verstärken sowie (2) aus einem Mandat zur Aushandlung eines für alle Staaten gültigen Klimaabkommens ab 2020 („Durban-Mandat“; Kasten 3-1). Die Basis für die internationale Klimapolitik ist der Konsens, dass die globale Erwärmung unterhalb von 2°C gehalten werden soll.

Für die Zeit bis 2020 besteht ein Flickenteppich verbindlicher und unverbindlicher Vereinbarungen. Eine kleine Gruppe von Staaten, darunter z.B. die Mitgliedstaaten der EU, hat sich auf eine zweite Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls (2012–2020) und die Erfüllung verbindlicher quantitativer Klimaschutzziele verpflichtet. Des Weiteren waren alle Staaten aufgefordert, geplante Emissionsminderungen und Ziele für den Zeitraum 2012 bis 2020 offenzulegen. Dabei handelt es sich allerdings nicht um verbindliche Verpflichtungen, sondern um ein sogenanntes „Pledge-and-Review-Verfahren“, bei dem zunächst die Staaten Klimaschutzziele zusichern (pledge), die ihnen realistisch erreichbar erscheinen. Die Zielerreichung wird zwar überprüft (review), aber es gibt keinerlei Sanktionen bei Nichterreichung. Rund 60 Länder haben solche Zusagen zur Verringerung ihrer Emissionen gemacht. Die von den Staaten bislang vorgelegten Ziele reichen insgesamt jedoch bei weitem nicht aus, um einen ambitionierten und effektiven Klimaschutz sicherzustellen, der die Einhaltung der 2°C-Leitplanke gewährleistet (UNEP, 2013a). Alle Staaten sind derzeit aufgefordert, die Ambition ihrer Klimaschutzziele bis 2020 zu erhöhen.

Für die Zeit nach 2020 soll laut dem in Durban vereinbarten Mandat bis 2015 ein neues, verbindliches Abkommen mit Geltung für alle Mitgliedstaaten der UNFCCC ausgehandelt werden (Kasten 3-1).

Der WBGU empfiehlt die Verabschiedung des Pariser Abkommens in Form eines Protokolls gemäß Art. 17 UNFCCC (Abb. 3-1). Ein auf dieser Grundlage im Konsens vereinbartes Protokoll ist rechtsverbindlich. Entscheidungen der COP mit Soft-law-Charakter sollten das Protokoll präzisieren und gegebenenfalls ergänzen. Dieses Vorgehen war auch in den bisherigen Prozessen der UNFCCC üblich, so wurde z.B. das Kyoto-Protokoll durch die COP-Entscheidung der „Marrakesh Accords“

ausgestaltet (WBGU, 2003b), und hat sich bewährt.

Der WBGU ist überzeugt, dass für das globale Problem des Klimawandels eine internationale Lösung unverzichtbar ist, die alle 196 Vertragsparteien der UNFCCC (Stand: Juli 2014) einbezieht. Politische Interessensgegensätze zwischen Entwicklungs-, Schwellen- und Industrieländern sowie innerhalb der Industrieländer blockieren derzeit einen Fortschritt unter dem Dach der UNFCCC. Trotz seiner Unbestimmtheit bietet das Durban-Mandat dennoch eine neue Chance, im Zusammenspiel mit anderen zwischenstaatlichen sowie zivilgesellschaftlichen Prozessen wirksame universelle Maßnahmen zur Bekämpfung des weiter fortschreitenden globalen Klimawandels zu vereinbaren. Im Folgenden legt der WBGU Empfehlungen vor, wie das geplante Pariser Klimaabkommen so ausgestaltet werden kann, dass es eine möglichst große Wirkung erzielt, und gleichzeitig eine realistische Chance für eine politische Machbarkeit besteht.

Der nachfolgenden Bewertung und den hierauf beruhenden Empfehlungen liegt eine Analyse einer Vielzahl wissenschaftlicher und politischer Vorschläge und Entwürfe zu Zielen und Inhalten eines Pariser Abkommens zugrunde. Ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, wird eine Auswahl bedeutender Vorschläge zum geplanten Pariser Klimaabkommen in der Tabelle 3-1 vergleichend vorgestellt (Kasten 3-2). Der WBGU schließt sich keinem der Vorschläge in Gänze an, sondern entwickelt unter Berücksichtigung der Debatte um das geplante Pariser Klimaabkommen und der politischen Machbarkeit einen Vorschlag für ein Protokoll, das mit bisherigen Ansätzen des WBGU zur 2°C-Leitplanke kompatibel ist. Ein zentrales Element des Vorschlags ist die Prozeduralisierung der 2°C-Leitplanke, das heißt durch Information, Beteiligung und Rechtsschutz soll es der Weltzivilgesellschaft ermöglicht werden, die Klimaschutzbemühungen der Vertragsstaaten am globalen Langfristziel (Kap. 3.3.1.2) zu messen, zu bewerten und zu kontrollieren, wobei der WBGU-Budgetansatz (WBGU, 2009a) als Orientierung dienen sollte (1). Neben dieser Demokratisierung des internationalen Klimaschutzregimes beinhaltet der WBGU-Vorschlag, (2) ambitionierte Akteure im Klimaschutz, wie beispielsweise Städtenetzwerke und Allianzen von Energiewendestaaten, mittels des Protokolls zu fördern und damit einen Kulturwandel des multilateralen Klimaschutzes einzuleiten, der sich nicht an den brem-

Kasten 3-1

Das Durban-Mandat

Aus dem Mandat von Durban (UNFCCC, 2011) geht nicht klar hervor, welche Rechtsform, Ziele und Instrumente das neue verbindliche Abkommen haben soll. Dies wird seither intensiv diskutiert. Einigkeit besteht darin, auf der Vertragsstaatenkonferenz (Conference of the Parties, COP) im Jahr 2015 in Paris den neuen Vertrag zu verabschieden, der ab 2020 für alle Vertragsstaaten der UNFCCC gelten soll und dessen Ambitionsniveau höher ist als zuvor. Das Durban-Mandat eröffnet im Prinzip auch die Option, ein gänzlich neues Abkommen zu vereinbaren, das die Klimarahmenkonvention (UNFCCC) ersetzen könnte. Eine derartige Option wird gegenwärtig lediglich am Rande diskutiert, da die Staaten weiterhin nach Lösungen unter dem Dach der UNFCCC suchen. Das ist aus Sicht des WBGU auch zu begrüßen, denn die Entwicklung und Vereinbarung eines gänzlich neuen Abkommens würde effektive

Treibhausgasreduktionen erheblich verzögern. Die UNFCCC verfügt bereits über eine nahezu universelle Beteiligung der Staaten (196 Vertragsparteien), die keinesfalls aufs Spiel gesetzt werden sollte. Der Versuch, die UNFCCC zu ersetzen, würde letztlich den ohnehin fragmentarischen Charakter des internationalen Klimaschutzrechts weiter verstärken sowie ambitionierte Lösungen erschweren und verzögern.

Es wird intensiv diskutiert, ob die COP in Paris lediglich ein oder mehrere „Entscheidungen“ (COP Decisions), also nicht rechtsverbindliches Völkerrecht (soft law), treffen sollte. Soft law ist zwar im Rahmen von internationalen Umweltkonventionen eine wichtige Ergänzung des verbindlichen Rechts (zur Rolle von soft law im Umweltvölkerrecht: French und Rajamani, 2013), die Beschränkung auf soft law entspricht jedoch nicht dem Durban-Mandat, da dieses auf ein Ergebnis mit Rechtskraft gerichtet ist. Der gänzliche Verzicht auf ein verbindliches Regelwerk ist mithin abzulehnen.

senden, sondern an den ambitionierten Akteuren orientiert. Zudem sollen (3) ein anspruchsvolles Pledge-and-Review-Verfahren verbindlich verankert und (4) die Einhaltung der finanziellen Zusagen der Industriestaaten erreicht werden, ab 2020 jedes Jahr 100 Mrd. US-\$ für die Unterstützung von Klimaschutz und Anpassung in Entwicklungsländern zu mobilisieren.

3.1

Leitkonzept: Prozeduralisierung der 2°C-Leitplanke

Die Verhandlungen über ein Post-Kyoto-Klimaabkommen sind deshalb in einer Sackgasse angelangt, weil die Vertragsstaaten sich nicht auf neue international verbindliche Reduktionsziele einigen wollen.

Daher erscheint es aus WBGU-Sicht sinnvoll, den Schwerpunkt eines neuen Klimaabkommens 2015 auf ver Vertragsstaatliche Freiwilligkeit und Flexibilität in Bezug auf Klimaschutzziele und Dekarbonisierungsfahrpläne zu legen. Um möglichst viele Vertragsstaaten dazu zu bewegen, ein neues Klimaabkommen in Paris zu unterzeichnen, sollte die Bestimmung des „Wieviel“ und des „Wie“ der einzelstaatlichen Beiträge zum Klimaschutz, zur Klimaanpassung und zum Umgang mit Verlusten und Schäden den Vertragsstaaten obliegen. Eine derartige Flexibilität und Freiwilligkeit in Form der Selbstverpflichtung eröffnet den Vertragsstaaten Gestaltungsspielräume. Sie trägt allerdings nur dann zum Klimaschutz bei, wenn erstens die Staaten verpflichtet werden, Klimaschutzziele und Dekarbonisierungsfahrpläne vorzulegen und zweitens diese nicht nur durch die Vereinten Nationen, sondern auch durch die Weltzivilgesellschaft einsehbar, bewertbar und kontrollierbar sind.

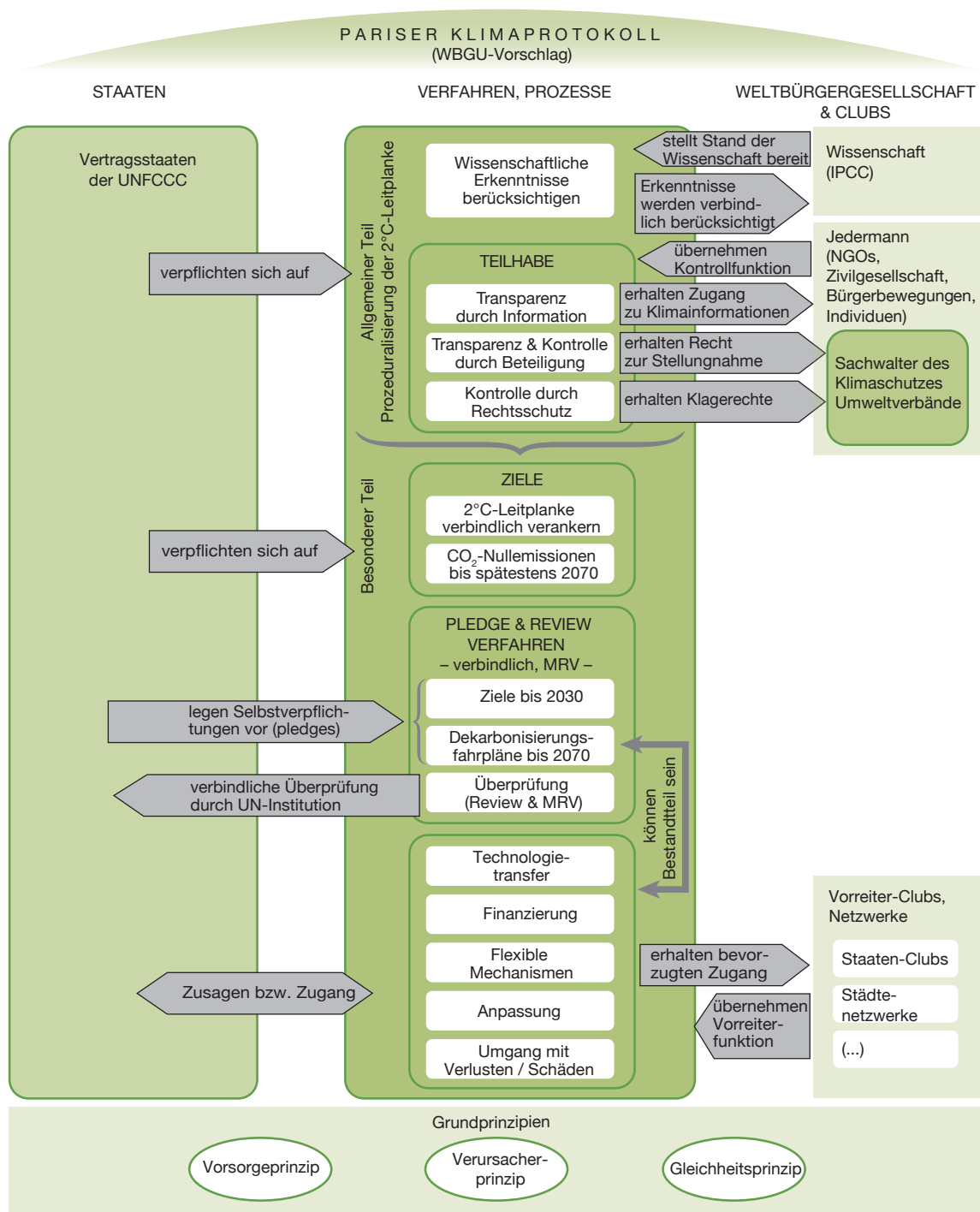
Dazu bedarf es flankierender Verfahrensregelungen, die die Rückbindung von Bewertungen und Entscheidungen an den internationalen Stand der Klimawissenschaft gewährleisten sowie Transparenz, Partizipation und Kontrollmöglichkeiten sicherstellen. Insoweit verfolgt der WBGU einen Ansatz, der als Prozeduralisie-

rung der 2°C-Leitplanke bezeichnet werden kann, da keine materiellen Reduktionsziele verpflichtend vereinbart werden.

Das Ausmaß („Wieviel“) und die Art („Wie“) der einzelstaatlichen Beiträge zur Dekarbonisierung werden vielmehr freiwillig – ohne weitere völkerrechtliche Vorgaben – durch die Vertragsstaaten selbst festgelegt. Sie sind aber zum „Ob“, also der Entwicklung von Klimaschutzzielen bis z.B. 2030 und Dekarbonisierungsfahrplänen bis spätestens 2070, verpflichtet. Insoweit verfolgt der WBGU-Vorschlag für das Pariser Klimaprotokoll einen „hybriden Ansatz“ mit verpflichtenden und freiwilligen Elementen.

Im Unterschied zum Verhandlungsprozess über neue globale Entwicklungsziele (SDG-Prozess), für welchen der WBGU die Anerkennung der 2°C-Grenze als eine umweltbezogene planetarische Leitplanke zur Sicherung der Erdsystemleistungen empfiehlt (WBGU, 2014), ist die 2°C-Leitplanke von den Vertragsstaaten der UNFCCC im Rahmen des Klimaregimes bereits mehrfach anerkannt worden. Dennoch ist rechtlich zweifelhaft, ob sie schon eine völkergewohnheitsrechtlich anerkannte Zielsetzung im Klimaregime und damit die Grenze zu einer gefährlichen anthropogenen Störung des Klimasystems im Sinne des Art. 2 UNFCCC markiert. Um diese Rechtsunsicherheit zu beseitigen, empfiehlt der WBGU, die 2°C-Leitplanke rechtsverbindlich in einem Pariser Protokoll zu verankern (WBGU, 2011, 2014). Unabdingbare Voraussetzung (conditio sine qua non) für die Einhaltung der 2°C-Grenze ist die wissenschaftlich ableitbare, langfristige Zielsetzung, CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts weltweit auf Null abzusenken; der WBGU empfiehlt, dies bis spätestens 2070 anzustreben (Kap. 1.4, 2). Dieses globale Langfristziel sollte im Pariser Protokoll ebenfalls rechtsverbindlich verankert werden (Kap. 3.3.1.2).

Angesichts des bisherigen globalen Temperaturanstiegs kann sich das Pariser Klimaprotokoll allerdings nicht auf Klimaschutzmaßnahmen beschränken, sondern muss auch Regelungen zur Anpassung an den Klimawandel und zum Umgang mit durch Klimawandel

**Abbildung 3-1**

Der WBGU-Vorschlag für ein Pariser Klimaprotokoll. Grundlagen sind das Vorsorge-, Verursacher- und Gleichheitsprinzip. Die Vertragsstaaten der UNFCCC verpflichten sich auf zwei verbindliche Teile des Pariser Klimaprotokolls. Der allgemeine Teil des Pariser Klimaprotokolls würde die Vertragsstaaten zur Einbeziehung wissenschaftlichen Sachverständs und zur Gewährleistung von Teilhaberechten verpflichten, um Transparenz und Kontrolle durch die Weltbürgergesellschaft zu fördern. Diese Maßgaben wären für alle Bereiche und Mechanismen des besonderen Teils gültig. Im besonderen Teil des Protokolls würden die 2°C-Leitplanke und als deren Konkretisierung das Ziel der CO₂-Nullemissionen bis spätestens zum Jahr 2070 verbindlich verankert. Zur Erfüllung dieser Verpflichtungen empfiehlt der WBGU ein Pledge-and-Review-Verfahren. Pledges wären (1) freiwillige Selbstverpflichtungen in Form konkreter Emissionsminderungsziele bis zum Jahr 2030 und (2) Dekarbonisierungsfahrpläne bis zum Jahr 2070. Die Pledges würden einer verbindlichen Überprüfung (Review) unterzogen. Durch regelmäßige Messung, Berichterstattung und Validierung (Monitoring, Reporting and Verification, MRV) wird die Einhaltung der festgelegten Ziele überprüft. Der besondere Teil des Abkommens sollte Regelungen zu Technologietransfer, Finanzierung, flexiblen Mechanismen, Anpassung und dem Umgang mit Verlusten und Schäden enthalten. Besonders für den Klimaschutz engagierte Vorreiter-Clubs und Netzwerke könnten bevorzugten Zugang zu Finanzierung oder Technologietransfer erhalten.

Quelle: WBGU

Tabelle 3-1

Auswertungen von Vorschlägen zum geplanten Pariser Klimaabkommen. Die Quellenangaben finden sich in Kästen 3-2.
Quelle: WBGU, 2014

	Mitigation	Monitoring, Reporting und Verification (MRV)	Adaptation	Loss and Damage	Finanzierung, Capacity Building und Technologietransfer	Marktmechanismen	Rechtsform
Haites et al. (2013)	> Pledge- & Review-Verfahren > Phase-Out THG 2050 > Ambitionslevel steigt alle 4 Jahre automatisch > keine Aufteilung in Staatengruppen im Sinne des Annex-Systems > neue Möglichkeit der Registrierung von Maßnahmen nicht staatlicher Akteure	> jährliche Verzeichnisse und halbjährliche Berichte für alle Parteien > Review durch Experten	> mehr finanzielle und institutionelle Mittel erforderlich > UN-Panel soll Vorschläge für 2015 entwickeln	> mehr finanzielle und institutionelle Mittel erforderlich > UN-Panel soll Vorschläge für 2015 entwickeln	> Finanzierung nach UN „scale of assessment“ > Technologietransfer: bestehende UNFCCC-Gremien nutzen; Verbreitung vereinfachen und fördern > Capacity Building: neue Regelungen nicht notwendig	> neues Organ für Marktmechanismen, das auch CDM- und JI-Funktionen übernimmt	> inhaltliche Regeln zunächst entscheidend; es könnte eine Mischung verschiedener Instrumente sein
Kreft und Bals (2013)	> Pledge- & Review-Verfahren > Spektrum von Verpflichtungen > Verpflichtungen abhängig vom Entwicklungsstatus	> einheitliche Standards und überprüfbares Verfahren > International Consultations & Analysis (ICA) & International Assessment & Review (IAR) fortentwickeln	> Fortführung des in Cancún entwickelten „Adaptation Framework“ > Staaten könnten sich ein Anpassungsziel setzen	> internationale „Versicherungslösung“ ähnlich der African Risk Capacity zu > Mechanismus zur Kompensation unter der UNFCCC	> die bestehenden Fonds müssen aufgefüllt werden > das Standing Committee on Finance soll den Finanzierungsmechanismus alle vier Jahre überprüfen	> Marktmechanismus, an dem nur Staaten teilnehmen dürfen, die sich zur Einhaltung des 2°C-Ziels verpflichten	> rechtlich verbindlicher Teil kurz und prägnant > ergänzt um COP-Entscheidungen
EU Submission to the ADP (2013)	> Pledge- & Review-Verfahren: regelmäßiges Assessment mit Ambitionserhöhung > Reduktionsverpflichtungen für alle unter Berücksichtigung von „common but differentiated responsibilities“ > Einhaltung des 2°C-Ziels	> System zur Kontrolle der Verpflichtungen erforderlich > Erfahrungen aus Kyoto: ICA & IAR	> Unterstützung der laufenden Bemühungen zur Anpassung > Mitigation und Adaptation sind verknüpft	> Arbeitsprogramm initiieren	> Mobilisierung weiterer Finanzmittel erforderlich > EU will fairen Anteil an den versprochenen 100 Mrd. pro Jahr bis 2020 zahlen	> Marktmechanismen als wichtige Instrumente zur Förderung der Kosteneffizienz	> rechtlich verbindliche und ambitionierte Verpflichtungen für alle Staaten in Form eines Protokolls
Edenhofer et al. (2013)	> Pledge- & Review-Verfahren mit wissenschaftlichem Review & Anreizen zur Ambitionserhöhung > graduelle, fortlaufende Ambitionserhöhung muss möglich sein	> transparentes MRV-System erforderlich	> weitere Recherche und Analyse erforderlich > Rolle privater Investitionen sollte in den Blick genommen werden		> Innovationen und Weitergabe von Mitigationstechnologien müssen finanziert werden	> Bottom-up-Marktmechanismen zulassen, verknüpfen und evtl. im Rahmen der UNFCCC koordinieren	> hybride Rechtsform mit rechtlich verbindlichen und unverbindlichen Elementen > Flexibilität des Abkommens
Sterk et al. (2013a, b)	> Abkommen mit flexibler Ausgestaltung > verschiedene Formen von Verpflichtungen > regelmäßige Überprüfung der Ambition (max. Fünfjahresabstände) > Entwicklung von ZEDS (Zero-Emission-Development-Strategies) in allen Staaten	> einheitliches System angelehnt an Regeln des Kyoto-Protokolls	> Finanzierung muss sich auch auf Anpassung richten	> Finanzierung muss sich auch auf Loss and Damage richten	> das Pariser Abkommen soll Finanzierungsverpflichtungen enthalten, die auf wissenschaftlichen Schätzungen der Bedürfnisse von Entwicklungsländern beruhen > idealiter sollte sich das Klimaregime durch „emission pricing“ selbst finanzieren	> Kritik am Emissionshandel und Kyoto-Protokoll („Basket Approach“) > kein Emissionshandel durch Regierungen	



Kasten 3-2

Ausgewählte Vorschläge zum Pariser Klimaabkommen – Quellen

- Edenhofer, O., Flachsland, C., Stavins, R. und Stowe, R. C. (2013): Identifying Options for a New International Climate Regime Arising from the Durban Platform for Enhanced Action. Policy Brief. Cambridge, MA: The Harvard Project on Climate Agreements, The Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change.
- EU Submission to the ADP (2013): Submission by Lithuania and the European Commission on behalf of the European Union and its Member States, 16. September 2013. New York: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- Haites, E., Yamin, F. und Höhne, N. (2013): Possible Elements of a 2015 Legal Agreement on Climate Change. Working Paper 16. Paris: Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDR).
- Kreft, S. und Bals, C. (2013): Warschau, Lima, Paris – Im Dreisprung zum Klimaabkommen. Ausblick auf den Klimagipfel COP 19 in Warschau. Hintergrundpapier. Bonn: Germanwatch.
- Morgan, J., Tirpak, D., Levin, K. und Daguet, Y. (2013): A Pathway to a Climate Change Agreement in 2015: Options for Setting and Reviewing GHG Emission Reduction Offers. Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute (WRI).
- Ngwadla, X., Abeyasinghe, A. C. und Freitas, A. (2013): The 2015 Climate Agreement: Lessons from the Bali Road Map. Oxford: European Capacity Building Initiative (ECBI).
- Sterk, W., Beuermann, C., Luhmann, H., Mersmann, F., Thomas, S. und Wehnert, T. (2013a): Input to the European Commission Stakeholder Consultation on the 2015 International Climate Change Agreement: Shaping international climate policy beyond 2020. Internet: <http://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/4927> (gelesen am 30. Juni 2014). Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Sterk, W., Beuermann, C., Dienst, C., Hillebrandt, K., Hermwille, L., Lechtenböhmer, S., Luhmann, H., Mersmann, F., Samadi, S., Thomas, S. und Wehnert, T. (2013b): Submission to the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action, Workstream 1: The 2015 Agreement. Internet: http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/ADP-WS1-Submission-Wuppertal-Institute.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Vieweg, M., Sterk, W., Hagemann, M., Fekete, H., Duscha, V., Cames, M., Höhne, N., Hare, B., Rocha, M. und Schmole, H. (2013): Squaring the Circle of Mitigation Adequacy and Equity: Options and Perspectives. Draft for Public Comment. Köln, Wuppertal, Berlin, Karlsruhe: Ecofys, Wuppertal Institut, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Climate Analytics, Öko-Institut.
- WWF (2013): Consultation Submission. The 2015 International Climate Change Agreement: Shaping International Climate Policy Beyond 2020. Brüssel: WWF European Policy Office.
- Zhang, Y. und Shi, H.-I. (2013): From burden-sharing to opportunity-sharing: unlocking the deadlock of climate change negotiation. *Climate Policy* 14 (1), 63–81.

erzeugten Verlusten und Schäden (Loss and Damage) enthalten. Die drei Bereiche Klimaschutz, Anpassung und Umgang mit Verlusten und Schäden sollten als instrumentelle Kaskade ausgestaltet werden: Wie auch bislang zielen Maßnahmen im Sinne des Vorsorgeprinzips in erster Linie auf *Klimaschutz*, also auf die Vorbeugung und Verhinderung einer „gefährlichen anthropogenen Störung des Klimasystems“ (Art. 2 UNFCCC). *Anpassungsmaßnahmen* sind auf einer darunterliegenden zweiten Stufe darauf gerichtet, die bereits eingetretenen sowie die zu erwartenden Wirkungen des Klimawandels abzumildern und zu begrenzen, um die Gefahren und Risiken zu vermindern. Auf einer dritten Stufe bedarf es schließlich Maßnahmen zum Umgang mit bereits durch den Klimawandel entstandenen sowie mit zukünftig entstehenden *Verlusten und Schäden*.

Nach Ansicht des WBGU sollten in einem „allgemeinen Teil“ des Pariser Protokolls für diese drei Bereiche übergreifende, prozedurale Regelungen zur Einbeziehung wissenschaftlichen Sachverständs, zur Transparenz von Bewertungs-, Entscheidungs- und Kontrollverfahren sowie zur Partizipation und Rechtsschutzmöglichkeiten verbindlich verankert werden (Kap. 3.2). In den „besonderen Teil“ des Pariser Protokolls sollten spezielle Instrumente zu den drei Bereichen Klimaschutz (2°C-Leitplanke, globales Langfristziel, Pledge-and-Review-Verfahren), Anpassung (Ausbau vorhandener Mechanismen) sowie Umgang mit Verlusten und Schäden (Warschau-Mechanismus) verbindlich aufgenom-

men werden (Kap. 3.3). Der besondere Teil sollte zudem Regelungen zu den Instrumenten der flexiblen Mechanismen, des Technologietransfers und der Finanzierung beinhalten.

Wie bereits erwähnt, sollte das Pariser Protokoll durch einen hybriden Ansatz gekennzeichnet sein, der auf einer Kombination verbindlicher und freiwilliger Elemente basiert (Edenhofer et al., 2013). Da in der UNFCCC verhandelte, international verbindliche Verpflichtungen zu Emissionsminderungen für alle Länder im Sinn eines „Top-down-Ansatzes“ politisch weithin als nicht realistisch angesehen werden, sollten im Rahmen eines Pledge-and-Review-Verfahrens (Kap. 3.3.1.3) Zielsetzungen, die mit der nationalen Politik konsistent sind (pledge), von den Vertragsstaaten im Sinn eines „Bottom-up-Ansatzes“ frei gewählt werden können. Ein verbindliches Element wäre vor allem die Verpflichtung der Staaten, sich nationale Klimaschutzziele zu setzen, diese im Rahmen der UNFCCC vorzulegen und bis z.B. 2030 national umzusetzen. Besonders relevant sind hierbei Emissionsminderungsziele. Für die Ziele sollten alle relevanten Rahmenbedingungen angegeben werden, die das Ziel international vergleichbar machen, so dass eine wissenschaftliche Überprüfung der global aggregierten Ziele im Hinblick auf die 2°C-Leitplanke möglich ist. Die Ziele sollten im Rahmen nationaler, strategischer Dekarbonisierungsfahrpläne vorgelegt werden, die erläutern, wie das globale Langfristziel, bis spätestens 2070 alle CO₂-Emissionen zu vermeiden,

Kasten 3.2-1**Die Aarhus-Konvention**

Das am 25. Juni 1998 im dänischen Aarhus verabschiedete Übereinkommen über den Zugang zu Informationen, die Öffentlichkeitsbeteiligung an Entscheidungsverfahren und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten, die sog. Aarhus-Konvention, wurde von der Wirtschaftskommission für Europa (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) entwickelt und trat 2001 in Kraft. Sie hat 47 Vertragsparteien inklusive der EU (Stand: Juli 2014). Die Aarhus-Konvention ist nicht auf Staaten der UNECE-Region begrenzt, sondern jedes Mitglied der Vereinten Nationen kann – nach Zustimmung der Vertragsstaatenkonferenz – der Konvention beitreten (vgl. Art. 19 Aarhus-Konvention). Ziel der Konvention ist es, die Zivilgesellschaft, d.h. Individuen und Nichtregierungsorganisationen, zu mobilisieren, sich umweltschützend einzusetzen und eine bessere Durchsetzung des Umweltrechts in den Mitgliedstaaten zu bewirken (Erbguth und Schlacke, 2014). Die Konvention kodifiziert eine im Umwelt(völker-)recht neuartige Rechtsentwicklung, indem sie die Mitgliedstaaten verpflichtet, Einzelnen und Verbänden Informationsansprüche, Beteiligungsrechte und Zugangsrechte zu gerichtlichen oder außergerichtlichen Kontrollverfahren zu gewähren. Damit enthält die Konvention nicht nur Vor-

gaben für Staaten, sondern verpflichtet die Vertragsstaaten gegenüber ihren Bürgerinnen und Bürgern (Schlacke, 2008). Ziel der Aarhus-Konvention ist es, Entscheidungsverfahren in Umweltangelegenheiten transparenter zu gestalten und durch die Einbeziehung der Zivilgesellschaft in ihrer Qualität zu verbessern sowie den behördlichen Vollzug von Umweltrecht zu kontrollieren (Schlacke et al., 2010). Außerdem bezweckt das Übereinkommen, eine demokratische und rechtsstaatliche (Weiter-)Entwicklung in den Vertragsstaaten zu unterstützen und folgt damit einem Leitbild pluraler Legitimation staatlicher Entscheidungen (Schlacke et al., 2010; zur Weiterentwicklung des Umweltrechts: Falke, 2004).

Im Rahmen des Pariser Klimaprotokolls sollen aus Sicht des WBGU nicht die Regelungen der Aarhus-Konvention unmittelbar auf die Mitgliedstaaten der UNFCCC übertragen werden. Allerdings sollte das Drei-Säulen-Modell der Aarhus-Konvention – (1) Zugang zu Umweltinformationen für Jedermann, (2) Öffentlichkeitsbeteiligung an umweltbezogenen Entscheidungsverfahren und (3) Zugang zu Gerichten – auf die Verwaltungs-, Entscheidungs- und Kontrollverfahren im Rahmen der UNFCCC und in das Pariser Protokoll integriert werden, um so die Weltzivilgesellschaft zu mobilisieren, klimaschützende Maßnahmen zu unterstützen und die Einhaltung von Klimaschutzverpflichtungen der Vertragsstaaten sowie der Vereinten Nationen zu befördern und zu kontrollieren.

im jeweiligen nationalen Kontext erreicht werden soll (WBGU, 2009a, 2014). Auch die Vorlage von Dekarbonisierungsfahrplänen sollte eine verbindliche Verpflichtung sein.

An die Zielsetzung sollte sich eine Überprüfung (review) durch eine Stelle der Vereinten Nationen anschließen. Damit sollte soll u.a. geprüft werden, ob die vorgelegten nationalen Ziele zusammengekommen ausreichen, um auf einen globalen Emissionspfad zu kommen, der die Einhaltung der 2°C-Leitplanke ermöglicht. Diese Überprüfung sollte ebenfalls Bestandteil des verbindlichen Protokolls sein, ebenso wie Vereinbarungen zur Messung, Berichterstattung und Validierung (Monitoring, Reporting and Verification, MRV) aller vereinbarten Maßnahmen, die sich regelmäßig wiederholen soll.

Dieser Ansatz ist zunächst vor allem darauf ausgerichtet, einen für alle Länder akzeptablen Kompromiss anzubieten. Die Ambitionen sollten im wiederholten Pledge-and-Review-Verfahren im Wechselspiel mit den nationalen Klimapolitiken der Vertragsstaaten nach und nach gesteigert werden.

Abbildung 3.1-1 zeigt den WBGU-Vorschlag für ein Pariser Klimaprotokoll. Es wird gezeigt, wie durch die Prozeduralisierung der 2°C-Leitplanke im Pariser Klimaprotokoll eine Verknüpfung zwischen staatlichem Multilateralismus und anderen Akteuren, wie beispielsweise Umweltverbänden, entstehen kann.

3.2**Pariser Protokoll: Allgemeiner Teil**

Der WBGU empfiehlt, in einem allgemeinen Teil des Pariser Protokolls 2015 für die drei Bereiche Klimaschutz, Anpassung und Umgang mit Verlusten und Schäden übergreifende Regelungen zu folgenden Punkten aufzunehmen und verbindlich zu verankern:

- Verfahrensrechtliche Einbeziehung wissenschaftlichen Sachverständs (IPCC) in Bewertungs-, Entscheidungs- und Kontrollverfahren,
- Verbesserung der Transparenz, insbesondere durch Zugang zu Informationen für Jedermann und Verpflichtungen zur Veröffentlichung von Dokumenten sowie das Recht zur Abgabe von Stellungnahmen (Partizipation) und Rechtsschutzmöglichkeiten (Verbandsklage) für „Sachwalter des Klimaschutzes“, also Verbände/NRO, die ihr Interesse am Klimaschutz nachweisen und – z.B. durch die Vertragsstaaten – anerkannt werden müssen.

Der allgemeine Teil des Pariser Klimaprotokolls sollte damit in erster Linie aus verbindlichen prozeduralen Regelungen bestehen, die zur Demokratisierung und Effektivität des Protokolls beitragen sollen und die im Folgenden näher erläutert werden.

3.2.1**Wissenschaftliche Expertise rechtsverbindlich verankern**

Maßnahmen zu Klimaschutz, Anpassung und Umgang mit Verlusten und Schäden sollten wissenschaftlich fun-

Kasten 3.2-2

Klimaklagen

Immer häufiger sehen sich insbesondere nationalstaatliche Gerichte mit sog. Klimaklagen, also Klagen von Individuen, die für einen eingetretenen Schaden den Klimawandel verantwortlich machen, konfrontiert. Darüber hinaus gibt es zusätzlich Überlegungen von Staaten, die vom Klimawandel besonders betroffen sind bzw. es in Zukunft sehr wahrscheinlich sein werden, andere Staaten, die zu den Hauptemittenten von Treibhausgasen (THG) zählen, vor einem internationalen oder sogar nationalen Gerichten zu verklagen.

Individualklagen vor nationalen Gerichten

In den USA sind z. B. die Fälle Native Village of Kivalina gegen ExxonMobil sowie Connecticut gegen American Electric Power Company und Comer gegen Murphy Oil zu nennen.

Im ersten Fall wurde die Klage der Einwohner des Dorfes Kivalina (Alaska, USA) gegen den Öl- und Gaskonzern ExxonMobil in erster Instanz mit der Begründung der Nichtjustizialität des Klimawandels als politische Frage (political question doctrine) abgewiesen (US District Court for ND California, Oakland Division, C 08-1138 SBA, 30.9.2009; Erling, 2010). Auch vor dem Berufungsgericht scheiterten die Kläger (US Court of Appeals for the Ninth Circuit, 09-17490, 21.9.2012; Frank, 2013).

Im Fall von Comer gegen Murphy Oil, in dem Opfer des Hurrikans Katrina gegen mehrere Energieversorgungsunternehmen klagten, bejahte das zuständige Gericht zunächst die Zulässigkeit. Bemerkenswert war in diesem Fall insbesondere die Argumentation, dass die Energieversorgungsunternehmen durch die Lieferung von Kohle oder deren Verbrennung und dadurch entstehende Emissionen zum Klimawandel beitragen und letztendlich Auslöser für den Hurrikan und daraus resultierende Schäden gewesen seien (Erling, 2010). Nach weiteren Verfahrensschritten wurde die Klage jedoch endgültig abgewiesen (US Court of Appeals for the Fifth Circuit, 12-60291, 14.5.2013).

Im Fall Connecticut gegen American Electric Power Company, in welchem mehrere amerikanische Bundesstaaten gegen die größten Emittenten von THG in den USA klagten, lehnte es der US Supreme Court als letzte Instanz ab, durch Urteilspruch den Beklagten Grenzen für den Ausstoß von THG aufzuerlegen. Dies falle unter die Zuständigkeit der Environmental Protection Agency (EPA) (US Supreme Court, 10-174, 20.6.2011).

Staatenklagen vor dem Internationalen Gerichtshof

Der vom Klimawandel besonders bedrohte Inselstaat Tuvalu erwog bereits am Anfang dieses Jahrtausends, Hauptemittenten von CO₂, namentlich die USA und Australien, vor dem Internationalen Gerichtshof (IGH) respektive nationalen Gerichten für ihren Beitrag zum Klimawandel zu verklagen. Dieses Vorhaben wurde allerdings nie durchgeführt (Ralston et al., 2004).

Der Nachbarstaat Palau verfolgt nun in Zusammenarbeit mit anderen Staaten eine Kampagne mit dem Ziel, völkerrechtliche Fragen der Haftung für den Klimawandel mittels einer Advisory Opinion durch den IGH klären zu lassen und hierdurch Aufmerksamkeit auf die völkerrechtlichen Aspekte des Klimawandels zu lenken. An den IGH soll zunächst nur die Frage herangetragen werden, welchen Verpflichtungen in Bezug auf den Klimawandel die Staaten nach geltendem Völkerrecht unterliegen (Yale Center for Environmental Law and Policy, 2012:8). Nach Art. 38 Abs. 1 IGH-Statut zählen zu den Quellen des Völkerrechts u. a. das Völkervertragsrecht (lit. a) und das Völkergewohnheitsrecht (lit. b).

Völkervertragsrecht und Klimawandel

Nach Art. 2 UNFCCC setzen sich die Vertragsparteien das Ziel,

eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems zu verhindern. Es lässt sich durchaus vertreten, dass es sich hierbei nicht nur um eine politische Aussage handelt, sondern um eine vertragsrechtliche Verpflichtung (Yale Center for Environmental Law and Policy, 2012:20; Voigt, 2008). Auch die Verpflichtung zu Minderungen für entwickelte Länder und Annex-I-Staaten gemäß Art. 4 Abs. 2 UNFCCC kann als bindend ausgelegt werden (Yale Center for Environmental Law and Policy 2012:21; Voigt 2008). Um den Verpflichtungen aus der UNFCCC gerecht zu werden, müssten die Vertragsparteien beispielsweise ihre THG-Reduktionsbemühungen regelmäßig an den Stand der Wissenschaft anpassen, um eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems zu verhindern (Yale Center for Environmental Law and Policy, 2012:21). Weitere völkervertragsrechtliche Verpflichtungen lassen sich beispielsweise aus dem Kyoto-Protokoll oder der UN-Seerechtskonvention ableiten (Yale Center for Environmental Law and Policy, 2012:22 ff.). Selbst bei einer Bewertung dieser vertraglichen Verpflichtungen als zu wenig konkret lassen sich staatliche Verpflichtungen mittels des Völkergewohnheitsrechts herleiten.

Völkergewohnheitsrecht und Klimawandel

Von besonderer Bedeutung für die Problematik des Klimawandels ist im Völkergewohnheitsrecht das Konzept der Verantwortlichkeit für grenzüberschreitende Umweltbeeinträchtigungen („transboundary harm“). Mit dem Trail-Smelter-Schiedsspruch (1941) wird das Verbot erheblicher grenzüberschreitender Schädigungen begründet, das mittlerweile zum Völkergewohnheitsrecht zählt (von Arnould, 2012:347). Staaten dürfen hiernach ihr Territorium nicht in einer Art und Weise nutzen bzw. nutzen lassen, die zu erheblichen Umweltschädigungen auf dem Territorium anderer Staaten führt. Für eine aus der schädigenden Nutzung, z. B. Emission von Treibhausgasen, resultierende Haftung muss der haftungsausfüllende Tatbestand erfüllt sein, d. h. es muss ein Schadenseintritt auf dem Gebiet des einen Staates durch menschliche Handlung auf dem Gebiet des anderen Staates vorliegen, wobei der Schaden erheblich und die Sorgfaltspflichtverletzung kausal für den Schaden gewesen sein muss (Erbguth und Schlacke, 2014:169). Dass Anhaltspunkte dafür bestehen, dass durch den aus der Emission von THG resultierenden Klimawandel und seine Folgen wie den Meeresspiegelanstieg erhebliche Schäden entstehen (werden), ist durch wissenschaftliche Untersuchungen, u. a. die IPCC-Berichte, in ausreichendem Maße nachgewiesen (Frank, 2014). Problematisch ist allerdings, dass es sich bei Schäden, die möglicherweise auf den Klimawandel zurückzuführen sind, um Summationsschäden handelt, bei denen der Verursachungsbeitrag eines Einzelstaates kaum feststellbar sein dürfte. Überlegungen, die diese Kausalitäts- und Zurechnungsproblematik zu überwinden suchen, stützen sich auf die International Law Commission (ILC) Draft Articles on Prevention of Transboundary Harm from Hazardous Activities und die Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts (Frank, 2014). Als Nebenorgan der UN-Generalversammlung ist es die Aufgabe der ILC, bestehendes Völkergewohnheitsrecht zu erfassen und weiterzuentwickeln.

Unterstellte man nun eine Haftungsbegründung unter Berufung auf die ILC-Draft-Articles, wäre die Rechtsfolge aus dem oben genannten Anspruch in Bezug auf grenzüberschreitende Schädigungen, dass der Staat, von dessen Gebiet die Schädigung ausgeht, die schädigende Nutzung unterlassen bzw. unterbinden müsste und einer Schadensersatzpflicht nach den Grundsätzen völkerrechtlicher Verantwortlichkeit unterläge. Der IGH hat darüber hinaus in einem anders gelagerten Fall entschieden, dass vorgelagert auch eine Pflicht der Staaten zur Schadensprävention besteht (von Arnould, 2012:347, „Pflicht zur aktiven Schadensvorbeugung“).

Zuletzt bliebe die Frage, ob Staaten Schadenersatzansprüche geltend machen könnten, wenn sie selbst zum Klimawandel

beigetragen haben. Gemäß Art. 39 ILC-Responsibility Draft muss bei der Bemessung eines Ausgleichsanspruchs der Beitrag des Staates, der auf Schadensersatz klagt, zum Schaden einbezogen werden (Frank, 2014). Offen bleibt, wie ein nur minimaler Beitrag zum Klimawandel – wie es bei kleinen Inselstaaten der Fall ist – in diese Kalkulation einbezogen werden würde.

Präventions- und möglicherweise darüber hinausgehende (Schadenersatz-)Verpflichtungen der Staaten lassen sich aus dem Völker(gewohnheits-)recht herleiten. Zahlreiche Rechtsfragen im Hinblick auf die Durchsetzung dieser Verpflichtungen mittels der Klage einzelner Bürger oder betroffener Staaten mittels eines Anspruchs sind indes noch nicht abschließend geklärt. Besonders problematisch sind die Zurechnung von Verursachungsbeiträgen zu Klimaschäden, die Beweislast und die Verwirkung von Ansprüchen. Initiativen wie die des Inselstaates Palau oder die Einsetzung des ILC Special Rapporteurs zum Thema des Schutzes der Atmosphäre (ILC, 2014) sind im Sinne einer Fortentwicklung der Durchsetzung des Völkerrechts begrüßenswert.

Rolle von Individuen und Nichtregierungsorganisationen in der globalen Arena

Ergänzend zur Notwendigkeit der Klärung der noch offenen völkerrechtlichen Fragen sollten national und global tätige Umweltverbände als Teile der Weltzivilgesellschaft als „Anwälte des Klimas“ mit der (gerichtlichen oder außergerichtlichen) Durchsetzung klimavölkerrechtlicher Pflichten betraut werden. So könnte Umweltverbänden einerseits national eine Klagebefugnis zugewiesen werden, über die sie im Sinne einer Prozessstandschaft für einzelne Bürger Kompensationspflichten gerichtlich oder außergerichtlich geltend machen könnten. Andererseits könnten diese Umweltverbände auch international (z.B. im Rahmen des Pariser Protokolls) mit dieser Aufgabe betraut werden. Eine solche Anerkennung der Völkerrechtssubjektivität von Verbänden wäre aufgrund ihrer Bündelfunktion durchaus gerechtfertigt.

diert sein (Kreft und Bals, 2013) und laufend an den neuesten Stand der Wissenschaft angepasst werden. An dieser Stelle ist die Arbeit des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), welcher das weltweite Wissen über den Klimawandel regelmäßig bewertet (Kap. 1), faktisch von sehr hoher Bedeutung. Beim IPCC handelt es sich um einen weltweit einzigartigen Prozess der Aufarbeitung und wissenschaftlichen Bewertung des Klimawandels. Der Stand der Wissenschaft zum Klimawandel, der vom IPCC in regelmäßigen Abständen in den Sachstandsberichten sowie in Sonderberichten ermittelt wird (eine Auswertung des aktuellen 5. IPCC-Sachstandsberichts erfolgt in Kap. 1), sollte nach Ansicht des WBGU die Grundlage für Maßnahmen und Instrumente des Klimaschutzes, der Anpassung und des Umgangs mit Schäden bilden.

Bisher werden wissenschaftliche Forschungsergebnisse über das Fortschreiten des Klimawandels im System der UNFCCC über den Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) berücksichtigt und einbezogen. Art. 9 Abs. 2 UNFCCC fordert, dass der SBSTA unter „Heranziehung bestehender zuständiger internationaler Gremien“ tätig werden soll. Ein direkter Verweis auf den IPCC wurde im Hinblick auf die Gefahr politischer Einflussnahme auf den IPCC bewusst unterlassen (Bodansky, 1993:535). Im Rahmen der ersten COP wurden die Aufgaben des SBSTA definiert (UNFCCC, 1995), der sich auf kompetente Gremien beziehen soll, u. a. den IPCC. Die UNFCCC enthält also weder eine Verpflichtung zur Berücksichtigung des Standes der Wissenschaft in Entscheidungsverfahren, noch regelt sie präzise, wie der Stand der Wissenschaft in Entscheidungsverfahren einbezogen werden soll.

In den Entscheidungen der COP von Cancún ist die Überprüfung der Angemessenheit des globalen Langfristziels („review [of] the adequacy of the long-term global goal“) vorgesehen, die explizit den IPCC berücksichtigen soll (UNFCCC, 2010: Art. V.). Diese Überprüfung der 2°C-Leitplanke soll 2015 abgeschlossen werden. Insoweit werden derzeit die Ergebnisse des IPCC in

die Entscheidungen faktisch einbezogen.

Der WBGU empfiehlt darüber hinaus eine rechtsverbindliche Verankerung der Verpflichtung der Vertragsstaaten, den vom IPCC bereitgestellten Stand der Wissenschaft in allen drei Bereichen (Klimaschutz, Anpassung, Umgang mit Schäden) nach Maßgabe des Vorsorgeansatzes zu berücksichtigen und in die Entscheidungsfindung einzubeziehen.

3.2.2

Größtmögliche Transparenz durch Information gewährleisten

Transparenz spielt in verschiedenen Vorschlägen zum geplanten Pariser Klimaabkommen eine Rolle (z.B. Edenhofer et al., 2013), sie kann allerdings sehr unterschiedlich ausgestaltet sein. In Anknüpfung an die 2001 in Kraft getretene Aarhus-Konvention (UNECE-Übereinkommen über den Zugang zu Informationen, die Öffentlichkeitsbeteiligung an Entscheidungen und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten; Kasten 3.2-1) versteht der WBGU unter Transparenz den Zugang zu Klimainformationen für Jedermann und die Pflicht von Behörden oder sonstigen öffentlichen Stellen der Vertragsstaaten oder internationaler Organisationen zur Veröffentlichung von Dokumenten. Zweck des Zugangs zu Klimainformationen ist es, die Kontrolle von Vertragsstaaten und Stellen der UNFCCC durch die Weltzivilgesellschaft zu ermöglichen und eine Demokratisierung der und Teilhabe an Entscheidungsverfahren sowie Akzeptanz der Entscheidungen zu fördern. Um diese Zwecke zu erreichen, sollte eine weitgehende Transparenz im Sinne eines freien Zugangs zu allen relevanten Daten für die Öffentlichkeit (z.B. Bürgerinnen und Bürger, Umweltverbände, Vorreiter-Clubs) sowie flankierend die aktive Veröffentlichung aller Daten von Verfahrensbeteiligten gewährleistet sein.

3.2.3

Akzeptanz und Kontrolle durch Beteiligung fördern

Für die Kontrolle und Akzeptanz von Maßnahmen und Entscheidungen ist es bedeutsam, dass Verbänden/NRO, die sich für den Klimaschutz einsetzen („Sachwalter des Klimaschutzes“), dies nachweisen und ggf. durch die Vertragsstaaten anerkannt sind, Beteiligungsmöglichkeiten an Entscheidungsprozessen eingeräumt werden. Ebenfalls im Sinne der Aarhus-Konvention sollte diesen Sachwaltern das Recht eingeräumt werden, Stellungnahmen abzugeben, die in Bewertungs- und Entscheidungsprozessen der UNFCCC zu berücksichtigen sind. Bislang erlaubt Art. 7 Abs. 6 UNFCCC lediglich die Teilnahme von Beobachtern an den Vertragsstaatenkonferenzen, solange nicht mindestens ein Drittel der Vertragsparteien der Zulassung als Beobachter widerspricht. Den Status als Beobachter können u. a. die Vereinten Nationen, ihre Sonderorganisationen oder auch Nichtregierungsorganisationen, die allerdings nicht notwendigerweise alle „Sachwalter des Klimaschutzes“ im oben genannten Sinn sind, erhalten. Faktisch haben die bislang von der UNFCCC anerkannten Beobachter Rederecht und dürfen Eingaben (submissions) machen, die vom Sekretariat veröffentlicht werden. Es gibt allerdings kein Recht auf Abgabe von Stellungnahmen und keine zwingende Verpflichtung, diese zu berücksichtigen. Der WBGU empfiehlt, den oben genannten Verbänden bzw. NRO, die als Sachwalter des Klimaschutzes fungieren, genau diese Rechte einzuräumen. So sollen sich die Vertragsstaaten zu einer Behandlung der Eingaben von anerkannten Sachwaltern des Klimaschutzes verbindlich verpflichten, um Akzeptanz und Kontrollmöglichkeiten zu verbessern. Die Auswahl der Verbände und NRO, die die Sachwalterfunktion wahrnehmen sollen, soll sich insbesondere an dem Kriterium orientieren, dass sie Klima- und/oder Umweltschutz bezwecken. Regelungen und Kriterien zur Zulassung als Sachwalter des Klimaschutzes könnten als soft law im Rahmen des Pariser Protokolls entwickelt werden. Die Anerkennung kann durch die Mitgliedstaaten als Umsetzung der Vorgaben aus dem Protokoll erfolgen. Eine ähnliche Rechtsposition könnte auch solchen Vorreiter-Clubs (Kasten 3.3-2) eingeräumt werden, die nicht lediglich aus Staaten bestehen, sondern unter Beteiligung von zivilgesellschaftlichen Akteuren agieren.

3.2.4

Befolgung durch Klagerechte verbessern

Zudem ist es für die Kontrolle der Einhaltung von Vorschriften des Pariser Protokolls durchaus notwendig, diese nicht allein den Vertragsstaaten zu überlassen. Die Kontrolle der vertragsstaatlichen Verpflichtungen könnte gleichermaßen den Sachwaltern des Klimaschutzes übertragen werden, deren Auswahl nach den oben genannten Kriterien erfolgen soll. Auch

Vorreiter-Clubs mit Beteiligung zivilgesellschaftlicher Akteure könnten bei der Auswahl in Betracht gezogen werden. Eine derartige Kontrolle könnte vor einer internationalen Gerichtsbarkeit oder außergerichtlich erfolgen; dieser Aspekt bedarf freilich der weiteren Diskussion und Fortentwicklung des internationalen Rechtsschutzes.

So würde auch die dritte Säule der Aarhus-Konvention übertragen, die eine solche gerichtliche oder außergerichtliche Kontrolle durch ausgewählte Umweltverbände vorsieht (Art. 9 AK). Ohne Rechtsschutz bestünde die Gefahr, dass die erste und zweite Säule leer laufen sowie sonstige Klimaverpflichtungen nicht kontrolliert werden.

Auf diese Weise würde eine Form der Kontrolle geschaffen, die zumindest dazu führen könnte, dass eingegangene Verpflichtungen durch die Staaten eingehalten werden. Viele Fragen in Bezug auf Ansprüche zwischen Staaten oder Ansprüche von Individuen gegen Staaten oder auch Konzerne, wenn bereits ein Schaden, der auf den Klimawandel (mit) zurückzuführen ist, eingetreten ist, sind überwiegend noch offen oder nur teilweise beantwortet (Kasten 3.2-2).

.....

3.3

Pariser Protokoll: Besonderer Teil

Der besondere Teil des vom WBGU vorgeschlagenen Pariser Protokolls enthält für die drei Bereiche Klimaschutz, Klimaanpassung und Umgang mit Verlusten und Schäden verbindliche und spezifische Regelungen und Maßnahmen. Diese sind, vor allem aufgrund des hybriden Ansatzes, d. h. der Kombination selbstverpflichtender und verbindlicher Elemente, geeignet, den Vertragsstaaten Spielräume für eine zukunfts offene und flexible Gestaltung zu eröffnen.

3.3.1

Klimaschützende Maßnahmen

Wie bereits angedeutet, ist es für den Klimaschutz (mitigation) unerlässlich (*conditio sine qua non*), dass sich die Staatengemeinschaft im Rahmen des globalen Klimaschutzregimes dazu verpflichtet, die 2°C-Leitplanke einzuhalten und ein globales Langfristziel zur Emissionsminderung zu formulieren sowie beides umzusetzen. Hierzu sollte angesichts der aktuellen Verhandlungssituation das Pledge-and-Review-Verfahren ausgebaut und als zentraler klimaschützender Mechanismus verankert werden. Der WBGU setzt sich ferner für die Fortführung und -entwicklung von flexiblen Mechanismen ein. Auch der Technologietransfer bedarf des Ausbaus und der Ausgestaltung.

3.3.1.1

2°C-Leitplanke als rechtsverbindlichen Maßstab verankern

Die 2°C-Leitplanke markiert das Niveau der globalen gemittelten Oberflächentemperatur im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, das nicht überschritten werden darf, wenn intolerable Umweltschäden vermieden werden sollen (WBGU, 1995:111 f.; 2014). Weder der Text der UNFCCC noch das Kyoto-Protokoll statuieren die 2°C-Leitplanke.

Die 2°C-Leitplanke könnte das in Art. 2 UNFCCC verankerte oberste Ziel der Klimarahmenkonvention, eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems zu verhindern, konkretisieren und insoweit Verbindlichkeit erlangen. Die gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems wird in der Klimarahmenkonvention weder definiert noch mittels einer Schwelle, deren Überschreitung verhindert werden müsste, konkretisiert (Schlacke, 2014a). Grundsätzlich liegt diese Konkretisierung bei einem internationalen Vertragswerk wie der Klimarahmenkonvention in den Händen der Vertragsparteien. Die Vertragsparteien haben eine derartige Konkretisierung bisher jedoch nicht mittels eines bindenden Rechtssatzes, also einer Änderung des Übereinkommens im Sinne von Art. 15 UNFCCC oder eines Protokolls gemäß Art. 17 UNFCCC, unternommen.

Die 2°C-Leitplanke fand zum ersten Mal Eingang in den Kopenhagen Accord von 2009 und war Teil der Cancún Agreements von 2010 (UNFCCC, 2010), des Durban Outcomes von 2011 (UNFCCC, 2011), des Doha Climate Gateway von 2012 (UNFCCC, 2012) und des Warsaw Outcomes von 2013 (UNFCCC, 2013a). Der Kopenhagen Accord von 2009 fand nicht den Konsens aller Vertragsparteien. Die anderen vier Anerkennungen der 2°C-Leitplanke durch die Vertragsstaaten erfolgten in Form von Entscheidungen der COP als soft law.

Die Benennung der 2°C-Leitplanke von 2010 bis 2013 in Form von im Konsens getroffenen COP-Entscheidungen könnte eine Übung der Vertragsstaaten gemäß Art. 31 Abs. 3 lit. b Wiener Vertragsrechtskonvention (WVK) sein, die Art. 2 der UNFCCC interpretiert. Die völkergewohnheitsrechtliche Regelung des Art. 31 WVK (ICJ, 1999: Rn. 18; Dörr und Schmalenbach, 2012: 523) findet auf die UNFCCC Anwendung. Ob eine derartige viermalige Anerkennung der 2°C-Leitplanke zur Begründung einer derartigen Übung bereits für eine Verbindlichkeit ausreicht, ist umstritten. Um rechtliche Zweifel auszuräumen, die zu einer Verhinderung oder zumindest Hemmung der Operationalisierung der 2°C-Leitplanke führen könnten, empfiehlt der WBGU die rechtliche Verankerung der Leitplanke im Pariser Klimaprotokoll.

3.3.1.2

Globales Langfristziel verbindlich festlegen

Für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke hält es der WBGU für unabdingbar, dass als globales Langfristziel vereinbart wird, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 weltweit auf Null abzusenken. Diese

wissenschaftlich ableitbare Folgerung aus der 2°C-Leitplanke (Kap. 1.4) sollte im Pariser Protokoll rechtsverbindlich verankert werden. Der Grund hierfür ist, dass in den Klimaschutzszenarien des IPCC, die eine Einhaltung der 2°C-Leitplanke erlauben, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts um oder unter Null liegen (Kap. 1.8, 2). Je früher die CO₂-Emissionen gesenkt werden, desto weniger sind netto „negative Emissionen“ notwendig, d.h. die noch nicht kommerziell erprobte aktive Aufnahme und Einlagerung von CO₂ aus der Atmosphäre. Der WBGU empfiehlt daher nicht nur, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis 2070 weltweit auf Null abzusenken (WBGU, 2014), sondern auch die Verankerung dieses Erkenntnis als globales Langfristziel im Pariser Klimaprotokoll.

3.3.1.3

Vertragsstaatliche Zusagen zur CO₂-Reduktion und Überprüfungsverfahren (Pledge-and-Review-Verfahren)

Neben der verbindlichen Verankerung der 2°C-Leitplanke bedarf es – wie vielfach vorgeschlagen (z.B. Haites et al., 2013; Kreft und Bals, 2013; Edenhofer et al., 2013) – einer Operationalisierung dieser Leitplanke, d.h. eines Herunterbrechens auf einzelstaatliche Verpflichtungen zur Reduktion von Treibhausgasen. Der WBGU hat mit dem Budgetansatz (WBGU, 2009a) einen Weg aufgezeigt, wie die 2°C-Leitplanke sinnvoll und fair operationalisiert werden kann. Diesen Vorschlag sieht der WBGU weiterhin als eine effektive Lösung für die Bekämpfung des Klimawandels an (Kap. 2). Im Hinblick auf die vorherrschende politische Verhandlungssituation ist der Budgetansatz allerdings nicht konsensfähig und die Festlegung international verbindlicher Reduktionsziele für alle Vertragsstaaten im Sinn eines „Top-down-Ansatzes“ derzeit nicht durchsetzbar. Daher hält es der WBGU für geboten, hier Vorschläge zu unterbreiten, die politisch machbar erscheinen und dennoch ambitioniert sind.

Insofern sollte der auf der Vertragsstaatenkonferenz in Kopenhagen 2009 initiierte Pledge-and-Review-Prozess fortgeführt, erweitert und standardisiert werden, um die Akzeptanz und Befolgung dieses Verfahrens durch die Vertragsstaaten zu stärken. Erste Voraussetzung eines ambitionierten Pledge-and-Review-Verfahrens ist die Akzeptanz von wissenschaftlichen Erkenntnissen, die zeigen, welche Anforderungen an Emissionsentwicklungen bestehen, wenn die 2°C-Leitplanke nicht überschritten werden soll. Wie bereits begründet (Kap. 1.2), sollten die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 weltweit auf Null abgesenkt werden (WBGU, 2014).

Erster Schritt: Pledge

Erster Schritt des Pledge-and-Review-Verfahrens (Haites et al., 2013; Edenhofer et al., 2013; Zhang und Shi, 2014) ist die Formulierung von Angeboten durch die Staaten, die nach Ansicht des WBGU (1) selbst gewählte

Kasten 3.3-1**Welche Emissionsminderungen sind bis 2030 nötig, um die 2°C-Leitplanke einzuhalten?**

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht macht deutlich, dass vom Jahr 2011 an insgesamt nur noch etwa 1.000 Gt CO₂ aus anthropogenen Quellen emittiert werden dürfen, wenn die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln unterhalb von 2°C gehalten werden soll (IPCC, 2013b). Der WBGU hat in früheren Gutachten Zahlen zum globalen Budget vorgelegt, die sich davon methodisch unterscheiden (WBGU, 2009a, 2011). Die Abschätzungen des WBGU auf Grundlage der Arbeiten u.a. von Meinshausen et al. (2009) und Friedlingstein et al. (2010) ergaben für den Zeitraum 2011 bis 2050 ein Budget von 750 Gt CO₂ aus fossilen Quellen, das nicht überschritten werden darf, wenn die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln unterhalb von 2°C gehalten werden soll (WBGU, 2011). Das vom WBGU genannte Budget bezieht sich auf einen eingeschränkten Zeitraum (2011 bis 2050) und beinhaltet nicht die CO₂-Emissionen aus Landnutzungsänderungen; insofern steht es nicht mit der vom IPCC genannten Zahl im Widerspruch, vielmehr ist es mit ihr kompatibel.

Eine Aufteilung dieses globalen Budgets auf die Staaten gemäß ihres Anteils an der Weltbevölkerung, wie es der WBGU im Jahr 2009 vorgeschlagen hat, lässt eine Ableitung nationaler Budgets zu (WBGU, 2009a). In Abwesenheit eines globalen Regimes mit Top-down-Ansatz, unter dem diese Budgets festgelegt und zwischen den Staaten gehandelt werden können, ist jedoch ein Ausgleich zwischen den so zugeordneten Emissionsbudgets und den realen Emissionsminderungspotenzialen der einzelnen Länder sowie dem zeitlichen Verlauf ihrer Nutzung schwierig. Daher ist auch die Ableitung konkreter nationaler Emissionsminderungsziele bis 2030 aus dem globalen Budget allein nicht eindeutig möglich; im Folgenden werden deshalb weitere Ergebnisse zu transformativen Szenarien herangezogen.

Analysen der Arbeitsgruppe III des IPCC (IPCC, 2014d) zeigen, dass die globalen Emissionen aller Gase im Jahr 2030 bei weniger als 50 Gt CO₂eq liegen sollten, wenn die anschließend notwendigen Emissionsminderungsraten nicht zu hoch werden sollten. Analysen von UNEP (2013a) nennen hierfür einen Wert von 35 Gt CO₂eq (Bandbreite: 32–42 Gt CO₂eq). Eine Variante, aus diesen global möglichen Emissionen für das Jahr 2030 nationale Emissionsbegrenzungsziele abzulei-

ten, hat der WBGU im Jahr 2011 bereits für das bestehende Pledge-and-review-System vorgestellt (WBGU, 2011:329): In Anlehnung an den WBGU-Budgetansatz könnten auch die global möglichen Emissionen für das Jahr 2030 anhand ihres Anteils an der Weltbevölkerung auf die Staaten aufgeteilt werden. Dies würde bei globalen Emissionen von 35 Gt CO₂eq und ausgehend von den Bevölkerungszahlen des Jahres 2010 beispielsweise für die EU eine Emissionsmenge von 2,5 Gt CO₂eq für das Jahr 2030 ergeben, entsprechend einer Minderung um etwa 50% gegenüber dem Jahr 1990. Für die USA ergäbe sich eine Emissionsmenge von 1,6 Gt CO₂eq (entsprechend einer Reduktion um etwa 70% gegenüber 1990), für China 7 Gt CO₂eq (was etwa einer Verdopplung der Emissionen von 1990 entspricht). Die so abgeleiteten Ziele sollten als Orientierung für einen gerechten Beitrag der Staaten zum Klimaschutz herangezogen werden. Es ist jedoch abzusehen, dass in einigen Industrieländern die so abgeleiteten Minderungsziele nur zu hohen Kosten erreicht werden könnten, während in einigen Entwicklungsländern möglicherweise Emissionsminderungspotenziale ungenutzt blieben. Mit Blick auf die Gesamtkosten der Transformation wäre hier also eine Flexibilisierung der Zielerreichung sinnvoll. Betrachtet man die abgeleiteten Ziele als die Gesamtverantwortung, die ein Staat für den globalen Klimaschutz übernehmen sollte, kann sich dies etwa zusammensetzen aus einem etwas niedriger angesetzten Ziel für die Minderung im eigenen Land und ergänzenden Zusagen, Finanz- und Technologietransfers für zusätzliche Minderungen in einem anderen Land zu leisten (WBGU, 2011:329). Dies erfordert jedoch, dass die reale Emissionsminderung in dem Land, das die Transfers empfängt, entsprechend höher ausfällt als ihr Minderungsziel, das sich aus dem oben skizzierten Schema ergibt. Auch über flexible Mechanismen kann ein solcher Ausgleich geschaffen werden (Kap. 3.3.4). Letztlich muss es darum gehen, dass in allen Ländern eine Transformation in Richtung einer Wirtschaftsweise ohne CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern eingeleitet wird (Kap. 2).

Höhne et al. (2013) haben Aufteilungen globaler, mit der 2°C-Leitplanke kompatible Emissionen nach verschiedenen Gerechtigkeitskonzepten zusammengefasst und ausgewertet. Tabelle 3.3-1 zeigt die Spannweite der Minderungsziele bis zum Jahr 2030, die sich dabei für verschiedene Staatengruppen ergeben. Die vom WBGU empfohlenen Ziele liegen innerhalb der Bandbreite der Werte dieser Tabelle.

Tabelle 3.3-1

Aus unterschiedlichen Ansätzen der Lastenteilung (Effort-sharing-Systemen) abgeleitete Minderungsziele für einzelne Staatengruppen für das Jahr 2030 gegenüber 2010 und gegenüber 1990 (Kyoto-Bezugsjahr). OECD 1990 umfasst Nordamerika (USA, Kanada), Westeuropa sowie Japan, Australien und Neuseeland; EIT bezeichnet die Transformationsländer (u.a. Osteuropa und die Russische Föderation); ASIA umfasst Südasien (u.a. Indien, Bangladesch, Pakistan), Ostasien (u.a. China, Korea, Mongolei) sowie Südostasien und Pazifik; MAF umfasst den Nahen Osten, Nordafrika sowie Afrika südlich der Sahara; LAM umfasst Lateinamerika und die Karibik.

Quelle: Höhne et al., 2013

	Abgeleitete Minderungsziele (2030 gegenüber 2010)	Abgeleitete Minderungsziele (2030 gegenüber 1990)
OECD 1990	–37% bis –75%	–33% bis –74%
EIT	–28% bis –53%	–52% bis –69%
ASIA	+7% bis –33%	+100% bis +25%
MAF	+24% bis –7%	+159% bis +95%
LAM	–15% bis –49%	–3% bis –41%

Kasten 3.3-2**Klima-Clubs im internationalen Klimaregime stärken**

Klima-Clubs sollten als Vorreiter für Klimaschutz durch die UNFCCC unterstützt werden. Durch die Stärkung von Clubs sollten die UNFCCC-Vertragsstaaten einen Kulturwandel des multilateralen Klimaschutzes fördern, der sich nicht an den bremsenden, sondern an den ambitionierten Akteuren orientiert. Ein flexibilisierter, modularer Multilateralismus der unterschiedlichen Geschwindigkeiten könnte die UN-Verhandlungen dynamisieren (Kap. 4.2).

Klima-Clubs sind Zusammenschlüsse von Akteuren (z.B. Staaten, Städte oder auch zivilgesellschaftliche Akteure), die sich ambitionierte und innovative Ziele in den Bereichen Klimaschutz, Anpassung oder Umgang mit Klimaschäden setzen, die über das allgemeine Ambitionsniveau im Rahmen der UNFCCC hinausgehen (Kap. 4.2). Die UNFCCC ist nach ihrem Wortlaut grundsätzlich offen für ergänzende Maßnahmen (Weischer und Morgan, 2013: 12). Art. 3 Abs. 3 UNFCCC bestimmt beispielsweise: „Bemühungen zur Bewältigung der Klimaänderungen können von interessierten Vertragsparteien gemeinsam unternommen werden.“ Bisher gibt es jedoch kein formalisiertes Verfahren zur Einbeziehung von Verpflichtungen, die über das durch die UNFCCC geforderte Maß hinausgehen.

Der WBGU empfiehlt, dass ambitionierte Klima-Clubs im UNFCCC-Prozess besser einbezogen, gestärkt und sichtbar werden. Sie sollten beispielsweise durch finanzielle Ressourcen, aber auch Beratung und durch Mechanismen gegenseitigen Lernens im Rahmen der UNFCCC unterstützt werden. Entwicklungsländer- und Schwellenländer, die Mitglieder in ambicio-

nierten Klima-Clubs sind, sollten etwa bevorzugte finanzielle Unterstützung bei Klimaschutz- oder Anpassungsmaßnahmen erhalten. Auch OECD-Länder könnten finanzielle Anreize für die Verfolgung ehrgeiziger Clubziele erhalten. Zum Beispiel könnte ein Teil der Mittel des Green Climate Funds für die Unterstützung von Clubs und deren Pionieraktivitäten reserviert sein. Alle Mitglieder ambitionierter Klima-Clubs könnten sich dann um solche Mittel bewerben.

Der WBGU sieht darüberhinaus für zivilgesellschaftliche Akteure, die sich – mit oder ohne Beteiligung von Staaten – zu Clubs oder Pionierallianzen zusammenschließen, die Möglichkeit, dass sie sich der vorgeschlagenen Informations-, Beteiligungs- und Klagerechte bedienen. Sie können die Vertragsstaaten der UNFCCC bei ihren Klimaschutzbemühungen unterstützen oder gegebenenfalls auch kontrollieren, wenn sie als Sachwalter des Klimaschutzes fungieren.

Weischer et al. (2012) schlagen darüber hinaus für das Pariser Klimaabkommen vor, mittels einer COP-Entscheidung ein System zu etablieren, das Berichte von Pionierallianzen an die UNFCCC in einem festgelegten Format ermöglicht und so deren Sichtbarkeit erhöht. Die Vertragsstaaten könnten es den Clubs außerdem ermöglichen, bestimmte Verpflichtungen einzugehen, deren Einhaltung durch die UNFCCC überprüft wird. Es wäre auch vorstellbar, dass eine kleinere Gruppe von Staaten das Ambitionsniveau ihrer Verpflichtungen erhöht und diese Ambitionserhöhung dann zurück in den UNFCCC-Prozess bringt. „Zurückbringen“ könnte einerseits bedeuten, dass sich das Ambitionsniveau in der UNFCCC bereits dadurch erhöht, dass die ambitionierteren Bemühungen eines Klima-Clubs wirtschaftliche Clubvorteile bieten (Kap. 4.2). Andererseits wäre es denkbar, dass die Clubstaaten ihre Verpflichtungen unter die Kontrolle der UNFCCC stellen (Weischer et al., 2012).

Ziele zur Bekämpfung des Klimawandels z.B. bis 2030 und (2) selbst erstellte Dekarbonisierungsfahrpläne bis spätestens 2070 enthalten sollten. Dieses Verfahren wird zwar weiterhin darauf setzen, dass jede Vertragspartei sich selbst gewählte Ziele setzt. Diese sollten aber nicht allein die Treibhausgasreduktion betreffen, sondern könnten auch den Ausbau erneuerbarer Energien oder die energetische Sanierung (Sterk et al., 2013a, b) erfassen. Dekarbonisierungsfahrpläne sollten Informationen darüber enthalten, wie das jeweilige Land das Nullziel für das Jahr 2070 unter Angabe von Zwischenzielen (Meilensteine) und bei Orientierung am nationalen Emissionsminderungspotenzial erreichen will und welche Voraussetzungen dafür noch erfüllt werden müssen, wie z.B. Finanz- oder Technologietransfers (WBGU, 2009a:3). Zusagen (Pledges) können zeitlich differenziert ausgestaltet sein, d.h. auch Zwischenziele für bestimmte Zeiträume enthalten; dies gewährleistet die Berücksichtigung individueller nationaler Situationen. Zur Abgabe von Pledges („Ob“) sollten die Vertragsparteien mittels des Protokolls verpflichtet werden; lediglich der Inhalt der Pledges („Wie“) sollte den Staaten selbst überlassen bleiben.

So formulieren die Staaten nationalstaatliche Klimaschutzkonzepte und Dekarbonisierungsfahrpläne, die die Klimaziele der Einzelstaaten in Etappen bis zum Jahr 2070 aufzeigen.

Zweiter Schritt: Review in zwei Phasen

Im zweiten Schritt folgt dann die Überprüfung (Review) der nationalen Zusagen (Pledges) in zwei Phasen.

- In der ersten Phase werden die aufsummierten Klimaziele der Einzelstaaten basierend auf dem wissenschaftlichen Sachstand (insbesondere den IPCC-Berichten) dahingehend überprüft, ob sie mit der 2°C-Leitplanke kompatibel sind. Auch die Dekarbonisierungsfahrpläne müssen in dieser Phase auf die Frage hin überprüft werden, ob sie im Hinblick auf das Nullziel für das Jahr 2070 plausibel sind. In der Zusammenschau dieser beiden Elemente müssen zudem die gewählten nationalen Ziele mit den Dekarbonisierungsfahrplänen konsistent sein. Entscheidend ist, dass sich das Review-Verfahren an der 2°C-Leitplanke orientiert und Klimaziele und Dekarbonisierungsfahrpläne im Hinblick auf die Einhaltung der Leitplanke plausibel sind.
- In der zweiten Phase des Reviews wird überprüft, ob die Emissionsminderungspotenziale innerhalb des einzelnen Landes einerseits ausreichend genutzt werden (WBGU, 2009a:3) und andererseits zu einem Dekarbonisierungspfad passen, der mit der Einhaltung der 2°C-Leitplanke vereinbar ist.
- Zuletzt ist die Frage zu stellen, ob das Paket aus Klimaschutzzielen und Dekarbonisierungsfahrplänen, die auch ergänzende Zusagen zu Finanz- und Technologietransfers enthalten können, zu einem gerechten Anteil des Landes am globalen Klimaschutz führt (Kasten 3.3-1).

Kasten 3.3-3**Verantwortung für Klimamigranten – ein Gedankenexperiment****Ausgangslage**

Die bisherigen Schätzungen für klimawandelinduzierte Migration liegen zwischen 150 Mio. und 300 Mio. Menschen, die bis 2050 aufgrund des Klimawandels ihren Wohnsitz temporär oder permanent innerhalb eines Landes oder grenzüberschreitend verlassen müssen (BAMF, 2012; Biermann und Boas, 2010; Stern 2006). Die Internationale Organisation für Migration nennt als meistzitierte Schätzung 200 Mio. Klimamigranten (environmentally displaced persons) (IOM, 2009; Myers, 2005). Die Rechnung umfasst auch Personen, die temporär ihren Wohnsitz verlassen müssten und ist als Schätzung einer Größenordnung zu verstehen. Die Abweichungen in den Schätzungen lassen sich auf verschiedene Unsicherheiten zurückführen. Dies liegt u.a. in der Multikausalität von Migrationsbewegungen begründet (WBGU, 2008). Qualitative Untersuchungen können nur z.T. Aussagen dazu treffen, warum ein Mensch die Entscheidung trifft, seine Heimat zu verlassen. So werden z.B. oft ökonomische Gründe als Hauptursache für Migration von den Betroffenen angegeben; dies kann wiederum z.T. auch auf klimawandelbedingte Ernteausfälle zurückzuführen sein. Für viele exponierte Regionen mit hoher Vulnerabilität der Bevölkerung existieren darüber hinaus keine ausreichenden Datensätze zur Ermittlung der gegenwärtigen Bevölkerungszahlen. Schließlich ist kaum zu prüfen, inwieweit Naturkatastrophen, die Migrationsbewegungen auslösen, in ihrem Auftreten oder ihrer Intensität durch den Klimawandel hervorgerufen oder verstärkt wurden, oder ob sie auf natürliche Wetterphänomene zurückzuführen sind. Trotz aller Unsicherheit ist indes unbestritten, dass der Klimawandel eine Ursache für zunehmende Migrationsbewegungen ist, deren Bedeutung zukünftig steigen wird.

Das Problem der Verantwortung für Klimamigration

Vom Klimawandel betroffenen Personen wurde bis zum Jahr 2014 kein rechtlicher Anspruch auf Entschädigung oder Asyl zugesprochen; entsprechende Klagen wurden bisher abgelehnt – im November 2013 auch die Klage eines Mannes aus Kiribati vor dem neuseeländischen High Court in Auckland (High Court Auckland, CIV-2013-404-3528 [2013] NZHC 3125, 26.11.2013). Das neuseeländische Einwanderungstribunal diskutierte 2014 die Gefahr von klimawandelinduzierten Umweltbeeinträchtigungen als Rechtfertigung einer humanitären Notlage in zwei Entscheidungen über das Bleiberecht einer Familie aus dem Inselstaat Tuvalu. Das Gericht verneinte die Einordnung der betroffenen Mitglieder der Familie als „Flüchtlinge“ im Sinne des internationalen Rechts (Immigration and Protection Tribunal New Zealand, [2014] NZIPT 800517-520, 4.6.2014). Das Tribunal stützte das Bleiberecht in diesem Einzelfall auf humanitäre Gründe; die Familie durfte aufgrund von starken familiären Bindungen in Neuseeland bleiben (Immigration and Protection Tribunal New Zealand, [2014] NZIPT 501370-371, 4.6.2014). Diese keinen Präzedenzfall markierende Entscheidung macht abermals deutlich, dass ein internationaler Konsens oder gar eine völkervertragliche Grundlage für eine Einordnung oder juristische Definition von Migranten als „environmentally displaced persons“ oder „Klimaflüchtlinge“ weiterhin fehlen. Der WBGU verwendet insoweit den Begriff „Klimamigrant“, weil die Begriffe „Umwelt- oder Klimaflüchtling“ in der Literatur stark umstritten sind und der Begriff „Migrant“ sehr viel weiter gefasst ist als der rechtliche Begriff „Flüchtling“ (WBGU, 2008: 126). Weitgehende Einigkeit besteht allerdings vor allem im wissenschaftlichen Schrifttum dahingehend, dass sich die Weltgemeinschaft dieses Problems annehmen muss, wobei häufig ein eigenes Rechtsregime für Umwelt- bzw. Klima-„Flüchtlinge“ vorgeschlagen wird (WBGU, 2008).

Die am stärksten durch den Klimawandel betroffenen Bevölkerungsgruppen und damit potenziellen Klimamigranten sind in Entwicklungs- und Schwellenländern zu finden, die kaum zum Klimawandel, d.h. Treibhausgasausstoß, beigetragen haben. Würde man nach dem Verursacherprinzip (Kap. 2) eine Verantwortungszuweisung unternehmen, müssten somit Staaten, die maßgeblich die Schäden des anthropogenen Klimawandels verursacht haben, Menschen für den klimawandelbedingten Verlust ihrer Lebensgrundlage und Heimat kompensieren.

Verantwortung für Klimamigration durchdekliniert: ein WBGU-Gedankenspiel

Ausgehend von der oben genannten Schätzung von 200 Mio. Klimamigranten bis 2050 ließen sich unter Anwendung des Verursacherprinzips unterschiedliche nationalstaatliche Verantwortungen für Klimamigration ableiten. Für Deutschland ergäbe sich folgende Rechnung: Basierend auf dem Budgetansatz des WBGU, der unter dem Abschnitt „Historische Verantwortung“ den Zeitraum von 1990 bis 2009 erfasst (WBGU, 2009a: 26), hätte Deutschland einen Anteil an kumulativen Emissionen von 1990 bis 2009 in Höhe von 1,54% der möglichen Gesamtemissionen unter Bezugnahme auf die 2°C-Leitplanke (75% Wahrscheinlichkeit der Einhaltung der 2°C-Leitplanke). Berechnet man den Anteil von 1990 bis 2050, ergibt sich nach den Zielvorgaben der Bundesregierung (40% CO₂-Emissionsreduktion bis 2020 und 80–95% CO₂-Emissionsreduktion bis 2050 im Vergleich zu 2009), ein Anteil von ca. 3% an dem möglichen Gesamtbudget (Kasten 2.3-2). Würde man diesen Anteil an verursachten Emissionen mit den Schäden, in diesem Fall dem potenziellen Verlust von Lebensgrundlagen für ca. 200 Mio. Personen, in Beziehung setzen, so könnte sich eine Verantwortlichkeit gegenüber 6 Mio. Migranten aus diesem Szenario ergeben. Ändert sich die Gesamtzahl an Klimamigranten bis 2050, ändert sich auch die Zahl der Personen, für die Verantwortung in diesem Gedankenexperiment übernommen werden könnte, z.B. durch Kompensationszahlungen oder weitere Entwicklungshilfe für Katastrophenschutz und resilienzstärkende Maßnahmen. Geht man von dem Gesamtanteil Deutschlands an kumulativen historischen Emissionen von 1850 bis 2008 aus, so hat Deutschland etwa 7% beigetragen (WRI, 2008), was einer Verantwortung gegenüber knapp 14 Mio. Menschen bis 2050 entspräche. Vermindert Deutschland seinen relativen Anteil bis 2050 durch größere Emissionsreduktion als in den heutigen Energieszenarien dargestellt ist, so würde die historische Verantwortung sinken. Die Rechenbeispiele zeigen, dass Deutschland nach dem Verursacherprinzip eine relativ gesehen kleine, aber absolut betrachtet große Verantwortung zukommt.

Da sich die meisten betroffenen Personen z.T. lediglich temporär innerhalb der eigenen Landesgrenzen bewegen oder in Nachbarstaaten migrieren werden, wird Deutschland keine massenhafte Klimaimmigration zu erwarten haben. Als Gedankenexperiment macht die vorangehende Rechnung Deutschlands Verantwortung für die humanitären Folgen des Klimawandels deutlich und zeigt darüber hinaus, wie wichtig es aus nationalstaatlicher Sicht ist, Emissionsreduktion zu betreiben, um den prozentualen Anteil an Gesamtemissionen zu verringern.

Ausblick: Temperaturanstieg und Migration

Betrachtet man den Zeitraum bis zur vierten Dekade dieses Jahrhunderts, ergibt sich aus den verschiedenen Emissionszenarien noch kein großer Unterschied für die Temperaturentwicklung. Danach macht sich die Auswirkung der Handlungsentscheidungen auf die globale Mitteltemperatur deutlich bemerkbar. Deshalb haben die jetzigen Vermeidungsstrategien aufgrund der Trägheit des Erdsystems bis Mitte des 21. Jahrhunderts eine begrenzte Wirkung, sind jedoch für den anschließenden Verlauf ausschlaggebend. Dies gilt auch im Hinblick auf die Zahlen potenzieller Klimamigranten.

Somit haben bis 2050 Anpassungsmaßnahmen den größten Einfluss auf die Anzahl der Klimamigranten, können aber ab einem bestimmten Temperaturanstieg den Verlust von Lebensräumen nicht mehr begrenzen (Adger et al., 2013). So ist z.B. im 5. IPCC-Sachstandsbericht dargestellt, dass sich in einem 2°C-Szenario für 2080 bis 2100 durch Anpassungsmaßnahmen die Risiken für Displacement durch Extremwetterereignisse stark reduzieren lassen, während sich in einem 4°C-Szenario

diese Risiken durch Anpassungsmaßnahmen nur noch minimal vermindern lassen (Adger et al., 2013). Folgt man dem jetzigen Emissionspfad, so könnten die Klimamigrationszahlen bis 2100 ein Maß erreichen, welches gesellschaftliche Systeme destabilisiert. Dies wiederum könnte innerstaatliche und auch grenzüberschreitende Konflikte herbeiführen oder sie zumindest intensivieren (WBGU, 2008).

Die nach der Festlegung der Zusagen notwendige, fortlaufende Überprüfung, ob die festgelegten Ziele und Zwischenziele auch eingehalten bzw. umgesetzt worden sind, soll über das Verfahren zu Messung, Berichterstattung und Validierung (Monitoring, Reporting and Verification, MRV) erfolgen (Kap. 3.3.1.4).

Kasten 3.3-1 erläutert, wie der Budgetansatz des WBGU herangezogen werden kann, um die Angemessenheit nationaler Minderungsziele bis 2030 in Bezug auf die Einhaltung der 2°C-Leitplanke zu beurteilen. Eine Analyse anderer Zieljahre wäre analog möglich. Das Jahr 2030 ist als Zieljahr für Minderungsanstrengungen der Staaten im Pariser Abkommen in der Diskussion – u. a. wird es von der EU bei der Erarbeitung ihres Minderungsziels genutzt – und wird vom WBGU als sinnvolles Zieljahr eingeschätzt.

Das Überprüfen der angebotenen Verpflichtungen sollte durch eine neu zu schaffende Stelle im UNFCCC-Institutionengefüge – im besten Falle unter Einbeziehung und Beteiligung von UNEP – geschehen, die verpflichtet ist, wissenschaftlichen Sachverstand und aktuelle Forschungsergebnisse einzubeziehen.

Die Ergebnisse dieser Überprüfung sollten veröffentlicht werden (Transparenzgebot; Kap. 3.2.2). Werden die oben genannten Anforderungen nicht eingehalten, sollte über die Verpflichtung des Einzelstaates nachverhandelt werden. Druck zur Erhöhung der Ambition könnte über „blaming and shaming“ durch die Zivilgesellschaft oder andere Staaten erreicht werden. Ferner könnten Anreize zur Erhöhung der einzelstaatlichen Ambition in Aussicht gestellt werden (z. B. durch Technologietransfer, finanzielle Unterstützung).

Das Pariser Protokoll sollte zudem Anreizsysteme für Klima-Clubs wie beispielsweise Städtenetzwerke schaffen, die bereits auf einem effektiveren Dekarbonisierungspfad sind. Im Kasten 3.3-2 werden hierzu einige Visionen vorgestellt.

Eine automatische Erhöhung der Ambition in einem bestimmten Jahresrhythmus (Haïtes et al., 2013) empfiehlt der WBGU nicht, da hierdurch nur ein Anreiz für einen Startpunkt gesetzt werden würde, der ein sehr niedriges Ambitionsniveau festlegte.

3.3.1.4

Berichterstattung klar strukturieren und verbindlich verankern

Entscheidend für die Erreichung und Kontrolle der Ziele im Bereich des Klimaschutzes (2°C-Leitplanke, Langfristziel) ist die Errichtung eines Systems zur Messung, Bericht-

erstattung und Validierung (Monitoring, Reporting and Verification, MRV) von Verpflichtungen, d.h. vor allem der Pledges der Vertragsstaaten (Kap. 3.3.1.3). Je präziser die Maßstäbe hierfür ausgearbeitet werden, desto besser können die Erfolgsaussichten z.B. für Emissionsminderungen der Vertragsstaaten sein.

Insbesondere sollten nach Ansicht des WBGU plausible und detaillierte Maßstäbe zur Berichterstattung vereinbart werden. Die Berichtspflicht könnte vier aufeinander folgende Stufen der Informationsbereitstellung umfassen, wobei Stufe 4 die ambitionierteste Form der Berichterstattung wäre (Morgan et al., 2013):

- *Stufe 1* enthält einfache Berichtsverpflichtungen wie beispielsweise die Art des Ziels, Länge des Zeitraums zur Erreichung eines Ziels (entspricht etwa den Berichtsverpflichtungen unter dem Kyoto-Protokoll).
- *Stufe 2* ergänzt diese um Emissionsprojektionen und Kosten.
- *Stufe 3* steigert diese um Methoden und Berechnungsmaßstäbe.
- *Stufe 4* umfasst darüber hinaus eine Beschreibung der Schritte, die die Staaten ergreifen wollen, um ihre Ziele zu erreichen.

Ähnliche Maßstäbe sollten auch in den Bereichen Messung und Validierung erarbeitet werden. Vor allem sollte dieses Verfahren nicht auf die Erreichung von Treibhausgasreduktionszielen beschränkt, sondern auch für Maßnahmen zur Anpassung und Kompensation angewandt werden.

3.3.2

Anpassung: Fortführung und Stärkung vorhandener Maßnahmen

Neben Klimaschutzmaßnahmen sind Anpassungsmaßnahmen notwendig, selbst wenn die 2°C-Leitplanke eingehalten wird (Kap. 1).

Der Vertragstext der UNFCCC enthält weitgehende Regelungen zur Anpassung an den Klimawandel. Art. 4 Abs. 1 lit. b UNFCCC formuliert die Verpflichtung, dass alle Staaten (unter Berücksichtigung des Prinzips der „gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten“, „common but differentiated responsibilities“) nationale Pläne erstellen, implementieren und regelmäßig aktualisieren, die Maßnahmen enthalten, die eine adäquate Anpassung an den Klimawandel vereinfachen. Art. 4 Abs. 1 lit. e UNFCCC bestimmt die Zusammenarbeit zwischen den Vertragsparteien im Rahmen der Vor-

bereitung der Anpassung an den Klimawandel. Art. 4 Abs. 4 UNFCCC verpflichtet die entwickelten Staaten, vom Klimawandel gefährdete Entwicklungsländer zu unterstützen. Art. 4 Abs. 8 UNFCCC bezieht sich in diesem Kontext auf Technologietransfer und die Generierung finanzieller Mittel.

Damit sind Strukturen für Anpassungsmaßnahmen in der UNFCCC bereits angelegt. Diese wurden im Laufe der Jahre mittels COP-Entscheidungen ausgefüllt, die jedoch nicht rechtsverbindlich sind.

Das Arbeitsprogramm für am wenigsten entwickelte Länder (Least Developed Countries, LDCs) wurde von der COP im Jahr 2001 in Marrakesch verabschiedet. Es zielt darauf ab, LDCs durch Capacity Building, z.B. bei der Erstellung von National Adaptation Programmes of Action (NAPA), zu unterstützen. Mittels NAPAs identifizieren und berichten LDCs ihre Bedürfnisse für Anpassungsmaßnahmen (UNFCCC, 2001). Unterstützt werden sie hierbei von der LDC Expert Group. Die Maßnahmen unter dem LDC Work Programme sind fortlaufend. Im Mai 2013 hatten 49 LDCs NAPAs erstellt und beim Sekretariat der UNFCCC eingereicht (Adaptation Committee, 2013).

In Nairobi beschlossen die Vertragsstaaten im Jahr 2006, den Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) mit einem Programm zu beauftragen, das Folgen, Vulnerabilität und Anpassung im Zusammenhang mit dem Klimawandel überprüfen sollte. Das Programm soll das Verständnis und die Bewertung dieser Probleme verbessern. Aufbauend darauf sollen Entscheidungen für Anpassungsmaßnahmen getroffen werden. Auch diese Aktivitäten werden fortgeführt. Das Programm spielt eine wichtige Rolle für den Austausch zwischen verschiedenen Stakeholdern sowie zur Verbreitung von Informationen und Wissen zur Anpassung (Adaptation Committee, 2013).

Zusätzlich wurde im Jahr 2010 das „Cancún Adaptation Framework“ von der COP verabschiedet. Es soll Handlungen mit dem Ziel der Reduzierung der Vulnerabilität und Verstärkung der Resilienz in Entwicklungsländern fördern, die besonders anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels sind. Insbesondere die LDCs sollen bei der Erstellung nationaler Anpassungspläne (National Adaptation Plans, NAPs) und deren Implementierung unterstützt werden.

Mittels des Cancún Adaptation Framework wurde zudem das Adaptation Committee (AC) eingerichtet, das die Implementierung von Anpassungsmaßnahmen fördern soll (UNFCCC, 2010). Das AC hat im September 2012 seine Arbeit aufgenommen. Das erste „Adaptation Forum“ fand in Warschau im Jahr 2013 statt.

Die bestehenden Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, die im Rahmen der UNFCCC angelegt und initiiert wurden, weisen sehr gute Ansätze auf. Der WBGU empfiehlt, sie fortzuführen und dauerhaft zu stärken. Dazu bedarf es der Bereitstellung ausreichender finanzieller Mittel durch die Staatengemeinschaft (Haïtes et al., 2013; Kap. 3.3.6). Ferner müssen Anpassungstechnologien weitergegeben werden können (Kap. 3.3.5).

Anpassungsziele können, im Unterschied zu Mitigationszielen und insbesondere Reduktionszielen, nicht global festgelegt werden. Sie müssen lokal fest- und umgesetzt werden, da sie lokale Resilienz stärken und Schäden kompensieren (loss and damages). Ein Fall von Anpassung, der lokale Ursachen und Folgen, aber globale Dimensionen hat, ist die durch Klimafolgen ausgelöste Migration (Kasten 3.3-3). Es liegt auf der Hand, dass bei steigendem Meeresspiegel Inseln und Küstenzonen stark exponiert sind und im Fall periodischer oder dauerhafter Überflutung von der dort lebenden Bevölkerung verlassen werden müssen. Auch durch Klimawandel erzeugte Dürren können Migrationsbewegungen auslösen. In welchem Maße historische und aktuelle Wanderungs- und Fluchtbewegungen auf Klima- und Umweltschäden zurückzuführen sind, ist indes bislang nicht eindeutig feststellbar und umstritten, weil u.a. nicht von Klimawandel als monokausaler Ursache für Migration ausgegangen werden kann. Neben ökologisch motivierten Wanderbewegungen treten andere Migrationsgründe, wie ethnische und religiöse Spannungen, Bürgerkriege, Armut oder fehlende wirtschaftliche Perspektiven, die wiederum durch Klimafolgen verstärkt werden können.

Die Staatengemeinschaft und die nationalen Regierungen müssen sich auf lokale, innerstaatliche und grenzüberschreitende, durch Klimawandel induzierte Migrationsbewegungen einstellen, auf die sie reagieren und für die sie gewissermaßen auch Verantwortung übernehmen müssen (Kasten 3.3-3).

3.3.3

Verluste und Schäden: Warschau-Mechanismus ausbauen

Die UNFCCC hat im Jahr 2013 durch den „Warschau-Mechanismus“ Verluste und Schäden, die durch den Klimawandel bedingt sind, in den Blick genommen. Damit widmet sie sich mehr als zwei Jahrzehnte nach ihrer Verabschiedung erstmals den bislang vernachlässigten Folgen des Klimawandels. Der Warschau-Mechanismus bezweckt

1. die Verbesserung des Wissens und des Verständnisses von Risikomanagementansätzen in Bezug auf Verluste und Schäden (z. B. Aufdecken von Wissenslücken, Datensammlung, Best-practice-Lösungen),
2. eine Stärkung des Dialogs, der Koordination, der Kohärenz und Synergien zwischen relevanten Stakeholdern (innerhalb und außerhalb der UNFCCC),
3. das Befördern von Handeln und Unterstützung in Bezug auf Finanzierung, Technologie und Capacity-Building (technische Unterstützung und Beratung, Informationen und Empfehlungen für die COP).

Der Warschau-Mechanismus wird – unter dem Cancún Adaptation Framework – mit einem Executive Committee ausgestattet, welches gegenüber der COP rechenschaftspflichtig ist. Das Committee berichtet jährlich der COP mittels des Subsidiary Body of Scientific

Technological Advice (SBSTA) und des Subsidiary Body of Implementation (SBI). Es besteht – bis ein Verfahren für die Besetzung eingeführt wird – aus zwei Abgesandten verschiedener Organe der UNFCCC, die in ihrer Auswahl ein Gleichgewicht zwischen entwickelten und Entwicklungsländern abbilden sollen.

Der Warschau-Mechanismus soll sich in den UNFCCC-Prozess und seine Organe einfügen und diese ergänzen – dies soll gleichermaßen für Prozesse außerhalb der UNFCCC mit Bezug zu Verlusten und Schäden gelten. Im Rahmen der 22. COP im Jahr 2016 soll der Warschau-Mechanismus einer Überprüfung unterzogen werden (UNFCCC, 2013b). Der Warschau-Mechanismus soll nur zeitlich begrenzt Teil des Cancun Adaptation Framework sein (Kreft et al., 2013).

Die Schaffung des Mechanismus setzt ein positives Signal. Die bislang erfolgte Ausrichtung des Warschau-Mechanismus auf Forschung und Beratung ist sachgerecht, bedarf aber der Erweiterung und Konkretisierung, insbesondere mit Blick auf die Finanzierung von Schadensausgleich und hierzu erforderlichem Technologietransfer (Kap. 3.3.5, 3.3.6). Da es sich bei Klimaschäden um Summationsschäden handelt, erscheint das Modell eines Versicherungspools zur Absicherung von Schäden durch Klimawandel sinnvoll. Ein Beispiel für ein derartiges Modell ist der Versicherungspool zur Absicherung afrikanischer Staaten gegen Dürreerisiken („African Risk Capacity“; Kreft und Bals, 2013). Im Falle des Eintretens eines Schadens wären die betroffenen Staaten finanziell abgesichert, ohne dass diese konkret einen oder mehrere Verursacher benennen müssen (Versicherungslösung). Der WBGU hält eine Beschleunigung und Vertiefung des in Warschau angestoßenen Prozesses in diese Richtung für dringend erforderlich.

3.3.4 Flexible Mechanismen

Eine große Herausforderung für eine effektive Klimapolitik ist, dass sie seit langem von einem verkürzten „Effizienzparadigma“ geprägt ist: So sind bestimmte Governance-Designs wie der Emissionshandel (Kasten 3.3-4) unter idealtypischen Bedingungen anderen politischen und gesellschaftlichen Steuerungsansätzen ökonomisch überlegen. Sie versprechen gegebene Umweltziele (wie die Einhaltung bestimmter Emissionsgrenzen) mit möglichst minimalen volkswirtschaftlichen Kosten zu erreichen.

Jedoch zeigen die realpolitischen Erfahrungen der letzten 20 Jahre, dass es nur sehr begrenzt gelungen ist, umfassende und wirksame Emissionshandelsregime unter realen politischen Bedingungen einzuführen. Vor allem aufgrund ihrer unzureichenden oder unverbindlichen Emissionsbeschränkungen (Caps) sind bisher durch Emissionshandelssysteme kaum Emissionsminderungen erreicht worden (Edenhofer et al., 2014; EU ETS: Kasten 3.3-4).

Aus einer ökonomischen Sicht wird dies als „Politikversagen“ bewertet. Der Begriff meint, dass Politik ver-

säumt hat, die notwendigen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Implementierung herzustellen. Diese Diagnose beleuchtet einen wichtigen Aspekt des Einsatzes marktbasierter Politikinstrumente, greift jedoch aus der Perspektive einer interdisziplinären Transformationsforschung zu kurz: Komplexe Transformationsprozesse können sich nicht allein auf ökonomische Mechanismen stützen, die nur in einer idealen Modellwelt funktionieren. Sie helfen nicht, Umweltherausforderungen effektiv zu beherrschen – im Gegenteil. Es braucht daher eine aufgeklärte interdisziplinäre Governance-Forschung, die Empfehlungen unter Randbedingungen entwickelt, die sich auch herstellen lassen (Kap. 5.2). Denn „Politikversagen“ umfasst im Sinne einer interdisziplinären Forschung nicht ausschließlich das Versagen konkreter Politiker bzw. von Regierungen, sondern auch politische und soziale Mechanismen wie den Widerstand betroffener Akteure, politische Interessendivergenz und soziale Machtverteilung, mit denen jede Politikgestaltung konfrontiert ist und die in einer Transformationsforschung berücksichtigt werden müssen.

Angesichts der epochalen Umweltherausforderungen zu Beginn des 21. Jahrhunderts muss es ein Primat der ökologischen Zielerreichung („Effektivität“) und kein Primat der Kosteneffizienz geben. Von Ökonomen häufig relativierend als „Second-Best“-Lösungen bezeichnete Strategien sind aus Sicht der Effektivität häufig „First Best“, da sie politisch einfacher durchsetzbar sind und dadurch die Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft erfolgreicher unterstützen. Ein Beispiel ist die Einspeisevergütung für erneuerbare Energien, die mittlerweile in vielen Ländern etabliert ist und maßgeblich zum Erfolg der erneuerbaren Energien in Deutschland beigetragen hat.

Und so provokant es für Ökonomen klingen mag: Die Menschheit wird die Welt vermutlich nur ineffizient retten. Dieses Sondergutachten ist daher auch ein Plädoyer für eine weiterentwickelte Wirtschaftswissenschaft, die politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen intensiver im interdisziplinären Austausch mit einbezieht. Auf Kosteneffizienz ausgerichtete Marktmechanismen verlieren deswegen ihre Relevanz für den Klimaschutz nicht, dürfen aber nicht zum Primat der Politik und ausschließlich wirtschaftswissenschaftlich begründeter Politikberatung werden.

Vor diesem Hintergrund diskutiert der WBGU in diesem Kapitel, unter welchen Bedingungen zukünftig flexible Mechanismen für die Kosteneffizienz der Klimapolitik genutzt werden können, und spricht eine Empfehlung für die Weiterentwicklung des europäischen Emissionshandelssystems aus. Gleichzeitig können marktbasierte Politikinstrumente im Rahmen von staatlichen Pionierallianzen zum Einsatz kommen, um, ähnlich wie in der EU, Klimaziele zu erreichen.

Kasten 3.3-4

EU ETS: Problemfelder und Gestaltungsoptionen

Zur Erreichung ihrer Emissionsminderungsziele setzen Staaten u. a. ökonomische Politikinstrumente ein. Das Europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) ist ein auf Mengenkontrolle basierendes Marktinstrument. Es soll helfen, die selbst gesteckten EU Klimaziele sowie die von der EU eingegangenen Verpflichtungen unter dem Kyoto-Protokoll möglichst kostengünstig zu erreichen.

Gegenwärtig wird die Wirksamkeit des Instruments kritisiert, da in der zweiten Handelsperiode auf Grund der geringen Nachfrage ein Überschuss von mehr als 1,5 Mrd. Emissionsberechtigungen besteht, der zu einem Einbrechen des Preises für Emissionsberechtigungen auf drei bis vier Euro pro Tonne CO₂ geführt hat.

Das niedrige Preisniveau, verbunden mit der Unsicherheit über die zukünftige Preisentwicklung, bietet Investoren nicht die notwendigen Anreize, um in klimafreundliche Technologien zu investieren. Dies wäre indes geboten, um europäische und globale Klimaziele zu erreichen, unerwünschte Pfadabhängigkeiten zu vermeiden und Transformationskosten zu begrenzen (etwa die spätere Nichtnutzung CO₂-intensiver Infrastruktur).

Die Hauptursachen für das Überangebot an Emissionsberechtigungen sind die zurückliegende Wirtschaftskrise in der EU und das sehr große Angebot an günstigen Projektgutschriften aus CDM-Projekten. Auf letzteren Punkt reagierte die EU durch die Beschränkung der Quote für Zertifikate aus flexiblen Mechanismen für die dritte Handelsperiode.

Die Schwäche des EU ETS in seinem gegenwärtigen Design besteht in der fehlenden Anpassungsfähigkeit des Cap (und damit der Preise) in Bezug auf diese exogenen „Schocks“. Der WBGU empfiehlt daher, eine Preisuntergrenze von 12 bis 15 € pro Tonne CO₂ einzuführen, welche dann im zeitlichen Verlauf weiter ansteigen könnte. Dadurch wird die Sicherheit von Investitionen in Vermeidungsoptionen erhöht.

Zudem empfiehlt es sich, das Cap flexibel an äußere Entwicklungen anzupassen, beispielsweise in Form eines „rollierenden Cap“, welches alle fünf Jahre nachjustiert werden kann,

oder indem das Cap an die Entwicklung relevanter exogener Parameter wie z. B. die wirtschaftliche Entwicklung geknüpft wird. Die Möglichkeit der Nachsteuerung sollte zudem bei der zukünftigen Festlegung des Caps bereits institutionell verankert werden.

Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass kurz- bis mittelfristige Caps im Einklang mit langfristigen Klimazielen stehen. Im Folgenden wird das Cap für 2030 annäherungsweise ermittelt: Nach Kriegler et al. (2014) müsste das EU-Minderungsziel für 2030 mindestens 40% gegenüber 1990 betragen, um noch – zu akzeptablen Kosten – auf der Trajektorie der EU Low Carbon Roadmap für 2050 zu bleiben. Das Emissionsniveau für 2030, welches im Einklang mit der 2°C-Leitplanke steht und der EU für 2030 unter Berücksichtigung der im Budgetansatz aufgestellten Fairnesskriterien (WBGU, 2009a) noch zustände, lässt sich vereinfacht wie folgt herleiten (Kasten 3.3-1):

Nach dem UN Gap Report (UNEP, 2013a) wäre 2030 noch ein globales Budget von 35 Gt CO₂eq zulässig, um die 2°C-Leitplanke einzuhalten. Multipliziert man dieses Budget mit dem Bevölkerungsanteil der EU an der Weltbevölkerung in 2010 von 7,2% ergibt sich daraus ein Budget für die EU von 2,52 Gt CO₂eq für das Jahr 2030. Dies entspricht einer Senkung der jährlichen Emissionen um gut 50% gegenüber dem 1990er Wert, bei dem die Emissionen bei 5,37 Gt CO₂eq lagen. Dies lässt sich als moralische Verpflichtung interpretieren, neben dem Erreichen von mindestens 40% Minderung innerhalb der EU zusätzlich finanzielle Unterstützung für weitere Minderung außerhalb der EU bereitzustellen, um ein 50% EU-Minderungsziel im Sinne der Lastenteilung zu erreichen.

Das Minderungsziel für 2030 von (mindestens) 40% muss dann aufgeteilt werden in ein EU ETS Ziel und ein Ziel für die Nicht-ETS-Sektoren. Analysen der EU-Kommission (2014) zeigen, dass zur kosteneffizienten Erreichung des 40%-Ziels eine größere Gewichtung auf den ETS-Sektor fallen sollte. Der Vorschlag der EU-Kommission beinhaltet ein 43%-Ziel für den ETS und ein 30%-Ziel für den Nicht-ETS-Sektor. Um das 43%-Ziel in 2030 zu erreichen, ist eine Anhebung des linearen Reduktionsfaktors, welcher die jährliche Absenkrate des Caps in Bezug auf den Referenzzeitraum beziffert, ab 2021 auf -2,2% notwendig.

3.3.4.1

Die flexiblen Mechanismen im Kyoto-Protokoll

Im Kyoto-Protokoll wurden drei flexible Mechanismen zur Emissionsreduktion der sich verpflichtenden Staaten etabliert. Diese flexiblen Mechanismen erlauben es den Staaten, einen Teil ihrer Reduktionsverpflichtungen im Ausland zu erbringen, sodass eine kosteneffiziente Emissionsreduktion möglich ist. Erstens gibt es die Möglichkeit, dass die Industrieländer untereinander Emissionsrechte handeln. Entsprechend seines Reduktionsziels erhält jedes Land eine zugeteilte Emissionsmenge, die in handelbare Emissionsrechte (Assigned Amount Units, AAUs) aufgeteilt werden kann. Falls ein Land seine Emissionen stärker reduziert als seine zugeteilte Emissionsmenge, kann es die überzähligen Emissionsrechte meistbietend verkaufen. Die Käuferländer können sich diese Emissionsrechte auf ihre Verpflichtungen anrechnen. Nach dem Ende der jeweiligen Verpflichtungsperiode (erste Verpflichtungsperiode 2008 bis 2012, zweite Periode 2013 bis 2020) müssen die Staaten für jede von ihnen ausgestoßene Tonne an Emissionen ein international anerkanntes Emissionsrecht vorlegen. Zweitens gibt es zwei projektbasierte Mechanismen: Joint Implementation (JI)

und den Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism, CDM). Mit den projektbasierten Mechanismen sollten zusätzlich Investitionen in klimaverträgliche Technologien in Schwellen- und Entwicklungsländern ermöglicht werden. JI ermöglicht Projekte zwischen Ländern mit Emissionsverpflichtungen, wobei sich das investierende Land die Emissionsreduktion mit Emission Reduction Units anrechnen lassen kann. Der CDM ermöglicht Projekte zwischen Staaten mit Reduktionsverpflichtungen und Unterzeichnerstaaten des Kyoto-Protokolls ohne Reduktionsverpflichtungen, in erster Linie Schwellen- und Entwicklungsländern. Die investierenden Staaten können sich die Certified Emission Reduction anrechnen lassen. Für die JI- und CDM-Projekte stellt das Kyoto-Protokoll die Anforderung der „Zusätzlichkeit“ (additionality) auf, d. h., dass durch ein JI- oder CDM-Projekt Emissionsreduktionen aus Quellen oder ein Abbau von Emissionen durch Senken zusätzlich erfolgen müssen, die ohne das Projekt nicht erfolgt wären. Für diese flexiblen Mechanismen wurde eine Registrierungsstelle aufgebaut, in der alle Projekte, Emissionsrechte und Transaktionen registriert werden, sodass die Aktivitäten überprüfbar sind.

Die bisherige Bilanz der projektbasierten Mechanismen zeichnet ein gemischtes Bild. Auf der Positivseite ist anzuführen, dass speziell der CDM stark dazu beigetragen hat, in Schwellen- und Entwicklungsländern ein Bewusstsein für Emissionsreduktionsmöglichkeiten zu schaffen und entsprechende Kapazitäten zu schaffen (Kreibich und Fechtner, 2013). Aktuelle Entwicklungen wie der Aufbau eines chinesischen Emissionshandelssystems würden ohne die Aufbauarbeit durch den CDM vermutlich kaum in dieser Art erfolgen.

Allerdings ist die oben definierte Zusätzlichkeit der unter CDM und JI erzielten Emissionsreduktionen vielfach zweifelhaft und auch prinzipiell nur näherungsweise lösbar. Die erzielte Emissionsreduktion wird ermittelt, indem dem tatsächlichen Projekt ein Szenario (Baseline) gegenüber gestellt wird, das die fiktive Zukunftsentwicklung darstellt, wenn das Projekt nicht umgesetzt worden wäre. Da dies eine hypothetische Frage ist, können Mitnahmeeffekte nie ohne Zweifel ausgeschlossen werden. In der Praxis haben verschiedene Studien die Zusätzlichkeit von bis zur Hälfte der CDM-Projekte in Zweifel gezogen (Haya, 2009; Schneider, 2009; Spalding-Fecher et al., 2012).

Zudem bringt der projektspezifische Ansatz erhebliche Unsicherheiten mit sich, die die Anreizwirkung der Mechanismen stark schwächen: Im Vorhinein können die Projektträger nicht sicher sein, ob ihr Projekt überhaupt genehmigt wird, ob die projizierte Emissionsreduktion tatsächlich wie erwartet erreicht wird und welcher Preis für die Emissionsrechte erzielt werden kann. Hinzu kommt der historisch zumeist relativ niedrige Emissionsrechtepreis. Als Ergebnis sind die Mechanismen nur selten der Ausschlag gebende Faktor bei Investitionsentscheidungen. Projektentwickler geben selbst an, dass die Emissionsrechte vielmehr zumeist nur ein „Sahnehäubchen“ seien (Haya, 2009).

Ein weiterer Kritikpunkt ist die stark ungleiche geographische und sektorale Verteilung der CDM-Projekte. Rund die Hälfte aller Projekte findet in China statt und ein weiteres Viertel in Indien, wohingegen ärmere Länder, insbesondere in Afrika südlich der Sahara, kaum im CDM vorkommen. Auch wichtige Sektoren wie Verkehr und Endenergieeffizienz wurden bisher kaum durch den CDM adressiert. Auch diese Verteilung ist im Instrument angelegt: Entsprechend dem Ziel, möglichst kostengünstige Emissionsreduktionen zu mobilisieren, konzentriert sich der CDM auf relativ fortgeschrittene Länder mit geringem Investitionsrisiko sowie auf kostengünstige Projekttypen mit geringer Komplexität (Byrne et al., 2011).

Zudem kommen die Interventionen von CDM und JI aufgrund des projektbasierten Charakters meist nur punktuell zum Tragen und haben nicht den flächendeckenden Charakter, der zur Bekämpfung des Klimawandels notwendig wäre.

In den letzten Jahren gab es erhebliche Bemühungen zur Behebung der genannten Schwächen. Mit der Standardisierung von Baselines und programmatischen Ansätzen sollen eine höhere Objektivität und eine Vergrößerung der Reichweite erreicht werden (Kreibich und

Fechtner, 2013). Allerdings drohen die Reformbemühungen des CDM durch den Kollaps des Emissionsmarkts ins Leere zu laufen.

3.3.4.2

Zukünftige Nutzung flexibler Mechanismen

Der WBGU plädiert dafür, eine vollständige Reduktion der CO₂-Emissionen auf Null bis spätestens 2070 als Ziel für alle Länder und ein internationales Pledge-and-Review-Verfahren in das Pariser Klimaprotokoll 2015 aufzunehmen. Es ist davon auszugehen, dass eine sinnvolle Verwendung flexibler Mechanismen in Anlehnung an diejenigen des Kyoto-Protokolls auch im Rahmen eines freiwilligen Pledge-and-Review-Verfahrens denkbar ist. Effektiver Klimaschutz erfordert auch, Volkswirtschaften finanziell nicht zu überfordern und die globalen Vermeidungskosten durch kurz- bis mittelfristige Flexibilität zu senken.

Mit dem Pledge-and-Review-Verfahren legen alle Staaten ihre nationalen Emissionsvermeidungsziele fest. Gleichzeitig sollen alle Staaten Dekarbonisierungsfahrpläne entwickeln, in denen sie darlegen, wie sie ihre Ziele erreichen wollen. Im Hinblick auf flexible Mechanismen empfiehlt der WBGU, dass der Großteil der Emissionsreduktionen in dem jeweiligen Land erfolgen sollte und nur ein geringer Anteil im Ausland erbracht werden kann.

Der WBGU hat mehrfach darauf hingewiesen, dass der Umbau der fossilen Energiesysteme sofort beginnen muss, damit gefährliche Klimaänderungen noch vermieden werden können (WBGU, 2011, 2012, 2013). Sollten Staaten ihre Emissionsreduktion vorwiegend im Ausland erfüllen, wird der Umbau der nationalen Systeme verzögert, und die Gefahr der Schaffung von Pfadabhängigkeiten, die ein vollständiges Ausphasen der CO₂-Emissionen erschweren, nimmt zu.

Die Nutzung flexibler Mechanismen sollte nur bei anspruchsvollen Zusagen (Pledges) erlaubt sein. In diesem Fall können sie einen sinnvollen Beitrag leisten, um die jeweiligen Volkswirtschaften finanziell nicht zu überfordern und Entwicklungsländer zu unterstützen. Sind die Pledges wenig ambitioniert, sind die mit der Zielerreichung verbundenen Kosten wahrscheinlich vergleichsweise gering. Eine Emissionsreduktion im Ausland würde vermutlich nicht zu substanziellen Kostenersparnissen, wohl aber zur Verzögerung der Transformation zu einer klimaverträglichen Wirtschaftsweise führen.

Der Anreiz, sich in einem Pledge-and-Review-Verfahren ambitionierte Emissionsreduktionsziele zu setzen, könnte mit der Möglichkeit der Nutzung flexibler Mechanismen steigen. Der WBGU empfiehlt daher, die Berechtigung der Nutzung flexibler Maßnahmen an ausreichend ambitionierte Ziele zu knüpfen. Bei einem Pledge ab einer festzulegenden Höhe könnte die Erfüllung bis zu einem bestimmten Prozentsatz im Ausland erfolgen.

Geht man davon aus, dass alle Länder einen Dekarbonisierungsfahrplan entwickeln, könnten Entwicklungs-

länder in den Plänen festhalten, welche Unterstützung sie für ihre Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft benötigen (WBGU, 2009a). Der WBGU empfiehlt in diesem Fall, flexible Mechanismen in Anlehnung an Joint Implementation einzusetzen. Alle beteiligten Länder setzen sich Reduktionsziele, und Industrie- sowie Schwellenländer hätten bei ambitionierten eigenen Zielen einen Anreiz, einen Teil der eigenen Verpflichtungen durch Investitionen in Entwicklungsländern zu erbringen, um sich nationale Emissionsspielräume zu verschaffen (WBGU, 2009a). Dabei ist darauf zu achten, dass Doppelzählungen vermieden werden.

Wenn sich alle Staaten an dem Ziel orientieren, bis spätestens 2070 die globalen CO₂-Emissionen auf Null zu senken, können solche flexiblen Mechanismen allen Staaten allerdings nur kurz- bis mittelfristig Kostenflexibilität beim Vermeiden von Emissionen bieten. Ein globales Nullziel impliziert, dass alle Staaten ihre CO₂-Emissionen auf Null zurückfahren müssen. Dass dies bis spätestens 2070 erfolgen soll, impliziert entsprechend des Budgetansatzes des WBGU (2009a), dass die Vermeidung zwar zeitlich gestaffelt einsetzen kann, aber für die Industrieländer noch in diesem Jahrzehnt einsetzen sollte (WBGU, 2009a, 2011). Somit könnten kurzfristig Industrie- und Schwellenländer bei ambitionierten Zielen über Joint Implementation eine kosteneffiziente Klimapolitik einleiten, aber mittel- bis langfristig muss sie effektiv im eigenen Land sein.

3.3.5

Ein Transformationsfonds für eine klimaverträgliche Wirtschaft

Nach Art. 4, Abs. 5 der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und Artikel 10 des Kyoto-Protokolls sind die Annex-I-Staaten zu einem Technologietransfer verpflichtet. Entsprechend dieser Verpflichtung sind Maßnahmen wie das Rahmenprogramm für Technologietransfer (Technology Transfer Framework), verschiedene Programme finanziert durch die Global Environment Facility (GEF), wie z.B. zur solarthermischen Stromerzeugung (Concentrating Solar Power) in Ägypten, Mexiko, Marokko und Namibia, sowie Mechanismen für Technologietransfer wie der Clean Development Mechanism (CDM) entwickelt worden (Chuffart, 2013). Allerdings hat das Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice der UNFCCC (SBSTA) bereits 2009 festgestellt, dass viele Hürden für einen an den Bedürfnissen der Schwellen- und insbesondere der Entwicklungsländer orientierten Technologietransfer bestehen. Hierzu zählen Informationsdefizite über Technologien, ökonomische Probleme in den Entwicklungs- und Schwellenländern, teilweise fehlende Zugänge zu Kapitalmärkten, institutionelle und regulatorische Defizite, mangelnde technische und soziale Infrastrukturen sowie die Ausgestaltung geistiger Eigentumsrechte (Chuffart, 2013; Mersmann und Hermwille, 2014). Geistige Eigentumsrechte können auf zwei Wegen die Diffusion klima-

verträglicher Technologien behindern: Ein Fehlen geistiger Eigentumsrechte kann zu geringeren Direktinvestitionen führen. Gleichzeitig sind patentierte Technologien teurer in der Anschaffung, sodass viele Entwicklungsländer auf preiswerte etablierte emissionsintensive Technologien ausweichen (Chuffart, 2013). Auch andere Untersuchungen zeigen, dass ein effektiver Technologietransfer jenseits vereinzelter Programme oder einzelner Demonstrationsprojekte im Rahmen der UNFCCC bislang ausgeblieben ist (Ockwell et al., 2010; Hedger, 2012). Im Cancún Agreement 2010 wurde festgelegt, einen umfassenderen, über den einfachen Technologietransfer hinausgehenden Technologiemechanismus einzuführen, der Entwicklungsländer bei der Forschung, Entwicklung, Anwendung und Diffusion klimaverträglicher Technologien entsprechend der nationalen Bedürfnisse unterstützt (Blanco et al., 2012; Mersmann und Hermwille, 2014). Dieser Technologiemechanismus besteht aus dem Technology Executive Committee (TEC) und dem Climate Technology Centre and Network (CTCN). Nach den bisher durchgeführten Bedarfsanalysen (Technology Needs Assessment) des TEC wird deutlich, dass der größte Technologiebedarf der Entwicklungs- und Schwellenländer bei der Vermeidung von THG-Emissionen im Energiesektor liegt (TEC, 2013).

Der neue Technologiemechanismus der UNFCCC geht konzeptionell über den bisherigen Technologietransfer hinaus, indem er Diffusionsanstrengungen, die dauerhafte Anwendung von Technologien sowie insbesondere die länderspezifische Stärkung der Forschungs- und Entwicklungskapazitäten als Voraussetzung der generellen Verbesserung der Innovations- und Technologiekompetenzen der Länder mit einbezieht. Dieses umfassendere Technologie- und Innovationsverständnis kommt dem Anliegen des WBGU entgegen, durch internationale Kooperation eine globale Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft zu forcieren (WBGU, 2011). Neben der Verbreitung bereits existierenden Wissens über klimaverträgliche Technologien bedarf es in Entwicklungs- und Schwellenländern auch der Unterstützung ökonomischer Entwicklungsprozesse, der Unterstützung von Innovationspotenzialen sowie der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für Innovateure, die als Pioniere des Wandels eine zentrale Rolle bei der Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft einnehmen könnten (WBGU, 2011; Kap. 4). Darüber hinaus sieht der WBGU einen Bedarf für die Unterstützung transformativer Ordnungspolitiken in den Entwicklungs- und Schwellenländern im Kontext des Technologiemechanismus des UNFCCC. Hierfür reichen die bereits angestoßenen Netzwerkbildungen und punktuelles gemeinsames Lernen im Rahmen des CTCN nicht aus. Der WBGU ist der Meinung, dass der Technologiemechanismus durch umfassende und länderspezifische Kooperationspakete zur Transformation in Richtung Dekarbonisierung sowie zur Unterstützung von Klimaschutzpionieren beitragen und zu diesem Zweck mit angemessenen Finanzmitteln ausgestattet werden sollte.

Nach der Auffassung des WBGU können die Einhaltung der 2°C-Leitplanke und das globale Nullziel für die CO₂-Emissionen (Kap. 3.3.1.1, 3.3.1.2) nur mit einer Transformation der globalen Energiesysteme und einer weitgehenden Dekarbonisierung der Ökonomien erreicht werden (WBGU, 2009a, 2011, 2014). In Kapitel 1.9.1 wurde gezeigt, dass der Emissionstrend der letzten Jahre auf das Wirtschaftswachstum in Entwicklungs- und Schwellenländern zurückzuführen ist, die dem fossilen Entwicklungspfad der Industrieländer folgen. Die steigenden Emissionen können nur gestoppt werden, wenn alle Länder Dekarbonisierungsfahrpläne mit entsprechenden Zwischenzielen für ihre nachhaltige ökonomische Entwicklung formulieren und umsetzen (Kap. 3.3.1; WBGU, 2009a, 2011, 2014). In diesen Dekarbonisierungsfahrplänen legen die einzelnen Länder nicht nur ihre Strategien dar, sondern formulieren auch ihren jeweiligen Unterstützungsbedarf, um eine endogene klimaverträgliche Entwicklung in den Transformationsfeldern Energie, Landnutzung und Stadtentwicklung zu ermöglichen. Mithilfe der Dekarbonisierungsfahrpläne können ambitionierte Länder identifiziert werden, die dann als Pioniere des Klimaschutzes besonders unterstützt werden sollten (WBGU, 2011).

Eine globale Transformation der Energie- und Wirtschaftssysteme zur Klimaverträglichkeit stellt eine gesellschaftliche Herausforderung dar, die erhebliche Investitionen erfordert. Beispielsweise sind für eine verbesserte Energieeffizienz und die Umstellung auf erneuerbare Energien hohe Anfangsinvestitionen notwendig, aber gleichzeitig können diese Investitionen neue Impulse für die Wirtschaft auslösen sowie mittel- und langfristig zu volkswirtschaftlichen Kosteneinsparungen sowie zusätzlichen gesellschaftlichen Vorteilen führen. Den hohen Anfangsinvestitionen in erneuerbare Energietechnologien und Energieeffizienz stehen Einsparungen der Kosten für fossile Brennstoffe bei konventionellen Technologien gegenüber, was für Energieimportländer sehr attraktiv ist (WBGU, 2011, 2012). Für den Energiesektor ergibt sich folgendes Bild: Nach GEA (2012) werden die derzeitigen Investitionen im Energiesektor global auf ca. 1.300 Mrd. US-\$ jährlich geschätzt. Dies entspricht etwa 2% des globalen Bruttoinlandsprodukts (BIP) (WBGU, 2012:8). Allerdings variiert dieser Investitionsanteil zwischen den jeweiligen Ländern erheblich. Im Durchschnitt liegt der jährliche Investitionsanteil des Energiesektors in Entwicklungsländern bei 3,5% des BIP und in Industrieländern im Durchschnitt nur bei 1,3% des BIP (GEA, 2012:1253). Derzeit werden global im gesamten Energiesektor ca. 50 Mrd. US-\$ pro Jahr für Forschung und Entwicklung aufgewendet (staatliche und private Mittel), von denen die Hälfte auf fossile und nukleare Energie entfällt (WBGU, 2012:8; GEA, 2012). Die Szenarien des IPCC für eine dekarbonisierte Energieversorgung zeigen, dass zukünftig die jährlichen Investitionen für emissionsarme Stromerzeugung um ca. 150 Mrd. US-\$ und die jährlichen Investitionen in Energieeffizienz in den Bereichen Transport, Gebäude und Industrie um 336 Mrd. US-\$ steigen müssten (Kap. 1.9.2). Auch der

WBGU hat den globalen Investitionsbedarf für den Aufbau eines klimaverträglichen Energiesektors abgeschätzt (WBGU, 2011, 2012): Insgesamt ist von heute bis zum Jahr 2030 eine Verdopplung und bis 2050 eine Verdreifachung der Investitionen im Energiebereich erforderlich. GEA (2012) schätzt, dass der zukünftige zusätzliche Investitionsbedarf im Energiesektor bei jährlich 1,8–2,3% des globalen BIP liegt (GEA, 2012:1255). Ein Großteil dieser Investitionen muss in Nicht-OECD-Ländern erfolgen (Kap. 1.9; WBGU, 2011, 2012; GEA, 2012).

Für die konkrete Finanzierung dieser Investitionen wird das Engagement privater Akteure und der öffentlichen Hand benötigt. Falls öffentliche Mittel gezielt zur Unterstützung privater Investitionen eingesetzt werden, können sie eine beträchtliche Hebelwirkung (leverage ratio) auf privates Kapital entfalten. Beispielsweise konnte mit der IFC Partial Credit Guarantee für Energieeffizienz eine hohe Hebelwirkung von 15:1 erzielt werden, d. h. für eine Million staatlichen Kapitals konnten 15 Millionen privates Kapital mobilisiert werden. In anderen Fällen lag die Hebelwirkung nur bei 8:1 oder 4:1. Die Hebelwirkung steigt in dem Maße an, in dem staatliche Mittel das Risiko für private Investoren reduzieren (Neuhoff et al., 2010; WBGU, 2012:12).

Der WBGU skizziert im Folgenden einen Transformationsfonds im Rahmen der UNFCCC für eine globale Dekarbonisierung der Weltwirtschaft. Dieser vorgeschlagene Transformationsfonds sollte einen signifikanten finanziellen Beitrag leisten und mit öffentlichen Mitteln in den jeweiligen Entwicklungsländern Risiken für private Investoren minimieren, um so eine Transformationsdynamik zu fördern.

3.3.5.1

Vorschlag für einen Transformationsfonds

Bisher sind private Kapitalgeber noch zu wenig bereit, in die Transformation der Energiesysteme, den Aufbau klimaverträglicher Energiesysteme oder in die Dekarbonisierung anderer Bereiche der Wirtschaft zu investieren. Der Transformationsfonds soll dazu beitragen, Transformationsbarrieren wie unzureichende politische Zielsetzungen, Subventionen für fossile und nukleare Energien, ungünstige Rendite-Risiko-Verhältnisse, ungenügend entwickelte Märkte und Verwaltungsstrukturen in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern sowie hohe Transaktionskosten infolge fragmentierter internationaler Finanzierungsmechanismen zu minimieren. Gleichzeitig soll der Transformationsfonds Pioniere aus Entwicklungs- und Schwellenländern, die sich zu Klima-Clubs zusammenschließen oder an Klima-Clubs mit OECD-Ländern beteiligen, bevorzugt unterstützen (Kasten 3.3-2, Kap. 4.2). Der WBGU schlägt folgende Aspekte zur Ausgestaltung des Fonds vor:

1. *Ausreichendes Finanzierungsvolumen:* Der WBGU geht davon aus, dass etwa die Hälfte der öffentlichen Gelder des Grünen Klimafonds (Green Climate Fund; Kap. 3.3.6) für die Vermeidung von Emissionen investiert werden. Ein größerer Teil dieser Mittel zur Dekarbonisierung der Ökonomien sollte in den

Transformationsfonds fließen. Mit diesen öffentlichen Geldern können private ökonomische und technologische Risiken von klimaverträglichen Innovationen in Entwicklungs- und Schwellenländern, z.B. mit Kreditausfallgarantien, reduziert werden, sodass über Hebelwirkungen auch privates Kapital für klimaverträgliche Investitionen in signifikantem Maße mobilisiert werden kann. Dadurch könnte das Rendite-Risiko-Verhältnis für potenzielle Investoren erhöht werden. Eine Möglichkeit wäre die Einführung von Versicherungslösungen für technologische und Projektrisiken wie sie in Industrieländern bereits existieren. Eine weitere Möglichkeit ist die finanzielle Unterstützung staatlicher Maßnahmen zur Reduzierung ökonomischer Risiken, z.B. durch Subventionen, Einspeisevergütungen, zinsgünstige Kredite, Kreditausfallgarantien oder staatliches Risikokapital. Die Wettbewerbsfähigkeit von Innovationen kann auch durch staatliche Maßnahmen wie Markteinführungsprogramme oder Marktregulierungen erhöht werden. Ein Beispiel für solche staatlichen Maßnahmen ist das deutsche Erneuerbare-Energien-Gesetz. Wichtig ist, solche Förderinstrumente degressiv und zeitlich befristet auszugestalten, um Dauersubventionierungen zu vermeiden, die gerade in der fossilen und nuklearen Energiewirtschaft üblich waren und sind. Falls klimaverträgliche Schlüsseltechnologien durch geistige Eigentumsrechte geschützt sind, könnte der Fonds Patente oder Lizenzen von privaten Unternehmen aufkaufen, um Unterlizenzen zu vergeben oder als Vermittler Lizenzverträge zwischen Unternehmen vermitteln. Ein Vorbild für diese Aufgabe könnte der 2010 ins Leben gerufene Medicines Patent Pool (MPP) sein. Eine andere Möglichkeit ist die gemeinsame Forschungs- und Innovationskooperation zwischen Industrie- und Entwicklungsländern sowie anderer öffentlicher und privater Stakeholder, um gemeinsame Patente und geistige Eigentumsrechte zu entwickeln sowie die zu integrierenden Technologien anschlussfähig an das jeweilige nationale Innovationssystem zu gestalten (WBGU, 2009a; Blanco et al., 2012; Chuffart, 2013).

2. *Länderspezifische Lösungen erarbeiten:* Die bisherige wirtschaftliche Entwicklung der Schwellen- und Entwicklungsländer ist das Ergebnis staatlicher und unternehmerischer Aktivitäten sowie ausländischer Direktinvestitionen. Im Rahmen der Dekarbonisierungsfahrpläne sollte jedes Land eine klimaverträgliche Entwicklungsstrategie darlegen, deren Bestandteil auch eine Innovationsstrategie sein sollte. Der WBGU empfiehlt, dass die Entwicklungs- und Schwellenländer nicht nur den Bedarf an Finanzierung oder Unterstützung beim Kapazitätsaufbau (Capacity Building), sondern auch den Bedarf an klimaverträglichen Technologien feststellen. Dabei ist zentral, dass die technologischen Fähigkeiten eines Landes berücksichtigt werden. Neues Wissen über Technologien, sei es über internationalen Technologietransfer impor-

tiert oder durch Innovationsförderung im jeweiligen Land entstanden, ermöglicht weder automatisch die Produktion noch die Verbreitung klimaverträglicher Technologien. Zur Produktion müssten im jeweiligen Land Unternehmen vorhanden sein, die die technologischen Fähigkeiten besitzen, das neue Wissen zu verstehen, anzuwenden und an lokale Gegebenheiten anpassen zu können. Nur wenn neues Wissen an nationale Innovationssysteme anschlussfähig und mit den Fähigkeiten des jeweiligen Landes kompatibel ist, können Dekarbonisierungsbemühungen nachhaltig befördert werden (WBGU, 2011). Der Fonds sollte also länderspezifische Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitiken unterstützen, Risiken klimaverträglicher Investitionen reduzieren helfen und könnte zudem als Vermittler fungieren, um geeignete Partnerländer, Unternehmen sowie Institutionen für Forschung und Entwicklung zu Transformationsallianzen zusammenzubringen.

3. *Verbreitung und dauerhafte Anwendung klimaverträglicher Innovationen sicherstellen – klimaverträgliche Systemreformen unterstützen:* Der Fonds sollte sicherstellen, dass nicht nur Maßnahmen für Innovationen in Energiesystemen, urbanen Räumen und Landnutzungssystemen im jeweiligen Land unterstützt, sondern auch deren Verbreitung und dauerhafte Anwendung gewährleistet werden. Zur Verbreitung und Anwendung klimaverträglicher Innovationen bedarf es, aufgrund der bislang höheren Kosten sowie der Anforderungen an Systemintegration, staatlicher Unterstützung. Beispiele sind die dezentrale Versorgung mit Strom aus erneuerbaren Energien in ländlichen Regionen, die breitenwirksame Nutzung von Solarenergie für Wasserpumpen für die Bewässerungslandwirtschaft oder der emissionsarme öffentliche Personennahverkehr in Städten. Hierfür könnten die jeweiligen Länder in ihren Dekarbonisierungsfahrplänen darlegen, mit welchen Maßnahmen sie ihre Energie- und Wirtschaftssektoren unterstützen wollen. Falls sie dazu zusätzlicher Finanzierung und Kapazitätsentwicklung bedürfen, müssten Kooperationen mit den jeweiligen relevanten Institutionen in die Planung integriert werden.
4. *Förderung von Klimaschutzpionieren und ambitionierten Klimaclubs:* Um den globalen Transformationsprozess zu dynamisieren, sollte ca. ein Fünftel des Finanzvolumens des Transformationsfonds zur Förderung von Pionierländern des Klimaschutzes und ambitionierten Klima-Clubs eingesetzt werden. Durch diese privilegierte Förderung wird die Dynamik der globalen Transformation beschleunigt und es werden gelungene Beispiele für den raschen Umbau zur Klimaverträglichkeit geschaffen, an denen sich andere Länder orientieren können.

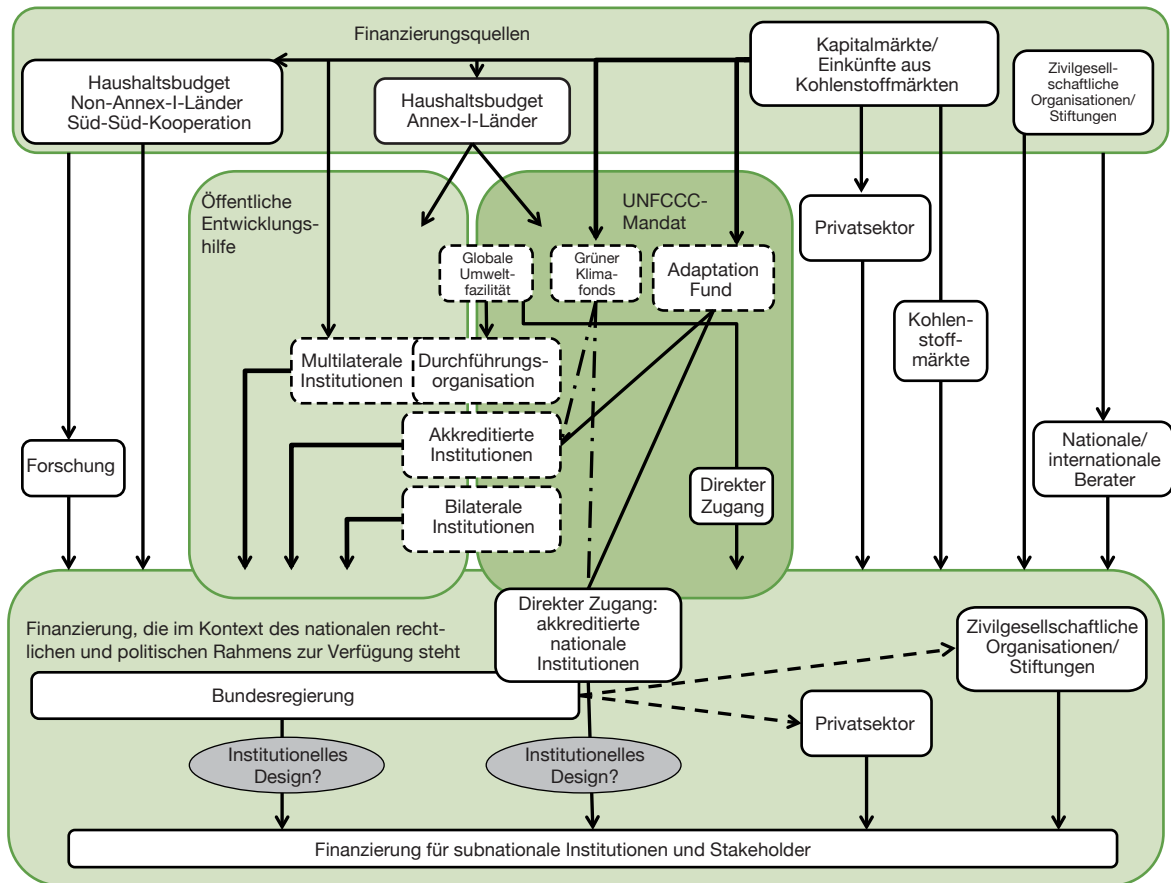


Abbildung 3.3-1

Internationale Finanzarchitektur für Investitionen in Klimaschutz und Anpassung.

Quelle: nach Horstmann und Schulz-Heiss, 2014

3.3.6 Finanzierung

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht betonte erneut, wie dringend höhere Investitionen sowohl in Minderungsmaßnahmen als auch in Anpassung sind (Gupta et al., 2014). Gleichzeitig ist die bisherige internationale Finanzarchitektur für private und öffentliche Investitionen in Klimaschutz und Anpassung sehr komplex (Abb. 3.3-1).

Auf der COP 15 in Kopenhagen im Jahr 2009 versprachen die Industriestaaten, Klimafinanzierung für die Unterstützung von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel in Entwicklungsländern zu mobilisieren: 30 Mrd. US-\$ für die Zeit von 2010 bis 2012 und 100 Mrd. US-\$ pro Jahr ab 2020. Dieses Versprechen wurde in den darauffolgenden Jahren in den offiziellen COP-Entscheidungen wiederholt (z.B. UNFCCC, 2010).

Ein signifikanter Teil dieser Klimafinanzierung soll laut UNFCCC-Vereinbarungen in den neuentwickelten Grünen Klimafonds (Green Climate Fund, GCF) fließen. Darüber hinaus gibt es andere von der UNFCCC mandatierte multilaterale Fonds, beispielsweise den Klimaschutzfonds (Special Climate Change Fund, SCCF), den Least Developed Countries Fund (LDCF) und den Adaptation Fund (AF).

Der Grüne Klimafonds wurde auf der COP 16 in Cancún im Jahr 2010 beschlossen (UNFCCC, 2010).

Der Fonds soll Maßnahmen zur Emissionsminderung und Anpassung an den Klimawandel in Entwicklungs- und Schwellenländern finanzieren. Der Fonds soll dann einen erheblichen Teil dieser Mittel verwalten. Seit Mai 2014 kann der Fonds Einzahlungen annehmen. Statt nur einzelne Projekte zu unterstützen, soll der Grüne Klimafonds durch einen ambitionierten Ansatz zu einer großen Transformation beitragen, zum Beispiel durch die Förderung von Erneuerbare-Energien-Gesetzen in einzelnen Ländern oder die Unterstützung langfristiger, nationaler Anpassungspläne an den Klimawandel in ärmeren Ländern. Deutschland hat bisher knapp 17 Mio. € in den Fonds eingezahlt (Deutsche Klimafinanzierung, 2014b) und zugesagt, über die nächsten neun Jahre 750 Mio. € einzuzahlen.

Der Special Climate Change Fund (SCCF) wird von der Globalen Umweltfazilität (Global Environment Facility, GEF) verwaltet, die die Umsetzung der Rio-Konventionen in den Entwicklungsländern fördert, darunter auch die UNFCCC. Der SCCF unterstützt Entwicklungsländer, die Mitglieder der UNFCCC sind, bei deren Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sowie beim Technologietransfer und beim Aufbau von Kapazitäten. Der SCCF soll als Katalysator bei der Generierung zusätzlicher bi- und multilateraler Ressourcen agieren (Deutsche Klimafinanzierung, 2014d). Deutschland hat für den SCCF bisher insgesamt 60 Mio. € zuge-

sagt (Deutsche Klimafinanzierung, 2014d).

Der Least Developed Countries Fund (LDCF) untersteht ebenfalls der Leitung der GEF. Der Fonds soll die 48 am wenigsten entwickelten Länder (Least Developed Countries, LDCs) bei der Bewältigung der Anpassungskosten unterstützen (Deutsche Klimafinanzierung, 2014c). Deutschland hat für den LDCF bisher insgesamt 115 Mio. € zugesagt (Deutsche Klimafinanzierung, 2014c).

Der Adaptation Fund (AF) unter dem Kyoto-Protokoll wurde im Jahr 2001 beschlossen und nahm seine Arbeit im Jahr 2008 auf. Der Fonds finanziert Anpassungsprojekte in Entwicklungsländern, die Unterzeichner des Kyoto-Protokolls sind, und ermöglicht ihnen durch Mittel aus dem Handel mit zertifizierten Emissionsrechten (Certified Emission Reductions, CERs) und freiwilligen Spenden direkten Zugang zu Finanzmitteln ohne den Umweg über multilaterale Institutionen (Deutsche Klimafinanzierung, 2014a). Wegen des Preisverfalls der zertifizierten Emissionsrechte des Kyoto-Protokolls hat der AF im Jahr 2013 angestrebt, 100 Mio. US-\$ von Geberstaaten einzuwerben und dieses Ziel auf der COP 19 in Warschau 2013 auch realisiert (Deutsche Klimafinanzierung, 2014a).

Neben den Fonds der UNFCCC und den von der UNFCCC mandatierten Fonds gibt es andere multilaterale Fonds, beispielsweise Fonds der EU, und bilaterale Fonds wie die durch Deutschland geförderte Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) oder den britischen International Climate Fund, die ebenfalls zum Erreichen der UNFCCC-Zielsetzung genutzt werden können. Neben der Klimafinanzierung durch Institutionen des internationalen Klimaregimes und der öffentlichen Entwicklungszusammenarbeit (Official Development Assistance, ODA) können Finanzmittel aber auch vom Privatsektor oder nationalen und internationalen zivilgesellschaftlichen Organisationen (Civil Society Organisations, CSOs) kommen.

Für die Erreichung der bereits vereinbarten Ziele für die Klimafinanzierung, ab 2020 jährlich 100 Mrd. US-\$ zu mobilisieren, und um dem darüber hinaus gehenden Finanzierungsbedarf für Klimaschutz und Anpassung adäquat gerecht zu werden, sollten die folgenden fünf Herausforderungen adressiert werden.

1. *Mobilisierung der Mittel:* Die versprochenen Mittel für Minderung und Anpassung sollten eingezahlt werden. Wesentlich für einen funktionierenden effektiven Fonds ist, dass Kriterien für die finanziellen Beiträge der Staaten definiert und ausgewählt werden. Ein Lösungsvorschlag hierfür ist, dass das UN Scale of Assessment die Höhe der finanziellen Beiträge bestimmen soll, die die Mitgliedstaaten der UN an diese zahlen (Haïtes et al., 2013). Ein Vorschlag des WBGU ist, die finanziellen Beiträge der Einzelstaaten am Verursacherprinzip und an der historischen Verantwortung für Emissionen auszurichten – auch vor dem Hintergrund des Prinzips der gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten (WBGU, 2009a; Kap. 2). Neben den Beiträgen der

Staaten spielt der Privatsektor eine zentrale Rolle bei der Bereitstellung der versprochenen und zusätzlich benötigten Mittel für Klimaschutz und Anpassung. Je näher das Jahr 2020 rückt, desto mehr Beachtung schenkt die internationale Klimadebatte diesem privatwirtschaftlichen Beitrag. Einige Entwicklungsländer befürchten, der Fokus auf den Privatsektor könne den Zufluss der ohnehin begrenzten öffentlichen Mittel verzögern und reduzieren (Pauw und Dzebo, 2014). Die Mobilisierung privater Mittel ist jedoch von großer Bedeutung für globale Anpassungs- und Minderungsinitiativen – auch jenseits der versprochenen 100 Mrd. US-\$ pro Jahr (Romani und Stern, 2011; WBGU, 2012).

2. *Verteilung der Mittel:* Die Verteilung der Mittel zur Klimafinanzierung wirft wichtige Fragen auf. Hinsichtlich der Mittel für Anpassung sollte geklärt werden, wie diejenigen Länder und speziell die Bevölkerungsgruppen priorisiert werden können, die den Folgen des Klimawandels gegenüber am verletzlichsten sind, und wie ein solcher Vulnerabilitätsansatz umgesetzt werden kann. In diesem Kontext ist auch die entsprechende institutionelle Gestaltung auf Länderebene eine wichtige Herausforderung (Horstmann und Schulz-Heiss, 2014). Hier sollte geklärt werden, ob und wie das Geld auf der lokalen Ebene ankommt und wie die lokale Bevölkerung einbezogen werden kann. Der WBGU empfiehlt, Maßnahmen wie das GCF-Readiness-Programm der Bundesregierung, das ausgesuchte Länder darauf vorbereitet, Mittel des Green Climate Fund (GCF) zu verwenden, weiter zu unterstützen. Bei der Verteilung der finanziellen Ressourcen für den Klimaschutz schlägt der WBGU vor, einen bestimmten Anteil der hier zur Verfügung stehenden Mittel (z. B. 20%) für besonders ambitionierte Initiativen und Vorreiter-Clubs zu reservieren, um die Dynamik der weltweiten Transformation zu beschleunigen. So können u. a. international sichtbare Dekarbonisierungsleuchttürme geschaffen werden.
3. *Definition der Klimafinanzierung:* Es sollte eine Einigung auf eine genaue und klare Definition der Klimafinanzierung geben, insbesondere im Hinblick auf Anpassungsmaßnahmen. Die Mittel für Minderung und Anpassung sollten „neu und zusätzlich“ zur öffentlichen Entwicklungszusammenarbeit sein. Es sollte Konsens darüber hergestellt werden, was hierunter verstanden wird, da verschiedene Staaten derzeit jeweils unterschiedliche Definitionen dieser Begriffe benutzen (Brown et al., 2010). Auch die Definition „private Klimafinanzierung“ und deren Zuordnung muss geklärt werden. Sind beispielsweise mehrere privatwirtschaftliche Akteure an einer relevanten Investition beteiligt, sollte diese Investition nicht mehrmals zugeordnet und gezählt werden können.
4. *Balance von Minderung und Anpassung:* Es sollte eine adäquate Balance bei der Bereitstellung von Finanzmitteln für Minderung auf der einen Seite und Anpassung auf der anderen Seite gefunden werden. Obwohl der Kopenhagen Accord und das Cancún Agreement

eine solche Balance fordern, wurden bisher weniger als die Hälfte der öffentlichen Mittel für Anpassung bereitgestellt. Der WBGU begrüßt, dass der Grüne Klimafonds eine 50/50-Balance anstrebt. Der WBGU empfiehlt, zwischen den beiden Zielsetzungen Minderung und Anpassung aus zwei Gründen zu differenzieren: *Erstens* illustrieren die in den letzten Jahren rasch gestiegenen Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz, dass Minderungsfinanzierung für den Privatsektor ein Geschäftsmodell sein kann, während es nicht leicht ist, vielversprechende Geschäftsmodelle für Anpassungsfinanzierung zu finden (Pauw und Pegels, 2013; Surminski, 2013). *Zweitens* fließt der größte Teil der öffentlichen Klimafinanzierung für Minderungsmaßnahmen in Schwellenländer, in denen Minderung relativ kostengünstig ist. Die am wenigsten entwickelten Länder, kleine Inselentwicklungsländer und Länder in Afrika südlich der Sahara, die am dringendsten Anpassungsfinanzierung benötigen und denen nicht nur adäquate Eigenmittel fehlen, sondern auch die politischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen, um private und institutionelle Investoren zu akquirieren, gehen häufig leer aus (Lindenberg und Pauw, 2013; WBGU, 2012).

5. *Transparenz:* Der WBGU fordert, dass Klimafinanzierung transparent gestaltet werden sollte. Entwicklungsländer tragen mit nationalen Minderungsstrategien zum Klimaschutz bei und erhalten dafür von den Industrieländern Unterstützung durch Finanzierung, Technologietransfer und Kapazitätsaufbau. Diese Unterstützung soll, so wie die Minderungsaktivitäten selbst, messbar, berichtsfähig und überprüfbar (measurable, reportable and verifiable, MRV) sein. Es sollte weiter an einem MRV-System für die Minderungsleistungen der Entwicklungsländer und die Unterstützung der Industrieländer gearbeitet werden, dessen essenzieller Grundstein Transparenz in der Klimafinanzierung ist.

Die deutsche Bundesregierung hat wiederholt verkündet, einen fairen Beitrag zur Klimafinanzierung leisten zu wollen. Der WBGU begrüßt diese Zusage. Tatsächlich sind in den letzten Jahren die deutschen Mittel für Klimafinanzierung deutlich gestiegen. Doch im Jahr 2014 wird es für bilaterale Klimaprojekte beträchtlich geringere Zusagen geben als noch im Jahr 2013. Damit die Bundesregierung ihre Zusagen erfüllen kann, sollte der deutsche Beitrag jedoch nicht sinken, sondern moderat steigen.

Mit dem kürzlich gegebenen Versprechen durch Bundeskanzlerin Angela Merkel, dass Deutschland über die nächsten neun Jahre 750 Mio. € in den neuen Grünen Klimafonds einzahlen wird, trägt die Bundesregierung zu einem erfolgreichen Start des Fonds bei. Für das Jahr 2015 ist eine erste Einzahlung von 20 Mio. € geplant. Durch die Zusage der deutschen Regierung sind jetzt andere Länder ebenfalls unter Zugzwang. Neben Deutschland haben Frankreich, Großbritannien, Norwegen, Schweden, Japan und die USA öffentlich angekündigt, dass von ihnen Zusagen zu erwarten sind. Auch einige Schwellenländer, darunter Mexiko und Südkorea,

planen eigene Zusagen. Noch liegen außer der Zusage der Bundeskanzlerin keine weiteren Zusagen vor. Sollte es gelingen, bis Ende des Jahres 2014, wie von den Entwicklungsländern gefordert, Zusagen im Wert von 15 Mrd. US-\$ zu erhalten, könnte dies die Vertrauensbasis zwischen Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern verbessern und sich positiv auf die UN-Verhandlungen für ein globales Abkommen in Paris 2015 auswirken.

Der WBGU empfiehlt, die Vielfalt verfügbarer öffentlicher Instrumente noch effektiver zu nutzen, beispielsweise Zuschüsse, Kredite, Kreditlinien, Garantien, Anleihen, strukturierte Fonds und technische Unterstützung (WBGU, 2012), um privates Kapital für Klimafinanzierung zu mobilisieren. Der Grüne Klimafonds der UNFCCC sollte in Erwägung ziehen, sein Instrumentarium auszuweiten und neben konzessionären Krediten und Zuschüssen ebenfalls die ganze Bandbreite möglicher Instrumente für die Mobilisierung privaten Kapitals zu nutzen.

Das Engagement der Privatwirtschaft für Klimafinanzierung sollte durch effektive öffentliche Mittel und Politikmaßnahmen in Industrie- und Entwicklungsländern stimuliert werden. Wie der Beirat bereits betont hat, gibt es dafür eine Reihe wichtiger Anknüpfungspunkte (WBGU, 2012). Dazu zählen geeignete rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen, Strategien zur Risikominimierung sowie das Schließen von Informationslücken, vor allem hinsichtlich einer einheitlichen Definition von „Klimafinanzierung“ und „privat“ sowie verlässliche Daten für die Messung privater Klimainvestitionen. Internationale Institutionen der Entwicklungs- und Klimafinanzierung sollten Energie, Klima- und Entwicklungspolitik inhaltlich und finanziell stärker verknüpfen. Entsprechende Institutionen sollten gestärkt und mit ausreichenden Finanzmitteln ausgestattet werden. Bei der Mobilisierung privater Mittel sollten klare soziale und ökologische Standards und Leitlinien (safeguards) sowie verbindliche Steuerungs- und Bilanzierungsinstrumente eingehalten werden (WBGU, 2012).

.....

3.4

Kernbotschaften

- *Zusammenspiel aller relevanten Akteure:* Für das globale Problem des Klimawandels ist eine internationale Lösung unverzichtbar. Die Dekarbonisierung zur Erreichung des Nullziels bis spätestens zum Jahr 2070 kann allerdings nur im Zusammenspiel von staatlichen, zwischenstaatlichen sowie zivilgesellschaftlichen Prozessen und Akteuren erreicht werden.
- *Rechtsverbindliches Protokoll:* Das geplante Pariser Klimaabkommen sollte so gestaltet sein, dass es möglichst viele dieser Prozesse einbezieht und ambitionierte Akteure fördert. Der WBGU empfiehlt hierfür ein rechtsverbindliches Protokoll zur UNFCCC und ergänzende COP-Entscheidungen.
- *Verankerung der 2 °C-Leitplanke und des Nullemissionsziels:*

onsziels: Das Protokoll sollte durch einen hybriden Ansatz gekennzeichnet sein, der auf einer Kombination von verbindlichen und freiwilligen Elementen basiert. Der WBGU empfiehlt die rechtsverbindliche Verankerung der 2°C-Leitplanke im Pariser Protokoll. Zur Konkretisierung sollte als globales Langfristziel verbindlich vereinbart werden, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 weltweit auf Null abzusenken.

- *Prozeduralisierung der 2°C-Leitplanke:* Der WBGU empfiehlt eine verfahrensrechtliche Ausgestaltung, d.h. eine Prozeduralisierung der 2°C-Leitplanke. Sie ist gekennzeichnet durch die verpflichtende Einbeziehung wissenschaftlichen Sachverständigen (IPCC) in Entscheidungsprozesse der UNFCCC und des Pariser Protokolls, der Gewährleistung größtmöglicher Transparenz, durch Zugang zu Informationen für Jedermann sowie durch Beteiligungs- und Klagerechte für Sachwalter des Klimaschutzes, d.h. Verbände und Nichtregierungsorganisationen, die ein Interesse am Klimaschutz nachweisen, um Akzeptanz und Kontrolle der Einhaltung von Pflichten zu fördern und damit eine Art Demokratisierung des Klimaregimes zu unterstützen.
- *Hybriden Ansatz beim Pledge-and-Review-Verfahren verankern:* Der WBGU empfiehlt ein ambitioniertes Pledge-and-Review-Verfahren, das sich vom bisherigen Pledge-and-Review-Verfahren nach dem Kyoto-Protokoll vor allem durch seinen verpflichtend-freiwilligen Charakter unterscheidet (hybrider Ansatz).
- *Pledges:* Jede Vertragspartei würde im Pariser Protokoll dazu verpflichtet, sich selbst gewählte Ziele z.B. bis 2030 zu setzen und Dekarbonisierungsfahrpläne zu übermitteln (pledges). Diese sollten nicht allein die Treibhausgasreduktion betreffen, sondern könnten z.B. auch den Ausbau erneuerbarer Energien oder die energetische Sanierung erfassen. In den Dekarbonisierungsfahrplänen wird erläutert, wie der jeweilige Vertragsstaat das Ziel der Nullemissionen bis spätestens zum Jahr 2070 erreichen will. Diese Pläne können auch Zwischenziele (Meilensteine) enthalten.
- *Review:* An die Vorlage der Zusagen (Pledges) soll sich eine rechtsverbindliche Überprüfung (Review) anschließen, ob die vorgelegten nationalen Ziele zusammengekommen ausreichen, um auf einen globalen Emissionspfad zu kommen, der die Einhaltung der 2°C-Grenze ermöglicht. Auch die einzelnen nationalen Beiträge sollten im Rahmen der Überprüfung auf ihre Plausibilität und auf ihre Umsetzung hin beleuchtet werden. Nach der Überprüfung soll über entsprechende dabei ermittelte Defizite in den Zusagen (Pledges) zwischen den Staaten nachverhandelt werden. Die Ambitionen können im wiederholten Pledge-and-Review-Verfahren im Wechselspiel mit den nationalen Klimapolitiken der Vertragsstaaten nach und nach gesteigert werden.
- *Messung, Berichterstattung und Validierung:* Ein zentraler Mechanismus ist die Messung, Berichterstattung und Validierung vertragsstaatlicher Verpflichtungen,

um die Umsetzung der Ziele und der Dekarbonisierungsfahrpläne zu sichern (Monitoring, Reporting and Verification, MRV). Der WBGU empfiehlt der Bundesregierung, sich für die Entwicklung eines MRV-Systems im Rahmen des Pariser Protokolls einzusetzen.

- *Anpassung und Umgang mit Verlusten und Schäden:* Anpassung und Umgang mit Verlusten und Schäden müssen auf der Agenda weiter nach vorne rücken. Der Warschau-Mechanismus sollte ausgebaut werden.
- *Flexible Mechanismen:* Der WBGU geht davon aus, dass eine sinnvolle Verwendung der flexiblen Mechanismen ähnlich dem Kyoto-Protokoll auch im Rahmen des vom WBGU empfohlenen Pledge-and-Review-Verfahrens umsetzbar ist, sofern ausreichend ambitionierte Minderungsziele vorgelegt werden. Ein effektiver Klimaschutz erfordert auch, die Volkswirtschaften finanziell nicht zu überfordern und die globalen Vermeidungskosten durch kurz- bis mittelfristige Flexibilität zu senken. Gleichzeitig kann die Möglichkeit des Einsatzes flexibler Mechanismen den Anreiz für anspruchsvolle Pledges erhöhen.
- *Transformationsfonds:* Der WBGU empfiehlt einen Transformationsfonds für die globale Dekarbonisierung der Wirtschaft zu entwickeln. Der Fonds soll *erstens* mittels einer ausreichenden Finanzierung die notwendigen privaten Investitionen in die Transformation der Energiesysteme und anderer Bereiche der Wirtschaft mobilisieren, die ökonomischen und technologischen Risiken von Innovationen minimieren sowie den Zugang zu klimaverträglichen Technologien sichern. *Zweitens* soll der Fonds als Vermittler zwischen nationalen und internationalen Akteuren länderspezifische Lösungen entsprechend der nationalen Dekarbonisierungsfahrpläne unterstützen und *drittens* die Diffusion und dauerhafte Anwendung klimaverträglicher Innovationen ermöglichen. *Viertens* empfiehlt der WBGU, insbesondere ambitionierte Klima-Clubs oder Pionierallianzen in Entwicklungs- und Schwellenländern bevorzugt zu unterstützen.
- *Finanzierung:* Die Einhaltung der finanziellen Zusagen der Industriestaaten, ab 2020 jedes Jahr in Summe 100 Mrd. US-\$ für die Unterstützung von Klimaschutz und Anpassung in Entwicklungsländern zu mobilisieren, soll erreicht werden. Die Bundesregierung sollte sich in diesem Bereich durch einen eigenen finanziellen Beitrag hervortun, der Modellcharakter für andere Industriestaaten entfalten kann. Es müssen auf der internationalen Ebene transformative Kriterien für die Vergabe der Gelder entwickelt werden.

Narrative und Laboratorien für aktiven Klimaschutz

Die großen Risiken des Klimawandels wurden durch den IPCC und die Klimawissenschaft weiter erhärtet (Kap. 1). Allerdings haben die internationalen Klimaverhandlungen bislang weder einen Durchbruch geschafft noch sind ehrgeizige Vereinbarungen zum Klimaschutz auf globaler Ebene in Sicht (Kap. 3). Vor diesem Hintergrund betrachtet der WBGU in diesem Kapitel weitere Möglichkeiten, den Klimaschutz voranzubringen – den modularen Multilateralismus sowie Narrative und Laboratorien der Transformation zur Nachhaltigkeit. Zudem betrachtet der WBGU die Möglichkeiten ihrer Wechselwirkungen und gegenseitigen Verstärkung, die den multilateralen Verhandlungen eine neue Dynamik verleihen können. Es gibt viele Beispiele, von der lokalen bis zur globalen Ebene, für erfolgversprechende Bürgerinitiativen, soziale Bewegungen, Unternehmen und Clubs, die für Klimaschutz Verantwortung übernehmen, sensibilisieren und politisch mobilisieren. Der WBGU zeigt in diesem Kapitel an ausgewählten, markanten Beispielen die Bandbreite der Instrumente, mit denen Klimaschutz aktiv erprobt wird. Für die Breitenwirkung sind das Zusammenspiel und die Synergien der vielen Initiativen von großer Bedeutung.

4.1

Die Vitalisierung internationaler Verhandlungen

Auch das nach heutigem Stand der Klimadiplomatie zu erwartende Pariser Abkommen wird voraussichtlich nicht ambitioniert genug sein, um ausreichenden Klimaschutz sicherzustellen (Kap. 3). Ohne entschiedene Kursänderung steuert die Welt auf eine globale Erwärmung zu, die bis zum Ende dieses Jahrhunderts mehr als 4°C erreichen könnte, wie die wissenschaftliche Evidenz differenzierter und eindeutiger als je zuvor belegen kann (Kap. 1). Dennoch hält der WBGU internationalen Klimaschutz im Rahmen der Vereinten Nationen für unverzichtbar und empfiehlt ein ambitioniertes, rechtsverbindliches Pariser Klimaprotokoll (Kap. 3.1), denn die UNFCCC bietet nach wie vor den geeigneten Rahmen, um alle Staaten betreffende Herausforderungen universell auszuhandeln.

Es stellt sich die Frage, wie die Defizite des globalen Klimaschutzes ausgeglichen und die globale Klimapolitik wiederbelebt werden kann. Der WBGU ist überzeugt, dass ein wesentlicher Antrieb dafür durch Vorrei-

terstaaten und aus der Zivilgesellschaft kommen kann. Im Vorfeld der Pariser Vertragsstaatenkonferenz der UNFCCC im Jahr 2015 (COP 21) finden an vielen Orten Demonstrationen mit nennenswerter Beteiligung statt, die von Umwelt-, Entwicklungs- und Klimaschutzgruppen getragen werden. Sie werden aus dem Bereich der Religionsgemeinschaften und Gewerkschaften unterstützt, die sich seit langem für aktiveren Klimaschutz einsetzen. Der folgende Überblick zeigt, dass es weitere vielfältige Ansätze unkonventioneller Beteiligung gibt, die, miteinander in Beziehung gebracht, als Katalysatoren einer aktiveren Klimapolitik wirken und Regierungen, die an einem möglichst ambitionierten Ergebnis der Verhandlungen in Paris interessiert sind, Rückenwind geben können. Dementsprechend hat die deutsche Umweltministerin Hendricks die Grundlagen einer erfolgreichen Klimapolitik kommentiert: „Die Umsetzung wird eine Kraftanstrengung für uns alle. Darum möchte ich auch Länder, Kommunen und gesellschaftliche Gruppen zur Mitarbeit gewinnen“ (BMUB, 2014). In diesem Sinne wird zielführendes Regierungshandeln durch entschlossenes Handeln der Zivilgesellschaft in ihren diversen Ausprägungen vorangetrieben und ermöglicht. Denn so sehr die globale Klimapolitik seit 2009 ihr Momentum verloren hat und sich unter Klimaschützern Enttäuschung und Abwendung verbreitet haben, so sehr haben die zivilgesellschaftlichen Bemühungen zugenommen und an Konkretheit gewonnen. Die folgende Synopse dieser Bemühungen, klimapolitische Governance zu stützen und zu stärken, kann auch dazu beitragen, den vielfältigen, auf die Akteure oft isoliert und schwach wirkenden Initiativen ein Gefühl der kollektiven Selbstwirksamkeit (Zaccaro et al., 1995) zu geben: „Auf uns kommt es an – gemeinsam bewegen wir was“ (Bandura, 1997; Bandura und Locke, 2003).

Gesellschaftliche Initiativen im Gesamtzusammenhang

Zunächst werden diese vielfältigen Initiativen in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet. Zu beobachten ist ein potenzielles oder aktuelles Zusammenwirken im Dreieck von (1) Zivilgesellschaft (unter Einschluss wirtschaftlicher Akteure), (2) politischen Institutionen im Mehrebenensystem von der lokalen bis zur supranationalen Ebene und (3) Vorreiterstaaten im multilateralen Verhandlungssystem der Vereinten Nationen. Das dynamische Kräftefeld in diesem Dreieck bildeten in

den letzten Jahren die bürgergesellschaftlichen Initiativen und neuen sozialen Bewegungen. Aus der sozialwissenschaftlichen Bewegungsforschung ist bekannt, dass solche Bewegungen ein von den etablierten politischen Kräften vernachlässigtes Feld beackern, ein „enjeu“ (Alain Touraine), eine Herausforderung, bei der viel auf dem Spiel steht (Touraine, 1993). Das ist in diesem Fall der mangelnde Schutz globaler Gemeingüter wie der Atmosphäre, der gefährlichen Klimawandel auslösen kann. Soziale Bewegungen (wie im 19. Jahrhundert zu sozialer Ungerechtigkeit und politischer Ungleichheit) entwickeln alternative Narrative und eröffnen Erwartungshorizonte, markieren und demonstrieren also einen politisch-moralischen Dissens zu vorherrschenden Verhältnissen und Meinungen. Jenseits dieser normativen Ebene können soziale Bewegungen Ressourcen mobilisieren, die sie in einer historisch günstigen Lage als Gelegenheitsfenster nutzen (Appiah, 2011). Trotz dieser Informalität können auch minoritäre Strömungen durch die Verknüpfung von Ideen und Idealen, Praktiken und Aktionen in den politischen und gesellschaftlichen Raum hinein intervenieren. Bezogen auf die Klimapolitik und andere grenzüberschreitende Agenden von Umweltschutz und Nachhaltigkeit ist bedeutsam, dass sich derartige soziale Bewegungen in letzter Zeit mit der ökonomischen und kulturellen Globalisierung ebenfalls transnational vernetzt und in Stellung gebracht haben. Internationale Nichtregierungsorganisationen können als Anwälte bzw. Sachwalter globaler Gemeingüter auftreten und sie haben im Politikzyklus auch auf der internationalen Ebene an Bedeutung gewonnen. Somit sind sie zu jenen transnationalen Akteuren geworden (exemplarisch: WWF, Germanwatch, Greenpeace), die gerade in der Klimapolitik eine mobilisierende Rolle übernommen haben. Ähnliches gilt für Think Tanks und wissenschaftliche Beratungseinrichtungen (z.B. Ecofys, World Resources Institute, Woods Hole Research Center; Thinktankmap, 2014).

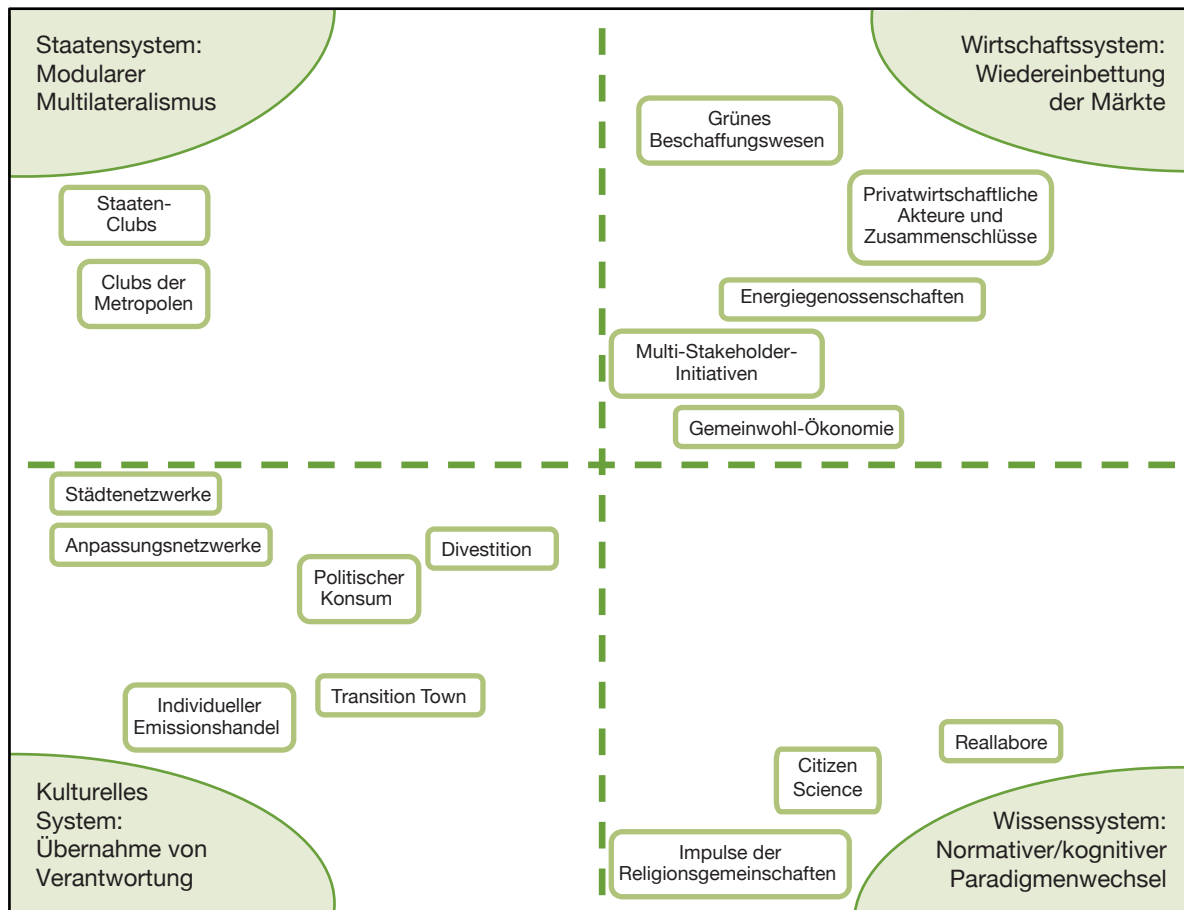
Ähnlich alternative Vorreiterpraktiken sind von Staaten zu beobachten. Durch die Gründung des „Clubs der Energiewendestaaten“ ist es der Bundesregierung im Jahr 2013 gelungen, einige Länder, die entscheidend für den Erfolg des Klimaschutzes sein werden, für neue Ansätze verstärkter Zusammenarbeit zu gewinnen. Solche ambitionierten Clubs verschiedener Akteure (z.B. der Städte-Club C40) können als Katalysatoren transformative Wirkung entfalten, indem sie andere Akteure veranlassen, sich entweder an ihnen zu orientieren und den Clubansatz zu replizieren oder einem bestehenden Club beizutreten.

Die geschichtliche Erfahrung zeigt, dass solche Strömungen und Bewegungen lange festgefahrene Verhältnisse aufgebrochen und Handlungsspielräume eröffnet haben. Entscheidend für den Erfolg sind auf den ersten Blick überraschende Verbindungen von lokalen und überlokalen Einzelinitiativen oder sektoren- und grenzüberschreitende Allianzen, die Handlungsparameter auch jenseits der „üblichen Verdächtigen“, also der altbekannten Stakeholder, eröffnen und in einem umfassenden Sinne

„Streitpolitik“ (contentious politics; Tilly und Tarrow, 2006) erlauben. Solche Initiativen sind im Gegensatz zu klassischen Stakeholdern als „Sachwalter“ zu verstehen, denen es primär und unabhängig von eigener Betroffenheit um den Schutz der Sache geht. Eine genauere Betrachtung der klimapolitischen Akteure ergibt, dass sie in verschiedenen gesellschaftlichen Subsystemen (Politik, Wirtschaft, Kultur, Wissen) angesiedelt sind bzw. alle Medien politischer Interaktion heranziehen: Macht bzw. Einfluss, Geld, Diskurse, Recht. Ein derart eintretender paralleler Wandel in unterschiedlichen, oftmals unverbundenen gesellschaftlichen Ebenen zeigt eine tiefgreifende Transformation an (Osterhammel, 2009). Die im Folgenden näher dargestellten Initiativen können systematisch in Subsysteme eingeordnet werden (Abb. 4.1-1), wobei die Kraft der Initiativen wohl darin liegt, dass sie häufig in mehreren Subsystemen parallel vorkommen bzw. dass sie in einen Gleichschritt kommen.

Verortet man die einzelnen Initiativen und ordnet sie den gesellschaftlichen Subsystemen zu, so können politische Clubs, getragen von Nationalstaaten, als ein Element eines *modularen Multilateralismus* bezeichnet werden – entstanden in Folge einer multipolaren Neuordnung der Staatengemeinschaft und im Unterschied zum klassischen Multilateralismus des UN-Verhandlungssystems. Wo globale Kooperation nicht zustande kommt, entwickeln sich im Idealfall regionale und sektorale Kooperationen. Staaten-Clubs können im Rahmen der UNFCCC klimapolitische „Kippunkte“ erzeugen, indem ihre Mitglieder (national) deutlich ambitioniertere Ziele anstreben, als im UN-Prozess erreichbar wären, und als Club in den UN-Verhandlungen ehrgeiziger agieren können. Der modulare Multilateralismus wird unterfüttert und motiviert durch einen *normativen und kognitiven Paradigmenwandel*, der initiiert und getragen wird von Impulsen etwa aus religiösen Gemeinschaften oder aber auch der Wissenschaft, die transdisziplinär angelegt ist und das lokale Wissen von „Laien“ systematisch einbezieht. Hierdurch wird eine *Wiedereinbettung der Märkte* (Polanyi, 1944) wahrscheinlicher, die klimaverträgliche individuelle Investitions- und Konsumententscheidungen und analoge Entscheidungen institutioneller Akteure wie Unternehmen sowie öffentliche Verwaltungen begünstigt und trägt. All dies geschieht gleichzeitig mit einer *individuellen und kollektiven Verantwortungsübernahme* durch zahlreiche (kollektive) Initiativen, die sich für den Wandel verantwortlich erklären und Zukunftsverantwortung neu zu definieren vermögen.

Der WBGU möchte darlegen, dass die Durchschlagskraft (performance) und Glaubwürdigkeit (legitimacy) internationalen Klimaschutzes ganz wesentlich von solchen Initiativen und ihrem Zusammenspiel abhängig ist. Zugrunde gelegt werden kann ein breiter normativer Konsens für globalen Klimaschutz und damit verbundene Präferenzordnungen nachhaltiger Entwicklung, die nicht nur in entwickelten Volkswirtschaften, sondern auch in Schwellenländern auf dem Vormarsch sind oder immerhin strategische Gruppen in den betreffenden Gesellschaften beeinflusst haben.

**Abbildung 4.1-1**

Gesellschaftliche Subsysteme, in denen klimapolitische Akteure agieren, und durch Initiativen angeregte Veränderungen.

Quelle: WBGU

Der Wertewandel ist in vollem Gang

Eine Vielzahl von Indizien, etwa die Ergebnisse des seit 1981 weltweit durchgeführten World Values Survey (WVS), legen nahe, dass Werthaltungen, die dem Schutz der natürlichen Umwelt einen zentralen Stellenwert einräumen, in großen Teilen der Weltbevölkerung zunehmen, sich global verbreiten und dadurch eine Grundlage für die Transformation im Wissenssystem und kulturellen System bilden (WVS, 2014). So zeigt auch die aktuelle sechste Erhebungswelle des WVS, dass die Mehrheit der Befragten in fast allen teilnehmenden Ländern Umweltschutz für persönlich wichtig halten und als Entwicklungsziel ähnlich wichtig einschätzen wie Bildung und den Ausbau basaler Versorgungsstrukturen. Bürgerinnen und Bürger in 30 der 53 teilnehmenden Länder sprechen mittlerweile dem Umweltschutz eine höhere Priorität zu als dem Wirtschaftswachstum (WVS, 2014). Die zunehmende Sorge um die Umwelt bzw. die Verbreitung umweltschutzbezogener Werteorientierungen werden als Ausdruck eines Wertewandels in Richtung postmaterieller und Selbstentfaltungswerte gesehen (Inglehart, 2008), die vor allem in eher wohlhabenden, demokratisch organisierten Ländern vorzufinden sind, sich aber zunehmend auch in Schwellenländern verbreiten. Auch andere internationale Studien zeigen eine hohe länder- und kulturübergreifende Ähnlichkeit der Perspektiven auf die Gefährlichkeit sowie die Ursachen und Folgen

des Klimawandels und hierauf bezogene Sorgen (BBC, 2007; Brechin und Bhandari, 2011). Befragungen, die sich explizit mit den Einstellungen und Einschätzungen zur internationalen Klimapolitik befassen, zeigen außerdem, dass Bürgerinnen und Bürger von an den Verhandlungen beteiligten Nationen die eigene Verantwortung im Klimaschutz erheblich ernsthafter und untereinander homogener wahrnehmen als ihre staatlichen Vertreter. Während diese in Klimaverhandlungen eher im Sinne nationaler Eigeninteressen agieren (Lange et al., 2010) halten Bürgerinnen und Bürger Prinzipien der Gerechtigkeit und Verantwortungsübernahme für wichtiger als das Verfolgen von Eigeninteressen (Kals et al., 2005; Schleich et al., 2014).

Ähnliche Entwicklungen sind auch bei internationalen Akteuren zu beobachten: So haben sich beispielsweise die Leiter internationaler Organisationen wie der Weltbank und der OECD zur „Dekarbonisierung“ der Energieversorgung und zum Schutz der Ressourcen bekannt. Weltbankpräsident Jim Yong Kim stellte fest: „A 4 degree warmer world can, and must be, avoided – we need to hold warming below 2 degrees“ (World Bank, 2012b), und OECD Generalsekretär Angel Gurría rief auf: „I am making a strong call for governments to put us on a pathway to achieve zero net emissions from the combustion of fossil fuels in the second half of this century“ (OECD, 2014). Dieses Bekenntnis findet

sich auch auf breiter Front in nationalen und lokalen Klimaschutzplänen, in Selbstverpflichtungen und Investitionsentscheidungen von Unternehmen und in einem großen Teil der wissenschaftlichen Forschung. Die Beispiele belegen übereinstimmend, dass ein normativer Diskurs für Klimaschutz und Nachhaltigkeit Platz gegriffen hat und dieser aus der Welt der Ideen, Visionen und Wünsche in konkrete soziale Praxen übergegangen ist.

Wie Wandel werden kann

Die politisch-strategische Frage ist nun, wie aus demokratischen Mehrheiten und individuellen Absichtserklärungen eine wirksame kollektive Aktion entstehen kann und Klimapolitik zu (re-)politisieren ist. Das heißt: wie kann sich eine globale Spaltungs- und Konfliktlinie entwickeln, die über die erwähnten Einflussnahmen der globalen Zivilgesellschaft und Staaten- bzw. Städteavantgarden das UN-System erreicht?

Das Thema Klimaschutz gilt als „wicked problem“, d.h. auf nationaler und lokaler Ebene scheinbar unlösbar, u.a. wegen Langfristigkeit und Komplexität; deshalb wird es für nationale und regionale Wahlen nur ausnahmsweise bedeutsam, sondern meist über unkonventionelle politische Partizipation. Diese beginnt mit Petitionen (z.B. das Memorandum des Nobel Cause Symposiums 2014; PIK, 2014), Spendenaktionen und dergleichen, führt über Demonstrationen für Klimaschutz und Energiewende auf Straßen und Plätzen (beispielsweise der „Mother Earth Day to May Day“ am 1. Mai 2014 von „The Global Climate Convergence“; Global Climate Convergence, 2014) oder in Deutschland die dezentrale Demonstration „Energiewende nicht kentern lassen“ am 10. Mai 2014 der Klima-Allianz Deutschland (2014) und Städtenetzwerke (C 40) bis hin zu Boykottmaßnahmen, sogenannten Divestment-Aktionen und Umweltverbandsklagen, bei denen Umweltverbände im Sinne der „prokuratorischen Rechtsstellung“ stellvertretend tätig werden können (Kap. 3.2.4; Schlacke, 2014b; Ekardt, 2014).

Wichtig ist nun die Inter-Aktion der verschiedenen Akteure, die freilich nicht von einer vorgegebenen Choreografie oder Regie geleitet wird, sondern ein verbindendes Grundnarrativ – Dekarbonisierung und Transformation zur Nachhaltigkeit – polyphon entfaltet. Nicht zuletzt der mediale Effekt solcher „glokalen“ Einzelaktionen schafft ein Gefühl kollektiver Selbstwirksamkeit, die in Laboratorien dekarbonisierter Produktions- und Lebensweisen, in der Wissenschaft, in Unternehmen und in der Zivilgesellschaft, etwa in Genossenschaften und Klagegemeinschaften, zusammengeführt wird. Nach Ostrom begünstigen vier Faktoren derart verantwortungsvolles Handeln in sozialen Dilemmata, wozu der Klimawandel zählt (Ostrom, 2009: 12f.; Poteete et al., 2010):

1. Ein grundlegendes Bewusstsein für das Problem (des Klimawandels), dessen Ursachen, die Notwendigkeit für Veränderung und die eigene Verantwortung bei möglichst vielen Beteiligten.
2. Eine hohe Verlässlichkeit der Informationen über das

Problem und deren kontinuierliche Vermittlung.

3. Informationen darüber, dass auch andere Beteiligte sich um eine Veränderung bemühen und Bemühungen beaufsichtigt werden.
4. Die Kommunikation zwischen Beteiligten bzw. Teilmengen der Beteiligten.

Unter diesen Bedingungen können kleine, sich selbst entfachende Glutkerne des Klimaschutzes eine großflächige Transformationsdynamik anfachen. Dabei muss die Effektivität isolierter Foki gestützt werden durch institutionelle und prozedurale Fortschritte der Klimaverhandlungen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene, da beispielsweise politisierter Konsum und Divestitionsansätze den Zyklen sozialer Bewegungen unterliegen und deren Potenzial durch Abwanderung und Enttäuschung zu versiegen drohen (Hirschman, 1970, 1982).

Im Folgenden werden exemplarische Handlungspraktiken mit mittlerem bis hohem Potenzial zur Dekarbonisierung, welche eine verlässliche Planungsgröße für alle Akteure darstellt (Kap. 2), sowie zur Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft vorgestellt. Sie sollen aus der Sichtweise sozialer Praktiken und Initiativen veranschaulichen, welcher Impulse sich die Verhandlungsakteure im UNFCCC-Prozess bedienen können. Die ausgewählten Initiativen reichen von der multilateralen Akteursebene (Staaten-Clubs und Städtenetzwerke) über die Meso-Ebene sozialer Bewegungen bis zu Möglichkeiten kollektiver Aktionen kleinerer Gemeinschaften und von Individuen.

Analysiert wird das transformative Potenzial der Initiativen und ihres Zusammenspiels anhand von vier Kategorien (Tab. 4.6-1).

Hierzu zählt *erstens* das von den Handelnden selbst gewählte *Ambitionsniveau*: Was und wieviel wollen die Beteiligten mit den alternativen Handlungspraktiken verändern? Geht es darum, „Inseln“ oder Alternativen zum Mainstream innerhalb des Anwendungsbereiches zu schaffen oder wird eine alternative Ordnung (von Versorgungssystemen, Finanzsystemen, Formen des Zusammenlebens) angestrebt? Was zählt ist dabei nicht die konkrete alternative Handlungspraxis, sondern die Vision bzw. der Gegenentwurf zum Mainstream, der von den Handelnden entwickelt wird und inwieweit dieser eine Transformation der Gesellschaft umfasst.

Zweitens ist die *Skalierbarkeit* der Initiative von entscheidender Bedeutung: Wie hoch ist das Ausmaß der individuellen und kollektiven Mobilisierung? Wie weit kann die alternative Handlungspraxis innerhalb gesellschaftlicher Ebenen und räumlicher Grenzen und darüber hinaus diffundieren? Können alle Menschen, unabhängig von ihren Ressourcen (finanziell, kognitiv, sozial) und ihrem kulturellen Hintergrund daran teilhaben oder eignet sich die Alternative vor allem für bestimmte soziale und kulturelle Milieus?

Dauerhaftigkeit weist als *dritte* Kategorie in die Zukunft: Werden alternative Strukturen entwickelt, die formell (wie Vereine, Genossenschaften) oder informell (wie temporäre Akteursnetzwerke, Internetplattformen und Foren) organisiert sind? Können sie an exi-

stierende Strukturen (z.B. Unternehmensrecht, Institutionen) anknüpfen oder sind sie eher „isoliert“? Hierbei ist wichtig zu unterscheiden, ob die Aktivitäten der Initiative das Ziel sind und dauerhaft implementiert werden sollen (z.B. Energieversorgung genossenschaftlich auf Basis erneuerbarer Energien organisieren) oder ob sie ein Mittel zum Zweck sind, das nicht auf Dauerhaftigkeit angelegt ist, sondern obsolet werden soll, wenn das Ziel erreicht ist (z.B. politischer Konsum oder Divestment sind nicht das Ziel, sondern ein Mittel, um Versorgungs- oder Finanzsysteme zu verändern; wenn die Systeme sich verändert haben, ist das Mittel nicht mehr notwendig).

Viertens muss sich jede Initiative an ihrer *Umsetzbarkeit* messen lassen. Diese spielt in zweierlei Hinsicht eine Rolle. Als Typ 1 im Hinblick auf die alternativen Praktiken: Sind diese einfach umzusetzen, können Teilnehmende z.B. bei Verfügbarkeit der notwendigen eigenen Ressourcen gleich loslegen (etwa mit dem de-investieren)? Oder bedarf es zunächst einiger Vorbereitung und der Aktivierung kollektiver Ressourcen, z.B. um eine Energiegenossenschaft oder eine Erzeuger-Verbraucher-Gemeinschaft zu gründen (Konzepte entwickeln, Kontakte aufbauen, Mitstreiterinnen und Mitstreiter finden usw.)? Als Typ 2 im Hinblick auf die Ambition bzw. das Ziel: Wie konträr oder alternativ ist der Gegenentwurf (siehe Ambitionsniveau) im Vergleich zu den existierenden Regimes? Wie stark müssen sich etablierte Routinen und Systeme in wie vielen gesellschaftlichen Bereichen verändern, damit der Gegenentwurf zum *Mainstream* wird?

Eine Einschätzung hierüber ist gegenwärtig für einige der unten aufgeführten Beispiele nur sehr begrenzt möglich. Darüber hinaus ist aber die kumulative Wirkung vernetzter Initiativen von entscheidender Bedeutung, also ihre wechselseitige Beeinflussung und Verstärkung in den Subsystemen der Politik, der Wirtschaft, der Kultur und des Wissens. Sie schaffen bestenfalls bei den Beteiligten einen Eindruck von Selbstwirksamkeit und bei den institutionellen Akteuren, die sich an Zielen nachhaltigen Fortschritts ausrichten wollen, Unterstützung und Legitimation. Es entstehen Demonstrations- und Nachahmungseffekte und in deren Folge Machtverschiebungen; so werden Narrative und Laboratorien der Nachhaltigkeit handlungsmächtig, so prägen sie Routinen und Habitus breiter Bevölkerungskreise und so werden sie als globale Handlungsmuster kulturell mehrheitsfähig und eventuell hegemonial.

4.2

Modularer Multilateralismus

Definition

Ein flexibilisierter, modularer Multilateralismus sollte die UNFCCC ergänzen, um die UN-Verhandlungen zu dynamisieren. Eine vielversprechende Form für einen solchen Ansatz sind Clubs. Clubs sind freiwillige Zusam-

menschlüsse, bei denen erstens die Mitgliedschaft an die Erfüllung spezifischer Kriterien geknüpft ist und zweitens nur Mitglieder Zugang zu den jeweiligen Clubgütern haben. Clubgüter sind Vorteile des Clubs, die einen Anreiz für den Clubbeitritt bieten (Buchanan, 1965). Clubmitglieder können Individuen, z.B. im Sportclub, aber auch Staaten, z.B. in der EU, Städte, z.B. in C40, oder ganz unterschiedliche Typen von Akteuren sein.

Beispiele

Es gibt bereits eine Vielzahl von clubähnlichen Gruppierungen außerhalb der UNFCCC. Bestehende Gruppierungen zielen jedoch meist nur auf inkrementelle Veränderungen. Sie leisten als Dialogforen und als auf Implementierung und Kapazitätsaufbau ausgerichtete Initiativen zwar wichtige Beiträge zum Klimaschutz, streben jedoch nur kleine Fortschritte an (Abb. 4.2-1).

Um dem Klimaschutz neue Dynamik zu verleihen, braucht es statt der bereits existierenden Gruppierungen ehrgeizige Clubs, die tatsächlich dazu beitragen, fundamentalen Wandel auszulösen (Kasten 4.2-1). Einen Club, der transformativen Wandel erzeugt, gibt es bisher nicht.

Transformatives Potenzial

Clubs, deren Mitglieder sich als Klimapioniere zu einer ambitionierten Klimaschutzpolitik zusammengefunden haben, können dazu beitragen, die Transformation zur klimaverträglichen, nachhaltigen Gesellschaft zu beschleunigen. Auch wenn solche Clubs den Klimawandel alleine nicht aufhalten können, können sie als Katalysatoren transformative Wirkung entfalten, beispielsweise indem sie ein erfolgreiches Exempel statuieren und im Club erfolgreich getestete, innovative Ansätze in anderen Kontexten repliziert werden.

Ehrgeizige Clubs können andere Akteure animieren, sich an ihnen zu orientieren, weil sie demonstrieren, was möglich ist. Der Clubansatz ist skalierbar: Clubs können wachsen, indem sie neue Mitglieder aufnehmen, bis sie sich selbst überflüssig machen, da alle UN-Staaten Mitglied des Clubs sind und es ein globales Klimaabkommen gibt. Die zunächst exklusive Logik der Clubs kann damit langfristig eine inklusive Dynamik entfalten.

Clubs können im UN-Prozess klimapolitische „Kippunkte“ erzeugen, wobei sie den UN-Prozess nicht ersetzen, sondern ergänzen und unterstützen sollen. Das globale Problem Klimawandel ist letztlich nur durch eine multilateral vereinbarte globale Antwort lösbar. Clubs können aber die UN-Dynamik beflügeln, indem ihre Mitglieder national deutlich ehrgeizigere Ziele verfolgen, als in den Klimaverhandlungen überhaupt erreichbar wären, und zugleich als Club dann auch im multilateralen Prozess ambitionierter auftreten können.

Clubs können durch eine Reihe von Vorteilen ein transformatives Potenzial entfalten:

- *Geschwindigkeit:* Mancur Olson argumentierte schon 1965, dass kleinere Gruppen sich schneller einigen, da zwischen den Mitgliedern höherer sozialer Druck besteht als in größeren Gruppen (Olson, 1965). Durch

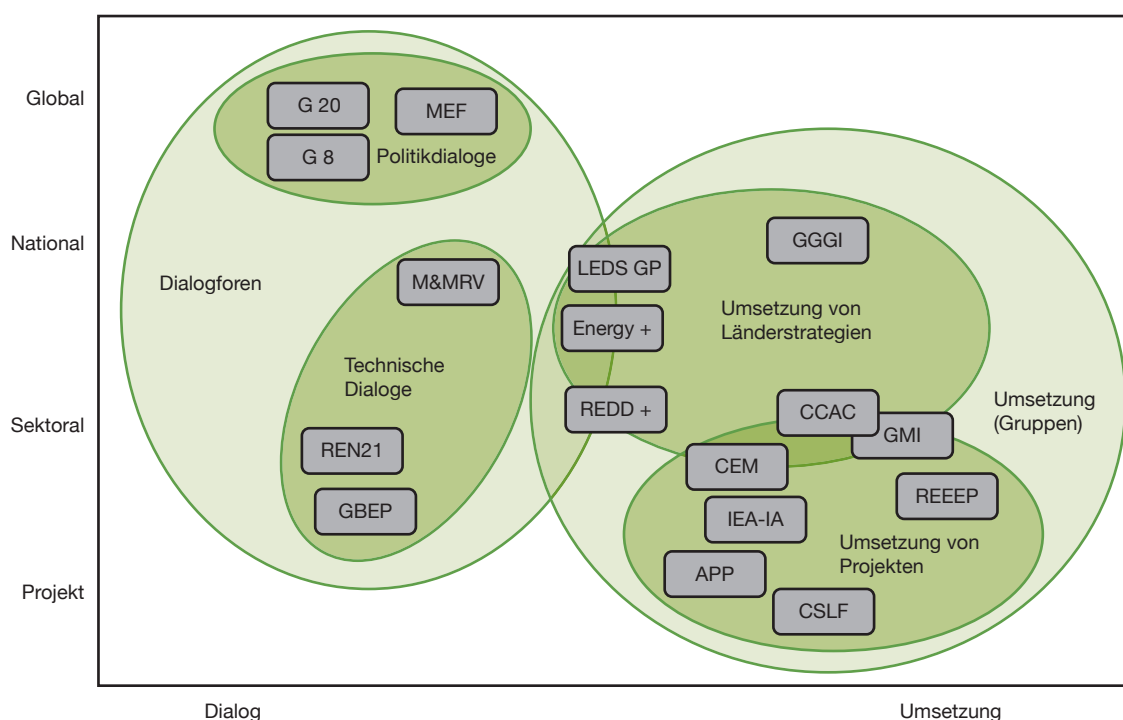


Abbildung 4.2-1

Die Landschaft der Clubs mit Bezug zum Klimaschutz: Die siebzehn dargestellten Gruppierungen tragen als Dialogforen oder Implementierungsgruppen zum Klimaschutz bei, sind jedoch keine Clubs mit transformativem Charakter. APP: Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate; CCAC: Climate and Clean Air Coalition; CEM: Clean Energy Ministerial; CSLF: Carbon Sequestration Leadership Forum; Energy+: International Energy and Climate Initiative; G8: Group of 8; G20: Group of 20; GBEP: Global Bioenergy Partnership; GGGI: Global Green Growth Institute; GMI: Global Methane Initiative; IEA-IA: IEA Multilateral Technology Initiatives (Implementing Agreements); MEF: Major Economies Forum on Energy and Climate; LEDS GP: LEDS Global Partnership; M&MRV: International Partnership on Mitigation and Measurement, Reporting and Verification; REDD+: Reduced Emissions from Deforestation; REEP: Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership; REN21: Renewable Energy Network for the 21st Century.

Quelle: Weischer et al., 2012, verändert

Clubvorteile, die exklusiv Mitgliedern zugutekommen, entstehen außerdem höhere Anreize für eine Einigung als in der großen Gruppe der UNFCCC-Staaten, in der das Ziel die Bereitstellung eines globalen öffentlichen Gemeinschaftsgutes ist.

- **Ambitionsniveau:** Kleinere Gruppen könnten enger zugeschnittene, aber tiefergehende – also ambitioniertere – Einigungen erzielen, als das mit Blick auf den kleinsten gemeinsamen Nenner aller UNFCCC-Vertragsstaaten möglich wäre (Aldy et al., 2003; Biermann et al., 2009). Clubs können außerdem besser mit innovativen Ansätzen experimentieren.
- **Partizipation und Fairness:** Clubs könnten mehr Spielraum für neue Akteure bieten. Dazu gehören beispielsweise Städte, Unternehmen oder weniger einflussreiche Akteure, die im Rahmen einer größeren Gruppe von den mächtigeren Verhandlungspartnern dominiert würden (Biermann et al., 2009).
- **Durchsetzungsmechanismen:** Clubs können durch die positiven Anreize der Clubvorteile und Sanktionen wie die Androhung des Ausschlusses besser „Trittbrettfahrer“ vermeiden und so effektiver ihre Ziele durchsetzen als Initiativen und Institutionen ohne Durchsetzungsmechanismen.

Clubs mit transformativer Wirkung müssen aus Sicht des WBGU folgende Elemente enthalten:

1. **Ambitionierte Vision:** Die Mitglieder des Transformations-Clubs sollten eine ambitionierte Vision teilen.
2. **Klare Kriterien für Mitgliedschaft:** Die Clubmitglieder müssen messbare Kriterien erfüllen, die der ambitionierten Vision des Clubs entsprechen.
3. **Signifikante Vorteile für Mitglieder:** Der Club sollte Mitgliedern signifikante Vorteile bieten, die exklusiv den Mitgliedern zu Gute kommen, damit sie starke Anreize haben, die ambitionierten Mitgliedschaftskriterien zu erfüllen.
4. **Offenheit für Neumitglieder:** Der Club sollte unter Berücksichtigung der Mitgliedschaftskriterien für Neumitglieder sowie für neue Typen von Mitgliedern offen sein, beispielsweise Städte oder Unternehmen.

Im Folgenden werden Clubs verschiedener Akteure beispielhaft vorgestellt: Staaten-Clubs (Kap. 4.2.1) und ein Club der Metropolen (Kap. 4.2.2).

Kasten 4.2-1**Beispiele für Gemeinschaften mit Clubcharakter**

Es gibt bisher in der Klimapolitik keine Clubs mit transformativem Charakter. Die Gründung eines solchen Clubs wäre also eine soziale Innovation. Jenseits der Klimapolitik gibt es Gemeinschaften, Clubs oder clubartige Initiativen, die als Anregung für die Gründung von Clubs für den Klimaschutz dienen können:

Regionale Organisationen wie ASEAN, Mercosur und die EU könnten entsprechende Vorbilder bieten. Die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS oder Montanunion) war ein europäischer Wirtschaftsverband und Vorläufer der EU. Die EGKS gab allen Mitgliedstaaten Zugang zu Kohle und Stahl, ohne dass sie Zoll zahlen mussten. Die EU ist eine Gemeinschaft mit Clubcharakter, die mittlerweile auf 28 Mitglieder angewachsen ist und immer mehr Clubgüter anbietet, darunter z.B. die Teilnahme am Europäischen Binnenmarkt, die Nutznießung aus der Europäischen Regional- und Strukturförderung oder die Existenz einer gemeinsamen Außen- und Sicherheitspolitik.

Der Verband Südostasiatischer Nationen, kurz ASEAN, ist eine internationale Organisation südostasiatischer Staaten mit

Sitz in Jakarta, deren Ziel die Verbesserung der wirtschaftlichen, politischen und sozialen Zusammenarbeit, aber auch Kooperation zu Sicherheits-, Kultur- und Umweltfragen ist. Im Jahr 2009 beschlossen die Staats- und Regierungschefs der ASEAN-Mitglieder, einen gemeinsamen Wirtschaftsraum nach europäischem Vorbild zu gründen.

Ein anderes Beispiel: Im Rahmen der weltweiten Gesundheitspolitik existiert eine sogenannte vorgezogene Marktzusage (Advance Market Commitment, AMC), die im Gesundheitssektor einen Anreiz zur kommerziellen Entwicklung und schnellen Einführung neuer Impfstoffe bietet. Die Spender erteilen dabei eine rechtsverbindliche Garantie, dass sie, falls ein zukünftiger Impfstoff gegen eine bestimmte Krankheit entwickelt wird, die Kosten für den Kauf des Impfstoffes durch Entwicklungsländer übernehmen werden. Der Impfstoff soll dann also letztlich nicht nur Investoren in Forschung und Entwicklung zu Gute kommen, sondern auch anderen. In diesem Kontext ist das Clubgut die Übernahme der Kosten von Forschung und Entwicklung. Auch wenn die Logik ein wenig anders ist als im Fall der vorgeschlagenen Transformationsclubs könnten AMCs dennoch Ansatzpunkte für Klimaschutz bieten, wenn sie beispielsweise für innovative klimaverträgliche Technologien ausgeschrieben würden.

4.2.1**Staaten-Clubs****Definition**

Ein vielversprechender Ansatzpunkt für einen modularen Multilateralismus ist die Gründung transformativer Clubs, deren Mitglieder Nationalstaaten sind. Deutschland und die EU sollten sich für die Bildung solcher Staaten-Clubs einsetzen, die sich auf eine ambitionierte Klimaschutz- bzw. Energiewendepolitik verpflichten. Clubs können sich ambitionierte und innovative Ziele in den Bereichen Klimaschutz, Anpassung oder Umgang mit Klimaschäden setzen, die über das Ambitionsniveau im Rahmen der UNFCCC hinausgehen und dazu beitragen, den UN-Verhandlungen neues Leben einzuhauchen (Kasten 3.3-2). Alternativ oder ergänzend könnten sich Clubs ambitionierte Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien oder für verbesserte Energieeffizienz setzen.

Beispiel

Der 2013 vom damaligen Bundesumweltminister Altmaier ins Leben gerufene „Club der Energiewendestaaten“ könnte ein transformativer Club werden und die Dynamik der UN-Verhandlungen beflügeln. China, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Indien, Marokko, Südafrika, Tonga und die Vereinigten Arabischen Emirate sind Mitglieder des Clubs. Damit ist es der Bundesregierung gelungen, einige Länder, die entscheidend für den Erfolg des Klimaschutzes sein werden, für den Club zu gewinnen. In den anderen Mitgliedstaaten des Energiewende-Clubs sind die Erwartungen an verstärkte Zusammenarbeit im Rahmen des Clubs groß. Schon allein aus Gründen der Glaubwürdigkeit gegenüber wichtigen internationalen Partnern sollte Deutschland eine Führungsrolle beim Ausbau des Clubs übernehmen.

Transformatives Potenzial

Staaten-Clubs können ambitioniert sein, wenn sie eine anspruchsvolle Vision verfolgen. Die Clubidee ist skalierbar: Wenn andere Staaten die jeweiligen Beitrittskriterien erfüllen, dann können sie beitreten, so dass der Club und sein Transformationspotenzial wachsen. Um transformative Wirkung zu entfalten und den multilateralen UN-Prozess beflügeln zu können, muss der Energiewende-Club allerdings mehr werden als ein unverbindlicher Gesprächskreis. Die Bundesregierung sollte ihren Partnern dafür ein Konzept vorschlagen. Für den transformativen Energiewende-Club gibt es gemäß den oben genannten Elementen folgende Ansatzpunkte:

1. *Eine gemeinsame Vision:* Die gemeinsame Vision der Clubmitglieder könnte sein, bis 2050 ein Energiesystem zu schaffen, das möglichst komplett auf erneuerbaren Energien basiert und wettbewerbsfähige, bezahlbare und vorhersehbare Energiekosten sichert. Diese Vision sollte Ausgangspunkt für konkrete Ziele sein. Die Clubmitglieder könnten sich darauf einigen, bis 2025 den Anteil von erneuerbaren Energien in ihrem gemeinsamen Energiemix zu verdoppeln. Das wäre kompatibel mit dem weltweiten Verdoppelungsziel bis 2030, das die UN-Initiative Sustainable Energy for All verfolgt (SE4All, 2014). Da die Clubmitglieder Vorreiter sind, würden sie dieses Ziel fünf Jahre früher erreichen. Um das zu schaffen, würde sich jedes Mitglied klar definierte, individuelle Ziele setzen. Darüber hinaus könnte der Club transformative Strategien für erneuerbare Energien in anderen Teilen der Welt unterstützen. Da der Club Pioniere zusammen bringt, ist er in einer einzigartigen Position, mit seiner Expertise solche Strategien zu unterstützen, beispielsweise in kleinen Inselstaaten, in Afrika südlich der Sahara, Nordafrika oder auch Lateinamerika.

2. *Mitgliedschaftskriterien:* Die Kriterien für Mitgliedschaft könnten sein: mindestens 40% erneuerbare Energien bis 2030 oder Produktion von mindestens 10 GW aus erneuerbaren Energien plus Zielsetzung, jährlich mindestens 3 GW aus erneuerbaren Energien zu ergänzen, beispielsweise interessant für China, oder jährliche Investitionen in den Ausbau von erneuerbaren Energien in Höhe einer bestimmten Summe, potenziell interessant für die Emirate, oder als Prozentsatz vom Bruttoinlandsprodukt (Weischer und Morgan, 2013). Die Mitgliederstruktur des Energiewende-Clubs sollte überdacht werden. Zum Beispiel ist Lateinamerika im 2013 gegründeten Club bisher nicht vertreten, obwohl es dort, beispielsweise mit Mexiko, vielversprechende Kandidaten gibt. Der Club könnte Unternehmen die Möglichkeit bieten, als offizielle Partner anerkannt zu werden. Bedingung könnte die Verpflichtung der Unternehmen sein, einen bestimmten Anteil der von ihnen verbrauchten Energie aus erneuerbaren Quellen zu beziehen.
3. *Vorteile für Clubmitglieder:* Clubvorteile können entweder einen weichen Charakter haben wie gemeinsame Initiativen für gegenseitiges Lernen oder „härtere Anreize“, wie etwa Handelsvorteile durch Schutz vor sogenannten Klimazöllen, umfassen. Härtere Anreize für Transformations-Clubs im Kontext von Handelspolitik, insbesondere die Besteuerung von Handelsgeschäften mit Nicht-Mitgliedern, bergen das Risiko von Nebenwirkungen wie Handelskonflikte. Da jedoch weichere Anreize letztlich zu schwach sein könnten um rasch erfolgreiche Transformations-Clubs aufzubauen, sollten härtere Anreize zumindest in Erwägung gezogen werden. Das Portfolio der Clubvorteile sollte in jedem Fall so gestaltet sein, dass alle Mitglieder substantielle Vorteile aus dem Club ziehen können.

Gegenseitiges Lernen

Die Clubmitglieder könnten durch gegenseitiges Lernen profitieren: Sie könnten beispielsweise ihre Erfahrungen über relevante Politikmaßnahmen und entsprechende Best-practice-Lösungen austauschen; ein Peer-review-Verfahren einrichten, im Rahmen dessen Mitglieder in regelmäßigen Abständen über den aktuellen Stand bezüglich relevanter Technologien, Politikmaßnahmen und Investitionen berichten und anschließend Feedback für zukünftige Schritte erhalten; Weiterbildungsmaßnahmen für Ingenieure und Entscheidungsträger aus den Mitgliedstaaten an den besten Universitäten und Instituten dieser Staaten; Dialogforen einrichten, im Rahmen derer sie diskutieren in welcher Form und in welchem Ausmaß Unterstützung für erneuerbare Energien effektiv und akzeptabel ist (Weischer und Morgan, 2013).

Gemeinsame Forschung und Entwicklung

Die Clubmitglieder könnten sich zusätzliche Vorteile verschaffen, indem sie gemeinsam Forschungsprojekte

durchführen und Demonstrationsobjekte schaffen sowie die entsprechenden Patente gemeinsam anmelden und nutzen (patent pools).

Kooperation zu Standards

Die Clubmitglieder könnten weitere Vorteile schaffen, indem sie bestehende Standards harmonisieren oder gegenseitig anerkennen oder bei der Erarbeitung neuer Standards für Zukunftstechnologien, z.B. im Kontext von E-Mobilität oder Power-to-gas-Technologien, club-intern kooperieren, um dadurch neue Märkte zu schaffen.

Besserer Zugang zu Finanzierung

Der Club sollte Finanzierungsmechanismen für ärmere Mitgliedstaaten einrichten, um beispielsweise zur Finanzierung von Einspeisevergütungen für erneuerbare Energien in Entwicklungsländern beizutragen (WFC, 2009; Deutsche Bank Climate Change Advisors, 2010; WBGU, 2011; Weischer und Morgan, 2013). Eine solche Maßnahme wäre auch im Interesse von Deutschland, anderen OECD-Staaten und Schwellenländern, insbesondere China, da der Ausbau der Märkte für klimaverträgliche Technologien und erneuerbare Energien auch in deren Interesse ist.

Verknüpfung von Emissionshandelssystemen

Clubs könnten auch Vorteile für ihre Mitglieder generieren, indem sie deren Emissionshandelssysteme verknüpfen (WBGU, 2010, 2011). Die EU sollte in diesem Kontext eine wichtige Rolle spielen, muss dafür aber die derzeitigen Schwachstellen des Europäischen Emissionshandelssystems (EU ETS) beheben (Kasten 3.3-4). Neben der EU bieten dafür z.B. Japan, Kanada (Western Climate Initiative), Neuseeland sowie die USA (Regional Greenhouse Gas Initiative) Anknüpfungspunkte. Die Erweiterung des Emissionshandels würde für alle beteiligten Unternehmen die Marktliquidität erhöhen und neue Vermeidungspotenziale erschließen (WBGU, 2010, 2011).

Senkung von Handelsbarrieren für klimaverträgliche Güter und Dienstleistungen

Die Clubmitglieder könnten darüber hinaus Clubvorteile schaffen, indem sie gegenseitig ihre Handelsbarrieren für Güter und Dienstleistungen senken, die von hoher Relevanz für den Ausbau erneuerbarer Energien sind. Auf diese Weise würden sie diese Güter und Dienstleistungen kostengünstiger machen. Ein solches Sustainable Energy Trade Agreement (SETA) könnte als ein plurilaterales Abkommen im Rahmen der oder außerhalb der WTO zustande kommen (ICTSD, 2011).

Besteuerung von Handelsgeschäften mit Nichtmitgliedern

Wenn Clubs keine attraktiven Clubgüter für die Mitglieder bereitstellen, gibt es keinen Anreiz für einen Clubbeitritt, da eine Mitgliedschaft keine zusätzlichen Vorteile, aber eventuell kurzfristig Kosten mit sich bringt.

Einen Ansatz, um dieses Dilemma zu umgehen, zeigt beispielsweise William Nordhaus (2013) auf. Er schlägt vor, für die Clubmitglieder Vorteile durch die Besteuerung von Handelsgeschäften mit Nichtmitgliedern zu schaffen, ohne dass dies prinzipiell eine spätere Aufnahme in den Club ausschließt. Dies führt zur Etablierung einer Freihandelszone, die exklusiv den Clubmitgliedern zur Verfügung steht. Allerdings verstieße eine derartige Besteuerung gegen Art. I:1 (Grundsatz der Meistbegünstigung) des Allgemeinen Zoll- und Handelsabkommens (General Agreement on Tariffs and Trade, GATT). Ob diese Verletzung des Welthandelsrechts aus Klimaschutzgründen gerechtfertigt werden kann, ist fraglich. Mögliche Grundlagen für eine Rechtfertigung einer Diskriminierung von gleichartigen Produkten eröffnen Art. XX lit. g GATT (Maßnahmen zum Schutz erschöpflicher Naturschätze, bei denen die Gefahr der Erschöpfung besteht) oder nach Art. XXIV:5 GATT (Ausnahmen für Freihandelszone oder Zollunion). Bislang fehlt ein Schiedsgerichtsspruch, der klärt, dass auch der Schutz des Klimas zu Maßnahmen zum Schutz erschöpflicher Ressourcen zählt (WBGU (2011)). Letztlich ist die Frage der WTO-Vereinbarkeit einer derartigen Besteuerung von Handelsgeschäften mit Nichtmitgliedern im Einzelfall zu entscheiden und zumindest zweifelhaft. Grundsätzlich ist daher der Ansatz eines Sustainable Energy Trade Agreement zu befürworten, welches derartige Konflikte auflösen könnte.

4.2.2

Club der Metropolen: das Beispiel C40 Climate Leadership Group

Neben der Vorreiterrolle einzelner Städte im Klimaschutz, gehören Städte zu den am besten vernetzten Akteuren in der internationalen Klimapolitik. Städtetzwerke werden als Bindeglied zwischen lokalen Pionierstädten und der globalen Governance-Ebene verstanden (Gordon, 2013). Die C40 Climate Leadership Group hat dabei als Spezialfall stark an Bedeutung gewonnen und seit 2011 durch verschiedene Reformen versucht, die Schwächen von Städtetzwerken (Kap. 4.3.6) einzugrenzen (C40 und Arup, 2014). So wurden die Selbstverpflichtungen seitens der Mitgliedstädte erweitert und formalisiert und damit die Eintrittsbarrieren erhöht. Zudem ist die C40-Gruppe Partnerschaften eingegangen, u. a. mit der Weltbank. Selbstverpflichtungen und Partnerschaften gelten als Maßnahmen, um die Autorität und Legitimität von C40 zu erhöhen. Zudem wurden interne Vereinbarungen bindender, den Standards und Zielsetzungen zu entsprechen, indem daran als Clubgut der Zugang zu externen Finanzmitteln oder Expertenwissen gebunden wurde (Gordon, 2013: 294).

Damit kann die C40-Gruppe als eher exklusiver Club von Gleichgesinnten verstanden werden, auch wenn Gordon (2013: 301) dies in Frage stellt, da Clubgüter allen interessierten Städten zur Verfügung ständen. Die C40-Gruppe besteht aus derzeit weltweit 63 Großstäd-

ten wie Johannesburg, Rio de Janeiro, Jakarta, Tokio, Los Angeles und London. Von deutscher Seite sind Heidelberg und Berlin vertreten. Die Mitglieder haben sich der Reduzierung von Treibhausgasemissionen verschrieben und verpflichten sich, jährlich über ihre CO₂-Emissionen Bericht zu erstatten, um eine Leistungsmessung und Vergleichbarkeit zu gewährleisten und zu veröffentlichen. C40 hebt dabei die Möglichkeit hervor, dass die Städte sich dadurch gegenseitig zur Rechenschaft ziehen (C40 und Arup, 2014). Wirkungen werden derzeit nur an der Zunahme der Anzahl von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen gemessen. C40 Städten wird ein hohes Ambitionsniveau zugeschrieben (Barber, 2013). C40 unterstreicht das Potenzial zur Reduktion von CO₂-Emissionen durch die Mitgliedstädte – auch in Hinsicht zur Erfüllung nationaler Reduktionsziele. So seien die Mitglieder gemeinsam in der Lage, künftige Treibhausgasemissionen bis 2030 um bis zu 1,3 Mrd. t zu reduzieren (C40, 2012).

Die C40-Gruppe positioniert Städte zudem medienwirksam als treibende Kraft im globalen Klimaschutz. Im Vordergrund stehen dabei der Erfahrungsaustausch und die direkte Unterstützung bei der Umsetzung. Durch den stärkeren Clubcharakter bringt C40 Vorteile wie schnellere Durchsetzungsfähigkeit und ambitioniertere Zielsetzungen mit sich. Durch gemeinsame Partialinteressen können die Metropolen starken Druck aufbauen. Zugleich zeigen sich die Nachteile von Städteclubs hinsichtlich ihrer Intransparenz, fehlender Repräsentanz oder gar der Exklusion von ländlichen Räumen sowie von Klein- und mittleren Städten. Bürgermeister haben innerhalb von C40 eine prominente Rolle. Der ehemalige Bürgermeister von New York und frühere C40-Vorsitzende Michael Bloomberg ist zum UN-Sondergesandten ernannt worden und hat über diese einflussreiche Beraterfunktion nun die Möglichkeit für das Thema „Städte und Klimawandel“ zu sensibilisieren.

Auch wenn Städteclubs als Vermittler zwischen lokaler Ebene und internationaler Politik eine Governance-Innovation darstellen, sind ihre Möglichkeiten im Bereich Skalierbarkeit von Maßnahmen begrenzt. Bisher existieren eine Reihe von Pilotprojekten und Einzelmaßnahmen, die noch keine Breitenwirkung entfaltet haben. Zudem fehlt es an Monitoring der Umsetzung von Vereinbarungen. Unzureichende Skalierbarkeit und Wirkungsmessung von vereinbarten Maßnahmen erschweren die Legitimität zur Einbeziehung in die internationalen Klimapolitikprozesse (Gordon, 2013). Kritisch zu sehen ist zudem, dass durch eine verstärkte Entscheidungsmacht an einen Club der Metropolen, Megastädte und Global Cities mit ihren eigenen Interessenslagen auch in eine Fürsprecherrolle auch für Klein- und mittlere Städte geraten.

Insgesamt sind Städte-Clubs wie die C40-Gruppe nicht als alleinige neue Akteure für internationale Klimapolitik zu verstehen, sondern als Teil des Zusammenwirkens verschiedener Ebenen (Aust, 2013; Gordon, 2013). Die für ein Mehrebenensystem typischen komplexen Beziehungsgefüge und Dynamiken prägen die Entscheidungsstrukturen in der internationalen Klimapolitik. Hierbei

gehören Städte-Clubs zu den vielen Akteuren, die auf unterschiedlichen Ebenen agieren und über ein unterschiedliches Maß an Entscheidungsmacht verfügen (Betsill und Bulkeley, 2006).

Insgesamt deutet sich eine Wirksamkeit von Clubs von Metropolen wie C40 im Hinblick auf klimawandelbedingte Anpassungs- und Handlungserfordernisse an. Der WBGU plant, die Bedeutung der Verknüpfung von Metropolen aufgrund des hoch eingeschätzten Transformationspotenzials im nächsten Hauptgutachten intensiver zu betrachten.

4.3

Individuelle und kollektive Verantwortung

4.3.1

Politischer Konsum: Boykott und Buykott

Politischer Konsum (political consumerism) bezeichnet Konsumhandlungen, bei denen Konsumentinnen und Konsumenten eine Kaufentscheidung nicht ausschließlich anhand von Produkteigenschaften wie Preis, Qualität oder Distinktionsgewinn treffen, sondern auch Aspekte wie die Produktionsbedingungen oder die sonstigen wirtschaftlichen Tätigkeiten von Herstellern in Betracht ziehen. Mit dieser Entscheidung sollen nicht nur Konsumbedürfnisse befriedigt, sondern es soll auch ein politisches Signal im Hinblick auf bestimmte Praktiken des Wirtschaftens und Produzieren gesendet werden (Micheletti, 2003). Die prominentesten Formen politischen Konsums sind der Boykott, also das bewusste Vermeiden bestimmter Produkte oder Hersteller, oder der Buykott, das gezielte Entscheiden für ein Produkt oder einen Anbieter.

Der Boykott knüpft an eine lange Tradition an, in der durch gezieltes Vermeiden von Produkten oder Herstellern auf das umweltschädliche Handeln von Produzenten (wie beim Boykott von Shell-Tankstellen im Kontext der Brent-Spar-Abwrackung 1995) oder auf diskriminierende politische Systeme (z.B. Boykott von Waren aus Südafrika zur Zeit des Apartheid-Regimes) eingewirkt werden konnte. Beim Buykott handelt es sich um eine neuere Variante des politischen Konsums, bei dem gezielt bei einem spezifischen Anbieter bzw. ein spezielles Produkt gekauft wird, um Unterstützung auszudrücken bzw. bestimmte Produktionspraktiken zu prämiieren. Insbesondere Boykott kann auch zu stigmatisierenden Zwecken bzw. diskriminierend eingesetzt werden (Beck, 1997; Holzer, 2007). Der aktuelle Diskurs zu politischem Konsum bezieht sich aber vor allem auf Konsumhandlungen, bei denen die zugrunde liegenden Werteorientierungen an Themen wie Klimaschutz oder generell Nachhaltigkeit, aber auch sozialer Gerechtigkeit und Gesundheit anknüpfen (Balsiger, 2013). Vor dem Hintergrund der Debatte um nachhaltigen Konsum und der in der Rio-Erklärung 1992 (UNCED, 1992)

hervorgehobenen Verantwortung von Konsumentinnen und Konsumenten für eine nachhaltige Entwicklung ist politischer Konsum daher auch für die Klimapolitik von großem Interesse.

Die Beispiele für politischen Konsum sind vielfältig, da im Prinzip jede alltägliche Konsumententscheidung „politisiert“ und als Signal an Anbieter und Hersteller verstanden oder genutzt werden kann. Die Signale entfalten aber vor allem dann eine Wirkung, wenn die damit vertretenen Bewertungen auch öffentlich formuliert werden. Eine hohe öffentliche Aufmerksamkeit erreichen vornehmlich solche Boykott- oder Buykott-Aktivitäten, die gebündelt im Rahmen von Kampagnen stattfinden. Netzwerke und Organisationen wie „Behind The Label“ oder die „Clean Clothes Campaign“ machen beispielsweise auf die politische Situation oder die Arbeitsbedingungen in Produktionsländern von Kleidung aufmerksam und wollen durch das gezielte Aufrufen zum Boykott einen medialen und ökonomischen Druck auf Unternehmen ausüben, damit diese ihre Praktiken (wie Bezahlung und Recht der Arbeiterinnen und Arbeiter, Zusammenarbeit mit autoritären Regimes) verändern (Baringhorst, 2006; Micheletti und Stolle, 2005).

Unter den Buykott-Kampagnen haben insbesondere sogenannte Carrotmobs eine hohe mediale Aufmerksamkeit erreicht. Bei Carrotmobs werden möglichst viele Konsumenten und Konsumentinnen angeregt, in einem spezifischen Zeitraum in einem ausgewählten Geschäft einzukaufen. Die Ladeninhaberinnen und -inhaber verpflichten sich vorab, einen bestimmten Anteil der im Rahmen der Aktion erzielten Einnahmen beispielsweise in eine klimaschonendere Ladenausstattung zu investieren. Bei Carrotmobs geht es also nicht in erster Linie darum, ein spezielles, nachhaltigeres Produkt zu wählen, sondern mit einer Kaufhandlung einen Anbieter zu belohnen bzw. zu unterstützen. Seit der ersten Aktion dieser Art 2008 in San Francisco haben sich weltweit viele Nachahmer gefunden, Carrotmobs werden mittlerweile auch politisch gefördert (BMUB-Förderung zur Bildung einer „Carrotmob-Akademie“) bzw. institutionell verankert (z.B. als Umweltbildungsprojekt in Schulen).

Eine Vielzahl empirischer Studien deutet darauf hin, dass politischer Konsum für eine steigende Anzahl von Konsumentinnen und Konsumenten in verschiedenen Ländern zu einer relevanten Form politischer Meinungsäußerung geworden ist (Copeland, 2013; Micheletti et al., 2012; Sassatelli und Davolio, 2010). Die aktuelle Erhebungswelle des World Values Survey (2010–2014) zeigt, dass weltweit im Mittel mehr als der Hälfte der Befragten mindestens einmal in den letzten beiden Jahren an einem Boykott teilgenommen haben (WVS, 2014). Verglichen mit den Daten vorheriger Erhebungswellen (z.B. Stolle et al., 2005) und andern Formen politischer Partizipation (Demonstrationen, Petitionen, Streik) hat diese Form der Meinungsäußerung seit den 1990er-Jahren am stärksten zugenommen. Ähnlich erfreut sich Buykott in vielen Ländern großer, zum Teil sogar größerer Beliebtheit als Boykott (z.B. Balsiger,

2013: 14). Zu beachten ist dabei jedoch, dass eine tiefere und dauerhafte Veränderung des Handelns am Mangel an Möglichkeiten scheitern sowie durch bisherige Gewohnheiten und Alltagsrationalitäten blockiert werden kann (Klößner und Verplanken, 2012).

Das transformative Potenzial politischen Konsums besteht nicht in erster Linie darin, dass Konsumentinnen und Konsumenten aus politischen oder ethischen Gründen Boykott oder Boykott betreiben. Es steckt vielmehr in dem dahinterstehenden Narrativ, das von kompetenten, mündigen und engagierten Konsumentinnen und Konsumenten erzählt, die in ihrem alltäglichen Handeln individuell und kollektiv einen Einfluss auf Praktiken des Wirtschaftens und Produzierens in Richtung ethischer und an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichteter Orientierungen ausüben. Damit zusammen hängt die Idee, die Möglichkeiten politischer Partizipation zu erweitern, denn politisch konsumieren kann jeder und jede Einzelne jederzeit. Politischer Konsum besitzt damit für die Transformation zur klimaneutralen Gesellschaft ein mittleres Ambitionsniveau.

Die einfachsten Formen des politischen Konsums, wie der durch einen Kampagnenauftrag angeregte Verzicht auf ein Produkt oder Angebot aus politischen Gründen, sind dabei wenig voraussetzungsreich und einfach für Einzelne umsetzbar, wenn die entsprechenden Freiheitsgrade und Handlungsoptionen vorhanden sind. Verstärkt werden kann die Bereitschaft zur Verhaltensänderung, wenn der Zugewinn an (Lebens)Qualität betont wird (Eberle et al., 2004), die Vermittlung von Wissen kombiniert wird mit dem Aufzeigen konkreter Handlungsalternativen und einem Feedback über die Wirksamkeit der Handlung (Abrahamse und Matthies, 2013) und die soziale Relevanz des Handelns deutlich gemacht wird (Aronson und O'Leary, 1983; BMU und UBA, 2013). Politisch konsumieren können auch Organisationen, wie Schulen, Unternehmen und Institutionen bis hin zu Ministerien im öffentlichen Beschaffungswesen mit ihrem hohen Investitionsvolumen, indem sie beispielsweise Aufträge nach Nachhaltigkeitskriterien vergeben oder Beschaffungsmaßnahmen hieran ausrichten (Kap. 4.5.2). Die Skalierbarkeit, also die Ausweitung politischen Konsums auf weitere Akteursgruppen und in weitere gesellschaftliche Bereiche, ist daher hoch, wenn auch – wie im Bereich des Beschaffungswesens – voraussetzungsreich, vor allem wenn bisherige institutionelle Praktiken verändert werden müssen. Gleichzeitig kann gerade die Erweiterung auf die öffentliche Hand oder systemrelevante Unternehmen eine besondere Wirkmacht und Ausstrahlungswirkung erreichen. Langfristige Visionen, wie die einer Verbraucherdemokratie und einer nachhaltigen Wirtschaft, sind insgesamt sehr voraussetzungsreich. Sie verlangen eine hohe Veränderungsbereitschaft sowie starkes Engagement bei den beteiligten Akteuren und setzen eine umfassende Veränderung von Wirtschaftspraktiken und Konsumstilen voraus.

Kritische Stimmen halten politischen Konsum für eine unangemessene Politisierung der Alltagspraxis,

die vor allem die Politik von den eigentlichen Aufgaben des gesellschaftlichen Umbaus und der politischen Verantwortung hierfür ablenkt (Grunwald, 2010; Geden, 2008). Das Leitbild des mündigen Verbrauchers bzw. der mündigen Verbraucherin wird auch dahingehend kritisiert, dass eine Vielzahl an Konsumentinnen und Konsumenten bei ihren Kaufentscheidungen unbewusst beeinflusst werden oder mangels ausreichender Information sowie der Routinisierung von Alltagshandlungen schlichtweg überfordert sind (Wissenschaftlicher Beirat Verbraucher- und Ernährungspolitik beim BMELV, 2010). Außerdem können mögliche Zielkonflikte zwischen „fairem“ und „grünem“ Konsum auftreten und gegenläufige Nebeneffekte auftreten, wie zum Beispiel der vielfache Kauf klimaschädlicher Produkte beim Carrotmob.

Der WBGU sieht dennoch im politischen Konsum ein bedeutendes und ausbaufähiges transformatives Potenzial. Der politische Konsum trägt in einem ersten Schritt dazu bei, dass über die moralische und politische Seite des Konsums öffentlich gesprochen wird und neue Handlungsmöglichkeiten in Form alternativer Konsummuster sowohl für Einzelne wie auch für Organisationen aufgezeigt werden.

Politischer Konsum bzw. Boykott- und Buykottaktionen sind jedoch eher als ein Mittel anzusehen, um bestimmte Ziele – wie z.B. Veränderungen von Produktionspraktiken – zu erreichen. Hinter solchen Aktionsformen sollte die Vision einer Transformation hin zu nachhaltigen Produktions- und Konsummustern im Vordergrund stehen sowie die Forderung nach einer Öffnung politischer und wirtschaftlicher Systeme für mehr Verbraucherbeteiligung.

Der politische Prozess scheint mit den Dynamiken der Konsumgesellschaft derart verflochten zu sein, dass der Weg zur klimaneutralen Gesellschaft ohne einen politisch geförderten und geforderten „consumer citizen“ nicht mehr denkbar ist. Zugleich dürfte der Staat alleine kaum die Möglichkeit besitzen, Kaufentscheidungen umfassend neu ordnen zu können, noch sollte der „consumer citizen“ in seiner transformativen Wirkung überschätzt werden. Das Potenzial einer „Verbraucherdemokratie“, in der ein „consumer citizen“ Kaufentscheidungen politisch motiviert fällt, besteht vielmehr gerade darin, dass die öffentliche Verhandlung des Konsums und seine Politisierung in demokratischen Experimentierräumen letztlich eine politische Antwort einfordert zur Transformation des (Wohlfahrts-)Staates umfassenderer Art (Lamla, 2013).

4.3.2

Individueller Emissionshandel: Beispiel CO₂-Kreditkarte

Bei individuellem Emissionshandel werden Emissionen, die durch privaten Konsum entstehen, bepreist und zwischen Verbrauchern gehandelt. Den eigenen, ökologischen Fußabdruck berechnen ist bereits ein weit eta-

bliertes Konzept. Hierzu bestehen im Internet Portale, auf denen der individuelle Verbrauch für viele Lebensbereiche abgeschätzt werden kann. Doch wie geht man mit einem zu hohen CO₂-Fußabdruck um? Das Konzept des Emissionshandels für Privathaushalte könnte Handlungsmöglichkeiten bieten und ein Bewusstsein für den eigenen CO₂-Verbrauch im Vergleich zu dem anderer Menschen schaffen.

Bereits vor mehreren Jahren entstand am Tyndall Centre in Großbritannien die Idee von Emissionshandelsrechten für Privathaushalte und einer CO₂-Kreditkarte (Starkey und Anderson, 2005), mit der Individuen ein bestimmtes CO₂-Budget besitzen und bei Überschreiten des Guthabens den Emissionsbedarf durch Handel abdecken müssen. Das freie monatliche Guthaben könnte sich nach Emissionsreduktionszielen oder einem globalen Budgetansatz richten und auch dementsprechend jährlich gesenkt werden (Starkey und Anderson, 2005). Dabei muss die Bepreisung angemessen sein, da bei zu niedrigen Preisen bzw. zu hohen Freiwerten für Emissionen, also zu vielen frei verfügbaren oder kostenlos zu verbrauchenden Emissionen, der Handel nicht funktioniert. Eine an realen CO₂-Preisen angelehnte Preisstruktur, die z.B. externe Kosten wie Umwelt- oder Gesundheitsschäden internalisiert, würde auch das Bewusstsein in der Bevölkerung für die Auswirkungen von CO₂-Emissionen stärken.

Im Zusammenhang mit einer CO₂-Kreditkarte wurde der direkte Rohstoffverbrauch als Kalkulationsgrundlage diskutiert (Starkey und Anderson, 2005; Aachener Stiftung Kathy Beys, 2008). So würde beim Kauf von Erdöl, Gas und Strom aus fossilen Energieträgern die CO₂-Kreditkarte zum Einsatz kommen. Auch in Deutschland wurde von der Aachener Stiftung Kathy Beys ein Vorschlag für individuell handelbare Emissionsquoten und einer CO₂-Card dargelegt (Aachener Stiftung Kathy Beys, 2008). Grundlage wäre ein nationaler CO₂-Reduktionsplan, in dem für jeden Bürger ein individuelles CO₂-Guthaben festgelegt wird. Bei jedem Kauf von Treibstoffen und Energieträgern würden CO₂-Einheiten abgebucht. Der Einkauf sonstiger Produkte, Lebensmittel und Dienstleistungen würde nicht mit CO₂-Einheiten bezahlt, dafür kämen Produzenten und Anbieter auf, die ihrerseits CO₂-Einheiten am Markt einkaufen müssten (Aachener Stiftung Kathy Beys, 2008). Somit würden sich hohe Emissionen im Preis widerspiegeln. In Deutschland sind Verkehr und Privathaushalte indirekt im Nationalen Allokationsplan 2008–2012 mit einem Nationalen Emissionsziel erfasst. Sie nehmen aber laut Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz nicht direkt am Emissionshandelssystem teil. Individueller Emissionshandel könnte jedoch im Europäischen Emissionshandel verankert oder daran angebunden werden.

Generell besteht Bedarf daran, Information zu CO₂-Werten von Produkten für den Käufer bereitzustellen, sei es durch die Abrechnung mit einer CO₂-Kreditkarte, einer entsprechend höheren Bepreisung oder durch eine Angabe auf dem jeweiligen Produkt. Derzeit ist es für Konsumenten mangels entsprechender

Informationen schwierig zu entscheiden, welches Produkt eine hohe CO₂-Belastung mit sich trägt oder klimaverträglicher ist als andere. Diese Bereitstellung von Daten muss sich jedoch auf standardisierten Berechnungen und einer unabhängigen Validierung gründen, was wiederum nur mit einem hohen Aufwand umsetzbar ist. Das Konzept der CO₂-Kreditkarte steht und fällt mit einer soliden Indizierung. Dies geschieht in dem Beispiel der Aachener Stiftung lediglich bei dem Kauf von Energieträgern für die Produktion. Werden jedoch Einzelteile oder gar das gesamte Produkt importiert, müssten hier Emissionswerte international ermittelt werden.

Durch die CO₂-Kreditkarte, gegebenenfalls ergänzt durch eine emissionsbezogene Produktkennzeichnung, würde der Konsument an Entscheidungsgrundlage gewinnen und könnte Produkte, die einen hohen CO₂-Ausstoß verursachen, meiden. In der Folge könnte dies auch Druck auf Unternehmen ausüben, sich in Richtung klimaverträglicherer Vorgehensweisen zu orientieren.

Gleichzeitig erfordert ein solches Instrument wie die CO₂-Kreditkarte eine hohe Bereitschaft der Bevölkerung, sich mit den selbstverursachten Emissionen auseinanderzusetzen und gegebenenfalls auch für diese zu bezahlen. Die Verbreitung und Skalierbarkeit eines individualisierten Emissionshandels hängt stark von dessen Institutionalisierungsgrad ab.

Die Idee des individuellen Emissionshandels ist bestehend: Die flächendeckende Einführung einer CO₂-Kreditkarte würde in vielen Transformationsbereichen Weichen stellen und Impulse setzen. So ist anzunehmen, dass eine positive Korrelation zu Boykott-Bewegungen entstehen würde. Zudem gäbe es starke Anreize, den eigenen Konsum zu hinterfragen und ihn im bestehenden System nachhaltiger zu gestalten. Dies wiederum hätte das Potenzial, das gegenwärtige System von innen zu verändern.

4.3.3 Transition-Town-Bewegung

Definition und Beschreibung

Die inzwischen internationale Transition(-Town)-Bewegung stellt eine interessante Form des lokalisierten, aber global vernetzten Bürgerengagements dar. In ihr fließen Merkmale sozialer bzw. ökologischer Bewegungen, unternehmerischem Gemeinwohlinteresse, Offenheit für lokalpolitische Prozesse und eine Anlehnung an eine Ethik der „tiefen Ökologie“ (Arne Naess, Joanna Macy) zusammen. Sowohl in urbanen als auch in ruralen Räumen entstehen daraus Transformationsanstrengungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Potenzialen.

Die Bewegung entstand ursprünglich 2005 aus lokalen ökologischen Energie- und Beteiligungsprojekten in Kinsale in Irland (Hopkins, 2005) und Totnes in Süngland. Die Grundidee einer Transition Initiative besteht darin, die lokale Widerstandskraft und Anpassungsfähig-

keit gegenüber prognostizierten negativen Auswirkungen von Klimawandel und schwindenden Ressourcenverfügbarkeiten – v. a. des für Industriegesellschaften zentralen Rohstoffs Erdöl – zu erhöhen, und damit einen umfassenden Gesellschaftswandel lokal zu initiieren (Hopkins, 2008). Die Bewegung und Projekte basieren auf den drei auch in der Permakultur verwendeten, meist nur mündlich weitergegebenen ethischen Prinzipien: „care for the people, care for the Earth, fair share“. Die Widerstandsfähigkeit bzw. Resilienz soll prozessorientiert durch breites, undogmatisches und inklusives Bürgerengagement von unten, die Entwicklung eigener Visionen für die lokale Zukunftsfähigkeit, Gemeinschaft stiftende soziale Praktiken, Energiegenossenschaften (Kap. 4.5.3), eine erhöhte regionale Selbstversorgung mit Lebensmitteln und soziale und gemeinwohlorientierte Unternehmungen sowie die Stärkung von Handwerk und Kultur ermöglicht werden. Durch konkretes Handeln vor Ort sollen die Lebenszufriedenheit und die wahrgenommene Handlungsfähigkeit steigen und soll möglichen Gefühlen der Ohnmacht entgegengewirkt werden (Wessling, 2011).

Verbreitung und Beispiele

Die Bewegung leistete von Beginn an eine umfassende Integration und Vermittlung von Information und Wissen. In kurzer Zeit entstanden so verschiedene Anleitungen (Brangwyn und Hopkins, 2008), Bücher (u. a. Hopkins, 2008, 2011, 2013; Chamberlin, 2009; Pinkerton und Hopkins, 2009; North, 2010; Bird, 2010), Filme und eine umfassende eigene Website. Daneben stellt vor allem ein selbst entwickeltes Seminar mit Handreichungen für Multiplikatoren zum Start eigener lokaler Transition Initiativen eines der zentralen Elemente der Verbreitung dar. Laut dem 2007 gegründeten internationalen Transition Network (Großbritannien) wurden bis 2013 in mehr als 25 Ländern solche Seminare nachgefragt und durchgeführt. Die Anzahl registrierter Initiativen weltweit wird mit über 1.100 in 43 Ländern angegeben (Transition Network, 2014).

Die höchste Dichte an Initiativen weist Großbritannien auf. Hier wurden in den letzten Jahren zahlreiche Projekte wie z. B. der Aufbau von Energiegenossenschaften, die Erprobung von Lokalwährungen, nachbarschaftliche Energiesparkkreise, urbane Gartenprojekte und die Schaffung und Vernetzung zahlreicher gemeinwohlorientierter und kommunal geführter Unternehmen initiiert (Hopkins, 2011).

Aber nicht nur in „westlichen“ Ländern hat der Ansatz Fuß gefasst. So gründeten engagierte Anwohner 2010 beispielsweise das „Transition Favela“ Brasilândia in São Paulo und machten den prozessorientierten Transition-Ansatz für eigene Themen wie Gewalt, soziale Gerechtigkeit, lokale Nahrungsmittelversorgung und Bildung fruchtbar. Inzwischen werden dort auf kommunaler Basis zahlreiche Tauschbörsen, eine genossenschaftliche Bäckerei, abfallveredelnde Betriebe (upcycling), eine soziale Filmwerkstatt zur Produktion eigener Medienbeiträge und zahlreiche Bildungsangebote – speziell auch für Analphabeten – angeboten und betrieben (Hopkins, 2013: 113).

An vielen Orten können solche Initiativen schnell auf die Unterstützung lokaler Verwaltungen oder Betriebe zählen oder direkt die Lokalpolitik mitgestalten. Als Beispiel kann hier das Städtchen Monteveglio in Italien zählen, wo sich 2009 eine Reihe von Transition-Aktiven zur Kommunalwahl stellten, auf Anhieb ins Rathaus gewählt wurden und die Zusammenarbeit der Verwaltung mit bürgernahen Initiativen zur politischen Richtlinie erklären konnten.

Transformatives Potenzial

Das Potenzial der sehr unterschiedlich großen lokalen Initiativen liegt in ihrer Vielfalt und der hohen Anpassbarkeit an den örtlichen Kontext, verbunden mit dem stärkenden Gefühl, einer globalen Bewegung anzugehören. Mittels innovativer und professioneller Beteiligungs- und Projektformate entstehen aus der Ausgestaltung positiver Visionen kleinräumige Alternativen und Experimentierräume vor Ort. Somit wird die Transformation zu einer ressourcenleichten, suffizienten, klimaneutralen und lebenswerten Zukunft konkret erleb- und vorstellbar und verwurzelt sich auch kulturell und in der Praxis. Gerade diese Faktoren stellen eine sonst häufig übersehene Notwendigkeit auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit dar (Welzer, 2013). Durch die zahlreichen Beispiele der möglichen Veränderung entstehen auch laufend wirkmächtige Narrative des Wandels, die wiederum einen positiven Effekt auf die individuelle und kollektive wahrgenommene Handlungsfähigkeit haben können.

Eine breite internationale Begleitstudie konnte jedoch auch zeigen, dass die Bedeutung lokaler, begünstigender oder hemmender Faktoren für den internen und externen Erfolg von Transitions-Initiativen größer ist als häufig angenommen (Feola und Nunes, 2013). Deshalb verfolgt die Transition-Bewegung auf Basis des internationalen Netzwerks und nationaler Knotenpunkte neben einer jeweils weitgehend selbstorganisierenden Lokalstruktur eine Strategie der überregionalen und internationalen Vernetzung und des Erfahrungsaustauschs, z. B. mittels Konferenzen. 2013 wurde unter starker Mitwirkung der Transition-Bewegung ein europäisches Netzwerk lokaler zivilgesellschaftlicher Bottom-up-Akteure für Klimaschutz in Brüssel gegründet (O'Hara, 2013). Auf deutschsprachiger Ebene unterhält das nationale Transition Netzwerk eine Online-Austauschplattform, organisiert jährliche Konferenzen, bietet Seminare und hält den Kontakt zur internationalen Bewegung.

Aufgrund der hohen Dynamik des Transition-Ansatzes ist zudem das – eigene und externe – wissenschaftliche Interesse an der Bewegung in den letzten Jahren stark gestiegen. So entstanden international bereits zahlreiche Studien über Transition Towns und das in Großbritannien gegründete Transition Research Network strukturiert und initiiert zusätzliche transdisziplinäre Forschungsprojekte zur wissenschaftlichen Begleitung der Transformationsprozesse und -methoden.

Die Annahme der Bewegung, professionelle Beteiligungsformate und Projekte ließen sich ohne Schwierig-

keiten überall lokal umsetzen, kann hinterfragt werden. Gerade gelungene Projekte (z.B. Nexthamburg; Petrin, 2012) zeigen, dass für den Erfolg ein hohes Maß an professionellem Projektmanagement und Konfliktlösungsstrategien vonnöten ist – eine Erfahrung, die auch viele wenig sichtbare oder sich auflösende Transition Initiativen machen. Je nach Ausprägung ist zudem das Identifikationspotenzial der breiten Masse mit lokalen Transition-Projekten und -Ansichten trotz des Anspruchs der Inklusivität begrenzt. Auch auf regionaler oder nationaler Ebene wird die Bewegung unterschiedlich intensiv als Vernetzungspunkt bzw. Integrationskraft für bereits bestehende Initiativen wahrgenommen. In Deutschland befindet sie sich bislang im Vergleich zu großen nationalen Umwelt- und Sozialverbänden in der Nische und lebt stark in Form von nicht-formalisierten Projekten und als Kulturimpuls. Ob die bereits entstandenen Projekte und Experimentierräume dementsprechend flächendeckenderes Transformationspotenzial entfalten, bleibt abzuwarten.

4.3.4

Divestition

Divestitionsbewegungen im Bereich der fossilen Energieträger nutzen den globalen Konsens darüber, dass der bisherige Weg der zunehmend ansteigenden globalen CO₂-Emissionen nicht nachhaltig ist. Während es oft keine Übereinstimmung gibt, wie in Zukunft Emissionen reduziert werden sollen, so gibt es zumindest eine Übereinkunft darüber, dass sie reduziert werden müssen. Somit ist es naheliegend, nicht weiterhin entgegen dieser Auffassung zu handeln und keine Gelder in emissionsintensive Unternehmen zu investieren.

Definition

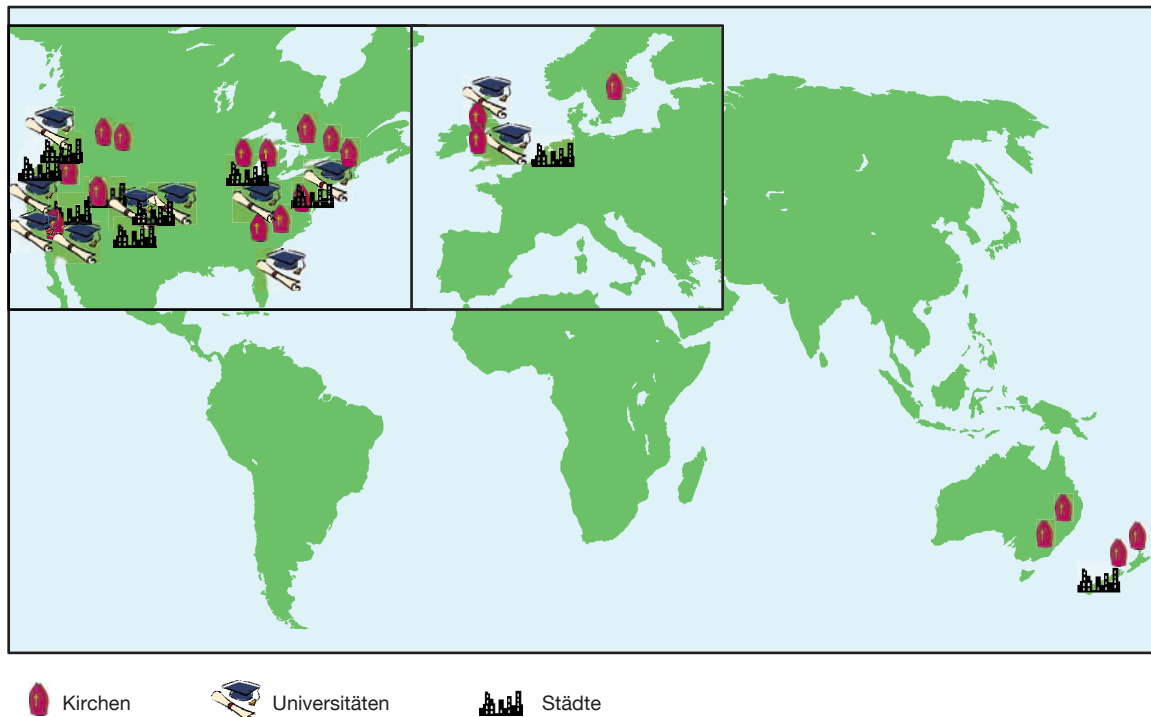
Divestition (auch: Desinvestition) ist die Veräußerung von Unternehmensbeteiligungen wie Aktien, private Beteiligungen oder Unternehmensanleihen aus politischen oder ethischen Gründen. Die Divestitionsbewegungen gegen die Förderung fossiler Energien fordern, dass Investitionen in fossile Energien abgezogen und nach Möglichkeit in nachhaltige Anlagen reinvestiert werden (Reinvestition). Mit einer Divestition sollen die Kapitalanlage und Kreditvergabe an Unternehmen ausgeschlossen werden, deren Geschäftsfeld die Extraktion, Verarbeitung und Vertrieb fossiler Energieträger ist (im Folgenden „fossile Brennstoffunternehmen“ genannt).

Neben der normativen Ratio bilden ökonomische Risiken substanzielle Gründe für eine weitreichende Divestition. Ein Risiko für Investoren liegt hierbei im „Platzen der Kohlenstoffblase“: Aus der 2°C-Leitplanke lässt sich ein Maximalbudget von 750 Mrd. t CO₂ ableiten, das noch emittiert werden darf, wenn die Leitplanke mit einer Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln nicht überschritten werden soll (WBGU, 2009a). Die nachgewiesenen fossilen Energiereserven, die bereits im Besitz staatlicher und privater Unternehmen sind, würden aber

bei vollständiger Nutzung mindestens 2.795 Mrd. t CO₂ freisetzen (Carbon Tracker Initiative, 2012). Rechnet man den Besitz von schwer abbaubaren oder vermuteten fossilen Energiereserven hinzu, liegt dieser Wert um ein Vielfaches höher. Darüber hinaus wird weiterhin exploriert; im Jahr 2012 investierten die 200 größten fossilen Brennstoffunternehmen 674 Mrd. US-\$ in die Suche und Entwicklung neuer Reserven (Carbon Tracker Initiative und Grantham Research Institute, 2013). Die Weltmarktpreise fossiler Energieträger messen sich u.a. an diesen vorhandenen Reserven. Soll jedoch die Überschreitung der 2°C-Leitplanke vermieden werden, müssen 80% der bereits nachgewiesenen fossilen Energieträger im Boden bleiben und sind somit für Firmen wertlos. Die Rechnung ist einfach: vermindert sich die Nachfrage durch eine verbindlich festgelegte 2°C-Leitplanke, dann verlieren die Aktien dieser Unternehmen an Wert.

Divestition als gesellschaftliche Bewegung kann somit dazu beitragen, dass Investoren die Risiken einer Kohlenstoffblase in Betracht ziehen. Werden von Schlüsselinvestoren vermehrt Aktien aus fossilen Brennstoffunternehmen abgezogen, kann dies ein Indikator für die zukünftige Komposition des Energiemarktes sein. In Divestitionskampagnen können sehr unterschiedliche Akteure einen relevanten Beitrag leisten (Abb. 4.3-1):

- *Privatpersonen*: Persönliche Aktienportfolios können nach kohlenstoffintensiven Anlagen evaluiert werden („negative screens“). Diese Praktik gibt es bereits für Tabak oder Waffenhandel („sinful stocks“).
- *Universitäten*: Als Innovationsquelle können Universitäten eine besondere Rolle in sozialen Bewegungen spielen. Mehr noch, aus einer Perspektive der Generationengerechtigkeit heraus ist zu erwarten, dass Studenten sich besonders engagieren.
- *Religionsgemeinschaften*: Kapitalanlagen von Kirchen und anderen Religionsgemeinschaften könnten im Geiste einer schöpfungsbewahrenden Grundhaltung aus fossilen Brennstoffunternehmen abgezogen werden (Kap. 4.4.2).
- *Städte und Gemeinden*: Um den Risiken einer Kohlenstoffblase zu begegnen, können die Gelder von Pensionsfonds und andere Kapitalanlagen aus Aktien von fossilen Brennstoffunternehmen divestiert werden. Jene Gemeinden könnten Pioniere sein, die von negativen Externalitäten des Klimawandels bereits in Ansätzen, wie z.B. durch vermehrte Überflutungen, betroffen sind.
- *Stiftungen und gemeinnützige Organisationen*: Bei philanthropischen Organisationen, die Lebensumstände spezifischer Gruppen fördern wollen, ist das Interesse naheliegend Gelder in vorbildliche Anleihen zu investieren.
- *Kreditbanken*: Der Einfluss großer Kreditbanken auf Kapitalströme ist kaum zu überschätzen. Wird die Kreditvergabe an fossile Brennstoffunternehmen unterlassen, ist der Effekt auf die Liquidität dieser Firmen sehr groß.
- *Entwicklungsbanken*: Auch der Einfluss von Entwicklungsbanken ist sehr groß. Würden z.B. von der KfW,

**Abbildung 4.3-1**

Weltweite Divestitionsbewegungen: Auswahl von bisherigen, sowohl angekündigten als auch teilweise bereits vollzogenen, Selbstverpflichtungen zu Divestitionen aus den 200 größten fossilen Brennstoffunternehmen. Stand Juli 2014.
Quelle: WBGU, basierend auf Daten von Fossil Free (2014a)

den Ankündigungen der Weltbank folgend, keinerlei Kredite mehr für Kohlekraftwerke vergeben, würde dies zu Veränderungen der Entwicklungspfade und langfristig des Energiemarktes führen.

Die Bandbreite der möglichen Akteure lässt erkennen, dass die Divestitionsbewegung sowohl durch Gruppen oder Einzelpersonen in der Gesellschaft wie auch auf institutioneller Ebene forciert werden kann. Diese Inklusivität macht auch einen Teil des transformativen Potenzials dieser Bewegung aus, so kann der Einzelne sich gegen scheinbar in Stein gemeißelte Regeln entscheiden und über die Mitwirkung an einer globalen Divestitionsbewegung die Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft befördern.

Beispiele

In den USA hat es Divestitionsbewegungen u. a. in der Tabakindustrie, in der Rüstungsindustrie oder gegen das Apartheidsystem in Südafrika gegeben. Die Divestitionsbewegung gegen Geldanlagen in fossilen Energieträgern hat bereits eine Eigendynamik entwickelt. So formierte sich in den USA eine immer stärker werdende Studentenbewegung welche die Universitäten dazu drängt, ihr Kapital aus fossilen Brennstoffunternehmen abzu ziehen. Mehrere Universitäten, darunter auch die Stanford University, haben Divestitionsmaßnahmen angekündigt. Auch die Administration der Harvard University ist durch anhaltende Studentenproteste unter Druck geraten, ihre Kapitalanlagen (Gesamtumfang etwa 33 Mrd. US-\$; Goldenberg, 2014) von „Kohlenstoffinvesti-

tionen“ zu divestieren. In Berkeley und der University of California stimmten die Studenten mehrheitlich gegen die Investition in Aktien fossiler Brennstoffunternehmen. 64 Professoren und Wissenschaftler sowie über 800 Studenten, Alumni und Mitarbeiter der Universität Oxford unterzeichneten ebenfalls eine Petition und einen offenen Brief an die Universitätsleitung mit der Forderung, durch Divestition Führung und Verantwortung im gesellschaftlichen Diskurs zum Klimawandel zu übernehmen (Oxford Academics for Fossil Fuel Divestment, 2014).

Außerdem haben mehrere US-amerikanische Städte, darunter auch San Francisco und Seattle angekündigt, zu divestieren (Greene und Kammen, 2014). In Norwegen wird derzeit evaluiert, ob die Anlagen des staatlichen Ölfonds (800 Mrd. €) von fossilen Brennstoffunternehmen abgezogen werden sollen. Zu den größten Anteilseignern gehören derzeit BP und Royal Dutch Shell. Ferner erhielt Papst Franziskus einen offenen Brief verschiedener christlicher Gruppen, die dazu auffordern, die Gelder der katholischen Kirche nicht weiterhin im Bereich fossiler Energien anzulegen (Readfearn, 2014). Der World Council of Churches, welchem 345 christliche Kirchen aus 140 Ländern angehören, kündigte an, nicht mehr in fossile Brennstoffunternehmen zu investieren (WCC, 2014). Auch über das Internet ist bereits ein Multiplikationseffekt in der Divestitionsbewegung eingetreten (Fossil Free, 2014a). Die Plattform für Divestitionsbewegungen gofossilfree.org fasst die moralische Grundlage für Divestition schlüssig zusammen: „It’s wrong to profit from wrecking the planet“ (Fossil Free, 2014b).

Transformatives Potenzial

Die Wirkung der Divestition liegt vorrangig nicht im sofortigen finanziellen Einfluss auf die Unternehmen. Bei konstantem Verbrauch von fossilen Energieträgern ist der Abzug von kleinen Kapitalinvestitionen zunächst, aus finanzieller Sicht, relativ unbedeutend. Dies liegt daran, dass andere, neutrale, nicht umweltbewusste Investoren die gegebenenfalls günstigeren Aktien schnell wieder aufkaufen (Ansar et al., 2013). Eine finanzielle Wirkung tritt also erst ein, wenn die Divestition disruptiv auf die Kapitalströme einwirkt, also die Mittelabflüsse durch Divestition größer sind als die Mittelzuflüsse, durch andere Investitionen. Dennoch wohnt Divestition und anderen sozialen Bewegungen eine große Stärke inne: Sie können eine neue Norm etablieren. Falls über den weltweiten Diskurs zu Divestition ein Kipppunkt erreicht wird, so dass es generell aus ethischen Gründen für viele Investoren nicht mehr vertretbar ist, in fossile Brennstoffunternehmen zu investieren, dann hätte dies erhebliche Auswirkungen auf diese Unternehmen und den Energiemarkt insgesamt. Divestition kann zudem den politischen Druck erhöhen, dass die gegenwärtigen Subventionen für fossile Brennstoffunternehmen in Frage gestellt und schließlich reduziert werden. 2012 wurden 544 Mrd. US-\$ an staatlichen Subventionen für fossile Energie ausgegeben (IEA, 2013b). Diese Summe beträgt sogar 1.900 Mrd. US-\$, wenn angemessene Steuern für fossile Energieträger als Messlatte genommen werden, die Konsumsteuern sowie negative Externalitäten des Verbrauchs (z.B. Gesundheitsschäden, Umweltverschmutzung, Einfluss auf das Klima) einschließen (IMF, 2013). 2011 erreichten von den globalen Subventionen nur insgesamt 8% die ärmsten 20% der Bevölkerung (IEA, 2011). Die Abschaffung dieser Subventionen könnte eine CO₂-Emissionsreduktion von 13% bewirken (IMF, 2013). Die zumindest teilweise Umlenkung dieser Subventionen auf Innovationsförderung nachhaltiger Technologien hätte eine erhebliche transformative Wirkung auf den Energiemarkt.

Soziale Bewegungen schaffen ein Bewusstsein für Probleme, indem sie verschiedene Akteure miteinbeziehen. So auch die Divestitionskampagne: Sie legt offen, dass Kirchen, Universitäten und andere Institutionen mit Verantwortung für die Öffentlichkeit große Summen in Aktien von fossilen Brennstoffunternehmen angelegt haben. Diese Tatsache war vorher nicht im öffentlichen Bewusstsein präsent. Würden sich Städte wie Berlin zumindest in einzelnen Sektoren zur Divestition entschließen (die Entscheidung könnte zum Beispiel per Volksabstimmung herbeigeführt werden), hätte dies eine starke Signalwirkung. Auch einzelne Großunternehmen oder Universitäten könnten eine solche Vorbildfunktion einnehmen. Für Deutschland bedeutet dies, dass der Abzug öffentlicher Gelder aus fossile Brennstoffunternehmen Bestandteil der Energiewende werden sollte.

Die Divestitionsbewegung entsteht parallel zu den stagnierenden internationalen Klimaverhandlungen.

Dies kann insbesondere für solche Staaten relevant sein, in denen Gruppen mit hohem Eigeninteresse an fossilen Energieträgern den Verhandlungsprozess dominieren. Soziale Bewegungen, wie die Divestition, können Risse in ein statisches System bringen. Sie schaffen Raum für Transformation.

4.3.5

Anpassungsnetzwerke

In Anpassungsnetzwerken können Akteure, die ähnlichen Herausforderungen durch den Klimawandel begegnen, Informationen austauschen und darüber hinaus eine gemeinsame Agenda für politische Ziele entwickeln.

Da der Klimawandel weltweit unterschiedliche Auswirkungen hat, müssen einerseits Anpassungsstrategien regionalspezifisch entwickelt und implementiert werden. Anpassungsnetzwerke können daher insbesondere für Regionen mit ähnlichen geografischen Gegebenheiten Möglichkeiten der Kooperation eröffnen und Transaktionskosten innerhalb des Netzwerkes senken. Andererseits sind Regionen z.B. durch globale Handelsströme miteinander verbunden. Treten an einer Stelle Schäden z.B. durch Extremwetterereignisse auf, kann dies disruptiv auf die Wertschöpfungskette wirken. Somit reichen regionale Ansätze allein nicht aus. Durch globale Datenbanken können z.B. für Anpassung besonders relevante Orte und transnationale Anpassungsrisiken identifiziert werden, um so global die Resilienz zu stärken.

Lokale Beispiele

Neben informellen Netzwerken gibt es auch bereits formalisierte Anpassungsnetzwerke. Dazu gehört die vom BMBF geförderte „Klimzug-Initiative“ (Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten; Klimzug, 2013). Hier wurden in den vergangenen fünf Jahren anhand von sieben unterschiedlichen Regionen in Deutschland Anpassungsstrategien entwickelt, die sich auf Themen wie Küsten- und Hochwasserschutz, Gesundheit und Landwirtschaft bezogen. Zum Beispiel wurden für das Thema Gesundheit von der Hochschule Fulda Studien in der Region Nordhessen erarbeitet, in denen geprüft wird, ob als Folge des Klimawandels eine stärkere Verbreitung von Mücken und Zecken festzustellen oder zu erwarten ist, was mit einem erhöhten Gesundheitsrisiko einherginge (Klimzug Nordhessen, 2012). Besondere Blickpunkte der Studie waren die Verbreitung von Krankheiten wie Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), die von Zecken übertragen werden. Auch wurde untersucht, ob es die Asiatische Tigermücke in der Region gibt, die Träger verschiedener Krankheitserreger, wie Malaria und Denguefieber sein kann.

Regionale Beispiele

UNEP fördert ebenfalls ein Anpassungsnetzwerk, das „Asia and the Pacific Adaptation Network“, mit dem die regionale Anpassung an den Klimawandel durch Wissenstransfers und Kapazitätsaufbau gefördert werden soll (UNEP, 2012a). In diesem Netzwerk geht es auch darum, eine Plattform der Kommunikation für das Management grenzüberschreitender Ökosysteme, wie der Himalaya-Region oder verschiedenen Flussdeltas, zu schaffen. Für die kleinen Inselstaaten ist der Verlust von Land durch den Meeresspiegelanstieg besonders relevant; hier bietet Migration die letzte Anpassungsmöglichkeit (Kasten 3.3-3). Daher kann für das Netzwerk der kleinen Inselstaaten das gemeinschaftliche Erwerben von Land ebenso eine Adaptationsstrategie sein wie die intensive Beteiligung an den internationalen Verhandlungen zum Umgang mit Verlusten und Schäden (Kap. 3.3.3), in denen Anpassungsmaßnahmen durch Ausgleichszahlungen zur Diskussion stehen.

Globale Beispiele

Anpassung liegt nicht ausschließlich im nationalen oder lokalen Interesse, sondern kann globale Bedeutung erlangen. So hatte beispielsweise das Hochwasser in Thailand im Jahr 2011 (Kraas, 2012) zur Folge, dass im vierten Quartal die weltweite Festplattenproduktion um mehr als 30 % sank (Coughlin und Grochowski, 2012). Bisher gibt es jedoch keine ausreichende Datengrundlage, um Folgeschäden von Extremwetterereignissen durch Ausfälle in der Wertschöpfungskette abzuschätzen (Levermann, 2014). Auch im 5. IPCC-Sachstandsbericht werden dazu keine Angaben gemacht.

Das Citizen Science Projekt zeean sammelt auf der Onlineplattform zeean.net Daten zu globalen Güterströmen, um abbilden zu können, was passieren kann, wenn die Produktion in einer Region kurzfristig ausfällt (Levermann, 2014). Dabei können Auswirkungen erster und zweiter Ordnung dargestellt werden. So sanken z.B. nach dem Taifun Haiyan die Exporte aus den Philippinen, was sich direkt auf 6 % der US-amerikanischen Produktion auswirkte. Als Folge könnten 21 % der amerikanischen Produktion in ihrer Wertschöpfungskette durch das verknappte Angebot betroffen gewesen sein (Levermann, 2014). Daraus resultieren nicht ausschließlich ökonomische Verluste. Wenn beispielsweise die Produktion von Pharmazeutika oder medizinischen Geräten direkt oder indirekt betroffen ist, können Schwierigkeiten bei der Belieferung von Krankenhäusern und der Versorgung von Patienten auftreten.

An der Eintragung von Handelsdaten auf der zeean-Plattform kann sich jeder beteiligen. Die Validität wird, wie bei der Wikipedia, durch die Wissensgemeinschaft und durch die Betreiber von zeean überprüft (Levermann, 2014). Die Beteiligung der Bevölkerung soll dazu führen, dass immer exaktere Güterströme abgebildet werden können. Durch diese Verdichtung von Daten soll es möglich werden, vulnerable Regionen zu identifizieren, die zentrale Knotenpunkte für Handelsströme sind. Für diese Regionen können dann effektiverer Katastro-

phenschutz oder alternative Handelswege entwickelt werden. Durch gezielte Anpassung soll somit auch die globale Resilienz gestärkt werden. Das Projekt verdeutlicht, dass sich der Klimawandel in einer globalisierten Welt auch auf gemäßigte Zonen in ungekannter Weise zwar indirekt, aber dennoch signifikant auswirken kann.

Transformatives Potenzial

Anpassungsnetzwerke sind bisher noch in ihrer Entstehungsphase. Mit zunehmenden Schwierigkeiten bei der Anpassung an den Klimawandel ist jedoch anzunehmen, dass sich Regionen, Institutionen, Einzelinitiativen und kleinere Netzwerke vermehrt formalisiert zusammenschließen werden, um Mechanismen zu testen und Erfahrungen zu teilen. Auch könnten diese Netzwerke zu Fundamenten für unerwartete Partnerschaften werden, die in entwicklungspolitischen Debatten als Akteure an Bedeutung gewinnen könnten. Onlineplattformen, wie weadapt.org des Stockholm Environment Institute (weADAPT, 2013, 2014), oder das vom UNDP geförderte adaptationlearning.net (ALM, 2014), erfahren einen stetigen Zuwachs und ermöglichen Wissenstransfer über Grenzen hinweg, auch ohne formalisierte Treffen.

4.3.6 Städtenetzwerke

Angeichts der Schwäche der internationalen Klimapolitik gewinnt die lokale Ebene und insbesondere die Stadt zunehmend an Bedeutung im Klimaschutz (UN-Habitat, 2011; Gordon, 2013; Monaghan et al., 2013; Heinrichs et al., 2011; C40 und Arup, 2014). Städte sind einerseits wichtige Mitverursacher des Klimawandels, andererseits sind sie von ihm durch ihre oftmals risikoexponierte Lage und Konzentration von Menschen besonders betroffen und verwundbar. Zugleich können sie als bürgernächste Ebene Teil einer breiteren Bewegung sein, den klimapolitischen Meinungsbildungsprozess beeinflussen und Maßnahmen zur Vermeidung und Anpassung ergreifen. Der 5. IPCC-Sachstandsbericht weist auf Studien hin, welche zeigen, dass die Cities for Climate Protection Initiative von ICLEI sowohl politische Entscheidungen beeinflusst als auch zum Austausch von Wissen und Erfahrungen verholfen habe (Revi et al., 2014).

Städte vernetzen sich im Klimabereich vor allem, um gemeinsam effektiv und gestaltend im Klimaschutz tätig zu werden (Lee, 2011; Barber, 2013). Dabei haben Städtenetzwerke unterschiedliche Mitgliedszahlen und Reichweiten. Sie reichen von nationalen Netzwerken, wie z.B. KlimaBündnis-Städte Schweiz mit 21 Mitgliedstädten, über regionale Netzwerke, wie z.B. das Asian Cities Climate Change Resilience Network mit 10 Mitgliedstädten oder das Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder e.V. mit 1.600 Mitgliedstädten, bis zu weltweiten Netzwerken, wie z.B. ICLEI – Local Governments for Sustainability,

die United Cities and Local Government (UCLG) oder die Cities Climate Leadership Group (C40) (ACCCRN, 2014; Climate Alliance, 2014; KBSS, 2014). C40 lässt sich aufgrund ihrer stärkeren Exklusivität eher als Club einordnen (Kap. 4.2.2).

Generell ist bei Städtenetzwerken eine regionale Offenheit zu beobachten und es sind Städte sowohl aus Industrie- als auch aus Schwellen- und Entwicklungsländern vertreten. Viele Netzwerke beziehen zudem Akteure wie Nichtregierungsorganisationen und Forschungsinstitutionen als assoziierte Netzwerkpartner mit ein (Insar Consult, 2013: 15).

Transformatives Potenzial

Das Potenzial von Städtenetzwerken besteht darin, dass sie besser imstande sind zusammenzuarbeiten als Nationalstaaten, weil sie auf persönlicher Ebene Beziehungen aufbauen, lokal legitimiert sind sowie stärker lösungsorientiert und damit effektiver kooperieren (Barber, 2013). Allerdings wirft die mit dem Einbezug in globale Klima-Governance einhergehende Statusaufwertung der kommunalen Ebene mittelfristig Fragen nach der Transparenz, Verteilungsgerechtigkeit und Inklusion/Exklusion auf. Bei bestehenden Städtenetzwerken zeichnet sich ab, dass nicht nur das Hinterland der Städte, sondern auch kleinere und mittlere Städte ungenügend repräsentiert sind (Insar Consult, 2013: 24), obwohl sie in manchen Regionen den größten Zuzug verzeichnen.

Handeln Städte als eigenständige Akteure besteht das Risiko, dass sie ohne Integration in globale klimapolitische Prozesse nicht ausreichend Klimaschutz betreiben. Im Netzwerk kann das eventuell aufgefangen werden, wenn das Netzwerk sich anspruchsvolle Ziele setzt. Zur Übernahme von Zielen müssen manche Städte erst befähigt werden, an Netzwerken teilzunehmen. Außerdem birgt die Freiwilligkeit der übernommenen Ziele und Vereinbarungen immer einen Unsicherheitsfaktor und zentrale Aspekte von Klima-Governance lassen sich nur in Kooperation mit den nationalen und multilateralen Ebenen lösen.

Städtenetzwerke übernehmen meist mehrere Funktionen auf Interessensvertretungs-, Umsetzungs- und Wissenstransferebene. Im Rahmen ihrer Interessensvertretung stellen Netzwerke die Reduktionspotenziale und Anpassungskapazitäten von Städten dar, damit sie als Akteure in der internationalen Klimapolitik Gehör finden. Zudem bieten sich Städtenetzwerke auf der internationalen Ebene als intermediäre Akteure an, um eine Klimaschutzagenda auf lokaler Ebene umzusetzen – gegebenenfalls auch ohne Zutun der jeweiligen nationalen Ebene. So lädt die 2012 während des Rio+20-Gipfels ins Leben gerufene Global Initiative for Resource Efficient Cities (GI-REC) von UNEP Städte mit mehr als 500.000 Einwohnern ein, sich an der Initiative zu beteiligen und dadurch u. a. Zugang zu technischer Expertise zu erhalten (UNEP, 2012b).

Gleichwohl gilt es im Zusammenhang ihrer neuen Rolle als Interessensvertretung in globaler Governance rechtliche Fragen zu klären. Weder Städte noch Städ-

tenetzwerke haben den Status von Völkerrechtssubjekten. Auch wenn sich Städte in Deutschland im Rahmen ihrer kommunalen Selbstverwaltung darauf berufen können, dass Klimaschutz eine Angelegenheit der örtlichen Gemeinschaft darstellt, kann sich die Situation für Städte in anderen Kontexten abweichend darstellen (Aust, 2013).

Des Weiteren setzen sich die Mitgliedstädte auf Umsetzungsebene freiwillige und ambitionierte Ziele – z. B. im Hinblick auf die Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Sie verfügen also über interessante Mitigationspotenziale, können aber auf Emissionen, die nicht in ihrem Verantwortungsbereich liegen, keinen Einfluss nehmen.

Auch wenn der Rolle von Städtenetzwerken im multilateralen Klimaregime und ihren Handlungsmöglichkeiten bezüglich der Umsetzung von dort getroffenen Vereinbarungen viel Aufmerksamkeit entgegengebracht wird, bieten Städtenetzwerke in erster Linie einen wichtigen Raum für den Austausch von Erfahrung und Wissen im Hinblick auf innovative Politiken und Best-practice-Lösungen (Lee, 2011; Lieferink et al., 2013). Dies geschieht durch Peer-to-peer-Erfahrungsaustausch, Städtepartnerschaften, Mentoring, Expertisenvermittlung und verschiedene Austauschformate wie Best-practice-Datenbanken. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie Städtenetzwerke diese Funktionen erfüllen:

Der weltweite Städteverband für nachhaltige Entwicklung ICLEI (Local Governments for Sustainability) ist ein Beispiel für eine breite, inklusive Allianz von etwa 1.000 Mitgliedern unterschiedlicher Größe und Körperschaft (Städte, Gemeinden, Kreise, Kommunalverbände und vergleichbare Körperschaften), die sich für lokale Maßnahmen zur Realisierung einer globalen Nachhaltigkeit einsetzt. ICLEI sieht sich als treibende Kraft bei der Herstellung der Anschlussfähigkeit lokaler Regierungen an globale Politikprozesse und multilaterale Umweltabkommen. Zudem setzen sich die Mitgliedstädte freiwillige Ziele im Hinblick auf die Reduzierung von Treibhausgasemissionen. ICLEI ist nicht nur Anlaufstelle der UNFCCC für lokale Regierungen und städtische Behörden, sondern unterstützt auch die Local Government Climate Roadmap, einen Prozess, der auf die Wahrnehmung, Beteiligung und Stärkung lokaler Regierungen in der globalen Klimapolitik abzielt (ICLEI, 2014b). Durch ihre heterogene Zusammensetzung und große Anzahl an Mitgliedern, benötigt ICLEI allerdings lange Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse.

Einige Aktivitäten beziehen sich explizit auf den Erfahrungsaustausch auf Fachkräfteebene, so die zwischen dem Climate and Development Knowledge Network (CDKN) und ICLEI durchgeführten Lernprogramme (Anton et al., 2014). Zu nennen ist auch die Initiative der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Engagement Global/Servicestelle Kommunen in der Einen Welt sowie des Deutschen Städtetags, eine internationale Städteplattform für nachhaltige Entwicklung aufzubauen, um Lernprozesse zwischen

städtischen Akteuren zu initiieren und damit zur Verbreitung lokaler Lösungsansätze beizutragen (Connective Cities, 2014). Ein weiteres innovatives Beispiel ist die Initiative des Mistra Urban Futures Programm, das Wissenschaft und kommunale Praxis in ausgewählten Städten vernetzt (Mistra Urban Futures, 2014).

Netzwerkübergreifende Prozesse

Neben einzelnen Netzwerken findet sich eine Reihe von netzwerkübergreifenden Prozessen mit dem Ziel, der Rolle von Kommunen im Kampf gegen den Klimawandel stärkeres Gewicht zu verleihen. Ein Beispiel im Bereich gemeinsamer Erklärungen ist die bereits erwähnte Local Government Climate Roadmap. Hierbei handelt es sich um ein ICLEI-Projekt, das in Kooperation mit den größten internationalen Kommunalverbänden und ihren Netzwerken (u.a. UCLG, C40, Metropolis) durchgeführt wird. Bis 2015 steht im Vordergrund, Kommunen in das Agenda-Setting und die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen mittels Partnerschaften auf allen Ebenen einzubinden. Weiterhin sollen ein Finanzierungsmechanismus zur Förderung von ambitionierten lokalen Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen des UNFCCC etabliert sowie globale, nationale und regionale Initiativen harmonisiert werden (ICLEI, 2014b).

Andere netzwerkübergreifende Initiativen fokussieren auf Möglichkeiten zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen wie z.B. die carbonn Cities Climate Registry (cCCR) als wichtigste globale Plattform für Berichte über lokale Klimaschutzmaßnahmen (ICLEI, 2014a; cCCR, 2014) und das Global Protocol on Community-scale GHG Emissions (GPC), das auf die Identifizierung von Treibhausgasemissionsquellen und diesbezüglichen Reduktionsmöglichkeiten in Städten abzielt (GHG, 2014).

4.4

Normativer und kognitiver Paradigmenwechsel

4.4.1

Von Reallaboren bis zur Citizen Science – zum unterschätzten Potenzial einer transformativen Wissenschaft

Definition

Wissenschaft wird in der Diskussion über den Klimawandel in der Regel als eine Beobachtungs- und Prognoseinstanz wahrgenommen. Klimawissenschaft beschreibt etwa die ökologischen Veränderungen und Folgen des Klimawandels, wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Studien zum Klimawandel zeigen mögliche Vermeidungs- und Anpassungsstrategien und deren ökonomische und soziale Konsequenzen auf.

Wissenschaft kann jedoch selbst zu einem zentralen Katalysator für gesellschaftliche Transformation wer-

den. Der WBGU (2011) hat den Begriff der „transformativen Forschung“ geprägt, der im weiteren Kontext einer „transformativen Wissenschaft“ (Schneidewind und Singer-Brodowski, 2013) gesehen werden kann. Damit ist eine Wissenschaft gemeint, die gesellschaftliche Transformationsprozesse nicht nur beobachtet, sondern selbst initiiert, katalysiert und begleitet. Transformativa Wissenschaft ist von der Erkenntnis getragen, dass das Verständnis komplexer sozio-technischer Transformationsprozesse ohne gezielte Interventionen nicht ausreichend tief und schnell genug die kausalen Zusammenhänge von Transformationsdynamiken erschließt (Morton und Williams, 2010). „Realexperimente“ und „Reallabore“ (Groß et al., 2005; Schneidewind und Scheck, 2012; Nevens et al., 2013) werden deswegen für eine transformativa Wissenschaft zu einem wichtigen Ansatzpunkt, um Transformationsprozesse wissenschaftlich initiiert voranzutreiben und dabei gleichzeitig ein besseres Wissen über eben diese Transformationsprozesse zu gewinnen. Ein Reallabor bezeichnet dabei einen gesellschaftlichen Kontext, in dem Forscherinnen und Forscher Interventionen im Sinne von „Realexperimenten“ durchführen, um über soziale Dynamiken und Prozesse zu lernen. Die Idee des Reallabores überträgt den naturwissenschaftlichen Begriff „Labor“ in die Analyse gesellschaftlicher und politischer Prozesse. Sie knüpft an die experimentelle Wende in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften an. Es bestehen enge Verbindungen zu Konzepten der Feld- und Aktionsforschung.

Transformativa Wissenschaft schafft dadurch „sozial robustes Wissen“ (Nowotny et al., 2011), d.h. ein Wissen, das nicht ausschließlich wissenschaftlich relevant, sondern auch für die betroffenen Akteure direkt handlungsorientierend ist.

Reallabore bezeichnen gesellschaftliche Kontexte, in denen Forscherinnen und Forscher Interventionen im Sinne von „Realexperimenten“ durchführen, um über soziale Dynamiken und Prozesse zu lernen. Reallabore können Stadtquartiere oder ganze Städte, Regionen (z.B. ländliche Regionen, Biosphärenreservate, Nationalparks), Projekte auf Konversionsflächen, Hochschulcampi, aber auch Branchen und Wertschöpfungsketten oder ein regionales Mobilitätssystem sein (einen Überblick gibt die Expertengruppe Wissenschaft für Nachhaltigkeit, 2013). Entscheidend ist die wissenschaftsgeleitete Intervention in den gesellschaftlichen Kontext.

In Reallaboren wird Wissenschaft selbst zum Transformationsakteur. Hieraus ergeben sich vielfältige methodische und auch ethische Konsequenzen (Groß et al., 2005; Schneidewind und Singer-Brodowski, 2013). Gleichzeitig wird erhebliches intellektuelles Kapital für konkrete Transformationsprozesse zur Nachhaltigkeit mobilisiert, indem Forscherinnen und Forscher, aber auch Studierende als Aktionsforscherinnen zum Motor von Transformationsprozessen werden.

Transformationspotenzial

Das transformative Potenzial verstärkt sich nochmals, wenn die Grenzen der institutionalisierten Wissenschaft

überschritten und diese durch „Bürgerwissenschaften“ bzw. „Citizen Science“, d.h. wissenschaftliche Prozesse, in die Bürgerinnen und Bürger als Mitforschende eingebunden sind, verstärkt wird (Finke, 2014; Wechsler, 2014). So entspringen heute viele Ansätze alternativer Wohlstandsmodelle und Lebensstilformen, insbesondere im urbanen Kontext, bürgerwissenschaftlichen Ansätzen. Wenn einzelne Hochschulen als zentraler Ort der institutionalisierten Wissenschaft zu „Bürgeruniversitäten“ werden (Schneidewind, 2013a), verbinden sich die Veränderungsprozesse in Wissenschaftseinrichtungen mit einer breit getragenen Bürgerwissenschaft zu einer besonders kraftvollen Form transformativer Wissenschaft, die die in Kapitel 4.3, 4.4 und 4.5 skizzierten Laboratorien in ihrer Wirkung verstärken kann.

4.4.2

Impulse aus Religionsgemeinschaften

„Wenn wir die Schöpfung zerstören, wird die Schöpfung uns zerstören“: diese Schlussfolgerung zog Papst Franziskus im Mai 2014 aus wissenschaftlichen Erkenntnissen zu globalen Umweltveränderungen nach dem fünf-tägigen Workshop „Sustainable Humanity, Sustainable Nature: Our Responsibility“ der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften (Vatican Radio, 2014). Dies wirft die Frage auf, welchen Beitrag religiöse Gemeinschaften zum Schutz des Erdsystems leisten können.

Definitionen

Anfang 2014 wurde vom Vatikan bekanntgegeben, dass eine Enzyklika zum Thema „Ökologie des Menschen“ herausgegeben werden soll. Enzykliken sind Rundschriften des römisch-katholischen Papstes, die zu aktuellen Themen Stellung nehmen und als Wegweiser oder Ermahnung der Glaubensgemeinschaft gelten. In der Umweltenzyklika soll das Verhältnis vom Menschen zur Natur kritisch hinterfragt werden, insbesondere mit Hinblick auf die globalen Asymmetrien zwischen der sogenannten Wegwerfgesellschaft und den Bevölkerungsteilen, die in absoluter Armut leben (ORF, 2014).

Beispiele

Christiana Figueres, Exekutivsekretärin der UNFCCC, bestärkte die Äußerungen des Papstes bei einer Ansprache in der St. Paul's Cathedral in London und wies mit Nachdruck auf die ethischen Verpflichtungen gegenüber künftigen Generationen hin. Zuvor forderte sie in einem Artikel für den britischen Guardian weltweit Religionsführer dazu auf, Stellung zu beziehen und sich für den Klimaschutz zu engagieren. Verantwortlichkeiten, die sich aus der christlichen Lehre ableiten, wie die Speisung der Armen, würden durch den Klimawandel erschwert werden (Figueres, 2014).

Auch die deutsche evangelische Kirche (EKD) beschäftigt sich mit dem Thema des religiös motivierten Umweltschutzes. So wurde 2007 ein Appell des Ratsvorsitzenden der EKD, Bischof Wolfgang Huber „Es ist

nicht zu spät für eine Antwort auf den Klimawandel“ (Huber, 2007) herausgegeben und 2008 die Denkschrift „Umkehr zum Leben – Nachhaltige Entwicklung im Zeichen des Klimawandels“ (EKD, 2008). Ebenso war der Themenschwerpunkt der evangelischen Synode 2008 „Klimawandel – Wasserwandel – Lebenswandel“ und 2014 „Welternährung und nachhaltige Landwirtschaft“ (EKD, 2014). Auch kleinere Experimentierräume bilden sich in den Gemeinden, so verzichteten Gemeindeglieder in Lübeck auf Plastik in der Fastenzeit 2014 (Nordkirche, 2014).

Darüber hinaus schlossen sich eine Reihe christlicher Kongregationen in den USA und Großbritannien der Divestitionsbewegung an und verpflichteten sich, emissionsintensive Anleihen aus ihren Aktienportfolios abzuziehen (Kap 4.3.4; Fossil Free, 2014a). Insbesondere wenn sich religiöse Gemeinschaften für Umweltschutz und Emissionsreduktion aussprechen, zeigen diese Divestitionsmaßnahmen die Eigenverantwortlichkeit der Gemeinschaft auf. Auch die EKD beschreibt in ihrem Leitfaden für ethisch nachhaltige Geldanlagen: „Ein Investment in Rohstoffe ist aus ethisch nachhaltiger Sicht oft problematisch“ (EKD, 2013b:18). Dennoch sind Rohstoffe, CO₂-Intensität oder Umweltschäden durch Unternehmen bisher keine Ausschlusskriterien für kirchliche Anlagen. Ausgeschlossen werden bisher nur Unternehmen, die folgende Produkte herstellen: Rüstungsgüter, Spirituosen, Tabakwaren, Glücksspiel, gentechnisch verändertes Saatgut sowie Produkte, die die Menschenwürde durch erniedrigende Darstellung verletzen, oder Produkte, die „unter Unterstützung oder Tolerierung menschenunwürdiger Arbeitsbedingungen und Kinderarbeit (...) auch in der Zulieferkette“ hergestellt werden (EKD, 2013b:12). Allerdings wird der Kauf von Staatsanleihen mitunter aus den Ländern ausgeschlossen, welche das Kyoto-Protokoll oder die Biodiversitätskonvention nicht ratifiziert haben. Darüber hinaus gibt es Positivkriterien für Geldanlagen die gemäß christlichen Werten „sozialverträglich, ökologisch und generationengerecht erfolgen“ (EKD, 2013b:14).

Die Projekte der Islamic Foundation for Ecology and Environmental Science (IFEES) beschäftigen sich ebenfalls mit Alternativen zum Status quo. Die Organisation veranstaltet Workshops und Kurse, um Wissenslücken in der Gesellschaft zu schließen und ermutigt die muslimische Weltgemeinschaft, sich gegen Umweltzerstörung zu engagieren. Als Fundament nutzen sie Stellen im Koran, die Bezug auf die Wahrung der Schöpfung und Folgen von Umweltschäden nehmen. Dazu gab die Organisation den „Muslim Green Guide to Reducing Climate Change“ heraus (IFEES, 2013). Ein weiteres Projekt ist die ökologisch nachhaltige Gestaltung von Moscheen.

Auch in buddhistischen Gemeinschaften gibt es Bewegungen, die sich mit dem Umweltschutz befassen. Dabei steht der Schutz biologischer Vielfalt, zum Beispiel von Bäumen, oft im Fokus der Aktivitäten. Das „Weißen“ von Bäumen, wie in Thailand und die damit verbundene Markierung, etwa durch orangene Tücher, soll dem Fällen von Bäumen und der Entwaldung entgegen-

genwirken und „symbolhaft die Menschen daran erinnern, dass die Natur, den Menschen gleich, mit Respekt behandelt werden sollte und unerlässlich für Menschen und alles Leben ist“ (Darlington, 1998:8). In der Publikation „A Buddhist Response to the Climate Emergency“ nehmen anerkannte buddhistische Lehrer unterschiedlicher Strömungen, wie der Dalai Lama, Thích Nhất Hạnh und der Karmapa, Stellung zum Klimawandel: „If we continue abusing Earth this way, there is no doubt that our civilization will be destroyed. (...) The Buddha attained individual awakening. Now we need a collective enlightenment to stop this course of destruction.“ (Thích Nhất Hạnh in: Stanley et al., 2009:3).

Die Vielfaltigkeit des Engagements der religiösen Gemeinschaften zeigt sich auch im Internet. Die Onlineplattform *ourvoices.net* ist ein interreligiöses Portal, auf dem eine Petition für mehr Klimaschutz und den Erfolg der Pariser Klimaschutzkonferenz unterzeichnet und für den Erfolg gemeinsam gebetet wird (Ourvoices, 2014). Einen Überblick zum Nexus Umwelt und Religion bietet die Weltbankstudie „Faith in Conservation – New Approaches to Religions and the Environment,“ in dem jeweils die Grundlagen des Umweltschutzes in den unterschiedlichen Theologien aufgezeigt werden (Palmer und Finlay, 2002).

Im September 2014 findet, direkt vor dem UN-Klimagipfel in New York, ein interreligiöser Gipfel zum Thema Klimawandel statt. Dort sollen 30 Religionsführer gemeinsam Impulse für den UN-Gipfel setzen.

Der Ökumenische Rat der Kirchen hat 2013 zu einem „Pilgerweg der Gerechtigkeit und des Friedens“ aufgerufen; diverse kirchliche Gruppen erwägen vor diesem Hintergrund einen ökumenischen Pilgerweg zu den UN-Klimaverhandlungen in Paris im Jahr 2015.

Transformatives Potenzial

Historisch betrachtet sind religiöse Netzwerke effektive Multiplikatoren und können somit in der Bevölkerung zur Bewusstseinsbildung für Umweltprobleme beitragen. Darüber hinaus ist die „Bewahrung der Schöpfung“ im Sinne einer Aufforderung, die göttlich geschaffenen Lebensgrundlagen der Menschheit nicht zu zerstören, ein Bestandteil der Lehren vieler Glaubensrichtungen und kann somit ein verbindendes Element darstellen. Generell haben Religionsführer in vielen Kulturen eine Vorbildfunktion und können Agenden in den Gemeinschaften beeinflussen. Durch ihr Handeln können sich in einer Religionsgemeinschaft neue Normen entwickeln, welche dann potenziell auch auf andere Bereiche der Zivilgesellschaft wirken. Dies ist jedoch stark abhängig von der Rezeptivität der religiösen Gemeinschaft und der Grad der Internalisierung der jeweiligen Werte. Glaubensgemeinschaften besitzen jedoch das Potenzial zu einer wichtigen Schnittstelle zwischen Wissen und Handeln zu werden, sie können das Wertegerüst einer Gesellschaft beeinflussen.

4.5

Wiedereinbettung der Märkte

4.5.1

Multi-Stakeholder-Initiativen

Multi-Stakeholder-Initiativen sind freiwillige Zusammenschlüsse unterschiedlicher Akteure (wie private Unternehmen, Nichtregierungsorganisationen, Wissenschaftler und andere zivilgesellschaftliche Akteure) zur gemeinsamen Lösung komplexer gesellschaftlicher Probleme (Gabler Wirtschaftslexikon, 2014). In diesem Abschnitt stehen solche Multi-Stakeholder-Initiativen im Zentrum, die innovative und transformative Projekte zur klimaverträglichen Energieversorgung in großem Maßstab unterstützen oder umsetzen. Sie haben das Potenzial, für ambitionierten Klimaschutz Impulse zu geben und in diesem Sinne Wirkung zu entfalten.

Beispiel Desertec

Ein prominentes Beispiel ist Desertec, das nach wie vor durch seine Vision besticht. Grundidee ist die zentrale, klimaverträgliche Erzeugung von Strom durch die Nutzung erneuerbarer Energien in ariden Regionen und Wüsten. Der dort produzierte Strom soll sowohl im betreffenden Land genutzt als auch mittels verlustarmer Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) in andere Länder exportiert werden. Gleichzeitig gingen Entwicklungseffekte von der Schaffung lokaler Arbeitsplätze, Investitionen in Infrastruktur und dem Zugang zu klimaverträglichen Energiedienstleistungen aus. Denkbar wäre auch die Kopplung der klimaverträglichen Stromerzeugung mit Meerwasserentsalzung, mit der zusätzliche Entwicklungseffekte einhergingen. Die erforderliche multilaterale Kooperation könnte zur Stabilisierung internationaler Beziehungen beitragen (Desertec Foundation, 2014).

Konkretisiert wurde die Desertec-Idee erstmals in einer Kooperation verschiedener Anrainer des nördlichen und südlichen Mittelmeers. Das Projekt hatte ursprünglich die Erzeugung von kostengünstigem Sonnenenergiestrom für den EU-MENA-Raum (Europa, Naher Osten und Nordafrika) zum Ziel. Darüber hinaus sollte es für Europa bis 2050 rund 15% der Stromversorgung sichern und Regelernergie für den Ausgleich der schwankenden Stromproduktion aus anderen erneuerbaren Energiequellen bereitstellen. Die Grundidee ist auf andere, sonnenreiche (Wüsten)Regionen der Welt übertragbar. Unter dem Titel Gobitech wird die Stromgewinnung in der Wüste Gobi durch Solar- und Windenergie geplant. Der Strom soll sowohl in der Mongolei als auch mittels eines über mehr als 4.000 km reichendes Netz in Ostchina, Japan und Südkorea genutzt werden und eine umweltfreundliche Entwicklung der Mongolei unterstützen (Gobitech, 2014).

Das Desertec-Konzept wurde von einem Multi-Stakeholder-Netzwerk bestehend aus Wissenschaftlern,

Ökonomen und politischen Entscheidungsträgern entwickelt. Hieraus ging 2009 die Desertec-Stiftung hervor (Desertec Foundation, 2014). Ebenfalls in 2009 wurde das Industriekonsortium Desertec Industrial Initiative (Dii GmbH) gegründet, um u. a. den Bau von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen in Nordafrika voranzutreiben.

Die weitere Entwicklung demonstriert die Komplexität solcher Projekte: Von den ursprünglich 50 Mitgliedern sind nur noch 30 verblieben. Auch die Desertec-Stiftung hat sich 2013 aufgrund grundlegender Konflikte bezüglich der Strategie, den Aufgaben, der Kommunikationsweise und des Führungsstils innerhalb der Dii aus dem Konsortium zurückgezogen (Desertec Foundation, 2013).

Neben internen Konflikten nahm auch die Kritik an der grundsätzlichen Idee zu. Diese umfasste u. a. die hohen Investitions- und Transportkosten, komplexe rechtliche und völkerrechtliche Herausforderungen, große Unwägbarkeiten wie Unwetter oder terroristische Anschläge sowie die Konkurrenz zu lokaler Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen. Andere untersuchten mögliche negative sozioökonomische und soziopolitische Auswirkungen von Desertec, insbesondere auf die verwundbarsten Teile der regionalen Bevölkerung, und entwarfen entsprechende Nachhaltigkeitskriterien und Empfehlungen, um diese zu vermeiden (Schinke und Klawitter, 2011). Die weitere Entwicklung muss aus Sicht des WBGU aber auch als Lernerfolg gewertet werden. Das Industriekonsortium konzentriert derzeit seine Aktivitäten auf die Wüstenstromgewinnung in der EU-MENA-Region, insbesondere in Nordafrika; ein Teil des Stromes soll dann eventuell nach Europa exportiert werden.

Dabei sieht die Dii ihre Rolle darin, als implementierungsorientierte Plattform durch den Aufbau von Partnerschaften in den Regionen die Projekte im Bereich der Wüstenstromproduktion zu ermöglichen. Auch die Desertec-Stiftung stellt derzeit die Stromerzeugung und -nutzung in den Ländern Nordafrikas, aber auch in Chile, in den Vordergrund.

Beispiel Renewables-Grid-Initiative

Im Jahr 2009 wurde auf Bestreben des Berliner Thinkdo-Tanks THEMA1 die Renewables-Grid-Initiative (RGI) ins Leben gerufen. Sie ist ein Beispiel dafür, dass Multi-Stakeholder-Initiativen mit einer überschaubaren Anzahl heterogener Akteure vergleichsweise schnell entstehen und agieren können. Ziel der RGI ist die Unterstützung des Ausbaus von europaweiten Netzen für Strom aus zentralen und dezentralen erneuerbaren Energiequellen mit möglichst geringen negativen Folgen für die Umwelt (RGI, 2014).

Dafür schlossen sich die Umweltverbände WWF International und Germanwatch mit Vatten Europe Transmission, 50Hertz und dem niederländischen Übertragungsnetzbetreiber TenneT zusammen. Zwischenzeitlich sind der RGI verschiedene weitere europäische Übertragungsnetzbetreiber und Umweltverbände beigetreten.

Um ihr Ziel zu erreichen, trägt die RGI zur Bewusstseinsbildung über den Auf- und Ausbau grenzüberschreitender, intelligenter Stromnetze bei. Zu den von RGI eingesetzten Maßnahmen zählen u. a. die Publikation von Studien und Berichten, die Organisation von Workshops mit relevanten Stakeholdern, die Initiierung von Dialogen zwischen Netzbetreibern und Umweltorganisationen sowie die Beteiligung an EU-Projekten. Bemerkenswert an der RGI ist die Kooperation von Netzbetreibern und Umweltverbänden, die möglichen zeitraubenden Konflikten zwischen Infrastrukturentwicklung und Umweltschutz beim Bau von Stromnetzen durch frühzeitige gemeinsame Strategieentwicklung entgegenwirken könnte.

Transformatives Potenzial

Multi-Stakeholder-Initiativen können neue Ideen in öffentliche und politische Diskurse einspeisen und auf politische Agenden setzen. Ihr Einfluss wächst, wenn in den Zusammenschlüssen ein breites Spektrum an, auch mächtigen, Akteuren unterschiedlicher Sektoren vertreten ist (Kemfert und Horne, 2013). Andererseits können Multi-Stakeholder-Zusammenschlüsse visionäre Projekte entwickeln und konkret umsetzen.

Desertec und RGI stehen beispielhaft für visionäre und unterschiedlich ausgestaltete Multi-Stakeholder-Zusammenschlüsse mit dem Ziel der großskaligen klimaverträglichen Energieversorgung. Die hier skizzierten Initiativen sind Vorreiter bei der Überwindung von Barrieren, die etwa die politische Regulierung, die Marktbedingungen oder sozioökonomische Aspekte in den jeweiligen Regionen betreffen. Beide dargestellten Formen der Multi-Stakeholder-Zusammenschlüsse, sowohl Desertec als auch RGI, sind im Rahmen der Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft von Bedeutung. Sie können sich ergänzen und jeweils spezifische Aufgaben übernehmen.

Am Beispiel von Desertec wird auch deutlich, dass relevante gesellschaftliche und sehr mächtige wirtschaftliche Akteure eine gemeinsame Vision entwickeln können, der für eine zukünftige Energieversorgung eine hohe Bedeutung zukommt. Die Vision hat nicht nur breite Diskussionen in Gang gesetzt, sondern wird von den beteiligten Akteuren auch schrittweise umzusetzen versucht.

Am Beispiel der RGI wird zusätzlich deutlich, dass auch auf den ersten Blick konträre Interessen verschiedener Akteure gemeinsame Schnittmengen haben und gemeinsame Ziele verfolgen können.

4.5.2

Nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen

Definition

Unter einem nachhaltigen öffentlichen Beschaffungswesen (Green Public Procurement) wird der Einkauf von Produkten oder Dienstleistungen im öffentlichen

Sektor verstanden, der ökologisch nachhaltigen Richtlinien folgt. Dadurch sollen die Produkte im Laufe ihres Lebenszyklus einen geringeren schädlichen Einfluss auf die Umwelt haben als anderweitig beschaffte Produkte. Dies können Anschaffungen wie Büromaterialien und Dienstwagen, aber auch der Neubau von Schulen oder Autobahnen sein. Die öffentliche Beschaffung in Deutschland unterliegt hierbei dem deutschen Vergaberecht, das u.a. von Richtlinien des EU-Vergaberechts beeinflusst wird. Die Mitgliedstaaten der EU sind verpflichtet, von der EU erlassene Richtlinien (2004/18/EU; 2004/17/EU) zum öffentlichen Beschaffungswesen in ihr nationales Recht umzusetzen, die es ermöglichen, Umweltbelange in Vergabeprozesse der öffentlichen Hand einzubeziehen.

Bis heute wurden bereits in 43 Ländern Politikmaßnahmen zu nachhaltiger oder umweltfreundlicher Beschaffung ein- bzw. durchgeführt. Dazu zählen die EU-Mitgliedstaaten und die USA, aber auch Brasilien, Costa Rica, Ghana und Südkorea (UNEP, 2013b). Auch in der Zivilgesellschaft gibt es zahlreiche Initiativen zur Unterstützung nachhaltiger Beschaffung, etwa Procura+ von ICLEI.

Beispiele

Es gibt bereits zahlreiche Beispiele, in denen ökologische Richtlinien oder Energieeffizienznormen bei der Vergabe öffentlicher Aufträge eine maßgebende Rolle gespielt haben. Eines ist die städtische Abfallentsorgung und Straßenreinigung Barcelonas (EU-Kommission, 2012), für die 2009 ein neuer Vertrag in Kraft trat. Für die Vergabe der Aufträge zur Abfallentsorgung wurde ein Anforderungsprofil formuliert, das Kriterien für Nachhaltigkeit in den Vordergrund stellte. Es umfasste die Beschaffung von Fahrzeugen mit effizienteren Antrieben, einen geringeren Wasserverbrauch, eine häufigere Abfallbeseitigung und nach Abfällen getrennte Müllcontainer. Darüber hinaus sollte der Anbieter einen Plan zur Senkung des Energieverbrauchs vorlegen und Arbeitsmaterialien, wie z.B. Dienstkleidung, ressourcenschonend beschaffen. Der Auftrag wurde erfolgreich ausgeführt. Von den Fahrzeugen werden nun 35% mit Biodiesel, 35% mit Gas und 30% elektrisch oder hybrid betrieben, wodurch Emissionen und Lärm stark verringert wurden. Außerdem wurde Grundwasser anstelle von Trinkwasser für die Straßenreinigung genutzt und durch separate Abfallbehälter mehr Biomüll gesammelt.

Ein weiteres Beispiel ist die Central Project Management Agency in Litauen (EU-Kommission, 2011), die als zentrale öffentliche Beschaffungsstelle genutzt wird. Durch die Einführung nachhaltiger Büromaterialien in ihrem Online-Katalog konnten über Mengenrabatte die Preise der nachhaltigen Produkte gesenkt werden, sodass diese wettbewerbsfähig wurden. Darüber hinaus wurden durch energieeffiziente IT-Ausrüstung Energiekosten eingespart.

Transformatives Potenzial

Weltweit beläuft sich die Gesamtmenge der öffentlichen Beschaffung auf 1.000 Mrd. € jährlich (EU-Kommission, 2013). Aufgrund dieser großen Summe kann ein nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen einen bedeutenden Beitrag bei der Transformation zur nachhaltigen Gesellschaft leisten. Der Staat kann neben seinen Regulierungskompetenzen als Konsument und Investor zu einem zentralen Transformationsakteur werden. Dies zeigen beispielsweise die potenziellen Emissionseinsparungen: Bei flächendeckender Umstellung öffentlicher Institutionen auf Ökostrom in der EU würden 60 Mio. t CO₂eq vermieden werden, entsprechend 18% der EU-Verpflichtungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls (RELIEF und ICLEI, 2002).

Von einem nachhaltigen öffentlichen Beschaffungswesen werden Unternehmen profitieren, die ökologisch nachhaltig produzieren. Dies ermöglicht ihnen größere Investitionen in Forschung oder in die Förderung von Produktneuheiten, die auch zu Exportgütern werden könnten. Zudem werden für andere Unternehmen Anreize gesetzt, ebenfalls nachhaltig zu produzieren.

Durch ein nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen wird Umweltschutz eine fest integrierte Variable beim öffentlichen Einkauf. Dadurch können sich langfristig auch neue Normen und Standards für nachhaltige Produkte entwickeln. Gleichzeitig übernimmt damit der öffentliche Sektor eine Vorreiter- und Vorbildfunktion. Vielfach kann ein nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen, wie zum Beispiel die Energieeffizienzsteigerung von Gebäuden, langfristig Kosten senken.

Neben dem nachhaltigen öffentlichen Beschaffungswesen gibt es auch Bemühungen, öffentliche Beschaffung innovationsorientierter zu gestalten. Dies bedeutet eine stärkere direkte Unterstützung bei der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen für die öffentliche Hand. Zur Stärkung des transformativen Potenzials könnten Ansätze zur nachhaltigen und zur innovationsorientierten Beschaffung verbunden werden. Laut OECD (2013) gelten im Bereich nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen die USA, Japan, China und Deutschland zu den fortgeschrittenen Ländern. Auch andere EU-Länder, u.a. Frankreich im Bereich Elektromobilität, haben sich ehrgeizige Ziele gesetzt (PWC et al., 2009; Oekonews.at, 2014).

4.5.3

Energiegenossenschaften

Definition

Energiegenossenschaften sind eine Unternehmensform mit gemeinschaftlichem Geschäftsbetrieb durch die Mitglieder, die überwiegend das Ziel einer dezentralen und ökologischen Energieerzeugung verfolgen. Energiegenossenschaften haben in Deutschland bereits maßgeblich zur Energiewende beigetragen. 2012 lagen die Anteile von Privatpersonen an der installierten Leistung

erneuerbarer Energien bei 34,4% (Agentur für Erneuerbare Energien et al., 2013); 25,2% gehen auf Einzeleigentümer und 9,2% auf Bürgerenergiegesellschaften zurück. Bürgerenergiegesellschaften sind Gesellschaften, bei denen Bürger mehr als 50% des Eigenkapitals besitzen, darunter fallen auch die Genossenschaften. Weitere 11,6% gehören (überregionalen) Bürgerbeteiligungen. Damit liegen große Marktanteile in Deutschland an den erneuerbaren Energien in den Händen der Bürgerinnen und Bürger.

Die vier größten Energieversorger, E.ON AG, RWE AG, Vattenfall Europe AG, und ENBW, besitzen dagegen nur ca. 5% der installierten Leistung erneuerbarer Energien und alle weiteren Energieversorgungsunternehmen insgesamt 7,5% (Agentur für Erneuerbare Energien et al., 2013). Bei institutionellen und strategischen Investoren liegen 41,5% der Anteile an den installierten Leistungen (Agentur für Erneuerbare Energien et al., 2013). Die Zahl der Energiegenossenschaften in Deutschland wuchs von 77 in 2005 auf 754 in 2012 an (Agentur für Erneuerbare Energien et al., 2013).

Mitglieder einer Genossenschaft besitzen jeweils Anteile an den Projekten und jedes Mitglied hat ein Stimmrecht, unabhängig von der Höhe der Kapitaleinlage. Oft gehen Genossenschaften Kooperationen mit Kommunen und Gemeinden ein, um nötige Mittel für die Verwirklichung eines Projektes aufzubringen. Die Finanzierung erfolgt über Eigenkapital und Fremdkapital, zu dem eine Genossenschaft eher Zugang hat als einzelne Privatpersonen (Holstenkamp und Ulbrich, 2010). Die Gewinne können als Dividenden an die Mitglieder ausgezahlt oder zur Eigenfinanzierung weiterer Investitionen verwendet werden. Genossenschaften sind jedoch in der Regel Wertegemeinschaften, die nicht gewinnorientiert arbeiten, sondern sich als Selbsthilfeorganisation ihrer Mitglieder verstehen. Deshalb investieren Energiegenossenschaften in der jeweiligen Region und stärken die lokale Wertschöpfung.

Transformatives Potenzial

Energiegenossenschaften können aus passiven Konsumenten Produzenten von Strom und Wärme machen. Mehr noch, die vielen Neugründungen von Energiegenossenschaften haben dazu beigetragen, dass sich Konsumenten vermehrt damit auseinandersetzen, wo ihr Strom produziert wird und wie Gewinne genutzt werden. In den Genossenschaften werden Preisstrukturen des Energieproduktes vor den Mitgliedern offengelegt und Entscheidungsprozesse transparent und demokratisch gestaltet. Überdies können Energiegenossenschaften für Mitglieder und Gemeinden eine autonome Energieversorgung ermöglichen, die unabhängig von Preisveränderungen in anderen Märkten ist. Auch in Regionen, die von Rohstofflieferungen anderer Länder abhängig oder bereits durch Konflikte um diese betroffen sind, könnten sich einzelne Gruppen oder Gemeinden umorientieren und durch Genossenschaftsbildung einen Experimentierraum für nachhaltige Lösungen eröffnen. Somit sind

die zunehmenden Gründungen von Energiegenossenschaften Bewegungen mit hohem Verbreitungswert.

4.5.4

Privatwirtschaftliche Akteure und deren Zusammenschlüsse

Definition

Privatwirtschaftliche Akteure wie Unternehmen, Unternehmer oder Manager haben vielfältige Möglichkeiten, zum Klimaschutz und einer Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft beizutragen. Dies kann in erster Linie durch das Geschäftsmodell, d.h. die Unternehmensform, die Produkte, den Produktionsprozess und die Unternehmensorganisation geschehen, außerdem durch das Engagement in Unternehmensverbänden, das gesellschaftliche Engagement des Unternehmens, der Unternehmer oder der Manager sowie durch die Nutzung ihres politischen Einflusses (Caring for Climate et al., 2013). In einem Transformationsprozess zur klimaverträglichen Gesellschaft haben privatwirtschaftliche Akteure verschiedene Funktionen. Sie generieren Innovationen, indem sie in Forschung und Entwicklung bis zur Marktreife investieren und so zur Wissensgenerierung sowie einem selbsttragenden Wandlungsprozess im Markt beitragen. Einerseits werden technologische und soziale Inventionen mithilfe von Unternehmensgründungen zu Innovationen. Mit diesen Innovationen werden neue Märkte erschlossen oder der Wettbewerb in etablierten Märkten erhöht, sodass ein Strukturwandel forciert wird. Andererseits entwickeln auch etablierte Unternehmen Inventionen zu Innovationen und integrieren sie in ihre Produktpalette oder Produktionsprozesse. Allerdings bleiben diese Produkterweiterungen häufig Nischenprodukte in den etablierten Unternehmen. Unternehmen stellen für ihre Scharnierfunktion zwischen Forschung und Anwendung finanzielle und personelle Ressourcen zur Verfügung und übernehmen auch gesellschaftliche Verantwortung, wenn sie sich zur nachhaltigen Entwicklung verpflichten (WBGU, 2011).

In Abhängigkeit von der nationalen Klimapolitik und der ökonomischen Betroffenheit vom Klimawandel investieren Unternehmen in die Energie- und Ressourceneffizienz der eigenen Betriebsabläufe, engagieren sich in der Wissensverbreitung über den Klimawandel wie die Versicherungs- und Teile der Finanzbranche oder unterstützen aktiv die Klimapolitik. International sind immer mehr Unternehmen bereit, im Rahmen des Carbon Disclosure Project ihre CO₂-Emissionen zu bilanzieren und offenzulegen (CDP, 2013).

Beispiele

Klimaverträgliche Innovationen in den Bereichen der erneuerbaren Energietechnologien und der Energieeffizienz sind in den letzten Jahren durch Unternehmensgründungen in der Produktion und Dienstleistung eingeführt worden und diffundiert (WBGU, 2011; UBA und

BMUB, 2014). Auch haben etablierte Unternehmen in der Chemiebranche neue Dämmmaterialien eingeführt, in der Baubranche neue Materialien oder in der Automobilbranche neue Mobilitätskonzepte oder Antriebe entwickelt.

Für ihr gesellschaftliches Engagement und zur Unterstützung der Klimapolitik schließen sich international privatwirtschaftliche Akteure nicht nur aus OECD-Ländern in Allianzen, Stiftungen oder Vereinen zusammen (Caring for Climate et al., 2013). In Deutschland sind Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen und mit unterschiedlicher Größe sowie Internationalität in klima- und umweltschützenden Netzwerken und Zusammenschlüssen aktiv. Beispiele sind Econsense (das im Jahr 2000 gegründete Forum Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Wirtschaft), die seit 30 Jahren aktive Bundesdeutsche Arbeitskreis für Umweltbewusstes Management (B.A.U.M. e.V.) und der v.a. für kleine und mittelständische Unternehmen gegründete Verein Future. Als eine relativ neue Initiative wird im Folgenden die Stiftung 2° ausführlicher dargestellt.

Die 2011 eingetragene Stiftung 2° geht auf eine 2007 gegründete Initiative von deutschen Vorstandsvorsitzenden und Geschäftsführern zurück. Sie soll marktwirtschaftlich ausgerichtete Beiträge und Beispiele für klimaverträgliches Wirtschaften und Produzieren, das sich an der Einhaltung der 2°C-Leitplanke orientiert, sichtbar machen, fördern und vernetzen (Stiftung 2°, 2013: 1f). Zusätzlich zu einem klimaverträglichen wirtschaftlichen Handeln möchten die Stiftungsmitglieder auch als Dialogpartner und Klimabotschafter auf internationaler Ebene fungieren (Stiftung 2°, 2013: 7). Über den deutschen Kontext hinaus ist die Stiftung 2° Mitglied im 2010 gegründeten Corporate Leaders Network for Climate Action mit Sitz in Großbritannien, das aus ähnlichen Plattformen in elf verschiedenen Ländern und der EU besteht. Auch hier steht die Vernetzung, die Kooperation und das gemeinsame Eintreten für ambitioniertere Klimaschutzpolitik im Vordergrund. Große Bedeutung hat auch die International Investors Group on Climate Change, in der gegenwärtig 80 Mitglieder (Banken, Pensionsfonds, Versicherungen, institutionelle Investoren) aus neun Ländern mit einem verwalteten Geldvermögen von 7.500 Mrd. € aktiv sind (IIGCC, 2014).

Transformatives Potenzial

Da es sich beispielsweise bei der Stiftung 2° um eine Allianz von Vorstandsvorsitzenden handelt, ist die Reichweite strategischer Entscheidungen für Klimaschutz und Nachhaltigkeit bei den privatwirtschaftlichen Akteuren als hoch einzuschätzen. Ebenso kann die Unterstützungsfunktion in andere Unternehmen oder in die Politik hinein aufgrund der hohen Sichtbarkeit, des Gewichts der Meinung von angesehenen Führungskräften und des hohen Grads der Vernetzung als bedeutsam angesehen werden. Allerdings liegen bislang keine Untersuchungen über die Bedeutung der Vernetzungs- und Stiftungsaktivitäten privatwirtschaftlicher Akteure für Transformationsprozesse innerhalb von Unternehmen und in Bezug

auf (inter-)nationale Klimapolitik vor. Auffällig ist, dass sich aus den energie- und emissionsintensiven Branchen international und national nur wenige Unternehmen in den bestehenden Netzwerken, Plattformen und Zusammenschlüssen engagieren. Möglicherweise bestehen für privatwirtschaftliche Akteure bei einer Vermischung von privatwirtschaftlichen und gemeinwohlorientierten Interessen kognitive Diskrepanzen und Dissonanzen (WBGU, 2011).

Die Entwicklung von Innovationen und die Diffusion technologischer und sozialer Innovationen durch privatwirtschaftliche Akteure hat ein hohes transformatives Potenzial, weil sich über den Welthandel die Innovationen schnell verbreiten können und der Transformationsprozess beschleunigt werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Systeminnovationen wie sie für Energiesysteme notwendig sind, voraussetzungsvoll sind.

Damit die vielfältigen Klimaschutzaktivitäten der Unternehmen Wirkung entfalten, sind sie auf eine verbindliche nationale Klima-, Energie- und Wirtschaftspolitik angewiesen. Sowohl für die unternehmerische Planung als auch für die Investitionssicherheit sind Unternehmen auf stabile Rahmenbedingungen in der Volkswirtschaft und dem jeweiligen Markt angewiesen (WBGU, 2012).

Aus wachstumskritischer Sicht kann angezweifelt werden, ob eine rein emissionsreduzierende Wirtschaftsweise ohne die Reflexion fortgesetzten ressourcenintensiven Wirtschaftswachstums die geforderte 80–95%ige Emissionsreduktion tatsächlich realisieren kann, d.h. ob eine absolute Entkopplung von Ressourcenverbrauch und Emissionen vom Wirtschaftswachstum möglich ist (Jackson, 2009; Paech, 2012).

4.5.5 Gemeinwohl-Ökonomie

Beschreibung

Die Gemeinwohl-Ökonomie ist eine 2010 gegründete soziale Bewegung kleiner und mittelständischer Unternehmer sowie von Unterstützern und einem Förderverein. Hervorgegangen ist sie aus der Überzeugung, dass alternative Wirtschaftsweisen notwendig sind, aus der Kritik am Kapitalismus und aus einer „Vision einer Gemeinwohl-Ökonomie“ (Sikora und Hoffmann, 2001). Zwischen 2008 und 2010 erarbeiteten österreichische Unternehmer und Unterstützer im Umfeld von Attac Österreich und rund um den Publizisten Christian Felber (2012, 2014) eine alternative Bilanzierungsmöglichkeit für Unternehmen: die Gemeinwohlmatrix mit den beiden Achsen „Wert“ und „Berührungsgruppe“ (Verein zur Förderung der Gemeinwohl-Ökonomie, 2013: 19). Die aktuelle Version 4.1 umfasst 17 Indikatoren und hat den Anspruch, unternehmerischen Erfolg in einer neuen, dem Gemeinwohl dienenden Bedeutung zu messen (Verein zur Förderung der Gemeinwohl-Ökonomie,

2013:7). Für jedes Feld der Matrix gibt es im Handbuch eine Beschreibung der Kriterien sowie eine maximal erreichbare Punktzahl. Zusätzlich zu den positiv zu bewertenden Feldern gibt es für jede Spalte Negativkriterien wie „Verletzung der ILO-Arbeitsnormen bzw. Menschenrechte“, „Verstöße gegen Umweltauflagen“ oder „Verhinderung eines Betriebsrats“, die mit Negativpunkten zu Buche schlagen.

Verbreitung

Im Jahr 2013 beteiligten sich knapp 150 Unternehmen an der eigenständigen und peer-evaluierten Erstellung einer Gemeinwohl-Bilanz. Ziel der Bewegung ist es, gesetzlich verankert die Erreichung einer bestimmten Gemeinwohl-Punktzahl mit Steuersenkungen, Zollerleichterungen oder niedriger Zinsvergabe zu belohnen (Verein zur Förderung der Gemeinwohl-Ökonomie, 2013:8f).

Transformatives Potenzial

Wie etwa das europäische Eco Management und Audit Scheme (EMAS), kann die Gemeinwohl-Ökonomie als ein erweitertes Beispiel der „new environmental policy instruments“ (Jordan et al., 2003) betrachtet werden. Mit den konkreten Werkzeugen der Bilanzierungsmatrix, dem umfassenden Auditing und der Abdeckung breiter nachhaltigkeitsrelevanter Kriterien ist die Gemeinwohl-Ökonomie somit potenziell ein interessantes Instrument. Es ließe sich mittels verschiedener Verpflichtungsumfänge von einer rein freiwilligen Durchführung über die anreizorientierte Belohnung einer Zertifizierung bis hin zur Verpflichtung mit möglichen Strafmaßnahmen vielfältig abgestuft oder schrittweise einführen.

Die medial in den letzten Jahren stärker in Erscheinung getretene Initiative wurde aus verschiedenen Richtungen kritisch kommentiert. Aus unternehmerisch-marktwirtschaftlicher Sicht werden die Gemeinwohl-Ökonomie und Felbers Thesen als naiv, mit falschen betriebs- und volkswirtschaftlichen Rechnungen operierend oder sogar autoritär-diktatorisch kritisiert (Julius Raab Stiftung, 2012; Hörl, 2012; Die Junge Wirtschaft, 2013). Anhänger der Solidarischen Ökonomie wiederum werfen der Gemeinwohl-Ökonomie vor, ein „fertiges, abstraktes, kompliziertes und trockenes Konzept mit bürokratischem Charakter“ zu sein (Exner, 2011). Eine vertiefte gesellschaftliche Debatte, die Weiterentwicklung des Instruments und damit die Loslösung von Einzelpersonen wie Christian Felber sowie unabhängige Evaluationen der bisherigen Pionierunternehmen erscheinen notwendig.

Trotz des zur Zeit nicht konkret benennbaren transformativen Potenzials sind Nischenentwicklungen wie die Gemeinwohl-Ökonomie interessante Experimentierfelder und gegebenenfalls erreichen sie in bestimmten „Gelegenheitsfenstern“ eine breite Wirkung im Mainstream (Grin et al., 2010). So könnten beispielsweise oben genannte privatwirtschaftliche Zusammenschlüsse die Gemeinwohl-Bilanzierungsideen aufgreifen.

4.6 Das Zusammenspiel

Die Frage, wie gesellschaftliche Gruppen zur Mitarbeit gewonnen werden können (Umweltministerin Hendricks in BMUB, 2014) wird konstruktiv aufgegriffen, wenn man die hier beschriebenen Narrative und Laboratorien der Transformation im Zusammenhang betrachtet. Die Beispiele weisen eine Reihe innovativer Handlungspraktiken auf, die aus Sicht des WBGU ein hohes Potenzial haben, Wege zur Transformation in eine klimaneutrale Zukunft aufzuzeigen und eine Vielfalt von Akteuren für den Klimaschutz zu mobilisieren. Sie können einen besonderen Aufforderungscharakter entfalten, da sie zum einen häufig mit persönlichen Vorteilen verbunden sind (z. B. materielle Vorteile bei Boykott und Energiegenossenschaften oder soziale Vorteile im Sinne eines Auf- oder Ausbaus sozialer Netzwerke wie bei der Transition-Town-Bewegung). Zum anderen können sie einen starken Effekt auf die empfundene Selbstwirksamkeit haben, weil sie veränderungsbereiten Individuen direkte und effektive Handlungsmöglichkeiten eröffnen. Oftmals haben sie – verstärkt durch mediale Aufbereitung – eine innovative, proaktive und auch kreative „Aura“, die zusätzlich anziehend wirken kann, was insbesondere in der Clubidee zum Ausdruck kommt.

Auch über die erwähnten Initiativen hinaus gibt es vielversprechende Aktivitäten, die ähnliche Qualitäten aufweisen und bedeutende Impulse für den Klimaschutz bereithalten. Insbesondere können das *gleichzeitige* Auftreten vieler Initiativen, ihr indirektes oder direktes *Zusammenwirken* sowie die daraus entstehenden Synergien, eine emergente gesellschaftliche Dynamik erzeugen (Abb. 6-1).

Vor diesem Hintergrund ist die Frage interessant, wie die innovativen Narrative und Laboratorien zusammenwirken können und wo sich wechselseitige Verstärkungen und Komplementaritäten, aber auch potenzielle Widersprüche erkennen lassen. Daher sollen die dargestellten Beispiele im Folgenden mit Hilfe der in Kapitel 4.1 genannten Kategorien (Ambitionsniveau, Skalierbarkeit, Dauerhaftigkeit und Umsetzbarkeit) vergleichend diskutiert werden. Eine Synopse der beschriebenen Fallbeispiele findet sich in Tabelle 4.6-1.

- *Ambitionsniveau:* Obgleich sich alle dargestellten Laboratorien durch hohe Ambitionen der Handelnden selbst auszeichnen, zeigt die vergleichende Darstellung, dass einige Initiativen ein mittleres bzw. variables Ambitionsniveau haben. Politischer Konsum beispielsweise hat das Ziel einer stärkeren Orientierung von Unternehmen an Nachhaltigkeitskriterien und transparentere Versorgungssysteme, die offener für die Beteiligung von Konsumentinnen und Konsumenten werden. Divestitions- und Transition-Town-Initiativen hingegen verfolgen höhere Ambitionen, u. a. mit dem Ziel des Umbaus des etablierten Wirtschaftssystems hin zu einer Dekarbonisierung.
- *Skalierbarkeit:* Im Hinblick auf die Skalierbarkeit ist

wichtig, dass die Initiativen in ihrem Zusammenspiel ein unterschiedliches Potenzial zur Diffusion innerhalb und zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Ebenen und Bereichen aufweisen. Politischer Konsum zeichnet sich durch eine annähernd endlose Skalierbarkeit auf, da jedes Individuum, jede Organisation und Institution in verschiedenen alltäglichen Bereichen permanent konsumiert und fast immer die Möglichkeit hat, eine Alternative – und sei es den Boykott – zu wählen. Die Einstiegsbarrieren sind also niedrig und die Möglichkeiten vielfältig. Die geringe Fokussiertheit und das eher niedrige notwendige Engagement der Beteiligten birgt jedoch die Gefahr, dass politischer Konsum wenig Wirkungsmacht im Hinblick auf die Veränderung von Konsummustern und Produktionsweisen entfaltet. Divestition und Energiegenossenschaften sind zwar auf wenige Bereiche (Finanzen, Energieversorgung) konzentriert, können aber dennoch eine hohe Wirkungsmacht entfalten, weil sie innerhalb dieser Bereiche auf viele Akteursgruppen ausgeweitet werden können. Gleichzeitig sind aber auch Initiativen wichtig, die ganz spezifisch die Interessen bestimmter Akteursgruppen ansprechen. So können Beteiligte an Staaten-Clubs oder Städtenetzwerken durch ihre Aktivitäten ihren politischen Verantwortlichkeiten nachkommen.

- **Dauerhaftigkeit:** In dieser Hinsicht spielt auch die Dauerhaftigkeit der Initiativen eine Rolle; dabei geht es um die zeitliche Verstetigung der Strukturen für die alternative Handlungspraxis. Praktiken wie Divestment, individueller Emissionshandel und politischer Konsum sind nicht als dauerhafte Maßnahmen gedacht, sondern vielmehr als ein Mittel zur Lösung eines Problems. Wenn die jeweiligen Ziele, wie eine klimaverträgliche Wirtschaft und Gesellschaft, erreicht sind, werden die jeweiligen Praktiken obsolet. Sie sind im Vergleich zu Energiegenossenschaften oder Gemeinwohl-Ökonomie, die selbst bereits eine Lösung für das Problem darstellen, für die Beteiligten zunächst einfacher umsetzbar. Divestment oder Boykott bieten innerhalb existierender Strukturen sofort verfügbare alternative Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten, während Genossenschaften zunächst gegründet werden bzw. Personen sich für eine dauerhafte Beteiligung entscheiden müssen. Auch an dieser Stelle ist es jedoch wichtig, die Initiativen zusammen zu denken: Mit den einfach umzusetzenden Mitteln können Akteure sich zunächst in Bewegung setzen – um in einer nachhaltigen Gesellschaft anzukommen, braucht es jedoch die alternativen Lösungen.
- **Umsetzbarkeit:** Hierbei geht es um die Übernahme alternativer Praktiken durch andere Akteure sowie um das Erreichen des angestrebten Ambitionsniveaus vor dem Hintergrund bestehender Ordnungssysteme (Politik, Kultur, Wissen, Wirtschaft). Insgesamt ist eine Mischung verschiedener Ambitionsniveaus, sofern sie in eine ähnliche Richtung weisen, positiv zu beurteilen, da sich – mit Blick auf die Umsetzbar-

keit – niedrigere Ambitionen häufig kurzfristiger erreichen lassen. Sie erfordern zunächst weniger Veränderungen innerhalb der politischen, kulturellen, kognitiven und wirtschaftlichen Systeme, können aber darin befindliche mögliche Hindernisse für eine Transformation bereits aufweichen und damit den Weg für Initiativen mit größeren Veränderungsambitionen bereiten.

Es zeigt sich über die einzelnen Kategorien hinweg, dass der modulare Multilateralismus unterfüttert und motiviert ist durch einen *normativen und kognitiven Paradigmenwandel*. Dieser wird initiiert und getragen von Impulsen etwa aus religiösen Gemeinschaften oder aber auch der Wissenschaft, die transdisziplinär angelegt ist und das lokale Wissen von „Laien“ systematisch einbezieht. Hierdurch wird die *Wiedereinbettung der Märkte* wahrscheinlicher, welche klimafreundliche individuelle Investitions- und Konsumententscheidungen und analoge Entscheidungen institutioneller Akteure wie Unternehmen und staatliche Verwaltungen begünstigt und trägt. All dies geschieht gleichzeitig mit einer *individuellen und kollektiven Verantwortungsübernahme* durch zahlreiche (kollektive) Initiativen, die sich für den Wandel verantwortlich erklären und Verantwortung neu zu definieren vermögen. In den Unterschiedlichkeiten der beschriebenen und ähnlich aufgestellten Laboratorien zeigt sich somit ein großes synergetisches Potenzial. Um dies optimal nutzen zu können, ist es essenziell, die unterschiedlichen Narrative zu einem Gesamtnarrativ zusammenzufügen, dessen gemeinsamer Nenner die Vision einer klimaneutralen, nachhaltigen Gesellschaft ist, die alle oben genannten Subsysteme umfasst. Daraus kann sich eine horizontale Dimension einer Verantwortungsarchitektur bilden (Kap. 6). Zugleich verschieben sich durch die vielfältigen Aktivitäten der Klimapioniere die Machtkonstellationen in den Gesellschaften in Richtung Klimaverträglichkeit.

Die Herausforderung für öffentliche Akteure besteht einerseits darin, die eigenen klimapolitischen Verantwortlichkeiten zu stärken (z.B. Staaten-Clubs, Beschaffungswesen) und zum anderen ein gesellschaftliches Klima der Verantwortung für Klimaschutz und eine „Atmosphäre für Transformation“ zu schaffen, in der sich innovative Laboratorien besonders gut entwickeln und entfalten können, ohne zu stark in diese Experimentierräume einzugreifen.

Politisch Verantwortliche können diese vielfältigen Initiativen aufgreifen. Darüber hinaus gibt es Möglichkeiten, durch legislative, finanzielle und andere Maßnahmen die Entfaltung der Laboratorien zu erleichtern. Hier ist die Klimapolitik in ihrer legislativen Kompetenz gefragt, rechtliche Rahmenbedingungen so zu gestalten und zu verändern, dass Nachhaltigkeitskriterien und -orientierungen zum Standard werden und solche Akteure, die sich in ihrer Praxis daran orientieren, bei Förderung, Beschaffung, Auftragsvergabe, Genehmigung usw. einen Vorteil erhalten. Am wichtigsten ist, gesellschaftliche Bewegungen, Initiativen der Staaten-Clubs und transnationale Netzwerke für Klimaschutz

Tabelle 4.6-1

Vergleichende Darstellung der Laboratorien auf Basis der Transformationsmerkmale Ambitionsniveau (formuliert durch Handelnde selbst), Skalierbarkeit (Möglichkeit der Diffusion innerhalb und zwischen gesellschaftlichen Ebenen und Bereichen), Dauerhaftigkeit (Verstetigung der Strukturen für die alternative Handlungspraxis) und Umsetzbarkeit (1. Übernahmen alternativer Praktiken durch andere Akteure; 2. Erreichen der Ambitionen vor dem Hintergrund bestehender Ordnungssysteme Politik, Kultur, Wissen, Wirtschaft).

Quelle: WBGU

Systemebene: Modularer Multilateralismus		Ambitionsniveau	Skalierbarkeit	Dauerhaftigkeit	Umsetzbarkeit
Staaten-Clubs		Variabel: abhängig von der gemeinsamen Vision des jeweiligen Clubs	Potenzielles Wachstum bis zur Inklusion aller Staaten möglich	Mittel, um Ziele zu erreichen und Ambitionen dauerhaft zu etablieren	1. Energiewende-Club bietet bereits eine Basis 2. Mobilisierung von politischem Willen anspruchsvoll
	Club der Metropolen	Variabel: abhängig von der gemeinsamen Vision des jeweiligen Clubs	Diffusion vor allem auf Metropolen fokussiert, hier weltweite Diffusion möglich	Mittel für Vernetzung und Erreichung gemeinsamer Ziele	1. Orientierungs-Beispiele wie C40 sind vorhanden 2. Bei hohem Eigeninteresse einfach und in bestehenden Strukturen möglich
Systemebene: Individuelle und kollektive Verantwortung					
Politischer Konsum		Mittel: Einflussmöglichkeiten der Konsumentinnen und Konsumenten sollen langfristig steigen. Konsumangebote sollen sich an Nachhaltigkeitskriterien orientieren	Politische Konsumentscheidungen kann alle Akteure und Organisationen in jeglichen Konsumbereichen treffen	Politischer Konsum soll Versorgungssysteme dauerhaft verändern und dann nicht mehr notwendig sein	1. Alternativen vorhanden, setzen aber Wissen und Ressourcen voraus 2. Produktionsweisen und Kaufpraktiken müssen sich gegen die Widerständigkeit von Routinen verändern
Divestition		Hoch: Dekarbonisierung von Wirtschaft und Gesellschaft soll erreicht werden	Ausweitung möglich auf alle Akteure, die Investitionen tätigen	Wenn weitreichend aus Anlagen in fossile Energien divestiert werden, kann dies das Energiesystem dauerhaft prägen.	1. Individuell leicht umsetzbar 2. großskalig Widerstand von fossilen Kraftstoffunternehmen zu erwarten
Städtenetzwerke		Mittel: primär an Erfahrungsaustausch orientiert	Diffusion auf Städte fokussiert, weltweite Inklusion aller Städte möglich	Besteht fort bis die gesetzten Ziele erreicht bzw. neue gesteckt werden	1. Mitgliedschaft nicht voraussetzungsvoll 2. In bestehenden politischen Strukturen möglich
Transition-Town-Bewegung		Hoch: Abhängigkeitsminimierung von fossilen Ressourcen; stärker regional basierte Stoff- und Geldkreisläufe; Lebensqualitätserhöhung	Ansatz zwar vielerorts aufgegriffen, großskalige Diffusion aber offen	Prozesse sind auf lokale Verstetigung angelegt; große lokale Unterschiede	1. Prinzipiell möglich, da der Aufgabenumfang stets selbst gewählt wird 2. Ebenfalls je nach Projektgröße und Eingriffstiefe unterschiedlich
Individueller Emissionshandel		Variabel, da der Aufgabenumfang stets selbst gewählt wird. Ebenfalls je nach Projektgröße und Eingriffstiefe unterschiedlich	Theoretisch flächendeckend einführbar, praktische Umsetzung (noch) unklar	Könnte Konsummuster dauerhaft an Nachhaltigkeitskriterien auszurichten helfen	1. Probleme bei der Identifikation von THG-Werten 2. Widerstand bei Eingriffen in individuelle und organisationale Routinen vorstellbar
Anpassungsnetzwerke		Mittel: Netzwerke basieren auf freiwilligem Informationsaustausch und Agenda-Setting	Wachsend, kann bei verstärkten Umweltschäden an Bedeutung gewinnen	In Abhängigkeit von den Anpassungsanforderungen	1. Zusammenschluss nicht voraussetzungsvoll wegen Interessenssynergien 2. Mitglieder von Anpassungsnetzwerken bisher zu schwach, um umfangreiche Ambitionen durchsetzen zu können



Systemebene: Normativer und kognitiver Paradigmenwechsel				
Transformative Wissenschaft (Reallabore, Citizen Science)	Insgesamt hoch: Paradigmenwechsel in der Wissenschaft und neue gesellschaftliche Rolle der Wissenschaft wird angestrebt	Diffusion über bestehende Grenzen der Wissenschaft hinaus möglich	Wenn Paradigmenwechsel vollzogen, dann dauerhafte Veränderung wissenschaftlicher Praxis	1. Z. T. voraussetzungs- und kompetenz- und mehr Ressourcen notwendig; Erleichterung durch Orientierungs-Beispiele 2. Widerstand im Wissenschafts- und politischen System erwartbar
Impulse durch Religionsgemeinschaften	Variabel: je nach selbst gesetzten Zielen	Je nach Thematik und Ziel breite Diffusion von Normen und Praktiken möglich	Dauerhafte Veränderung religiös inspirierter sozialer Normen Gläubiger und institutioneller Praktiken in Kirchen möglich	1. Abhängig von Inhalt und Ziel der Impulse; 2. Erleichterung durch Gemeinschaftlichkeit und Nutzung bestehender Netzwerke
Systemebene: Wiedereinbettung der Märkte				
Energieeigenossenschaften	Mittel: eigene Energieversorgung, Anteilnahme an der Produktion angestrebt	Diffusion auf den Bereich Energieversorgung fokussiert, hierin starke Verbreitung möglich	Langfristige Umstrukturierung des Energiemarktes	1. Eintritt in bestehende Energieeigenossenschaft einfach; Eigengründung voraussetzungs- und kompetenz- und mehr Ressourcen notwendig 2. Energieeigenossenschaften operieren bereits im bestehenden System
Grünes Beschaffungswesen	Hoch: Neuorientierung des Konsums und der Investitionen der öffentlichen Hand	Diffusion auf Beschaffung durch öffentliche Hand fokussiert; potenziell kann jedes öffentliche Gemeinwesen tätig werden	Institutionalisierung und Vorbildfunktion kann zu dauerhafter Veränderung des Versorgungssystems führen	1. Alternativen für nahezu jeden Anschaffungsakt existieren theoretisch 2. Änderungen in Beschaffungsmustern / Gesetzen nötig
Zusammenschlüsse privatwirtschaftlicher Akteure	Variabel: frei wählbare Veränderungen in eigener Organisation (z. T. Fokus auf technische Innovationen)	Diffusion auf Unternehmen und deren nationale und internationale Vernetzung fokussiert	Zusammenschlüsse ggf. zeitlich begrenzt bis zur Erreichung von Zielen oder Veränderung von Rahmenbedingungen	1. Einführung von Innovationen teilweise voraussetzungs- und kompetenz- und mehr Ressourcen notwendig; Vernetzung einzelner, da privatwirtschaftliche Akteure in vielen Ländern organisiert sind 2. Überleben von Rahmenbedingungen wie Subventionsverteilung abhängig
Gemeinwohl-Ökonomie	Hoch: umfassende Berichterstattung aller Betriebe zu Ökonomie, Ökologie und Sozialen; Veränderung des Steuersystems	Diffusion fokussiert auf ökonomische Akteure, flächendeckende Verbreitung möglich, Umsetzung aber unklar	Gesetzesänderungen wären als sehr langfristig zu bewerten; Pionieraktivitäten sehr unterschiedlich	1. Pionierunternehmen können jederzeit starten 2. Umsetzung und Implementierung auf allen Subsystemen äußerst voraussetzungs- und kompetenz- und mehr Ressourcen notwendig
Multi-Stakeholder-Initiativen	Variabel: je nach selbst gesetzten Zielen der Akteure	Ausweitung auf viele unterschiedliche Akteure und Themen möglich	Mittel, um spezifische Ziele zu erreichen	1. Viele Orientierungs-Beispiele, ggf. hoher Koordinationsaufwand; 2. Einfach bei hohem Eigeninteresse, ggf. Konflikte durch Heterogenität der Akteure

als Legitimationsgrundlage einer aktiven Klimaschutzpolitik auf supra- und internationaler Ebene sowie als Verhandlungsmandat auf der Pariser Klimakonferenz im Jahr 2015 zu nutzen. Eine solche Einbindung der Zivilgesellschaft fördert nachhaltige Entwicklung und bedeutet einen Zugewinn an Freiheit und Demokratie.

4.7

Handlungsempfehlungen

Der WBGU umreißt in diesem Gutachten eine Doppelstrategie für den globalen Klimaschutz, die auf das intensive Zusammenspiel von Multilateralismus und Zivilgesellschaft setzt. In diesem Kapitel werden vielfältige Möglichkeiten für klimaschonendes Verhalten und Engagement der Zivilgesellschaft dargestellt.

Der WBGU empfiehlt die Förderung solcher Initiativen durch die Politik, insbesondere auch in ihrem Zusammenspiel. Der WBGU empfiehlt auch, rechtliche Rahmenbedingungen so zu gestalten oder zu verändern, dass Nachhaltigkeitskriterien und -orientierungen zum Standard werden und solche Akteure bei Förderung, Beschaffung, Auftragsvergabe oder Genehmigung einen Vorteil erhalten, die sich in ihrer Praxis daran orientieren (Kap. 4.6).

Die Herausforderung für politische Akteure besteht dabei darin, ein gesellschaftliches Klima der Verantwortung für Klimaschutz und eine „Atmosphäre für Transformation“ zu schaffen, in der sich innovative Laboratorien besonders gut entwickeln und entfalten können, ohne zu stark in diese Experimentierräume einzugreifen, sie aber gleichzeitig vehement gegen Angriffe zu verteidigen (Kap. 4.6).

Im Folgenden werden exemplarisch entsprechende Handlungsempfehlungen aufgeführt, die sich aus den im Kapitel abgehandelten Beispielen, Narrativen und Laboratorien ableiten lassen. Die entsprechenden Forschungsempfehlungen finden sich in Kapitel 5.

4.7.1

Modularer Multilateralismus

Gründung eines transformativen Staaten-Clubs

Clubs von Nationalstaaten, deren Mitglieder sich als Klimapioniere zu einer ambitionierten Klimaschutzpolitik zusammengefunden haben, können die Transformation zur klimaverträglichen, nachhaltigen Gesellschaft beschleunigen (Kap. 4.2.1). Solche Clubs sind besonders wirkungsmächtig, wenn sie sich auf eine ambitionierte Klimaschutz- bzw. Energiewendepolitik verpflichten und dazu beitragen, den UN-Verhandlungen neues Leben einzuhauchen.

Deutschland und die EU sollten sich für die Gründung eines Staaten-Clubs einsetzen, der sich einer ambitionierten Energiewende- und Klimapolitik verpflichtet („transformativer Club“). Ein solcher transformativer Club mit ambitioniertem Mandat kann erheblich dazu

beitragen, grundlegenden Wandel zu katalysieren. Einen derartigen Klima-Club gibt es bisher nicht. Der 2013 von Bundesumweltminister Altmayer ins Leben gerufene „Club der Energiewendestaaten“, der bisher nur auf dem Papier existiert, könnte eine Basis für einen solchen transformativen Club bieten und sollte daher ambitioniert weiterentwickelt werden. Als inhaltliche Ansatzpunkte eignen sich dazu insbesondere eine gemeinsame Vision, ambitionierte Mitgliedschaftskriterien und die Schaffung von Clubvorteilen beispielsweise durch gegenseitiges Lernen, gemeinsame Forschung und Entwicklung, Kooperation zu Standards, besseren Zugang zu Finanzierung, die Verknüpfung von Emissionshandelssystemen oder die Senkung von Handelsbarrieren für klimaverträgliche Güter und Dienstleistungen.

Der von UN-Generalsekretär Ban Ki-moon anberaumte Klimagipfel in New York im September 2014 bietet eine Gelegenheit, den Club der Energiewendestaaten politisch zu stärken und zu ambitionierteren Zielen zu motivieren. Deutschland könnte bei dieser sowie folgenden Gelegenheiten Initiativen zur Weiterentwicklung des Energiewende-Clubs zu einem Club mit transformativer Zielsetzung, der auch ein Bündel attraktiver Clubvorteile bietet, anstoßen.

Unterstützung von Städte-Clubs

Die Vorreiterfunktion von Städte-Clubs beim Klimaschutz sollte gewürdigt und nach Möglichkeit verstärkt und aktiv ausgebaut werden (Kap. 4.2.2). Dies sollte sich in der internationalen Klimapolitik widerspiegeln, etwa indem Städte-Clubs eine politische Stimme (z.B. durch ein Anhörungsrecht) im Rahmen des UNFCCC-Prozesses erhalten (Kap. 3.2). Dies sollte nicht als eine Repräsentanz der gesamten Stadtebene missverstanden werden, aber als wichtige korrektive lokale Sichtweise, welche durch einen organisierten Akteur wie C40 eingebracht würde.

Darüber hinaus sollte das Engagement von Städte-Clubs bei der Umsetzung von Klimaschutzzielen gefördert werden. Vorstellbar ist, dass Städte-Clubs als weiteren Anreiz für die Umsetzung und Skalierung lokaler Klimaschutzaktivitäten auch finanzielle Unterstützung seitens des Staates erhalten. Dies wäre nicht zuletzt dadurch gerechtfertigt, dass durch die Umsetzung von ambitionierten Verpflichtungen der Mitgliedstädte auch die Erreichung nationaler Zielsetzungen hinsichtlich Reduktionszielen erleichtert würde.

4.7.2

Individuelle und kollektive Verantwortung stärken

Voraussetzungen für politischen Konsum verbessern

Bei der Förderung politischer Konsumhandlungen (Kap. 4.3.1) sollte – unabhängig davon, wer sie fördert – berücksichtigt werden, dass strategische Entscheidungen für nachhaltigere Konsumoptionen Wissen, Reflexionsfähigkeit und die Verfügbarkeit von Ressourcen (Zeit, Geld) voraussetzen und durch bisherige

Gewohnheiten und alltäglichen Pragmatismus blockiert werden können. Um politischen Konsum zu fördern eignen sich daher aus Sicht des WBGU insbesondere Strategien zur Bereitstellung von Informationen zu den Nachhaltigkeitseffekten von Produkten und den Produktionspraktiken der Anbieter, welche die ökologischen und sozialen Vorteile nachhaltigen Konsums und nicht zuletzt auch den Zugewinn an (Lebens)Qualität betonen. Diese Strategien sollten kombiniert werden mit dem Aufzeigen konkreter Handlungsalternativen und einer Rückmeldung über die Wirksamkeit der Handlung.

Zudem könnte die soziale Relevanz des Handelns und das „Wir-Gefühl“ der Akteure verstärkt werden, indem Klimaschutz stärker als eine gemeinsame Aufgabe aller gesellschaftlichen Akteure dargestellt und über klimaschützendes Handeln anderer Menschen intensiver berichtet wird.

Bildungsinstitutionen spielen eine wichtige Rolle bei der Stärkung von Kompetenzen für politischen Konsum. Schulen und andere Bildungsinstitutionen könnten verstärkt Wissen darüber vermitteln, wie der individuelle Konsum in weltweit verflochtene Wirtschafts- und Produktionssysteme eingebettet ist und wie er im Hinblick auf das Leitbild der Nachhaltigkeit hin reflektiert werden kann. Dazu eignen sich beispielsweise bereits bestehende Angebote wie die „globalisierte Stadtführung“. In Projektseminaren könnte zudem das aktive Handeln gefördert werden, wie es zum Beispiel im Rahmen von Carrotmob-Bildungsprojekten (Kap. 4.3.1) an einigen Schulen bereits praktiziert wird.

Konzentrierte Initiativen wie Boykott- oder Buykott-Aktionen können konkrete Handlungsmöglichkeiten für Konsumentinnen und Konsumenten schaffen, die diese auch in zunehmendem Maße wahrnehmen. Die Politik sollte hierzu prüfen, wie beispielsweise durch den Abbau bürokratischer Hürden bei der Genehmigung von Aktionen im öffentlichen Raum oder die Bereitstellung von finanziellen und strategischen Ressourcen für innovative Projekte weitere Möglichkeitsräume für klimaschützendes Handeln geschaffen werden können.

Die Verbreitung von Praktiken des politischen Konsums sollte jedoch nicht vordergründiges politisches Ziel sein, sondern vor allem als Mittel betrachtet werden, um eine Transformation hin zu einer nachhaltigen, gesellschaftlichen Praxis des Produzierens und Konsumierens zu unterstützen. Flankiert werden sollten die Maßnahmen zur Förderung politischen Konsums daher von Strategien zur Steigerung der Durchlässigkeit bzw. die Öffnung politischer und wirtschaftlicher Systeme für die Beteiligung von Verbrauchern im Sinne einer „Verbraucherdemokratie“. Dazu gehören die Erweiterung von Möglichkeiten der direkten Partizipation in verbraucherrelevante politische Entscheidungen sowie die Entwicklung von Produkten und die Stärkung der Einflussmöglichkeiten von mit wenig „Einkaufsmacht“ ausgestatteter prekärer Milieus.

Unterstützung lokaler Transformationsinitiativen

Lokal agierende Transformationsprojekte (z.B. Transition-Town-Initiativen; Kap. 4.3.3) benötigen häufig niedrigschwellige Finanzierungsmöglichkeiten abseits komplizierter Antragssysteme. Kommunen können hier mit einfachen Mitteln und ohne langes und aufwändiges Antragsverfahren Gelder für bürgerschaftliches Engagement anbieten. Ebenso wichtig sind Flächen und Räumlichkeiten für künstlerisches, kreatives und handwerkliches Schaffen, wie z.B. für Repair Cafés oder Gemeinschaftsgärten. Kommunen sollten hier eine größere Sensibilität und Unterstützungskultur für aussichtsreiche Projekte entwickeln. Soziale Innovationen und urbane Experimente benötigen ein gewisses Maß an Vertrauensvorschuss und Risikokapital, das jedoch einer lebendigen Stadtveränderung zu Gute kommen kann. Zudem sind Dialogangebote, Einladungen und Austauschplattformen zwischen administrativen, kommunalpolitischen Akteuren und transformativen Akteuren außerhalb der üblichen Planungsprozesse von großem Wert.

Divestition

Aufgrund der Risiken, die mit fortgesetzten Investitionen im Bereich fossile Energieträger verbunden sind, empfiehlt der WBGU, staatliche Geldanlagen auf ihre zukünftige Rentabilität wie auch unter ethischen Gesichtspunkten zu prüfen (Kap. 4.3.4).

Der WBGU empfiehlt die Förderung der Entwicklung und stärkere Einbindung sogenannter „negative screens“ (Negativmerkmale) bzw. Ausschlusskriterien für Aktien fossiler Brennstoffunternehmen, damit diese auch von Kleinanlegern auf Wunsch gemieden werden können. Bisher ist dies ein Problem, da beim Kauf herkömmlicher Aktienfonds ein Ausschluss einzelner Aktien für Kleinanleger kaum möglich ist. Eine solche Option besteht bereits zum Teil für Aktien in Waffen oder Kinderarbeit, die oft durch Negativmerkmale gekennzeichnet sind und in vielen Fonds gemieden werden.

Anpassungsnetzwerke

Aufgrund der starken globalen Vernetzung sollten auch Instrumente zur Anpassung vernetzt werden (Kap. 4.3.5). Anpassung sollte künftig systemischen Ansätzen folgen und nicht ausschließlich auf lokale Herausforderungen reagieren. Dazu ist es aus Sicht des WBGU notwendig, die Integration bestehender Anpassungsmaßnahmen zu verbessern. Dies könnte durch vertiefte Förderung von überregionalen Datenbanken zu Anpassungsmaßnahmen, wie auch formalisierten Austausch zwischen betroffenen Akteuren geschehen. Dabei ist wichtig, einen Austausch von politischen Entscheidungsträgern, wie Abgeordnete und Bürgermeister, mit Interessensvertretern der direkt Betroffenen zu unterstützen.

Unterstützung von Städtenetzwerken

Städtenetzwerke im Bereich des Klimaschutzes (Kap. 4.3.6) sollten aus Sicht des WBGU seitens der Bundesregierung und anderer Regierungen gefördert

werden. Die Bundesregierung sollte Städte und Kommunen in ihrem Engagement in Klimaschutznetzwerken dadurch stärken, dass sie deren Beiträge zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele hervorhebt. Darüber hinaus sollte die Bundesregierung Kommunen finanziell unterstützen, denen die entsprechenden Mittel fehlen, damit diese sich vernetzen und Kapazitäten aufbauen können, um sich in neue Governance-Arrangements einzubringen. Zudem könnten Städtenetzwerke dabei unterstützt werden, eine mitgestaltende Rolle in den internationalen Klimaverhandlungen zu erhalten. Das Einbeziehen in nationale Dialogformate wäre ein erster Schritt in diese Richtung.

Bei diesen Aktivitäten der Bundesregierung sollte eine stärkere Formalisierung und Institutionalisierung von Städtenetzwerken vermieden werden, da dies die Vorteile transnationaler Kooperation einschränken könnte. Die Zusammenarbeit der Städtenetzwerke zeichnet sich durch Flexibilität sowie die Ermöglichung eines persönlichen Austausches über (rasche) Lösungen für ähnlich gelagerte Probleme aus.

Der WBGU empfiehlt, den Beitrag von Städtenetzwerken zum Ideenaustausch zu stärken. Dabei geht es nicht mehr allein darum Bürgermeister zu vernetzen, sondern einen Erfahrungsaustausch auf Ebene der Fachkräfte zu ermöglichen.

Auf Umsetzungsebene ist es erstrebenswert, in Zukunft Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen von Städten zu verbinden sowie ein Wirkungsmonitoring und Evaluierung dieser Umsetzung einzuführen. Dies erhöht den Mittelbedarf der Städte. Nationalstaaten sollten ihre Städte stärker finanziell in Bezug auf Netzwerkarbeit unterstützen. Des Weiteren könnte die internationale Klimafinanzierung Deutschlands, wie z. B. der Beitrag zum Green Climate Fund, nicht nur auf Länderebene ausgeschüttet werden, sondern auch kollektive städtische Klimaschutzpioniere unterstützen. Nennenswert ist die Initiative der Servicestelle Kommunen in der Einen Welt (SKEW) und der Landesarbeitsgemeinschaft Agenda 21 NRW e.V. zu kommunalen Klimapartnerschaften zwischen deutschen Städten und Kommunen in Entwicklungs- und Schwellenländern. Diese setzen gemeinsam Maßnahmen für Klimaschutz und -anpassung um. Solche Beispiele sollten als Anregung für wichtige Synergien zwischen kommunalem Klimaschutz und entwicklungspolitischem Engagement dienen und sollten daher gefördert werden.

4.7.3 Wiedereinbettung der Märkte

Multi-Stakeholder-Initiativen: Voraussetzungen für Stromeinspeisungen aus Desertec-Projekten schaffen

Viele Lösungen, die von Multi-Stakeholder-Initiativen hervorgebracht werden und potenziell auch im großen Maßstab sehr wirkmächtig sein können, können sich

trotz positiver sozialer Resonanz nicht durchsetzen (Kap. 4.5.1). Gründe hierfür sind, dass die unterstützten Lösungen nicht zu den etablierten politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen passen, die Zusammenschlüsse oft auf Barrieren stoßen und sich bietende Gelegenheiten nicht genutzt werden können. Politik sollte sich die Förderung der von den Zusammenschlüssen generierten Innovationen zur Aufgabe machen, wenn sie diese als relevant bewertet hat. Die Förderung sollte auf die Änderung der jeweiligen Rahmenbedingungen und der damit verknüpften unerwünschten Pfadabhängigkeiten, Blockaden und institutionellen Routinen abzielen, die einer Ausbreitung der Innovationen im Weg stehen.

Im Folgenden werden für den Fall Desertec die notwendigen Rahmenbedingungen benannt. Der WBGU hat sich bereits mehrfach für eine konsequente Förderung erneuerbarer Energien und den Ausbau eines gemeinsamen europäischen Energiesystems (WBGU, 2011, 2012, 2013), inklusive der Einbindung Nordafrikas in dieses Energiesystem, ausgesprochen (WBGU, 2003a, 2011). Zur weiteren Steigerung des Anteils von Strom aus erneuerbaren Energien in Europa bedarf es des Aufbaus der entsprechenden Infrastruktur (etwa grenzüberschreitende Stromnetze und Speicher), des freien Zugangs zu Netzen sowie einer Fortschreibung staatlicher Maßnahmen zur Förderung erneuerbarer Energiequellen. Der WBGU hat in diesem Zusammenhang auf EU-Ebene eine Stärkung der Klimapolitik, die Verwirklichung des Energiebinnenmarktes, die Entwicklung einer europaweiten, unionsbasierten Energiestrategie sowie eine Harmonisierung der Fördersysteme empfohlen. Die Integration von Strom aus den Wüsten Nordafrikas setzt die Einrichtung entsprechender Schnittstellen in der Infrastruktur sowie die Schaffung der rechtlichen und regulatorischen Grundlagen voraus. Der WBGU hat auch empfohlen, die Integration Nordafrikas in ein europäisches Fördersystem für erneuerbare Energien zu prüfen.

Gleichzeitig müssen in den Ländern mit ariden Gebieten und Wüsten die Voraussetzungen für Produktion und Nutzung von Desertec-Strom geschaffen werden. Dies betrifft sowohl technologische und infrastrukturelle Aspekte als auch den Aufbau entsprechender technischer und administrativer Kapazitäten (Vidican et al., 2014). Nach Auswahl entsprechender Regionen in Nordafrika und im Nahen Osten könnte dies im Rahmen einer internationalen Energiepolitik oder spezieller Partnerschaften zwischen EU- und Nachbarländern geschehen. Der Entwicklungszusammenarbeit kommt hierbei eine herausragende Bedeutung zu. Die aktuell seitens des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung angedachte Energiepartnerschaft mit Nordafrika und der MENA-Region wäre ein Schritt in diese Richtung.

Auch der Club der Energiewendestaaten könnte sich verstärkt der Desertec-Vision annehmen und gemeinsam daran arbeiten, die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen und den Aufbau von Infrastrukturen (z. B. Hochspannungsgleichstromübertragung) zu fördern.

Unterstützung eines nachhaltigen öffentlichen Beschaffungswesens

Der WBGU empfiehlt zu prüfen, welche Bereiche des öffentlichen Sektors sich besonders für eine nachhaltige öffentliche Beschaffung eignen. Dazu sollten die gesetzlichen Grundlagen geprüft und ggf. unter Anwendung von Nachhaltigkeitskriterien erweitert werden. Des Weiteren sollten die Bereiche identifiziert werden, in denen eine nachhaltige Beschaffungsstrategie auch zu Zusatznutzen, z.B. Einsparung von Energiekosten, führen können. Schließlich plädiert der WBGU dafür öffentliche Beschaffung gezielt und verstärkt zur Förderung von Nachhaltigkeits-, Umwelt- und Klimazielen einzusetzen (Kap. 4.5.2).

Energiegenossenschaften

Die Förderung von Genossenschaften für erneuerbare Energien (Kap. 4.5.3) sollte verstärkt als Instrument der Entwicklungszusammenarbeit aufgenommen werden. Es ergeben sich positive Synergien: Zum einen entsteht durch eine Beteiligung an einer Energiegenossenschaft eine Verantwortungsübernahme (ownership) durch die Genossen, zum anderen können Off-grid-Anlagen, gerade im ländlichen Raum Fortschritte für eine nachhaltige und kostengünstige Stromversorgung bringen.

Rahmenbedingungen für klimaverträgliche Innovationen in der Privatwirtschaft verbessern

Der Staat kann durch Rahmensetzungen und Politiken in unterschiedlichen Politikfeldern Märkte im Gemeinwohlinteresse einbetten (Kap. 4.5.4). Hierzu zählt sowohl die gesetzliche Ausgestaltung neuer Märkte als auch der Einsatz ordnungsrechtlicher und marktlicher Instrumente in der Arbeitsmarkt-, Umwelt-, Energie- und Wirtschaftspolitik. Darüber hinaus kann er durch Technologie- und Innovationspolitik technologische und soziale Innovationen in der Privatwirtschaft beschleunigen, sodass der Strukturwandel zu einer umweltverträglichen Wirtschaft forciert wird (WBGU, 2011, 2012).

Der WBGU regt an, dass sich Handwerks- und Handelskammern sowie Unternehmens- und Branchenverbände intensiver mit innovativen Bilanzierungsinstrumenten für eine starke nachhaltige Entwicklung, wie z.B. der Gemeinwohl-Ökonomie, auseinandersetzen, diese weiterentwickeln und deren Anwendungsmöglichkeiten prüfen.

(4) einen Paradigmenwechsel im ökonomischen System, der Märkte gesellschaftlich neu einbettet. Diese vier Paradigmenwechsel werden aktuell durch unterschiedliche Akteure, Akteursgruppen und Arenen vorangetrieben. Ihr Zusammenspiel schafft eine neue Dynamik für die vollständige Dekarbonisierung bis spätestens zum Jahr 2070.

- › Klimaschutz wird mit unterschiedlichen Instrumenten in diversen Laboratorien erprobt, deren jeweilige Hebelwirkung dadurch verstärkt wird.
- › Es gibt eine Vielzahl an Beispielen auf allen Ebenen (Staaten, Städte, soziale Bewegungen, die Privatwirtschaft oder Individuen bilden Clubs, Genossenschaften oder Netzwerke mit transformativem Potenzial) mit diversen Instrumenten (Clubgüter, Selbstverpflichtung, Erfahrungsaustausch, Demonstrationsprojekte, Kompetenzbildung, capacity building, Problembewusstsein).
- › Das Zusammenwirken aller Akteure im Bewusstsein des Handelns anderer stärkt das Gefühl der Selbstwirksamkeit.
- › Staaten können dies nicht nur durch finanzielle Anreize und gesetzliche Vorgaben fördern, sondern auch durch die Unterstützung und Schaffung von Experimentierräumen und Reallaboren.
- › Zusammen genommen stellt dies staatliche Akteure im internationalen Verhandlungssystem unter Legitimationsdruck, verschafft ihnen aber auch Handlungsspielräume im Verhandlungsprozess.

4.8

Kernbotschaften

- › Der bestehende Multilateralismus ist an seine Grenze geraten. Die Klimaverhandlungen in Paris sollten einen Paradigmenwechsel auf vier Ebenen unterstützen: (1) die Entwicklung zu einem modularen Multilateralismus, (2) einen Paradigmenwechsel im kulturellen System, das die Übernahme von Verantwortung neu in der Gesellschaft organisiert, (3) einen normativen und kognitiven Paradigmenwechsel und

5.1

Transformationsforschung und transformative Forschung

Die Menschheitsherausforderung Klimawandel stellt auch besondere Anforderungen an die Leistungen des Wissenschafts- und Forschungssystems: Die für die Eingrenzung des anthropogenen Klimawandels notwendigen Wissensbestände reichen von den naturwissenschaftlichen Zusammenhängen des Erdsystems über die technischen Optionen zur Vermeidung des Klimawandels sowie ihrer ökonomischen Folgen bis hin zum Wissen über neue Formen der Klima-Governance; große Teile dieses Wissens wurden vom IPCC zusammengetragen.

Es gibt eine Vielzahl offener Forschungsfragen in jedem dieser Felder und auch die Integration der unterschiedlichen Wissensbestände stellt Herausforderungen an die institutionelle Weiterentwicklung des Wissenschaftssystems. Der WBGU hat in seinem Gutachten „Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“ (WBGU, 2011) die Anforderungen an eine solche, Transformationsprozesse begleitende inter- und transdisziplinäre Forschung thematisiert. Die Begrenzung des Klimawandels ist einer der wichtigsten Anwendungsfälle für diese Forschung. Dabei kommt der Wissenschaft neben ihrer Beobachterrolle auch eine wichtige Rolle als Katalysator für eine breite zivilgesellschaftliche Bewegung für den Klimaschutz zu, wie sie im vorliegenden Gutachten thematisiert wird (Kap. 4).

Für die mit der Herausforderung Klimawandel aufkommenden besonderen Anforderungen an das Wissenschafts- und Forschungssystem hat der WBGU in seinem Transformationsgutachten das Begriffspaar „Transformationsforschung“ (Tf) und „transformative Forschung“ (tF) geprägt (WBGU, 2011).

5.1.1

Transformationsforschung

„Transformationsforschung“ (Tf) wendet sich dabei „gezielt der bevorstehenden Gestaltungsaufgabe der Transformation zu. Hier werden Übergangsprozesse exploriert, um Aussagen über Faktoren und kausale Relationen in Transformationsprozessen zu treffen.

Historische Beispiele können hier die Grundlage liefern, um beobachtete transformative Momente zu analysieren“ (WBGU, 2011:23).

Die Ausgestaltung und Weiterentwicklung des geplanten Pariser Klimaabkommens (Kap. 3) sowie die Entwicklung neuer Governance-Mechanismen für eine effektive Klimapolitik von unten (Kap. 4) ist in hohem Maße auf eine solche Transformationsforschung angewiesen.

Die Klimaherausforderung erweist sich dabei für das Verständnis komplexer globaler Transformationsprozesse als eine Schlüsseldebatte. Es wird in der Diskussion deutlich, dass nur durch das Zusammenspiel von moralischen, institutionellen, ökonomischen und technologischen Prozessen erfolgreiche Veränderungen angestoßen werden können, da konventionelle, rein disziplinäre wie z.B. klassisch ökonomische Erklärungsmuster, nicht ausreichen, um bestehende Blockaden zu überwinden.

Transformationsforschung zielt daher letztlich darauf, die „Transformative Literacy“ sowohl im Wissenschaftssystem als auch bei Transformationsakteuren zu erhöhen. „Transformative Literacy“ bezeichnet die Fähigkeit, Informationen über gesellschaftliche Veränderungsprozesse zu verstehen und eigenes Handeln in diese Prozesse einzubringen. Eine solche Kompetenz hat eine technologische, ökonomische, institutionelle und kulturelle Dimension (Schneidewind, 2013b). Transformationsforschung steht für eine neue Dimension interdisziplinären Zusammenspiels bei der Generierung von Wissen. Eine solche Form der Interdisziplinarität, die naturwissenschaftlich-technisches Wissen über das Erdsystem mit ökonomischen, institutionellen, sozial- und kulturwissenschaftlichen Aspekten der Transformation verbindet, findet heute im Wissenschaftssystem nur wenige institutionalisierte Orte.

In seinem Transformationsgutachten hat der WBGU daher schon umfassende institutionelle Reformvorschläge für das deutsche Wissenschaftssystem vorgelegt (WBGU, 2011): Diese reichen von der Einrichtung eines Forschungsfeldes „Transformationsforschung“, das „Transformationsprozesse und die gesellschaftlichen Voraussetzungen im Rahmen planetarischer Leitplanken untersucht“ bis hin zur Einrichtung einer „Bundesuniversität, die schwerpunktmäßig Forschung und Bildung für die Transformation zur Nachhaltigkeit vorantreibt. An dieser sollte inter- und transdisziplinär geforscht und gelehrt werden.“ Im Kontext des vorliegenden Gutach-

tens bestätigt der WBGU die Relevanz und Aktualität seiner damaligen Analyse und Empfehlungen.

5.1.2

Transformative Forschung und Wissenskoproduktion

Transformative Forschung (tF) bezeichnet laut WBGU (2011) „diejenige Forschung, welche die Transformation konkret befördert. Die transformative Forschung unterstützt Umbauprozesse durch spezifische Innovationen in den relevanten Sektoren. Sie schließt z.B. Konsumforschung ein, die zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle wie der gemeinsamen Nutzung von ressourcenintensiven Infrastrukturen benötigt wird, sowie Forschung zu technischen Neuerungen wie Effizienztechnologien. Dabei kann transformative Forschung größere Wirkung entfalten, wenn die Entwicklungsaktivitäten für klimaverträgliche Innovationen ab einem bestimmten Entwicklungsstadium in einen systemischen Kontext eingebettet werden, ihre Wirkungen auf Klima und Nachhaltigkeit geprüft und die Bedingungen für transformative Wirkung reflektiert werden.“

Transformative Forschung weist über die interdisziplinäre Zusammenarbeit wissenschaftlicher Disziplinen hinaus. Sie ist „transdisziplinär“. Damit ist eine Forschung gemeint, die neben dem im Wissenschaftssystem gewonnenen Wissen auch ex- und implizite Wissensbestände von Akteuren der Transformation einbezieht. Gerade für die konkrete Gestaltung von Transformationsprozessen ist dies von essenzieller Bedeutung. In der transformativen Forschung gewinnt die „co-production“ (ICSU, 2013) von Wissen eine zentrale Bedeutung. Damit ist gemeint, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zusammen mit Praktikerinnen und Praktikern in Transformationsprozessen Wissen schaffen, um solche Prozesse konkret zu gestalten.

Die im vorliegenden Sondergutachten beschriebene „Weltbürgerbewegung“ für eine umfassende Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft ist in hohem Maße auf die Koproduktion von Wissen angewiesen: Auch durch wissenschaftlich begleitetes Experimentieren werden sich in den kommenden Jahren geeignete Strategien und Formen des Zusammenspiels zwischen Wissenschaft und Zivilgesellschaft herauskristallisieren, die den skizzierten Transformationsprozess (WBGU, 2011) befördern. Eine in dieser Form eingebettete transformative Wissenschaft wird damit selbst zu einem katalytischen Element der im Gutachten skizzierten zivilgesellschaftlichen Bewegung.

Neben der bei einer transformativen Forschung bedeutenden Entwicklung technologischer Lösungen, gewinnt gerade im Kontext der Herausforderung des Klimawandels das Codesign von Forschungsagenden und die Koproduktion von sozialen Innovationen für Transformationsprozesse an Bedeutung.

5.1.3

Institutionelle Impulse

Die Umsetzung einer transformativen Forschung ist ebenfalls auf vielfältige institutionelle Änderungen im Wissenschaftssystem angewiesen. Diese werden unter Stichworten wie „Transformative Wissenschaft“ (Schneidewind und Singer-Brodowski, 2013), „co-design“ und „co-production“ (ICSU, 2013) oder „citizen science“ (Finke, 2014) intensiv diskutiert.

Neben den schon im Gutachten „Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“ (WBGU, 2011) diskutierten institutionellen Vorschlägen spielen hierbei auch neue Formen von Forschungsinfrastrukturen eine wichtige Rolle. Im vorliegenden Gutachten werden sie unter dem Stichwort der „Reallabore“ diskutiert (Kap. 4.4.1). Transition Towns, Divestitionskampagnen oder Energiegenossenschaften sind potenzielle Reallabore, wenn es gelingt, das Wissen unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen mit dem konkreten Ziel- und Transformationswissen von Akteuren zu bündeln, um konkrete Transformationsprozesse anzustoßen und in einem reflexiven Prozess kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Durch die geplante Strukturierung der Nachhaltigkeitsforschung entlang von drei integrierten Hauptlinien „Urbaner Wandel“, „Transformation des Energiesystems“ und „Nachhaltiges Wirtschaften“ schafft das Bundesforschungsministerium (BMBF) eine geeignete Rahmung für integrierte Ansätze einer Transformations- und transformativen Forschung.

Die folgenden Empfehlungen greifen grundlagenorientierte Forschungsfragen zu den in Kapitel 1 thematisierten inhaltlichen Feldern auf (Kasten 5.2-1). Sie ergänzen die Empfehlungen zur institutionellen Weiterentwicklung des Wissenschaftssystems und zur methodischen Vorgehensweise.

Aus Sicht des WBGU sind das Klimasystem und die Rolle anthropogener Treibhausgase ausreichend erforscht, um sofortigen globalen Klimaschutz zu rechtfertigen. Weitere Grundlagenforschung zum Klimawandel ist trotzdem unerlässlich um beispielsweise die Prognosefähigkeit von Modellen zu verbessern, was letztendlich Unsicherheit reduziert und damit auch die Gestaltung der Transformation zu einer klimafreundlichen Gesellschaft erleichtert.

In diesem Kapitel wird nicht detailliert auf erforderliche Grundlagenforschung zum Klimasystem und zum Klimawandel eingegangen; vielmehr wird im Hinblick darauf im Kasten 5.1-1 exemplarisch auf die entsprechenden Forschungsempfehlungen des 5. IPCC-Sachstandsberichts verwiesen.

Die folgenden Empfehlungen sind in erster Linie im Sinne transformativer Forschung zu verstehen und sollen die Transformation zu einer klimaverträglichen, nachhaltigen Gesellschaft unterstützen. Die Auswahl folgt den Schwerpunkten und Botschaften dieses Sondergutachtens.

Kasten 5.1-1**Grundlagenforschung zum Klimawandel****Auszüge aus IPCC (2013a)**

Die wichtigsten gegenwärtigen Lücken und Unsicherheiten im Verständnis des Klimasystems und der Fähigkeit der Wissenschaft, natürliche und anthropogene Einflüsse zu beschreiben und in die Zukunft zu projizieren, werden am Ende der technischen Zusammenfassung der Arbeitsgruppe I des 5. IPCC-Sachstandsberichts diskutiert (Stocker et al., 2013). Schwerpunkte werden auf Beobachtungen, auf Antriebe des Klimawandels, auf das Verständnis des Klimasystems und seiner jüngsten Änderungen und auf Projektionen der globalen und regionalen Klimaänderungen gelegt. Die aus Sicht des WBGU dringlichsten sind hier genannt.

- *Beobachtungen:* Große Unsicherheiten in den Beobachtungen sind mit den Wolken verbunden, insbesondere bezüglich ihrer Variabilität und Trends auf globaler Skala, und damit ihrer Wirkung auf den Strahlungshaushalt und die Niederschlagsrate. Weitere Datenlücken betreffen die langfristigen Trends in der Stärke der tropischen Zyklone, die Tiefenzirkulation im Ozean und seine Temperatur unterhalb 2.000 m, die Meereisdicke, insbesondere in der Antarktis, und die Massenbilanz der Gebirgsgletscher und bei der Eisschilde (Antarktis und Grönland).
- *Antriebe des Klimawandels:* Unsicherheiten beziehen sich in diesem Bereich insbesondere auf die Wechselwirkung zwischen den Aerosolen und den Wolken und damit auf die Strahlungsbilanz. Das Wolkenfeedback wird als positiv eingeschätzt, ist aber quantitativ nicht gut bekannt. Dies gilt auch für die Rückkopplung zwischen dem Klima und dem Kohlenstoffkreislauf.
- *Verständnis des Klimasystems und seiner jüngsten Änderungen:* Lücken bestehen im Wesentlichen im Verständ-

nis der Prozesse, die mit dem Wasserkreislauf, den Wolken und der Massenbilanz der Eisschilde verknüpft sind. Ebenso lückenhaft ist das Wissen über langfristige Änderungen der Extremereignisse, inklusive der Zyklone in den Tropen und der Sturmtiefs in mittleren Breiten.

- *Projektionen der globalen und regionalen Klimaänderungen:* Projektionen der Klimavariationen mit Erdsystemmodellen zeigen Unsicherheiten insbesondere in der Simulation des Wasserkreislaufs und des Kohlenstoffkreislaufs. Eines der größten Probleme ist aber die Regionalisierung der Klimaprojektionen. Nur regionale Klimainformationen sind für politische und andere Entscheidungsträger und als Information für den Bürger von Nutzen. Für diese Regionalisierung reicht es nicht, die Auflösung der Modelle zu verfeinern, sondern es sollte auch die Parametrisierung der Prozesse überdacht werden, die nicht aufgelöst werden.

Anregungen aus der deutschen Wissenschaft

Die Diskussion des WBGU mit deutschen Klimawissenschaftlern im Mai 2014 brachte die folgenden wesentlichen Empfehlungen hervor: Dringend erforderlich sind Erhalt und Ausbau der globalen und regionalen Klimabeobachtungssysteme für verschiedene Zeitskalen, ein besseres Verständnis der Unsicherheiten in der Klimasensitivität und der Trends in den Extremwerten, Optimierung der gekoppelten Erdsystemmodelle und Fokussierung auf regionale Aspekte der simulierten Klimaänderungen sowie Verbesserungen im Zugang und in der Verfügbarkeit von Klimadaten.

Der Austausch und der Zugang zu Daten sollte erleichtert werden. Dies betrifft den Erhalt historischer Daten, den Aufbau internationaler Datenbanken und den Zugang zu Daten nationaler Behörden. International sollte durch Vereinbarungen sichergestellt werden, dass Daten aus öffentlich finanzierter Forschung auch öffentlich zugänglich sind.

5.2**Global Governance für die Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft**

Im folgenden Unterkapitel spricht der WBGU Forschungsempfehlungen zur Gestaltung und zur Umsetzung des geplanten Pariser Klimaabkommens aus. Sie beginnen mit grundlagenorientierter Forschung zu Global Governance, die Aufschluss über Möglichkeiten und Grenzen der Rolle von Global Governance im Rahmen der Transformation zu einer klimaverträglichen, nachhaltigen Gesellschaft geben soll. Daran schließen sich Forschungsfragen an, die die konkrete Ausgestaltung des Pariser Klimaabkommens 2015 unterstützen sollen. Gleichfalls relevant für das Abkommen sind Untersuchungen zur Integration disziplinären Wissens, um Politik auf Basis von integrierter Forschung zu beraten und dadurch wissenschaftsbasierte politische Entscheidungen zu befördern. Ebenfalls werden Forschungsempfehlungen zur Bewertung ausgewählter Großtechnologien formuliert, deren Einsatz aktuell kontrovers diskutiert wird.

5.2.1**Governance- und Gerechtigkeitsfragen**

Durch den zunehmenden Einfluss menschlicher Aktivitäten auf das Erdsystem ergeben sich fundamentale, ethisch-normative Fragen sowie ein Bedarf an Verantwortungs- und Gerechtigkeitstheorien. Sie betreffen die Rolle der Menschheit in Bezug auf die Zukunft des Erdsystems, den Erhalt globaler Kollektivgüter wie die Atmosphäre, sowie globale Verteilungsgerechtigkeit (WBGU, 2013).

- *Klimagerechtigkeit:* Es sollte Forschung gefördert werden, die sich mit Klimagerechtigkeit befasst. Dazu gehört insbesondere die Frage, wie die Ursachen und Folgen des Klimawandels aus einer Gerechtigkeitsperspektive zu beurteilen sind – insbesondere mit Blick auf die relevante Lastenverteilung zwischen verschiedenen Ländern und Individuen – und welche Rolle dabei normative Konzepte wie Verantwortung, Menschenrechte und Gleichheit spielen.

Globale Probleme wie der Klimawandel können nur durch globale Kooperation und Global Governance gelöst werden (WBGU, 2014). Einer interdisziplinären Governance-Forschung kommt die Aufgabe zu, sich mit grundlegenden Voraussetzungen für Global Governance und ihrer konkreten Gestaltung zu befassen.

Kasten 5.2-1

Ausgewählte, vom IPCC identifizierte Wissenslücken zu Klimawandel – Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit

Aus den zahlreichen vom IPCC identifizierten Wissenslücken (gaps of knowledge) zu Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit gegenüber Klimaänderungen (Arbeitsgruppe II; IPCC, 2014a; es werden im Folgenden die Kapitel unter dem Namen der jeweiligen Leitautoren zitiert) werden in diesem Kasten jene hervorgehoben, die dem WBGU im Kontext dieses Gutachtens als besonders relevant erscheinen (Kap. 1.7). Zu den Auswahlkriterien gehören: Dringlichkeit, Schadenspotenzial für Umwelt und Gesellschaft, Bezüge zur Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft und zur Debatte über planetarische Leitplanken sowie Forschungsthemen, die Handlungs- und Lösungsoptionen zum Gegenstand haben.

Nahrungsproduktion

Der qualitativen und quantitativen Variabilität der Ernteerträge durch Klimawandel sollte mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Es fehlen Untersuchungen zu systemischen und transformativen Anpassungsoptionen für die Landwirtschaft (Porter et al., 2014). Die Forschung zum Einfluss des Klimawandels auf die Nahrungsproduktion sollte auch andere klimawandelrelevante Aspekte wie Nahrungsverarbeitung, -verteilung, -konsum sowie Zugang zu Nahrung thematisieren.

Wasserdargebot

Es besteht Wissensbedarf zu den Anpassungskosten eines klimawandelbedingten veränderten Wasserdargebots, wie etwa Dürren oder Überschwemmungen. Es besteht weiterhin Bedarf an einer besseren räumlichen Auflösung regionaler Klimamodelle, da Wassermanagement und Anpassungsmaßnahmen auf der Ebene von Wassereinzugsgebieten umgesetzt werden. Hydrologische Modelle oder die Land-surface-Komponenten von Klimamodellen sollten mit Daten zum Wassermanagement gekoppelt werden. Die Effekte einer kombinierten Nutzung von Oberflächen- und Grundwasservorräten müssen besser verstanden werden. Forschungsbedarf besteht insbesondere für Regionen, wo mit verstärktem Rückgriff auf Grundwasserressourcen zu rechnen ist. Es besteht Forschungsbedarf über den Einfluss des Klimawandels auf Wasserqualität und Verwundbarkeit sowie zu Anpassungsmöglichkeiten insbesondere in Entwicklungsländern (Jiménez Cisneros et al., 2014).

Städtische Verdichtungsräume

Es besteht unzureichendes Verständnis von der Verwundbarkeit von Stadtbewohnern, städtischen Unternehmen und Stadtkernen gegenüber Klimaänderungen und den Interde-

pendenzen zwischen Systemen, über die Krisenanfälligkeit des Gebäudebestandes gegenüber Klimaänderungen und entsprechender Anpassungsoptionen und über die Anpassungspotenziale von Städten, den damit verbundenen Kosten sowie den Grenzen der Anpassung (Revi et al., 2014).

Gesundheit

Der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Gesundheit zählt zu den wenig erforschten Risiken. Generell besteht Forschungsbedarf zum Ausmaß und zum Charakter klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken, zur Wirksamkeit von Maßnahmen zum Gesundheitsschutz, zu den Gesundheitswirkungen sektoraler Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen, zur Verbesserung von Systemen zur Entscheidungsfindung und Überwachung sowie zum Finanzierungsbedarf von Gesundheitsmaßnahmen. Langfristig besteht großer Forschungsbedarf zu den gesundheitlichen Auswirkungen einer erhöhten globalen Mitteltemperatur um mehr als 4°C (Smith et al., 2014a).

Ökosysteme und biologische Vielfalt

Für ein möglichst geschlossenes Bild der Klimawirkungen auf Ökosysteme und biologische Vielfalt sowie ihrer Bedeutung für die Gesellschaft sollte vor allem an folgenden Punkten geforscht werden (Scholes et al., 2014; Wong et al., 2014; Pörtner et al., 2014):

Umfassendes, langfristiges Monitoring ist Voraussetzung für die Klimawirkungsforschung von Ökosystemen und biologischer Vielfalt. Die Wirkungen der Geschwindigkeit des Klimawandels und von Extremereignissen auf Organismen sollten mehr Aufmerksamkeit erfahren. Dies gilt auch für die Interaktion der Treiber des Globalen Wandels (z.B. CO₂-Konzentration, troposphärisches Ozon).

Das Wissen über die Interaktionen unterschiedlicher Arten in Bezug auf ihre Phänologie und Migrationsgeschwindigkeit ist unvollständig. Um das Upscaling physiologischer Untersuchungen einzelner Arten auf die Ebene der Ökosystemdynamik zu verbessern, sollte das Verständnis von Ökosystemstruktur und -funktion gefördert werden.

Ein besseres Verständnis der Klimasensitivität von Ökosystemen setzt den Umgang mit Komplexität in Ökosystemen voraus; dies betrifft insbesondere Kipppunkte und die Rückkopplungen zwischen Klimawandel und Ökosystemen.

Modelle sollten künftige Interaktionen zwischen natürlichen und gesellschaftlichen Systemen besser abbilden und bessere Vorhersagen von Ökosystemreaktionen und Anpassungsfähigkeit, einschließlich der evolutionären Anpassung von Arten, ermöglichen.

Die ökonomische Bewertung der Verluste von Ökosystemleistungen und biologischer Vielfalt durch Klimawandel sollte verbessert werden.

- *Zukünftige Governance:* Forschung sollte die Rolle von Global Governance und globaler Kooperation in historischen Transformations- und Umbruchprozessen analysieren, um Einsichten aus der Vergangenheit für die Zukunftsgestaltung zu nutzen. Auch sollte erforscht werden, ob und in welcher Form Global Governance die Gestaltung zukünftiger Entwicklungspfade zur Klimaverträglichkeit und Nachhaltigkeit unterstützen kann. Gleichzeitig ist eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen sozial- und rechtswissenschaftlicher Global Governance-Forschung und den Natur- und Technikwissenschaften erforderlich, um auf Basis eines besseren Verständnisses der Interaktion der ökologischen, sozioökonomischen

und technischen Systeme entsprechende Governance-Muster zu entwickeln (WBGU, 2011).

- *Grundlagen der Kooperation:* Nach wie vor sind grundsätzliche Fragen zu menschlicher Kooperationsbereitschaft als Voraussetzung für Global Governance nur ansatzweise geklärt. Unbeantwortet ist die Frage, ob die intra- und intergesellschaftliche bzw. intra- und interkulturelle Kooperationsfähigkeit des Menschen natürlichen Grenzen unterliegt, oder ob der Mensch globale Wir-Identitäten entwickeln kann. Dazu gehört auch die Suche nach eventuellen kognitiven Komplexitätsgrenzen (cognitive boundaries), die Menschen und menschliche Gesellschaften möglicherweise überfordern, und wie diese gegebenen-

Kasten 5.2-2**Ausgewählte, vom IPCC identifizierte Wissenslücken zur Governance-Forschung**

Aus den zahlreichen vom IPCC identifizierten Wissenslücken werden in diesem Kasten jene hervorgehoben, die dem WBGU im Kontext der Governance als besonders relevant erscheinen (Arbeitsgruppe III; IPCC, 2014b; es werden im Folgenden die Kapitel unter dem Namen der jeweiligen Leitautoren zitiert). Zu den Auswahlkriterien gehören: Dringlichkeit, Schadenspotenzial für Umwelt und Gesellschaft, Bezüge zur Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft und zur Debatte über planetarische Leitplanken sowie Forschungsthemen, die Handlungs- und Lösungsoptionen zum Gegenstand haben.

Wahrnehmung, Entscheidungen, Teilhabe

- Untersuchungen kulturübergreifender Unterschiede in der Wahrnehmung von Klimaänderungen und Optionen zum

Umgang damit (Kunreuther et al., 2014).

- Untersuchungen zur Wirksamkeit von Vermittlungsmethoden wie Simulationen, Spiele, und Filme zur Verbesserung des öffentlichen Bewusstseins über Klimaänderungen (Kunreuther et al., 2014).
- Die Weiterentwicklung regulatorischer Mechanismen (z. B. Standards, Emissionshandel, Steuern) für den Klimaschutz würde verbessert werden durch vermehrte Ex-post-Evaluationen bestehender Mechanismen unter Berücksichtigung der Wirksamkeit unterschiedlicher Regulierungsansätze, einzeln und kombiniert (Kolstad et al., 2014).
- Es bedarf weiterer Untersuchungen zu neuen zwischenstaatlichen und transnationalen Arrangements, einschließlich „hybrider“ Ansätze, die freiwillige und verbindliche Elemente enthalten (Stavins et al., 2014).
- Das Verständnis über die Möglichkeiten zur Erzeugung von Zusatznutzen in der internationalen Klimaschutzkooperation und welche Ansätze hierbei erfolgversprechend sind, ist unvollständig (Stavins et al., 2014).

falls transzendiert werden können. Aus wissenschaftlicher Perspektive ist auch offen, ob menschliche Gesellschaften die enorme Komplexität einer globalisierten Weltwirtschaft gestalten und Stabilität, Sicherheit, Wohlstand und Fairness in einer eng vernetzten Weltgesellschaft in den Grenzen des Erdsystems organisieren können (WBGU, 2011).

5.2.2**Gestaltung des Pariser Klimaprotokolls**

Der WBGU empfiehlt ein Pariser Klimaprotokoll (Kap. 3) und zeigt mögliche Interaktionen zwischen staatlichem Multilateralismus und zivilgesellschaftlichen Akteuren (Kap. 4). Insbesondere die Frage nach Möglichkeiten einer produktiven und zielführenden Interaktion zwischen Staaten, Nichtregierungsorganisationen (NRO) und anderen Akteuren der Weltzivilgesellschaft, etwa Städtenetzwerken, bedarf weiterer Forschung (Kasten 5.2-2).

Wie kann erreicht werden, dass die multilaterale Ebene Aktivitäten anderer Akteure, die sich auf einem effektiveren Dekarbonisierungspfad befinden, nicht bremst, sondern fördert? Wie kann die Dekarbonisierung auf den genannten Akteursebenen in politischer und rechtlicher Hinsicht verknüpft werden? Wie können zivilgesellschaftliche Akteure dazu beitragen, Blockaden des Multilateralismus aufzulösen?

Neben der Forderung, dass die 2°C-Leitplanke und das Nullziel – also das globale Langfristziel, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 weltweit auf Null abzusenken – verbindlich im Pariser Protokoll verankert werden sollen, sollen insbesondere alle Verpflichtungen, welche die Vertragsstaaten zur UNFCCC nach dem Pledge-and-Review-Verfahren eingehen, über die Weltzivilgesellschaft kontrolliert werden können (Kap. 3.1). Transparenz von Informationen, das Recht, diese Informationen einzusehen, die Beteiligung von Verbänden bzw. NRO und die Mög-

lichkeit von Verbänden bzw. NRO, die durch das Abkommen geschaffenen Verpflichtungen als „Sachwalter des Klimaschutzes“ einzuklagen, würden auf der UNFCCC-Ebene ein Novum darstellen. Die Übertragung dieser bislang nur von den Vertragsstaaten der Aarhus-Konvention erprobten Rechte auf die UNFCCC-Ebene sollte fortlaufend wissenschaftlich analysiert werden.

Aus Sicht des WBGU sollte sich das Pariser Protokoll mit den drei Bereichen Klimaschutz, Anpassung sowie Umgang mit Schäden und Verlusten befassen (Kap. 3.1). Insbesondere Fragen zum letztgenannten Bereich werden erst seit dem Jahr 2013 in der UNFCCC mit dem Warschau-Mechanismus zu Verlusten und Schäden (Loss and Damages) behandelt. Dieser begrüßenswerte Schritt muss durch weitere Forschung befördert werden: Wie findet man trotz der Schwierigkeiten, die Verursachung des Klimawandels einzelnen Akteuren nachzuweisen, eine Lösung für die Kompensation von Geschädigten, wenn faktisch Schäden durch den Klimawandel eintreten? Zusätzlich werden im WBGU-Vorschlag zum Pariser Klimaprotokoll Instrumente zum Technologietransfer, zur Finanzierung und zu flexiblen Mechanismen fortentwickelt und z. T. neu entworfen. Auch in deren Rahmen bleiben Forschungsfragen offen, die im Folgenden näher erläutert werden.

- *Einbeziehung wissenschaftlicher Expertise:* Klimaschutz-, Anpassungs- und Kompensationsmaßnahmen bedürfen einer fortlaufenden wissenschaftlichen Fundierung. Für den Klimaschutz sind wissenschaftliche Daten und wissenschaftliches Fachwissen von herausragendem Wert. Es bedarf – im Hinblick darauf, dass der IPCC zwar faktisch, aber nicht verbindlich in die UNFCCC-Prozesse einbezogen wird – der (Fort-)Entwicklung eines Modells, wie diese und andere wissenschaftliche Daten in internationale Politik- und Rechtssetzungsprozesse einbezogen werden können.
- *Integration von Pionierallianzen und -clubs in die multilateralen Prozesse zum Klimaschutz:* Aus Sicht des WBGU ist es für die Einhaltung der 2°C-Leit-

planke notwendig und für die Klimaverhandlungen hilfreich, wenn sich Clubs, Allianzen, Netzwerke oder vielfältige weitere Akteure engagiert für den Klimaschutz einsetzen (Kap. 4). Es besteht Forschungsbedarf zur Frage, wie diese Allianzen in das Pariser Protokoll politisch bzw. rechtlich, formell oder informell integriert werden und welche Anreize ihre Bildung fördern können. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die Frage von Bedeutung, wie ein Kulturwandel im Multilateralismus herbeigeführt werden kann, der sich von einer Orientierung am langsamsten Akteur abwendet und Vorreiter stärkt und ermutigt.

- *Beteiligungs- und Klagerechte für NRO:* Bisher sind Beteiligungs- und Klagerechte durch die Mitgliedsstaaten der Aarhus-Konvention erprobt worden. Die Umsetzung solcher Rechte auf der Ebene der UNFCCC oder anderer Umweltkonventionen bedarf fortlaufender Analyse.
- *Verluste und Schäden:* Fragen zur Kompensation von Verlusten und Schäden (loss and damages), die durch den Klimawandel entstanden sind, haben durch den Warschau-Mechanismus unter dem Dach der UNFCCC ein neues Forum bekommen. Dieser Mechanismus richtet sich zunächst auf die Sammlung von Wissen, Daten und Best-practice-Lösungen und sollte durch weitere Forschung in diesem Feld unterstützt werden. Das umweltvölkerrechtliche Haftungsrecht bedarf hier einer Fortentwicklung, denn die Anforderungen an die Kausalität eines Handelns für den Schadenseintritt sind möglicherweise in Zeiten des Klimawandels nicht mehr zeitgemäß.
- *Flexible Mechanismen im Pariser Klimaprotokoll:* Der WBGU spricht sich im Rahmen seiner Empfehlung, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern mittels eines internationalen Pledge-and-Review-Verfahrens bis spätestens 2070 weltweit auf Null abzusinken, auch für die Verwendung flexibler Mechanismen aus. Forschungsbedarf besteht zur konkreten Gestaltung eines oder mehrerer Mechanismen sowie zu Strategien zu deren Umsetzung. Im Vordergrund sollten die Auswirkungen der Freiwilligkeit der Pledges auf das konkrete Design stehen. Die Erfahrungen mit den Kyoto-Mechanismen haben u.a. gezeigt, dass bei den Mechanismen teils Verteilungs- und externe Effekte unzureichend berücksichtigt werden. Es besteht umfassender Forschungsbedarf, wie flexible Mechanismen, neben Effizienzkriterien, auch externe- und Verteilungseffekte, bzw. Gerechtigkeitskriterien praktikabel berücksichtigen können.
- *Einsatz flexibler Mechanismen innerhalb von Klima-Clubs und Pionierallianzen:* Neben dem Einsatz flexibler Mechanismen im Rahmen des Pledge-and-Review-Verfahrens sollten ebenfalls auf wissenschaftlicher Basis Strategien und konkrete Vorschläge entworfen werden, wie verschiedene flexible Mechanismen, etwa in Form marktbasierter Politikinstrumente, im Rahmen von Clubs und Pionierallianzen zum Einsatz kommen könnten.
- *Technologietransfer:* Es gibt zahlreiche Untersuchun-

gen, die sich mit dem internationalen Transfer klimaverträglicher Technologien beschäftigen. Weitgehend ungeklärt ist jedoch, welche spezifischen Voraussetzungen einzelne Länder für die Weiterentwicklung und dauerhafte Anwendung einzelner klimaverträglicher Technologien vorweisen müssen. Dazu zählen etwa die technologischen Fähigkeiten von Firmen, zu den Technologien komplementär arbeitende Forschungseinrichtungen, Test- und Zertifizierungseinrichtungen, Weiterbildungseinrichtungen zur Qualifizierung von Mitarbeitern, insbesondere Ingenieuren sowie Unternehmen für Marktforschung. Vor diesem Hintergrund stellt sich auch die Frage, wie die technologischen Fähigkeiten, besonders von Entwicklungsländern, erhöht werden können, um dort wenigstens ausgewählte Teile der Wertschöpfungskette klimaverträglicher Technologien aufnehmen zu können.

- *Finanzierung:* Es bedarf weiterer Forschung zu der Frage, wie Kriterien für die Verteilung von Geldern für den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel und für Schäden und Verluste generiert werden können. Forschungsbedarf besteht auch zur Definition von „Klimafinanzierung“ und „privater Klimafinanzierung“ zu dem in Kapitel 3.3.6 beschriebenen Kontext: Das Fehlen anerkannter Definitionen führt zu Informationslücken und einem unterschiedlichen Verständnis bei den Akteuren. Zudem wäre zusätzliche Forschung zur Rolle des Privatsektors bei der Finanzierung der Anpassung an den Klimawandel wichtig und zur Frage, wie sich Klimaschutzmaßnahmen des privaten Sektors replizieren und ausweiten lassen.

5.2.3 Integrative Ansätze

Der 5. IPCC-Sachstandsbericht zeigt, dass das Wissen über den Klimawandel und seine Bewältigung bereits beachtliche Ausmaße erreicht hat. Gleichzeitig ist aber in vielen Aspekten noch keine Integration des Wissens verschiedener Disziplinen erfolgt. Integration wäre aber notwendig, um politische Handlungsalternativen besser gegeneinander abwägen zu können. Hier sollte die Wissenschaft integrative Fragestellungen aufgreifen. Beispielhaft sind im Folgenden Vorschläge dazu aufgeführt:

- *Irreversibilitäten und Zeitskalen:* Ökonomische und sozialwissenschaftliche Theorien stoßen vielfach an ihre Grenzen, wenn es um den Umgang mit großskaligen Irreversibilitäten im Erdsystem oder um globale Veränderungen geht, deren Zeitrahmen und Kausalitäten intergenerationelle Dimensionen erreicht. Es sollten daher z.B. Methoden entwickelt werden, wie die verschiedenen Zeitskalen naturwissenschaftlicher und gesellschaftswissenschaftlicher Betrachtungsweisen überbrückt werden können, um Handlungsoptionen für Politik und Gesellschaft entwickeln zu können.
- *Transformative Entwicklungspfade:* Integrierte Analy-

semodelle (Integrated Assessment Models, IAM) entsprechen dem wissenschaftlichen Sachstand zur Beurteilung von Transformationspfaden. Ihr Anspruch ist es, eine Vielzahl von Entwicklungsräumen abzubilden, nicht aber unbedingt die Geschwindigkeit der Veränderung. Klimapolitik wird meist in Form von CO₂-Preisen abgebildet was zu einer schrittweisen Erschließung der CO₂-Minderungspotenziale anhand von Kostenminimierungen führt. Diese Methode bevorzugt tendenziell bereits bestehende Infrastrukturen und vernachlässigt Potenziale disruptiven Wandels. Es besteht daher Forschungsbedarf zur besseren Abbildung komplementärer Instrumente der Energie- und Klimapolitik für die Erstellung transformativer Szenarien, in denen es zu einer beschleunigten Technologiesubstitution und Diffusion kommen kann.

- *Klar definierte Modellregionen:* Eine Schwäche der integrierten Analysemodelle ist, dass Modellregionen, wie sie in verschiedenen Modellen zur Anwendung kommen, oft nicht vergleichbar sind. Eine wichtige Verbesserung wäre daher, klar definierte Modellregionen zu entwickeln, welche allen Modellen zugrunde gelegt werden können.
- *Kosten und Nutzen des Klimaschutzes:* Die in Arbeitsgruppe III des IPCC beschriebenen Klimaschutzszenarien treffen auch Aussagen über die Kosten, die mit dem Klimaschutz verbunden sind. In der Regel treffen sie aber keine Aussagen über die vermiedenen Kosten durch den verminderten Klimawandel. Methodische Unterschiede verschiedener Kostenbetrachtungen machen eine einfache Kosten-Nutzen-Analyse unmöglich, zumal viele Auswirkungen des Klimawandels sich nicht quantitativ in Kosten übersetzen lassen. Es besteht daher Forschungsbedarf zu der Frage, wie der Nutzen durch den Klimaschutz in Politikentscheidungen berücksichtigt werden kann.
- *Migration durch Klimawandel:* Es ist davon auszugehen, dass ein ungebremsst voranschreitender globaler Klimawandel mittel- und langfristig zu einem relevanten Faktor von Migrationsbewegungen werden wird. Forschungsbedarf besteht u.a. zu regionalen Brennpunkten und Vulnerabilitäten sowie zum Umgang mit Klimamigration, z. B. in völkerrechtlicher und humanitärer Hinsicht. Zudem bedarf es einer Verbesserung der Datenlage und Szenariengestaltung über künftig zu erwartende, klimawandelbedingte Migrationsbewegungen.

5.2.4

Forschung zu Niedrigemissionstechnologien und zu großtechnischen Eingriffen

Die Erforschung und Verbreitung von Niedrigemissionstechnologien sollte prioritär betrieben werden. Technologien zur Generierung negativer Emissionen und insbesondere Manipulationen des Strahlungshaushalts (Solar Radiation Management, SRM) sollten allenfalls

als Ultima Ratio angesehen werden, um einen Anstieg der globalen Temperatur zu vermeiden. Sie erlauben theoretisch, das noch zulässige Emissionsbudget zur Einhaltung der 2°C-Leitplanke zu verändern. Mit Hilfe dieser Technologien lässt sich theoretisch etwas zeitliche Flexibilität durch ein zeitweiliges Überschießen der 2°C-Trajektorie „erkaufen“, welches dann entsprechend durch negative Emissionen oder SRM kompensiert wird. Die Risikobewertung dieser Technologien steht allerdings erst am Anfang und es ist völlig unklar, ob sich eine breite Anwendung jemals realisieren lässt.

- *Verbreitung innovativer Niedrigemissionstechnologien:* Die Diffusion innovativer Technologien, welche in Zukunft benötigt werden, ist immer noch nicht vollends verstanden. Dies betrifft zum Beispiel viele der Technologien, welche zur Dekarbonisierung der in Kapitel 1.8.2 angeführten Sektoren erforderlich sind. Forschung in diesem Bereich kann aufzeigen, wie für die benötigten Innovationen Nischenmärkte entwickelt werden können und aus welchen die Technologien zur großskaligen Anwendung diffundieren können. Für viele Technologien beinhaltet dies auch die Erforschung von Potenzialen der besseren Modularisierung (z. B. Elektromobilität), um besser Skalenerträge bei der Produktion erzielen zu können.
- *Aktive Entfernung von CO₂:* Die Generierung „negativer Emissionen“ gilt immer mehr als notwendige Maßnahme, um die 2°C-Leitplanke noch einhalten zu können. Die Technologieoptionen sind in Grundzügen bekannt. Negative Emissionen können entweder durch die Kombination von Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -speicherung erfolgen, oder durch „zusätzliche“ CO₂-Senken, die etwa in Form von Aufforstung oder Algenwachstum erreicht werden. Beide Formen der CO₂-Speicherung haben Wechselwirkungen mit dem Erdsystem, die noch nicht vollständig verstanden sind. Dies betrifft insbesondere die Wechselwirkung mit dem Kohlenstoffkreislauf. Zudem verlangt ein Entwicklungspfad, bei dem man sich auf den zukünftigen, umfassenden Einsatz einer Technologieoption verlässt, eine fundierte Risikobewertung, die auch Technologieversagen berücksichtigt.
- *Manipulation der Strahlungsbilanz:* SRM hat theoretisch das Potenzial, dem durch die erhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre bedingten Temperaturanstieg entgegenzuwirken (Kap. 1.8.3). Anwendungen wie die Einbringung von Aerosolen in die Stratosphäre sind zu relativ geringen Kosten realisierbar und hätten einen sofortigen Effekt auf die Temperaturentwicklung. Bei dieser Methode sind jedoch erhebliche Nebenwirkungen zu erwarten und es besteht das Risiko, nichtlineare Effekte im Klimasystem auszulösen. Weiterhin müsste SRM über mehrere Jahrtausende aufrecht erhalten werden, da es lediglich den Temperaturanstieg bedingt durch den Treibhausgaseffekt reduziert, nicht aber dessen Ursache. Die Ozeanversauerung kann durch SRM nicht abgewendet werden und würde unvermindert fortschreiten. Im Falle einer Unterbrechung von SRM würde es

zu einem rapiden Anstieg der Oberflächentemperaturen kommen. Es besteht weiterer Forschungsbedarf zu Risiken dieser Technologien sowie zu den Möglichkeiten ihrer juristischen Einbettung und internationalen Regulierung inklusive Haftungsfragen.

5.3

Ausgewählte Laboratorien für eine Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft

Die in Kapitel 4 beispielhaft zusammengestellten Narrative und Laboratorien zur Transformation, die vom individuellen Akteur bis zur Staatenebene reichen, bedürfen weiterer empirischer wie konzeptioneller Unterfütterung. Bewertungskriterien für die Einordnung dieser Laboratorien im Kontext der Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft sind das Ambitionsniveau der jeweiligen Ziele, die Skalierbarkeit, die Dauerhaftigkeit und die Umsetzbarkeit.

Welche konkreten Effekte – quantitativ wie qualitativ – Laboratorien und Narrative im Kontext des Transformationsprozesses haben werden, ist schwer abschätzbar. Wie sie genau entstehen und zusammenwirken, ob und wie sie gefördert und beschleunigt bzw. ausgeweitet und wie sie vergleichend verstanden sowie bewertet werden können, ist allenfalls in Ansätzen bekannt. Hierzu bedarf es politik- und sozialwissenschaftlicher Begleitforschung. Auch bei der Initiierung neuer Laboratorien ist Begleitforschung sinnvoll. Ein transdisziplinäres Forschungsdesign bietet eine gute Möglichkeit, um empirische und theoretische Kenntnisse zu jenen Aspekten einer Transformation zu gewinnen, die über gängige Systemkriterien und bestehende Analysemuster hinaus (zusammen)wirken. Forschungsbedarf besteht auch zu der Frage, unter welchen sozialen und strukturellen Bedingungen es zu einer Verstetigung alternativer Praktiken des Engagements in organisationalen und individuellen Routinen kommen kann. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund wichtig, dass in der Zivilgesellschaft das Interesse an Engagement zunimmt, die Bereitschaft für langfristiges und zeitaufwändiges Engagement aber sinkt (BMFSJF, 2010 für Zahlen aus Deutschland). Es wird eher an kurzfristigen und einmaligen Aktionen teilgenommen anstatt eigenes Handeln grundsätzlich zu verändern (WVS, 2014; Stolle et al., 2005).

Darüber hinaus fehlt es an Studien darüber, wie kollektive Selbstwirksamkeit, d.h. die überindividuelle Überzeugung von der Handlungskompetenz einer Bezugsgruppe, im Zusammenhang mit sozialen Innovationen und Bewegungen im Klimaschutz gefördert werden kann. Zudem sind auch internationale, vergleichende Studien notwendig, die sich mit der Wahrnehmung individueller Handlungsmöglichkeiten im Klimaschutz und der Bereitschaft zur individuellen Verantwortungsübernahme vor dem Hintergrund intra- und intergenerationaler Gerechtigkeit befassen. Auch fehlt es an Untersuchungen zum Zusammenspiel zwischen

(modularen) Multilateralismus und gesellschaftlichen Initiativen und Bewegungen. Schließlich bedarf es weiterer Forschung zur Gestaltung bzw. „weichen Steuerung“ etwa durch Anreize, Reallabore und experimentelle Demokratieprojekte (Kasten 5.3-1).

Die Synopse zum Zusammenspiel von (modularem) Multilateralismus und gesellschaftlichen Initiativen und Bewegungen (Kap. 4.6) bedarf der Erweiterung, insbesondere um Beispiele aus Entwicklungs- und Schwellenländern. Bei der Analyse von Staaten-Clubs und bei der globalen Kooperation transnationaler Bewegungen sollte besonders die Demokratie-Autokratie-Problematik näher beleuchtet werden.

Um Forschung des oben skizzierten Typs zu stärken ist die Wissenschaftspolitik gefordert, die strukturellen Bedingungen für eine transformative Forschung zu verbessern: durch eine Weiterentwicklung der Forschungsprogrammpolitik, durch strukturelle Anreize für transdisziplinäre Forschung und Lehre an Hochschulen und anderen Wissenschaftseinrichtungen. Reallabore können zudem als neue Form der Forschungsinfrastruktur verstanden werden, die verstärkt zu fördern ist. Im Folgenden werden Forschungsempfehlungen zu einigen exemplarisch aus Kapitel 4 ausgewählten Reallaboren gegeben.

5.3.1

Förderung von Experimenten und Reallaboren

Der WBGU empfiehlt die Ausschreibung von Programmen zu Experimenten und Reallaboren für einen gesellschaftlichen Wandel zur Nachhaltigkeit mit dem Schwerpunkt Klimaschutz. Sie sollen zeitlich begrenzt materiell und politisch gefördert werden und gleichzeitig eine unabhängige wissenschaftliche Begleitung und Evaluation erhalten.

Es fehlt an vergleichenden Untersuchungen zu Reallaboren und Narrativen sowie deren Zusammenwirken im Kontext der Transformation zur klimaverträglichen, nachhaltigen Gesellschaft. Dafür bedarf es entsprechender Begleitforschung über bestehende Reallabore und bei der Initiierung neuer Reallabore. Dies eröffnet Möglichkeiten, empirische wie theoretische Kenntnisse über all jene Aspekte einer Transformation zu gewinnen, die sich über gängige Systemkriterien und bestehende Analysemuster hinweg „erfinden“, (zusammen)wirken und artikulieren.

5.3.2

Politischer Konsum

Es besteht Forschungsbedarf zur Verbreitung und Wirkung politischen Konsums wie etwa Boykott oder Buykott. Es überwiegen bisher vor allem theoretische Arbeiten zur Ursache und der potenziellen Wirkung politischen Konsums, in denen Zusammenhänge zwischen Postmoderne, Wertewandel und politischem Kon-

Kasten 5.3-1**Ausgewählte, vom IPCC identifizierte Wissenslücken zu politischen Instrumenten**

Der Bericht der Arbeitsgruppe III des IPCC (IPCC, 2014b; es werden im Folgenden die Kapitel unter dem Namen der jeweiligen Leitautoren zitiert) hat politische Maßnahmen zur Minderung des Klimawandels aufgezeigt und Wissenslücken identifiziert. Im folgenden werden aus WBGU-Sicht einige besonders transformations- und handlungsrelevante Forschungsempfehlungen skizziert.

Werthaltungen, Lebensstil

- Untersuchungen zur Bedeutung der Änderungen von Werthaltungen im Transformationsprozess im Vergleich zum Einsatz ökonomischer Instrumente. Der unterschiedliche Einfluss auf Verhalten und ökonomische Aktivitäten ist bisher nur schwer abschätzbar (Fleurbay et al., 2014).
- Es ist wenig über das Potenzial von Genügsamkeit (Lebensstil- und Konsummuster, die mit geringeren Ausgaben für Waren und Dienstleistungen einher gehen) versus ökologisch bewusstem Verhalten (Lebensstil- und Konsummuster

mit weniger Ressourcenverbrauch und weniger Umweltschädigung, aber ohne zwingende Verringerung der Ausgaben) bekannt (Fleurbay et al., 2014).

Kooperation, Initiativen

- Das Wissen zum quantitativen Einfluss regionaler Kooperation auf die Vermeidung des anthropogenen Klimawandels ist unvollständig (Agrawala et al., 2014).
- Das Wissen über die Faktoren die zum Erfolg oder Misserfolg regionaler Kooperation beitragen, insbesondere bei regionalen Disparitäten und bei einem Missverhältnis zwischen Kapazitäten und Potenzialen, ist unvollständig (Agrawala et al., 2014).
- Das Verständnis der Synergien und Zielkonflikte zwischen Anpassung und Vermeidung ist unzureichend (Agrawala et al., 2014).
- Es besteht Forschungsbedarf zur Regionen übergreifenden Interaktion verschiedener Instrumente der Klimapolitik. Regionale Politiken interagieren mit nationalen und internationalen Politiken, aber es ist unklar, wie sich diese zahlreichen Initiativen untereinander unterstützen oder gar widersprechen (Agrawala et al., 2014).

sum hergestellt werden. Auf Empirie wird dabei oft eher nur anekdotisch Bezug genommen. Meist beschränkt sich die Empirie auf die Entwicklung der Märkte (Entwicklung von Labels und Standards sowie Nachfrage nach entsprechend ausgezeichneten Produkten) sowie auf Umfragen, in denen die Bereitschaft zu politischem Konsum oder entsprechende Handlungen thematisiert werden. Zur Frage wie das eine mit dem anderen zusammenhängt, also ob und warum politischer Konsum zu einer Veränderung von Produktions- und Wirtschaftspraktiken führt, besteht Forschungsbedarf (Balsiger, 2013). Die Forschung zu politischem Konsum sollte insbesondere die Kultur- und Milieuspezifität der jeweiligen Praktiken sowie deren Wirkung auf der individuellen Ebene der Veränderung des Alltagshandelns sowie der generelle Werteorientierung als auch die Veränderung gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Strukturen beleuchten. Forschungsgegenstand sind dabei auch die direkten und indirekten ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeitseffekte verschiedener Formen des politischen Konsums. Diese sind u. a. relevant, um Zielkonflikte zwischen fairem und grünem Konsum bzw. politischem und suffizientem Konsum offen zu legen und solche Praktiken zu identifizieren, die ein hohes Nachhaltigkeitspotenzial haben.

Um das Konzept der Verbraucherdemokratie konzeptionell weiterzuentwickeln und seine Umsetzungsmöglichkeiten zu prüfen, bedarf es einer Vielzahl von Untersuchungen zu den individuellen und systemischen Voraussetzungen. Dazu gehören Fragen zu den Möglichkeiten der Stärkung der Kompetenzen und Rechte von Verbraucherinnen und Verbrauchern in verschiedenen sozialen Milieus und nach den gesetzlichen Möglichkeiten einer verbesserten Teilhabe in politischen und unternehmerischen Entscheidungsprozessen.

5.3.3**Wissenschaftliche Begleitung lokaler Transformationsinitiativen**

Für die Untersuchung lokaler Transformationsinitiativen, wie z.B. Transition Towns, eignen sich besonders die Methoden der transdisziplinären Forschung. Im Kontext und zur Begleitung von Realexperimenten und Reallaboren für eine Transformation zur klimaverträglichen, nachhaltigen Gesellschaft sollten Forschungsprojekte angestoßen werden. Der WBGU empfiehlt deshalb, schon bei Ausschreibungen transdisziplinäre Vorhaben und Vorgehensweisen (Kodesign und Koproduktion) stärker in den Fokus zu rücken.

Zusätzlich sollte weiter geforscht werden über den Bedarf lokaler Projekte an materieller sowie gesellschaftlicher oder politischer Unterstützung und der Möglichkeit ihrer Aufskalierung und dem damit verbundenen Potenzial transformativer und klimaschützender Wirkungen.

5.3.4**Städtenetzwerke**

Es besteht Forschungsbedarf zur Funktionsweise und zur Wirkung von Städtenetzwerken im internationalen Klimaschutz, insbesondere zur Bedeutung des Erfahrungsaustausches zwischen Kommunen. Städtenetzwerke als neue Akteure auf der internationalen Ebene sind noch unzureichend in der Forschung beleuchtet. Bedarf besteht neben evidenzbasierter Forschung zu deren Wirkungen in der Umsetzung von Maßnahmen, vor allem zu den Möglichkeiten und Grenzen des Transfers von Politikinnovationen und der Zusammenarbeit zwischen Kommunen sowie deren Rolle in der Global Governance. Um die von Städtenetzwerken in Aus-

sicht gestellten Emissionsreduktionen in Zukunft auch nachvollziehbar und überprüfbar zu machen, bedarf es zudem verstärkt Wirkungsanalysen und der Entwicklung effizienter Berichtsinstrumente.

5.3.5

Anpassungsnetzwerke

Um auf Erfahrungen von Anpassungsnetzwerken zurückgreifen zu können, sollten der Informationsaustausch durch ihre Vernetzung unterstützt werden. Dafür bedarf es zusätzlich des Aufbaus von Datenbanken und Onlineplattformen; damit verbunden ist die Forschungsaufgabe, wie dies entsprechend vielfältiger Strukturen, Rahmenbedingungen und Kulturen effizient, zielführend und dauerhaft gewährleistet werden kann.

5.3.6

Desertec

Desertec und die damit verbundenen Aktivitäten der Desertec-Stiftung sowie der beteiligten Unternehmen sind wichtige Multi-Stakeholder-Initiativen. Der WBGU empfiehlt eine unabhängige, wissenschaftliche Auswertung des Desertec-Prozesses, eine stärkere wissenschaftliche Begleitung der aktuellen Entwicklung, Unterstützung bei Übertragung auf andere Regionen sowie insbesondere auch Forschung zu Kooperationsbedingungen und Beschleunigungsmöglichkeiten. Da bei großen Vorhaben wie Desertec nicht nur die technischen Realisierbarkeiten, sondern insbesondere politische, soziale und kulturelle Rahmenbedingungen in den verschiedenen Ländern und Regionen eine wichtige Rolle spielen, sollte die sozial- und kulturwissenschaftliche Begleitforschung verstärkt werden.

5.3.7

Transformationserfordernisse und -barrieren in der Privatwirtschaft

Bilanzierungsinstrumente wie die Gemeinwohl-Matrix stellen hohe Anforderungen an die Nachverfolgbarkeit sozialer und ökologischer Auswirkungen wirtschaftlicher Prozesse. Die Transparenz und Auswertbarkeit dieser Auswirkungen sollte deutlich verbessert werden.

Wenn Branchen und Betriebe versuchen soziale und ökologische Effekte, die in bestehenden globalisierten Märkten ausgelagert werden, wieder zu internalisieren, entstehen häufig Veränderungserfordernisse. Der WBGU schlägt deshalb vor, solche Veränderungserfordernisse wissenschaftlich darzulegen und Nachteile, wie etwa mögliche Wettbewerbsnachteile durch nachhaltiges Wirtschaften im rein an betriebswirtschaftlichen Kennzahlen orientierten Marktmodell, zu beschreiben und zu beziffern.

5.3.8

Entwicklung handelbarer Emissionsrechte für Privathaushalte

Das Konzept der handelbaren Emissionsrechte für Privathaushalte (Personal Carbon Allowances) wird bereits seit geraumer Zeit in einigen europäischen Ländern kontrovers diskutiert. Der WBGU sieht hier Prüf- und Forschungsbedarf zu der Frage, wie auch Individuen in den Emissionshandel mit ihrer CO₂-Bilanz integriert werden können und unter welchen Umständen das in größerem Maßstab realisierbar erscheint. Darüber hinaus wäre insbesondere die Machbarkeit eines Modells zu prüfen, bei dem zwei Länder bzw. zwei Gemeinden oder Städte gepaart würden, die jeweils die CO₂-Guthabekarte einführten. Leitidee dabei wäre: Überzieht ein Akteur sein Konto, so kann direkt aus einer Partnergemeinde das CO₂-Guthaben wieder aufgeladen werden, falls dort entsprechende Emissionsreduktionen vorliegen.

5.3.9

Integration nachhaltiger und innovationsorientierter Beschaffung

Es liegen umfangreiche Untersuchungen zu nachhaltiger und zu innovationsorientierter Beschaffung vor. Es fehlen aber noch Analysen zur Integration beider Wissensbestände und die Erarbeitung politischer Strategien, die im Rahmen öffentlicher Beschaffung verstärkte Innovationsorientierung mit Nachhaltigkeitszielen verbinden.

5.4

Epilog

In diesem Gutachten beschreibt der WBGU eine Doppelstrategie für die internationale Klimapolitik, bei der das geplante Pariser Abkommen als Wegweiser dient und bei der ein gesellschaftliches Klima gefördert wird, in dem weltweit alle Akteure ihre Beiträge zu einer klimaverträglichen Wirtschaftsweise leisten können. Dieser Prozess ist auch als ein gesellschaftlicher Suchprozess zu verstehen, bei dem die Richtung und das Ziel, also der Handlungsraum, klar sind, aber der Weg dahin sehr vielfältig ausgestaltet werden kann. Forschung ist ein essenzielles Element dieses Suchprozesses, bei dem sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte Forschung unerlässlich sind.

Da die Bürgergesellschaft diesen Transformationsprozess aktiv mitgestalten muss (und will), wenn er gelingen soll, bedarf es ihrer Teilhabe auch bei der Forschung – bei der Entwicklung der entsprechenden Forschungsagenden, insbesondere der angewandten Forschung. Dies kann besser mit institutionellen Änderungen im Wissenschaftssystem gelingen. Zusätzlich bedarf es auch der Öffnung für neue methodische Ansätze wie Codesign und die Koproduktion von Wissen, die zu Innovationen für Transformationsprozesse führen. Auch

zu den neuen Methoden selbst, ihren Potenzialen und Grenzen bedarf es weiterer Untersuchungen. Auch sollte Experimentierräumen verstärkt Raum gegeben und zu sogenannten Reallaboren umfassende Begleitforschung etabliert werden.

In diesem Kapitel wurden bereits eine ganze Reihe von Beispielen für Reallabore zusammengetragen, die um weitere Beispiele ergänzt werden sollten. Darauf aufbauend bedarf es weiterer Untersuchungen zu den transformativen Potenzialen, der Skalierbarkeit und der Umsetzbarkeit dieser vielfältigen Ideen.

Insgesamt würde dies dazu beitragen, Forschungsergebnisse stärker auf die Lösung gesellschaftlicher Probleme und Bedarfe auszurichten und Forschung damit als zentrales Element gesellschaftlichen Fortschritts aufzuwerten.

Die globalen Emissionen steigen weiter, während die Klimaschutzverhandlungen stagnieren. Diese Kluft belegt die Schwäche der „vertikalen Verantwortungsarchitektur“, die künftigen Generationen erhebliche Lasten und Risiken aufbürdet. Die Staatengemeinschaft wie die Bürgerinnen und Bürger müssen deshalb stärker Zukunftsverantwortung übernehmen. Das vor allem in Mehrebenensystemen bekannte Dilemma der vertikalen Verantwortungsarchitektur besteht darin, dass Verantwortung „von unten“ an politische Handlungsträger „nach oben“ delegiert wird und letztere mit Rücksicht auf etablierte Interessen und im Bestreben des Machterhalts eine Verhandlungsstrategie wählen, die ihnen in ihrem Einflussbereich möglichst geringe Veränderungen auferlegt. Die Gesellschaften wiederum entschuldigen ihre Passivität mit dem geringen Ambitionsniveau und dem Scheitern multilateraler Verhandlungen. Daraus folgte im globalen Klimaschutz bislang eine „vertikale Komplizenschaft“ der Gegenwart zu Lasten der Zukunft.

Die Frage ist: Wie kann man die besten Absichten, die in Politik und Gesellschaft auf Grund von Expertise und Einsicht vorhanden sind, in effektives globales Handeln für den Klimaschutz ummünzen? Die in diesem Gutachten an signifikanten Beispielen erläuterten transformativen Narrative skizzieren eine komplementäre „horizontale Verantwortungsarchitektur“ in Gestalt einer Weltbürgerbewegung für den Klimaschutz. Dabei wird Zukunftsverantwortung nicht „nach oben“ delegiert, sondern von der Gesellschaft in der Breite eigenverantwortlich wahrgenommen. Engagierte Bürger werden zu globalen Sachwaltern, denen es – auch unabhängig von eigener Betroffenheit – zur Entfaltung sozialer Innovation und Kreativität wie auch im Blick auf eigene Gratifikation, um den Schutz des Klimas geht. Ihre Narrative und Laboratorien beschränken sich nicht auf Appelle an Dritte und können gesellschaftliche Normen und Praktiken nachhaltig verändern. Als Beispiel dafür kann die von Einzelnen und Genossenschaften angestoßene und vorangetriebene deutsche Energiewende gelten.

Die hier gesetzten transformativen Impulse können bei entsprechender Responsivität der politischen Akteure in die vertikale Architektur der internationalen Verhandlungen durchschlagen, indem die Regierungen auf ein Mandat aus den *avancierteren* Forderungen der von ihnen repräsentierten Wählerschaft verweisen. Das multilaterale Verhandlungssystem bezieht sich dann nicht länger auf den kleinsten gemeinsamen Nenner,

sondern es führt ambitionierte Vorschläge zusammen, die namentlich Staatenclubs und transnationale Netzwerke für Klimaschutz auf supra- und internationaler Ebene einbringen. Ein ambitioniertes Pariser Protokoll auf der Grundlage der Empfehlungen des WBGU, das auf der Übernahme aller Akteure für wirksamen und nachhaltigen Klimaschutz beruht, kann wiederum eine positive Rückkopplung mit der zivilgesellschaftlichen Kreativität bewirken und die Transformation „von unten“ beschleunigen.

In dieser ausdifferenzierten Verantwortungsarchitektur, die einem globalen Gesellschaftsvertrag Form gibt, obliegt dem (nationalen) Staat neben seinem Engagement in multilateralen Verhandlungen weiterhin die zentrale Verantwortung, die rechtlichen Rahmenbedingungen zielführend auszugestalten, Nachhaltigkeitskriterien zum Standard zu erheben und avancierte Akteure bei der Förderung, Beschaffung, Auftragsvergabe und Genehmigung von Vorhaben zu prämiieren. Durch legislative, finanzielle und andere Instrumente können Staaten die Entfaltung der Laboratorien erleichtern.

Neben den vertikalen und horizontalen Dimensionen der Verantwortungsarchitektur betont der WBGU als dritte, gewissermaßen diagonale Dimension die (virtuelle) Einbeziehung künftiger Generationen in den aktuellen Verhandlungs- und Entscheidungsprozess. Die heute lebende, in verantwortlichen Positionen von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft stehende Generation muss sich darüber im Klaren sein, dass sie mit ihrem Tun und Lassen eine entscheidende Rolle für die Zukunft der menschlichen Zivilisation spielt. Das Ziel der vollständigen Dekarbonisierung der Weltwirtschaft bis spätestens 2070 erfordert sofortiges Handeln. Innerhalb von weniger als sechzig Jahren – das bedeutet: in weniger als einem Menschenleben – muss die globale Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft abgeschlossen sein. Um diese Herkulesaufgabe auf menschliches Maß zu führen und zu konkretisieren, müssen mit Blick auf die dritte und vierte Dekade des 21. Jahrhunderts, wenn Kinder und Kindeskind der heute Verantwortlichen und Entscheider erwachsen sind und ihrerseits Verantwortung übernehmen, Weichen bereits im Jahr 2015 gestellt worden sein. Dies muss so geschehen, dass den zukünftigen Generationen zum einen Freiheitsoptionen erhalten bleiben und sie zum anderen ihre eigene Kreativität und Innovationskraft zur Geltung bringen

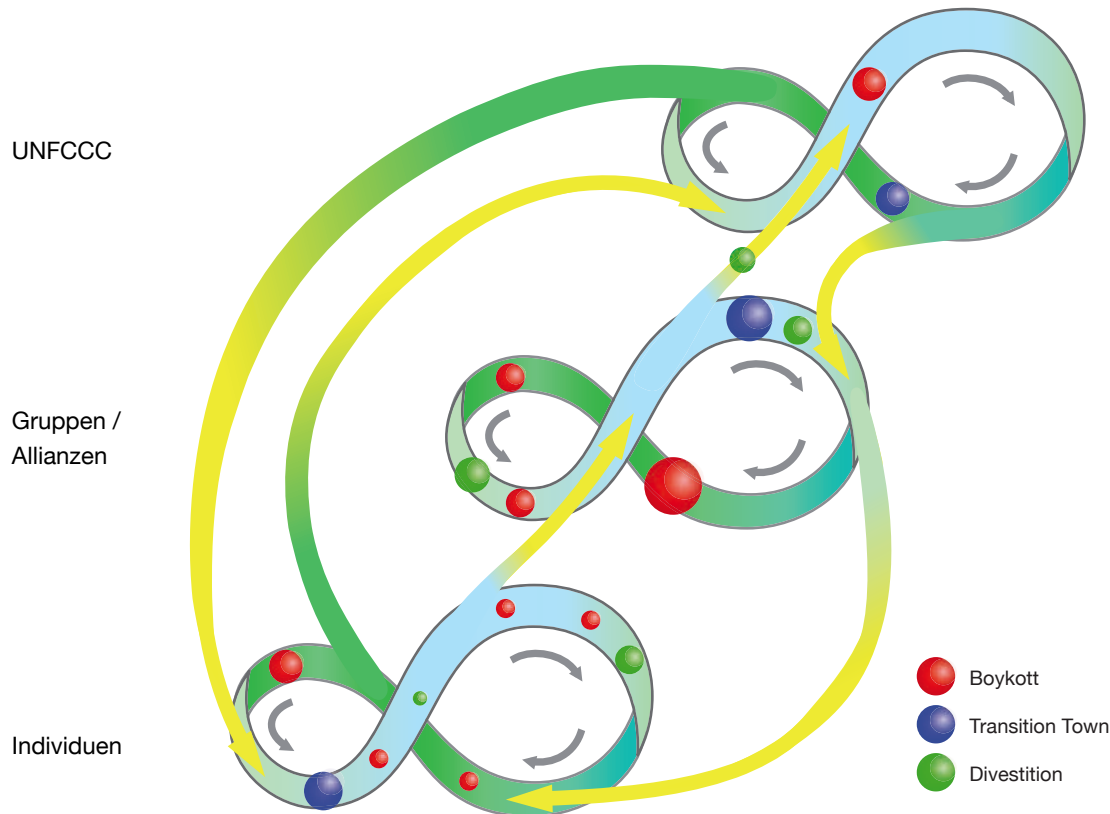


Abbildung 6-1

Dynamik der sozialen Bewegungen im Mehrebenenraum – eine Visualisierung. Die in diesem Kapitel aufgeführten transformativen Narrative und Laboratorien entstehen nicht isoliert voneinander, sondern sind durch dynamische polyzentrische Prozesse charakterisiert. Die Graphik zeigt, wie Einzelphänomene sich wechselseitig verstärken und durch Spillover-Effekte wiederum neue Dynamiken und Zentren der Transformation auf unterschiedlichen Ebenen hervorrufen. Exemplarisch werden drei Bewegungen aufgegriffen, Divestition, Transition Towns und Boykott, die jeweils durch Kugeln dargestellt werden. Die Bewegungen können unterschiedliche Akteursebenen in unterschiedlichen Ländern durchlaufen und dabei neue Prozesse auslösen bzw. vergrößern. Durch eine Verdichtung von sozialen Bewegungen, die Formierung einer Weltbürgerbewegung durch Individuen und Allianzen, werden die Kugeln in das Feld der oberen Akteursebene der UNFCCC gespielt. Dort können sie Handlungsspielräume eröffnen und neue Impulse setzen, was dann wiederum auf andere Ebenen begünstigend wirken kann. Dabei wird ein weiterer Grundgedanke verdeutlicht: Zwar kann ein Einzeler diesen Einfluss nicht ausüben, doch ohne den zivilgesellschaftlichen Beitrag des Einzelnen geht es nicht. Ebenso können stagnierende Verhandlungsprozesse auf der oberen Ebene nicht als Systembestätigung oder argumentative Grundlage für die eigene Zurückhaltung von Privatpersonen, Unternehmen und Staaten dienen.

Quelle: WBGU

können. Die Fahrpläne der Emissionsminderungen (bis zum Nullziel im Jahr 2070) verkörpern und veranschaulichen sich in Generationsfolgen.

Die dynamische Interaktion und Rückkopplung zwischen der UN-Ebene, den Nationalstaaten und verschiedensten Sachwaltern globaler Schutzgüter wie dem Klima in der Weltbürgerbewegung ermöglicht damit, wie der WBGU (2011) bereits in seinem Gutachten zur Großen Transformation dargelegt hat, eine demokratieverträgliche und zukunftsverantwortliche globale Klimapolitik (Abb. 6-1). Dabei endet die Freiheit der Heutigen dort, wo die Freiheit der Künftigen anfängt.

- Aachener Stiftung Kathy Beys (2008): Die CO₂-Card-Emissionsquoten als marktwirtschaftliches Instrument zum Klimaschutz. Zusammenfassung der Veranstaltung der Aachener Stiftung Kathy Beys am 27. Mai 2008 im ARTrium der Britischen Botschaft in Berlin. Internet: http://www.co2card.de/fileadmin/content/Texte/zusammenfassung_globaldokument_final.pdf (gelesen am 2. Juni 2014). Aachen: Aachener Stiftung Kathy Beys.
- Abrahamse, W. und Matthies, E. (2013): Informational strategies to promote pro-environmental behaviour: changing knowledge, awareness and attitudes. In: Steg, L., von den Berg, A. E. und De Groot, J. I. M. (Hrsg.): *Environmental Psychology: An Introduction*. Chichester: Wiley-Blackwell, 224–242.
- ACCCRN – Asian Cities Climate Change Resilience Network (2014): About ACCCRN. Internet: <http://www.acccrn.org/> (gelesen am 14. April 2014). New York: ACCCRN.
- Adaptation Committee of the UNFCCC (2013): The State of Adaptation under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 2013 Thematic Report. New York: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- Adger, N., Barnett, J., Dabelko, G. D., Hovelsrud, G. K., Levy, M., Spring, U. O. und Vogel, C. (2014): Human security. Chapter 12. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–63.
- Agentur für Erneuerbare Energien, Leuphana Universität Lüneburg und trend:research (2013): *Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland*. Bremen: trend:research.
- Agrawala, S., Klasen, S., Moreno, R. A., Barreto-Gomez, L., Cottier, T., Gámez-Vázquez, A. E., Guan, D., Gutierrez-Espeleta, E. E., Jiang, L., Kim, Y. G., Lewis, J., Messouli, M., Rauscher, M., Uddin, N. und Venables, A. (2014): Regional development and cooperation. Chapter 14. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–93.
- Aldy, J. E., Barrett, S. und Stavins, R. N. (2003): Thirteen plus one: a comparison of global climate policy architectures. *Climate Policy* 3 (4), 373–397.
- ALM – Adaptation Learning Mechanism (2014): Website. Internet: <http://www.adaptationlearning.net> (gelesen am 14. Juli 2014). New York, UNDP.
- Ansar, A., Caldecott, B. und Tilbury, J. (2013): *Stranded Assets and the Fossil Fuel Divestment Campaign: What Does Divestment Mean for the Valuation of Fossil Fuel Assets?* Oxford, New York: Smith School of Enterprise and the Environment.
- Anton, B., Cambray, A., Dupar, M., Westerlind-Wigstroem, A. und Gogoi, E. (2014): *Close to Home: Subnational Strategies for Climate Compatible Development*. London: Climate and Development Knowledge Network (CDKN).
- Appiah, K. A. (2006). *Cosmopolitanism: Ethics in a World of Strangers*. New York: W. W. Norton.
- Appiah, K. A. (2011): *Eine Frage der Ehre oder Wie es zu moralischen Umbrüchen kommt*. München: Beck.
- Aronson, E. und O’Leary, M. (1983): The relative effectiveness of models and prompts on energy conservation: A field experiment in a shower room. *Journal of Environmental Systems* 12, 219–224.
- Aust, H. P. (2013): Auf dem Weg zu einem Recht der globalen Stadt – „C40“ und der „Konvent der Bürgermeister“ im globalen Klimaschutzregime. *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, 673–704.
- Balsiger, P. (2013): *Embedding „Political Consumerism“: A Conceptual Critique*. EUI Working Papers MWP 2013/08. Internet: http://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/27318/MWP_2013_08.pdf (gelesen am 2. Juli 2014). San Domenico di Fiesole: European University Institute.
- BAMF – Bundesamt für Migration und Flüchtlinge (2012): *Klimamigration – Definitionen, Ausmaß und politische Instrumente in der Diskussion*. Nürnberg: BAMF.
- Bandura, A. (1997): *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: Freeman.
- Bandura, A. und Locke, E. A. (2003): Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology* 88, 87–99.
- Banu, S., Hu, W., Hurst, C. und Tong, S. (2011): Dengue transmission in the Asia-Pacific region: impact of climate change and socio-environmental factors. *Tropical Medicine & International Health* 16 (5), 598–607.
- Barber, B. (2013): *If Mayors Ruled the World: Dysfunctional Nations, Rising Cities*. New Haven: Yale University Press.
- Baringhorst, S. (2006): Keine Reizwäsche aus Burma. Menschenrechte durch politisierten Konsum? In: Lamla, J. und Neckel, S. (Hrsg.): *Politisierter Konsum – Konsumierte Politik (Soziologie der Politiken)*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 233–259.
- BBC – British Broadcasting Corporation (2007): *All Countries Need to Take Major Steps on Climate Change: Global Poll*. London: BBC World Service.
- Beck, U. (1997): *Was ist Globalisierung? Irrtümer des Globalismus. Antworten auf Globalisierung*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Beck, U. (2009): *World at Risk*. Cambridge: Polity Press.
- Becker, L. J. (1978): Joint effect of feedback and goal setting on performance: A field study of residential energy conservation. *Journal of Applied Psychology* 63, 428–433.
- Benhabib, S. (2006): *Another Cosmopolitanism*. Oxford: Oxford University Press.
- Betsill, M. M. und Bulkeley, H. (2006): Cities and the multilevel governance of global climate change. *Global Governance* 12, 141–159.
- Biermann, F. und Boas, I. (2010): *Preparing for a warmer world. Towards a global governance system to protect climate refugees*. *Global Environmental Politics* 10 (1), 60–88.
- Biermann, F., Pattberg, P., von Asselt, H. und Zelli, F. (2009): *The fragmentation of global governance architectures: a framework for analysis*. *Global Environmental Politics* 9 (4), 14–40.
- Bindoff, N. L., Stott, P. A., AchutaRao, K. M., Allen, M. R., Gillett, N., Gutzler, D., Hansingo, K., Hegerl, G., Hu, Y., Jain, S., Mokhov, I. I., Overland, J., Perlwitz, J., Sebbari, R. und Zhang, X. (2013): Detection and attribution of climate change: from global to regional. Chapter 10. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 867–928.

- Bird, C. (2010). *Local sustainable homes: how to make them happen in your community*. Totnes: Green Books.
- Blanco, G., de Coninck, H. und Würtenberger, L. (2012): *The Technology Mechanism under the UNFCCC: Ways Forward*. Policy Brief. London: Climate & Development Knowledge Network.
- BMFSFJ – Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2010): *Hauptbericht des Freiwilligensurveys 2009: Engagementpolitik, Zivilgesellschaft, soziales Kapital und freiwilliges Engagement in Deutschland 1999–2004–2009*. Internet: http://www.bmfsfj.de/RedaktionBMFSFJ/Broschuerenstelle/Pdf-Anlagen/3_20Freiwilligensurvey-Hauptbericht.pdf, bereich=bmfsfj, sprache=de, rwb=true.pdf (gelesen am 9. Juli 2014). Berlin: BMFSFJ.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und UBA – Umweltbundesamt (2013): *Umweltbewusstsein in Deutschland 2012*. Berlin, Dessau: BMU, UBA.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014): *Hendricks legt Eckpunkte für „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ vor*. BMUB Pressedienst Nr. 071/14 – Klimaschutz. Berlin: BMUB.
- Bodansky, D. (1993): *The United Nations Framework Convention on Climate Change: a commentary*. *Yale Journal of International Law* (18), 451–558.
- Bowerman, N. H. A., Frame, D. J., Huntingford, C., Lowe, J. A., Smith, S. M. und Allen, M. R. (2013): *The role of short-lived climate pollutants in meeting temperature goals*. *Nature Climate Change* 3, 1021–1024.
- Brangwyn, B. und Hopkins, R. (2008). *Transition Initiatives Primer*. Internet: <http://www.transitionnetwork.org/sites/www.transitionnetwork.org/files/TransitionInitiativesPrimer%283%29.pdf> (gelesen am 11. Mai 2014). Totnes: Transition Network.
- Brechin, S. R. und Bhandari, M. (2011): *Perceptions of climate change worldwide*. *Wiley Interdisciplinary Reviews on Climate Change* 2 (6), 871–885.
- Brown, J., Bird, N. und Schalatek, L. (2010): *Climate Finance Additionality: Emerging Definitions and Their Implications*. Berlin, London: Heinrich-Böll-Stiftung, ODI.
- Buchanan, J. M. (1965): *An Economic Theory of Clubs*. *Economica* 32 (125), 1–14.
- Bush, K. F., Luber, G., Kotha, S. R., Dhaliwal, R. S., Kapil, V., Pascual, M., Brown, D. G., Frumkin, H., Dhiman, R. C., Hess, J., Wilson, M. L., Balakrishnan, K., Eisenberg, J., Kaur, T., Rood, R., Batterman, S., Joseph, A., Gronlund, C. J., Agrawal, A. und Hu, H. (2011): *Impacts of climate change on public health in India: future research directions*. *Environmental Health Perspectives* 119 (6), 765.
- Byrne, R., Smith, A., Watson, J. und Ockwell, D. (2011): *Energy Pathways in Low-Carbon Development: From Technology Transfer to Socio-Technical Transformation*. STEPS Working Paper 46. Brighton: STEPS Centre.
- C40 Cities Climate Leadership Group (2012): *Quantifying the Emissions Benefit of Climate Action in C40 Cities*. Berlin: C40.
- C40 Cities Climate Leadership Group und Arup (2014): *Climate Action in Megacities. C40 Cities Baseline and Opportunities. Volume 2.0*. Berlin: C40, Arup.
- Carbon Tracker Initiative (2012): *Unburnable Carbon – Are the World's Financial Markets Carrying a Carbon Bubble?* London: Carbon Tracker Initiative.
- Carbon Tracker Initiative und Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment (2013): *Unburnable Carbon 2013. Wasted Capital and Stranded Assets*. London: Carbon Tracker Initiative, Grantham Research Institute.
- Caring for Climate, The Global Compact, UNEP – United Nations Environment Programme, WRI – World Resources Institute, CDP – Carbon Disclosure Project, WWF, Ceres und The Climate Group (2013): *Guide for Responsible Corporate Engagement in Climate Policy*. A Caring Climate Report. London: Caring for Climate.
- cCCR – carbon Cities Climate Registry (2014): *About cCCR*. Internet: <http://citiesclimaterestry.org/> (gelesen am 9. Januar 2014). Bonn: cCCR.
- CDP – Carbon Disclosure Project (2013): *Sector Insights: What is Driving Climate Change Action in the World's Largest Companies? Global 500 Climate Change Report 2013*. London: CDP.
- Chamberlin, S. (2009). *The Transition Timeline*. Totnes: Green Books.
- Christensen, J. H., Kumar, K. K., Aldrian, E., An, S.-I., Cavalcanti, I. F. A., Castro, M. d., Dong, W., Goswami, P., Hall, A., Kanyanga, J. K., Kitoh, A., Kossin, J., Lau, N.-C., Renwick, J., Stephenson, D. B., Xie, S.-P. und Zho, T. (2013): *Climate phenomena and their relevance for future regional climate change*. Chapter 14. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1217–1256.
- Christian Aid (2007): *Human Tide: The Real Migration Crisis*. London: Christian Aid.
- Chuffart, S. (2013): *Technology Transfer and Dissemination Under the UNFCCC: Achievements and New Perspectives*. Genf, New York: Graduate Institute of International and Development Studies (HEI), Columbia Law School – Centre for Climate Change Law.
- Church, J. A., Clark, P. U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M. A., Milne, G. A., Nerem, R. S., Nunn, P. D., Payne, A. J., Pfeffer, W. T., Stammer, D. und Unnikrishna, A. S. (2013): *Sea level change*. Chapter 13. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1137–1177.
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., M. Heimann, Jones, C., Quéré, C. L., Myneni, R. B., Piao, S. und Thornton, P. (2013): *Carbon and other biogeochemical cycles*. Chapter 6. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 465–544.
- Clarke, L., Jiang, K., Akimoto, K., Babiker, M., Blanford, G., Fisher-Vanden, K., Hourcade, J.-C., Krey, V., Krieger, E., Löschel, A., McCollum, D. L., Paltsev, S., Rose, S., Shukla, P. R., Tavoni, M., van der Zwaan, B. und van Vuuren, D. P. (2014): *Assessing transformation pathways*. Chapter 6. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–143.
- Climate Alliance (2014): *Welcome to the Website of Climate Alliance!* Internet: www.climatealliance.org (gelesen am 2. Januar 2014). Frankfurt/M., Brüssel: Climate Alliance.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J.-L., Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W. J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, A. J. und Wehner, M. (2013): *Long-term climate change: projections, commitments and irreversibility*. Chapter 12. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1029–1106.
- Comiso, J. C. und Nishio, F. (2008): *Trends in the sea ice cover using enhanced and compatible AMSR-E, SSM/I, and SMMR data*. *Journal of Geophysical Research* 113, 22.
- Comiso, J. C., Kwok, R., Martin, S. und Gordon, A. L. (2011): *Variability and trends in sea ice extent and ice production in the Ross Sea*. *Journal of Geophysical Research* 116, 19.
- Connective Cities (2014): *Connective Cities*. Internet: <http://www.connective-cities.net> (gelesen am 30. Juni 2014). Berlin: Städte-Plattform Connective Cities.
- Copeland, L. (2013): *Value change and political action: postmaterialism, political consumerism, and political participation*. *American Politics Research Advance* online publication, doi: 10.1177/1532673X13494235.

- Coughlin, T. und Grochowski, E. (2012): 2012–2016 Capital Equipment and Technology Report for the Hard Disk Drive Industry. Atascadero: Coughlin Associates.
- Cramer, W., Yohe, G., Auffhammer, M., Huggel, C., Molau, U., Faus da Silva Dias, M. A., Solow, A., Stone, D. und Tibig, L. (2014): Detection and attribution of observed impacts. Chapter 18. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–94.
- Cubasch, U., Wuebbles, D., Chen, D., Facchini, M. C., Frame, D., Mahowald, N. und Winther, J.-G. (2013): Introduction. Chapter 1. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 119–158.
- Curtis, K. und Schneider, A. (2011): Understanding the demographic implications of climate change: estimates of localized populations under future scenarios of sea-level rise. *Population and Environment* 33 (1), 28–54.
- Darlington, S. (1998): The ordination of a tree: The Buddhist ecology movement in Thailand. *Ethnology* 37 (1), 8.
- David, V., Zhou, D. T., Hassan, E., Ahmed, M., Kumar, P., Jos, D., Olivier, H., Rogner, H., Sheikho, K. und Yamaguchi, M. (2014): Introductory chapter. Chapter 1. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–65.
- Desertec Foundation (2013): Die DESERTEC Stiftung verlässt das Industriekonsortium Dii. Pressemitteilung. Internet: <http://www.desertec.org/de/presse/pressemitteilungen/130701-die-desertec-stiftung-verlaesst-das-industriekonsortium-dii/> (gelesen am 4. März 2014). Hamburg: Desertec Foundation.
- Desertec Foundation (2014): Welche Zukunft wollen wir? Gemasolar gewinnt den DESERTEC Award 2014. Internet: <http://www.desertec.org/de/> (gelesen am 3. März 2014). Hamburg: Desertec Foundation.
- Deutsche Bank Climate Change Advisors (2010): GET FIT Program. Global Energy Transfer Feed-in Tariffs for Developing Countries. Frankfurt/M.: Deutsche Bank.
- Deutsche Klimafinanzierung (2014a): Adaptation Fund (AF). Internet: <http://www.deutschklimafinanzierung.de/instrument/adaptation-fund-af/> (gelesen am 29. Mai 2014). Berlin, Bonn: Brot für die Welt, Germanwatch, Heinrich-Böll-Stiftung, Oxfam Deutschland.
- Deutsche Klimafinanzierung (2014b): Green Climate Fund (GCF). Internet: <http://www.deutschklimafinanzierung.de/instrument/green-climate-fund-gcf/> (gelesen am 29. Mai 2014). Berlin, Bonn: Brot für die Welt, Germanwatch, Heinrich-Böll-Stiftung, Oxfam Deutschland.
- Deutsche Klimafinanzierung (2014c): Least Developed Countries Fund (LDCF). Internet: <http://www.deutschklimafinanzierung.de/instrument/least-developed-countries-fund-ldcf/> (gelesen am 29. Mai 2014). Berlin, Bonn: Brot für die Welt, Germanwatch, Heinrich-Böll-Stiftung, Oxfam Deutschland.
- Deutsche Klimafinanzierung (2014d): Special Climate Change Fund (SCCF). Internet: <http://www.deutschklimafinanzierung.de/instrument/special-climate-change-fund-sccf/> (gelesen am 29. Mai 2014). Berlin, Bonn: Brot für die Welt, Germanwatch, Heinrich-Böll-Stiftung, Oxfam Deutschland.
- Die Junge Wirtschaft (2013): Gemeinwohlökonomie im Reality-Check. Internet: http://jwdaten.wko.at/jwmagazin/jwmagazin_2_13.pdf (gelesen am 10. März 2014). Wien: Junge Wirtschaft Österreich.
- Dörr, O. und Schmalenbach, K. (2012): Vienna Convention on the Law of Treaties. A Commentary. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Eberle, U., Brohmann, B. und Graulich, K. (2004): Nachhaltiger Konsum braucht Visionen. Ein Positionspapier. Darmstadt: Öko-Institut e.V.
- Ekardt, F. (2014): Nach dem Altrip-Urteil: Von der Klagebefugnis zu Verfahrensfehlern, Abwägungsfehlern und Individualklage. *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ)* 7, 393–396.
- Edenhofer, O., Flachslund, C., Stavins, R. und Stowe, R. C. (2013): Identifying Options for a New International Climate Regime Arising from the Durban Platform for Enhanced Action. Policy Brief. Internet: http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/berlin-workshop_digital4_2013.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Cambridge, MA: The Harvard Project on Climate Agreements, The Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change.
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Kadner, S., Minx, J. und Brunner, S. (2014): Technical Summary. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC.
- EKD – Evangelische Kirche in Deutschland (2008): Umkehr zum Leben – Nachhaltige Entwicklung im Zeichen des Klimawandels – Eine Denkschrift des Rates der Evangelischen Kirche in Deutschland. München: Gütersloher Verlagshaus.
- EKD – Evangelische Kirche in Deutschland (2011): Klimaschutzbericht der Evangelischen Kirche. Internet: http://www.ekd.de/download/S2011_III_i_Klimabericht.pdf (gelesen am 9. Juli 2014). Hannover: EKD.
- EKD – Evangelische Kirche in Deutschland (2013a): Beschluss zum Klimaschutz. 6. Tagung der 11. Synode der EKD, Düsseldorf, 7. bis 13. November 2013. Internet: http://www.kircheundgesellschaft.de/fileadmin/Dateien/Fachbereich_III/Dokumente/13_11_12_Synodalbeschluss_Klimaschutz.pdf (gelesen am 9. Juli 2014). Hannover: EKD.
- EKD – Evangelische Kirche in Deutschland (2013b): Leitfaden für ethisch nachhaltige Geldanlage in der evangelischen Kirche. Hannover: EKD.
- EKD – Evangelische Kirche in Deutschland (2014): Die Synode der EKD Schwerpunktthemen seit 1970. Internet: http://www.ekd.de/ekd_kirchen/synodenthemen.html (gelesen am 2. Juni 2014). Hannover: EKD.
- Erbguth, W. und Schlacke, S. (2014): Umweltrecht: Lehrbuch. 5. überarbeitete und erweiterte Auflage. Baden-Baden: Nomos.
- Erling, U. M. (2010): Carbon Compliance – Vermögens- und Investitionsschutz in Zeiten des Klimawandels. *Corporate Compliance Zeitschrift* 5, 188–192.
- EU Submission to the ADP (2013): Submission by Lithuania and the European Commission on Behalf of the European Union and its Member States, 16. September 2013. Internet: <http://unfccc.int/bodies/awg/items/6656.php> (gelesen am 30. Juni 2014). New York: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- EU-Kommission (2011): GPP in Practice – Lithuania's Central Purchasing Body Introduces GPP. Internet: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue14_Case_Study33_Lithuania_CPMa.pdf (gelesen am 7. Mai 2014). Brüssel: EU-Kommission.
- EU-Kommission (2012): GPP Green Public Procurement – A Collection of Good Practices – Clean Streets in Barcelona. Internet: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/GPP_Good_Practices_Brochure.pdf (gelesen am 5. Mai 2014). Brüssel: EU-Kommission.
- EU-Kommission (2013): Public Procurement in a Nutshell. Internet: <http://ec.europa.eu/trade/policy/accessing-markets/public-procurement> (gelesen am 2. Mai 2014). Brüssel: EU-Kommission.
- EU-Kommission (2014): Impact Assessment Accompanying the Communication. A Policy Framework for Climate and Energy in the Period from 2020 up to 2030. 2014 XXX Draft. Brüssel: EU-Kommission.
- Exner, A. (2011): Solidarische Ökonomie statt „Gemeinwohl-Ökonomie“. Internet: <http://www.social-innovation.org/?p=2548> (gelesen am 09. Mai 2014). Graz: Social Innovation Network.
- Expertengruppe Wissenschaft für Nachhaltigkeit (2013): Wissenschaft für Nachhaltigkeit. Herausforderung und Chance für das baden-württembergische Wissenschaftssystem. Stuttgart: Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg.

- Falke, J. (2004): Die Aarhus-Konvention und der Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten. In: Falke, J. und Schlacke, S. (Hrsg.): Information – Beteiligung – Rechtsschutz. Neue Entwicklungen im Umwelt- und Verbraucherrecht. Berlin: Rhombos Verlag, 99-130.
- Felber, C. (2012): Gemeinwohl-Ökonomie. Wien: Deuticke.
- Felber, C. (2014): Geld: Die neuen Spielregeln. Wien: Deuticke.
- Feola, G. und Nunes, R.J. (2013): Failure and Success of Transition Initiatives: A Study of the International Replication of the Transition Movement. Reading: Walker Institute.
- Field, C., Barros, V., Mach, K. und Mastrandrea, M. (2014): Technical Summary. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1-76.
- Figueres, C. (2014): Faith Leaders Need to Find Their Voice on Climate Change. Internet: <http://www.theguardian.com/environment/2014/may/07/faith-leaders-voice-climate-change> (gelesen am 2. Juni 2014). London: The Guardian.
- Finke, P. (2014): Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien. München: oekom.
- Fischedick, M., Roy, J., Abdel-Aziz, A., Acquaye, A., Allwood, J., Ceron, J.-P., Geng, Y., Kheshgi, H., Lanza, A., Perczyk, D., Price, L., Santalla, E., Sheinbaum, C. und Tanaka, K. (2014): Industry. Chapter 10. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1-114.
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., V. Eyring, Forest, C., Gleckler, P., Guilyardi, E., Jakob, C., Kattsov, V., Reason, C. und Rummukainen, M. (2013): Evaluation of climate models. Chapter 9. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 741-824.
- Fleurbaey, M., Kartha, S., Bolwig, S., Chee, Y. L., Chen, Y., Corbera, E., Lecocq, F., Lutz, W., Muylaert, S., Norgaard, R. B., Okereke, C. und Sagar, A. (2014): Sustainable development and equity. Chapter 4. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1-116.
- Fossil Free (2014a): Commitments. Internet: <http://gofossilfree.org/commitments/> (gelesen am 2. Juni 2014). Brüssel: Fossil Free Europe.
- Fossil Free (2014b): It's Wrong to Profit from Wrecking the Climate. Internet: <http://gofossilfree.org/> (gelesen am 2. Juni 2014). Brüssel: Fossil Free Europe.
- Frank, W. (2013): Klimahaftung und Kausalität – Urteilsanmerkung zur Entscheidung des US Court of Appeals for the Ninth Circuit vom 21.9.2012 im Verfahren Native City of Kivalina v. Exxon Mobil et al. Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR) 1, 28-32.
- Frank, W. (2014): Überlegungen zur Klimahaftung nach Völkerrecht. Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht Extra 11, 1-8.
- French, D. und Rajamani, L. (2013): Climate change and international environmental law: musings on a journey to somewhere. Journal of Environmental Law 25 (3), 437-461.
- Friedlingstein, P., Houghton, J., Marland, G., Hackler, J., Boden, T. A., Conway, T. J., Canadell, J. G., Raupach, M. R., Clais, P. und Le Quéré, C. (2010): Update on CO₂ emissions. Nature Geoscience 3, 811-812.
- Gabler Wirtschaftslexikon (2014): Begriff „Multi-Stakeholder-Initiative“. Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/611744041/multi-stakeholder-initiative-v1.html> (gelesen am 2. Juni 2014). Wiesbaden: Springer.
- GEA – Global Environmental Assessment (2012): Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future. Wien, Cambridge, New York: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Cambridge University Press.
- Geden, O. (2008): Strategischer Konsum statt nachhaltiger Politik? Ohnmacht und Selbstüberschätzung des „klimabe-wussten“ Verbrauchers. Transit – Europäische Revue 36, 132-141.
- GHG – Greenhouse Gas Protocol (2014): City and Community GHG Accounting. Internet: <http://www.ghgprotocol.org/city-accounting> (gelesen am 4. Juni 2014). Washington, DC: GHG.
- Global Climate Convergence (2014): Mother Earth Day to May Day. Internet: <http://globalclimateconvergence.org> (gelesen am 9. Juli 2014). Madison, WI: Global Climate Convergence.
- Gobitec (2014): Welcome to the GOBITEC Initiative. Internet: <http://www.gobitec.org/> (gelesen am 24. April 2014). Seoul: Hanns Seidel Foundation Korea.
- Goldenberg, S. (10.04.2014): Harvard Faculty Members Urge University to Divest from Fossil Fuels. London: The Guardian.
- Gordon, D. J. (2013): Between local innovation and global impact: cities, networks, and the governance of climate change. Canadian Foreign Policy Journal 19 (3), 288-307.
- Greene, C. und Kammen, D. M. (2014): E360 Comment: Why the Fossil Fuel Divestment Movement Will Succeed. Yale: Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Grin, J., Rotmans, J. und Schot, J. (2010): Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change. New York, London: Routledge.
- Groß, M., Hoffmann-Riem, H. und Krohn, W. (2005): Realexperimente. Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft. Bielefeld: Transcript.
- Grunwald, A. (2010): Wider die Privatisierung der Nachhaltigkeit. Warum ökologisch korrekter Konsum die Umwelt nicht retten kann. GAIA 19 (3), 178-182.
- Gupta, S., Harnisch, J., Barua, D. C., Chingambo, L., Frankel, P., Garrido Vázquez, R. J., Gómez-Echeverri, L., Haites, E., Huang, Y., Kopp, R., Lefèvre, B., de Oliveira Machado-Filho, H. und Massetti, E. (2014): Cross cutting investment and finance issues. Chapter 16. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1-63.
- Haites, E., Yamin, F. und Höhne, N. (2013): Possible Elements of a 2015 Legal Agreement on Climate Change. Working Paper 16/13. Internet: http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/WP1613_EH%20FY%20NH_legal%20agreement%202015.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Paris: Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI).
- Hanson, S., Nicholls, R., Ranger, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, J., Herweijer, C. und Chateau, J. (2011): A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. Climatic Change 104, 89-111.
- Hartmann, D. L., Klein Tank, A. M. G., Rusticucci, M., Alexander, L. V., Brönnimann, S., Abdul-Rahman Charabi, Y., Dentener, F. J., Dlugokencky, E. J., Easterling, D. R., Kaplan, A., Soden, B. J., Thorne, P. W., Wild, M. und Zhai, P. (2013): Observations: atmosphere and surface. Chapter 2. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 159-254.
- Haya, B. (2009): Measuring Emissions Against an Alternative Future: Fundamental Flaws in the Structure of the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism. Berkeley, CA: University of California, Berkeley Energy and Resources Group.
- Hedger, M. (2012): Stagnation or Regeneration: Technology transfer in the United Nations Framework Convention on Climate Change. In: Ockwell, O. und Mallet, A. (Hrsg.) Low-Carbon Technology Transfer – From Rhetoric to Reality. London: Routledge.
- Heinrichs, D., Aggarwal, R., Barton, J., Bharucha, E., Butsch, C., Fragkias, M., Johnston, P., Kraas, F., Krellenberg, K., Lampis, A., Ooi, G. L. und Vogel, J. (2011): Adapting Cities to Climate Change: Opportunities and Constraints. In: Hoornweg, D., Freira, M., Lee, M. J., Bhada-Tata, P. und Yuen, B. (Hrsg.): Cities and Climate Change. Responding to an Urgent Agenda. The World Bank. Urban Development Series 1. Washington, DC: World Bank, 193-224.

- Hijioka, Y., Lin, E., Pereira, J. J., Corlett, R. T., Cui, X., Insarov, G., Lasco, R., Lindgren, E. und Surjan, A. (2014): Asia. Chapter 24. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–68.
- Hirschmann, A. O. (1970): Exit, Voice, and Loyalty. Responses to Decline in Firms, Organizations, and States. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Hirschmann, A. O. (1982): Shifting Involvements: Private Interest and Public Action. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Höhne, N., Den Elzen, N. und Escalante, D. (2013): Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies. Climate Policy 6, 3–27.
- Holstenkamp, L. und Ulbrich, S. (2010): Bürgerbeteiligung mittels Fotovoltaikgenossenschaften. Marktüberblick und Analyse der Finanzierungsstruktur. Arbeitspapierreihe Wirtschaft & Recht Nr. 8. Lüneburg: Leuphana Universität.
- Holzer, B. (2007): Einführung: Politik im Supermarkt. In: Geiselerberger, H. (Hrsg.): Und jetzt? Politik, Protest und Propaganda. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 251–267.
- Hopkins, R. (Hrsg.) (2005): Kinsale 2021. An Energy Descent Action Plan. Internet: <http://transitionculture.org/wp-content/uploads/members/KinsaleEnergyDescentActionPlan.pdf> (gelesen am 11. Mai 2014). Kinsale: Kinsale Further Education College.
- Hopkins, R. (2008): Energiewende – Das Handbuch. Anleitungen für zukunftsfähige Lebensweisen. Frankfurt/M.: Zweitausendeins.
- Hopkins, R. (2011): The Transition Companion. Making Your Community More Resilient in Uncertain Times. Totnes: Green Books.
- Hopkins, R. (2013): The Power of Just Doing Stuff. Cambridge: Green Books.
- Hörl, M. (2012): Die Gemeinwohl-Falle. Wie man mit Halb- und Unwahrheiten eine Gesellschaft aufwiegelt. Großmain: eco-bizz.
- Horstmann, B. und Schulz-Heiss, G. (2014): Delivering International Adaptation Finance to Vulnerable Communities: A Study on Potentials and Limits of Social Investment Funds. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE) (im Erscheinen).
- Huber, W. (2007): Es ist nicht zu spät für eine Antwort auf den Klimawandel. Hannover: EKD.
- ICJ – International Court of Justice (1999): Kasikili/Sedudu Island (Botswana/Namibia), Judgment. ICJ Reports, 1045–1109. The Hague: ICJ.
- ICLEI – Local Governments for Sustainability (2014a): About ICLEI. Internet: <http://www.iclei.org> (gelesen am 4. Januar 2014). Bonn: ICLEI.
- ICLEI – Local Governments for Sustainability (2014b): ICLEI Local Government Climate Roadmap. Internet: www.iclei.org/climate-roadmap (gelesen am 5. März 2014). Bonn: ICLEI.
- ICSU – International Council for Science (2013): Future Earth Research for Global Sustainability. Draft Initial Design Report. Paris: ICSU.
- ICTSD (2011): Fostering Low Carbon Growth: The Case for a Sustainable Energy Trade Agreement. Genf: ICTSD.
- IDMC – Internal Displacement Monitoring Centre und NRC – Norwegian Refugee Council (2013): Global Estimates 2012: People Displaced by Disasters. Genf: IDMC, NRC.
- IEA – International Energy Agency (2010): Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios & Strategies to 2050. Paris: IEA.
- IEA – International Energy Agency (2011): IEA Analysis on Fossil-Fuel Subsidies. Paris: IEA.
- IEA – International Energy Agency (2013a): Redrawing the Energy-Climate Map. World Energy Outlook Special Report. Paris: IEA.
- IEA – International Energy Agency (2013b): World Energy Outlook 2013 Factsheet. How Will Global Energy Markets Evolve to 2035? Paris: IEA.
- IFEES – Islamic Foundation for Ecology and Environmental Science (2013): Activities/Projects. Internet: <http://www.ifees.org.uk/re-evaluation> (gelesen am 2. Juni 2014). London: IFEES.
- IIGCC – Institutional Investors Group on Climate Change (2014): IIGCC Website. Internet: <http://www.iigcc.org> (gelesen am 10. Juni 2014). London: IIGCC.
- ILC – International Law Commission (2014): Protection of the Atmosphere. Internet: (http://legal.un.org/ilc/guide/8_8.htm) (gelesen am 30. Juni 2014). New York: ILC (UN).
- IMF – International Monetary Fund (2013): Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications. Washington, DC: IMF.
- Inglehart, R. F. (2008): Changing values among western publics from 1970 to 2006. West European Politics 31 (1–2), 130–146.
- Insar Consult (2013): Benchmark-Analyse internationaler Städtenetzwerke und -initiativen. Studie im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Berlin: Insar Consult (unveröffentlicht).
- IOM – International Organization for Migration (2009): Migration, Climate Change and the Environment: A Complex Nexus. Internet: <https://www.iom.int/cms/en/sites/iom/home/what-we-do/migration-and-climate-change/a-complex-nexus.html> (gelesen am 25. März 2014). Genf: IOM.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2000): IPCC Special Report Emission Scenarios. Genf: IPCC.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2001): Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007a): Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report. Full Report. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007b): Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013a): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Full Report. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013b): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014a): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014b): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014c): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014d): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- ITUC – International Trade Union Confederation (2010): Trade Unions Recommendations for Cancun's Deliberations of the AWG-LCA. 16th Conference of the Parties (COP16). Internet: http://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/COP16_ITUC_Recommendations-2.pdf (gelesen am 9. Juli 2014). Brüssel: ITUC.
- Jackson, T. (2009): Wohlstand ohne Wachstum. Leben und Wirtschaften in einer endlichen Welt. München: oekom.

- Jiménez Cisneros, B. E., Arnell, N. W., Benito, G., Cogley, J. G., Döll, P., Jiang, T. und Mwakilila, S. S. (2014): Freshwater resources. Chapter 3. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–76.
- Jonas, H. (1979): Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Jordan, A., Rayner, T., Schroeder, H., Adger, N., Anderson, K., Bows, A., Le Quéré, C., Joshi, M., Mander, S., Vaughan, N. und Whitmarsh, L. (2013): Going beyond two degrees? The risks and opportunities of alternative options. *Climate Policy* 13 (6), 751–769.
- Jordan, A., Wurzel, R. K. W. und Zito, A. R. (2003): 'New' Instruments for Environmental Governance? National Experiences and Prospects. London: Frank Cass.
- Joughin, I., Smith, B. E. und Medley, B. (2014): Marine ice sheet collapse potentially under way for the Thwaites Glacier Basin, West Antarctica. *Science* 344 (6185), 735–738.
- Julius Raab Stiftung (2012): Anschlag auf unseren Wohlstand? Wie die Gemeinwohl-Ökonomie unsere Soziale Marktwirtschaft zerstören will. Wien: Julius Raab Stiftung.
- Kals, E., Syme, G. J., Kärcher, J. D., Müller, M. M. und Nancarrow, B. E. (2005): Community views of fairness in environmental conflicts: Evidence from Germany and Australia. *Journal of Environmental Systems* 31 (2), 117–140.
- KBSS – KlimaBündnis-Städte Schweiz (2014): KlimaBündnis-Städte Schweiz (KBSS). Weg vom Wachstum – Wege zur 2000-Watt-Gesellschaft! Internet: <http://www.klimabuendnis.ch/> (gelesen am 14. April 2014). Bern: KBSS.
- Kemfert, C. und Horne, J. (2013): Good Governance of the Energiewende in Germany: Wishful Thinking or Manageable? Berlin: Hertie School of Governance.
- Kirtman, B., Power, S. B., Adedoyin, J. A., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., Doblas-Reyes, F. J., Fiore, A. M., Kimoto, M., Meehl, G. A., Prather, M., Sarr, A., Schär, C., Sutton, R., Oldenborgh, G. J. v., Vecchi, G. und Wan, H. J. (2013): Near-term climate change: projections and predictability. Chapter 11. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 953–1008.
- Klima-Allianz Deutschland (2014): Energiewende nicht kentern lassen! Internet: <http://www.die-klima-allianz.de/energiewende-nicht-kentern-lassen-grossdemonstration-am-10-mai-in-berlin> (abgerufen 9.7.2014). Berlin: Klima-Allianz Deutschland.
- Klimzug – Klimawandel in Regionen (2013): Über Klimzug. Internet: <http://www.klimzug.net/160.php> (gelesen am 4. Juni 2014). Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Fördermaßnahme Klimzug.
- Klimzug Nordhessen – Klimawandel in Regionen (2012): Klimawandel: Neue Gefahr durch Zecken und Mückenstiche? Internet: <http://www.klimzug.de/de/353.php> (gelesen am 12. Mai 2014). Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Fördermaßnahme Klimzug.
- Klöckner, C. und Verplanken, C. (2012): Yesterday's habits preventing change for tomorrow? The influence of automaticity on environmental behaviour. In: Steg, L., van den Berg, A. E. und de Groot, J. I. M. (Hrsg.): Environmental Psychology – An Introduction. London, Chichester: Wiley, 197–209.
- Kolstad, C., Urama, K., Broome, J., Bruvoll, A., Olvera, M. C., Fullerton, D., Gollier, C., Hanemann, W. M., Hassan, R., Jotzo, F., Khan, M. R., Meyer, L. und Mundaca, L. (2014): Social, economic and ethical concepts and methods. Chapter 3. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–130.
- Kovats, S., Valentini, R., Bouwer, L. M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M. und Sossana, J.-F. (2014): Europe. Chapter 23. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–93.
- Kraas, F. (2012): Das Hochwasser 2011 in Bangkok. *Geographische Rundschau* 64 (1), 58–61.
- Kreft, S. und Bals, C. (2013): Warschau, Lima, Paris – Im Dreisprung zum Klimaabkommen. Ausblick auf den Klimagipfel COP 19 in Warschau. Hintergrundpapier. Internet: <https://germanwatch.org/de/download/8413.pdf> (gelesen am 30. Juni 2014). Bonn, Berlin: Germanwatch e.V.
- Kreft, S., Weischer, L., Bals, C., Eckstein, D., Gerber, K., Jung-hans, L., Kaloga, A., Schwarz, R. und Treber, M. (2013): Schwaches Ergebnis trotz Verlängerung beim Klimagipfel im Warschauer Stadion – Ein internationales Abkommen braucht neue Spieler, besseren Spiel Aufbau und südamerikanische Dynamik. Hintergrundpapier. Bonn: Germanwatch.
- Kreibich, N. und Fechtner, H. (2013): Potentiale ausgeschöpft und Hürden überwunden? CDM und JI in der ersten Kyoto-Verpflichtungsperiode. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie.
- Kriegler, E., Riahi, K., Petermann, N., Bosetti, V., Capros, P., van Vuuren, D. P., Criqui, P., Egenhofer, C., Fragkos, P., Johnson, N., Paroussos, L., Behrens, A. und Edenhofer, O. (2014): Assessing Pathways toward Ambitious Climate Targets at the Global and European Levels. A Synthesis of Results from the AMPERE Project. Berlin: AMPERE Project.
- Kunreuther, H., Gupta, S., Bosetti, V., Cooke, R., Dutt, V., Ha-Duong, M., Held, H., Llanes-Regueiro, J., Patt, A., Shittu, E. und Weber, E. (2014): Integrated risk and uncertainty assessment of climate change response policies. Chapter 2. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–92.
- Lamla, J. (2013): Verbraucherdemokratie. Politische Soziologie der Konsumgesellschaft. Berlin: Suhrkamp.
- Lange, A., Löschel, A., Vogt, C. und Ziegler, A. (2010): On the self-interested use of equity in international climate negotiations. *European Economic Review* 54 (3), 359–375.
- Le Quéré, C., Peters, G. P., Andres, R. J., Andrew, R. M., Boden, T. A., Ciais, P., Friedlingstein, P., Houghton, R. A., Marland, G., Moriarty, R., Sitch, S., Tans, P., Arneeth, A., Arvanitis, A., Bakker, E., Bopp, L., Canadell, J. G., Chini, L. P., Doney, S. C., Harper, A., Harris, I., House, J. I., Jain, A. K., Jones, S. D., Kato, E., Keeling, R. F., Klein Goldewijk, K., Körtzinger, A., Koven, C., Lefèvre, N., Omar, A., Ono, T., Park, G.-H., Pfeil, B., Poulter, B., Raupach, M. R., Regnier, P., Rödenbeck, C., Saito, S., Schwinger, J., Segsneider, J., Stocker, B. D., Tilbrook, B., van Heuven, S., Viovy, N., Wanninkhof, R., Wiltshire, A. und Zaehle, S. (2013): Global Carbon Budget 2013. *Earth System Science Data Discussion*. Internet: <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/13/contributions.htm> (gelesen am 30. Juni 2014). Canberra: Global Carbon Project.
- Lee, T. (2011): Why do cities participate in global climate networks? *Global Environmental Politics* 13 (1), 108–128.
- Lenton, T. M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J. W., Lucht, W., Rahmstorf, S. und Schellnhuber, H. J. (2008): Tipping elements in the Earth's climate system. *PNAS* 105 (6), 1786–1793.
- Levermann, A. (2014): Climate economics: make supply chains climate-smart. *Nature* 506, 27–29.
- Liefferink, D., Veenman, S. und Wiering, M. (2013): Pioneers revisited: broadening the pioneers concept in European Union environmental policy. In: Monaghan, E., Wurzel, R., A. E. G., J., Gibbs, D., Connelly, J. und Eden, S. (Hrsg.): New Climate Alliances. Gutachten des Centre for European Union Studies und dem Centre for Low Carbon Futures. York: Centre for Low Carbon Futures, 9–12.
- Lindenberg, N. und Pauw, P. (2013): Minderungs- und Anpassungsfinanzierung sind grundverschieden – schmeißt sie nicht in einen Topf! Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).
- Locke, E. A. und Latham, G. P. (1990): A Theory of Goal-Setting and Task Performance. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lucon, O., Ürge-Vorsatz, D., Ahmed, A. Z., Akbari, H., Bertoldi, P., Cabeza, L. F., Eyre, N., Gadgil, A., Harvey, L. D. D., Jiang, Y., Lipphoto, E., Mirasgedis, S., Murakami, S., Parikh, J., Pyke, C. und Vilariño, V. (2014): Buildings. Chapter 9. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of

- Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–105.
- Marzeion, B. und Levermann, A. (2014): Loss of cultural and world heritage and currently inhabited places to sea-level rise. *Environmental Research Letters* 9, 7.
- Mathesius, S., Hofmann, M., Caldeira, K. und Schellnhuber, H. J. (in Vorbereitung): Deep sea memory of high atmospheric CO₂ concentration.
- McCann, E. J. und Ward, K. (Hrsg.) (2011): *Mobile Urbanism. Cities and Policymaking in the Global Age*. Minneapolis, London: University of Minnesota Press.
- McDonald, A. und Schrattenholzer, L. (2001): Learning rates for energy technologies. *Energy Policy*, 29, 255–261.
- McGranahan, G., Balk, D. und Anderson, B. (2007): The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment & Urbanization* 19 (1), 17–37.
- McMichael, T., Montgomery, H. und Costello, A. (2012): Health risks, present and future, from global climate change. *The BMJ* 344, e1359.
- Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S. C. B., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D. J. und Allen, M. R. (2009): Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature* 458, 1158–1161.
- Meinshausen, M., Smith S. J., Calvin K., Daniel J. S., Kainuma, M. L. T., Lamarque, J.-F., Matsumoto, K., Montzka, S. A., Raper, S. C. B., Riahi, K., Thomson, A., Velders, G. J. M. und van Vuuren, D.P. P. (2011): The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Climatic Change*, DOI 10.1007/s10584-011-0156-z.
- Mersmann, F. und Hermwille, L. (2014): *Technology Cooperation. Update on the Technology Mechanism and Options for Using Carbon Markets*. JIKO Policy Brief Nr. 1. Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Micheletti, M. (2003): *Political Virtue and Shopping Individuals, Consumerism and Collective Action*. New York: Palgrave Macmillan.
- Micheletti, M. und Stolle, D. (2005): The concept of political consumerism. In: Sherrod, L. R. (Hrsg.): *Youth Activism – An International Encyclopedia*. Westport: Greenwood Publishing, 238–250.
- Micheletti, M., Stolle, D. und Berlin, D. (2012): Habits of sustainable citizenship: the example of political consumerism. In: Warde, A. und Southerton, D. (Hrsg.): *The Habits of Consumption, COLLeGIUM of Studies Across Disciplines in the Humanities and Social Sciences*. Volume 12. Helsinki: Helsinki Collegium for Advanced Studies, 142–164.
- Milne, J. L. und Field, C. B. (2012): *Assessment Report from the GCEP Workshop on Energy Supply with Negative Carbon Emissions*. Stanford: Global Climate and Energy Project, Stanford University.
- Mistra Urban Futures (2014): *Cape Town – City of Extremes*. Internet: <http://www.mistraurbanfutures.org/en/node/13> (gelesen am 22. Mai 2014). Cape Town, Gothenburg, Greater Manchester: Mistra Urban Futures.
- Monaghan, E., Wurzel, R., Jonas, A. E. G., Gibbs, D., Connelly, J. und Eden, S. (Hrsg.) (2013): *New Climate Alliances*. Study. Birmingham: Centre for European Union Studies (CEUS), Centre for Low Carbon Futures.
- Morgan, J., Tirpak, D., Levin, K. und Dagnet, Y. (2013): *A Pathway to a Climate Change Agreement in 2015: Options for Setting and Reviewing GHG Emission Reduction Offers*. Working Paper. Internet: http://www.wri.org/sites/default/files/options_for_setting_and_reviewing_ghg_emission_reduction_offers.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Washington, DC: World Resources Institute (WRI).
- Morton, R. B. und Williams, K. C. (2010): *Experimental Political Science and the Study of Causality*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- MPP – Medicines Patent Pool (2014): *About the MPP*. Internet: <http://www.medicinespatentpool.org/about/> (gelesen am 8. Juli 2014). Genf: MPP.
- Myers, N. (2005): *Environmental Refugees. An Emergent Security Issue*. Paper Presented at 13th OSCE Economic Forum, Prague, 23–27 May 2005. Internet: <http://www.osce.org/node/14851> (gelesen am 9. Juli 2014). Wien: Organization for Security and Co-operation in Europe (OSCE).
- Neuhoff, K., Fankhauser, S., Guerin, E., Hourcade, J. C., Jackson, H., Rajan, R. und Ward, J. (2010): *Structuring International Financial Support to Support Domestic Climate Change Mitigation in Developing Countries*. Cambridge, UK: Climate Strategies, University of Cambridge.
- Nevens, F., Frantzeskaki, N., Gorissen, L. und Loorbach, D. (2013): Urban Transition Labs: co-creating transformative action for sustainable cities. *Journal of Cleaner Production. Special Issue „Bridges for a More Sustainable Future: Uniting Continents and Societies“* 50, 111–122.
- Ngwadla, X., Abeyasinghe, A. C. und Freitas, A. (2013): *The 2015 Climate Agreement: Lessons from the Bali Road Map*. Internet: <http://www.eurocapacity.org/downloads/2015ClimateAgreement.pdf> (gelesen am 30. Juni 2014). Oxford: European Capacity Building Initiative (ECBI).
- Niang, I., Ruppel, O. C., Abdrabo, M., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. und Urquhart, P. (2014): Africa. Chapter 22. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–115.
- Nicholls, R. J., Marinova, N., Lowe, J. A., Brown S., Vellinga, P., de Gusmão, D., Hinkel, J. und Tol, R. S. J. (2011): Sea-level rise and its possible impacts given a ‘beyond 4°C world’ in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 13 369 (1934), 161–181.
- Nordhaus, W. D. (2013): *The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*. New Haven: Yale University Press.
- Nordkirche (2014): *Lübecker Gemeindegruppe testet ein Leben ohne Kunststoff*. Internet: <http://www.umwelt-nek.de/leben-ohne-kunststoff/#more-805/> (gelesen am 2. Juni 2014). Lübeck: Evangelische Kirche in Deutschland.
- North, P. (2010). *Local Money: How to Make it Happen in your Community*. Totnes: Green Books.
- Nowotny, H., Scott, P. und Gibbons, M. (2011): *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Oxford: Blackwell Publishers.
- O’Hara, E. (2013): *Local Communities Leading the Way to a Low-Carbon Society*. Internet: <http://aeidl.eu/images/stories/pdf/transition-final.pdf> (gelesen am 02. Mai 2014). Brüssel: L’Association Européenne pour l’Information sur le Développement Local (AEIDL).
- Ockwell, D., Haum, R., Mallet, A. und Watson, J. (2010): Intellectual property rights and low carbon technology transfer: Conflicting discourses of diffusion and development. *Global Environmental Change* 20, 729–738.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2013): *Mapping out Good Practices for Promoting Green Public Procurement*. OECD Meeting of Leading Practitioners on Public Procurement, 11–12 February 2013, Paris. GOV/PGC/ETH(2013)3. Paris: OECD.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2014): *A Call for Zero Net Emissions*. Paris: OECD.
- Oekonews.at (2014): *Frankreich: 50% aller staatlichen Dienstfahrzeuge bis 2016 elektrisch*. Internet: http://www.oekonews.at/index.php?mdoc_id=1093238 (gelesen am 12. August 2014). Orth/Donau: Oekonews.at.
- Olson, M. (1965): *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press.
- Oppenheimer, M., Campos, M., Birkmann, J., Luber, G., O’Neill, B. und Takahashi, K. (2014): Emergent risks and key vulnerabilities. Chapter 19. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–107.
- ORF – Österreichischer Rundfunk (2014): *Papst schreibt Enzyklika über Ökologie*. Internet: <http://religion.orf.at/stories/2627394/> (gelesen am 25. Juni 2014). Wien: ORF.

- Osterhammel, J. (2009): Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts. München: Beck.
- Ostrom, E. (2009): A Polycentric Approach for Coping with Climate Change. Policy Research Working Paper 5095. Washington, DC: World Bank.
- OurVoices (2014): Bringing Faith to Climate Talks. Internet: <http://ourvoices.net/> (gelesen am 2. Juni 2014). London: Conservation Foundation.
- Oxford Academics for Fossil Fuel Divestment (2014): The Open Letter. Internet: <http://oxfordacademicsfordivestment.wordpress.com> (gelesen am 5. Juni 2014). Oxford, New York: Oxford Academics for Fossil Fuel Divestment.
- Paech, N. (2012): Befreiung vom Überfluss: Auf dem Weg in die Postwachstumsökonomie. München: oekom.
- Palmer, M. und Finlay, V. (2002): Faith in Conservation – New Approaches to Religions and the Environment. Washington, DC: World Bank.
- Pauw, P. und Dzebo, A. (2014): Technische Fragen dürfen die Klimafinanzierung nicht ausbremsen. Die Aktuelle Kolumne. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).
- Pauw, P. und Pegels, A. (2013): Private sector engagement in climate change adaptation in least developed countries: an exploration. *Climate and Development* 5 (4), 257–267.
- Petrin, J. (2012). *Nexthamburg: Bürgervisionen für eine neue Stadt*. Hamburg: Edition Körber-Stiftung.
- PIK – Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (2014): Details on the 4th Nobel Laureates Symposium on Global Sustainability in Hong Kong from 8th to 11th October 2014. Internet: <http://www.nobel-cause.de/hong-kong-2014> (gelesen am 9. Juli 2014). Potsdam: PIK.
- Pinkerton, T. und Hopkins, R. (2009). *Local Food: How to Make it Happen in Your Community*. Totnes: Green Books.
- Polanyi, K. (1944): „The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time“, New York: Farrar & Rinehart.
- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D. und Travasso, M. I. (2014): Food security and food production systems. Chapter 7. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–82.
- Pörtner, H.-O., Karl, D., Boyd, P. W., Cheung, W., Lluch-Cota, S. E., Nojiri, L., Schmidt, D. und Zavialov, P. (2014): Ocean systems. Chapter 6. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–138.
- Poteete, A. R., Janssen, M. A. und Ostrom, E. (2010): *Working Together: Collective Action, the Commons, and Multiple Methods in Practice*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- PWC – Price Waterhouse Coopers, Significant und Ecofys (2009): Collection of Statistical Information on Green Public Procurement in the EU. Report on Data Collection Results. Arnheim: PWC.
- Ralston, H., Horstmann, B. und Holl, C. (2004): *Klimawandel. Eine Herausforderung für Tuvalu*. Informationsbroschüre. Bonn, Berlin: Germanwatch.
- Readfern, G. (2014): Pope Francis Urged to Back Fossil Fuel Divestment Campaign. Internet: <http://www.theguardian.com/environment/2014/apr/16/pope-francis-back-fossil-fuel-divestment-campaign-religions-groups> (gelesen am 7. Mai 2014). London: The Guardian.
- RELIEF – Research on Green Purchasing und ICLEI – The International Council for Local Environmental Initiatives (2002): *Eco-Procurement – The Path to a Greener Marketplace*. Freiburg: ICLEI European Secretariat.
- Revi, A., Satterthwaite, D., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R. B. R., Pelling, M., Roberts, D. und Solecki, W. D. (2014): Urban areas. Chapter 8. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–113.
- RGI – Renewables-Grid-Initiative (2014): Mission Statement. Internet: <http://renewables-grid.eu/about/mission.html> (gelesen am 6. März 2014). Berlin: RGI.
- Rhein, M., Rintoul, S. R., Aoki, S., Campos, E., Chambers, D., Feely, R. A., Gulev, S., Johnson, G. C., Josey, S. A., Kostianoy, A., Mauritzen, C., Roemmich, D., Talley, L. D. und Wang, F. (2013): Observations: ocean. Chapter 3. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 255–297.
- Robinson, A., Calov, R. und Ganopolski, A. (2012): Multistability and critical thresholds of the Greenland ice sheet. *Nature Climate Change* 2 (6), 429–432.
- Romani, M. und Stern, N. (2011): *Delivering Climate Finance: Principles and Practice for Funding the Fund*. Policy Paper. London: Centre for Climate Change Economics and Policy. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.
- Sassatelli, F. und Davolio, F. (2010): Consumption, pleasure and politics: slow food and the politico-aesthetic problematization of food. *Journal of Consumer Culture* 10 (2), 202–232.
- Schinke, B. und Klawitter, J. (2011): Desertec and Human Development at the Local Level in the MENA-Region. A human rights-based and sustainable livelihoods analysis. Stuttgart: Germanwatch und Brot für die Welt.
- Schlacke, S. (2008): Überindividueller Rechtsschutz. Phänomenologie und Systematik überindividueller Klagebefugnisse im Verwaltungs- und Gemeinschaftsrecht, insbesondere am Beispiel des Umweltrechts. Tübingen: Mohr Siebeck.
- Schlacke, S. (2014a): Grenzwert oder Politikziel? Dogmatik und Legitimität der 2°C-Leitplanke. In: Dilling, O. und Markus, T. (Hrsg.): *Ex Rerum Natura Ius? – Sachzwang und Problemwahrnehmung im Umweltrecht*. Tagungsband anlässlich des 70. Geburtstags von Prof. Dr. Dr. h.c. Gerd Winter. Baden-Baden: Nomos, 93–103.
- Schlacke, S. (2014b): Zur fortschreitenden Europäisierung des (Umwelt-)Rechtsschutzes. *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ)* 1–2, 11–18.
- Schlacke, S., Schrader, C. und Bunge, T. (2010): Informationsrechte, Öffentlichkeitsbeteiligung und Rechtsschutz im Umweltrecht. *Aarhus-Handbuch*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Schleich, J., Dütschke, E., Schwirplies, C. und Ziegler, A. (2014): Citizens' Perceptions of Justice in International Climate Policy – An Empirical Analysis. Working Paper Sustainability and Innovation No. 2. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Schlesinger, M. E., Lindenberger, D. und Lutz, C. (2010): *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*. Studie. Basel, Köln, Osnabrück: EWI, GWS, Prognos.
- Schlesinger, M., Lindenberger, D. und Lutz, C. (2011): *Energieszenarien 2011*. Basel, Köln, Osnabrück: EWI, GWS, Prognos.
- Schneider, L. (2009): Assessing the additionality of CDM projects: practical experiences and lessons learned. *Climate Policy* 9 (3), 242–254.
- Schneidewind, U. (2013a): Plädoyer für eine Bürgeruniversität. *duzMAGAZIN* 8, 30–31.
- Schneidewind, U. (2013b): Transformative Literacy. Rahmen für den wissenschaftsbasierten Umgang mit der „Großen Transformation“. *GAIA* 22 (2), 82–86.
- Schneidewind, U. und Scheck, H. (2012): Die Stadt als „Real-labor“ für Systeminnovationen. In: Rückert-John, J. (Hrsg.): *Soziale Innovation und Nachhaltigkeit. Perspektiven sozialen Wandels*. Wiesbaden: Springer VS, 229–248.
- Schneidewind, U. und Singer-Brodowski, M. (2013): *Transformative Wissenschaft*. Marburg: Metropolis.
- Scholes, R., Settele, J., Betts, R., Bunn, S., Leadley, P., Nepstad, D., Overpeck, J. und Taboada, M. A. (2014): Terrestrial and inland water systems. Chapter 4. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report*. Draft. Genf: IPCC, 1–153.
- Schoof, C. (2007): Marine ice-sheet dynamics. Part 1. The case of rapid sliding. *Journal of Fluid Mechanics* 573, 27–55.

- SE4All – Sustainable Energy for All Initiative (2014): Sustainable Energy for All. Internet: <http://www.se4all.org> (gelesen am 4. April 2014). Wien: SE4All.
- Seto, K. C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G. C., Dewar, D., Huang, L., Inaba, A., Kansal, A., Lwasa, S., McMahon, J., Mueller, D., Murakami, S., Nagendra, H. und Ramaswami, A. (2014): Human settlements, infrastructure and spatial planning. Chapter 12. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–127.
- Sikora, J. und Hoffmann, G. (2001): Vision einer Gemeinwohl-Ökonomie – auf der Grundlage einer komplementären Zeit-Währung. Köln: Katholisch-Soziales Institut der Erzdiözese Köln.
- Sims, R., Schaeffer, R., Creutzig, F., Cruz-Núñez, X., D'Agosto, M., Dimitriu, D., Figueroa Meza, M. J., Fulton, L., Kobayashi, S., Lah, O., McKinnon, A., Newman, P., Ouyang, M., Schauer, J. J., Sperling, D. und Tiwari, G. (2014): Transport. Chapter 8. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–117.
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D., Honda, Y., Liu, Q., Olwoch, J., Revich, B. und Sauerborn, R. (2014a): Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. Chapter 11. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–69.
- Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E. A., Haberl, H., Harper, R., House, J. I., Jafari, M., Masera, O., Mbowa, C., Ravindranath, N. H., Rice, C. W., Abad, C. R., Romanovskaya, A., Sperling, F. und Tubiello, F. N. (2014b): Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). Chapter 11. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–181.
- Spalding-Fecher, R., Achanta, A. N., Erickson, P., Haites, E., Lazarus, M., Pahula, N., Pandey, N., Seres, S. und Tewari, R. (2012): Assessing the Impact of the Clean Development Mechanism, Report Commissioned by the High-Level Panel on the CDM Policy Dialogue. Luxemburg: UNCCD Secretariat.
- Stanley, J., Loy, D. und Dorje, G. (2009): A Buddhist Response to The Climate Emergency. Somerville: Wisdom Publications.
- Starkey, R. und Anderson, K. (2005): Investigating Domestic Tradable Quotas: A Policy Instrument for Reducing Greenhouse Gas Emissions From Energy Use. Tyndall Technical Report 39. Manchester: Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Stavins, R., Ji, Z., Brewer, T., Conte Grand, M., den Elzen, M., Finus, M., Gupta, J., Höhne, N., Lee, M.-K., Michaelowa, A., Paterson, M., Ramakrishna, K., Wen, G., Wiener, J. und Winkler, H. (2014): International cooperation: agreements and instruments. Chapter 13. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1–139.
- Sterk, W., Beuermann, C., Dienst, C., Hillebrandt, K., Hermwille, L., Lechtenböhrer, S., Luhmann, H., Mersmann, F., Samadi, S., Thomas, S. und Wehnert, T. (2013b): Submission to the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action, Workstream 1: The 2015 Agreement. Internet: http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/ADP-WS1-Submission-Wuppertal-Institut.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Sterk, W., Beuermann, C., Luhmann, H.-J., Mersmann, F., Thomas, S. und Wehnert, T. (2013a): Input to the European Commission Stakeholder Consultation on the 2015 International Climate Change Agreement: Shaping International Climate Policy Beyond 2020. Internet: <http://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/4927> (gelesen am 30. Juni 2014). Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Stern, N. (2006): Stern Review: The Economics of Climate Change. London: HM Treasury.
- Surminski, S. (2013): Private sector adaptation to climate risk. Nature Climate Change 3, 943–945.
- Stiftung 2° (2013): Grundsatzpapier der Stiftung 2°. Deutsche Unternehmer für Klimaschutz. Internet: <http://www.stiftung-2grad.de/die-stiftung/grundsatzpapier/> (gelesen am 10. März 2014). Berlin: Stiftung 2°.
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Alexander, L. V., Allen, S. K., Bindoff, N. L., Breßon, F.-M., Church, J. A., Cubasch, U., Emori, S., Forster, P., Friedlingstein, P., Gillett, N., Gregory, J. M., Hartmann, D. L., Jansen, E., Kirtman, B., Knutti, R., Krishna Kumar, K., Lemke, P., Marotzke, J., Masson-Delmotte, V., Meehl, G. A., Mokhov, I. I., Piao, S., Ramaswamy, V., Randall, D., Rhein, M., Rojas, M., Sabine, C., Shindell, D., Talley, L. D., Vaughan, D. G. und Xie, S.-P. (2013): Technical Summary. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 33–115.
- Stolle, D., Hooghe, M. und Micheletti, M. (2005): Politics in the supermarket: political consumerism as a form of political participation. International Political Science Review 26 (5), 245–269.
- TEC – Technology Executive Committee (2013): Results and Success Factors of TNAs. TEC Brief. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- Thinktankmap (2014): A Worldwide Observatory of Climate Think Tanks. Internet: <http://www.thinktankmap.org> (gelesen am 14. Juli 2014). Venedig: International Center for Climate Governance.
- Tilly, C. und Tarrow, S. (2006): Contentious Politics. Boulder, CO, London: Paradigm Publishers.
- Touraine, A. (1993): La Voix et le Regard Sociologie des Mouvements Sociaux. Paris: Les Éditions du Seuil.
- Transition Network (2014): Transition Network's Draft Strategy 2014/2017. Internet: <http://www.transitionnetwork.org/strategy> (gelesen am 8. Juli 2014). Totnes: Transition Network.
- UBA – Umweltbundesamt und BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Produktion – Außenhandel – Forschung – Patente: Die Leistungen der Umweltschutzwirtschaft in Deutschland. Berlin, Dessau: UBA, BMUB.
- UN-Habitat – United Nations Human Settlements Programme (2011): Global Report on Human Settlements 2011: Cities and Climate Change. Nairobi: UN-Habitat.
- UNCED – United Nations Conference on Environment and Development (1992): Rio Declaration on Environment and Development. Rio de Janeiro: UNCED.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2012b): Global Initiative for Resource Efficient Cities. Internet: http://www.unep.org/pdf/GI-REC_4pager.pdf (gelesen am 11. Juni 2014). Paris: UNEP Division of Technology, Industry and Economics.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2012a): Asia and the Pacific Adaptation Network. Internet: <http://www.unep.org/roap/Activities/ClimateChange/AsiaandthePacificAdaptationNetwork/tabid/6837/Default.aspx> (gelesen am 12. Mai 2014). Bangkok: UNEP Regional Office for Asia Pacific.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2013a): The Emissions Gap Report 2013. A UNEP Synthesis Report. Nairobi: UNEP.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2013b): Sustainable Public Procurement: A Global Review. Final Report. Nairobi: UNEP.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1995): The Subsidiary Bodies Established by the Convention. COP Decision 6/CP.1. Bonn: UNFCCC.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2001): Implementation of Article 4, paragraphs 8 and 9, of the Convention (Decision 3/CP.3 and Article 2, paragraph 3, and Article 3, paragraph 14, of the Kyoto Protocol). COP Decision 5/CP.7. Bonn: UNFCCC.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2010): The Cancun Agreements: Outcome of the Work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention. COP Decision 1/CP.16. Bonn: UNFCCC.

- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2011): Establishment of an Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action. COP Decision 1/CP.17. Bonn: UNFCCC.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2012): Agreed Outcome pursuant to the Bali Action Plan. COP Decision 1/CP.18. Bonn: UNFCCC.
- UNFCCC– United Nations Framework Convention on Climate Change (2013a): Further advancing the Durban Platform. COP Decision 1/CP.19. Bonn: UNFCCC.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2013b): Warsaw International Mechanism for Loss and Damage Associated with Climate Change Impacts. COP Decision 2/CP.19. Bonn: UNFCCC.
- UNIDO – United Nations Industrial Development Organization (2013): Industrial Development Report 2013. Sustaining Employment Growth: The Role of Manufacturing and Structural Change. Wien: UNIDO.
- van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. J. und Rose, S. K. (2011): The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109, 5–31.
- Vatican Radio (2014): Pope at Audience: If we Destroy Creation, It will Destroy Us. Internet: <http://www.news.va/en/news/pope-at-audience-if-we-destroy-creation-it-will-de> (gelesen am 2. Juni 2014). Vatikanstadt: Official Vatican Network.
- Vaughan, D. G., Comiso, J. C., Allison, I., Carrasco, J., Kaser, G., Kwok, R., Mote, P., Murray, T., Paul, F., Ren, J., Rignot, E., Solomina, O., Steffen, K. und Zhang, T. (2013): Observations: cryosphere. Chapter 4. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 317–333.
- Verein zur Förderung der Gemeinwohl-Ökonomie (2013): *Handbuch zur Gemeinwohl-Bilanz*. Wien: Verein zur Förderung der Gemeinwohl-Ökonomie.
- Verolme, H., Yamin, F., Menotti, V. und Fuhr, L. (2013): *What Future for International Climate Politics? A Call for a Strategic Reset*. Policy Paper. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.
- Vidican, G., Böhning, M., Burger, G., de Siqueira Regueira, E., Müller, S. und Wendt, S. (2014): *Achieving Inclusive Competitiveness in the Emerging Solar Energy Sector in Morocco*. DIE Studies 79. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).
- Vieweg, M., Sterk, W., Hagemann, M., Fekete, H., Duscha, V., Cames, M., Höhne, N., Hare, B., Rocha, M. und Schmale, H. (2013): *Squaring the Circle of Mitigation Adequacy and Equity: Options and Perspectives*. Draft for Public Comment. Internet: http://www.ecofys.com/files/files/mitigation-adequacy-and-equity_draft-report-for-comment.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Köln, Wuppertal, Berlin, Karlsruhe: Ecofys, Wuppertal Institut, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Climate Analytics, Öko-Institut.
- Voigt, C. (2008): State responsibility for climate change damages. *Nordic Journal of International Law* 77, 1–22.
- von Arnould, A. (2012): *Völkerrecht*. Heidelberg, München, Landsberg: C.F. Müller.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1995): *Szenario zur Ableitung globaler CO₂-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien*. Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Berlin. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1997): *Ziele für den Klimaschutz 1997*. Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2003a): *Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit*. Hauptgutachten. Berlin: Springer.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2003b): *Über Kyoto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert*. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2006): *Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer*. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2008): *Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel*. Hauptgutachten. Berlin, Heidelberg: Springer.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2009a): *Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz*. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2009b): *Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2010): *Klimapolitik nach Kopenhagen: Auf drei Ebenen zum Erfolg*. Politikpapier 6. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): *Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2012): *Finanzierung der globalen Energiewende*. Politikpapier 7. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2013): *Welt im Wandel: Menschenerbe Meer*. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2014): *Zivilisatorischer Fortschritt innerhalb planetarischer Leitplanken. Ein Beitrag zur SDG-Debatte*. Politikpapier 8. Berlin: WBGU.
- WCC – World Council of Churches (2014) *Investment in Fossil Fuels is Off the Table for the WCC*. Internet: <http://www.oikoumene.org/en/press-centre/news/investment-in-fossil-fuels-is-off-the-table-for-the-wcc> (gelesen am 17. Juli 2014). Genf: WCC.
- weADAPT (2013): *What is weADAPT?* Internet: <http://weadapt.org/> (gelesen am 18. Mai 2014). Stockholm: Stockholm Environment Institute (SEI).
- weADAPT (2014): *Adaptation planning, research and practice*. Internet: <http://www.weadapt.org> (gelesen am 14. Juli 2014). Stockholm: Stockholm Environment Institute (SEI).
- Wechsler, D. (2014): *Crowdsourcing as a method of transdisciplinary research – tapping the full potential of participants*. *Futures* 60, 14–22.
- Weischer, L. und Morgan, J. (2013): *The Solar Economy Club: Implementing a Leadership Club Approach to International Climate Policy*. Berlin: Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen.
- Weischer, L., Morgan, J. und Patel, M. (2012): *Climate clubs: can small groups of countries make a big difference in addressing climate change? Review of European Community & International Environmental Law* 21 (3), 177–192.
- Welzer, H. (2013). *Der Abschied vom Wachstum als zivilisatorisches Projekt*. In: Welzer, H. und Wiegandt, K. (Hrsg.): *Wege aus der Wachstumsgesellschaft*. Frankfurt/M.: Fischer, 35–59.
- Wessling, G. (2011). *No future war gestern*. In: oekom e.V. (Hrsg.): *Politische Ökologie. Post-Oil City. Die Stadt von morgen*. München: oekom, 61–66.
- Wissenschaftlicher Beirat Verbraucher- und Ernährungspolitik beim BMELV (2010): *Wollen wirklich alle den „mündigen Verbraucher“? Wie Interessengruppen ein Leitbild instrumentalisieren*. Internet: http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Verbraucherpolitik/2010_12_InteressengruppeMuendigerVerbraucher.pdf?__blob=publicationFile (gelesen am 2. Juni 2014). Berlin: BMELV.
- Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K., Saito, Y. und Sallenger, A. (2014): *Coastal Systems and low-lying areas*. Chapter 5. In: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts,*

- Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. Draft. Genf: IPCC, 1-85.
- World Bank (2012a): Turn Down the Heat. Why a 4°C Warmer World Must be Avoided. Washington, DC: World Bank.
- World Bank (2012b): New Report Examines Risks of 4 Degree Hotter World by End of Century. Internet: <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2012/11/18/new-report-examines-risks-of-degree-hotter-world-by-end-of-century> (gelesen am 9. Juli 2014). Washington, DC: World Bank.
- World Future Council (2009): Unleashing Renewable Energy Power in Developing Countries. Proposal for a Global Renewable Energy Policy Fund. Hamburg: World Future Council.
- WRI – World Resources Institute (2008): CAIT: Climate Analysis Indicators Tool. Internet: <http://cait.wri.org/> (gelesen am 13. August 2008). Washington, DC: WRI.
- WVS – World Values Survey (2014): WVS Wave 6, 2010–2014. Official Aggregate v.20140429. Aggregate File Producer: Asep/JDS, Madrid/Spain. Internet: <http://www.worldvaluessurvey.org/WVSDocumentationWV6.jsp> (gelesen am 2. Juli 2014). Stockholm: WVS.
- WWF (2013): The 2015 International Climate Change Agreement: Shaping International Climate Policy Beyond 2020. Consultation Submission. Internet: http://ec.europa.eu/clima/consultations/docs/0020/organisation/wwf_en.pdf (gelesen am 30. Juni 2014). Brüssel: WWF European Policy Office.
- WWF, Ecofys und IMO – International Maritime Organization (2011): The Energy Report 2011. Berlin, Köln, London: WWF, Ecofys, IMO.
- Yale Center for Environmental Law and Policy (2012): Climate Change & the International Court of Justice. Internet: <http://envirocenter.yale.edu/climatechange/icj> (gelesen am 5. Juni 2014). New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law and Policy.
- Zaccaro, S. J., Blair, V., Peterson, C. und Zazanis, M. (1995): Collective efficacy. In: Maddux, J. (Hrsg.): Self-Efficacy, Adaptation and Adjustment. New York: Plenum, 305–328.
- Zhang, Y. und Shi, H.-l. (2014): From burden-sharing to opportunity-sharing: unlocking the deadlock of climate change negotiation. *Climate Policy* 14 (1), 63–81.

Klimaschutz als Weltbürgerbewegung

Der 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates (IPCC) macht unmissverständlich klar: Inakzeptable Klimafolgen, die sich jenseits der 2°C-Leitplanke häufen dürften, können nur vermieden werden, wenn der weitere Anstieg der Treibhausgaskonzentration so bald wie möglich gestoppt wird. Der WBGU empfiehlt daher, die CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern bis spätestens 2070 auf Null zu senken. Dies ist ein ebenso ehrgeiziges wie prägnantes Politikziel, denn jedes Land, jede Kommune, jedes Unternehmen und jeder Bürger müssen „die Null schaffen“, wenn die Welt als Ganzes klimaneutral werden soll. Die 2°C-Linie kann allerdings nur gehalten werden, wenn zahlreiche Akteure – insbesondere die OECD-Staaten – schon deutlich früher ihre Emissionen herunterfahren. Der Weltgesellschaft als Ganzes steht ein eng begrenztes Kohlenstoffbudget zur Verfügung, so dass der Scheitelpunkt der Emissionen möglichst bis 2020, auf alle Fälle aber in der dritten Dekade erreicht werden sollte. Der WBGU umreißt in diesem Gutachten eine Doppelstrategie für den globalen Klimaschutz, die auf das Zusammenspiel von Multilateralismus und Zivilgesellschaft setzt. Dafür sollte *zum einen* das für Ende 2015 angestrebte Pariser Klimaabkommen bestimmte Merkmale aufweisen, die der Beirat benennt. Insbesondere sollte ein Prozess vereinbart werden, der die Einhaltung der 2°C-Leitplanke sicherstellt. *Zum anderen* sollten alle gesellschaftlichen Akteure ihre spezifischen Beiträge zur Dekarbonisierung leisten. So kann eine verschränkte Verantwortungsarchitektur für die Zukunft unseres Planeten entstehen, in der vertikales Delegieren und horizontales Engagieren keinen Gegensatz bilden, sondern sich wechselseitig verstärken.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

Geschäftsstelle
Luisenstraße 46
10117 Berlin

Telefon: (030) 26 39 48-0
E-Mail: wbgu@wbgu.de
Internet: www.wbgu.de



ISBN 978-3-936191-42-4