

## Sondergutachten

# Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I



Ein Beitrag zur deutschen G20-Präsidentschaft 2017





Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung  
Globale Umweltveränderungen

## **Sondergutachten**

# **Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I**

# 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 Stadt- und Sozialgeographie 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 und Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven; Wissenschaftlicher Koordinator des Helmholtz-Verbunds „Regionale Klimaänderungen“ (REKLIM)

## **Prof. Dr. Ellen Matthies**

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

## **Prof. Dr. Dr. h. c. Nebojsa Nakicenovic**

Stellvertretender Generaldirektor und Stellvertretender Geschäftsführer des Internationalen Instituts für Angewandte Systemanalyse (IIASA) und Professor i.R. für Energiewirtschaft an der Technischen Universität Wien

## **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 des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie und Professor für Innovationsmanagement und Nachhaltigkeit („Sustainable Transition Management“) an der Bergischen Universität Wuppertal



Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung  
Globale Umweltveränderungen

**Sondergutachten**

**Entwicklung und Gerechtigkeit  
durch Transformation:  
Die vier großen I**

Hinweis zur geschlechtsneutralen Formulierung: In diesem Gutachten werden bei Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, abwechselnd die weibliche und die männliche Form verwendet.

*Zitierweise für diese Publikation:* WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016): Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I. Sondergutachten. Berlin: WBGU.

**Leitautorinnen:** Frauke Kraas, Claus Leggewie, Peter Lemke, Ellen Matthies, Dirk Messner, Nebojsa Nakicenovic, Hans Joachim Schellnhuber, Sabine Schlacke, Uwe Schneidewind

**Mitautoren:** Clara Brandi, Sebastian Busch, Frederic Hanusch, Miriam Köster, Mareike Kroll, Carsten Loose, Inge Paulini, Benno Pilardeaux, Teresa Schlüter, Gesa Schöneberg, Astrid Schulz, Benjamin Stephan, Johannes Sutter, Kira Vinke, Hannah Wallis, Matthias Wanner

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 978-3-946830-00-9

© WBGU Berlin 2016

Gestaltung: WERNERWERKE GbR, Berlin

Titelbild: WERNERWERKE GbR, Berlin unter Verwendung der 17 Piktogramme des Logos der Sustainable Development Goals (SDGs). Der WBGU unterstützt die SDGs.

Herstellung: WBGU

Satz: WBGU

Druck und Bindung: Ruksaldruck, Berlin

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

Tel.: 030 263948 0

Email: [wbgu@wbgu.de](mailto:wbgu@wbgu.de)

Web: [www.wbgu.de](http://www.wbgu.de)

Redaktionsschluss: 23.09.2016

# Mitarbeiterinnen 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. Benno Pilardeaux  
(Medien- und Öffentlichkeitsarbeit)

Teresa Schlüter, Ph.D.

Dr. Astrid Schulz

Dipl. Ing. Dipl. Jur. Gesa Schöneberg

Dr. Benjamin Stephan

## Verlagsmanagement, Administration und Assistenz in der Geschäftsstelle

Anja Böhmer, M. A.  
(Veranstaltungsmanagement und Sekretariat)

Mario Rinn, B. Sc.  
(Systemadministration)

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

## Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen der Mitglieder des WBGU

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

Dipl.-Kfm. Sebastian Busch  
Transitions to New Technologies Program,  
Internationales Institut für Angewandte  
Systemanalyse (IIASA), Laxenburg

Frederic Hanusch, M. A.  
Kulturwissenschaftliches Institut, Essen

Dipl.-Jur. Miriam Köster  
Institut für Umwelt- und Planungsrecht der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dr. Mareike Kroll  
Geographisches Institut der Universität zu Köln

Dr. Johannes Sutter  
Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für  
Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

Kira Vinke, M. A.  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Dipl.-Psych. Hannah Wallis  
Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg

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

# Danksagung

Der Beirat dankt den externen Gutachtern für die Zuarbeit und wertvolle Hilfe. Folgende Expertisen flossen in das Gutachten ein:

- Dr. Galina Churkina (IASS Potsdam): „Can use of wood in future infrastructure development reduce emissions of CO<sub>2</sub>?“
- Prof. Dr. Michael Sterner und M. Eng. Franz Bauer (FENES OTH Regensburg): „Weltweit Null-Emissionen bis 2050. Szenarien zur globalen Dekarbonisierung auf Basis erneuerbarer Energien, Sektorenkopplung und Energiespeicher ohne negative Emissionen, Biomasse und CCS“.

Danken möchte der Beirat auch all jenen Personen, die durch Zuarbeit, Hinweise, Diskussionen und Beratung sowie bei Expertenanhörungen dem WBGU wertvolle Dienste erwiesen haben: Chris Barrett, European Climate Foundation, Berlin; Prof. Dr. Dr. Giacomo Corneo, FU Berlin; Prof. Dr. Ottmar Edenhofer, PIK, Potsdam; Norbert Gorißen, BMUB; Prof. Dr. Ralph Hertwig, MPI für Bildungsforschung, Berlin; Dr. Karl-Eugen Huthmacher, BMBF; Dr. Louise Jeffery, PIK, Potsdam; Peter Kolp, IIASA, Laxenburg, Österreich; Sönke Kreft, Germanwatch, Bonn; Karsten Löffler, Allianz Climate Solutions, München; Dr. Simon Marr, Bundeskanzleramt; Dr. Pao-Yu Oei, TU Berlin, DIW, Berlin; Dr. Andreas Oschlies, GEOMAR, Kiel; Prof. Dr. Konrad Ott, Universität Kiel; Dr. Robert Pietzcker, PIK, Potsdam; Prof. Dr. Alexander Proelß, Universität Trier; Prof. Dr. Ortwin Renn, IASS, Potsdam; Dr. Karsten Sach, BMUB; Prof. Dr. Christian von Hirschhausen, TU Berlin; Dr. Koko Warner, UNFCCC, Bonn; Dr. Petra Wolff, BMBF.



# Inhaltsverzeichnis

Kästen, Abbildungen und Tabellen.....	VIII
Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung.....	3
2 Klimaschutz: Die Herausforderung von Paris.....	9
2.1 Was in Paris beschlossen wurde.....	9
2.2 Erwärmung begrenzen und Klimaextreme vermeiden.....	10
2.3 Nachhaltiger Umgang mit natürlichen und anthropogenen Kohlenstoffsinken.....	12
2.4 Transformation der Infrastruktur.....	14
2.5 Empfehlungen.....	17
3 Nachhaltigkeitstransformation in den G20-Staaten voranbringen – Reformperspektiven.....	19
3.1 Staat, Markt und Zivilgesellschaft neu ausbalancieren.....	19
3.2 Dekadischer Klimaschutzfahrplan zur Dekarbonisierung.....	20
3.3 Transformative Staatsfonds für eine nachhaltige Zukunft.....	24
3.4 Stärkung partizipatorischer Demokratien für Transformation nutzen.....	29
3.5 Empfehlungen.....	31
4 Transformation als Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt.....	33
4.1 Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Modernisierungsprojekt.....	33
4.2 Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Gerechtigkeitsprojekt.....	35
4.3 Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Friedensprojekt.....	37
4.4 Empfehlungen.....	38
5 Hauptbotschaften.....	41
6 Literatur.....	43

# Kästen, Abbildungen und Tabellen

Kasten 2.3-1	Bioenergie und Kohlenstoffspeicherung (BECCS) .....	14
Kasten 2.3-2	Bewertung des Geoengineering .....	15
Kasten 3.1-1	Verfassungsrechtliche Verpflichtung zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen aktiv wahrnehmen .....	21
Kasten 3.2-1	Vision eines regenerativen Energiesystems nach Jürgen Schmid .....	22
Kasten 3.3-1	Beispielhafte Abschätzung über das Volumen des deutschen Zukunftsfonds .....	28
Abbildung 2.2-1	Entwicklung der global gemittelten Oberflächentemperatur zwischen 1880 und 2015.....	11
Abbildung 2.2-2	Anstieg der globalen Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von den kumulierten CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	12
Abbildung 2.3-1	Schema des globalen Kohlenstoffkreislaufs .....	13
Abbildung 2.4-1	Entwicklung erneuerbarer Energien .....	16
Abbildung 3-1	Ausbalancierung von Staat, Markt und Zivilgesellschaft im Zuge der Transformation zur Nachhaltigkeit .....	19
Abbildung 3.2-1	Jürgen-Schmid-Szenario: Vision eines globalen regenerativen Energiesystems bis 2050.....	22
Abbildung 3.2-2	Jürgen-Schmid-Szenario: Generierte Emissionen und die dadurch hervorgerufenen Änderungen im Kohlenstoffkreislauf .....	23
Abbildung 3.2-3	Klimaschutzfahrplan für eine stufenweise dekadische Dekarbonisierung .....	24
Abbildung 3.3-1	Elemente des Zukunftsfonds .....	25
Abbildung 3.3-2	Zukunftsfonds Deutschland .....	28
Tabelle 3.3-1	Zukunftsfonds Deutschland .....	29
Tabelle 4.1-1	Dimensionen eines neuen Innovationsverständnisses .....	35

# Zusammenfassung

Im Jahr 2015 gelang ein historischer Doppelerfolg für die Nachhaltigkeits- und Klimapolitik. Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung mit ihren Sustainable Development Goals (SDGs) und das Übereinkommen von Paris zum Klimaschutz definieren ein ehrgeiziges globales Zielsystem. Die Gruppe der zwanzig wichtigsten Industrie- und Schwellenländer (G20) sollte jetzt die Umsetzung beider Abkommen entschlossen vorantreiben und die Große Transformation zur Nachhaltigkeit als einzigartiges Modernisierungsprojekt wahrnehmen, das erhebliche ökonomische Entwicklungschancen bietet. So ist etwa die vollständige Dekarbonisierung der Weltwirtschaft bis spätestens 2070 nur mit einem tiefgreifenden Wandel der Energiesysteme und anderer emissionsintensiver Infrastrukturen umsetzbar. Die Transformation inspiriert *Innovationen* und lenkt *Investitionen* in Richtung Nachhaltigkeit und Klimaschutz, u. a. in die auf- und auszubauenden nachhaltigen *Infrastrukturen*. Gleichzeitig kann die Transformation genutzt werden, um Ungleichheit zu bekämpfen, also die *Inklusion* innerhalb der Gesellschaften wie auch global voranzubringen, und so zum Gerechtigkeitsprojekt werden. Die G20 als prägender Akteur sollte diese „vier großen I“ der Nachhaltigkeits- und Klimapolitik gezielt fördern, so dass Ressourcen- und Verteilungskonflikte entschärft und damit internationale Krisen verhindert werden. Die nachhaltige Entwicklung, insbesondere der globale Klimaschutz, ist gegenwärtig das einzige ehrgeizige Vorhaben bei dem alle Nationen der Welt beteiligt sind und einen Konsens erreichen konnten. Durch Erfolge in diesem Mega-Politikfeld können Staaten gegenseitiges Vertrauen aufbauen. Die Große Transformation zur Nachhaltigkeit wird so auch zum Friedensprojekt. Die deutsche G20-Präsidentschaft kann für dieses Zukunftsprogramm entscheidende Weichen stellen.

## Doppelter Durchbruch: Der politische Kontext

Zwei Weltkonferenzen brachten im Jahr 2015 einen doppelten Durchbruch: (1) Die bei der UN in New York vereinbarte Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung umreißt mit ihren 17 SDGs die komplexen Herausforderungen einer Transformation zur Nachhaltigkeit, die auch die globale Armut besiegen soll. Die SDGs sind zugleich gemeinsame Zielorientierung und ein anspruchsvolles Aktionsprogramm für die Weltgemeinschaft. (2) Das Übereinkommen von Paris unter dem Dach der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) setzt erstmals völkerrechtlich verbindliche Ziele fest, die menschengemachte Erderwärmung auf deutlich weniger als 2°C zu beschränken und sogar Maßnahmen im Hinblick auf eine Begrenzung auf 1,5°C zu entwickeln. Diese Zielsetzungen stellen eine angemessene weltpolitische Reaktion auf nicht mehr zu leugnende Bedrohungen dar.

Zum politischen Kontext gehören derzeit aber auch gefährliche Spannungen: Kriege und Bürgerkriege, Massenflucht und Terrorismus, globale Finanzmarktkrise und wachsende Ungleichheit sowie nicht zuletzt der in

vielen Ländern zu beobachtende Aufstieg eines autoritären, völkischen Nationalismus sind beherrschende Themen. Angesichts dessen gilt es zu verhindern, dass die Pariser Beschlüsse und die Agenda 2030 auf der Prioritätenliste der internationalen Politik an den Rand gedrängt werden.

## Dekarbonisierungsstrategie umsetzen

Die Umsetzung des Übereinkommens von Paris erfordert einen einzigartigen Kraftakt der Weltgemeinschaft, denn bei stabilen Emissionen wäre bereits in 20 Jahren das globale CO<sub>2</sub>-Budget aufgebraucht, das eine Klimaerwärmung auf 2°C begrenzt. Für die Einhaltung der 2°C-Leitplanke müssen bis spätestens 2070 Null-emissionen erreicht sein; für eine Begrenzung auf 1,5°C bereits bis 2050. Dies ist nur mit einer grundlegenden Transformation der Energiesysteme und anderer emissionsintensiver Infrastrukturen sowie signifikanten Verhaltensänderungen von Bürgern zu erreichen.

Es besteht die Gefahr, dass Länder, um einen schnellen Ausstieg aus den fossilen Energien zu vermeiden,

auf einen massiven Zubau der Kernenergie sowie den großskaligen Einsatz unausgereifter Technologien wie Kohlenstoffabscheidung und -speicherung setzen (CCS; auch in Kombination mit Bioenergie: BECCS), möglicherweise noch ergänzt mit als hochriskant einzustufenden Geoengineering-Maßnahmen (z. B. der Manipulation des globalen Strahlungshaushalts).

Der WBGU stellt eine weitaus risikoärmere Alternative vor, mit der sich eine Begrenzung auf weniger als 2°C erreichen lässt. Er empfiehlt eine rapide Dekarbonisierung der Energieinfrastruktur, einen stark beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien sowie eine effektive Begrenzung des Energieverbrauchs. Für die Umsetzung einer solchen Transformation stellt der WBGU einen *dekadischen Klimaschutzfahrplan* vor, mit der die in den kommenden Jahrzehnten notwendigen tiefgreifenden Veränderungen skizziert werden. Dies reicht z. B. von einer effektiven CO<sub>2</sub>-Bepreisung und dem Ende der Subventionen fossiler Energieträger (bis 2020), über den Stopp der Zulassung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren (bis 2030) und den großskaligen Einsatz erneuerbarer Energietechnologien sowie Energiespeicherung und -transport (bis 2040) bis hin zur vollständigen Dekarbonisierung der G20-Ökonomien (bis 2050).

### G20 in der Führungsrolle

Die Staaten der G20 sind für 82% der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern verantwortlich. Daher ist es unverzichtbar, dass die G20 als Gestalter der Weltwirtschaft und -politik bei der Umsetzung der Agenda 2030 und des Übereinkommens von Paris eine Führungsrolle übernimmt. Zum Beispiel sollten die G20-Staaten ihre Reduktionsankündigungen im Rahmen der UNFCCC nachbessern, um sie mit den in Paris vereinbarten Zielen in Einklang zu bringen. Insbesondere empfiehlt der WBGU, dass sich die G20 den genannten dekadischen Klimaschutzfahrplan zu eigen macht. Die G20-Staaten sollten auf dieser Basis umfassende und überprüfbare nationale *Dekarbonisierungsstrategien* entwickeln. Darin sollte u. a. festgeschrieben werden, den Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger bis 2050 zu erreichen sowie die natürlichen Ökosysteme, ihre Kohlenstoffvorräte und Senkenfunktionen zu erhalten.

### Die vier großen I: Innovationen, Infrastrukturen, Investitionen, Inklusion

Um diesen anspruchsvollen Weg gehen zu können, müssen die „vier großen I“ zum Programm der G20 werden: eine Neuausrichtung von *Innovationen*, damit Wirtschafts- und Wohlstandsentwicklung innerhalb der Leitplanken des Erdsystems möglich werden; ein rascher klimaverträglicher und ressourcenschonender Umbau der zentralen *Infrastrukturen* der Weltwirtschaft; die Schaffung von Rahmenbedingungen, um einen *Investitionsschub* für die Nachhaltigkeitstransformation zu erreichen; sowie deren Verknüpfung mit dem handlungsleitenden Prinzip der sozialen *Inklusion*, also von Gerechtigkeit und Teilhabe, weil diese zugleich Bedingung und Ziel einer Gesellschaftstransformation zur Nachhaltig-

keit darstellt. Die G20-Regierungen sollten sich für diese vier großen I der Transformation stark machen. Dazu sollte nach Auffassung des WBGU der *gestaltende Staat* gestärkt werden, also ein Staat, der einerseits aktiv Prioritäten setzt und diese deutlich macht, und andererseits verbesserte Mitsprache-, Mitbestimmungs- und Mitwirkungsmöglichkeiten der Bürger bereitstellt.

### Transformative Staatsfonds einrichten

Zur Umsetzung der Agenda 2030 und des Übereinkommens von Paris sollten die beteiligten Staaten effektive nationalstaatliche Politikinstrumente entwickeln. Der WBGU empfiehlt den G20-Staaten insbesondere die Einrichtung *transformativer Staatsfonds* (Zukunftsfonds). Damit können die G20-Staaten auf den Finanzmärkten stärker als Akteure aktiv werden, mit dem Ziel, einen sozialverträglichen Strukturwandel hin zu einem nachhaltigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystem zu fördern. Die Zukunftsfonds sollten sich aus den Einnahmen von CO<sub>2</sub>-Steuern und Emissionshandel speisen sowie aus einer Generationenkomponente auf Nachlassvermögen. Die Mittel der transformativen Staatsfonds sollten im Sinne des Klimaschutzes und der SDGs angelegt und die Erträge für gemeinwohl- und gerechtigkeitsorientierte Zwecke verwendet werden.

### Nachhaltigkeits- und Klimapolitik zur Lösung weltpolitischer Probleme nutzen

Die Regierungen der G20 sollten sich nicht nur „zu Hause“ engagieren, sondern auch auf internationaler Ebene als Vorreiter dazu beitragen, Kooperation zu stärken und globale Probleme zu lösen. Bei richtiger Ausgestaltung und dem strategischen Einsatz der vier großen I kann Nachhaltigkeits- und Klimapolitik als Hebel zur Lösung weltpolitischer Probleme genutzt werden.

Erstens kann eine weitsichtige Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik zu einem *Modernisierungsprojekt* der Weltwirtschaft werden. Sie kann ökonomische Entwicklungschancen eröffnen, indem sie Innovationen inspiriert, Investitionsmöglichkeiten und nachhaltige Beschäftigung schafft sowie Investitionen in zukunftsfeste Technologien, Unternehmen und Infrastrukturen lenkt.

Zweitens kann Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik auf nationaler Ebene zum *Gerechtigkeitsprojekt* werden und Inklusion voranbringen, indem sie Dekarbonisierungsstrategien sozialverträglich gestaltet, Ungleichheiten bekämpft und soziale Kohäsion stärkt.

Drittens kann die Bewältigung gemeinsamer nachhaltigkeits- und klimapolitischer Herausforderungen zum *Friedensprojekt* werden, denn dadurch können auch Staaten Vertrauen aufbauen, die sonst nicht miteinander kooperieren oder in offenem Konflikt stehen. Dies fördert Inklusion auf globaler Ebene, indem Ressourcen- und Verteilungskonflikte entschärft werden und Bürgerkriegen sowie Massenflucht entgegengewirkt wird.

Dieses Gutachten beginnt mit einer überfälligen Klarstellung und endet mit einer begründeten Hoffnung.

## Die Klarstellung

In den ersten Dekaden des 21. Jahrhunderts ist die Weltwirtschaft ins Stocken geraten und die Ungleichheit hat sich in vielen Staaten weiter verschärft. Diese Entwicklung ist keinesfalls den schädlichen Interventionen einer wie auch immer gearteten Nachhaltigkeitspolitik anzulasten. Ganz im Gegenteil sind die entsprechenden politischen Maßnahmen bisher so kraftlos, dass Erderwärmung und Artensterben sich inzwischen in beängstigendem Tempo vollziehen.

Das gilt, obwohl nahezu alle Voraussetzungen erfüllt sind, die üblicherweise als förderlich für das Gedeihen der globalen Märkte (und ihrer Kunden) angesehen werden: Viele Nationalstaaten überbieten sich bei Deregulierung und Steuererlässen für Unternehmen. Die Notenbanken pumpen unablässig billiges Geld in die Volkswirtschaften, obgleich die private Liquidität bereits historische Höchststände erreicht hat. Der Planet wird gegenwärtig von preiswerten fossilen Energieträgern regelrecht geflutet.

Dennoch stagnieren die reiferen und auch manche der aufstrebenden Ökonomien, sinkt der Realzins auf Null, geht die Investitionstätigkeit weiter zurück, verfallen in vielen Ländern wichtige Infrastrukturen, ist, nicht zuletzt in weiten Teilen Europas, die Jugendarbeitslosigkeit dramatisch hoch. Breite Gesellschaftsschichten erleben Realeinkommensverluste und haben das Gefühl, den Anschluss an die nationalen und globalen Eliten zu verlieren. Es muss noch einmal betont werden, dass diese Krisendynamiken nicht etwa den eher noch zögerlichen Umweltregulierungen geschuldet sind, sondern der inneren Logik eines fossil betriebenen Industriesystems, das nur im Expansionsmodus Wohlfahrt für viele generieren kann und zugleich den Großteil der wahren Wachstumskosten auf vulnerable Einkommensgruppen und künftige Generationen abwälzt – sei es in Form sozialer Degradierung, durch eklatante Staatsverschuldung oder die Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen. Besorgniserregend ist, dass das herkömmliche Modell der Weltwirtschaft nicht länger greift, obwohl die ungedeckten Wechsel auf die Zukunft außer Acht gelassen werden. Es ist deshalb einleuchtend, dass ein Wohlstandsmodell, das nicht nur nicht mehr funktioniert, sondern auch jeden Tag größeren Schaden anrich-

tet, in Frage gestellt und neu ausgerichtet werden muss. Dies bedeutet: *Transformation*, nicht Reparatur.

Damit ist keineswegs gesagt, dass die Eckwerte der Moderne – Entwicklung im Sinne von materiellem und kulturellem Fortschritt und Gerechtigkeit im Sinne fairer individueller Lebenschancen – geschleift werden müssten. Schon gar nicht sollte in diesem Zusammenhang die kostbarste Errungenschaft der westlichen Demokratie, nämlich das Recht auf *selbstbestimmte Persönlichkeitsentfaltung in einer offenen Gesellschaft*, beeinträchtigt werden. Aber der Rahmen, in dem diese Entfaltung erfolgen kann, ist nunmehr neu abzustecken, was die ureigenste Verantwortung der Politik im Dienste des Gemeinwohls darstellt. Der entsprechende Auftrag heute lautet somit Transformation zu einer nachhaltigen Weltgesellschaft und Weltwirtschaft! Die G20-Staaten müssen bei dieser Transformationsaufgabe die Führungsrolle übernehmen. Dafür kann man zwei Befunde anführen:

## Befund 1: Die Transformation zur Nachhaltigkeit ist möglich

Für den Übergang zum nachhaltigen Wirtschaften bedarf es sowohl einer *verbindlichen Zielvorstellung* als auch eines kraftvollen *operativen Konzepts*. Trotz erheblicher Widerstände und zahlreicher Rückschläge hat der Multilateralismus, das Zusammenwirken der Nationen auf internationaler Ebene, namentlich im UN-System, im Jahr 2015 mit der Proklamation der in der Agenda 2030 zusammengefassten Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals – SDGs) und der Unterzeichnung des Pariser Übereinkommens unter dem Dach der Klimarahmenkonvention zum globalen Klimaschutz eine bedeutsame gemeinsame Zielorientierung hervorgebracht. Sie wird zu Recht als historischer Erfolg eingestuft. Mehr noch: Die Agenda 2030 und das Pariser Übereinkommen bilden gegenwärtig die *einzigsten* ehrgeizigen Vorhaben, an denen sämtliche Nationen beteiligt sind. Diese beiden Menschheitsprojekte könnten also Akteure zusammenbinden, die in anderen Zusammenhängen nicht kooperieren oder sogar ernsthafte Konflikte austragen. Wie kann diese ehrgeizige Vision mit konkretem Leben erfüllt werden? Welche Schritte sollten dazu vor allem die G20-Staaten tun?

Bevor auf diese Fragen Antworten gegeben werden, stellt der WBGU unmissverständlich klar, dass das heute weitestgehend globalisierte Projekt der Moderne,

## 1 Einleitung

der Kampf gegen den Klimawandel, scheitern wird, wenn die den multilateralen Prozessen und Institutionen 2015 mühsam abgerungene globale Zielorientierung nicht ernst genommen wird: Die Klimakrise allein hat sich in den letzten Jahren dramatisch zugespitzt, und zwar völlig im Einklang mit den bestmöglichen Projektionen der internationalen Wissenschaft. Anders als vor wenigen Jahren wird dies in der Wissenschaft kaum noch bestritten und nur noch von politischen Akteuren bekämpft, die sich „postfaktisch“, also ausdrücklich jenseits von Wahrheit und Wirklichkeit positionieren. Die Pariser Beschlüsse, insbesondere die Vereinbarung, die menschengemachte Erderwärmung auf 1,5–2°C zu beschränken, stellen eine angemessene weltpolitische Reaktion auf die nicht mehr zu leugnende Bedrohung dar. Die Umsetzung dieser Beschlüsse erfordert einen historisch einzigartigen Kraftakt einer solidarischen, evidenzbasierten Modernisierung.

Dies wird in Kapitel 2 näher erläutert, nicht zuletzt mit Blick auf die Tatsache, dass der Klimawandel längst in eine gefährliche Nähe der roten Linien des Übereinkommens von Paris gerückt ist. Aber auch andere planetarische Grenzen, innerhalb derer sich zivilisatorischer Fortschritt einigermaßen sicher entfalten kann, sind nicht mehr weit entfernt: Wasserressourcen, fruchtbare Böden und biologische Vielfalt geraten unter immer größeren Druck, während der Eintrag von Schad- und Giftstoffen in die natürliche Umwelt nahezu exponentiell zunimmt. Die kaum reversible Vermüllung der Weltmeere (WBGU, 2013) ist der vielleicht skandalöseste Ausdruck dieser besorgniserregenden Entwicklung. Die Agenda 2030 mit ihren 17 Fundamentalzielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) trägt dieser hochdimensionalen Herausforderung Rechnung. Doch nach Auffassung des WBGU ist die Bewältigung der Klimakrise die *conditio sine qua non* für die Weltgesellschaft im 21. Jahrhundert. Entsprechend intensiv setzt sich das vorliegende Papier mit dieser Problematik auseinander.

Die Beschränkung der Erderwärmung auf weniger als 2°C kann – so der Stand der besten wissenschaftlichen Einsicht – nur gelingen, wenn das globale Wirtschaftssystem bis 2050 weitestgehend dekarbonisiert ist. Der entsprechende Transformationspfad muss *sofort* eingeschlagen werden, so dass die weltweiten Emissionen bereits gegen 2020 ihren Scheitelpunkt überschreiten können. Dies wird in Kapitel 2 näher begründet. Der WBGU erörtert auch alternative Szenarien, welche weniger auf rasche Transformationsanstrengungen heute als vielmehr auf massive großtechnische Interventionen („Geoengineering“) später setzen (Kasten 3.2-1). Nach Ansicht des WBGU sind solche Strategien in mehrfacher Hinsicht unverantwortlich. Ob sogenannte „negative Emissionen“ durch risikoarme Maßnahmen, wie Aufforstungskampagnen, nach der Jahrhundertmitte die Dekarbonisierung *ergänzen* sollten, kann die Forschung heute noch nicht angemessen beantworten. Dass solche Maßnahmen den schnellstmöglichen Ausstieg aus der fossilen Wirtschaft nicht *ersetzen* können, ist jedoch evident. Deshalb sollten alle Anstrengungen auf die Entwicklung

einer Transformations- und Dekarbonisierungsagenda 2050 gerichtet sein.

### Befund 2: Internationale Krisen und eine kooperations- und demokratiefeindliche Gegentransformation gefährden den Übergang zur Nachhaltigkeit

Der Erfolgsgeschichte der Pariser Klimabeschlüsse und der Agenda 2030 stehen bi-, multi- und internationale Krisen entgegen: Kriege, Bürgerkriege, transnationaler Terrorismus und Massenflucht sind beherrschende Themen der Weltpolitik. Ernst zu nehmende Spannungen und politische „Eiszeiten“ erschweren die Kooperation zwischen relevanten Akteuren, auch zwischen G20-Staaten. Auch zehn Jahre nach dem Ausbruch der globalen Finanzmarktkrise stehen Verschuldungs- und Banken Krisen, mit ihren negativen Wirkungen auf Steuereinkommen und Wachstum, weiterhin auf der internationalen Tagesordnung. Die EU, das Paradebeispiel für regionale Staatenkooperation, steckt in einer Existenzkrise. Der deutsche Diplomat, ehemalige Staatssekretär des Auswärtigen Amtes und Präsident der Münchener Sicherheitskonferenz, Wolfgang Ischinger, spricht von einer drohenden Ära des Weltordnungszersfalls. In einem solchen krisengetriebenen Umfeld besteht die Gefahr einer Verdrängung der Nachhaltigkeitstransformation an die Ränder der G20-Tagesordnung.

Die internationalen Turbulenzen finden ihre Entsprechung in krisenhaften Entwicklungen vieler Gesellschaften, auch innerhalb der G20. Die Wahrnehmung, „die Globalisierung“ erzeuge wachsende Disparitäten und Ungleichheiten sowie soziale Fliehkräfte, hat sich ausgebreitet. Die Folgen der Finanzmarktkrisen haben oft die Ärmsten zu tragen, während leistungsfähige multinationale Unternehmen durch systematische Steuervermeidungsstrategien ihre Beiträge zur Finanzierung öffentlicher Güter reduzieren. Die OECD schätzt die entsprechenden weltweiten staatlichen Einnahmeverluste auf 100–240 Mrd. US-\$ pro Jahr (OECD, 2015). Die „Panama Papers“ sind zu einem Symbol dafür geworden, dass sich auch wohlhabende Bevölkerungsschichten durch Steuerflucht der Verantwortung für das Gemeinwohl entziehen. Diese Dynamiken begünstigen den Eindruck, die Globalisierung sei ein Elitenprojekt, was in vielen Ländern zum Aufstieg eines autoritären, völkischen Nationalismus beigetragen hat. „Our country first“-Bewegungen sind Absagen an internationale Kooperation und an den Schutz globaler öffentlicher Güter. Damit steht der „Großen Transformation zur Nachhaltigkeit“ (WBGU, 2011) eine autoritäre, neonationalistische Gegentransformation gegenüber, die die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaften, Rechtsstaatlichkeit und Demokratie bedroht.

Die deutsche G20-Präsidentschaft sollte an dieser Wegscheide Richtungen und Lösungen für den Übergang zu einer nachhaltigen, auf Kooperation basierenden Weltgemeinschaft aufzeigen. Gelingt dies nicht, ist zu befürchten, dass Nachhaltigkeitspolitik und Ansätze funktionierender globaler Governance genauso wie die

Errungenschaften der Rechtsstaatlichkeit und Demokratie in den Strudel der globalen Konfrontationen und der internen Krisen vieler G20-Staaten hineingezogen werden.

### Die Handlungsperspektive des WBGU

Die historischen Beschlüsse von Paris 2015 und die Agenda 2030 fallen in eine Zeit brisanter und eskalierender nationaler wie internationaler Konflikte, die kurzfristiges Krisenmanagement erfordern, viel politische Aufmerksamkeit binden und deshalb langfristige Nachhaltigkeitsreformen erschweren könnten. Gerade in dieser Situation ist politische Führung sowie Weit- und Weltsicht gefragt, um zu verhindern, dass die Pariser Beschlüsse und die Agenda 2030 auf der Prioritätenliste der internationalen Politik „nach hinten durchgereicht“ werden.

Aufbauend auf Vorarbeiten der chinesischen Präsidentschaft (z. B. der „Action Plan on the 2030 Agenda for Sustainable Development“; G20, 2016a) bietet die deutsche G20-Präsidentschaft im Jahr 2017 eine exzellente Gelegenheit, die notwendige Nachhaltigkeitstransformation nicht isoliert von, sondern in Verbindung mit den anderen „Großbaustellen der Weltpolitik“ anzugehen. Der WBGU empfiehlt der G20, die Nachhaltigkeitstransformation so auszugestalten, dass sie zugleich zu dem

- › zentralen Modernisierungsmotor der stagnierenden Weltwirtschaft,
- › Gerechtigkeitsprojekt einer auseinanderdriftenden Weltgemeinschaft und
- › internationalen Friedens- und Kooperationsprojekt in Zeiten grassierender Gewalt in vielen Weltregionen wird.

Der WBGU entwickelt hierzu in Kapitel 3 ein Narrativ, das sich auf sein bereits 2011 vorgestelltes Szenario zur Großen Transformation stützt (WBGU, 2011), dieses im Lichte jüngster Erkenntnisse fortschreibt und in ein Bündel konkreter Empfehlungen für Entscheidungsträger (von der Regierung bis zum Konsumenten) übersetzt.

Eine Grundvoraussetzung für die Umsetzung dieser Vorschläge ist das *Leitbild des gestaltenden Staates*: öffentliche Institutionen, Markt, Zivilgesellschaft und Wissenschaft müssen in eine neue Balance gebracht werden, um den Übergang zur Nachhaltigkeit als *globales Modernisierungsprojekt* voranzubringen. Die erste große Globalisierungskrise zwischen 1910 und 1930 versetzte die damals führenden Industrienationen in einen Zustand gefährlicher Nervosität und provozierte einen hysterischen Nationalismus, der die intellektuelle, kulturelle und technologische Kreativität dieser Epoche erstickte, internationale Initiativen wie den Völkerbund lahmlegte und letztlich in zwei Weltkriege mündete. Einzig die US-amerikanische Politik des New Deal entzog sich der Dynamik nationalistischer Austeritätspolitik und baute gegen den wirtschaftlichen Niedergang wohlfahrtsstaatliche Barrieren ein. In der heutigen Globalisierungskrise ist ein neuer „Deal“, ein (globaler)

Gesellschaftsvertrag zur Nachhaltigkeit und Inklusion erforderlich, der die Grenzen der Nationalstaaten übersteigt und die Überwindung des gegenwärtigen Stagnationszustands der Weltwirtschaft mit dem Projekt der *Wiederherstellung des Friedens zwischen Zivilisation und Natur* verbindet.

Die G20-Staaten produzieren 80% des globalen Sozialprodukts (World Bank, 2016a) und 82% der Treibhausgase aus fossilen Energieträgern (IEA, 2015a). Sie sind daher die essenziellen Gestalter des politischen und sozioökonomischen Weltgeschehens und damit die Hauptadressaten dieser Studie. Themen wie Innovationen, Investitionen und Infrastrukturen finden sich regelmäßig auf der G20-Agenda; 2016 ist noch die hochrelevante Frage der Begrenzung gesellschaftlicher Disparitäten – Stichwort: Inklusion – hinzugekommen (G20, 2016b). Damit sind die zentralen Begriffe benannt, um welche dieses Sondergutachten kreist: *Innovation, Infrastruktur, Investition* und *Inklusion*, also die „vier großen I“. Deutschland sollte seine G20-Präsidentschaft 2017 dazu nutzen, diese Begriffe in einer geschlossenen Fortschrittsvision zusammenzubringen. Dafür gibt der WBGU eine Reihe von Anregungen, die in den Kapiteln 3 und 4 ausgeführt werden.

Damit die einschlägige Debatte ins Konkrete überführt werden kann, bringt der WBGU insbesondere zwei neuartige Politikelemente ins Spiel, nämlich den *dekadischen Klimaschutzfahrplan* und den *transformativen Staatsfonds*. Was das erste Element angeht, entwickelt der WBGU mit Blick auf die neuesten Forschungsergebnisse und Technologieperspektiven einen Fahrplan für den durch die Agenda 2030 und das Pariser Übereinkommen *de facto* vereinbarten Übergang vom fossil-nuklearen zum effizient-erneuerbaren Wirtschaften. Dabei werden explizit die Neuerungen benannt, die in *5- bzw. 10-Jahresschritten in den relevanten sozioökonomischen Sektoren* bewirkt werden müssen. Dazu gehört die schnelle Substitution der Kohle im Energiesektor ebenso wie die Elektrifizierung des Transportsektors weit vor 2050 und die umgehende Nachhaltigkeitsreform im Ernährungssektor. Als möglicherweise entscheidendes Modernisierungsinstrument wird den G20-Staaten die Einrichtung von Zukunftsfonds empfohlen, inspiriert durch Institutionen wie den durch Erdöl- und Erdgaseinnahmen gespeisten staatlichen Pensionsfonds Norwegens (Statens pensjonsfond utland), jedoch in Absicht und Wirkung weit über diesen hinausgreifend. Mit solchen transformativen Staatsfonds könnten die in der Nachhaltigkeitsverantwortung stehenden Staaten zu proaktiven Gestaltern des Wandels werden, wobei sich eine Reihe von Optionen anbieten: *Direkte Investitionen* in Zukunftsprojekte, *Public-Private Partnerships* zur Mobilisierung und Hebelung privater Liquidität, Marktpräsenz im Sinne von *Bundesaktionären* (Corneo, 2015) oder die fiskalische *Abfederung sozialrelevanter Konversionsprozesse*.

Am deutschen Beispiel lässt sich dieser Doppelansatz ausgezeichnet illustrieren: Die nach Paris 2015 notwendig gewordene Fortschreibung des nationalen Klima-

## 1 Einleitung

schutzplans wird sich an den großen I orientieren müssen, insbesondere was den vollständigen Ausstieg aus der Kohlenutzung in der vierten Dekade des 21. Jahrhunderts angeht. Den betroffenen Regionen muss einerseits eine Modernisierungsperspektive aufgezeigt werden (etwa der Aufbau konkurrenzfähiger industrieller Kapazitäten im Energiespeicherbereich), andererseits braucht der Wandlungsprozess Fördermittel und sozialpolitische Flankierungen, wenn er im erforderlichen Zeitrahmen gelingen soll.

Der Beirat geht sogar noch einen weiteren Konkretisierungsschritt, indem er Überlegungen zur Finanzierung eines „Zukunftsfonds Deutschland“ und seiner Entsprechungen in anderen G20-Staaten anstellt (Kasten 3.3-1). Nach Ansicht des WBGU ist dafür eine *strukturelle Steuerreform* ins Auge zu fassen, die sich an den Erfordernissen der Agenda 2030 und des Pariser Übereinkommens orientiert und die zum einen notorische Externalitäten (wie Umweltzerstörung und Gesundheitsschäden) nicht länger ignoriert sowie zum anderen dazu beiträgt, gesellschaftliche Ungleichheiten signifikant abzubauen. Neben der progressiven CO<sub>2</sub>-Bepreisung darf in diesem Zusammenhang auch die Erbschaftsthematik kein Tabu mehr darstellen.

### Die Hoffnung

Wie eingangs unterstrichen, hat sich das Nachkriegsmodell der globalisierten Wertschöpfung auf der Basis fossiler Energieträger von selbst festgefahren. Seine intergenerationellen Kollateralschäden sind bei diesem Negativurteil noch gar nicht berücksichtigt. Der Beirat ist jedoch der Ansicht, dass sich mit der nachhaltigen Umgestaltung dieses Modells eine doppelte Dividende erzielen ließe: Nicht nur würde dadurch eine fatale Degradierung der globalen Umwelt verhindert, sondern auch die Grundlage für eine neue ökonomische Dynamik mit positiven Auswirkungen auf Beschäftigung, Wohlstand und Teilhabe geschaffen. Zugespielt formuliert spricht vieles dafür, *dass nicht die Weltwirtschaft transformiert werden muss, um das Klima zu retten, sondern dass die für die Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen erforderlichen Innovationen die Weltwirtschaft retten werden!* Denn die in Kapitel 3 umrissene Dekarbonisierung ist nichts weniger als eine industrielle Revolution im Erdmaßstab.

Wie der WBGU in Kapitel 4 näher ausführt, dürfte die Transformationsdividende sogar noch höher ausfallen: Denn Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik kann dazu beitragen, *den inneren und äußeren Frieden zu bewahren*, indem sie Ressourcen- und Verteilungskonflikte entschärft und damit Bürgerkriegen und Massenflucht entgegenwirkt. Im Gegensatz dazu untergräbt die schrankenlose Ausbeutung der Natur den Frieden zwischen den Nationen. Klimaschutz und die Agenda 2030 können zum Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt werden.

Der WBGU empfiehlt der G20 folgende Argumentation für die Ausrichtung der Weltwirtschaft an der Agenda 2030 und dem Pariser Klimaübereinkommen:

1. Nachhaltigkeitspolitik ist auch in weltpolitisch schwierigen Zeiten kein Luxus. Eine Verschleppung der Umsetzung des Übereinkommens von Paris und ein ungebremster Klimawandel werden wie Brandbeschleuniger für bereits existierende und zukünftige Konflikte in der Weltgesellschaft wirken. Viele Gesellschaften würden durch die Folgen einer unkontrollierten globalen Erwärmung überfordert und destabilisiert (WBGU, 2008, 2014a).
2. Die Agenda 2030 ist eine ambitionierte, zukunftsorientierte Antwort auf die gesellschaftlichen Fliehkräfte, globalisierungsskeptische Sorgen vieler Menschen und nationalistische Angstreaktionen, die in vielen Ländern um sich greifen. Es wird immer deutlicher, dass die Dekarbonisierung und der Aufbau ressourcenschonender Kreislaufwirtschaften nur in Verbindung mit sozialen Reformen und der Schaffung von Entwicklungs- und Lebensperspektiven für alle Menschen gelingen können. Eine solche Perspektive stellt sich sowohl gegen autoritär-nationalistische, internationale Kooperation ablehnende Bewegungen als auch gegen verengte wirtschaftsliberale Perspektiven, die lange die Folgen sozialer Ungleichheit und Segregation ignoriert haben.
3. Nach den Beschlüssen von Paris kann gerade die Klimapolitik, über zwei Jahrzehnte ein Symbol blockierten Multilateralismus, zum Hoffnungsträger für eine erneuerte Kultur globaler Kooperation in Zeiten gefährlicher internationaler Spannungen werden. Beide Weltnachhaltigkeitsabkommen sind zum Scheitern verurteilt, wenn sie nicht massiv von den G20-Staaten vorangebracht werden.
4. Mit dem Pariser Klimaübereinkommen und der Agenda 2030 stehen Kooperations- und Zukunftsperspektiven eröffnende Politikentwürfe zur Verfügung, die den destruktiven Wirkungen von Renationalisierungen in vielen Gesellschaften sowie Konflikt- und Gewalteskalationen im internationalen System entgegengestellt werden können. Es lässt sich demonstrieren, dass *die globale Transformation zur Nachhaltigkeit im Effekt auch ein Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt* sein kann. Eine kluge Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik dient der *Modernisierung der Weltwirtschaft* und eröffnet ökonomische Entwicklungschancen, weil sie erhebliche Investitionsmöglichkeiten und nachhaltige Beschäftigung schafft sowie Investitionen aus unproduktiven und spekulativen Anlageformen in zukunftsfeste Branchen und Unternehmen lenkt. Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik ist *Gerechtigkeitspolitik*, wenn sie Dekarbonisierungsstrategien sozialverträglich gestaltet, Ungleichheiten effektiv bekämpft und die soziale Kohäsion stärkt. Und Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik kann dazu beitragen, *den Frieden* zu bewahren, indem sie Ressourcen- und Verteilungskonflikte entschärft und damit Bürgerkriegen und Massenflucht entgegenwirkt.
5. Die Dekarbonisierung nimmt in der Nachhaltigkeitstransformation eine zentrale Rolle ein: Sie ist ein



essenzieller Baustein der Agenda 2030, denn ohne die Bekämpfung des Klimawandels ist die Umsetzung der SDGs, insbesondere die radikale Reduzierung von Armut und Ungleichheit, nicht möglich. Gleichzeitig wird die Dekarbonisierung nur im Kontext der SDGs gelingen, beispielsweise durch den massiven Ausbau erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger Schaffung des Zugangs zu moderner Energie für Milliarden in Energiearmut lebender Menschen, sowie durch den sozialverträglichen Umbau klimaschädlicher Produktion und Branchen.

6. Als globales Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt erfordert eine transformative Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik:
- Eine Neuausrichtung von technologischen und sozialen *Innovationen*, damit Wirtschafts- und Wohlstandsentwicklung innerhalb der Leitplanken des Erdsystems möglich werden;
  - Einen raschen klimaverträglichen und ressourcenschonenden Umbau der zentralen *Infrastrukturen* der nationalen Ökonomien und der Weltwirtschaft;
  - Die Schaffung von entsprechenden Rahmenbedingungen, um einen *Investitionsschub* für die Nachhaltigkeitstransformation auszulösen;
  - Deren Verknüpfung mit dem handlungsleitenden Prinzip der sozialen *Inklusion*, also von Gerechtigkeit und Teilhabe, weil diese sich nicht von allein ergibt und zugleich Bedingung sowie Ziel einer gelingenden Gesellschaftstransformation zur Nachhaltigkeit darstellt.

Um die Transformation zu beschleunigen und an den „vier großen I“ auszurichten, unterstreicht der WBGU die Idee eines *gestaltenden Staates*, eingebettet in ein neues Gleichgewicht aus Wirtschaft und Zivilgesellschaft unter Einschluss der Wissenschaft, und schlägt eine an der Vision der Agenda 2030 orientierte Steuerreform vor, um transformative Staatsfonds zu generieren, die helfen, Dekarbonisierungsstrategien umzusetzen.



# Klimaschutz: Die Herausforderung von Paris

## 2

Die folgenden Überlegungen stellen den Klimaschutz, seine völkerrechtlich neue Verankerung und die daraus erwachsenden Handlungserfordernisse ins Zentrum, vor allem in Bezug auf die weltweiten Infrastrukturen. Nur wenn auch die anderen Nachhaltigkeitsziele berücksichtigt werden, kann eine Strategie zum Klimaschutz einen erfolgreichen Beitrag zu einem globalen Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt leisten (Kap. 4).

### 2.1

#### Was in Paris beschlossen wurde

Das am 12. Dezember 2015 auf der Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) verabschiedete Übereinkommen von Paris (Paris Agreement) ist ein Meilenstein der Klimapolitik. Sein zentraler Erfolg ist die Festlegung verbindlicher Qualitätsziele für den Klimaschutz für nahezu die gesamte Staatengemeinschaft.

Das Übereinkommen von Paris ist ein völkerrechtlicher Vertrag im Sinne des Wiener Übereinkommens über das Recht der Verträge (Wiener Vertragsrechtskonvention, 1969) und entfaltet – dem Mandat von Durban entsprechend – grundsätzlich Bindungswirkung für die Vertragsparteien (*pacta sunt servanda*; Schlacke, 2016; Bodle et al., 2016).

Nichtsdestotrotz entfalten die jeweiligen Regelungen des Übereinkommens von Paris eine unterschiedliche Reichweite im Hinblick auf ihre Verbindlichkeit: Es kann sich um Ziele, konkrete Verpflichtungen, ausfüllungsbedürftige Rahmenvorgaben oder lediglich Empfehlungen handeln. Vorschriften, die ein konkretes Handeln, Dulden oder Unterlassen vorschreiben, sind indes die Ausnahme. Auch der Adressatenkreis kann unterschiedlich ausfallen (Vertragsstaaten, Industriestaaten, Entwicklungsländer, Sekretariat usw.). Insoweit ist die Verbindlichkeit des Abkommens jeweils von der Ausgestaltung der Einzelvorschriften abhängig. Die Positionierung der G20-Staaten zur Umsetzung des Übereinkommens von Paris ist daher von großer Bedeutung.

Das Ziel in Art. 2.1 (a), den Anstieg der globalen Mitteltemperatur deutlich unter (well below) 2°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu halten und Anstrengungen zu verfolgen, den Temperaturanstieg

sogar auf 1,5°C zu begrenzen, ist für alle Vertragsparteien verbindlich (Frank, 2016). Erstmals hat sich die Staatengemeinschaft damit völkerrechtlich auf ein quantifiziertes Klimaschutzziel geeinigt. Hierdurch wird die „gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems“ aus Art. 2 der Klimarahmenkonvention konkretisiert (WBGU, 2014a; Morgenstern und Dehnen, 2016). Erst durch weitere Konkretisierung werden sowohl das 2°C-Ziel als auch das 1,5°C-Ziel vollziehbar, kontrollierbar oder sanktionierbar sein (Schlacke, 2016).

Auch das an alle Vertragsstaaten gerichtete globale Langfristziel aus Art. 4.1, den Scheitelpunkt der Treibhausgasemissionen so schnell wie möglich zu erreichen, gefolgt von rascher Reduktion, um in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ein Gleichgewicht zwischen anthropogenen Emissionen durch Quellen und dem Abbau von Treibhausgasen durch Senken zu erreichen, ist ein zwar verbindliches Ziel, das aber ohne weitere Konkretisierung ebenfalls weder vollziehbar, kontrollierbar noch sanktionierbar ist. Bezweckt wird eine Treibhausgasneutralität in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, die nicht ausschließlich durch Vermeidung von Treibhausgasemissionen erreicht werden muss, sondern auch offen ist für auf die Herstellung von CO<sub>2</sub>-Senken gerichtete Geoengineering-Maßnahmen (z.B. Aufforstung, Meeresdüngung, Ozean-Alkalinisierung; Morgenstern und Dehnen, 2016). Nicht erfasst sind dagegen Maßnahmen des Solar Radiation Management, d.h. solche Geoengineering-Technologien, die eine Temperaturbegrenzung durch Abschirmung von Sonneneinstrahlung bezwecken (Kasten 2), denn Sinn und Zweck sowie Wortlaut des Art. 4.1 („removals by sinks of greenhouse gases“) sind auf Emissionen und Senken von Treibhausgasen beschränkt. Senken sind im Sinne von Art. 1.8 UNFCCC solche Vorgänge, mit denen klimawirksame Stoffe aus der Atmosphäre entfernt werden (z.B. CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Wälder, Meere, technische Verfahren).

Diese Zielsetzungen sollen vor allem durch die nationalen Klimaschutzbeiträge (Nationally Determined Contributions – NDCs) erreicht werden. NDCs können Klimaschutz und Anpassung bezwecken. Sie dienen nicht dazu, einen Umgang mit Verlusten und Schäden (Loss and Damage) zu finden (Art. 3). Die Vertragsparteien werden verpflichtet, NDCs zu melden, diese alle fünf Jahre zu überarbeiten, zu verschärfen und erneut zu melden sowie über ihre Entwicklung, Erreichung und Einhaltung klar und transparent zu berich-

ten (Art. 4.2, 4.3, 4.8, 13.7 (b)). Es ist das Tätigwerden an sich geschuldet (Morgenstern und Dehnen, 2016), ohne dass konkrete Teilziele vorgegeben werden. Hierin liegt eine Chance und Verantwortung für die Nationalstaaten, denen die Umsetzung der Pariser Ziele übertragen wird. Da die Nichterreichung oder Nichteinhaltung gemeldeter Klimaschutzbeiträge nach dem Überkommen von Paris nicht sanktionierbar sind, müssen sie nationale Vorkehrungen treffen, die die Durchsetzung der eingegangenen Verpflichtungen gewährleisten bzw. bei Nichterreichung Sanktionen vorsehen. Es ist ausdrücklich verboten, Emissionsreduktionen doppelt zu zählen (Art. 6.5). Das UNFCCC-Sekretariat wird verpflichtet, NDCs und Anpassungsmaßnahmen festzuhalten (Art. 4.12, 7.12).

Die bisher gemeldeten Intended Nationally Determined Contributions (INDCs) oder die NDCs sind nicht immer quantifiziert oder quantifizierbar. Um sie am Langfristtemperaturziel (deutlich unter 2°C) und den in Art 4.1 formulierten globalen Langfristzielen zu Emissionen zu messen, und um die Bemühungen der Vertragsstaaten zu ihrer Einhaltung überprüfen zu können, sollten einheitliche Standards für die Meldung von NDCs entwickelt werden. Der Erfolg des Übereinkommens ist zu einem großen Teil von der Steigerung der nationalen Beiträge abhängig (Arens et al., 2015).

Das Übereinkommen von Paris setzt im Unterschied zum Kyoto-Protokoll auf die Verantwortungsübernahme aller Staaten, unabhängig davon, ob es sich um Industrie-, Schwellen- oder Entwicklungsländer handelt. Das Übereinkommen rekurriert nichtsdestotrotz auf ein Kernprinzip der Klimarahmenkonvention: das Prinzip der „common but differentiated responsibilities“ (Art. 3 UNFCCC; Art. 2 Abs. 2 Übereinkommen von Paris). So wird Industriestaaten eine Führungsrolle z.B. bei der Festlegung von NDCs zugewiesen (Schlacke, 2016).

Die Förderung von Anpassungsmaßnahmen ist Teil der Zielbestimmungen des Pariser Übereinkommens (Art. 2 Abs. 1 lit. b) geworden. Anpassung an den Klimawandel hat dadurch eine Aufwertung erfahren (Morgenstern und Dehnen, 2016; Doelle, 2016) und sollte weiter gestärkt werden. Zunächst können Anpassungsmaßnahmen betroffene Bevölkerungsgruppen gegen bereits eingetretene bzw. wahrscheinlich eintretende Folgen des Klimawandels wappnen und damit auch indirekt Fluchtursachen bekämpfen. Aus Sicht des WBGU kann Flucht vor den bzw. die Migration in Reaktion auf die Folgen des Klimawandels als *ultima ratio* der Anpassung verstanden werden. Bislang wird das Thema Migration unter „displacement“ (Verdrängung) lediglich in der völkerrechtlich unverbindlichen Begleitentscheidung zum Übereinkommen von Paris, beispielsweise unter der Überschrift der Verluste und Schäden, behandelt und dem Warschau-Mechanismus unterstellt (UNFCCC, 2015b: §§ 50–51; WBGU, 2014a).

Der Ausgleich von durch den Klimawandel erzeugten Verlusten und Schäden fand keine Berücksichtigung. Verluste und Schäden werden zwar in Art. 8 Pariser Übereinkommen aufgegriffen, die Vertragsparteien stell-

ten jedoch klar, dass sie Schadenersatz oder Haftung für klimawandel(mit)bedingte Schäden nicht als von dieser Regelung erfasst betrachten (Morgenstern und Dehnen, 2016; Doelle, 2016). Allein die Erwähnung, dass Verluste und Schäden durch den Klimawandel ein Problem sind und behandelt werden müssen, reicht nach Ansicht des WBGU allerdings nicht aus. Fast ist man geneigt, eine derart schwache Ausgestaltung als ein „von der Agenda nehmen“ zu interpretieren. Es sollten vielmehr konkrete rechtliche Folgen an die Verursachung von Verlusten und Schäden geknüpft werden, etwa Ansprüche auf Schadenersatz für die kleinen Inselstaaten verankert werden. Der WBGU empfiehlt den Beginn einer Diskussion, wer für diese Schäden aufkommen muss, wie sie ausgeglichen werden und wer, wo und wie Ansprüche durchsetzen kann. Nur so können zukünftige Konflikte verhindert werden.

Das Thema der Klima(schutz)finanzierung fand als Teil der Zielbestimmungen in Art. 2.1 (c) an hervorgehobener Stelle Eingang in das Übereinkommen (Morgenstern und Dehnen, 2016). Art. 9 rekurriert auf die Verpflichtung der Industriestaaten unter der Klimarahmenkonvention, Entwicklungsländer finanziell zu unterstützen. Konkretere Verpflichtungen, wie beispielsweise 100 Mrd. US-\$ jährlich bereitzustellen, wurden allerdings nur in der Begleitentscheidung (§ 54) zum Übereinkommen aufgegriffen (Bodle et al., 2016). Ein rechtsverbindliches, stufenweises Einstellen (phase out) von Subventionen für fossile Brennstoffe konnte nicht durchgesetzt werden (Doelle, 2016). Vielmehr liegt der Schwerpunkt der in Paris vereinbarten Maßnahmen bei Transparenz schaffenden, prozeduralen Vorgaben. Zum einen hält der WBGU es daher für wichtig, möglichst schnell diesen prozeduralen Rahmen mit Maßnahmen auszufüllen (Kap. 4.3). Zum anderen sollten die Industrie- und auch Schwellenländer konkrete finanzielle Verpflichtungen übernehmen, um Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen zu unterstützen. Die G20-Staaten sollten hierbei eine Vorreiterrolle übernehmen.

Insgesamt geht vom Übereinkommen von Paris ein sehr wichtiges Signal für den internationalen Klimaschutz aus. Der in Paris geschaffene Rahmen muss zeitnah durch internationale wie nationale Maßnahmen gefüllt werden. Gefragt sind insoweit neben Standardisierungen und dem Monitoring der Klimaschutzbeiträge vor allem ambitionierte zusätzliche Dekarbonisierungsanstrengungen der Vertragsstaaten.

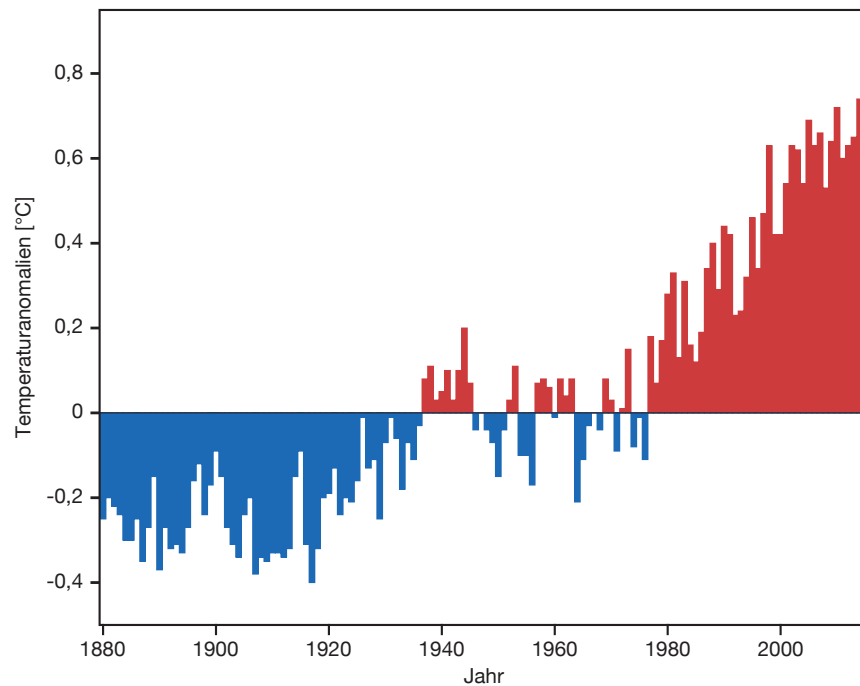
---

### 2.2 Erwärmung begrenzen und Klimaextreme vermeiden

Seit der 15. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention 2009 in Kopenhagen ist die Begrenzung der globalen Erwärmung auf 2°C gegenüber der Zeit vor der Industriellen Revolution in den internationalen Verhandlungen präsent. Die Klimafolgenforschung zeigt, dass bei einem Überschreiten dieser planetarischen

**Abbildung 2.2-1**

Entwicklung der global gemittelten Oberflächentemperatur zwischen 1880 und 2015. Gezeigt ist jeweils die Temperaturabweichung gegenüber dem Mittelwert der Jahre 1951–1980. Quelle: WBGU, auf Grundlage von Daten des Goddard Institute for Space Studies (NASA, 2016)



Leitplanke gefährliche anthropogene Einflüsse auf das Wetter und Klima (z. B. vermehrte Extremwetterereignisse, Dürren, Überschwemmungen, Verschwinden von Gebirgsgletschern, irreversibles Schmelzen des grönländischen Eisschildes, starker Meeresspiegelanstieg) wahrscheinlicher werden; allerdings können auch unterhalb dieser Grenze Gefährdungen auftreten (WBGU, 1995, 2003, 2009b; UNFCCC, 2015a). Die Erwärmung ist nicht überall gleich, sondern regional sehr unterschiedlich. So erwärmt sich etwa die Arktis mehr als doppelt so stark wie das globale Mittel (Cohen et al., 2014). Auch der Meeresspiegelanstieg ist regional unterschiedlich ausgeprägt (Rhein et al., 2013). Daher werden sich auch die Klimafolgen regional stark unterscheiden. Das in Paris beschlossene Ziel, den Anstieg der durchschnittlichen Oberflächentemperatur nicht nur deutlich unter 2°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu halten, sondern auch Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg auf 1,5°C zu begrenzen, würde die Risiken und Auswirkungen der Klimaänderungen erheblich verringern und ist daher aus Vorsorgegesichtspunkten zu empfehlen. Folgerichtig wäre nur noch eine zusätzliche Erwärmung von 0,5–1°C tolerierbar, da die globale Temperatur von 1880 bis 2015 bereits um etwa 1°C gestiegen ist (Hansen et al., 2016; Abb. 2.2-1). Neueste Messungen zeigen, dass jeder einzelne Monat von Oktober 2015 bis August 2016 die jeweils höchste Temperatur seit Beginn der Aufzeichnungen aufweist (NASA, 2016).

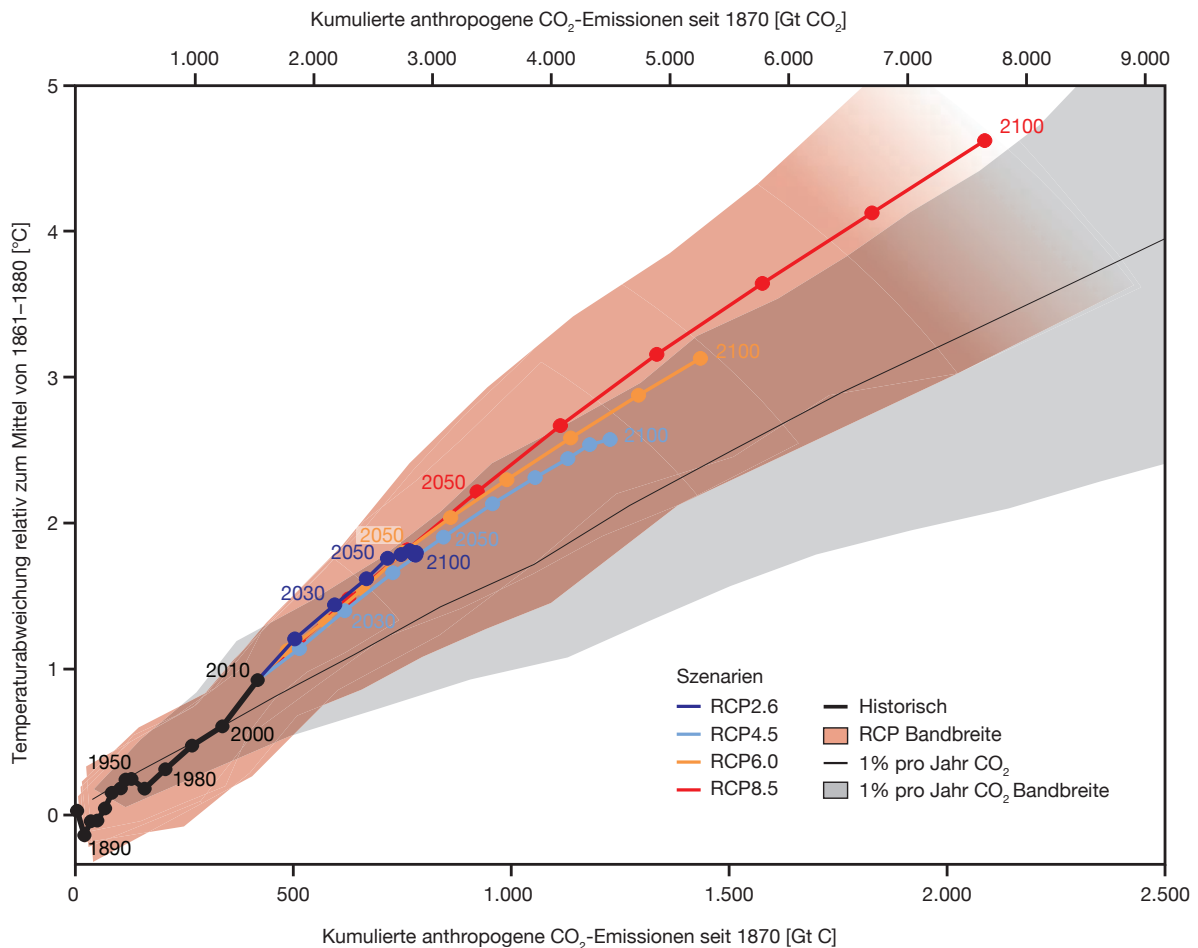
Welche Erwärmung erreicht wird, hängt entscheidend von der Menge an CO<sub>2</sub> ab, die die Menschheit noch in die Atmosphäre emittiert. Umfangreiche Analysen haben gezeigt, dass die global gemittelte Lufttemperatur in Bodennähe nahezu linear von der seit Beginn der Industrialisierung emittierten Gesamtmenge an CO<sub>2</sub> abhängt (IPCC, 2014a; Abb. 2.2-2). Um die Erwärmung

mit einer Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln auf 1,5°C bzw. 2°C zu begrenzen, dürften die zukünftigen kumulativen Emissionen etwa 200 Gt CO<sub>2</sub> bzw. 800 Gt CO<sub>2</sub> nicht überschreiten. Diese Zahlen wurden wie folgt abgeleitet: Laut Synthesebericht des letzten Sachstandsberichts des IPCC (2014a) verblieb im Jahr 2011 noch ein Budget von 400 Gt CO<sub>2</sub>, um die Erderwärmung auf maximal 1,5°C zu begrenzen, bzw. 1.000 Gt CO<sub>2</sub> für 2°C (mit einer Wahrscheinlichkeit von 66%). In den letzten fünf Jahren lagen die globalen Emissionen bei etwa 40 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr, wovon etwa 32 Gt CO<sub>2</sub> auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe, etwa 4 Gt CO<sub>2</sub> auf die Zementproduktion und andere industrielle Prozesse sowie etwa 4 Gt CO<sub>2</sub> auf Landnutzungsänderungen entfielen (Global Carbon Project, 2016). In der Summe reduzieren sich also die Budgets um jeweils 200 Gt CO<sub>2</sub>, so dass ab 2016 ein Budget von 200 Gt CO<sub>2</sub> bis zu Erreichung von 1,5°C und von 800 Gt CO<sub>2</sub> für 2°C zur Verfügung stünde.

Verbleiben die globalen Emissionen weiterhin bei knapp 40 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr, würden die kumulierten Emissionen bereits in etwa fünf Jahren ein Niveau erreichen, bei dem die global gemittelte Temperatur mit einer Wahrscheinlichkeit von 66% gerade noch unter 1,5°C bleibt; das entsprechende Niveau für eine Begrenzung auf 2°C wäre in 20 Jahren erreicht. Alle zusätzlich anfallenden Emissionen müssten später durch „negative Emissionen“, d. h. durch Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre, kompensiert werden. Derzeit ist allerdings wissenschaftlich noch unklar, wie sich negative Emissionen genau auf den globalen Kohlenstoffkreislauf auswirken, und welche Folgen der vorangegangenen Emissionen sie tatsächlich rückgängig machen können (Fuss et al., 2014). Ebenso unklar ist, wie das Erdsystem insgesamt auf eine schnelle Reduktion der CO<sub>2</sub>-Konzentration reagieren würde.

In einem Szenario ohne wirksamen Klimaschutz könnte

## 2 Klimaschutz: Die Herausforderung von Paris



**Abbildung 2.2-2**

Anstieg der globalen Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von den kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen. In der Graphik sind Beobachtungen und 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 CO<sub>2</sub> emittiert würde; dabei wurde ein Anstieg des CO<sub>2</sub> um 1 % pro Jahr angenommen.

Quelle: IPCC, 2013; Knutti und Rogelj, 2015

die Erwärmung am Ende dieses Jahrhunderts über 4°C liegen (IPCC, 2014a). Werden alle bisher von den Vertragsstaaten des Pariser Übereinkommens für den Zeitraum bis 2030 angekündigten Klimaschutzmaßnahmen – (Intended) Nationally Determined Contributions, (I)NDCs – umgesetzt, würden die Emissionen einem Pfad folgen, der die Erwärmung auf unter 3–3,5°C begrenzen könnte (UNEP, 2015). Die derzeitigen (I)NDCs erreichen, gemessen an einem Business-as-usual-Pfad, im Jahr 2030 etwa 45% der Emissionsreduktion die notwendig wäre, um auf einen 2°C-kompatiblen Pfad zu gelangen (UNEP, 2015). Um die Erwärmung unter 2°C (1,5°C) zu halten, sind also drastischere – aber durchaus durchführbare – CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen und ein völliger Stopp bis 2070 (2050) nötig (Kap. 3). Nach Einstellung der Emissionen bleibt die Lufttemperatur noch einige Jahrhunderte auf etwa demselben Niveau, das im Wesentlichen durch die kumulierten Emissionen definiert ist. Nur langsam reduziert sich die Menge an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre durch Aufnahme in Ozean und Biosphäre (Kap. 2.3; Collins et al., 2013:1106).

### 2.3

#### Nachhaltiger Umgang mit natürlichen und anthropogenen Kohlenstoffsenken

Wie viel des anthropogenen CO<sub>2</sub> langfristig in der Atmosphäre verbleibt und zur globalen Erwärmung beiträgt, hängt vom Zusammenspiel der CO<sub>2</sub>-Quellen und -Senken ab. Etwa die Hälfte des seit 1750 emittierten CO<sub>2</sub> befindet sich noch immer in der Atmosphäre, die andere Hälfte wurde wiederum je zur Hälfte vom Ozean und von der terrestrischen Biosphäre aufgenommen (Ciais et al., 2013). Langfristig (d.h. im Zeitraum von etwa 1.000 Jahren) nehmen die Meere den überwiegenden Teil des vom Menschen emittierten CO<sub>2</sub> auf.

Durch den bisherigen Eintrag von CO<sub>2</sub> ist der pH-Wert der Meeresoberflächen bereits um 0,1 gesunken, verglichen mit dem vorindustriellen Wert (Rhein et al., 2013:294). Dies entspricht einer Zunahme des Säuregehalts um fast 30%. Ein Fortschreiten der Versauerung könnte zu kritischen Belastungen mariner Öko-

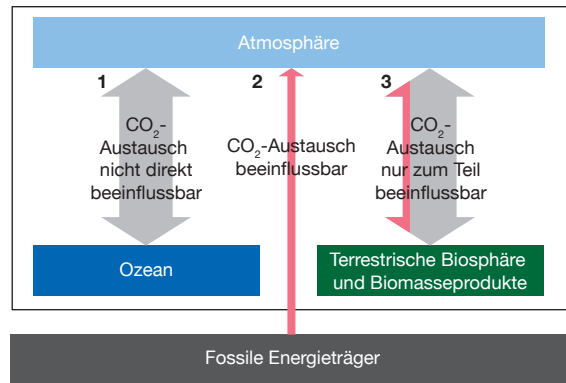
systeme und Arten führen (z.B. Korallenriffe, kalkbildende Organismen; WBGU, 2006, 2013:47; Ciais et al., 2013). Der Grund für die Senkenfunktion des Ozeans ist der CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Atmosphäre; der CO<sub>2</sub>-Austausch zwischen Atmosphäre und Ozean ist durch Partialdruckunterschiede des CO<sub>2</sub> getrieben und kaum durch den Menschen beeinflussbar bzw. aufhaltbar (Abb. 2.3-1). Ausnahmen sind in Kasten 2.3-2 beschriebene Methoden der Ozean-Alkalinisierung und der Ozeandüngung (Maßnahmen des „Geoengineering“).

Parallel zur Ozeansenke ist seit Beginn der Industrialisierung eine steigende Senkenfunktion natürlicher, nicht durch Landnutzungsänderungen betroffener terrestrischer Ökosysteme durch verstärkte Photosynthese und damit vermehrtes Wachstum von Pflanzen zu verzeichnen. Auch dies ist zum Teil begründet in der zunehmenden CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre, sowie in vermehrten Stickstoffeinträgen, und auch in Auswirkungen des Klimawandels, die z.B. längere Wachstumsperioden in mittleren und hohen Breiten zur Folge haben (Ciais et al., 2013:487). Der Schutz und die Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme können dazu beitragen, diese Senkenfunktion aufrechtzuerhalten. Auch Landnutzungsänderungen, etwa die verstärkte Ausbreitung und höhere Biomassedichte von Wäldern, tragen zur CO<sub>2</sub>-Aufnahme bei und kompensieren einen Teil der ebenfalls durch Landnutzungsänderungen (etwa Entwaldung) verursachten Emissionen. Die terrestrische CO<sub>2</sub>-Senke unterliegt starken zwischenjährlichen Schwankungen und verschwindet in einzelnen Jahren ganz (Ciais et al., 2013:504).

Landnutzungsmanagement sowie die Erhaltung und Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme können auf verschiedene Weise zum Klimaschutz beitragen:

- Vermeidung von Emissionen durch den Abbau natürlicher Kohlenstoffvorräte, z.B. durch Entwaldung und Konversion natürlicher Ökosysteme in Ackerflächen,
- Schutz von Ökosystemen zur Erhaltung der CO<sub>2</sub>-Senkenfunktionen der terrestrischen Biosphäre,
- Förderung der Akkumulation von Kohlenstoff im Boden oder in der Biomasse auf bewirtschafteten Flächen (z.B. durch land- und forstwirtschaftliches Management, Aufforstung),
- Substitution emissionsintensiver Materialien und Energieträger durch Nutzung von Biomasse für energetische oder stoffliche Zwecke (z.B. Bioenergie, Holz als Baustoff).

Da fruchtbare Böden eine knappe, unverzichtbare und nicht substituierbare Ressource sind, stehen diese Optionen in Konkurrenz nicht nur untereinander, sondern auch mit anderen Landnutzungserfordernissen (WBGU, 2009a). Daher sollte jede großskalige Änderung der Landnutzung immer im Kontext der gesamten Agenda 2030 und der SDGs betrachtet werden. Dabei geht es nicht nur um das Primat der Ernährung (SDG Nr. 2: „Den Hunger beenden...“), sondern u.a. auch um die langfristige Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit, um die Erhaltung von biologischer Vielfalt und



**Abbildung 2.3-1**

Schema des globalen Kohlenstoffkreislaufs. Die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration wird im Wesentlichen bestimmt durch (1) CO<sub>2</sub>-Flüsse zwischen Atmosphäre und Ozean. Dabei handelt es sich um große natürliche Flüsse, die nach heutigem Stand der Technik kaum direkt durch den Menschen beeinflussbar sind, (2) CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger. Diese Flüsse sind anthropogen und damit durch den Menschen kontrollierbar, (3) CO<sub>2</sub>-Flüsse zwischen der terrestrischen Biosphäre und der Atmosphäre: Dies sind große, überwiegend natürliche Flüsse, die nur zum kleinen Teil (vor allem durch Landnutzungsänderungen bzw. -management) durch den Menschen beeinflussbar sind. Durch die Ausgestaltung der Landnutzung lässt sich die Aufteilung des Kohlenstoffs zwischen Atmosphäre und terrestrischer Biosphäre in Grenzen verschieben. Diese Maßnahmen sind überwiegend reversibel. Quelle: WBGU, 2009a:95

Ökosystemleistungen (SDG Nr. 15) sowie um den langfristigen Ersatz von aus Erdöl gewonnenen Stoffen (z.B. Plastik) durch biobasierte Produkte. Daher kann die Landnutzung keinesfalls einseitig zum Zwecke des Klimaschutzes optimiert werden, sei es durch großskalige Aufforstung oder Bioenergienutzung.

Eine vieldiskutierte Möglichkeit der Schaffung einer anthropogenen CO<sub>2</sub>-Senke (d.h. „negativer Emissionen“) ist die Kombination von Bioenergienutzung mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (Bioenergy with Carbon Dioxide Capture and Storage – BECCS). Darunter wird ein Verfahren verstanden, das darauf zielt, der Atmosphäre dauerhaft CO<sub>2</sub> zu entziehen, indem Pflanzenmasse energetisch genutzt wird und das dabei freigesetzte CO<sub>2</sub> aus dem Rauchgas abgeschieden und in unterirdischen Lagerstätten gespeichert wird (Kasten 2.3-1). Der WBGU rät davon ab, BECCS als großskalige Lösungsoption für den Klimaschutz zu sehen. Eine limitierte Anwendung von BECCS auf Grundlage der Nutzung von Abfall- und Reststoffen und einem Anbau von Energiepflanzen, der nicht im Konflikt mit Nahrungsmittelproduktion und dem Erhalt von Ökosystemen steht, kann die Bemühungen, den anthropogenen Klimawandel zu begrenzen, aber unterstützen. Bei einem angenommenen Reststoffpotenzial für die energetische Nutzung von 50 EJ könnten theoretisch etwa 3 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr für die Sequestrierung zur Verfügung stehen (WBGU, 2009a:138). Dies entspricht in etwa einem Zehntel der derzeitigen jährlichen Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger.

Auch rät der WBGU davon ab, großskalige Aufforstungen, Eisendüngung bzw. Alkalinisierung der

### Kasten 2.3-1

#### Bioenergie und Kohlenstoffspeicherung (BECCS)

Während ihres Wachstums nehmen Pflanzen mittels Photosynthese CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf und wandeln es in Biomasse um. Ohne menschliche Eingriffe wird der weitaus größte Teil davon später durch metabolische Prozesse oder durch biologischen Abbau wieder in die Atmosphäre abgegeben. Um der Atmosphäre das CO<sub>2</sub> dauerhaft zu entziehen, könnte die Pflanzenmasse energetisch genutzt werden, wobei das dabei freigesetzte CO<sub>2</sub> aus dem Rauchgas abgeschieden und dauerhaft gespeichert wird. Dieses als BECCS (Bioenergy with Carbon Dioxide Capture and Storage) bezeichnete Verfahren könnte also „negative Emissionen“ erzeugen und die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration senken. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sind vor einem großskaligen Einsatz dieser Technologie vor allem zwei Fragen zu klären:

*Erstens* muss gewährleistet sein, dass die genutzte Biomasse auf nachhaltige Weise gewonnen wurde. Werden hier eigens angebaute Energiepflanzen verwendet, ergeben sich vielfältige Konkurrenzen mit anderen Landnutzungen, wie z. B. für Ernährung und Naturschutz. Je nach Anbausystem und genutzter Landfläche kann der Anbau von Energiepflanzen selbst erhebliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Der WBGU hat in seinem Gutachten „Zukunftsfähige Bioenergie und nachhal-

tige Landnutzung“ (WBGU, 2009a) umfangreiche Analysen zu nachhaltigen Bioenergiepotenzialen vorgelegt und empfohlen, hierfür prioritär Abfall- und Reststoffe zu verwenden, da dabei kaum Konkurrenzen zu bestehender Landnutzung auftreten. Sofern eigens Energiepflanzen angebaut werden, sollte dies bevorzugt auf marginalen, also wenig fruchtbaren Flächen geschehen, wobei mehrjährige Anbaukulturen und Energiegräser grundsätzlich gegenüber einjährigen Kulturen zu bevorzugen sind (WBGU, 2009a:6).

*Zweitens* stellt sich die Frage nach der CCS-Technologie (Carbon Dioxide Capture and Storage) und den nutzbaren geologischen Speichern. Die CCS-Technologie selbst ist heute prinzipiell technisch ausgereift und verfügbar, jedoch noch nicht großmaßstäblich erprobt. Der Einsatz von CCS bei der Nutzung oder Förderung fossiler Energieträger führt nicht, wie in Kombination mit Bioenergie, zu negativen Emissionen, sondern kann nur anthropogene Emissionen verringern.

Da die Verfügbarkeit langfristig sicherer, d.h. gegen die Atmosphäre abgedichteter CO<sub>2</sub>-Speicher unklar und die Akzeptanz ihrer Nutzung schwer vorhersagbar ist, könnte es zu einer Konkurrenz zwischen BECCS und der Nutzung von CCS im Rahmen der Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern kommen (van Vuuren et al., 2013). In jedem Fall setzt eine mögliche relevante zukünftige Nutzung von BECCS weitere Forschung und Erprobung voraus.

Ozeane als weitere Möglichkeiten der Schaffung negativer Emissionen ins Auge zu fassen, da diese mit unterschiedlichsten Problemen, potenziellen Schäden und schwer oder nicht kalkulierbaren Risiken verbunden sind (Kasten 2.3-2).

## 2.4

### Transformation der Infrastruktur

Die im Übereinkommen von Paris vereinbarten Ziele bedeuten eine erhebliche Herausforderung für die Transformation der globalen Infrastrukturen. Gegenüber dem Status Quo müssen Transformationsprozesse radikal beschleunigt werden, um die notwendigen Technologiesprünge zu vollziehen. Zum Beispiel müssten in der Automobilindustrie Verbrennungsmotoren durch emissionsfreie Antriebstechnologien ersetzt werden, weit bevor das maximale Effizienzverbesserungspotenzial von Verbrennungsmotoren ausgeschöpft worden ist, was u. a. entsprechende Infrastruktur (z. B. Stromtankstellen) erfordert. Auch im Städtebau muss umgesteuert werden. Der in den kommenden Dekaden zu erwartende gewaltige Urbanisierungsschub (etwa 2,5 Mrd. zusätzliche Stadtbewohner bis Mitte des Jahrhunderts) sowie seine ressourcen- und klimaverträgliche Gestaltung sind zentral für eine global nachhaltige Entwicklung. In den Städten wird sich entscheiden, ob die Transformation zur Nachhaltigkeit gelingt (WBGU, 2016a:5f.).

Dieses Bewusstsein herrscht jedoch bei vielen Entscheidungsträgern sowie in weiten Teilen der Öffentlichkeit bisher noch nicht vor. Deshalb wären klare Signale der Entscheidungsträger der G20 an die Wirtschaft sehr hilf-

reich, damit diese einen verlässlichen Planungshorizont vorfindet.

#### Hauptfaktor Zeit

Derzeit sind fossile Energien mit 32 Gt CO<sub>2</sub> sowie Zementherstellung und industrielle Prozesse mit 4 Gt CO<sub>2</sub> für den Großteil der jährlichen Treibhausgasemissionen verantwortlich (Global Carbon Project, 2016; IPCC, 2014a:45). Diese Emissionen werden in hohem Maß durch die Ausgestaltung der weltweiten Infrastruktursysteme determiniert. Damit das Klimaziel von Paris erreicht werden kann, muss die zukünftige Rate der Dekarbonisierung – gemessen als Reduktion der Kohlenstoffintensität (t CO<sub>2</sub> pro Mio. € des BIP) – signifikant höher ausfallen als die in der Vergangenheit beobachtbare Rate. Zwischen 2000 und 2014 ist die globale Kohlenstoffintensität im Durchschnitt um 1,3% jährlich gefallen. Um eine Stabilisierung der globalen Erwärmung unterhalb von 2°C zu erreichen, muss die Kohlenstoffintensität jedoch mit einer Rate von mehr als 6% pro Jahr reduziert werden (PWC, 2015). Dies kann, insbesondere vor dem Hintergrund des engen Zeitfensters, nicht allein durch eine Substitution bestehender Energieerzeugungsinfrastrukturen durch emissionsarme oder emissionsfreie Alternativen erreicht werden. Vielmehr müssen, neben einem beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien, mit gleich hoher Priorität Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen in sämtlichen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft umgesetzt werden.

#### Transformationspotenzial nicht unterschätzen

Das Potenzial, die bisherige Energieinfrastruktur schnell zu erneuern, wird nach Auffassung des WBGU unterschätzt. Ein starker technologischer Wandel findet



**Kasten 2.3-2****Bewertung des Geoengineering**

Der Begriff Geoengineering beschreibt den Versuch, das Klimasystem gezielt zu beeinflussen, um die zukünftige globale Erderwärmung zu reduzieren. Hierbei handelt es sich um großskalige Eingriffe in ein komplexes System, deren Nebenwirkungen nur unzulänglich verstanden sind. Es lassen sich zwei grundsätzliche Methoden des Geoengineering unterscheiden: die Manipulation des globalen Strahlungshaushalts (Solar Radiation Management – SRM), die direkt die eingehende Sonneneinstrahlung beeinflusst, und die Reduktion der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal – CDR). Beide Methoden sind in der Literatur ausführlich beschrieben (z.B. The Royal Society, 2009; UBA, 2011; Rickels et al., 2011).

Klimarechnungen mit Erdsystemmodellen haben gezeigt, dass die meisten der zurzeit diskutierten Verfahren die globale Erwärmung nur wenig bremsen können (<8%) und meist mit gravierenden Nebenwirkungen auf das Klimasystem und Ökosysteme einhergehen (Keller et al., 2014).

SRM wäre die einzige Methode die Erderwärmung effektiv zu reduzieren; allerdings wäre die so erreichte Abkühlung der Atmosphäre mit umfangreichen Nebenwirkungen und Unwägbarkeiten verbunden. Zum einen würde SRM die globale zwischenstaatliche Zusammenarbeit vor bislang nicht gekannte Herausforderungen stellen, da SRM-Maßnahmen durchaus von Einzelstaaten zur Verfolgung eigener Zwecke genutzt werden könnten, gleichzeitig aber globale Auswirkungen haben würden. Weiterhin würde ein zwischenzeitliches Aussetzen des Geoengineering durch SRM die Erdoberflächentemperaturen in ihren „Normalzustand“ ohne den Eingriff zurück katapultieren. Ein rasanter Klimawandel innerhalb weniger Jahre (Keller et al., 2014) mit unabsehbaren Folgen für Menschen und Gesellschaften wäre die Konsequenz. Nicht zuletzt würde die Anwendung von SRM erheblichen Einfluss auf Systeme aller Größenordnungen haben, beispielsweise auf die Monsunzirkulation, lokale Wettermuster, Ozeanzirkulation und die Ozonschicht. Aus Sicht des WBGU stehen die Risiken der Anwendung von SRM zur Bekämpfung des Klimawandels in keinem Verhältnis zu ihrem potenziellen Nutzen. Der WBGU lehnt die Anwendung von SRM daher ab.

Im Gegensatz zu SRM könnte durch CDR auch das Problem der Ozeanversauerung adressiert werden und sprunghafte Veränderungen der Oberflächentemperaturen wie im Falle eines Stopps der SRM-Anwendung wären weitgehend ausgeschlossen. Vielen CDR-Techniken ist gemein, dass sie extrem flächenintensiv sind und teilweise erhebliche Nebenwirkungen auf die Bio- und Geosphäre haben.

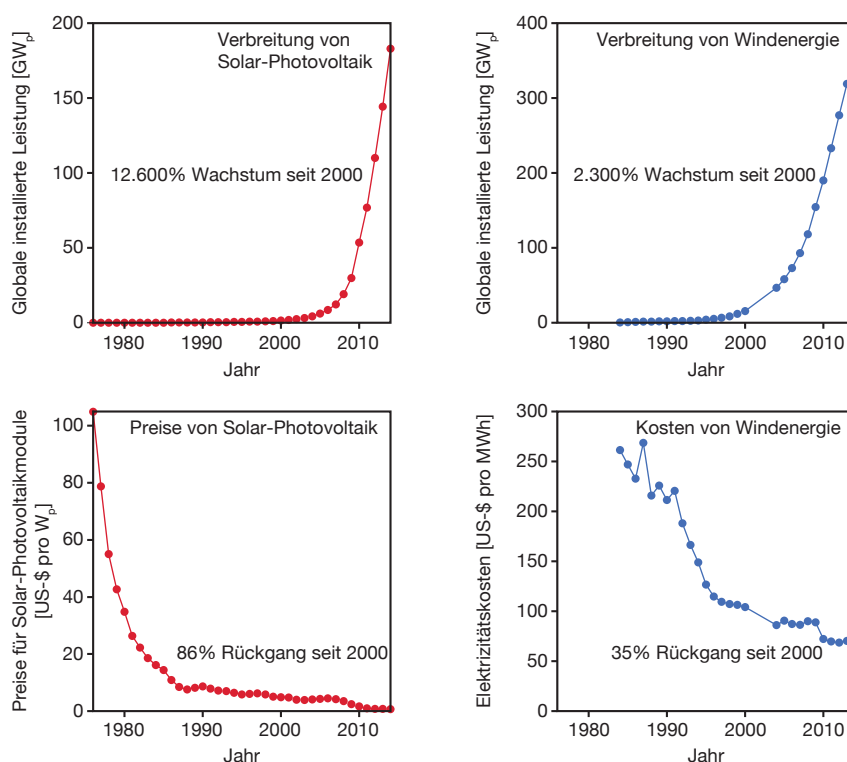
› *Ozean-Alkalinisierung*: Durch die Beschleunigung der natürlichen chemischen Verwitterung von Gestein könnte CO<sub>2</sub> theoretisch schneller aus der Atmosphäre gebunden und in die Ozeane eingeleitet werden. Die beschleunigte Kohlenstoffbindung kann durch das Zerkleinern und Mahlen beispielsweise von Olivinen (Kalk- und Silikatgestein) erreicht werden (Köhler et al., 2010). Die Voraussetzungen hierzu gleichen denen des modernen Bergbaus, die Verfahren wären extrem energieintensiv und erfordern eine umfangreiche Infrastruktur sowie erhebliche Gesteinsmengen (3 Mrd. t Olivin wären in der Lage nur 9% der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu neutralisieren, Köhler et al., 2010). Das zerstoßene Gestein müsste großflächig in die Ozeane eingebracht werden, um dort in das Tiefenwasser zu gelangen. Sowohl an Land als auch im Ozean ist diese Methode höchst invasiv und viele Nebenwirkungen sind bisher nicht abschätzbar (beispielsweise die ökosystemaren Folgen einer Alkalinisierung der Ozeane). Der WBGU rät von dieser Technologie ab.

› *Manipulation der marinen Biomasseproduktion*: Die Verstärkung der marinen Kohlenstoffsenken durch erhöhtes Biomassewachstum in nährstofflimitierten Ozeanregionen könnte durch die Düngung mit Mikro- (z.B. Eisen, Eisendüngung) und Makronährstoffen (z.B. Stickstoff, Phosphor) erreichbar sein. Das Absinken der Biomasse in tiefere Ozeanschichten könnte zu einer langfristigen Speicherung des gebundenen Kohlenstoffs führen. Allerdings hängt die Effektivität dieser Methode von verschiedenen physikalischen und biologischen Faktoren ab (z.B. Tiefenwasserbildung oder die vorzeitige Re-Emission des gespeicherten Kohlenstoffs in die Atmosphäre durch bakterielle Zersetzung der Biomasse). Die Ergebnisse aus Modellstudien und lokalen Experimenten sind teils widersprüchlich und nicht belastbar genug, um die Effektivität großskaliger Ozeandüngung zu quantifizieren (z.B. Jin et al., 2007; CBD, 2009; Smetacek et al., 2012). Mit Blick auf die teils unerforschten potenziellen Nebenwirkungen der Ozeandüngung auf Meeresökosysteme lehnt der WBGU auch dieses Geoengineering-Verfahren ab.

› *Großskalige Aufforstung*: Eine großskalige Aufforstung wäre wegen der limitierten Anbauflächen und der Konkurrenz zwischen der Produktion von Nahrungsmitteln, Bauholz und Bioenergie und der Erhaltung von biologischer Vielfalt, natürlichen Ökosystemen und Ökosystemleistungen nur in Bereichen sinnvoll, die bisher nicht genutzt werden und für die keine wertvollen natürlichen Ökosysteme konvertiert werden müssten. So beschäftigen sich einige Untersuchungen mit der Vision einer Begrünung von Halbwüsten und Wüsten mittels künstlicher Bewässerung mit entsalztem Meerwasser (z.B. Sahara, australisches Outback; Ornstein et al., 2009; Keller et al., 2014). Simulationen mit Erdsystemmodellen zeigen, dass eine großflächige Aufforstung dieser Bereiche den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft zwar ein wenig reduziert, aber die Temperatur wird nicht verringert, sondern erhöht sich sogar leicht. Grund dafür ist im Wesentlichen das geringere Reflexionsvermögen von Wäldern im Vergleich zur Wüste und damit die erhöhte Absorption der Sonnenstrahlung (Keller et al., 2014). Ein weiterer gravierender Nachteil sind die immensen Kosten für die Bewässerung dieser Wüstengebiete sowie die Folgen im Fall eines Ausfalls der Bewässerung. Nicht untersucht wurden bisher die Einflüsse der Zerstörung der Wüstenökosysteme und der wahrscheinlich starken Reduktion des Saharastaubtransports und der damit verbundenen Düngung des Atlantiks und des Regenwalds im Amazonasgebiet. Aufgrund der hohen Kosten, der negativen Einwirkung auf Lufttemperatur und die noch unerforschten Effekte auf die Ökosysteme erscheint dieses Verfahren zurzeit nicht sinnvoll.

› *CO<sub>2</sub>-Bindung aus der Luft durch chemische Sequestrierung*: Die direkte Bindung von CO<sub>2</sub> aus der Luft könnte theoretisch auch durch eine chemische Sequestrierung erreicht werden (Direct Air Capture – DAC). Bisher beschränkt sich die Erprobung dieser Technologie allerdings auf wenige Gebiete, und die Skalierung von DAC auf Dimensionen, welche einen signifikanten Einfluss auf atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen hätte, ist mit heutiger Technologie nicht realisierbar und sehr energieintensiv. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten könnten den Energie- und Kostenbedarf allerdings signifikant senken (Lackner et al., 2012).

## 2 Klimaschutz: Die Herausforderung von Paris



**Abbildung 2.4-1**

Entwicklung erneuerbarer Energien. Das Wachstum an installierten Solar- und Windenergiekapazitäten hat die Erwartungen weit übertroffen. Gleichzeitig sind die Kosten rapide gefallen: seit dem Jahr 2000 um 35% für Windenergie und um 86% für Solarenergie.

Quelle: Trancik et al., 2015

bereits statt: Die Stromerzeugungskapazität aus Wind und Sonne ist in den letzten Jahren weltweit exponentiell gewachsen, wobei die Kosten stark gesunken sind (Abb. 2.4-1).

Schellnhuber et al. (2016) deuten das mögliche Überschreiten von Kipppunkten für den Übergang zu einem rein erneuerbaren Energiesystem an, die in bisherigen Vermeidungsnarrativen oder Szenarien nicht oder nur unzureichend abgebildet sind. Die fossilen Kapazitäten könnten daher viel schneller aus dem Energiesystem herausgenommen werden als oftmals angenommen. Dem stehen Austrittsbarrieren gegenüber (Profitabilität, „versunkene“ Kosten), welche über regulatorische oder kompensatorische Maßnahmen adressiert werden können.

Ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt ist die radikale Reduzierung des Einsatzes von Zement im Bausektor (WBGU, 2016a). Zukünftig könnte Holz vor allem im Wohnungsbau großskalig eingesetzt werden. Da Holz im Vergleich zu konventionellen Baustoffen (z.B. Beton, Stahl und Aluminium) weniger Energieeinsatz erfordert und ohne Prozessemissionen auskommt, können dadurch erhebliche Emissionseinsparungen erreicht werden. Wieviel Holz allerdings nachhaltig zur Verfügung stünde, ist offen und muss genauer untersucht werden (Churkina, 2016).

Eine weitere wichtige Stellschraube, deren Potenzial aus Sicht des WBGU oftmals unterschätzt wird, ist der Wandel von Lebensstilen und Konsummustern, die einen Infrastrukturwandel vorbereiten und beglei-

ten können. Diese Optionen sind meist nicht an technische Restriktionen gebunden und könnten unmittelbar wirksam werden. Ein positives Beispiel ist der aktuell stattfindende Wandel von Ernährungsmustern in Teilen westlicher Gesellschaften. Durch die Reduktion des Konsums tierischer Produkte könnten landwirtschaftliche Flächen eingespart und stattdessen für schwer substituierbare Nutzungsformen, etwa zur Produktion von Holz bzw. Biomasse für den Baustoffsektor, genutzt werden.

Die Einhaltung der in Paris beschlossenen Klimaschutzziele kann durch verschiedene Technologieportfolios erfolgen, welche mit unterschiedlichen Risiken und Schwierigkeiten behaftet sind. Ein denkbares Portfolio beinhaltet dabei einen massiven Zubau der Kernenergie, sowie den großskaligen Einsatz von CCS und BECCS (z. B. im RCP2.6-Szenario: van Vuuren et al., 2011); notfalls gepaart mit Geoengineering-Maßnahmen, für den Fall, dass eine Reduzierung der Emissionen nicht ausreichend schnell gelingt. Aus Sicht des WBGU gibt es jedoch keine Rechtfertigung die mit einem solchen Portfolio verbundenen Risiken einzugehen, solange es weit aus risikoärmere Alternativen gibt.

Ein alternatives Portfolio mit völlig anderer Schwerpunktsetzung besteht aus einem stark beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger erheblicher Steigerung der Energieeffizienz und einem beschleunigten Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger, was den Verzicht auf die aus Sicht des WBGU als zu riskant eingestuft Vermeidungsoptionen

erlaubt. Ein solcher Pfad wird in Kapitel 3.2 skizziert (Kasten 3.2-1). Der WBGU plädiert dafür, dass innerhalb des Möglichkeitsraums ein Pfad beschritten wird, der mit höchster Priorität auf einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien setzt und bei dem riskantere Optionen wie BECCS nur in kleinem Maßstab und als Rückfalloption zum Einsatz kommen. Auf hochriskante Optionen des Geoengineering (Kasten 2.3-2) sollte gänzlich verzichtet werden. Die Umsetzung eines solchen Pfades wird in Kapitel 3.2 in einem Klimaschutzfahrplan beschrieben.

## 2.5 Empfehlungen

Um die weitere Erwärmung des Klimas aufzuhalten, ist ein vollständiger Stopp der CO<sub>2</sub>-Emissionen notwendig. Für eine Begrenzung der Klimaerwärmung unter 2°C sollten diese Nullemissionen spätestens 2070 erreicht sein, für eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5°C bereits bis 2050. Die globale Transformation sollte daher beschleunigt werden, um die Emissionen so schnell wie möglich zu mindern und schließlich auf Null zu führen. Kernelemente sind ein schneller Ausbau erneuerbarer Energien, eine effektive Begrenzung des Energieverbrauchs und ein schneller Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger. Der Einsatz unausgereifter und nicht ausreichend erprobter Technologien – wie Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (Carbon Dioxide Capture and Storage – CCS) oder die Kombination von Bioenergienutzung mit CCS (BECCS) – sollte so weit wie möglich vermieden werden. Der WBGU empfiehlt, abgesehen von Rest- und Abfallstoffen auf den Einsatz von Biomasse in der Energieproduktion weitgehend zu verzichten und das zur Verfügung stehende nachhaltige Potenzial an Biomasse bzw. Holz soweit möglich im Bausektor zu nutzen.

### G20: Transformation vorantreiben

Die Regierungen der G20-Staaten sollten die globale Transformation zu einer klimaverträglichen Gesellschaft als prägende Akteure im Rahmen des Pariser Übereinkommens bis 2020 vorantreiben. Die Bundesregierung sollte für die deutsche G20-Präsidentschaft anstreben, dass die G20 ein Dekarbonisierungsziel vereinbart, wie es ähnlich bereits beim G7-Gipfel im Jahr 2015 in Elmau gelungen ist.

1. Die G20 sollte vereinbaren, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Quellen bis 2050 auf Null abzusenken. Sie sollten für ihre Volkswirtschaften umfassende und überprüfbare Dekarbonisierungsstrategien entwickeln, die einen Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger bis 2050 beinhalten. Der WBGU schlägt dafür zentrale Meilensteine vor (Kap. 3).
2. Die G20 sollte sich dafür einsetzen, dass natürliche Ökosysteme geschützt bzw. wiederhergestellt werden, so dass die natürlichen Kohlenstoffvorräte (z.B. Wälder, Moore) und die Senkenfunktion der terrestrischen Biosphäre erhalten werden. Landnutzungs-

änderungen und Landnutzungsmanagement sollten nicht allein an Klimaschutzkriterien ausgerichtet werden; es sollte immer die gesamte Agenda 2030, d.h. alle SDGs, berücksichtigt werden.

3. Die G20 sollte sich zu Geoengineering positionieren: Maßnahmen, die auf die Änderung der Strahlungsbilanz abzielen, sollten nicht verfolgt werden. Auch von Maßnahmen, die auf die großskalige Änderung des Kohlenstoffkreislaufs abzielen, rät der WBGU ab. Ausnahmen betreffen die Kombination von Bioenergie mit CCS (BECCS) im kleinen Maßstab sowie die chemische Bindung von CO<sub>2</sub> aus der Luft; hier ist weitere Forschung und Erprobung notwendig.
4. Die G20 sollte sich dafür einsetzen, dass ein verbindlicher und universeller völkerrechtlicher Rahmen für das „Ob“ und „Wie“ von Geoengineering-Maßnahmen entwickelt wird, der das Vorsorgeprinzip berücksichtigt sowie Moratorien und Haftungsregelungen enthält. Die G20 sollte hierzu den Anstoß geben.

### G20-Staaten: Vorreiterrolle in der internationalen Klimapolitik übernehmen

Die besondere Verantwortung der G20-Staaten sollte sich auch in ihrer Rolle als Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention und als Unterzeichnerstaaten des Pariser Übereinkommens niederschlagen. Sie können in folgenden drei Bereichen eine Vorreiterrolle entwickeln:

1. Die derzeitigen Reduktionsversprechen – (Intended) Nationally Determined Contributions: (I)NDC – der Vertragsstaaten der UNFCCC liegen noch weit unter dem Niveau, das erforderlich ist, um die Ziele des Übereinkommens von Paris umzusetzen. Die G20-Staaten sollten mit sehr ambitionierten Reduktionszielen und Umsetzungsfahrplänen voranschreiten und ihre (I)NDCs entsprechend nachbessern. Die G20-Staaten sollten ihre Klimaschutzbeiträge nicht nur ambitioniert, sondern auch nach vergleichbaren Standards sowie Monitoring- und Review-Prozessen formulieren.
2. Um die Klimaschutzziele des Pariser Übereinkommens zu erreichen, sind die G20-Staaten herausgefordert, in den verbleibenden vier Jahren bis zur Geltung des Pariser Übereinkommens Dekarbonisierungsstrategien zu entwickeln, d.h. konkrete Pläne für den Ausstieg aus fossilen Energieträgern zu formulieren. Hierzu zählt auch die Entwicklung von Fahrplänen für den Abbau von Subventionen fossiler Energieträger bis 2020.
3. Die G20-Staaten sollten darüber hinaus in folgenden Bereichen Signale setzen:
  - Die G20-Staaten sollten für die Anpassung ihrer Länder an den Klimawandel ambitionierte Ziele formulieren und effektive Maßnahmen ergreifen. Sie sollten darauf hinwirken, dass Anpassungsziele im Rahmen des Pariser Übereinkommens vereinbart werden.
  - Die G20-Staaten sollten sich dafür einsetzen, dass innerhalb der UNFCCC und des Pariser

## 2 Klimaschutz: Die Herausforderung von Paris

Übereinkommens das Thema „Verluste und Schäden“ gestärkt wird, vor allem durch eine rasche Entwicklung von Prinzipien und Regeln für Kompensationsverpflichtungen.

- Das Thema klimawandelbedingte Flucht sollte durch die G20-Staaten vorangetrieben werden. So gilt es, nach dem Verantwortungsprinzip Hilfeleistung für Umweltmigranten bereitzustellen und Schutzrechte im Rahmen der UNFCCC zu fordern.
- Im Bereich der Finanzierung können die G20-Staaten starke Signale durch entsprechende Zusagen setzen, insbesondere für die Übernahme von Kosten für den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel sowie für Verluste und Schäden. Es bedarf der Diskussion und Entwicklung eines umfassenden Regimes für die Haftung für klimawandelbedingte Schäden und die Durchsetzung derartiger Ansprüche.
- Als übergreifende Maßnahme empfiehlt der WBGU, das Thema „Urbanisierung und Transformation“ dauerhaft zu einem Tagesordnungspunkt der G20 aufzuwerten (WBGU, 2016a). Die deutsche G20-Präsidentschaft sollte dazu genutzt werden, dieses Thema auf die Agenda zu setzen. Die schwache Reaktion der internationalen Politik auf Habitat III als erster internationaler Umsetzungskonferenz nach den Beschlüssen von 2015 hat gezeigt, dass der anstehende gewaltige globale Urbanisierungsschub noch nicht prominent genug in der politischen Agenda verankert ist (WBGU, 2016b; Pilardeaux et al., im Druck).

Insgesamt sind die G20-Staaten gefordert, in den kommenden vier Jahren eine Vorreiterrolle im Sinne der Großen Transformation einzunehmen. Dies würde auch zu Synergieeffekten bei der Umsetzung der SDGs führen.

# Nachhaltigkeitstransformation in den G20-Staaten voranbringen – Reformperspektiven

## 3

Die erfolgreiche Umsetzung der Agenda 2030 und des Übereinkommens von Paris erfordert – neben der Bereitschaft zu internationaler Kooperation – die Entwicklung und Umsetzung effektiver nationalstaatlicher Strategien, Umsetzungsfahrpläne und Instrumente transformativer Governance. Die G20-Regierungen sollten sich (1) für eine Neuausrichtung von *Innovationen* stark machen, die über den „G20 Blueprint on Innovative Growth“ hinausgeht (G20, 2016c), damit Wirtschafts- und Wohlstandsentwicklung innerhalb der planetarischen Leitplanken (WBGU, 2014b) ermöglicht werden. Sie sollten (2) den klimaverträglichen und ressourcenschonenden Umbau der *zentralen Infrastrukturen* der Weltwirtschaft rasch voranbringen. Die G20 sollte (3) *Investitionen* fördern, die die Nachhaltigkeitstransformation voranbringen. Infrastrukturen, Investitionen und Innovationen sind bereits wichtige Elemente der G20-Agenda. Die G20-Staaten sollten diese nun aber mit dem handlungsleitenden Prinzip der *sozialen Inklusion* verknüpfen, die Bedingung und Ziel einer gelingenden Gesellschaftstransformation zur Nachhaltigkeit ist. Das Prinzip der Inklusion umfasst dabei die Dimension der sozialen Gerechtigkeit sowie die der sozialen, kulturellen und politischen Teilhabe.

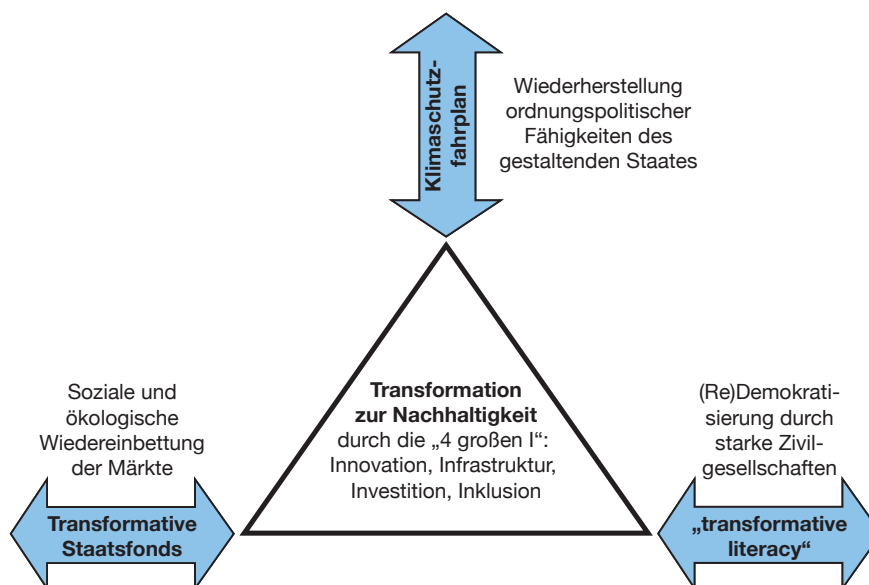
Nur mit dieser Ausbalancierung von Staat, Markt und Zivilgesellschaft sind anspruchsvolle Nachhaltigkeits- und Klimaziele erreichbar (Abb. 3-1). Sie bedürfen, wie

im Folgenden dargestellt, eines plausiblen und realistischen, global koordinierten Zeitplans (Klimaschutzfahrplan, Kap. 3.2). In dessen Rahmen können die Mitgliedstaaten der G20 jeweils nationalstaatliche Projekte zur Erschließung neuer Finanzierungsmöglichkeiten verfolgen; der WBGU schlägt hier exemplarisch neu aufzulegende transformative Staatsfonds vor (Kap. 3.3). Zur Einbeziehung der Zivilgesellschaft in dieses globale Vorhaben bedarf es in allen G20-Staaten einer besseren „transformative literacy“, also eines Alltagswissens und eines Narrativs, welche Möglichkeiten einer transformativen Politik auf lokaler, nationalstaatlicher und internationaler Ebene bestehen und sich entwickeln können (Schneidewind, 2013:120).

### 3.1 Staat, Markt und Zivilgesellschaft neu ausbalancieren

Eine wichtige Voraussetzung zur Erreichung der SDGs ist die Ausrichtung der politisch-staatlichen Funktionen auf ein zukunftsfähiges demokratisches Gemeinwesen mit freien Bürgergesellschaften und in andere soziale Systeme eingebettete Märkte. Dazu sollte nach Auffassung des WBGU das *Leitbild des gestaltenden Staates* gestärkt werden, das im Zuge der wirtschaftli-

**Abbildung 3-1**  
Ausbalancierung von Staat, Markt und Zivilgesellschaft im Zuge der Transformation zur Nachhaltigkeit.  
Quelle: WBGU



chen Deregulierung und Privatisierung der vergangenen Dekaden in vielen Ländern zu Gunsten eines Minimalstaats (Nozick, 1974) zurückgedrängt wurde. Die Idee des gestaltenden Staates vermittelt „zwei Aspekte, die häufig getrennt oder konträr gedacht werden: die Stärkung des Staates, der aktiv Prioritäten setzt und diese [...] deutlich macht, und andererseits verbesserte Mitsprache-, Mitbestimmungs- und Mitwirkungsmöglichkeiten der Bürgerinnen und Bürger. [...] Der gestaltende Staat steht also fest in der Tradition der liberalen und rechtsstaatlichen Demokratie, entwickelt diese aber im Sinne der Zukunftsfähigkeit demokratischer Gemeinwesen und freier Bürgergesellschaften weiter.“ (WBGU, 2011:219). Der gestaltende Staat und eine *freie Bürgergesellschaft* bedingen sich also gegenseitig.

Die in der Wirtschaftssoziologie unter Rückgriff auf den ungarischen Wirtschaftshistoriker Karl Polanyi geführte Debatte postuliert die „Wiedereinbettung“ der Märkte bzw. der Marktwirtschaften. Polanyis Feststellung war, dass sich im 19. Jahrhundert Märkte und wirtschaftliche Aktivitäten aus den weiteren sozialen Lebensvollzügen „entbettet“ hätten und dass zur Sicherung der menschlichen Freiheit, auch von Sicherheit und Gerechtigkeit, deren „Wiedereinbettung“ erforderlich sei (Polanyi, 1944, 1968). Dieser Kerngedanke klingt auch in der lauter werdenden Kritik an einseitig wirtschaftsliberalen Ordnungsvorstellungen an. Heute, da zum einen eine globale Klima- und Nachhaltigkeitspolitik auf die politische Agenda gesetzt worden ist, zum anderen die allgemeinen Wohlfahrtseffekte der ökonomischen Globalisierung in Frage stehen und daraus national-protektionistische Gegenbewegungen erwachsen, ist eine Innovation der globalen Governance-Institutionen wie der nationalen Staatlichkeit erforderlich. Hier setzt die Forderung nach Wiedereinbettung von Marktwirtschaft und Freihandel an.

In den 1970er Jahren geriet das Paradigma des Wohlfahrts- und Interventionsstaates aus dem 19. Jahrhundert und der New-Deal-Periode (1930–1975) an seine Grenzen, da er seine vielfältigen Aufgaben oft nur noch durch wachsende Bürokratien sowie Verschuldung erfüllen konnte, die nachfolgende Generationen belasteten. Wichtige öffentliche Aufgaben wurden daraufhin wieder zunehmend dem Marktwettbewerb überlassen und das Leitbild des Bürgers an vielen Stellen durch das Leitbild des Konsumenten ersetzt. Weithin (etwa mit dem „Washington Consensus“) verbreitete sich Skepsis gegenüber der Gestaltungsfähigkeit öffentlicher Politik und Gemeinwohl-, Solidaritäts- sowie Gerechtigkeitspostulate erschienen als nicht mehr zeitgemäß.

Parallel zu der (bis heute andauernden, in manchen Bereichen durchaus sinnvollen) Entstaatlichung und im Zuge von zunehmenden internationalen wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Verflechtungen verstärkt sich nun wieder die Auffassung, dass Eingriffe in den Wirtschaftsprozess nötig sind, um den Dimensionen von Fairness, Gerechtigkeit und Solidarität gerecht zu werden. Das führt zu der Forderung, den Staat wieder stärker einzubringen. Unterdessen gelangten ohne-

hin neue Staatsaufgaben auf die Agenda, wie z.B. im Bereich der internationalen Umweltpolitik, die durch die Umweltbewegungen und die Rio-Konferenz von 1992 zunehmend an Bedeutung gewann. Der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen ist in den meisten G20-Staaten verfassungsrechtlich verankert (Kasten 3.1-1). Dies veränderte erneut den Blick auf den Staat, der zum Schutz globaler Gemeingüter aktiver und gestaltender werden sollte. Zu klassischen Staatsaufgaben (öffentliche Infrastruktur und Investition) treten im gestaltenden Staat die Aufgaben, soziale Innovation zu fördern und eine inklusive Entwicklung unter den Bedingungen der Globalisierung sicherzustellen (Messner, 1997).

Die Aufgaben des gestaltenden Staates werden zunächst mit einem Klimaschutzfahrplan zur Umsetzung der Pariser Klimaziele und der Agenda 2030 konkretisiert. Insbesondere für die Umsetzung des Übereinkommens von Paris müssen schnell disruptive Reformen realisiert werden, um das Emissionsbudget für das 1,5°C-Ziel nicht schon in den kommenden fünf Jahren aufzubauchen. Dabei kommt den G20-Staaten eine besondere Verantwortung zu, die im folgenden Kapitel erläutert wird.

.....

#### 3.2 Dekadischer Klimaschutzfahrplan zur Dekarbonisierung

Für die Einhaltung des Temperaturziels, deutlich unter 2°C zu bleiben, stellt der WBGU in Anlehnung an Rockström et al. (im Druck) im Folgenden einen „Klimaschutzfahrplan“ vor, in dem in dekadischen Schritten die zwingenden großen Veränderungen skizziert werden, um das Übereinkommen von Paris umzusetzen und gleichzeitig die Nutzung risikoreicher Technologien auszuschließen bzw. zu minimieren (Abb. 3.2-3). Dieser Fahrplan ist somit eine mögliche Realisierung des Gesellschaftsvertrags zur großen Transformation (WBGU, 2011) und skizziert dringend notwendige Handlungsschritte. Während im „Jürgen-Schmid-Szenario“ (Kasten 3.2-1) der Energiemix im Vordergrund steht, geht es im Klimaschutzfahrplan um konkrete Entscheidungen der Weltgesellschaft. Im Vergleich zum Jürgen-Schmid-Szenario schließt der Fahrplan die begrenzte Nutzung nachhaltiger Technologien zur Entfernung von CO<sub>2</sub> als mögliche Option in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ein. Trotzdem muss schnell gehandelt werden. Der WBGU empfiehlt daher der G20, die Implementierung dieses Fahrplans und insbesondere der ersten Schritte rasch voranzutreiben. Dabei werden vier Kernstrategien hervorgehoben: (1) die komplette Eliminierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe; (2) eine rapide und tiefgreifende Reduzierung anderer klimawirksamer Stoffe (Rußpartikel, Methan, Ozonvorprodukte usw.); (3) Maßnahmen, um unentbehrliche Kohlenstoffspeicher und natürliche Senken (z.B. tropische Regenwälder und boreale Feuchtgebiete) zu schützen und wiederherzustellen; (4)

**Kasten 3.1-1****Verfassungsrechtliche Verpflichtung zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen aktiv wahrnehmen**

Die konstitutionelle Grundlage zum Schutz globaler Gemeingüter ist in allen G20-Staaten weitgehend vorhanden: 15 der G20-Staaten verpflichten sich in ihren Verfassungen zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen und damit auch zum Schutz des Klimas. Die übrigen anerkennen jedenfalls eine staatliche Schutzpflicht. So hat der deutsche Staat, vor allem der deutsche Gesetzgeber, gemäß Art. 20a GG den Auftrag, auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung zu schützen. Es ist einhellige internationale Auffassung, dass der Begriff des Schutzguts der Umwelt weit zu verstehen ist und das Klima als wichtiges globales Gemeingut hinzuzählt. EU-weit statuiert Art. 37 Charta der Grundrechte der Europäischen Union eine leistungsgewährende Pflicht zum Umweltschutz sowie zur umweltfreundlichen Auslegung des

EU- und nationalen Rechts (Jarass, 2011). Lediglich die Verfassungen Australiens, Kanadas und der USA enthalten keine derartigen Bestimmungen (Boyd, 2012). Allerdings gibt es in den USA auf bundesstaatlicher Ebene entsprechende Anknüpfungspunkte (UNEP, 2014: 4). Trotz des Fehlens eines Verfassungsdokuments ist auch in Großbritannien Umweltschutz als Staatsziel anerkannt (Kloepfer und Mast, 1995: 116; Boyle, 2007: 10). Für die japanische Verfassung ist die Existenz eines Umweltgrundrechts zwar umstritten, aber zumindest vertretbar (Iwama, o.J.).

Trotz dieser verfassungsrechtlichen Verpflichtungen zum Umweltschutz haben sich viele G20-Staaten durch Entstaatlichung und Privatisierung öffentlicher Aufgaben in den letzten Jahrzehnten der Erfüllung wesentlicher staatlicher Umweltschutzaufgaben z.B. im Abfall-, Wasser- und Energiebereich entzogen. Die G20-Staaten sollten der Staatsaufgabe Umwelt- und Klimaschutz eine dem verfassungsrechtlichen Rang entsprechende Priorität einräumen und wirksam instrumentell unterfüttern, z.B. durch Einrichtung transformativer Staatsfonds, die etwa zur Dekarbonisierung der Energiesysteme eingesetzt werden könnten (Kap. 3.2).

die Entwicklung und Anwendung nachhaltiger Technologien zur Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre.

**2016–2020: Überfällige Maßnahmen**

Zunächst sind bis 2020 die Ausweitung und Verbesserung bereits erprobter Instrumente, wie CO<sub>2</sub>-Steuern und Handelssysteme, Einspeisetarife und Quotensysteme, von zentraler Bedeutung. Des Weiteren sollten Anreize für Energieeffizienz im Geschäfts- und Privatsektor gesetzt werden, um zeitnahe Fortschritte zu erzielen. Dazu gehört auch, dass bis 2020 alle staatlichen Subventionen für die Förderung fossiler Brennstoffe in G20-Staaten eingestellt werden. Weitere Länder sollten dem rasch folgen. Ebenso sollten bis 2020 alle Großstädte und Unternehmen in den Industrieländern eine Dekarbonisierungsstrategie erstellen. Zumindest zwei Dutzend Länder sollten bis 2020 ein Zieljahr für die endgültige Einstellung der Nutzung fossiler Brennstoffe benennen. Die Lebensmittelproduktion, welche eine wesentliche Quelle von Treibhausgasen ist und gleichzeitig natürliche Kohlenstoffspeicher vernichtet, sollte in diese Strategie ebenfalls eingebunden werden, z.B. durch Kampagnen hin zu einer Ernährung mit weniger tierischen Produkten und gegen Lebensmittelverschwendung. Durch diese vielfältigen Reformen, die global koordiniert werden, würde die UNFCCC in den kommenden Jahren eine neue, zentrale Rolle in der internationalen Gemeinschaft einnehmen.

**2020–2030: Herkules-Anstrengungen**

Bis 2030 sollten alle Länder die Zulassung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren auslaufen lassen. CO<sub>2</sub> sollte in diesem Zeitraum noch intensiver besteuert werden, etwa mit 30 US-\$ pro t CO<sub>2</sub>. Dieser Preis sollte sich jede Dekade verdoppeln, bis er schließlich bei mehr als 240 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> in 2060 liegt. Sämtliche Subventionen fossiler Brennstoffe (derzeit etwa 500 Mrd. US-\$ pro Jahr; IEA, 2015c) sollten in Investitionen erneuer-

barer Energien umgeleitet werden. Öffentliche und private Förderung nachhaltigkeitsbezogener Forschung und Entwicklung sollte sich bis 2030 im Vergleich zu heute mindestens verzehnfacht haben. Kernthemen sind hierbei Verlängerung der Lebensdauer von Batterien und verbesserte Energiespeicherung, alternative Antriebssysteme für Flugzeuge, smarte Materialien, neue Baustoffe für die Städte, Ansätze zur Gestaltung nachhaltiger Lebensweisen und Konzepte für nachhaltige Urbanisierung in polyzentrischen Strukturen (WBGU, 2016a). Zudem sollte in die Aufrechterhaltung und Regenerierung natürlicher Kohlenstoffspeicher und -senken (z.B. den Schutz natürlicher Ökosysteme oder nachhaltiges Forstmanagement) sowie in die nachhaltige Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre (z.B. durch BECCS; Kasten 2.3-1) investiert werden, um eine CO<sub>2</sub>-Entfernung aus der Atmosphäre von bis zu 100 Mt CO<sub>2</sub> pro Jahr zu erreichen. Diese Investitionen sollen insbesondere der Weiterentwicklung der Technologie dienen.

**2030–2040: Strategische Durchbrüche**

Ab 2030 sollten alle neu geplanten Quartiere so gebaut werden, dass sie mehr Energie bereitstellen als sie verbrauchen. Dies könnte durch Plusenergiehäuser realisiert werden, die etwa Energiewiederaufbereitung (z.B. durch Abwasserwärmerückgewinnung) und Energieproduktion (z.B. durch photovoltaische Anlagen) nutzen. Sämtliche fluktuierenden Energiequellen sollten eine minimale Speicherrate von 90% besitzen. Der Energietransport sollte durch supraleitende Kabel auch in der Nicht-OECD-Welt optimiert werden. Schwimmende und fliegende erneuerbare Energietechnologien sollten erheblich zur Energieversorgung beitragen, vor allem in Ländern mit begrenzter Fläche für „traditionelle“ erneuerbare Energietechnologien (z.B. Japan). Beispiele hierfür sind Solarplattformen auf Seen und Flugwindkraftanlagen, die auf verschiedenen Höhen durch die Nutzung von Drachen Windenergie produzieren. Straßen

**Kasten 3.2-1**

**Vision eines regenerativen Energiesystems nach Jürgen Schmid**

Das folgende Szenario, das eine Weiterentwicklung einer im Jahr 2011 vorgestellten Vision eines globalen regenerativen Energiesystems bis 2050 ist (WBGU, 2011: 129), veröffentlicht der WBGU *in memoriam* Jürgen Schmid, der als Mitglied des WBGU wesentlichen Anteil an der Konzeption hatte.

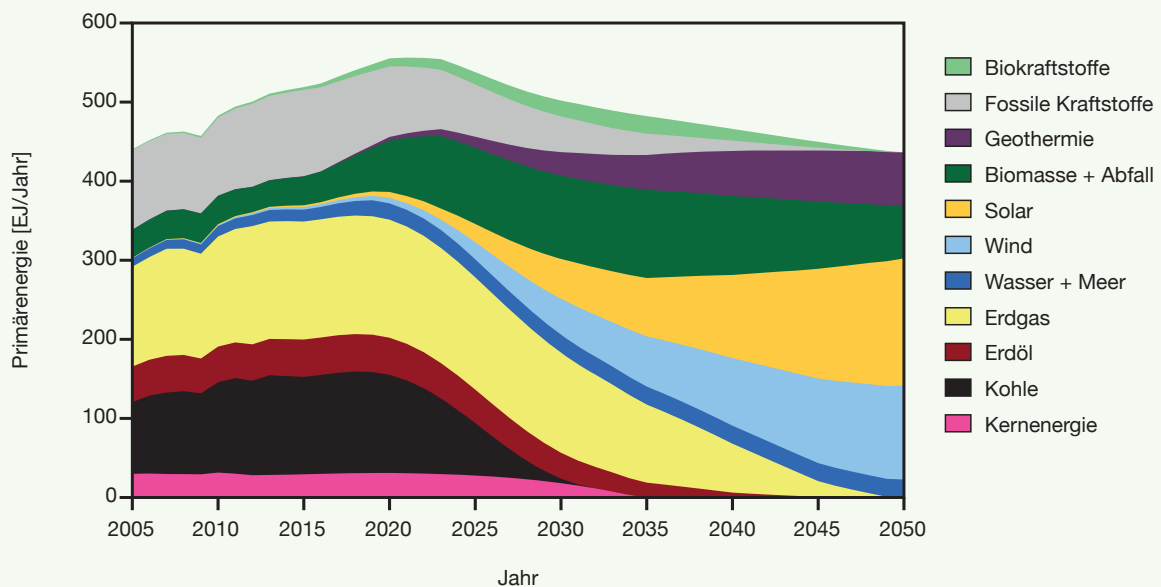
Um die Frage zu beantworten, wie eine Begrenzung der Klimaerwärmung deutlich unterhalb von 2°C oder sogar auf 1,5°C noch erreicht werden kann, werden seit der Paris-Konferenz eine Reihe von Szenarien entwickelt, die auch in den Sonderbericht zum 1,5°C-Ziel einfließen werden, zu dessen Erstellung der IPCC beauftragt worden ist. Eine Transformation der Energieinfrastruktur, wie sie in Kapitel 3.2 umrissen wird, ist nur durch tiefgreifende Änderungen der Rahmenbedingungen möglich, welche aus jetziger Sicht noch nicht gegeben sind. Eine große Mehrheit der bisher vorgelegten Szenarien übernutzt daher zunächst das zulässige Emissionsbudget und erreicht dieses dann wieder durch die Erzeugung von netto negativen Emissionen. Solange aber die bisherigen Szenarien davon ausgehen, dass eine schnellere Transformation nicht möglich ist, werden auch politische und rechtliche Rahmenbedingungen lediglich auf eine graduelle Transformation ausgelegt sein.

Der WBGU zeigt daher im Folgenden ein Szenario, das bewusst auf sämtliche als riskant eingestuften Optionen (z. B. Geoengineering) verzichtet (Sternier und Bauer, 2016). Dieses Szenario soll einen Anstoß geben, sowohl derzeit entwickelte Szenarien als auch Klimaschutzprogramme zu hinterfragen und bezüglich der Plausibilität der angenommenen Umbaugeschwindigkeit zu überprüfen.

In dem Szenario wird Kohle schnellstmöglich, bis zum Jahr 2030, aus dem System genommen (Abb. 3.2-1). Erdöl wird ebenfalls schrittweise verringert, allerdings mit einer geringeren Rate als Kohle, da es kurzfristig nicht so einfach vollständig zu substituieren ist. Erdgas hingegen kommt bis 2050

als Brückentechnologie zum Einsatz. Insgesamt ist zu sehen, dass alle fossilen Energieträger aufgrund der Subventionierung anfangs sehr flach und danach mit einem steileren Gradienten auf Null im Jahr 2050 abfallen. Gegenläufig zu den fossilen Energieträgern verhalten sich die erneuerbaren Energien. Biomasse wird bis zum technischen Potenzial ausgebaut, bleibt dann bis 2035 auf diesem Wert, da es eine kurzfristig verfügbare und CO<sub>2</sub>-neutrale Option ist um Schwankungen auszugleichen. Danach fällt sie linear ab, bis sie 2050, mit Ausnahme von Reststoffen, komplett aus dem Energiemix verschwindet, damit das nachhaltig verfügbare Potenzial dem Baustoffsektor zugänglich gemacht werden kann. Wasserkraft und Meeresenergie werden in einem solch ambitionierten Szenario ebenfalls bis zur Grenze ihres nachhaltigen Potenzials benötigt, welches sie ab 2025 komplett ausschöpfen. Insgesamt erreicht der globale Primärenergiebedarf im Jahr 2020 sein Maximum von 542 EJ. Danach sinkt er bis auf 402 EJ im Jahr 2050. Für das Szenario wird angenommen, dass durch Effizienzmaßnahmen der globale Wärme- und Kältebedarf annähernd konstant gehalten und das Wachstum der Endenergienachfrage für den Verkehr sowie das globale Wachstum der Stromnachfrage auf 1% pro Jahr begrenzt werden können. Dies kann durch eine Reihe von Maßnahmen erreicht werden. Diese umfassen eine verstärkte Wärmedämmung von Gebäuden, den Einsatz von Wärmepumpen sowie die Durchführung von Effizienzmaßnahmen in der Industrie, sowie extreme Verbesserungen der Wirkungsgrade im Bereich der Energiewandlung (Elektromobilität, erneuerbare Stromerzeugung). Für den Verkehrssektor bedeutet die Transformation des Primärenergiebedarfs, dass ab 2030 keine neuen Verbrennungsmotoren mehr in das System kommen dürfen und diese ab 2050 komplett verschwinden. Diese werden bis 2050 nach und nach durch Elektromobilität und Power-to-Gas ersetzt.

Dieses Szenario skizziert die Möglichkeit des rapiden Umbaus der Energieinfrastruktur. Abbildung 3.2-2 zeigt die Emissionen, die mit dem Szenario verbunden sind. Der in Kapitel 3.2 beschriebene Klimaschutzfahrplan konkretisiert die dazu notwendigen Handlungen in dekadischen Schritten. Im Gegensatz zum Klimaschutzfahrplan wird im Szenario

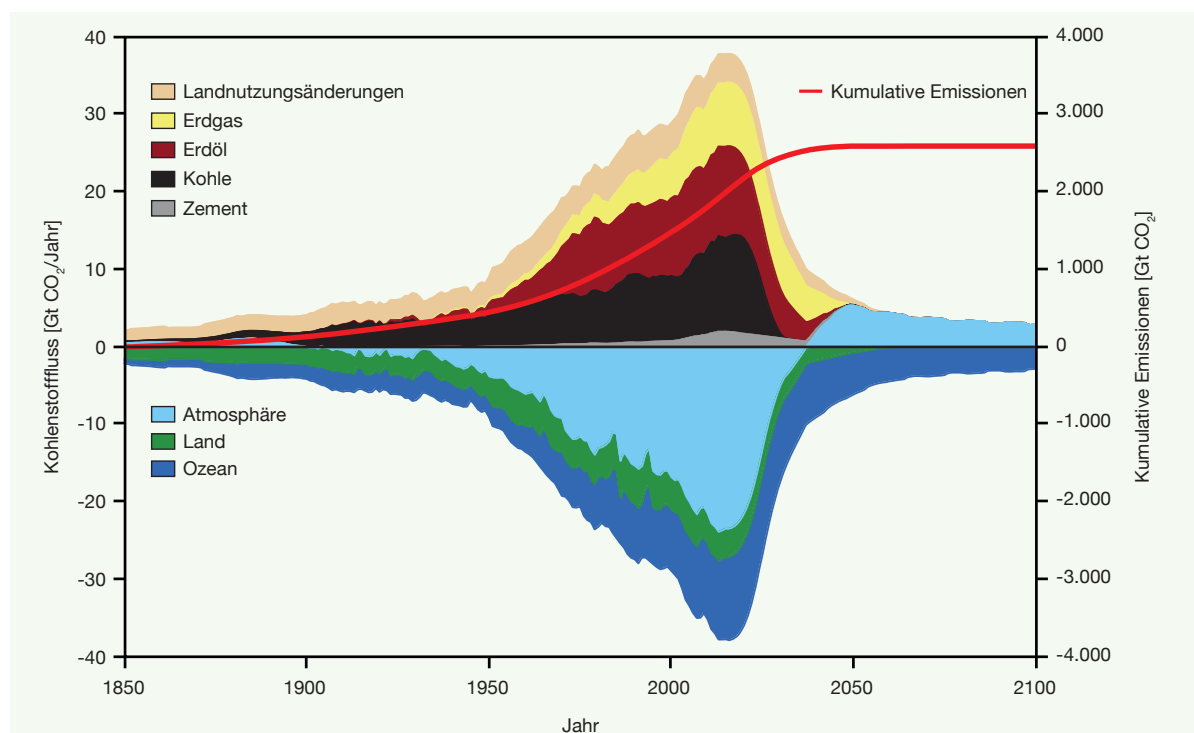


**Abbildung 3.2-1**

Jürgen-Schmid-Szenario: Vision eines globalen regenerativen Energiesystems bis 2050. Dargestellt ist eine Aufschlüsselung des globalen Primärenergiebedarfs nach Energieträgern. Ziel der Simulation ist die Deckung des globalen Endenergiebedarfs bei gleichzeitiger Begrenzung der kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger sowie Industrieprozessen auf 660 Gt und die Absenkung der Emissionen auf Null bis 2050.

Quelle: Sternier und Bauer, 2016




**Abbildung 3.2-2**

Die im Jürgen-Schmid-Szenario (Abb. 3.2-1) generierten Emissionen und die dadurch hervorgerufenen Änderungen im Kohlenstoffkreislauf. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern, Zementherstellung und Landnutzungsänderungen bis 2050 (linke Achse, Werte > 0 sind CO<sub>2</sub>-Quellen) werden von Atmosphäre, Land und Ozean aufgenommen (linke Achse, Werte < 0 sind CO<sub>2</sub>-Senken). Nachdem die anthropogenen Emissionen ca. 2050 auf Null absinken, geht weiterhin CO<sub>2</sub> von der Atmosphäre in Land und Ozean über (Kap. 2.3); die Atmosphäre erscheint daher in der Graphik als Quelle. Die rote Linie zeigt die kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen, die sich nach 2050 stabilisieren (rechte Achse). Der Emissionsverlauf des Szenarios lässt eine Begrenzung der Temperaturerhöhung auf deutlich unterhalb von 2°C erwarten (Kap. 2.2).

Quellen: IIASA, basierend auf Berechnungen durchgeführt mit dem Klimamodell MAGICC (Meinshausen et al., 2011), auf Grundlage der Daten aus Sterner und Bauer, 2016 (CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger) und RCP 2.6 (CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Landnutzungsänderungen). Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Zementherstellung wurde vereinfachend ein lineares Absinken auf Null bis 2050 angenommen.

bewusst auf negative Emissionen verzichtet, um hervorzuheben, dass bei sofortigem und ambitioniertem Handeln immer noch auf diese mit Unsicherheiten verbundene Option verzichtet werden kann. Sollte jedoch trotz aller Anstrengungen die Transformation der Energieinfrastruktur nicht rechtzeitig gelingen, kann in begrenztem Umfang auf nachhaltige

Technologien zur Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zurückgegriffen werden (Kasten 2.3-1). Deshalb sind diese Technologieoptionen wie auch weitere konkrete Handlungsschritte zur Umsetzung des Pariser Übereinkommens im Klimaschutzfahrplan enthalten (Kap. 3.2).

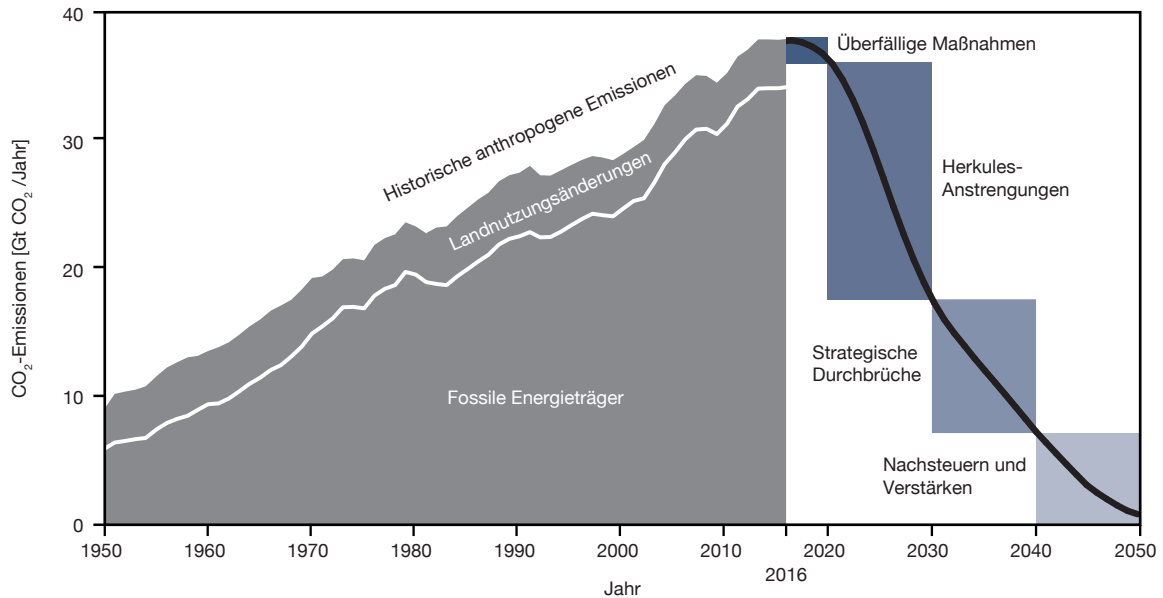
sollten zu in sich geschlossenen mobilen Infrastrukturen werden, welche Antriebsenergie bereitstellen und Rollreibung minimieren. Vielversprechend in diesem Rahmen sind super-robuste Oberflächenmaterialien, die regenerativ erzeugten Strom durch elektromagnetische Induktion an Fahrzeuge weitergeben. Weiterhin sollten im Bausektor Materialien wie Beton und Stahl durch klimafreundliche Substanzen wie Holz, Ton und Stein ersetzt werden, unterstützt durch Hightech-Komponenten wie Kohlenfasern. Ebenfalls sollte die Menge der CO<sub>2</sub>-Entfernung aus der Atmosphäre verdoppelt werden, durch extensive Wiederaufforstung und eine eingeschränkte, nachhaltige Nutzung von BECCS (Kasten 2.3-1).

#### 2040–2050: Nachsteuern und Verstärken

Die Erfolge der vergangenen Jahrzehnte sollten weiter vorangetrieben werden, während mögliche Misserfolge

korrigiert werden. Die meisten europäischen Länder streben an, ihre Wirtschaft in den 2040er Jahren dekarbonisiert zu haben. Der amerikanische sowie asiatische Kontinent sollten sich diesem Ziel zum Ende der Dekade nähern. Erdgas wird immer noch begrenzt eingesetzt, jedoch durch fortgeschrittene CCS-Technologie CO<sub>2</sub>-neutral (Matter et al., 2016). Atmosphärische CO<sub>2</sub>-Entfernung wird, innerhalb der im Kasten 2.3-1 skizzierten engen Grenzen, weiter verfolgt werden.

Der in dekadischen Schritten vorgestellte globale Fahrplan zur Dekarbonisierung bedarf *Innovationen*, *Investitionen* sowie einer verbesserten *Infrastruktur* und kann nur durch *Inklusion* gelingen. Der letzte Punkt muss bei allen notwendigen Maßnahmen zur Beeinflussung von Innovationen, Investitionen und Infrastruktur mitbedacht, und gegebenenfalls ausreichend kompensiert werden, um zu verhindern, dass Transformationsziele auf



**Abbildung 3.2-3**

Klimaschutzfahrplan für eine stufenweise dekadische Dekarbonisierung. Der gezeigte Emissionsverlauf basiert auf dem Jürgen-Schmid-Szenario (Kasten 3.2-1). Die blauen Kästen kennzeichnen dekadische Schritte bis jeweils 2020, 2030, 2040 und 2050, die zu einer Dekarbonisierung bis Mitte des Jahrhunderts führen sollen.

Quelle: WBGU, auf der Basis von Rockström et al., im Druck; Sterner und Bauer, 2016

Kosten zunehmender Ungleichheit erreicht werden. Der WBGU plädiert dafür, dass trotz der eher technischen Natur der im Klimaschutzfahrplan beschriebenen Lösungsansätze im Diskurs über Handlungsoptionen zur Einhaltung der Klimaschutzziele eine systemische Sicht eingenommen wird und in umfassender Weise nicht nur die Wirkungen auf das Klimasystem, sondern auch ökologische, wirtschaftliche, politische und sozio-kulturelle Risiken und Nebenwirkungen betrachtet werden. Vorwiegend technische Lösungen bzw. eine vorwiegend technische Perspektive liefen ansonsten Gefahr, ein ganzes Spektrum möglicher Chancen sowie negativer Folgen und Risiken zu übersehen und Pfadabhängigkeiten zu schaffen, die irreversibel sind.

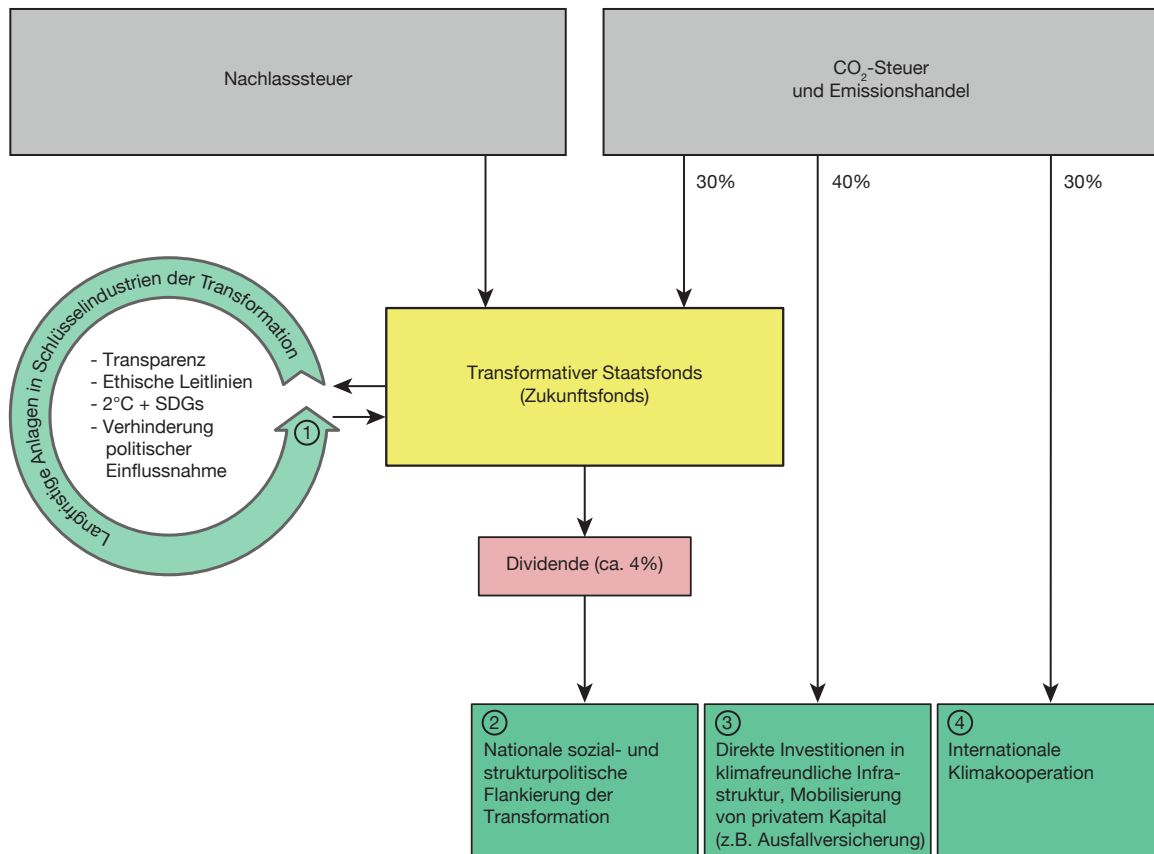
### 3.3 Transformative Staatsfonds für eine nachhaltige Zukunft

Zur Erreichung der SDGs, der Ziele des Übereinkommens von Paris und zur Umsetzung des vorgeschlagenen Klimaschutzfahrplans (Kap. 3.2), sind strukturelle Veränderungen und neue leistungsfähige Politikinstrumente erforderlich. Der WBGU schlägt den G20-Staaten dazu die Einrichtung von „Zukunftsfonds“ vor, welche nationale, transformative Staatsfonds sind, die durch eine Nachhaltigkeitsabgabe finanziert werden sollten. Diese Abgabe sollte sich aus einer progressiven Nachlasssteuer sowie CO<sub>2</sub>-Steuern und Erlösen aus dem Emissionshandel zusammensetzen. Die Zukunftsfonds verwalten im Auftrag des jeweiligen Staates Gelder und investieren an den Finanzmärkten in Schlüsselindustrien für die Transformation, um diese zu beschleunigen und die

„CO<sub>2</sub>-Abhängigkeit“ zu überwinden. Gleichzeitig soll die Dividende aus dem Zukunftsfonds eingesetzt werden, um eine sozial- und strukturpolitische Flankierung der Transformation hin zu einem nachhaltigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystem zu unterstützen.

Für die G20-Staaten eröffnen sich mit dem Aufbau von Zukunftsfonds neue staatliche Handlungsspielräume: Sie können zum einen verstärkt als Investoren auf den internationalen Finanzmärkten auftreten und haben somit die Möglichkeit, durch eine Ausrichtung der Anlagen an strategischen und langfristigen Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele, wie z.B. der 2°C-Leitplanke, und der verstärkten Investition in damit verbundenen Schlüsselindustrien der Transformation (z.B. Speichertechnologien, Elektromobilität oder klimafreundliche Baustoffe) zur Beschleunigung des nationalen und globalen Transformationsprozesses beizutragen. Zum anderen können die Eigentumsrechte, die sich aus den gehaltenen Anteilen ergeben, genutzt werden, um Nachhaltigkeitsaspekte bei Unternehmensentscheidungen stärker zu berücksichtigen. Staatsfonds bieten u.a. die Möglichkeit, dort tätig zu werden, wo sich private Investoren aufgrund der kurzfristigeren Gewinnerwartungshorizonte und Anreizstrukturen des Finanzsystems bislang zurückhalten. Die Anlagestrategie der transformativen Zukunftsfonds sollte dementsprechend vor allem auf die Stärkung von Langfristfinanzierungen und die Erzielung langfristiger Gewinne ausgerichtet sein.

Die Lenkungswirkung, die die G20-Staaten mit der Einrichtung von Zukunftsfonds auf internationale Kapitalströme ausüben (Element ① in Abb. 3.3-1) steigt mit dem Fondsvolumen, das in der nächsten Dekade kontinuierlich aufgebaut werden sollte. Um bereits wäh-


**Abbildung 3.3-1**

Elemente des Zukunftsfonds. Ein solcher transformativer Staatsfonds, den jeder G20-Staat aufbauen sollte, richtet seine Anlagestrategie an langfristigen Nachhaltigkeits- und Klimaschutzzielen aus und investiert in für die Transformation notwendige Schlüsselindustrien (Element ①). Er hilft so bezüglich der Transformation bestehende Finanzierungslücken zu schließen. Die Dividendeneinnahmen des Zukunftsfonds sollen national zur sozial- und strukturpolitischen Flankierung der Transformation verwendet werden (Element ②). Der Zukunftsfonds speist sich aus einer Nachlasssteuer (bei dieser Art der Erbschaftsteuer bildet der gesamte Nachlasswert die Steuerbemessungsgrundlage, anstatt wie bei der Erbanfallsteuer, z. B. in Deutschland, der Erbanteil der einzelnen Erben) und einem Teil der Einnahmen aus einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung (CO<sub>2</sub>-Steuer bzw. Emissionshandel). Von den Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung sollten 30% in den Zukunftsfonds fließen, 40% sollten für projektbasierte Investitionen im Inland in klimafreundliche Infrastrukturen und die Mobilisierung von privatem Kapital (z. B. durch Ausfallversicherungen) verwendet werden, um die Transformation sofort zu beschleunigen und nicht darauf zu warten bis der Zukunftsfonds ein relevantes Volumen erreicht hat (Element ③), und weitere 30% sollten für die internationale Klimakooperation verwendet werden (Element ④).

Quelle: WBGU

rend der Aufbauphase der Fonds die Transformation zu beschleunigen und zu skalieren sowie auch internationaler Klimagerechtigkeit Rechnung zu tragen, sollten nur etwa 30% der Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Steuer und dem Emissionshandel direkt in die Zukunftsfonds fließen. 40% der Einnahmen aus CO<sub>2</sub>-Steuern und Emissionshandel sollten für direkte projektbasierte Investitionen, insbesondere in klimafreundliche Infrastrukturen, genutzt werden oder um die Mobilisierung von privaten Investitionen durch das Senken von Investitionsrisiken (z. B. durch Ausfallversicherungen) zu unterstützen (Element ③ in Abb. 3.3-1). Ersteres geschieht beispielsweise in Deutschland bereits (in kleinem Maßstab) über den Energie- und Klimafonds, ein Sondervermögen der Bundesregierung. Weitere 30% der Einnahmen aus CO<sub>2</sub>-Steuer und Emissionshandel sollten die G20-Regierungen dazu verwenden, Entwicklungsländer bei Klimaschutz und Anpassung zu unterstützen (Element ④ in Abb. 3.3-1). Dies kann über bilaterale Klimakooperationen oder den Green Climate Fund geschehen.

Aus den Erträgen der Zukunftsfonds (Kasten 3.3-1) lassen sich Maßnahmen finanzieren, die zwar für das Gelingen der Transformation notwendig, aber nicht ökonomisch rentabel sind, weshalb hier beispielsweise keine privaten Investoren aktiv werden. Dazu zählen insbesondere die proaktive Gestaltung des Strukturwandels und die Unterstützung von „Verlierern des Wandels“, wie z. B. Arbeitnehmer der fossilen Energieindustrie, um soziale Verwerfungen zu vermeiden bzw. zu verringern oder aus diesen Verwerfungen resultierende Widerstände gegen die Transformation abzubauen. Obwohl beim Wechsel im Energiesektor zu erneuerbaren Energien insgesamt mit einem Nettozuwachs an Arbeitsplätzen gerechnet wird (ILO, 2012), wird es auf einzelne Regionen bezogen, insbesondere in monoindustriell geprägten Regionen, zu substantiellen Arbeitsplatzverlusten kommen, welche eine Region für lange Zeit in die Krise führen können (ILO, 2012; Haywood, 2016). Daher werden neben nationalen Maßnahmen zur Reduzierung von Ungleichheit auch regionalpolitische

Maßnahmen erforderlich sein, um die Transformation sozial- und strukturpolitisch zu flankieren (Element ② in Abb. 3.3-1).

Neben der Anlagestrategie der Zukunftsfonds sind ihre Governance-Strukturen von zentraler Bedeutung. Orientierung für die institutionelle Ausgestaltung der Zukunftsfonds bieten die Prinzipien des norwegischen Pensionsfonds (Statens pensjonsfond utland; wie z.B. hohe Transparenz, Einhaltung ethischer Leitlinien, Verhinderung politischer Einflussnahme durch beispielsweise geringe durchschnittliche Anteilseigentümerschaft; Velculescu, 2008). Die Governance-Strukturen sollten sowohl ökonomische Effizienz sicherstellen als auch für die Legitimierung des Fonds wichtige Elemente wie Mitbestimmung (beispielsweise durch die Diskussion der Anlagestrategie im Parlament) und Transparenz (beispielsweise durch die Veröffentlichung der Anlagestrategie und Anlageentscheidungen) sowie die Verpflichtung auf einen Beitrag zum Allgemeinwohl enthalten. Durch Berücksichtigung partizipativer Elemente kann außerdem eine stärkere Demokratisierung von Finanz- und Wirtschaftsmacht erreicht werden (Corneo, 2015).

#### Mittelgenerierung: Klimaschutz und Gerechtigkeit zusammendenken

Staatsfonds werden in der Praxis häufig durch Einnahmen aus Ressourcenveräußerungen, insbesondere von Öl und Gas, gespeist. Bei den Zukunftsfonds hingegen sollte bereits die Befüllung eine klimagerechte Steuerungswirkung erzielen: aktuelle Emissionen sollten durch CO<sub>2</sub>-Steuern bzw. Einnahmen aus dem Emissionshandel und historische, akkumulierte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch eine Erbschaftsteuer als Generationenkomponente (in Form einer Nachlasssteuer) bepreist werden. Durch diese Steuern werden das *Verursacherprinzip* sowie eine sich daraus ergebende *historische Verantwortung* berücksichtigt. Der Einsatz der Mittel erfolgt im Sinne der Interessen zukünftiger Generationen; die Fonds beinhalten somit auch eine *Zukunftsverantwortung*. Darüber hinaus fördert eine progressive Nachlasssteuer *soziale Gerechtigkeit* innerhalb der gegenwärtigen sowie zwischen den Generationen, indem sie bestehender Vermögensungleichheit entgegenwirkt und für gleichere Ausgangsbedingungen sorgt. Die Nachlasssteuer in Kombination mit CO<sub>2</sub>-Steuern und Erlösen aus dem Emissionshandel werden vom WBGU somit als eine Nachhaltigkeitsabgabe gesehen, die die Kernanliegen der Agenda 2030 abdeckt.

Bis heute fußen Produktionsprozesse in fast allen Ländern maßgeblich auf emissionsintensiven Energieträgern, wobei die globale Wirtschaft im Jahr 2014 erstmalig wuchs, ohne den globalen energiebedingten Ausstoß von Kohlendioxid zu erhöhen (IEA, 2015b). Eine Kohlenstoffbepreisung existiert bereits in 40 Ländern auf nationalstaatlicher Ebene und zusätzlich in 24 subnationalen Zuständigkeitsbereichen (z.B. US-amerikanische Bundesstaaten, chinesische Städte). Die existierenden Systeme decken jedoch lediglich 7 Gt CO<sub>2</sub>eq, etwa 13% der globalen Treibhausgasemissionen, ab

(World Bank, 2016b:22f.). Darüber hinaus gibt es weitere Steuern, wie z.B. die deutsche Mineralölsteuer, die zwar einen ähnlichen Lenkungseffekt wie eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung hat, deren Höhe für verschiedene Energieträger (Benzin, Diesel) aber nicht zwingend an den Kohlenstoffgehalt dieser Energieträger gebunden ist. Die OECD betrachtet CO<sub>2</sub>-Steuern und Erlöse aus dem Emissionshandel zusammen mit anderen Steuern und Abgaben auf Energie und Industrieprozesse und spricht vom „effektiven CO<sub>2</sub>-Preis“ (OECD, 2016). Dieser liegt insbesondere im Verkehrssektor höher, da es dort kaum CO<sub>2</sub>-Steuern, aber ein vergleichsweise hohes Niveau anderer Steuern und Abgaben gibt.

Die Höhe des CO<sub>2</sub>-Preises der verschiedenen CO<sub>2</sub>-Steuern und Emissionshandelssysteme variiert deutlich. Sie reicht von unter 1 US-\$ pro t CO<sub>2</sub>, beispielsweise in Japan, bis zu 131 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> in Schweden (für Emissionen, die nicht durch den europäischen Emissionshandel EU ETS abgedeckt sind). Bei 75% der global bepreisten Emissionen liegt der Preis allerdings unter 10 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> (World Bank, 2016b:11). Berücksichtigt man die direkten und indirekten Subventionen, die sich für fossile Brennstoffe im Jahr 2013 auf 4.900 Mrd. US-\$ beliefen (Coady et al., 2015), ist der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Preis aus fossilen Quellen sogar negativ: jede Tonne CO<sub>2</sub> wurde 2013 mit 150 US-\$ bezuschusst (Edenhofer, 2015).

In vielen der vom IPCC ausgewerteten Szenarien, die mit der 2°C-Leitplanke kompatibel sind, wird für 2020 ein globaler Durchschnittspreis von etwa 50 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> angenommen, der bis 2030 auf etwa 90 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> ansteigt (Clarke et al., 2014:450). Um Lenkungswirkungen zu erreichen, die mit einem 1,5°C-Ziel kompatibel sind, müssten diese Preise noch deutlich höher liegen (Rogelj et al., 2015:525). In fast allen Modellen ist allerdings der CO<sub>2</sub>-Preis das einzige Steuerungselement, das abgebildet wird. Andere regulatorische Maßnahmen, beispielsweise ein politischer Beschluss aus der Kohleverstromung auszusteigen, unabhängig davon wie hoch der CO<sub>2</sub>-Preis ist, werden nicht berücksichtigt. Deshalb ist davon auszugehen, dass sich auch mit einem niedrigeren CO<sub>2</sub>-Preis eine ausreichend starke Transformation erreichen lässt, wenn dieser durch weitere Maßnahmen flankiert wird (Bertram et al., 2015).

Als Verursacher von 82% der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen (IEA, 2015a) haben die G20-Staaten eine besondere Verantwortung, dafür zu sorgen, dass es weltweit eine umfassende CO<sub>2</sub>-Bepreisung in ausreichender Höhe gibt. Der WBGU empfiehlt den G20-Staaten deshalb dort, wo dies noch nicht geschehen ist, für CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern und Emissionen aus industriellen Prozessen eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung durch CO<sub>2</sub>-Steuern oder Emissionshandelssysteme einzuführen. Sie sollten außerdem gewährleisten, dass die CO<sub>2</sub>-Preise 2020 mindestens ein Niveau von 30 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> erreichen und sich dann in dekadischen Schritten verdoppeln (Kap 3.2). Um die Preiswirkung möglichst zu maximieren, sollten beide Instrumente – die Erhebung von CO<sub>2</sub>-Steuern und der Emissionshandel – möglichst

aufeinander abgestimmt werden. Ein koordiniertes Vorgehen der G20-Staaten zur Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung würde Wettbewerbsverzerrungen reduzieren.

Wenn die G20 sich in die vom WBGU empfohlene Richtung bewegte, sollte sie der EU eine Harmonisierung der CO<sub>2</sub>-Besteuerung und eine an der G20-Strategie zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung orientierte Weiterentwicklung des EU-Emissionshandels (EU ETS) nahelegen. Einzelstaatliche Maßnahmen der CO<sub>2</sub>-Bepreisung würden lediglich zu Wettbewerbsverzerrungen führen und gegebenenfalls gegen primärrechtliche Vorgaben verstoßen (Art. 34 AEUV; Warenverkehrsfreiheit). Die EU-Kommission hat hierzu bereits 2011 einen sachgerechten und zielführenden Vorschlag unterbreitet (EU-Kommission, 2011), der eine entsprechende Änderung der Energiesteuerrichtlinie (EU, 2003) vorsieht und darauf zielt, eine Privilegierung der Nutzung fossiler Energieträger, insbesondere Steuererleichterungen für energieintensive Unternehmen, abzuschaffen, die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern zu privilegieren sowie eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung mit dem EU ETS abzustimmen, insbesondere die Besteuerung von Energienutzung in Bereichen vorzusehen, die nicht vom EU ETS erfasst werden.

Durch CO<sub>2</sub>-Steuern oder Emissionshandelssysteme können nur aktuelle Emissionen bepreist werden. Da sich CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre ansammelt, ist die heutige Klimaerwärmung jedoch vor allem auch die Folge der kumulierten historischen Emissionen. Die wirtschaftliche Entwicklung ging historisch mit der intensiven Nutzung fossiler Energien und somit auch mit CO<sub>2</sub>-Emissionen einher. Hochentwickelte wohlhabende Staaten sind die Hauptverursacher des Klimawandels und sollten gemäß dem Verursacherprinzip einen größeren Anteil der Kosten für Vermeidung und Anpassung tragen. Die verschiedenen Vorschläge auf internationaler Ebene zur Verteilung der historischen Lasten zwischen Staaten (z. B. das „Brazilian Proposal“: La Rovere et al., 2002 oder der Budgetansatz des WBGU (2009b) mündeten bislang jedoch noch nicht in internationale Übereinkünfte.

Der WBGU sieht neben der volkswirtschaftlichen Gesamtverantwortung für historische Emissionen auch eine individuelle Verantwortung, da die positive wirtschaftliche Entwicklung in Industrie- und wohlhabenderen Schwellenländern nicht nur zu einem hohen nationalen Entwicklungsstand geführt hat, sondern auch zur Akkumulation von privatem Kapital. Die im Zuge der Industrialisierung – und im 20. Jahrhundert vor allem während der Wirtschaftswunderjahre – aufgebauten individuellen Vermögen stehen somit in Verbindung zur Nutzung fossiler Energie. Aus Sicht des WBGU bietet die Besteuerung von Vermögen daher ein geeignetes Instrument zur Bepreisung historisch akkumulierter Emissionen.

Der WBGU schlägt den G20-Staaten die Einführung einer *Generationenkomponente* auf individuelle Vermögen in Form einer progressiven Erbschaftsteuer auf Nachlassvermögen vor (Nachlasssteuer). Mit Blick

auf die Nachhaltigkeit und die Sicherung der Lebensgrundlagen künftiger Generationen ist es auch ethisch geboten, Vermögen nicht allein privat an die eigenen Nachkommen zu transferieren, sondern sie zur Gestaltung einer gemeinsamen Zukunft zu nutzen (Atkinson, 2016; Beckert, 2004). Darüber hinaus haben vom vergangenen Wirtschaftswachstum verschiedene Bevölkerungsgruppen unterschiedlich stark profitiert, und vor allem in den wohlhabenden OECD-Staaten und großen Schwellenländern wie Russland, China und Südafrika, ist die Einkommens- und Vermögensungleichheit in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen (Dabla-Norris et al., 2015). Um den sich aus der Vermögensakkumulation ergebenden sozialen Kosten, wie einer geringeren gesellschaftlichen Stabilität und Unterschieden in den Verwirklichungschancen, entgegenzuwirken, wird von vielen Stellen mehr Offenheit für Umverteilungsmaßnahmen gefordert (Ostry et al., 2016). Die Nachlasssteuer bietet hierfür ein geeignetes Mittel. Im Unterschied zur Erbanfallsteuer (z. B. in Deutschland), bei der der Erbanteil der einzelnen Erben besteuert wird, bildet bei der Nachlasssteuer (z. B. in USA, UK) der gesamte Nachlasswert die Steuerbemessungsgrundlage. Je nach Anzahl der Erben und ihrem Verwandtschaftsverhältnis zum Erblasser können bei der Erbanfallsteuer auf Nachlässe gleicher Höhe sehr unterschiedliche effektive Steuersätze anfallen, wodurch sich – im Hinblick auf die historische ökologische Verantwortung – eine steuerliche Ungleichbehandlung ergibt. In Ländern mit einer bereits bestehenden Erbanfallsteuer (wie Deutschland) könnten beide Modelle auch kombiniert werden.

Bei wirksamer Ausgestaltung bietet eine Erbschaftsteuer in Form einer Nachlasssteuer zusammen mit einer Schenkungssteuer umfassendes Finanzierungspotenzial (IMF, 2013). In hoch entwickelten Volkswirtschaften hat das Erbschafts- und Schenkungsvolumen über die letzten Jahrzehnte gemessen am BIP deutlich zugenommen. Die Steueraufkommen in den Ländern, die Steuern auf Erbschaften und Schenkungen erheben, sind jedoch meist gering, da die nationalen Bemessungsgrundlagen durch hohe Freibeträge und Spezialregelungen zur Steuerermeidung stark reduziert werden (IMF, 2013).

In Deutschland wird das Erbschafts- und Schenkungsvolumen auf 200–300 Mrd. € jährlich geschätzt; davon entfallen 30–40 Mrd. € auf Unternehmensübertragungen. Dabei entspricht das Volumen der größten 1,5% der Erbschaften etwa einem Drittel des gesamten vererbten Vermögens in Deutschland (Bach und Thiemann, 2016). Das jährliche Steueraufkommen aus der Erbschaftssteuer liegt in einer Größenordnung von 5 Mrd. €. Aufgrund der hohen Freibeträge in Deutschland (bis zu 500.000 €) für Übertragungen von Privatvermögen und umfangreicher Ausnahmen für Betriebsvermögen wird ein Großteil der deutschen Vermögen bislang nahezu steuerfrei übertragen.

Der WBGU plädiert dafür, die Nachlasssteuer so auszugestalten, dass 10–20% des nationalen Erbschafts- und Schenkungsvolumens für die Finanzierung des Zukunftsfonds zur Verfügung stehen. Für den deut-

**Kasten 3.3-1**

**Beispielhafte Abschätzung über das Volumen des deutschen Zukunftsfonds**

**Niedriges Ambitionsniveau**

Bei einem Preis von 30 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> in 2020, der sich in der Folge dekadisch verdoppelt, ließen sich in Deutschland durch CO<sub>2</sub>-Steuern und durch Auktionierung von Zertifikaten im Rahmen des europäischen Emissionshandels (EU ETS) für CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Brennstoffen und Industrieemissionen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, FKW) zwischen 2020 und 2050 jährliche Einnahmen von durchschnittlich etwa 18 Mrd. € erzielen. Die jährlichen Einnahmen würden von zunächst etwa 13 Mrd. € im Jahr 2020 auf etwa 22 Mrd. € im Jahr 2036 steigen und dann in Folge wieder absinken, bis sie durch die Dekarbonisierung im Jahr 2050 Null erreichen. Abnehmende Emissionsmenge und ansteigender CO<sub>2</sub>-Preis gleichen sich weitestgehend aus, so dass sich bis zur Dekarbonisierung ein relativ stabiles Einnahmenvolumen ergibt.

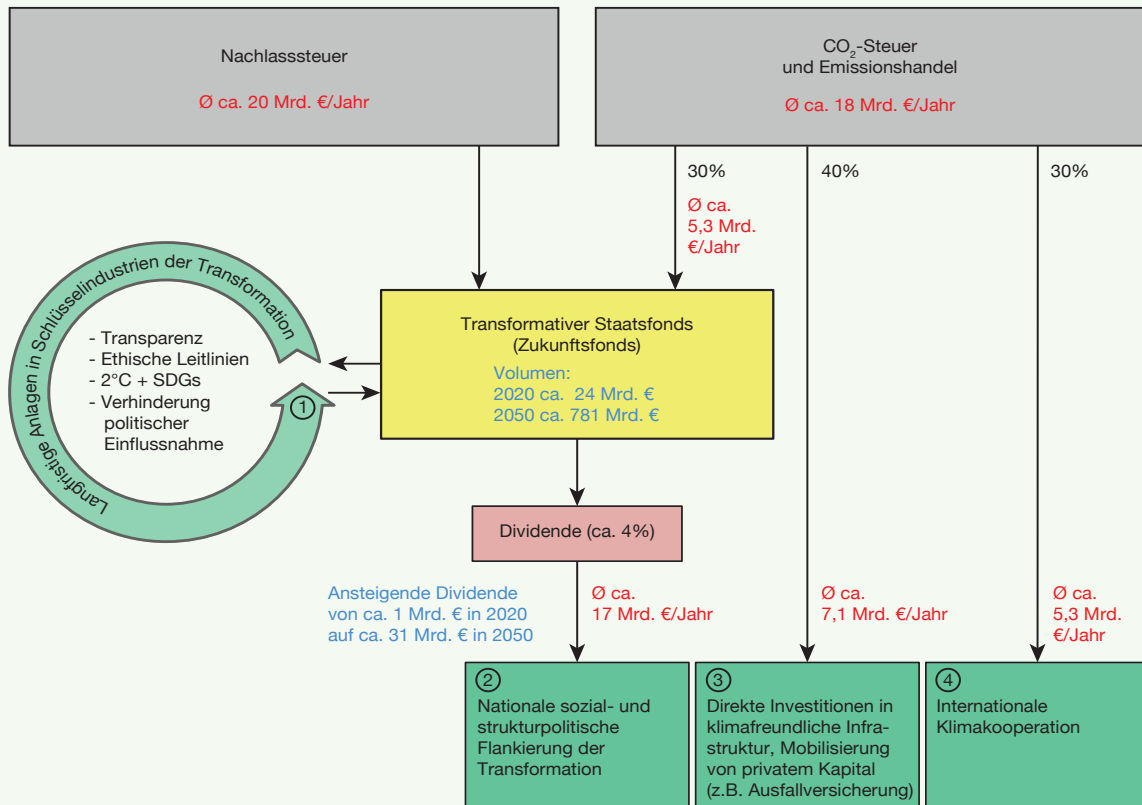
Entsprechend der vom WBGU vorgeschlagenen Struktur des Zukunftsfonds sowie der vorgeschlagenen Verteilung der Einnahmen aus CO<sub>2</sub>-Steuer und Erlösen aus dem Emissionshandel (Abb. 3.3-2) stünden im Durchschnitt jährlich etwa

5,3 Mrd. € für den Zukunftsfonds, 7,1 Mrd. € für projektbasierte Investitionen sowie 5,3 Mrd. € für internationale Klimazusammenarbeit zur Verfügung.

Bei einer Zielgröße von 10% des Erbschafts- und Schenkungsvolumens für die Generationenkomponente ergibt sich in Deutschland ein zusätzliches Einkommenspotenzial für den Zukunftsfonds von 20 Mrd. € pro Jahr. Durch die Summe aus Generationenkomponente (Nachlasssteuer) und den etwa 5,3 Mrd. € aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung würde der Fonds so von 2020 bis Ende 2030 auf 278 Mrd. € anwachsen. Nimmt man eine jährliche Rendite von 4% an, ergibt sich eine jährliche Dividende von etwa 1 Mrd. € in 2020, die auf 11 Mrd. € in 2030 ansteigt (Tab. 3.3-1).

**Hohes Ambitionsniveau**

Bei einer Zielgröße der Generationenkomponente von 20% des Erbschafts- und Schenkungsvolumens und einem CO<sub>2</sub>-Preis, der von 40 US-\$ im Jahr 2020 auf 80 US-\$ im Jahr 2030 steigt, läge das Volumen des Zukunftsfonds Ende 2030 bei etwa 517 Mrd. € und die Dividende bei etwa 21 Mrd. €. In diesem Szenario stünden im Durchschnitt jährlich etwa 9,5 Mrd. € für projektbezogene Investitionen sowie 7,1 Mrd. € für internationale Klimakooperation zur Verfügung. Außerdem würden im Durchschnitt jährlich etwa 7,1 Mrd. € aus der CO<sub>2</sub>-



**Abbildung 3.3-2**

Zukunftsfonds Deutschland: Durchschnittliches Einnahmepotenzial aus CO<sub>2</sub>-Steuer, Emissionshandel und Nachlasssteuer in der Periode von 2020–2050 für Deutschland. Zugrunde liegen eine Zielgröße der Generationenkomponente von 10% und ein CO<sub>2</sub>-Preis in Höhe von 30 US-\$ pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2020, der sich in jeder folgenden Dekade verdoppelt (niedriges Ambitionsniveau). Die Einnahmen aus CO<sub>2</sub>-Steuer und Emissionshandel betragen in diesem Zeitraum (2020–2050) durchschnittlich ca. 18 Mrd. € pro Jahr, die Einnahmen aus der Nachlasssteuer ca. 20 Mrd. €. Der Fonds wächst dementsprechend von 24 Mrd. € im Jahr 2020 auf 781 Mrd. € im Jahr 2050 an. Für die internationale Klimakooperation stünden durchschnittlich ca. 5,3 Mrd. € pro Jahr zur Verfügung, für direkte Investitionen und die Mobilisierung privaten Kapitals beläuft sich der Wert auf 7,1 Mrd. € pro Jahr. Bei einer Dividende von 4% ergäben sich im Zeitraum von 2020–2050 durchschnittliche Einnahmen in Höhe von 17 Mrd. € pro Jahr für die sozial- und strukturpolitische Flankierung der Transformation. Ausgehend von 1,0 Mrd. € im Jahr 2020 steigt die Dividende auf einen Wert von 31 Mrd. € im Jahr 2050 an.

Quelle: WBGU



**Tabelle 3.3-1**

Zukunftsfonds Deutschland. Schätzungen der Einnahmen aus CO<sub>2</sub>-Steuer, Emissionshandel und Nachlasssteuer, sowie das Fondsvolumen und die zu erwartende Dividende für die Dekaden von 2020 bis 2050. Es werden zwei unterschiedliche Ambitionsniveaus für die Befüllung des Fonds angenommen.  
Quelle: WBGU

Jahr	CO <sub>2</sub> -Steuer und Emissionshandel [Mrd. €]	Nachlasssteuer [Mrd. €]	Volumen des Zukunftsfonds [Mrd. €]	Dividende [Mrd. €]
<b>Niedriges Ambitionsniveau: Zielgröße der Nachlasssteuer 10%; CO<sub>2</sub>-Preis 2020: 30 US-\$ pro t</b>				
2020	14	20	24	1,0
2030	21	20	278	11
2040	21	20	543	22
2050	0	20	781	31
<b>Hohes Ambitionsniveau: Zielgröße der Nachlasssteuer 20%; CO<sub>2</sub>-Preis 2020: 40 US-\$ pro t</b>				
2020	17	40	45	1,8
2030	28	40	517	21
2040	28	40	1.005	40
2050	0	40	1.454	58

Bepreisung in den Zukunftsfonds fließen.

Zugrunde liegen diesen Schätzungen die Angaben aus dem Nationalen Inventarbericht Deutschlands über die Emissionen aus den Energie- und den Industriesektoren (UBA, 2015) sowie die Angaben der Deutschen Emissionshandelsstelle zum deutschen Anteil der Emissionen unter dem EU ETS im Jahr 2020. Angenommen wurde, in Anlehnung an den Klimaschutzfahrplan (Kap 3.2), eine lineare Reduktion der heutigen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Null bis 2050. Weiter wurden eine Auktionierungsquote beim EU ETS angenommen, die von 80% im Jahr 2020 auf 90% im Jahr 2027 ansteigt. Ebenso wurde berücksichtigt, dass nur 88% der Auktionierungserlöse in Deutschland verbleiben und 12% an die EU fließen. Da davon auszugehen ist, dass nicht alle Emissionen außerhalb des EU ETS steuerlich erfasst werden können, wurden nur 90% der Emissionen berücksichtigt.

Für die Nachlasssteuer wurde der niedrigere Wert der

Schätzung von Bach und Thiemann (2016) zum Erbschaft- und Schenkungsvolumen in Deutschland zugrunde gelegt, was einem Volumen von jährlich 200 Mrd. € entspricht. Es wurde vereinfachend angenommen, dass das Erbschafts- und Schenkungsvolumen im Zeitraum von 2020–2050 konstant bleibt.

Der Dreiklang aus CO<sub>2</sub>-Steuern, Emissionshandel und Erbschaftsteuern kann somit heutige und vergangene CO<sub>2</sub>-Emissionen gleichermaßen zum Aufbau eines schlagkräftigen Transformationsinstruments heranziehen, mithilfe dessen, bei progressiver Ausgestaltung der Erbschaftsreform, auch die bestehende Vermögensungleichheit reduziert werden könnte. Dies würde auf zweierlei Weise künftige Generationen begünstigen: erstens durch Investitionen in nachhaltige Strukturen und den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen sowie zweitens durch die Stärkung der sozialen Gerechtigkeit, indem der Fortsetzung bestehender ökonomischer Ungleichheit entgegengewirkt wird.

schen Zukunftsfonds ergäbe sich somit ein jährliches Einnahmepotenzial von mindestens 20 Mrd. € bei einer Zielgröße von 10% bzw. von mindestens 40 Mrd. € bei einer Zielgröße von 20%. Die Mittel sollten dem Fonds direkt zufließen oder, bei rechtlichen Einschränkungen, als Gegenfinanzierungsmodell in den Staatshaushalt fließen; in diesem Fall sollte sich der Staat verpflichten, mit einem Anteil seiner jährlichen Einnahmen den Fonds zu füllen. In Deutschland käme aus verfassungsrechtlichen Gründen nur letztere Variante in Betracht.

Die Einführung einer Nachlasssteuer, auch in Kombination mit der schon vorhandenen Erbanfallsteuer, dürfte in Deutschland verfassungsrechtlich zulässig sein. Sie steht indes in Deutschland vor hohen politischen Herausforderungen: Da das Aufkommen der Erbschaft- und Schenkungssteuer gemäß Art. 106 Abs. 2 GG den Ländern zusteht, müssten die sechzehn Bundesländer bereit sein, das Aufkommen der Erbschaft- und Schenkungssteuer für den Zweck der Transformation

bzw. eines entsprechend zweckgebundenen Staatsfonds zu verwenden.

.....  
**3.4**  
**Stärkung partizipatorischer Demokratien für Transformation nutzen**

Ein dauerhaftes und inklusives Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt muss die Zivilgesellschaft in seine Ausgestaltung und Umsetzung einbinden.

- Innovationen entstehen oftmals in gesellschaftlichen Nischen und durch gesellschaftliche Lernprozesse (WBGU, 2011; Messner, 2016). Dieses Potenzial kann am besten entwickelt werden, wenn die Gesellschaft offen für Diversität ist und Nischengruppen gut an breitere gesellschaftliche Gruppen angebunden sind.

### 3 Nachhaltigkeitstransformation in den G20-Staaten voranbringen – Reformperspektiven

- › Auch umweltschonende Infrastrukturen lassen sich nur in der gebotenen Geschwindigkeit und Konsequenz ausbauen, wenn dies von der Zivilgesellschaft mitgetragen und nicht durch Widerstände blockiert wird.
- › Die G20-Regierungen können die notwendigen Investitionen nur mit Unterstützung von nicht staatlichen Investoren aufbringen, die gesamtgesellschaftlich akzeptiert sind.

Das eingangs ausgeführte Verständnis einer neuen, gestaltenden Staatlichkeit stellt Gerechtigkeit, Teilhabe und Lebensqualität in den Mittelpunkt und fokussiert damit die Förderung von „Lebensqualität für Alle“ (Stiglitz et al., 2010; EU-Kommission, 2009). Ein gestaltender Staat ist wiederum eingebettet in eine wache Zivilgesellschaft. Ihre Menschen sehen sich nicht als passive Zuschauer staatlicher Handlungen und gesellschaftlicher Entwicklung, sie begreifen sich als „Citizens“, als mündige, aktiv mitgestaltende Bürgerinnen in Netzwerkgesellschaften (Messner, 1997). Der WBGU sieht in der seit Jahren zunehmenden Verantwortungsbereitschaft der nationalen und internationalen Zivilgesellschaft beim Klimaschutz (WBGU, 2014a) eine Chance zur Entwicklung einer breiten „transformative literacy“ der Bürgerschaft, womit die Fähigkeit gemeint ist, „Transformationsprozesse adäquat in ihrer Vieldimensionalität zu verstehen und eigenes Handeln in Transformationsprozesse einzubringen“ (Schneidewind, 2013:120). Dies entlässt den Staat nicht aus seiner Verantwortung, die Bürger von der Notwendigkeit der Transformation zu überzeugen, eröffnet aber die Möglichkeit, diese Kommunikation mit der und durch die Zivilgesellschaft zu gestalten.

#### Inklusive Kommunikation über die Ursachen und Folgen des Klimawandels

Der Diskurs über die in New York und Paris verabredeten Nachhaltigkeits- und Klimaziele wird im gestaltenden Staat nicht nur unter Expertinnen geführt. Um die Gesellschaften angemessen zu beteiligen, bedarf es einer adäquaten Kommunikation der Klimaproblematik und Klimaschutzziele, einschließlich der realistischen Einschätzung möglicher Risiken, Wirkungen und Nebenwirkungen verschiedener Handlungsoptionen. Die hohe Komplexität und Abstraktheit der systemischen Zusammenhänge stellen die Kommunikation der Handlungsoptionen zum Klimaschutz vor große Herausforderungen. Auch in Ländern mit gutem Bildungssystem bleibt das Verständnis von Risiken und der damit verbundenen bedingten Wahrscheinlichkeiten in der Bevölkerung eher schwach ausgeprägt („statistischer Illetrismus“: Gaissmaier und Gigerenzer, 2011). Hinzu kommt das aus der Risikoforschung bekannte Phänomen der „Illusion der Sicherheit“ (Hertwig, 2013; Gigerenzer, 2008): Menschen möchten gerne glauben, dass Risiken in der modernen, technisierten Welt vollkommen kontrollierbar sind; sie denken in linearen, oft monokausalen Zusammenhängen und überschätzen dabei die Wirkmacht von Technologien, bevorzugen einfache Lösungen

und unterschätzen deren mögliche negative Konsequenzen (Renn, 2008).

Die Zivilgesellschaft in den Diskurs um Handlungsoptionen der Nachhaltigkeitspolitik einzubeziehen, ist daher gleichzeitig ein Bildungsprojekt. Die auf dem Feld des Klimaschutzes gemachten Erfahrungen und Erkenntnisse können helfen, die generelle Dynamik von Veränderungsprozessen in ihrer Vieldimensionalität zu verstehen, ohne sich dabei als individueller Akteur ohnmächtig fühlen zu müssen. Zur Entwicklung einer grundlegenden „transformative literacy“ gilt es einerseits, die kollektiven und individuellen Fähigkeiten zum produktiven und kreativen Umgang mit Herausforderungen zu fördern, und dadurch zugleich Unsicherheiten und Ängste abzubauen, die mit der Konfrontation mit komplexen und ungewohnten Aufgaben einhergehen. Wichtig ist dabei, Risikoinformationen immer mit kollektiven und individuellen Handlungsoptionen zu verknüpfen (Rogers, 1975, 1983).

#### Befähigung zur Entwicklung eines solidarischen Lebensstils

Um das Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung zu erreichen, muss sich auch das Verständnis von Lebensqualität verändern, das in vielen sozio-kulturellen Milieus an ressourcenintensive Konsumformen gekoppelt ist (Schneidewind und Zahrt, 2013). Der WBGU hat mit dem Begriff der „solidarischen Lebensqualität“ ein Leitbild vorgeschlagen, das Diskursräume für den gesellschaftlichen Dialog zu nachhaltigen Möglichkeiten der Herstellung von Lebensqualität eröffnen soll (WBGU, 2016a:144f.). Dabei soll vor allem ausgelotet werden, wie die eigene Lebensqualität nicht auf Kosten gegenwärtiger und zukünftiger Generationen und deren Verwirklichungschancen hergestellt werden kann (Nanz und Leggewie, 2015). Dazu trägt nach Ansicht des WBGU ein umfassendes Verständnis des Individuums bei, dessen Rolle als privater Konsument nicht künstlich von der Rolle des Bürgers getrennt wird. Der herrschende Diskurs über die Veränderbarkeit der Lebensstile ist von einem unterkomplexen Verständnis menschlichen Handelns geprägt, das Konsumententscheidungen als ausschließlich am individuellen Nutzen orientiert betrachtet, obwohl Menschen ihren Handlungsentscheidungen durchaus auch Normen und Werte zugrunde legen, die nicht dem unmittelbaren Eigennutz dienen (Messner und Weinlich, 2016; Steg, 2016; Stern, 2000). Es stellt sich also die Frage, unter welchen Kontextbedingungen die Umsetzung eigener Normen in Handeln gelingen kann und wie die vielfältigen Formen politischen Konsums (Thoresen et al., 2015; Soper und Trentman, 2008) stärker gefördert werden können.

Um Anreize und Strukturen für die Veränderung von Lebensstilen und Konsumverhalten zu schaffen, plädiert der WBGU für eine differenzierte Sichtweise auf die Veränderbarkeit von Verhalten. In einer systemischen Sichtweise ist menschliches Denken und Handeln in vielfältige Handlungskontexte eingebettet. Den strukturellen Abhängigkeiten (infrastrukturellen Ein-







# Transformation als Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt

## 4

Die Regierungen der G20-Staaten sollten sich nicht nur „zu Hause“ für Innovations-, Infrastruktur-, Investitions- und Inklusionsmaßnahmen engagieren, sondern auch auf internationaler Ebene eine Vorreiterrolle für Klima- und Nachhaltigkeitspolitik einnehmen und so dazu beitragen, grenzüberschreitende Kooperation zu stärken und globale Probleme zu lösen. Zusammen mit den SDGs ist der Klimaschutz gegenwärtig das einzige Menschheitsprojekt, an dem alle Nationen beteiligt sind. Der Erfolg der Konferenz in Paris und die einstimmige Annahme des Übereinkommens von Paris durch 196 Staaten zeigt, dass im Bereich Klimaschutz der Multilateralismus sehr wohl funktioniert. Selbst Staaten wie China oder die USA, die beim Klimaschutz bisher den Ruf hatten, als Bremser zu fungieren, bringen sich konstruktiv ein. Auch die Agenda 2030 ist ein dezidiert globales Projekt: Das Zielsystem ist universell und soll die Grundlage für eine veränderte globale Partnerschaft bilden.

Als langfristig angelegte Menschheitsprojekte bringen der Klimaschutz und die Agenda 2030 also Akteure konstruktiv zusammen, die in anderen Kontexten nicht kooperieren oder sogar in offenem Konflikt stehen.

Die Einsicht, dass die Lösung gemeinsamer nachhaltigkeits- und klimapolitischer Herausforderungen die Chance zur Annäherung im Konflikt stehender Akteure bietet, ist nicht neu. Sie wurde schon zu Zeiten des Kalten Krieges von Willy Brandt vertreten: „Gemeinsame Probleme lösen heißt Bindungen und Verbindungen schaffen durch sinnvolle Kooperation [...] Das heißt, Vertrauen schaffen durch praktisch funktionierende Regelungen. Und dieses Vertrauen mag dann die neue Basis werden, auf der alte, ungelöste Probleme lösbar werden.“ (Willy Brandt, anlässlich der Verleihung des Friedensnobelpreises in Oslo, 11. Dezember 1971).

Bei richtiger Ausgestaltung wird Nachhaltigkeits- und Klimapolitik zu einem globalen Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt:

- Eine kluge Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik dient der Modernisierung der Weltwirtschaft und eröffnet ökonomische Entwicklungschancen, weil sie ein neues *Innovationsverständnis* inspiriert sowie erhebliche *Investitionsmöglichkeiten* und nachhaltige Beschäftigung schafft sowie Investitionen in zukunftsfeste Branchen und Unternehmen und nachhaltige *Infrastrukturen* lenkt.
- Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik kann Gerechtigkeitspolitik sein, wenn sie *Inklusion* voran-

bringt, indem sie Dekarbonisierungsstrategien sozialverträglich gestaltet, Ungleichheiten effektiv bekämpft und die soziale Kohäsion stärkt.

- Und Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik kann dazu beitragen, den Frieden zu bewahren, indem sie Ressourcen- und Verteilungskonflikte entschärft – und so *Inklusion* auf globaler Ebene fördert – und Bürgerkriegen und Massenflucht entgegenwirkt.

Die adäquate Ausgestaltung der Transformation zur Nachhaltigkeit und der Klimaschutzagenda kann also dazu beitragen, internationale Krisen zu lösen, insbesondere die Innovations- und Investitionsblockaden, die hohe Ungleichheit innerhalb und zwischen den Nationen, die Inklusion zuwiderläuft, und internationale Friedens- und Sicherheitsprobleme. Die G20 sollte sich für die „vier großen I“ der Nachhaltigkeitstransformation stark machen, sich auf internationaler Ebene als Vorreiter engagieren und dazu beitragen, dass Nachhaltigkeits- und Klimapolitik als historisches Projekt der Weltgemeinschaft ein Hebel zur Lösung weltpolitischer Probleme wird. Im Folgenden stellt der WBGU dazu beispielhaft konkrete Initiativen vor, die die G20 verfolgen könnte.

### 4.1 Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Modernisierungsprojekt

Weltweit ist das Wirtschaftswachstum im Laufe der letzten Dekaden schwächer geworden und eine globale ökonomische Stagnation droht (IMF, 2016). Niedrige Zinsen und mangelnde Investitionen und Investitionsmöglichkeiten stellen die Weltwirtschaft vor große Herausforderungen. Dadurch verändert sich auch der ökonomische Blick auf Nachhaltigkeitsfragen: Klimaschutz und Nachhaltigkeitspolitik bieten als globales Modernisierungsprojekt viel Potenzial für Investitionsmöglichkeiten und große ökonomische Chancen. Gleichzeitig sind Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik durch ihre langfristige und richtungssichere Perspektive ein Garant für eine stabile ökologische wirtschaftliche Entwicklung. Die G20 sollte sich auf globaler Ebene für ein neues Verständnis sozialer und ökologischer Marktwirtschaft einsetzen und ein neues globales Innovationsverständnis als Leitbild für einen globalen Auftrag für Stabilität und Zukunftsfähigkeit auf die internationale Agenda setzen.

### Richtungssichere und ertragreiche Investitionen

Die sich politisch und gesellschaftlich durchsetzende Erkenntnis, dass frühes Handeln für den Klimaschutz Kosten und Risiken vermeiden hilft und den Weg zu einer resilienten Weltwirtschaft eröffnet, erzeugt bereits gegenwärtig Markt Anpassungen, wie beispielsweise die stärkere Fokussierung der Autobauer auf Elektromobilität oder Deinvestitionen bekannter Investoren (norwegischer Pensionsfonds, Allianz usw.). So wird heute unternommener Klimaschutz die Klimarisiken im 21. Jahrhundert und darüber hinaus verringern und die Kosten und Herausforderungen der Anpassung langfristig senken (IPCC, 2014c). Ein frühes Handeln eröffnet außerdem Möglichkeiten für einen „sanfteren“ globalen Strukturwandel. Mit dem Übereinkommen von Paris ist die strategische Neuausrichtung CO<sub>2</sub>-intensiver Industrien unvermeidbar geworden. Fehleinschätzungen in Bezug auf den Bedarf struktureller wirtschaftlicher Anpassungen erhöhen das Risiko abrupter Änderungen, wie plötzlicher Insolvenzen und Massenentlassungen, die zu strukturellen Krisen gesamter Wirtschaftsregionen führen können. Eine mögliche „Carbon Bubble“ (Carbon Tracker Initiative, 2011; Carney, 2015; WBGU, 2014a; ESRB, 2016), d. h. die Überbewertung von Unternehmen, die Förderrechte an den weltweiten Öl-, Kohle- und Gasvorkommen haben, erhöht das Risiko abrupter Wertkorrekturen auf den Finanzmärkten. Heute unternommene wirtschaftliche Anpassungen im Sinne des Übereinkommens von Paris und der Agenda 2030 werden daher in der Zukunft zu mehr Stabilität im Wirtschafts- und Finanzsystem führen.

### Auf dem Weg zu einem neuen Innovationsverständnis

Das bisher dominante Leitthema der G20 ist die Wachstums- und Innovationsförderung. Angesichts der Herausforderungen der Transformation ist ein erweitertes Innovations- und Investitionsverständnis notwendig, bei dem tiefgreifende systemische Änderungen durch entsprechende technologische Innovationen stärker mit sozialen, institutionellen und kulturellen Neuerungen vernetzt werden. Es geht um die Neuausrichtung von Wachstum und Innovation, über den bereits entwickelten „G20 Blueprint on Innovative Growth“ (G20, 2016c) hinaus: Die ökonomische Leistungsfähigkeit und die Ausrichtung von Innovationen sollte zukünftig der Umsetzung des Übereinkommens von Paris und der Agenda 2030 dienen.

Die Eckpunkte eines solch neuen Innovationsverständnisses sind in Tab. 4.1-1 zusammengefasst:

1. Es muss Erwartungssicherheit geschaffen werden, dass die G20-Staaten das Übereinkommen von Paris und die Agenda 2030 ernst nehmen und umsetzen, damit die Planbarkeit für langfristige Investitionen in die Transformation zur Nachhaltigkeit verbessert wird. Das übergreifende Ziel von Innovation sollte demnach nicht mehr ausschließlich die Förderung der nationalen Wettbewerbsfähigkeit per se sein, sondern die Förderung des nationalen und globalen

Gemeinwohls, so dass die ökonomische Leistungsfähigkeit der Umsetzung des Übereinkommens von Paris und der Agenda 2030 dient. Zum Schutz des globalen Klimasystems sollte innovative Dekarbonisierungspolitik die dominante Modernisierungspolitik im 21. Jahrhundert werden.

2. Damit einher geht die Ergänzung privater Interessen, Investitionen und Güter durch „embedded markets“, also gesellschaftlich gestaltete Märkte, in denen ökonomisches Handeln in nicht ökonomische Institutionen integriert ist (Polanyi, 1968; Kay, 2003). Es muss eine neue Balance zwischen Markt und Staat hergestellt werden; die radikalen Varianten beider isolierter Ansätze sind gescheitert. Die Diversität von Steuerungsmechanismen in embedded markets kann dagegen die Resilienz von Wirtschaftssystemen stärken und Grundlage sozial-ökologischer Marktwirtschaften werden.
3. Auch der primäre Fokus der Innovationen verschiebt sich – von technologischen Innovationen hin zu Innovationen, die technologische Neuerungen eng mit sozialen, institutionellen oder kulturellen Neuerungen verknüpfen und beispielsweise mit neuen Formen institutioneller Arrangements, neuen Geschäftsmodellen sowie sich verändernden Lebensstilen verbinden.
4. Gleichzeitig weitet sich die Reichweite von Innovationen von eher inkrementellen Veränderungen (wie neuen Antriebstechnologien, neuen Materialien, Effizienzsteigerungen bei regenerativen Energieträgern) hin zu disruptiv-transformativen soziotechnischen Innovationen aus. Diese greifen nicht nur das disruptive Potenzial einzelner Technologien, wie der Informations- und Kommunikationstechnologien, auf, sondern befördern eine umfassende Systemtransformation. So bedeutet beispielsweise der Umstieg auf Elektromobilität eine Systeminnovation, die Fahrzeuge, Energieerzeugung und -speicherung, Infrastrukturen sowie die gesamte Wertschöpfungskette des Automobilssektors einschließt.
5. Die Quellen der Innovation und die Orte der Innovationsgenerierung sind in dem neuen Innovationsverständnis weit vielfältiger als heute, wo immer noch das Muster eines Innovationstransfers von Industriestaaten in den Rest der Welt dominiert. Soziale Innovationen, Ansätze des Schutzes globaler Gemeinschaftsgüter, Ansätze sozialer Teilhabe und alternative Wohlstandsverständnisse werden jedoch heute schon verstärkt in Entwicklungs- und Schwellenländern generiert (Stamm et al., 2012). So ist China beispielsweise mittlerweile der Leitmarkt und das wichtigste Herstellerland für Elektrofahrzeuge, und Brasilien ist der globale Technologieführer hinsichtlich der Energiegewinnung aus Zuckerrohr. Die Diversität der Quellen der Innovationen, auch über die Einbeziehung bislang „forschungsfernerer“ Teile der Gesellschaft, ist ein geeigneter Ansatzpunkt für die dringend erforderliche nationale wie auch internationale Vernetzung von Forschungsprogrammen

**Tabelle 4.1-1**

Dimensionen eines neuen Innovationsverständnisses.

Quelle: WBGU

Dimension	Bisher	Künftig
Übergreifendes Ziel von Innovation	Nationale Wettbewerbsfähigkeit	Nationales und globales Gemeinwohl: ökonomische Leistungsfähigkeit dient der Umsetzung des Übereinkommens von Paris und der Agenda 2030 – Innovationen für Nachhaltigkeit
Ökonomische Ziele von Innovation	Vorrang privater Interessen und Güter	Einbettung der Märkte und Stärkung öffentlicher Güter
Fokus der Innovationen	Technologische Innovationen	Technologische Innovationen werden in hohem Maße mit sozialen, institutionellen und kulturellen Innovationen verknüpft
Tiefe und Reichweite der Innovationen	Inkrementelle Innovation (innerhalb bestehender sozioökonomischer Systeme)	Disruptive bzw. systemische Innovationen (mit beabsichtigtem oder angestrebtem Systemwechsel zur Nachhaltigkeit; global)
Quellen und Orte der Innovation	Industrieländer als Treiber von Innovationen – Transfer in den Rest der Welt	Weltweite Innovationen – verstärkte internationale Zusammenarbeit für globalen Innovationsaustausch

zu Innovationen. Die G20-Staaten sollten die internationale Kooperation zur Innovationsförderung stärken.

bracht werden. Die G20 sollte sich dafür einsetzen, dass neben dem Green Climate Fund auch z.B. die Weltbank und die regionalen Entwicklungsbanken einen besonderen Fokus auf die Finanzierung und Umsetzung von Maßnahmen und Projekten legen, die Klimaschutz und Gerechtigkeit verbinden.

.....

## 4.2 Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Gerechtigkeitsprojekt

Neben dem Klimawandel ist die zunehmende sozio-ökonomische Ungleichheit weltweit eine der größten Herausforderungen für nachhaltige Entwicklung. Ungleichheit wird im G20-Kommuniqué von Hangzhou bereits thematisiert (G20, 2016b). Bei der Lösung globaler Gerechtigkeitsprobleme sollte die G20 noch aktiver werden. Klimaschutz kann ein wichtiger Teil der Antwort sein: Da der Klimawandel die vulnerabelsten Bevölkerungsgruppen häufig am stärksten trifft, birgt effektiver Klimaschutz zugleich große Potenziale für mehr globale Gerechtigkeit und die Verwirklichung der SDGs. Allerdings fördert Klimaschutz nicht automatisch die Gerechtigkeit. Der WBGU schlägt daher vor, dass die G20-Staaten Klimaschutz so ausgestalten, dass damit zugleich Armut und Ungleichheit bekämpft und somit Klimaschutz und Gerechtigkeit verknüpft und zusammengedacht werden.

### Urbanisierung gestalten um Klimaschutz und inklusives Wachstum zu erreichen

Die Gestaltung der Urbanisierung ist ein wichtiges Feld, mit dem die G20-Staaten Klimaschutz und inklusives Wachstum verbinden können. Die Urbanisierung verläuft in den Staaten der G20 unterschiedlich: In einigen Ländern steht das Bauen im Bestand historisch gewachsener Städte im Vordergrund, in anderen expandieren derzeit schnell wachsende Städte und Siedlungen in ungeahnter Dimension. Angesichts des anstehenden globalen Urbanisierungsschubs muss über die Art und Weise, wie Städte gebaut werden, völlig neu nachgedacht werden. Dies betrifft z.B. ihre baulich-räumliche Gestalt, die urbanen Verkehrssysteme, die urbane Energieversorgung oder die verwendeten Baumaterialien (WBGU, 2016a). Gleichzeitig verschärfen sich Einkommens- und Vermögensdisparitäten in vielen Städten und führen zu räumlicher Segregation und sozialer Benachteiligung – besonders offensichtlich überall dort, wo Slums und Gated Communities in unmittelbarer Nachbarschaft liegen. Die wachsenden Disparitäten wirken sich zunehmend negativ auf die soziale Kohäsion der Stadtgesellschaften, die urbane wirtschaftliche Entwicklung sowie die Regierbarkeit von Städten und ihre Sicherheit aus (WBGU, 2016a).

Die G20-Staaten sollten sich zudem dafür einsetzen, dass Klimaschutz als Gerechtigkeitsprojekt auf der internationalen Agenda eine wichtige Rolle spielt. Sie sollten in der Entwicklungszusammenarbeit gemeinsam mit ihren Partnern Strategien entwickeln, um z.B. bevorzugt in den Bereichen zu investieren, in denen Klimaschutz auch inklusives Wachstum schafft – also wo die unteren 40% der Einkommensverteilung davon überproportional profitieren (Shared Prosperity Index: World Bank, 2015) – sowie Ernährungsgerechtigkeit und die Nachhaltigkeit globaler Ernährungsmuster in den Blick zu nehmen. Solche Zielsetzungen sollten nicht zuletzt über die Aktivitäten multilateraler Banken vorange-

Allein die Emissionen, die bis 2050 durch den Aufbau neuer Infrastrukturen für die bis dahin 2,5 Mrd. zusätzlichen Stadtbewohner entstehen, könnten, falls dieser dem emissionsintensiven Vorbild des Städtebaus in den Industrieländern folgt, bereits etwa einem Drittel des insgesamt noch zur Verfügung stehenden CO<sub>2</sub>-Budgets entsprechen, wenn der Klimawandel auf weniger als 2°C

begrenzt werden soll und mehr als drei Vierteln des Budgets, wenn der Klimawandel auf 1,5°C begrenzt werden soll (WBGU, 2016a; Müller et al., 2013). Während mit SDG Nr. 11 („Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig machen“) das Thema nachhaltige Stadtentwicklung in die Agenda 2030 Eingang gefunden hat, werden die Herausforderungen und Chancen der Urbanisierung im Kontext des Pariser Übereinkommens und in den (I)NDCs bislang kaum berücksichtigt. Die G20-Staaten sollten dieses Defizit angehen, indem sie nachhaltige Stadtentwicklung zu einem Kernelement in ihren nationalen wie internationalen Dekarbonisierungsstrategien machen und sich dafür einsetzen, dass das Thema innerhalb der Klimarahmenkonvention besser berücksichtigt wird.

Eine Reihe von Handlungsfeldern in der Stadtentwicklung bieten Potenzial für die Verknüpfung von Klimaschutz und Gerechtigkeit, u.a. die Flächennutzung, die Kreislaufwirtschaft, erneuerbare Energiesysteme (WBGU, 2016a). Insbesondere Mobilität und Verkehr sind hierfür von großer Bedeutung. So verursachen zum einen urbane Transportsysteme einen erheblichen Teil städtischer CO<sub>2</sub>-Emissionen; zum anderen entscheidet ihre Struktur darüber, welche Teile der Bevölkerung sich wie durch die Stadt bewegen können, um z.B. am Arbeitsmarkt teilnehmen und so von Wachstumsgewinnen profitieren zu können. Die Ausgestaltung urbaner Transportsysteme ist daher ein wichtiger Hebel zur Schaffung urbaner Gerechtigkeit. Ärmere urbane Bevölkerungsgruppen leiden besonders unter den Folgen des motorisierten Individualverkehrs und sind stärker von wenig leistungsfähigen öffentlichen Verkehrssystemen betroffen, da sie typischerweise besonders stark von ihnen abhängig sind (WHO und UN-Habitat, 2010). Funktionierende öffentliche Transportinfrastrukturen sind daher eine wichtige Säule zum Abbau urbaner Ungleichheit (UNEP, 2012; UKAID und DFID, 2012; Beard et al., 2016).

Der WBGU empfiehlt den G20-Staaten, ihre innerstädtischen Verkehrssysteme so schnell wie möglich emissionsfrei und inklusiv zu gestalten (Unterziel „accessible cities“ des SDG Nr. 11; WBGU, 2016a: 165ff.) und auch im Rahmen ihrer internationalen Entwicklungszusammenarbeit mit ihren Partnern Strategien zu entwickeln, wie dies in den dortigen Städten umgesetzt werden kann. Damit das gelingt, muss angesichts starker Pfadabhängigkeiten schnell eine entsprechende Weichenstellung vorgenommen werden. Das Zeitfenster für den notwendigen Wandel ist jetzt offen – und muss genutzt werden, bevor es sich schließt.

Urbane Mobilität sollte so gestaltet werden, dass Menschen aller Einkommensgruppen sich problemlos und preisgünstig durch eine Stadt bewegen können, um ohne Einschränkungen von den ökonomischen, sozialen und kulturellen Möglichkeiten profitieren zu können. Da ärmere Bevölkerungsgruppen tendenziell am stärksten unter dem motorisierten Individualverkehr leiden, aber am wenigsten von ihm profitieren, setzt dies einen funktionierenden und gut

ausgebauten öffentlichen Personennahverkehr sowie gute Fußgänger- und Radverkehrsstrukturen voraus. Gleichzeitig können adäquate Mobilitätssysteme positive Beschäftigungseffekte schaffen, vor allem für ärmere Bevölkerungsschichten. Öffentlicher Nahverkehr sollte für alle zugänglich und Straßen sollten für nicht motorisierten Verkehr sicherer gemacht werden (Pro-poor Transport Policies; WBGU, 2016a:165ff.). Vor allem vulnerable Gruppen wie Alte, Kinder und Frauen und deren Mobilitätsverhalten und Sicherheitsbedarfe sollten für die Planung maßgebend sein (Hamilton et al., 2006).

### Ernährungsgerechtigkeit und nachhaltige Ernährungsmuster

Die G20 sollte sich dafür einsetzen, Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit im Kontext globaler Ernährungsmuster sowohl als Thema in der internationalen Debatte zu stärken und auf die Agenda internationaler Organisationen zu setzen als auch durch strukturelle Maßnahmen zu unterstützen. Das fordert auch die Agenda 2030: SDG Nr. 2 verpflichtet die Weltgemeinschaft, den weltweiten Hunger zu beenden, einschließlich Mangelernährung, sowie die Nahrungsmittelproduktion nachhaltig zu gestalten.

Der weltweit weiterhin hohe Anteil an Hunger leidenden und mangelernährten Menschen ist aus globaler Perspektive zur Zeit nicht auf Mangel an fruchtbarem Land, sondern im Wesentlichen auf ineffiziente Produktions- und Konsumpraktiken sowie eine ungleiche Verteilung zurückzuführen (WBGU, 2011:63). In Deutschland geht laut einer Studie des WWF (2015) fast ein Drittel der Nahrungsmittel auf dem Weg vom Acker zum Verbraucher verloren bzw. wird im Haushalt weggeworfen. Auch ein Drittel der weltweit produzierten Nahrungsmittel verdirbt, geht verloren oder wird weggeworfen (FAO, 2011), ein weiteres Drittel wird in der Tierproduktion verfüttert (de Schutter, 2011). Die Viehwirtschaft nutzt (direkt und indirekt) ca. 70% der landwirtschaftlichen Flächen (Steinfeld et al., 2006). Ihre Produkte werden vornehmlich von der Bevölkerung der Industrieländer und den wachsenden Mittelschichten der Schwellenländer konsumiert, wobei der schnell steigende Fleischkonsum zunehmende Gesundheitsrisiken mit sich bringt (McMichael et al., 2007). Intensive Landwirtschaft wird heute meist nicht nachhaltig betrieben und führt zu Bodendegradation sowie dem Verlust von Biodiversität und Ökosystemleistungen. Zudem stammen etwa 10–12% der weltweiten anthropogenen Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft (IPCC, 2014b:822).

Den G20-Staaten kommt bei Ernährungssicherheit und Ernährungsgerechtigkeit eine Schlüsselrolle zu. Dies betrifft dringend notwendige strukturelle Maßnahmen wie das Eindämmen von Landdegradation, die Förderung nachhaltiger Landwirtschaft und das Verhindern von Nahrungsmittelverlusten entlang der Wertschöpfungskette (Erklärung der G20-Agrarminister vom Mai 2015). Strukturelle Maßnahmen müssen von

einem Wandel der Ernährungspraktiken der Bürger aller G20-Staaten getragen werden, um nicht wirkungslos zu bleiben. Gerade Industrie- und Schwellenländer sind außerdem in der Verantwortung, nicht nur durch strukturelle, sondern auch durch wissens- und motivationsbezogene Maßnahmen zu diesem Wandel beizutragen. Ohne verantwortliche Bürgerinnen ist eine Problemlösung unmöglich.

Die G20-Gesellschaften stehen vor der Herausforderung, in ihren Ländern nachhaltige Ernährungsweisen wie eine regionale, ökologisch angebaute und um tierische Produkte reduzierte Kost zu motivieren, gleichzeitig aber nicht zu stark in die Eigenständigkeit und Selbstbestimmtheit der Bürger einzugreifen, um Reaktanz und Rückzugsreaktionen zu vermeiden. Ein verringerter Konsum tierischer Produkte wäre gleichzeitig auch wesentlich gesünder für die Bevölkerung in Industriestaaten und die schnell wachsenden Mittelschichten in Entwicklungs- und Schwellenländern (WBGU, 2011:65).

Regulatorische Top-down-Maßnahmen sollten gekoppelt sein mit einem verbesserten Zugang zu gesunden und klimaverträglichen Lebensmitteln. Im Sinne eines gemeinschaftlichen Handelns von Staat und Bürgerschaft sollten Initiativen und Praktiken gefördert werden, in denen Menschen ihrer Rolle als verantwortliche Konsumenten nachkommen wollen, wie etwa beim Foodsharing. Diese Initiativen sollten institutionell stärker eingebunden werden und beispielsweise mit internationalen Organisationen, Bildungseinrichtungen, Arbeitgebern und Verwaltungen kooperieren. Die FAO sollte beispielsweise ihr Programm „SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction“ weiter stärken.

#### 4.3

### Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Friedensprojekt

Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik kann den Frieden bewahren, indem sie die Ursachen für Bürgerkrieg und Massenflucht bekämpft. Bereits 2008 hat der WBGU in seinem Gutachten „Sicherheitsrisiko Klimawandel“ darauf aufmerksam gemacht, dass der Klimawandel ohne entschiedenes Gegensteuern in den kommenden Jahrzehnten die Anpassungsfähigkeit vieler Gesellschaften überstrapazieren wird (WBGU, 2008). Klimawandel trägt – mit regional unterschiedlicher Intensität – zur Gefährdung der menschlichen Sicherheit bei, da er die Grundbedürfnisbefriedigung gefährdet und damit Ressourcen- und Verteilungskonflikte verschärft, kulturelle Entfaltung und Identität einschränkt und Migrationsbewegungen mitverursacht. Letztere können Instabilität in Gesellschaften auch in den Ankunftsregionen mitverursachen (Adger et al., 2014:758; Oppenheimer et al., 2014:1061). Daher sind Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen wichtige Strategien zum Schutz menschlicher und gesellschaftlicher Sicherheit.

In Zukunft wird der Klimawandel nach Einschätzung

des IPCC die Gefahr klimawandelmitbedingter gewalttätiger innerstaatlicher Konflikte in bestimmten Regionen noch verstärken (Adger et al., 2014:772). Und auch bei Migrationsentscheidungen wird der Klimawandel zukünftig an Bedeutung gewinnen (WBGU, 2008, 2014). Aufgrund der Multikausalität von Krisen, Konflikten und Migrationsentscheidungen gestaltet sich die zahlenmäßige Erfassung und Prognose schwierig (IDMC, 2015; UNHCR, 2015; Adger et al., 2014; Oppenheimer et al., 2014). Nach Schätzungen der International Organisation for Migration (IOM) könnte es bis zum Jahr 2050 durch Klimawandelfolgen bis zu 200 Mio. Migranten geben (IOM, 2009; WBGU, 2014a:62f.).

In der Literatur wird von menschlicher Mobilität (human mobility) gesprochen, die in Verdrängung (displacement), (überwiegend freiwillige) Migration und geplante Umsiedlung unterschieden wird (UNHCR et al., 2014). Weder die Klimarahmenkonvention (UNFCCC, 1992) noch das Übereinkommen von Paris thematisieren klimawandelmitbedingte Flucht explizit (Kap. 1). Völkerrechtlich sind die Begriffe „Klimaflüchtling“ oder „Klimamigrant“ bislang nicht geklärt (WBGU, 2014a:62f.; Brouers, 2012; Nümann, 2015). Die Genfer Flüchtlingskonvention (GFK) schützt „Klimaflüchtlinge“ nicht (Nümann, 2015), da die Kriterien nach Artikel 1 der GFK (kurz: wohlbegründete Furcht vor Verfolgung aufgrund bestimmter Merkmale, wie z.B. politischer Überzeugung) bei klimawandelmitbedingten Naturkatastrophen oder Umweltschäden nicht erfüllt sind (Nümann, 2015:168). Die bestehenden internationalen Regelungen zum Flüchtlingsschutz statuieren – nach überwiegender Auffassung – keine Pflicht zur (zwingenden) Aufnahme von „Klimaflüchtlingen“ (Brouers, 2012; Nümann, 2015). Binnenmigranten werden bei Flucht vor Naturkatastrophen oder Klimawandelfolgen lediglich über die räumlich begrenzte innerafrikanische Kampala-Konvention oder durch die (unverbindlichen) Leitlinien der Vereinten Nationen für Binnenvertriebene erfasst.

Eine Änderung der Genfer Konvention ist aufgrund des bestehenden erheblichen politischen Widerstands nicht aussichtsreich. Zum einen ist eine Erweiterung des Anwendungsbereichs der Konvention auf Klimaflüchtlinge von vielen potenziellen Aufnahmeländern unerwünscht, zum anderen besteht die Sorge, dass erneute Verhandlungen bestehender Verträge eher zur Erosion des existierenden Flüchtlingsschutzregimes als zu seiner Ausweitung führt. Als Alternative zur Änderung der Genfer Flüchtlingskonvention sollte ein Protokoll zur Klimarahmenkonvention vorgeschlagen werden, das Populationen in Gefahrenzonen die Möglichkeit zur Umsiedlung bietet (Biermann und Boas, 2008).

Als Beitrag zur globalen Friedenssicherung sollten die G20-Staaten Klimaschutzmaßnahmen auf die Tagesordnung setzen und Interventionsmöglichkeiten ausloten. Diese sind abhängig von der Zeit- und Raumbene: Auf langsam einsetzende Katastrophen (z.B. Desertifikation) und schwelende Konflikte kann anders reagiert werden als auf plötzlich einsetzende Katastrophen (z.B.

Überschwemmungen) und eskalierende Gewalt. Zudem bestehen große Unterschiede je nachdem, ob Menschen migrieren müssen, können und wollen, und ob die Migration (bzw. Flucht) geplant oder ungeplant und innerhalb eines Landes oder über die Landesgrenzen hinweg erfolgt. Der WBGU sieht Handlungsbedarf insbesondere in drei Bereichen:

### Mikroebene: lokale klimawandelmitbedingte Konflikt- und Fluchtursachen bekämpfen

Klimawandelmitbedingte Katastrophen und Konflikte gefährden in vielen Regionen die Entwicklungsschritte der letzten Dekaden sowie die menschliche Sicherheit und verschärfen globale Ungleichheiten. Im IPCC-Bericht (2014c), in den SDGs (Ziel Nr. 13) sowie dem Übereinkommen von Paris wird die Dringlichkeit von Anpassungsmaßnahmen unterstrichen und deren Anwendung gefordert, um lokale klimawandelmitbedingte Konflikt- und Fluchtursachen auf der Mikroebene zu bekämpfen. Gerade in Bezug auf langsam einsetzende klimawandelmitbedingte Katastrophen ist aufgrund der tiefgreifenden sozioökonomischen und politischen Implikationen, die sich aus Migration bzw. Flucht oder Umsiedlung ergeben, die frühzeitige und vorausschauende richtige Wahl und adäquate Anwendung von kurz-, mittel- und langfristigen Anpassungsstrategien grundlegend.

Neben technischen Anpassungsmaßnahmen (z.B. Überschwemmungsschutz, Wirbelsturmschutzräume) werden zunehmend auch soziale und institutionelle Maßnahmen (z.B. Risikomanagement) gefördert (Noble et al., 2014:836). Diese Förderung bedarf weitergehend nicht nur einer Integration und Erweiterung bestehender politischer Rahmenbedingungen, sondern auch der Integration in und Stärkung von Bewältigungsstrategien der lokalen Bevölkerung (NRC und IDMC, 2014:12; Noble et al., 2014:836). Kapazitätsaufbau und die finanzielle Förderung lokaler Akteure sollten in der internationalen Umwelt- und Entwicklungspolitik der G20 größere Beachtung finden und es sollten mehr finanzielle Mittel in diesen Bereichen bereitgestellt werden.

### Mesoebene: Siedlungsprogramme stärken

Ist die klimawandelmitbedingte Migration nicht abwendbar bzw. bereits erfolgt, besteht die zentrale Herausforderung in der Stärkung der Resilienz der migrierten Gruppen sowie auch der Bevölkerung in der Ankunftsregion. Wenn zukünftige Migration als letztes Mittel der Anpassung unvermeidlich ist, sollte diese gerade bei langsam einsetzenden Katastrophen nach Möglichkeit in Form einer informierten, geplanten und partizipatorisch gestalteten Umsiedlung erfolgen (Advisory Group on Climate Change and Human Mobility, 2015). Daher sollten die G20-Staaten den Ausbau sowie die finanzielle Absicherung von Siedlungsprogrammen fördern. Auf institutioneller Ebene kämen hierfür der UNHCR und das IOM in Betracht, deren institutionelle Kapazitäten im Hinblick auf diese Aufgabe gestärkt werden sollten. Die Diskussion um eine offizielle Mandatser-

weiterung des UNHCR sollte in diesem Zusammenhang von den G20-Staaten wieder aufgegriffen werden (zum Mandat: Hall, 2013). Nothilfe und mittelfristige ausgerichtete Entwicklungszusammenarbeit müssen besser verknüpft werden. Darüber hinaus sollten zukünftig für die Migranten, die in ihre Heimat zurückkehren können, strukturierte Rückkehrprogramme angeboten werden. Bei Migranten, für die eine Rückkehr ausgeschlossen ist, sollten Siedlungsprogramme vor allem in Städten gestärkt werden, um das Anwachsen von Slums in Städten sowie Krisen und Konflikte in den Ankunftsgebieten zu vermeiden. Wichtig ist dafür die Stärkung von Multiakteursansätzen für die Unterstützung und Zusammenarbeit lokaler, regionaler, nationaler und gegebenenfalls internationaler Regierungs- und zivilgesellschaftlicher Akteure.

### Makroebene: Klimamigration auf die Tagesordnung setzen

Die in Paris getroffenen Vereinbarungen zum Klimaschutz sollten mit Nachdruck umgesetzt werden, damit Fluchtursachen auch über Klimaschutz- und Klimaanpassungspolitik im Ansatz bekämpft werden. Wie bereits im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD erwähnt (CDU et al., 2013:125), ist die Klärung des Status von Klimamigranten, die grenzüberschreitend wandern – unter Berücksichtigung der Option einer Entwicklung eines internationalen Schutzinstruments – international voranzutreiben. Der WBGU schlägt vor, dass zusätzliche Schutzvereinbarungen jenseits des Flüchtlingsrechts getroffen werden. Die G20-Staaten sollten diese Diskussion beginnen und für Schutz und faire Kostenteilungen sorgen. Anpassung vor Ort wie auch eine Abwanderung aus Hochrisikogebieten sollten z.B. durch Förderung im Rahmen des Green Climate Funds ermöglicht werden. Hier bietet sich als Vorbild und Anknüpfungspunkt die Nansen-Initiative zu „Disaster-Induced Cross-Border Displacement“ an, die 2012 von der Schweiz und Norwegen gegründet wurde. Sie zielt darauf, eine Schutzagenda für klimawandelmitbedingte Migration zu entwickeln, die auf internationale Kooperation, die Anwendung einheitlicher Standards für den Umgang mit Geflüchteten und operative Mechanismen (z.B. Finanzierungsmechanismen und Verantwortungsübernahme internationaler humanitärer und Entwicklungsakteure) setzt. Die Nansen-Initiative hat einen internationalen Prozess initiiert, der letztlich auf einen politischen Konsens zum Schutz von durch Klimawandel und Umweltkatastrophen über die Staatsgrenzen hinaus vertriebenen Menschen gerichtet ist. Dieser Prozess sollte durch die G20 unterstützt werden.

## 4.4 Empfehlungen

Bei richtiger Ausgestaltung wird Nachhaltigkeits- und Klimapolitik zu einem globalen Modernisierungs-, Gerechtigkeits- und Friedensprojekt. Die G20-



Regierungen sollten sich für die „vier großen I“ der Nachhaltigkeitstransformation engagieren und auf internationaler Ebene als Vorreiter dazu beitragen, dass Nachhaltigkeits- und Klimapolitik als historisches Projekt der Weltgemeinschaft ein Hebel zur Lösung weltpolitischer Probleme wird. Der WBGU empfiehlt den G20-Regierungen:

#### Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Modernisierungsprojekt – ökonomische Entwicklungschancen nutzen

- › *Förderung eines erweiterten Innovationsverständnisses*: Fokus auf die Entwicklung neuer Schlüsseltechnologien, aber auch sozialer Innovationen, die auf das nationale und globale Gemeinwohl und die Bereitstellung von öffentlichen Gütern und Kapital abzielen, sowie Fokus auf systemische und disruptive Innovationen, die der Umsetzung des Übereinkommens von Paris und der Agenda 2030 dienen; Stärkung der internationalen Kooperation zur Innovationsförderung.

#### Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Gerechtigkeitsprojekt

- › *Urbanisierung gestalten um Klimaschutz und inklusives Wachstum zu erreichen*: Berücksichtigung nachhaltiger und inklusiver Stadtentwicklung bei der Entwicklung von Dekarbonisierungsstrategien und nationalen Beiträgen; Stärkung der Rolle nachhaltiger Stadtentwicklung innerhalb der (I)NDCs und der Klimarahmenkonvention.
- › *Ernährungsgerechtigkeit und nachhaltige Ernährungsmuster fördern*: Kombination regulatorischer Top-down-Maßnahmen und Verbesserung des Zugangs zu gesunden und klimaverträglichen Lebensmitteln mit der Förderung von Bottom-up-Initiativen sowie deren bessere institutionelle Einbindung; Stärkung relevanter Initiativen der internationalen Organisationen.

#### Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Friedensprojekt – Klimaschutz und die menschliche Sicherheit

- › *Ursachen für Bürgerkrieg und Massenflucht auf allen Ebenen bekämpfen*: (1) Auf der Mikroebene: Bekämpfung lokaler klimawandelmitbedingter Konflikt- und Fluchtursachen; (2) auf der Mesoebene: Stärkung von Siedlungsprogrammen; (3) auf der Makroebene: In-situ- und Ex-situ-Anpassung durch Kapazitätsbildung in vulnerablen Gebieten und in Zielorten in der Fördervergabe z.B. des Green Climate Funds mitberücksichtigen. Zusätzliche Schutzvereinbarungen jenseits des Flüchtlingsrechts treffen (z.B. im Rahmen der UNFCCC) und Nansen-Initiative stärken.



Nach der Vereinbarung der Nachhaltigkeitsziele (SDGs) und der globalen Klimaziele (Übereinkommen von Paris) im Jahr 2015 muss es jetzt um die Umsetzung gehen. Die notwendigen Veränderungen sind durch „vier große I“ gekennzeichnet: Die Große Transformation zur Nachhaltigkeit erfordert sowie inspiriert *Innovationen* und lenkt *Investitionen* in Richtung Nachhaltigkeit und Klimaschutz, u. a. in die auszubauenden nachhaltigen *Infrastrukturen*. Gleichzeitig kann die Transformation genutzt werden, um Ungleichheit zu bekämpfen, also die *Inklusion* innerhalb der Gesellschaften wie auch global voranzubringen, und so zum Gerechtigkeitsprojekt werden. Die Gruppe der 20 wichtigsten Industrie- und Schwellenländer (G20) sollte bei der Transformation eine Führungsrolle übernehmen.

## G20 für den Klimaschutz

- Die Bundesregierung sollte im Rahmen der deutschen G20-Präsidentschaft anstreben, dass die G20 als Dekarbonisierungsziel vereinbart, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 auf Null abzusenken. Die G20-Staaten sollten mit ambitionierten Reduktionszielen voranschreiten und Dekarbonisierungsstrategien entwickeln. Kernelemente sind der rapide Ausbau erneuerbarer Energien, eine effektive Begrenzung des Energieverbrauchs, ein schneller Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger sowie Schutz und Wiederherstellung naturnaher Ökosysteme.
- Die G20 sollte sich kritisch zu Geoengineering positionieren. Maßnahmen, die auf die Manipulation des globalen Strahlungshaushalts abzielen, sollten nicht verfolgt werden. Auch auf die großskalige Änderung des Kohlenstoffkreislaufs sollte verzichtet werden. Ausnahmen betreffen die Kombination von Bioenergie mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS) im kleinen Maßstab sowie die chemische Bindung von CO<sub>2</sub> aus der Luft, die weiter erforscht werden sollten.

## Finanzierung einer nachhaltigen Zukunft

- Zur Umsetzung der Nachhaltigkeits- und Klimaziele sollten die G20-Staaten transformative Staatsfonds (Zukunftsfonds) einrichten. Diese sollten sich aus zwei Quellen speisen: (1) durch die Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen; diese sollte bis zum Jahr 2020 30 US-\$ pro t erreichen und sich in jeder folgenden Dekade verdoppeln; (2) durch eine progressive Nachlasssteuer als Generationenkomponente; deren

Einnahmenziel sollte 10–20% des nationalen Erbschafts- und Schenkungsvolumens betragen.

- Die Zukunftsfonds sollten ihre Anlagestrategien an langfristigen Nachhaltigkeits- und Klimaschutzzielen ausrichten und in entsprechende Schlüsselindustrien investieren. Die Dividenden sollten zur nationalen sozial- und strukturpolitischen Flankierung der Transformation verwendet werden. Ein Teil der Einnahmen aus CO<sub>2</sub>-Steuer und Emissionshandel sollte direkt projektbasiert investiert, für die Mobilisierung privater Investitionen verwendet sowie für die internationale Klimakooperation genutzt werden.

## Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Modernisierungsprojekt

- Die G20 sollte ein erweitertes Innovationsverständnis für Stabilität und Zukunftsfähigkeit propagieren, das mit den SDGs und dem Übereinkommen von Paris im Einklang steht. Es sollte zudem auf die soziale und ökologische Einbettung von Märkten ausgerichtet sein und anerkennen, dass auch soziale und institutionelle Innovationen erforderlich sind.

## Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Gerechtigkeitsprojekt

- Die G20-Staaten sollten nachhaltige Stadtentwicklung sowie Ernährungsgerechtigkeit und nachhaltige Ernährungsmuster stärken, um so beispielhaft nicht nur Klimaschutz, sondern auch inklusives Wachstum voranzubringen.

## Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik als globales Friedensprojekt

- Die G20-Staaten sollten Inklusion auf globaler Ebene fördern, indem sie z. B. lokale, durch Klimawandel mitbedingte Konflikt- und Fluchtursachen bekämpfen sowie Siedlungsprogramme stärken. Die G20 sollte Lösungen für das Thema der klimawandelmitbedingten Migration anstoßen.

## Nationalismus und autoritäre Bewegungen zurückdrängen

- Eine so gestaltete nationale wie internationale Nachhaltigkeits- und Klimaschutzpolitik wäre ein geeignetes Projekt der G20, um nationalistisch-autoritären Bewegungen und deren Absagen an internationale Kooperation einzuhegen.



- Adger, W. N., Pulhin, J. M., Barnett, J., Dabelko, G. D., Hovelsrud, G. K., Levy, M., Oswald Spring, Ü. und Vogel, C. H. (2014): Human security. In: Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. und White, L. L. (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 755–791.
- Advisory Groups on Climate Change and Human Mobility (2015): *Human Mobility in the Context of Climate Change UNFCCC-Paris COP-21. Recommendations from the Advisory Groups on Climate Change and Human Mobility*. Internet: <http://www.unhcr.org/565b21bd9.html>. Berlin, New York: United Nations' High Commissioner for Refugees (UNHCR).
- Arens, C., Hermwille, L., Kreibich, N., Mersmann, F., Obergassel, W., Ott, H. E. und Wang-Helmreich, H. (2015): *The Paris Agreement: Kick-Off for True Global Climate Cooperation. A Preliminary Assessment by the Wuppertal Institute*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Atkinson, A. B. (2016): *Ungleichheit. Was wir dagegen tun können*. Stuttgart: Klett Cotta.
- Bach, S. und Thiemann, A. (2016): *Hohe Erbschaftswelle, niedriges Erbschaftsteueraufkommen*. DIW Wochenbericht 3, 63–71.
- Beard, V. A., Mahendra, A. und Westphal, M. (2016): *Towards a More Equal City: Framing the Challenges and Opportunities*. Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute.
- Beckert, J. (2004): *Unverdientes Vermögen: Soziologie des Erbrechts*. Reihe Theorie und Gesellschaft. Frankfurt/M.: Campus.
- Bertram, C., Luderer, G., Pietzcker, R. C., Schmid, E., Kriegler, E. und Edenhofer, O. (2015): *Complementing carbon prices with technology policies to keep climate targets within reach*. *Nature Climate Change* 5 (3), 235–239.
- Biermann, F. und Boas, I. (2008): *Protecting climate refugees: the case for a global protocol*. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 50 (6), 8–17.
- Bodle, R., Donat, L. und Duwe, M. (2016): *The Paris Agreement: Analysis, Assessment and Outlook*. Dessau: Umweltbundesamt.
- Boyd, D. R. (2012): *The constitutional right to a healthy environment*. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 54 (4), 3–15.
- Boyle, A. (2007): *Human Rights or Environmental Rights – A Reassessment*. *Fordham Environmental Law Review* 18, 471–511.
- Brouers, C. (2012): *Der Schutz der Umwelt- und Klimaflüchtlinge im Völkerrecht: Regelungslücken und Lösungsansätze*. *Zeitschrift für Umweltrecht (ZÜR)* 2, 81–89.
- Carbon Tracker Initiative (2011): *Unburnable Carbon – Are the World's Financial Markets Carrying a Carbon Bubble?* London: Carbon Tracker Initiative.
- Carney, M. (2015): *Breaking the Tragedy of the Horizon – Climate Change and Financial Stability*. Speech Given at Lloyd's of London (29 September). London: Bank of England.
- CBD Sekretariat (2009): *Scientific Synthesis of the Impacts of Ocean Fertilization on Marine Biodiversity*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- CDU, CSU und SPD (2013): *Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD*. Berlin: CDU, CSU, SPD.
- Churkina, G. (2016): *Can use of wood in future infrastructure development reduce emissions of CO<sub>2</sub>?* Expertise für das WBGU-Sondergutachten „Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I“. Internet: [http://www.wbgu.de/sondergutachten2016\\_ex01.pdf](http://www.wbgu.de/sondergutachten2016_ex01.pdf). Berlin: WBGU.
- Ciais, P., C. Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Le Quéré, C., Myneni, R. B., Piao, S. und Thornton, P. (2013): *Carbon and other biogeochemical cycles*. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. und Midgley, P. M. (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, 467–544.
- Clarke, L., Jiang, K., Akimoto, K., Babiker, M., Blanford, G., Fisher-Vanden, K., Hourcade, J.-C., Krey, V., Kriegler, E. und Löschel, A. (2014): *Assessing transformation pathways*. In: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Fahrhni, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T. und Minx, J. C. (Hrsg.): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 413–510.
- Coady, D., Parry, I., Sears, L. und Shang, B. (2015): *How Large are Global Energy Subsidies?* IMF Working Paper. Washington, DC: International Monetary Fund.
- Cohen, J., Screen, J. A., Furtado, J. C., Barlow, M., Whittleston, D., Coumou, D., Francis, J., Dethloff, K., Entekhabi, D. und Overland, J. (2014): *Recent Arctic amplification and extreme mid-latitude weather*. *Nature Geoscience* 7 (9), 627–637.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J.-L., Fichetef, 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*. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. und Midgley, P. M. (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, 1029–1136.
- Comeo, G. (2015): *Inequality, Public Wealth, and the Federal Shareholder*. Discussion Paper Series 10920. London: Centre for Economic Policy Research.
- Dabla-Norris, E., Kochhar, K., Suphaphiphat, N., Ricka, F. und Tsounta, E. (2015): *Causes and Consequences of Income Inequality: A Global Perspective*. Washington, DC: International Monetary Fund.
- de Schutter, O. (2011): *Report: Agroecology and the Right to Food*. New York: United Nations.

- Doelle, M. (2016): The Paris Agreement: historic breakthrough or high stakes experiment? *Climate Law* 6 (1–2), 1–20.
- Edenhofer, O. (2015): King Coal and the queen of subsidies. *Science* 349, 1286–1288.
- ESRB – European Systemic Risk Board (2016): Too Late, too Sudden: Transition to a Low-Carbon Economy and Systemic Risk. Reports of the Advisory Scientific Committee No 6. Brüssel: ESRB.
- EU – Europäische Union (2003): Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom. Brüssel: EU.
- EU-Kommission (2009): Das BIP und mehr. Die Messung des Fortschritts in einer Welt im Wandel. Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. KOM(2009) 433 endgültig. Brüssel: EU-Kommission.
- EU-Kommission (2011): Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/96/EG zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom. KOM(2011) 169 endgültig. Brüssel: EU-Kommission.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2011): The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Managing Systems at Risk. London, Rom: Earthscan, FAO.
- Frank, W. (2016): Anmerkungen zum Pariser Klimavertrag aus rechtlicher Sicht – insbesondere zu den „(I)NDCs“, der 2°/1,5° Celsius-Schwelle und „loss and damage“ im Kontext völkerrechtlicher Klimaverantwortung. *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)* 6, 352–358.
- Fuss, S., Canadell, J. G., Peters, G. P., Tavoni, M., Andrew, R. M., Ciais, P., Jackson, R. B., Jones, C. D., Kraxner, F. und Nakicenovic, N. (2014): Betting on negative emissions. *Nature Climate Change* 4 (10), 850–853.
- Gaissmaier, W. und Gigerenzer, G. (2011): When misinformed patients try to make informed health decisions. In: Gigerenzer, G. und Gray, M. (Hrsg.): *Better Doctors, Better Patients, Better Decisions*. Cambridge, MA: MIT Press, 29–44.
- Gigerenzer, G. (2008): Why heuristics work. *Perspectives on Psychological Science* 3 (1), 20–29.
- Global Carbon Project (2016): Global Carbon Budget 2015. An Annual Update of the Global Carbon Budget and Trends. Internet: <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/index.htm>. Canberra: Global Carbon Project.
- G20 (2016a): G20 Action Plan on the 2030 Agenda for Sustainable Development. Hangzhou: G20.
- G20 (2016b): G20 Leaders' Communiqué: Hangzhou Summit. Hangzhou: G20.
- G20 (2016c): G20 Blueprint on Innovative Growth. Hangzhou: G20.
- Hall, N. (2013): Moving beyond its mandate? UNHCR and climate change displacement. *Journal of International Organizations Studies* 4 (1), 91–108.
- Hamilton, K., Turner, J., Spitzner, M., Seserko, L. und Krizkova, A. (2006): Women and Transport in Europe. Study in Commission of the European Parliament, Committee for Transport and Tourism. Brüssel: European Parliament.
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Schmidt, G. A. und Lo, K. (2016): Global Temperature in 2015. New York: Earth Institute, Columbia University.
- Haywood, L. (2016): Günstige Zeiten für einen arbeitnehmerfreundlichen Ausstieg aus der Braunkohle. *DIW Wochenbericht* 20, 2.
- Hertwig, R. (2013): Die Kommunikation von Risiken in einer Welt im globalen Wandel. In: Drenckhahn, D. und Hacker, J. (Hrsg.): *Rolle der Wissenschaft im globalen Wandel: Vorträge anlässlich der Jahresversammlung vom 22. bis 24. September 2012 in Berlin*. Halle: Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, 87–107.
- IDMC – Internal Displacement Monitoring Centre (2015): Global Overview 2015: People Internally Displaced by Conflict and Violence. Internet: <http://www.internal-displacement.org/publications/2015/global-overview-2015-people-internally-displaced-by-conflict-and-violence>. Châtelaïne, Genf: Norwegian Refugee Council.
- IEA – International Energy Agency (2015a): CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion. Highlights. Paris: IEA.
- IEA – International Energy Agency (2015b): Energy and Climate Change. World Energy Outlook Special Report. Paris: IEA.
- IEA – International Energy Agency (2015c): World Energy Outlook 2015. Paris: IEA.
- ILO – International Labour Organization (2012): Working Towards Sustainable Development. Opportunities for Decent Work and Social Inclusion in a Green Economy. Genf: ILO.
- IMF – International Monetary Fund (2013): Fiscal Monitor. Taxing Times. Washington, DC: IMF.
- IMF – International Monetary Fund (2016): World Economic Outlook (WEO) Update. Uncertainty in the Aftermath of the U.K. Referendum July 2016. Internet: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/update/02/>. Washington, DC: IMF.
- IOM – International Organization for Migration (2009): Migration, Climate Change and the Environment: Assessing the Evidence. Internet: [http://publications.iom.int/system/files/pdf/migration\\_and\\_environment.pdf](http://publications.iom.int/system/files/pdf/migration_and_environment.pdf). Genf: IOM.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Summary for Policymakers. *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. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 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 of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014c): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Iwama, A. (o. J.): Der Umweltschutz und die japanische Verfassung vom 3. November 1946. In: Wahl, R. (Hrsg.): *Umweltverfassungsrecht im deutsch-japanischen Vergleich*. Freiburg: Universität Freiburg, 77–82.
- Jarass, H. D. (2011): Der neue Grundsatz des Umweltschutzes im primären EU-Recht. *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)* 12, 563–565.
- Jin, X., Gruber, N., Frenzel, H., Doney, S. C. und McWilliams, J. C. (2007): The impact on atmospheric CO<sub>2</sub> of iron fertilization induced changes in the ocean's biological pump. *Biogeosciences Discussions* 4 (5), 3863–3911.
- Kay, J. (2003): The embedded market. In: Giddens, A. (Hrsg.): *The Progressive Manifesto: New Ideas for the Centre-Left*. London: Wiley, 35–53.
- Keller, D. P., Feng, E. Y. und Oschlies, A. (2014): Potential climate engineering effectiveness and side effects during a high carbon dioxide-emission scenario. *Nature Communications* 5, 11.
- Kloepfer, M. und Mast, E. (1995): Das Umweltrecht des Auslandes. Schriften zum Umweltrecht 55. Berlin: Duncker und Humblot.
- Knutti, R. und Rogelj, J. (2015): The legacy of our CO<sub>2</sub> emissions: a clash of scientific facts, politics and ethics. *Climatic Change* 133, 361–373.
- Köhler, P., Hartmann, J. und Wolf-Gladrow, D. A. (2010): Geo-engineering potential of artificially enhanced silicate weathering of olivine. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (47), 20228–20233.

- Lackner, K. S., Brennan, S., Matter, J. M., Park, A. H. A., Wright, A. und Van Der Zwaan, B. (2012): The urgency of the development of CO<sub>2</sub> capture from ambient air. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (33), 13156–13162.
- La Rovere, E. L., de Macedo, L. V. und Baumert, K. A. (2002): The Brazilian Proposal on relative responsibility for global warming. In: World Resources Institute (Hrsg.): *Options for Protecting the Climate*. Washington, DC: WRI, 157–173.
- Matter, J. M., Stute, M., Snæbjörnsdóttir, S. Ó., Oelkers, E. H., Gislason, S. R., Aradóttir, E. S., Sigfusson, B., Gunnarsson, I., Sigurdardóttir, H. und Gunnlaugsson, E. (2016): Rapid carbon mineralization for permanent disposal of anthropogenic carbon dioxide emissions. *Science* 352 (6291), 1312–1314.
- McMichael, A. J., Powles, J. W., Butler, C. D. und Uauy, R. (2007): Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet* 370, 1253–1263.
- Meinshausen, M., Raper, S. C. B. und Wigley, T. M. L. (2011): Emulating coupled atmosphere-ocean and carbon cycle models with a simpler model, MAGICC6 – Part 1: Model description and calibration. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11 (4), 1417–1456.
- Messner, D. (1997): *The Network Society. Economic Development and International Competitiveness as Problems of Social Governance*. New York, London: Routledge.
- Messner, D. (2016): A social contract for low carbon and sustainable development: reflections on non-linear dynamics of social realignments and technological innovations in transformation processes. *Technological Forecasting and Social Change* 98 (9), 260–270.
- Messner, D. und Weinlich, S. (2016): The evolution of human cooperation: lessons learned for the future of global governance. In: Messner, D. und Weinlich, S. (Hrsg.): *Global cooperation and the human factor in international relations*. London: Routledge, 3–46.
- Morgenstern, L. und Dehnen, M. (2016): Eine neue Ära für den internationalen Klimaschutz: Das Übereinkommen von Paris. *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)* 3, 131–138.
- Müller, D. B., Liu, G., Lovik, A. N., Modaresi, R., Pauliuk, S., Steinhoff, F. S. und Brattebo, H. (2013): Carbon emissions of infrastructure development. *Environmental Science & Technology* 47, 11739–11746.
- Nanz, P. und Leggewie, C. (2016): *Die Konsultative. Mehr Demokratie durch Bürgerbeteiligung*. Berlin: Wagenbach.
- NASA – National Aeronautics and Space Administration (2016): *NASA Analysis Finds August 2016 Another Record Month. GISTEMP Update*. Internet: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/news/20160912/>. New York: NASA Goddard Institute for Space Studies.
- Noble, I. R., Huq, S., Anokhin, Y. A., Carmin, J., Goudou, D., Lansigan, F. P., Osman-Elasha, B. und Villamizar, A. (2014): Adaptation needs and options. In: Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. und White, L. L. (Hrsg.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 833–868.
- Nozick, R. (1974): *Anarchy, State, and Utopia*. New York: Basic Books.
- NRC – Norwegian Refugee Council und IDMC – Internal Displacement Monitoring Centre (2014): *Global Estimates 2014. People Displaced by Disasters*. Internet: <http://www.internal-displacement.org/publications/2014/global-estimates-2014-people-displaced-by-disasters/>. Genf: NRC, IDMC.
- Nümann, B. (2015): Kein Flüchtlingsschutz für „Klimaflüchtlinge“. *Zeitschrift für Ausländerrecht und Ausländerpolitik (ZAR)* 35 (5–6), 165–171.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2015): *OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project. 2015 Final Reports*. Internet: [http://www.oecd-ilibrary.org/taxation/oecd-g20-base-erosion-and-profit-shifting-project\\_23132612;jsessionid=1j8ylafjwts45.x-oecd-live-03](http://www.oecd-ilibrary.org/taxation/oecd-g20-base-erosion-and-profit-shifting-project_23132612;jsessionid=1j8ylafjwts45.x-oecd-live-03). Paris: OECD.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2016): *Action Plan on Base Erosion and Profit Shifting*. Paris: OECD.
- Oppenheimer, M., Campos, M., Warren, R., Birkmann, J., Luber, G., O’neill, B. und Takahashi, K. (2014): Emergent risks and key vulnerabilities. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. und Midgley, P. M. (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, 1039–1099.
- Ornstein, L., Aleinov, I. und Rind, D. (2009): Irrigated afforestation of the Sahara and Australian Outback to end global warming. *Climatic Change* 97 (3–4), 409–437.
- Ostry, J. D., Loungani, P. und Furceri, D. (2016): Neoliberalism: oversold? *Finance & Development* 6, 38–41.
- Pilardeaux, B., Schöneberg, G. und Stephan, B. (im Druck): *Habitat III-Konferenz in Quito: Folgenlose Stadtgespräche? Politische Ökologie* 147, 140–143.
- Polanyi, K. (1944): *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. Boston, MA: Beacon Press.
- Polanyi, K. (1968): *The economy as instituted process*. In: LeClair, E. und Schneider, H. (Hrsg.): *Economic Anthropology: Readings in Theory and Analysis*. London: International Thomson Publishing.
- PWC – Pricewaterhouse Coopers (2015): *Conscious Uncoupling? Low Carbon Economy Index 2015*. Berlin: PWC.
- Renn, O. (2008): *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World (Risk, Society and Policy)*. London: Earthscan.
- Rhein, M. A., Rintoul, S. R., Aoki, S., Campos, E., Chambers, D., Feely, R. A., Gulev, S., Johnson, G. C., Josey, S. A. und Kostianoy, A. (2013): Observations: ocean. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. und Midgley, P. M. (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*. 255–315.
- Rickels, W., Klepper, G., Dovern, J., Betz, G., Brachatzek, N., Cacean, S., Güssow, K., Heintzenberg, J., Hiller, S. und Hoose, C. (2011): *Large-Scale Intentional Interventions Into the Climate System? Assessing the Climate Engineering Debate. Sondierungsstudie*. Berlin, Bonn: BMBF.
- Rockström, J., Gaffney, O., Schellnhuber, H. J., Rogelj, J., Meinshausen, M. und Nakicenovic, N. (im Druck): *A Post-Paris Roadmap for Rapid Decarbonization following a “Carbon Law”*. *Science*.
- Rogelj, J., Luderer, G., Pietzcker, R. C., Kriegler, E., Schaeffer, M., Krey, V. und Riahi, K. (2015): Energy system transformations for limiting end-of-century warming to below 1.5°C. *Nature Climate Change* 5 (6), 519–527.
- Rogers, R. W. (1975): A protection motivation theory of fear appeals and attitude change. *The Journal of Psychology* 91, 93–114.
- Rogers, R. W. (1983): Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation. In: Cacioppo, J. und Petty, R. (Hrsg.): *Social Psychophysiology*. New York: Guildford Press, 153–176.
- Schellnhuber, H. J., Rahmstorf, S. und Winkelmann, R. (2016): Why the right climate target was agreed in Paris. *Nature Climate Change* 6 (7), 649–653.
- Schlacke, S. (2016): Die Pariser Klimavereinbarung – ein Durchbruch? Ja (!), aber ..., Standpunkt. *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)* 2, 65–67.
- Schneidewind, U. (2013): *Wandel verstehen: auf dem Weg zu einer „Transformative Literacy“*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

## 6 Literatur

- Schneidewind, U. und Zahrnt, A. (2013): *Damit gutes Leben einfacher wird – Perspektiven einer Suffizienzpolitik*. München: Oekom.
- Smetacek, V., Klaas, C., Strass, V. H., Assmy, P., Montresor, M., Cisewski, B., Savoye, N., Webb, A., d'Ovidio, F. und Arrieta, J. M. (2012): Deep carbon export from a Southern Ocean iron-fertilized diatom bloom. *Nature* 487 (7407), 313–319.
- Soper, K. und Trentmann, F. (Hrsg.) (2008): *Citizenship and Consumption*. London: Palgrave Macmillan.
- Stamm, A., Figueroa, A. und Scordato, L. (2012): Addressing global challenges through collaboration in science, technology and innovation. In: *Organisation for Economic Co-operation and Development (Hrsg.): Meeting Global Challenges Through Better Governance: International Co-Operation in Science, Technology and Innovation*. Paris: OECD, 25–42.
- Steg, L. (2016): Values, norms, and intrinsic motivation to act pro-environmentally. *Annual Review of Environment and Resources* 41 (1).
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., V., C., Rosales, M. und de Haan, C. (2006): *Livestock's Long Shadow*. Environmental Issues and Options. Rom: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Livestock Environment and Development Initiative.
- Stern, P. C. (2000): New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues* 56, 407–424.
- Sterner, M. und Bauer, F. (2016): Weltweit Null-Emissionen bis 2050. Szenarien zur globalen Dekarbonisierung auf Basis erneuerbarer Energien, Sektorenkopplung und Energiespeicher ohne negative Emissionen, Biomasse und CCS. Expertise für das WBGU-Sondergutachten „Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I“. Internet: [http://www.wbgu.de/sondergutachten2016\\_ex02.pdf](http://www.wbgu.de/sondergutachten2016_ex02.pdf). Berlin: WBGU.
- Stiglitz, J. E., Sen, A. und Fitoussi, J.-P. (2010): *Mismeasuring our Lives: Why GDP Doesn't Add Up*. New York: The New Press.
- The Royal Society (2009): *Geoengineering the Climate*. Science, Governance and Uncertainty. London: The Royal Society.
- Thoresen, V. W., Didham, R. J., Klein, J. und Doyle, D. (Hrsg.) (2015): *Responsible Living: Concepts, Education and Future Perspectives*. Cham: Springer International Publishing.
- Trancik, J., Brown, P. R., Jean, J., Kavlak, G., Klemun, M. M., Edwards, M. R., McNerney, J., Miotti, M., Mueller, J. M. und Needell, Z. A. (2015): *Technology Improvement and Emissions Reductions as Mutually Reinforcing Efforts*. Observations from the Global Development of Solar and Wind Energy. Policy Brief. Internet: <http://hdl.handle.net/1721.1/102237>. Cambridge, MA: Institute for Data, Systems and Society, Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- UBA – Umweltbundesamt (2011): *Geo-Engineering. Wirksamer Klimaschutz oder Größenwahn?* Dessau-Roßlau: UBA.
- UBA – Umweltbundesamt (2015): *Treibhausgasemissionen 2014. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland*. Dessau-Roßlau: UBA.
- UKAID – Department for International Development und DFID – Department for International Development (2012): *Future Proofing Cities. Risks and Opportunities for Inclusive Urban Growth in Developing Countries*. London: UKAID, DFID.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2012): *Sustainable, Resource Efficient Cities – Making it Happen!* Nairobi: UNEP.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2014): *Human Right and the Environment: Regional Consultation on the Relationship Between Human Rights Obligations and Environmental Protection (sic!)*, with a Focus on Constitutional Environmental Rights, 23–24 January 2014, Johannesburg, South Africa. Nairobi: UNEP.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2015): *The Emissions Gap Report 2015. A UNEP Synthesis Report*. Nairobi: UNEP.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1992): *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2015a): *Report on the Structured Expert Dialogue on the 2013–2015 Review*. Note by the Co-Facilitators of the Structured Expert Dialogue. FCCC/SB/2015/INF.1. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2015b): *Adoption of the Paris Agreement, Proposal by the President*. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNHCR – United Nations High Commissioner for Refugees (2015): *UNHCR, the Environment and Climate Change*. Genf: UNHCR.
- UNHCR – United Nations High Commissioner for Refugees, IOM – International Organization for Migration, UNU-EHS – United Nations University Institute for Environment and Human Security, UNDP – United Nations Development Programme, ILO – International Labour Organization und NRC/IDMC – Norwegian Refugee Council/Internal Displacement Monitoring Centre (2014): *Human Mobility in the Context of Climate Change: Recommendations for the Advisory Group on Climate Change and Human Mobility COP20 Lima, Peru*. Internet: <https://www.iom.int/files/live/sites/iom/files/pbn/docs/Human-Mobility-in-the-context-of-Climate-Change.pdf>. Genf: UNHCR.
- van Vuuren, D., Deetman, S., van Vliet, J., van den Berg, M., van Ruijven, B. J. und Koelbl, B. (2013): The role of negative CO<sub>2</sub> emissions for reaching 2°C – insights from integrated assessment modelling. *Climatic Change* 118, 15–27.
- Velculescu, D. (2008): *IMF Survey: Norway's Oil Fund Shows the Way for Wealth Funds*. Internet: <https://www.imf.org/en/News/Articles/2015/09/28/04/53/sop01070908a>. Washington, DC: International Monetary Fund.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1995): *Szenario zur Ableitung globaler CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien*. Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Berlin. Sondergutachten. Bremerhaven: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2003): *Über Kioto 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): *Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*. Hauptgutachten. Berlin, Heidelberg: Springer.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2009b): *Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz*. Sondergutachten. 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 (2013): *Welt im Wandel: Menschheitserbe Meer*. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (2014a): *Klimaschutz als Weltbürgerbewegung*. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (2014b): *Zivilisatorischer Fortschritt innerhalb planetarischer Leitplanken – Ein Beitrag zur SDG-Debatte*. Politikpapier 8. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016a): *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.



WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016b): Abschluss von Habitat III: Konferenz springt zu kurz. Internet: <http://www.wbgu.de/presse-termine/presseerklarungen/2016-10-21-presseerklarung/>. Berlin: WBGU.

WHO – World Health Organization und UN-Habitat – United Nations Human Settlements Programme (2010): Hidden Cities: Unmasking and Overcoming Health Inequities in Urban Settings. Kobe, Nairobi: WHO, UN-Habitat.

World Bank (2015): A Measured Approach to Ending Poverty and Boosting Shared Prosperity: Concepts, Data, and the Twin Goals. Washington, DC: World Bank.

World Bank (2016a): Gross Domestic Product 2015. Washington, DC: World Bank.

World Bank (2016b): State and Trends of Carbon Pricing. Washington, DC: World Bank.

WWF Deutschland (2015): Das große Wegschmeißen. vom Acker bis zum Verbraucher: Ausmaß und Umwelteffekte der Lebensmittelverschwendung in Deutschland. Berlin: WWF Deutschland.

## Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation

Im Jahr 2015 gelang ein historischer Doppelerfolg für die Nachhaltigkeits- und Klimapolitik. Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung mit ihren Sustainable Development Goals (SDGs) und das Übereinkommen von Paris zum Klimaschutz definieren ein ehrgeiziges globales Zielsystem. Die Gruppe der zwanzig wichtigsten Industrie- und Schwellenländer (G20) sollte jetzt die Umsetzung beider Abkommen entschlossen vorantreiben und die Große Transformation zur Nachhaltigkeit als einzigartiges Modernisierungsprojekt wahrnehmen, das erhebliche ökonomische Entwicklungschancen bietet. So ist etwa die vollständige Dekarbonisierung der Weltwirtschaft bis spätestens 2070 nur mit einem tiefgreifenden Wandel der Energiesysteme und anderer emissionsintensiver Infrastrukturen umsetzbar. Die Transformation inspiriert *Innovationen* und lenkt *Investitionen* in Richtung Nachhaltigkeit und Klimaschutz, u.a. in die auf- und auszubauenden nachhaltigen *Infrastrukturen*. Gleichzeitig kann die Transformation genutzt werden, um Ungleichheit zu bekämpfen, also die *Inklusion* innerhalb der Gesellschaften wie auch global voranzubringen, und so zum Gerechtigkeitsprojekt werden.

### Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

Geschäftsstelle      Telefon: (030) 26 39 48-0  
Luisenstraße 46      E-Mail: [wbgu@wbgu.de](mailto:wbgu@wbgu.de)  
10117 Berlin          Internet: [www.wbgu.de](http://www.wbgu.de)



ISBN 978-3-946830-00-9