



Thorsten Hippe

Herausforderung Klimaschutzpolitik

Probleme, Lösungsstrategien
und Kontroversen

Verlag Barbara Budrich



Thorsten Hippe
Herausforderung Klimaschutzpolitik

Thorsten Hippe

Herausforderung Klimaschutzpolitik

Probleme, Lösungsstrategien und
Kontroversen

Verlag Barbara Budrich
Opladen • Berlin • Toronto 2016

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

Alle Rechte vorbehalten

© 2016 Verlag Barbara Budrich, Opladen, Berlin & Toronto
www.budrich-verlag.de

ISBN 978-3-8474-0537-5 (Paperback)

eISBN 978-3-8474-0961-8 (eBook)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggestaltung: Bettina Lehfeldt, Kleinmachnow – www.lehfeldtgraphic.de

Titelbildnachweis: <http://www.lehfeldtmalerei.de/>

Lektorat und typographisches Lektorat: Ulrike Weingärtner, Gründau

Inhalt

1	Die Problemlage: fünf Minuten vor oder nach zwölf?.....	7
2	Das Ziel: ökologische Notwendigkeit versus politischer Pragmatismus?	17
3	Die Problemfolgen: Knappheit und Leid, doch ganz ohne Streit?.....	27
4	Die Problemursachen: ein „super wicked problem“.....	37
4.1	Ungebremster Klimawandel als Folge von Gegenwartspräferenz	37
4.2	Reduktion von Treibhausgasemissionen als Soziales Dilemma.....	47
4.2.1	Soziales Dilemma zwischen Unternehmen.....	48
4.2.2	Soziales Dilemma zwischen Staaten.....	51
4.3	Politische Unsicherheit als Hemmschuh für betriebliche Klimaschutz-Investitionen	56
4.4	„Carbon Lock-In“: die systemische Trägheit des Energiesektors	59
4.5	Globale Ungleichheit als Konflikt erzeugendes Hindernis für Klimaschutz	66
4.6	Soziokulturelle Normen als Hindernis für klimaschützendes Verhalten.....	75
4.7	Das kapitalistische Wirtschaftssystem als Ursache des Klimawandels?.....	78
5	Kontroverse Problemlösungsvorschläge: wie viel Markt, wie viel Staat, wie viel Genügsamkeit?.....	87
5.1	Die Markt-Strategie: globaler Treibhausgas-Emissionszertifikatehandel	90
5.1.1	Theoretisches wissenschaftliches Konzept	90
5.1.2	Kritische Fallstudie: Der Europäische Emissionshandel (EU ETS)	106
5.2	Die Steuer-Strategie: CO ₂ -Steuern mit Grenzsteuerausgleich	120

5.3	Die Auflagen-Strategie: plurilaterale Abkommen zu sektorspezifischen Technologiestandards	134
5.3.1	Theoretisches wissenschaftliches Konzept	134
5.3.2	Kritische Fallstudie: CO ₂ -Grenzwerte für Pkw in der EU	144
5.4	Die Subventions-Strategie: Staatliche Subventionen für CO ₂ -freie Technologien	155
5.4.1	Theoretisches wissenschaftliches Konzept	155
5.4.2	Kritische Fallstudie: Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	167
5.5	Die Suffizienz-Strategie: soziokultureller Wandel durch Suffizienz.....	195
5.5.1	Ethik statt Technik (Paech) oder „ethische Technik“ (Fücks)?.....	195
5.5.2	Unersättliche materielle Bedürfnisse – soziale Konstruktion oder anthropologische Konstante?	201
5.5.3	Wie wäre ein ökologischer Werte-Wandel denkbar?.....	202
5.5.4	Ist Suffizienz volkswirtschaftlich tragfähig?	208
5.5.5	Suffizienz – eine unzumutbare Einschränkung individueller Freiheit?.....	210
5.6	Zusammenfassender Vergleich der fünf Lösungs-Strategien.....	213
6	Globale Problembearbeitung: Ergebnisse und Prozesse internationaler Klimapolitik.....	219
7	Fazit: ein Klimaclub als Alternative?.....	243
	Literatur	255

1 Die Problemlage: fünf Minuten vor oder nach zwölf?

Der hohe ökonomische Wohlstand und soziale Lebensstandard, den die Durchschnittsbürger der Industrieländer heutzutage genießen, ist menscheitsgeschichtlich betrachtet ein ebenso singuläres wie junges Phänomen. Gemessen am Pro-Kopf-Einkommen ging es dem Durchschnittsbürger je nach wirtschaftshistorischer Studie in den Jahren um 1800 entweder gar nicht (Clark 2007) oder nur wenig (Morris 2015) besser als ihren Vorfahren vor 100000 Jahren, und dies unter härteren Arbeitsbedingungen, die einen hohen körperlichen Tribut forderten (ebd., 54). Einer Studie von de Long (1998) zufolge betrug das durchschnittliche BIP pro Kopf auf der Welt vor 1 Million Jahren 92 \$, kroch bis zum Jahr 1800 kläglich auf 195 \$, schoss danach aber kometenhaft auf 6539 \$ im Jahr 1998 empor¹.

Noch eindringlicher verdeutlicht wird das harte Schicksal der (meisten) in der vorindustriellen Zeit lebenden Menschen durch die über diesen langen Zeitraum stagnierende, im Vergleich zu heute (ca. 80 Jahre) sehr niedrige durchschnittliche Lebenserwartung (30–35 Jahre) (Clark 2007), die geringe, nach der neolithischen Revolution zunächst gar leicht fallende Körpergröße (Morris 2015, 54) und die anhaltend hohe Kindersterblichkeit (20% im ersten Lebensjahr, Deaton 2013, 75). In Schweden starben bis ca. 1810 im Durchschnitt zwischen 30 und 40% aller Kinder vor ihrem 5. Lebensjahr; im Jahr 2013 sind es verschwindend geringe drei Promille². Nach Gurven & Kaplan (2007) betrug die Säuglingssterblichkeit in Jäger-Sammler-Gesellschaften das 100fache des heutigen Werts in den USA. Die Müttersterblichkeit purzelte in den führenden Industrienationen von um die 750 Todesfälle pro 100000 Lebendgeburten bis 1900 auf 5 bis 10 zur heutigen Zeit³. Kurzum: Das Leben gewöhnlicher Menschen in der endlos langen Zeit vor der Industrialisierung war „scheußlich, brutal und armselig“ (Morris 2015, 56) – und ist es außerhalb der Industrieländer vielerorts auch heute noch. Wenig Wunder, dass viele es, wie Karl Marx bemerkte, nur mit „Opium“ in hohen Dosen ertrugen (und ertragen), dessen arge Nebenwirkungen das irdische Elend jedoch oft nur verschlimmbesser(te)n. In Religion und Philosophie provozierte dieses (und an-

1 Zitiert nach der Online-Datensammlung von Max Roser unter <http://ourworldindata.org/data/growth-and-distribution-of-prosperity/gdp-growth-over-the-very-long-run/>, abgerufen am 04.09.2015

2 Quelle: Max Roser, siehe <http://ourworldindata.org/data/population-growth-vital-statistics/child-mortality/>, abgerufen am 04.09.2015

3 Quelle: Max Roser, siehe <http://ourworldindata.org/data/health/maternal-mortality/>, abgerufen am 04.09.2015

deres) Elend die Frage nach dem Sinn des (unverschuldeten) Leidens, die Theodizee und die These von der Absurdität menschlicher Existenz (Albert Camus).

„Die große Flucht“ (engl. „The Great Escape“ der Menschheit aus diesem irdischen Elend in den letzten 200 Jahren, deren Erfolge der britische Ökonom Angus Deaton (2013) in seinem gleichnamigen Buch dokumentiert, wurde (und wird) den gepeinigten Geschöpfen erst durch die unwälbende energetische Schubkraft der Verwendung und Verbrennung fossiler Rohstoffe (Kohle, Öl und Gas) möglich. So schnellte der durchschnittliche Energieverbrauch pro Kopf in menschheitsgeschichtlich extrem kurzer Zeit von 38000 Kilokalorien (1800) auf 230000 Kilokalorien pro Tag (1970) empor (Morris 2015, 94). Erst der flächendeckende Einsatz der „Fluchthelfer“ Kohle, Öl und Gas war es (und ist es global weiterhin), der die Arbeitsproduktivität, also die Höhe der Güterproduktion pro menschlicher Arbeitszeit, geradezu explodieren ließ, sei es durch die synthetische Herstellung von Düngemitteln, durch die Mechanisierung und Automatisierung von Industrie und Landwirtschaft, durch die effiziente globale Arbeitsteilung auf Basis des fossilen Verkehrs u.v.a. Könnte man den Artefakten des modernen Zeitalters auch nur Spuren ihres energetischen Ursprungs ansehen, wären alle materiellen Besitztümer, die das Leben vieler Menschen heute angenehm machen, und alle monetären Reichtümer, die auf ihren Konten und Depots ruhen, von feinem Kohlenstaub überzogen und triefen nur so vor Öl. Ein Gesellschaftsspiel zum Klimaschutz, „Keep Cool“ (Eisenack & Petschel-Held 2013), deckt diesen Grundzusammenhang auf: Dort wird nicht mit Geld gezahlt, sondern mit Kohlechips.

Dieses bislang (zumindest in Industrie- und Schwellenländern) weitgehend erfolgreiche ökonomische „Fluchtunternehmen“ der Menschheit bildete und bildet zugleich die materielle Basis – manche sagen gar *sine qua non* (Morris 2015) – für die revolutionäre geistige, soziale und politische Befreiung des Individuums aus seiner vormodernen Unmündigkeit (Kant). Postmaterialistische, emanzipative Werte individueller Freiheit und die Befreiung der Frau aus dem Joch gemütsarmer Männer und seelenloser Gottesdiener sind nicht Ergebnis völlig kontingenter „sozialer Konstruktionen“ und erst recht keine „Selbstverständlichkeit“, sondern gedeihen und blühen erst auf dem mit Kohlenstoff fruchtbar gedüngten Boden kapitalistischen Überflusses und im wärmenden Sonnenschein der wohlhabenden Kohlenstoffökonomie auf, wie zahlreiche empirische Analysen verdeutlichen (z.B. Welzel 2014, Kapitel 1; Inglehart/Norris 2003; Iversen & Rosenbluth 2010; Morris 2015; Von Weizsäcker 2003, 11ff.).

Umso mehr muss es beunruhigen, dass diese Kohlenstoffökonomie heute mit einer tragischen Dialektik konfrontiert ist.

Denn die „Fluchthelfer“ setzen bei ihrer Verbrennung das sog. Treibhausgas CO₂ frei, welches kurzfristig nur zu etwas mehr als der Hälfte von sog. Kohlenstoffsenken (Ozeane, Vegetation, Boden) absorbiert wird, wohingegen

sich der Rest in der Atmosphäre anreichert. Seit Beginn der Industrialisierung, genauer gesagt zwischen 1750 und 2011, wurden von der Menschheit insgesamt ca. 2000 Gt CO₂ emittiert, wovon sich heute ca. 900 Gt in der Atmosphäre befinden (WBGU 2014, 15). Dieses Aufnahme-Verhältnis hat sich im Laufe der Zeit zudem leicht von 40% auf 45% zu Lasten der Atmosphäre verschoben (Stengel 2013, 57).

Die Höhe der globalen industriellen CO₂-Emissionen pro Jahr ist nicht konstant, sondern hat sich – in Folge der Intensivierung und v.a. der Globalisierung des o.a. „Fluchtversuchs“ der Menschheit – in den letzten Dekaden von ca. 14,85 Gt (1970) auf ca. 31,85 Gt (2010) pro Jahr mehr als verdoppelt (Tabelle 1). Bei der sich sogar beschleunigenden Tendenz im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 spielt der um mehr als 70% wachsende Kohleverbrauch eine zentrale Rolle. Über 90% dieses Anstiegs gehen darauf zurück, dass China und Indien mit ihren großen Bevölkerungen Anschluss an das westliche Wohlstandsmodell suchen und zunehmend finden (Helm 2012, 32). Zu den industriellen CO₂-Emissionen hinzu kommen relativ konstant bleibende 5 Gt CO₂ pro Jahr, die aus der Vernichtung von Kohlenstoffsinken durch Menschen, d.h. aus der Abholzung von Wäldern u.ä. Landnutzungsänderungen („Forestry and other land use, FOLU“) resultieren (Houghton 2015, 14).

Prinzipiell relevant als weitere, ebenfalls in Folge der (industriellen) ökonomischen Tätigkeiten des Menschen emittierte Treibhausgase sind Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) sowie Flourchlorkohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid (sog. „F-Gase“). Diese fallen aufgrund ihrer relativ geringen Mengen jedoch weniger stark ins Gewicht als CO₂. Der von diesen Stoffen ausgehende Erwärmungseffekt wird zumindest zurzeit (noch) durch den abkühlenden Effekt der menschlichen Emission von sog. Aerosolen in etwa kompensiert, sodass die alleinige Zugrundelegung der CO₂-Werte bei der Darstellung der Zusammenhänge zwischen menschlichen Emissionen und globaler Erwärmung zurzeit akzeptabel ist (Houghton 2015, 283; Wagner & Weitzman 2015, 162).

Tabelle 1: Anstieg globaler Treibhausgasemissionen in Gt CO₂-Äquivalent

	1970	1980	1990	2000	2010
CO₂	14,85	19,14	22,42	24,80	31,85
CO₂ FOLU	4,59	4,95	6,08	5,20	5,39
Methan	5,13	5,94	6,84	6,40	7,84
Lachgas	2,13	2,61	2,81	2,76	3,04
F-Gase	0,11	0,21	0,31	0,52	0,98
Gesamt	26,81	32,85	38,46	39,68	49,10
Anstieg	+ 1,3% pro Jahr			+ 2,2% pro Jahr	

Quelle: Daten nach Blanco (2014)

Bis 2014 sind die globalen industriellen CO₂-Emissionen weiter auf 35,9 Gt gestiegen. Für 2015 wird immerhin das erste Mal ein minimaler Rückgang auf 35,7 Gt erwartet, ohne dass dies in einer Wirtschaftskrise begründet liegt (sondern wohl in der Verbreitung erneuerbarer Energien in China) (Müller-Jung 2015).

Die Emission von CO₂ wäre weniger problematisch, wenn dessen chemische Lebensdauer in der Luft nicht so ausgesprochen hoch wäre: Selbst nach 100 Jahren sind jedoch weiterhin 45% der emittierten CO₂-Menge in der Atmosphäre vorhanden, und auch nach 300 Jahren verbleiben noch 25%. Es dauert durchschnittlich ca. 30000 Jahre, bis es gänzlich vom Boden und den Ozeanen aufgenommen worden ist (Sinn 2012, 411). Infolge dessen hat sich die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 250 Jahren kontinuierlich erhöht, und zwar um ca. 40% von ca. 280 ppm zu Beginn der Industrialisierung auf über 400 ppm heute (Maslin 2015, 7) – ein Rekord für die letzten zwei Millionen Jahre der Erdgeschichte (Schellnhuber 2015, 73). Dieser Entwicklung liegt ein sich (aufgrund der jährlich wachsenden CO₂-Emissionen) beschleunigender Trend zugrunde: Betrug der Anstieg in den 1960er Jahren noch 0,9 ppm pro Jahr, kletterte er später auf 1,3 ppm (1980), 1,8 ppm (2000) und erreicht heute 2,0 ppm pro Jahr (2010) (Guzman 2013, 30).

Für das Jahr 2100 prognostiziert die Internationale Energieagentur (IEA) in ihrem sog. „New Policies Scenario“ einen Anstieg auf das Niveau von 700 ppm (Wagner/Weitzman 2015, 166). Diesem Szenario liegen bereits politisch relativ optimistische Annahmen zugrunde: Es unterstellt, dass über die derzeit implementierten Klimaschutzmaßnahmen hinaus alle Länder weitere, aber bisher von ihnen politisch nur lancierte oder auch bloß allgemein angekündigte Ziele und Versprechen zur Reduktion von CO₂, zur Senkung staatlicher Subventionen für fossile Energieträger, zur Steigerung der Energieeffizienz etc. tatsächlich in Gänze umsetzen werden. Dazu zählt z.B. US-Präsident Obamas Plan zur Reduktion der CO₂-Emissionen von Kraftwerken, der einige Zeit zur Konkretion benötigt und z.B. von einem neu gewählten Präsidenten 2017 ggf. revidiert werden könnte. Selbst bei Umsetzung dieser Ziele und Versprechen würden die jährlichen globalen CO₂-Emissionen (ohne Veränderung der Kohlenstoffsenken) bis 2040 weiter um 20% gegenüber 2012 steigen. Dieser zu erwartende Anstieg liegt v.a. in der plausiblen Annahme begründet, dass der prognostizierte globale Energieverbrauch bis 2035 um 33–40% steigen wird (King u.a. 2015, 10; Helm 2012, 114), weil sich immer mehr Menschen aus den Schwellen- und Entwicklungsländern auf dem „Fluchtweg“ zum westlichen Wohlstandsmodell drängen.

Die Hoffnung darauf, dass der Menschheit rechtzeitig vorher die fossilen Treibstoffe ausgehen („Peak Oil“ u.ä.), sodass sie durch harte automatische Preis- und Knappheitsmechanismen der Rohstoffmärkte gezwungen würde, ihre „Flucht“ mit anderen, klimafreundlichen Vehikeln fortzusetzen, ist leider

trägerisch (Helm 2012, 138ff.). Gemessen an den Reserven, d.h. den zu heutigen Preisen rentabel abbaubaren Vorräten, beträgt die künftige Nutzungsdauer unter Annahme heutiger Abbauraten bei Öl und Erdgas zwar „nur“ ca. 50 Jahre. Bei Stein- und Braunkohle beträgt diese sog. „statistische Reichweite“ jedoch ca. 125 bzw. 250 Jahre, und addiert man sämtliche Ressourcen (alle zurzeit bekannten Bestände) hinzu, kommt man auf ca. 60 Jahre (nur konventionelles Öl), 125 Jahre (nur konventionelles Erdgas), 2800 Jahre (Steinkohle) und 4300 Jahre (Braunkohle) (Sinn 2012, 357). Dabei ist zu bedenken, dass sich Öl (zu volkswirtschaftlich verträglichen Preisen in Höhe von 60 bis 80 \$ pro Barrel) notfalls auch durch Kohleverflüssigung (Fischer-Tropsch-Verfahren) herstellen lässt, selbst wenn der Kohlepreis auf das Doppelte des heutigen Wertes stiege (von Weizsäcker 2009, 311). Insgesamt lagern noch 15000 Gt CO₂ in Form fossiler Reserven und Ressourcen in der Erde, von denen zur Erreichung des Zwei-Grad-Ziels (Kapitel 2) nur noch ca. 1000 Gt CO₂ verbrannt werden dürfen.

Als Treibhausgas besitzt CO₂ die Eigenschaft, einerseits die kurzweilige Einstrahlungsenergie der Sonne auf die Erde hindurch zu lassen, andererseits die längerweilige Infrarot(rück)strahlungsenergie der Erde in das All partiell, quasi wie eine wärmende Decke, in der Atmosphäre zurückzuhalten. Diese Erwärmung erhöht zugleich deren Wasserdampfgehalt (z.B. durch höhere Verdunstung aus den Ozeanen), der ebenfalls ein Treibhausgas ist und so in Form eines positiven Rückkopplungseffekts den resultierenden Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur signifikant verstärkt.

Der durch die Industrialisierung bedingte Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre von 280 auf 400 ppm (s.o.) hat bis zur heutigen Zeit bereits zu einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur auf der Erdoberfläche um ungefähr ein knappes Grad Celsius seit Beginn der industriellen Revolution geführt. Etwas mehr als 60% dieses Anstiegs fällt in die jüngsten drei Jahrzehnte (Guzman 2013, 30; Sinn 2012, 41). Selbst wenn man heute ab sofort sämtliche CO₂-Emissionen einstellen würde, gilt eine zusätzliche Erhöhung der Temperatur um ca. +0,5° C rein klimatisch bedingt als unausweichlich (Victor 2011, 165; Stengel 2013, 41), da das Klimasystem träge reagiert. Der Effekt der CO₂-Konzentration auf die Temperatur erfolgt nicht unmittelbar, sondern zeitversetzt. Victor (ebd.) addiert hierzu weitere +0,5 bis +0,7° C, weil die globale technologische Umstellung komplexer Systeme wie des Energiesektors auch unter politisch optimistischen Annahmen („Crash Programm“) eine gewisse Zeit beanspruchen würde. So gelangt er zu einer Gesamtsumme aus +1,6° C bis +2,1° C, die er als „unvermeidliche Erwärmung“ bezeichnet.

Die Klimasensitivität, d.h. die Beziehung zwischen dem (künftigen) Anstieg der CO₂-Konzentration der Atmosphäre und dem (künftigen) Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur ist aufgrund der hohen Komplexität des Klimageschehens wissenschaftlich nicht exakt bestimmbar, sondern wird in Wahrscheinlichkeiten angegeben. Der Intergovernmental Panel on Climate

Change (IPCC), der wissenschaftliche Beirat der UN-Klimarahmenkonvention, geht davon aus, dass eine Verdoppelung der CO₂-Konzentration von 280 ppm auf 560 ppm mit 66%iger Wahrscheinlichkeit zu einer Erhöhung der Temperatur um +1,5° C bis +4,5° C gegenüber vorindustrieller Zeit führen wird.

Mit dem „New Policies Scenario“ (s.o.) der IEA (das wie gesagt auch sämtliche bloß unverbindlich angekündigte Klimaschutzmaßnahmen beinhaltet und insofern politisch relativ optimistisch ist), ist jedoch wie gesagt bis 2100 ein deutlich höherer Anstieg auf 700 ppm zu erwarten. Dieser führt mit 66%iger Wahrscheinlichkeit zu einer Erhöhung der globalen Mitteltemperatur um +2 bis +6 ° C (bis 2100). Die höchste relative Wahrscheinlichkeit (Median) weist bei 700 ppm ein Wert von ca. +3,5° C (bis 2100) auf (Wagner & Weitzman 2015). Dieser Wert ist bereits konservativ berechnet, da er nicht berücksichtigt, dass die menschengemachte Erwärmung in einem Sekundäreffekt womöglich zur massiven Freisetzung weiterer Treibhausgase aus natürlichen Quellen führt (sog. „Kippunkte“, siehe Kapitel 2) (IEA 2014, 88).

Möchte man den Anstieg der Temperatur wie von der Politik zurzeit offiziell angestrebt (siehe Kapitel 2) bis 2100 auf +2° C begrenzen, sollte die CO₂-Konzentration laut klimawissenschaftlichen Empfehlungen 450 ppm nicht (deutlich) überschreiten. Die gegenwärtig tatsächlich implementierten, deutlich weniger ambitionierten nationalen Klimapolitiken („current policies“) laufen zusammengenommen jedoch auf einen Wert von ca. 900 ppm hinaus (IEA 2012, 247). Tabelle 2 zeigt auf der Basis von Daten der IEA, mit welcher klimawissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit drei verschiedenen ambitionierte Klimapolitikpfade zu bestimmten Erhöhungen der globalen Mitteltemperatur in 2100 führen werden.

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit des Temperaturanstiegs bis 2100 in Abhängigkeit von der Intensität der Klimapolitik-Maßnahmen

	„Current Policies“ Beibehaltung gegenwärtiger Klimapolitik (900 ppm in 2100)	„New Policies“ Umsetzung aller angekündigten Klimapolitiken (700 ppm in 2100)	„Ecologic Policies“ Klimapolitik orientiert am 2°C-Ziel (450 ppm in 2100)
weniger als +1°C	0%	1%	4%
weniger als +2°C	2%	6%	45%
weniger als +3°C	7%	23%	85%
weniger als +4°C	17%	63%	93%
weniger als +5°C	40%	83%	97%
weniger als +6°C	66%	89%	98%

Quelle: Daten nach IEA (2012), 247

Bei der Bewertung der Zahlen zum Temperaturanstieg ist die Differenz zwischen Wetter und Klima zu bedenken: Ob die Temperatur an einigen Tagen 15° C oder 20° C beträgt, ist für die menschliche Lebensqualität kaum von Belang; die Differenz der *klimatischen* Verhältnisse um 5° C entspricht dagegen z.B. dem Unterschied zwischen dem derzeitigen Klima und dem Klima der letzten großen Eiszeit, als es im globalen Mittel um ca. 5° C kälter war als heute und z.B. Skandinavien, Großbritannien und Nordamerika von z.T. kilometerdicken Gletschern bedeckt waren (Guzman 2013, 15). Als glückliche Fügung wäre theoretisch denkbar, dass innerhalb des nächsten Jahrhunderts zugleich eine neue Eiszeit (infolge eines wieder wachsenden Abstands der Erde

von der Sonne) bevorstünde, welche die menschengemachte Erwärmung kompensieren könnte, doch steht eine Eiszeit laut Klimawissenschaftlern wahrscheinlich erst in ca. 50000 Jahren, frühestens in 30000 Jahren wieder an (Houghton 2015, 84ff.).

Bei der Einschätzung der Temperaturprognosen für den globalen Durchschnitt ist zu berücksichtigen, dass sich die Landoberfläche stärker erwärmen wird als jene des Meeres (IPCC 2013, 18). Deshalb würde eine Erhöhung der *globalen* Durchschnittstemperatur um + 4° C zu einem Anstieg der Durchschnittstemperatur der Landoberfläche um ca. + 5 bis 6° C führen. In einer solchen Welt würde eine Hitzewelle wie in Europa im August 2003, die in Mitteleuropa schon damals Temperaturen von 35° bis 42° C generierte und 70000 vorzeitige Todesfälle verursachte (Maslin 2015, 80), noch einmal um ca. + 8° C heißer ausfallen, also Temperaturen nicht weit entfernt von 50° C erzeugen (und in Südeuropa diesen Wert z.T. überschreiten) (Anderson 2012, 28). „What is clear is that the temperature of the 2003 heat wave could be the average summer temperature in 2050.“ (Maslin 2015, 80; Schellnhuber 2015, 128).

Bei den im (politisch wie gesagt relativ optimistischen) „New Policies Scenario“ der IEA erwarteten 700 ppm CO₂ besteht sogar eine Wahrscheinlichkeit von 11%, dass die Temperatur (bis 2100) um +6° C oder mehr ansteigen wird (Wagner & Weitzman 2015, siehe Tabelle 2). Der Eintritt solcher sog. „tail events“, „black swans“ (Synonym für Ereignisse mit sehr niedriger Wahrscheinlichkeit, aber katastrophalen Folgen) würde dazu führen, dass bis 2150 das grönländische und westantarktische Eisschild komplett schmilzt und der Meeresspiegel um 13 m ansteigt, sodass Milliarden von Menschen, die in Reichweite der Küste leben, ihre Heimat verlören und von dort fliehen müssten. Über drei Milliarden Menschen würden unter Wasserknappheit leiden; die landwirtschaftliche Produktion würde *überall* sinken (letzteres bereits ab + 4 bis 5° C) (Maslin 2015, 96f.).

Um die Bedeutung des niedrig erscheinenden Wahrscheinlichkeitswerts von 11% einzuordnen, kann man sich fragen, ob man persönlich eine Kreuzfahrtreise bei einem Reiseunternehmen antreten würde, dessen Schiffsreisen in 1 von 10 Fällen mit dem Untergang des Luxusliners im Ozean enden. Übliche Schadensfälle wie Gebäudebrände, Autounfälle etc. weisen eine geringere Wahrscheinlichkeit als 11% auf, werden aber i.d.R. freiwillig oder gesetzlich versichert, da den Individuen bzw. der Gesellschaft die damit verbundenen monetären Risiken zu hoch erscheinen. Eine entsprechende „Klima-Versicherung“ steht der Menschheit jedoch nicht zur Verfügung, sodass das Vorsorgeprinzip⁴ präventives Handeln nahelegen würde.

4 Das Vorsorgeprinzip besagt, dass bei signifikanter Gefahr bedeutsamer irreversibler Umweltschäden ein Mangel an endgültiger vollständiger naturwissenschaftlicher Gewissheit nicht als Grund für den Aufschub umweltpolitischer Maßnahmen herhalten darf, sondern

Präventives Handeln bedeutet aber – und das macht die Sache politisch diffizil – einen Großteil der bekannten, noch im Boden befindlichen fossilen „Fluchthelfer“ Kohle, Öl und Gas völlig ungenutzt zu lassen und damit für deren Eigentümer vollkommen wertlos zu machen. Schon wenn man stattdessen nur alle Reserven (die zu heutigen Preisen rentabel abbaubaren Vorräte) wie üblich nutzen würde, ist ein Anstieg der Temperatur um + 3,5° C wahrscheinlich (Sinn 2012, 413), bei Nutzung der darüber hinausgehenden Ressourcen entsprechend mehr. Eine Studie des Potsdam Instituts für Klimaforschung kommt zum Ergebnis, dass die Menschheit ca. 80% aller derzeit bekannten fossilen Rohstoffressourcen ungenutzt im Boden liegen lassen muss, falls sie die Wahrscheinlichkeit eines Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur um über +2° C auf „nur“ 20% reduzieren will (Carbon Tracker Initiative 2015, 6).

Hiergegen könnte man einwenden, dass die innovative Technik der Kohlenstoffsequestrierung (engl. „Carbon Capture and Storage“, CCS) es künftig möglich machen werde, CO₂ bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe abzutrennen, zu verflüssigen und in unterirdische Lagerstätten zu verfrachten. Auf u.a. diese scheinbar problemlose Option setzt z.B. auch das Lösungskonzept „Kyoto Plus“ des schwarz-grünen Vordenkers Lutz Wicke (Wicke u.a. 2006). Wie jedoch selbst der in punkto Atomtechnologie optimistische Ökonom Hans-Werner Sinn ausführlich nachgezeichnet hat, sind die Probleme (z.B. Knappheit geeigneten Lagerraums) und Risiken (z.B. plötzliches Aufsteigen großer CO₂-Mengen, die zum Erstickungstod führen) einer solchen „Endlagerung“ von CO₂ äußerst schwerwiegend, wenn nicht gar unlösbar (Sinn 2012, 347ff.). Somit ist das Potential von CCS sehr begrenzt und es wäre mit heftigem politischen Widerstand analog zur Atomtechnologie zu rechnen (Patt 2015, 185ff.), zumal CCS zumindest in der deutschen Bevölkerung auf große Skepsis trifft (Acatech u.a. 2015, 22).

Gibt es vielleicht doch einen Hoffnungsschimmer? Sind die dargestellten Zusammenhänge zwischen menschlichen CO₂-Emissionen und Erderwärmung vielleicht doch nur eine Art „geheimbündlerische Verschwörung“, die den Menschen bloß ihre Freiheit madig machen will, und naturwissenschaftlich nicht so gut abgesichert wie oft behauptet? Die wissenschaftliche Zeitschrift EOS publizierte vor wenigen Jahren die Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von Erdwissenschaftlern zu den folgenden zwei Fragen:

1. „Denken Sie, dass die globale Durchschnittstemperatur im Vergleich zum Niveau vor 1800 gestiegen, gefallen oder konstant geblieben ist?“

2. „Denken Sie, dass menschliches Handeln ein an der Veränderung der globalen Durchschnittstemperatur signifikant beteiligter ursächlicher Faktor ist?“

vorbeugend zu handeln ist. Es ist als formale Leitlinie im deutschen und europäischen Umweltrecht und z.T. auch im internationalen Völkerrecht verankert.

Von denjenigen Erdwissenschaftlern, die Klimawissenschaft zu ihrer Expertise zählen und mehr als die Hälfte ihrer Aufsätze in wissenschaftlichen Zeitschriften (mit Peer Review) zu diesem Fachgebiet veröffentlicht haben, beantworteten 96,2% die erste Frage mit „gestiegen“ und 97,4% die zweite Frage mit „ja“. Bezog man Wissenschaftler aus verwandten, nicht speziell mit dem Klima befassten Disziplinen ein, sanken die Werte leicht auf 90% bzw. 82% (die meisten der restlichen 18% gaben an, dass sie sich nicht sicher sind) (zit. nach Guzman 2013, 50).

Eine Studie von Cook u.a. (2013) analysierte über 10000 in naturwissenschaftlichen Zeitschriften mit Peer Review publizierte Beiträge zum Klimawandel und kam zum Ergebnis, dass 97,2% von denjenigen Beiträgen, die sich laut deren Autoren explizit zur Frage positionieren, ob der Klimawandel stattfindet und primär menschengemacht ist, dies bejahen. Tol (2014) entgegnete in einer Re-Analyse des Datensatzes, dass die naturwissenschaftliche Literatur der Hypothese des menschengemachten Klimawandels zwar mit großer Mehrheit zustimme, der Prozentsatz jedoch etwas niedriger sei. Cook u.a. (2014) erwiderten jedoch, dass vielmehr die Re-Analyse an grundlegenden statistischen Fehlern leide und es bei Korrektur weiter bei 97% Konsens bleibe.

Angesichts dieser Studien kann man sagen, dass unter fachlich ausgewiesenen, direkt mit der Materie beschäftigten Klimawissenschaftlern eine sehr hohe Einigkeit über die grundlegenden Fakten besteht. Sollte man dennoch abwarten, bis eine 100%ige Einigkeit erreicht ist? Arnold Schwarzenegger, Ex-Gouverneur von Kalifornien, prägte dazu ein treffendes Gleichnis:

„If 98 doctors say my son is ill and needs medication and two say ‘No, he doesn’t, he is fine’, I will go with the 98.“⁵

5 Zitiert nach <http://www.climatebites.org/climate-communication-metaphors-and-soundbites/skepticism-credibility-who-to-believe/if-98-doctors-say-my-son-is-ill>, abgerufen am 03.10.2015

2 Das Ziel: ökologische Notwendigkeit versus politischer Pragmatismus?

Eine exakte Grenze des Temperaturanstiegs, die gesellschaftlich noch „verträglichen“ von „gefährlichem“ Klimawandel eindeutig abgrenzen würde, ist naturwissenschaftlich aufgrund von Prognoseunsicherheiten kaum verlässlich bestimmbar, sondern kann nur eine politische Setzung sein.

Erwartet wird jedoch, dass die mit dem Klimawandel einhergehenden Netto-Schäden bzw. Schadensrisiken nicht linear, d.h. proportional zum Temperaturanstieg wachsen, sondern sich vielmehr exponentiell erhöhen (Wagner & Weitzman 2015). Dies liegt u.a. darin begründet, dass sog. klimatische „Kippunkte“ („tipping points“) vermutet werden, bei denen positive, womöglich irreversible Rückkopplungsschleifen in Gang gesetzt werden: Die primäre, durch menschliche Emissionen bewirkte Erwärmung kann durch diverse natürliche Wirkmechanismen zusätzliche natürliche Treibhausgas-Emissionsprozesse auslösen und so eine sekundäre Erwärmung generieren, die in einer Art Teufelskreis zu weiteren Emissionen führt usw., sodass sich die Erwärmung zunehmend beschleunigt. Beispiele für solche möglichen „Kippunkte“ sind die eventuelle (partielle) Austrocknung des Amazonas-Regenwaldes schon durch eine globale Erwärmung zwischen 2° und 3° C *bei gleichzeitig fortlaufender Rodung*, was eine massive Freisetzung von CO₂ zur Folge hätte, oder das Auftauen der riesigen, bisher dauerhaft gefrorenen Permafrostböden in Russland, Kanada, Alaska und West-China, in denen große Massen der Treibhausgase Methan und CO₂ eingelagert sind, die dann in die Atmosphäre freigesetzt würden (für weitere Beispiele siehe Umweltbundesamt 2008 und Schellnhuber 2015, 475ff.).

Insofern ist es – ähnlich einer Geschwindigkeitsbegrenzung für den Straßenverkehr – sinnvoll, zur notwendigen Orientierung und Fokussierung des öffentlichen Diskurses eine Art leicht verständliche „Warnschranke“ aufzustellen, die signalisiert, dass spätestens bei deren deutlicher Überschreitung höchst gefährliche, weil menschlich kaum noch kontrollierbare Prozesse drohen.

Manche klimawissenschaftliche Studien halten die Auslösung bestimmter „Kippunkte“ bereits bei einer Erwärmung um ca. +1,5° C für wahrscheinlich (z.B. Vaks u.a. 2013). Außerdem nimmt die Zahl der von Wasserknappheit bedrohten Menschen ungefähr ab der Schwelle von +1,5° C Erwärmung sehr stark zu (von 500 Mio. bei +1,5° C auf 2 Mrd. Menschen bei +2° C, siehe Maslin 2015, 70). Deshalb plädieren einige Klimaforscher wie z.B. Stefan Rahmstorf sowie einige vom Klimawandel stark bedrohte kleine Inselstaaten und besonders arme Entwicklungsländer für das Ziel, die globale Erwärmung auf +1,5° C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.

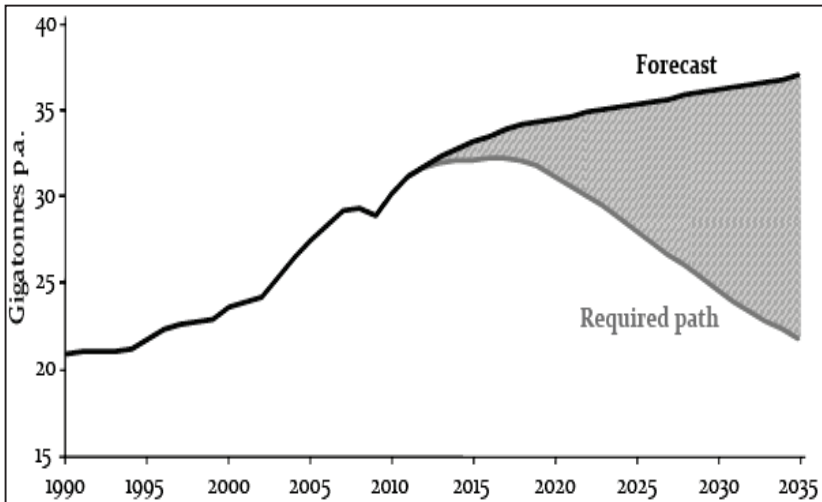
Im offiziellen globalen klimapolitischen Diskurs hat sich dagegen das sog. „Zwei-Grad-Ziel“ weitgehend durchgesetzt, wonach der zu erwartende Temperaturanstieg, gemessen seit Beginn der Industrialisierung, künftig den Wert von 2° C nicht überschreiten soll (auch nicht temporär). Dieses Ziel wurde 1995 vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) mit der Begründung empfohlen, dass eine stärkere Erwärmung den Schwankungskorridor der globalen Mitteltemperatur zwischen ca. 10° C und 16,5° C der letzten 800000 Jahre nach oben verlassen würde und somit „einschneidende Veränderungen in Zusammensetzung und Funktion der heutigen Ökosysteme“ (WBGU 1995, 7) zu erwarten seien. Während der Menschheitsgeschichte hat die globale Mitteltemperatur niemals mehr als 1,5°C über dem Niveau zu Beginn der Industrialisierung gelegen. Unter Inrechnungstellung einer begrenzten Klimaanpassungsfähigkeit der Zivilisation in Höhe von weiteren 0,5°C ergab sich in Summe die Empfehlung des Zwei-Grad-Ziels.

Nur kurze Zeit später, im Jahr 1996, wurde das Zwei-Grad-Ziel von der EU zur Leitlinie ihrer Klimapolitik erhoben, 2005 bestätigt und dann v.a. infolge des Engagements der EU auch von den G8-Staaten 2009 anerkannt und auf der UN-Klimakonferenz 2010 in Cancun als offizielle Zielmarke formuliert. Jüngst wurde die offizielle Ambition im Pariser Klimaabkommen 2015 etwas angehoben: der Anstieg soll auf +1,5 bis 2° C begrenzt werden.

Natürlich impliziert das Zwei-Grad-Ziel nicht, dass bei einer Erwärmung um +2,1°C die Welt „untergehen“ würde (genauso wenig wie es bedeutet, dass bei +1,9°C massive Probleme ausgeschlossen wären). An solchen Spitzfindigkeiten ansetzende Kritiken des „runden“ Zwei-Grad-Ziels blenden jedoch aus, dass effektives menschliches Handeln zur nötigen Konzentration und Fokussierung der Kräfte ein klares, einfaches, strahlkräftiges Ziel benötigt, das keine Ausflüchte erlaubt. „Wenn man nicht weiß, welchen Hafen man ansteuert, ist kein Wind günstig.“ (Seneca)

Die offizielle Anerkennung des Zwei-Grad-Ziels durch die UN-Klimakonferenz bedeutet keinesfalls, dass die Staaten zurzeit konkrete nationale Klimapolitiken voranbringen würden, die zusammengenommen im Einklang mit diesem Ziel stünden. Vielmehr zeigt sich, wie z.B. King u.a. (2015, 12) auf Basis von Daten der IEA dokumentieren, eine große Kluft zwischen diesem offiziellen politischen Ziel und dem faktischen Handeln (Abbildung 1): Während das Erreichen des Zwei-Grad-Ziels („Required path“) mit zumindest 50%iger Wahrscheinlichkeit eine Reduktion der globalen CO₂-Emissionen auf knapp über 20 Gt pro Jahr (2035) erfordert (bei höherer Wahrscheinlichkeit müssten die Emissionen noch stärker sinken), läuft die (bereits relativ optimistische) Vorhersage gemäß dem New Policies Scenario („Forecast“) auf eine weitere Erhöhung auf 35 bis 40 Gt pro Jahr (2035) hinaus.

Abbildung 1: Die Entwicklung der CO₂-Emissionen (in Gt pro Jahr) – New Policies Scenario versus Politik im Einklang mit dem Zwei-Grad-Ziel



Quelle: King u.a. 2015, 12

Dem Zwei-Grad-Ziel entspricht eine CO₂-Konzentration in der Atmosphäre von ungefähr 450 ppm (s.o.). Will man dieses Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von zumindest 66% erreichen, dürfen künftig (gerechnet ab 2011) insgesamt noch ca. 1000 Gt CO₂ emittiert werden – ein „Budget“, das etwas weniger als 25 Jahre reichen würde, selbst wenn es der Welt gelänge, die derzeitigen jährlichen CO₂-Emissionen konstant zu halten (Stocker 2015, 9) statt weiter zu steigern. Entwickelt sich die Welt gemäß dem „New Policies Scenario“, also dem heutigen Klimaschutz plus von den Staaten angekündigten Maßnahmen, wird dieses Budget um 2040 herum aufgebraucht sein (IEA 2014, 88). Für das Zwei-Grad-Ziel wäre vielmehr – bei 66%iger Wahrscheinlichkeit – nach Analysen des IPCC eine globale Reduktion der CO₂-Emissionen des Jahres 1990 um mindestens 50% bis zum Jahre 2050 zu bewerkstelligen; im Laufe der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, optimalerweise schon ab 2070, müssten die Emissionen auf Null gesenkt werden (WBGU 2014, 16; Edenhofer u.a. 2015, 79). Für die Industriestaaten ergibt sich daraus aufgrund ihres zurzeit deutlich überdurchschnittlichen Emissionsniveaus eine Reduktionsnotwendigkeit von 80–95% bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 (SRU 2011, 249). In der Klimaschutzpolitik geht es also nicht um ein paar „Reduktionen“ hier und da, sondern um die *Dekarbonisierung* des globalen Wirtschaftssystems.

Es fällt auf, dass die zitierten wissenschaftlichen Studien nicht nur von Seiten der IEA, sondern auch von dezidiert ökologisch orientierten wissenschaftlichen Beiräten wie dem WBGU Wahrscheinlichkeiten in Höhe von 50% bzw. 66% (s.o.) zugrunde legen, die angesichts der Risiken des Klimawandels als merkwürdig niedrig angesetzt anmuten. Dies spricht bereits für sich: Wahrscheinlichkeiten für die Schadensabwendung unterhalb von 90% gelten in anderen Risikobereichen wie z.B. Infektionsgefahren als gänzlich inakzeptabel (WBGU 2009, 24). Die trotz dessen so niedrig angesetzten Wahrscheinlichkeiten dienen letztlich als statistisches Instrument v.a. dazu, ein offizielles politisches Ziel als aus wissenschaftlicher Sicht überhaupt noch einigermaßen plausibel erreichbar darstellen zu können, ohne dieses explizit als zu unsicher anzweifeln zu müssen.

Welche Herkulesaufgabe es faktisch (durch weitgehende politische Untätigkeit in den letzten zwei Dekaden geworden) ist, ausgehend von der heutigen Situation eine globale Erwärmung von mehr als $+2^{\circ}\text{C}$ noch zu verhindern, wird z.B. daran ersichtlich, dass selbst bei einer Trendwende (also eines erstmaligen Rückgangs) der CO_2 -Emissionen im Jahre 2015 bzw. 2020 fortan jährliche Reduktionsraten von bis zu minus 5% bzw. 9% erforderlich sind (WBGU 2009, 15; Stocker 2015, 10). Demgegenüber gelten derzeit jedoch – rein ökonomisch-technologisch betrachtet, ohne Berücksichtigung politischer Hürden – jährliche Reduktionsraten von minus 3% als realistische Obergrenze. Die reale jährliche Reduktionsrate der EU zwischen 1990 und 2010 betrug ca. minus 1% (Geden 2012, 12).

Rechnet man die für das Zwei-Grad-Ziel nötigen Reduktionen in den für 2050 dann noch „erlaubten“ CO_2 -Ausstoß pro Mensch um, ergibt sich (unter Berücksichtigung des bis dahin prognostizierten globalen Bevölkerungsanstiegs) eine durchschnittliche Menge von ca. 1 t CO_2 pro Jahr pro Mensch (WBGU 2009, 17). Errechnet man denselben Wert für heute, ergibt sich ein Wert von durchschnittlich ca. 2,5 t CO_2 (Paech 2012). Derzeit beträgt der tatsächliche Durchschnittswert in Deutschland jedoch das Vierfache davon: jährlich 10 t CO_2 pro Kopf.

Welche gewaltigen Veränderungsnotwendigkeiten sich hinter dieser Kluft verbergen, wird noch deutlicher, wenn man bestimmte neuralgische Punkte des westlichen Wohlstandsmodells exemplarisch etwas intensiver betrachtet: So erzeugt allein ein Flug (ohne Rückreise) mit einem Airbus von Frankfurt nach Montreal heute 3 t CO_2 pro Kopf (Kriener 2015). Damit wäre das „erlaubte“ individuelle Jahres-Budget also schon deutlich überschritten. Zugleich wird prognostiziert, dass der globale Flugverkehr bis 2050 um mindestens 60% bis maximal 500% zulegen wird (Fellermann 2014). Künftige CO_2 -Reduktionen erhofft man sich in diesem Sektor v.a. vom „Biokerosin“, d.h. aus Pflanzen bzw. pflanzlichen Abfällen gewonnenen Flugtreibstoffen. Eine Studie dreier renommierter energiewissenschaftlicher Institute im Auftrag der IEA rechnet für das Jahr 2050 jedoch mit einem Biokerosin-Anteil von nur ca. 10% am

Treibstoffverbrauch der Flugbranche (Rosillo-Calle u.a. 2012), sodass noch nicht einmal das prognostizierte Wachstum des Flugverkehrs neutralisiert würde. Zudem würde selbst ein kompletter Umstieg auf Biokerosin den Klimaeffekt des Flugverkehrs *ceteris paribus* nur halbieren, da in großen Höhen ausgestoßenes CO₂ einen besonders starken Treibhauseffekt hervorruft, sodass Biokerosin keinen klimaneutralen Kreislauf schafft (Rat für Nachhaltige Entwicklung 2014).

Den im historischen Vergleich immensen Umfang der Herausforderung, das Zwei-Grad-Ziel durch technischen Wandel erreichen zu wollen, verdeutlicht auch eine Sekundäranalyse (Loftus u.a. 2015) von 17 energiepolitischen Zukunftsszenarien verschiedenster Organisationen von McKinsey bis Greenpeace, die mögliche Wege zur globalen 50–90%igen Reduktion von CO₂ aufzeigen wollen. Mit Ausnahme weniger Studien gehen alle untersuchten Szenarien davon aus, dass die CCS-Technologie zur Anwendung kommen wird und auch die Kernenergie noch mehr oder weniger (weiter) genutzt wird. Nicht nur die letztere, sondern auch die erstere Technologie ist aufgrund ihrer Probleme, Ungewissheiten und Risiken jedoch sehr umstritten (Kapitel 1). Diejenigen Studien, die sowohl CCS als auch Kernenergie ausklammern oder letztere auslaufen lassen, unterstellen im Gegenzug dafür jedoch zum einen für die Zukunft eine Verbesserung der globalen Energieeffizienz (verbrauchte Energie pro 1 \$ BIP), deren *dauerhafte* jährliche Rate 3,5mal höher ist als die durchschnittliche Rate im Zeitraum von 1970 bis 2011 und doppelt so hoch wie die höchste in einem Jahr dieses Zeitraums gemessene Rate. Zum anderen legen diese Szenarien jährliche Zuwachsraten beim Aufbau erneuerbarer Energien zugrunde, die ein Vielfaches der historisch zwischen 1965 und 2010 zu beobachtenden jährlichen Zuwachsraten bei Kapazitäten sämtlicher Energieformen betragen (ebd., 105). Als fragwürdig einzuschätzen sind darüber hinaus in den meisten Studien Annahmen zum quantitativen Umfang der energetischen Nutzung von Biomasse, deren prekäre Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung und die damit verbundene Gefahr steigender Lebensmittelpreise in Entwicklungsländern angesichts steigender Bevölkerungszahlen nicht adäquat berücksichtigt wird. Mögliche Probleme politischer Durchsetzbarkeit und sozialer Akzeptanz derart schneller Wandlungsprozesse bleiben in den Zukunftsszenarien ebenfalls außen vor.

Angesichts der großen Schwierigkeiten, den CO₂-Ausstoß rechtzeitig einzudämmen, unterstellen viele Modellszenarien (v.a. jene des IPCC), dass in den kommenden Jahrzehnten neuartige Technologien entwickelt werden, mit denen man der Atmosphäre in großem Umfang CO₂ entziehen kann. Auch die Tatsache, dass ein signifikanter Teil der Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft bisher als technisch kaum vermeidbar gilt, führt zu solchen Ideen. So basieren nicht weniger als 85% der 2-Grad-Szenarien des IPCC auf der Anwendung der kaum erprobten „BECCS“-Technologie (Bioenergy with Carbon Capture and Storage), bei der spezielle Biomasse gezielt zunächst zur CO₂-

Aufnahme und anschließenden Energiegewinnung angebaut werden soll, das dabei wieder frei werdende CO₂ abgespalten und dann in alte Lagerstätten unter die Erde verfrachtet werden soll (Fuss u.a. 2014). Ebenso wie CCS ist BECCS jedoch aus o.g. Gründen kritisch zu bewerten, wobei hier die Bodenkonzurrenz dieser Energiepflanzen sowohl zu Ackerbauflächen für die Nahrungsproduktion als auch zu(m) Naturschutz(flächen) hinzukommt. Um die negativen Emissionen im nötigen Umfang zu generieren, wäre bei üblichen Annahmen der Anbau von 500 Mio. ha Biomasse erforderlich, eine Fläche 1,5mal so groß wie Indien (Geden 2015a). Doch selbst die zugrunde liegenden Annahmen zur Effektivität von BECCS sind wissenschaftlich unsicher: in Abhängigkeit von der Art der dafür nutzbaren Flächen ist nicht einmal ausgeschlossen, dass netto mehr Emissionen ausgestoßen als absorbiert würden (infolge von Rodung, Bodendegradierung, intensiverer Düngung etc.); der für das Zwei-Grad-Ziel nötige Umfang an negativen Emissionen würde laut Williamson (2016) auch unter optimistischen Annahmen klar verfehlt.

Eine genuine Kreislaufwirtschaft versprechen andere Ideen: So ist es z.B. Forschern in den USA kürzlich gelungen, CO₂ aus der Atmosphäre via Elektrolyse in ökonomisch wertvolle Karbonfasern (Leichtbaumaterial z.B. für Autos) umzuwandeln. Der weitflächige Einsatz solcher Techniken ist jedoch bestenfalls ferne Zukunftsmusik (Lindinger 2015).

Welche Konsequenz soll man aus der bisherigen Divergenz zwischen offizieller Zielsetzung und faktischem Handeln ziehen? Aus klimawissenschaftlicher Perspektive liegt die Aufforderung an die Politik nahe, die Anstrengungen zu erhöhen, da die möglichen Folgen einer deutlichen Zielverfehlung zu gravierend wären. Einige Politikwissenschaftler (z.B. Geden 2012) kritisieren dagegen, dass feste Vorgaben wie die Einhaltung eines verbleibenden CO₂-Budgets und damit verbundener Temperatur-Ziele nicht politikfähig, da zu unflexibel für politische Akteure seien, die nicht umhin könnten, vielfältige Ziel(konflikt)e und Interessen(skonflikte) auszubalancieren, unter denen der Klimaschutz nur eines sei. Als Alternative schlägt Geden der Politik vor, jegliche exakte Temperaturstabilisierungsversprechen zu vermeiden und sich weniger auf große globale Vertragslösungen denn auf konkrete Emissionsminderungen in einzelnen Ländern und Sektoren („policies and measures“) zu konzentrieren (Geden 2012, 27). In einem neueren Beitrag fordert er, Klimaneutralität (d.h. Dekarbonisierung) als Langfristvision festzuschreiben und „sich global darauf zu verpflichten, dass die Emissionen kontinuierlich sinken müssen“, was leicht überprüfbar sei (Geden 2013).

Eine solche Abkehr vom Zwei-Grad-Ziel kann man angesichts der o.a. Herausforderungen durchaus als realistisch und politisch aufrichtig betrachten. Gleichwohl ist es eine andere Frage, ob man sich von der Umformulierung der Zielsetzung einen nennenswerten Beitrag zur klimapolitischen Effektivitätssteigerung erhoffen kann. Selbstverständlich ist Geden zuzustimmen, wenn er fordert „konkrete Handlungen sind wichtiger als bloße Lippenbekenntnisse.“

(Geden 2010, 113). Aber bedeutet das im Umkehrschluss, dass der Verzicht auf (angebliche) „Lippenbekenntnisse“ die Wahrscheinlichkeit (der Durchsetzung) konkreter „policies and measures“ erhöht? Zwar könnte es sein, dass die in die internationale Aushandlung des Ziels investierte politische Energie greifbare klimapolitische Erfolge an anderer Stelle verhindert hat. Andererseits könnte es jedoch auch sein, dass von einem Verzicht auf ein Temperatur-Ziel zugunsten von mehr „politischem Pragmatismus“ paradoxerweise nicht nur positive, sondern *auch* negative Effekte auf die politische Durchsetzbarkeit konkreter Maßnahmen ausgehen:

Erstens könnte die Abkehr vom Zwei-Grad-Ziel bei der breiten, klimawissenschaftlich nicht genau informierten Öffentlichkeit (siehe Kapitel 4.1.) den (für die eigenen ökonomischen Interessen bequemen, und daher vielleicht willkommenen) Eindruck erwecken (bzw. verstärken), auf ein paar Grad mehr oder weniger komme es eben doch nicht so genau an, es bestünde also noch „Spielraum“, ohne gravierende Folgen fürchten zu müssen; folglich erschiene es vielen Bürgern dann auch unnötig, Kosten für den Klimaschutz auf sich zu nehmen oder den eigenen Lebensstil zugunsten der globalen Verantwortung für andere und künftig lebende Menschen auch nur ansatzweise in Frage zu stellen. Der gesellschaftlichen Durchsetzbarkeit klimapolitischer Maßnahmen wäre dies wohl wenig zuträglich. Die Förderung eines solchen (falschen) Eindrucks könnte dabei auch durch Folgendes verschärft werden: Die Politik müsste die Abkehr vom symbolisch hoch aufgeladenen Zwei-Grad-Ziel gegenüber der Öffentlichkeit ja irgendwie rechtfertigen, und diesbezüglich wäre zu erwarten, dass sie dabei nicht völlig ohne (zumindest implizit) mehr oder weniger verharmlosende Vokabeln auskommen wird, um den Eindruck eines verantwortungslosen Versagens abzumildern.

Zweitens würde der Wirtschaft indirekt signalisiert, dass die Politik bereit ist, selbst symbolisch hoch aufgeladene ökologische Commitments aufzugeben, sobald dies volkswirtschaftlich (oder v.a. interessenpolitisch?) opportun ist. Ein solches politisches Erwartungs(mis)management ist aus umweltökonomischer Sicht jedoch hoch problematisch, da Erwartungen über die voraus-sichtliche „Schärfe“ künftiger Klimapolitik für die langfristige Investitionspolitik von Unternehmen (bzw. die antizipierte Profitabilität ökologischer Investitionen) eine zentrale Rolle spielen, d.h. für die Frage, inwieweit Unternehmen und Investoren von sich aus frühzeitig (präventiv vor Regulierung) aus klimaschädlichen bzw. in klimaneutrale Produktionsweisen aus- bzw. einsteigen und in ökologische Innovationen investieren (Kapitel 4.3.).

Drittens verfügt das ökologische Interesse (bzw. dessen Vertreter) verhandlungstaktisch im politischen Konflikt- und Kräftespiel der Interessen gegenüber anderen Belangen wohl über mehr symbolische Macht und Verhandlungsstärke, wenn man bestimmte Maßnahmen(pakete) mit Blick auf die drohende Verfehlung des Zwei-Grad-Ziels gegenüber der Öffentlichkeit als unabdingbar legitimieren kann als wenn man ein(e) Maßnahme(npaket) lediglich

damit begründen müsste, dass die globalen Emissionen kontinuierlich jährlich um minus $x\%$ statt nur um minus $y\%$ sinken müssen und/oder weil man Klimaneutralität als „Langfristvision“ (Geden) anstrebt. Denn die Konsequenzen einer Verfehlung eines Temperaturziels dürften für die breite Öffentlichkeit greifbarer, anschaulicher und damit gewichtiger sein als die Verfehlung des von Geden (2013) angedachten Ziels der kontinuierlichen Reduktion von Emissionen, dessen quantitative Bedeutung für große Teile der Bevölkerung eher nebulös ist. Bei letzterem können Zielverfehlungen von den Gegnern eines engagierten Klimaschutzes daher leichter als „nicht so wichtig“ heruntergespielt werden. Ein Temperaturziel erfüllt dagegen wegen seiner größeren Nähe zu den menschlichen Sinnesorganen und zum Alltagsverständnis auch den Zweck, den Blick auf die drohenden negativen Folgen wenigstens ansatzweise wach zu halten. Damit soll nicht gesagt sein, dass der über ein Temperaturziel aufbaubare öffentliche politische Druck genügt, um wesentliche klimapolitische Erfolge zu erzielen. Aber ohne Temperaturziel könnte der politische Druck noch geringer ausfallen als er ohnehin ist.

Viertens kann es natürlich trotzdem sein, dass das 2-Grad-Ziel verfehlt wird. Vielleicht liegt die Funktion des 2-Grad-Ziels bzw. die Ursache für die Beharrung von klimafreundliche(re)n Verbänden, Beiräten, Politikern und Staaten auf diesem Ziel aber nicht allein in diesem selbst, sondern ist auch verhandlungspolitisch begründet. Gewerkschaften z.B. gehen ja auch nicht mit „realistischen“ Forderungen in Tarifverhandlungskonflikte, sondern beginnen eher mit „maximalen“ (und möglichst emotional aufgeladenen, s.o.) Forderungen, weil dadurch die Chance größer ist, am Ende der Verhandlungen deutlich näher am oberen Ende des realistischen Korridors zu landen, als wenn man von vorneherein mit „realistischen“ Forderungen begännen. Das große globale Verhandlungs- und Kräftespiel zwischen ökologischen, ökonomischen, sozialen u.a. Interessen könnte ähnliche Mechanismen aufweisen. Aus dem Jahre 2100 betrachtet könnte die insgeheime Funktion des Zwei-Grad-Ziels daher womöglich darin bestehen, so am Ende immerhin z.B. „nur“ bei $+2,9^\circ\text{C}$ gelandet zu sein statt bei $+4,0^\circ\text{C}$. Andererseits kann man gegen diese Argumentation natürlich einwenden, dass man durch das Beharren auf (vermeintlich) unrealistische Forderungen von den Verhandlungskontrahenten irgendwann nicht mehr ernst genommen wird.

Fünftens könnte es gesellschaftlich für alle Bürger vielleicht lehrreich sein, das Scheitern am Zwei-Grad-Ziel direkt als solches erleben zu müssen – v.a. in direkter Verbindung mit den dann wahrscheinlich schon zu erlebenden bzw. beobachtenden ersten ernsthafteren klimatischen Folgen – anstatt es politisch durch Zielwechsel zumindest indirekt (ungewollt) als „nicht so schlimm“ zu kommunizieren, da allen Akteuren dann vielleicht deutlicher würde, dass es im gewohnten Trott nicht weitergeht, sondern dann womöglich Anstrengungen gefordert wären, „die mit der Mobilisierung der Alliierten während des Zweiten Weltkriegs vergleichbar sind“ (WBGU 2009, 15). Ein solches Scheitern

kann zwar, muss aber mitnichten zwangsläufig dazu führen, dass fortan jegliche Zielsetzung unglaubwürdig und sich allerorten Resignation breit machen würde. Vielmehr könnte geschicktes politisches Management auch eine Mentalität des „jetzt erst recht“ (dann freilich mit Bezug auf eine neue (Temperatur-)Zielsetzung) fördern, gemäß dem Motto: „You never let a serious crisis go to waste. And what I mean by that it’s an opportunity to do things you think you could not do before.“⁶

Ein Festhalten am Zwei-Grad-Ziel könnte also aus Sicht der Vertreter eines engagierten Klimaschutzes dem Zweck dienen, dessen absehbare und tatsächliche Verletzung öffentlich *skandalisieren* zu können – anstatt dies genau umgekehrt durch frühzeitige Abkehr implizit (oder explizit) mehr oder weniger zu verharmlosen (s.o.). Für eine solche Skandalisierung gibt es gute ökologische und ethische Gründe (s.u.), und ebendiese könnte dem Klimaschutz dann im weitergehenden politischen Ränkespiel etwas mehr Gewicht verleihen als es bei einer (impliziten) Verharmlosung der Fall wäre.

Sechstens ist der Ansatz, sich global zu einer kontinuierlichen Reduktion von Emissionen zu „verpflichten“ (Geden 2013), bereits in Gestalt des Kyoto-Protokolls (damals ohne Temperaturziel) im Prinzip in recht ähnlicher (territorial begrenzter) Form verfolgt worden. Dessen Erfolg war eher bescheiden (siehe Kapitel 6). Das weitere von ihm genannte Ziel „Treibhausgase auf Null ... mit einem breiten zeitlichen Zielkorridor“ (Geden 2010, 112) ist dagegen wohl zu diffus und lüde Politiker zum ständigen Aufschieben des Zeitpunkts ein, um die Kosten für den Klimaschutz stets in die Zukunft zu verschieben. Die Bedeutung der Frage, ob man dieses Ziel in 2070 oder 2090 erreicht, dürfte der breiten Öffentlichkeit (im Vergleich zu Größen wie Arbeitslosenquote u.ä.) unwesentlich erscheinen, wohingegen es aus klimawissenschaftlicher Sicht einen signifikanten Unterschied macht. Im Vergleich dazu ist das Zwei-Grad-Ziel *besser* geeignet, zumindest politischen Druck auf die Gegner eines engagierten Klimaschutzes aufzubauen (wobei dieser Druck freilich immer noch nicht ausreichen kann).

Hingegen könnte der von Geden (2012, 27) angeratene Wechsel von abstrakten „targets und timetables“ (CO₂-Reduktion um x% bis zum Jahr Y) zu konkreten Politiken und Maßnahmen („policies and measures“) durchaus sinnvoll sein (Kapitel 5.3.). Dazu könnte z.B. der Vorschlag von King u.a. (2015) zählen, dass bis 2025 Energie aus neu errichteten Erneuerbaren-Energie-Anlagen überall preiswerter sein soll als Energie aus Kohle. Dies ist von den Autoren aber als *ergänzendes* Ziel gemeint, sodass man dafür nicht zwangsläufig das Zwei-Grad-Ziel aufgeben muss. Um einen „policies and measures“-Ansatz

6 Zitat von Rahm Emanuel, ehemaliger Stabschef des Weißen Hauses unter US-Präsident Barack Obama von Januar 2009 bis Oktober 2010. Vgl. <http://www.brainyquote.com/quotes/quotes/r/rahmemanue409199.html>

funktionsfähig zu machen, sind im Übrigen andere Stellschrauben bedeutsamer (Barrett 2011, siehe Kapitel 5.3.) als die Reformulierung (und damit Lockerung) des Ziels.

Siebtens muss man eine Abkehr vom Zwei-Grad-Ziel auch vor dem Hintergrund der dann in Kauf genommenen ökologischen Risiken verantwortungsethisch bewerten. Man kann (in dieser Genauigkeit natürlich zugespitzt) sagen, dass die Zwei-Grad-Grenze einen gefährlichen von einem extrem gefährlichen Klimawandel ungefähr scheidet (Anderson 2012). Eine Vier-Grad-Welt ist nach Ansicht vieler Klimawissenschaftler schlichtweg „incompatible with any reasonable characterisation of an organised, equitable and civilised global community“ (ebd., 29). Zudem wird ja schon heute keine Erfüllung des Zwei-Grad-Ziels mit 100%iger Wahrscheinlichkeit angestrebt, sondern insgeheim mit geringeren Wahrscheinlichkeiten operiert, die in anderen Bereichen des Alltags als vollends inakzeptabel gelten (s.o.). Folglich werden bereits schon heute problematisch hohe Wahrscheinlichkeiten („tail events“) für eine Erwärmung um 4–6° C stillschweigend in Kauf genommen (s.o.). Ist dies noch nicht genug Spielraum für eine „realistische“ Politik? Wie wenig Verantwortungsbewusstsein darf man der Politik (und der heutigen Bürgerschaft) eigentlich zugestehen, dass sie die Welt – nicht nur faktisch, sondern sozusagen auch noch mit allen offiziellen Ehren – auch nur in die Nähe eines solchen möglichen Zivilisationsbruches driften ließe?

Trotz dieser sieben Einwände kann man die Erreichung des Zwei-Grad-Ziels dennoch aus guten Gründen (s.o.) als *politisch* unrealistisch ansehen. Der dargestellte Vorteil des Zwei-Grad-Ziels, mehr politischen Handlungsdruck zu erzeugen, wird zudem z.T. dadurch konterkariert, dass viele in der Politikberatung (v.a. IPCC) tätigen Klimawissenschaftler dessen technische Erreichbarkeit in ihren Modellen zunehmend übermäßig optimistisch darstellen (u.a. durch zunehmende Einrechnung negativer Emissionen via BECSS), um den Zugang zur Politik nicht zu verlieren (Geden 2015b). So werden die Größe des Problems, die zeitliche Dringlichkeit und der immense Umfang des *gesellschaftlichen* (und ethischen?) Veränderungsbedarfs gegenüber der Öffentlichkeit – gemessen an der realen Lage! – immer noch verharmlost.

Ökologisch würde eine Abkehr vom Zwei-Grad-Ziel und dem zugehörigen Emissionsbudget jedoch bedeuten, das ohnehin signifikante Risiko klimatischer „tail events“, „black swans“ (s.o.) explizit noch stärker in Kauf zu nehmen. Soll das die Lösung sein?

3 Die Problemfolgen: Knappheit und Leid, doch ganz ohne Streit?

Die globale Erwärmung zeitigt in mehrfacher Hinsicht derartig problematische Auswirkungen auf die Qualität der menschlichen Lebensbedingungen, dass man sie als „größte längerfristige Bedrohung unserer modernen Zivilisation“ (Schellnhuber 2015, 449) bezeichnen kann.

Erstens kommt es in Folge a) der thermischen Ausdehnung des Meerwassers der Ozeane bei höheren Temperaturen sowie des Abschmelzens von b) Gebirgsgletschern und c) der Eisschilde über Grönland und der Antarktis zu einem Anstieg des Meeresspiegels. In den letzten 100 Jahren ist der Meeresspiegel global um ca. 17 cm gestiegen; in jüngster Zeit (zwischen 1993 bis 2010) war laut dem Fünften Sachstandsbericht des IPCC ein Meeresspiegelanstieg von 3,2 mm pro Jahr zu beobachten, wovon 1,1 mm auf a), 0,8 mm auf b) und 0,6 mm auf c) zurückgeführt werden (WBGU 2014, 9). Der IPCC rechnet bei einer globalen Erwärmung um 3–4° C mit einem Meeresspiegelanstieg zwischen 0,45m und 0,82m bis zum Jahr 2100 (ebd., 27), wobei unter diesen Bedingungen in der Folgezeit eine weitere Zunahme erwartet wird. Andere klimawissenschaftliche Quellen halten ein Spektrum zwischen mindestens 80 cm und maximal 2m bis 2100 für am meisten plausibel (Guzman 2013, 83f.). Die Ungewissheit hängt u.a. damit zusammen, dass die Schmelzrate des Eises auf Grönland und der Antarktis in den letzten Jahren nicht konstant geblieben ist, sondern sich seit den frühen 1990er Jahren versechsfach- bzw. verfunffacht hat, und ungewiss ist, wie schnell dies künftig weiter geschehen wird (ebd.; IPCC 2013, 7; Maslin 2015, 38). Neueste NASA-Daten zeigen, dass es schneller geschieht, als bisher erwartet. Sie rechnet mit einem Anstieg zwischen mindestens 1 bis 3 m in den kommenden 100–200 Jahren⁷.

Beim prognostizierten Mindest-Anstieg von 1 m drohen z.B. niedrig gelegene Großstädte wie Tokyo und Singapur zu versinken; global leben heute über 150 Mio. Menschen maximal 1 m über dem Meeresspiegel (ebd.). Bereits ein „niedriger“ Meeresspiegelanstieg von 0,5 m dürfte Schätzungen zufolge den Umfang der gefährdeten Vermögenswerte mehr als verzehnfachen und die Zahl der von Überflutungen gefährdeten Menschen mehr als verdreifachen (WBGU 2014, 28). Zurzeit sind jedes Jahr ungefähr 40 Millionen Menschen von Sturmfluten betroffen. Schon bei einem Anstieg des Meeresspiegels um nur 40 cm wird mit einer Vervielfachung dieser Zahl gerechnet; auch bei einer Erhöhung der Investitionen in den Küstenschutz im Einklang mit der Wirtschaftsentwicklung wird eine Verdoppelung dieser Zahl erwartet (Houghton 2015, 175). Diese Gefahren folgen auch daraus, dass der Meeresspiegelanstieg natürliche, technisch kaum ersetzbare Schutzsysteme gegen Sturmfluten wie

7 Siehe „Nasa warnt vor extremem Anstieg des Meeresspiegels. In: Die Welt, 27.08.2015