

avenir suisse

Wirkungsvolle Klimapolitik

*Der liberale Weg zu einer
CO₂-neutralen Zukunft*

Patrick Dümmler und Lukas Rühli

unter Mitarbeit von Teresa Hug Alonso und Mario Bonato

Dank

Die Autoren bedanken sich bei den Mitgliedern der Programmkommission von Avenir Suisse, Prof. Dr. Reto Föllmi und Dr. Christian Casal, für ihre wertvollen Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge im Rahmen des externen Lektorats. Besonderer Dank gebührt auch dem stellvertretenden Vorsitzenden des Forums für Klima und globalen Wandel (ProClim), Dr. Urs Neu, für viele hilfreiche Inputs und sein sorgfältiges Lektorat der naturwissenschaftlichen Teile von Kapitel 1. Ebenso sei den zahlreichen weiteren Interviewpartnern gedankt, die uns mit ihrem Wissen zur Verfügung standen. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren des Buches und beim Direktor von Avenir Suisse, Peter Grünenfelder.

Autorinnen und Autoren	Patrick Dümmler, Lukas Rühli unter Mitarbeit von Teresa Hug Alonso und Mario Bonato
Redaktionelles Lektorat	Samuel Rutz, Peter Grünenfelder
Stilistisches Lektorat	Urs Steiner
Konzept und Gestaltung	Carmen Sopi
Herausgeber	Avenir Suisse, www.avenir-suisse.ch
Produktion	Bubu AG
Verwendetes Papier	Refutura blauer Engel, matt (100 % Recycling)
ISBN	978-3-033-08555-8

© Mai 2021 Avenir Suisse, Zürich



Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Da Avenir Suisse an der Verbreitung der hier präsentierten Ideen interessiert ist, ist die Verwertung der Erkenntnisse, Daten und Grafiken dieses Werks durch Dritte ausdrücklich erwünscht, sofern die Quelle exakt und gut sichtbar angegeben wird und die gesetzlichen Urheberrechtsbestimmungen eingehalten werden. Die Abbildungen 3, 6, 7a, 7b, 8, 15, 16, 21, 22, 28 sowie die Tabellen 2 und 3 wurden von Avenir Suisse unverändert übernommen und sind daher mit der angegebenen Quelle zu zitieren.

Bestellen
Download

assistent@avenir-suisse.ch, Tel. 044 445 90 00
www.avenir-suisse.ch/publication/wirkungsvolle-klimapolitik/

Vorwort

Die Pandemiekrise hat im Jahr 2020 die Angst vor der weltweiten Klimaerwärmung aus den Schlagzeilen verdrängt. Doch das letzte Jahr war das wärmste der Menschheitsgeschichte. Und die grüne Welle ist politisch auch hierzulande keineswegs verebbt. Seit den eidgenössischen Wahlen 2019 konnten die beiden grünen Parteien zwischenzeitlich auch bei den kantonalen Wahlen ihre Sitzanteile kontinuierlich ausbauen. Sobald die Pandemie vorbei ist, wird der Klimawandel wieder zum öffentlichen Top-Thema. Während die Privatwirtschaft bei der Bekämpfung von Sars-CoV-2 durch Entwicklung von wirksamen Vakzinen im Rekordtempo agiert, wird in der Klimapolitik «die Wirtschaft» generell und das Wirtschaftswachstum im Speziellen für den Temperaturanstieg verantwortlich gemacht. Forderungen nach einem grundsätzlichen Systemumbau, weg von der freien Marktwirtschaft hin zu einer «Green Economy», werden laut. Öffentliche Gelder sollen in grüne Technologien und Branchen fliessen. Nur der Staat könne uns mit einem griffigen Instrumentarium von Regulierung und Dirigismus vor dem drohenden Klimakollaps schützen. Ausschliesslich die Effizienz beim Ressourcenverbrauch zu steigern, genüge nicht, es brauche eine Gesellschaft ganz ohne Wachstumsdynamik – Konsumverzicht sei angezeigt. Zugleich wächst das Unverständnis über die Langsamkeit der politischen Entscheidungsprozesse bei der Ausarbeitung von Massnahmen gegen die scheinbar drohende Katastrophe. Netto-null als Lösung für dieses Land dürfe nicht erst 2050 gelten, sondern müsse radikal und sofort durchgesetzt werden. Die drohenden Kipppunkte des Klimas endeten in Zustandsveränderungen biblischen Ausmasses, so der Tenor der Klimabewegung.

In der Vergangenheit waren die Pro-Kopf-Emissionen der Schweiz überdurchschnittlich hoch. Doch seit 1990 ist ein sich beschleunigender Rückgang des Treibhausgas-Ausstosses unseres Landes zu beobachten. Vor allem in Sachen Energieeffizienz hat unser Land grosse Fortschritte zu verzeichnen. Innerhalb der letzten 40 Jahre konnte der Energieverbrauch im Verhältnis zu einer produzierten Wertschöpfungseinheit um mehr als zwei Drittel reduziert werden. Die Schweiz trägt 0,1% zum weltweiten CO₂-Ausstoss bei. Doch auch wenn dieser Beitrag zum Klimawandel minim ist – der Verweis allein auf die statistischen Proportionen greift zu kurz: Ein ungebremseter Klimawandel hätte weltweit per Saldo tatsächlich drastische negative Auswirkungen. Die Schweiz kommt nicht umhin, ihren Anteil zur Bekämpfung der globalen Erwärmung zu leisten. Dieses Engagement muss im multilateralen wie im europäischen Kontext erfolgen, ebenso sind im Inland griffige Massnahmen zu realisieren.

Das war Motivation für meine beiden Kollegen und Avenir-Suisse-Forschungsleiter Patrick Dümmler und Lukas Rühli, die Autoren dieser Publikation, zusammen mit Teresa Hug Alonso und Mario Bonato in einer umfassenden Auslegeordnung mit wissenschaftlicher Akribie die Entwicklungsachse des Klimawandels filigran nachzuzeichnen. Fundiert und mit ökonomischer Präzision wird aufgezeigt, welche Massnahmen wirksam sind bei der Bekämpfung des Klimawandels und welche Regulationen eher im Bereich der effektheischenden Symbolpolitik zu verorten sind.

Herausgekommen ist ein Werk, dass auf über 200 Seiten aufzeigt, wo Handlungsbedarf gegeben ist, aber auch wo regulative Fehlentwicklungen in Gange sind. Es ist eine Publikation für Umwelt- und Energiepolitiker genauso wie für Wirtschaftsverantwortliche. Es bietet aber auch Lesestoff für ökologisch besorgte, wissensdurstige Bürgerinnen und Bürger. Sowohl Klimabewegten als auch Klimaskeptikern können die unzähligen Abbildungen und Grafiken helfen, Haltung und Überzeugungen zu prüfen und einzuordnen. Für die intensive Arbeit bei der Recherche, der wissenschaftlichen Analyse, der Planung und Koordination, der Redaktion und dem Layout über die letzten Monate hinweg bis zur Drucklegung dieses Werks gebührt unserem Team mein grosser Dank.

Wie eine liberale Klimapolitik für die Schweiz auszugestalten ist, wird anhand von Zielen und Handlungsfeldern dargelegt. Es ist eine Politik, die einen wirksamen Beitrag gegen den Klimawandel leisten kann. Ein Instrumentarium, das auf Marktmechanismen setzt, ist zweckmässiger als detaillierte Verbote und Vorschriften zur Lenkung von Menschen und Unternehmen. Es ist gedeihlicher als die Schaffung einer neuen «grünen» Staatswirtschaft. Zugleich kommt unser Land nicht umhin, die internationale Kooperation voranzutreiben. Auch in der Klimapolitik erweist sich der alleinige Innenfokus auf Dauer nicht als zielführend. Die Erderwärmung ist ein globales Problem – es braucht neben nationalen Massnahmen vor allem internationale Ansätze für eine wirkungsvolle Klimapolitik.

Peter Grünenfelder, Direktor von Avenir Suisse

Inhalt

— Vorwort	_ 5
 01 — Der Klimawandel und seine Ursachen	 _ 12
1.1 _ Industrialisierung, Lebensqualität und Klimawandel	12
1.1.1_ Steigende Lebensqualität dank Industrialisierung	12
1.1.2_ Ressourcenschonender Markt	14
1.1.3_ Die Umwelt-Kuznets-Kurve	15
1.1.4_ Weshalb zu viele Treibhausgase ausgestossen werden	18
1.2 _ Globale Klimafakten	20
1.2.1_ CO ₂ und andere Treibhausgase	20
1.2.2_ Der Treibhausgasausstoss in Zahlen	24
1.2.3_ Der bisherige Temperaturanstieg und die Zukunftsszenarien	32
1.2.4_ Die Folgen des Temperaturanstiegs	42
1.3 _ Klimafakten Schweiz	50
1.3.1_ Treibhausgasausstoss	50
1.3.2_ Klimawandel in der Schweiz	62
1.4 _ Einordnung	68
1.4.1_ Klimaskeptiker	68
1.4.2_ Klimapaniker	71
1.4.3_ Klimawandel und Kapitalismuskritik	77
 02 — Klimapolitik in der Theorie	 _ 80
2.1 _ Liberalismus und Klimaschutz	80
2.2 _ Die Bepreisung von Treibhausgasen	83
2.2.1_ Der Vorteil marktwirtschaftlicher Instrumente	83
2.2.2_ Die Höhe des CO ₂ -Preises	87
2.2.3_ Zertifikatehandel (Cap and Trade) vs. Treibhausgassteuer	94
2.2.4_ Zertifikatehandel und THG-Steuer: Umverteilungswirkungen	99
2.2.5_ Warum weltweite Kooperation entscheidend ist	102
2.3 _ Corona-Massnahmen gegen den Klimawandel?	106
2.3.1_ Einfluss der Corona-Krise auf den Treibhausgas-Ausstoss	106
2.3.2_ Bekämpfung des Klimawandels als Luxusgut?	109
2.3.3_ Innovation vs. Konsumverzicht	112

03 _ Klimapolitik in der Praxis	_ 114
3.1 _ Aktuelle internationale Klimapolitik	114
3.1.1_ Die Uno: Rahmenübereinkommen und Agenda 2030	114
3.1.2_ Das Übereinkommen von Paris	115
3.1.3_ Der europäische Grüne Deal	118
3.1.4_ Das EU-Emissionshandelssystem	121
3.1.5_ Der Biden-Harris-Plan für die USA	129
3.1.6_ Das chinesische Emissionshandelssystem	131
3.1.7_ Globale Lösungen für ein globales Problem	132
3.2 _ Aktuelle Schweizer Klimapolitik	133
3.2.1_ Die Klimaziele des CO ₂ -Gesetzes	133
3.2.2_ Kriterien für zukünftige klimapolitische Massnahmen	136
3.2.3_ Die Massnahmen des bisherigen CO ₂ -Gesetzes	141
3.2.4_ Vergleich der Massnahmen anhand der Kriterien	146
3.2.4.1 _ Analyse der Effektivität	147
3.2.4.2 _ Analyse der Effizienz	152
3.2.4.3 _ Analyse der Kostenwahrheit und der Technologieneutralität	154
3.2.5_ Zusammenfassende Beurteilung der bisherigen Massnahmen	155
04 _ Zukünftige Ansätze der Klimapolitik	_ 158
4.1 _ Globale Ansätze zur Emissionsreduktion	158
4.1.1_ Verbote und Vorschriften	158
4.1.2_ Treibhausgassteuer	160
4.1.3_ Emissionshandel	165
4.2 _ Der Klima-Club	170
4.2.1_ Lösung des Trittbrettfahrerproblems	170
4.2.2_ Anpassung multilateraler Regeln	171
4.2.3_ Erreichen einer kritischen Masse	172
4.2.4_ Mögliche Umsetzung durch die EU	175
4.3 _ Weiterentwicklung der Schweizer Klimapolitik	177
4.3.1_ Bilaterale Klimakompensationsabkommen	177
4.3.2_ Totalrevision CO ₂ -Gesetz	179
4.4 _ Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz	187
4.4.1_ Risiken	187
4.4.2_ Chancen	191
4.4.3_ Anpassungsaktivismus vermeiden	192
05 _ Fazit	_ 194
5.1 _ Ausgangslage – Klima und Klimapolitik	194
5.2 _ Eine wirksame Klimapolitik für die Schweiz	198
5.3 _ Zehn abschliessende Überlegungen	204

Abbildungen

Abbildung 1	Umwelt-Kuznets-Kurven in der Realität	16–17
Abbildung 2a	Entwicklung der jährlichen CO ₂ -Emissionen nach Weltregionen	24–25
Abbildung 2b	Die historische CO ₂ -«Schuld» (seit 1850)	26–27
Abbildung 3	Herkunft der Treibhausgasemissionen nach Sektoren (2016)	28–29
Abbildung 4	Die CO ₂ -Konzentration auf historischer Zeitskala	30–31
Abbildung 5	Temperaturanstieg global und über Land seit 1850	32–33
Abbildung 6	Szenarien zu Treibhausgasemissionen und Klimaerwärmung	34–35
Abbildung 7a	Reduktionsszenarien mit Erreichung des 1,5-Grad-Ziels	38–39
Abbildung 7b	Zusammensetzung der Treibhausgasemissionen bei 1,5°C-Reduktionsszenario	40–41
Abbildung 8	Verteilung des weltweiten Temperaturanstiegs (RCP4.5, 2081–2100 vs. 1986–2005)	43
Abbildung 9	Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1860	50–51
Abbildung 10	Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren	52–53
Abbildung 11	Emissionsintensität nach Sektor	54–55
Abbildung 12	Produktionssicht vs. Konsumsicht	56–57
Abbildung 13	Die schweizerische «CO ₂ -Schuld»	58–59
Abbildung 14	Entwicklung Energieeffizienz und Emissionsfaktor Schweiz vs. Welt	60–61
Abbildung 15	Temperaturen in der Schweiz von 1864 bis 2020	62
Abbildung 16	Temperaturanstieg in Europa (2071–2100 vs. 1971–2000)	63
Abbildung 17	Sozialismus mit desaströser CO ₂ -Bilanz	78
Abbildung 18	Die Grenzkosten der CO ₂ -Vermeidung	86
Abbildung 19	Negative Emissionen als Marktgleichgewicht	93
Abbildung 20	Das grüne Paradoxon von Klimaschutzmassnahmen	103
Abbildung 21	Reduktion der CO ₂ -Emissionen 2020 gegenüber dem Vorjahr	107
Abbildung 22	Ausbildung, Gesundheit und Beruf am wichtigsten	110–111
Abbildung 23	Innovationen schlagen Konsumverzicht	112
Abbildung 24	Preisentwicklung einer Tonne CO ₂ im EU-EHS	127
Abbildung 25	Reduktionspfad der Schweiz	134
Abbildung 26	Lenkungsabgabe: Vermeidungskosten vs. Einnahmevermögen	139
Abbildung 27	Beurteilung der Klimamassnahmen	156
Abbildung 28	Globale Treibhausgas-Emissionshandelssysteme (EHS) und Treibhausgassteuern	162
Abbildung 29	Kosten und Nutzen eines Klima-Clubs	173
Abbildung 30	Zwei Ziele und sechs Handlungsfelder einer liberalen Klimapolitik für die Schweiz	198

Tabellen

Tabelle 1	Übersicht (anthropogene) Treibhausgase	21
Tabelle 2	Szenarien zu Treibhausgas-Konzentration, -Emissionen und zur Klimaerwärmung	36–37
Tabelle 3	Partizipationswahrscheinlichkeiten von Ländern und Regionen	174

Textboxen

Box 1	Mikroökonomische Herleitung der Umwelt-Kuznets-Kurve	17
Box 2	Was ist netto-null?	22
Box 3	Greta Thunberg	76
Box 4	Symbolpolitik: Von Jutesäcken und Klimanotständen	82
Box 5	Das Coase-Theorem	84
Box 6	Erdölknappheit	89
Box 7	Globale vs. lokale Lenkungswirkung	90
Box 8	Netto-null 2050	92
Box 9	Das «Wasserbett»: Vorteil Treibhausgassteuer	98
Box 10	Aus der Verantwortung freikaufen?	101
Box 11	Die Schweiz und die Agenda 2030	115
Box 12	Das Kyoto-Protokoll	116
Box 13	Die Schweiz und das Übereinkommen von Paris	118
Box 14	Das gemeinsame Emissionshandelssystem Kaliforniens und Québecs	130
Box 15	Die Schweizer Klimaanstrengungen im internationalen Vergleich	136
Box 16	Graue Emissionen	146
Box 17	Globale Bepreisung der Treibhausgasemissionen	161
Box 18	Die Frage der Kernkraft	178
Box 19	Beispiel der Preisdifferenzen in- und ausländischer Kompensationen	181
Box 20	Umgang des Tessins mit den Herausforderungen	188

1 Der Klimawandel und seine Ursachen

1.1 Industrialisierung, Lebensqualität und Klimawandel

Die Geschichte des Wirtschaftswachstums besteht, vereinfacht gesagt, aus zwei Perioden (Clark 2003). Die Erste umspannt viele Jahrhunderte und ist von Armut und sehr einfachen Lebensbedingungen geprägt. Die Zweite beginnt mit der Industriellen Revolution (1760–1840) und ist bis heute von beinahe stetig steigendem Wohlstand gekennzeichnet. Vor dem 19. Jahrhundert gab es weltweit praktisch kein persistentes Wirtschaftswachstum (sondern ständige Auf und Ab), und entsprechend konnten bei den Einkommen während der gesamten Zeit keine nachhaltigen Zuwächse beobachtet werden. Die Menschheit befand sich in der sogenannten «Malthusianischen Falle»: Die Einkommen und somit der Wohlstand der Bevölkerung waren in dieser Zeit direkt abhängig von der Anzahl Menschen. Teilweise durch externe positive Veränderungen angetrieben (wie Eroberung von neuem Land oder verbesserten Handelsbeziehungen), stieg der Wohlstand, was wiederum zu erhöhten Geburten- und Überlebensraten führte. Das führte allerdings die Pro-Kopf-Erträge wieder auf ihr ursprüngliches Niveau zurück. Da zudem diese Veränderungen – im Gegensatz zu technologischem Fortschritt, der die Produktivität nachhaltig erhöht – reversibel waren, war die gewachsene Bevölkerung früher oder später (sobald sich die äusseren Bedingungen wieder verschlechterten) mit akutem Ressourcenmangel konfrontiert. Hunger und Seuchen senkten Geburtenraten und erhöhten die Sterblichkeit. Die Einwohnerzahl reduzierte sich, was nun abermals die Möglichkeit für höhere landwirtschaftliche Erträge pro Kopf schuf (Clark 2009).

1.1.1 Steigende Lebensqualität dank Industrialisierung

England entkam um 1800 dank technischer Innovationen als erstes Land diesem Nullsummenspiel und läutete damit die zweite Periode ein (Clark 2009). Die industrielle Revolution erfasste rasch weitere europäische Länder und schliesslich den Rest der Welt. Ausschlaggebend in dieser Periode war, dass das Wirtschaftswachstum von der Bevölkerungsentwicklung entkoppelt werden konnte. Die bisherigen Einschränkungen, also die Knappheit von fruchtbarem Land, galten weiterhin, doch die Industrialisierung ermöglichte es, Produktionsfaktoren effizienter zu nutzen, und die zunehmende Abstützung auf formalem und systematischem Wissen beschleunigte den technologischen

Fortschritt rasant (Mokyr 2019). Dadurch konnten grosse Teile der Menschheit schliesslich der Malthusianischen Falle entkommen (Clark 2003).

Die seit der industriellen Revolution erreichten Fortschritte sind immens: Im Jahr 1800 betrug das globale Bruttoinlandprodukt (BIP) pro Kopf 1163 \$, 2019 waren es 18 825 \$ (inflationbereinigt, zu Preisen von 2020). ¹ Während es zuvor Jahrhunderte lang keine grossen Veränderungen gab, ist die Wertschöpfung in den letzten 150 Jahren im globalen Durchschnitt um den Faktor 16 gestiegen. Zeitgleich begann auch die globale Armutsquote zu sinken. Lebten um 1800 etwa 80 % der Weltbevölkerung in absoluter Armut (mit weniger als 2 \$/Tag) ², waren es 1990 noch 43 % – obwohl sich die Bevölkerung fast verachtfachte. Seit 1990 sank der Anteil weiter und 2018 lebten schliesslich noch 9 % der globalen Bevölkerung in extremer Armut (Gapminder 2018).

Allerdings wird Lebensqualität durch weit mehr definiert als die Höhe des Einkommens. Aus diesem Grund wurde 1990 der «Human Development Index» (HDI) entwickelt, der seither die Entwicklung eines Landes am Wohlergehen von dessen Bürger misst. Der Mensch wird dabei explizit ins Zentrum gestellt und das Einkommen als eines von drei Schlüsselkriterien als Mittel zum Zweck für einen angemessenen Lebensstandard betrachtet. Die weiteren Kriterien prüfen, ob Einwohner ein langes und gesundes Leben führen können und ob sie Zugang zu einer Ausbildung haben. Auch unter Einbezug solcher Indikatoren ist das Wohlergehen der Menschheit markant gestiegen: Seit Messbeginn 1990 ist der HDI global stetig gestiegen, wobei die positive Entwicklung, mit ein paar Ausnahmen alle Länder betrifft (UNDP 2020a).

Diese Entwicklung wird verdeutlicht, wenn man die Indikatoren, die den HDI ausmachen, einzeln und über längere Zeit betrachtet. Die durchschnittliche Lebenserwartung, welche das Gesundheitskriterium darstellt, lag 2018 bei 72,6 Jahren, in vielen entwickelten Ländern sogar bei über 80 Jahren (World Bank 2020). Ähnlich wie bei der Entwicklung des BIP ist diese Verbesserung erst in den letzten 200 Jahren eingetreten: Vor 1800 lag die durchschnittliche Lebenserwartung bei der Geburt jahrhundertlang bei 30–40 Jahren (Owid 2019a). Ein wesentlicher Teil der gestiegenen Lebenserwartung ist dabei auf die gesunkene Kindersterblichkeit zurückzuführen, die weltweit von 42,8 % in 1800 auf 3,8 % in 2019 gesunken ist (Gapminder 2020b). Auch der Zugang zu einer Ausbildung, das Bildungskriterium, hat sich stark verbessert: 1870 lag der weltweite Durchschnitt der Anzahl besuchten Schuljahre bei gerade einmal 0,5 Jahren, 2019 waren es 8,5 Jahre (Lee und Lee 2016; UNDP 2020b). Grosse Fortschritte wurden zudem auch in der Alphabetisierung erzielt. Konnten 1820 nur etwa 12 % der Weltbevölkerung lesen und schreiben, waren es in 2019 86,5 % (OECD 2014; UIS 2020).

1 Berechnet auf Basis von Gapminder (2020) und IMF (2020).

2 Extreme Armutsgrenze von 1,85 \$/Tag, basierend auf dem Preisstand von 2011.

1.1.2 Ressourcenschonender Markt

Die Lebensqualität der Menschen ist also seit der industriellen Revolution deutlich gestiegen. Anders als zu malthusianischen Zeiten ist unser Wohlstand nicht vom Sterben unserer Nachbarn abhängig. Doch mit der Zeit ergeben sich neue Probleme, und die zentrale Frage ist, wie lange, wenn überhaupt, sich diese Phase des Wachstums aufrechterhalten lässt. Die Problematik besteht erstens darin, dass das Wachstum Ressourcen aufbraucht, die nur begrenzt verfügbar sind oder sich zu langsam regenerieren, um mit dem schnellen Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum Schritt zu halten. Zweitens kann der Einsatz dieser Ressourcen im Produktionsprozess zu negativen Externalitäten führen, die u.a. auch unser Ökosystem schädigen.

Auf den ersten Blick scheint es, als müsste das Wachstum die natürlichen Ressourcen zwangsweise – und eher früher als später – erschöpfen. Zwischen 1980 und 2015 hat sich der Rohstoffverbrauch verdoppelt, seit 1900 sogar verzehnfacht (OECD 2015). Auf dem zweiten Blick kristallisiert sich allerdings ein weiterer Trend heraus: Die Ressourcenproduktivität ist gestiegen, das heisst der Ressourcenverbrauch pro BIP-Einheit ist gesunken. OECD-Länder erzielten 2015 mit einer Ressourceneinheit 30% mehr volkswirtschaftliche Wertschöpfung als 2000 und sogar 50% mehr als 1990. Nicht nur hat der Strukturwandel hin zum weniger ressourcenintensiven Dienstleistungssektor in diesen Ländern viel zu dieser Entwicklung beigetragen, sondern auch die Wiederverwertungsquoten von Rohstoffen sind gestiegen (OECD 2015).

Wie schnell der Markt eine (vermeintliche) Verknappung überwinden kann, lässt sich an einem Beispiel illustrieren: 2010 verhängte China nach einem maritimen Konflikt mit Japan ein Embargo auf Seltene Erden. China kontrollierte zu dieser Zeit etwa 97% der weltweiten Förderung. Obwohl nur Japan offiziell vom Embargo betroffen war, zeigte der Konflikt dem Rest der Welt, wie prekär es sein konnte, von diesem Rohstoff abhängig zu sein (Gholz 2014). Als Folge des Embargos schnellten die Preise für Seltene Erden hoch, denn viele Unternehmen stockten ihre Vorräte auf. Die Verteuerung des Rohstoffes machte alternative Produktionsmethoden attraktiver, die keine oder weniger Seltene Erden benötigten. Andere Hersteller entwickelten technologische Alternativen, oft von Investoren finanziert, die beim Preisanstieg auf diese Entwicklung spekulierten (Gholz 2014). Als neben China auch in anderen Ländern Förderkapazitäten für Seltene Erden aufgebaut wurden, fielen die Preise wieder. Dies hatte zur Folge, dass viele innovative Prozesse wieder unterbrochen wurden und China heute weiterhin einen hohen Marktanteil hat. Zwar hat sich in diesem Beispiel wieder das alte Szenario etabliert, als der Preis für Seltene Erden zusammenfiel, doch das ist Teil des Mechanismus. Bei einer andauernden Verknappung wäre der Preis weiter gestiegen und die technologischen Alternativen hätten Fuss fassen können. Es ist der Vorteil des Marktes, flexibel auf diese Gegebenheiten – also die Ressourcenknappheit – reagieren zu können.

Dass zwischen Verknappung im physischen Sinne und Verknappung im ökonomischen Sinn Welten liegen und der menschliche Innovationsgeist pessimistische Prog-

nosen Mal für Mal Lügen strafte, zeigt auch folgender Blick zurück: 1972 verkündete der Club of Rome auf Basis simpler Computermodelle, die Grenzen des Wachstums seien im Laufe der nächsten hundert Jahre erreicht und die grosse Mehrheit der derzeit nicht erneuerbaren Ressourcen im Zuge dessen extrem teuer. Die Realität widerlegt diese Prognose bisher aufs Deutlichste: Betrachtet man einen Warenkorb von 50 Rohstoffen – von Aluminium über Baumwolle, Hühnchen, Kaffee, Lachs, Reis, Weizen, Uran bis Zink und Zucker – über den Zeitraum von 1980 bis 2017, sieht man, dass dessen Preis um 36,3% gesunken ist (Pooley und Tupy 2018). Im selben Zeitraum hat sich das weltweite Einkommen pro Arbeitsstunde von 2,97 \$ auf 5,34 \$ erhöht. Die Kombination von Preis- und Einkommenseffekt führt zu folgendem Resultat: Wofür die Menschheit 1980 noch 60 Minuten Arbeit einsetzte, musste sie 2017 bloss noch 21 Minuten Arbeit investieren (Tupy 2019). So gesehen sind Rohstoffe deutlich günstiger geworden – und damit auch weniger knapp.

Es steht somit kaum zu befürchten, dass weiteres Wachstum unversehens zur Erschöpfung endlicher Ressourcen führen wird, denn das Wachstum lebt von denselben Innovationen, die uns erlauben, Alternativen zu nutzen, wenn ein Rohstoff knapper wird.

Doch wie steht es um die negativen Externalitäten, also die negativen und nicht abgegoltenen Umweltauswirkungen des Konsums? Werfen wir hierzu einen Blick auf unterschiedliche Umweltherausforderungen der letzten Jahrzehnte und dem Umgang mit ihnen.

1.1.3 Die Umwelt-Kuznets-Kurve

Die gegenwärtige Umweltbewegung kam erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts auf, doch die Auswirkungen von Umweltproblemen wie Wasser- oder Luftverschmutzung auf den Menschen waren schon den Römern bewusst. Dennoch führten diese Sorgen selten zu öffentlichen Aufständen; dies begann erst mit der Industrialisierung (Elliot 2020): Die Umweltverschmutzung nahm in ihrem Zuge erstmals in einem solchen Ausmass zu, dass das Wasser nicht mehr trinkbar und die Luft kaum mehr zu Atmen war. Allerdings geschah dieser Anstieg nicht von einem Tag zum nächsten: In Europa und Nordamerika nahmen beispielsweise die Schwefeldioxid-Emissionen (SO_2), die grösstenteils für die Luftverschmutzung verantwortlich waren, seit ca. 1850 fortwährend zu, bis schliesslich 1970 in Nordamerika und 1980 in Europa der Höhepunkt erreicht wurde (vgl. Abbildung 1a). Seither ist eine kontinuierliche Abnahme der Emissionen zu beobachten. Doch wie kam es zu dieser Wende, wenn doch vorher der Anstieg der Emissionen mehr als hundert Jahre geduldet wurde? Der Umwelt-Kuznets-Kurve zufolge kann dies dadurch erklärt werden, dass eine intakte Umwelt erst ab einem bestimmten Niveau an Einkommen und Wohlstand als Bedürfnis der Gesellschaft politisch zur Geltung kommt.

Dieses Phänomen sollte allerdings nicht reinem Idealismus zugeschrieben werden: Der Wandel tritt nicht in erster Linie ein, weil man sich ab dem Überschreiten eines

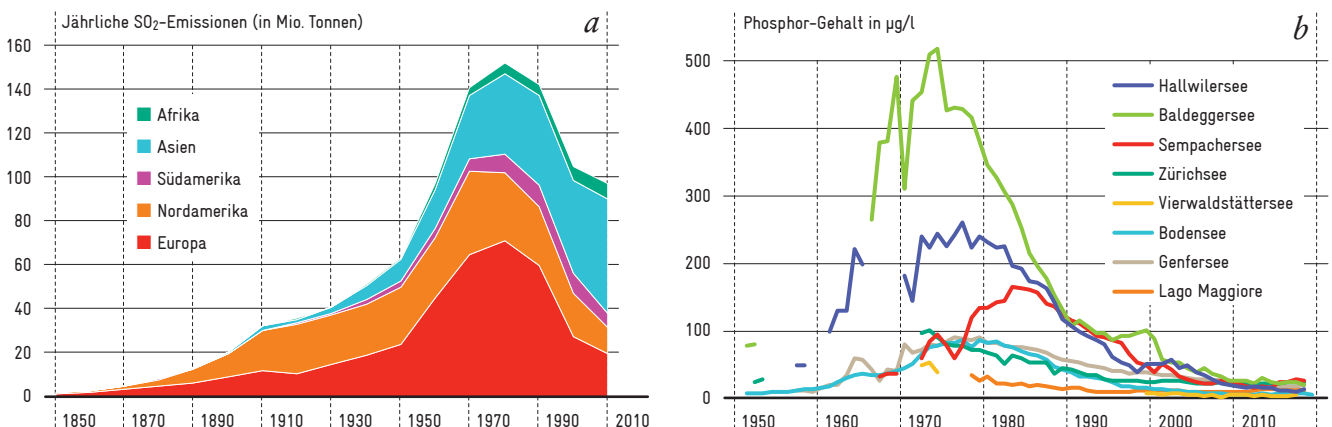
Einkommensniveaus plötzlich vorwiegend altruistischen Zielen widmen würde. Er ist vielmehr dadurch getrieben, dass in Folge der Erfüllung von Grundbedürfnissen der Nutzen zusätzlichen Güterkonsums sinkt und die Präferenz für eine saubere Umwelt relativ an Gewicht gewinnt (vgl. Box 1)

Bei lokalen Umweltherausforderungen wie der Luft- und Wasserverschmutzung ist die Kuznets-Kurve auch umfassend empirisch dokumentiert (Pearce 2002; Shafik und Bandyopadhyay 1992). Man muss dafür nicht weit schauen: In der Schweiz konnte beispielsweise eine Vielzahl regionaler Umweltprobleme beseitigt werden. So kam es nach der Massenmotorisierung in den 1970er Jahren, als man sich vermehrt der Gefahr der Luftverschmutzung bewusst wurde, zum Umstieg auf bleifreies Benzin und zum Einsatz von Katalysatoren in Fahrzeugen (NZZ 2001). Kurz nach Einführung des Katalysators 1985 fingen die NO_x -Emissionen rasch an zu sinken (vgl. Graph c in der Abbildung 1). Neu war zu dieser Zeit auch eine höhere Sensibilität für Umweltprobleme wie das vermeintlich drohende Waldsterben, das die Politik zum Handeln bewegte (NZZ 2014). Eine ähnliche Entwicklung zeigte sich bezüglich der Schweizer Wasserqualität. Die Bevölkerung forderte erst in den 1950er Jahren Massnahmen zum Schutz der Gewässer, nachdem jahrelang Abwässer aus der Industrie, aber auch von den Haushalten ungeeignet in Bäche, Flüsse und Seen eingeleitet wurden, sodass stinkende und schäumende Gewässer, Algenteppiche, Abfälle und Fischsterben an der Tagesordnung waren (Bafu 2017). Die negativen Konsequenzen der Umweltverschmutzung zeigten sich also direkt vor der eigenen Haustür. ³

Abbildung 1

Umwelt-Kuznets-Kurven in der Realität

Hier abgebildet sind vier Beispiele von Umwelt-Kuznets-Kurven: a) Die weltweite Entwicklung der SO_2 -Emissionen. b) Die Feinstaubbelastung Londons seit 1700 im Vergleich zur aktuellen Feinstaubbelastung Delhis. c) Die Entwicklung des Phosphorgehalts von Schweizer Seen. d) Die Entwicklung verschiedener Luftschadstoffemissionen in der Schweiz.



Box 1

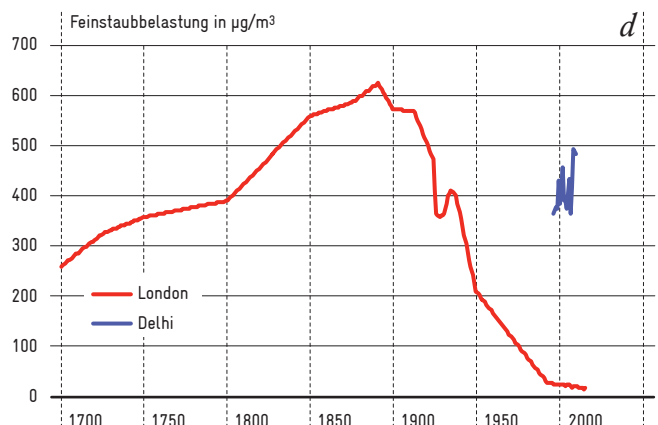
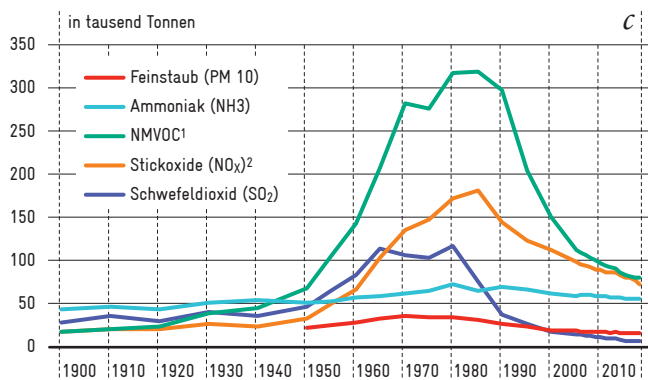
Mikroökonomische Herleitung der Umwelt-Kuznets-Kurve

Mikroökonomisch kann die Kuznets-Kurve hergeleitet werden, indem man die Umwelt und das Klima als Güter betrachtet, die mit Kosten und Nutzen verbunden sind. Sie sind ebenso Produktionsfaktoren wie Konsumgüter, womit zwangsläufig eine Verwendungskonkurrenz besteht (Shafik und Bandyopadhyay 1992). Wird die Umwelt als Produktionsfaktor benutzt, wird über sie der Konsum anderer Güter ermöglicht, was einen entsprechenden Nutzen (Konsumentenrente) generiert. Allerdings sind die Kosten dafür eine erhöhte Umweltverschmutzung. Da eine intakte Umwelt selbst als Konsumgut Nutzen generiert, senkt diese erhöhte Umweltverschmutzung den Konsumnutzen. Ein nutzenmaximierendes Individuum wird eine umso geringere Nachfrage nach sauberer Umwelt haben, je leichter es seinen Nutzen durch den Konsum anderer Güter

erhöhen kann. Doch der Grenznutzen zusätzlichen materiellen Konsums sinkt mit zunehmendem Konsumniveau, andererseits steigt der Grenznutzen intakter Umwelt mit abnehmender Umweltqualität. Ab einem gewissen Punkt überwiegt der negative Effekt der Umweltverschmutzung, was zu einer Änderung der Präferenzen führt (Pasten und Figueroa 2012). Wofür Umweltgüter eingesetzt werden, hängt also davon ab, auf welcher Seite dieses Optimierungsproblems eine Gesellschaft steht. In der Tat hat es sich gezeigt, dass höhere Einkommen dort mit weniger Umweltschädigung assoziiert sind, wo das menschliche Wohlergehen direkt von dieser betroffen ist, da dann der Anreiz besteht, die Umweltverschmutzung zu reduzieren (Shafik und Bandyopadhyay 1992).

- 3 Unterdessen sind die Ansprüche an die Sauberkeit von Gewässern weiter gestiegen. Das beweist nicht zuletzt die Trinkwasserinitiative, über die das Volk am 13. Juni 2021 – also zusammen mit dem Referendum über die Totalrevision des CO₂-Gesetzes – befindet. Sie fordert, dass Bauern, die nach wie vor Pestizide einsetzen und Antibiotika prophylaktisch nutzen, keine öffentlichen Direktzahlungen mehr erhalten.

Quelle: Owid (2017a), Owid (2017b), Bafu (2021), BFS (2020)



Weltweit wurden viele lokale Umweltprobleme, die sich mit der fortschreitenden Industrialisierung verschärft hatten, zu weiten Teilen gelöst (vgl. Abbildung 1). Nicht so in Sachen CO₂-Ausstoss. Zwar scheint auch dieser in mehreren westlichen Ländern sein Maximum schon überschritten zu haben, aber das ist nur teilweise auf Klimaschutzbemühungen zurückzuführen, zu anderen Teilen hingegen die Folge des Strukturwandels, also der Verschiebung der sektoriellen Anteile der Wertschöpfung von der emissionsintensiven industriellen Produktion hin zu emissionsärmeren Dienstleistungssektoren (Achten et al. 2018). Teilweise geschah das auch durch Auslagerung industrieller (wertschöpfungsärmerer) Prozesse ins Ausland. Weltweit ist bis heute ein praktisch ungebremsster Anstieg der CO₂-Emissionen – bzw. der Treibhausgasemissionen im Allgemeinen – zu beobachten. Warum ist das so?

1.1.4 Weshalb zu viele Treibhausgase ausgestossen werden

Die grundsätzliche Herausforderung bei Umweltgütern ist, dass sie sogenannte «Allmendgüter» sind. Dieser Begriff fällt meist im Zusammenhang mit der Definition des «öffentlichen Guts». Für dieses gilt: Es ist (1) technisch kaum möglich, jemanden von dessen Konsum (auch wenn er nicht dafür bezahlt hat) auszuschliessen (Prinzip der «Nichtausschliessbarkeit»). (2) hat der Konsum des Guts durch eine Person keine Konsequenzen auf den Konsum desselben Guts durch andere. Eine Person kann das Gut einer anderen also nicht «wegkonsumieren» (Prinzip der «Nicht-Rivalität»). Klassisches Beispiel für ein Öffentliches Gut ist die Landesverteidigung.

Gilt Nichtausschliessbarkeit, während aber Rivalität im Konsum existiert, spricht man von einem Allmendgut.⁴ Der Name entspringt der Allmend, also der gemeinschaftlich zugänglichen Weide (ohne Zuteilung eines Eigentumsrechts), auf die Bauern ihr Vieh bringen können. Aufgrund der Anreizstruktur besteht die Gefahr, dass so eine Weide übernutzt wird: Ein Landwirt wird bei der Entscheidung, ob auch er seine Tiere auf die Weide schicken soll, allein berücksichtigen, was dies seinen Tieren bringt, und unberücksichtigt lassen, dass die zusätzlichen Tiere den Fressertrag der anderen Tiere (fremder Bauern) auf der Weide reduzieren. Auf Basis individuell «optimierter» Entscheidungen folgt also ein suboptimales Resultat: Es sind zu viele Tiere auf der Weide. Bei Umweltgütern ist es genau dasselbe. Nur dass die Tiere für die Umweltbelastung stehen, die Weide für die Welt und: Die Bauern sind wir alle.

Dies ist die Tragik der Allmendgüter («tragedy of the commons»), bei der die rationalen Entscheidungen der einzelnen Individuen zu einem kollektiv suboptimalen

⁴ Im gegenteiligen Fall, wenn also Ausschliessbarkeit gewährleistet ist, aber Nicht-Rivalität gilt, spricht man von einem Club-Gut. Ein Beispiel dafür sind Streaming-Dienste wie Netflix & Co. Der Zugang für Nicht-Zahler kann problemlos verhindert werden; eine zunehmende Anzahl weiterer Nutzer schmälert hingegen den Konsumnutzen des Abonnenten nicht (wenn überhaupt, erhöhte es ihn sogar, da damit die Wahrscheinlichkeit steigt, dass er sich mit Gleichgesinnten über ein bestimmtes Angebot unterhalten kann).

Ergebnis führen (Hardin 1968). Das Problem kann gelöst werden, indem auf Ebene des Kollektivs Massnahmen ergriffen werden, die die Individuen dazu bewegen, im Sinne des Ganzen zu handeln (Ostrom 2015). Der Beschluss und die Durchsetzung solcher Massnahmen sind desto wahrscheinlicher, je kleiner das Kollektiv ist, innerhalb dessen die Kosten und Nutzen der zu regulierenden Tätigkeit anfallen, und je eher dies innerhalb einer geeigneten Jurisdiktion geschehen kann, in deren Macht es steht, Regeln zu definieren und deren Nichteinhaltung zu sanktionieren. Das ist der Grund dafür, warum – in Ländern mit genügendem Wohlstand – ein erheblicher Teil der lokalen Umweltprobleme weitgehend behoben ist.

Das Klima ist jedoch das Paradebeispiel für das Gegenteil: Die Auswirkungen von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) verteilen sich global, und nicht nur einzelne Emittenten haben von ihren Reduktionsbemühungen keinerlei spürbaren Nutzen, sondern auch ganze Nationalstaaten werden selbst kaum etwas von ihren im Kollektiv beschlossenen Klimaschutzbemühungen spüren. Beim Klimaschutz existiert das Allmendproblem also nicht nur auf der Ebene Individuum vs. Staat, sondern fast unverändert auf der Ebene Staat vs. Weltgemeinschaft. Allerdings fehlt eine globale Instanz, die – wie der Staat bei lokalen Umweltproblemen – Mechanismen beschliessen und durchsetzen könnte, welche die Staaten zu einer Zusammenarbeit bewegen.

Erschwerend kommt hinzu, dass fast die gesamten Kosten des THG-Ausstosses gar nicht in der Gegenwart anfallen, sondern erst zukünftige Generationen treffen. Entsprechend wird auch der Nutzen von heutigen Reduktionsbemühungen kaum bei den heute auf dieser Erde lebenden Menschen anfallen, sondern zu einem grossen Teil bei ihren Nachfahren. Insofern ist es kaum überraschend, dass weltweit bis heute zu wenig für die Senkung der THG-Emissionen gemacht wird, obwohl das Problem im Grundsatz schon seit Jahrzehnten bekannt ist. Die Folgen davon werden im nächsten Kapitel diskutiert.

1.2 Globale Klimafakten

1. Januar 2021: Die Menschheit hat im Verlaufe ihrer Existenz insgesamt 2,3 Billionen Tonnen CO₂ ausgestossen (IPCC 2018: S. 16). ⁵ Damit «eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems» (Ziel der UN-Klimarahmenkonvention) vermieden werden kann, dürfen nicht mehr als weitere 300 Mrd. Tonnen dazukommen (ebd.). ⁶ Beim gegenwärtigen Ausstoss wird dieses Budget 2028 ausgeschöpft sein. Wenn wir bis dahin das Ruder nicht herumgerissen haben, ist die Apokalypse nicht mehr zu vermeiden – so zumindest die eindringliche Warnung von Klimaaktivisten. ⁷ Was sind die wissenschaftlichen Fakten hinter dieser beunruhigenden Äusserung? Das vorliegende Kapitel geht dieser Frage nach – von der Definition der Treibhausgase (1.2.1), über Emissionsstatistiken (1.2.2), Historie und Szenarien des Temperaturanstiegs sowie seiner globalen Verteilung (1.2.3), bis zur Diskussion der weltweiten Auswirkungen des Klimawandels (1.2.4).

1.2.1 CO₂ und andere Treibhausgase

Treibhausgase (THG) absorbieren vom Boden abgegebene langwellige (infrarote) Wärmestrahlung, die sonst zurück ins Weltall entweichen würde. Die so erzeugte «atmosphärische Gegenstrahlung» erwärmt die Erdoberfläche zusätzlich zum direkten Sonnenlicht. Erst dank der THG liegt die mittlere Oberflächentemperatur der Erde bei +15°C, ohne sie resultierte im globalen Mittel eine Temperatur von -18°C, was keine gute Grundlage für höheres Leben wäre. Rein rechnerisch gesehen ist Wasserdampf ⁸ das THG mit der grössten Erwärmungswirkung. Er ist bei klarem Himmel für etwa 60 % des Treibhauseffekts verantwortlich (Kiehl und Trenberth 1997: S. 203). Er bleibt aber oft unerwähnt, denn seine Konzentration in der Atmosphäre ist alleine von der globalen Durchschnittstemperatur abhängig und lässt sich folglich nicht direkt beeinflussen, sondern ist wiederum von der Konzentration anderer THG abhängig (Kasang 2020). Unter diesen nimmt das CO₂ deutlich die wichtigste Rolle ein.

Ist im Alltag vom Treibhauseffekt die Rede, so ist meist nur der anthropogene, also vom Menschen verursachte Beitrag zur Klimaerwärmung gemeint. 2019 beliefen sich die CO₂-Emissionen auf 38 Mrd. Tonnen (Unep 2020). Damit ist das CO₂ etwa für 75 % des anthropogenen Treibhauseffekts verantwortlich. ⁹ Die Tabelle zeigt die wichtigsten THG anthropogenen Ursprungs. Neben dem CO₂ sind das Methan, Lachgas und so-

⁵ Die Angabe des IPCC datiert auf Ende 2017. 2,3 Bio. Tonnen ergeben sich durch Extrapolation der Daten auf Ende 2020.

⁶ Extrapoliert auf Ende 2020.

⁷ Vgl. die Rede von Greta Thunberg am Uno-Klimagipfel in New York City (NPR 2019).

⁸ Mit «Wasserdampf» ist gemäss wissenschaftlicher Notation der gasförmige Anteil des in der Atmosphäre gelösten Wassers gemeint, *nicht* Wolken oder Dampfschwaden irgendwelcher Art. Jene bestehen nämlich genau genommen aus kleinsten flüssigen Tröpfchen.

⁹ Inkl. Veränderung THG-Bilanz durch Landnutzungsveränderungen.

genannte Fluorierte THG. Sie alle werden im Vergleich zum CO₂ in verschwindend geringen Mengen freigesetzt, doch je Masseneinheit erwärmen sie die Erde deutlich stärker – ihr sogenanntes Treibhauspotenzial ist massiv bis exorbitant höher als jenes des CO₂. Darum tragen sie teilweise ebenfalls signifikant zur Erderwärmung bei. Um den Einfluss der verschiedenen THG-Emissionen gut vergleichen und sie aufaddieren zu können, werden sie üblicherweise direkt in CO₂-Äquivalenten, kurz: CO₂eq, ange-

Tabelle 1

Übersicht (anthropogene) Treibhausgase

	<i>chemische Formel</i>	<i>Verweilzeit in Atmosphäre *</i>	<i>Emission 2019</i>	<i>Relatives Treibhaus- potenzial</i>	<i>Emission 2019</i>	<i>Anteil an gesamten THG- Emissionen, 2019</i>
			in Mio. Tonnen	im Vergleich zu CO ₂	in Mio. Tonnen	in %
			effektiv		in CO ₂ - Äquivalenten	in CO ₂ - Äquivalenten
Total					59100	100,0
Kohlendioxid	CO ₂	100–1000 Jahre	38000	1	38000	64,3
Methan	CH ₄	12 Jahre	392	25	9800	16,6
Lachgas	N ₂ O	121 Jahre	9	298	2800	4,7
Synthetische Treibhausgase (fluorierte Treibhausgase)	F-Gase				1700	2,9
Fluorkohlenwasserstoffe (FKW/HFC)		0,3–270 Jahre		12–14800		
Perfluorierte Kohlenwasser- stoffe (PFKW/PFC)		2600–50000 Jahre		7390–12200		
Schwefelhexafluorid	SF ₆	3200 Jahre		22800		
Stickstofftrifluorid	NF ₃	740 Jahre		17200		
Durch Landnutzungs- veränderungen verursacht	CO ₂				6300	10,7
	CH ₄ , N ₂ O				500	0,8

*Zeitraum, nachdem 63,2% der Anfangsmenge des Stoffes nicht mehr in der Atmosphäre sind.

Die Quellen der wichtigsten THG:

- Methan: Quellen sind die Landwirtschaft (v.a. Viehzucht und Reisanbau), die Förderung fossiler Brennstoffe und Abfallbewirtschaftung (Deponien, Abwasserreinigung).
- Lachgas: Entsteht bei der Verwendung von Stickstoffdüngern in der Landwirtschaft.
- Synthetische THG:
 - Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) werden gezielt produziert und als Kältemittel (Kühlanlagen), Treibgase (Sprühdosen), Schäumungsmittel (Schaumstoffe) oder Lösungsmittel verwendet. Sie ersetzen die verbotenen FCKW, die für den Abbau der Ozonschicht verantwortlich sind.
 - Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW) dienen zur Herstellung von Halbleitern und Lösungsmitteln. Tetrafluormethan wird in der Aluminiumproduktion freigesetzt.
 - Der Stoff mit dem grössten Treibhauspotenzial ist Schwefelhexafluorid. Es wird als Isoliergas in der Hochspannungstechnik und als Schutzgas bei der Magnesiumherzeugung eingesetzt.
 - Stickstofftrifluorid wird in der Elektronikindustrie verwendet.

Box 2

Was ist netto-null?

Im weiteren Verlauf des Buches wird immer wieder die Rede von «Netto-null-Emissionen» sein. Darum ist es sinnvoll, vorab klarzustellen, was «netto-null» überhaupt bedeutet. An sich liegt es auf der Hand, und doch scheint das Konzept zuweilen zu Missverständnissen zu führen. Netto-null bedeutet kurz gesagt Klimaneutralität. Diese ist erreicht, wenn die Menschheit im untersuchten Zeitraum durch technische Massnahmen oder Landnutzungsmassnahmen der Atmosphäre gleich viel THG entzieht, wie sie durch ihre sonstigen Aktivitäten in die Atmosphäre emittiert.

Die Erde hat einen Kohlenstoffkreislauf. Dieser beschreibt die Umwandlung kohlenstoffhaltiger Verbindungen in den Systemen Lithosphäre (Erdkruste), Hydrosphäre (Ozeane, Seen, Flüsse, Eis), Atmosphäre und Biosphäre (Atmung der Tiere, Photosynthese der Pflanzen, Verwesung). Menschliche Einflussnahme in diesen Kreislauf kann dazu führen, dass sich der Anteil des Kohlenstoffs – als CO₂ oder andere THG gebunden – in der Atmosphäre erhöht. Der offensichtlichste Weg zur atmosphärischen CO₂-Anreicherung ist, wenn man den Kohlenstoff (C) aus der Erdkruste, wo er seit Jahrmillionen eingelagert war, an die Oberfläche holt und ihn verbrennt (Reaktion mit O₂). Genau das ist das Prinzip aller fossilen Brennstoffe. Ein paar Beispiele sollen verdeutlichen, was als anthropogener THG-Ausstoss gilt – also: was in die Netto-null-Rechnung einfliesst – und was nicht.

– Heute leben 7,8 Mrd. Menschen auf dieser Erde. Sie alle atmen permanent CO₂ aus, und zwar täglich im Schnitt etwa 1 Kilo (Withers 2021). Das ergibt gesamthaft 2850 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr – oder etwa 7,5 % der Emissionen durch anthropogene Tätigkeiten. Diese Grösse ist durchaus nicht vernachlässigbar. Trotzdem hat sie keinerlei Einfluss auf den Klimawandel, denn der Mensch kann durch seine blosse physische Existenz die Atmosphäre nicht mit zusätzlichem CO₂ anreichern. Er ist Teil des globalen Kohlenstoffkreislaufs: Das CO₂, das er ausatmet, haben die Pflanzen, die er gegessen hat, vorher für ihre

Photosynthese der Atmosphäre entzogen und an ihrer Stelle wachsen wieder neue Pflanzen, die CO₂ «konsumieren». ¹⁰

- Wie konnte dann aber die Kuh an ihr zweifelhaftes Image als Klimaschädigerin kommen? Ist sie nicht auch Teil des Kohlenstoffkreislaufs? – Jein. Würde die Kuh vorwiegend CO₂ emittieren, wäre das korrekt. Sie wandelt aber in ihren Mägen Kohlenstoff zu enormen Mengen des deutlich klimareagibleren Methans (vgl. Tabelle 1) um, und erhöht damit die Treibhauswirksamkeit des Kohlenstoffs beträchtlich. Da nur aufgrund menschlicher Aktivität hunderte Millionen Kühe ein (jeweils meist ziemlich kurzes) Dasein fristen, zählen deren Gase zum anthropogenen THG-Ausstoss.
- Waldrodungen ohne gleichwertigen Ersatz führen zu anthropogenem THG-Ausstoss, weil der in der Biomasse gespeicherte Kohlenstoff damit früher oder später in der Atmosphäre landet.
- Im Umkehrschluss ändern Waldrodungen mit gleichwertigem Ersatz nichts an der anthropogenen CO₂-Bilanz. Sie sind also CO₂-neutral, sogar wenn das gerodete Holz verbrannt wird.

Um netto-null zu erreichen, müsste also der gesamte menschliche THG-Ausstoss durch Gegenmassnahmen kompensiert werden.

Die Low-Tech-Variante dafür ist das Anpflanzen neuer Wälder. Diese lagern im Verlauf ihres Wachstums Kohlenstoff aus der Atmosphäre als Biomasse ein. An Ort und Stelle – und zwar nur an einer, die davor waldlos war – kann diese Senkung allerdings nur einmal erzielt werden – und sie ist nur dann nachhaltig, wenn nicht eine nachfolgende Generation das Waldstück wieder rodet.

Die High-Tech-Variante dafür sind (noch vor der Marktreife stehende) Technologien zur Rückholung von CO₂ aus der Atmosphäre (CDR) mit anschliessend permanenter Einlagerung des Kohlenstoffs (CCS) (vgl. Abbildung 7b und S. 93f). Es ist also eine Methode gesucht, die es erlaubt, den Film zum Prozess der Förderung und Verbrennung fossiler Energieträger rückwärts abzuspielen.

geben. Das passiert über Multiplikation des Austosses mit dem Treibhauspotenzial, welches ein THG über einen Zeithorizont von 100 Jahren im Vergleich zum CO₂ aufweist.

Entscheidend für die Klimawirksamkeit ist auch die atmosphärische Lebensdauer eines THG. Während beispielsweise Methan (CH₄) in der Atmosphäre innert 12 Jahren (zu CO₂ und Wasserdampf) abgebaut wird, dauert der Abbauprozess beim PFKW Tetrafluormethan 50 000 Jahre. ¹¹ Entsprechend ist das kurzfristige (unmittelbare) Treibhauspotenzial von einem Gas wie Methan mit einer Verweilzeit von unter 100 Jahren sogar noch höher als gemäss Äquivalenzrechnung angegeben ¹², und umgekehrt sind die langfristigen Wirkungen langlebiger Gase noch stärker, als die Umrechnung suggeriert.

Beim CO₂ ist die Sache komplizierter. Es wird in der Atmosphäre nicht wie die anderen THG chemisch zersetzt, sondern im Rahmen des Kohlenstoffkreislaufs durch zahlreiche physikalische und biogeochemische Prozesse im Ozean und an Land, die alle unterschiedlich lange dauern, aus der Atmosphäre entfernt. Die Verweilzeit von CO₂ lässt sich darum nicht eindeutig benennen. Ein erheblicher Teil wird innerhalb einiger Jahrzehnte entfernt, der Rest verbleibt aber deutlich länger in der Atmosphäre. Nach 1000 Jahren befinden sich immer noch 15 % bis 40 % des anthropogen emittierten CO₂ in der Atmosphäre (IPCC 2013: S. 29).

Apropos Kohlestoffkreislauf: Berücksichtigt in Tabelle 1 ist auch die Beeinflussung der THG-Bilanz durch Landnutzungsveränderungen (verursacht durch die Land- und Forstwirtschaft). Wälder, Böden und ihre Vegetation speichern Kohlenstoff. Nicht nur die Abholzung ohne gleichwertigen Ersatz, sondern auch generell die intensive Bodennutzung setzt THG frei (Umweltbundesamt 2020). 2019 resultierten daraus weltweit 6800 Mio. Tonnen CO₂eq (was 12% der Emissionen entspricht) (Unep 2020: S. 5).

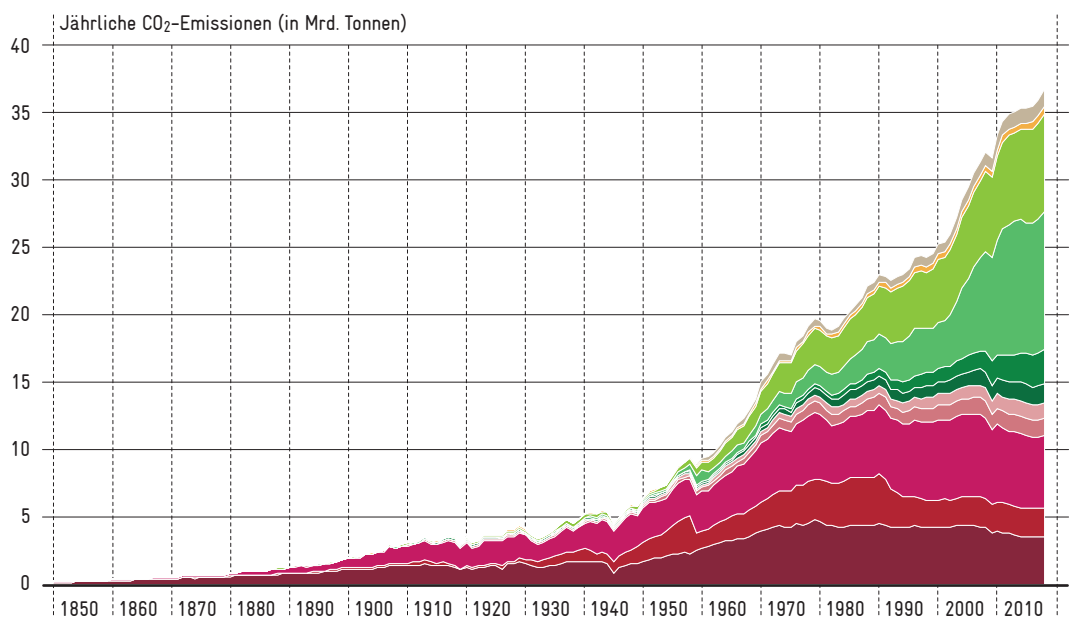
- 10 Übrigens ist der Mensch – wenn überhaupt – eigentlich eine kleine Kohlenstoffsinke: Er atmet Zeit seines Lebens nämlich nicht ganz so viel CO₂ aus, wie seine Nahrung aus der Atmosphäre entnommen hat – die Differenz schlägt sich im Körpergewicht nieder. Etwa 24 % davon sind Kohlenstoff (C) (Holleman und Wiberg 2017). Bei einem Durchschnittsgewicht von 55 kg (inkl. Kinder) ergibt das 13 kg pro Person. Das derzeitige jährliche Bevölkerungswachstum von 73 Mio. Menschen entzieht der Atmosphäre daher sozusagen 1 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr – eine im Vergleich zu den Emissionen (vgl. Tabelle 1) allerdings verschwindend geringe Menge. Mit Bevölkerungswachstum ist der Klimawandel nicht aufzuhalten.
- 11 Genau genommen bezeichnen diese Angaben den Zeitraum, innert dem sich Anfangsmenge des Stoffes um den Faktor *e* (2,72) verringert, d.h. innert dem also 63,2 % der Anfangsmenge nicht mehr in der Atmosphäre sind (Bafu 2020a).
- 12 Denn deren Wert bezieht sich auf die relative Treibhauswirkung innert 100 Jahren. Wenn er also das 25-fache des CO₂ beträgt, obwohl CH₄ nach 12 Jahren zu über der Hälfte abgebaut ist, dann bedeutet das im Umkehrschluss, dass die Treibhauswirkung des CH₄ z.B. während der ersten 20 Jahre nochmal deutlich höher liegt – bei Faktor 84 (IPCC 2014: S. 87).

1.2.2 Der Treibhausgasausstoss in Zahlen

Die folgenden vier Abbildungen geben eine Übersicht zur globalen Entwicklung und Struktur der THG-Emissionen. Weltweit war bis 2018 kein Rückgang der CO₂-Emissionen zu beobachten (2a), die grösste CO₂-«Schuld» hat sich Nordamerika eingehandelt (2b), 73 % der THG-Emissionen resultieren aus dem weltweiten Energieverbrauch, 18,4 % sind auf Landwirtschaft und Landnutzung zurückzuführen (3) und in der historischen Zeitskala zeigt die Kurve der CO₂-Konzentration senkrecht nach oben (4).

Abbildung 2a: Entwicklung der jährlichen CO₂-Emissionen nach Weltregionen

Vor 1850 fand weltweit kein signifikanter (anthropogener) CO₂-Ausstoss statt. Die Grafik zeigt daher die weltweite Entwicklung seit 1850. Bis 1950 stiegen die weltweiten jährlichen Emissionen kaum über 5 Mrd. Tonnen und für über 90 % davon waren Europa und die USA verantwortlich. Danach stiegen die Emissionen rasant und nahmen auch in den anderen Erdteilen signifikante Ausmasse an. Der erste Ölpreisschock 1973 führte bloss zu einer zweijährigen Wachstumspause, der zweite 1980 tatsächlich zu einem kurzem Rückgang: Das Niveau von 1979 wurde erst 1984 wieder erreicht. Gut sichtbar ist der Zusammenbruch des Ostblocks: Der CO₂-Ausstoss der Nicht-EU-28-Länder halbierte sich zu Beginn der 1990er Jahre beinahe. Chinas Emissionen explodierten in den 2000ern geradezu, seit 2011 konnte das Wachstum – trotz weiter steigendem Wohlstand – stark verlangsamt werden. Heute ist China der mit Abstand



Quelle: Owid (2021a)

grösste CO₂-Emittent, und Asien emittiert mehr CO₂ als der ganze Rest der Welt – allerdings leben in Asien auch mehr Menschen als in der übrigen Welt.

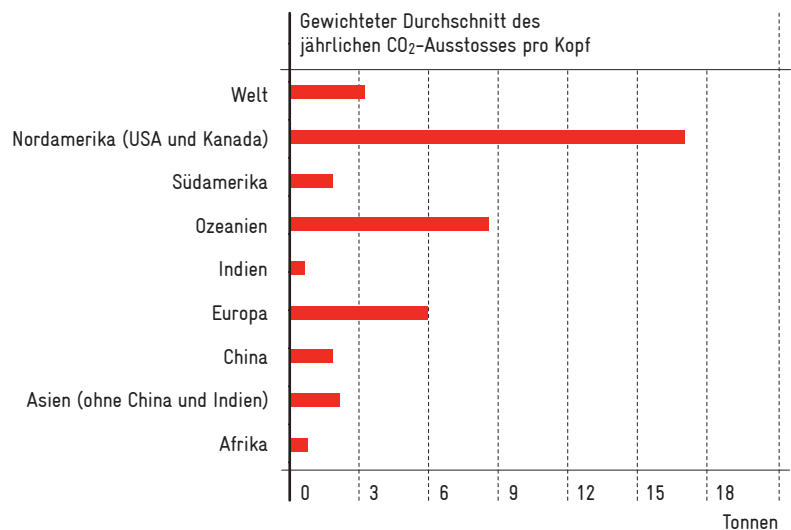
Die Grafik vermittelt auch einen Eindruck der historisch kumulierten Emissionen. Sie entsprechen schlicht der jeweils eingefärbten Fläche bis zu einem bestimmten Jahr. Ab 1850 dominierten 100 Jahre lang Europa (v.a. in Form des Vereinigten Königreichs) und die USA, aber da die Emissionen absolut gesehen noch sehr gering waren, fallen sie heute nicht extrem ins Gewicht. 1911 überholten die USA das Vereinigte Königreich als grösster (kumulativer) Emittent, aber mit 43 Mrd. Tonnen Gesamtemissionen seit 1850 kamen die beiden zusammen gerade einmal auf gut die heute weltweit in einem einzigen Jahr emittierte Menge. Ende 2018 gingen 33 % von allem jemals emittiertem CO₂ auf das Konto von Europa, 25 % auf jenes der USA und auch schon über 30 % auf Asien (Owid 2021a).



Abbildung 2b: Die historische «CO₂-Schuld» (seit 1850)

Was die Beurteilung der oft diskutierten historischen «CO₂-Schuld» ¹³ des Westens betrifft, reicht ein direkter Vergleich der historischen Emissionsanteile (wie in Abbildung 2a) nicht aus. Diese müssen ins Verhältnis zur Einwohnerzahl gesetzt werden. Weltweit beträgt für die Periode von 1850 bis 2018 der jährliche einwohnergewichtete ¹⁴ CO₂-Ausstoß pro Kopf 3,19 Tonnen. Einige Weltregionen weisen deutlich weniger auf: Für Afrika und Indien liegt dieser Wert unter 1 Tonne. Auch China, das restliche Asien und Südamerika liegen deutlich unter dem weltweiten Mittelwert. Europa andererseits weist historisch gesehen fast die doppelten Pro-Kopf-Emissionen im Vergleich zum globalen Mittel auf. Mit riesigem Abstand «in Führung» liegt Nordamerika (USA und Kanada) mit historischen jährlichen Durchschnittsemissionen von 17 Tonnen pro Kopf.

Die historische Schuld wird in der Grafik gezeigt über die Differenz zwischen dem tatsächlich kumulierten CO₂-Ausstoß einer Weltregion und jenem Wert, den sie auf-

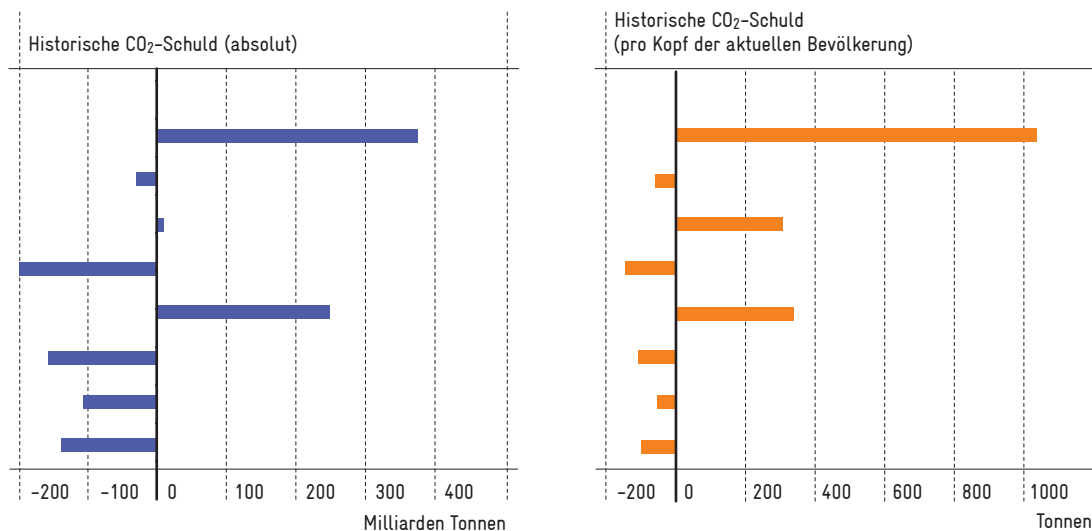


¹³ Das Konzept einer «CO₂-Schuld» ist per se natürlich fraglich. Die Errungenschaften der industriellen Revolution (die überhaupt zur Verbrennung fossiler Energieträger führten) haben weltweit erheblichen Wohlstand erzeugt. Insofern könnte man ebenso gut behaupten, die restlichen Länder stünden in der Schuld des Westens. Dem könnte man aber wiederum die Schuld der Kolonialisierung entgegenhalten. Kurz: Die Argumentation über «Schuld» ist in der Klimadebatte wenig zielführend. Die hier berechneten Zahlen sollen daher nicht der Klärung moralischer Verantwortung dienen, sondern schlicht statistische Sachverhalte darstellen.

¹⁴ Der mit der Einwohnerzahl eines jeweiligen Jahres gewichtete Durchschnitt aller Werte des jährlichen CO₂-Ausstoßes pro Kopf. Das entspricht folgendem Quotienten: kumulierter CO₂-Ausstoß (1850–2018) / kumulierte Einwohnerzahl (1850–2018).

weisen müsste, wenn ihr historischer jährlicher Pro-Kopf-Schnitt dem weltweiten Mittel (3,19 Tonnen) entsprochen hätte. Diese Werte (in Milliarden Tonnen) entsprechen also der historischen «Schuld» (positive Werte) bzw. dem historischen «Guthaben» (negative Werte), die bzw. das eine Region gegenüber der Weltgemeinschaft hat. Eine historische Schuld baut sich auf, wenn ein Land in einem Jahr einen höheren THG-Ausstoss pro Kopf aufweist als der weltweite Durchschnitt, und sie baut sich ab im gegenteiligen Fall.

Teilt man diesen Wert durch die aktuelle Bevölkerungszahl einer jeweiligen Region, erhält man ein etwas greifbareres Resultat: Pro Einwohner müssten die USA und Kanada eine historische Schuld von über 1000 Tonnen abbauen ¹⁵, Europa eine von 332 Tonnen. Indien hätte dagegen pro Kopf 153 Tonnen «zugute», und auch Afrika und China befinden sich über 100 Tonnen im Haben.



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Owid (2021a)

¹⁵ Oder anders ausgedrückt: Würde Nordamerika seinen CO₂-Ausstoss sofort auf 0 senken, könnte der Rest der Welt noch 216 Jahre lang die gegenwärtigen 4,8 Tonnen pro Kopf ausstossen, bis die nordamerikanische «Schuld» getilgt ist.

Abbildung 3: Herkunft der Treibhausgasemissionen nach Sektoren (2016)

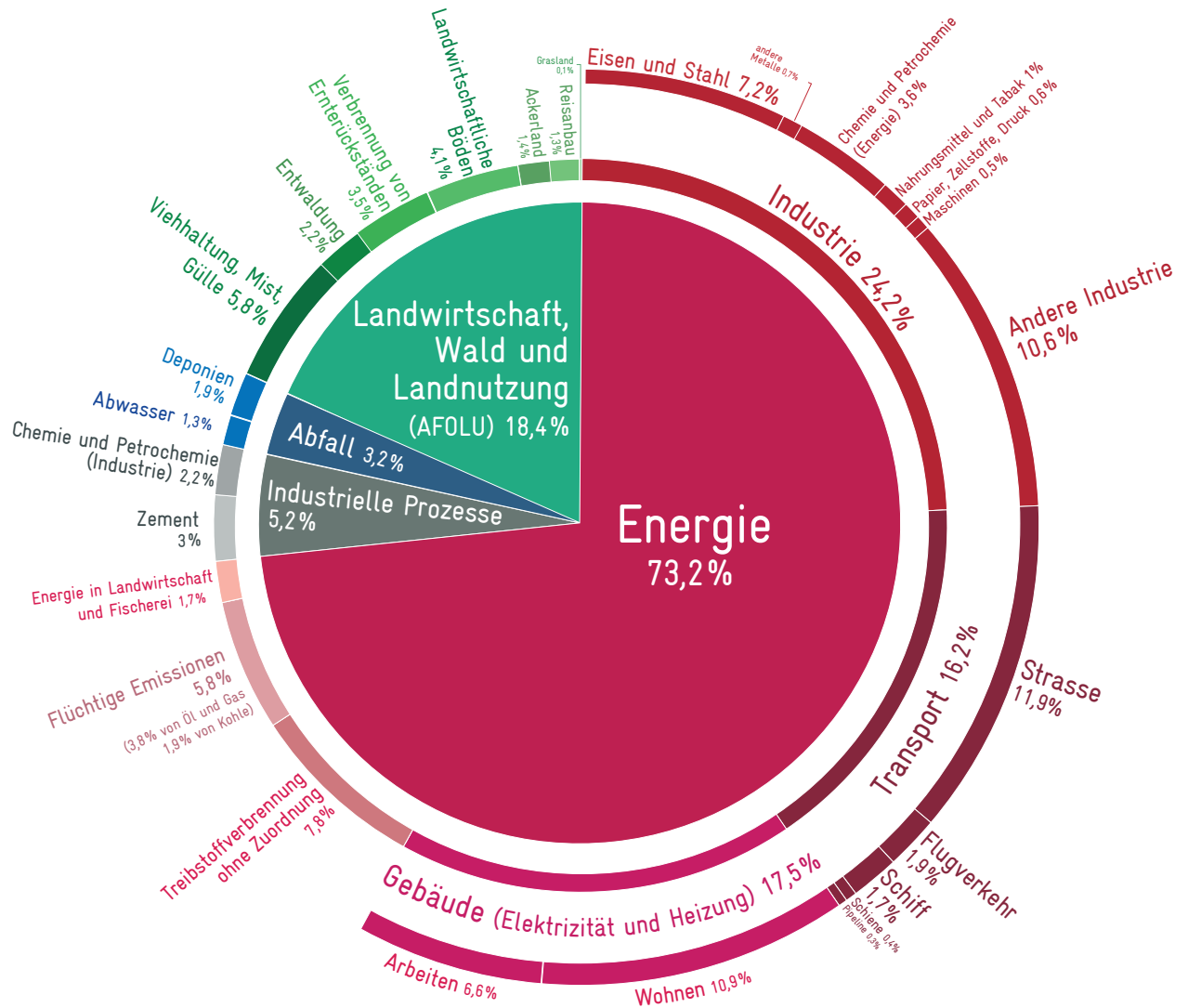
Von den heutigen THG-Emissionen – gemessen in CO₂eq – sind (nur) knapp drei Viertel das Ergebnis von Energieerzeugung bzw. -verwendung. Ein gutes Viertel entsteht nicht zwecks Energieerzeugung, also aufgrund der Verbrennung von fossilen Energieträgern, sondern ist das Resultat anderer biologischer/chemischer Prozesse oder veränderter Landnutzung: Gut 18 % fallen in der Landwirtschaft und über Veränderung der Landnutzung an, ¹⁶ fast ein Drittel davon resultiert aus der Viehhaltung (Methan) und Düngung (Nitrate). 8 % stammen zudem vom Abfallmanagement (Zersetzungsprozesse) und von Industrieerzeugnissen. Unter letzteren dominiert der Zement. Er soll insgesamt sogar für 8 % aller THG verantwortlich sein (Tagesspiegel 2019). Die angegebenen 3 % beziehen sich bloss auf das Resultat der chemischen Reaktion bei der Erzeugung, ¹⁷ weitere 5 % entfallen auf die Energie, die zur Erhitzung des Kalksteins nötig ist – sie sind entsprechend im Energieteil des Kuchendiagramms verbucht (Owid 2021b).

Der Energieverbrauch findet zu ähnlich grossen Teilen in den Sektoren Industrie, Gebäude und Transport statt. Weltweit ist er Energieverbrauch für das Wohnen für 11 % und der Strassenverkehr für 12 % der gesamten THG-Emissionen verantwortlich. Die im Rahmen der Klimademos oft gescholtene Fliegerei kommt insgesamt bloss auf 1,9 % ¹⁸ und die Schifffahrt gar nur auf 1,7 %. Fast 6 % entweichen bei der Förderung fossiler Brennstoffe.

¹⁶ Für weitere knapp 2 % des Totals ist der Energieverbrauch in der Landwirtschaft verantwortlich. Gesamthaft resultiert also ein Fünftel aller THG-Emissionen aus der Landwirtschaft.

¹⁷ Das für den Zement nötige Calciumoxid (CaO) wird aus Kalkstein (CaCO₃) gewonnen. Dessen Umwandlung erzeugt CaO und CO₂.

¹⁸ Flugzeuge haben über die Erzeugung von Kondensstreifen und den Ausstoss von NO_x, SO₂ und Russ allerdings eine erhöhte Klimawirkung, die in einem 100-Jahres-Zeitraum (vgl. Tabelle 1) etwa 50 % über jener des emittierten CO₂ liegt (Neu 2021).

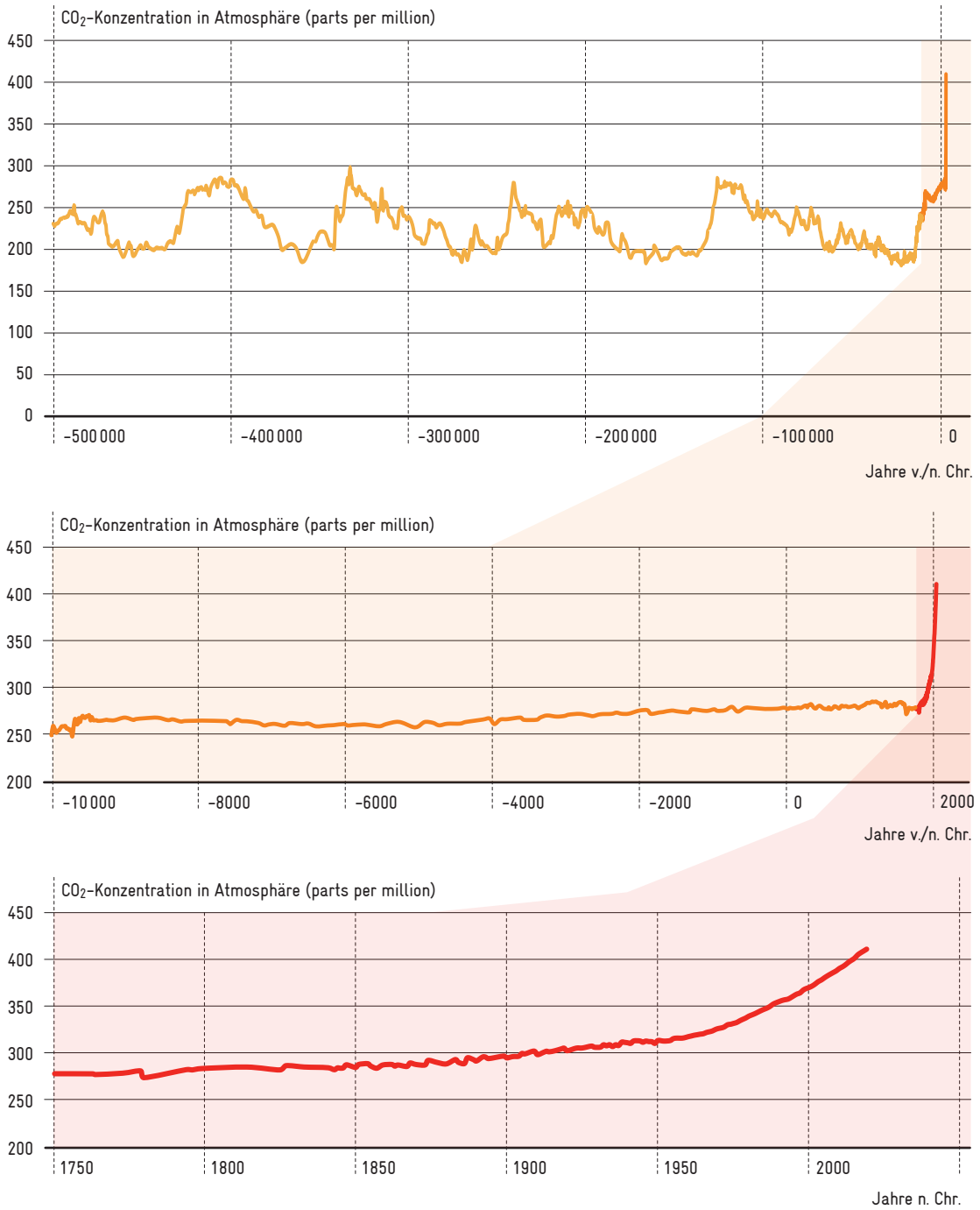


Quelle: Owid (2021b)

Abbildung 4: Die CO₂-Konzentration auf historischer Zeitskala

Die Resultate des anthropogenen CO₂-Ausstosses sind in einer historischen Zeitleiste der CO₂-Konzentration – gemessen in ppm, was für parts per million, also Teile pro Million (auf die Anzahl Moleküle bezogen), steht – überdeutlich sichtbar. Die oberste Grafik zeigt den Verlauf dieser Konzentration während der letzten 500 000 Jahre. Bezogen auf die ganze Erdgeschichte (4 600 000 000 Jahre) ist das bloss ein Wimpernschlag – zu kurz zum Beispiel für wesentliche plattentektonische Veränderungen oder Gebirgsbildungen. Geologisch war die Erde also vor 500 000 Jahren in etwa dieselbe wie jetzt. Wir befinden uns seit einigen Millionen Jahren in einem Eiszeitalter (Definition: mindestens eine Polarregion dauerhaft vereist). Dieses folgte auf ein Warmklima, während dem die Erdoberflächentemperatur etwa 5° bis 10° Celsius höher lag als heute. Solche Warmklimata machten 80 % bis 90 % der Erdgeschichte aus. Das Eiszeitalter ist dagegen geprägt von periodisch auftretenden Eiszeiten. Die vorerst letzte endete vor etwa 12 000 Jahren.

Diese Eiszeiten sind in der obersten Darstellung gut sichtbar: Der atmosphärische CO₂-Gehalt sank in diesen fünf Perioden bis knapp unter 200 ppm. In den zwischenzeitlichen Warmzeiten stieg die Konzentration gegen (aber nie über) 300 ppm. Erst ganz am Ende der Zeitlinie erfolgt plötzlich ein senkrechter Anstieg auf über 400 ppm. Wie senkrecht dieser wirklich ist, sieht man in der zweiten Darstellung, die auf die letzte Warmzeit fokussiert. Die CO₂-Konzentration bewegte sich in diesen 12 000 Jahren zwischen 260 und 280 ppm, und der Anstieg ganz zum Schluss verläuft trotz der starken Streckung der Zeitachse immer noch fast senkrecht. Erst die abermalige starke Fokussierung auf die letzten 270 Jahre, also die Phase seit Beginn der Industriellen Revolution, zeigt einen langsamen, sich beschleunigenden Anstieg. Es lässt sich also nicht verleugnen, dass nicht nur das Ausmass, sondern vor allem auch die Geschwindigkeit des Anstiegs der CO₂-Konzentration absolut einmalig sind.



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Owid (2020)

1.2.3 Der bisherige Temperaturanstieg und die Zukunftsszenarien

Im Übereinkommen von Paris, das bisher 191 Länder ratifizierten (UNTC 2015), einigten sich diese, die durchschnittliche globale Erwärmung auf deutlich unter («well below») 2°C zu begrenzen – und zwar nicht gegenüber heute, sondern gegenüber vorindustrieller Zeit. Die Abbildungen auf den folgenden Seiten zeigen, auf welchem Weg wir uns diesbezüglich befinden, ob dieses Ziel überhaupt noch erreichbar ist, und falls ja, unter welchen Bedingungen.

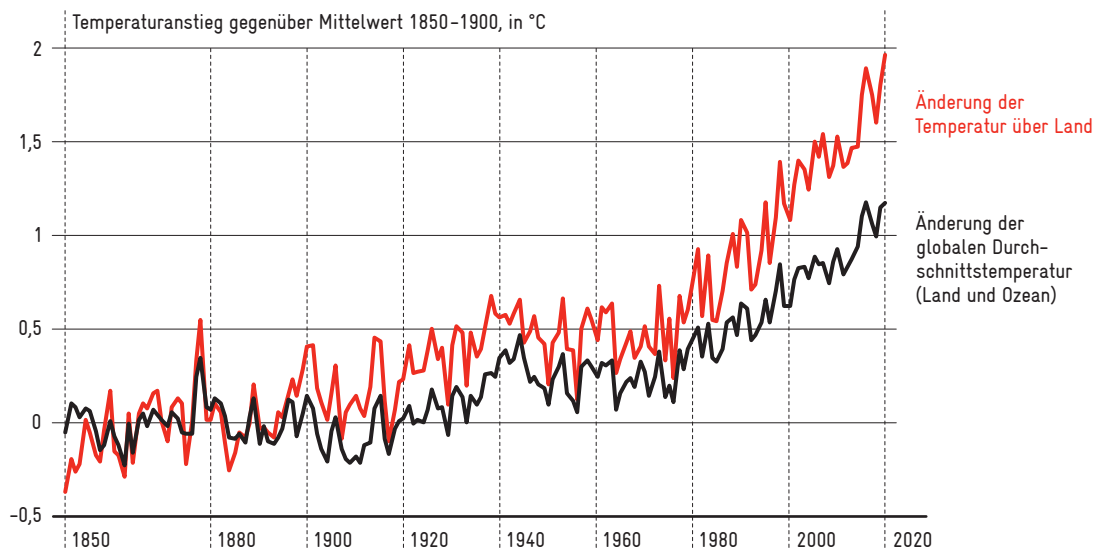
Eine andere Frage ist natürlich, warum man im Pariser Abkommen ausgerechnet 1,5°C bzw. «deutlich unter 2°C» als Ziel ausgewählt hat, was es also mit dieser Zahl auf sich hat, und ob es wirklich so schlimm wäre, wenn dieses Ziel verfehlt würde. Dies wird im darauffolgenden Abschnitt 1.2.4. diskutiert.

Abbildung 5: Temperaturanstieg global und über Land seit 1850

Als Vergleichsperiode für die «vorindustrielle Zeit» verwendet man üblicherweise die Jahre 1850 bis 1900, manchmal auch 1860 bis 1880. ¹⁹ Das war zwar schon die Hochphase der industriellen Revolution, doch die globalen CO₂-Emissionen bewegten sich damals noch auf zu vernachlässigendem Niveau, und für noch weiter zurückliegende Jahre fehlen zuverlässige Datensätze. Die abgebildete Kurve stammt aus dem Spezialbericht des Weltklimarats IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) zu «Klimawandel und Land» von 2019 (IPCC 2019). Sie stellt den Mittelwert von vier voneinander unabhängigen Datensätzen ²⁰ dar und wurde für 2019 und 2020 mithilfe der neuesten Daten aus dem GISTEMP-Datensatz der Nasa ergänzt (Nasa 2021a).

Mit einem Plus von fast 1,2°C gegenüber der 1850–1900-Periode war das Jahr 2020 zusammen mit 2016 das wärmste seit Beginn der Aufzeichnungen und wahrscheinlich auch das wärmste des ganzen Holozäns ²¹, ja möglicherweise sogar des gesamten Quartärs. Der weitaus grösste Teil des Temperaturanstiegs erfolgte während der letzten 50 Jahre. Lagen die mehrjährigen Durchschnittstemperaturen um 1970 noch etwa bloss 0,3°C über vorindustriellem Niveau, sind es heute etwa 1,1°C. Zum nicht zur Überschreitung empfohlenen Wert von 1,5°C fehlt also schon heute nicht mehr viel.

Wenn man von diesen Werten spricht, darf man nicht vergessen, dass damit die globale Durchschnittstemperatur ²² gemeint ist. Über Land – also dort wo (falls darauf hingewiesen werden muss) 100 % der Menschheit wohnen – ist der mittlere Temperaturanstieg wegen der fehlenden ausgleichenden Wirkung der Ozeane deutlich höher als über ebendiesen. Schon heute liegt die Oberflächentemperatur über Land 1,75°C über vorindustriellem Niveau (vgl. rote Kurve), und das 1,5°C-Ziel entspräche über Land wohl etwa 2,5°C.

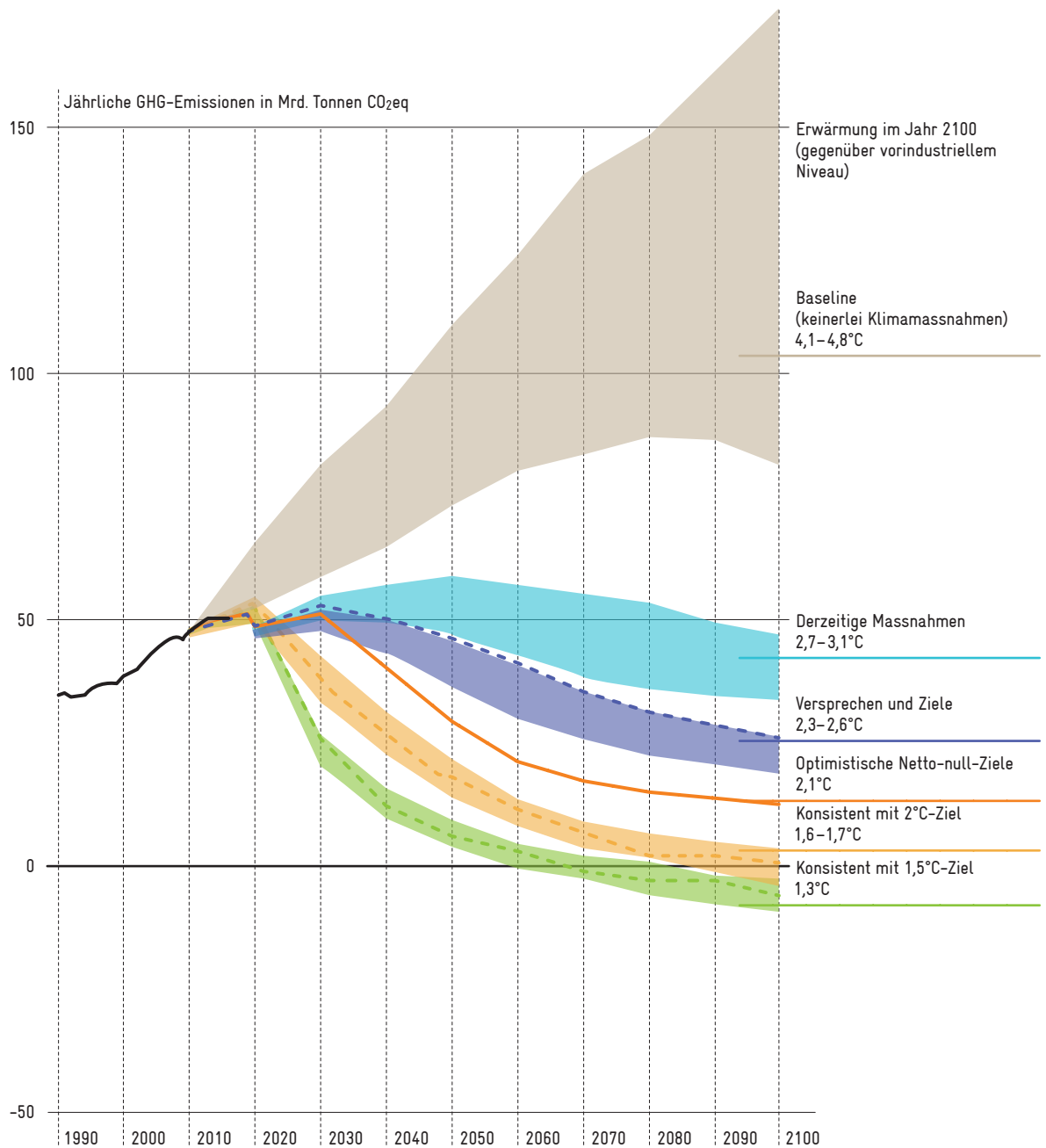


Quelle: IPCC (2019a: S. 82) ergänzt mit Nasa (2021b)

- 19 In Sachen Durchschnittstemperaturen ergibt sich daraus kaum ein Unterschied. Der Schnitt von 1860 bis 1880 lag bloss 0,02°C über dem Schnitt von 1850 bis 1900 (*Owid 2020*).
- 20 NOAA GHCNm v4, NASA/GISS GISTEMP, University of East Anglia CRUTEM4.6, Berkeley Earth Surface Temperature (BEST LSAT).
- 21 Gegenwärtiger Abschnitt der Erdgeschichte, der mit der Erwärmung der Erde bei Ende der letzten Eiszeit, vor 11700 Jahren, begann.
- 22 Gemessen ca. 1,5 Meter über der Erdoberfläche bzw. auf der Meeresoberfläche (Wassertemperatur).

Abbildung 6: Szenarien zu Treibhausgasemissionen und Klimaerwärmung

Diese Grafik, publiziert auf www.climateactiontracker.org, fasst übersichtlich – aber etwas simplifiziert – verschiedene Klimaszenarien zusammen. Ohne jegliche Klimaschutzbemühungen würde der jährliche THG-Ausstoss fast ungebremst weiter steigen (Szenario «Baseline»). Das Resultat wäre ein Temperaturanstieg von 4,1 bis 4,8°C im Jahr 2100 gegenüber vorindustriellem Niveau. Mit den gegenwärtigen klimapolitischen Massnahmen befinden wir uns auf einem Pfad, der in einer Erwärmung von ungefähr 3°C münden wird. Setzen die Länder ihre derzeitigen Versprechen und Ziele um, so könnte der Anstieg wohl auf etwa 2,5°C begrenzt werden. Insgesamt haben bisher 127 Länder Netto-null-Ziele beschlossen oder diskutieren sie derzeit. Sollten alle diese Netto-null-Ziele realpolitisch implementiert und auch tatsächlich erreicht werden, könnte die Erwärmung mit einer 50-prozentigen Wahrscheinlichkeit auf maximal 2,1°C begrenzt werden (CAT 2020). Um die 2°C-Marke mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 % (so die IPCC-Notation) nicht zu überschreiten, müsste der THG-Ausstoss aber nochmal umfassender und vor allem schneller gesenkt werden. Und um «wahrscheinlich» unter der 1,5°C-Marke zu bleiben, müssten die weltweiten Emissionen schon bis 2030 mindestens halbiert und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts sogar in den negativen Bereich gedrückt werden.



Quelle: CAT (2020)

Tabelle 2: Szenarien zu Treibhausgas-Konzentration, -Emissionen und Klimaerwärmung

Weniger übersichtlich, aber methodisch transparenter sind die Darstellungen, die in den Sachstandsberichten des IPCC zu finden sind. Der nunmehr sechste wird erst in den kommenden Monaten publiziert ²³, darum hier eine Darstellung aus dem fünften Sachstandsbericht von 2014.

Erstens werden in Abhängigkeit der atmosphärischen THG-Konzentration (gemessen in CO₂eq) im Jahr 2100 Wahrscheinlichkeiten berechnet, dass der globale Temperaturanstieg in jenem Jahr unterhalb gewisser Niveaus (gegenüber der Periode 1850–1900) bleibt (vgl. Spalten rechts). Zweitens wird ein Vertrauensbereich für die notwendigen Reduktionen des THG-Ausstosses in den Jahren 2050 und 2100 aufgeführt, die zu den entsprechenden Konzentrationen im Jahr 2100 führen könnten (Spalten 4 und 5). Das auf-

CO ₂ eq-Konzentrationen in 2100 (ppm CO ₂ eq) ^(f) Kategoriekennzeichnung (Konzentrationsbereich)	Unterkategorien	Relative Einordnung der RCP ^(d)	Änderung der CO ₂ eq-Emissionen gegenüber 2010 (%) ^(c)	
			2050	2100
<430	Nur eine begrenzte Anzahl individueller Modellstudien hat das Niveau unter 430 ppm CO ₂ eq untersucht			
450 (430 bis 480)	Gesamtbereich ^(a, g)	RCP2.6	-72 bis -41	-118 bis -78
500 (480 bis 530)	Kein Überschreiten von 530 ppm CO ₂ eq		-57 bis -42	-107 bis -73
	Überschreiten von 530 ppm CO ₂ eq		-55 bis -25	-114 bis -90
550 (530 bis 580)	Kein Überschreiten von 580 ppm CO ₂ eq		-47 bis -19	-81 bis -59
	Überschreiten von 580 ppm CO ₂ eq		-16 bis 7	-183 bis -86
(580 bis 650)	Gesamtbereich	RCP4.5	-38 bis 24	-134 bis -50
(650 bis 720)	Gesamtbereich		-11 bis 17	-54 bis -21
(720 bis 1000) ^(b)	Gesamtbereich	RCP6.0	18 bis 54	-7 bis 72
>1000 b	Gesamtbereich	RCP8.5	52 bis 95	74 bis 178

grund der THG-Emissionen resultierende Niveau der CO₂eq-Konzentration ist von vielen Faktoren im Rahmen des Kohlenstoffkreislaufs abhängig, die sich nicht alle exakt berechnen lassen. Die angegebenen Werte stellen die Grenzen zum untersten und obersten Dezil jener Ausstossszenarien dar, die zu den in Spalte 1 genannten THG-Konzentrationen führen. Positive Werte bedeuten eine weitere Zunahme des Ausstosses, negative eine Abnahme und Werte unter -100 bedeuten negative Netto-Emissionen.

Zusammengefasst wurden die Szenarien in sogenannte repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways, RCP). Ausgangspunkt bilden die

Treibhausgaskonzentration und der Strahlungsantrieb ²⁴ von zahlreichen Szenarien aus der wissenschaftlichen Literatur (Wiki Klimawandel 2021a). Den RCP werden sozioökonomische Szenarien (mit Faktoren wie Bevölkerungszunahme, BIP-Entwicklung, Energieverbrauch, Energiemix) zugeordnet. Der höchste RCP – RCP8.5 – entspricht etwa der untersten Zeile dieser Tabelle oder dem Baseline-Szenario aus Abbildung 6. Die derzeitigen Klimapolitiken laufen in etwa auf RCP4.5 hinaus. Um das 2-Grad-Ziel zu erreichen, müsste RCP2.6 eintreten.

Im sechsten Sachstandsbericht wird das IPCC neu – wie schon im Spezialreport «Global Warming of 1.5°C» von 2018 – Bandbreiten für das verbleibende Kohlenstoffbudget in Abhängigkeit der Temperaturzunahme, die nicht überschritten werden soll, berechnen (IPCC 2018: S. 108).

Wahrscheinlichkeit dafür, im Verlauf des 21. Jahrhunderts unterhalb eines bestimmten Temperaturniveaus zu bleiben (bezogen auf 1850–1900) (d, e)				
	1,5°C	2°C	3°C	4°C
ht (j)				
	Eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich	Wahrscheinlich	Wahrscheinlich	Wahrscheinlich
	Unwahrscheinlich	Eher wahrscheinlich als nicht		
		Etwa ebenso wahrscheinlich wie nicht		
		Eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich (i)		
	Unwahrscheinlich (h)	Unwahrscheinlich	Eher wahrscheinlich als nicht	Eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich
			Eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich	
		Unwahrscheinlich (h)	Unwahrscheinlich	

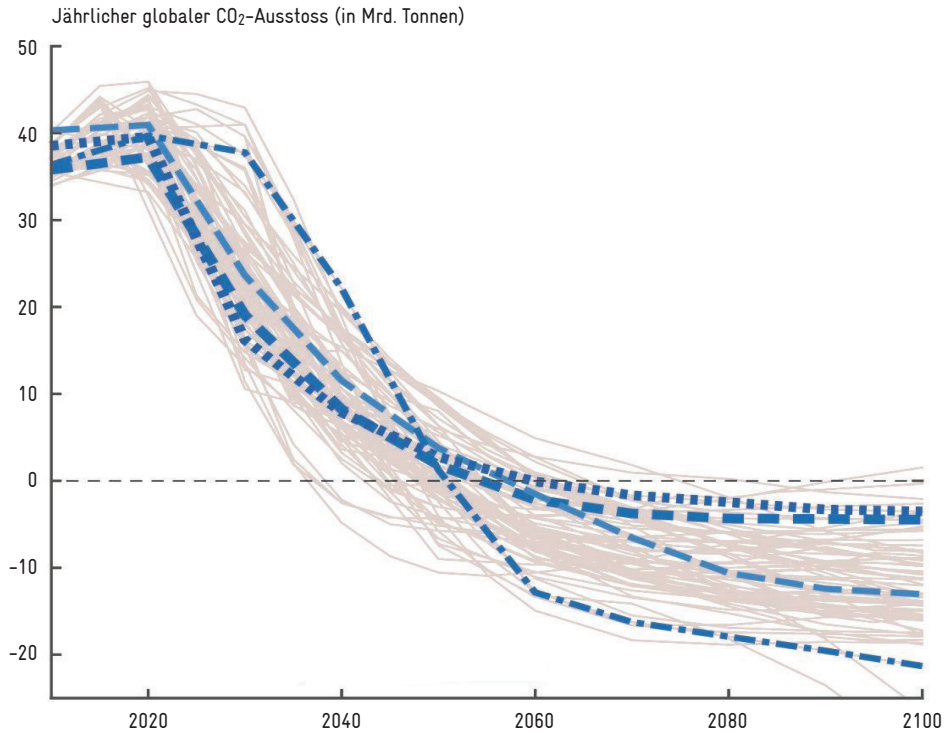
(a) bis (j): siehe S. 49

Quelle: IPCC (2014: S.20)

- ²³ Im Juli 2021 werden die Teilberichte «Physical Science Basis» und «Mitigation of Climate Change» publiziert, im Oktober folgt «Impacts, Adaption and Vulnerability» und auf Juni 2022 ist schliesslich die Publikation des Synthese-Berichts geplant. Vgl. IPCC (2021) für eine Übersicht.
- ²⁴ Das Mass für die Änderung der Energiebilanz wird Strahlungsantrieb genannt. Er wird in Watt pro Quadratmeter gemessen. Die durch anthropogene THG reflektierte Infrarotstrahlung führt zu einem Strahlungsantrieb in der Atmosphäre. Die in der Tabelle erwähnten RCP-Szenarien sind direkt nach dem Strahlungsantrieb, der von der erhöhten THG-Konzentration ausgeht, benannt. RCP8.5 bedeutet also: +8,5 W/m² gegenüber vorindustrieller Zeit.

Abbildung 7a: Reduktionsszenarien mit Erreichung des 1,5-Grad-Ziels

Dargestellt sind hier jene THG-Reduktionspfade, die gemäss den Berechnungen der Klimamodelle ausreichen, um die Erwärmung gegenüber vorindustriellem Niveau auf 1,5°C zu beschränken (IPCC 2018: S. 113). Vier beispielhafte Szenarien sind besonders hervorgehoben. In einigen der Szenarien wird der Temperaturanstieg im 21. Jahrhundert die 1,5-Grad-Marke zwischenzeitlich übertreffen, um dann im Jahr 2100 darunterzufallen. Allen Szenarien ist gemein, dass früher oder später negative Emissionen nötig würden, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen. Logischerweise müssten die Emissionen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts umso stärker in den negativen Bereich fallen, je weniger schnell sie jetzt sinken. Entsprechend ist auch die zu Beginn dieses Kapitels (1.2) zitierte Warnung zu werten, wir hätten noch acht Jahre Zeit, um «die Welt zu retten»: Bei gleich bleibendem THG-Ausstoss und ohne Möglichkeit negativer Emissionen wäre das CO₂-Budget für 1,5°C schon im Jahr 2028 erreicht. Ab dann müsste der Austoss augenblicklich und für immer auf 0 fallen.

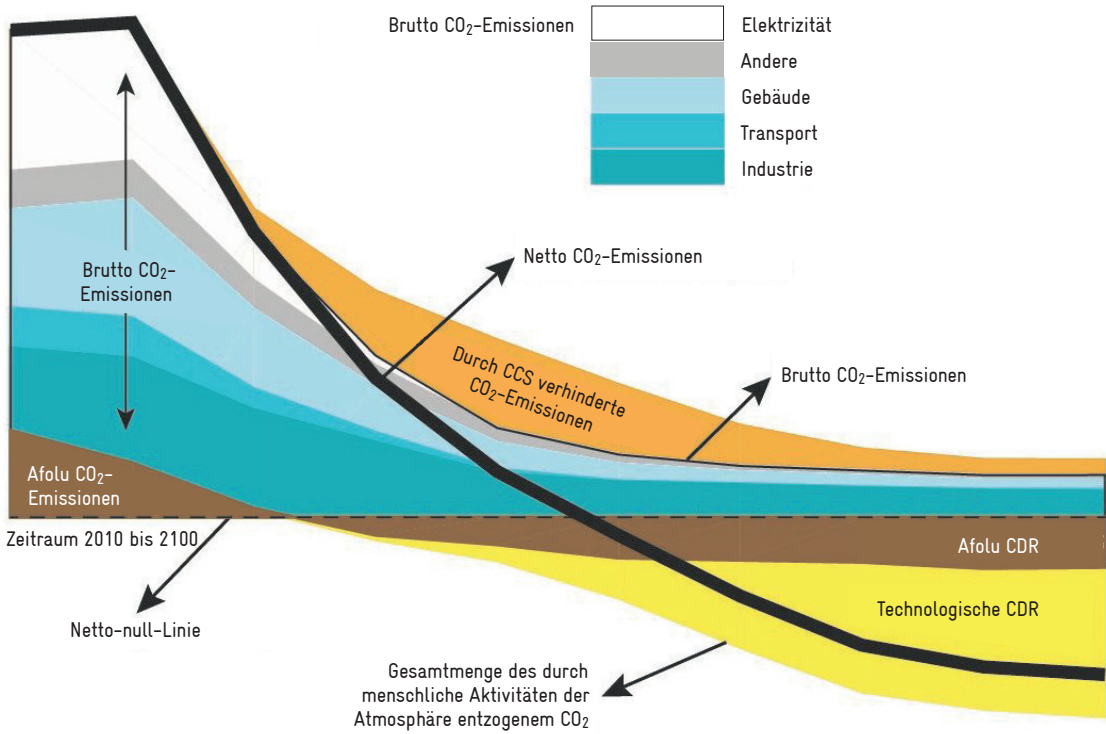


Quelle: IPCC (2018: S. 113)

Abbildung 7b: Zusammensetzung der Treibhausgasemissionen bei 1,5°C-Reduktionsszenario

Dargestellt ist für einen beispielhaften Reduktionspfad, wie sich das Ergebnis, also die Netto-THG-Emissionen, in etwa zusammensetzen könnte:

- Die ganze Elektrizitätsgewinnung (weisse Fläche) müsste innerhalb der nächsten Jahrzehnte rasch CO₂-neutral werden.
- Der THG-Ausstoss zur Energieerzeugung in den Bereichen Gebäude, Transport und Industrie (türkise Flächen) müsste ebenfalls stark sinken und dürfte in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts höchstens noch 20 % des heutigen Werts betragen. Einen wesentlichen Anteil zu dieser Reduktion müssten CO₂-Abscheidungs- und -Speichertechnologien, auf englisch «Carbon Capture and Storage», also «CCS», beitragen. Damit sind direkt an den Kraftwerken stattfindende Verfahren zur technischen Abscheidung von CO₂-Emissionen und ihrer dauerhaften Einlagerung in unterirdische «Endlager» gemeint (orange Fläche). Sie verhindern also, das CO₂ überhaupt in die Atmosphäre gelangt.
- Der Netto-THG-Ausstoss aus der Landwirtschaft und Landnutzungsveränderungen (Afolu ²⁵) ist derzeit noch klar positiv: Anbautechniken, Viehhaltung und (unter dem Strich) Entwaldung (vgl. Abbildung 3) tragen dazu bei. Dieser Ausstoss müsste bald negativ werden, allem voran mithilfe umfassender Wiederaufforstungsprogrammen.
- Um wirklich in den Bereich negativer Nettoemissionen zu kommen, wären aber auch bei weitgehender Vermeidung künftiger THG-Emissionen und Umkehrung der Afolu-Bilanz letztlich technologische Ansätze zur Rückholung von CO₂ aus der Atmosphäre, auf englisch «technological Carbon Dioxide Removal», also «technological CDR», unverzichtbar (gelbe Fläche). Solche Verfahren existieren zwar schon, aber sie sind bisher noch zu teuer und zu wenig skalierbar. Es wird aber an Ansätzen geforscht, die mittelfristig erfolgssprechend sein könnten (Bundesrat 2020a: S. 22ff).

Jährlicher globaler CO₂-Ausstoss

Quelle: IPCC (2018: S. 113)

1.2.4 Die Folgen des Temperaturanstiegs

2020 war ein Jahr der Krise. Mit 1,2°C Plus gegenüber vorindustriellem Niveau war es zusammen mit 2016 das wärmste der Menschheitsgeschichte. Doch die Krise war nicht das Klima, sondern Corona. Um das Klima wurde es im Zuge der Pandemie – nachdem die letzten australischen Buschbrände erloschen waren – deutlich ruhiger. Und das, obwohl wir uns bloss noch 0,3°C vom 1,5-Grad-Ziel des Übereinkommens von Paris entfernt befinden. Wie wahrscheinlich kann es also sein, dass ein Übertreffen dieser 0,3°C tatsächlich die Welt verändert?

Was wir wissen und was wir nicht wissen

Der globale (durchschnittliche) Temperaturanstieg ist eine Frage der Strahlungsbilanz – und diese ist erwiesenermassen auch von der THG-Konzentration in der Atmosphäre abhängig. Eine Verdoppelung der CO₂-Konzentration ist langfristig mit einer Erwärmung um etwa 3 Grad (Vertrauensbereich 1,5°C bis 4,5°C) verbunden (IPCC 2013: S. 16).

Diesen Zusammenhang hatte schon 1895 der schwedische Chemiker Svante Arrhenius postuliert, wenn auch seine Schätzung noch höher lag (ca. 6°C). Die ersten Klimamodelle lieferten vor etwa 50 Jahren bereits Zahlen im genannten Schwankungsbereich (Hansen et al. 1981; Manabe und Wetherald 1967). Die Modelle haben sich seither massiv verbessert, aber die Angaben schwanken immer noch in diesem Bereich. Der Zusammenhang ist loglinear: Wenn eine Verdopplung des CO₂-Gehalts von 280ppm auf 560ppm zu einem Anstieg um 3°C führt, so wäre für die nächsten 3°C eine weitere Verdoppelung auf 1120ppm nötig.

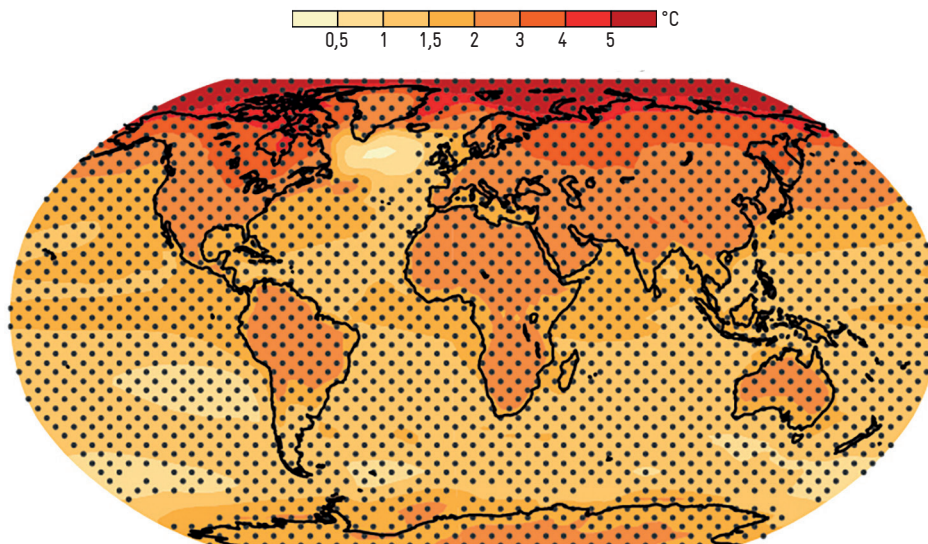
Ebenfalls klar ist, dass mit grösserer Wärme mehr Wasser verdunstet. Daraus folgt mehr Niederschlag – der aber alles andere als gleichverteilt ist: Feuchtere Regionen wie die Tropen oder die mittleren Breiten werden tendenziell feuchter, weil wärmere Luft mehr Wasser aufnehmen kann und die Niederschläge stärker werden, trockene wie die Subtropen werden aufgrund der stärkeren Verdunstung hingegen eher trockener (IPCC 2018: S. 10). Dieses Phänomen alleine führt schon dazu, dass Trockenheits- und Niederschlagsphänomene (ob nun über die Dauer oder die Intensität) tendenziell extremer werden.

Worüber hingegen deutlich weniger Gewissheit herrscht, sind spezifische Veränderungen regionaler Klimata. Diese sind nicht einfach von der globalen Strahlungsbilanz, sondern von der Verteilung der Energie innerhalb der Atmosphäre (Ozean, Land, Gebirge, regionale Rückkoppelungen) und damit von den grossräumigen Strömungsmustern in der Atmosphäre abhängig. Wie sich diese genau verändern, ist noch nicht klar (Zappa 2019). Gewisse Grundmuster sind bekannt: Über den Kontinenten wird sich die Oberflächentemperatur deutlich stärker erhöhen als über den Ozeanen (vgl. Abbildung 5). Am stärksten dürfte sich die Nordpolarregion erwärmen, also Nordsibirien, Kanada und die Arktis (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8

Verteilung des weltweiten Temperaturanstiegs (RCP4.5, 2081–2100 vs. 1986–2005)

Die Weltkarte zeigt die Verteilung des Anstiegs der mittleren Oberflächentemperaturen im Szenario «RCP4.5», das in etwa bei den derzeitigen Klimapolitiken resultieren würde, für die Periode 2081–2100 gegenüber der Periode 1986–2005. Deutlich der stärkste Temperaturanstieg ist für die Nordpolarregion zu erwarten.



Quelle: IPCC (2013: S. 1063)

Damit einhergehen wird in den unteren Luftschichten auch eine Abschwächung des Temperaturgradienten zwischen Polargebieten und Tropen. Welchen Einfluss das genau auf die Polarfront hat, ist noch nicht klar. Diese trennt die polare Kaltluft von der subtropischen Warmluft. Je grösser der Temperaturunterschied zwischen diesen Luftmassen, desto grösser ist der Druckunterschied und desto höher sind entsprechend die Windgeschwindigkeiten des Polarfront-Jetstreams. ²⁶ Der Jetstream kann die verschiedensten Formen annehmen, charakteristisch ist aber eine Wellenform. Diese Wellen wandern üblicherweise ostwärts, was in unseren gemässigten Breitengraden die regelmässig wechselnden Wetterlagen erklärt: Nördlich der Welle befinden wir uns im Einfluss kalter Polarluft, südlich der Welle dominiert die subtropische Warmluft. Klimamodellrechnungen deuten darauf hin, dass die Wellen mit abnehmendem Temperaturgradient stationärer werden könnten, was wiederum bedeutet, dass Wetterphasen (Trockenheit, Regen, Hitze, Kälte) länger anhalten und deren Auswirkung

²⁶ Luft dehnt sich mit höheren Temperaturen aus, entsprechend entsteht in der oberen Troposphäre (in etwa 10 km Höhe) ein Druckunterschied zwischen Subtropen (Hochdruck) und Polarregion (Tiefdruck). Das löst Winde von Süd nach Nord aus, diese werden jedoch durch die Corioliskraft nach Osten abgelenkt. Daraus entsteht der Jetstream der Polarfront mit Windgeschwindigkeiten von mehreren 100 km/h in 10 km Höhe.

gen nur schon daher (auch ohne erhöhte Intensität) extremer werden (Coumou et al. 2018; Mann et al. 2017). Zudem dürfte sich die Polarfront mit der Erwärmung der Arktisregion vor allem im Sommer etwas gegen Norden verschieben. Dem Mittelmeerraum beispielsweise droht so im Sommer eine weitere Austrocknung.

Kipppunkte (Tipping Points)

Kipppunkte sind Schwellenwerte, im Fall des Klimawandels eine bestimmte Temperatur, deren Überschreitung in einer Zustandsveränderung mündet, die nicht umkehrbar ist. Typischerweise ist dieses Phänomen mit dem Anstossen eines sich selbstverstärkenden Prozesses (positive Rückkoppelung) verbunden. Es gibt allerdings auch selbstverstärkende, klimarelevante Prozesse ohne eigentlichen Kipppunkt – die also im Grunde umkehrbar (reversibel) sind. ²⁷ Kipppunkte dienen als wichtiges Argument, die Klimaerwärmung auf 1,5°C zu beschränken. Sie sind allerdings generell schwer zu bestimmen – man kann zwar die Abläufe modellieren, aber schlecht voraussagen, bei welcher Erwärmung welches Kippelement seinen Kipppunkt erreicht. Im Folgenden einige wichtige Beispiele:

Arktisches Meereis: Der kritische Wert für das vollständige Abschmelzen des Meereises im Sommer liegt wahrscheinlich zwischen 1,5° und 2°C (globale Erwärmung) (IPCC 2018: S. 258). Das arktische Meereis unterliegt aber wohl mehr einem graduellen – reversiblen – Prozess und hat keinen klaren Kipppunkt. (ebd.: S. 262) Die Eis-Albedo-Rückkoppelung ²⁸ hat schon bis heute zu einer Erwärmung der Arktis von deutlich über 2°C geführt. Keinen Einfluss hat das Schmelzen des arktischen Meereises übrigens auf den Meeresspiegel: Das schwimmende Eis verdrängt seine eigene Masse auch bisher schon – daran ändert sich nichts, wenn es schmilzt.

Grönlandeisschild: Die Oberfläche eines schmelzenden Grönlandeisschildes kommt auf immer geringerer Höhe über Meer zu liegen, wo entsprechend höhere Temperaturen herrschen, was den Schmelzprozess weiter antreibt. Der Eisschild würde selbst dann weiter schmelzen, wenn sich die globale Temperatur nicht weiter erhöht. Der Kipppunkt für diesen Prozess liegt ziemlich sicher unter 2°C, einige Wissenschaftler vermuten sogar, er sei schon überschritten (Palmer 2020). Klar ist: Unter heutigen Temperaturbedingungen würde sich auf einem eisfreien Grönland kein Eisschild mehr bilden. Das gesamte Abschmelzen des Eisschildes würde den Meeresspiegel um 7 Meter erhöhen. Dieser Prozess dauert jedoch mindestens Jahrhunderte, wenn nicht gar über 1000 Jahre (Lenton et al. 2019).

²⁷ Beispielsweise ist der Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre ein Rückkoppelungsfaktor ohne Kipppunkt: Die globale Erwärmung erhöht die Verdunstungsrate und damit den Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre. Wasserdampf ist ein Treibhausgas (vgl. S. 20), entsprechend trägt er weiter zur Erwärmung bei. Auch die Albedo (Rückstrahlungsvermögen der Erdoberfläche) ist selbstverstärkend, aber ohne eigentlichen Kipppunkt: Höhere Temperaturen führen zu weniger Schnee- und Eisflächen. Dadurch wird die Erdoberfläche dunkler, wodurch mehr Sonnenlicht absorbiert und weniger reflektiert wird, was wiederum zur Erwärmung beiträgt.

²⁸ Vgl. zweiter Teil von Fussnote 27.

Westantarktischer Eisschild: Die Antarktis besteht aus zwei Subkontinenten: Ostantarktika und Westantarktika (südlich von Südamerika). Der Eisschild des deutlich kleineren Westantarktika liegt weitgehend im Wasser auf ²⁹ und wird primär vom Meerwasser her geschmolzen, nicht von der Oberfläche her. Sein Abschmelzen würde den Meeresspiegel um bis zu 6 Meter erhöhen (Dauer: Einige hundert bis über 1000 Jahre). Ein starkes Abschmelzen oder ein Kipppunkt wird hier bis Ende dieses Jahrhunderts allerdings nicht erwartet. Noch stabiler ist das riesige Ostantarktika mit dessen bis zu 4 km dicken Eisschild. Doch auch hier wurde kürzlich bei unter dem Meeresspiegel aufliegenden Eismassen ein Abschmelzen von unten durch Meerwasser festgestellt (IPCC 2019: S. 346ff).

Tauen des Permafrosts in Russland und Kanada: Ein Tauen dieses Permafrosts könnte grosse Mengen an gespeichertem Methan freisetzen, einem THG mit der 25-fachen Wirkung von CO₂ (vgl. Tabelle 1). Es besteht derzeit noch Unklarheit darüber, ab wann dieser Effekt in grossem Umfang eintreffen könnte und wie stark er wirklich sein würde. Vermutlich kommt er erst ab über 2°C globaler Erwärmung ³⁰ zum Tragen (IPCC 2018: S. 262).

Golfstrom: Der Golfstrom ist das wohl schon am längsten untersuchte Kipplement. Die warme Meeresströmung beschert weiten Teilen Nordeuropas trotz ihrer hohen geografischen Breite angenehme Temperaturen. Sie ist eine Folge der Sogwirkung, die entsteht, wenn stark abgekühltes und relativ salzhaltiges – und daher schweres – Oberflächenwasser in der Polarregion (zwischen Grönland und Spitzbergen) absinkt. Durch die Erwärmung und den zunehmenden Eintrag von (leichterem) Süsswasser in der Polarregion (mehr Niederschläge, Schmelzen von Gletschern und arktischem Eis) verringert sich die Absinkgeschwindigkeit, was auch die Sogwirkung schwächt. Dieser Prozess scheint bereits im Gange zu sein (Rahmstorf 2020) und dürfte sich im laufenden Jahrhundert verstärken. Wo genau der Kipppunkt zu einem eigentlichen Kollaps liegt, ist unklar. Er wird aber in diesem Jahrhundert als unwahrscheinlich betrachtet (IPCC 2019: S. 618ff). Auch ein solcher Kollaps hätte zudem keine urplötzlich über uns hereinbrechende Eiszeit wie in Roland Emmerichs «The Day After Tomorrow» zur Folge. Er würde die Temperaturen in Nordeuropa maximal wieder auf vorindustrielles Niveau zurückbringen. Die durch die Abschwächung bewirkte Abkühlung der Meeresoberflä-

29 Er liegt auf dem Felsgrund, der sich allerdings Hunderte Meter unter der Meeresoberfläche befindet. Wird das Eis durch warmes Wasser von unten geschmolzen, hebt es sich unter Umständen vom Boden ab und schwimmt dann auf dem Wasser. Durch Abnahme der Reibung am Ende des Gletschers erhöht sich dessen Fließgeschwindigkeit. Diese pflanzt sich rückwärts fort, z.T. bis zu Gegenden, wo der Gletscheruntergrund über dem Meeresspiegel liegt. Somit erhöht sich der Abfluss der Eismassen auf dem Land. Das gleiche Phänomen hat man bei den grossen Eisschelfen, die auf dem Wasser schwimmen. Diese wirken wie ein Pfropfen, der die Gletscher auf dem Land am Abfließen hindert. Brechen sie ab oder schmelzen, erhöht sich der Meeresspiegel dadurch nicht. Aber durch die abgeschwächte Pfropfenwirkung fließen die Landgletscher schneller ab und das erhöht dann den Meeresspiegel.

30 Die 2°C globale Erwärmung bedeuten für jene Regionen deutlich stärkere Temperaturanstiege (vgl. Abbildung 8). Schon heute ist das Tauen des sibirischen Permafrosts zu beobachten. Allerdings dürfte der Kipppunkt noch nicht überschritten sein.

che südlich von Grönland und die Erwärmung vor der Küste Nordamerikas könnte allerdings die atmosphärischen Strömungsmuster beeinflussen.

El Niño ³¹ / La Niña ³²: Über die Entwicklung dieser Meeresströmungsphänomene zwischen Australien und Chile, deren Ausprägungen die Wettermuster weltweit beeinflussen können, sind sich die Wissenschaftler uneinig. Auch bezüglich Existenz und allfälliger Verortung eines Kippunktes herrscht Unsicherheit. Es wird vermutet, dass es in Zukunft stärkere El-Niño-Ereignisse geben und diese auch häufiger werden könnten. Auch die Auswirkungen solcher Ereignisse in anderen Regionen könnten stärker werden (NOAA 2020).

Amazonas-Regenwald: Der Amazonas-Regenwald hat möglicherweise sogar zwei Kippunkte – einen klimatologischen und einen biologischen. Letzterer stellt die grössere Bedrohung dar: Der Regenwald verschafft sich durch seine enormen Wasserspeicherkapazitäten sozusagen seinen eigenen Niederschlag. Regen wird im Wald gespeichert, verdunstet an der Hitze wieder und schafft neuen Niederschlag. Ohne Wald würde das Wasser hingegen schnell abfließen und versickern. Bei einer zu starken Abholzung (ca. 40 %) ³³ könnte ein kritischer Punkt überschritten werden, wo der Niederschlag so stark abnimmt, dass der Regenwald versteppt. Da der Regenwald die grösste Kohlenstoffsенке an Land ist, hätte das deutliche Auswirkungen auf die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre. Der klimatologische Kippunkt (mögliche Versteppung aufgrund von Dürren wegen stärkeren El-Niño-Ereignissen) dürfte dagegen erst im Bereich von 4°C Erwärmung liegen (Nobre et al. 2016).

Regionale Unterschiede und Gesamtbilanz

Die Auswirkungen des Klimawandels sind regional höchst unterschiedlich. Am stärksten negativ betroffen sind (stark verallgemeinert) sehr warme Gebiete, Gebiete mit ohnehin schon erheblicher Trockenheit wie die Sahelzone sowie potenziell sämtliche Küstenregionen – vor allem die flachen – und kleine Inseln (IPCC 2018: S. 259f).

Gewisse sehr warme Gebiete sind besonders dicht besiedelt – was meist kein Zufall ist: In der Vergangenheit machte die Kälte den Menschen deutlich stärker zu schaffen als Hitze. Daher entwickelten sich in einigen besonders warmen Regionen hohe Bevölkerungsdichten. Paradebeispiel ist der Norden Indiens. Hier würde eine weitere Zunahme der Temperaturen um einige Grad Celsius die Arbeit oder sogar schlicht das Leben im Freien fast unerträglich machen (McKinsey Global Institute 2020: S. 18). Auch tropi-

31 El Niño tritt in unregelmässigen Abständen von durchschnittlich vier Jahren auf. Er führt zu warmem Oberflächenwasser vor der Pazifikküste Chiles und damit zu mehr Verdunstung und mehr Niederschlag in dieser normalerweise sehr trockenen Region, während die (normalerweise feuchte) südostasiatische Küstenregion trockenes Wetter erlebt.

32 La Niña ist sozusagen das gegenteilige Phänomen. Es verstärkt die Trockenheit an der Westküste Südamerikas und Niederschläge in Südostasien/Australien.

33 Derzeit sind etwa 15 % des Amazonasregenwaldes abgeholzt

sche Regionen und Subsahara-Afrika dürften zu kämpfen haben – besonders hinsichtlich der Landwirtschaft (ebd.).

Für schon heute komplett trockene Gebiete wird der Klimawandel kaum noch etwas ändern, zumal solche Regionen (z.B. die Sahara) kaum bewohnt sind. Anders sieht es in Gebieten mit heute mediterranem Klima (gekennzeichnet durch deutliche Sommertrockenheit) aus: Sie drohen durch den Klimawandel noch trockener zu werden, was die Lebensbedingungen in diesen Regionen verschlechtern würde.

Flache Küstenregionen sind naturgemäss vom Anstieg des Meeresspiegels betroffen. Die in den IPCC-Szenarien genannten Schätzungen muten auf den ersten Blick zwar eher harmlos an: Im Best-Case-Szenario (RCP2.6) soll dieser bis zur nächsten Jahrhundertwende «wahrscheinlich» zwischen 20 cm und 50 cm (Erwartungswert 43 cm) betragen, im Worst-Case (RCP8.5) «wahrscheinlich» zwischen 61 cm und 110 cm (Erwartungswert 84 cm) (IPCC 2019b: S. 7). ³⁴ Da die Angaben Durchschnittswerte sind, ist an einigen Küsten (abhängig von der Geologie und von veränderten Meeresströmungen) ein höherer Anstieg zu erwarten – beispielsweise an der Ostküste der USA. Auch die Risiken, die von Spring- und Sturmfluten ausgehen, steigen deutlich. Nicht zu vergessen ist zudem, dass sich dieser Anstieg (zumindest im Falle der höheren RCP-Szenarien) in den folgenden Jahrhunderten aufgrund verschiedener überschrittener Tipping-Points weiter fortsetzen würde, sogar wenn die THG-Emissionen zeitverzögert doch noch massiv gesenkt würden.

Für manche Länder bietet der Klimawandel aber auch Chancen – allen voran für die beiden Grössten: Kanada und Russland (Tages-Anzeiger 2020a). Beide Länder haben Millionen von praktisch unbewohnten Quadratkilometern. Deren Klima (zudem ziemlich kontinental, also von ausgeprägten jahreszeitlichen Schwankungen, geprägt) war bis anhin schlicht zu zivilisationsfeindlich, um nennenswerte Bevölkerungsdichten zu ermutigen. Das könnte sich dank des Klimawandels – vor allem dank der starken Erwärmung dieser Regionen im Winter – verändern.

Bei solchen Gegenüberstellungen von Verbesserungen und Verschlechterungen der Lebensbedingungen sollte allerdings nicht vergessen werden, dass der Wandel per se, auch in klimatologisch «bevorzugten» Regionen, mit Herausforderungen verbunden ist. ³⁵ Allerorts hat sich die Zivilisation auf die vorherrschenden Temperaturen eingestellt und ihre Infrastruktur, Landwirtschaft, ja generell: Lebensweise, dahingehend optimiert. Eine Änderung der Umstände zieht entsprechend immer Anpassungskosten nach sich. Auch ist die geografische Verteilung der Weltbevölkerung nicht beliebig änderbar: Auch wenn Sibirien und Kanada bei ungebremstem Klimawandel in Zu-

³⁴ Am stärksten zum Anstieg trägt die thermische Expansion des Wassers bei, nicht etwa das Schmelzen des grönländischen oder antarktischen Eisschildes. Diese folgen erst an 3. und 4. Stelle nach den Gletscherschmelzen (IPCC 2019b: S. 352).

³⁵ So zum Beispiel dürften weite unbewohnte Landstriche in Sibirien bei höheren Temperaturen zuerst einmal zu einem grossen Sumpf werden. Die vorhandenen Infrastrukturen (z.B. auch Pipelines) werden dadurch gefährdet (ESKP 2020).

kunft verbesserte Lebensbedingen auf vielen Millionen Quadratkilometern zu bieten haben sollten, werden diese kaum von einer Milliarde Afrikanern oder Indern, deren Lebensgrundlagen sich in ihrer Heimatregion verschlechtert haben, eingenommen werden können.

Fazit

Die Ausführungen in diesem Abschnitt haben gezeigt: Weder schlittern wir bei einer Überschreitung des im Übereinkommen von Paris gesetzten 1,5-Grad-Grenzwerts unweigerlich in die Katastrophe, noch ist garantiert, dass bei einer Einhaltung des Grenzwerts keinerlei erhebliche negative Konsequenzen des Klimawandels eintreten. Andererseits muss aber auch festgehalten werden, dass das 1,5-Grad-Ziel nicht einfach ein Verhandlungsergebnis aktionsfreudiger Politiker ist, sondern dass es auf wissenschaftlichen Fakten beruht. In den Worten des IPCC ist das jener Wert, bei dem «eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems» mit grosser Wahrscheinlichkeit noch verhindert werden kann. Und das ursprüngliche 2-Grad-Ziel wurde nicht etwa deshalb zum 1,5-Grad-Ziel, weil die Politik zeigen wollte, dass sie es wirklich ernst meine, sondern weil neue wissenschaftliche Erkenntnisse Hinweise darauf lieferten, dass einige wichtige Kippunkte niedriger liegen könnten als bisher gedacht. ³⁶

Und doch: Falls wir das 1,5-Grad-Ziel nicht schaffen (was ziemlich wahrscheinlich ist), dann ist es immer noch besser, den Anstieg auf 2°C zu beschränken statt auf 2,5°C. Und falls auch 2°C ausser Reichweite rücken, sind 2,5°C immer noch besser als 3°C. Mit zunehmendem Temperaturanstieg steigt nicht nur das Risiko, dass wir wichtige Kippunkte im Klimasystem überschreiten, sondern es steigt auch die Geschwindigkeit der dadurch ausgelösten positiven Rückkoppelungseffekte. Sollte uns also z.B. eines Tages dämmern, dass der Grönländische Eisschild nicht mehr zu retten ist, dann ist es immer noch sehr entscheidend, ob er in 300 oder in 1200 Jahren verschwunden sein wird. Und man sollte auch nicht vergessen: Ein Temperaturanstieg um 5°C, der bei völliger Untätigkeit drohen würde, käme einem Niveau gleich, wie es in den Warmklimata vor dem Quartär herrschte. Damals war die Antarktis eisfrei. Würden alle heutigen Eismassen schmelzen, läge der Meeresspiegel etwa 70 Meter höher. ³⁷ Dieser Prozess würde zwar bestimmt über 1000 Jahre dauern, aber er würde eine Welt hinterlassen, die nichts mit der zu tun hat, die wir kennen.

³⁶ Für eine Diskussion der Unterschiede zwischen dem 2-Grad- und dem 1,5-Grad-Ziel siehe z.B. *Levin (2018)* oder *IPCC (2018)*.

³⁷ Nur schon während der letzten Warmzeit vor etwa 120 000 Jahren, als die Temperaturen 1 bis 2 Grad über vorindustriellem Niveau lagen, lag der Meeresspiegel (in seinem langfristigen Gleichgewicht) zwischen 6 bis 10 Meter höher als heute (*IPCC 2013: S. 407f und 425f*).

Anmerkungen Tabelle 2:

Diese Anmerkungen sind eine exakte Kopie der Anmerkungen unter der entsprechenden IPCC-Grafik. Sie sind bloss abgedruckt, um die Anforderungen zur Verwendung von IPCC-Grafiken zu erfüllen. Sie dürften für die Leserinnen und Leser der vorliegenden Studie nicht weiter relevant sein.

- a) Der «Gesamtbereich» für die 430 bis 480 ppm CO₂eq-Szenarien entspricht der Bandbreite des 10.–90. Perzentils der Tabelle 6.3 des Berichtes der Arbeitsgruppe III dargestellten Unterkategorie dieser Szenarien.
- b) Basisszenarien fallen in die >1000 und 720 bis 1000 ppm CO₂eq-Kategorien. Letztere Kategorie schliesst auch Minderungsszenarien ein. Die Basisszenarien dieser Kategorie erreichen im Jahr 2100 zu Temperaturänderungen von 2,5 bis 5,8°C über dem Durchschnitt der Jahre 1850–1900. Zusammen mit den Basisszenarien der Kategorie >1000 ppm CO₂eq führt dies zu einer Gesamtbandbreite der Temperaturänderung für das Jahr 2100 von 2,5 bis 7,8°C (Bandbreite basierend auf dem Median der Klimareaktion: 3,7 bis 4,8°C) für Basisszenarien aus beiden Konzentrationskategorien.
- c) Die globalen Emissionen im Jahr 2010 liegen um 31% über den Emissionen des Jahres 1990 (in Übereinstimmung mit den in diesem Bericht vorgelegten historischen THG-Emissionsschätzungen). CO₂eq-Emissionen beinhalten die Gruppe der Kyoto-Gase (Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) sowie F-Gase).
- d) Diese Bewertung beinhaltet eine grosse Anzahl von Szenarien, die in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlicht wurden und ist daher nicht auf die Repräsentativen Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways, RCP) beschränkt. Um die CO₂eq-Konzentrationen und klimatischen Auswirkungen dieser Szenarien zu bewerten, wurde das «Modell zur Abschätzung des durch Treibhausgase verursachten Klimawandels» (Model for the Assessment of Greenhouse Gas Induced Climate Change – MAGICC) in einem wahrscheinlichkeitstheoretischen Modus verwendet. Für einen Vergleich zwischen den Ergebnissen des MAGICC-Modells und den Ergebnissen der in der WGI verwendeten Modelle siehe WGI 12.4.1.2, 12.4.8 und WGIII 6.3.2.6.
- e) Die Bewertungen in dieser Tabelle basieren auf den Wahrscheinlichkeiten, die für sämtliche Szenarien der WGIII im AR5 unter Verwendung von MAGICC errechnet wurden und der Bewertung der Unsicherheit in nicht von Klimamodellen abgedeckten Temperaturprojektionen aus WGI. Diese Aussagen sind also mit den Aussagen der WGI konsistent, die auf CMIP5-Läufen der RCP und den ermittelten Unsicherheiten beruhen. Daher repräsentieren die Wahrscheinlichkeitsaussagen unterschiedliche Belegketten aus beiden Arbeitsgruppen. Diese Methode von WGI wurde auch auf Szenarien mit mittleren Konzentrationsniveaus angewendet, für die keine CMIP5-Läufe verfügbar sind. Die Wahrscheinlichkeitsaussagen sind lediglich indikativ (WGIII 6.3) und folgen weitgehend den in der WGI SPM verwendeten Begriffen für Temperaturprojektionen: wahrscheinlich 66–100%, eher wahrscheinlich als nicht > 50–100%, etwa ebenso wahrscheinlich wie nicht 33–66% und unwahrscheinlich 0–33%. Darüber hinaus wird der Ausdruck eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich 0–< 50% verwendet.
- f) Die CO₂-Äquivalente-Konzentration (siehe Glossar) ist auf der Basis des gesamten Antriebs aus einem einfachen Kohlenstoffkreislauf-/Klimamodell, MAGICC, berechnet. Die CO₂eq-Konzentration im Jahr 2100 wird auf 430 ppm (Unsicherheitsbereich 340 bis 520 ppm) geschätzt. Dies beruht auf der Bewertung des gesamten anthropogenen Strahlungsantriebs für 2100 im Verhältnis zu 1750 in WGI, d. h. 2,3 W/m², Unsicherheitsbereich 1,1 bis 3,3 W/m².
- g) Die überwiegende Mehrheit der Szenarien dieser Kategorie überschreitet die Kategoriengrenze einer CO₂eq-Konzentration von 480 ppm.
- h) Für Szenarien in dieser Kategorie bleibt kein CMIP5-Lauf und keine MAGICC-Realisierung unterhalb des entsprechenden Temperaturniveaus. Dennoch erfolgt eine Bewertung mit unwahrscheinlich, um Unsicherheiten, die möglicherweise nicht durch die derzeitigen Klimamodelle reflektiert werden, darzustellen.
- i) Szenarien in der 580 bis 650 ppm CO₂eq-Kategorie beinhalten sowohl Überschreitungsszenarien als auch Szenarien, die keine höheren Konzentrationen als das oberste Niveau der Kategorie aufweisen (z.B. RCP4.5). Letzteren Szenarien wird im Allgemeinen eine Wahrscheinlichkeit von eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich zugeteilt, unterhalb des Temperaturniveaus von 2°C zu bleiben, während die erstgenannten diesbezüglich meist als unwahrscheinlich bewertet werden.
- j) In diesen Szenarien liegen die globalen CO₂eq-Emissionen im Jahr 2050 um 70 bis 95% unter den Emissionen von 2010 und im Jahr 2100 um 110 bis 120% unter den Emissionen von 2010.

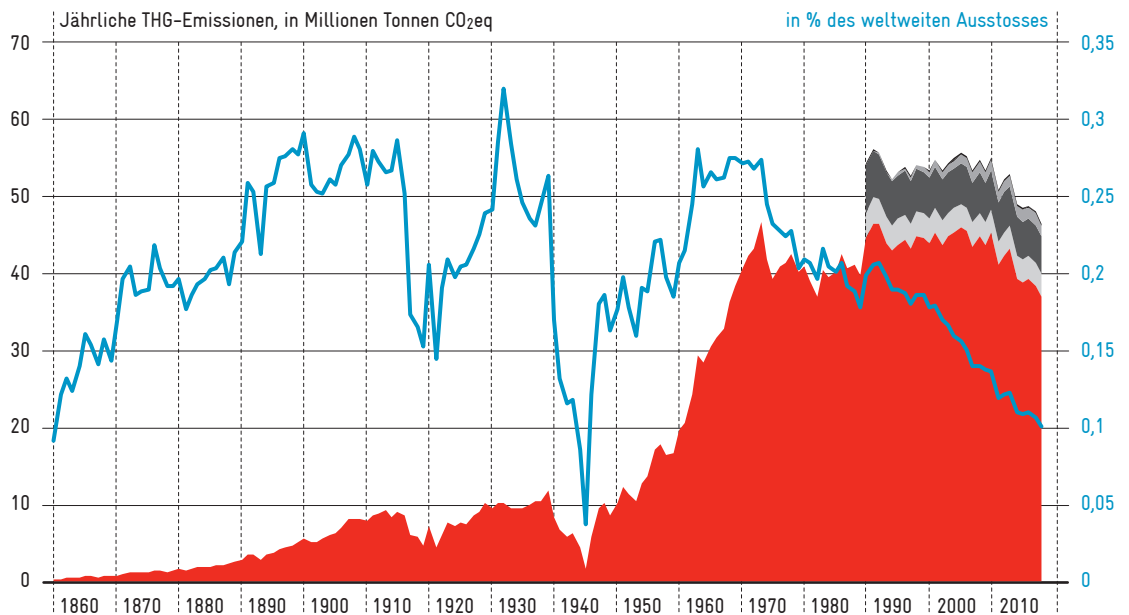
1.3 Klimafakten Schweiz

Immer wieder hört man, die Schweiz sei besonders stark vom Klimawandel betroffen. Ist das wirklich so? Der zweite Teil (1.3.2) des vorliegenden Kapitels geht dieser Frage auf den Grund. Davor wird im ersten Teil (1.3.1) die Rolle der Schweiz als CO₂-Emittentin und die Struktur ihrer THG-Emissionen anhand verschiedener Emissionsstatistiken diskutiert. Dies geschieht anhand von sechs Grafiken mit zugehöriger Analyse.

1.3.1 Treibhausgas-Ausstoss der Schweiz

Abbildung 9: Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1860

Hier dargestellt ist der jährliche CO₂-Ausstoss der Schweiz seit 1860 (rote Fläche). Ab 1990 sind zudem Daten zum Ausstoss weiterer THG verfügbar. In den ersten 50 Jahren ab 1860 erfolgte von sehr geringem Niveau aus ein exponentieller Anstieg der CO₂-Emissionen. Dieser wurde durch den 1. Weltkrieg und dessen Nachwirkungen gebremst. Als noch deutlich stärker präsentiert sich der Einbruch während des 2. Weltkriegs – es drängt sich allerdings der Verdacht auf, dass das teilweise einer mangelhaften Datengrundlage geschuldet ist. Nach dem 2. Weltkrieg erfolgte dann ein enormer und nie gesehener Anstieg auf 46 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 1973. Die beiden Ölpreiskrisen führen



* Ab 1990: Daten des Treibhausgasinventars des Bundesamtes für Umwelt (Bafu) zu allen THG.
1860–1989: Daten von ourworldindata.org (nur CO₂).

zu einem Rückgang unter 40 Mio. Tonnen, bis zum Jahr 2000 stiegen die Emissionen wieder auf 46 Mio. Tonnen an. Seither fallen sie langsam, aber mit zunehmender Geschwindigkeit. 2018 wurden in der Schweiz 37 Mio. Tonnen CO₂ emittiert. Dazu kamen knapp 10 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente anderer THG – in erster Linie Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Bei diesen ist während der letzten bald 30 Jahre nur ein leichter Rückgang erkennbar.

Die blaue Linie zeigt den Anteil der schweizerischen Emissionen am weltweiten CO₂-Ausstoss. Bis zum ersten Weltkrieg erhöhte sich dieser Anteil von 0,1% auf knapp 0,3%, was den schweizerischen Aufholprozess bei der Industrialisierung demonstriert. Die starken Einbrüche während der Weltkriege sind abermals mit Vorsicht zu interpretieren. Bis zur ersten Ölpreiskrise zeigt sich dann auch in Prozent der globalen Emissionen wieder ein starker Anstieg auf über 0,25%. Seit Mitte der 1970er Jahre sinkt der Schweizer Anteil kontinuierlich. Er beträgt heute wieder bloss 0,1% des weltweiten Ausstosses, wobei die Abnahme weniger auf den Rückgang in der Schweiz zurückzuführen ist als vielmehr auf die starke Zunahme weltweit.

■ SF₆, NF₃, PFCs*

■ HFCs*

■ CH₄*

■ N₂O*

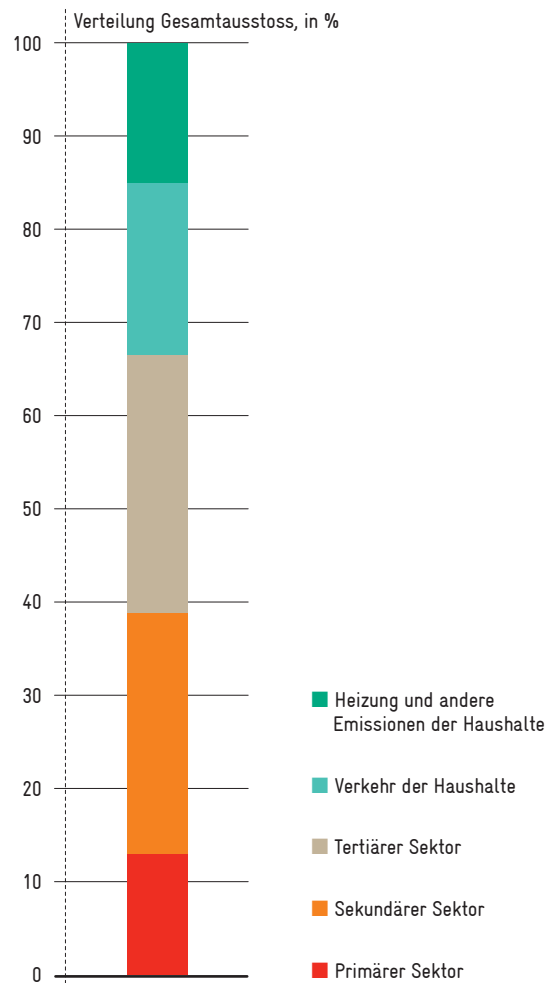
■ CO₂

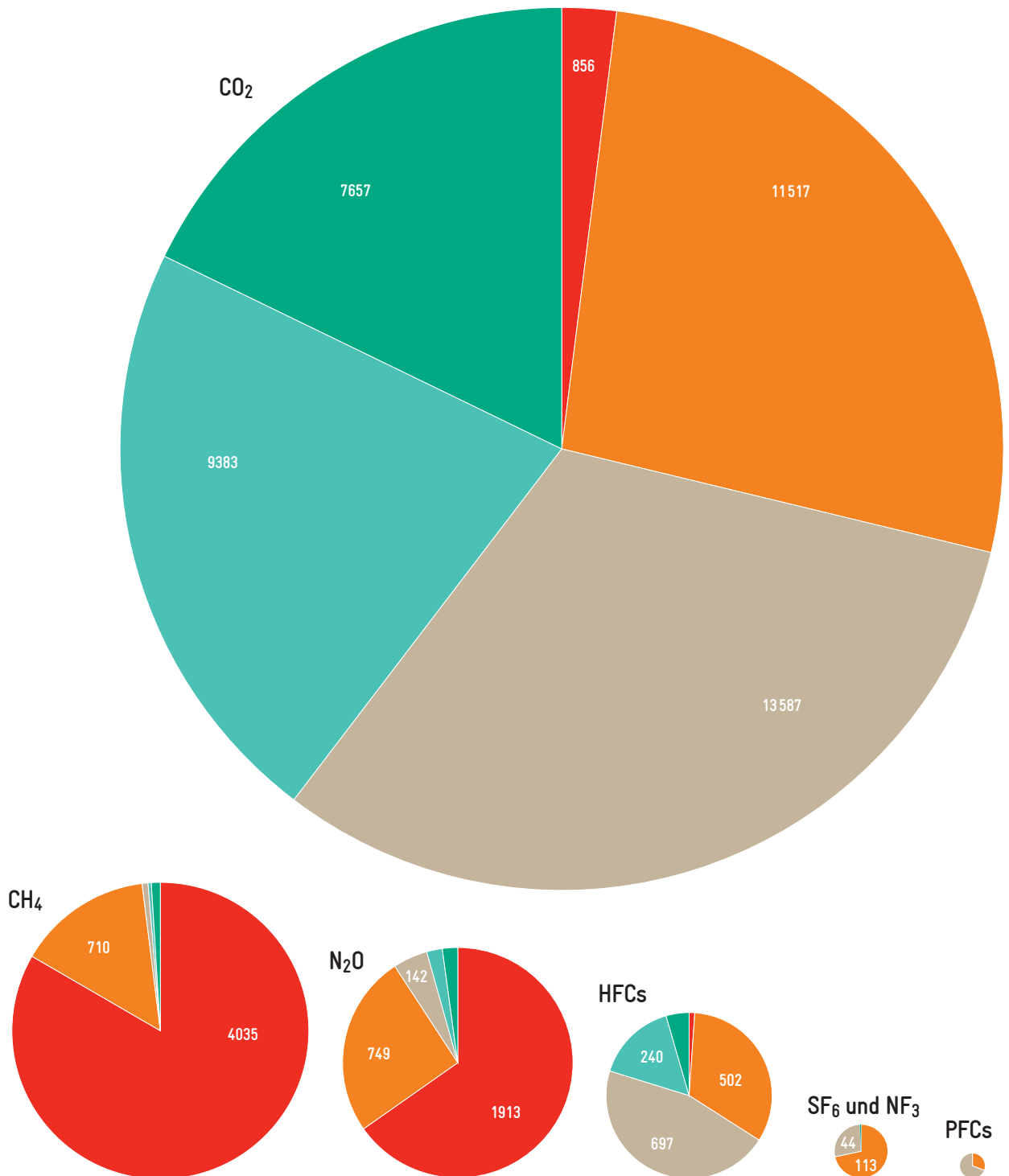
— CO₂-Anteil am weltweiten Ausstoss

Abbildung 10: Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren

Diese Abbildung zeigt für die verschiedenen Treibhausgase (vgl. Tabelle 1) die Aufteilung nach Herkunftssektoren (für das Jahr 2018). Die Flächen der Kuchen diagramme – und entsprechend die Flächen der Sektoren – sind proportional zu den Emissionen (in CO₂eq).

Die Wirtschaft ist für 60 % der gesamten (fossilen) CO₂-Emissionen verantwortlich, die Haushalte entsprechend für 40 %. Auf den Dienstleistungssektor entfällt etwas mehr als die Hälfte der Emissionen innerhalb der Schweizer Wirtschaft (während er 74% ihrer Wertschöpfung generiert (BFS 2020b)). Die Haushalte emittieren über die Hälfte «ihres» CO₂ zu Transport- und den Rest weitestgehend zu Heizungszwecken. Grossmehrheitlich in der Landwirtschaft entsteht hingegen der Ausstoss von Methan (Viehzucht) und Lachgas (Düngung). Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), Perfluorcarbone (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) werden vorwiegend im sekundären und tertiären Sektor eingesetzt.





Daten beziehen sich auf die Emissionen von 2018, in tausend Tonnen CO₂eq.

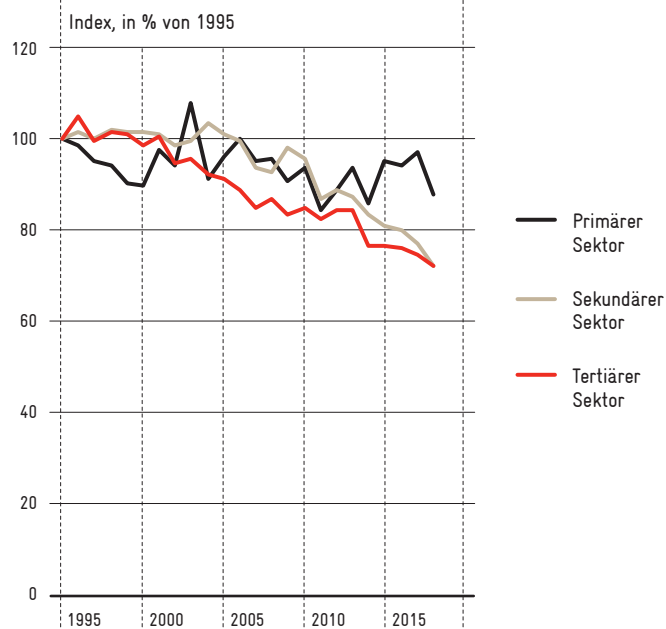
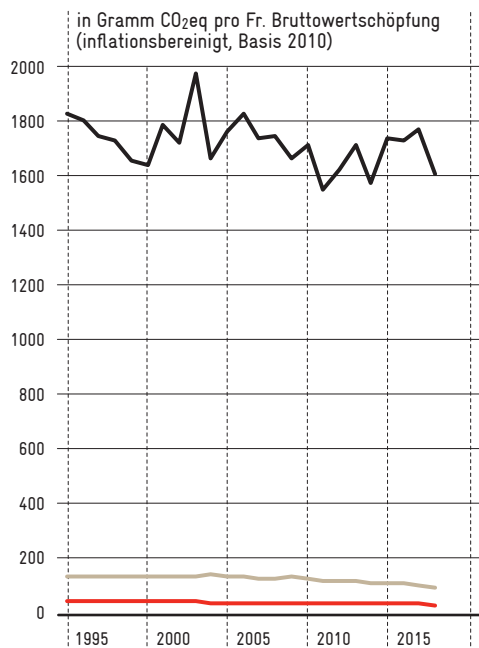
Quelle: BFS (2020c)

Abbildung 11: Emissionsintensität nach Sektor

Aus dem THG-Ausstoss pro Sektor und Angaben zur Bruttowertschöpfung kann die Emissionsintensität berechnet werden. Damit lässt sich also die Frage beantworten: Wie viele Gramm CO₂eq werden im 1., 2. oder 3. Sektor pro wertgeschöpften Franken ³⁸ emittiert? Dass hier der Industriesektor deutlich höhere Zahlen aufweist als der Dienstleistungssektor, dürfte nicht überraschen: 2018 steht es 95 zu 30 (in Gramm/Fr.). Äusserst schlecht fällt das Resultat für die Landwirtschaft aus: Pro wertgeschöpften Franken wurden 2018 nicht weniger als 1600 Gramm CO₂eq (weitestgehend in Form von Methan und Lachgas, vgl. Abbildung 10) ausgestossen. Von den drei Wirtschaftssektoren weist die Landwirtschaft auch den schlechtesten Trend auf: Während die Emissionsintensität des 2. und des 3. Sektors 2018 bei 72 % des Wertes von 1995 liegen, kommt die Landwirtschaft immer noch auf 88 % – und diese Zahl beschönigt das Bild sogar noch, denn gesamthaft ist kein klarer Trend zu beobachten: noch 2017 lag der Wert bei 97 %.

Übrigens lässt sich auf Basis dieser Zahlen leicht berechnen, wie stark eine Bepreisung der THG die jeweilige Branche finanziell belasten würde. Bei einem Preis von 100 Franken pro Tonne CO₂eq entsprechen X Gramm Ausstoss pro Fr. Wertschöpfung einer preislichen Last von X/100 Rappen pro wertgeschöpftem Franken (Umsatz minus Vorleistungen). Die Emissionsintensität von 1600 Gramm pro Fr. in der Landwirtschaft würde also bedeuten, dass sie im Gesamtschnitt mit einer Belastung von 16 Rappen pro wertgeschöpftem Fr. konfrontiert wäre. In der Industrie läge die derzeitige Belastung im Mittel bei knapp einem Rappen pro Franken, bei den Dienstleistungen bei bloss 0,3 Rappen pro Franken.

Emissionsintensität

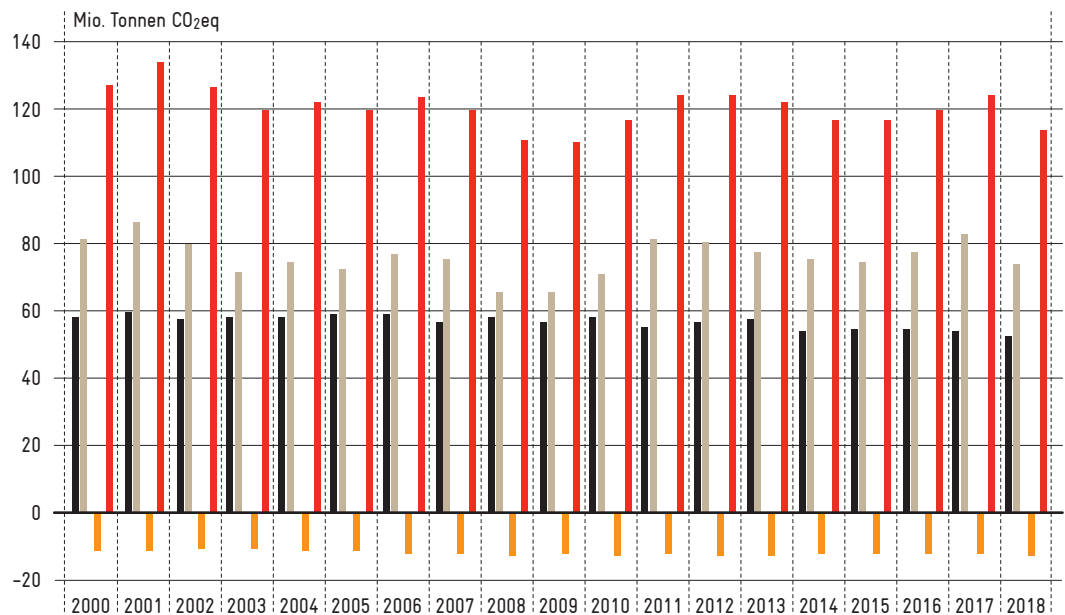


Quelle: BFS (2020a)

Abbildung 12: Produktionssicht vs. Konsumsicht

Wenn wir wirklich wissen wollen, wie THG-intensiv die Einwohner in der Schweiz leben, dann müssen wir uns von der Produktionssicht, auf der üblicherweise die Statistiken basieren (und die in den restlichen fünf Abbildungen dieses Abschnitts zur Anwendung kommt) trennen und stattdessen eine Konsumsicht annehmen. Für die Ermittlung der von unserem Konsum ausgelösten THG-Emissionen sind die von den hiezulande produzierten Exportgütern verursachten Emissionen abzuziehen und andererseits die Emissionen von im Ausland produzierten, importierten Gütern zu addieren.

Es zeigt sich schnell, dass Letztere viel höher sind als Erstere. Der THG-Ausstoss der Importe übertrifft sogar klar den THG-Ausstoss der gesamten inländischen Produktion. Während deren Ausstoss zudem langsam sinkt (von 60 auf 52 Mio. Tonnen CO₂eq) ³⁹, ist bei den Importen kein Trend ersichtlich: Ihr Ausstoss schwankt zwischen 65 und 85 Mio. Tonnen. Auch die THG-Emissionen der Exporte bewegen sich



Quelle: BFS (2020a)

einigermassen stabil im Bereich von 10 bis 13 Mio. Tonnen jährlich. Gesamthaft ergibt das einen THG-Ausstoss des Konsums der Schweizer Bevölkerung von um die 120 Mio. Tonnen, der sich in den letzten 20 Jahren kaum verändert hat.

Eine Abschottung würde unsere CO₂-Bilanz übrigens nicht verbessern. Was nicht importiert wird, müsste stattdessen im Inland produziert werden. Die CO₂-Bilanz einer Schweizer Tomate ist oft nicht besser als die einer spanischen – trotz des Transportweges.⁴⁰ Bei der Repatriierung der Produktion von Industriegütern könnten dank unseres günstigen Strommixes zwar möglicherweise gewisse CO₂-Einsparungen erzielt werden, aber erstens auch nur, solange überhaupt genügend Strom dafür zur Verfügung steht, und zweitens hätte ein derartiges Autarkieszenario massive Wohlstandsverluste zur Folge, was die CO₂-Effizienz unserer Wirtschaft (vgl. Abbildung 14) unter dem Strich deutlich reduzieren würde.

- THG-Emissionen inländischer Produktion
- THG-Emissionen Importe
- THG-Emissionen Exporte
- THG-Emissionen inländischer Konsum

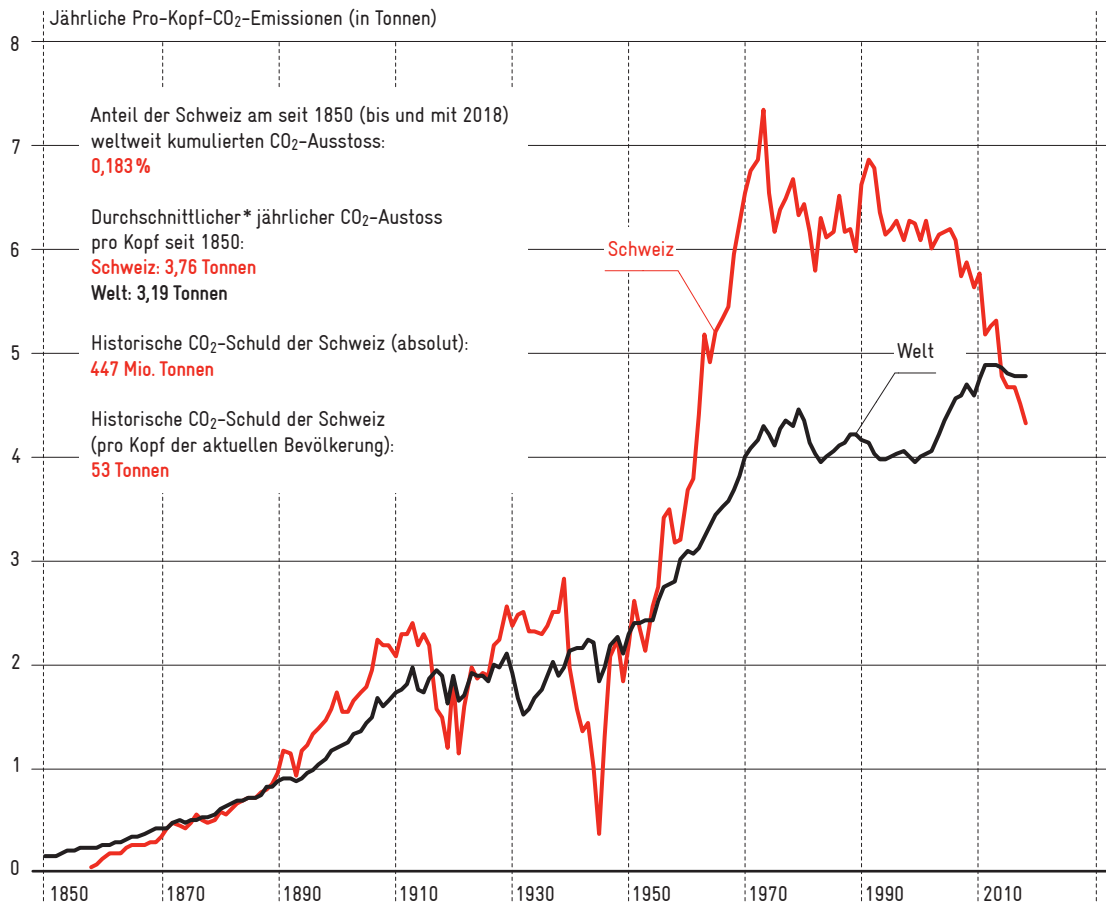
39 Die hier dargestellten Zahlen des BFS stimmen vom Niveau her nicht genau mit den Zahlen des Bafu (vgl. Abbildung 9) überein. Gemäss dem THG-Inventar des Bafu sind die Emissionen von 55 Mio. auf 46 Mio. Tonnen CO₂eq gesunken.

40 Eine viel grössere Rolle als der Transport spielt die Produktion. Wenn Gewächshäuser in der Schweiz – wie vielerorts der Fall – mit fossilen Brennstoffen beheizt werden, um Tomaten zu kultivieren, dann ist eine sonnengereifte Tomate aus dem Süden klimafreundlicher.

Abbildung 13: Die schweizerische «CO₂-Schuld»

Wie schneidet die Schweiz historisch im Vergleich zum weltweiten Durchschnitt ab, was den CO₂-Ausstoss betrifft? Die folgende Grafik und die dargestellten Zahlen geben Aufschluss: Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts stiegen die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen über das globale Mittel (wobei dieses wohl sehr stark durch die frühe Industrialisierung Grossbritanniens nach oben verzerrt war). Mit Ausnahme der – unrealistisch ⁴¹ – starken Einbrüche des 1. und 2. Weltkriegs (vgl. Abbildung 9) blieb das dann sehr lange so, mit dem Höhepunkt 1973, als die schweizerischen Emissionen 7 Tonnen pro Person übertrafen. Seit 2005 sinken sie deutlich, 2018 lagen sie noch bei 4,3 Tonnen pro Person und damit unter dem globalen Mittel (4,8 Tonnen).

Kumuliert über die gesamte Zeit seit 1850 trug die Schweiz 0,183 % zu den weltweiten CO₂-Emissionen bei. Um zu beurteilen, wie weit die Schweiz in der «Schuld» steht, ist aber auch für die kumulierte Betrachtung aller historischen Emissionen eine Pro-Kopf-Betrachtung hilfreicher (vgl. hierzu die Ausführungen in Abbildung 2b). Der gewichtete langjährige Durchschnitt der jährlichen Pro-Kopf-CO₂-Emissionen liegt in der Schweiz bei 3,76 Tonnen, im Vergleich zu 3,19 Tonnen pro Kopf weltweit. Die Schweiz hat also überproportional zum weltweiten CO₂-Ausstoss beigetragen, aber nicht so stark überproportional, wie man vielleicht angesichts des sehr hohen Wohlstands hierzulande hätte befürchten müssen. ⁴² Das liegt wesentlich daran, dass die Schweiz (auch historisch) verhältnismässig energieeffizient ist und einen CO₂-armen Energiemix verwendet (vgl. Abbildung 14).



* Der mit der Einwohnerzahl eines jeweiligen Jahres gewichtete Durchschnitt aller Werte des jährlichen CO₂-Ausstosses pro Kopf. Das entspricht folgendem Quotienten: kumulierter CO₂-Ausstoss (1850–2018) / kumulierte Einwohnerzahl (1850–2018).

Quelle: Owid (2021c), eigene Berechnungen

41 Das Ausmass der Einbrüche dürfte teilweise fehlender Datenverfügbarkeit geschuldet sein.

42 Schlechter würde die Schweiz abschneiden, wenn man den Ausstoss wie in Abbildung 12 anhand des Konsumansatzes statt anhand des Produktionsansatzes beurteilen würde. Daten zum Konsumansatz sind aber nicht in der langen Zeitreihe verfügbar.

Abbildung 14: Entwicklung Energieeffizienz und Emissionsfaktor Schweiz vs. Welt

Der CO₂-Ausstoss ist das Resultat verschiedener Faktoren: Wie viele Menschen leben auf der Erde (oder im untersuchten Land)? Wie viel konsumieren diese Menschen? Wie viel Energie ist zur Produktion dieser Konsumgüter nötig? Und: Wie viel CO₂ wird bei der Gewinnung dieser Energie ausgestossen? Über eine Brucherweiterung kann man den CO₂-Ausstoss in diese Komponenten – nämlich Quotienten, deren Zähler und Nenner sich kreuzweise kürzen lassen – zerlegen:

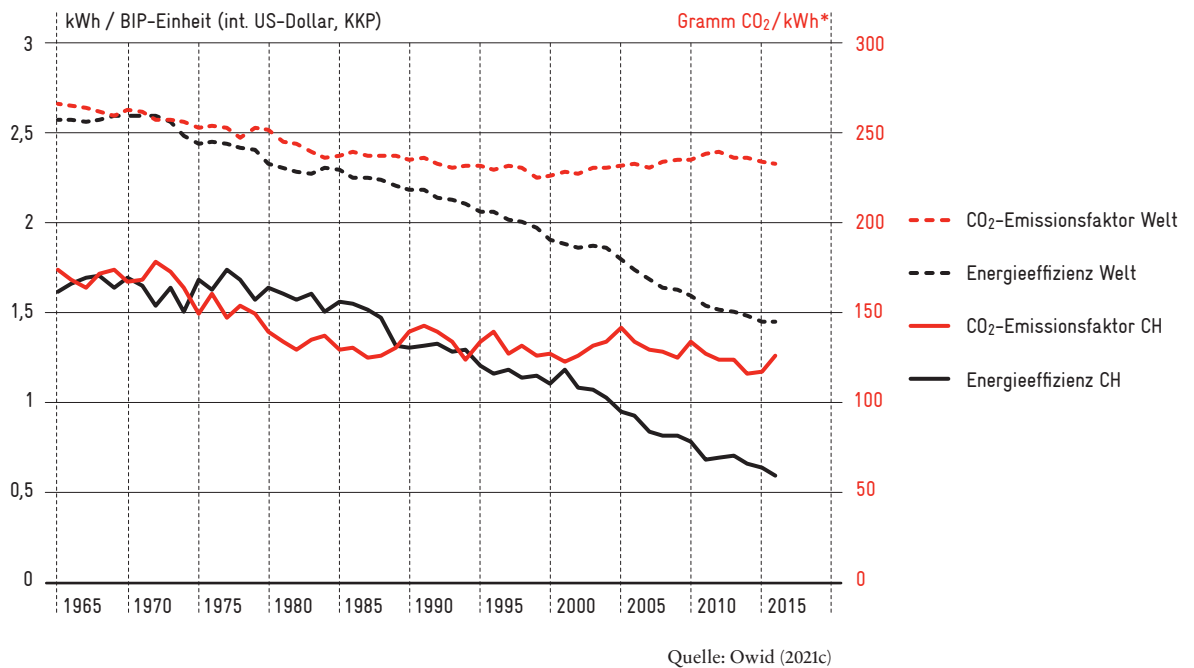
$$CO_2 = Einwohner \times \frac{BIP}{Einwohner} \times \frac{Energie}{BIP} \times \frac{CO_2}{Energie}$$

Während radikale Umweltschützer zur Klimarettung am liebsten die Komponente Mensch – also die Einwohnerzahl – reduzieren würden, oder aber zumindest eine Abkehr von der Konsumgesellschaft propagieren (BIP/Einwohner), suchen gemässigtere Klimafreunde nach Lösungen, um die Quotienten Energie/BIP und CO₂/Energie zu verkleinern. Die Entwicklung dieser beiden Grössen ist darum in der vorliegenden Abbildung dargestellt.

Vor allem bei der Energieeffizienz hat die Schweiz grosse Fortschritte erzielt: Der Energieverbrauch pro produzierte BIP-Einheit konnte von beinahe 1,7 kWh Ende der 1960er-Jahre auf noch 0,6 kWh (2016) gesenkt werden. Beim Emissionsfaktor (CO₂/Energie), der ein Ergebnis des Energiemixes ist, sind die Fortschritte nicht ganz so deutlich: Er sank von etwa 170 Gramm/kWh auf etwa 120 Gramm, wobei hier – genau gegenteilig zur Energieeffizienz – in den letzten 30 Jahren kein signifikanter Rückgang mehr erzielt werden konnte. Fast parallel zu diesen beiden Kurven – allerdings auf deutlich höherem Niveau – entwickelten sich die globalen Durchschnittswerte: Die Energieeffizienz stieg von 2,6 kWh pro wertgeschöpftem US-Dollar auf 1,45 kWh (was zwar den angesprochenen parallelen Verlauf ergibt, aber prozentual eine geringere Abnahme als in der Schweiz bedeutet), der Emissionsfaktor sank nur leicht von 260 auf 230 Gramm/kWh. Seit dem Jahr 2000 stagniert er bzw. ist er sogar wieder etwas gestiegen.

Dass ausgerechnet die CO₂-Emissionen pro erzeugter Kilowattstunde Energie sowohl weltweit als auch in der Schweiz in den letzten 30 Jahren nicht mehr gesunken sind, erstaunt. Erst in jener Zeit wurde ja im Westen der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger vorangetrieben. Über die Gründe kann hier nur spekuliert werden: Möglicherweise hat der enorme Wohlstandszuwachs Asiens und die damit verbundene Mengenausweitung eines Energieverbrauchs mit CO₂-intensivem Fussabdruck (Kohlekraft) den weltweiten Mittelwert dieses Quotienten nach oben gedrückt (und gewisse Fortschritte von Ländern mit Klimaschutzmassnahmen kompensiert). Die Schweiz hat aufgrund ihres schon seit Jahrzehnten hohen Anteils an Wasser- und Kernkraft an der Stromerzeugung schon lange einen CO₂-günstigen Strommix, an

dem der zunehmende Umstieg auf neue erneuerbare Energien nichts ändert, und an der CO₂-Intensität der importierten fossilen Energieträger änderte sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte wenig.



*Vergleichsgrössen (CO₂-Ausstoss in Gramm pro kWh Strom)

Kohle 1000

Erdgas 350 bis 500

1.3.2 Klimawandel in der Schweiz

Letzten Sommer am Zürcher Seeufer erblickt: Ein T-Shirt mit dem Aufdruck «I survived +2°C». Ob der Träger damit einfach augenzwinkernd Humor beweisen oder eher seiner handfesten Skepsis gegenüber den Folgen (und Ursachen) der Klimaerwärmung Ausdruck verleihen wollte, hat der Autor dieser Zeilen nicht ausfindig gemacht.

Temperaturanstieg bisher und künftig

Technisch gesehen hat der Shirt-Tragende recht: In der Schweiz sind die Jahresdurchschnittstemperaturen seit 1861 um über 2°C gestiegen (vgl. Abbildung 15). Dieser Anstieg ging bis 1980 ziemlich langsam vonstatten (Zunahme um etwa 0,8°C innert 120 Jahren) und seit 1980 deutlich schneller (Zunahme um etwa 1,6°C innert 40 Jahren).

Sinngemäss ist die Aussage aber trotzdem falsch: Mit den 2°C spricht er offensichtlich das Ziel des Übereinkommens von Paris an, die globale Erwärmung auf «deutlich unter 2°C» gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen. Die Kontinente erwärmen (vgl. Abbildung 5) und erwärmen (vgl. Abbildung 8) sich aber deutlich stärker als die Weltmeere. Über Land stieg die globale Mitteltemperatur bisher um 1,8°C und in der Schweiz,

Abbildung 15

Temperaturen in der Schweiz von 1864 bis 2020

Gegenüber der Referenzperiode 1961–1990 sind die Jahresmitteltemperaturen in der Schweiz bis 2020 um über 1,5°C gestiegen. Die Referenzperiode war ihrerseits etwa 0,8°C wärmer als das Klima 100 Jahre zuvor.

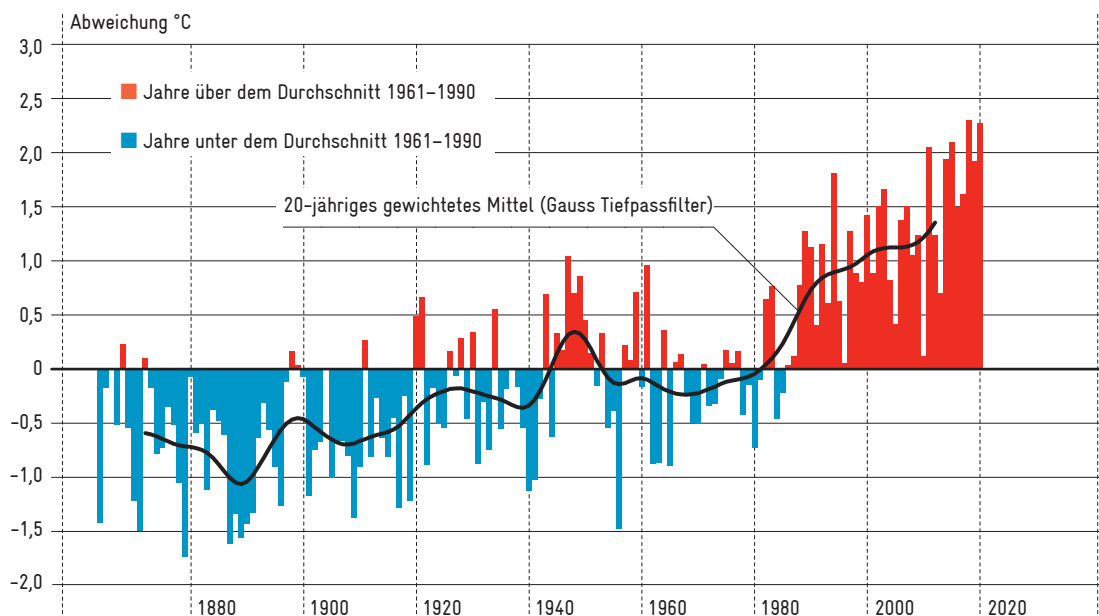
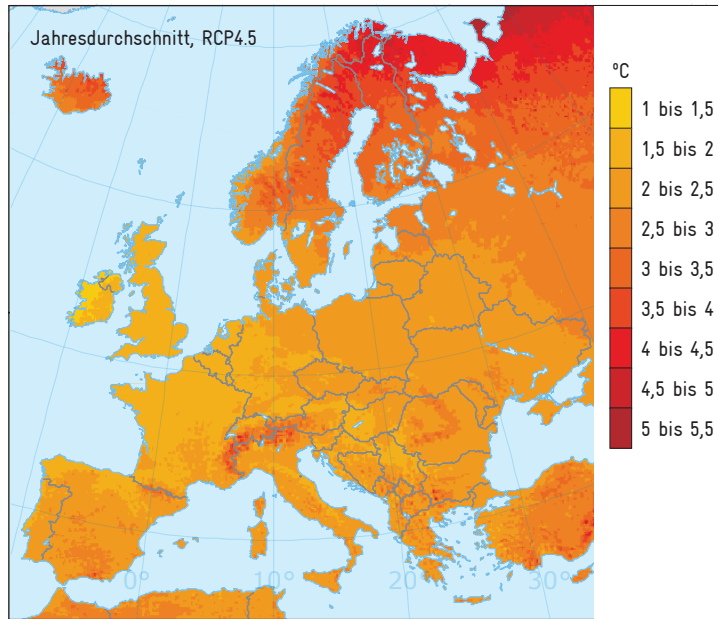


Abbildung 16

Temperaturanstieg in Europa (2071–2100 vs. 1971–2000)

Dargestellt ist die Verteilung des prognostizierten Anstiegs der mittleren Jahrestemperaturen gemäss Szenario RCP4.5 (vgl. Tabelle 2), dessen Eintreffen bei Fortsetzung der bisherigen Klimapolitiken als wahrscheinlich betrachtet wird. Der geringste Anstieg ist im Nordwesten Europas (mit Ausnahme Islands) zu erwarten, deutlich höher dürfte er im Nordosten und im Alpenbogen ausfallen.



Quelle: EEA (2014)

wie hier dargestellt, sogar um 2,4°C. Es ist davon auszugehen, dass auch die zukünftige Erwärmung in der Schweiz etwa 130 % bis 140 % des mittleren globalen Anstiegs über Land und bis zu 200% des mittleren globalen Temperaturanstiegs betragen wird (ETH 2021). Eine globale Erwärmung um 3°C, auf die wir mit den aktuellen Klimapolitiken hinsteuern (RCP4.5) ⁴³, würde für die Schweiz daher eine Erwärmung um bis zu 6°C bedeuten – also gut und gerne nochmal 3°C im Vergleich zu heute.

Die Karte in Abbildung 16 zeigt, wie stark sich welche Regionen Europas im ausgehenden 21. Jahrhundert gegenüber dem ausgehenden 20. Jahrhundert erwärmt haben sollen, falls das Szenario RCP4.5 (globale Klimaerwärmung um 3°C) eintritt. Die Werte sind nicht direkt mit den vorher zitierten vergleichbar, da sich die dargestellte Veränderung weder an vorindustrieller Zeit noch an der Gegenwart misst. ⁴⁴ Sie erlaubt aber einen Aufschluss über die relative Ausprägung des Temperaturanstiegs. Am geringsten dürfte dieser in Irland, Grossbritannien, Frankreich, Benelux und Westdeutschland sein. Nach Nordosten hin wird er deutlich höher und auch gegen den

⁴³ Vgl. Abbildung 6 und Fussnote 24, S. 37.

⁴⁴ Um auf den Anstieg gegenüber vorindustrieller Zeit zu kommen, müssten die Werte ungefähr um 25% erhöht werden.

Mittelmeerraum hin nimmt er leicht zu. Besonders stark dürften die Temperaturen gemäss den gängigen Klimamodellen zudem in den Alpen steigen.

Die Tatsache, dass die gängigen Klimaszenarien für die Schweiz im Vergleich zum globalen Mittel einen deutlichen und auch im Vergleich zum übrigen Festland einen überdurchschnittlichen Temperaturanstieg skizzieren, verleitete in der Vergangenheit zur oft gehörten Warnung «Die Schweiz ist besonders stark vom Klimawandel betroffen!» Doch stimmt das überhaupt? Ist «Betroffenheit» nicht viel eher von anderen Faktoren als vom blossen Ausmass des Temperaturanstiegs abhängig? Das diskutieren wir im folgenden Abschnitt.

Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz

2018 publizierte das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie Meteo Schweiz einen umfassenden Bericht, «CH2018», mit Klimaszenarien für die Schweiz (NCCS 2018). Die Hauptfolgen des Klimawandels sind gemäss diesem Bericht in klimatologischer Hinsicht: Trockenere Sommer, mehr Sommertage (Höchsttemperatur $>25^{\circ}\text{C}$), mehr Hitzetage (Höchsttemperatur $>30^{\circ}\text{C}$), mehr Tropennächte (Tiefsttemperatur $>20^{\circ}\text{C}$), weniger Frosttage (Tiefsttemperatur $<0^{\circ}\text{C}$), weniger Eistage (Höchsttemperatur $<0^{\circ}\text{C}$), intensivere Niederschlagsereignisse (v.a. im Winter) und schneearme Winter (im Mittelland). Sechs dieser acht Veränderungen sind die direkte, logische Folge der höheren Temperaturen und erklären sich daher von selbst. Die Faktoren «Sommertrockenheit» und «intensivere Niederschlagsereignisse» ergänzen das Bild und sind Teil einer Entwicklung, die sich sehr einfach auf einen Nenner bringen lässt: Das schweizerische Klima wird mediterraner. Das liegt daran, dass die Polarfront mit der Erwärmung der Arktisregion vor allem im Sommer nach Norden wandert und die Schweiz dann somit meist südlich von ihr liegen wird. Auch die (eher trockenen) langen Kaltluftphasen des Winters werden noch seltener werden und meist kürzer ausfallen als heute. Generell haben mögliche Zirkulationsänderungen der Polarfront einen grösseren Einfluss auf künftige Häufigkeit und Dauer gewisser Wetterlagen in der Schweiz als der blosse Temperaturanstieg.

Dieser «Mediterranisierung» des schweizerischen Klimas kann man, nüchtern und ohne Moralismus oder nostalgische Gefühle betrachtet, Positives abgewinnen:

- Per se sind höhere Temperaturen in einem Land in gemässigten Breiten mit bisher relativ kühlem Klima eher angenehm. Entscheidend dabei ist natürlich der Umstand, dass die Schweiz als Binnenland nicht direkt vom Meeresspiegelanstieg betroffen ist.
- Mehr Sommertage würde die Mehrzahl der Schweizer wohl per se als positive Veränderung bezeichnen. In der Vergangenheit buchten viele ihre Sommerferien im Süden, weil die Schweiz kein zuverlässig warmes und sonniges Wetter bieten konnte. Das wird sich ändern. Eigentliche Hitzewellen braucht wiederum niemand. Allerdings müssen wir uns auch hier nichts vormachen: In den Ferienländern, die sich viele Schweizerinnen und Schweizer aussuchen, herrschen permanent «Hitzewel-

len». Diese sind dort darum erträglich, weil sämtliche Gebäude klimatisiert sind. Eine Hitzewelle macht uns in der Schweiz wiederum zu schaffen, weil hier (ausser Einkaufsläden) keine Gebäude klimatisiert sind und man darum fast keine Chance hat, der Hitze zu entfliehen, und man auch in der Nacht nicht zur Ruhe kommt. Mediterranes Wetter in der Schweiz müsste zum Eingeständnis führen, Gebäude mit Klimaanlage auszurüsten. Das ist energietechnisch weniger problematisch als es klingt: Mit zunehmender Verbreitung von Sonnenenergie wird im Sommer eher keine Stromknappheit herrschen.

- Im Winter dürfte dagegen der Heizbedarf sinken. Das ist nicht nur hinsichtlich des Gesamtenergieverbrauchs positiv, sondern auch spezifisch auf die kalte Jahreszeit bezogen: Im Winter könnten sich mit dem Umbau der europäischen Energieinfrastruktur Strommangellagen abzeichnen. Alles, was den Energieverbrauch im Winter senkt, ist daher willkommen.
- Die Adaptationsprozesse, die in der Landwirtschaft vollzogen werden müssten, stellen für einige Betriebe sicher eine Herausforderung dar. Unter dem Strich ist es aber wahrscheinlich, dass die Landwirtschaft in gemässigten Breiten sogar vom Klimawandel profitiert (CDP 2020).
- Der Wintertourismus muss unter dem Strich nicht unbedingt negativ vom Temperaturanstieg betroffen sein. In niedrigen und mittleren Lagen dürften Skigebiete zwar kaum aufrechtzuerhalten sein, die höheren Lagen sind aber ziemlich schneesicher. Da die Schweiz verhältnismässig viele höhere Lagen hat, hat sie diesbezüglich gegenüber der ausländischen europäischen Konkurrenz einen komparativen Vorteil. Selbstverständlich ist der Klimawandel aber auch für die Schweiz mit Herausforderungen verbunden:
 - Die Sommertrockenheit stellt ein Problem für weite Teile unserer Vegetation dar. Unsere Wälder sind nicht auf diese Trockenheit ausgerichtet. Wälder können sich nicht innert Jahrzehnten erneuern und an stark geänderte klimatologische Bedingungen anpassen. Ein schneller Klimawandel erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass diese Adaptationsprozesse des Ökosystems mit unangenehmen Folgen – beispielsweise vorübergehendem Waldsterben – verbunden sind.
 - Der Schutzbedarf vor Extremereignissen (Niederschläge, Stürme, Trockenheit) steigt.
 - Tauender Permafrost in den Bergen wird neue Schutzverbauungen (zur Stabilisierung von Hängen und zum Schutz vor Hangrutschen) nötig machen.
 - Sogar wenn die Erwärmung auf global 2°C beschränkt werden kann, werden 75 % des Volumens der schweizerischen Gletscher verschwinden (Proclim 2016: S. 65). Die Frage ist übrigens nicht mehr ob – denn der Kipppunkt für die alpine Gletscherschmelze ist schon überschritten – sondern nur noch wie schnell. Abgesehen davon, dass so ein Gletscher schön anzuschauen ist, hat er im Verlaufe seiner Existenz auch riesige Schuttmassen verursacht, die aufgrund der Druckentlastung instabil werden, wenn er schmilzt. Vor allem bei Starkniederschlag sind daher Hangrutsche zu be-

fürchten – die besonders gefährlich sind, wenn sie in einen Gletschersee niedergehen. Die durch den Gletscherrückzug freigelegten Täler wären an sich prädestiniert für das Anlegen von Stauseen. Allerdings müsste dafür die Gefahr von Hangrutschungen gebannt werden (Proclim 2016: S. 93f). Bei einer derartigen Katastrophe starben 1963 in Italien ungefähr 2000 Menschen (Wikipedia 2021a). Bisher ist man entsprechend eher den gegenteiligen Weg gegangen: Durch die Schmelze neu entstandene Seen am Grindelwaldgletscher und am Plain-Morte-Gletscher hat man jüngst mithilfe eigens gebauter Tunnels künstlich entwässert, um ein unkontrolliertes Abfliessen durch allfällige Hangrutsche zu verhindern. Der Bau des Tunnels am Grindelwaldgletscher hat 15 Mio. Fr. gekostet – was ein ziemlich geringer Betrag ist im Verhältnis zur dadurch verringerten Gefahr.

- Neben diesen direkt auf die Schweiz bezogenen Auswirkungen gilt natürlich nicht zuletzt auch: Die Schweiz ist keine Insel. Globale Rezessionen aufgrund grösserer Klimakrisen würde auch sie zu spüren bekommen. Auch die Flüchtlingsproblematik wird im Zusammenhang mit dem Klimawandel immer wieder ins Feld geführt. Es ist hierbei allerdings festzuhalten: Hauptgründe für Flüchtlingsmigration nach Europa waren bisher Kriege, dysfunktionale Staatsführungen und politische Verfolgung. Das Klima wird bisher gar nicht als Asylgrund von der Genfer Flüchtlingskonvention anerkannt. Akute Klimakatastrophen führen üblicherweise zu Bevölkerungsverschiebungen in unmittelbare Nachbargebiete, nicht nach Europa. Langfristige getrübte wirtschaftliche Aussichten aufgrund nachteiliger Klimabedingungen wiederum könnten zwar Push-Migration nach Europa und in die Schweiz verursachen, aber wären gemäss geltendem Recht wie gesagt kein Asylgrund.

Wem diese Aufzählung zu stark subjektiv durch die Autoren eingefärbt erscheint, findet eine etwas weniger rosige Einschätzung im «Klimabericht Risiken und Chancen» des Bafu. Dieser listet – an sich nüchtern – für neun Sektoren ⁴⁵ die Risiken und Chancen des Klimawandels für die Schweiz auf (Bafu 2017). Allerdings verwendet die Analyse ein Szenario mit starkem Klimawandel durch ungebremsten weiteren Anstieg des THG-Ausstosses an (RCP8.5). Auf diesem Pfad befinden wir uns angesichts der Klimamassnahmen dutzender Länder nachweislich nicht (vgl. Abbildung 6 und Tabelle 2). Die Liste der Risiken ist zwar in jedem Sektor deutlich länger als die Liste der Chancen. Es drängt sich einem aber der Eindruck auf, dass eine Gewichtung der genannten Risiken und Chancen ein ausgewogeneres Bild ergeben hätte. So liest man z.B. – jeweils gleichbedeutend – folgende Punkte:

⁴⁵ Wasserwirtschaft, Waldwirtschaft, Landwirtschaft, Tourismus, Gesundheit, Energie, Raumentwicklung, Umgang mit Naturgefahren, Biodiversitätsmanagement.

– Landwirtschaft

- Risiko: Neue Produktionsrisiken durch Verschiebungen zwischen der Aktivitätsperiode von Bestäubern und der Blütezeit zugehöriger Nutzpflanzen
- Chance: Höhere Erträge dank steigenden Mitteltemperaturen und längerer Vegetationszeit

– Tourismus

- Risiko: Negativere Wahrnehmung des Berggebiets als Erholungsraum/Tourismusziel nach Naturereignissen mit Personen- oder grossen Sachschäden
- Chance: Längere Dauer der Sommersaison, bessere Wetterbedingungen für Outdooraktivitäten

– Energie

- Risiko: Verstärker Geschiebetransport in Bergbächen durch stärkere Erosion und Hochwässer, reduzierte Kapazität von Speicherseen infolge von Sedimentablagerungen
- Chance: Dank kürzerer Schneebedeckung erhöhte Energiegewinnung aus Wasserkraft, Fotovoltaikanlagen und Sonnenkollektoren während des Winterhalbjahrs

Fazit

Obwohl selbstverständlich auch für die Schweiz der Klimawandel mit Herausforderungen verbunden ist, kann man – entgegen oft gehörter Voten – festhalten: Die Schweiz ist nicht «besonders stark betroffen» vom Klimawandel – zumindest nicht, falls unter «Betroffenheit» das Ausmass und die Auswirkungen einer negativen Veränderung unter Berücksichtigung der verfügbaren Mittel, um auf diese Situationen zu reagieren, verstanden werden. Ganz im Gegenteil: Die Schweiz befindet sich diesbezüglich in einer eher prädestinierten Lage.

Allerdings: Wie stark das Leben in der Schweiz negativ (oder positiv) vom Klimawandel beeinflusst wird, kann nicht ausschlaggebend sein für die Massnahmen, die man hierzulande dagegen ergreift. Hat der Klimawandel weltweit per Saldo eine negative Bilanz – und die hat er, wie in Kapitel 1.2.4 dargelegt wurde – dann liegt es in der Verantwortung der Schweiz angesichts ihres hohen Wohlstands und angesichts dessen, dass ihre Pro-Kopf-Emissionen in der Vergangenheit überdurchschnittlich waren, mit gutem Beispiel im Kampf gegen den Klimawandel voranzugehen. Mit dieser Vorbildrolle kann sie als Blaupause für andere Länder dienen. Dazu müssen die Klimamassnahmen aber wohlüberlegt sein (Ausführungen hierzu folgen in Kapitel 3.2).

Die Betroffenheit der Schweiz vom Klimawandel spielt auch insofern keine Rolle, als sie ihren Beitrag ohnehin nicht für sich selber leistet (oder nicht leistet): Ihr eigener Einsatz zur Bekämpfung der Klimawandels ist als Emittentin, die für gerade einmal einen Tausendstel des globalen THG verantwortlich ist, völlig irrelevant. Der Einsatz für effiziente Massnahmen gegen den Klimawandel folgt daher dem Kant'schen kategorischen Imperativ, nicht profanen Eigeninteressen.

1.4 Einordnung

Dieses Kapitel ordnet die aktuelle Klimadebatte – so sehr sie auch zwischenzeitlich von der Coronakrise verdrängt worden ist – im Lichte der Ausführungen der Kapitel 1.1. bis 1.3. ein. Ähnlich wie bei Corona fallen hier vor allem die extremen Stimmen auf: Auf der einen Seite die – nennen wir sie – Klimapaniker, gemäss jenen wir am besten sofort alles stehen und liegen lassen sollen, um die Erde vor der Vernichtung durch den Menschen zu retten, auf der anderen Seite die Klimaskeptiker, die den menschengemachten Klimawandel als Ganzes negieren. Wir widmen uns zuerst Letzteren – auch wenn ihre Stimmen angesichts der überwältigenden wissenschaftlichen Evidenz jüngst etwas leiser geworden sind.

1.4.1 Klimaskeptiker

Die Klimaskeptiker sind überzeugt davon, dass die Menschheit gar nichts gegen den Klimawandel unternehmen sollte. Interessanterweise begründen sie dies mit völlig unterschiedlichen Argumenten, die sich zwar nicht im eigentlichen Sinne widersprechen, bei denen man sich aber fragt, warum das eine Argument überhaupt ins Feld geführt wird, wenn doch schon das andere zutreffen soll. Grob kategorisiert:

- 01_ Die Erde erwärmt sich gar nicht. Der Klimawandel ist eine statistische Erfindung von Cleantech-Lobbyisten.
- 02_ Der Klimawandel ist nicht menschengemacht. (Hier wird also implizit eingeräumt: Die Erde erwärmt sich).
- 03_ Der Klimawandel hat unter dem Strich keine negativen Auswirkungen auf unsere Zivilisation. (Hier wird also implizit eingeräumt: Die Erde erwärmt sich und der Grund ist der anthropogene THG-Ausstoss).

Eine gewisse Berechtigung haben eigentlich nur Argumente der dritten Kategorie: Kosten und Nutzen des Klimawandels. In der Tat neigt der Mensch mit seinem Status-quo-Denken dazu, jegliche Änderung als unnatürlich und nachteilig zu werten und daher auf negative Aspekte des Klimawandels zu fokussieren. Eine pragmatische Analyse der Konsequenzen des Klimawandels ist wünschenswert: Nicht alle Länder werden gleichermassen darunter leiden, einige werden vermutlich sogar davon profitieren. Allerdings ist eben auch der Wandel per se mit Herausforderungen verbunden. Besonders betroffen sind die Küstengebiete. Der Meeresspiegel der Ozeane würde bei Ausbleiben jeglicher Klimamassnahmen bis 2300 um 2 bis 5 Meter steigen (IPCC 2019b: S. 11) und die Versetzung der Behausung von Milliarden Menschen erfordern.

Im Folgenden einige von Klimaskeptikern besonders gerne vorgebrachte Argumente aus den ersten beiden Kategorien und jeweils eine kurze Entgegnung darauf:

«Während alle über den Klimawandel reden, hat die Erde heimlich, still und leise aufgehört, sich zu erwärmen.» Bis vor einigen Jahren hörte man diesen Einwand oft. Die Skeptiker bezogen sich mit dieser Aussage auf eine 15-jährige Phase von 1998 bis 2013, in der sie – getrennt vom Rest betrachtet – keinen Temperaturanstieg feststellten. Das liegt allerdings schlicht und einfach daran, dass sie mit 1998 ein Startjahr wählten, das ausserordentlich warm war und von dem aus daher wegen der jährlich im Vergleich zum langfristigen Trend relativ stark schwankenden Temperaturen kein solcher erkannt werden konnte (vgl. Abbildung 5). Spätestens die sehr warmen Jahre 2015 und 2016 widerlegten dann aber diese Behauptung. Und betrachtet man die Kurve über den gesamten Zeitverlauf, käme man schon gar nicht auf die Idee, zwischen 1998 und 2013 irgendeine Stagnation festzustellen.

«Grönland trägt seinen Namen, weil die Wikinger die Insel «Grünes Land» nannten, als sie sie im Mittelalter entdeckten. Das heisst, es war damals viel wärmer als heute!» Um 1000 n. Chr. besiedelten aus Island auswandernde Wikinger Grönland und gaben ihm seinen noch heute gültigen Namen. Tatsächlich lag die damalige Jahrtausendwende in der sogenannten mittelalterlichen Klimaanomalie. Damals herrschten regional – ganz besonders in Grönland – erhöhte Temperaturen – allerdings nicht gegenüber heute, sondern gegenüber den sonstigen Temperaturen vorindustrieller Zeit. Sonderlich grün war Grönland allerdings auch damals nicht. Der Begriff ist wohl eher als Euphemismus zu interpretieren, bei dem der Wunsch Vater des Gedankens war. Ebenso ist beispielsweise der Pazifik, also der «Stille» Ozean, überhaupt nicht still, sondern ganz im Gegenteil ziemlich unberechenbar.

«Die sogenannten 97 %» 2013 publizierten Cook et al. (2013) eine Metastudie, in der sie feststellten, dass 97 % aller Klimawissenschaftler der Theorie des menschengemachten Klimawandels zustimmen. Diese Zahl wurde von den Skeptikern gerne zerpfückt: «97 % von wem? Warum nur publizierte Studien? Warum nur Klimawissenschaftler? Die sind doch inhärent voreingenommen!» Das sind seltsame Einwände. Will jemand den aktuellen Kenntnisstand zum Thema Quantenfluktuationen erfahren, macht er dazu auch nicht eine Umfrage unter Geologen oder beim Bäcker von nebenan. Der Konsens (unter Klimawissenschaftlern) beträgt gemäss einer neueren Untersuchung übrigens sogar 99,94 % (Powell 2016).

«Die CO₂-Konzentration ist Folge des Temperaturanstiegs, nicht dessen Ursache.» Das stimmt tatsächlich für frühere Klimazyklen: Diese wurden in erster Linie durch die Position der Erdachse und Erdumlaufbahn verursacht (sogenannte Milankovic-Zyklen). Auf einen Anstieg der Temperaturen folgte erst mit zeitlicher Verzögerung auch ein Anstieg der CO₂-Konzentration ⁴⁶ – der dann wiederum die Temperaturen erhöhte (Klimafakten 2014). Dass CO₂ als Treibhausgas wirkt, ist jedoch schon seit

⁴⁶ Dieser ist in erster Linie Folge der Erwärmung der Ozeane. Wärmeres Wasser hat eine geringere CO₂-Löslichkeit, weshalb CO₂ aus den Ozeanen in die Atmosphäre entweicht.

dem 19. Jahrhundert bekannt – und an der Erdbahn hat sich in den letzten Jahrzehnten nichts verändert. Der heutige, sehr rasche Temperaturanstieg ist definitiv die Folge, nicht die Ursache der erhöhten CO₂-Konzentration.

«Dieser kleine Rülps der Ätna hat mehr CO₂ in die Luft geblasen als die gesamte Menschheit während ihres Daseins.» Ein Foto eines Vulkanausbruchs mit dieser Bildunterschrift ging 2019 in den sozialen Medien viral. Das waren schlicht und einfach Fake News. Aktuell setzt die gesamte (weltweite) vulkanische Aktivität etwa 180 bis 440 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr frei (USGS 2021). Das sind weniger als 1 % des anthropogenen CO₂-Ausstosses von knapp 40 Mrd. Tonnen CO₂ jährlich.

«Die Erderwärmung ist Folge der Sonnenaktivität.» Eine weitere oft gehörte Behauptung. Umfassend dargelegt 2012 im Buch «Die kalte Sonne» (Vahrenholt und Lüning 2012), und seither oft wiederholt – obwohl die von den Autoren gemachte Prognose, bis 2020 falle die globale Durchschnittstemperatur aufgrund sinkender Sonnenaktivität um 0,2°C gegenüber den 00er-Jahren, von der Realität gar nicht stärker hätte widerlegt werden können (Rahmstorf 2016).

Diskreditierungsversuche gegenüber Wissenschaft und IPCC

Oft äussern Klimaskeptiker den Verdacht, hinter dem Narrativ des menschengemachten Klimawandels stecke eine mächtige Cleantech-Lobby, die sich damit Staatsgelder und vorteilhafte Regulierungen sichern wolle. Dass Lobbyisten gerne mal Gefälligkeitsstudien finanzieren und beim Staat um Subventionen buhlen, ist nicht unwahr. Allerdings ist es ziemlich realitätsfern, anzunehmen, dass ausgerechnet die Cleantech-Industrie – die noch kein grosses Volumen hatte vor Ankunft des Klimawandels im gesellschaftlichen Bewusstsein – es schaffen soll, systematisch und flächendeckend wissenschaftliche Ergebnisse zu ihren Gunsten zu beeinflussen, während die bestens etablierte und massiv finanzstärkere Erdöllobby offenbar gänzlich darin versagt haben müsste.

Diese Diskreditierungsversuche nahmen in der Vergangenheit auch schon kriminelle Züge an: 2009 verschafften sich Klimaskeptiker durch Hacking Zugang zum gesamten E-Mail-Verkehr der Klimaforschungseinheit der Universität East Anglia, die für eine der globalen Temperaturreihen verantwortlich zeichnet. Sie durchforsteten hunderte Mails nach kompromittierenden Aussagen. Diese «fanden» sie auch in Sätzen wie *«I've just completed Mike's Nature trick of adding in the real temps to each series for the last 20 years (...) to hide the decline»*, die sie völlig aus dem Zusammenhang gerissen ⁴⁷ diversen Medien zuspielten, um damit ein eigentliches «Climategate» zu inszenieren. Das löste tatsächlich den Einsatz mehrerer offizieller Untersuchungskom-

⁴⁷ In Wirklichkeit ging es hierbei um eine rein technische Diskussion zum Umgang mit Zeitreihen paläoklimatischer Daten, und der «Rückgang» bezog sich gar nicht auf Temperaturen, sondern auf das Wachstum von Baumringen. Siehe *Wikipedia* (2021b) für umfassende Information zum Vorfall.

missionen aus. Sie alle kamen jedoch zum Schluss, dass keinerlei wissenschaftliches Fehlverhalten der Forscher vorlag.

Auch die Arbeit des IPCC selbst war immer wieder Ziel von Diskreditierungsversuchen. Obwohl keiner davon explizit Erfolg hatte, blieb in Teilen der öffentlichen Wahrnehmung doch der Eindruck haften, die Arbeit des Klimarates bewege sich eher auf der alarmistischen Seite. Dabei ist, wenn überhaupt, das Gegenteil der Fall:

- Das IPCC publiziert keine Prognosen, sondern bloss Szenarien. Sämtliche Aussagen sind mit Wahrscheinlichkeitsangaben (vgl. Tabelle 2) quantifiziert und für hohe und sehr hohe Wahrscheinlichkeiten wird wiederum auf einer qualitativen Skala (von «very low» bis «very high» confidence) angegeben, wie gross die Gewissheit der Forschung in dieser Sache ist.
- Wer die Berichte des IPCC liest, wird schnell feststellen, dass sie nüchtern akademisch daherkommen und überhaupt nicht darauf aus sind, Emotionen zu schüren. In den drei 2018 und 2019 publizierten Sonderberichten zu «Globale Erwärmung um 1,5°C» (IPCC 2018), «Klimawandel und Land» (IPCC 2019a) und «Ozean und Kryosphäre im Klimawandel» (IPCC 2019b) folgt auf ein Kapitel mit 100 Seiten Text und Grafiken nicht selten ein Literaturverzeichnis, das sich über 40 Seiten erstreckt.
- Die für die IPCC-Szenarien verwendeten Klimamodelle berücksichtigen nur Prozesse, die unter den heutigen klimatischen Bedingungen erforscht werden konnten. Nicht berücksichtigt sind Dinge, von denen man zwar weiss, dass die passieren könnten – beispielsweise beim Überschreiten gewisser Kipppunkte – die sich aber nicht seriös simulieren lassen. Insofern bewegen sich die IPCC-Berichte eher auf der konservativen Seite.

Tatsächlich kam die Empirie in den vergangenen Jahren verschiedentlich zum Schluss, dass gewisse Veränderungen schneller als erwartet verliefen, beispielsweise die Erwärmung der Arktis und entsprechend das Abschmelzen des arktischen Meereises (Xu et al. 2018). Im kurz bevorstehenden 6. Sachstandsbericht wären gewisse Korrekturen nach oben daher keine grosse Überraschung, zumal auch innerhalb der Wissenschaft schon Stimmen eine Abkehr von dieser Zurückhaltung in der Kommunikation forderten.

Der Alarmismus kommt also nicht vom IPCC, sondern von Klimaaktivisten und vielen Medienschaffenden, die gerne ohne jegliche Einordnung die schlimmsten Szenarien (RCP8.5) zitieren und Gewissheit suggerieren, wo die Wissenschaft Bandbreiten und Grade der Ungewissheit angibt.

1.4.2 Klimapaniker

Die Klimaskeptiker waren um 2010 am besten zu hören und es ist um sie inzwischen ruhiger geworden. Ihre Gegenspieler sind die Klimapaniker. Ihre Stimmen sind erst seit einigen Jahren (hauptsächlich dank Greta Thunberg) so richtig laut. Ihre Sprache ist oft anklagend, selektiv und unpräzise. Klimaaktivisten moralisieren, dramatisieren

und viele Medien übernehmen ihre Wortwahl unüberlegt. Dieser Abschnitt zitiert Beispiele der gängigsten Formulierungen und ordnet sie im wissenschaftlichen Kontext ein.

Das Klima und die Erde retten: Bei allem Verständnis für einprägsame Phrasen erstaunt es doch, wie oft «das Klima» personifiziert wird. Es kann ihm «schlecht gehen» (Alt 2019), man kann ihm schaden oder es sogar töten («Klimakiller»), nicht nur als Mensch – beispielsweise durch Flugreisen (Bund 2018) – sondern sogar als Kuh (BR Wissen 2019). Ebenso oft ist die Rede davon, dass wir die Erde vor dem Klimawandel retten müssen. Auf Klimademos ist diese Wortwahl nachvollziehbar. Dass aber sogar ein Professor für Wirtschaftsethik in der NZZ zum Besten gibt: «Der Parasit Mensch zerstört seinen Wirt, den Planeten» (NZZ 2019), ist dann doch eher befremdlich.

Darum sei hier in aller Kürze einmal explizit festgehalten: Dem Klima ist es egal, wie warm es ist, und es kann auch keinen Schaden nehmen. Der Mensch zerstört mit seinem CO₂-Ausstoss ganz sicher nicht den Planeten, und er schadet damit noch nicht einmal im engeren Sinne der Umwelt. CO₂ ist kein Gift. CO₂ ist keine Umweltverschmutzung. CO₂ ist zwingender Bestandteil für den Stoffwechsel der Pflanzen. Sie wandeln dieses mit Hilfe der Photosynthese (und Wasser) in Glukose (und weniger Wasser) um, und als «Abfallprodukt» dieser Reaktion entsteht Sauerstoff (Brüesch 2016: S. 251). Sogar die heutige atmosphärische Konzentration von gut 400 ppm liegt unterhalb des für das Pflanzenwachstum optimalen Wertes. Nicht umsonst wird der CO₂-Gehalt in Gewächshäusern künstlich erhöht.

Aber mehr CO₂ bedeutet doch höhere Temperaturen? Ja. Doch die Temperaturen lagen während des grössten Teils der Erdgeschichte deutlich höher als heute (vgl. Text zu Abbildung 4). ⁴⁸ Die Erde per se, deren Flora und Fauna kommen also mit höheren Temperaturen bestens zurecht.

Aber bedroht die Geschwindigkeit des Klimawandels nicht gewisse Ökosysteme und damit auch Tierarten? Ja, Flora und Fauna werden sich verändern. Gewisse Ökosysteme würden mit einem ungebremsten Klimawandel nicht zurechtkommen und zusammenbrechen. Aber an ihrer Stelle würden sich mittelfristig – im Laufe von einigen Jahrhunderten, was aus geologischer Perspektive immer noch ein Wimpernschlag ist – neue Ökosysteme entwickeln. ⁴⁹ Es ist festzuhalten: Unter dem Strich, nach allen Adaptationen, würde eine wärmere Erde mehr lebende Biomasse (Flora, Fauna) beherbergen (Baldwin et al. 2014; Lin et al. 2010).

⁴⁸ Eine gute Übersicht zur «Klimageschichte» der Erde bietet der entsprechende Wikipedia-Artikel.

⁴⁹ Natürlich kann man argumentieren, der Mensch habe per se kein Recht, derart stark in die Natur einzugreifen. Aber das tut er ohnehin schon unabhängig vom THG-Ausstoss in fundamentaler Weise. Beispielsweise erzeugt die Menschheit zwecks Fleischkonsum Jahr für Jahr etwa 70 Mrd. Tiere «künstlich» und tötet sie wieder (Ovid 2019b). Eine schleichende Veränderung von Tier- und Pflanzenpopulationen durch den Klimawandel ist vor diesem Hintergrund kein allzu schlagkräftiges Argument für den zwingenden Umbau unserer gesamten Energieinfrastruktur.

Man kann es also drehen und wenden, wie man will: Es geht beim Kampf gegen den Klimawandel nicht darum, die Erde vor höheren Temperaturen zu retten, sondern einzig und allein darum, langfristig einen Zustand des Klimas zu bewahren, der für unsere menschliche Zivilisation vorteilhaft ist und auf den wir unsere Lebensweise und Infrastruktur ausgerichtet haben. Das zu betonen, ist keine kleinkarierte Besserwisserei, sondern höchst relevant. Denn damit wird aus einem Problem, das oft moralisch oder gar (natur-)religiös aufgeladen wird, ein sachliches – ein Problem, das entsprechend nicht durch Symbolhandlungen geringer wird, sondern pragmatische, effiziente und effektive Lösungen fordert. Der «Klimaschutz» sollte daher als Schutz *vor dem Klima* verstanden werden, nicht ein Schutz des Klimas, also als eine – bezogen auf das Kollektiv unserer Spezies – vorwiegend egoistische Tat.

Biblische Bezeichnungen: Ohne sie ist – zumindest in Boulevardmedien – kein Klimaartikel mehr denkbar: Der Klimasünder, die Klimaapokalypse. Wir sündigen, und die Natur bestraft uns dafür. Früher wäre es noch ganz direkt Gott gewesen, heute wurde er von der Natur abgelöst, so als würde ihr ein Wesen mit zielgerichteten Absichten – ja: Rachegefühlen – innewohnen. Scheinbar kann der Mensch nicht ohne dieses sinnstiftende Schuld-und-Sühne-Korsett. Richtig seltsam wird es aber, wenn sich sogar Datenwissenschaftler dieser Wortwahl bedienen. So lautet die Überschrift einer Balkengrafik auf www.statista.com «Das sind die grössten Klimasünder Europas» (Statista 2019).

Klimabulletins: Ende jeden Monats publiziert Meteo Schweiz den Wetterrückblick für die vergangenen 30 Tage (Meteo Schweiz 2021). Was in den Berichten noch sprachlich korrekt als «sehr viel Sonnenschein» oder «Temperatur über der Norm» wiedergegeben wird, ist bei vielen Medien oder umgangssprachlich schnell «zu sonnig» oder «zu warm». Was eigentlich die Frage provoziert: «Wofür? Für wen?». Das mag ein eher harmloses Beispiel sein und doch lässt es tief blicken, denn es zeigt, dass gerade bei Umweltthemen ein sehr statischer Gleichgewichtsbegriff dominiert. Die Formulierung suggeriert, es gebe irgendeine Art von (unberührtem) Ursprungszustand, der «korrekt» sei, während Abweichungen davon grundsätzlich «zu [irgendwas]» seien. Damit das auch weiterhin passiert, hat das deutsche Pendant zu Meteo Schweiz, der Deutsche Wetterdienst, angekündigt, für seine Vergleiche in den Wetterrückblicken künftig weiterhin auch die alte Klimareferenzperiode (1961–1990) heranzuziehen, obwohl seit 2021 die neue 30-Jahres-Referenzperiode von 1991–2020 zur Verfügung stünde: Aus dem Vergleich aktueller Wetterdaten mit der neuen Referenzperiode könnten die Leser fälschlicherweise schliessen, der Klimawandel sei gestoppt (FAZ 2021).

Fakten ohne Einordnung: Im Oktober 2020 publizierte die Non-Profit-Organisation «Carbon Disclosure Project» eine Studie, die die künftigen weltweiten – monetären wie nicht monetären – Kosten des Klimawandels schätzt und sie den künftigen Kosten der Klimaschutzmassnahmen gegenübergestellt (CDP 2020). Ein von der Grundidee her ehrenwerter Versuch, der aber zum Scheitern verurteilt ist, denn kein Exper-

tenteam der Welt kann ernsthaft prognostizieren, was irgendetwas in 50 Jahren, geschweige denn in 180 Jahren kosten wird – die Entwicklung verschiedenster technologischer und ökonomischer, diese Kosten fundamental beeinflussender Faktoren liegt im Ungewissen. Die Autoren berechneten für die Unterlassung jeglicher Klimaschutzmassnahmen (also RCP8.5, auf dem wir uns aufgrund der derzeitigen Anstrengungen nachweislich nicht befinden) jährliche Klimawandelkosten von 5,1 Bio. \$ ⁵⁰ im Jahr 2070 und 31 Bio. \$ im Jahr 2200 (!). Selbstredend sind die Kosten zur Eindämmung des Klimawandels geringer, warum sich die Massnahmen lohnen, so die Aussage der Studie.

Diese Zahlen wurden, auch weil sie die ersten ihrer Art sind, medial breit zitiert. Besonders beliebter Titel: «Kosten des Klimawandels könnten 2070 in die Billionen gehen». Die Zahl suggeriert: «Damit ist alles gesagt. Billionen! Eine unfassbar hoher Wert! Wir müssen sofort etwas dagegen tun!» Eine Einordnung suchte man in den Beiträgen vergeblich. Diese sei darum hier vorgenommen, denn sie ist verblüffend: 2019 betrug das weltweite BIP 67 Bio. \$. ⁵¹ Bei einem jährlichen weltweiten Wirtschaftswachstum von 2 % (in den vergangenen Jahrzehnten war es deutlich höher) beliefe es sich damit im Jahr 2070 auf 180 Bio. \$ und im Jahr 2200 auf 2366 Bio. \$. Die – für den Worst Case – prognostizierten Klimawandelkosten entsprächen 2070 folglich 2,8 % und 2200 sogar bloss noch 1,2 % des Welt-BIP. Das ist sehr wenig ⁵², wo doch das übliche Credo lautet, dass wir unseren Planeten ohne Klimaschutzmassnahmen bis zur nächsten Jahrhundertwende unbewohnbar machen.

Man muss leider davon ausgehen, dass diese Zahlen in Wirklichkeit viel höher ausfallen würden. Die Autoren müssen – obwohl sie die Vorteilhaftigkeit strikter Klimaschutzmassnahmen unterstreichen wollten – diverse Faktoren unberücksichtigt gelassen haben. Eine Diskussion dazu wäre aufschlussreich gewesen. Die Medien begnügten sich aber damit, «Billionen!» in den Titel zu setzen und damit Klicks zu generieren – ironischerweise des Umstandes nicht gewahr, dass «Billionen» in diesem Fall ein unglaubwürdig niedriger Wert sind.

Alles ist Klimawandel: Was auch immer gerade auf der Welt witterungstechnisch passiert, seien es Hitze, Dürren, Waldbrände Regen, Stürme, Hochwasser oder zuletzt sogar die Kältewelle in den USA im Februar 2021 (Forbes 2019): Man tendiert dazu, als Ursache dafür den Klimawandel auszumachen. Die Zuordnung von Extremereignissen zum Klimawandel ist allerdings relativ kompliziert. Der Klimawandel ist nie die alleinige Ursache eines Extremereignisses. Ein solches entsteht immer durch das Zusammenspiel verschiedener Faktoren, die sich kumulieren. Und die Schwere seiner

⁵⁰ Real, in 2005-\$.

⁵¹ Ebenfalls in 2005-\$ berechnet. In 2019-\$, also nach aktuellem Preisniveau berechnet, sind es 88 Bio. \$.

⁵² Eine Erhöhung des globalen BIP-Wachstums von 2 % auf 2,01 % würde gemäss diesen Zahlen schon ausreichen, um die im Jahr 2200 anfallenden Klimakosten zu kompensieren.

Auswirkungen ist immer auch entscheidend von technologischen, raumplanerischen und sozioökonomischen Faktoren abhängig.

Bei Hitzeereignissen ist der Einfluss des Klimawandels häufig relativ einfach nachzuweisen: Ein August in Zürich mit über 20°C Durchschnittstemperatur ist ein deutliches Zeichen der Klimaerwärmung, denn gemäss dem Klima der Normperiode 1961–1990 wäre ein solcher nur etwa alle 1000 Jahre einmal zu erwarten ⁵³, in Wirklichkeit waren seit 1991 aber vier Auguste so warm. Ebenso ist gemäss der deutschen Klimatologin Friederike Otto die sibirische Hitzewelle im Sommer 2020 auf den Klimawandel zurückzuführen. Otto hat jedoch auch diverse andere Extremereignisse nach ihrem Zusammenhang mit dem Klimawandel untersucht (Otto und Brackel 2019) und herausgefunden: Dieser ist nicht immer gegeben. Hurricane Harvey, der 2017 Teile Houstons verwüstete: Durch den Klimawandel zumindest verstärkt. Die australischen Buschfeuer um die Jahreswende 2019/2020: unklar. Eine Überschwemmung in Thailand aus dem Jahr 2011, mit der Greenpeace um Spendengelder warb: nein. Die Dürren des vergangenen Jahrzehnts in Kenia, Äthiopien und Somalia: nein. An der Differenziertheit von Ottos Aussagen hatte die NGO Oxfam, die sich in den letztgenannten Staaten humanitär engagiert, keine Freude (Barter 2019).

Überbevölkerung: Klimapaniker sind noch öfter als andere Personen der Überzeugung: «Wir sind einfach zu viele! Die Erde ist nicht gemacht für 7 Mrd. Menschen!» (dass es 2021 schon fast 7,9 Mrd. sein werden, ist den meisten gar nicht bewusst). Dieses Statement – sogar wenn es wahr wäre – ist zumindest insofern ärgerlich, als es komplett nutzlos ist. Ja, weniger Menschen würden wohl weniger THG ausstossen. Aber welche Schlussfolgerung soll daraus gezogen werden? Dass wir uns nicht mehr fortpflanzen sollen («Klimakiller Baby»)? Diese Bedingung erfüllt der Westen schon seit Jahrzehnten. In der Schweiz liegt die Fertilitätsrate schon seit 1970 bei unter 2 Kindern pro Frau, seit 1975 pendelt sie etwa um 1,5 Kinder. Im restlichen Europa sieht es ähnlich aus. Dass das in den Bevölkerungsstatistiken nicht hervorsticht, liegt einerseits daran, dass die Abnahme der Fertilität erst mit einer sehr grossen Zeitverzögerung von etwa zwei Generationen voll auf das Bevölkerungswachstum durchschlägt, und zweitens natürlich an der permanenten Zuwanderung. In einem «gleichgewichtigen» Zustand ohne Zuwanderung würde eine Fertilitätsrate von 1,5 bedeuten, dass jede Generation um mindestens 25 % kleiner ist als die vorhergehende. Das ist ein enorm schneller Bevölkerungsrückgang, der sich in den kommenden Jahrzehnten in einer zunehmenden Anzahl Länder auch tatsächlich zeigen wird. Die grosse Herausforderung, mit der viele Weltregionen in Zukunft konfrontiert sein werden, ist also nicht Überbevölkerung, sondern Bevölkerungsabnahme und die Umkehr der Bevölkerungspyramiden. Der einzige Kontinent, der im 21. Jahrhundert noch signifikant an Bewoh-

53 Eigene Berechnung auf Basis von *Meteo Schweiz* (2020b). 20°C liegt drei Standardabweichungen über der mittleren Juli-Temperatur der Periode 1961–1990.

Box 3

Greta Thunberg

Um ein paar Worte zur Klimaikone Nr. 1 kommen wir nicht herum. Es sei hier vorweg betont: Wem Greta Thunberg die Zornesröte ins Gesicht treibt, wer sie zur Zielscheibe von Anfeindungen macht, sollte kurz durchatmen und einen Schritt zurücktreten, um die Sache aus der Distanz zu betrachten. Thunberg wurde als Minderjährige zur Ikone. Sie hat nicht danach gefragt, aber sie hat die Chance, die ihr die Medien – und anschliessend Politiker – geboten haben, selbstverständlich wahrgenommen. Das ist ihr gutes Recht, und wenn sie damit Millionen von Kindern und Jugendlichen für dieses Thema sensibilisieren kann, dann ist das eine wunderbare Sache, von der die Welt noch lange profitieren wird und die durchaus den ihr 2019 verliehenen Alternativen Nobelpreis verdient. Auf drei ihrer schwersten Vorwürfe ⁵⁴ sei hier trotzdem eine Reaktion erlaubt:

You have stolen my dreams and my childhood with your empty words: Thunberg hatte in Schweden (trotz Klimaerwärmung) alle Möglichkeiten, ihre Träume zu erfüllen. Dass sie eine verlorene Kindheit beklagt, ist unangebracht angesichts des Leidens von Kindern, die beispielweise in unterentwickelten Ländern von Hunger, Not und Elend betroffen sind oder die Opfer sexueller Übergriffe wurden.

People are suffering, people are dying, entire ecosystems are collapsing. We are in the beginning of a

mass extinction and all you can talk about is money and fairytales of eternal economic growth: Bisher hat der Klimawandel nicht in nennenswertem Mass kausal Tod und Leiden verursacht. Genau das von Thunberg kritisierte Wirtschaftswachstum würde enorm dabei helfen, auch in Zukunft Massnahmen zu finanzieren und Innovationen zu erzielen, dank denen das weiterhin verhindert werden kann. Wirtschaftskrisen schaden den Bemühungen gegen den Klimawandel, weil dieser dann schnell nur noch zweite Priorität genießt (vgl. Kap. 2.3.2).

They (Anm: die Reduktionsszenarien) rely on my generation sucking hundreds of billions of tons of your CO₂ out of the air with technologies that barely exist: Ja, wir vertrauen darauf, dass künftige Generationen Lösungen finden für Probleme, die die heutige Generation erkannt hat und anzugehen beginnt. Genauso wie die aktuelle Generation Lösungen für von vorherigen Generationen erkannte Probleme gefunden hat. All die Problemlösungen und Innovationen der Generationen vor Thunberg haben ihr überhaupt erst ermöglicht auf einem hochmodernen Segelboot nach NYC gefahren zu werden, wo sie am 23. September 2019 ihre Klimasorgen dank elektronischer Medien an ein Milliardenpublikum richten konnte.

nern zulegen wird, ist Afrika. Die Uno prognostiziert für ihn 2050 eine Einwohnerzahl von 2,5 Mrd. und 2100 von über 4 Mrd. Menschen (im Vergleich zu 1,3 Mrd. heute) (Uno 2019). Der durchschnittliche Klimaaktivist dürfte aber eher keine Sympathien für europäische Geburtenkontrolle in Afrika hegen (da er imperialistisches Verhalten verurteilt), und liberale Ökonomen dürften es ähnlich sehen: Der beste Weg zur Senkung der Fertilität ist Wohlstand – und mit ihm verbunden ein gutes Gesundheitssystem, eine verlässliche Altersvorsorge und weibliches Empowerment – was auch im Westen für diese Entwicklung verantwortlich war. Der Fingerzeig auf eine angebliche Überbevölkerung ist daher so unnütz wie unüberlegt.

⁵⁴ Alle geäußert 2019 am Uno-Klimagipfel in New York City.

1.4.3 Klimawandel und Kapitalismuskritik

In Kapitel 2 werden wir darlegen, dass Klimaschutz und Liberalismus nicht im Widerspruch zueinander stehen. Mit den letzten Zeilen dieses ersten Kapitels widmen wir uns indes vorher noch der Frage, warum der Kampf gegen den Klimawandel so oft Hand in Hand geht mit antikapitalistischen Ressentiments. So sagt der amerikanische Soziologie Richard Sennet z.B. wortwörtlich: «Beim Kampf gegen den Klimawandel geht es darum, die kapitalistische Wirtschaft umzukrempeln» (Tages-Anzeiger 2020b). Ist es einfach Zufall, dass sowohl der Klimaschutz als auch die Überwindung des Kapitalismus linke Anliegen sind – ohne eigentliche Kausalität? Eher unwahrscheinlich. Oder glauben linke Aktivisten wirklich, dass der Kapitalismus schuld am Klimawandel ist?

Ein Blick zurück in die Geschichte widerlegt diese Annahme eigentlich sofort und in aller Deutlichkeit (vgl. Abbildung 17): Die zwölf europäischen Staaten, die vor der Wende dem Ostblock oder der UdSSR angehörten, hatten in den 1980er-Jahren, also nach einigen Jahrzehnten des Kommunismus, eine enorm kohlenstoffintensive Wirtschaft. Ihr CO₂-Ausstoss pro Wertschöpfungseinheit lag weit über den Werten der westeuropäischen Länder. Mit dem Fall des Eisernen Vorhangs und dem Einzug der frei(er)en Marktwirtschaft beschleunigte sich der Rückgang dieser Werte und sie näherten sich zunehmend den westeuropäischen Werten an.⁵⁵ Gerade die DDR (aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht in der Grafik zu finden) lieferte ein drastisches Anschauungsbeispiel, wie sozialistische Umweltpolitik versagen kann: Trotz geringem Wohlstand gehörte der ostdeutsche CO₂-Ausstoss pro Kopf während der 1970er- und 1980er-Jahre zu den höchsten weltweit (Fink et al. 2019). Es sind also ganz im Gegenteil liberale Marktwirtschaften, die es bisher geschafft haben, mit immer weniger Ressourcen immer mehr Güter herzustellen (Kessler 2019).

Eine weitere Erklärung für die Verbrüderung von Klimaaktivismus und Kapitalismuskritik: Die Gegner des Kapitalismus betrachten diesen als Wirtschaftssystem, das auf Ausbeutung fusst. Überhaupt sehen sie überall Nullsummenspiele: Wo jemand profitiert, muss jemand anderes leiden (oder zumindest verzichten), wo jemand viel hat, muss jemand anderes wenig haben. Üblicherweise lautet das Narrativ, dass die einen Menschen (Reiche) die anderen Menschen (Arme) ausbeuten und so die Einkommensverhältnisse und die soziale Schichtung zementieren. Sobald man sich vom Klassenkampf entfernt und die Menschheit als Ganzes sieht, drängt sich nach der gleichen Logik unweigerlich die Frage auf, wen denn bitte die Menschheit ausbeutet, dass sich ihr seit Jahrzehnten steigender Wohlstand erklären lässt. Und die Antwort liegt auf der Hand: Die Umwelt. Wenn die Menschen gewinnen, dann muss die Natur verlieren. Damit erklärt sich auch, warum Klimaaktivisten so oft den Verzicht, die Entbehrung als einzig wirksame Lösung gegen die Klimaerwärmung sehen.

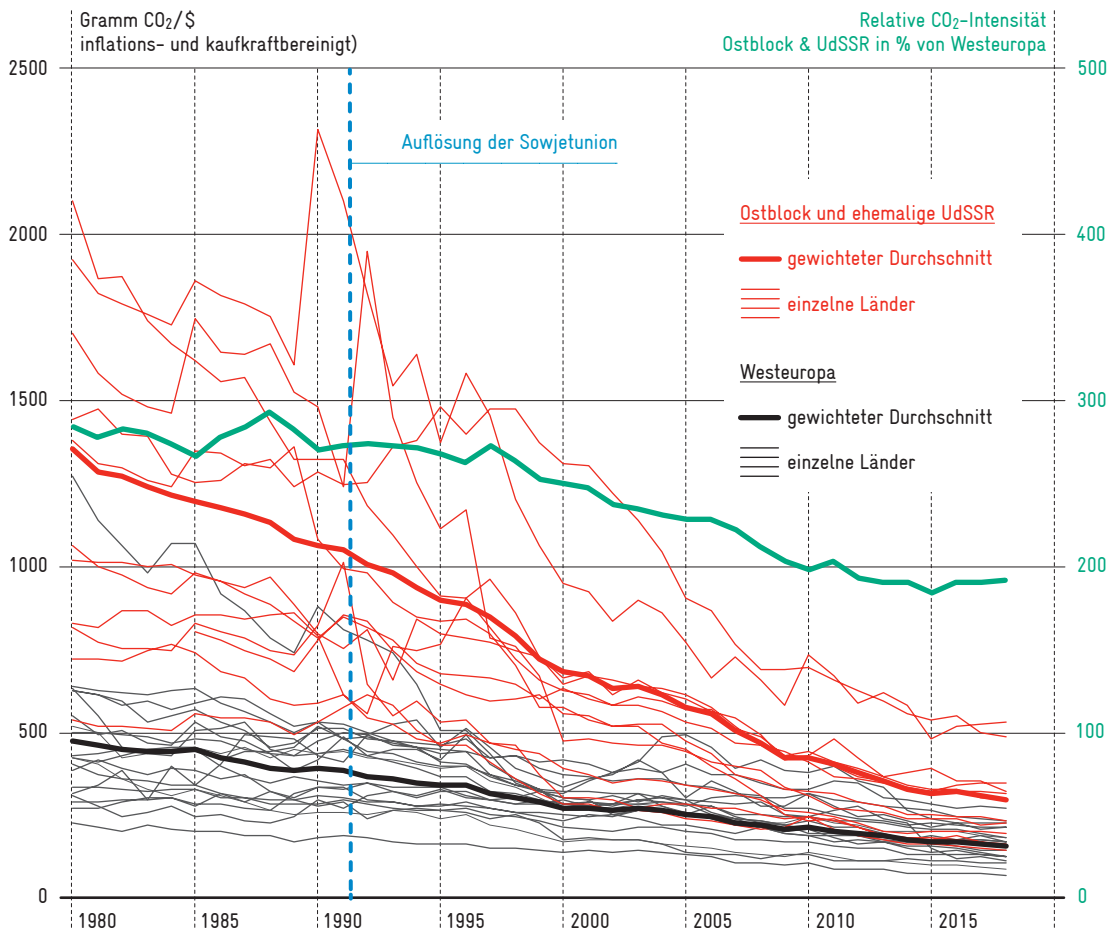
⁵⁵ Absolut gerechnet sank die Differenz zwischen 1989 und 2018 drastisch von 696 auf 143 Gramm pro realem US-Dollar Wertschöpfung. Doch auch relativ gesehen sank die Differenz: 1989 lag die CO₂-Intensität der europäischen Länder des Ostblocks und der UdSSR bei 283 % der CO₂-Intensität der westeuropäischen Länder, 2015 waren es «nur» noch 184 %.

Der Klimawandel kann allerdings sehr wohl ohne massive Entbehrungen effektiv gebremst werden: mit marktwirtschaftlichen Instrumenten. Deren theoretische Grundlagen werden im folgenden Kapitel ausgeführt.

Abbildung 17

Sozialismus mit desaströser CO₂-Bilanz

Die Länder des Ostblocks und der ehemaligen UdSSR wiesen in letzten zehn Jahren vor dem Fall der Mauer eine desaströse CO₂-Bilanz auf. Im Schnitt emittierten sie über 1 kg CO₂ pro generiertem US-Dollar Wertschöpfung.



Westeuropa: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Spanien, Schweden, Schweiz, UK.

Ostblock und ehemalige UdSSR: Die Ostblockländer und die europäischen Länder, die der UdSSR angehörten, ohne Russland selbst: Bulgarien, Estland, Lettland, Litauen, Moldawien, Polen, Rumänien, Slowakei, Tschechien, Ukraine, Ungarn, Weissrussland.

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Owid (2021c) und IMF (2020)

2 Klimapolitik in der Theorie

2.1 Liberalismus und Klimaschutz

Wo den Kritikern freier Marktwirtschaften der Klimawandel ein beliebtes Thema ist, haben einige Liberale so ihre Berührungängste mit dem «Klimaschutz». Das hat vermutlich vor allem einen Grund: Das höchste Ideal von Liberalen ist die individuelle Freiheit, gepaart mit Eigenverantwortung. Gegen jegliche Art von Kollektivismus haben sie dagegen instinktive Abwehrreflexe. Der Klimawandel ist aber genau der Inbegriff dessen, was kollektive Lösungen erfordert. Nicht nur auf der Ebene der Dialektik «Individuum vs. Staat», sondern ebenso «souveräner Staat vs. Weltgemeinschaft». Was THG betrifft, so ist die Welt eine globale Allmende (vgl. Kapitel 1.1). Von individuellen Anstrengungen profitiert nicht das ausführende Individuum und von nationalen Alleingängen profitiert nicht die jeweilige Nation. Der Ruf nach Eigenverantwortung ist daher (vermeintlich) zwecklos. Es liegt beim Problem des Klimawandels ein klassischer Fall von Marktversagen vor. Kollektive Lösungen müssen her, und diesen begegnen Liberale traditionell skeptisch.

Liberalismus und Klimaschutz stehen bei genauerer Betrachtung jedoch in keinerlei Widerspruch zueinander, sondern ganz im Gegenteil: Richtig verstandener Liberalismus erfordert Massnahmen gegen den Klimawandel. Denn wie schon Immanuel Kant (1724–1804) sagte: *Die Freiheit des Einzelnen endet dort, wo die Freiheit des anderen beginnt.* Oder in den Worten des deutschen Lyrikers Matthias Claudius (1740–1815): *Die Freiheit besteht darin, dass man alles das tun kann, was einem anderen nicht schadet.* Die «anderen» sind im Falle es Klimawandels weniger unsere Mitmenschen als unsere Nachkommen. Wenn wir heute unseren Energiebedarf derart decken, dass die Menschheit morgen (und noch stärker übermorgen) mit drastischen Folgen der Klimaerwärmung konfrontiert ist, dann schränkt das deren Möglichkeit zum Streben nach Glück ein, bzw. es schadet ihr schlicht und einfach – ergo kommt hier unsere Freiheit an Grenzen.

Auch der Begriff «Eigenverantwortung» lässt sich besser mit dem Konzept «Klimaschutz» vereinen, als es auf den ersten Blick den Anschein macht. Die Eigenverantwortung fordert (im weiteren Sinne), dass ein Individuum die Folgen seines Handelns (oder Nicht-Handelns) selbst trägt und nicht die Gesellschaft dafür aufkommen muss. Ökonomisch bedeutet das auch, dass es für die Kosten seines Handelns aufkommt. Denn nur unter dieser Bedingung wird eine Handlung, die einem mündigen, selbstbestimmten Individuum für sich selbst vorteilhaft erscheint, auch gesamtgesellschaftlich optimal sein. Kann das Individuum Kosten einer Handlung – z.B. des Konsums eines Gutes – hingegen auf andere abschieben, so bezahlen diese mit, obwohl sie an

der Entscheidung nicht beteiligt waren. Die Folge ist ein suboptimal hoher Konsum. Die Herstellung von Kostenwahrheit kann dies verhindern.

Dieses Prinzip gilt genau auch für den Klimawandel. THG-Ausstoss heute führt zu Kosten morgen (Anpassung an und Einschränkungen durch den Klimawandel, BIP-Verluste). Das wird als «negativer externer Effekt» ⁵⁶ bezeichnet. Es ist daher eine durch und durch liberale Forderung, dem Individuum einen Gegenwert der künftigen Klimawandelkosten seines heutigen THG-lastigen Konsums aufzuerlegen. ⁵⁷ Mit einer solchen Internalisierung von externen Kosten könnte erreicht werden, dass das Individuum, selbst ohne jegliche altruistischen Präferenzen, gesamtgesellschaftlich optimale Konsumententscheidungen trifft.

Wirksame Bekämpfung des Klimawandels statt Symbolpolitik

Liberalen täten sich und der Welt einen Gefallen, den Klimawandel mit der gleichen Ernsthaftigkeit zu behandeln, wie dies Linke tun. Unter dem Deckmantel des Klimaschutzes kämpfen Letztere nämlich für viele ihrer traditionellen Anliegen – starker Staat, mehr Umverteilung, Begrenzung der Macht des Kapitals, Eingriffe in individuelle Freiheiten zwecks «Verbesserung» menschlichen Verhaltens – und sie haben grosse Chancen, sich durchzusetzen, wenn nicht Liberale ihnen in Sachen Klimawandel ein Narrativ entgegensetzen, das über die pauschalen Aussagen «es ist gar nicht so schlimm» und «Klimaschutzmassnahmen schaden der Wirtschaft» hinausreicht. Klimaschutz sollte genauso ein Anliegen von Liberalen sein, denn die Forderung nach Kostenwahrheit – auch intergenerationeller – ist urliberal. Und: Klimaschutz ist mit etatistischen Rezepten teurer und weniger wirkungsvoll als mit einem Instrument, das sich bisher schon tausendfach als hochfunktional zum Ankurbeln von Innovationsgeschehen und zur Beeinflussung des Konsumverhaltens erwiesen hat: dem Preis.

⁵⁶ Im Allgemeinen: Nachteilige Folge einer Konsum- oder Produktionsentscheidung, die nicht auf den Konsumenten bzw. Produzenten zurückfällt, sondern Drittpersonen oder die Allgemeinheit trifft.

⁵⁷ Oder entsprechend ein Produzent die vollen Klimawandelkosten der im Rahmen der Produktion emittierten THG bezahlt. Diese Kosten müsste das Unternehmen – soweit sie nicht durch THG-Reduktionsmassnahmen vermieden werden können – auf den Produktpreis aufschlagen, den dann wiederum der Konsument zahlt (oder eben auch nicht, falls seine Zahlungsbereitschaft nicht mindestens dem Preis des Produktes inkl. Klimawandelkosten entspricht).

Box 4

Symbolpolitik: von Jutesäcken und Klimanotständen

Die moralische Aufladung des Themas «Klimawandel» ist nicht nur einfach ein Ärgernis für Menschen, die eher nüchternen Abwägungen zugeneigt sind. Nein, sie kann auch tatsächlich zu ungünstigen Ergebnissen führen: Wer moralisiert, ist eher symbolhaften Lösungen zugeneigt, statt pragmatisch auf die Suche nach den effektivsten und effizientesten Wegen zur Vermeidung von THG (oder anderen negativen Umwelteinflüssen) zu gehen. Symbolpolitik kann kontraproduktiv sein: So hat z.B. Dänemarks Umweltministerium ⁵⁸ berechnet, dass man eine Papiertüte 43-mal benutzen müsste, um deren Umwelteinfluss ebenso gering zu halten wie den eines typischen Einweg-Plastiksäckchens. Die Umweltbilanz einer Tasche aus Biobaumwolle entspricht sogar jener von 20 000 Plastiksäckchen. Sie müsste also während 55 Jahren täglich einmal benutzt werden, um besser als das Plastiksäckchen abzuschneiden (Stanislaus 2018).

Als Inbegriff der Symbolpolitik könnte man das Konzept «Klimanotstand» bezeichnen. Wenn dieser, wie im November 2019, von 11 000 Wissenschaftern in einer Zeitschrift erklärt wird, kann man das noch als kreativen Ansatz im (berechtigten) Kampf um Aufmerksamkeit loben.

Im selben Jahr haben aber auch zehn Schweizer Städte und sechs Kantone den Klimanotstand ausgerufen. ⁵⁹ Das ist bestenfalls reine Symbolpolitik, schlechterenfalls aber schlichtweg gefährlich:

Ein Notstand wird durch staatliche Institutionen üblicherweise in akuten, ausserordentlichen Krisenfällen ausgerufen, um hoheitliches Handeln zu ermöglichen, das Zwecks Tempo und Wirksamkeit geltende demokratische Entscheidungswege umgeht und rechtsstaatliche Prinzipien wie z.B. die Garantie des Eigentums oder gewisse Freiheiten verletzen kann. Damit sollte im Zusammenhang mit der Bekämpfung des Klimawandels, der langfristige, effiziente, demokratisch abgestützte Strategien erfordert, nicht einmal kokettiert werden.

Zudem könnten Individuen und Gerichte diesen «Notstand» als Rechtfertigung für Straftaten sehen – was auch tatsächlich schon so geschehen ist: Im Januar 2020 wurden in der Schweiz Aktivisten, die das Gebäude einer Grossbank gestürmt hatten, um eine unerwünschte Anlagepolitik anzuprangern, in erster Instanz freigesprochen, mit der Begründung, in einem rechtfertigenden Notstand (Art. 17 StGB) ⁶⁰ gehandelt zu haben.

Dass am 12. Dezember 2020 – nach fast einem Jahr mit diversen Corona-Notständen – der Generalsekretär der Vereinten Nationen António Guterres alle Länder dazu aufrief, den Klimanotstand auszurufen, wirkt vor diesen Hintergründen (gelingende gesagt) unangemessen.

⁵⁸ Genau: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Fischerei und Lebensmittel

⁵⁹ Städte: Bern, Burgdorf, Kriens, Köniz, Liestal, Locarno, Lugano, Olten, Thun, Wil. Kantone: BE, BS, JU, LU, VD, ZH.

⁶⁰ Dieser Artikel besagt «Wer eine mit Strafe bedrohte Tat begeht, um ein eigenes oder das Rechtsgut einer anderen Person aus einer unmittelbaren, nicht anders abwendbaren Gefahr zu retten, handelt rechtmässig, wenn er dadurch höherwertige Interessen bewahrt.» Der Freispruch kann nur als absurd bezeichnet werden: Weder ist die Gefahr des Klimawandels (zumindest in Bezug auf die Stürmung einer Bankfiliale) unmittelbar, noch ist die Gefahr «nicht anders abwendbar», und drittens änderte die zur Debatte stehende Aktion nichts an der Gefahr. Die Aktivisten wurden in zweiter Instanz folgerichtig verurteilt.

2.2 Die Bepreisung von Treibhausgasen

In diesem Kapitel wird zuerst theoretisch dargelegt, welche Vorteile preisliche Anreize zur Reduktion von THG-Emissionen gegenüber technologischen Vorschriften und anderen Geboten und Verboten haben. Darauf folgt ein Vergleich der beiden wichtigsten Varianten preislicher Anreize – die CO₂-Steuer und das CO₂-Zertifikat. Ebenso werden die möglichen Umverteilungswirkungen dieser marktwirtschaftlichen Instrumente diskutiert. Zuletzt wird erklärt, warum Klimaschutzbemühungen möglichst koordiniert erfolgen sollten.

2.2.1 Der Vorteil marktwirtschaftlicher Instrumente

Ein liberaler Ökonom wird auf die Frage, was eigentlich der Vorteil von Preisen gegenüber Vorschriften und Verboten sei, möglicherweise salopp antworten: «Preise sind Marktwirtschaft, Vorschriften und Verbote sind Planwirtschaft». Das ist eine arg tautologisch verkürzte Antwort, darum hier eine kurze Ausführung:

Preise sind die Muskeln der vielzitierten unsichtbaren Hand des Marktes: Ist ein Gut knapp – trifft also eine hohe Nachfrage auf ein geringes Angebot – so werden die Preise steigen, was die bisherigen Produzenten dazu ermutigt, ihre Produktion auszuweiten und weitere Produzenten veranlasst, dieses Gut zu produzieren. Wird eine Ressource – als Inputfaktor für Güter – knapp, so wird auch ihr Preis steigen, worauf Unternehmen Wege suchen werden, den Gebrauch dieser Ressource im Produktionsprozess möglichst zu vermeiden, in dem sie z.B. auf andere Technologien umsteigen. Sollte das nicht möglich sein, stiege der Preis des Gutes, was zu einer geringeren gleichgewichtigen Nachfrage führte. So oder so führt die Knappheit einer Ressource also über das Preissystem zu einer Schonung derselben – oder zu erhöhten Anstrengungen bei der Suche nach weiteren Ressourcenvorräten (vgl. Ausführungen in Kap. 1.1.2). Das ist die unsichtbare Hand des Marktes: Ohne ein zentralisiert vorhandenes Wissen passen sich Prozesse so an, dass die Anstrengungen der Akteure in jene Bereiche gelenkt werden, wo sie am meisten Wohlfahrt generieren. Das ist eine Leistung, die die Planwirtschaft nicht erbringen kann.

Korrektur des Marktversagens

Im Falle des THG-Ausstosses liegt aber wie erwähnt ein Marktversagen vor: Ein Akteur – sei es ein Individuum oder eine Firma – verursacht mit seinem Verhalten Emissionen, deren Konsequenzen er nicht selbst trägt. Die sozialen Grenzkosten – also jene Kosten, die der Ausstoss einer zusätzlichen Tonne CO₂eq gesellschaftlich verursacht – liegen über den privaten Grenzkosten (die im Falle des THG-Ausstosses bei null liegen, denn von seinem eigenen Ausstoss wird für den Akteur nie eine spürbare Klimawirkung ausgehen). Ein klassischer negativer externer Effekt entsteht. Gemäss dem Coase-Theorem liesse sich dieses Problem hinreichend lösen, indem die Eigentums-

Box 5

Das Coase-Theorem

Nehmen wir an, zwei Nachbarn leben nebeneinander auf einer winzigen einsamen Insel. Der eine hört gerne sehr laute Musik, der andere mag Stille. Sind keine Eigentumsrechte verteilt, läuft einfach immer laute Musik – oder gar nie, sollte der Stillmensch physisch überlegen sein und mit Faustrecht drohen. Da das Ergebnis unabhängig davon ist, wie stark wessen Präferenzen sind, kann es gesellschaftlich suboptimal ausfallen. Sind hingegen Eigentumsrechte verteilt (entweder an den Lautmenschen, der damit ein Recht auf Lärm hat, oder an den Stillmenschen, der damit ein Recht auf Ruhe hat), haben die beiden eine Verhandlungsbasis, die das Erreichen eines gesellschaftlichen Optimums ermöglicht. Ist die Zahlungsbereitschaft

des Lautmenschen für Musik höher als jene des Stillmenschen für Ruhe, so wird Musik laufen – und zwar unabhängig davon, wie die Eigentumsrechte verteilt sind: Hat der Lautmensch ein Recht auf Lärm, wird er dieses einfach beanspruchen. Hat der Stillmensch dagegen ein Recht auf Ruhe, wird der Lautmensch ihn dafür entgelten, dass er Musik hören darf (mit einem Betrag, der über der Zahlungsbereitschaft des Stillmenschen für Ruhe liegt, aber maximal der Zahlungsbereitschaft des Lautmenschen für Musik entspricht). Hat hingegen der Stillmensch die höhere Zahlungsbereitschaft, wird entsprechend Ruhe auf der Insel einkehren.

rechte (durch eine Jurisdiktion) klar verteilt werden (Coase 1960). Das würde Verhandlungen zwischen Schädiger und Geschädigtem ermöglichen, wodurch ein gesellschaftlich optimales Resultat erzielt werden könnte (vgl. Box 5). Ein eigentlicher Staatseingriff wäre nicht nötig.

Im Fall des Klimawandels ist aber genau dieses Coase-Theorem nicht anwendbar. Die Schädiger sind wir alle (in unterschiedlichem Ausmass) und die Geschädigten sind ebenfalls wir alle – oder viel eher unsere Nachkommen – in ebenso unterschiedlichem Ausmass. Die Eigentumsrechte können nicht festgelegt werden ⁶¹ und die Zukunft hat keinerlei Möglichkeit, mit der Gegenwart in Verhandlungen zu treten. Darum sind im Falle des Klimawandels eine staatliche Intervention gerechtfertigt, um das Marktversagen zu korrigieren.

Preis versus Verbot

Nun ist damit aber noch nicht à priori gesagt, welches Instrument dazu das richtige ist. Marktwirtschaftliche Lösungen sind durchaus nicht überall die beste Wahl. Es gibt gewisse Emissionen oder Giftstoffe, bei denen ein Verbot die einfachere, deutlichere Lösung ist und somit geringere Transaktionskosten aufweist als die Bepreisung. Für die die Ozonschicht schädigenden FCKW ist man zurecht den Weg des Verbotes gegangen: Sie sind relativ einfach durch Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) ersetzbar. Ebenso ergäbe es wenig Sinn, das krebserregende Isoliermaterial Asbest zu bepreisen: Auch dieses ist einfach durch andere Materialien ersetzbar und kann daher schlicht verbo-

⁶¹ Dafür bräuchte es eine globale, ja eigentlich eine intertemporale Jurisdiktion.

ten werden. Ein Verbot ist grundsätzlich am ehesten dann in Betracht zu ziehen, wenn das gesellschaftliche Optimum des zu regulierenden Phänomens eine Randlösung – also null – ist. Dies ist umso eher der Fall, je schwerwiegender und unmittelbarer der potenzielle Schaden des Phänomens ist und je einfacher es sich vermeiden lässt.

CO₂ und andere THG sind nicht per se Schad- oder Giftstoffe, und sie lassen sich nicht von heute auf morgen vermeiden. Deshalb ist in diesem Fall eine Bepreisung der Emissionen das richtige Vorgehen. Mit ihr können – zumindest dem Gedanken nach – die privaten Grenzkosten des THG-Ausstosses den sozialen Grenzkosten angeglichen werden. Das preisliche Instrument erlaubt es, die Reduktion möglichst effizient zu erreichen. Effizient bedeutet hier wie immer: Einen vorgegebenen Ertrag – im vorliegenden Fall der CO₂-Reduktion entsprechend – mit dem geringstmöglichen Aufwand erreichen. Wem das zu amoralisch oder «neoliberal» klingt – «Wie könnt ihr auch noch sparsam sein wollen! Die Welt geht unter!» –, dem sei empfohlen, es umzuformulieren: Effizient bedeutet auch, mit gegebenem Aufwand den maximalen Ertrag zu erreichen, oder konkreter: Mit dem Einsatz von 1000 Fr. eine möglichst starke Reduktion der THG-Emissionen zu erzielen. Dass dies ein erstrebenswertes Ziel ist, sollte auch Klimaschützern der ersten Stunde einleuchten. Gerade weil das Thema so wichtig ist, ist es inakzeptabel, mit einem gegebenen Aufwand nicht den grösstmöglichen Effekt zu erzielen. Hierzu ist der Preis das deutlich bessere Instrument als Gebote und Verbote.

Funktionsweise der CO₂-Bepreisung

Die folgende Ausführung und *Abbildung 18* illustrieren, warum ein Preis eine effizientere Reduktion der THG-Emissionen erlaubt als Verbote oder individuelle Mengenvorschriften.

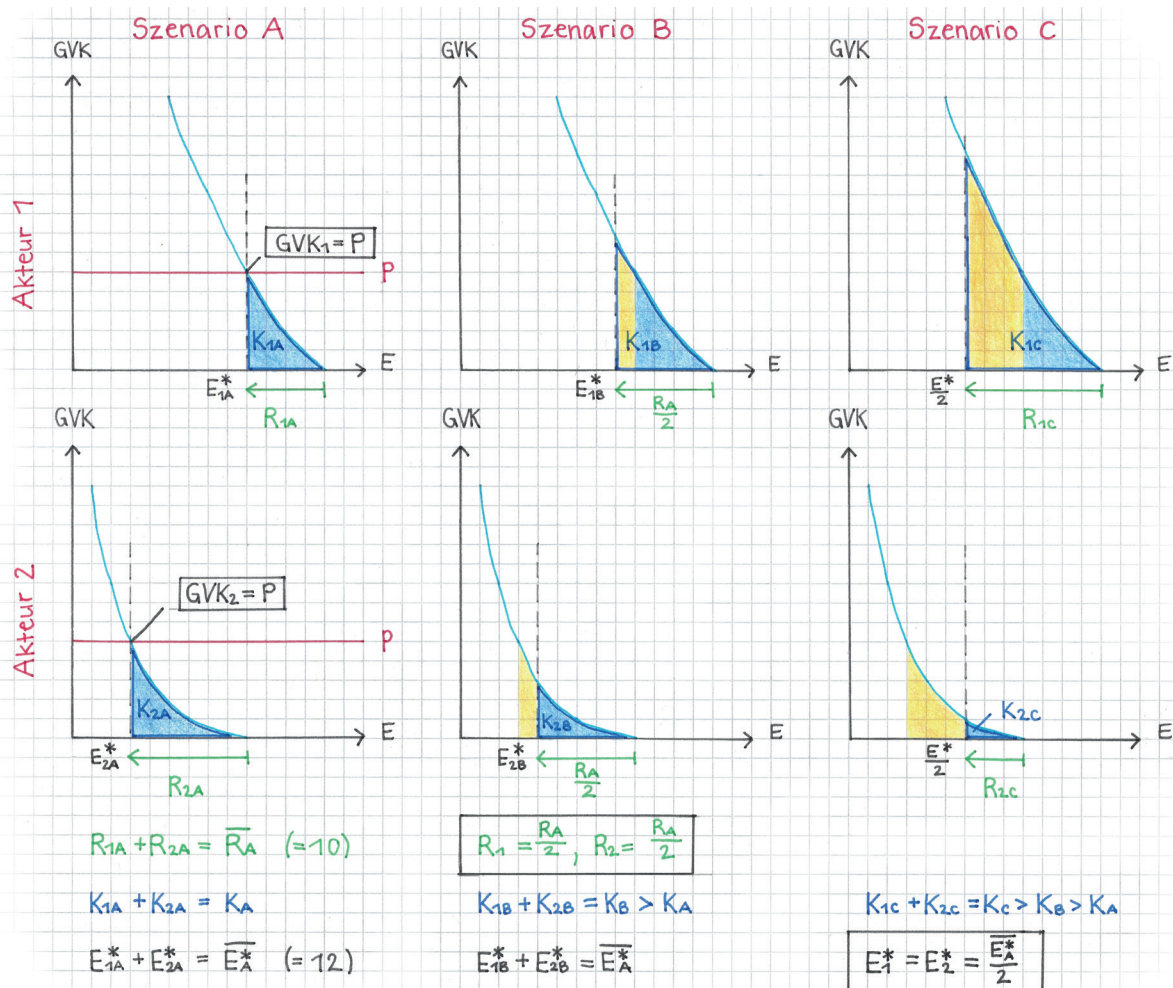
Die Vermeidung von CO₂-Emissionen hat Kosten (monetäre wie nicht monetäre): Unternehmen investieren in andere Produktionstechnologien, Häuser werden wärmeisoliert, Menschen verzichten auf Flugreisen, und so weiter. ⁶² Üblicherweise sind die ersten Verminderungen relativ günstig zu erreichen, und mit zunehmender Reduktion (zu einem gegebenen Zeitpunkt) müssten die Anstrengungen erhöht bzw. grössere Opfer erbracht werden. Ökonomisch spricht man von «Grenzvermeidungskosten»: Sie geben an, was – gegeben die zum fraglichen Zeitpunkt verfügbaren Technologien – die Vermeidung des Ausstosses von einer (weiteren) Tonne CO₂ einen Akteur kostet. Diese Zahl steigt mit abnehmender CO₂-Emission. Für jeden Akteur lässt sich eine eigene Kurve der Grenzvermeidungskosten zeichnen. Diese Kurven können sich deutlich unterscheiden. Für gewisse Akteure (z.B. im Bereich der Zementproduktion) ist die CO₂-Vermeidung mit hohen Kosten verbunden, anderen (z.B. im Bereich

⁶² Aus naiver monetärer Sicht ist der Verzicht auf eine Flugreise natürlich nicht mit höheren Kosten verbunden, sondern mit geringeren (denn man spart ja Geld). Die Wahl einer Inlandreise anstelle der eigentlich präferierten Überseereise führt jedoch beim Reisesubjekt zu Opportunitätskosten – die dem entgangenen Nutzen aus der Überseereise entsprechen.

Abbildung 18

Die Grenzkosten der CO₂-Vermeidung

Die Grafik zeigt exemplarisch zwei Akteure mit verschiedenen hohen CO₂-Grenzvermeidungskosten (Akteur 1: hoch; Akteur 2: gering). Sie sind dargestellt als blaue Kurven (GVK), abgetragen auf den CO₂-Emissionen (E). Optimieren beide Akteure ihren Ausstoss hinsichtlich eines einheitlichen CO₂-Preises (P) (Szenario A), so erzielen sie gemeinsam eine Reduktion der CO₂-Emissionen um RA. Wollte man dieselbe Reduktion erzielen, indem man beide Akteure dazu zwingt, ihren Ausstoss um jeweils den gleichen Betrag (RA/2) zu verringern (Szenario B) ⁶³, würde das zu höheren Reduktionskosten (Summe der Flächen K1 und K2) führen. Nochmal deutlich schlechter sieht es aus, wenn man einfach ein einheitliches maximales Emissionsniveau festlegt, das keiner der beiden Akteure überschreiten darf (Szenario C). Umgekehrt gilt (hier nicht dargestellt): Für gegebene Gesamtkosten der Reduktion lässt sich die grösste Reduktion in Szenario A erzielen, eine geringere in Szenario B und eine noch kleinere in Szenario C.



Quelle: Eigene Darstellung

⁶³ In der Realität würde man eher fordern, dass jeder Akteur seinen Ausstoss um einen bestimmten Prozentsatz senkt – sicher nicht um einen gewissen absoluten Betrag. In der Grafik ist jedoch letzteres deutlich einfacher zu illustrieren und zu lesen. Darum wird dieser Fall dargestellt.

der Mobilität) fällt sie einigermaßen leicht. Die maximale Reduktion bei gegebener Summe der Anstrengungen ist dort erreicht, wo die Grenzvermeidungskosten aller Akteure auf demselben Niveau liegen. Solange dies nicht der Fall ist, könnte ein Akteur eine weitere Tonne CO₂ zu geringeren Kosten vermeiden als ein anderer und sollte dies darum auch tun. Mit einem (einheitlichen) CO₂-Preis wird genau diese Angleichung der Grenzvermeidungskosten erreicht, denn jeder Akteur wird seine Emissionen genau so weit reduzieren, bis seine Grenzvermeidungskosten den Preis, der für die CO₂-Tonne zu zahlen ist, erreichen. Darüber hinaus lohnt sich eine Reduktion nicht.

Wird im Gegensatz dazu bestimmten Akteuren (oder Branchen) einfach vorgeschrieben, ihre CO₂-Emissionen z.B. um 50 % zu reduzieren, kann dieser Mechanismus nicht spielen. Mit demselben Aufwand könnte über ein preisliches System also ein besseres Resultat erzielt werden.

2.2.2 Die Höhe des CO₂-Preises

In der obenstehenden Grafik ist der Preis exogen gegeben. In einer Vorlesung zur Umweltökonomie wäre hingegen eine zweite Kurve eingezeichnet: Jene der Grenzkosten des CO₂-Ausstosses. Sie gibt an, um welchen Betrag der Ausstoss einer weiteren Tonne CO₂ die gesamten gesellschaftlichen Kosten (des daraus resultierenden Klimawandels) in Gegenwart und Zukunft ⁶⁴ erhöht. Beim Schnittpunkt der beiden Kurven entsprechen also die Grenzvermeidungskosten des CO₂-Ausstosses seinen Grenzkosten. Dort liegt der optimale Ausstoss. «Optimal» mag nach Frevel klingen: Der optimale CO₂-Ausstoss kann doch einzig null sein! Genau das stimmt eben nicht. Der CO₂-Ausstoss verursacht gesellschaftliche Kosten (vgl. Kapitel 1.2.4), die Vermeidung des CO₂-Ausstosses ebenso. Hier gilt es, das optimale Niveau zu finden. Dieses Niveau kann allerdings – abhängig vom tatsächlichen Verlauf der beiden Kurven – durchaus sehr nahe bei null liegen, oder theoretisch sogar unter null. Je nach technologischen Voraussetzungen und Aussichten bezüglich Klimawandel könnte es auch optimal sein, durch einen globalen negativen CO₂-Ausstoss den atmosphärischen CO₂-Gehalt zu reduzieren.

Im Lehrbuch ist die Grenzkostenkurve normalerweise als steigende Linie eingezeichnet, was steigende Grenzkosten des CO₂-Ausstosses impliziert. In Wirklichkeit dürfte die Kurve eher horizontal verlaufen: Zumindest innerhalb eines Jahres wird jede weitere Tonne CO₂ dieselben zusätzlichen Kosten verursachen wie die vorherige ⁶⁵ Im Falle der obigen Darstellungen wäre die Grenzkostenkurve sogar mit Sicherheit horizontal, denn in jenem Umfang, in dem ein einzelner Akteur CO₂ emittiert, werden sich die (globalen) Grenzkosten des CO₂-Ausstosses nicht ändern.

⁶⁴ Kosten, die in der Zukunft anfallen, werden dabei üblicherweise gemäss einer zu wählenden Zeitpräferenzrate bzw. eines kalkulatorischen Zinssatzes auf die Gegenwart abgezinst.

⁶⁵ Erst im Zeitverlauf sind steigende Grenzkosten plausibel: Gibt es eine Schwelle von CO₂-Konzentration, bei deren Überschreitung sich Umweltbedingungen rapide ändern, dann würde das mit zunehmender Nähe zu dieser Schwelle einen Anstieg der CO₂-Grenzkosten bedeuten.

Um das gesellschaftliche Optimum zu treffen, müsste die Politik in der Realität also den CO₂-Preis gleich den Grenzkosten setzen. Diese können uns aber – beim Stand des heutigen menschlichen Wissens und unserer höchst bescheidenen Prognosefähigkeit – nicht ansatzweise bekannt sein (nicht einmal so sehr bezogen auf die Klimaänderung, sondern eher bezogen auf diverse makroökonomische und technologische Variablen).

Nehmen wir im einen Extrem an, dass der von der bisherigen CO₂-Konzentration ausgelöste Klimawandel noch kaum signifikante Kosten auslöst, diese aber bei Überschreiten der 1,5°C schnell unermesslich hoch werden: Dann sind die gesellschaftlichen Grenzkosten des heutigen CO₂-Ausstosses sehr hoch und entsprechend müsste die Politik einen sehr hohen CO₂-Preis festlegen. Das würde zu sehr hohen und kostspieligen Anstrengungen führen, CO₂-Emissionen zu verhindern (was in jenem Szenario gesamtgesellschaftlich optimal wäre).

Nehmen wir im anderen Extrem an, dass viele Klimaänderungen schon heute angestossen und unvermeidbar sind und dass auch ein deutlicher Anstieg über 1,5°C keine sprunghaft drastischere Konsequenzen nach sich zöge: In diesem Fall sind die gesellschaftlichen Grenzkosten des heutigen CO₂-Ausstosses viel tiefer als im ersten Beispiel, entsprechend müsste die Politik einen niedrigen CO₂-Preis festlegen. In der Folge würden nur jene Reduktionsbemühungen durchgeführt, die einigermaßen günstig zu haben wären; der Emissionspfad würde deutlich weniger schnell sinken (was in jenem Szenario gesamtgesellschaftlich optimal wäre).

Pigou-Steuer, Lenkungsabgabe und Subvention

Eine CO₂-Steuer mit dem expliziten Ziel, Kostenwahrheit herzustellen, also externe Kosten zu internalisieren, wird – wie alle Abgaben mit diesem Ziel – **Pigou-Steuer** genannt. Dafür muss die Pigou-Steuer der Differenz zwischen sozialen und privaten Grenzkosten des Konsums entsprechen. Da im Fall des CO₂ die privaten Grenzkosten bei null liegen (vgl. S. 83), müsste die Pigou-Steuer einfach den oben erwähnten (sozialen) Grenzkosten des CO₂-Ausstosses entsprechen. Nicht explizit gefordert für eine Pigou-Steuer ist dagegen eine Lenkungswirkung. Wenn Akteure ihre Tätigkeit nicht reduzieren, obwohl sie (über die Pigou-Steuer) deren volle gesellschaftliche Grenzkosten berappen, dann ist diesem Resultat aus Sicht der gesellschaftlichen Wohlfahrt nichts entgegenzusetzen.

Eine CO₂-Steuer mit dem expliziten Ziel, eine Lenkungswirkung beabsichtigen, ist hingegen als **Lenkungsabgabe** zu bezeichnen. Ihr primäres Ziel ist nicht die Herstellung von Kostenwahrheit, sondern die Einflussnahme auf das Verhalten der Akteure. Ein konkretes Beispiel: In armen Ländern (wo fossile Energieträger bisher teilweise sogar subventioniert wurden) hätte auch ein CO₂-Preis deutlich unter jenem, der (hypothetische) Kostenwahrheit schafft, wohl eine substanzielle Lenkungswirkung. In reichen, entwickelten Ländern wie der Schweiz mit zudem ohnehin schon verhältnis-

Box 6

Erdölknappheit

Auf fossile Brennstoffe bezogen bedeutet das Marktprinzip (vgl. S. 83), dass die letzten Erdölreserven auch ohne jegliche Klimaschutzmassnahmen im Boden bleiben werden, denn bei vorerst ungebremstem Nachfragewachstum und/oder fortschreitendem Rückgang der Ölfördermenge würden die Ölpreise so stark steigen, dass die Wirtschaft weltweit intensive Anstrengungen unternähme, auf alternative Energieträger umzusteigen. In den 2000ern – vor der Finanzkrise – dachten einige, dieser Zeitpunkt stehe möglicherweise kurz bevor.⁶⁶ Tatsächlich erreichte der Ölpreis im Juli 2008 mit über 140 \$ pro Barrel ein Allzeithoch und Analysten hielten in naher Zukunft Preise von 300 \$ für möglich (FAZ 2008). Dann kam jedoch die Finanzkrise mit all ihren Nachwehen; der Preisschub löste technologische Innovationen beim Fracking von Erdöl und Erdgas aus, was diese Fördermethode wirtschaftlich und die USA unabhängig von Erdölimporten machte; die Klimaschutzbemühungen des Westens begannen zunehmend, die Nachfrage zu senken; und zuletzt wurde die Welt von der Covid-19-Krise erschüttert. Ende April 2020 fiel der Ölpreis (Brent)

kurzfristig auf 20 \$⁶⁷, heute liegt er wieder bei etwa 60 \$.

Um diese Preisschwankungen in Relation zu Grössen der Klimapolitik zu setzen: Aus einem Barrel Erdöl (159 Liter) resultieren CO₂-Emissionen im Umfang von etwa 500 kg.⁶⁸ Ein Ölpreisanstieg um 50 Fr. (pro Barrel) ist daher äquivalent zu einem CO₂-Preis von 100 Fr. pro Tonne.

Da nun aber die Erdölvorräte nicht annähernd schnell genug knapp werden, um die Klimaerwärmung auf unter 2°C zu beschränken, ist es naheliegend, diese Verknappung sozusagen zu simulieren, indem man den Preis der entsprechenden fossilen Energieträger auf administrativem Weg erhöht bzw. deren CO₂-Emissionen bepreist. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass er zu einer Verschiebung der Nachfrage auf erneuerbare Energieträger anregt, ohne dabei gleichzeitig Anreize zu bieten, die Suche nach fossilen Ressourcenvorräten zu intensivieren – ganz im Gegenteil: Der Marktpreis des Erdöls wird durch die CO₂-Bepreisung sinken (vgl. Ausführungen in Kap. 2.2.5).

mässig CO₂-effizienter Wirtschaft dürfte dagegen sogar ein CO₂-Preis, der Kostenwahrheit herstellt, nur eine geringe Lenkungswirkung entfalten.

Auch die **Subvention** ist ein preisliches Instrument. Sie stellt jedoch explizit keine Kostenwahrheit her, ganz im Gegenteil: Neben der Kostenunwahrheit beim fossilen Energieträger schafft sie zusätzlich Kostenunwahrheit beim CO₂-neutraleren Energieträger (bzw. bei der Tätigkeit, bei der dieser benötigt wird). Damit schafft sie zwar – wie die CO₂-Steuer – gleich lange Spiesse und damit Anreize zum Umstieg auf erneuerbare Energieträger, allerdings wird dadurch Energie generell vergünstigt, was die Anreize zum sparsamen Umgang schwächt. Dass Subventionen (erneuerbarer Ener-

66 So titelte die Handelszeitung z.B. 2005 unter dem Eindruck des Wirtschaftsbooms und steigender Erdölpreise: «Erdöl: Im Zeichen des Niedergangs» (HZ 2005).

67 Der Preis der Sorte WTI fiel sogar für kurze Zeit deutlich in den negativen Bereich. Das ist möglich, weil das Angebot kurzfristig sehr unflexibel ist. Die Rohöllager waren voll und viele Ölquellen lassen sich nicht auf Knopfdruck abschalten. Das Überangebot muss also rein physisch gesehen irgendwohin. So konnte es dazu kommen, dass Abnehmer der Sorte WTI für kurze Zeit sogar entgolten wurden.

68 Berechnet auf Basis von Bafu (2019: S. 2), unter der Berücksichtigung, dass die Herstellung von Benzin, Diesel und Co. ihrerseits mit deutlichen CO₂-Emissionen verbunden ist (Hoekstra 2020).

gieträger) in der Realität trotzdem ein weitverbreitetes Mittel sind ⁶⁹, hat politökonomische Gründe: Von der Subventionierung profitieren klar abgrenzbare Branchen, die sich entsprechend über Lobbyingaktivitäten wirkungsvoll dafür einsetzen. Ihnen gegenüber steht die heterogene Masse an Steuerzahlern, die die Belastung einer Subventionsmassnahme wenig spüren und daher kein entsprechendes politisches Gegengewicht bilden. Realpolitisch hat es darum die Subvention deutlich leichter als die CO₂-Besteuerung, für die der beschriebene Sachverhalt genau in die Gegenrichtung wirkt.

Box 7

Globale vs. lokale Lenkungswirkung

Dass man bei der CO₂-Bepreisung global eher Lenkungswirkung als Kostenwahrheit anstrebt, ist plausibel (vgl. S. 88 und 91). Das bedeutet jedoch nicht, dass auch in jedem einzelnen Land die Lenkungswirkung im Vordergrund stehen muss. Denn auch bei Unkenntnis über die tatsächlichen CO₂-Grenzkosten gilt: Global gesehen wird bei der Reduktion dann die höchstmögliche Effizienz erzielt, wenn der CO₂-Preis überall gleich hoch ist (vgl. Abbildung 18). Ist dagegen z.B. jedes einzelne Land verpflichtet, seinen eigenen CO₂-Ausstoss um denselben Prozentsatz zu kürzen, dann lägen die Grenzvermeidungskosten in einigen Ländern viel höher als in anderen. Das entspricht nicht einer effizienten Reduktion, denn das bedeutet, dass die Emissionsreduktion um eine zusätzliche Tonne in einem Land schon viel mehr

gekostet hat als in einem anderem. Es hätte also mehr erreicht werden können, wenn diese Tonne CO₂ im «günstigen» Land eingespart worden wäre. Im Zweifel hätte auch einfach das «teure» Land dem «günstigen» Land Geld überweisen können, damit dieses den CO₂-Ausstoss verringert. Genau das passiert – sinngemäss – bei der internationalen Kompensation von CO₂-Emissionen. Je expliziter also länderspezifische Reduktionsziele festgelegt werden, desto wichtiger ist es aus Effizienzgründen, dass internationale Emissionskompensationen möglichst barrierefrei angerechnet werden – damit die Reduktionsanstrengung trotzdem dort erfolgt, wo damit am meisten erreicht werden kann.

Divergierende Schätzungen

Wo tatsächlich der «richtige» Preis liegt, wissen wir schlicht nicht. Er wäre das Ergebnis eines komplexen intertemporalen (viele Generationen übergreifenden!) Optimierungsproblems, das neben den eigentlichen Wechselwirkungen des Klimawandels stark vom künftigen Wirtschaftswachstum, von Zinssätzen, von technologischer Entwicklung und von vielen weiteren unkontrollierbaren und nicht prognostizierbaren Faktoren abhängt. Da also die gesellschaftlichen Grenzkosten des CO₂-Ausstosses kaum sinnvoll berechnet werden können, nähert man sich dem Optimierungsproblem in der Praxis eher über das Konzept «Lenkungswirkung» als über das Konzept «Kosten-

⁶⁹ Sie sind beispielsweise sogar explizit vom Beihilferecht in der EU ausgenommen.

wahrheit» an: Gemäss den IPCC-Berichten lässt sich, erstens, mit 1,5°C eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems noch mit grosser Wahrscheinlichkeit verhindern, und ist es, zweitens, wahrscheinlich, dass es gelingt, die Erderwärmung auf diesen Betrag zu begrenzen, wenn die THG-Emissionen bis 2050 weltweit auf null und danach (vgl. Abbildung 7a und Box 8) unter null fallen (IPCC 2018). Diesem Netto-null-Ziel haben sich schon diverse Länder verschrieben.

Die Schätzungen zur richtigen Höhe eines CO₂-Preises unterscheiden sich drastisch:

- Die «High Level Commission on Carbon Price» unter Wirtschaftsnobelpreisträger Joseph Stiglitz und Nicholas Stern kam in ihrem Report von 2017 zum Schluss, dass zur Erreichung des «deutlich unter 2°C»-Ziels ein weltweiter CO₂-Preis von 40 \$ bis 80 \$ ab 2020 und von 50 \$ bis 100 \$ ab 2030 nötig wäre (High-Level Commission on Carbon Prices 2017).
- Die Schweiz erhebt derzeit eine CO₂-Abgabe auf Brennstoffen von 96 Fr. pro Tonne, nach dem totalrevidierten CO₂-Gesetz sollen bis zu 210 Fr. pro Tonne möglich sein.
- Ecoplan/Infras rechnen in einer vom Bundesamt für Raumplanung in Auftrag gegebenen Studie zu den externen Effekten des Verkehrs mit 124 Fr./Tonne CO₂ (Bieler et al. 2018).
- Laut dem deutschen Umweltbundesamt (2018) betragen die künftigen Schäden in den nächsten 100 Jahren kumuliert 640 €/Tonne CO₂. Abgezinst resultiert daraus ein heutiger Gegenwart von 180 €/Tonne. An dieser Zahl orientiert sich auch die Forderung der Fridays-for-Future-Bewegung (Fridays for Future 2021).

Es gibt weitere Schätzungen, die diese Werte noch deutlich unter- und überbieten (Hepburn 2017). Es wäre ziemlich vermessen von den Autoren des vorliegenden Buches, eine Meinung dazu abzugeben, welche dieser Schätzungen am nächsten beim «korrekten» CO₂-Preis liegt. Geht man das Problem «Preisfindung» aus Sicht der Preiselastizität ⁷⁰ an, muss man aber sagen: Angesichts der historisch starken Preisschwankungen des Erdöls und welchen CO₂-Preisen diese entsprochen hätten (vgl. Box 6) hätte ein Preis von deutlich unter 100 Fr./Tonne CO₂ (50 Fr. pro Barrel Erdöl entsprechend) in wohlhabenden Ländern wohl nur eine sehr geringe Lenkungswirkung. Klar: Ein CO₂-Preis, der den Verbrauch fossiler Brennstoffe fix und permanent um einen bestimmten Betrag verteuert, hat eine stärkere Lenkungswirkung als ein (möglicherweise) kurzfristiger Ausschlag des Ölpreises um den äquivalenten Betrag. Trotzdem lässt sich aus diesem Vergleich mit grosser Wahrscheinlichkeit zumindest schliessen, dass CO₂-Preise um 20 oder 30 Fr. pro Tonne in wohlhabenden Ländern eher kosmetischer Natur sind.

⁷⁰ Die Preiselastizität gibt an, wie sensibel eine Nachfrage oder ein Angebot auf den Preis reagiert. Sie wird angegeben in Prozent der Nachfrage- oder Angebotsänderung pro Prozent Preisänderung. Sie ist von vielen Faktoren abhängig – und gerade für fossile Energieträger auch stark vom Zeithorizont. Kurzfristig ist sie für diese üblicherweise sehr gering, da wenige unmittelbare Substitutionsmöglichkeiten existieren. Das erklärt auch die starken Preisschwankungen des Erdöls. Langfristig ist sie – vor allem bei der Nachfrage – deutlich höher, weil der Preis Investitionsentscheide beeinflusst.

Box 8

Netto-null 2050

Um eine gute Chance für eine Beschränkung des Temperaturanstiegs auf 1,5°C zu bewahren, ist eine Reduktion des THG-Ausstosses auf netto-null (vgl. Box 2) bis 2050 nötig (vgl. Abbildung 7a). Das ist vielen klar. Weniger verbreitet ist das Bewusstsein, dass dies nur dann für das 1,5-Grad-Ziel ausreicht, falls in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts negative Nettoemissionen erzielt werden. Der Atmosphäre muss also dann mehr THG entzogen werden, als durch Emissionen entweichen. Man verlässt sich hierfür auf die Entwicklung von Negativemissionstechnologien (NET). Das Vertrauen darauf, dass diese dann schon rechtzeitig entwickelt würden, bezeichnen manche Klimaaktivisten als frivol (vgl. Box 3) und fordern deshalb einen noch ambitionierteren Reduktionspfad.

Solche NET sind allerdings alles andere als Science-Fiction. Es nicht so, dass hier Warp-Technologie für Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit entwickelt werden müsste, sondern verschiedenste Ansätze von NET werden schon im Hier und Jetzt erprobt.⁷¹ Neben naturbasierten Low-Tech-Ansätzen wie (Wieder-) Aufforstung oder die Wiederherstellung von Feuchtgebieten gibt es auch verschiedene High-Tech-Ansätze zur Rückholung von CO₂ aus der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal, CDR). In Hinwil steht seit Mai 2017 die weltweit erste kommerzielle Anlage zur CO₂-Luftfiltrierung.⁷² Die Betreiberin Climeworks beziffert die aktuellen Kosten auf 600 bis 800 Fr. pro Tonne entzogenes CO₂ und schätzt, dass diese schon in wenigen Jahren aufgrund der technischen Entwicklung

und bei der Nutzung von Skaleneffekten auf 100 Fr. pro Tonne sinken könnten (Bundesrat 2020a: S. 22). Auch für andere NET werden Rückholkosten von deutlich unter 100 Fr./Tonne prognostiziert (Florin et al. 2020: S. 20). Dass bei der Festlegung des Reduktionspfades NET einkalkuliert werden, ist also alles andere als naiv.

Aber was, wenn sich doch alle Hoffnungen auf NET zerschlagen sollten? Hätte man dann den Reduktionspfad nicht noch viel aggressiver festlegen sollen? Netto-null bis 2035? – Nicht unbedingt. Der wünschenswerte Reduktionspfad ergibt sich aus besagtem intertemporalen Optimierungsproblem: Nicht nur der CO₂-Ausstoss verursacht Kosten (in der Zukunft), sondern auch dessen Verhinderung (in der Gegenwart). Auf dem optimalen Reduktionspfad entsprechen die heutigen Grenzvermeidungskosten (GVK) den (abgezinsten) künftigen Grenzkosten der Emissionen. Das Ausbleiben von NET würde die GVK nun aber erhöhen (Verschiebung der GVK-Kurve aus Abbildung 18 nach rechts/oben). Daraus würde ein höheres «Optimum» für den CO₂-Ausstoss resultieren. Oder von «Ökonomisch» auf Deutsch übersetzt: Sollten Technologien zur CO₂-Rückholung wider Erwarten keine Marktauglichkeit erreichen, dann wäre das 1,5-Grad-Ziel zu streng gewählt, denn eine Reduktion der Emissionen bis 2035 auf (Brutto-)null wäre mit derart immens hohen Kosten verbunden, dass sie in keinem vorteilhaften Verhältnis mehr zum Nutzen (Verringerung der Klimarisiken) stünde.

71 Für eine Übersicht hierzu siehe z.B. Florin et al. (2020) oder Bundesrat (2020a).

72 Ein entscheidender Punkt bei solchen Anlagen ist, dass die Luftfiltrierung ihrerseits erhebliche Mengen an Energie benötigt. Diese Energie muss also CO₂-neutral erzeugt werden, sonst ist mit diesem Vorgehen nichts gewonnen. Die Hinwiler Anlage bezieht ihre Energie aus der Restwärme der Kehrrichtverwertungsanlage. Der Vorteil solcher CDR-Anlagen ist, dass sie nicht standortgebunden sind. Sie können also genau da errichtet werden, wo Energie CO₂-neutral zur Verfügung steht.

Generell gesprochen kann man, um ein Reduktionsziel zu erreichen, entweder einen Reduktionspfad zum Ziel setzen und politisch Preise festlegen, die auf diesen Pfad führen sollen. Oder man kann den Reduktionspfad über die Vergabe von Emissionsrechten auch ganz direkt festlegen, und es dem Markt überlassen, welcher gleichgewichtige CO₂-Preis aus dieser Vorgabe resultiert. Beide Strategien werden in Wirklichkeit angewandt. Sie haben sowohl in der Theorie als auch in der Praxis Vor- und Nachteile. Jene der Theorie werden in Kapitel 2.2.3 besprochen. Praktische Erwägungen werden in Kapitel 4.1 ausgeführt.

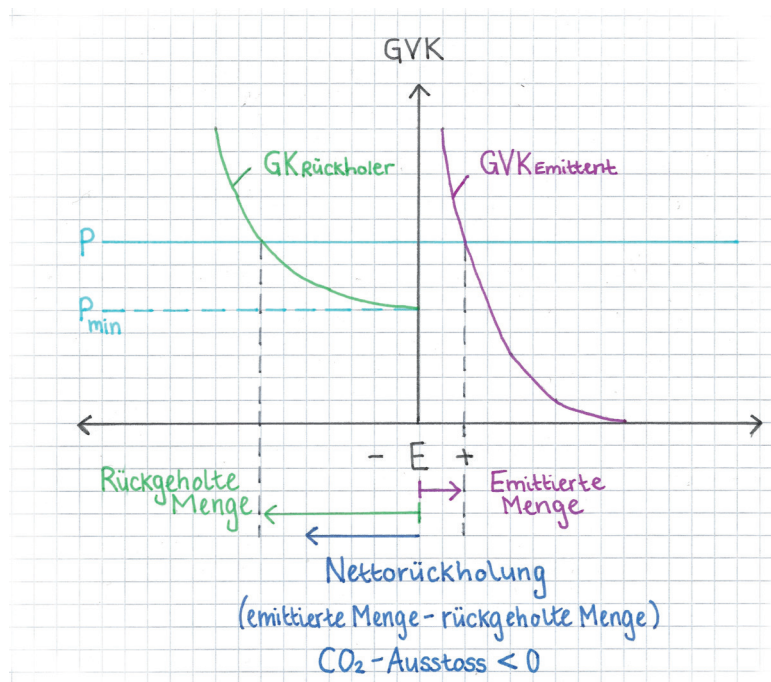
CO₂-Preis und negative Emissionen

Betrachtet man die in Abbildung 18 abgetragenen Kurven, kann man sich fragen, wie denn ein marktwirtschaftliches Gleichgewicht bei CO₂-Bepreisung jemals im negativen Bereich zu liegen kommen könne. Mit Blick auf die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts,

Abbildung 19

Negative Emissionen als Marktgleichgewicht

Die Grafik zeigt beispielhaft die Grenzkostenkurve eines CO₂-Rückholers (linker Quadrant) und die Grenzvermeidungskosten eines CO₂-Emittenten (rechter Quadrant). Die beiden Kurven können auch stellvertretend für die Summe aller CO₂-Emittenten und -Rückholer betrachtet werden. Unterhalb eines bestimmten CO₂-Preises (P_{min}) lohnt sich der Einsatz von Rückholtechnologien nicht. Liegt der Preis darüber, kann sich – wie hier abgebildet – ein Gleichgewicht ergeben, in dem negative Emissionen (E) resultieren.



Quelle: Eigene Darstellung

in der solche negativen Emissionen nötig werden könnten, gewinnt diese Frage an praktischer Relevanz. Die Antwort lautet zum Glück: Das ist bestens möglich. Ein normales, produzierendes Unternehmen wird zwar nie einen negativen CO₂-Ausstoss haben. Seine Kurve der Grenzvermeidungskosten wird wie üblich im positiven Bereich verlaufen und mit zunehmender Nähe zur Null-Emission immer stärker ansteigen. Auch ein Konsument kann schlecht weniger als kein CO₂ ausstossen. Allerdings ist es vorstellbar, dass (bei entsprechendem CO₂-Preis) zunehmend Unternehmen entstehen, die sich allein der Rückholung von CO₂ aus der Atmosphäre verschreiben. Das «Produkt», das sie verkaufen, wäre also die CO₂-Rückholung. Ihre Kurve der Grenz(vermeidungs)kosten läge vollständig im negativen Bereich. Beim Schnittpunkt mit dem CO₂-Preis läge ihr gewinnmaximierendes CO₂-Rückholungsniveau. Die totalen Nettoemissionen ergäben sich aus der Summe aller gleichgewichtigen Ausstoss- und Rückholniveaus und könnten bei genug hohem CO₂-Preis (oder genug günstigen Rückholtechnologien) durchaus negativ sein.

Von der CO₂- zur Treibhausgas-Bepreisung

In den Ausführungen dieses Kapitels war fast ständig von CO₂ die Rede. Doch eine Erweiterung ist problemlos möglich. Erst einmal vom direkt ausgestossenen auf indirekt verursachtes CO₂: Eine Waldrodung (oder eine sonstige nachteilige Änderung der Landnutzung) müsste gemäss ihrer Veränderung der CO₂-Bilanz «erkauft» werden, umgekehrt würde eine Aufforstung entgolten. Auch eine Erweiterung auf andere THG ist simpel und wird tatsächlich in einigen real existierenden preisbasierten Instrumenten appliziert. Hierzu muss die relative Treibhauswirksamkeit eines Gases im Vergleich zum CO₂ eingepreist bzw. der Ausstoss gemäss Äquivalenzskala (vgl. Tabelle 1) in Tonnen CO₂ umgerechnet werden. Bei einem CO₂-Preis von 100 Fr./Tonne käme der Ausstoss einer Tonne Methan (z.B. durch Viehhaltung) dann beispielsweise auf 2500 Fr. zu stehen und die Emission einer Tonne Lachgas in die Atmosphäre würde sogar 29'800 Fr. kosten.

2.2.3 Zertifikatehandel (Cap and Trade) versus Treibhausgassteuer

Ein Preis auf THG kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten erhoben werden: Entweder wird über eine THG-Steuer der Preis (einer Tonne CO₂eq) politisch festgelegt, und aus ihm ergeben sich dann die gleichgewichtigen THG-Emissionen. Oder diese THG-Emissionen werden direkt festgelegt (Cap), indem eine entsprechende Anzahl handelbare Emissionszertifikate, die zum THG-Ausstoss berechtigen, in Umlauf gebracht werden. Der THG-Preis ist dann das Resultat des Zertifikatehandels (Trade). In einem Fall (THG-Steuer) wird also der Preis festgelegt, woraus sich die Menge ergibt, im anderen Fall (Cap and Trade) wird die Menge festgelegt, woraus sich der Preis ergibt. Beide Systeme haben ihre Vor- und Nachteile, doch ihre Unterschiede sind –

zumindest in der Theorie – gar nicht so gross, denn die Eigenschaften beider Methoden konvergieren bei entsprechender Ausgestaltung fast vollständig.

Im Zusammenhang mit den eben erwähnten negativen Emissionen kann hier gleich vorweggenommen werden: Beide Instrumente eignen sich auch für eine mögliche Zukunft mit negativen THG-Emissionen. Bei der THG-Steuer liegt die Funktionsweise auf der Hand: Nettoemittenten zahlen die Abgabe pro Tonne CO₂eq an den Staat, Nettorückholer erhalten pro Tonne CO₂eq, die sie der Atmosphäre entziehen, vom Staat denselben Betrag ausbezahlt. Beim Cap and Trade ist die Vorstellung etwas abstrakter. Beginnen wir mit netto-null: Hier würde der Staat erst einmal keine Emissionszertifikate ausgeben. Rückholer könnten diese Emissionszertifikate mit ihren Leistungen aber generieren und an Emittenten verkaufen. Sind negative THG-Emissionen gewünscht, müsste man noch einen Schritt weitergehen: Der Staat hätte im Umfang der festgelegten Negativemissionen ein Vorkaufsrecht auf die von den Rückholern generierten Zertifikate. Bloss jene Zertifikate, die über das staatliche Vorkaufsrecht hinaus generiert werden, könnten von den Rückholern an die Emittenten verkauft werden.

In beiden Fällen (THG-Steuer wie Cap and Trade) würden also nach einigen Jahrzehnten mit Staatseinnahmen, sobald die Gesamtemissionen ins Negative fallen, Jahrzehnte mit Staatsausgaben folgen. Es wäre daher ratsam, mit einem Teil der Einnahmen einen Fonds zu öffnen, mit dem die in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts anfallenden Staatskosten der Negativemissionen beglichen werden können.

Anforderungen Treibhausgassteuer

Die Ausgestaltung der THG-Steuer bedarf an sich keiner längeren Erklärungen. In der reinen Theorie ist sie die treffsicherere Massnahme, weil damit direkt die vermuteten gesellschaftlichen Grenzkosten von THG-Emissionen eingepreist werden können. Da diese in der Praxis aber wie gesagt nicht annähernd bekannt sind (vgl. S. 90ff), setzt die Politik bestimmte Mengenziele. So wird der CO₂-Preis zum indirekten Instrument: Dass ein angestrebter Reduktionspfad mit einem festgelegten Preis tatsächlich erreicht wird, ist nicht garantiert.

Die THG-Steuer hätte an sich den Vorteil der Planungssicherheit: Wenn alle Akteure wissen, dass THG-Ausstoss auf absehbare Zeit 100 Fr./Tonne CO₂eq kostet, dann können sie sich darauf einstellen, und sie wissen besser, welche technologischen Anstrengungen und Innovationen sich lohnen und welche nicht. Um allerdings einen geplanten Reduktionspfad mit genügender Sicherheit zu erreichen, müsste die Höhe der THG-Steuer flexibel angepasst werden, abhängig davon, ob der effektive Reduktionspfad über oder unter dem angestrebten liegt. ⁷³ Diese Anpassung müsste möglichst

⁷³ De facto würde wohl nur reagiert werden, wenn der effektive Reduktionspfad über dem angestrebten liegt. Liegt er darunter – hätte man also einen Vorsprung auf die gesetzten Reduktionsziele – würde man diese wohl eher dankbar hinnehmen als die THG-Steuer zu senken.

der politischen Einflussnahme entzogen werden – denn dass politische Kontrolle über eigentlich mathematisch zu bestimmende Grössen nicht gut funktioniert, hat der 20 Jahre dauernde Reformstau rund um die schweizerische Altersvorsorge bestens illustriert. Versieht man darum die THG-Steuer mit automatischen Korrekturmechanismen, so ist die Erreichung des angestrebten Reduktionspfades mit grösserer Wahrscheinlichkeit gewährleistet, aber dafür wird die Planungssicherheit für die wirtschaftlichen Akteure reduziert.

Anforderungen Cap and Trade

Deutlich mehr Fragen stellen sich bei der Ausgestaltung eines Emissionshandelssystems (EHS). Vorab ist zu betonen: Damit Cap and Trade seine Stärken überhaupt auspielen kann, ist es zwingend notwendig, dass die Emissionsrechte allesamt versteigert und nicht nach administrativen Kriterien verschenkt werden. Solche Auktionen würden z.B. jährlich stattfinden, und ein ersteigertes Zertifikat würde während dieser Periode zum Ausstoss einer Tonne CO₂eq berechtigen. Die Zertifikate können jederzeit zwischen den Emittenten gehandelt werden. Um plötzlichen Preisdruck und -zerfall gegen Ende der Periode zu verhindern, müssen die Emittenten allfällige Zertifikatsüberschüsse oder -defizite in die nächste Periode übernehmen können. Emittenten, die ihre Rechte in der einen Periode nicht voll ausgereizt haben, können so für die nächste Periode etwas weniger Zertifikate ersteigern, und solche, die ihr Budget überausgeschöpft haben, müssten sich für die nächste Periode entsprechend Zertifikate hinzukaufen. Die Senkung des Reduktionspfades erfolgt im Falle eines Emissionshandels direkt, also über die jährliche Reduktion der versteigerten Zertifikate. Die Erreichung des Reduktionsziels wäre damit theoretisch garantiert, was den Vorteil dieses Systems darstellt.

Wie viel von diesem Vorteil in der politischen Realität übrigbleibt, ist allerdings nicht klar: Würde ein ehrgeiziges Ziel unerwartet hohe THG-Preise verursachen, läge es auf der Hand, dass dies zu hohem politischem Druck hinsichtlich einer Lockerung des gesetzten Reduktionszieles führen würde.

Preisstabilität: Der Nachteil eines Emissionshandelssystems im Vergleich zur THG-Steuer ist theoretisch die Preisstabilität. Ein strikter Reduktionspfad ohne Berücksichtigung von Konjunkturzyklen würde die Zertifikate in Boomphasen stark verteuern und in Rezessionen stark verbilligen, und zwar vor allem darum, weil die kurzfristige Preiselastizität des THG-Ausstosses sehr gering ist. Das könnte man als willkommenen Konjunkturstabilisator sehen (was ja auch die Marktpreise fossiler Brennstoffe schon zu einem gewissen Grad sind). Doch eine gegebene Gesamtreduktion ⁷⁴ an THG verteuert sich dadurch signifikant, weil nicht mehr gewährleistet ist,

⁷⁴ Also kumuliert beispielsweise bis 2050.

dass die Grenzvermeidungskosten im Zeitverlauf ein einigermaßen stabiles Niveau aufweisen.⁷⁵

Dieses Problem könnte allerdings einigermaßen einfach behoben oder zumindest stark reduziert werden – und zwar indem der effektiv angestrebte Emissionspfad ähnlich dem Prinzip der schweizerischen Schuldenbremse an die Konjunkturzyklen angepasst wird. In einer Boomphase könnte ein Korrekturfaktor die Zahl der versteigerten Zertifikate etwas erhöhen, in einer Rezession würde die Menge entsprechend verringert.⁷⁶ So könnte ein einigermaßen stabiler Preispfad garantiert werden. Ein solcher Mechanismus wäre umso wichtiger im Falle eines internationalen oder sogar globalen EHS: Da die Konjunkturzyklen einzelner Länder durchaus nicht synchron mit der globalen Konjunktur verlaufen, ist es von grossem Interesse, dass (welt-)konjunkturbedingte Preisschwankungen so gut wie möglich eliminiert werden – damit diese z.B. ein Land, das sich gerade in einer Rezession befindet, nicht zusätzlich zu belasten.

Ein bisschen wird das Argument der Planungssicherheit (bzw. nachteiliger Preisschwankungen) aber wohl auch überschätzt: Wenn man in Betracht zieht, dass (1) jährliche Schwankungen des Erdölpreises um +/- 50 \$ pro Barrel keine Seltenheit sind, dass (2) die Wirtschaft mit diesen Schwankungen bisher einigermaßen gut zurechtgekommen zu sein scheint, und dass (3) diese 50 \$ pro Barrel einem THG-Preis von 100 \$ pro Tonne CO₂eq. entsprechen, dann muss einem bei Preisschwankungen der Zertifikate von beispielsweise +/- 40 \$ nicht angst und bange werden.

Zertifikatsvergabe: Ein Emissionshandelssystem (EHS) sendet nur dann die richtigen, knappheitssimulierenden Preissignale aus, wenn die Zertifikate über Marktmechanismen vergeben werden (Versteigerung, Handel). In der Realität war das bisher oft nicht der Fall.

Zertifikate wurden in der Frühphase gewisser EHS häufig über sogenanntes **Grandfathering** verteilt: Am EHS teilnehmende Emittenten erhalten Rechte im Umfang ihres bisherigen THG-Ausstosses. Dadurch werden erstens Emittenten belohnt, die bisher besonders geringe Bemühungen zur THG-Reduktion unternommen haben, denn diese können ihre Emissionen in der Folge relativ kostengünstig verringern und

75 Nach der gleichen Logik, mit der der Ausgleich der Grenzvermeidungskosten zwischen Akteuren begründet wurde (Abbildung 18), ist für eine effiziente Reduktion der THG-Emissionen auch ein Ausgleich der Grenzvermeidungskosten über die Zeit anzustreben. Denn liegen diese in einem Jahr deutlich tiefer als in einem anderen, so hätte für einen gegebenen Aufwand eine höhere Reduktionswirkung erzielt werden können, wenn im günstigen Jahr stärkere Reduktionen erfolgt wären und im teuren Jahr geringere.

76 Dazu müsste eine Konjunkturalastizität des THG-Ausstosses ermittelt werden: Um wie viele Prozent ändert sich der THG-Ausstoss pro Prozent, gemessen an der Abweichung des aktuellen BIP vom langfristigen Wachstumspfad? Diese Elastizität sollte eher konservativ berechnet werden, oder im Zweifel wäre der Korrekturfaktor etwas unterhalb der errechneten Elastizität festzulegen, damit z.B. keine zu starke Senkung des Emissionspfades während einer Rezession resultieren würde. Denn eine solche hätte eine antizyklische Preisentwicklung und somit eine nicht erwünschte konjunkturverstärkende Wirkung zur Folge.

überschüssige Zertifikate verkaufen. Zweitens ist das Grandfathering sehr anfällig auf Manipulation und Lobbying, denn die Bestimmung der Anfangsausstattung basiert nicht auf exogenen Faktoren, sondern auf durch die Akteure beeinfluss- und manipulierbaren Grössen. Drittens stellt dieser Zuteilmechanismus eine Markteintrittsbarriere für neue Unternehmen dar, da diese nicht davon profitieren können.

Das Grandfathering wurde aufgrund dieser offensichtlichen Schwächen zunehmend vom **Benchmarking** abgelöst. Hier wird für jeden EHS-Teilnehmer anhand von Benchmarks die Menge an Zertifikaten berechnet, die er – ungeachtet seiner tatsächlichen THG-Emissionen – zugeteilt erhält. Das Benchmarking verhindert immerhin, dass bisher besonders nachlässige Unternehmen vom EHS bevorteilt werden. Die anderen Schwächen teilt dieses bürokratische Verfahren aber mit dem Grandfathering: Es ist kompliziert, fehleranfällig und daher dem Lobbying ausgesetzt.⁷⁷ Ein politischer Verteilungskampf ist deshalb ebenfalls programmiert, und auch die Markteintrittsbarriere bleibt bestehen. In der Realität existiert wegen des Lobbyings der Interessengruppen bei beiden Mechanismen die Gefahr, dass eine zu grosszügigen Anfangs-

Box 9

Das «Wasserbett»: Vorteil Treibhausgassteuer

Mit der Metapher «Wasserbett» kann ein Aspekt umschrieben werden, bei dem ein Emissionshandelssystem (EHS) gegenüber einer THG-Steuer möglicherweise einen Nachteil erfährt: Da sich beim EHS der Preis aus der vorab festgelegten Emissionsmenge ergibt, können weitere klimapolitische Massnahmen, die zum Umstieg auf erneuerbare Energieträger motivieren, die Marktnachfrage nach Emissionszertifikaten und damit deren Preis senken. Wenn der Staat also Geld – beispielsweise für Subventionen erneuerbarer Energien oder auch bloss für Sensibilisierungskampagnen – ausgibt, dann vergünstigt – ja: subventioniert – er damit indirekt auch den Preis der Zertifikate, was natürlich wiederum die dadurch ausgelösten Reduktionsanstrengungen reduziert.⁷⁸ Das Reduktionsergebnis verschiebt sich damit (analog zum Wasser im Wasserbett) einfach vom EHS zur anderen klimapolitischen Massnahme.

Die THG-Steuer kann dieses Problem vermeiden. Zumindest falls der CO₂-Preis hier wirklich fix ist, wird jede weitere Massnahme – solange sie nicht per se völlig ineffektiv ist – zu einer zusätzlichen Emissionsreduktion führen. Wird hingegen die Höhe einer THG-Steuer flexibel danach ausgerichtet, ob man sich innerhalb eines bestimmten Reduktionszielbandes befindet – was ja an sich nicht unvernünftig ist – so tappt auch die THG-Steuer (hier folglich ausgestaltet als Lenkungsabgabe) in diese Falle. Denn dann kann es abermals vorkommen, dass die Wirkung weiterer (möglicherweise teurer) Vorschriften und Massnahmen verpufft: Sie helfen dabei, das Zielband zu erreichen, womit verhindert wird, dass der CO₂-Preis (der ein effizienteres Instrument wäre) erhöht werden muss. Erneut würde also durch weitere Massnahmen indirekt der CO₂-Preis subventioniert statt eine weitere Reduktion erzielt.

⁷⁷ Die betroffenen Branchen wissen meist sehr viel besser über ihre Emissionsstrukturen Bescheid als die regulierende Behörde, die die korrekten Benchmarks zu bestimmen versucht. Es fällt den Branchen daher relativ leicht, die Behörde zugunsten vorteilhafterer Zuteilungen zu beeinflussen.

⁷⁸ Dieser Effekt ist dem in Kapitel 2.2.5 beschriebenen Grünen Paradoxon sehr ähnlich.

zuteilung resultiert, womit sich dann kaum ein System echter Knappheit mit entsprechenden Preisen ergibt.

Beide Strategien wurden bisher vor allem angewandt, um in Sektoren, die sich im internationalen Wettbewerb befinden, trotz nationaler Alleingänge bei der Klimapolitik die Abwanderung betroffener Unternehmen ins Ausland (Carbon Leakage) zu verhindern. Man könnte sie gewissermassen als in Kauf genommene Second-Best-Lösungen bezeichnen. Daran sieht man, wie hilfreich internationale Kooperationen und Abkommen im Bereich der Klimapolitik wären: Sie erleichtern die Umsetzung echter First-Best-Lösungen, also die THG-Bepreisung mit einer echten THG-Steuer bzw. mit ausschliesslich auktionierten Emissionszertifikaten.

2.2.4 Zertifikatehandel und THG-Steuer: Umverteilungswirkungen

Der Staat generiert über die Auktionierung von Emissionsrechten genauso wie über die THG-Steuer laufend Einnahmen. Was soll er damit tun?

Unter Grünen geniesst die Idee grosse Sympathie, das Geld abermals im Klimasektor einzusetzen, also damit umweltfreundliche Technologien zu subventionieren oder einschlägige Projekte zu finanzieren. Mit einem Streich würden die THG-Emissionen über zwei Kanäle reduziert, so das Argument. Das kann im ersten Moment plausibel klingen, ist aber aus zwei Gründen nicht zu empfehlen:

- Der erste wurde in Box 9 dargelegt: Besonders der Zweck eines EHS – die Bepreisung der THG – wird geradezu ad absurdum geführt, wenn mit den dadurch generierten Einnahmen erneuerbare Energieträger subventioniert werden. Denn das senkt wie beschrieben den Preis der Emissionszertifikate und reduziert damit die Wirkung des EHS.
- Doch selbst wenn dieser Effekt – beispielsweise über eine fixe THG-Steuer – verhindert werden kann, ist besagtes Vorgehen nicht logisch: In Abschnitt 2.2.1 haben wir ausführlich argumentiert, warum ein Preissignal das effizienteste Mittel zur Reduktion von THG ist. Wenn man nun diese Ansicht teilt, dann kann man es nicht als wünschenswert betrachten, dass der Staat (Steuer-) Gelder dafür ausgibt, um selektive, sektorspezifische Klimapolitik zu betreiben, die die Forderung nach Technologie-neutralität verletzt. Wer der Meinung ist, diese «doppelte» Wirkung sei nötig, um die Klimaziele zu erreichen, müsste viel eher einfach auf eine Verdoppelung des CO₂-Preises setzen. Damit wäre mehr erreicht als mit «einfachem» CO₂-Preis und «doppelter» Wirkung.

Die einzig korrekte Antwort auf die eingangs gestellte Frage lautet also: Rückverteilung. Um den Widerstand energieintensiver Branchen gegen die Bepreisung fossiler Brennstoffe zu senken, könnte man versucht sein, die Einnahmen aus gewissen Branchen wieder innerhalb dieser Branchen rückzuverteilen (z.B. proportional zum Umsatz der Unternehmen). Das würde zwar den Anreiz zur THG-Reduktion dieser Firmen nicht signifikant schmälern ⁷⁹, aber es wäre ein erhebliches Hindernis für den

Strukturwandel in Richtung energieärmerer Branchen, da unter dem Strich die finanzielle Belastung der energieintensiven Branche (durch die THG-Steuer oder das EHS) entfallen würde. ⁸⁰

Deutlich zu favorisieren ist darum die Rückverteilung der Einnahmen an die gesamte Bevölkerung. Dort kann das Geld dann wieder für jenen Zweck eingesetzt werden, der dem einzelnen Individuum optimal erscheint. Das führt aus Effizienz­sicht zu den besten Resultaten, und ebenso lässt es einen freien Strukturwandel zu. Die Rückverteilung kann dabei über Pro-Kopf-Pauschalen erfolgen oder über Steuersenkungen. Aus Gerechtigkeits­sicht ist eine Pro-Kopf-Rückverteilung naheliegend (denn jeder Mensch hat das gleiche Recht auf THG-Ausstoss), zudem dürfte diese Methode sozialpolitisch (im Kleinen) und geopolitisch (im Grossen) in den Augen einer Mehrheit zu wünschenswerten Resultaten führen. Aus Effizienz­sicht wäre dagegen eine Rückverteilung über Senkung der Einkommens- oder Gewinnsteuern sinnvoll, denn diese Steuerarten wirken stark anreizverzerrend und eine Senkung könnte entsprechend eine wohlfahrtssteigernde Wirkung entfalten.

Umverteilungswirkung zwischen Individuen: Die Pro-Kopf-Rückverteilung begünstigt einkommensschwächere Haushalte. Die finanzielle Rückvergütung an sie wird höher ausfallen als die direkte und indirekte Belastung dieser Haushalte durch die THG-Steuer oder den Cap-and-Trade-Mechanismus – und zwar einfach darum, weil die THG-Bilanz ärmerer Haushalte üblicherweise niedriger ausfällt als jene reicher Haushalte. Es ist auch sozialpolitisch nur logisch, dass jeder Mensch das gleiche «Recht» auf Emissionen hat. Wer überdurchschnittlich viele verursacht, wird unter dem Strich draufzahlen müssen, wer weniger als der Durchschnitt verursacht, wird finanziell profitieren.

Umverteilungswirkung zwischen Staaten: Sowohl bei der THG-Steuer als auch beim EHS wird dann die grösstmögliche Effizienz erreicht, wenn (so utopisch das klingen mag) weltweit dieselbe Abgabe in derselben Höhe erhoben wird bzw. alle Länder am gleichen, globalen EHS teilnehmen. Nur so ist eine weltweite Angleichung der Grenzvermeidungskosten zu erwarten; in allen anderen Fällen, wo die Vermeidung einer Tonne CO₂eq im einen Land deutlich teurer ist als im anderen, könnte über eine Angleichung der Grenzvermeidungskosten mittels Anpassung der Reduktionsbemühungen mit demselben Aufwand eine stärkere THG-Reduktion erzielt werden.

Auch hier wäre eine Rückverteilung der Einnahmen strikt pro Kopf anzustreben. Im Keim erstickt würden damit Diskussionen darüber, wie denn Entwicklungs- oder

79 Ausser die Marktkonzentration in besagter Branche sei so gross, dass der Ausstoss einer einzelnen Firma den Gesamtausstoss der Branche massgeblich beeinflusst.

80 Innerhalb der Branche würde hingegen durchaus ein Strukturwandel in Richtung THG-intensiver Produktion angeregt werden.

Box 10

Aus der Verantwortung freikaufen?

An preislichen Instrumenten kritisieren manche, dass sie reichen Personen erlaubten, ihr Verhalten nicht anzupassen und stattdessen einfach den Aufpreis für die CO₂-Bilanz ihrer Lebensführung zu zahlen. Das ist nicht unwahr. Ein valider Kritikpunkt ist es trotzdem nicht:

- Soll die THG-Steuer die Funktion einer Pigou-Steuer haben, so geht es bei der Bepreisung der THG darum, die privaten Grenzkosten des emissionsauslösenden Konsums so zu erhöhen, dass sie den (künftigen) gesellschaftlichen Grenzkosten dieses Konsums entsprechen. Es wird also Kostenwahrheit geschaffen. Ist diese Kostenwahrheit erst einmal gegeben – ist es einem Individuum also nicht mehr möglich, Kosten seines Konsums auf die Allgemeinheit abzuschieben – dann gibt es keinen (liberalen) Grund mehr, gewisse Konsummuster zusätzlich zu erschweren oder zu unterbinden.
- Soll die THG-Steuer als Lenkungssteuer fungieren, so ist diese an ihrer Lenkungswirkung bezogen auf die gesamten Emissionen zu beurteilen.

Dass einzelne Akteure ihr Verhalten aufgrund vorhandener Zahlungsbereitschaft kaum anpassen, andere hingegen sehr deutlich, liegt im Sinne des Instruments (vgl. Kapitel 2.2.1).

Generell ist das Ziel preislicher Mechanismen zum Klimaschutz nicht die Bevormundung des Menschen oder das Erzwingen gewisser Verhaltensweisen, sondern das Erreichen einer grösstmöglichen Emissionsreduktion mit gegebenem Ressourceneinsatz. Die Gesellschaft wird sich daher daran gewöhnen müssen, dass THG-Emissionen nicht mehr ein «Gratis-Menschenrecht» sind, sondern dass man sie sich leisten können muss (und will). Doch es steht bei weitem nicht zu befürchten, dass sie zu Luxusprodukten wie Ferraris oder Rolex-Uhren werden: Beispielsweise ist ein Flug Zürich-Berlin retour mit Emissionen von etwa 210 kg CO₂ pro Passagier verbunden.⁸¹ Ein Preis von 100 Fr. pro Tonne würde also zu einem Aufpreis von 21 Fr. führen. Wer sich das nicht leisten will, bleibt zurecht zuhause.

Schwellenländer mit tiefem Preisniveau und tiefer Kaufkraft THG-Steuern auf westlichem Niveau verkraften sollten, oder warum sie bei ihrem noch bevorstehenden (oder noch nicht abgeschlossenen) Aufholprozess in Sachen Wohlstand nicht das gleiche Recht auf THG-Emissionen haben sollen wie die westlichen Länder. Eine Rückverteilung pro Kopf bedeutet hier erstens implizit, dass ihnen das gleiche Emissionsrecht wie entwickelten Ländern zugesprochen wird, und es bedeutet zweitens, analog zum Individuum, dass sie unter dem Strich finanziell vom Preismechanismus profitieren, sofern (und solange) ihr THG-Ausstoss pro Kopf tatsächlich unter dem weltweiten Durchschnitt liegt. Eine derartige weltweite Rückverteilung von CO₂-Einnahmen gemäss Einwohnerzahl käme also – im grossen Ganzen – einer beträchtlichen Umverteilung von finanziellen Mitteln von reichen zu armen Staaten gleich. Das müsste gerade bei Entwicklungs- und Schwellenländern ein grosses Interesse an der Teilnahme an solchen Mechanismen wecken – obwohl die Sorgen der Bevölkerung und Politik in solchen Ländern aufgrund des geringeren Wohlstands üblicherweise noch ganz woanders liegen.

⁸¹ 1400 km, 6 Liter / 100 Personenkilometer, 2,52 kg CO₂ pro Liter Kerosin.

Intertemporale Umverteilungswirkung: Die Rückverteilung an die (jetzige) Bevölkerung übersieht aber einen an sich wichtigen Sachverhalt: Sie stellt keine intertemporale – oder intergenerationelle – Kostenwahrheit her. Zwar schaffen THG-Steuer und EHS Kostenwahrheit für die Emittenten, aber sie schaffen keine Kostenwahrheit für die emittierende Generation, denn diese erhält die Abgaben ja in Form von Pro-Kopf-Beiträgen oder Steuererleichterungen zurück. Ebenso werden die künftigen Generationen nicht für die verursachten Konsequenzen des Klimawandels entschädigt. Die negativen externen Effekte werden zwar bepreist, aber die Einnahmen daraus kommen nicht jenen zugute, auf die sie sich auswirken. Um intergenerationelle Kostenwahrheit – also Generationengerechtigkeit – herzustellen, wäre es nötig, alle durch die genannten Instrumente generierten Einnahmen in einem Fonds zu äufnen, der klug angelegt und verzinst wird.⁸² Damit können nicht nur die Negativemissionen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts finanziert werden (vgl. S. 95), sondern eben auch mögliche Klimaschäden in der Zukunft beglichen werden.

Realpolitisch ist dieses Vorgehen leider eher unrealistisch. Ein solcher Fonds würde weltweit schnell in die Billionen gehen und dem politischen Druck, diese für andere Zwecke in der Gegenwart auszugeben, wohl kaum standhalten. Aus diesem Grund ist die Rückverteilung an die jetzige Bevölkerung vielleicht doch eine – der Realpolitik geschuldete – zweitbeste Lösung.

2.2.5 Warum weltweite Kooperation entscheidend ist

Der deutsche Ökonom Hans Werner Sinn wies schon 2008 im Buch «Das grüne Paradoxon» darauf hin, dass unilaterale Klimaschutzmassnahmen Gefahr laufen, völlig wirkungslos zu verpuffen (Sinn 2008). Und zwar nicht, weil der Beitrag eines einzelnen Landes oder kleineren Landverbundes im Verhältnis zum globalen CO₂-Ausstoss kaum ins Gewicht fällt,⁸³ sondern weil solche Massnahmen nur die eine Seite des Marktes beachten, während sie die andere komplett ignorieren: Die Klimaschutzmassnahmen in der Schweiz und in Europa senken die dortige Nachfrage nach fossilen Brennstoffen. Auf der anderen Seite steht das Angebot – und dieses hat sich, in Form der Erdölfördermenge, historisch als äusserst preisunelastisch erwiesen. Das Problem: Erdöl, das gefördert wird, wird auch von irgendjemandem verbraucht werden. Was das bedeutet, lässt sich am besten schematisch illustrieren (vgl. Abbildung 20).

Sinkt die Nachfrage von «grünen» Ländern nach Erdöl – beispielsweise aufgrund einer CO₂-Bepreisung – bei unveränderter Ölfördermenge, so wird der Ölpreis einfach so stark sinken, bis der gesamte Angebotsüberschuss von «nicht-grünen» Ländern nachgefragt wird. Die globalen CO₂-Emissionen bleiben damit völlig unverändert. Die

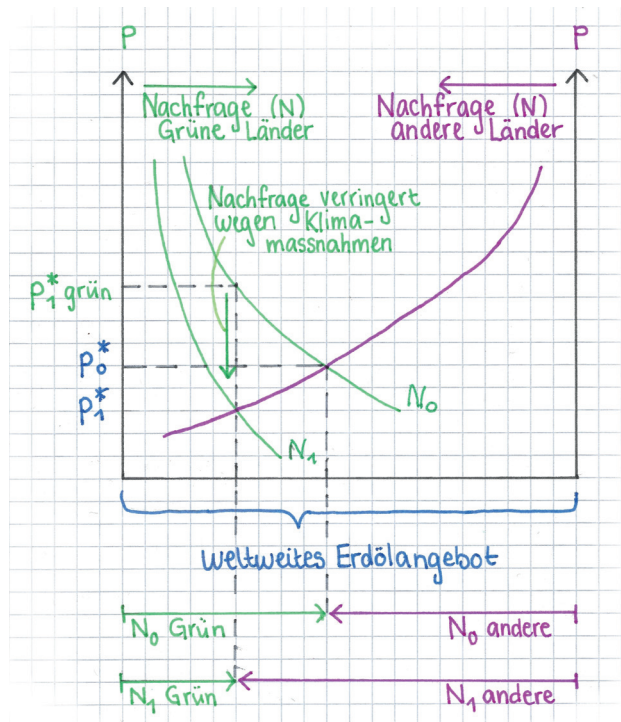
⁸² Hier würde sich dann auch konkret die Sinnhaftigkeit der Abzinsung (Diskontierung) künftiger Klimawandelkosten auf die Gegenwart für Berechnung des «richtigen» CO₂-Preises zeigen.

⁸³ Bei diesem Sachverhalt könnte nicht von Wirkungslosigkeit gesprochen werden, sondern bloss davon, dass ein einzelnes Land vom Erfolg seiner Reduktionsbemühungen selbst nicht allzu viel spürt.

Abbildung 20

Das grüne Paradoxon von Klimaschutzmassnahmen

Die Grafik setzt das weltweite Erdölangebot zu einem gewissen Zeitpunkt als gegeben voraus (es entspricht der gesamten Breite des Plots). So kann man die Nachfrage von grünen Ländern (mit Klimamassnahmen) von links nach rechts abtragen und jene der anderen Länder (ohne Klimamassnahmen) von rechts nach links. Wo sich die beiden Kurven schneiden, entspricht die Summe der Nachfragen dem Angebot, und daraus ergibt sich der Marktpreis. Klimamassnahmen verschieben die Nachfragekurve der grünen Länder nach unten/links. Daraus ergibt sich ein neues Gleichgewicht bei niedrigerem Marktpreis, geringerem Erdölkonsum der grünen Länder und höherem Erdölkonsum der anderen Länder.



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Sinn (2020)

Anstrengungen der grünen Länder – sei es über eine CO₂-Bepreisung, über Verbote, Subventionen oder was auch immer – entfalten folglich keinerlei Klimawirksamkeit, sondern haben einzig und allein die Wirkung einer (impliziten) Ölpreissubvention für die nicht-grünen Länder. Im Falle von Regierungen, die bisher die Treibstoffpreise in ihrem Land (explizit) subventioniert haben, ⁸⁴ wirken diese Klimamassnahmen sogar einzig als Finanztransfers an die Staatshaushalte dieser Länder. ⁸⁵

⁸⁴ Gemäss der IEA (International Energy Agency) subventionieren weltweit 42 Länder Treibstoffe oder Elektrizität. Darunter 12 Länder aus dem Nahen Osten und Vorderasien, 11 Länder aus Asien, 9 Länder aus Afrika, 8 Länder aus Mittel- und Südamerika, sowie Russland und die Ukraine (IEA 2021a). 2019 wurden weltweit 201 Mrd. \$ für die Subventionierung von Erdöl und Erdgas ausgegeben und weitere 113 Mrd. \$ für die Subventionierung von Elektrizität.

⁸⁵ 2012 summierten sich die weltweiten Treibstoffsubventionen gemäss IEA auf 566 Mrd. \$, 2019 waren es nur noch 318 Mrd. \$ (IEA 2021b). Der Verlauf der Höhe der Subventionen (Zahlen sind ab 2010 verfügbar) ähnelt verdächtig dem Verlauf des Ölpreises.

Und es könnte gemäss Sinn sogar noch schlimmer kommen: Falls die Regierungen von Erdölländern aufgrund der Klimaschutzmassnahmen grüner Länder einen künftigen Ölpreiszerfall befürchten, könnten sie versucht sein, vorhandene Erdölreserven noch schneller aus dem Boden zu holen, um sie möglichst zu den heutigen Marktpreisen zu verkaufen, statt die riskante Wette einzugehen, dass sie auch noch in zehn oder zwanzig Jahren einen zufriedenstellenden Ertrag liefern. Die Klimaschutzpolitik grüner Länder würde damit – zumindest kurzfristig – sogar zu einem erhöhten weltweiten CO₂-Ausstoss führen.

Rein empirisch beurteilt stecken wir schon mitten in diesem grünen Paradoxon: Die weltweit geförderte Ölmenge ist in den letzten Jahren weiter gestiegen (von 3,9 Mrd. Tonnen im Jahr 2009 auf 4,5 Mrd. Tonnen im Jahr 2019, während der Erdölpreis stark gesunken ist (BP 2020) – und zwar so stark, dass er fast jeden bisher gesehenen CO₂-Preis mit Leichtigkeit überkompensiert hat. ⁸⁶

Auswege aus dem grünen Paradoxon

Ob das beschriebene Paradoxon unausweichlich ist, steht und fällt natürlich mit der Frage, wie wenig das Erdölangebot tatsächlich auf die Preise reagiert. Im Modell von Sinn wurde – wenn auch empirisch fundiert – ein fixes Erdölangebot angenommen. Damit führt sich logischerweise jede Klimamassnahme ad absurdum. Dass die CO₂-Emissionen unter dieser Annahme nicht von den in grünen Ländern erzielten Fortschritten abhängig sind, begründet sich rein tautologisch, also durch die gesetzte Annahme.

In Wirklichkeit besteht jedoch die Hoffnung, dass permanent niedrige Erdölpreise auch zu deutlich geringeren Anstrengungen bei der Suche nach neuen Erdölvorkommen führen, dass bestehende Quellen schneller stillgelegt werden, weil sich eine weitere Ausschöpfung ökonomisch nicht mehr lohnt, und dass es (aufgrund ihrer höheren Extraktionskosten) deutlich weniger attraktiv ist, alternative Erdölvorkommen z.B. aus Ölsanden oder über Fracking zu extrahieren. Langfristig ist es also durchaus plausibel, eine positive Preiselastizität des Erdölangebots anzunehmen.

Klar ist aber auch, dass diese generelle Erkenntnis – dass sich die weitere Förderung von Erdölvorkommen nicht mehr lohne – sicher nur dann eintreten wird, wenn die Nachfrage nach Erdöl weltweit so massiv zurückgeht, dass der Marktpreis nahe gegen null sinkt. Betreiben dagegen nur einige Länder eine konsequente Klimapolitik, ist ein Entkommen aus dem grünen Paradoxon höchst unwahrscheinlich. Das ist ein weiterer Grund dafür, warum radikale Verbote (vgl. S. 84f) im Kampf gegen den Klimawandel wenig bringen: Über solche würden höchstens vereinzelt Länder kooperieren. Diese würden einen hohen (Reduktions-) Preis zahlen, dessen Wirkung aber wegen des

⁸⁶ Mit Ausnahme vielleicht der schwedischen CO₂-Steuer, die 120 € (=145 \$) pro Tonne beträgt, was 72 \$ pro Barrel Erdöl entspricht.

Grünen Paradoxons weitestgehend verpufft. Im Kampf gegen den Klimawandel kann es also nur darum gehen, möglichst viele Länder mit möglichst verträglichen Massnahmen einzubinden.

Zeichnen sich hier nicht schnell genug deutliche Fortschritte ab, bestünde – zumindest in der ökonomischen Theorie – noch die Möglichkeit, Länder, die Reserven an fossilen Energieträgern haben, schlicht dafür zu entschädigen, dass sie diese nicht antasten. Rein finanziell beurteilt wäre das eine tragbare Strategie: Eine Entschädigung von z.B. 30 \$ pro Barrel nicht gefördertem Erdöl wäre äquivalent zu einem CO₂-Preis von 60 \$. Ähnliches wurde z.B. schon für die tropischen Regenwälder diskutiert: Eine «marktgerechte» Entschädigung könnte Brasilien und andere Länder davon abhalten, diese weiter abzuholzen. Was sich schon beim Regenwald realpolitisch als schwierig erweist, scheint beim Erdöl allerdings geradezu utopisch: Dass sich die Weltgemeinschaft dafür entscheidet, Länder wie z.B. Saudi-Arabien auf Jahrzehnte hinaus dafür zu entgelten, dass sie ihre Erdölreserven im Boden lassen, ist schlecht vorstellbar. Besagtem Saudi-Arabien müssten, gemessen an seiner Erdölfördermenge von 2019, Jahr für Jahr 130 Mrd. \$ fürs «Nichtstun» überwiesen werden.

Lässt sich das grüne Paradoxon weder auf dem einen noch auf dem anderen Weg verhindern, verlagert sich die Hoffnung für einen wirksamen Klimaschutz auf (noch vor der Marktreife stehende) Technologien zur Rückholung von CO₂ aus der Atmosphäre (CDR) mittels Negativemissionstechnologien (NET) (vgl. Box 2 und Abbildung 7b). Diese sind nicht von der Logik des grünen Paradoxons betroffen.

2.3 Corona-Massnahmen gegen den Klimawandel?

«Himalaja von Indien aus erkennbar!» So in etwa lautete die Schlagzeile, die im April 2020 in den europäischen Medien die Runde machte. Die Nachricht hatte ihren Ursprung in Jalandhar, einer mittelgrossen Stadt keine 200 km vom Himalaja-Südfuss gelegen, von wo aus das höchste Gebirge der Welt offenbar seit 30 Jahren nicht mehr sichtbar war. Das «Phänomen» war natürlich auf den damals auch in Indien angeordneten Shutdown zurückzuführen. Und es provozierte die Frage: Wenn wegen der Corona-Massnahmen so schnell so grosse Fortschritte erkennbar sind, müsste dann die Menschheit nicht auch im Kampf gegen den Klimawandel – der wenige Monate zuvor noch die Schlagzeilen dominierte – ähnlich rigorose Massnahmen ergreifen?

Die kurze Antwort lautet «nein» ⁸⁷. Die lange Antwort lautet «nein, wenn die Corona-Massnahmen etwas gezeigt haben, dann wie man den Klimawandel lieber nicht bekämpft». Sie wird in den folgenden Abschnitten genauer ausgeführt.

2.3.1 Einfluss der Corona-Krise auf den Treibhausgas-Ausstoss

Das Corona-Jahr hat zu einem signifikanten Rückgang der CO₂-Emissionen im Jahr 2020 geführt (vgl. Abbildung 21). Die grössten Einsparungen erfolgten wenig überraschend beim Verkehr. Die Internationale Energieagentur (IEA) rechnet in ihrem World Energy Outlook für das Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr mit einer Abnahme der globalen CO₂-Emissionen um 7 % (IEA 2020a). Da die Schätzung im Herbst gemacht wurde, als man noch nicht mit einer derart grossen zweiten Infektionswelle rechnete, könnten es auch 1 bis 2 Prozentpunkte mehr sein. Eine Reduktion um über 10 % ist dagegen unwahrscheinlich.

Eines ist klar: Eine solche einmalige, nicht permanente Reduktion um knapp 10 % wird im Kampf gegen den Klimawandel keine spürbare Wirkung haben. Entscheidend sind daher vielmehr die dynamischen, langfristigen Effekte, die der Corona-Schock auf die CO₂-Intensität von Wirtschaft und die Gesellschaft haben wird.

Mögliche positive Entwicklungen sind:

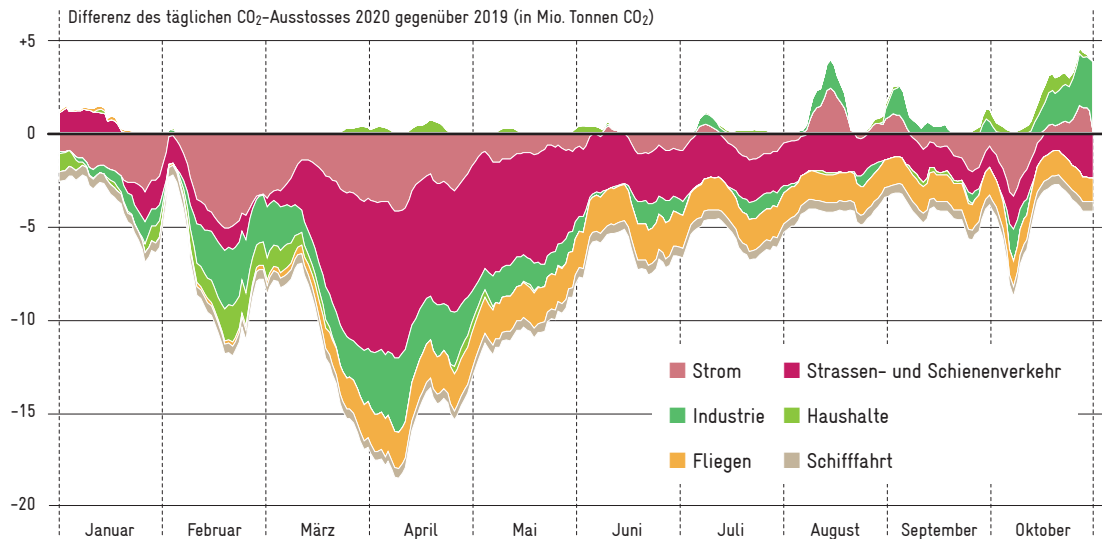
- Der drastische Rückgang des Flugverkehrs könnte zu gewissen Teilen mehr als nur temporärer Natur sein. Gerade Geschäftsreisen dürften nicht mehr so schnell das Vor-Corona-Niveau erreichen. Im Zuge der Krise hat die Akzeptanz deutlich zugenommen, dass man Business auch mal per Videokonferenz oder Webcall macht, statt sich persönlich die Hand zu schütteln. Kostenbewusste Institutionen werden

⁸⁷ Und zwar nur schon darum, weil für die Lufttrübung, deren Rückgang hier gepriesen wird, nicht etwa CO₂ verantwortlich ist, sondern SO₂, Russ und Feinstaub (Wintersmog) oder NO_x, CO, CH₄ und VOC (Sommersmog). Der Liniendiagramm in Abbildung 1b zeigt, dass die Feinstaubbelastung Delhis heute Werte (400–500 µg/m³) aufweist, mit denen London um 1900 zu kämpfen hatte. Die heutige Belastung Londons liegt im Schnitt bei unter 20 µg – obwohl (logischerweise) nicht weniger CO₂ emittiert wird als vor 120 Jahren.

Abbildung 21

Reduktion der CO₂-Emissionen im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr

Die grössten Einsparungen resultierten aus den harten, vielerorts undifferenzierten Lockdowns im Frühling 2020. Für die Monate November und Dezember liegen bei Redaktionsschluss noch keine Daten vor. Der Rückgang dürfte gut sichtbar sein, aber weniger gross als im Frühling ausfallen.



Quelle: Unep (2020: S. 9)

zunehmend davon absehen, ihre Mitarbeiter in der Welt herumzuschicken, wenn sich die Aufgabe im Zweifel auch mit einer Online-Konferenz lösen lässt.

- Auch die Homeoffice-Häufigkeit dürfte nach Corona nicht einfach auf das Vorkrisenniveau zurückfallen. Der Berufspendelverkehr dürfte dadurch – gegenüber einer Alternativwelt ohne Covid-19 – dauerhaft etwas geringer ausfallen.
- Der Preissturz bei den fossilen Brennstoffen könnte dazu führen, dass gewisse teure Fördermethoden aufgegeben werden und somit das Angebot sinkt.
- Ebenso würden es die niedrigen Erdölpreise Staaten, die fossile Brennstoffe immer noch subventionieren, erleichtern, diese Subventionen abzuschaffen (Heath 2020). Es ist allerdings sehr unwahrscheinlich, dass sich dies eine Regierung mitten in einer Rezession erlauben würde.

Mögliche negative Entwicklungen sind:

- Es ist wahrscheinlich, dass viele Regierungen angesichts drängender ökonomischer Probleme ihre Ausgaben und regulatorischen Bemühungen im Kampf gegen den Klimawandel vorerst zurückfahren (Pinner et al. 2020). Die Staatskassen sind vielerorts leer.

- Die Krise könnte auch bei Unternehmen und Haushalten zu einer Aufschiebung von Investitionen in THG-arme Technologien führen (IEA 2020b: S. 16), da sie vorerst mit anderen Sorgen zu kämpfen haben. Die IEA rechnet mit einem Rückgang der Investitionen (privat wie staatlich) in energieeffiziente Sektoren von über 10 % (Bruck et al. 2020: S. 12).
- Der Preissturz bei den fossilen Brennstoffen kann den Umstieg auf erneuerbare Energien verzögern, weil deren relativer Preis gestiegen ist (FT 2020).
- Die Corona-Erfahrungen könnten die Beliebtheit des öffentlichen Verkehrs nachhaltig beeinträchtigen, so dass wieder mehr Auto gefahren wird.
- In Subsahara-Afrika nimmt die Zahl der Menschen ohne Zugang zu Elektrizität wieder zu, weil viele Regierungen ihre Anstrengungen zur Verbesserung dieser Situation reduziert haben (IEA 2020a: S. 18). Die IEA schätzt zudem, dass sich wegen der Krise 100 Mio. Menschen, die bereits über einen Stromanschluss verfügen, eine Basisversorgung mit Strom nicht mehr leisten können und somit auf CO₂-intensivere Energieträger ausweichen (ebd.).

Angesichts dieser in Summe nicht gerade ermutigenden Liste mag es fast erstaunen, dass die Unep in ihrem Emissions-Gap-Report für das Jahr 2030 im aus heutiger Sicht wahrscheinlichsten Szenario ⁸⁸ gegenüber der Prognose für dasselbe Jahr, wie sie vor Covid-19 stand, immerhin einen Rückgang der THG-Emissionen um 1,5 Mrd. Tonnen oder knapp 3 % vorhersagt (UNEP 2020: S. 32). Das ist nicht viel, aber doch immerhin ein positiver Beitrag.

Zu teuer erkaufft

Ein Rückgang der CO₂-Emissionen um höchstens 10 % im vergangenen Jahr, knapp 3% Abnahme des THG-Ausstosses im Jahr 2030 (gegenüber einer Nicht-Corona-Welt): Das ist vor allem insofern extrem wenig, wenn man bedenkt, welchen Preis die Weltgemeinschaft dafür zu zahlen hat. Stellt man die Wirtschaftsprognosen, die der Internationalen Währungsfonds (IWF) im Oktober 2020 für die Jahre 2020 bis 2024 publiziert hat, jenen des Vorjahres gegenüber, erhält man Wertschöpfungsverluste, die sich global über die fünf Jahre auf die astronomische Summe von 24,4 Billionen – 24 400 000 000 000 – Franken kumulieren (Rühli 2020). Da die Schätzungen der IWF-Experten vor Oktober, also nach eher «ruhigen» Sommermonaten und deutlich vor Einsetzen der grossen zweiten (oder dritten) Infektionswellen und abermaligen Lockdowns erfolgten, ist davon auszugehen, dass diese Zahl – auch wenn im Winter 2020/2021

⁸⁸ Der Report (verfasst im Herbst 2020) berechnet verschiedene Szenarien. Zwei mit einer zweiten Corona-Welle im Winter 2020/2021, zwei ohne. Davon je einer mit und ohne Rebound-Effekt zu fossilen Brennstoffen. Da die zweite Corona-Welle Fakt wurde und ein gewisser Rebound zu fossilen Brennstoffen wahrscheinlich ist, wird hier das entsprechende Szenario zitiert.

differenzierter auf Covid-19 reagiert wurde – noch deutlich steigen wird. Mittelfristige globale Einbussen von 40 Bio. Fr. scheinen nicht unwahrscheinlich. Die grössten Spätfolgen haben all die Lock- und Shutdowns tendenziell in Entwicklungs- und Schwellenländern mit schlechteren Institutionen und/oder hohen Staatsschulden (ebd.). So kann gemäss besagter IWF-Prognose für die Regionen «Subsahara-Afrika», «Nordafrika, Naher Osten, Zentralasien» und «Lateinamerika und Karibik» in den Folgejahren nicht mit einem signifikanten Aufholprozess ⁸⁹ gegenüber dem 2020 erlittenen Einbruch gerechnet werden.

Zusätzlich zu den rein finanziellen Auswirkungen verursachte die Krise auch erhebliches Leid von Milliarden von Menschen, denen aufgrund der Corona-Massnahmen ihre gewohnte Lebensführung verunmöglicht wurde. Während diese in der Schweiz noch mehrheitlich «bloss» die Erfüllung von Komfortbedürfnissen erschwerten oder verhinderten, haben die Massnahmen in deutlich ärmeren Ländern teilweise zu einem (erneuten) Kampf um die nackte physische Existenz geführt. Damit rücken in diesen Ländern vorerst Themen noch stärker in den Vordergrund, die für die Lebensrealität von deren Einwohnern schon bisher wichtiger waren als die Folgen des Klimawandels. Mehr dazu im nächsten Abschnitt.

2.3.2 Bekämpfung des Klimawandels als Luxusgut?

Vor 2015 befragte die Uno im Rahmen ihrer Millennium-Campaign über 7 Mio. Menschen über den ganzen Planeten verteilt, was sie wollen (Uno 2015a). Konkret wurden sie in der «MY World»-Survey darum gebeten, aus 16 Handlungsfeldern jene 6 auszuwählen, die «für sie und ihre Familie am wichtigsten» sind (Uno 2015b). Massnahmen gegen den Klimawandel landeten dabei abgeschlagen an letzter Stelle (vgl. Abbildung 22). Am wichtigsten waren den Menschen eine gute Ausbildung, gute Gesundheitsfürsorge und gute berufliche Chancen.

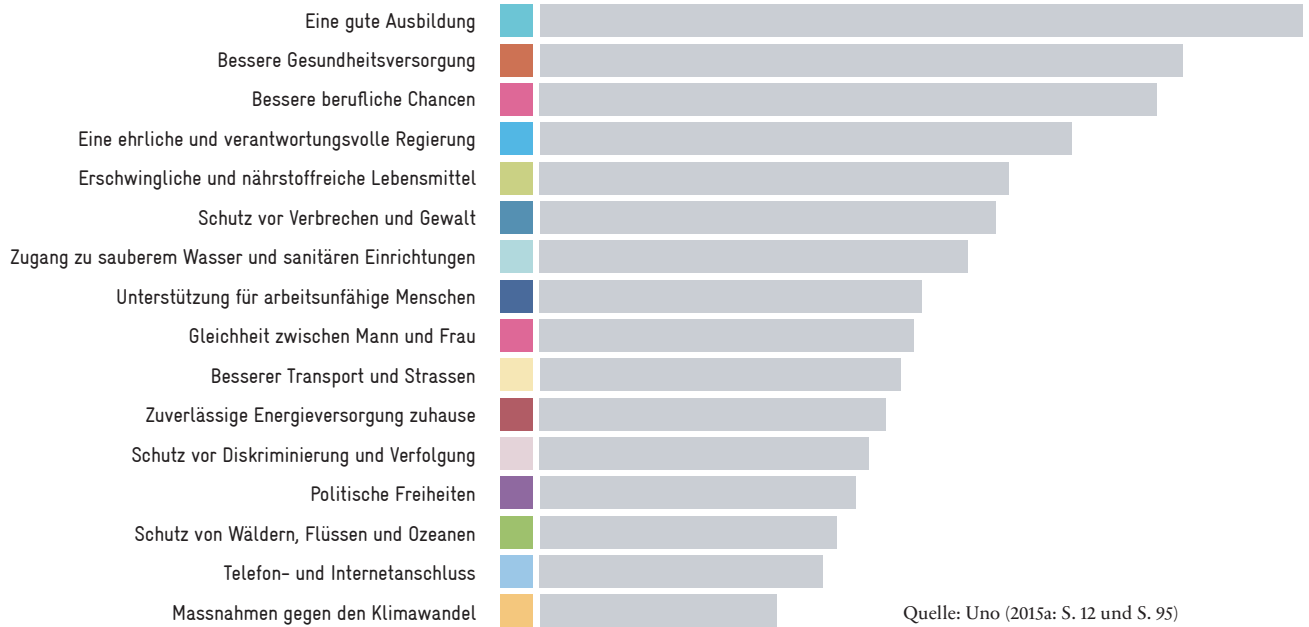
Interessant – wenn auch nicht wirklich erstaunlich – ist, dass Personen aus Erdteilen mit höherem Wohlstand dem Kampf gegen den Klimawandel eine höhere Priorität zuordneten: In Europa erreichte dieses Handlungsfeld immerhin Platz 10, in Ozeanien sogar Platz 7. Ein ähnliches Muster zeigte sich z.B. bei der Priorisierung von «Freiheit vor Diskriminierung und (politischer) Verfolgung»: In Ländern mit geringem Human-Development-Index (HDI) nahm dieses Anliegen nur Platz 14 ein, in Ländern mit sehr hohem HDI dagegen Platz 7 (Uno 2015a: S. 77). Diese unterschiedlichen Prioritäten reflektieren die verschiedenen Lebensrealitäten der Menschen. Je geringer der Wohlstand, desto höher werden Grundbedürfnisse zur Sicherung der (wirtschaftlichen und physischen) Existenz gewichtet – schlicht und einfach, weil deren Erfüllung noch nicht zu einer Selbstverständlichkeit wie in wohlhabenderen Ländern geworden ist (vgl. hierzu Ausführungen zur Kuznets-Kurve in Kapitel 1.1.3).

| 89 Bezogen auf den vor der Coronakrise prognostizierten Wachstumspfad.

Abbildung 22

Ausbildung, Gesundheit und Beruf am wichtigsten

Im Rahmen der bis 2015 durchgeführten UN MY-World-Survey beantworteten über 7 Millionen Menschen weltweit die Frage: «Welche dieser Themen sind am wichtigsten für Sie und Ihre Familie?» Massnahmen gegen den Klimawandel landeten global auf dem letzten Platz. Die roten Felder in der Darstellung rechts zeigen die Position dieses Anliegens nach Kontinent.



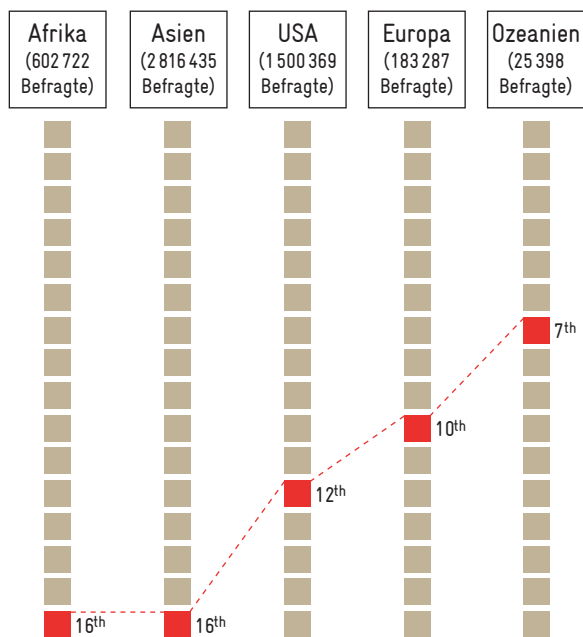
Derzeit läuft unter dem Titel «MY World 2030» eine Neuauflage der Umfrage (Uno 2021a). Resultate sind noch keine publiziert. Es wäre eine grosse Überraschung, wenn «Massnahmen gegen den Klimawandel» in der Prioritätenliste nicht mindestens einige Ränge gewinnen würde, denn in den letzten zehn Jahren ist das öffentliche Bewusstsein für diese Problematik deutlich gewachsen. Es ist jedoch anzunehmen, dass Ausbildung, Gesundheit und berufliche Chancen weiterhin einen höheren Stellenwert im Leben der weltweiten Bevölkerung haben werden. Das Anliegen Klimawandel dürfte vor allem dann an Gewicht gewinnen, wenn es möglichst vielen Menschen möglichst gut geht. Genau darum dürfte Corona diesem Anliegen keinen guten Dienst erwiesen haben.

Copenhagen Consensus

Für den Zeitraum von 2000 bis 2015 formulierte die Uno acht Millennium-Entwicklungsziele (Millennium Development Goals, MDG). Das Projekt «Copenhagen Consensus» um den dänischen Politikwissenschaftler Bjørn Lomborg machte es sich zur Aufgabe, mithilfe weltweit renommierter Ökonomen die dort formulierten Zielvorgaben zu priorisieren, also zu ermitteln, mit welchen der grösste Nutzen für die Menschheit erzielt werden könne. Unterdessen hat Uno für den Zeitraum von 2015 bis 2030

neue Ziele formuliert. Sie heissen nun Sustainable Development Goals (SDG), sind in 17 Zielkategorien unterteilt und umfassen insgesamt 169 konkrete Zielvorgaben (vgl.

Kapitel 3.1.1).



Die dem Copenhagen Consensus angeschlossenen Ökonomen haben diese abermals analysiert und danach sortiert, welcher soziale Nutzen im Jahr 2030 pro investiertem Franken erreicht werden kann. Dabei sind sie zum Schluss gekommen: Würden die Uno und andere Organisationen ihre limitierten Mittel für die 19 Ziele mit dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis einsetzen, so könnte der soziale Nutzen aus den investierten Geldern mindestens vervierfacht werden gegenüber einer unpriorisierten Verfolgung aller 169 Ziele (Copenhagen Census 2015a). Die grössten sozialen «Renditen» hätten gemäss dem Consensus der Abbau weltweiter Handelsbarrieren, umfassender Zugang zu Empfängerisverhütung,

Herzinfarktprävention mittels Aspirin, Ausweitung von Impfungen, Medikamente gegen Bluthochdruck, Zulassung von mehr Migration, Reduktion der Mangelernährung von Kindern sowie die Bekämpfung der Tuberkulose (Copenhagen Census 2015b).

Im Bereich Energie haben die Abschaffung von Subventionen für fossile Brennstoffe, die Reduktion von Luftverschmutzung in geschlossenen Räumen (durch Zugang zu modernen Heiz- und Kochtechnologien) und die Forschung an Energietechnologien sehr vorteilhafte Kosten-Nutzen-Verhältnisse. Nicht lohnend sei hingegen die Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am globalen Energiemix – denn solange die Forschung die Probleme der Stromschwankungen und Stromspeicherung nicht gelöst habe, sei die Erreichung dieses Ziels übermässig teuer (Copenhagen Census 2015c).

Nun muss man solche Analysen natürlich mit grösster Vorsicht geniessen. Langfristige Kosten-Nutzen-Rechnungen ⁹⁰ sind immer mit Unwägbarkeiten, Unsicherheiten und grossem Interpretationsspielraum verbunden. Doch auch wenn man nicht jede berechnete Zahl zu ihrem Nennwert nimmt, so illustriert das doch, dass für die Zukunft der Menschheit der Klimaschutz nicht das alles dominierende Thema sein kann,

⁹⁰ Bei denen zudem oft sowohl der Nutzen als auch die Kosten nicht in monetärer Form anfallen.

sondern dass er in Konkurrenz zu anderen Herausforderungen steht – deren Bewältigung teilweise eine höhere soziale Rendite aufweist als Klimaschutzmassnahmen. Umso wichtiger ist es, dass diese effizient und weitsichtig ausgestaltet sind.

2.3.3 Innovation vs. Konsumverzicht

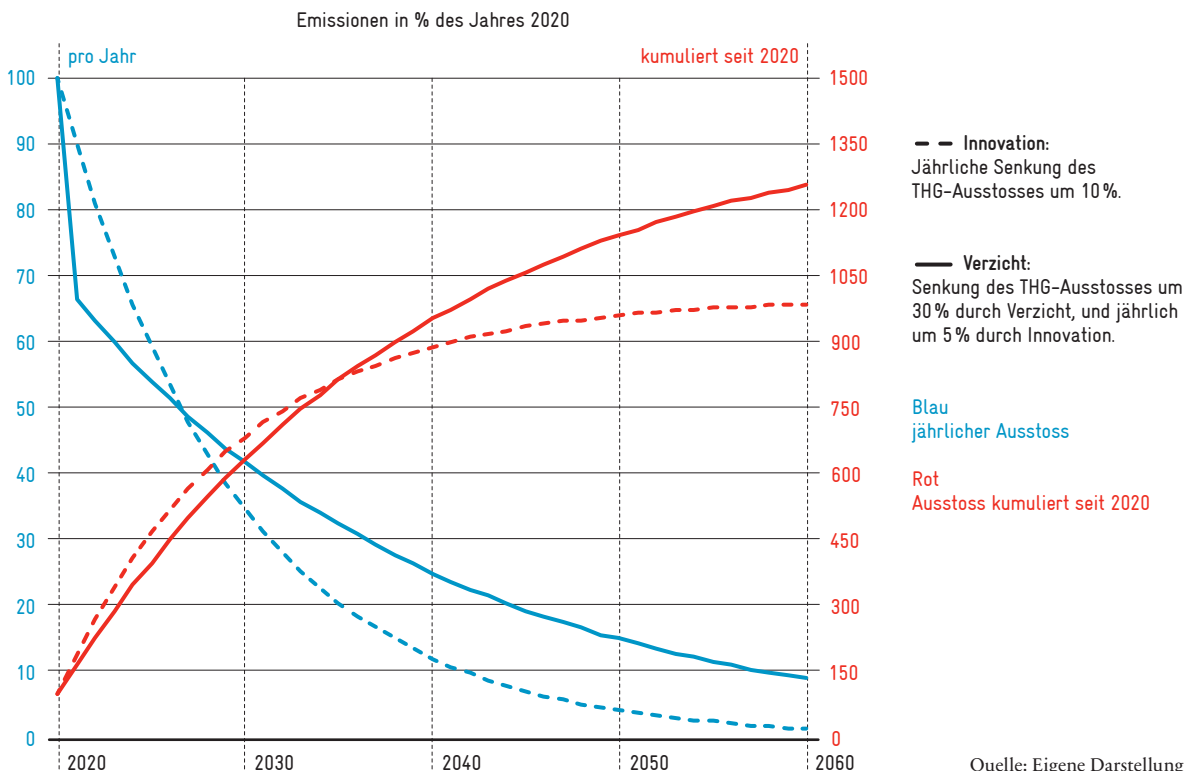
Von Aktivisten hört man oft, das Klimaproblem sei nicht einfach mit Innovationen lösbar. Die Rettung der Erde sei bloss durch Verzicht, ja, durch eine radikale Umstellung unserer Lebensweise möglich. Als Blaupause dafür sehen sie die Coronakrise, die im Nu Verhaltensanpassungen möglich machte, die sich zuvor niemand vorstellen konnte (oder wollte), und die zu besagter klarer Sicht auf den Himalaja führte.

Doch die Coronakrise hat, wenn überhaupt, das genaue Gegenteil aufgezeigt: Konsumverzicht schmerzt, und wird von weiten Teilen der Bevölkerung nicht längerfristig einfach hingenommen. Der Fokus sollte nur schon darum auf Innovationen und nicht

Abbildung 23

Innovationen schlagen Konsumverzicht

Die Abbildung vergleicht die Entwicklung der THG-Emissionen für ein Verzichts- und ein Innovationsszenario. Schon ab dem Jahr 2027 liegt die Innovationskurve unter der Verzichtskurve. Ab dem Jahr 2035 liegt der kumulierte THG-Ausstoss (seit 2020) im Innovationsszenario unter jenem des Verzichtsszenarios.



auf Konsumverzicht liegen, weil negative Emissionen, wie sie für das 1,5-Grad-Ziel in einigen Jahrzehnten nötig sein werden, nur mittels Innovationen erreicht werden können. Für diese Innovationen steht mehr Geld zur Verfügung, wenn die Wirtschaft nicht am Boden liegt. Die Konsumverzichtlösung ist daher nicht zu Ende gedacht, was sich auch schnell an einem mathematischen Beispiel illustrieren lässt (vgl. Abbildung 23):

Nehmen wir an, in einem Innovationsszenario gelänge eine jährliche Senkung der THG-Emissionen um 10 % gegenüber dem Vorjahreswert.⁹¹ Vergleichen wir das mit einem Verzichtsszenario, in dem die Menschheit die Emissionen durch Selbsteinschränkungen augenblicklich, einmalig und permanent um 30 % senke, während pro Jahr durch Innovationen immerhin noch eine Reduktion um 5 % gelänge. Bei einem Start Anfang 2021 resultieren schon 2027 im Innovationsszenario die niedrigeren THG-Emissionen als im Verzichtsszenario. Die Halbierung der Emissionen erreichen beide Szenarien ebenfalls 2027. 25 % des Ausgangswerts sind im Innovationszenario im Jahr 2034 erreicht und im Verzichtsszenario 2041. Ein Jahr später erreicht das Innovationszenario schon 10 % des Ausgangswertes, während dies im Verzichtsszenario bis zum Jahr 2059 dauert. Im Jahr 2060 läge der gesamte bis dahin kumulierte Ausstoss im Szenario Konsumverzicht um 27 % höher als im Szenario Innovation.

Die Überlegenheit des Innovationsszenarios sollte auch ganz ohne Mathematik einleuchten: Der Konsumverzicht kann die Emissionen (im illustrierten Beispiel) zwar sofort um 30 % senken, aber bei diesen 30 % bleibt es dann auch. Der Rückgang ist rein statischer Natur. Und: Er hält nur an, solange der Verzicht aufrechterhalten wird. Wir müssen also sozusagen auf immer und ewig verzichten. Im Innovationsszenario ergibt sich hingegen Jahr für Jahr eine Senkung um 10 %. Sehr schnell ist damit der Wert des Verzichtsszenarios (mit geringerer Innovationsrate) erreicht, und ab da gewinnt das Innovationsszenario Jahr für Jahr weiter an Vorsprung – ohne schmerzhaft Selbsteinschränkungen.

Auch dieses Beispiel zeigt: In keiner Weise zeigt der Umgang mit der Coronakrise – der von *diversen* schmerzhaften Selbsteinschränkungen geprägt war –, wie man auf die Herausforderung Klimawandel antworten sollte. Stattdessen sollten wir auf die Innovationsfähigkeit der Menschheit setzen – und mit Schaffung von Kostenwahrheit beim Energiekonsum die nötigen Anreize dazu liefern.

⁹¹ Bezogen allein auf die Bruttoemissionen. Die Wirkung von Negativemissionstechnologien müsste dann noch aufaddiert (bzw. eben subtrahiert) werden.

3 Klimapolitik in der Praxis

3.1 Aktuelle internationale Klimapolitik

Die Umsetzung der theoretischen Erkenntnisse zum Umwelt- und Klimaschutz in konkrete politische Massnahmen auf der globalen Ebene ist schwierig. Es gibt es keine (demokratisch) legitimierte «Weltregierung», die Top-down-Massnahmen beschliessen und auch durchsetzen könnte. Stattdessen werden klimarelevante Massnahmen vor allem im Rahmen verschiedener Uno-Ausschüsse diskutiert und in der Regel einstimmig verabschiedet. Die wichtigsten internationalen Ansätze werden im Folgenden vorgestellt.

3.1.1 Die Uno: Rahmenübereinkommen und Agenda 2030

Grösster Staatenbund mit knapp 200 Mitgliedern sind die Vereinten Nationen (Uno), nur kleinere Territorien sind (noch) nicht mit dabei. Erst 2002 trat die Schweiz der Uno bei. Das zentrale internationale zwischenstaatliche Forum für Verhandlungen über die globale Antwort auf den Klimawandel ist das **Rahmenübereinkommen der Uno über Klimaänderungen** von 1992 (Uno 1992). ⁹² 197 Uno-Mitglieder sind Vertragspartner, ⁹³ viele weitere Beschlüsse bauen darauf auf. So auch eine der 17 von der Uno formulierten Zielkategorien für nachhaltige Entwicklung (Uno 2021b). ⁹⁴ Gesamthaft sollen sie der weltweiten Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer und ökologischer Ebene dienen. Aufgrund der Laufzeit des Programmes spricht man oft auch von der **Agenda 2030**. ⁹⁵ ⁹⁶

Ziel Nr. 13 der Sustainable Development Goals (SDG) (vgl. S. 110f) trägt den Titel «Massnahmen zum Klimaschutz» und fordert, dass die Staaten umgehend Massnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels implementieren. ⁹⁷ Dabei geht es nicht nur darum, den Klimawandel abzuschwächen, sondern auch um Aufklärung und Sensibilisierung der Bevölkerung sowie um die Stärkung der Widerstandskraft und Anpassungsfähig-

⁹² In Schweizer Dokumenten wird der Vertrag (für die deutsche Übersetzung vgl. *Bafu* (2019a) als «Klimakonvention», oft mit dem Zusatz «von Rio» bezeichnet.

⁹³ Die Schweiz ratifizierte das Rahmenübereinkommen im Dezember 1993.

⁹⁴ Die 17 Oberziele gliedern sich weiter in 107 inhaltliche Unterziele und 62 Massnahmen. Eines der für die Schweiz brisanten Ziele ist, die Subventionen für Agrarexporte auslaufen zu lassen. Die Schweiz gab 4,3 Mrd. Fr. (2018) an Steuergeldern für Exportinitiativen des Agrarsektors aus (*BLW* 2020).

⁹⁵ Die Sustainable Development Goals sind für die teilnehmenden Staaten rechtlich nicht bindend, jedoch besteht durch die Unterschrift eine zumindest moralische Verpflichtung, die Ziele im Inland zu verfolgen und international zu kooperieren.

⁹⁶ Die Zielerreichung wird durch den Global Sustainable Development Report dokumentiert, der letztmals 2019 erschienen ist. Fazit war, dass sich die internationale Staatengemeinschaft noch nicht auf Kurs befand (*Uno* 2019b). Mit der Covid-19-Pandemie dürften die Fortschritte in vielen Ländern wieder verloren gehen.

⁹⁷ Auch andere SDG tragen implizit zum Klimaschutz bei, so z.B. die Ziele Nr. 7 (bezahlbare und saubere Energie), 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), 11 (nachhaltige Städte und Gemeinden), 12 (verantwortungsvoller Konsum und Produktion) und 15 (Leben an Land).

Box 11

Die Schweiz und die Agenda 2030 ⁹⁸

Mit der «**Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030**», ausgerichtet auf einen Zeitraum von zehn Jahren, orientiert sich der Bundesrat an der Agenda 2030. Im Entwurf von Ende 2020 wurden die Schwerpunkte bei den Themen «nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion», «Klima, Energie, Biodiversität» und «Chancengleichheit» gesetzt. Daraus aufbauend soll in jeder Legislaturperiode ein Aktionsplan verabschiedet werden, der die strategischen Stossrichtungen konkretisieren soll.

Die quantitativen Ziele im Themenbereich Klima decken sich mit den im Rahmen des Übereinkommens von Paris genannten Ambitionen (vgl. Kapitel 3.1.2). Ergänzt werden sie durch die Vorgaben, die klimabedingten Risiken zu minimieren und die

Resilienz zu steigern, so dass beispielsweise die Anzahl der Schadenereignisse im Siedlungsbereich abnimmt (Bundesrat 2020b).

Die Berichterstattung der Fortschritte an die Uno erfolgt alle vier Jahre, erstmals war dies 2018 der Fall. Von den ausgewählten 85 Indikatoren wiesen 39 einen erfreulichen Trend auf, bei 12 war keine signifikante Veränderung festzustellen, 14 entwickelten sich schlecht und für 20 war keine Beurteilung möglich. Klimarelevant und gesunken sind die Treibhausgasemissionen (2016 minus 10,5% gegenüber 1990), dennoch wird das entsprechende SDG Nr. 13 mit «unverändert» angegeben (EDA und Uvek 2018).

keit eines Landes gegenüber klimabedingten Gefahren und Naturkatastrophen. ⁹⁹ Der Stand der Umsetzung der national getroffenen Massnahmen soll regelmässig durch die teilnehmenden Länder rapportiert werden. Dies soll nach einem einheitlichen Messansatz basierend auf vorhandenen statistischen Daten geschehen. Kritik daran zielt auf die positive Korrelation vieler Messgrössen mit dem Bruttoinlandprodukt (BIP) pro Kopf und damit auf die wirtschaftlichen Grundlagen für die nachhaltige Entwicklung. Dabei ist der Zusammenhang zwischen dem BIP pro Kopf und der Umweltqualität zumindest für einzelne Elemente der Umweltqualität empirisch nachgewiesen. ¹⁰⁰

3.1.2 Das Übereinkommen von Paris

Das Übereinkommen von Paris (UNTC 2021) trat 2016 in Kraft, nachdem 55 Länder – mit mehr als 55% des globalen CO₂-Ausstosses – ihre Ratifikationsurkunden hinterlegt hatten. Aktuell haben 195 Länder das Übereinkommen unterzeichnet, 191 haben es ratifiziert (ebd.). Ziel ist es, den Temperaturanstieg gegenüber vorindustriellem Niveau auf deutlich unter 2°C, bzw. nach Möglichkeit auf 1,5°C, zu begrenzen. Bis 2020 mussten alle Vertragsstaaten ihre national festgelegten Beiträge (**Nationally Determined Contributions, NDC**) einreichen, d.h. ihre Klimaschutzmassnahmen ausarbeiten und international kommunizieren (Uno 2021c). Die NDC sind alle fünf Jahre aufzudatieren. Mit Einreichung der NDC müssen die Vertragsstaaten beginnen, ihre beschriebenen

⁹⁸ Für weiterführende Informationen vgl. EDA (2021).

⁹⁹ Zur sogenannten Anpassungspolitik für die Schweiz vgl. Kapitel 4.4.

¹⁰⁰ Theoretisch wird der Zusammenhang oft durch die Umwelt-Kuznets-Kurve dargestellt vgl. Kapitel 1.1.

Massnahmen umzusetzen, jedoch besteht keine völkerrechtliche Verbindlichkeit ¹⁰¹ zur Erreichung der oft auch quantifizierten, nationalen Ziele. Die grosse Vielfalt der NDC macht eine Aggregation der angestrebten THG-Reduktionen für die kollektive Klimaschutzwirkung schwierig.

Dennoch versucht das Uno-Klimasekretariat, sich einen Überblick zu verschaffen. Bis Ende 2020 mussten die Vertragsstaaten ihre (teilweise überarbeiteten) NDC einreichen. Nur 75 Länder haben dies bereits getan, sie decken zusammen 30 % des glo-

Box 12

Das Kyoto-Protokoll

Das Kyoto-Protokoll wurde in den 1990er Jahren ausgehandelt und durch die Schweiz im Juli 2003 ratifiziert (Uno 2021d). Es ist ein Zusatzprotokoll des Rahmenübereinkommens der Uno über Klimaänderungen. Über 190 Ländern ratifizierten das Protokoll, abseits standen u.a. die USA. Verbindliches Ziel war, das die teilnehmenden Industrieländer zwischen 2008 und 2012 ihren Treibhausgasausstoss um durchschnittlich 5,2% gegenüber dem Stand von 1990 senken. Bei Nichteinhaltung drohten empfindliche Strafzahlungen. ¹⁰² Für die Schwellen- und Entwicklungsländer wurden keine Reduktionsziele festgelegt.

Die angepeilte Emissionsminderung durch die Industrieländer gelang, ¹⁰³ dennoch stieg der weltweite CO₂-Ausstoss weiter an. Vor allem zwei Gründe waren dafür ausschlaggebend: Erstens hat das starke Wachstum der Schwellen- und Entwicklungsländer die Einsparungen vieler Industrieländer zunichte gemacht, zweitens hat eine teilweise Verschiebung CO₂-intensiver Herstellprozesse in Schwellen- und Entwicklungsländer (sog. «Carbon Leakage») stattgefunden. ¹⁰⁴ Für eine zweite Verpflichtungsperiode von 2013 bis 2020 sollten deshalb auch die Schwellen- und Entwicklungsländer stärker in die Pflicht genommen werden. Doch der Ansatz scheiterte, denn erst Ende 2020 ratifizierten genügend Länder das Protokoll, so dass es faktisch nur sehr kurze Zeit in Kraft war.

Gemessen an seinen Zielen war das Kyoto-Protokoll zumindest ein teilweiser Erfolg. Wichtiger sind aber die Erfahrungen, die die Weltgemeinschaft daraus gewann, und die grenzüberschreitenden

Instrumente, die für den Klimaschutz entwickelt wurden. Dies sog. flexiblen Mechanismen waren freiwillig und sollten eine THG-Einsparung dort ermöglichen, wo dies am kostengünstigsten möglich ist. Vier der neu eingeführten Instrumente waren:

- Der Mechanismus für eine umweltverträgliche Entwicklung (**CDM, Clean Development Mechanism**). Damit wurde es Industrieländern ermöglicht, statt in inländische Massnahmen zur Emissionsverminderung in Klimaprojekte in Entwicklungsländern zu investieren und sich diese anrechnen zu lassen.
- Die gemeinsame Durchführung (**JI, Joint Implementation**). Damit konnten Industrieländer in anderen Industrieländern Emissionsreduktionen finanzieren und sich diese anrechnen lassen.
- Der Emissionsrechtehandel (**Emissions Trading**). Dabei ging es um den Handel zwischen Staaten, während das EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS) ein Handel zwischen Unternehmen ist.
- Die Lastenteilung (**Burden Sharing**). Dabei erfüllen mehrere Industriestaaten ihre Verpflichtungen gemeinsam. Dieses Instrument wurde vor allem für die EU geschaffen, die als Staatenverbund ein Ziel hatte und die Mitgliedsstaaten koordinierte, so dass national unterschiedliche Ziele in der Summe zur Verpflichtung der EU beitrugen.

Mit dem Übereinkommen von Paris wurde das Kyoto-Protokoll abgelöst. Dass es gelang, beinahe alle Länder hinter das Übereinkommen zu scharen, ist auch der Lernkurve aus dem Kyoto-Protokoll zu verdanken.

balen THG-Ausstosses ab. Mit den angegebenen, angestrebten Reduktionszielen der 75 Länder würden die globalen THG-Emissionen bis 2030 nur um 0,5 % gegenüber 2010 sinken. Der Weltklimarat (IPCC) hat berechnet, dass für das 1,5-Grad-Ziel ein Rückgang der Emissionen um 45 % gegenüber 2010 nötig wäre; für das 2-Grad-Ziel wären es immer noch 25 % (UNFCCC 2021). Noch fehlen aber die NDC vieler, auch grosser Emittenten, um eine Bilanz zu ziehen. Die nächste grosse Frage wird sein, ob den kommunizierten Zielen in den NDC auch Taten folgen. Denn die mangelnde Verbindlichkeit der Reduktionsziele ist einer der grossen Kritikpunkte am Übereinkommen von Paris, gleichzeitig entspricht dies einer der Lehren aus dem **Kyoto-Protokoll** (vgl. Box 12).

Chance und Risiko der Unverbindlichkeit

Mit völkerrechtlich verbindlichen, nationalen Reduktionszielen wären Vertragsparteien wie die USA – immerhin der zweitgrösste Emittent – nicht mit an Bord gekommen. Aber auch viele Entwicklungsländer stellten sich gegen mehr Verbindlichkeit. Während das Kyoto-Protokoll vor allem eine Sache der Industrieländer war, wollte man mit dem Übereinkommen von Paris ein globales Vertragswerk schaffen. Mit Hinweis auf die «historische Schuld» der entwickelten Länder (vgl. Abbildung 2b) ¹⁰⁵ wollten grosse Emittenten wie China oder Indien bei Verbindlichkeit der Ziele nicht teilnehmen. Mit dem Instrument der NDC gelang es, weltweit beinahe alle Länder einzubinden, gleichzeitig stärkte die Bekanntgabe der jeweiligen NDC das Vertrauen zwischen den Vertragsstaaten und die eigenen, nationalen Ambitionen.

Die Nicht-Einhaltung der NDC zieht keine direkten Sanktionen nach sich, jedoch dürften negative Reaktion anderer Länder, der Finanzmärkte und der Einwohner erfolgen – so zumindest die Hoffnung der Uno (Uno 2021e). Die USA unter der Trump-Administration wurden von vielen Ländern für den Ausstieg aus dem Paris-Abkommen kritisiert, grössere wirtschaftliche oder rechtliche Folgen hatte das kurzzeitige Abseitsstehen aber nicht. ¹⁰⁶ Zu wichtig ist der US-Markt für viele Unternehmen, zu bedeutend ist die geopolitische Rolle der USA.

¹⁰¹ Es wird zwischen Verpflichtungen (commitments; bindend) und Beiträgen (contributions; freiwillig) unterschieden.

¹⁰² Kanada ratifizierte das Protokoll 2002, der offizielle Austritt erfolgte 2011, nachdem sich die Regierung bereits ab 2006 den Zielen nicht mehr verpflichtet fühlte. Der Austritt 2011 kurz vor Ende der Verpflichtungsperiode wurde gewählt, um allfälligen Strafzahlungen in der Höhe von über 10 Mrd. € zu entkommen (*Die Welt* 2011).

¹⁰³ Gegenüber dem Basisjahr 1990 reduzierte die Schweiz ihre Treibhausgasemissionen bis 2012 auf 92 %, teilweise auch durch den Kauf von Emissionsrechten (*Bafu* 2018a; *Uno* 2020).

¹⁰⁴ Für eine Übersicht und Fallbeispiele für die verschiedenen Arten von Carbon Leakage vgl. *Umweltbundesamt* (2020b).

¹⁰⁵ Viele Entwicklungsländer stellen sich auf den Standpunkt, dass Klimaschutz eine globale, gemeinsame Verantwortung ist, die entwickelten Länder aber einen höheren Beitrag leisten müssten. Dies ignoriert, dass heute Technologien zur Verfügung stehen, die im Vergleich zu früher viel weniger CO₂ emittieren, weiter gehören heute viele Entwicklungsländer selbst zu den weltweit grössten Emittenten von Klimagasen. 2030 sollen Entwicklungsländer für drei Viertel der THG-Emissionen verantwortlich sein (*BMU* 2017).

¹⁰⁶ Die USA waren rechtlich betrachtet – aufgrund der Kündigungs- bzw. Aufnahmezeiten – nur von November 2020 bis Februar 2021 nicht mehr Teil des Paris-Abkommens (*Uno* 2021).

Box 13

Die Schweiz und das Übereinkommen von Paris

Die Schweiz hinterlegte Ihre Ratifizierungsurkunde für den Beitritt zum Übereinkommen von Paris im Oktober 2017, kurz darauf reichte sie ihr erstes NDC ein (Uno 2017) und aktualisierte dieses Ende 2020 (Uno 2020). Darin erwähnt werden:

- das CO₂-Gesetz – das vorbehältlich des Ausgangs der Referendumsabstimmung vom 13. Juni 2021 – bereits 2022 in Kraft treten soll,
- das Ziel, die klimarelevanten Emissionen bis 2030 um *mindestens* 50% gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren (erste Version des NDC minus 50%),
- das Netto-null-Ziel (vgl. Box 2) bis 2050 (vorgängige

Version minus 70% bis 85% gegenüber 1990),

- dass mindestens 75 % des Reduktionsziels im Inland erreicht werden müssen (vorgängige Version 60 %) und
- die Kompensation des importierten, «grauen» CO₂ durch zusätzliche Emissionsreduktionen im Ausland, die nicht zum Schweizer Reduktionsziel addiert werden.

Es kann erwartet werden, dass sich die Schweiz mit den jüngsten Verschärfungen des Klimaziels in die Reihe der noch wenigen Staaten einordnet, deren NDC mit dem Pariser Ziel kompatibel sind.

3.1.3 Der europäische Grüne Deal

Die Publikation des europäischen Grünen Deals erfolgte im Dezember 2019 durch die Europäische Kommission. Er leitet sich aus den Verpflichtungen der EU ab, die auf internationaler Ebene eingegangen wurden. Dazu gehört das Rahmenübereinkommen der Uno über Klimaänderungen, die Umsetzung der Agenda 2030 sowie das Pariser Übereinkommen. Der Grüne Deal wird als «neue Wachstumsstrategie» bezeichnet, «mit der die EU zu einer fairen und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft werden soll» (Europäische Kommission 2019). Die rechtliche Verankerung des europäischen Grünen Deals erfolgt über das **europäische Klimagesetz** (Europäische Kommission 2020a). ¹⁰⁷ Die beiden wichtigsten Reduktionsziele sind:

- Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 um mindestens 55 %. Die EU geht damit um 5% weiter als die Schweiz. ¹⁰⁸
- Bis 2050 soll netto-null erreicht werden.

¹⁰⁷ Dabei geht es nicht nur um die Senkung der THG-Emissionen, auch die Widerstandsfähigkeit der EU gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels soll gestärkt werden.

¹⁰⁸ In der EU-28 lag der Anteil von Kohle und Öl für die Stromerzeugung bei 23 %, zusammen mit Gas gar bei 51 % (World Energy Council und Weltenergieat Deutschland 2018) – weitere THG-Einsparungen sind möglich. So soll die Nutzung von Kohle für die Stromerzeugung bis 2030 voraussichtlich um 70 % gegenüber 2015 zurückzugehen, Strom aus erneuerbaren Energiequellen soll bis 2030 60 % des erzeugten Stroms ausmachen (Europäische Kommission 2020b). In der Schweiz beträgt der Anteil von Kohle, Öl und Gas für die Elektrizitätsproduktion nahezu null. Die Schweiz löst auch darum das Energie-Trilemma (Nachhaltigkeit, Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit) unter 108 Ländern zurzeit am besten (World Energy Council 2020).

Drei Kategorien von Treibhausgas-Emissionen

Für die Operationalisierung der Ziele werden die THG-Emissionen in drei Kategorien unterteilt:

Erstens solche von energieintensiven Anlagen vor allem aus der Stromerzeugungs- und verarbeitenden Industrie, die EU-weit unter das gemeinsame **Emissionshandels-system (EHS)** fallen (vgl. Kapitel 3.1.4). Dies deckt rund 40 % der Emissionen ab.

Zweitens der THG-Ausstoß (knapp 60 % aller Emissionen), der mit nationalen Massnahmen durch die Mitgliedsstaaten selbst reduziert werden soll. Grundlage ist die **Lastenteilungsverordnung** (Effort Sharing Regulation) (Europäisches Parlament und Rat 2018). Dabei erhalten die Mitgliedsstaaten verbindliche nationale Ziele für die Reduktion der THG-Emissionen ¹⁰⁹ aus den Sektoren Verkehr ¹¹⁰, Gebäude, Landwirtschaft und Abfallbewirtschaftung. Erstmals war dies in der Periode 2013–2020 der Fall. Aktuell gelten die Vorschriften für den Zeitraum 2021–2030, bis zum Ende des Jahrzehntes sollen die EU-weiten Emissionen aus den erwähnten Sektoren um 30 % gegenüber dem Stand von 2005 sinken. Die einzelnen, nationalen Ziele bewegen sich dabei in einer Bandbreite von 0 % bis 40 % Reduktion und basieren auf dem relativen Wohlstand der Mitgliedstaaten, der durch das Bruttoinlandprodukt (BIP) pro Kopf ermittelt wird (Europäische Kommission 2021a).

Drittens werden die Vorschriften ergänzt durch die 2018 erlassene **LULUCF-Verordnung** (Europäische Kommission 2021b), die den Abbau der THG-Emissionen aus den Bereichen Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (**Land Use, Land Use Change and Forestry, LULUCF**) regelt. In der Pflicht stehen die einzelnen EU-Mitgliedsstaaten, Emissionen bis 2030 vollständig auszugleichen. Dazu sollen Massnahmen, die auf die LULUCF-Bereiche zielen, gleichviel THG aus der Atmosphäre binden, wie diese emittieren. Die Verpflichtung wird als «Verbot der Minusbilanz» («No-Debit»-Regel) bezeichnet. Die einzelnen Staaten sollen für eine klimafreundliche Landnutzung Anreize schaffen. Flexibilitätsregelungen sollen mehr Effizienz bringen: So können negative Emissionen aus den LULUCF-Bereichen von einem Mitgliedsstaat an einen anderen verkauft werden, um Nettoemissionen aus LULUCF auszugleichen.

Nationale Energie- und Klimapläne und Umwidmung von EU-Haushaltsmitteln

Jeder Mitgliedsstaat erstellt auf Basis dieser übergeordneten Ziele einen nationalen Energie- und Klimaplan (**National Energy and Climate Plan, NECP**), die erstmals

¹⁰⁹ Abgedeckt werden sechs THG: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃).

¹¹⁰ Dabei müssen u.a. Fahrzeughersteller über ihre Flotte gerechnet sich verschärfende CO₂-Grenzwerte einhalten. Können sie dies nicht gewährleisten, müssen sie eine Strafe bezahlen oder Zertifikate von Konkurrenten kaufen, deren Flotte Emissionen unterhalb des Grenzwertes produzieren. Tesla erzielte durch den Verkauf solcher Zertifikate 2020 über 1 Mrd. \$ (Watson 2020).

Ende 2019 eingereicht werden mussten und 2021 in Kraft traten. ¹¹¹ Sie sind das zentrale Planungs- und Monitoringinstrument der EU und ihrer Mitgliedstaaten; der Umsetzungsstand der NECP wird alle fünf Jahre durch die EU-Kommission geprüft. «Die NECP sind sowohl ein politisches Instrument als auch eine Investitionsagenda, die Unternehmen und Investoren einen zukunftsorientierten Rahmen bietet» (Europäische Kommission 2020b: S. 2). Denn neben staatlichen Massnahmen soll sich auch die Wirtschaft an den langfristigen Zielen ausrichten und damit zur Umsetzung beitragen. Mit der Kombination von EU-EHS, der Lastenteilung und der LULUCF-Verordnung sollen die Klimaziele auf EU-Ebene für 2030 und 2050 erreicht werden (Europäische Kommission 2021a).

Die Finanzierung des ökologischen Wandels der EU soll durch den «Investitionsplan für ein zukunftsfähiges Europa» (**European Green Deal Investment Plan**) sichergestellt werden (Europäische Kommission 2020c). So sind bis 2030 kumulierte Ausgaben der EU in der Höhe von mindestens einer Billion Euro vorgesehen. Die Mittel aus dem EU-Haushalt betragen 503 Mrd. €, rund 25 % des langfristigen EU-Haushalts (2021–2027) sollen für klima- und umweltbezogene Ziele im Rahmen bestehender Programme bereitgestellt werden. Dazu kommen nationale Kofinanzierungen von 114 Mrd. € und 279 Mrd. € im Rahmen von **InvestEU**. Letztere sind private und öffentliche Klima- und Umweltinvestitionen, die Projekte werden dabei teilweise durch eine EU-Haushaltsgarantie abgesichert. Der Anteil des «frischen Geldes» ist relativ gering, viele Budgetposten werden einfach auch der Erreichung des Grünen Deals zugerechnet oder mittels Investitionen Dritter gehebelt.

Unterstützung und Abfederung des Grünen Deals

Unterstützend sollen dazu die Rahmenbedingungen angepasst werden, um grüne Investitionen – explizit auch aus dem Finanzsektor – attraktiver zu machen. Zur Finanzierung herangezogen werden auch 25 Mrd. € aus den **Innovations- und Modernisierungsfonds**, die sich teilweise aus der Versteigerung der CO₂-Zertifikate des Emissionshandelssystems der EU finanzieren.

Um die Folgen des Grünen Deals sozial und ökonomisch abzufedern, stellt die EU im Rahmen des «Mechanismus für einen gerechten Übergang» (**Just Transition Mechanism**) weitere finanzielle und technische Hilfe in Aussicht. Bis 2030 sollen dazu für die am meisten betroffenen Regionen, Branchen und Arbeitskräfte 143 Mrd. € bereitgestellt werden (Europäische Kommission 2020c, 2021c). So beschäftigt in der EU alleine die Kohleindustrie rund 250 000 Personen, vor allem in Osteuropa (The Economist 2019). Doch für strukturschwache Regionen, die besonders betroffen sein werden, gibt es bereits heute eine Vielzahl an Förderprogrammen. Es erstaunt deshalb nicht, dass vieles da-

¹¹¹ Die Verringerung der THG ist nur eine von fünf Dimensionen. Dazu gehören auch die Sicherheit der Energieversorgung, der Energiebinnenmarkt, die Energieeffizienz sowie Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit (Europäischer Rat und Rat der EU 2020).

von nun «grün umgenutzt» werden soll. Hauptprofiteur dürfte Polen sein, obwohl es nur am drittmeisten THG ausstösst (nach Deutschland und Italien) (NZZ 2020a).

Fazit

Insgesamt erscheinen die Klimaziele der EU ambitioniert, gleichzeitig ist das eingesetzte Instrumentarium komplex und aufgrund der verschiedenen zuständigen Jurisdiktionen (EU bzw. Mitgliedsland) sehr heterogen. Effizienzpotenziale, die durch einen grossen Wirtschaftsraum zwischen Ländern und Sektoren vorhanden sind, werden so nur ungenügend ausgeschöpft, was die Kosten insgesamt erhöht. Besser wäre ein einheitlicher, EU-weiter Ansatz mit einem Preismechanismus zur Internalisierung des THG-Ausstosses, statt die Umetikettierung vieler bestehender Gelder. Ein einheitlicher Ansatz müsste es lokalen Akteuren frei lassen, wie sie die Ziele erreichen. Der Mechanismus des bereits bestehenden EU-EHS würde dazu eine gute Ausgangsbasis bieten. ¹¹²

3.1.4 Das EU-Emissionshandelssystem

Das EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS) ist ein Kernelement der EU-Klimapolitik. Es wurde bereits 2003 vereinbart, 2005 in Kraft gesetzt und ist damit der weltweit erste und immer noch grösste derartige Mechanismus. ¹¹³ Nicht nur die 27 Mitgliedsländer der EU nehmen daran teil, sondern auch die drei EWR-Staaten (Norwegen, Island und Liechtenstein) sowie, über ein entsprechendes Abkommen, seit 2020 die Schweiz. ¹¹⁴ Das Vereinigte Königreich betreibt seit 2021 ein eigenes System, das nicht mit dem EU-EHS verbunden ist.

Am EU-EHS beteiligen sich nahezu 11 000 Akteure, dabei handelt es sich um energieintensive Anlagen vor allem aus der Stromerzeugungs- und verarbeitenden Industrie (u.a. Zement, Stahl, Raffinerien) sowie um rund 600 Luftfahrtunternehmen für ihre EWR-internen Verbindungen. ¹¹⁵ Rund 40 % aller THG-Emissionen der EU werden durch das EHS abgedeckt (Europäische Kommission 2020d). ¹¹⁶ Für die Reduktion der restlichen THG-Emissionen der EU vgl. Kapitel 3.1.3.

¹¹² Direkte und unmittelbare Konsequenzen des europäischen Grünen Deals sind für die Schweiz nicht zu erwarten. Jedoch ist die Schweiz auch nicht explizit unter den möglichen internationalen Kooperationspartnern aufgeführt (Europäische Kommission 2021d). Die langfristige Drittwirkung des Grünen Deals darf deshalb auch aus Schweizer Perspektive nicht unterschätzt werden.

¹¹³ Als Vorlage diente das seit 1995 bestehende, erfolgreiche Handelssystem der USA, den sauren Regen zu reduzieren (EPA 2017).

¹¹⁴ «Durch die Verknüpfung des EU-EHS mit dem Schweizer EHS werden Emissionszertifikate der EU und der Schweiz bei der Vorlage der Zertifikate für Emissionen ab Januar 2020 gegenseitig anerkannt. Das System der Schweiz ist weiterhin vom EU-EHS getrennt, hat jedoch – auch in Bezug auf den Luftverkehr – einen ähnlichen Anwendungsbereich wie das EU-EHS.» (Europäische Kommission 2021e). Die Details des Schweizer EHS sind in (Bafu 2020b) geregelt, rund 50 stationäre Emittenten (ca. 10 % der THG-Emissionen der Schweiz) sowie die Luftfahrtbranche nehmen daran teil. Gesetzliche Grundlage ist das CO₂-Gesetz.

¹¹⁵ Auf globaler Ebene führt die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) die Klimabestrebungen an. Mit dem Corsia (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) genannten System soll ein klimaneutrales Wachstum des Flugverkehrs gewährleistet werden, Basisjahre sind 2019/2020. Ein Mehrausstoss gegenüber den Basisjahren soll erstmals 2021 ausgeglichen werden (ICAO 2021).

¹¹⁶ Die Teilnahme am EU-EHS ist für ortsgebundene Emittenten (stationäre Anlagen) verbindlich, grundsätzlich gilt ein Schwellenwert von 25 000 Tonnen CO₂eq pro Jahr.

Der Mechanismus des EU-EHS ist im Grunde einfach: Jedes teilnehmende Unternehmen benötigt für den Ausstoss einer Tonne CO₂eq ein Zertifikat, eine sogenannte «**European Union Allowance**» (EUA). ¹¹⁷ Die Gesamtzahl der EUA wird durch eine **Emissionsobergrenze (Cap)** limitiert. Um im Einklang mit den Klimazielen 2030 bzw. 2050 zu sein, wird diese Obergrenze im Laufe der Zeit herabgesetzt, so dass sich der gesamte Ausstoss reduziert. Von 2013–2020 wurde die Obergrenze jährlich linear um 1,74 % herabgesetzt; ¹¹⁸ Basis für das Cap im Jahr 2013 waren die jährlich zwischen 2008 und 2012 ausgegebenen Zertifikate. Die Ausgangsmenge für den Kürzungsfaktor ist der Emissionswert aus 2010. Aufgrund verschärfter Klimaziele der EU sinkt ab 2021 die Zahl der ausgegeben Emissionsrechte jährlich um 2,2 % (DEHSt 2021; Europäische Kommission 2021f, 2021g).

Benötigen Unternehmen weniger oder mehr EUA zur Deckung Ihres THG-Ausstosses, können sie damit handeln (**Trade**), deshalb ist oft von einem «Cap-and-Trade-System» die Rede. Plattform dabei ist die **European Energy Exchange (EEX)** in Leipzig, ¹¹⁹ sie stellt für den Handel bereits im Umlauf befindlicher EUA auch einen Spot- und Terminmarkt zur Verfügung. Käufer bzw. Verkäufer sind nicht nur andere Unternehmen, sondern auch Banken oder Investoren.

Anrechnung von Zertifikaten aus Drittländern

Bis Ende 2020 konnten Unternehmen zur Zielerreichung auch internationale Zertifikate aus dem CDM und JI-Mechanismus (vgl. Box 12) einreichen, ¹²⁰ unter Berücksichtigung qualitativer und mengenmässiger Beschränkungen. Ab 2021 sollen keine internationalen Zertifikate mehr zugelassen werden (Europäische Kommission 2020e). Das ist vor allem auf zwei Gründe zurückzuführen:

Erstens funktionierte die qualitative Beschränkung nur bedingt. In der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls wurden viele «Heisse-Luft-Zertifikate» ¹²¹ der Reduktionsleistung angerechnet. Insbesondere Russland nutzte während der Verhandlungen seine Macht, um möglichst viele Zertifikate zugeteilt zu erhalten – basierend auf Emissionen, die mit dem Zusammenbruch der Sowjetunion bereits weggefallen waren. Das Kalkül: diese überschüssigen Zertifikate später in den Westen zu verkaufen. Fast zwei Drittel der entsprechenden Verschmutzungsrechte landeten im EU-EHS

117 Ein EUA oder Zertifikat entspricht in der EU regulatorisch einem Finanzinstrument, das EU-EHS untersteht damit dem Finanzmarktrecht, die Akteure der Aufsicht. Manipulationen sollen so möglichst verhindert werden. Die Schweiz kennt keine äquivalenten Bestimmungen, eine rechtliche Klärung ist dringlich (NZZ 2020b).

118 Dies entspricht einer jährlichen Senkung um mehr als 38 Mio. Tonnen CO₂eq (Europäische Kommission 2021f).

119 Die zweite Handelsplattform war bis Ende 2020 die Londoner Terminbörse ICE Futures Europe, die aber nur vom Vereinigten Königreich benutzt wurde. Es ist anzunehmen, dass ICE für das nun eigenständige britische Emissions-Handelssystem weiterhin eine Rolle spielen dürfte.

120 CDM und JI sind internationale Klimaschutzprojekte, bei denen die Initiatoren für ihre Minderungsleistungen aus einem Projekt Zertifikate erhalten.

121 Zertifikate, bei deren Generierung keine unmittelbare Reduktion von THG-Emissionen stattfand, weil z.B. das höhere Emissionsniveau einer früheren Zeitperiode als Berechnungsgrundlage genommen wurde.

(Spiegel 2015). Aus politischen Gründen, damit Russland das Kyoto-Protokolls unterzeichnete, ist man auf den «Kuhhandel» eingetreten (ZDF 2020).

Zweitens ist der Markt für sog. **Certified Emission Reductions (CER)** aus dem CDM regelrecht zusammengebrochen. Erreichte der Preis einer CER Mitte 2008 einen Höchststand von über 22 \$, so stürzte er Ende 2013 auf unter 40 Cent, seither verharret der Preis nahe Null (Quandl 2021). Das Angebot an Zertifikaten aus Emissionsminderungen in Entwicklungsländern war ein Vielfaches grösser als die Nachfrage. Denn grosse Emittenten (wie die USA) waren dem Kyoto-Protokoll nicht beigetreten oder mussten aufgrund ihres Entwicklungsstandes ihre Emissionen nicht reduzieren (wie China und Indien). Damit verblieben die Unternehmen im EU-EHS als beinahe einzige Nachfrager. Aufgrund der Wirtschafts- und Euro-Krise ab 2008 sank in Europa jedoch der Ausstoss, ausserdem erhielten die Unternehmen grosszügig kostenlose Zertifikate zuteilt (Economist 2012; vgl. nächster Abschnitt). CER wurden damit Opfer politischer Ränkespiele und der wirtschaftlichen Rezession. Das war Wasser auf die Mühlen derjenigen, die schon immer gegen ausländische Zertifikate waren.

Grundsätzlich sind Auslandskompensationen zu begrüessen – sofern sie auf effektiven Reduktionen beruhen –, weil Einsparungen dort erfolgen, wo dies zu den geringsten Kosten möglich ist. Vielleicht gerade weil Kosten das bestimmende Kriterium sind («für den Klimaschutz dürfen Kosten doch keine Rolle spielen»), erwarben sich Auslandskompensationen unter dem Kyoto-Protokoll einen schlechten Ruf, den sie in Klimaschutz-Kreisen nicht losgeworden sind. Doch heute weiss man um die oben genannten Schwächen und versucht, sie mittels eines stringenteren Mechanismus unter dem Übereinkommen von Paris auszumerzen (vgl. dazu die Ausführungen in Kapitel 4.1.3). Sollte dieser multilaterale Ansatz gelingen, wäre es aus ökonomischer Perspektive effizient, Auslandskompensationen wieder zuzulassen.

Zuteilung oder Auktion der Zertifikate

Für Emittenten im EU-EHS gibt es ab 2021 neben der Emissionshandelsbörse EEX zwei weitere Wege, um in den Besitz eines Zertifikats zu kommen: Erstens die **kostenlose** Zuteilung. Anfangs (2005–2012) erfolgte die Zuteilung der Zertifikate auf Basis der historischen Emissionsmengen (sog. Bestandsschutz oder «**Grandfathering**» (vgl. S. 97f)). Dieses Allokationsprinzip begünstigt alte und ineffiziente Produktionsanlagen. Neue, effizientere Anlagen erhielten weniger Zertifikate, was die falschen Anreize setzte. Gegenwärtig (seit 2013) wird die kostenlose Zuteilung deshalb auf der Basis von Effizienzkriterien vorgenommen (DEHSt 2015), Referenzpunkt ist die beste verfügbare Technologie («Best Available Technology») pro Anlageklasse. Somit erhalten in jedem Teilssektor nur die effizientesten Unternehmen (über ein «**Benchmarking**») ¹²²

122 Der Zertifikatsanspruch errechnet sich folgendermassen: Produktionsmenge (in Tonnen des Produkts) multipliziert mit dem Benchmark-Wert für das betreffende Produkt (gemessen in CO₂eq Emissionen je Tonne des Produkts).

ausreichend kostenlose Zertifikate zur Deckung ihres gesamten Bedarfs (Europäische Kommission 2021g). Diese 100 %-Deckung ist jedoch selbst für die effizientesten Anlagen meist nur theoretischer Natur, denn je näher die Ziele 2030 und 2050 in den Fokus rücken, desto stärker verringert sich dieser Deckungsgrad. Betrug er für Teilnehmer aus der Fertigungsindustrie 2013 noch 80 %, sank er bis 2020 schrittweise auf 30 % (Europäische Kommission 2021h). ¹²³ Bis spätestens 2030 soll – zumindest für Teilsektoren, bei denen das Risiko einer Verlagerung in einen Drittstaat weniger gross ist – die kostenlose Zuteilung komplett entfallen (Europäische Kommission 2020f).

Mit einer kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten soll dem Risiko einer Verlagerung der CO₂-Emissionen durch Unternehmen in Drittstaaten mit weniger strengen Auflagen oder geringeren CO₂-Kosten (sog. «**Carbon-Leakage**») vorgebeugt werden. Die Bestimmung des Risikos erfolgt nicht auf Basis des einzelnen Unternehmens, sondern auf Ebene der Teilsektoren. Als erheblich wird die Gefahr einer Verlagerung eingestuft, wenn die Summe der direkten und indirekten zusätzlichen Kosten mindestens 5 % *und* die Intensität des Handels mit Drittstaaten (Einfuhren und Ausfuhren) mindestens 10 % der Bruttowertschöpfung betragen. Alternativ profitiert ein Teilsektor von einer kostenlosen Zuteilung, wenn die Summe der direkten und indirekten zusätzlichen Kosten mindestens 30 % beträgt oder die Intensität des Handels mit Drittstaaten 30 % übersteigt. Das Resultat ist in einer offiziellen Liste festgehalten, darunter finden sich z.B. nicht nur Bergbauunternehmen, sondern auch Uhrenhersteller (Europäische Kommission 2014).

Dass Zertifikate ohne Gegenleistung an Emittenten abgegeben werden, sorgt seit Bestehen des EU-EHS für Kritik. Ausgerechnet die grössten «Verschmutzer» erhalten kostenlose Rechte, THG weiterhin in die Luft blasen zu dürfen. Es kann bemängelt werden, dass damit ein EHS weniger effektiv wird, weil die durchschnittlichen Kosten des Ausstosses sinken. Das Beispiel illustriert gut den Konflikt zwischen theoretischem Optimum (keine kostenlose Abgabe) und dem realpolitischen Ergebnis in einem plurilateralen System. Denn würde ein EHS multilateral etabliert, bestünde die «Carbon-Leakage»-Gefahr nicht mehr (vgl. S. 165). ¹²⁴ «Grandfathering» und «Benchmarking» sind in einem plurilateralen System deshalb letztlich Industriepolitik, um sich gegen eine drohende Abwanderung von Arbeitsplätzen zu stemmen. Sie retten damit aber auch den Mechanismus des EHS in die politische Realität.

Zweiter Weg, um ein Zertifikat zu erhalten, ist die **Versteigerung**. Dies ist mittlerweile das Standardverfahren und kam im Handelszeitraum 2013–2020 für 57 % der

¹²³ Eine beträchtliche Anzahl kostenloser Emissionsrechte wird für neue und expandierende Anlagen vorrätig gehalten. Dabei handelt es sich um übrig gebliebene Zertifikate aus der kostenlosen Zuteilung sowie um Berechtigungen aus der Marktstabilitätsreserve (MSR).

¹²⁴ Multilateral bedeutet, dass mehrere Staaten prinzipiell gleichberechtigt zusammenarbeiten, um gemeinsam ein Problem zu lösen. Oftmals ist damit die Mehrzahl aller Länder global gemeint. Plurilateral bezeichnet die Teilnahme nur einzelner Staaten; bei nur zwei Ländern spricht man von einer bilateralen Vereinbarung.

Zertifikate zur Anwendung. Auktionsplattform ist dabei die EEX. Im Jahr 2019 betrug der Erlös aus den versteigerten EUA über 14 Mrd. €, 90 % davon gehen an die Mitgliedsstaaten des EU-EHS, basierend auf ihrem Anteil an den nachgewiesenen Gesamtemissionen. Zusätzliche 10 % erhalten die weniger wohlhabenden Länder. Die Einkünfte können jedoch nicht frei eingesetzt werden, mindestens die Hälfte der Versteigerungseinnahmen sollen die Mitgliedsstaaten in Klimaschutz- und Energieeffizienzmassnahmen investieren. Für 2019 wurden durch die Mitgliedsstaaten gar 77 % der Einnahmen dafür verwendet (Europäische Kommission 2020g). Bei einer Zweckbindung ist die Gefahr gross, dass nationale Interessengruppen das Geld in industriepolitisch motivierte Projekte leiten. Dabei wird nicht nur der Grundsatz der Technologieneutralität verletzt, sondern die THG-Reduktion erfolgt oftmals nicht effektiv und effizient – insbesondere, wenn Subventionen ausgeschüttet werden, um Anreize für ein klimafreundlicheres Verhalten zu setzen (vgl. S. 89f).

Preisentwicklung der Emissionsrechte

Die Preise pro EUA waren zu Beginn des EU-EHS tief. Lange blieb der Kurs unter zwanzig Euro und rutschte länger Zeit gar unter die Zehn-Euro-Marke. Erst ab Februar 2018 erholte er sich wieder. Mehrere Gründe können für die Tiefpreisphase genannt werden:

- Die jährlichen Obergrenzen des EU-EHS waren insbesondere in der Anfangsphase zu hoch, einerseits aufgrund des politischen Drucks der Emittenten, andererseits weil sich Emittenten teilweise strategisch verhielten. Ein hoher Ausstoss zum Referenzzeitpunkt war vorteilhaft, da dies die Bemessungsgrundlage für allfällige kostenlose Zuteilungen war.
- Die Übertragung überschüssiger Berechtigungen in die folgende Handelsperiode war anfangs (2005–2007) nicht möglich («No Banking»), so dass gegen Ende per Periode viele unbenutzte Zertifikate auf dem Markt landeten.
- Der krisenbedingte Produktions- und Emissionsrückgang im Zuge der globalen Finanzkrise sowie der Euro-Turbulenzen führte zu einem Überangebot an Zertifikaten, was den Preis drückte.
- Aufgrund der umfangreichen Nutzung internationaler Projektgutschriften hat sich seit 2008 eine grosse Menge an überschüssiger Emissionsberechtigungen im EU-EHS angesammelt. ¹²⁵

Je höher der Preis an der Börse, desto höher der Anreiz, Emissionen einzusparen. Bei Preisen unter 10 € pro EUA dürften sich Investitionen in THG-mindernde Technologien kaum lohnen. Doch was auch bei Tiefstpreisen im EHS nicht vergessen werden

¹²⁵ Zwischen 2008 und 2012 wurden über 1 Mrd. Zertifikate in das EU-EHS importiert, zwischen 2014 und 2016 weitere 410 Millionen. Der überwiegende Anteil kam dabei aus China, der Ukraine und Russland (Schmitt 2017).

darf: Die Obergrenze bleibt bestehen. Es gibt damit keinen Freibrief, um unbeschränkt THG auszustossen. Heute bewegt sich der Börsenkurs für den Ausstoss einer Tonne CO₂ in der Regel über 25 €, bis im März 2021 notierte er gar auf einem neuen Allzeithoch von über 40 € (vgl. Abbildung 24). Dies hat auch mit der Ankündigung der EU zu tun, ihr Klimaziel für 2030 zu verschärfen, ausserdem wurden anfangs 2021 wieder mehr Kohlekraftwerke kurzfristig zugeschaltet, um Ausfälle von Kernkraftwerken sowie den saisonal höheren Strombedarf aufgrund eines Kälteeinbruchs zu decken.

Das EU-EHS wurde bereits dreimal grösseren Reformen unterzogen, die als Phasen bezeichnet werden. ¹²⁶ Damit trägt die EU den gemachten Erfahrungen sowie den Anpassungen an das Klimaziel Rechnung. Die Änderungen werden im Sinne der Transparenz jeweils Monate oder gar Jahre vorab angekündigt, so dass sich die Marktteilnehmer darauf einstellen können. Ein Kernstück bisher war die Einführung der Marktstabilitätsreserve (**MSR**, «**Market Stability Reserve**»), ein Mechanismus zur Glättung der Preisentwicklung. Überschussmengen an Zertifikaten werden aufgrund bestimmter Schwellenwerte in die MSR überführt, bei zu starken Preisanstiegen über Monate werden zusätzliche Zertifikate aus der MSR freigegeben und auktioniert. Ab 2019 erhöhte man dazu die Menge der eingestellten Zertifikate auf 24 % der in Umlauf befindlichen Emissionsrechte, ab 2024 soll wieder die normale Einstellungsrate in die MSR von 12 % zur Anwendung kommen.

Einfluss zu hoher Obergrenzen und der Energiewende

Im Vergleich zum Zeitpunkt der Aufnahme des Handels 2005 konnten die Emissionen der EU-EHS-Teilnehmer 2019 um 35 % reduziert werden (EEA 2020), das für 2020 angepeilte Emissionsziel der EU wurde bereits 2014 erreicht (Bloomberg 2021).

Ein Grund dafür ist, dass in den ersten zwei Phasen die Obergrenze wahrscheinlich zu hoch angesetzt wurde, so dass viele Unternehmen auf genügend Zertifikaten saßen und keinen Handlungsbedarf hatten. Selbst wenn die Obergrenze je Phase richtig eingeschätzt worden wäre (orientiert am aktuellen Ausstoss), hätte man – gegeben die resultierenden, tiefen Preise für die Vermeidung des Ausstosses einer Tonne CO₂eq – ambitionierter sein können. Denn in der ökonomischen Theorie ist das Optimum dort erreicht, wo die Grenzvermeidungskosten des Emittenten den sozialen (oder gesellschaftlichen) Grenzkosten (Auswirkungen des Klimawandels) entsprechen (vgl. Kapitel 2.2.1). In der politischen Realität wurden nur darum Reduktionsziele gesetzt, weil die sozialen Grenzkosten nicht bekannt sind; es fehlen dafür erhärtete Daten (vgl. die Diskussion in Kapitel 2.2.2). Allerdings ist offensichtlich, dass die sozialen Grenzkosten höher als

¹²⁶ Phase 1 (2005–2007) wurde als Pilotphase bezeichnet, um erste Erfahrungen zu sammeln. Phase 2 (2008–2012) deckte sich mit der ersten Periode des Kyoto-Protokolls und senkte u.a. die Obergrenze sowie die Anzahl der frei zugeteilten Zertifikate ab. Phase 3 (2013–2020) verringerte die kostenlose Zuteilung weiter, die Versteigerung ist nun das Standardverfahren. Zudem wurde 2015 die MSR eingeführt. Gegenwärtig gilt Phase 4 (2021–2030; *Europäische Kommission 2020d*). Weiterführende Informationen zur Weiterentwicklung des EU-EHS (vgl. *Europäische Kommission 2020g*).

Abbildung 24

Preisentwicklung einer Tonne CO₂ im EU-EHS

In den letzten Jahren ist der CO₂-Preis stark angestiegen und erreichte neue Allzeithochs. Trotz der Covid-19-Pandemie und des wirtschaftlichen Abschwungs bleibt der Preis und damit der Anreiz für CO₂-Einsparungen hoch.



Quelle: Quandl (2021; ECX EUA Futures, Continuous Contract #1 (C1) (Front Month))

10 € pro EUA sein dürften, folglich müssten auch die Grenzvermeidungskosten, um sich in einem gesellschaftlich und intertemporal optimalen Bereich zu bewegen, höher sein.

Ein anderer Erklärungsansatz ist, dass bei Festlegung der Obergrenzen des EU-EHS die Wirkung der anlaufenden, nationalen Förderprogramme für erneuerbare Energien nicht genügend berücksichtigt wurden. Denn werden THG-freie Energieformen mit Dutzenden von Milliarden Euro vergünstigt, um deren Angebot auszubauen, hilft dies, die Preise für die Reduktion einer Tonne CO₂eq zu reduzieren. Die Steuerzahler subventionieren damit indirekt den Zertifikatspreis an der EU-EHS – was nicht im Sinne eines effizienten Marktmechanismus ist (vgl. Box 9). Denn erstens entspricht das Preissignal des EU-EHS damit nicht den wirklichen Grenzvermeidungskosten. Die Kostenwahrheit, also die Bezahlung der vollen sozialen Grenzkosten des Ausstosses durch den Emittenten, ist so nicht gegeben. Zweitens wird – auch dies kann ein unerwünschter Effekt sein – insgesamt mehr Energie eingesetzt, weil sie dank der Subventionierung günstiger wird. Kurzum: Es ist ineffizient, gleichzeitig Gas zu geben und zu bremsen.

Zukunft der Stromerzeugung als Schlüsselbereich

Die zukünftige Entwicklung des THG-Ausstosses in Europa hängt stark von den eingesetzten Technologien ab, mit denen in Zukunft Strom produziert wird. Zur messbaren Emissionsreduktion am meisten beigetragen hat bisher der Ersatz von Kohlekraftwerken durch Fotovoltaik und Wind, aber auch der sogenannte «Fuel-Switch» von Kohle- hin zu Gaskraftwerken (EEA 2020). ¹²⁷ Natürlich stossen auch Gaskraftwerke CO₂ aus, doch pro erzeugter Kilowattstunde resultiert nur ein Drittel bis die Hälfte der Emissionen eines Kohlekraftwerks (Statista 2021).

Die «Energiewende» in vielen Ländern Europas führt nicht nur zu abnehmenden THG-Emissionen, sondern auch zu neuen Problemen: Fotovoltaik und Wind sind als Formen der Energieerzeugung nicht grundlastfähig, d.h. sie können nicht dauerhaft und zuverlässig Energie ins Netz einspeisen. Ohne Zwischenspeicher fällt in vielen Fällen entweder weniger oder mehr Energie an, als gerade benötigt wird. Dies stellt das Management des Übertragungsnetzes vor grosse Herausforderungen, denn zwischen Stromproduktion und -verbrauch muss zu jedem Zeitpunkt ein Gleichgewicht herrschen. Weicht das Netz signifikant von der 50-Hertz-Standardfrequenz ab, drohen ungeplante Lastabwürfe oder im Extremfall der Zusammenbruch des Netzes. Eine Steigerung von Fotovoltaik und Wind auf 100 % der Energieversorgung ohne Speicher ist deshalb nicht möglich.

Der Entwicklung geeigneter Speichertechnologien kommt deshalb eine wichtige Rolle zu. Hohes Potenzial für die Einbindung der neuen Erneuerbaren ins gesamte Energiesystem hat die **Sektorkopplung**. Durch die intelligente Verknüpfung von Strom, Wärme und Verkehr über Energiewandler und -speicher können Synergien genutzt werden. Oftmals spricht man dabei auch von **Power-to-X**, stellvertretend für verschiedene Technologien, die dafür zum Einsatz kommen. Ein Beispiel ist Power-to-Heat, d.h. der Ersatz fossil betriebener Heizsysteme durch Wärmepumpen, die mit erneuerbarem Strom betrieben werden. Mit Hilfe der Stromüberschüsse – aufgrund von Produktionsspitzen bei Sonne und Wind – können Power-to-Gas-Anlagen z.B. Wasserstoff erzeugen, das weiter in Methan umgewandelt werden kann. Diese Energieträger können später z.B. im Verkehr klimaneutral verbrannt werden. Ein Vorteil ist, dass dabei die bestehende Infrastruktur für Gase weitgehend genutzt werden kann. Nachteile sind, dass die energetischen Umwandlungsverluste hoch ¹²⁸ und entsprechende Anlagen im industriellen Massstab aufgrund mangelnder Wirtschaftlichkeit noch nicht verbreitet sind.

¹²⁷ Dies hat auch eine geopolitische Bedeutung: Man denke an den Streit der USA mit Deutschland über die Fertigstellung der Gaspipeline Nord Stream 2, das Gas aus Russland in die EU leiten soll.

¹²⁸ Der Wirkungsgrad Strom zu Methan beträgt in heutigen Anlagen 50–65 %. Bei einer Rückverstromung des Gases bleiben schliesslich 30 bis 40 % der ursprünglichen Energie übrig, der Rest fällt als Abwärme an. Mit der Nutzung der Abwärme kann der Wirkungsgrad um 10–15 % gesteigert werden.

Mit dem politisch forcierten Anstieg der Elektromobilität – was dem Gebot der Technologieneutralität widerspricht – und der Umstellung auf nicht-fossile Heizsysteme wird der Strombedarf steigen. Gleichzeitig werden flexible Produktionskapazitäten wie die Kohlekraft europaweit abgebaut und Kernkraftwerke vielerorts stillgelegt. Ohne den Ausbau klimaneutraler Produktionstechnologien wie Wasserkraft, Fotovoltaik oder Wind in Verbindung mit insbesondere saisonalen Speichermöglichkeiten bleiben die Ziele ambitiös. Klimaneutralität ist nicht kostenlos zu haben, der Umbau der Wirtschaft ist aufwändig. Der Staat setzt dazu die Rahmenbedingungen, dabei ist das EU-EHS der Grundpfeiler einer marktnahen, europäischen Klimastrategie.

3.1.5 Der Biden-Harris-Plan für die USA

Der «**Green New Deal**» (GND) ist eine politische Plattform und Vision in den USA, der sich verschiedene, vor allem demokratische und grüne Abgeordnete, ¹²⁹ angeschlossen haben. Nicht nur vom Namen her lehnt er sich an den «New Deal» des US-amerikanischen Präsidenten Franklin D. Roosevelt aus den 1930er Jahren an. Damals sollte das Wirtschafts- und Sozialprogramm eine Reaktion auf die Weltwirtschaftskrise sein, heute soll der GND nicht nur die THG-Emissionen substanziell reduzieren, sondern auch Ziele wie eine allgemeine Gesundheitsversorgung, höhere Mindestlöhne und den Abbau der Einkommensungleichheiten verwirklichen. Anfang 2019 wurde eine entsprechende Resolution in den US-Kongress eingebracht, die Ablehnung im Senat stoppte das Ansinnen vorerst (US Congress 2019).

Während Präsident Biden seinerzeit kein Befürworter des GND war, gehörte Vizepräsidentin Harris zum Kreis der Unterstützer. In ihrem gemeinsamen «**Biden Plan for a Clean Energy Revolution and Environmental Justice**» legten sie folgende Wahlversprechen ab (Biden Harris 2020).

- Rückkehr der USA zum Pariser Übereinkommen (inzwischen erfolgt).
- Erreichen des Netto-null-Ziels bis 2050 durch Investitionen in saubere Energien, Klimaforschung und Innovation.
- Erhöhung der Resilienz der Infrastruktur; die Klimapolitik wird Teil der nationalen Sicherheit.
- Verpflichtung weiterer Länder zu den Klimazielen von Paris; die Ziele der Klimapolitik sollen auch in der Aussenpolitik, u.a. im Aussenhandel, eine wichtige Rolle spielen.
- Soziale Abfederung der Massnahmen.

Angefangen mit der «Clean Energy Revolution», als Teil des «Biden-Harris-Plans», sollen teilweise die gleichen Klimaziele wie im GND verfolgt werden, aber mit einem

¹²⁹ Auch in den USA existiert eine Grüne Partei – mit geringem politischem Einfluss auf nationaler Ebene – die sich dem GND verschrieben hat (*Green Party US 2021*).

Box 14

Das gemeinsame Emissionshandelssystem Kaliforniens und Québecs

Bereits 2006 nahm Kalifornien den «**Global Warming Solutions Act**» an, der 2016 verschärft wurde. Ziel ist es, bis 2030 die THG-Emissionen um 40 % gegenüber 1990 zu senken. Als wichtigstes Instrument wird das 2013 auf Ebene des Bundesstaates eingeführte Emissionshandelssystem angesehen, das 2014 mit jenem der kanadischen Provinz Québec verbunden wurde. Das Programm deckt rund 80 % der THG-Emissionen Kaliforniens und Québecs ab – was rund das Doppelte des EU-EHS ist und gar achtmal mehr als im Schweizer EHS. Es kommt damit dem Ideal eines einzigen preislichen Systems, das die gesamten THG-Emissionen abdeckt, ziemlich nahe.

In vierteljährlichen Auktionen wird – basierend auf dem Absenkpfad – eine immer geringere Anzahl an Zertifikaten versteigert. Dabei gilt ein Mindestpreis, der in regelmässigen Abständen erhöht wird. Der Handel zwischen den Emittenten erfolgt am Sekundärmarkt, Ende 2020 wurde eine Tonne CO₂ mit rund 17 \$ bewertet (was im Vergleich zum EU-EHS rund die Hälfte ist), dies nach einem starken Einbruch zu Beginn der Covid-19-Pandemie im Frühling 2020.

Die grössten teilnehmenden Branchen sind Elektrizitätsunternehmen (45 % aller Zertifikate 2020),

Anbieter von Erdgas (22 %), Raffinerien und Wasserstoff-Produzenten (19 %), Zementwerke (5 %), weitere Industriezweige (5 %) sowie Öl- und Gasproduzenten (4 %). Die THG-Emissionen müssen durch entsprechende Zertifikate abgedeckt sein, dabei können auch mehrere Perioden zusammengerechnet werden, um kurzzeitige Produktionsschwankungen auszugleichen. Maximal 8 % der Emissionen können anstelle von Zertifikaten auch durch THG-mindernde Projekte abgegolten werden. Dabei müssen die Kompensationen in den USA erfolgen und von unabhängiger Stelle zertifiziert werden. Kriterien sind, dass die Projekte zu quantifizierbaren, durchsetzbaren, permanenten, zusätzlichen und verifizierbaren THG-Reduktionen ausserhalb des EHS führen. Im kalifornischen EHS sind Kompensationsprojekte in der Regel günstiger als der Kauf der entsprechenden Anzahl an Zertifikaten. Grund dürfte sein, dass viele US-Gliedstaaten ihr Potenzial für THG-Emissionsminderungen noch nicht so stark ausgeschöpft haben wie Kalifornien. Falls ein Emittent zu wenig Zertifikate (oder Kompensationen) nachweisen kann, muss er die vierfache Menge der Differenz nachträglich beschaffen (State of California 2021).

weniger ambitionierten Zeitplan und zu insgesamt tieferen Kosten. Statt bis 2030 (GND) sollen die USA bis 2050 klimaneutral werden, statt 93 Bio. \$ (GND) sollen die Massnahmen 6,7 Bio. \$ kosten. Mit der Energieproduktion setzt die Administration Biden an einem grossen Hebel an, stammen doch knapp 80 % der Energie der USA aus Kohle, Öl oder Gas. ¹³⁰ Diskutiert wird die Einführung einer CO₂-Steuer, was einem zusätzlichen substanziellen Anwachsen der Staatsschulden entgegenwirken könnte. Linke US-Politiker favorisieren höhere Steuern für vermögende Personen (Investopedia 2020) zur Finanzierung des Staatsinterventionismus in die bestehende Wirtschaftsstruktur.

¹³⁰ Die USA verfügen über grosse Vorkommen fossiler Energieträger. Stellen sie ihre Energieproduktion auf Erneuerbare um und exportieren die fossilen Bodenschätze nicht, wird das grüne Paradoxon (vgl. Kapitel 2.2.5) durchbrochen. Norwegen stellt seine Wirtschaft, insbesondere die Mobilität, rasant auf klimaneutral um, exportiert aber weiterhin Erdöl.

Es ist ein langer Weg zur Klimaneutralität der USA bis 2050 – eine oder auch zwei Amtszeiten eines Präsidenten werden dazu nicht ausreichen. Biden wird Nachfolger brauchen, die am gleichen Strick ziehen. Was aus europäischer Sicht hingegen nicht vergessen werden darf, ist die hohe Unabhängigkeit der Bundesstaaten. Sie hatten in der Vergangenheit immer wieder Gesetze in Kraft gesetzt, die über die Umweltschutzmassnahmen des Bundesstaates hinausgingen (vgl. Box 14).

3.1.6 Das chinesische Emissionshandelssystem

Nach langjährigen Vorbereitungsarbeiten – teilweise mit technischer Unterstützung durch die EU – startete anfangs 2021 das chinesische Emissionshandelssystem auf nationaler Ebene, nach Probephasen in sieben Provinzen und grossen Städten. Es sollen zunächst 2225 Energieproduzenten einbezogen werden, die rund 40 % des chinesischen Gesamtausstosses auf sich vereinen. Kohlekraftwerke ¹³¹ sind in China für rund 60 % der Stromerzeugung verantwortlich, insgesamt emittierte China 2019 knapp 14 Mrd. Tonnen CO₂, was 29 % des globalen THG-Ausstosses entspricht (The Economist 2021). Damit ist China noch vor den USA der weltweit grösste THG-Emittent.

Die Effektivität des chinesischen EHS dürfte anfangs noch gering sein. Denn im Gegensatz zum EU-EHS setzt China (noch) nicht auf über die Zeit sinkende Gesamtemissionen, sondern auf die Erhöhung der Effizienz. So erhalten Kraftwerksbetreiber Anreize, möglichst wenig CO₂ pro produzierte Kilowattstunde Strom auszustossen (ARD 2021; Solarify 2021; Stern 2021). Damit werden die Gesamtemissionen nicht unbedingt sinken. Denn produzieren die dem EHS unterstellten Kohlekraftwerke immer effizienter, gleichzeitig aber auch immer mehr Kilowattstunden, kann die Mengenausdehnung die Effizienzgewinne zunichtemachen oder gar überkompensieren. Zusätzlich dürften die restlichen, nicht vom chinesischen EHS erfassten Teile der Wirtschaft weiterwachsen und mehr emittieren.

Gemäss Ankündigung von Staatspräsident Xi Jinping soll sich das positive Wachstum der THG-Emissionen Chinas spätestens 2030 umkehren, bis 2060 soll das Land klimaneutral werden. Es wird deshalb erwartet, dass die nun eingeführten Regeln bald verschärft und der Geltungsbereich des EHS erweitert werden muss, um die Effektivität der chinesischen Klimapolitik zu erhöhen. Noch ist aber im 2021 verabschiedeten Fünfjahresplan wenig davon zu lesen – der Plan bleibt hinter den eigenen Klimazielen zurück (NZZ 2021a).

131 Die installierte Kapazität von Kohlekraftwerken in China beträgt 1000 948 Megawatt, die zweitplatzierten USA kommen auf 246 187 Megawatt. In Europa stehen die grössten Kapazitäten in Deutschland (44 470 Megawatt) und Polen (30 870 Megawatt) (FAZ 2020).

3.1.7 Globale Lösungen für ein globales Problem

Der Klimawandel ist eine weltweite Herausforderung, deshalb sollte Klimaschutz auch eine globale Verpflichtung sein. Die Staatengemeinschaft hat in den letzten dreissig Jahren wichtige Schritte unternommen, um gemeinsam gegen die Erwärmung anzugehen. Ohne die Erfahrungen aus dem Kyoto-Protokoll, das nur die Industrieländer in die Pflicht nahm, wäre das weltumspannende Pariser Übereinkommen nicht zustande gekommen (Michaelowa et al. 2019). Auf internationaler Ebene nimmt insbesondere die EU mit ihrem Grünen Deal und dem Instrument des EU-EHS eine Vorreiterrolle ein, auch wenn das angewandte Instrumentarium Optimierungsbedarf aufweist.

Ein internationaler Markt für THG-Emissionen könnte bei deren kosteneffizienter Reduktion eine wesentliche Rolle spielen (weitere Ausführungen dazu in Kapitel 4.1). Neben dem EHS der EU/Efta sowie den vorgestellten Mechanismen in Kalifornien/Québec und in China kennen auch Japan, Neuseeland und Südkorea ¹³² ähnliche Systeme (Europäische Kommission 2021e). ¹³³ Eine Grundlage für eine Verknüpfung bestehender und zukünftiger EHS auf nationaler oder subnationaler Ebene ist das Pariser Übereinkommen. Artikel 6 des Übereinkommens sieht die Möglichkeit vor, durch internationalen Handel von Zertifikaten zur Emissionsminderung beizutragen. Dazu soll ein gemeinsames, verlässliches Abrechnungsverfahren entwickelt werden. Wichtige Bedingungen für eine Verknüpfung sind die weitgehende Äquivalenz der EHS (z.B. gleiche Bemessungsbasis für eine Tonne CO₂eq), die Verbindlichkeit der Reduktion und das Vorliegen einer absoluten Obergrenze. Durch die beiden Abkommen mit Peru und Ghana (vgl. Kapitel 4.3.1) nimmt die Schweiz in der internationalen Zusammenarbeit eine Pionierrolle ein.

¹³² Das 2015 eingeführte Emissionshandelssystem Koreas (Korean Emissions Trading Scheme, Kets) erfasst rund 66 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Korea (Europäische Kommission 2021e).

¹³³ Mit Australien hat ein Land eine CO₂-Steuer eingeführt und nach zwei Jahren (2014) bereits wieder abgeschafft (NZZ 2014b), noch bevor das Ganze 2015 – wie geplant – in ein Emissionshandelssystem hätte überführt werden können. Zu politisch umstritten war die Abgabe in einem Land, das auf Kohlekraft setzt und Kohle in grossen Mengen v.a. nach Asien exportiert.

3.2 Aktuelle Schweizer Klimapolitik

Um weltweit den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen – und somit das Ziel des Pariser Übereinkommens zu erfüllen – müssten noch viele Staaten ihre NDC verschärfen (vgl. Abbildung 6). Indem die Schweiz diese Verschärfung bereits Ende 2020 vornahm, hat sie eine Vorreiterrolle eingenommen (vgl. Box 13). Nicht nur bei der Zielsetzung – netto-null bis 2050 –, sondern auch beim Vorgehen zur Verwirklichung, also bei der Wahl und Ausgestaltung der Massnahmen, böte sich der Schweiz die Möglichkeit, international eine Vorbildfunktion einzunehmen. Aus diesem Grund widmet sich die zweite Hälfte dieses Kapitels der aktuellen inländischen Klimapolitik. Zunächst wird die rechtliche Grundlage, das aktuelle CO₂-Gesetz, vorgestellt (3.2.1). Anschliessend werden **vier Kriterien einer liberalen Klimapolitik** formuliert und erläutert (3.2.2), um dann nach einer – vorerst wertungsfreien – Beschreibung der Massnahmen des CO₂-Gesetzes (3.2.3) diese beispielhaft anhand der formulierten Kriterien zu bewerten und miteinander zu vergleichen (3.2.4).

3.2.1 Die Klimaziele des CO₂-Gesetzes

Das CO₂-Gesetz trat im Jahr 2000 in Kraft und diente der Verankerung und Umsetzung der Ziele, zu denen sich die Schweiz im Rahmen des Kyoto-Protokolls für den Zeitraum 2008–2012 verpflichtet hatte. Eine revidierte Fassung war seit 2013 in Kraft und galt bis Ende 2020, was zugleich der zweiten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls entspricht. Im Rahmen des Pariser Übereinkommens wurde im September 2020 die Totalrevision des Gesetzes vom Parlament verabschiedet, das wiederum die Zeitspanne bis 2030 abdecken soll.

Bis 2012 galt es, die jährlichen THG-Emissionen um 10 % gegenüber 1990 zu senken, ¹³⁴ 2020 sollte eine Reduktion um 20 % erzielt werden, ¹³⁵ und für 2030 sind 50 % Reduktion gegenüber 1990 vorgesehen. 2050 soll der THG-Ausstoss schliesslich bei netto-null liegen – das heisst, ab diesem Zeitpunkt dürfen nur noch so viele Emissionen ausgestossen werden, wie über technische Massnahmen oder Massnahmen zu Veränderung der Landnutzung der Atmosphäre entzogen werden können.

Der Verlauf des Reduktionpfads wirft Fragen auf: Als sich die Schweiz 1997 zum 10 %-Ziel verpflichtete, lagen die Emissionen bereits bei 97,8 % gegenüber 1990. Somit war bloss noch eine Reduktion um 7,8 % erforderlich. Diese wurde erreicht. ¹³⁶ Für 2013–2020 war dann eine Reduktion um weitere 10 % gefordert. Obwohl auch dieses

¹³⁴ Für die 1. Kyoto-Verpflichtungsperiode von 2008–2012 entspricht dies einer Reduktion des mittleren jährlichen Ausstosses um 8 %.

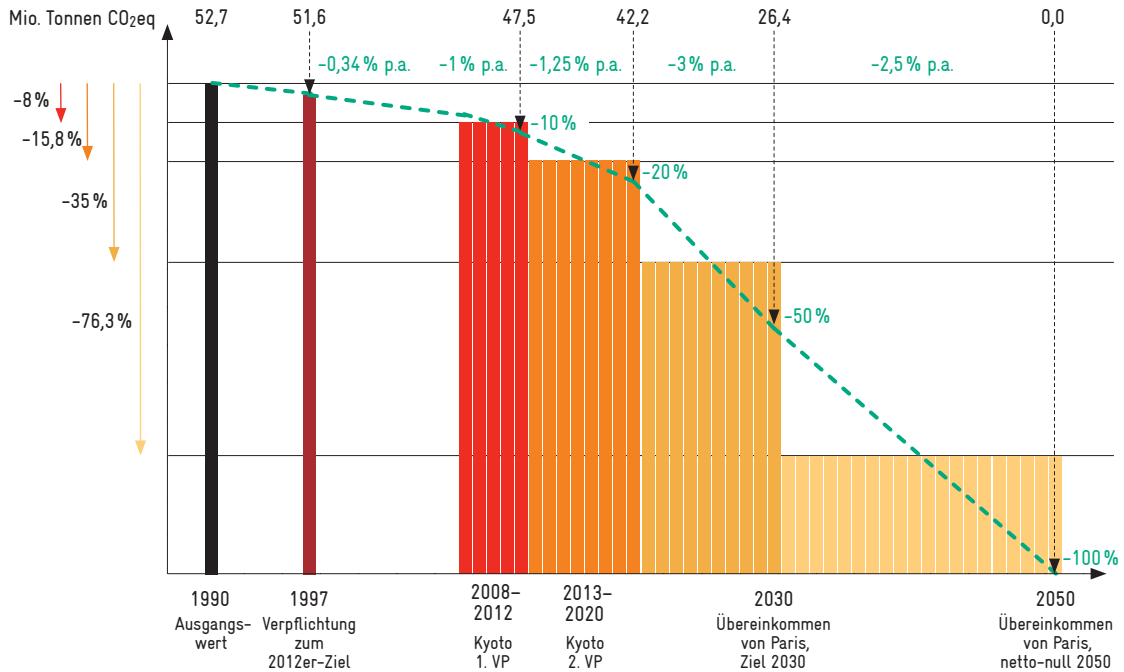
¹³⁵ Für die 2. Kyoto-Verpflichtungsperiode von 2013–2020 entspricht dies einer Reduktion des mittleren jährlichen Ausstosses um 15,8 %.

¹³⁶ Das Ziel wurde um 0,4 Prozentpunkte übererfüllt.

Abbildung 25

Reduktionspfad der Schweiz

Der Reduktionspfad der Schweiz kann in vier Perioden unterteilt werden. Die beiden Verpflichtungsperioden (VP) im Rahmen des Kyoto-Protokolls und die beiden kommunizierten Ziele für 2030 bzw. 2050 im Rahmen des Übereinkommens von Paris. Die höchsten Reduktionsleistungen pro Jahr stehen noch an.



Quelle: Eigene Darstellung, Bafu (2020c)

Ziel nicht gerade ambitioniert scheint, erwähnte das Bafu noch im Dezember 2020, es würde voraussichtlich verfehlt (Bafu 2020c). Sollte es doch erreicht werden, dann nur dank dem Corona-Effekt. ¹³⁷ Bis 2030 wäre hingegen eine weitere Reduktion um (mindestens) 30 % nötig, um die Emissionen gegenüber 1990 wie angepeilt zu halbieren. Das ist im Vergleich zum bisher Erreichten ein äusserst ambitioniertes Ziel.

Das CO₂-Gesetz bestimmt die Massnahmen, mit denen diese Ziele erreicht werden sollen. Klimainstrumente wie die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, das Gebäudeprogramm, der Emissionshandel sowie das Kompensationsprogramm für Treibstoffe wurden schon mit dem ursprünglichen CO₂-Gesetz eingeführt, galten aber anfänglich nur für CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Brenn- und Treibstoffe. Im revidierten Gesetz wurde dies auf nicht energetisch bedingte CO₂-Emissionen (inkl. Emissionen von Raffinerien), auf die Abfallverwertung und -verbrennung sowie

¹³⁷ An der Erreichung der angestrebten Reduktion um 15,8 % (vgl. vorherige Fussnoten) gemäss zweiter Kyoto-Verpflichtungsperiode dürfte hingegen auch Corona wenig ändern, denn dieses Ziel bezieht sich auf einen mehrjährigen Durchschnitt.

auf alle weiteren Treibhausgase ausgeweitet (Bafu 2020d). Zudem wurden die bestehenden Instrumente angepasst und die CO₂-Emissionsvorschriften für Neuwagen eingeführt. Für 2021–2030 sieht die aktuelle Totalrevision weitere Anpassungen vor (vgl. Kapitel 4.3.2).

Die Massnahmen im CO₂-Gesetz betreffen vor allem die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie. Diese machten 2018 zusammen 80% des inländischen THG-Ausstosses aus:

- Durch den Verkehr werden 32,4 % (15 Mio. Tonnen CO₂eq) emittiert. Davon stammen 94% aus dem Strassenverkehr, wovon wiederum 74 % von Personenwagen ausgestossen werden (entsprechend also 22,6 % der gesamten THG-Emissionen) (Bafu 2020e). Die beim Verkehr ansetzenden Klimainstrumente sind die CO₂-Emissionsvorschriften und die Kompensationspflicht.
- Aus dem Gebäudesektor kommen 24,7 % der Emissionen (11,2 Mio. Tonnen CO₂eq), unterteilt in Haushalte (17 %) und Dienstleistungen (7,7 %). Die Emissionen sind hauptsächlich auf die Beheizung der Wohnflächen und Liegenschaften zurückzuführen (Bafu 2020c). 37 % der Energiebezugsfläche ¹³⁸ werden mit Heizöl und 26 % mit Erdgas geheizt, während Wärmepumpen nur für 17 % und Holz für 10 % verantwortlich sind (Infras et al. 2019). Die Klimainstrumente dafür sind das Gebäudeprogramm und die CO₂-Abgabe.
- Die Industrie kommt auf einen Anteil von 24 % (11 Mio. Tonnen CO₂eq). Etwa die Hälfte davon ist auf den Energieverbrauch der herstellenden Industrie und des Baugewerbes zurückzuführen, ein Drittel wird von Kehrrichtverwertungsanlagen, Fernwärmeerzeugung und Raffinerien ausgestossen. Die restlichen Emissionen entstehen bei der Zementherstellung und in der chemischen Industrie. 71 % der verbrauchten Brennstoffmengen im Industriesektor werden für die Gewinnung von Prozesswärme benutzt. Das Klimainstrument dafür ist vor allem das EHS, doch auch die CO₂-Abgabe deckt einen Teil ab.

Ein Bereich, der bezeichnenderweise fehlt, ist die Landwirtschaft – obwohl dieser Sektor mit 6,6 Mio. Tonnen CO₂eq (14 %) der viertgrösste Emittent ist (Bafu 2020c). Die Verminderung von THG-Emissionen aus der Landwirtschaft sollte – so die Absicht – durch die Landwirtschaftsgesetzgebung geregelt werden. Im Februar 2020 wurde die Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik ab 2022 (AP22+) verabschiedet, die eine Reduktion des THG-Ausstosses bezweckt und die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft hätte abfedern sollen. Allerdings wurde die AP22+ im März 2021 durch das Parlament sistiert (Dümmli 2021; Schweizer Parlament 2020). Die Zukunft des Klimaschutzes im Bereich der Landwirtschaft ist somit ungewiss.

¹³⁸ Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.

Box 15

Die Schweizer Klimaanstrengungen im internationalen Vergleich

Im neuesten «Climate Change Performance Index» befindet sich die Schweiz auf Rang 14 (Germanwatch 2021). Im Index werden 57 Länder (plus die EU), die zusammen für 90% des Ausstosses von Klimagasen verantwortlich sind, hinsichtlich ihrer Klimapolitik bewertet. Methodisch ist das Vorgehen für die Rangierung zumindest fragwürdig. So wurden beispielsweise die Ränge 1 bis 3 nicht vergeben, da nach Ansicht der Autoren keines der Länder sehr gut abschnitt. ¹³⁹ Spitzenreiter auf Platz vier ist Schweden, gefolgt vom Vereinigten Königreich und Dänemark. Am Ende der Rangierung befinden sich abgeschlagen die USA. Die Betrachtung der vier Subindikatoren zeigt eine nur mittlere Zufriedenheit mit der Schweiz beim Anteil erneuerbarer Energien, trotz des hohen Anteils an Wasserkraft. Länder wie Brasilien, China oder Indien rangieren in diesem Subindikator vor der Schweiz. Ein Grund dürfte sein, dass mehrere verwendete Kennzahlen in Wirklichkeit beinahe das Gleiche messen, was die Rangierung beeinflusst.

Bereits mit den heute implementierten Massnahmen gehört die Schweiz international zum vordersten Drittel der Staaten, die den Klimawandel bekämpfen. ¹⁴⁰ Mit den jüngst geplanten Massnahmen – dies sagt noch nichts über deren Effizienz aus (vgl. s. 138) – sollte sich die Schweiz weiter verbessern (Bafu 2018b; Uno 2020). Ob es gelingt, die anvisierten Reduktionsziele in Zukunft auch tatsächlich zu erreichen, ist eine andere Frage.

Im breiter gefassten «Global Sustainable Competitiveness Index», der nicht nur die Klimapolitik, sondern die Nachhaltigkeit eines Landes anhand von 127 Kennzahlen bewertet, wird die Schweiz auf Platz fünf gelistet (Solability 2020). Führend sind skandinavische Länder, die USA rangieren auf Platz 32, China auf 39 von 180 untersuchten Ländern. Betrachtet man die Subindikatoren, schneidet die Schweiz am schlechtesten bei der Verfügbarkeit und Nutzung der natürlichen Ressourcen ab (Platz 87), bei der Effizienz des Ressourceneinsatzes erreicht sie immerhin Rang 11 (USA 117, China 158).

3.2.2 Kriterien für zukünftige klimapolitische Massnahmen

Auch im Falle einer Annahme des totalrevidierten CO₂-Gesetzes in der Volksabstimmung vom 13. Juni 2021 ist nicht davon auszugehen, dass die Diskussionen rund um die Klimathematik verstummen. Die Schweiz hat sich bis 2050 ein ehrgeiziges Ziel gesteckt. Da auch die Totalrevision nicht den ganzen Zeitraum bis dorthin abdeckt, werden weitere Anpassungen nötig sein, was wieder zu intensiven Debatten führen wird. Um netto-null bis 2050 zu erreichen, muss die Schweiz auf jene Massnahmen setzen, die zu einer langfristigen, nachhaltigen Reduktion führen und bezahlbar sind. Jede neue Massnahme sollte daher anhand transparenter Kriterien auf ihre langfristige Leistungsfähigkeit geprüft werden. Eine liberale Klimapolitik sollte folgende Anforderungen erfüllen:

¹³⁹ Interessant ist die Liste der einbezogenen Experten je Land. Für die Schweiz lieferten Vertreter von Alliance Sud und Greenpeace Daten und Einschätzungen (Germanwatch 2021). Es ist deshalb schwierig, nicht auch eine ideologische Färbung der Schweizer Befunde zu erkennen.

¹⁴⁰ So gehört die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen mit ihren 96 Fr. pro Tonne CO₂ zu den höchsten Preisen des Klimagases weltweit (Stavins 2019). Mit dem revidierten CO₂-Gesetz könnte der Abgabesatz sogar auf bis zu 210 Fr. angehoben werden.

- 01_ Sie sollte **effektiv** sein, also auch wirklich eine Reduktion der THG-Emissionen erzielen.
- 02_ Sie sollte **effizient** sein, also mit gegebenem Mitteleinsatz das Maximum erreichen.
- 03_ Sie sollte (zumindest vom Grundkonzept her) **Kostenwahrheit** herstellen.
- 04_ Sie sollte die **Technologieneutralität** wahren.

Während die ersten beiden Anforderungen Gebote der ökonomischen Vernunft sind, entsprechen die Herstellung von Kostenwahrheit und die Wahrung der Technologieneutralität klassisch liberalen Forderungen.

Natürlich gibt es auch zusätzliche, fallweise wichtige Kriterien. Sie werden im weiteren Verlauf der Analyse nicht systematisch ausgewertet und sind daher hier nur kurz umrissen.

- Die **Umverteilungswirkung** hat viele Facetten: Umverteilung zwischen den Einkommensklassen, innerhalb und zwischen Wirtschaftssektoren, bei multilateralen Instrumenten sogar zwischen Ländern – und, nicht zuletzt, intertemporal, also zwischen Generationen. Sie ist einerseits davon abhängig, ob die zur Diskussion stehende Massnahme Einnahmen generiert und wie diese (rück-) verteilt werden. Gleichermassen müssen die Vermeidungskosten betrachtet werden: Wer trägt sie, und wie werden sie auf andere Akteure überwältzt? Das Kriterium «Umverteilungswirkung» ist ernst zu nehmen – insbesondere da es ausschlaggebend für die politische Umsetzbarkeit einer Massnahme ist. Genau aus diesem Grund muss die Notwendigkeit seiner Berücksichtigung hier nicht betont werden – denn es besteht nicht die geringste Gefahr, dass dieses Kriterium in der politischen Debatte vernachlässigt würde.
- Die Diskussion der **Innovationsanreize** tangiert verschiedene der oben genannten Kriterien, in erster Linie natürlich die Technologieneutralität: Gibt der Staat vor, mit welcher Technologie ein Ziel erreicht werden soll – oder welche Technologien nicht mehr weiterverfolgt werden dürfen – sind damit ebenso die Innovationsanreize eingeschränkt. Reine Emissionsauflagen hingegen sind an sich ebenso technologieneutral wie eine THG-Bepreisung, doch ihre Innovationsanreize können geringer ausfallen, denn sie schaffen für Akteure, die die Auflagen ohnehin schon erfüllen, keinerlei zusätzlichen Verbesserungsanreiz. Das wiederum könnte die Effektivität des Instruments beeinträchtigen.
- Ebenfalls sollte sich der Gesetzgeber Gedanken machen, ob mit einer Massnahme **unbeabsichtigte Fehlanreize** verbunden sein könnten. Zum Beispiel könnten zu hohe regulatorische Anforderungen für neue industrielle Anlagen dazu führen, dass alte (schmutzigere) Anlagen umso länger betrieben werden.
- Anzustreben ist zudem eine **ausgeglichene Wettbewerbswirkung**: Zwischen verschiedenen Emittenten sollte keine Ungleichbehandlung resultieren.

Doch zurück zu den vier erstgenannten Kriterien. Sie werden auf den folgenden Seiten erläutert und anschliessend auf das bisherige CO₂-Gesetz angewendet.

Effektivität

Eine Massnahme sollte in erster Linie danach beurteilt werden, in welchem Ausmass sie zu einer Reduktion der THG-Emissionen führt. Ihre Effektivität lässt sich – zur weiteren Veranschaulichung – in zwei Komponenten zerlegen:

- Welcher Anteil des (inländischen) THG-Ausstoss wird damit abgedeckt? Diese Komponente wird im weiteren Verlauf als «**Scope**» bezeichnen. Figurativ könnte man von der Grösse des betätigten Hebels sprechen.
- Welche Verringerung der THG-Emissionen erzielt die Massnahme gemessen am Scope, an dem sie ansetzt? Diese Komponente wird im weiteren Verlauf als «**Scale**» bezeichnet. Hier wird also die Frage beantwortet, wie weit dieser Hebel umgelegt wird. Die Ermittlung des Reduktionsbeitrages einer Massnahme kann schwierig sein, denn manchmal ist es nicht einfach abzugrenzen, ob die beobachtete Reduktion tatsächlich kausal auf die Massnahme zurückzuführen ist oder ob sie massgeblich von anderen Faktoren (andere Klimainstrumente, exogene Einflüsse) beeinflusst wurde.

Die mathematischen Definitionen der beiden Komponenten lauten:

- **Scope** = Durch das Instrument abgedeckte Emissionen in % der Gesamtemissionen
- **Scale** = Emissionsreduktion in % der durch das Instrument abgedeckten Emissionen

Die Effektivität ist folglich das Produkt aus Scope und Scale. Sie entspricht der Emissionsreduktion in Prozent der Gesamtemissionen.

Der alleinige Nachweis der Effektivität einer Massnahme ist allerdings noch bei weitem kein Garant dafür, dass diese gesamtgesellschaftlich wünschenswert ist. Die folgenden drei Kriterien sind darum nicht minder wichtig.

Effizienz

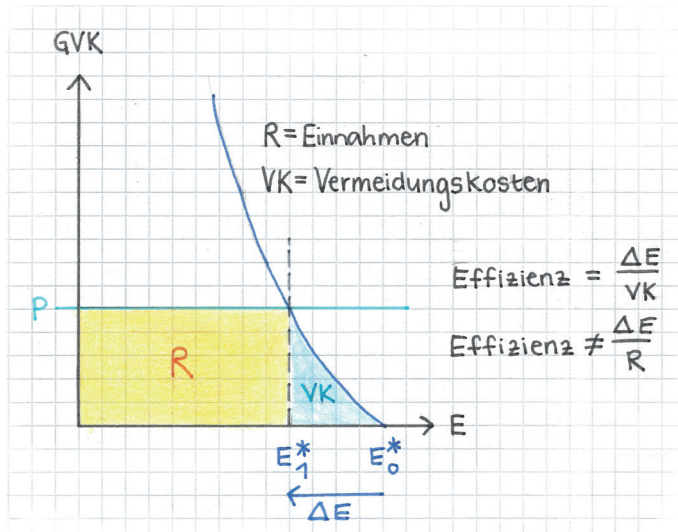
Beim Kriterium der Effizienz lautet die Frage, welche THG-Reduktion ein Instrument pro eingesetztem Franken erreicht. Sie beschreibt also das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Die Effizienz steht der Effektivität – v.a. dem Aspekt «Scale» – nahe: Wird fast keine THG-Reduktion erreicht (geringe Effektivität), dürfte das Kriterium Effizienz schwierig zu erfüllen sein – ausser die Massnahme ist sehr günstig.

Allerdings ist die Effizienz auch als alleinstehendes Kriterium wichtig zu berücksichtigen. In der Klimadebatte wird oft auf die Dringlichkeit des Themas verwiesen, verbunden mit der Aussage, dass keine Kosten zu hoch seien, um den Klimawandel möglichst sofort zu stoppen. Die Dringlichkeit berechtigt durchaus zu erhöhten Bemühungen. Sie berechtigt aber keineswegs dazu, Mittel in schlecht konzipierte Massnahmen zu investieren und damit Geld zu verschwenden. Gerade weil das Thema dringlich ist, ist es wichtig, dass jeder Franken einen möglichst hohen Reduktionsertrag liefert.

Abbildung 26

Lenkungsabgabe: Vermeidungskosten vs. Einnahmenvolumen

Die blaue Kurve zeigt die Grenzvermeidungskosten, also jene Kosten, die die Vermeidung einer zusätzlichen Tonne CO₂eq verursacht (vgl. Abbildung 18). Bei einem Preis P entspricht der Ertrag aus der Lenkungsabgabe dem Produkt aus neuem gleichgewichtigem THG-Ausstoss (E_1^*) und Preis pro Tonne CO₂eq. Geometrisch entspricht das der Fläche des Rechtecks mit der Breite E_1^* und der Höhe P (jeweils vom Ursprung her). Die Vermeidungskosten entsprechen hingegen der Fläche VK.



Quelle: Eigene Darstellung

Des Weiteren ist aus volkswirtschaftlicher Perspektive jede Massnahme mit Opportunitätskosten verbunden: Ressourcen, die für Klimamassnahmen verwendet werden, können nicht mehr in anderen Bereichen (z.B. Bildung, Gesundheit) eingesetzt werden. Auch deshalb ist es wichtig, eine Klimamassnahme möglichst effizient auszugestalten. Ganz allgemein sollten verfügbare Mittel dort eingesetzt werden, wo sie den höchsten gesellschaftlichen Nutzen generieren können (vgl. Kapitel 2.3.2).

Neben den THG-Einsparungen (vgl. Effektivität) ist für die Beurteilung der Effizienz die Ermittlung der Emissionsvermeidungskosten nötig. In gewissen Fällen ist das relativ einfach: Die Kosten einer Wärmesanierung werden buchhalterisch explizit festgehalten. In anderen Fällen ist es deutlich komplizierter oder kann sogar zu Fehlschlüssen führen: Bei einer CO₂-Lenkungsabgabe wäre man beispielsweise versucht, die Einnahmen aus der Lenkungsabgabe als die «Kosten» zu werten. Diese Einnahmen entsprechen jedoch weder den Vermeidungskosten, noch sind sie Kosten im volkswirtschaftlichen Sinn, denn sie sollten ja – im besseren Fall – an die Bevölkerung zurückverteilt werden (vgl. Kapitel 2.2.4). Die Abbildung 26 illustriert den Unterschied zwischen Vermeidungskosten und Volumen der Lenkungsabgabe.

Eine Bepreisung der THG ist in der Theorie immer effizient, da sie eine Angleichung der Grenzvermeidungskosten der diversen Akteure ermöglicht, was bedeutet, dass die Emissionen genau da reduziert werden, wo sie am günstigsten reduziert werden kön-

nen (vgl. Ausführungen in Kapitel 2.2.1 mit Abbildung 18). In der Praxis kann hingegen die Effizienz auch bei preislichen Mechanismen geringer ausfallen als im Optimum – zum Beispiel, weil die Akteure Informationsdefizite haben oder nicht strikt rational handeln.

Tendenziell eine geringe Effizienz weisen Massnahmen auf, die nicht direkt beim eigentlichen THG-Ausstoss (bzw. beim fossilen Energieträger) ansetzen, sondern eher einen Gegenstand besteuern. Ein Beispiel ist die Besteuerung von Autos mit hohen Emissionswerten (vgl. S. 153f): Ein Sportwagen kann einen noch so hohen Benzinverbrauch haben – solange er nur in der Garage steht, emittiert er kein CO₂. Einmal gekauft, liefert diese Besteuerung wiederum keinerlei Anreiz, Benzin zu sparen. Solche Massnahmen decken also oft nur einen (von vielen) Aspekten des Verhaltens von Konsumenten und Produzenten ab, worunter typischerweise ihre Effizienz leidet.

Kostenwahrheit

Ein drittes Kriterium, und zugleich Kernelement einer liberalen Klimapolitik, ist die Kostenwahrheit. Mit ihr wird erreicht, dass der Verursacher einer negativen Externalität, also in diesem Fall der THG-Emissionen (bzw. deren künftiger Klimawirkungen), jene Kosten trägt, die ansonsten der (künftigen) Gesellschaft aufgebürdet würden. Man spricht hier von der Internalisierung externer Kosten. Ohne sie werden zu viele THG ausgestossen (vgl. Kapitel 2.2.1).

Dass nicht-preisliche Massnahmen keine Kostenwahrheit herstellen, liegt auf der Hand. Gebote bzw. Verbote verpflichten einfach zu einer Handlung bzw. untersagen sie. Damit mögen möglicherweise THG-Emissionen in nennenswertem Umfang vermieden werden, und es ist nicht a priori ausgeschlossen, dass diese Vermeidung in gewissen Fällen sogar effizient ist. Aber eine Angleichung von privaten und sozialen Grenzkosten und damit die Herstellung von Kostenwahrheit wird nicht erreicht.

Schwieriger ist das Urteil bei preislichen Massnahmen: Da die Schätzungen für den gesellschaftlichen Schaden einer Tonne CO₂eq enorm divergieren (vgl. Kapitel 2.2.2), lässt sich kaum beurteilen, was ein richtiger und was ein falscher (zu hoher oder zu tiefer) Preis ist. Klar ist: Unter zu niedrigen Preisen leidet die Effektivität einer Massnahme, unter zu hohen die Effizienz. ¹⁴¹ Weltweit einheitlich zu hohe Preise (ein eher unwahrscheinliches Szenario) würden wiederum bedeuten, dass die Gesellschaft heute zu hohe Opfer auf sich nimmt, um den Klimawandel zu bremsen.

Als preisliche Massnahme gilt auch die Subvention. Sie stellt jedoch keine Kostenwahrheit her, sondern schafft – ganz im Gegenteil – Kostenunwahrheit auf beiden Seiten (subventionierte CO₂-arme Technologie einerseits, nicht-besteuerte CO₂-intensive Technologie andererseits) (vgl. S. 89f).

¹⁴¹ Zumindest insofern, als die Grenzvermeidungskosten bei sehr hohen CO₂-Preisen ebenfalls entsprechend hoch ausfallen, womit die Wahrscheinlichkeit gross ist, dass sich in anderen Sektoren oder gar anderen Ländern (mit niedrigeren oder gar keinen CO₂-Preisen) Emissionen deutlich günstiger reduzieren lassen würden.

Technologieneutralität

Eine Massnahme soll nicht bestimmte Technologien per se bevorteilen, benachteiligen oder gar verbieten. Die Politik sollte nur das Ziel vorgeben, das mit der Massnahme erreicht werden soll. Der Weg dorthin, besonders die Wahl der am besten geeigneten Technologie, ist den betroffenen Akteuren zu überlassen. Der Wettbewerb fördert Innovationen, von denen sich schliesslich jene durchsetzen, die am effizientesten und effektivsten wirken. Der Vorteil ist dabei, dass damit nicht schon im voraus von zentraler Instanz antizipiert werden muss, welche das sein könnten. Viele Technologien befinden sich noch im Entwicklungsstadium oder sind noch nicht ausgereift genug, um auf breiter Ebene angewendet zu werden. Keine Regierung der Welt, sei sie auch noch so gut organisiert, kann so viel zentralisiertes Wissen haben, um zu beurteilen, ob diese oder jene Technologie in Zukunft unsere THG-Probleme lösen wird. Zudem können sich auch die besten Prognosen gegenüber der realen Entwicklung als falsch erweisen. Eine Verletzung des Prinzips der Technologieneutralität erhöht die Gefahr, dass die Effizienz der Massnahme suboptimal ausfällt.

Die Technologieneutralität wird besonders häufig bei kleineren, isolierten Staatseingriffen verletzt. Oft sind das industriepolitische Massnahmen, die der Staat unter dem Deckmantel des Klimaschutzes oder allgemein der Ökologie ergreift. Ein solchermaßen staatlich verzerrter Wettbewerb schafft Hürden, die es alternativen Technologien erschweren, auf den Markt zu kommen. Dies gilt allerdings auch in die andere Richtung: Ohne preisliche Korrektur – hier kommt die Kostenwahrheit wieder ins Spiel – haben fossile Energieträger einen ungerechtfertigten Wettbewerbsvorteil gegenüber CO₂-neutralen Energieformen.

3.2.3 Die Massnahmen des bisherigen CO₂-Gesetzes

Eine Auswertung der eben genannten Kriterien wird im Kapitel 3.2.4 beispielhaft für die Massnahmen des bisherigen CO₂-Gesetzes durchgeführt. Vorab werden diese darum kurz erläutert.

CO₂-Abgabe

Die CO₂-Abgabe wird seit 2008 auf fossile Brennstoffe wie Heizöl, Erdgas, Kohle oder Petrolkoks erhoben. Die CO₂-Abgabe wird nicht (wie fälschlicherweise oft angenommen) auf Treibstoffe wie Diesel und Benzin erhoben (GFS Zürich 2020). Diese wurden aus politischen Gründen von der Abgabe ausgenommen und fallen stattdessen unter die Kompensationspflicht (vgl. S. 144f). Ebenso wenig wird die Abgabe auf Holz und Biomasse erhoben: Diese Energieträger sind CO₂-neutral, da sie Bestandteil des normalen Kohlenstoffkreislaufes sind (vgl. Box 2), ¹⁴²

142 Bei Holz gilt dies selbstverständlich nur, wenn ein gefälltter Baum mit einem neuen ersetzt wird. Dabei muss auch die Biomasse des neuen Baums einigermassen gleichwertig sein, damit die Neutralität gewährleistet ist.

Die CO₂-Abgabe ist explizit als Lenkungsabgabe ausgestaltet. Sie beabsichtigt also nicht in erster Linie die Herstellung von Kostenwahrheit, sondern will lenken: Wenn gewisse Zwischenziele eines vorab definierten Absenkpfadens verfehlt worden sind, wird der Abgabesatz automatisch erhöht. Das passierte seit ihrer Einführung bereits vier Mal. Seit 2018 liegt der Abgabesatz bei 96 Fr. pro Tonne CO₂. Immerhin konnte der CO₂-Ausstoss aus Brennstoffen bis 2020 genügend reduziert werden, um den bisherigen Maximalsatz von 120 Fr. pro Tonne zu vermeiden (Bafu 2020f). Die Einnahmen aus der Abgabe werden zu zwei Dritteln an die Bevölkerung (gleichmässig pro Kopf) und die Wirtschaft (proportional zur Lohnsumme) zurückverteilt. Der Rest der Einnahmen fliesst in das Gebäudeprogramm und den Technologiefonds (siehe Gebäudeprogramm/Technologiefonds).

Für gewisse Unternehmen besteht die Möglichkeit, sich von der CO₂-Abgabe zu befreien: entweder mit der Teilnahme am Emissionshandel (siehe unten) oder mit einer Verminderungsverpflichtung («nonEHS Befreiung»). Letztere kann auf Gesuch vom Bund genehmigt werden, wenn sich Unternehmen dazu verpflichten, ihre THG kontinuierlich zu senken.

Emissionshandelssystem (EHS)

Das EHS ist ein Mengensteuerungsinstrument nach dem «Cap-and-Trade»-Prinzip. Es fungiert als Alternative zur CO₂-Abgabe: THG-intensive Unternehmen können sich je Wirtschaftszweig (und der Gesamtfeuerungswärmeleistung ihrer Anlagen) von der Abgabe befreien und stattdessen am EHS teilnehmen. Für Firmen mit einer Wärmeleistung über 20 MW ¹⁴³ ist die Teilnahme am EHS allerdings obligatorisch. ¹⁴⁴ Seit 2020 ist das Schweizer EHS mit demjenigen der EU verknüpft. Seither sind auch in- und ausländische Betreiber von Luftfahrzeugen, die Flüge im Inland oder aus der Schweiz in den EWR durchführen, zur Teilnahme verpflichtet (Bafu 2019b).

Das Schweizer EHS funktioniert ähnlich wie das der EU (vgl. Kapitel 3.1.4): Es gibt eine Obergrenze an Zertifikaten – in der Schweiz Emissionsrechte genannt – die im Laufe der Zeit herabgesetzt wird. Der lineare Kürzungsfaktor ist derselbe wie im EU-EHS (bisher: 1,74 %; ab 2021: 2,2 %) und die – kostenlose – Verteilung erfolgt anhand derselben Benchmarks. ¹⁴⁵ Am Ende des Jahres muss jeder Teilnehmer seinen CO₂-Ausstoss mit Emissionsrechten abdecken können und diese ans Bafu abgeben. Genügen die zugeteilten Zertifikate nicht oder zeichnen sich Überschüsse ab, können Teilnehmer untereinander handeln. Bis Ende 2020 war es möglich, die Abgabepflicht bis zu einem gewissen Grad mithilfe ausländischer Emissionsminderungszertifikaten (CER)

¹⁴³ Für einige Wirtschaftszweige sind separate Schwellen im Anhang 6 der CO₂-Verordnung definiert (SR 641.711 2013).

¹⁴⁴ Diese haben auch nicht die Option, stattdessen eine Verminderungsverpflichtung einzugehen.

¹⁴⁵ Die Benchmarks wurden dabei von der EU übernommen und basieren auf den Daten der THG-effizientesten 10 % der relevanten Produktionsbetriebe in der EU («Best Available Technology», vgl. Kapitel 3.1.4).

zu erfüllen, die unter dem Kyoto-Protokoll im Rahmen der CDM mit Entwicklungsländern erworben werden konnten (vgl. Box 12 und S. 122f). Diese Möglichkeit wurde aber mit der Verknüpfung der EHS der Schweiz und der EU abgeschafft (Bafu 2019b). Die globale Komponente des Handels mit Emissionsrechten wurde also eliminiert, stattdessen wurde die europäische gestärkt.

Gebäudeprogramm

Mit dem Gebäudeprogramm werden seit 2010 Sanierungen an der Gebäudehülle, Investitionen in erneuerbare Energien, die Abwärmenutzung und die Optimierung der Gebäudetechnik subventioniert. Seit 2018 werden auch Geothermie-Projekte unterstützt. Das Programm wird mit einem Drittel der Einnahmen der CO₂-Abgabe oder maximal 450 Mio. Fr. pro Jahr ¹⁴⁶ finanziert (Das Gebäudeprogramm 2019). Nicht verwendete Mittel werden zusammen mit den restlichen Einnahmen der CO₂-Abgabe an die Bevölkerung zurückverteilt. Seit 2017 werden die zweckgebundenen Mittel aus der CO₂-Abgabe direkt in Form von Globalbeiträgen an die Kantone ausbezahlt, damit diese die Fördermittel «effizient, nachfrageorientiert und kantonsspezifisch» einsetzen können (Nufer 2017). Die Globalbeiträge bestehen aus einem Sockelbeitrag pro Einwohner und einem Ergänzungsbeitrag. Der Sockelbeitrag wird an alle Kantone verteilt, während der Ergänzungsbeitrag nur an die Kantone geht, die ein eigenes Förderprogramm ¹⁴⁷ im Gebäudeenergiebereich haben (BFE 2020a).

CO₂-Emissionsvorschriften für Fahrzeuge

Die CO₂-Emissionsvorschriften gelten für sämtliche Neuwagen (Personenwagen, Lieferwagen und leichte Sattelschlepper), die zum ersten Mal in der Schweiz in Verkehr gesetzt werden. Vorgegeben wird, wie viele Gramm CO₂ Fahrzeuge im Flottendurchschnitt pro Kilometer maximal ausstossen dürfen. In der Pflicht stehen nicht nur professionelle Importeure, sondern auch Private, die ein neues Fahrzeug in die Schweiz einführen. ¹⁴⁸ Die Zielwerte werden regelmässig gesenkt und sollen so zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen im Verkehr führen.

Für Personenwagen wurden die Vorschriften analog zur EU im Jahr 2012 eingeführt. Der Zeitraum bis 2014 galt als Einführungsphase, während der nur ein Teil der Fahrzeugflotte den Zielwert erreichen musste («Phasing-in»), seither wurde der Geltungsbereich erweitert. ¹⁴⁹ Die Flottenbilanz kann aufgebessert werden, indem besonders effiziente Fahrzeuge (hauptsächlich Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride) mit

¹⁴⁶ Dieses Maximum wird nicht zwingend ausgeschöpft: 2019 beliefen sich die Einnahmen der CO₂-Abgabe auf ca. 1,2 Mrd. Fr., die Ausgaben für das Gebäudeprogramm im selben Jahr betrugen 265 Mio. Fr. (Bafu 2020f; Das Gebäudeprogramm 2019).

¹⁴⁷ Diese Förderprogramme müssen dem HFM der Kantone entsprechen, siehe dazu Fussnote 155 (S. 147). Zudem müssen Kantone zusätzliche Mittel in der Höhe von min. 50 % des Ergänzungsbeitrages beitragen, um diesen zu erhalten.

¹⁴⁸ In der EU stehen – aufgrund der ansässigen Autoindustrie – direkt die Hersteller in der Pflicht.

¹⁴⁹ Für Lieferwagen und leichte Sattelschlepper gelten beispielsweise seit 2020 entsprechende Vorschriften.

einem CO₂-Ausstoss von weniger als 50 Gramm pro Kilometer importiert werden. Diese können mehrfach angerechnet werden – der sogenannte «Supercredit» beträgt für das Jahr 2021 1,67 und wird 2022 auf 1,33 gesenkt.

Im Jahr 2020 lag der Zielwert für Personenwagen bei 95g CO₂/km ¹⁵⁰ und für Lieferwagen bei 147 g CO₂/km. Anfang 2021 erfolgte eine Umstellung auf einen neuen Fahrzyklus ¹⁵¹ zur Ermittlung des Testverbrauchs (Liter/100km). Dieser liefert realitätsnähere (und höhere) Verbrauchswerte, weshalb auch die CO₂-Zielwerte angepasst wurden. Sie liegen nun bei aktuell 118 g/km für Personenwagen und bei 186 g/km für Lieferwagen und leichte Sattelschlepper (BFE 2020b). Auf Basis dieser Zielwerte werden Zielvorgaben für die Flotten der Importeure berechnet. Wird die Zielvorgabe nicht erreicht, ist eine Sanktion pro Gramm Zielüberschreitung für alle im jeweiligen Kalenderjahr neu zugelassenen Fahrzeuge fällig. Die Sanktionsbeträge werden jährlich angepasst und stützen sich auf die in der EU geltenden Beträge. Aktuell liegt der Sanktionsbetrag pro Gramm Zielwertüberschreitung bei 111 Fr. (BFE 2020c).

CO₂-Kompensationspflicht

Die Kompensationspflicht sieht eine Kompensation von CO₂-Emissionen aus dem Verkehr durch Emissionsreduktionen in beliebigen anderen Bereichen vor. Dieses Instrument wurde anstelle der CO₂-Treibstoffabgabe eingeführt und gilt für Importeure von Benzin, Diesel, Erdgas und Kerosin ab einer Schwelle von 1000 Tonnen CO₂. ¹⁵² Die Kosten der Kompensation werden dabei auf den Konsumenten überwält und sind entsprechend im Preis des Treibstoffs inbegriffen. Um ihre Pflicht zu erfüllen, müssen die Importeure Bescheinigungen abgeben. Diese können sie entweder durch Kompensationsprojekte in der Schweiz erwerben oder Unternehmen abkaufen, die eine Verminderungsverpflichtung eingegangen sind und diese übererfüllt haben (vgl. S. 142).

Während der ersten Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012 war die Kompensation freiwillig und wurde auf Initiative der Erdölvereinigung (neu: Avenergy) von der Stiftung Klimarappen umgesetzt. Seit der zweiten Verpflichtungsperiode ist die Kompensation obligatorisch und die CO₂-Verordnung legt fest, wie viel Prozent der CO₂-Emissionen aus dem Verkehr kompensiert werden müssen. 2014 und 2015 lag dieser Kompensationssatz bei bloss 2 %, seither wurde er mehrmals erhöht: 2020 lag

¹⁵⁰ Dies entspricht einem durchschnittlichen Verbrauch von 3,6 Liter Diesel bzw. 4,1 Liter Benzin pro 100 Kilometer. Der Flottenverbrauch bemisst sich – vereinfacht ausgedrückt – an der Anzahl des durchschnittlichen Verbrauchs aller verkauften Fahrzeuge des gleichen Herstellers in einem Jahr. Es gelten zahlreiche zusätzliche Regeln, beispielsweise geht man pro Hersteller von einem gewichtsnivellierten Grenzwert aus. Dies senkt die Anforderungen für Hersteller schwerer Fahrzeuge. So liegt der Zielwert – der höchste für einen Hersteller – für Jaguar Land Rover bei 130,6 g CO₂/km (*Auto Motor und Sport* 2021).

¹⁵¹ Ursprünglich erfolgte die Messung nach dem NEFZ-Messverfahren (Neuer Europäischer Fahrzyklus). Neu wird das WLTP-Prüfverfahren (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) verwendet.

¹⁵² Die Kompensationspflicht betrifft über das Kerosin nur den inländischen Luftverkehr (vgl. Kapitel 4.3.2).

er bei 10 %, für 2021 ist er auf 12 % festgelegt, was voraussichtlich einer absoluten Reduktionsleistung von 1,8 Mio. Tonnen CO₂ entspricht (Bafu 2020g).

Der Kostenaufschlag war in der ersten Verpflichtungsperiode auf 1,5 Rappen pro Liter Treibstoff begrenzt und wird der zweiten Verpflichtungsperiode auf maximal als 5 Rappen pro Liter veranschlagt. Diese Sätze sind allerdings eher als politisches Signal zu interpretieren und haben kaum ökonomische Relevanz, denn die Importeure sind in ihrer Preissetzung letztlich frei. Zusätzliche Aufwände, die ihnen aufgrund der Kompensationspflicht entstehen, können sie jederzeit auch ohne expliziten ausgewiesenen Preisaufschlag einrechnen.

Technologiefonds

Mit dem Technologiefonds soll innovativen Unternehmen die Kreditaufnahme erleichtert werden. Der Bund übernimmt hier die Bürgschaft für von Banken oder anderen Institutionen vergebene Kredite. Dabei werden Innovationen gefördert, die den THG-Ausstoss oder den Ressourcenverbrauch reduzieren, den Einsatz von erneuerbaren Energien begünstigen oder die Energieeffizienz erhöhen. Die Behandlung der Gesuche und die Begleitung der Bürgschaften wurden an Emerald Technology Ventures und South Pole Carbon ausgelagert. Diese prüfen die Gesuche auf ihre technologische Eignung und kontrollieren zudem die finanzielle Tragfähigkeit des Unternehmens. Auf dieser Grundlage wird ein Gesuch zusätzlich von einem Bürgschaftskomitee aus Vertretern des Bundes und der Privatwirtschaft zuhanden des Bafu beurteilt. Eine Bürgschaft darf dabei höchstens 3 Mio. Fr. und die maximale Laufzeit zehn Jahre betragen. Zur Deckung von Bürgschaftsausfällen fließen maximal 25 Mio. Fr. pro Jahr aus den Erträgen der CO₂-Abgabe in den Technologiefonds.

Von 2016 bis 2019 sind insgesamt 336 Gesuche mit einem beantragten Bürgschaftsvolumen von 526 Mio. Franken eingegangen. Davon wurde 105 Gesuchstellern eine Bürgschaft zugesichert und 98 Bürgschaften – mit einem Gesamtvolumen von 134 Mio. Fr. – bereits gewährt. Fünf dieser Bürgschaften mussten inzwischen honoriert werden, weil die Firmen Konkurs gingen. Der Technologiefonds selber beziffert die Einsparung von 80 reportingpflichtigen Firmen für 2019 auf gut 1,1 Mio. Tonnen CO₂ (Technologiefonds 2020) – wie viele davon auch ohne Bürgschaft erzielt worden wären, wurde nicht ermittelt. Der Technologiefonds spielt bei der Reduktion der THG im Rahmen des CO₂-Gesetzes aus diesem Grund eine untergeordnete Rolle, denn seine Reduktionswirkung wird gar nicht erst dem Reduktionsziel angerechnet. Er ist deshalb nicht Teil der Analyse in Kapitel 3.2.4, ein kurzes Urteil erfolgt darum bereits an dieser Stelle:

Der Technologiefonds ist generell ein dirigistisches Instrument, das nahe an der Industriepolitik liegt. Wirklich erfolgversprechende Projekte sollten auch ohne staatliche Bürgschaften Geldgeber finden. Die staatliche Bürgschaft erhöht im Gegenteil das Risiko, dass auch Projekte Unterstützung erhalten, die bei relativ hohen Kosten

Box 16

Graue Emissionen

THG-Emissionen können aus Produktions- oder Konsumsicht betrachtet werden. Erstere umfasst den THG-Ausstoss der inländischen Produktion, letztere umfasst den THG-Ausstoss der von uns konsumierten Güter und Dienstleistungen. Der im Ausland erfolgte THG-Ausstoss von in die Schweiz importierten Gütern ist allein wesentlich höher als jener der gesamten inländischen Produktion (vgl. Abbildung 12). Demzufolge werden auch die Stimmen immer lauter, die den Einbezug dieser «grauen Emissionen» in die schweizerische Klimapolitik fordern. In der Tat wurden diese von den bisherigen Instrumenten grösstenteils ausgeklammert: So setzen die Massnahmen des aktuellen CO₂-Gesetzes ausschliesslich im Inland an.

Die Gründe für den Fokus auf die Produktionssicht sind vielfältig:

- Erstens ist es einfacher, die Emissionen der eigenen Produktion zu messen – entsprechend ist auch klar ersichtlich, wo eine Massnahme ansetzen sollte. Die grauen Emissionen hingegen sind methodisch schwierig zu ermitteln: Man müsste sich auf ausländische Ökobilanzen zur Gewinnung, Verarbeitung und zum Transport abstüt-

zen, sowie laufend Anpassungen an den Stand der Technik und an veränderte Produktionsbedingungen und Warenströme vornehmen.

- Zweitens ist es auch einfacher, Reduktionsziele für die eigene Produktion zu bestimmen, denn diese unterliegt dem eigenen Recht und der eigenen Kontrolle. Im Ausland hingegen ist der Einfluss anderer Staaten begrenzt oder teilweise sogar unerwünscht: Die internationale Staatengemeinschaft hat sich nicht ohne Grund dazu entschieden, im Rahmen des Pariser Übereinkommen national festgelegte Beiträge zu leisten.
- Zuletzt leidet die Forderung nach stärkerer Berücksichtigung der Importe auch an einem inneren Widerspruch: Zum einen lautet das Mantra vieler Klimaaktivisten, die Reduktionsverantwortung müsse voll in der Schweiz wahrgenommen und dürfe nicht über Kompensationen im Ausland erfüllt werden, zum anderen würde ein stärkerer Einbezug von Importen in die schweizerische Klimapolitik genau ausländische Kompensationen und Projekte nahelegen.

einen relativ geringen THG-Reduktionsertrag liefern. Das Ergebnis ist eine ineffiziente Mittelallokation. So ordnungspolitisch fragwürdig das Instrument sein mag, so gering sind immerhin (bisher) seine finanziellen Folgen für den Steuerzahler: Die jährliche Ausfalldeckung dürfte sich bisher im einstelligen Millionenbereich bewegen.

3.2.4 Vergleich der Massnahmen anhand der Kriterien

Die in Kapitel 3.2.2 erläuterten Kriterien einer liberalen Klimapolitik sind vor allem als Grundlage zur Beurteilung von angedachten Massnahmen zu verstehen. Gerade die Beurteilung der Effektivität und Effizienz eines Instruments fällt aber natürlich im Rückblick leichter. Nachfolgend werden deshalb die existierenden Instrumente auf Basis der vier Kriterien beurteilt. Diese Einschätzung ist auch hilfreich für die Diskussion der Totalrevision des CO₂-Gesetzes (vgl. Kapitel 4.3.2). In der Schweiz ist bisher fast die gesamte Palette an klimapolitischen Instrumenten eingesetzt worden. Aus der vorliegenden Betrachtung lässt sich schliessen, welche Massnahmen in Zukunft ausgebaut, angepasst oder fallengelassen werden sollten.

3.2.4.1 Analyse der Effektivität

CO₂-Abgabe und Gebäudeprogramm

Scope: Die CO₂-Abgabe setzt bei den Brennstoffen an. 2018 betrugen deren CO₂-Emissionen witterungsbereinigt ¹⁵³ 16,8 Mio. Tonnen CO₂ (Bafu 2020d), was einem Anteil von 36,3 % des gesamten inländischen THG-Ausstosses entspricht. Das Gebäudeprogramm umfasst sowohl private als auch gewerbliche Immobilien. Gemeinsam machten diese 24,7 % der inländischen Emissionen aus (Bafu 2020e). Somit ist der Scope der CO₂-Abgabe grösser als beim Gebäudeprogramm. Dieses fokussiert auf Altbauten, deren energetische Sanierung es fördert. Neubauten müssen aufgrund der Vorschriften sowieso energieeffizienter gebaut werden. Der Scope der CO₂-Abgabe dagegen umfasst alle Gebäude, die Brennstoffe verwenden.

Scale: Die Schätzung der Reduktionseffekte der beiden Instrumente ist schwierig, da sich ihre Geltungsbereiche überschneiden. Zur CO₂-Abgabe und zum Gebäudeprogramm kommen auch noch kantonale Massnahmen wie beispielsweise die Muster Vorschriften der Kantone im Energiebereich («MuKEN») (Bafu und BFE 2018). Zudem müssten auch der technologische Fortschritt und Mitnahmeeffekte ¹⁵⁴ berücksichtigt werden. Sie alle können zu CO₂-Reduktionen führen, die nicht ursächlich mit der zu beurteilenden Massnahme im Zusammenhang stehen.

Insgesamt haben alle diese Faktoren bis 2018 im Gebäudebereich zu einer Reduktion von 34,5 % gegenüber 1990 geführt (Bafu 2020e). Um zu analysieren, wie viel davon welcher Massnahme zuzuschreiben ist, müssen modellgestützte Analysen durchgeführt werden.

– Gebäudeprogramm: Infras berechnete unter Berücksichtigung verschiedener sozio-ökonomischer Effekte für den Zeitraum von 2010 bis 2014 eine kumulierte Reduktionswirkung des Gebäudeprogramms von 0,34 Mio. Tonnen CO₂. Ecoplan kam für die gleiche Zeitperiode mit 0,3 Mio. Tonnen CO₂ oder 0,06 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr auf einen ähnlichen Wert (Ecoplan 2017). Gemessen an den 11,7 Mio. Tonnen CO₂eq (Bafu 2020e), die 2014 vom Gebäudesektor ausgestossen wurden, ergibt dies prozentual eine Reduktion von winzigen 0,5 %. In einer neuen Schätzung basierend auf dem harmonisierten Fördermodell (HFM) 2015 ¹⁵⁵ wurden einige der von Infras

¹⁵³ Da Temperaturen und Sonneneinstrahlung zu starken Schwankungen im Heizbedarf führen können, werden die effektiven Emissionen um eine Witterungsbereinigung korrigiert. Dies betrifft die Festlegung des Abgabensatzes. Für die Zielerreichung unter dem CO₂-Gesetz und dem Kyoto-Protokoll sind die effektiven Emissionen ausschlaggebend. Diese lagen 2018 bei 15,5 Mio. Tonnen CO₂.

¹⁵⁴ Ein Mitnahmeeffekt resultiert, wenn Subventionen, Förderungen oder andere finanzielle Anreize ein Verhalten belohnen, das auch ohne diese stattgefunden hätte.

¹⁵⁵ Das HFM bildet eine zentrale Grundlage für die finanzielle Förderung von Bund und Kantonen im Gebäudebereich. Es definiert eine Liste von Massnahmen, für deren Förderung Mittel aus der CO₂-Abgabe zur Verfügung gestellt werden können, und macht Empfehlungen dazu, wie ein Förderprogramm ausgestaltet werden sollte. Es schafft zudem die Basis für die Wirkungsanalysen kantonaler Förderprogramme.

und Ecoplan identifizierten Mängel – die frühere Schätzungen auswiesen – beheben. Doch inwiefern dieses nun wirklich den isolierten Reduktionsbeitrag des Gebäudeprogramms zu schätzen vermag, bleibt weiterhin unklar. Der Jahresbericht des Programms spricht von den gesamten Emissionen des Gebäudeparks, die «dank dem Gebäudeprogramm» im Jahr 2019 um 0,6 Mio. Tonnen CO₂ tiefer lagen (Das Gebäudeprogramm 2019).

- CO₂-Abgabe: Ecoplan schätzt die kumulierte Gesamtwirkung der CO₂-Abgabe über den Zeitraum 2005–2015 auf 4,1 bis 6,9 Mio. Tonnen CO₂, oder im Jahr 2015 auf 0,8 bis 1,3 Mio. Tonnen CO₂ (Ecoplan 2017). Gemessen an den Emissionen im Brennstoffbereich entspricht dies einer Reduktion um 4,3 % bis 7,1%. Gemäss Ecoplan ist die Wirkung der CO₂-Abgabe zwei- bis dreimal höher als die des Gebäudeprogramms und der Zielvereinbarungen ¹⁵⁶ zusammen.

Die Wirkung des Gebäudeprogramms wird durch den sehr spezifischen Fokus der Massnahme eingeschränkt. Statt wie die Abgabe auf die Emissionen aus Brennstoffen zu zielen, ist das Gebäudeprogramm auf die Infrastruktur gerichtet, die den Verbrauch von fossilen Brennstoffen begünstigt. Dazu gehören einerseits die Öl- und Gasheizungen, die noch in den meisten Haushalten zu finden sind und direkt zu den THG-Emissionen des Sektors beitragen. Andererseits werden auch die Gebäudehüllen und die Haustechnik («energetische Qualität») anvisiert, da diese aufgrund schlechter Isolationsstandards zu einem höheren Energieverbrauch führen und somit indirekt den THG-Ausstoss erhöhen. ¹⁵⁷ Keinen Einfluss hat das Gebäudeprogramm dagegen auf das Benutzerverhalten – also beispielsweise die gewählte Raumtemperatur oder die Lüftungsgewohnheiten – was auch nach einer Renovation einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben kann. Das Gebäudeprogramm setzt folglich nicht per se einen Anreiz, sich sparsamer zu verhalten. So muss auch keine Reduktion nachgewiesen werden, um die Subvention zu erhalten (Beobachter 2021).

Emissionshandelssystem (EHS)

Scope: Am Schweizer EHS nehmen 55 Produktionsanlagen teil, die im Jahr 2020 für 4,9 Mio. Tonnen CO₂eq verantwortlich waren. Die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) schätzt, dass 2014 etwa 25 % der Emissionen in der Industrie gemäss CO₂-Gesetz auf Brennstoffe zurückzuführen waren, während weitere 25 % aus den Prozessemissionen und der Zementherstellung stammten (Bafu und EFK 2017). Das EHS zielt nicht

¹⁵⁶ Die Zielvereinbarungen sind ähnlich wie die Verminderungsverpflichtung (vgl. 3.2.3 Abschnitt CO₂-Abgabe) und werden zwischen dem Bund oder den Kantonen und den Unternehmen abgeschlossen. Sie dienen zwar auch der Senkung der CO₂-Emissionen und der Steigerung der Energieeffizienz, aber sind unabhängig vom CO₂-Gesetz. Stattdessen werden sie vom Energiegesetz geregelt (Art. 46 EnG Abs. 1).

¹⁵⁷ Das Augenmerk liegt dabei bei der Wärmedämmung, Haustechnik und der Systemsanierung, da diese Massnahmen den Löwenanteil der Auszahlungen erhalten.

auf einen spezifischen Energieträger. Die THG-Emissionen der Teilnehmer werden flächendeckend betrachtet, indem am Ende des Jahres Emissionsrechte für den gesamten THG-Ausstoss abgegeben werden müssen. Der Scope des EHS kann insofern als zufriedenstellend bezeichnet werden, als es im Bereich der Industrie, in dem die Massnahme angesiedelt ist, 50 % der Emissionen abdeckt. Doch gemessen am gesamten inländischen THG-Ausstoss schrumpft dieser Anteil auf 10 %. Im Vergleich zu ausländischen EHS ist dies ein sehr kleiner Prozentsatz. So deckt das EU-EHS mit seinen nahezu 11000 Betreibern ca. 2 Mrd. Tonnen CO₂eq ab, was einem Anteil von rund 40 % der gesamten Emissionen der EU entspricht (vgl. Kapitel 3.1.4). Somit ist der «Scope» des Schweizer EHS relativ gering.

Scale: Die durch das EHS zu erzielende Reduktion geschieht über die Senkung der Obergrenze. Dieser Absenkpfad sieht in der Schweiz zwischen 2013–2020 eine Reduktion um insgesamt 2,9 Mio. Tonnen vor. Bis vor kurzem konnte die Deckung der Emissionsrechte auch über die Abgabe von ausländischen Zertifikaten (CER) erfolgen (vgl. Box 12). Das ist grundsätzlich zu begrüßen, denn es senkt die Kosten der Reduktion (vgl. Box 7). ¹⁵⁸

Zu kritisieren ist dagegen die kostenlose Zuteilung der Zertifikate: Sie lag 2013 mit knapp 5,4 Mio. Tonnen vorerst nur minim unter dem CO₂-Ausstoss von 5,5 Mio. Tonnen und wurde weiter in kleinen Schritten gesenkt. Dieses Vorgehen ist zwar realpolitisch nachvollziehbar: Man ist um einseitige Wettbewerbsnachteile der hiesigen Industrie besorgt und will den betroffenen Unternehmen keine Anreize für Abwanderung in andere Länder bieten (Carbon-Leakage), was dem Klima tatsächlich nicht helfen würde. Aber es ist weit entfernt vom theoretischen Optimum eines Cap-and-Trade-Systems, das (analog zu einer THG-Steuer) den gesamten THG-Ausstoss bepreisen sollte (vgl. S. 96ff).

Da 2014 nachträglich CER mit einem Volumen von 1,2 Mio. Tonnen CO₂eq für 2013 abgegeben werden durften, konnten die Teilnehmer einen Teil ihrer kostenlosen Emissionsrechte für das nächste Jahr aufsparen, um damit den erlaubten THG-Ausstoss sogar zu erhöhen (Bafu und EFK 2017). Ein Reduktionsdruck im Inland stellte sich darum vorerst nicht ein. ¹⁵⁹ Die Effektivität des EHS in der ersten Verpflichtungsperiode wurde daher verschiedentlich kritisiert. Allerdings sollte nicht vergessen werden, dass die angepeilte Absenkung um kumuliert 2,9 Mio. Tonnen gezwungenermassen erreicht wurde – wenn auch weitgehend über den Kauf von CER im Umfang von ins-

¹⁵⁸ Bloss «grundsätzlich», weil die Reduktionskosten dadurch deutlich stärker gesenkt wurden, als es im Sinne des Erfinders war: Da nach der Finanzkrise das Angebot an CER aus CDM die Nachfrage bald stark übertraf, waren die CER schon ab 2012 fast kostenlos zu haben (vgl. S. 122f).

¹⁵⁹ Ein weiteres «Problem» war dabei der unerwartete Produktionsunterbruch des drittgrössten Emittenten (Raffinerie Tamoil). Dies trug dazu bei, dass weniger Emissionsrechte benötigt wurden und entsprechend verkauft werden konnten, so dass der Bedarf bis Ende 2020 praktisch gedeckt war.

gesamt 2,36 Mio. Tonnen (Emissionshandelsregister 2021). ¹⁶⁰ Dieser THG-Ausstoss wurde also im Ausland reduziert, was in Sachen Klimawirkung eigentlich keinen Unterschied macht. Dass das von vielen ignoriert wird, liegt – neben dem weit verbreiteten irrationalen «Zuhause ist besser»-Bias – an einem Misstrauen bezüglich Zuverlässigkeit der ausländischen Bescheinigungen. Die Befürchtung lautet, dass diese nicht mit einer effektiven Reduktion des THG-Ausstosses verbunden sind, weil sie Doppelzählungen oder Mitnahmeeffekte beinhalten. Ganz von der Hand zu weisen war diese Kritik in der Vergangenheit nicht (vgl. S. 122f). Es werden aber zunehmend Regeln aufgestellt, um die Zurechenbarkeit ausländischer Kompensationsprojekte zu verbessern (vgl. S. 166).

Seit der Verknüpfung mit dem EHS der EU sind CER von Drittstaaten nicht länger zulässig. Das ist in der Theorie ein Rückschritt, in der Praxis aber dürfte – aufgrund des über weite Strecken nicht funktionierenden Marktes für CER – hinsichtlich der Klimawirkung der Vorteil der Einbindung in das EU-EHS überwiegen.

CO₂-Kompensationspflicht und CO₂-Emissionsvorschriften für Fahrzeuge

Die Emissionen aus Treibstoffen – von denen 94 % aus dem Verkehr stammen – lagen 2018 mit 16 Mio. Tonnen CO₂ 1 % über dem Wert von 1990 (Bafu 2020h). Der Höhepunkt wurde dabei 2008 erreicht – seitdem ist eine stetige, wenn auch langsame Reduktion zu beobachten. Dennoch schneidet der Verkehr im Vergleich zu den anderen Sektoren bezüglich der THG-Reduktion eher schlecht ab. Das ist ein guter Grund für eine genauere Betrachtung der Kompensationspflicht und der CO₂-Emissionsvorschriften.

Scope: Der Scope könnte für die Kompensationspflicht und für die CO₂-Emissionsvorschriften als derselbe bezeichnet werden, da beide beim Verkehr ansetzen. Dieser machte 2018 ein knappes Drittel (32,4 %) der Gesamtemissionen aus (Bafu 2020h). Allerdings betreffen die Emissionsvorschriften einzig die Inverkehrsetzung von Neuwagen, ¹⁶¹ wohingegen die Kompensationspflicht den gesamten verbrauchten Treibstoff im Fokus hat. Insofern verfügt letztere über einen deutlich grösseren Hebel als die Vorschriften.

Scale: Hier zeigen sich wesentliche Unterschiede zwischen den Massnahmen. Bei der Kompensationspflicht ist der Scale einfach zu bewerten, denn seit 2013 wird über Prozentsätze gesetzlich vorgegeben, wie viel kompensiert bzw. reduziert werden muss. In der ersten Verpflichtungsperiode war die Kompensation noch freiwillig, danach wurde der Prozentsatz schrittweise erhöht. Momentan liegt er bei 12 %, sodass 2021 etwa

¹⁶⁰ Abgegebene CER-Einheiten nach Jahr: 2008: 1292; 2009: 25216; 2010: 2682; 2011: 19809; 2012: 459140; 2013: 1236493; 2014: 394288; 2015: 15297; 2016: 67678; 2017: 40131; 2018: 38459; 2019: 59927. Der «Vorratskauf» der Jahre 2012 bis 2014 ist nicht per se zu kritisieren. Ganz im Gegenteil: Dank ihm wurden die Emissionen um einige Jahre früher reduziert als ohne.

¹⁶¹ Bestehende Fahrzeuge sowie die erste Inverkehrsetzung ausländischer Occasionen in der Schweiz sind von den Vorschriften ausgenommen.

1,8 Mio. Tonnen CO₂eq durch verschiedene Projekte (im Inland) reduziert werden müssen, um die Kompensationspflicht zu erfüllen (Stiftung KliK 2019). Ein relativ geringer Wert. Die Totalrevision des CO₂-Gesetzes sieht eine Erhöhung des Kompensationssatzes auf 15 % und ab 2025 auf 20 % vor. Inklusive der neu möglichen Kompensation im Ausland erlaubt das Gesetz sogar die Erhöhung des Satzes auf bis zu 90 % (BBi 2020 7847). Das würde die Wirkung dieser Massnahme massiv erhöhen.

Bei den CO₂-Emissionsvorschriften für Fahrzeuge ist die Beurteilung etwas schwieriger: Dafür muss zwischen Mengenausweitung (Anzahl Autos und Personenkilometer) und Effizienzsteigerung unterschieden werden. 2018 waren 6,2 Mio. Strassenmotorfahrzeuge in der Schweiz immatrikuliert, was einer Zunahme um 48 % gegenüber 1990 entspricht. Personenwagen machten dabei etwa drei Viertel aller zugelassenen Fahrzeuge aus (+54 % seit 1990) (Bafu 2020h). Zugleich belief sich die Fahrleistung der Personenwagen im selben Jahr auf 59,3 Mrd. Fahrzeugkilometer (+39 % seit 1990) (Bafu 2020c). Trotz der deutlichen Zunahme von Bestand und Fahrleistung haben sich die THG-Emissionen der Personenwagen bloss um 7 % erhöht. Ermöglicht wurde dies durch die verbesserte Effizienz der Fahrzeugmotoren: Der Treibstoffverbrauch (g CO₂/km) der Personenwagen ist von 1990 bis 2018 um 23 % gesunken (Bafu 2020c). ¹⁶² Es besteht somit eine Reduktionswirkung, auch wenn zuletzt die Zielwerte für die Schweiz nicht ganz erreicht wurden: 2018 lag der durchschnittliche CO₂-Wert der neu immatrikulierten Personenwagen hierzulande 2018 mit 138 g/km knapp über dem Ziel von 130 g (BFE 2020c). Das eigentliche Problem der CO₂-Emissionsvorschriften liegt aber darin, dass die Mengenausweitungen komplett ausgeklammert werden. Nicht zuletzt darum sind die THG-Emissionen darum insgesamt gestiegen

Des weiteren kommt hinzu, dass die genannten Effizienzsteigerungen der Fahrzeuge kaum den Vorschriften in der Schweiz, die ja gar keine eigene Autoindustrie hat, zu verdanken sind. So sind die höchsten Absenkraten in der Zwischenphase (2009–2011) zu beobachten, bevor die Vorschriften 2012 überhaupt eingeführt wurden und das revidierte CO₂-Gesetz 2013 in Kraft trat. In dieser Zwischenphase war allerdings der Gesamtmarkt aufgrund der Finanz- und Wirtschaftskrise rückläufig, und es gab diverse politische Vorstösse, die auf die Reduktion der CO₂-Emissionen der Personenwagenflotte abzielten (BFE 2020c). Zudem wurden in dieser Zeit die EU-Emissionsvorschriften bekanntgegeben. Da diese in der EU direkt bei den Herstellern ansetzen, passten diese daraufhin ihr Angebot an. In der Tat können auf EU-Ebene auch rund zwei Drittel der jährlichen Absenkungen auf die Einführung der Vorschriften zurückgeführt werden (Gibson et al. 2015). Die Schweizer Vorschriften setzen hingegen beim Im-

¹⁶² Dieser Rückgang überschätzt den realen Fortschritt aber ein wenig. Zwischen Norm- und Realverbrauch ist aufgrund der Optimierung der Autohersteller auf den (unter Laborbedingungen) gemessenen Fahrzyklus ein zunehmender Unterschied zu beobachten. Die Umstellung zum weltweit einheitlichen Leichtfahrzeuge-Testverfahren (WLTP) reduziert diese Differenz, aber solange die Messung nicht direkt im Realverkehr geschieht, bleiben Abweichungen wahrscheinlich.

port an. Somit kann mit den Vorschriften höchstens die schweizerische Nachfrage nach energieintensiven Fahrzeugen gesenkt werden, was bloss marginale Anreize zur Produktion sparsamerer Fahrzeuge im Ausland ausüben kann. Die Reduktionswirkung der schweizerischen Emissionsvorschriften dürfte daher nahe null liegen.

3.2.4.2 Analyse der Effizienz

CO₂-Abgabe und Gebäudeprogramm

Die CO₂-Abgabe setzt direkt bei der Nutzung von Brennstoffen und damit bei den effektiven THG-Emissionen an. Damit wird der effektive Verbrauch erfasst, unabhängig davon, ob er dem Benutzerverhalten oder der energetischen Qualität des Gebäudes geschuldet ist. Die Kosten der CO₂-Abgabe sind also direkt abhängig von den Emissionen. Das Gebäudeprogramm hingegen fokussiert auf die energetische Qualität der Gebäude: 50 % der Fördermittel im Jahr 2019 wurden für die Wärmedämmung (v.a. der Dächer und Fassaden) eingesetzt, 23 % für die Systemsanierung (Gebäudehülle mit z.T. Heizsystemwechsel) und 14 % für die Haustechnik (Heizanlagen) (Das Gebäudeprogramm 2019). Die Kosten des Gebäudeprogramms sind daher nicht direkt auf die Reduktion des eigentlichen THG-Ausstosses zurückzuführen. Das schränkt die Effizienz der Massnahme ein.

Das ist durchaus keine neue Erkenntnis: Bereits 2016 erwähnte der Bundesrat in einem Bericht, es gäbe wirksamere Massnahmen als das Gebäudeprogramm, die aber bisher politisch nicht umsetzbar waren (Bundesrat 2016). Auch das BFE erläutert, dass das Gebäudeprogramm eher als Investitionshilfe konzipiert ist (Beobachter 2021). Es soll einen Anreiz schaffen, Sanierungen vorzunehmen, insbesondere bei Mietwohnungen, wo dieser Anreiz bisher fehlte, weil Mehrkosten für die Bereitstellung von Wärme über die Nebenkostenabrechnung durch den Eigentümer einfach an die Mieterschaft weitergegeben werden können (Bundesrat 2016).

Der Wunsch der Politik, hier nachzuhelfen, ist verständlich, doch bei der Entwicklung der Massnahmen sollte dennoch auf die Effizienz geachtet werden. So zeigt eine Studie, die im Auftrag des Bafu Gebäudesanierungen mit unterschiedlichen energetischen Eingriffstiefen beurteilt hat, dass das energetische und wirtschaftliche Optimum von Sanierungen mit gezielten, objektbezogenen Bauteil-Sanierungen oder mit Sanierungen nach den Vorschriften der MuKEN erreicht werden kann (Bafu 2019c). Vollumfängliche Sanierungen mit grosser Eingriffstiefe, welche beispielsweise die Minergie-Standards erfüllen, sind hingegen mit deutlich höheren Investitionskosten verbunden bei vergleichsweise geringen zusätzlichen CO₂-Minderungen. Daraus resultieren hohe Kosten für die Reduktion einer Tonne CO₂. ¹⁶³ Der Jahresbericht des

¹⁶³ Es ist methodisch allerdings wohl nicht ganz korrekt, die gesamten entstehenden Kosten dem Ziel der CO₂-Reduktion zuzuschreiben: Die zusätzlichen Bemühungen der Minergie-Standards dienen in wesentlichem Umfang auch Komfortzwecken (bessere Raumluf, weniger Lärm usw.).

Gebäudeprogramms weist für 2019 Vermeidungskosten von 205 Fr. pro Tonne CO₂ aus. Auch innerhalb des Gebäudeprogramms unterscheidet sich die Effizienz der verschiedenen Massnahmen interessanterweise enorm: Während für die Systemsanierung und für die Wärmedämmung Kosten von 500 Fr. bzw. 300 Fr. pro Tonne entstehen, schlägt die «Zentrale Wärmeversorgung» bloss mit 59 Fr. pro Tonne zu Buche (Das Gebäudeprogramm 2019: S. 6).

Emissionshandelssystem (EHS), Kompensationspflicht und Emissionsvorschriften

In einem EHS reflektieren die Preise der Emissionsrechte und Bescheinigungen die Vermeidungskosten der THG. Weshalb dies beim EHS der Fall ist, und wie es zudem durch den Handel zu einem optimalen Kosten-Nutzen-Verhältnis kommt, wurde in Kapitel 2.2.3 und 3.2.2 thematisiert.

Der Mechanismus der Kompensationspflicht funktioniert ähnlich wie jener des EHS, auch wenn es keinen eigentlichen Zertifikatehandel gibt. Die zu reduzierende Menge an THG wird vom Kompensationssatz vorgegeben und muss am Ende des Jahres von Bescheinigungen abgedeckt sein, damit die Kompensationspflicht erfüllt ist. Dabei entspricht eine Bescheinigung einer bestimmten verifizierten Emissionsverminderung. Die von der Kompensationspflicht betroffenen Treibstoffimporteure können allerdings selbst kein CO₂ reduzieren; sie sind nicht die Verursacher der Emissionen. Stattdessen kaufen sie Bescheinigungen, die das Bafu an Projekte oder Programme vergeben hat, die eine THG-Reduktion nachweisen können – so entspricht der Preis der Bescheinigung auch hier den Vermeidungskosten. Dabei können die Projekte aus unterschiedlichen Bereichen stammen, womit die Reduktion dort stattfinden kann, wo sie am sinnvollsten ist; im Rahmen des bisherigen CO₂-Gesetzes – und das ist eine nicht unerhebliche Einschränkung – allerdings nur in der Schweiz. Mit der Totalrevision soll die Kompensationspflicht auf bis zu 90% erhöht werden, hingegen wären davon bis zu 75 Prozentpunkte (bis 2025) bzw. 70 Prozentpunkte (danach) auch im Ausland möglich. Das würde die Effizienz der Massnahme deutlich erhöhen.

Die für die Treibstoffimporteure anfallenden Kosten werden auf die Kunden überwält und fungieren damit als deren CO₂-Preis, was einen weiteren Anreiz zur Verminderung des CO₂-Ausstosses darstellt. Da der resultierende Aufschlag auf den Treibstoffpreis angesichts aller bisherigen Treibstoffsteuern aber relativ gesehen nicht stark ins Gewicht fällt, ist über den Kanal «Treibstoffnachfrage» keine grosse zusätzliche Emissionsreduktion zu erwarten.

Zusätzlich zur Kompensationspflicht gelten im Verkehr die CO₂-Emissionsvorschriften. Diese sind ein gutes Gegenbeispiel, um zu zeigen, weshalb die Effizienz einer Massnahme eingeschränkt ist, wenn der THG-Ausstoss nur indirekt belastet wird. Mit Zielwerten soll der durchschnittliche CO₂-Ausstoss der Fahrzeugflotte in der Schweiz reduziert werden. Dadurch wird klar definiert, wie die Emissionen aus dem Verkehr reduziert werden sollen, nämlich durch die Entwicklung von effizienteren Fahrzeu-

gen. Da der Fokus stark auf einem spezifischen Gegenstand liegt, in diesem Fall auf dem Fahrzeug und dessen Effizienz, werden alle weiteren Variablen, die die Emissionen im Verkehr beeinflussen, ausser Acht gelassen. Das ist der falsche Ansatz: Der Besitz eines Fahrzeuges, egal mit welchem Benzinverbrauch, sagt noch nichts über dessen tatsächlichen CO₂-Ausstoss aus: Ein Lamborghini Aventador S (CO₂-Ausstoss: 394 g *pro gefahrenem Kilometer*), der fast das ganze Jahr nur in der Garage herumsteht, könnte weit besser abschneiden als ein Skoda Octavia TSI-EVO (110 g/km), der täglich zur Arbeit gefahren wird. Somit bestraft die Vorschrift eigentlich nur den Kauf bestimmter Wagen, nicht den CO₂-Ausstoss, der erst beim Fahren anfällt.

Entsprechend wird eine derartige Vorschrift auch nicht das Maximum aus den zu ihrer Umsetzung nötigen Kosten holen: Würden stattdessen die Kraftstoffpreise erhöht, würde das die Autohersteller ebenso dazu animieren, sparsamere Motoren zu entwickeln, und noch dazu würde es einen Anreiz setzen, weniger oder sparsamer mit dem Auto zu fahren.

3.2.4.3 Analyse der Kostenwahrheit und der Technologieneutralität

Von den besprochenen Massnahmen sind das Gebäudeprogramm und die CO₂-Emissionsvorschriften keine preisorientierten Massnahmen – und daher auch nicht in der Lage, Kostenwahrheit herzustellen. Die CO₂-Abgabe, das EHS und die Kompensationspflicht hingegen haben einen CO₂-Preis.

- Die CO₂-Abgabe setzt auf die administrative Festlegung des Preises. Sie ist explizit als Lenkungsabgabe ausgestaltet, hat also in erster Linie eine Beeinflussung des Verhaltens der Akteure zum Zweck, nicht per se die Herstellung von Kostenwahrheit. Der Abgabesatz wird erhöht, falls die gewünschte Reduktion nicht erzielt wird (vgl. s. 141f). Der im bisherigen Gesetz festgelegte Maximalsatz (120 Fr./Tonne) liegt über der Empfehlung der «High Level Commission on Carbon Price» für einen globalen CO₂-Preis von 50 bis 100 \$ (vgl. s. 91). Der effektive Satz liegt mit 96 Fr./Tonne am oberen Ende dieser Bandbreite. Insofern ist aktuell die Kostenwahrheit wohl gut erfüllt. Mit der Totalrevision wäre eine Erhöhung des Satzes bis auf 210 Fr./Tonne möglich. Das ist eine deutliche Überschreitung der zur Herstellung von Kostenwahrheit nötigen Bepreisung.
- Beim EHS ergibt sich der Preis über den Handel der Emissionsrechte bzw. der Zertifikate. Die Herstellung von Kostenwahrheit war im EHS bisher kompromittiert, weil es aufgrund der Gratisvergabe von Emissionsrechten nicht gelang, eigentliche Knappheit herzustellen. Überhaupt würde Kostenwahrheit erfordern, dass nicht nur THG-Ausstoss oberhalb einer Zielmenge bepreist wird, sondern jeglicher THG-Ausstoss.
- Auch bei der Kompensationspflicht ergibt sich der Preis über den Handel von Zertifikaten. Die Kostenwahrheit ist besser erfüllt als im EHS, da die Kompensationspflicht nicht erst ab irgendeiner Schwelle ansetzt, sondern schon von der ersten Ton-

ne an greift. Der Preis, den die Importeure für eine Tonne zu kompensierendes CO₂ zu zahlen haben, entspricht tatsächlich den Kosten, die zur Reduktion einer Tonne CO₂ nötig sind. Allerdings ist im bisherigen CO₂-Gesetz nur eine Kompensation im Inland erlaubt, was den Preis potenziell zu hoch ausfallen lässt.

Auch die Technologieneutralität lässt sich schnell ermitteln: Können die betroffenen Akteure selbst entscheiden, wie sie die gewünschte Reduktion erzielen wollen, so ist Technologieneutralität gewährleistet. Bei drei der fünf Massnahmen ist dies der Fall, beim Gebäudeprogramm und bei den CO₂-Emissionsvorschriften nicht. Sie geben beide vor, wie die Emissionen im Gebäudebereich (durch Sanierungen, die genauen Vorschriften zu entsprechen haben) und im Verkehr (über die Effizienz der Fahrzeuge, mit Bevorzugung von Plug-in-Hybriden und Elektroautos mittels sog. «Supercredits») reduziert werden sollen. Die CO₂-Abgabe, das EHS und die Kompensationspflicht hingegen begnügen sich damit, die THG-Emissionen direkt zu bepreisen und somit den Anreiz zu schaffen, weniger davon auszustossen.

3.2.5 Zusammenfassende Beurteilung der bisherigen Massnahmen

Zum Abschluss sollen die oben analysierten Massnahmen des revidierten CO₂-Gesetzes (in der Fassung von 2013) zusammenfassend bewertet werden. ¹⁶⁴ Ausschlaggebend für die Beurteilung ist die heutige, realpolitische Umsetzung (Stand März 2021) und nicht das theoretische, ökonomische Potenzial der Massnahme, das betreffende Kriterium zu erfüllen. Da die Datenlage für einen quantitativen Vergleich ungenügend ist, wird mittels kreisförmiger Diagramme (sog. Harvey Balls) eine qualitative Einschätzung je Massnahme und Kriterium vorgenommen (vgl. Abbildung 27).

Zu den einzelnen Bewertungen je Kriterium.

Effektivität:

- Bei der Effektivität schneidet die Kompensationspflicht für Treibstoffe am besten ab. Sie adressiert ein knappes Drittel des Schweizer THG-Ausstosses, auch wenn von den Gesamtemissionen des Verkehrs erst 12 % kompensiert werden müssen.
- Weniger effektiv sind die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen und das EHS. Während die Abgabe mit einem hohen Scope punktet (gut ein Drittel aller Emissionen), ist der Scope mit 4,3 % bis 7,1 % über zehn Jahre relativ gering. Einen deutlich geringeren Scope hat das EHS: Es nehmen nur 55 Produktionsanlagen teil, die zusammen für 10 % des gesamten THG-Ausstosses der Schweiz verantwortlich sind. Es wird also im Vergleich zu den 40 % des EU-EHS nur ein geringer Teil der gesamten Schweizer

¹⁶⁴ Die Massnahmen aus der Totalversion des CO₂-Gesetzes – über das am 13. Juni 2021 abgestimmt wird – werden in Kapitel 4.3.3 diskutiert. Der Technologiefonds wird hier ebenfalls nicht bewertet, da er im Rahmen des geltenden CO₂-Gesetzes eine untergeordnete Rolle spielt. Seine Reduktionswirkung wird nicht direkt dem Reduktionsziel angerechnet (vgl. S. 145).

Abbildung 27

Beurteilung der Klimamassnahmen

Drei der fünf Massnahmen des CO₂-Gesetzes schneiden gut ab. Das Gebäudeprogramm und die Emissionsvorschriften können weder bei der Effektivität noch bei der Kostenwahrheit punkten, ebenso weisen sie Defizite bei der Technologie-neutralität auf.

	CO ₂ -Abgabe für Brennstoffe	Gebäudeprogramm	Emissionshandelssystem	Kompensationspflicht für Treibstoffe	Emissionsvorschriften für Neuwagen
Effektivität					
Effizienz					
Kostenwahrheit					
Technologieneutralität					

Quelle: Eigene Darstellung

THG-Emissionen abgedeckt. Der jährliche Kürzungsfaktor von 1,74 % bis 2020 und 2,2 % ab 2021 – und damit der Scale – ist gleich gross wie in der EU.

- Abgefallen rangieren das Gebäudeprogramm und die Emissionsvorschriften für Neuwagen. Ersteres fokussiert auf die Infrastruktur (Wärmeerzeugung, Isolation) – das Benutzerverhalten (Heizung aufdrehen) wird durch die Massnahme nicht adressiert. Das gleiche kann von den Emissionsvorschriften gesagt werden. Sind die technischen Vorgaben erfüllt, setzt es keine Anreize zu sparen, sprich weniger mit dem Auto zu fahren.

Effizienz:

- Das EHS schneidet bezüglich Effizienz am besten ab. Grund ist die Verknüpfung des Schweizer EHS mit dem europäischen. THG werden innerhalb Europas dort eingespart, wo dies zu den geringsten Kosten möglich ist. Noch besser wäre es, ein weltweites EHS zu haben – doch dies erscheint unrealistisch (vgl. Kapitel 4.1.3). ¹⁶⁵
- Die CO₂-Abgabe und die Kompensationspflicht sind ziemlich effizient. Sie bepreisen den THG-Ausstoss bzw. den zugrundeliegenden Energieträger direkt und ermöglichen damit eine Angleichung der Grenzvermeidungskosten der Akteure. Dies führt wiederum dazu, dass die Emissionen da reduziert werden, wo es am günstigsten ist. Ein Makel ist die Inlandfokussierung. Die CO₂-Abgabe strebt eine Lenkungswirkung innerhalb der Schweiz an und ignoriert dabei, dass eine Reduktion um die gleichen Beträge im Ausland deutlich günstiger sein könnte. Die von der Kompensationspflicht betroffenen Treibstoffimporteure müssen eine genügende Anzahl Bescheinigungen des Bundesamts für Umwelt beschaffen, das mit dem Erlös Reduktionsprojekte oder -programme finanziert; der Fokus liegt dabei – wie bei der CO₂-Abgabe – auf dem Inland.

¹⁶⁵ Vor der Verknüpfung waren im Schweizer EHS ausländische (auch von ausserhalb der EU stammende) Zertifikate anrechenbar. Dies ist heute nicht mehr möglich.

- Beim Gebäudeprogramm und den Emissionsvorschriften leidet die Effizienz darunter, dass statt den THG-Emissionen Gegenstände subventioniert bzw. besteuert werden. Der Ausstoss bei Nutzung des Gegenstandes bleibt bei diesen beiden Massnahmen finanziell unangetastet. Immerhin setzen die Emissionsvorschriften auf eine Belastung und nicht wie das Gebäudeprogramm auf eine finanzielle Förderung. Letzteres erweist sich aufgrund der Kosten von bis zu 450 Mio. Fr. pro Jahr als eine im Vergleich zur Reduktionswirkung sehr teure Massnahme.

Kostenwahrheit:

- Kostenwahrheit kann per Definition nur hergestellt werden, wenn die Klimamassnahme einen Preismechanismus hat. Aus diesem Grund können hier nur die CO₂-Abgabe, die Kompensationspflicht sowie – mit etwas Abstand – auch das EHS hohe Werte erzielen. Das EHS liegt zurück, da ein grosser Teil der Emissionsrechte kostenlos vergeben wird.
- Das Gebäudeprogramm und die Emissionsvorschriften stellen keine Kostenwahrheit her. Sie versuchen zu lenken, lassen sich dabei aber nicht vom Gedanken der Internalisierung leiten.

Technologieneutralität:

- Bei der CO₂-Abgabe, dem EHS und der Kompensation ist die Technologieneutralität uneingeschränkt gegeben. Sie erhalten den vollen Erfüllungsgrad.
- Die Emissionsvorschriften für Neuwagen lassen immerhin die Freiheit, zwischen verschiedenen Antriebskonzepten zu entscheiden. Doch bereits im Verkehr befindliche Fahrzeuge sind nicht davon betroffen, ebenso wird nicht berücksichtigt, ob ein Elektrofahrzeug (das die höchsten «Supercredits erhält») klimaneutral geladen wird. Plug-in-Hybride profitieren zudem vom vorteilhaften, geltenden Messzyklus.¹⁶⁶
- Das Gebäudeprogramm gibt detailliert vor, wie die Emissionsreduktionen erzielt werden sollen. Das Kriterium der Technologieneutralität ist deshalb nicht erfüllt.

Insgesamt schneiden die drei stärker marktbasierten und direkt auf die Emissionen zielenden Klimamassnahmen – die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, das EHS und die Kompensationspflicht für Treibstoffe – deutlich besser ab als die stärker dirigistischen Gebäudeprogramme und Emissionsvorschriften für Neuwagen. Dennoch besteht auch bei den drei erstgenannten noch Verbesserungspotenzial. Insbesondere die Effektivität könnte – durch eine Ausdehnung der Massnahmen – substanziell gesteigert werden. Gleiches gilt für die Effizienz, hier ist es vor allem der Inlandfokus, der eine bessere Bewertung verhindert.

¹⁶⁶ Im realen Gebrauch laden Plug-in-Hybrid Fahrzeugbesitzer ihre Autos oft nicht auf, so dass mit fossilen Treibstoffen und zusätzlichem Gewicht (Elektroantrieb) gefahren wird (NZZ 2021b).

4 Zukünftige Ansätze der Klimapolitik

4.1 Globale Ansätze zur Emissionsreduktion

Um dem Klimawandel entgegenzutreten, ist ein globaler Ansatz, an dem sich alle Länder beteiligen und ihre Verpflichtungen einhalten, am wirkungsvollsten. Für die globale Erwärmung ist es egal, wo auf der Welt THG ausgestossen werden: Ob in einem Kohlekraftwerk nahe Beijing, einem Gaskraftwerk bei Berlin oder durch einen Lastwagen auf der A1 um Bern – es kommt auf die Menge an. Vor allem für die Effizienz spielt es eine Rolle, mit welchen Instrumenten die THG-Reduktion erfolgt. Dies können Verbote, Vorschriften, Steuern oder Emissionshandel sein, um die wichtigsten zu nennen. Kapitel 4.1 beurteilt diese theoretischen Ansätze vor dem Hintergrund der globalen, politischen Realität.

4.1.1 Verbote und Vorschriften

Das Klimaproblem wird nicht dadurch gelöst, dass einige wenige Emittenten stark reduzieren, andere dafür nichts – es braucht einen globalen Ansatz. Mit dem Übereinkommen von Paris (vgl. Kapitel 3.1.2) ist die Grundlage dafür gegeben, dennoch verstummt die Kritik nicht: zu wenig, zu spät, zu ungerecht. Besser jetzt «all-in» handeln und die Emissionen in den Industrieländern bis 2030 auf netto-null reduzieren, statt international abgestimmt bis 2050 klimaneutral zu werden. Eine solche Strategie geht von mindestens drei Denkfehlern aus:

Erstens wird verkannt, dass Mechanismen auf Akzeptanz stossen müssen, um wirksam zu sein. Notstand und extreme Verbote mögen bei plötzlich aufkommenden lokalen Katastrophen kurzfristig akzeptiert und wirksam sein, sind aber untaugliche Instrumente im nachhaltigen Kampf gegen den Klimawandel. Wer etwas gegen die Erwärmung leisten will, braucht einen kühlen Kopf und eine langfristige Strategie, die von den Akteuren mitgetragen wird.

Zweitens greift die Referenz auf die «historische Schuld» und den Reichtum der Industrieländer zu kurz. So schwindet der Emissions-«Vorsprung» der entwickelten Länder (vgl. Abbildung 13 für das Beispiel Schweiz), ausserdem ist die Nutzung fossiler Energieträger immer weniger eine Voraussetzung für die Erarbeitung von Wohlstand. Der Ausstoss von THG pro generiertem Franken Bruttoinlandprodukt hat sich rapide verringert. Das Kyoto-Protokoll legte nur für die entwickelten Volkswirtschaften Reduktionsziele fest, während die anderen Länder keine Massnahmen ergreifen mussten bzw. finanziell über den CDM (Clean Development Mechanism, vgl. Box 12) finanziell sogar profitieren konnten.

Drittens bringt ein Alleingang der Industrieländer, oder beispielsweise nur von Europa, vergleichsweise wenig. Der Grund ist das Grüne Paradoxon: Der mit den Einsparungen eines einzelnen Kontinents verbundene Rückgang der Nachfrage verbilligt bei unveränderter Fördermenge die fossilen Energieträger für alle anderen Konsumenten. Global werden die Emissionen nicht reduziert, trotz der Anstrengungen einzelner Länder (vgl. Kapitel 2.2.5). ¹⁶⁷

Verbote sind nicht geeignet für die Lösung des Klimaproblems

Drei Ansätze der internationalen Kooperation sind denkbar; sie unterscheiden sich nicht nur in Bezug auf ihren Eingriff in die Wirtschaft und in die nationalstaatlichen Kompetenzen, sondern auch bezüglich ihrer realpolitischen Realisierbarkeit.

Ein Instrument zur Reduktion der globalen THG-Emissionen könnte ein **Verbot** sein. Dies wäre nichts Neues, denn bereits einmal wurden auf internationaler Ebene Emissionen völkerrechtlich verbindlich verboten, die die Ozonschicht zerstören (und auch klimareagibel sind). ¹⁶⁸ Das «**Montreal-Protokoll**» wurde 1989 in Kraft gesetzt und deckte sogleich zwei Drittel der entsprechenden globalen Emissionen ab (Keohane et al. 2017). Es war das erste Vertragswerk in der Geschichte der Uno, das schliesslich von allen Mitgliedern ratifiziert wurde. Dafür wurde von den teilnehmenden Staaten sogar akzeptiert, dass eine Zweidrittelmehrheit genügt, um die Liste der betroffenen Gase aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zu ergänzen. Für die Akzeptanz half, dass ein multilateraler Fonds geöffnet wurde, um Entwicklungsländer bei der Umstellung zu unterstützen. Zusätzlich erlaubte der technologische Fortschritt die Verwendung kostengünstiger Alternativen zu den verbotenen Gasen.

Die Ausgangslage für die THG-Emissionen, allen voran CO₂, ist eine andere: Es ist nicht nur (wie damals) ein Teil der Industrie betroffen, sondern umfasst alle Sektoren. Noch nicht überall sind alternative Technologien marktreif und damit kostengünstig sowie breit verfügbar. Ein Verbot von THG – vor allem wenn rasch eingeführt – reduziert das Wachstum schockartig. Die politische Akzeptanz eines solchen Schrittes dürfte schlicht nicht gegeben sein. Falls das Verbot gar so weit geht, dass keine Prozesse mehr erlaubt sind, die THG ausstossen, lohnt es sich auch nicht mehr, nach Technologien zu forschen, die emittierte THG direkt an der Quelle abscheiden und binden oder der Atmosphäre wieder entziehen. Zukünftige technologische Möglichkeiten

¹⁶⁷ Um dem Grünen Paradoxon zu begegnen, könnte man Länder direkt dafür entschädigen, dass sie die fossilen Energieträger wie Erdöl und -gas im Boden belassen. Bereits diskutiert wird beispielsweise, dass Brasilien seinen Regenwald – gegen Entschädigung – intakt lässt. Eine Entschädigung, dass fossile Energieträger im Boden bleiben, wäre vom Grundgedanken her dasselbe.

¹⁶⁸ Es handelt sich vorwiegend um Emissionen von Halogenkohlenwasserstoffen (HKW), Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) oder bromierten Kohlenwasserstoffen. Nicht erfasst ist Distickstoffoxid (Lachgas), das hauptsächlich von stickstoffhaltigen Düngemitteln, aus der Tierhaltung und industriellen Prozessen stammt. Lachgas spielt bei der Senkung der THG-Emissionen eine wichtige Rolle.

sind entscheidend, um allfällige Wohlfahrtsverluste zu vermindern oder gar nicht erst aufkommen zu lassen.

Produkt- und Prozessstandards bzw. -vorschriften ebenfalls wenig geeignet

Eine regulatorische Alternative bestünde in der globalen Einführung verbindlicher **Produkt- und Prozessstandards bzw. -vorschriften**, um die Effizienz zu steigern. Ein Beispiel: Die Einführung von **Grenzwerten für den Flottenverbrauch** in der EU (die Vorschrift gilt auch in der Schweiz) sah für 2020 vor, dass Fahrzeughersteller eine Obergrenze für verkaufte Neuwagen von 95g CO₂/km einhalten müssen. Ansonsten sind Strafzahlungen in Abhängigkeit der Abweichung vom Zielwert und der Anzahl der verkauften Fahrzeuge fällig. Dies soll Anreize schaffen, emissionsfreie oder zumindest -arme Fahrzeuge ins Portfolio aufzunehmen und deren Verkauf anzukurbeln (vgl. Kapitel 3.2.2).

Die Einführung von Produkt- und Prozessstandards bedingt, dass der Gesetzgeber genau definiert, wie beispielsweise ein Durchschnittsverbrauch gemessen wird, was im Fall einer Abweichung passiert, welche Ausnahmen oder Erleichterungen gelten etc. Rechtliche Auseinandersetzungen mit Herstellern führen zu einer weiteren Ausdetaillierung des Rechts. Auf globaler Ebene ist ein solcher Ansatz illusorisch. Auch wenn sich alle Hersteller an das geltende Recht halten, ist damit nicht garantiert, dass die übergeordneten Klimaziele erreicht werden. ¹⁶⁹ Denn die ausgestossene Menge ist von vielen Faktoren abhängig, z.B. von der konjunkturellen Entwicklung oder dem Benutzerverhalten.

Weiter ist die Festlegung von Produkt- und Prozessstandards nicht technologieunabhängig und ökonomisch wenig effizient, da der Ausstoss nicht unbedingt dort reduziert wird, wo dies zu den geringsten Kosten möglich wäre. Zusätzlich besteht das Problem des Bestandschutzes. Im erwähnten Beispiel der Fahrzeuge gilt der Grenzwert nur für Neuwagen, eine Ausdehnung auf alle Fahrzeuge – die entweder aus dem Verkehr zu ziehen wären oder deren Halter hohe Strafen bezahlen müssten – widerspricht dem traditionellen westlichen Rechtsverständnis. ¹⁷⁰

4.1.2 Treibhausgassteuer

Ein oft genanntes Instrument zur Reduktion der THG ist die Einführung einer globalen THG-Steuer. Ein Diskussionspunkt dürfte erstens die «richtige» Höhe der Steu-

¹⁶⁹ So wird beim erwähnten Grenzwert für Fahrzeuge nur der durchschnittliche Ausstoss pro Kilometer betrachtet und nicht die jährliche Laufleistung. Ein schweres Auto mit hohem Verbrauch, das aber nur wenige tausend Kilometer pro Jahr bewegt wird, verletzt die Obergrenze, stösst aber gegebenenfalls weniger CO₂ aus als ein regelkonformer Kleinwagen mit geringem Durchschnittsverbrauch, der aber 20 000 Kilometer pro Jahr gefahren wird.

¹⁷⁰ Die Rückwirkung eines Erlasses ist heikel und schafft Rechtsunsicherheit. In der Schweiz hätte die (2015 abgelehnte) Erbschaftssteuerinitiative eine solche Rückwirkung vorgesehen. Trotz Vermeidung einer Rückwirkung dürften die Einschränkungen des Gebrauchs von fossil betriebenen Fahrzeugen zunehmen, beispielsweise indem sie nicht mehr in die Innenstädte fahren dürfen. In Lausanne wird ein entsprechendes Verbot ab 2030 diskutiert (SRF 2021).

er sein. Ist sie zu tief, hat sie kaum Wirkung, ist sie zu hoch, fehlt aufgrund der hohen Anpassungskosten die Akzeptanz. Heute existiert eine Vielzahl an THG-Preisen weltweit, und es gibt epische Diskussionen darüber, was der «richtige Preis» für eine Tonne CO₂eq wäre (vgl. Box 17 und S. 90f). Sollen nur die effektiv verursachten Klimakosten belastet werden? Gemäss dem ökonomischen Prinzip der Internalisierung von Externalitäten lautet die Antwort «ja». Was theoretisch einfach klingt, ist aber praktisch kaum umzusetzen. Denn die objektive Quantifizierung stösst an wissenschaftliche Grenzen, vielfach spielen deshalb politische Vorstellungen eine wichtige Rolle für die Festlegung des Preises.

Box 17

Globale Bepreisung der Treibhausgasemissionen

Gemäss einer Studie der Weltbank ist für die Einhaltung des «Unter zwei Grad»-Klimaziels von Paris ein globaler THG-Preis von 40–80 \$ für 2020 und 50–100 \$ pro Tonne CO₂eq für 2030 notwendig (High-Level Commission on Carbon Prices 2017). 2021 werden mittels 61 Initiativen (31 EHS und 30 THG-Steuern) bereits 23,2 % des globalen THG-Ausstosses bepreist, jedoch bewegen sich weniger als 5 % der Preise zwischen den als notwendig erachteten 40–80 \$. Die Hälfte der Preise liegt unter 10 \$ (Stavins 2019; World Bank 2021), der durchschnittliche CO₂-Preis aller Emissionen weltweit (inkl. der nicht bepreisten) soll rechnerisch nur 2 \$ betragen (Parry 2019). Dies setzt kaum Anreize, in THG-mindernde Technologien zu investieren. ¹⁷¹

Eine Untersuchung der OECD kam 2018 auf einen anzustrebenden Preis pro Tonne CO₂eq von mindestens 30 \$, ¹⁷² was für 76,5 % der THG-Emissionen der 42 OECD- und G-20-Mitglieder nicht erreicht wird (sog. carbon pricing gap), (vgl. OECD

2018b). ¹⁷³ 2012 lag der Wert noch bei 83 %, er verbesserte sich, jedoch nur langsam. Beim aktuellen Tempo würde es noch bis 2095 dauern, bis das Preisziel erreicht ist – die Klimaziele des Übereinkommens von Paris würden klar verfehlt.

Eine weitere Untersuchung der Weltbank (2020b) identifizierte mehr als 50 THG-Bepreisungen weltweit, darunter 30 THG-Steuern und 21 THG-EHS. Insgesamt erreichen nur die wenigstens Mechanismen das angestrebte Preisband von 40–80 \$ (vgl. Abbildung 28).

Unerwarteterweise ist die Kohlenstoff-Preislücke für den Transportbereich mit 58 % am geringsten. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Studie nicht nur THG-Steuern oder den Preis von THG an EHS einbezieht, sondern auch Zuschläge auf fossile Energieträger, die z.B. rein fiskalischen Motiven entspringen. ¹⁷⁴ Denn auch diese verteuern fossile Energieträger gegenüber Alternativen. ¹⁷⁵

171 Das Missverhältnis ist umso grösser, je mehr Bereiche der Wirtschaft von Subventionen für den Einsatz fossiler Energieträger profitieren. Die Schweiz setzt sich im Rahmen der internationalen Koalition «Friends of Fossil Fuel Subsidies Reform» für eine Streichung entsprechender Vergünstigungen ein (Uno 2020).

172 Die 30 \$ entsprechen gemäss der OECD-Studie (2018a) im Minimum den effektiven Schäden, die durch eine Tonne CO₂eq verursacht wird; ein mittlerer Preis geht von 60 \$ für 2020 aus, was 2030 das Minimum ist.

173 Die Schweiz wies einen Wert von 26,6 % aus und war damit in der untersuchten Ländergruppe führend. D.h. gemäss Berechnungen der OECD können nur etwas mehr als ein Viertel der THG-Emissionen der Schweiz zu einem Preis von weniger als 30 \$ emittiert werden.

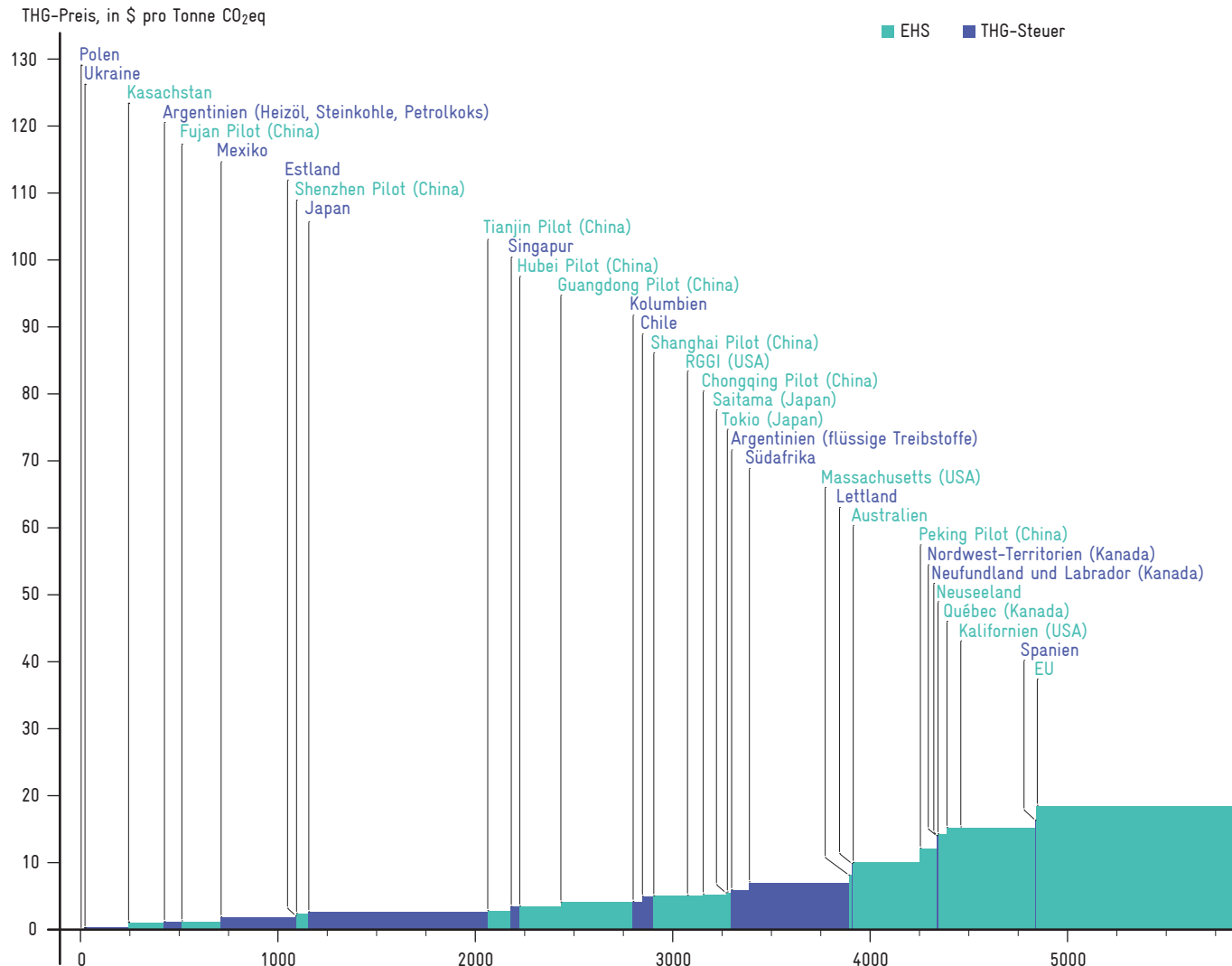
174 Aufgrund bestehender Besteuerungssysteme dürften die Kosten für die Einführung eines THG-Zuschlags auf Treibstoffen im Vergleich zu anderen Sektoren minimal sein.

175 Während die Zuschläge für Treibstoff in vielen Ländern rechnerisch bereits hoch genug sind, um Schäden aus THG-Emissionen zu decken, sind sie doch zu tief, um alle mit dem Verkehr assoziierten Externalitäten abzugelten (z.B. Staukosten, Lärm, Unfälle, Luftverschmutzung).

Abbildung 28

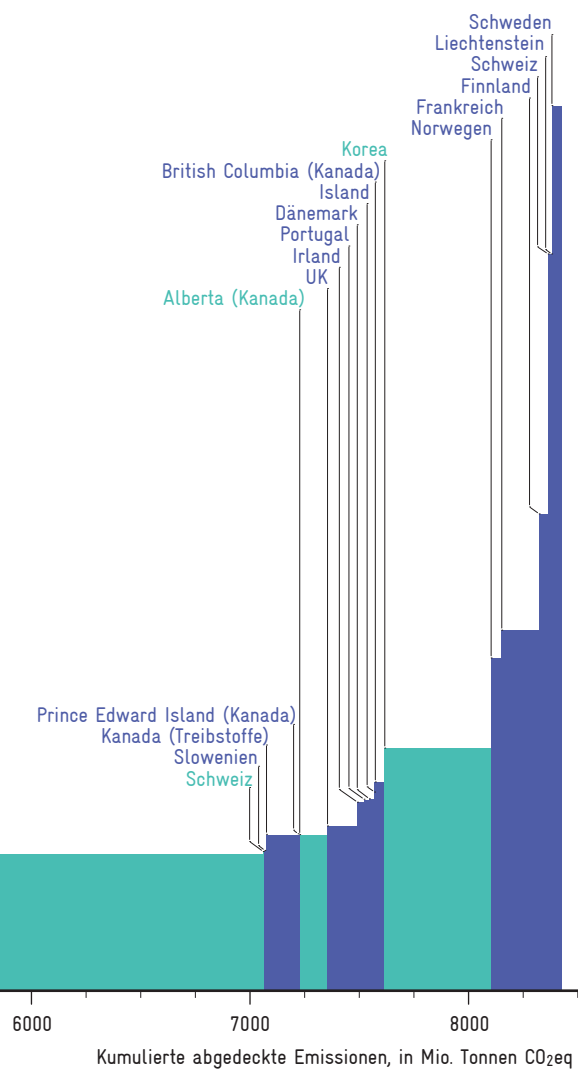
Globale Treibhausgas-Emissionshandelssysteme (EHS) und Treibhausgassteuern

2020 zählte die Weltbank weltweit 51 THG-Preissysteme. Die Heterogenität ist hoch und reicht von wenigen US-Cents pro Tonne CO₂eq bis über 100 \$. Auch die abgedeckte Emissionsmenge in Mio. Tonnen CO₂eq unterscheidet sich stark. Am grössten ist das EU-EHS, am kleinsten sind – naturgemäss – die Preissysteme vieler kleiner Länder. Aber auch mittelgrosse Länder wie Polen decken mit ihrer THG-Steuer nur wenige Millionen Tonnen CO₂eq ab. Die Schweiz rangiert mit dem Preis ihrer CO₂-Abgabe weltweit in der Topgruppe, nach Schweden und zusammen mit Liechtenstein auf dem zweiten Platz.



Anmerkung: Folgende Systeme sind aufgrund fehlender Preisinformationen nicht in der Grafik abgebildet: British Columbia GGIRCA, Canada federal OBPS, Kasachstan ETS, Nova Scotia CaT, Neufundland und Labrador PSS, Saskatchewan OBPS, Washington CAR. Die THG-Steuer folgender Systeme variiert je nach Art und Verwendung des fossilen Energieträgers oder nach THG. Die Abbildung zeigt bei diesen Systemen den gewichteten Mittelwert: Argentinien, Dänemark, Finnland, Irland, Mexiko, Norwegen, Island.

Effiziente THG-Preissetzungen kommunizieren einen Anfangs- und Zielpreis und versichern glaubhaft, die anvisierten Preise durchzusetzen. Preiserhöhungen können an Schwellenwerten festgemacht werden, beispielsweise dem Nicht-Erreichen von Meilensteinen der THG-Reduktion zu einem bestimmten Zeitpunkt. ¹⁷⁶ Dies erhöht die Planungssicherheit der Wirtschaftsakteure und reduziert politisch induzierte Unsicherheit.



Quelle: World Bank (2020b: S. 27)

Anstelle einer global einheitlichen THG-Steuer könnte man sich pragmatisch auch nur auf einen global gültigen Mindestpreis einigen, der sich am Preisband der Weltbank-Studie orientiert (vgl. Box 17). Gegeben die Regressivität einer solchen Steuer könnte sie drei Mindesttarife aufweisen: Ein hoher für die Gruppe der Industrieländer (z.B. 100 \$), ein mittlerer für die Schwellenländer (75 \$) und ein tiefer für die Entwicklungsländer (50 \$). ¹⁷⁷ Zwar würde eine solche Differenzierung nicht einem effizienten Optimum entsprechen, weil damit die Grenzkosten der Vermeidung nicht global gleichgesetzt werden. Doch die realpolitische Akzeptanz dürfte dadurch erhöht werden. Dies könnte auch erreicht werden, indem die Einnahmen global pro Kopf zurückverteilt werden; arme Länder würden deutlich mehr zurückerhalten, als sie an Abgaben bezahlen müssten (vgl. S. 100f).

Zweiter Diskussionspunkt dürfte die Kompetenz der Steuererhebung sein. Es ist kaum vorstellbar, dass alle Staaten die Erhebung der THG-Steuer an eine multilaterale Organisation delegieren. Falls eine globale THG-Steuer international überhaupt eine Chance hat, dann am ehesten, falls die Steuererhebung durch die Staaten selbst erfolgt. National gewährte Ausnahmen für einzelne Unternehmen oder ganze Branchen sowie Korruption könnten eine

¹⁷⁶ Die Schweizer Abgabe auf Brennstoffen funktioniert nach diesem Prinzip.

¹⁷⁷ Ohne Differenzierung der Steuerhöhe dürfte eine globale THG-Steuer regressiv wirken, d.h. dass ärmere Staaten wirtschaftlich relativ stärker belastet werden als reiche.

global einheitliche Steuererhebung jedoch massiv einschränken. Ein internationaler Gerichtshof müsste Verfehlungen feststellen und rasch sanktionieren können – ansonsten bliebe der Ansatz wohl zahnlos. ¹⁷⁸

Dritter Diskussionspunkt ist die Steuerverwendung. Global betragen die Einnahmen aus (nationalen) THG-Instrumenten 2019 rund 45 Mrd. \$ (World Bank 2020b). Bei einer globalen THG-Steuer würden sie ein Vielfaches hiervon betragen. Die Versuchung ist gross, dass Staaten mit einer hohen Verschuldung aufgrund der Finanz- und Wirtschaftskrise sowie der Covid-19-Pandemie die Einnahmen einbehalten oder zweckgebunden einsetzen. Dies erhöht die Staatsquote, was individuelles ökonomisches Handeln tendenziell erschwert. In den teilnehmenden Staaten sollten die Einnahmen deshalb über eine Pro-Kopf-Zahlung vollständig rückverteilt werden (vgl. Kapitel 2.2.4). ¹⁷⁹ Oder sie könnten verwendet werden, um im gleichen Umfang die Einkommens- und Vermögenssteuern zu senken. Während unter dem Aspekt einer gerechten Rückverteilung die Pro-Kopf-Zahlung zu favorisieren ist, spricht die Erhöhung der produktiven Effizienz für die Senkung der Einkommens- und Vermögenssteuern. Denn die Rückverteilung über eine Kopfpauschale und/oder Schuldensenkung löst geringere Wachstums- und Beschäftigungsimpulse aus als eine Einkommens- und Vermögenssteuersenkung (vgl. die Studien von Goulder und Hafstead 2013; Hebbink et al. 2018; Jorgenson et al. 2018 und Jorgenson und Wilcoxon 1993). ¹⁸⁰

Globale THG-Steuern: wünschenswert, aber politisch schwierig umzusetzen

Trotz der aufgezählten Schwierigkeiten ist eine globale THG-Steuer einem Verbot der Emissionen aufgrund der ökonomischen Effizienz klar vorzuziehen. Erstens haben Emittenten den Anreiz, ihren Ausstoss soweit zu verringern, bis die Vermeidungskosten der Steuer entsprechen. Diese Zahlungsbereitschaft stimuliert Innovationen. Zweitens führt die Einführung eines Preises für THG-Emissionen zu dezentralen Entscheidungen, den Ausstoss zu verringern. Damit wird das Wissensgefälle zwischen Emittenten und dem Gesetzgeber überwunden. Die Wahl der zu verringernden Emissionsquellen sowie die Wahl der dafür einzusetzenden Technologien oder Alternativen wird den Emittenten überlassen.

In der Summe reduziert eine THG-Steuer den Ausstoss dort, wo dies zu den geringsten Kosten möglich ist, ohne gleichzeitig die Tätigkeiten ganz zu verbieten, die

¹⁷⁸ Dies könnte eine neue Rolle für den Streitschlichtungsmechanismus der Welthandelsorganisation (Dispute Settlement Body) sein.

¹⁷⁹ Eine vollständige Rückverteilung nimmt auch die Schweiz nicht vor. Politökonomisch besteht immer der Anreiz, einen Teil der Steuer direkt für Subventionen etc. zu nutzen. Da dies die Stimmbürger aber antizipieren, bleibt die Akzeptanz und Höhe solcher Steuern erschwert.

¹⁸⁰ Die Rückverteilung ist auch an diejenige Branche möglich, die die Abgaben zu bezahlen hat. Als Grund wird oft angeführt, dass damit einer Abwanderung entgegengewirkt werden soll. Ein Vorteil des globalen Ansatzes ist, dass Anreize einer Abwanderung – allein aufgrund der THG-Steuer – nicht mehr existieren. Denn auch Konkurrenten in anderen Ländern bezahlen ja die Steuer.

nach wie vor auf fossile Energieträger angewiesen sind, weil beispielsweise (noch) keine Substitute zur Verfügung stehen. Wo hingegen kostengünstige Alternativen vorhanden sind, erfolgt die Umstellung auf THG-ärmere oder gar -freie Energieträger und Technologien zuerst. Dies dürfte bei Einführung einer THG-Steuer zurzeit vor allem in denjenigen Ländern der Fall sein, die viel Kohle zur Stromerzeugung einsetzen, wie China, Indien, die USA oder Deutschland (BP 2020). Eine Umstellung auf Gaskraftwerke findet bereits heute in vielen Ländern statt (sog. «Fuel-Switch», vgl. Kapitel 3.1.4). ¹⁸¹

Trotz der Vorteile der THG-Steuer gegenüber einem Verbot von THG-Emissionen oder Produkt- und Prozessvorschriften erscheint es aufgrund erwartbarer politischer Widerstände unwahrscheinlich, dass dafür eine multilaterale Einigung zu Stande kommt.

4.1.3 Emissionshandel

Der dritte hier besprochene Ansatz ist die Einführung eines globalen Emissionshandelssystems (EHS). ¹⁸² Aus ökonomischer Sicht wäre ein geografisch möglichst breit verankerter Zertifikatehandel, basierend auf einem robusten, transparenten und nachvollziehbaren Regelwerk ¹⁸³ einem rein nationalen (oder pan-europäischen) Handel vorzuziehen. Die Vorteile eines grösseren Marktes sind die höhere Kosteneffizienz, ¹⁸⁴ Marktliquidität und ein stabilerer CO₂-Preis. In einem globalen System gäbe es einen harmonisierten CO₂-Preis, was «Carbon Leakage» (vgl. Box 17) verhindern würde. Eine kostenlose Abgabe von Zertifikaten auf Basis des «Grandfatherings» oder «Benchmarkings» (vgl. S. 97f) – beide Zuteilungsmechanismen sind anfällig für politische Druckversuche – wäre deshalb nicht mehr notwendig.

Um dem Klimawandel effektiv und effizient zu begegnen, sollte ein EHS nicht nur möglichst alle Länder umfassen, sondern es sollten auch alle Quellen von THG-Emissionen einbezogen sein. ¹⁸⁵ Dies ist im aktuellen EU-EHS beispielsweise nicht der Fall, es fehlen die Emissionen aus dem Verkehr, von Gebäuden, der Landwirtschaft und der Abfallbewirtschaftung. Der THG-Ausstoss aus diesen Sektoren soll in den nächsten Jahren mit jeweils nationalen Vorschriften reduziert werden (vgl. S. 119f). Der Hauptgrund ist, dass diese Teile der Wirtschaft – im Gegensatz zur Industrie oder Energiewirtschaft – typischerweise keine Abwanderungsgefahr darstellen und damit national regulier-

¹⁸¹ Ein lokaler Zusatznutzen der THG-Bepreisung ist der Abbau der Luftverschmutzung; dies erleichtert den Ausstieg aus der Kohle.

¹⁸² Die Funktionsweise eines grenzüberschreitenden EHS wurde bereits in Kapitel 3.1.4 anhand des EU-EHS beschrieben. Ein Handbuch zur Ausgestaltung und Implementierung eines EHS findet sich unter Partnership for Market Readiness und International Carbon Action Partnership (2016).

¹⁸³ Ein wichtiger Punkt ist, Lösungen zu entwickeln, die Doppelzählungen vermeiden. Vorschläge dazu finden sich in Michaelowa et al. (2019).

¹⁸⁴ Die Grenzkosten für die Treibhausgasreduktionen sind in einem grösseren Markt tiefer.

¹⁸⁵ «Kleinteilige Zielvorgaben, insbesondere solche für einzelne Sektoren innerhalb von Volkswirtschaften, stehen hingegen einer effizienten Lösung im Weg» (Sachverständigenrat 2019).

bar sind. Zusätzlich reagiert die Nachfrage nur langsam auf steigende Preise (z.B. in Abhängigkeit vom Erneuerungszyklus der Ölheizungen). Rein technisch wäre eine Einbindung ins EU-THS denkbar, politisch würde dies jedoch die nationalen Kompetenzen beschneiden.

Diese uneinheitliche Regulierung der verschiedenen Branchen schafft Inkonsistenzen, was dazu führt, dass sich die THG-Preise je nach Regulierung und Sektor stark unterscheiden. ¹⁸⁶ Es besteht die Gefahr einer indirekten Verlagerung der Emissionen aus Sektoren mit hohen THG-Preisen hin zu Emittenten, die in ein Regulierungssystem mit tieferen Preisen eingebunden sind. ¹⁸⁷ Besser wäre es, für alle Emittenten einen einheitlichen THG-Preis zu haben, um die technologisch gegebenenfalls unterschiedlichen Einsparpotenziale je Sektor zu nutzen. Die Verteilung der Vermeidungsanstrengungen bezogen auf die Sektoren mögen anfangs unterschiedlich sein, doch dies entspricht einer kosteneffizienten Reduktion.

Das Pariser Übereinkommen als Basis für ein globales EHS?

Auf globaler Ebene lässt das Pariser Übereinkommen (vgl. Kapitel 3.1.2) zu, dass die «Nationally Determined Contributions» (NDC) auch über die freiwillige Zusammenarbeit zwischen Vertragsparteien erreicht wird. Damit können THG-Emissionsreduktionen im Ausland bei Erfüllung bestimmter Kriterien den eigenen NDC angerechnet werden. ¹⁸⁸ Wichtig ist, dass die THG-Minderungen die nachhaltige Entwicklung fördern, die Umweltintegrität und Transparenz gewährleisten, keine Doppelanrechnungen vorkommen und das Abrechnungsverfahren verlässlich ist (UNTC 2021). ¹⁸⁹ Dabei gibt es zwei Arten von grenzüberschreitenden Emissionsminderungen:

- Erstens die «Internationally Transferred Mitigation Outcomes» (ITMO), d.h. die Verwendung bilateral übertragbarer Minderungsergebnisse zum Erreichen der national festgelegten Beiträge. Ein Staat, der seine eingegangenen Verpflichtungen übererfüllt, kann die zusätzlichen Emissionsminderungen an andere Staaten verkaufen, die sich diese auf ihre Minderungsziele anrechnen lassen können.
- Zweitens ein Handelsmechanismus unter Aufsicht der Konferenz der Vertragsparteien (Conference of the Parties, COP). Dies entspricht am ehesten der Etablierung eines internationalen Emissionshandels, der oft auch als «Sustainable Development

¹⁸⁶ Dies ist in der Schweiz bereits der Fall: So beträgt die Abgabe auf Brennstoffen (v.a. private Haushalte mit einer Ölheizung sind betroffen) zurzeit rund das Dreifache des Preises am EU-EHS (*Februar 2021*), in den vergangenen Jahren war der Preisunterschied noch grösser.

¹⁸⁷ Beispielsweise die Anschaffung eines Elektroautos anstelle eines Benziners. Solange in Europa der zusätzliche Strom für Elektroautos v.a. aus Kohlekraftwerken stammt (die im EU-EHS eingebunden sind) und Benzin-, bzw. Diesel-Fahrzeuge in Zukunft CO₂-Abgaben auf dem Treibstoff zahlen müssen, könnte eine Verlagerung der Reduktionslasten zwischen den Sektoren stattfinden.

¹⁸⁸ Vgl. Artikel 6 des Übereinkommens (*SR 0.814.012 2017*).

¹⁸⁹ Bei der UN-Weltklimakonferenz in Kattowitz (COP 24) 2018 wollte Brasilien von ausländischen Akteuren finanzierte Klimaprojekte im Land dem eigenen Senkungsziel anrechnen; damit würden die Minderungen doppelt gezählt, hätten aber nur einmal einen positiven Effekt auf das Klima.

Mechanism» (SDM) bezeichnet wird, in Anlehnung an den «Clean Development Mechanism» (CDM) des Kyoto-Protokolls.

Die Operationalisierung der beiden Ansätze soll durch die Unterzeichnerstaaten des Übereinkommens von Paris noch weiter ausgearbeitet werden. Der Zeitdruck ist gross, denn man ist bereits rund zwei Jahre im Verzug mit dem Abschluss der Beratungen. Die Festlegung global verbindlicher und anerkannter Regeln ist essenziell für die Be-
preisung der THG und deren kosteneffiziente Reduktion. ¹⁹⁰

Einwände gegen ein globales Emissionshandelssystem

Gegen die Einführung eines EHS werden üblicherweise – vor allem im Vergleich zu einer THG-Steuer – folgende Einwände vorgebracht (Dullien et al. 2020):

Preisvolatilität – beim Emissionshandel sind die Preise volatil, was die Planungssicherheit von Unternehmen und damit auch den Anreiz für Investitionen in emissionsmindernde Technologien senkt. Dies könnte durch die Einführung eines Preiskorridors gelöst werden, doch müssten bei einer solchen Hybrid-Lösung bei Erreichen der Obergrenze zusätzliche Zertifikate auktioniert werden, um den Preiskorridor zu verteidigen. Damit fällt einer der Vorteile des EHS weg: Der vorgängig definierte, vorhersehbare Emissionspfad.

- Es ist aber denkbar, dass der Finanzbereich, wenn der Markt genügend gross ist, Absicherungsinstrumente anbietet, beispielsweise über Derivate. Bereits heute ist es etwa Standard, dass Fremdwährungsrisiken durch Exporteure abgesichert werden.
- Möglich wäre auch – gerade bei einer konjunkturell getriebenen Preisvolatilität – die Einführung eines Mechanismus analog der Schweizer Schuldenbremse (vgl. S. 97). Die Preisvolatilität würde damit geglättet.

Insgesamt ist der Einwand der Preisvolatilität bei Einführung eines EHS aber nicht wirklich glaubhaft, schwankt doch z.B. der Erdölpreis innert 12 Monaten regelmässig um 50 \$ pro Barrel, was umgerechnet 100 \$ pro Tonne CO₂ entspricht. Nur wenige Emittenten dürften daran bisher zugrunde gegangen sein.

«Wasserbett» – Einsparungen an einem Ort führen zu Mehremissionen an einem anderen (vgl. Box 9). Hierzu zwei Beispiele:

- Nehmen wir an, ein gutgemeinter Ausbau oder die Verbilligung des öffentlichen Verkehrs reduziere tatsächlich die Verwendung des motorisierten Individualverkehrs. ¹⁹¹ Dies senkt die Nachfrage nach Zertifikaten, womit deren Preis sinkt. Da-

¹⁹⁰ Als grundlegende Regeln bzw. Voraussetzungen für ein effektives, globales EHS werden u.a. angesehen: keine Doppelzählungen, Additionalität (keine Mitnahmeeffekte) und Ausweitung sowie Erhöhung der NDC über die nächsten Jahre (Kizzier et al. 2019).

¹⁹¹ Nicht einmal das ist garantiert, denn subventionierter Verkehr führt zu einem Anstieg der Gesamtnachfrage nach Mobilität.

mit reduziert sich der Anreiz, global an anderer Stelle THG-Emissionen einzusparen. Dank den Ausgaben der öffentlichen Hand in einem Land können indirekt Emittenten in einem anderen Land günstiger Zertifikate erwerben.

- Eine freiwillige Verhaltensänderung bzw. «Erziehung» der Gesellschaft, statt des Flugzeugs den Zug für Reisen innerhalb Europas zu verwenden, kann ebenfalls an Wirkung einbüßen. Weniger Verkehr in der Luft bedeutet weniger Zertifikate, die dafür gekauft werden müssen. Der Preis für Zertifikate sinkt, was z.B. Kohlekraftwerke gegenüber saubereren Gaskraftwerken attraktiver machen könnte.

Gemäss der «Wasserbett»-Logik liegt ein Nachteil eines EHS also in der preisdämpfenden Wirkung, die zusätzliche Klimaschutzmassnahmen auf den Zertifikatspreis ausüben. Sie laufen damit Gefahr, wirkungslos zu verpuffen. Die volkswirtschaftlichen Kosten steigen, doch die weitere Reduktionsleistung dürfte gering sein.

Ausnutzung und Ausverkauf – Preisdifferenzen zwischen wirtschaftlich sehr unterschiedlich entwickelten Ländern schaffen einen hohen Anreiz, die Emissionsminderungen in «günstigeren» Ländern vorzunehmen, statt zuhause in Massnahmen zur Senkung zu investieren (Energie Experten 2021). ¹⁹² Die Zertifikate-Volumina einzelner Länder könnten gleichsam ausverkauft werden.

- Eine gesteigerte Nachfrage führt zu steigenden Preisen für die Zertifikate. Emittenten werden nur ein Zertifikat kaufen, wenn ihre Grenzvermeidungskosten höher sind. Andere Emittenten werden ein Zertifikat nur verkaufen, wenn der Erlös mindestens ihre Grenzvermeidungskosten deckt – sonst findet kein Handel statt. Unter dem Aspekt der Kosteneffizienz geht es genau darum, weltweit Emissionsminderungsprojekte zu finden, die zu tieferen Kosten als im eigenen Land eine bestimmte Menge THG einsparen können. Dieser Kritikpunkt führt sich also selbst ad absurdum. Denn was er kritisiert, ist genau Sinn und Zweck des EHS. ¹⁹³

Die Verknüpfung nationaler EHS zu einem globalen EHS weist ein grosses Potenzial auf. ¹⁹⁴ Die Schweiz und die EU waren die ersten, die zwei voneinander getrennte, moderne EHS verbanden. Dies bedeutet nicht, dass das Schweizer EHS damit im EU-EHS aufging, sondern es besteht weiter, eröffnet aber den Schweizer Marktteilnehmern

¹⁹² Selbst in seriösen Medienberichten scheint die ideologische Rhetorik vieler NGO-Vertreter beinahe ungefiltert durch. Ihnen geht es nicht um die effektive und effiziente Reduktion von THG, sondern um weitreichende Markteingriffe basierend auf Verboten und Subventionen; das Pariser Übereinkommen scheint dafür gar hinderlich zu sein (DW 2019).

¹⁹³ Der Einsatz ausländischer Zertifikate wird jedoch begrenzt durch die Vorgaben der Schweiz bzw. der EU, einen bestimmten Prozentsatz der Einsparungen zwingend im Inland vorzunehmen. Entsprechende Eingriffe ins EHS reduzieren üblicherweise die globale, volkswirtschaftliche Effizienz des Systems. Für weitere Ideen, um einen Ausverkauf zu vermeiden, vgl. *Infras* (2020).

¹⁹⁴ Ein inzwischen älterer Report beurteilte die Verbindung des EU-EHS mit anderen Systemen kritisch (*Carbon Market Watch* 2015). Inzwischen wurden jedoch viele nationale Reduktionsziele substanziell angehoben und die Überwachungssysteme verstärkt, um ungerechtfertigte Emissionsminderungen zu identifizieren.

die Chance, im viel grösseren europäischen System zu handeln und sich entsprechende Zertifikate national anrechnen zu lassen.

Für die EU-Marktteilnehmer gilt dasselbe. EHS geben THG einen Preis, sie erwirtschaften Einnahmen, die die Nachfrage nach Technologien und Prozessen zur THG-Minderung oder -Vermeidung erhöht. Es entsteht ein Markt für solche Technologien, was wiederum die Forschung und Entwicklung dafür vorantreibt. Weist ein Land günstige Standortbedingungen auf (z.B. Wind oder Sonneneinstrahlung), setzen EHS Anreize, mehr als die eigenen «Nationally Determined Contributions» (NDC; vgl. Kapitel 3.1.2) zu erreichen, da sich die Leistungen im EHS verkaufen lassen.

Die jährlichen volkswirtschaftlichen Effizienzgewinne einer internationalen Kooperation gegenüber rein nationalen Systemen zur Erreichung der NDC werden für 2030 auf 250 Mrd. \$ geschätzt (Ieeta 2019). Diese Effizienzgewinne stehen für eine weitere Reduktion der THG-Emissionen zur Verfügung ¹⁹⁵ oder zur Verfolgung weiterer Ziele, beispielsweise für die Verbesserung der «Sustainable Development Goals» (SDG; vgl. S. 110f und Kapitel 3.1.1).

Neue, zusätzliche Rolle für die Welthandelsorganisation?

Neben der Uno – im Rahmen des Pariser Übereinkommens – würde sich auch die Welthandelsorganisation (WTO) als Betreiber eines Emissionshandelssystems (EHS) anbieten, insbesondere wenn doch nicht alle Länder teilnehmen. Denn dann könnten sich die EHS-Teilnehmer zu einem Klima-Club zusammenschliessen (vgl. folgendes Kapitel 4.2), Streitigkeiten könnten beispielsweise über Mechanismen der WTO geklärt werden. Dies dürfte der heute politisch angeschlagenen und teilweise reformunfähigen, multilateralen Instanz den nötigen Schub verleihen, ihre Prozesse anzupassen und am grenzüberschreitenden Waren-, Dienstleistungs- und neu auch THG-Handel auszurichten.

Der Mechanismus des EHS ist ein ökonomisch effizienter Weg, THG-Emissionen zu reduzieren. Dafür müssten jedoch die meisten Staaten erst einmal eigene, nationale EHS schaffen, damit diese anschliessend verknüpft werden können. Die Schaffung eines globalen EHS ohne die nationale Ebene, würde höchstwahrscheinlich an Fragen wie hoheitlichen Durchgriffsrechten und dem Verteilschlüssel der Einnahmen scheitern.

Die Einführung eines globalen Ansatzes zur weltweiten Reduktion der THG-Emissionen wäre das Optimum und wünschenswert, aber wohl wenig realistisch. Darum muss man sich Gedanken zu nächstbesten Lösungen machen. Vorschläge dazu werden in den folgenden Kapiteln gemacht.

¹⁹⁵ Ieeta (2019) gehen von rund 5 Mrd. Tonnen CO₂ möglicher, zusätzlicher Einsparungen pro Jahr ab 2030 aus.

4.2 Der Klima-Club

Globale Ansätze des Klimaschutzes leiden auch am Trittbrettfahrerproblem. ¹⁹⁶ Die Einführung eines Klima-Clubs wäre eine Möglichkeit, alle Länder in einen Mechanismus zur THG-Reduktion einzubinden. Dessen grundlegendes Wirkungsprinzip – ein Strafzoll für Drittstaaten – wird in Kapitel 4.2.1 beschrieben. Idealerweise müssten dafür die multilateralen Handelsregeln entsprechend angepasst werden (4.2.2), jedoch ist ein hoher Strafzoll nicht notwendig, um eine kritische Masse an teilnehmenden Ländern zu erreichen (4.2.3). Schliesslich wird darauf eingegangen, wie die EU in Zukunft einen Klima-Club bilden könnte (4.2.4).

4.2.1 Lösung des Trittbrettfahrerproblems

Ohne glaubhafte Sanktionen sind die wirtschaftlichen Anreize eines Staates, Trittbrettfahrer zu sein, zu hoch. Durch den von Nobelpreisträger William D. Nordhaus entwickelte Club-Ansatz könnte es jedoch gelingen, das Trittbrettfahrerproblem zu lösen (Nordhaus 2019). Seine Idee: Um THG-Emissionen zu reduzieren und gleichzeitig eine Sanktionsmöglichkeit gegen externe Profiteure zu haben, gründen mehrere Länder zusammen einen Klima-Club. Er besteht aus einer Art «Koalition der Willigen» im Einsatz gegen den Klimawandel. Die Mitglieder verpflichten sich zur Einführung eines Mindestpreises für den Ausstoss von THG. ¹⁹⁷ Der multilaterale (globale) Ansatz weicht damit einer kleineren, «minilateralen» Lösungsidee (Falkner 2016). Der Unterschied zu anderen Mechanismen besteht in einem wesentlichen Schlüsselement: Nichtmitglieder werden durch den Club bestraft.

Strafzoll für Nichtkooperation

Die Sanktion wird in Form eines einheitlichen Zolls auf Importe aller Nichtmitglieder verhängt. Der Strafzoll hat ausdrücklich nicht zum Ziel, Klima-Kostenwahrheit zwischen Club- und Nicht-Mitgliedern herzustellen, ¹⁹⁸ sondern er soll einzig ein Anreiz zur Club-Mitgliedschaft sein. Nicht-Mitglieder haben keine andere Möglichkeit, die Sanktion zu umgehen, als selbst Teil des Clubs zu werden. Trittbrettfahren erhält somit ein Preisschild. Gerade durch die hohe Vernetzung der Weltwirtschaft sind die

¹⁹⁶ Nicht kooperierende Länder profitieren ebenso vom positiven Einfluss, die die verminderten Emissionen kooperierender Länder auf das Klima haben. Sie sind Trittbrettfahrer – sie fahren mit, ohne ein Ticket zu lösen, bzw. die Kosten zu tragen.

¹⁹⁷ Nordhaus (2015) nennt Lenkungssteuern oder die Einführung eines EHS. Seine Präferenz liegt auf den Steuern, da er das System als weniger anfällig für Lobbyismus erachtet. Wenn man jedoch analysiert, wie die Steuersätze zustande kommen, ist das Instrument wohl nicht weniger beeinflussbar als die Verteilung von Zertifikaten in einem EHS, zumal die EU damit bereits lange Jahre Erfahrung hat.

¹⁹⁸ Die Herstellung von Klima-Kostenwahrheit an der Grenze – der gesamte Ausstoss im Binnenmarkt nicht-kooperierender Länder wäre ohnehin nicht abgedeckt – wäre mit hohen administrativen Kosten und enormer Bürokratie verbunden, denn die CO₂-Bilanz importierter Güter individuell und objektiv zu bemessen, ist aufwändig und kompliziert. Es bestünde immer der Verdacht, dass damit auch Protektionismus betrieben würde.

Anreize so gerichtet, dass durch den Strafzoll eine Teilnahme angestrebt wird. ¹⁹⁹ Durch die Verpflichtungen der Mitgliedschaft wird dann gemeinsam im Club dem Klimawandel entgegengetreten.

Tiefer Strafzoll genügt für den Anreiz zur Kooperation

Damit stellt sich die Frage nach der richtigen Höhe des Strafzolls. Basierend auf den Berechnungen von Nordhaus scheint ein Zolltarif von 2 % optimal zu sein. ²⁰⁰

Der Strafzoll sollte natürlich hoch genug sein, um überhaupt Anreize zum Club-Beitritt zu schaffen (um dem Strafzoll auszuweichen). Es zeigt sich allerdings, dass für die meisten Länder schon ein sehr niedriger Zoll einen genügenden Beitrittsanreiz bietet. Die im Nordhaus'schen Klima-Club debattierten CO₂-Preise belasten die Gesamtproduktion in vielen Ländern insgesamt weniger als der Strafzoll von 2 % auf Exporte in die Club-Länder (Nordhaus 2015).

Mehrere Gründe sprechen dafür, den Strafzoll auch nicht zu hoch anzusetzen. Erstens muss der Zoll jeweils von den importierenden Staaten selbst eingezogen werden. Es entstehen Anreize, den Zoll im Gegenzug z.B. zu Handelserleichterungen beim Nicht-Mitglied fallen zu lassen. Je höher der Zoll, desto höher der Anreiz zur Umgehung. Andere Club-Mitglieder wären versucht, die Strafmassnahmen ihrerseits zu unterlaufen, die innere Stabilität des Clubs wäre gefährdet (Lessmann et al. 2009). Zweitens: Ziel der Sanktion sind die Anreize zur Mitgliedschaft und nicht das Hochziehen protektionistischer Handelsbarrieren – wobei letzteres viele binnenorientierte Branchen gerne sähen. Ein Zollsatz, der protektionistisch wirkt, würde die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt gefährden, und der eigentliche Sinn der Sanktion würde verfehlt. Denn fällt der Strafzoll zu hoch aus, behindert er den Handel und die heimische Wirtschaft zu stark. Die Anreize, wieder aus dem Club auszusteigen, würden zu hoch. Der Club würde langfristig auseinanderbrechen.

4.2.2 Anpassung multilateraler Regeln

Um den Strafzoll gegenüber Nichtmitgliedern dauerhaft und glaubwürdig zu errichten, wären Anpassungen der multilateralen Handelsregeln hilfreich. Im Raum steht die Einführung einer neuen WTO-Klausel (Eichner und Pethig 2015). Nordhaus spricht gar von derart weitgehender Anpassung, dass bei einer dann WTO-konformen Umsetzung der Strafzölle des Klima-Clubs Vergeltungsmassnahmen verboten wären (Nordhaus 2015). Eine solche Klausel auf Ebene der WTO einzuführen, ist schwierig. Gerade die hohen

¹⁹⁹ Eine Erweiterung des Modells besteht in der Zulassung der subnationalen Ebene (Nordhaus 2015a). In dezentralen Staaten könnten so auch Teilstaaten oder tiefere Verwaltungs- und Gesetzesstufen in den Club aufgenommen werden. Wiederum geht es darum, die «kritische Masse» der Anzahl Clubmitglieder zu erreichen bzw. des weltweiten CO₂eq-Ausstosses einzubinden.

²⁰⁰ Zum Vergleich: Der durchschnittliche Zolltarif über alle Staaten und alle Produktgruppen beträgt 5,17 %, gewichtet 2,59 % (World Bank 2020c).

Anforderungen der Einstimmigkeit lassen ein solches Vorhaben schnell scheitern (WTO 2020). Staaten, die bei einem Klima-Club-Ansatz nicht kooperieren, hätten kaum Anreize, einer Änderung der Regeln zuzustimmen.

Des weiteren öffnet man bei der Einführung eines Klima-Strafzolls durch eine multilaterale Zusatzklausel thematisch die Büchse der Pandora. Andere, sogar berechtigte Anliegen wie z.B. die Einhaltung der Menschenrechte, die Verbesserung der Arbeitsbedingungen und die Gleichberechtigung, Zugang zu Gesundheitsversorgung, sauberem Wasser und weitere Nachhaltigkeitskriterien würden in den internationalen Handelsdiskurs einfließen. Vieles davon ist bereits heute multilateral geregelt (z.B. auf Ebene der Uno), doch das Anforderungsniveau lässt sich theoretisch je nach Weltbild beliebig erhöhen. Eine solche Überfrachtung der Ansprüche an die WTO würde auch den Club-Ansatz gegen den Klimawandel mitscheitern lassen.

Die Verhinderung von Gegenmassnahmen der Nichtmitglieder bei Einführung eines Klima-Strafzolls durch eine entsprechende WTO-Klausel könnte optimistisch betrachtet auch hilfreich sein, den gordischen Knoten zu lösen, um die bereits länger anerkannte Reform der WTO endlich anzupacken – der Prozess dürfte allerdings lange andauern. ²⁰¹ Der «minilaterale» Ansatz würde nach einer entsprechenden Erweiterung des internationalen Handelsrechts immerhin internationale Legitimität geniessen (Falkner 2016). Die Anreize, insbesondere die Auswirkungen auf die Gesamtwohlfahrt, würden aber selbst bei potenziellen Gegenmassnahmen von Nichtmitgliedern die Option des Beitritts attraktiver belassen (Nordhaus 2015b). Somit würde auch eine weniger abgesicherte WTO-Klausel dem Klima-Club zum Erfolg verhelfen.

Alternativ wäre statt des Top-down- auch ein Bottom-up-Ansatz denkbar: Ein Staatengebilde wie die EU oder eine Wirtschaftsassoziatio n wie die Efta nehmen den Strafzoll bzw. den Verzicht auf Gegenmassnahmen in ihre Wirtschaftsabkommen mit Drittstaaten auf. Dass Nachhaltigkeitskriterien gekoppelt an präferenziellen Warenaustausch möglich sind, hat die Efta mit dem Indonesien-Abkommen bewiesen.

4.2.3 Erreichen einer kritischen Masse

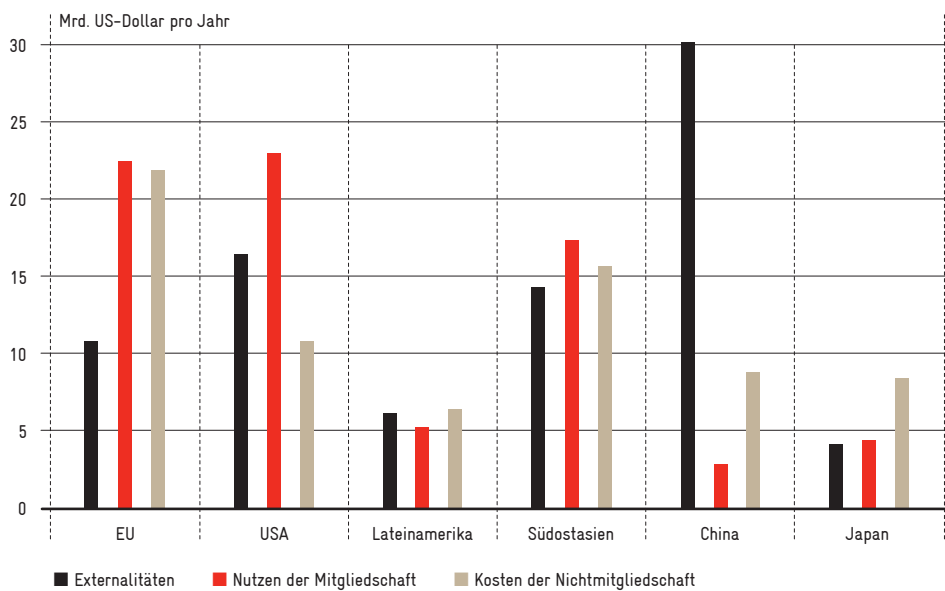
Um eine gewisse Bedeutung zu erlangen, brauchen internationale Organisationen eine «kritische Masse» an relevanten Akteuren. Für den effektiven Kampf gegen den Klimawandel sollte ein Klima-Club einen möglichst hohen Anteil der weltweiten THG-Emissionen abdecken. Je mehr der Club insgesamt mit Nichtmitgliedern Handel treibt und je wichtiger der Handel mit den Club-Mitgliedern für den Wohlstand des Nichtmitgliedes ist, desto höher der Anreiz zum Beitritt. Den Beitrittskosten (Einführung inländischer Klimamassnahmen) wird dabei der Nutzen gegenübergestellt. Dies sind die eingesparten Strafzölle, die zu einer Belebung der Exporte führen kön-

²⁰¹ Vgl. *Dümmler und Anthamatten (2019)* für weitere Ausführungen zum Reformbedarf der WTO.

Abbildung 29

Kosten und Nutzen eines Klima-Clubs

Die linke Säule zeigt die zusätzlichen sozialen Kosten im Sinne von Externalitäten, die aufgrund des höheren CO₂-Ausstosses anfallen würden, wenn ein Land (oder eine Region) nicht am Klima-Club teilnimmt. Berechnungsgrundlage sind 25 \$ pro Tonne CO₂. Die mittlere Säule zeigt den extremen Fall des Nutzens einer Mitgliedschaft im Klima-Club, wenn dieser nur aus der betreffenden Region bzw. Land bestehen würde. Mit jedem zusätzlichen Teilnehmer steigt der Nutzen für alle Teilnehmer, weil sich aufgrund der Klimamassnahmen die sozialen Kosten des Klimawandels verringern. Die rechte Säule zeigt schliesslich den Wohlfahrtsverlust des betreffenden Landes, falls – im extremen Fall – alle Länder im Klima-Club sind, ausser das betrachtete (Grundlage: 2% Strafzoll). Interessanterweise haben alle drei Säulen die «richtigen» Vorzeichen, d.h. ein Klima-Club würde Vorteile schaffen: Die Externalitäten wären um die dargestellte Säule geringer, der Teilnahme-Nutzen eines Landes positiv sowie die Kosten einer Nicht-Teilnahme ebenfalls positiv.



Quelle: Nordhaus (2015: S. 1350)

nen. Ein ähnlicher Effekt resultiert bei einem Freihandelsabkommen, das die Zölle reduziert. Basierend auf den Berechnungen von Nordhaus und seinem mathematischen C-DICE-Modell resultiert für die untersuchten Regionen bzw. Länder ein positiver Anreiz, einem Klima-Club beizutreten.

Gemäss Modell würden letzten Endes alle Schlüsselstaaten eine Mitgliedschaft anstreben. Zu den wenigen Ausnahmen gehören Südafrika oder gewisse zentralasiatische Staaten (vgl. Tabelle 3). Ihre Volkswirtschaften sind zu wenig im Welthandel integriert, und die inländische Wirtschaft ist zu wenig umweltverträglich ausgestaltet. Die Kosten der Umstellung zu einer klimaverträglicheren Wirtschaftsstruktur würden daher den Nutzen der Mitgliedschaft übertreffen. Deshalb würden diese Länder den Strafzoll in Kauf nehmen und keine Mitgliedschaft anstreben.

Tabelle 3

Partizipationswahrscheinlichkeiten von Ländern und Regionen

Nordhaus modellierte 40 verschiedene Szenarien mit Strafzöllen. Hier angegeben ist der Anteil der Szenarien, in dem eine Region oder ein Land am Klima-Club teilnehmen würde.

<i>Region</i>	<i>Wahrscheinlichkeit der Teilnahme (in %)</i>
Kanada	88
EU	83
Naher Osten	75
Japan	73
Lateinamerika	73
Südostasien	73
Sub-Sahara-Afrika	70
USA	70
übrige Welt	70
Russland	63
China	63
Brasilien	60
Eurasien	60
Indien	53
Südafrika	45
Durchschnitt	68

Quelle: Nordhaus (2015)

Obwohl die nicht-kooperierenden Länder nur einen kleinen Teil der globalen THG-Emissionen ausstossen, können sie als Kollateralschäden des Klima-Clubs bezeichnet werden. Denn ihre Einbindung in die Weltwirtschaft wird durch das Entstehen des Clubs zusätzlich behindert, ein höheres Mass an Autarkie erscheint für diese Länder dadurch attraktiver. Doch ein Ausweg aus dieser Sackgasse ist möglich: Würde die ganze restliche Welt THG-Emissionen bepreisen, kämen neue Technologien zum Zuge, die immer effizienter würden. Dadurch sanken die Kosten der Ausstossverminderung. Die Diffusion dieser Technologien würde auch in Nichtmitgliedsländern günstigere THG-Einsparungen ermöglichen. Damit sinken die Vermeidungskosten und die Anreize zur Teilnahme am Klima-Club steigen.

Ein weiterer Vorteil des Nordhaus-Clubs ist seine dynamische Komponente: Je grösser der Club, umso höher die Anreize, daran teilzunehmen. Dabei ist die «kritische Masse», um diese Mitgliedschaftswelle anzustossen, relativ gering. Bereits heute haben sich mehr als 77 Staaten freiwillig zum Netto-null-Ziel verpflichtet, die Chancen für die Gründung eines Klima-Clubs sind unter diesen Voraussetzungen intakt

(Uno Generalsekretariat 2019).

4.2.4 Mögliche Umsetzung durch die EU

Das bisherige Scheitern eines verpflichtenden, internationalen Lösungsansatzes lässt sich im Kern auf den Anreiz zum Trittbrettfahren reduzieren. Der hier vertretene Ansatz des Klima-Clubs bietet einen Ausweg aus diesem Dilemma. Durch die Einführung von Strafen bei Nicht-Umsetzung oder Nicht-Mitgliedschaft entsteht eine neue Anreizstruktur auch für Staaten, die sich im Aufhalten des Klimawandels wenig kooperativ zeigen. Die dynamische Komponente und die Entkoppelung der Strafe vom eigentlichen Ziel würden in der Theorie diesem Klima-Club zum Durchbruch verhelfen. Die Einpreisung von THG-Kosten wäre somit beim wesentlichen Teil der Emittenten durchgesetzt und über Umwege ein beinahe globaler, verbindlicher Mechanismus erreicht.

Konkret könnte ein solcher Klima-Club durch die EU umgesetzt werden. Der europäische Grüne Deal (vgl. Kapitel 3.1.3), der seit seiner erstmaligen Publikation Ende 2019 noch weiter ausdetailliert wird, könnte als eines der zentralen Elemente auch zu einem Klima-Club führen. Dazu soll ein Mechanismus eingeführt werden, der Importe an der Grenze aus Ländern mit im Vergleich zur EU geringeren Umweltschutzabgaben belastet (Von der Leyen 2021). Dieser Grenzausgleichsmechanismus belastet Waren aus Drittländern mit Abgaben, falls die Klimaschutzmassnahmen des betreffenden Drittlandes nicht mindestens dem Niveau und den Reduktionszielen der EU entsprechen. Damit soll der Wettbewerbsnachteil für Unternehmen aus dem EU-Raum ausgeglichen werden, der ihnen aufgrund der Klimaschutzmassnahmen entsteht.

Die Umsetzung eines solchen Grenzausgleichsmechanismus durch die EU wird zur Zeit noch weiter ausdetailliert, denn es stellen sich eine Reihe praktischer Fragen (Europäische Kommission 2020h), beispielsweise ob eine THG-Steuer (auf in- und ausländische Produkte) oder ein Importzoll erhoben werden soll, oder ob eine Erweiterung des EU-EHS um die Importe die Grundlage bilden soll. Es ist wohl der möglichen realpolitischen Umsetzung geschuldet, dass sich der diskutierte EU-Ansatz in zwei wesentlichen Punkten gegenüber dem theoretischen Ansatz von Nordhaus unterscheidet:

Erstens geht die EU in den Diskussionen nicht wie Nordhaus von einem einheitlichen Satz auf den Importen aus, sondern möchte je nach Branche differenzieren. Grundlage wäre ein zu ermittelnder THG-Benchmark pro Branche, dies in methodischer Analogie zum «Best Available Technology»-Ansatz pro industrieller Anlageklasse bei der Zuteilung kostenloser EU-EHS-Zertifikate (vgl. Kapitel 3.1.4).

Zweitens sollen nur Güter jener Branchen im Fokus eines Grenzausgleichs stehen, die ein erhöhtes Risiko der Abwanderung («Leakage») haben, z.B. Stahl. Damit kommt der Grenzausgleich selektiv zum Tragen. Es müssten somit auch keine Zertifikate mehr des EU-EHS kostenlos zugeteilt werden, da die Begründung für das Leakage entfällt. Werden Importe belastet, müssten Exporte konsequenterweise um die THG-Abgabe entlastet werden.

Damit wird der Grundsatz von Nordhaus unterlaufen, dass ein Strafzoll unabhängig von der Art des importierten Gutes und der THG-Intensität, mit der es produziert wurde, gelten soll. Ein System, wie es der EU vorschwebt, ist administrativ komplex in der Ausgestaltung und Anwendung, schafft vielfältige Ausnahmen und Möglichkeiten zur politischen Beeinflussung. Die Lernkurve – gegeben die Erfahrungen zur Installation eines funktionierenden EHS – dürfte lang werden. Hinzu kommen Bedenken, ob die Ausgestaltung so erfolgen kann, dass nicht geltendes WTO-Recht oder Verpflichtungen aus internationalen Wirtschaftsabkommen der EU verletzt werden.

Neben dem eingeschlagenen Weg sollte die EU auf internationaler Ebene bei der WTO und zusammen mit den Handelspartnern einen pragmatischeren Ansatz verfolgen, der viel näher am Nordhaus-Vorschlag ist. Dies könnte letzten Endes gar Zeit sparen, was die Wahrscheinlichkeit, die Klimaziele zu erreichen, erhöhen würde.

4.3 Weiterentwicklung der Schweizer Klimapolitik

In Kapitel 3.2 wurde die aktuelle Schweizer Klimapolitik diskutiert und anhand von vier Kriterien bewertet. Im vorliegenden Kapitel steht die politisch angedachte Weiterentwicklung der Klimamassnahmen im Vordergrund. Zuerst soll, in Anknüpfung an die obigen Ausführungen zu multilateralen (Kapitel 4.1) und plurilateralen (Kapitel 4.2) Ansätzen, auf die Möglichkeiten eingegangen werden, bilaterale Klimakompensationsabkommen abzuschliessen (Kapitel 4.3.1). Dem folgt die Weiterentwicklung der inländischen Klimapolitik mit Fokus auf der Totalrevision des CO₂-Gesetzes (Kapitel 4.3.2).

4.3.1 Bilaterale Klimakompensationsabkommen

Neben der multilateralen und plurilateralen Ebene hat die Schweiz auch die Möglichkeit, bilateral Klimakompensationsabkommen abzuschliessen. Das Übereinkommen von Paris räumt den teilnehmenden Staaten explizit die Möglichkeit ein, Emissionsreduktionen im Ausland vorzunehmen und dem eigenen Klimaziel anzurechnen (SR 0.814.012 2020, Art. 6).

Bestehende bilaterale Klimakompensationsabkommen

Mit dem Abkommen aus dem Jahr 2020 wurden die Schweiz und Peru zu den ersten Unterzeichnern eines Klimakompensationsabkommens (Bafu 2020i). Die sogenannten «Minderungsergebnisse» müssen real, verifizierbar und dauerhaft sein. Dabei werden die Verhinderung von Doppelzählungen und die Übertragung der Reduktionsleistungen geregelt und die Möglichkeit zum gegenseitigen Monitoring eingeräumt. Zudem stellen vereinbarte Kriterien sicher, dass die Projekte die Umwelt nicht belasten, die nachhaltige Entwicklung begünstigen und die Menschenrechte beachten (Bafu 2021b). Im selben Jahr unterzeichnete die Schweiz mit der Republik Ghana ebenfalls ein solches Abkommen. Dieses versucht die Transparenz weiter zu erhöhen. Denn darin verpflichten sich die beiden Vertragspartner, die Massnahmen in einem zweijährlich erscheinenden Transparenzbericht festzuhalten (Bafu 2020j).

Die Schweizer Abkommen könnten für weitere Staaten als Vorlage dienen. Tatsächlich hat ein gutes halbes Dutzend Staaten die Absicht, solche Kompensationsabkommen zu vereinbaren (WOZ 2020). Aufgrund des Pioniercharakters sind die Formulierungen und getroffenen Vereinbarungen besonders wichtig. Ein aus liberaler Sicht fragwürdiger Passus ist dabei im Abkommen mit der Republik Ghana enthalten: Darin wird explizit festgelegt, dass keine «auf Kernenergie beruhende Aktivität» zur Kompensation angerechnet werden darf (Bafu 2020g). ²⁰² Der Grundsatz der Technologieneutralität wird damit unterlaufen (vgl. S. 141), d.h. die Ergebnisoffenheit, mit welcher

202 Auf dem ganzen afrikanischen Kontinent sind zwei Kernkraftwerke in Südafrika in Betrieb, vier weitere sind in Ägypten geplant (Nuklearforum Schweiz 2021).

Technologie eine THG-Minderung erzielt werden kann. Der Passus entspricht wohl eher dem (innenpolitischen) Willen der Schweiz (vgl. Box 18) als einem Bedürfnis Ghanas. Darauf ist in zukünftigen Abkommen zu verzichten.

Ausdehnung der Abkommen und internationaler Wissensaustausch

Die staatlichen Abkommen geben einen verbindlichen Rahmen vor, in dem private Initiativen wie die Stiftung Klimaschutz und Kompensation (Klik) für peruanische Dörfer beispielsweise energieeffiziente Holzkocher beschafft, um Brennholz und da-

Box 18

Die Frage der Kernkraft

Die Schweiz setzt im Rahmen ihrer Klimapolitik auch auf die «Energiestrategie 2050». Sie beinhaltet bislang Anreize und Vorschriften im Bereich der Energieeffizienz, die Förderung erneuerbarer Energien und Massnahmen bei den Stromnetzen (Uvek 2021). Mit dem revidierten Energiegesetz, das seit 2018 in Kraft ist, wurde dafür der Grundstein gelegt. Ein Element war dabei der «Atomausstieg»: ²⁰³ Die bestehenden vier Kernkraftwerke können – sofern sie alle jeweils aktuellen Sicherheitsauflagen einhalten – weiterbetrieben werden, jedoch werden für neue Anlagen keine Bewilligungen mehr erteilt.

Bei sich verschärfenden Anforderungen an die Sicherheit der Kernkraftwerke können Kosten für Nachrüstungen und Unterhalt so stark steigen, dass sich der weitere Betrieb nicht mehr lohnt. Das war der Hauptgrund, weshalb das Kernkraftwerk Mühleberg im Dezember 2019 als erste Schweizer Anlage abgeschaltet wurde und seither zurückgebaut wird.

Immer höhere Anforderungen an die Sicherheit führen insbesondere in Europa nicht nur zu einer Abschaltung bestehender Werke, sondern sie verhindern auch den Bau neuer Anlagen. ²⁰⁴ Bei bestehenden Projekten steigen die Baukosten und ver-

zögert sich die Inbetriebnahme. Neue Projekte sind aufgrund der fehlenden Wirtschaftlichkeit selten. Dies wird in der Schweiz politisch wiederum als Grund angeführt, weshalb das juristische Aus der Kernkraft kein Problem sei – aus wirtschaftlichen Gründen würde sich ja sowieso kein Investor für eine neue Anlage finden.

Sicherheitsauflagen – sei es für die Kernkraft oder auch Wasserkraftwerke – sind wichtig. Unfälle können sehr hohe volkswirtschaftliche und private Kosten verursachen. Doch gilt es zu bedenken, dass fortlaufende Verschärfungen – unabhängig von der damit erreichten effektiven Steigerung des Sicherheitsgrades – politisch auch als Instrument benutzt werden können, um die Technologie in einem Land aus dem Markt zu drängen – eine Technologie, die den Weg eines Landes zur Klimaneutralität entscheidend unterstützen könnte. Schreitet die Forschung an der Kernkraft weiter voran und stehen neue Kraftwerktypen bereit, die ein geringeres Risiko als heutige Anlagen aufweisen, sollte die Schweiz bereit sein, ihr heute geltendes Verbot neuer Kernkraftwerke zu überprüfen.

²⁰³ Interessant ist die sprachliche Bezeichnung: Während wissenschaftlich von Kernkraft gesprochen wird – schliesslich erfolgt die Energieerzeugung durch Kernspaltung – wird politisch oft der Begriff Atomkraft verwendet. Dies soll – so eine Interpretation – die Technologie in die Nähe der Atombombe rücken. Das psychologisch wahrgenommene Gefährdungspotenzial der Kernkraft wird damit sprachlich erhöht, was sich politisch nutzen lässt.

²⁰⁴ Weltweit sind 100 neue Kernkraftwerke geplant oder stehen im Bau, für weitere 300 liegen Projekte vor. Die meisten befinden sich in Asien, v.a. in China (*World Nuclear Association* 2021).

mit THG-Emissionen einzusparen, oder mehrere hunderttausend dezentrale Solaranlagen im Rahmen des «Ghana National Clean Energy Program» installieren lässt (Burkhard und Medilanski 2020). Bald sollen mit rund zehn weiteren Ländern ähnliche Abkommen abgeschlossen werden, darunter der Senegal, Marokko, Thailand, Mexiko, Kolumbien, Chile oder Argentinien. Für die Schweiz bestünde die Möglichkeit, im Verbund mit Norwegen und Kanada sowie den bereits erwähnten Ländern ein gemeinsames System zur Kompensationsübertragung aufzubauen, das nach einheitlichen Regeln arbeitet. Dank des Wissenstransfers aus der Schweiz, aus Norwegen und Kanada könnten mehrere der Länder auch nationale EHS aufbauen, die dann international verknüpft werden.

Während sich Auslandkompensationen früher – beispielsweise unter dem Kyoto-Protokoll – international einen zweifelhaften Ruf erwarben und bald als «Ablasshandel» (oder «Greenwashing») gebrandmarkt wurden, ist die Ausgangslage heute eine andere. Man hat aus den Fehlern gelernt und will es im Rahmen des Übereinkommens von Paris besser machen. So werden verbindlichen Regeln für Auslandkompensationen diskutiert (vgl. s. 166ff). Es ist zu begrüßen, dass gerade die Schweiz die Pionierrolle wahrnimmt und damit Standards setzt. ²⁰⁵ Sie gehört einer Gruppe von 32 Ländern an, die die sogenannten «San-José-Regeln» vereinbart haben. ²⁰⁶ Die Gruppe hat zum Ziel, strenge und überprüfbare Regeln für Auslandskompensationen im Rahmen des Übereinkommens von Paris zu etablieren.

4.3.2 Totalrevision CO₂-Gesetz

Schlüsselement für die zukünftige Klimastrategie der Schweiz ist die Totalrevision des CO₂-Gesetzes. Das ursprüngliche CO₂-Gesetz (vgl. Kapitel 3.2.1) trat 2000 in Kraft und war von den Verpflichtungen der Schweiz im Rahmen des Kyoto-Protokolls geprägt (vgl. Box 12). Inzwischen gilt international das Übereinkommen von Paris, eine Totalrevision der schweizerischen Gesetzgebung drängte sich auf. Waren es ursprünglich zwölf Seiten, auf denen das Reduktionsziel, die CO₂-Abgabe und die Strafbedingungen geregelt wurden (SR 641.71 2000), weist die neue Fassung 40 Seiten auf (BBl 2020 7847). Der neue Text soll – eine Annahme der Vorlage durch das Volk am 13. Juni 2021 vorausgesetzt – anfangs 2022 in Kraft treten. ²⁰⁷ Die Totalrevision soll die Zielerreichung sicherstellen: Erstens bis 2030 mindestens 50 % der THG-Emissionen gegenüber 1990 einzusparen, zweitens die Weichen für das Netto-null-Ziel 2050 zu stellen (Bundesrat 2021). Einige

²⁰⁵ Man stelle sich vor, Somalia oder Südsudan (Platz 179 und 180 im weltweiten Korruptionsindex) statt der Schweiz (Platz 4) würden pionierhaft ein Klimakompensationsabkommen unterzeichnen (*Transparency International* 2020).

²⁰⁶ Die vollständige Bezeichnung ist «San José Principles for High Ambition and Integrity in International Carbon Markets», vgl. *Dirección de Cambio Climático* (2019) für die Liste der teilnehmenden Länder und weitere Informationen.

²⁰⁷ Für 2021 gilt ein Übergangsgesetz, da die Beratung der Totalrevision des CO₂-Gesetzes mehr Zeit in Anspruch nahm als ursprünglich vorgesehen. Grundsätzlich werden die bestehenden Massnahmen 2021 weitergeführt, das Verminderungsziel beträgt für 2021 minus 1,5 % gegenüber 1990 (ca. 0,8 Mio. Tonnen CO₂eq).

der wichtigsten gesetzlichen Änderungen werden im Folgenden aufgelistet und später im Kontext der in Kapitel 3.2.4 entwickelten vier Kriterien beurteilt.

Wenig plausible Begründung eines minimalen Inlandanteils

Eine Änderung, die das gesamte CO₂-Gesetz betrifft, ist die Anpassung des Inlandanteils. Bisher galt es, die für 2013–2020 im CO₂-Gesetz festgelegte Reduktion (vgl. Kapitel 3.2.1) ausschliesslich im Inland vorzunehmen. Ein Auslandanteil war nur für allfällige zusätzliche Reduktionen anrechenbar (vgl. SR 641.71 2013), Art. 3, Abs. 1–2. Mit der Totalrevision sollen nun «nur» noch 75 % der Reduktion im Inland erfolgen. Damit hat sich die strengste der drei diskutierten Varianten im Parlament durchgesetzt. ²⁰⁸ Mit diesem hohen gesetzlich geplanten Inlandsanteil beschneidet sich die Schweiz selbst in ihrer Flexibilität. Von den Befürwortern eines hohen Inlandanteils werden vor allem folgende zwei Argumente vorgebracht:

Erstens müssten langfristig alle Länder ihre CO₂-Emissionen reduzieren, weshalb sie ihre Einsparungen zunehmend für die Eigenanrechnung brauchten, statt sie an andere Länder wie die Schweiz zu «verkaufen». Dieses Argument funktioniert nicht: Sollten diese Länder ihre Einsparungen zunehmend für die Eigenanrechnung brauchen, würde das einfach den internationalen Umlauf von Emissionsberechtigungen senken, worauf die Preise für Kompensationen steigen würden. Theoretisch könnte der Preis so stark ansteigen, dass es für die Schweiz günstiger wird, Klimaschutzprojekte im Inland durchzuführen. Dieses Szenario würde also über den Marktmechanismus genau dazu führen, dass die Reduktion vermehrt im Inland erfolgt. Eine gesetzlich vorgeschriebene inländische Reduktionsquote braucht es deshalb nicht. Aus ökonomischer Perspektive ist es nicht ersichtlich, weshalb weltweit unterschiedliche Vermeidungskosten nicht genutzt werden sollten (vgl. Box 19). ²⁰⁹ Denn der «Kauf» von Emissionsrechten im Ausland ist kein einseitiges Geschäft, werden damit doch Massnahmen zur THG-Reduktion beim Geldempfänger bezahlt. Dies kann den Einsatz neuer Technologien beinhalten, die nicht nur die THG vermindern, sondern zusätzlich Schadstoffe, die ihre Wirkung vor allem lokal entfalten. ²¹⁰

Zweitens seien inländische Projekte sinnvoller, weil man damit – nach dem Slogan «Geld bleibt hier» – inländische Arbeitsplätze fördere. Politisch wird dies oft als Win-win-Lösung verkauft: Man erreicht eine klimaneutrale Wirtschaft und schafft dabei auch noch Arbeitsplätze. Doch die volkswirtschaftlichen Kosten sind erheblich und dürften in der Regel den allfälligen Nutzen bei weitem übersteigen. Wendete man die

²⁰⁸ Die Alternativen waren ein Minimum von 60 % (Vorschlag von Bundesrat und Ständerat) sowie gar keine Festlegung eines Minimums.

²⁰⁹ Die Kostendifferenz Schweiz-Ausland wird bei einem hochgesteckten Inlandziel sehr lange bestehen bleiben, zu Beginn allenfalls sogar zunehmen. Denn drei von vier Tonnen THG sollen in der Schweiz eingespart werden, damit steigen die Vermeidungskosten im kleinen inländischen Markt stärker an als im Ausland.

²¹⁰ So emittiert beispielsweise ein Kohlekraftwerk neben CO₂ auch Schwefeloxid, Stickoxide und Staub.

Box 19

Beispiel der Preisdifferenzen in- und ausländischer Kompensationen

Klimaschutz in der Schweiz ist kostspielig: Aus der Stromerzeugung resultieren nur minimale CO₂-Emissionen, die ansässige Industrie ist aufgrund der Branchenstruktur emissionsarm, und die Schweiz verfügt bereits über hohe Energieeffizienzstandards im Gebäudebereich. Kurzum, die Vermeidungskosten sind – abgesehen vom Verkehr und der Landwirtschaft – international betrachtet vergleichsweise hoch. Zwei Beispiele einer individuellen Kompensation (myclimate 2021):

- Für die rund 245 km von Bern nach Zürich und zurück auf der A1 stösst ein mit Benzin betriebener Mittelklassewagen 0,084 Tonnen CO₂ aus. Die Kompensationskosten für die Autofahrt beträgt mit Projekten in Entwicklungs- und Schwellenländern 2 Fr., soll die Hälfte davon in der Schweiz

kompensiert werden, steigt der Betrag auf 7 Fr.

- Ein Hin- und Rückflug in der Economy-Klasse von Zürich nach New York für eine Person (rund 12 600 km) verursacht rund zwei Tonnen CO₂. Die Kompensationskosten in Entwicklungs- und Schwellenländern dafür betragen 58 Fr., soll nur schon die Hälfte in der Schweiz kompensiert werden steigen die Kosten auf 138 Fr.

Eine rein inländische Kompensation für den Flug kostet rechnerisch – dies wird auf myclimate nicht angeboten – 218 Fr., d.h. auf eine Tonne umgerechnet 109 Fr. Die Grenzkosten der Kompensation in der Schweiz sind gemäss diesem Beispiel rund 3,8-mal so hoch wie in den Entwicklungs- und Schwellenländern.

genannte Arbeitsplatz-Logik konsequent an, müsste die Schweiz die Grenzen für jeglichen internationalen Handel schliessen und alles im Inland produzieren. Dies entspricht der wissenschaftlich seit 200 Jahren überholten, aber realpolitisch weiterhin beliebten Theorie des Merkantilismus. Die Effekte auf die Prosperität wären desaströs – insbesondere für ein Land, dass so stark in globale Wertschöpfungsketten eingebettet ist wie die Schweiz (Dümmeler et al. 2020). Wenn alles im Inland produziert werden müsste, können die komparativen Kostenvorteile zu anderen Ländern nicht mehr genutzt werden. Die Schweiz generiert gerade aufgrund der internationalen Vernetzung ein hohes Pro-Kopf-Einkommen, mit dem sich auch ausländische Güter «günstig» kaufen lassen. Auf das Klima bezogen: Da im Ausland die Vermeidungskosten niedriger sind, können mit demselben Aufwand insgesamt höhere CO₂-Einsparungen erreicht werden. Die Effizienz der Klimamassnahmen wird erhöht. Dies gilt auch, weil der Schweizer Franken im Ausland eine höhere Kaufkraft hat.

Das Schlagwort «win-win» kaschiert in diesem Fall die wahren Absichten: Es geht dabei weniger um Sorgen vor den Auswirkungen des Klimawandels als um staatliche Industriepolitik unter einem protektionistischen Deckmantel. Ein hohes Inlandziel – begründet mit lokaler Wertschöpfung – ist die Neuauflage einer merkantilistisch geprägten Aussenwirtschaftspolitik.²¹¹ Dazu verhilft ein gewerblicher Kreis einer

211 Die Umweltkommission des Ständerates «... ist überzeugt, dass inländische Massnahmen viel Wertschöpfung in der Schweiz generieren» (Urek-S 2019). Auch der Bundesrat schreibt: «Geld, das heute ins Ausland abfliesst [gemeint sind die Ausgaben für fossile Energieträger], wird künftig im Inland investiert. Davon profitiert das einheimische Gewerbe» (Bundesrat 2021).

links-grünen Politik zur parlamentarischen Mehrheit. ²¹² Eine solche «unheilige Allianz» dürfte auch in Zukunft vermehrt zum Tragen kommen (Dümmler und Anthamatten 2019): Gemäss Lobbywatch (2021) vertreten 53 % aller Parlamentarier (auch) Interessen im Umweltbereich, am meisten davon bei den Grünliberalen (81 % der Fraktion), gefolgt von den Grünen (77 %) und den Sozialdemokraten (56 %). Die Mitte ist genau hälftig aufgeteilt (50 %), und die SVP (42 %) liegt knapp vor der FDP (39 %). Natürlich ziehen linke und rechte Vertreter von Umweltthemen nicht automatisch am gleichen Strick, doch die hohe Zahl an Umwelt-Interessenvertretern lässt Spielraum für Koalitionen und Stimmentausch. ²¹³ Im Parlament sind Umweltthemen schon lange nicht mehr nur im links-grünen Spektrum vertreten.

Konsumsicht spricht für mehr Auslandkompensationen

Ein weiterer Grund spricht für einen höheren Anteil an Auslandskompensationen: Dieselben Vertreter, die einen höheren Inlandanteil fordern, verweisen gerne darauf, dass die Schweiz ihren «THG-Fussabdruck» vor allem im Ausland hat. Internationale Statistiken und das Übereinkommen von Paris stellen in der Regel nur auf die inländischen Emissionen ab, d.h. die innerhalb des Territoriums eines Landes ausgestossene Menge an THG (Produktionssicht; vgl. Box 16). Werden importbedingte Emissionen (Konsumsicht, «graue THG») hinzugerechnet und die exportbedingten abgezogen, erhält man den Nettoausstoss (oder «THG-Fussabdruck»), der die Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in der Schweiz gesamthaft verursacht. Dieser war im Durchschnitt der Jahre 2000–2018 rund 1,7-mal so gross wie der im Inland für inländisch konsumierte Güter und Dienstleistungen ausgestossene Anteil (vgl. Abbildung 12) (BFS 2020a). Eine Internalisierung auf Basis der Produktionssicht kommt der Kostenwahrheit näher, entspricht ihr aber nicht ganz. Basis dafür wäre die Konsumsicht. Damit sollte die THG-Reduktion der Schweiz vermehrt im Ausland erfolgen.

Verschärfung bestehender Massnahmen

Die weiteren Änderungen der Totalrevision ergänzen die bestehenden Massnahmen, mit der Ausnahme der Flugticketabgabe und dem Klimafonds, welche neu eingeführt werden sollen (vgl. weiter unten). So soll bei der **CO₂-Abgabe** auf Brennstoffen, die sich als Instrument bewährt hat, der Maximalsatz angepasst und auf 210 Fr. pro Tonne CO₂eq erhöht werden. Ob dieser angewendet wird, bleibt dabei weiterhin von der Erreichung der Zwischenziele abhängig. Die lenkende Wirkung soll damit verstärkt werden, was

²¹² Die Anhebung des Inlandziels auf 75 % im revidierten CO₂-Gesetz wurde im Nationalrat von den Fraktionen der SP, der Grünen, der GLP und der Mehrheit der Mitte-Fraktion unterstützt. So votierten 111 gegen 86 Stimmen bei einer Enthaltung für die Erhöhung. «Umweltministerin Simonetta Sommaruga wehrte sich nicht mit grossem Elan gegen das höhere Inlandziel.» (SDA 2020).

²¹³ z.B. wenn sich rechte Interessenvertreter von Waldbesitzern mit links-grünen Lobbyisten für ökologisches Bauen zusammenschliessen.

– bei diesem hohen Satz – zu einem Überschreiten der Kostenwahrheit führt, was das Instrument weniger effizient macht.

Neu sollen sich alle Unternehmen davon befreien können (Bundesversammlung 2020) – jedoch ist noch unklar, ob sie dafür am EHS teilnehmen oder eine Verminderungsverpflichtung eingehen werden müssen. Insgesamt bringt die Revision der CO₂-Abgabe keine nennenswerte Verbesserung in den vier Beurteilungskriterien (vgl. Kapitel 3.2.2) gegenüber dem heutigen Stand (vgl. Abbildung 27).

Im **Gebäudebereich** hingegen sollen ab 2023 CO₂-Grenzwerte für Altbauten gelten und Ölheizungen nur noch installiert werden können, wenn ein Gebäude gut isoliert ist. Der Grenzwert soll dabei maximal 20 kg pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr betragen, und jede fünf Jahre um 5 kg reduziert werden (BBl 2020 7847, Art. 10). Dies soll das bisherige Problem lösen, dass oft alte Ölheizungen einfach durch neue ersetzt werden. Der Umstieg weg von Heizsystemen, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden, kann einen starken Einfluss auf die CO₂-Einsparungen haben und zugleich die Effizienz der Massnahmen steigern: Gezielte Bauteil-Sanierungen haben schliesslich eine bessere Energierendite als andere Eingriffe (vgl. Kapitel 3.2.4.2). Allerdings wird mit diesem Zusatz noch nicht garantiert, dass nur solche Sanierungen vorgenommen werden. Im Rahmen des Gebäudeprogramms (als Teil des neuen Klimafonds, vgl. unten) ist damit eine Effizienzsteigerung der Fördermassnahmen auch nach der Totalrevision nicht unbedingt gegeben. Zudem wird die Wahl der Heizsysteme nicht von ihrem THG-Ausstoss abhängig gemacht, sondern vom Zustand der Gebäude. Dadurch bleiben die Massnahmen im Gebäudebereich sehr stark auf einen spezifischen Faktor fokussiert, nämlich die energetische Qualität der Gebäude. Dies schränkt die Effektivität weiterhin ein (vgl. Kapitel 3.2.4.1). Auch die anderen beiden Beurteilungskriterien – Kostenwahrheit und Technologieneutralität – verbessern sich im Vergleich zum geltenden CO₂-Gesetz nicht.

Bei der **Kompensationspflicht** von Treibstoffimporten ist vorgesehen, dass ein höherer Anteil kompensiert werden soll: maximal 90 %. Neu beträgt der Anteil der inländischen Massnahmen mindestens 15 %, ab 2025 mindestens 20 %. Dies bedeutet, dass die Differenz zum Kompensationsanteil von z.B. 90 % mit ausländischen Reduktionsnachweisen erbracht werden kann (BBl 2020 7847, Art. 30ff.). Der Preisaufschlag auf den Liter Treibstoff soll dabei bis 2024 maximal 10 Rappen und ab 2025 maximal 12 Rappen betragen. Die Erhöhung des Kompensationssatzes erhöht den Scale der Massnahme und damit die Effektivität (vgl. Kapitel 3.2.4.1). Dasselbe gilt auch für die Steigerung des Auslandsanteils: die Effizienz der Massnahme nimmt zu. Zudem wird die Lernkurve einer weitergehenden, bilateralen Zusammenarbeit mit anderen Ländern beschleunigt (vgl. Kapitel 4.3.1). Im Vergleich zum geltenden CO₂-Gesetz verbessert sich neben der Effektivität auch die Effizienz, da nicht mehr wie bisher alle Kompensationen im Inland erfolgen müssen.

Bei den **CO₂-Emissionsvorschriften** ist eine weitere Verschärfung der Zielwerte sowie die Ausweitung auf weitere Fahrzeugtypen vorgesehen (BBl 2020 7847, Art. 11ff.). Es wurde bereits aufgezeigt, weshalb diese Massnahme nicht ideal ist, um die Emissionen im Verkehr zu reduzieren (Kapitel 3.2.3 ff.). Dennoch ist es sinnvoll, dass sich die Schweiz – aufgrund einer fehlenden eigenen Fahrzeugproduktion – an den Richtlinien der EU orientiert. Dies erleichtert den Import. In Bezug auf die vier Kriterien können bei der Effektivität allenfalls gewisse Fortschritte konstatiert werden, die restlichen Einschätzungen bleiben gleich.

Die Flugticketabgabe – eine Fehlkonstruktion

Bei der neu einzuführenden Flugticketabgabe (BBl 2020 7847, Art. 42ff.) wird oft von einer «CO₂-Abgabe auf Flugtickets» gesprochen (SRF 2020). Dies ist nicht falsch – aber auch etwas verwirrend, da die CO₂-Abgabe bereits als eigenständige Massnahme existiert. Diese wird nur auf Brennstoffe erhoben, was auch nach der Totalrevision des Gesetzes so bleiben wird. Es handelt sich also nicht um die Ausweitung der CO₂-Abgabe, sondern um die Einführung einer neuen Abgabe. Diese soll auf Flugtickets erhoben werden und, je nach Klasse und Reisedistanz, mindestens 30 und höchstens 120 Franken betragen. Für Privatjets (ab einer höchstzulässigen Startmasse von 5700 kg) bewegt sich die Spanne zwischen 500 und 3000 Franken.

Doch was galt eigentlich bisher für den Flugverkehr? Zuerst einmal ist festzuhalten, dass der *nationale* Luftverkehr in der Schweiz kaum ins Gewicht fällt: 2018 machte dieser einen Anteil von 0,8 % der Emissionen im Verkehr aus (Bafu 2020k). ²¹⁴ Viel bedeutender ist der internationale Luftverkehr, der jedoch – gemäss den Vorgaben der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) – nicht zu den nationalen Emissionen gezählt wird. ²¹⁵ Für die 5,67 Mio. Tonnen CO₂eq (Bafu 2020e), ²¹⁶ für die 2018 der internationale Flugverkehr an Schweizer Flughäfen verantwortlich war, ist die Internationale Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) der Uno zuständig. Diese Organisation arbeitet zurzeit an einem marktbasierten Mechanismus (Corsia), der den Zertifikatehandel zwischen Airlines und weiteren Wirtschaftssektoren ermöglichen soll. ²¹⁷

Es gibt allerdings einige Ausnahmen: Die EU entschied sich bereits 2005 dazu, den Flugverkehr in ihr EHS zu integrieren. Anfangs waren alle Luftfahrtbetreiber mit Starts und Landungen im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) emissionshandels-

²¹⁴ Trotzdem werden diese Emissionen teilweise von der Kompensationspflicht für Treibstoffe abgedeckt, da Kerosin auch davon betroffen ist.

²¹⁵ Dasselbe gilt für den internationalen Schiffsverkehr.

²¹⁶ Dies entspricht einem Anstieg von 83 % gegenüber 1990, den bedeutendsten im Vergleich zu allen anderen Verkehrsmitteln in der Schweiz.

²¹⁷ Für 2021-2023 ist die erste Testphase vorgesehen, welche allerdings freiwillig ist (Carbon Brief 2019). Basis sollen die Emissionen 2020 sein, was jedoch aufgrund des aussergewöhnlichen Jahres mit massiv geringeren, globalen Flugbewegungen, noch revidiert werden wird.

pflichtig, doch auf internationalen Druck hin wurde die EHS-Pflicht auf Flüge innerhalb des EWR begrenzt. Die Schweiz übernahm dies anlässlich der Verknüpfung ihres EHS mit demjenigen der EU. Somit sind seit 2020 alle in- und ausländischen Betreiber von Luftfahrzeugen, die Flüge im Inland oder aus der Schweiz in die EWR-Staaten durchführen, zur Teilnahme verpflichtet. Dies entspricht etwa 65 % des Passagieraufkommens an den Schweizer Landesflughäfen (Peter et al. 2016).

Mit der Flugticketabgabe belastet die Schweiz die Mehrheit der Flüge – die innerhalb des EWR-Raumes stattfinden – zweifach, denn neben der Abgabe haben Flugverkehrsbetriebe (bzw. letzten Endes die Konsumenten) auch die Teilnahme am EU-EHS zu bezahlen. Zudem entstehen Fehlanreize: Ein Direktflug Zürich-New York wird beispielsweise für die gesamte Strecke mit der Abgabe belastet, während Umsteiger in Frankfurt nur die Strecke Zürich-Frankfurt bezahlen müssen. Der zusätzliche Start in Frankfurt gegenüber dem Direktflug ab Zürich belastet das Klima überproportional. Inländische Verbindungen, z.B. Zürich-Genf sind gar dreifach belastet; sie bezahlen zusätzlich die Kosten der Kompensationspflicht. Solchermassen ausgestaltet ist die neu zu erhebende Flugticketabgabe eine Fehlkonstruktion und sollte – spätestens, wenn ein globales System zur Verfügung steht – wieder abgeschafft werden.

Der Klimafonds – ein Selbstbedienungsladen

Der Klimafonds (BBl 2020 7847, Art. 53ff.) soll bestehende Fördergefässe (Teile des Gebäudeprogramms und Technologiefonds) ablösen. Finanziert wird der neue Fonds weiterhin durch die bisherige Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe (ein Drittel der Einnahmen, aber maximal 450 Mio. Fr. pro Jahr). Hinzu kommen neu knapp die Hälfte der Einnahmen (49 %) aus der Flugticketabgabe sowie weitere Einnahmen basierend auf dem CO₂-Gesetz wie Sanktionszahlungen und Erlöse aus den Versteigerungen von Emissionsrechten (Bafu 2019d). Nach aktuellen Schätzungen könnte in Zukunft eine Milliarde Franken pro Jahr bereitstehen. ²¹⁸

450 Mio. Fr. sind auch in Zukunft für das Gebäudeprogramm reserviert (Swisspower 2020). Es wurde aber noch nicht festgelegt, ob die Massnahmen im Gebäudebereich geändert werden sollen. Auch sonst ist unklar, wofür das Geld des Klimafonds genau gedacht ist. Die Verwendungsmöglichkeiten sind breit definiert: Beiträge an Hauseigentümer für Sanierungen oder klimafreundliche Heizungen, Forschungsförderung in der Luftfahrt, Geothermie, Nachtzüge, Bürgschaften für Investitionen zur CO₂-Reduktion, Projekte zur Vermeidung von Schäden – es handelt sich hierbei keineswegs um eine vollständige Aufzählung (NZZ 2020). Als wäre dies nicht verwirrend genug, darf der Bund zusätzlich undefinierte «weitere Massnahmen» unterstützen, falls diese den Zielen des Gesetzes dienen.

²¹⁸ Die Gesamtsumme wird auch davon abhängen, wie gut sich die Flugbranche von der gegenwärtigen Krise erholt (NZZ 2020).

So aufgesetzt dürfte sich der geplante Klimafonds zu einem Selbstbedienungsladen entwickeln, indem gewerbliche Interessengruppen – sekundiert von links-grüner Seite – auf den Ausbau von Fördermassnahmen drängen (vgl. dazu auch Dümmler und Rutz 2019). Die Klima-Effizienz pro eingesetztem Franken dürfte gering sein. Dazu ein kurzer, rechnerischer Vergleich: Die Schweiz stösst rund 46 Mio. Tonnen CO₂eq pro Jahr aus. Der Preis einer Tonne CO₂eq im EU-EHS erreichte im März 2021 ein neues Allzeithoch von 42 €. Nehmen wir an, die Schweiz könnte ihren gesamten THG-Ausstoss eines Jahres zu diesem Preis im Ausland kompensieren, so würden die Kosten dafür knapp zwei Milliarden Franken betragen. Mit bloss dem doppelten Betrag, der jährlich in den Fonds fliessen soll, könnte die Schweiz also – bei den heutigen Preisen – sofort Klimaneutralität erreichen. Man mag einwenden: Ja, aber nur auf dem Papier. Doch: Eine eingesparte Tonne CO₂ ist eine eingesparte Tonne CO₂ für den Klimaschutz – egal ob im Inland oder Ausland eingespart.

Sollte überhaupt ein Klimafonds geöffnet werden, statt die Gelder vollständig an die Bevölkerung zurückzuverteilen, dann sollten sie angespart werden, um die ab 2050 allenfalls notwendig werdenden Negativ-Emissionen zu finanzieren oder um das Geld in einigen Jahrzehnten für die Behebung von Klimaschäden einzusetzen – womit erst Generationengerechtigkeit im eigentlichen Sinne erzielt würde.

Fazit zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes

Insgesamt scheint die Totalrevision des CO₂-Gesetzes eine Fortführung des helvetischen Klima-Flickwerkes zu sein. Besser wäre es, auf einfache, marktbasierte Instrumente unabhängig von Sektoren oder Branchen zu setzen. Denn für die Entwicklung des Klimas ist es unerheblich, aus welchen wirtschaftlichen Aktivitäten die THG-Emissionen resultieren. Statt das Flickwerk weiterzuführen und mit der Flugticketabgabe und dem Klimafonds noch heterogener zu machen, wäre ein mutiger, neuer Wurf angezeigt gewesen – mit dem Risiko, bei Abschaffung bestehender Instrumente bisherige Profiteure wie Teile des Gewerbes gegen die Vorlage aufzubringen. Mit der Totalrevision des CO₂-Gesetzes vergibt die Schweiz das Potenzial einer effektiveren und vor allem effizienteren Klimapolitik.

Trotz dieser Kritikpunkte darf nicht vergessen werden, dass die Totalrevision immerhin einen – wenn auch nicht optimalen – Weg darstellt, das Reduktionsziel für 2030 zu erreichen. Wird die Vorlage abgelehnt, geht wertvolle Zeit verloren, um eine Alternative demokratisch legitimiert zu implementieren. Es ist deshalb darauf zu drängen, dass die Klimapolitik der Schweiz – unabhängig vom Abstimmungsergebnis – baldmöglichst erneut umfassend revidiert wird und Instrumente eingesetzt werden, die den Kriterien aus Kapitel 3.2.2 besser standhalten.

4.4 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz

Da der Schweizer Einfluss auf den Klimawandel begrenzt ist, liegt das Ausmass der Veränderungen grösstenteils nicht in der eigenen Gestaltungsmöglichkeit. Auch die Kontrolle über internationale Lösungsfindungsprozesse, wie etwa die Gründung eines Klima-Clubs, bleibt limitiert. Was aber klar im eigenen Kompetenzbereich liegt, ist die Minderung negativer Auswirkungen des Klimawandels auf dem heimischen Territorium. Wichtig ist es deshalb, sich der Risiken und Chancen, die sich der Schweiz stellen, bewusst zu sein und sich adäquat darauf vorzubereiten.

Doch was sind die Aufgaben der öffentlichen Hand im Rahmen einer inländischen Anpassungspolitik? Wo gilt es, sich einzumischen, und wo lässt es sich in Freiheit besser an neue Gegebenheiten anpassen? In diesem Kapitel werden – ausgehend von den Risiken und Chancen des Klimawandels – der Handlungsbedarf und Handlungsfelder des Staates identifiziert.

4.4.1 Risiken

Im Risikobericht des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (Babs) sind drei der Top-10-Risiken mit dem höchsten Schadenserwartungswert Szenarien, die sich durch den Klimawandel verschärfen oder häufiger werden dürften: Hitze, Stürme und Trockenheit (Babs 2020). In diesem Unterkapitel soll aufgezeigt werden, welches die wesentlichen Herausforderungen für Leistungen sind, die der Staat bereits erbringt, und welche Handlungsfelder durch den Klimawandel hinzukommen können.

Anpassung der Infrastruktur

Eine der wesentlichen Kernaufgaben von Bund, Kantonen und Gemeinden ist das Bereitstellen der öffentlichen Infrastruktur. Diese sollte an die neuen, wärmeren Bedingungen angepasst werden. Schätzungen der jährlichen Zusatzkosten der Transportinfrastrukturen ergeben einen Betrag von rund 100 Mio. Fr (Jaag und Schnyder 2019). Darin enthalten sind etwa Schäden an Strassen und Schienen durch Extremereignisse wie Überflutungen und Stürme, aber auch graduelle Entwicklungen wie erhöhte Degradierungsschäden durch intensivere Niederschläge oder eine höhere Nachfrage nach Kühlmöglichkeiten. Neben den nötigen Mehrinvestitionen ergeben sich auch positive Auswirkungen: So kommt es etwa zu weniger kältebedingten Schäden an Schienen und Strassen (Jaag und Schnyder 2019). Eine Kostenexplosion für den Unterhalt der Schweizer Infrastruktur ist nicht zu erwarten.

Vermehrte Hitzetage

Zu den bisherigen staatlich erbrachten Leistungen können auch neue Tätigkeitsfelder hinzukommen. Einige Kantone und Städte entwickelten sogenannte «Hitzeaktionspläne». Dazu gehören Sensibilisierungskampagnen, um gefährdete Personengruppen

auf eine herannahende Hitzewelle aufmerksam zu machen. ²¹⁹ Einen weniger paternalistischen Weg beschritten die Kantone Genf, Waadt und Tessin: Sie entwickelten ein auf Freiwilligkeit beruhendes «Buddy-System». Dabei werden ältere, zu Hause wohnende Personen mit vorheriger Zustimmung von freiwilligen Betreuungspersonen während einer Hitzewelle durch Besuche oder Telefonate betreut (Ragettli und Röögli 2019).

Handlungsbedarf besteht bei vielen grossen Spitälern. So verzichtet das Universitätsspital Zürich auf die Klimatisierung der Patientenzimmer. Einzig Operationssäle, Intensivpflege- und Brandverletztenstationen sowie die Neonatologie werden klimatisiert (USZ 2014). Auch Alters- und Pflegezentren sind bei Klimaanlage zurückhaltend, nicht zuletzt aus Angst vor der Verbreitung von Bakterien und Viren (NZZ 2014c). Die Argumentation hinkt jedoch, denn ausgerechnet Intensivstationen mit äusserst vulnerablen Patienten sind damit ausgestattet, ausserdem können entsprechende Filter eingebaut werden. In südlichen Ländern sind Klimaanlage nicht nur in Privathaushalten, sondern auch in Spitälern vielfach der Normalfall (Correire della Sera 2020). Der Betrieb von Klimaanlage ist in einer Gesamtbetrachtung nicht zwingend mit Mehrkosten verbunden, denn auf der anderen Seite reduziert sich in den kälteren Jahreszeiten der Heizbedarf. Für Private besteht in beinahe allen Kantonen eine Baubewilligungspflicht, um stationäre Klimaanlage in Betrieb zu nehmen. Im Verhältnis zur Investition fallen die Gebühren teilweise übermässig hoch aus und behindern die Anpassungen an vermehrte Hitzetage (HEV 2018). Eine Lockerung der Bewilligungspflicht ist angezeigt.

Box 20

Umgang des Tessins mit den Herausforderungen

Der Kanton Tessin ist dem Klimawandel anders ausgesetzt als der Rest der Schweiz. So zählt er die meisten Hitzetage und Tropennächte ausserhalb der grossen Städte (Bafu 2019b), und auch 95 % aller Waldbrände in der Schweiz ereignen sich im Tessin (Bafu 2017b). Hinzu gesellt sich noch ein speziell gefährlicher Umstand: Durch die häufigen Sonnentage und den oft geringen Luftaustausch aufgrund der Topografie wird die Bildung von Ozon im Sommer begünstigt. Während fast acht Monaten im Jahr sind die Ozonwerte übermässig hoch (Bafu 2019b). Trotz der schweizweit höchsten Anzahl Hitzetage, Tropennächte und der schlechteren Luftqualität ist aber kein signifikantes Plus an Hitze-

todesfällen festzustellen (Bafu 2019b). Mit gezielten Massnahmen hält der Kanton dagegen: So wurde beispielsweise eine Stabsstelle eingerichtet – der «Gruppo operativo salute e ambiente» (Gosa). Verschiedene Departemente des Kantons, Fachleute aus dem Gesundheitswesen, der Wissenschaft und Meteo Schweiz sind darin eingebunden. Seit 2004 beobachten sie die Entwicklung der Hitze, des Ozons, des Feinstaubs und der Luftbelastung in Innenräumen und ergreifen Massnahmen, wenn angezeigt (Bafu 2019b). Das Beispiel des Tessins zeigt, dass auch in der Schweiz mit steigenden Temperaturen umgegangen werden kann.

²¹⁹ In Städten wie Zürich wird dazu eine Vielzahl neuer Staatsstellen geschaffen. So implementierte das Gesundheits- und Umweltsdepartement eine neue Gruppe zur Umsetzung der Klimastrategie der Stadt. Insgesamt wuchs die Verwaltung in der Stadt Zürich innert 20 Jahren um 5600 Stellen – dies ist im Verhältnis mehr als die Bevölkerungszunahme (NZZ 2019b).

Zur Hitzeverminderung werden auch städtebauliche Massnahmen diskutiert: So sollen «Kaltluftsysteme» entstehen, die besonders während der natürlichen Nachtabkühlung einen Wärmeabfluss aus den Städten ermöglichen sollen (vgl. Stadt Zürich 2021). Die Umsetzung bedingt jedoch invasive Massnahmen und schränkt die Gestaltungsmöglichkeiten von Grundstückseigentümern zusätzlich ein. Besser wäre es, Eigentümern im Gegenzug z.B. bei den Höhenbeschränkungen entgegenzukommen. Der heute negativ behaftete «Schattenwurf» von Bauten könnte in Zukunft weniger ein Problem darstellen. Im Sinne einer langfristigen Planung sollte sich die öffentliche Hand darauf beschränken, bei Umgestaltungen auf öffentlichem Boden versiegelte Flächen zu öffnen und mehr Grünflächen zu schaffen. Dies tangiert die Eigentumsfreiheit Privater weniger und stiftet der Allgemeinheit oft einen höheren Nutzen.

Längere Trockenperioden

Nicht nur gegen Hitzewellen gilt es sich zu wappnen, sondern auch gegen Trockenperioden. Trotz der komfortablen Lage als «Wasserschloss Europas» mit hohen Niederschlägen in den Bergen und vielen Flüssen und Seen ist die Schweiz immer öfter von temporärer Wasserknappheit betroffen. Zu unterscheiden ist die landwirtschaftliche Trockenheit, die in der Regel im Sommer zu Problemen führt, und die meteorologische Trockenheit infolge eines Niederschlagsdefizits, die sich auf die Wälder und den Grundwasserspiegel negativ auswirkt (Bafu 2017b). Es gilt demzufolge für den Wald und den Wasserhaushalt der Schweiz eine geeignete Strategie zu finden:

Der **Wald** nimmt einen Drittel der Schweizer Landesfläche ein (Bafu 2019e). Dabei dominiert die Fichte, sie macht 44 % des hiesigen Holzvorrates aus, gefolgt von der Buche (18 %) und der Weisstanne (15 %) (LFI und WSL 2011). Diese Konzentration, zusammen mit häufigeren Perioden der Trockenheit, ist eine Herausforderung für das Ökosystem Wald. Verschiedene Baumarten können nicht mit der drohenden Intensität von Hitze und Trockenheit umgehen. Die Auswirkungen sind frühzeitiger Laubabfall, Rindenriss und absterbende Kronenteile (Rigling und Stähli 2020). So hat infolge von Stürmen und Insektenbefall der Bestand an Fichten bereits abgenommen. Profitiert hat davon die Walddurchmischung, indem Lärche, Ahorn und Esche teilweise die Lücken füllten (LFI und WSL 2011). Ein vermehrtes Anpflanzen von trockenheitstoleranten Arten in tieferen Lagen und das vermehrte Einbringen von Laubbäumen in höheren Lagen wäre eine zielführende Massnahme, um den Baumartenwechsel zu unterstützen (Pluess et al. 2016). Durch das wärmere Klima und vermehrte Blitzschläge steigt das Risiko von Waldbränden (Moris et al. 2020). Das Brand-Monitoring in den Kantonen ist jedoch funktionstüchtig und das Frühwarnsystem wird laufend verbessert (WSL 2021). Oberflächliche Lauffeuer können in der Regel schnell erkannt und von der Feuerwehr eingedämmt werden (Maringer et al. 2020).

Langanhaltende Trockenheit setzt auch dem **Wasserhaushalt** zu. Insbesondere die Landwirtschaft hat mit der Trockenheit zu kämpfen, das benötigte Wasservolumen

kann sich während Trockenperioden vervierfachen (Bafu 2017b). Doch die Versorgung ist nicht überall gewährleistet. 2018 wurde die Armee aufgeboten, um die Viehtränkung im Waadtländer Jura und in den Freiburger Voralpen mit ihren Helikoptern sicherzustellen (Tages-Anzeiger 2018). Die Trockenheit hatte ebenso Auswirkungen auf Wasserkraftwerke und Kühlwassernutzer. So mussten in acht Kantonen etliche Kleinwasserkraftwerke wegen zu geringen Abflussmengen ihre Produktion mehrere Wochen lang einstellen. Die Hälfte der Kantone hat bereits eine Wasserstrategie oder plant die Erstellung einer solchen (Bafu 2019b). Das Bewusstsein für die Risiken einer längeren Trockenperiode ist bei den zuständigen Behörden gestiegen.

Es ist darauf zu achten, dass die Herausforderungen vermehrter Trockenperioden nicht zu einer Anspruchshaltung führen. Es ist nicht Aufgabe der öffentlichen Hand, private Akteure wie beispielsweise die Landwirtschaft von beinahe jeglichem unternehmerischen Risiko zu entbinden. Zunehmenden Ernteeinbussen kann mit einer Anpassung der angepflanzten Sorten oder mit privaten Versicherungslösungen begegnet werden. Auch Tränkung des Viehs gehört nicht zu den Aufgaben der Armee.

Grossereignis Hochwasser

Sechs Todesopfer und Schäden von rund drei Milliarden Franken verursachte das «Alpenhochwasser» im August 2005 (Bafu 2017b). Künftige Hochwasser könnten, von vermehrten Starkniederschlägen ausgelöst, häufiger auftreten und durch die Auftauprozesse im Permafrost und den Gletscherzurückgang mehr Lockermaterial mitschwemmen. Nicht nur die Häufigkeit, sondern auch die Intensität und Gefährlichkeit dürften zunehmen (Giorgi et al. 2016).

Der Hochwasserschutz ist in der Schweiz bereits seit geraumer Zeit gesetzlich verankert, Schutzbauten sind an vielen Risikostellen bereits vorhanden und werden stetig verbessert. Etwa durch die Berücksichtigung von Überlastfällen, womit sichergestellt werden kann, dass Schutzbauten nicht kollabieren und die Wassermassen sprunghaft und unkontrolliert ansteigen. Abflusskorridore und organisatorische Massnahmen helfen, das Risiko weiter zu reduzieren (Bafu 2018c). Wichtig sind hier die periodische Aktualisierung von Gefahren- und Risikogrundlagen sowie die Weiterführung des permanenten Monitorings, um das bestehende Schutzniveau zu erhalten.

Weitere Anpassungsmassnahmen

Unklar ist die Situation bei zukünftigen Anforderungen an den Geröllschutz. Das Bafu sieht bei den beobachteten Sturzeignissen keinen signifikanten temperaturabhängigen Trend. Durch die Auftauprozesse im Permafrost können aber neue Trennflächen, Entlastungsbrüche und neue Fliesswege im Fels entstehen. Auch die Zunahme von Starkniederschlägen erhöht das Risiko von Erdbeben. Durch die intensivere Raumnutzung ist mit einer Zunahme von Personen- und Sachschäden zu rechnen (Bafu 2017b). Wie auch beim Hochwasserschutz gilt es, mit einer ständigen Überwa-

chung und baulichen Massnahmen vorzusorgen. Diese Massnahmen sind jedoch örtlich sehr unterschiedlich und im Einzelfall gesondert zu betrachten.

4.4.2 Chancen

Zu den Risiken gesellen sich auch Chancen, die sich aufgrund des Klimawandels ergeben (Bafu 2020). Die Präferenz zum Status quo darf nicht die Sicht auf sich bietende Möglichkeiten verstellen. Dazu gehört nicht nur der verringerte Heizbedarf durch das wärmere Klima (Bafu 2020).

So ist etwa das Potenzial für die Schweizer **Landwirtschaft** bei einer erfolgreichen Anpassung an die neuen Bedingungen gross. Wiesen, Weiden und Ackerkulturen profitieren insgesamt von einem Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration. Auch die Grünlandproduktion wird durch die höheren Temperaturen begünstigt. Pro Grad Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur beginnt die Vegetationsperiode sechs bis sieben Tage früher und endet um die gleiche Dauer später. Durch eine Anpassung der Produktion und Einführung von wärmeresistenten Kulturen ²²⁰ wird in gewissen Regionen gar eine zweifache Ernte pro Jahr möglich (Calanca et al. 2005). Die sich bietenden Chancen werden durch das hohe Subventionsniveau der Schweizer Landwirtschaft ausgebremst. Da durchschnittlich 54 % der Bruttoeinnahmen eines Hofes staatliche Transfers sind (OECD 2019), haben Landwirte kaum Anreize, ihr Angebot umzustellen. Sie produzieren das, wofür sie bezahlt werden (Dümmler und Roten 2018). Hohe Alpenlagen mit Vieh zu bewirtschaften, wurde im Mittelalter zum gewinnbringenden Geschäft (Holenstein 2014). Mit zunehmender Trockenheit und ansteigenden Infrastrukturkosten wird die Alpwirtschaft nur durch Subventionen aufrechterhalten. Die volkswirtschaftliche Nettowertschöpfung ist in den Gebirgskantonen schon heute negativ (Dümmler und Bonato 2020), durch den Klimawandel dürfte sich diese Tendenz noch weiter verstärken. Würde man die Bauern jedoch aus dem heutigen regulatorischen Korsett befreien, würde ihnen die Umstellung zu einer profitablen Landwirtschaft unter neuen, wärmeren Bedingungen vereinfacht.

Für die **Wasserkraft** spielen Gletscher eine untergeordnete Bedeutung. Verschwinden die Gletscher vollständig aus dem Alpenbild, würde dies zu einem Produktionsrückgang von 2,5 % der gesamten Wasserkraft führen. Im Kontrast dazu durchlaufen 93 % der Niederschläge in der Schweiz mindestens ein hiesiges Wasserkraftwerk (Wermelinger 2018). Der stark emotionalisierte Rückgang der Gletscher eröffnet Möglichkeiten: Insgesamt sieben neue Standorte für Stauanlagen hat das Nationale Forschungsprogramm Energie identifiziert. Damit könnten jährlich 1,1 Terrawattstunden Strom erzeugt werden (NFP Energie 2021). Dies entspricht 2 % der aktuellen Schweizer Strompro-

²²⁰ Dies bedingt gegebenenfalls auch das Anpflanzen von gentechnisch veränderten Sorten. Die Schweiz kennt jedoch ein Moratorium für den Anbau gentechnisch veränderter Organismen (GVO) in der Landwirtschaft; das Moratorium gilt auch für Produkte aus neuen gentechnischen Verfahren (Crispr/Cas-Methode).

duktion (VSE 2021). Zurzeit liegen sechs der Standorte in geschützten Gebieten. Durch die neue Nutzung würden die entstehenden Gletscherbrachen nicht nur zu einem Mahnmal des Klimawandels, sondern durch neue Wasserkraftwerke auch zu einem Symbol für den Umbau des Energiesystems.

Daneben gibt es weitere Chancen aus dem Klimawandel: Vermehrte Hochwasser können aus Sicht der **Biodiversität** vorteilhaft sein – etwa wenn nach Überschwemmungen neue Lebensräume auf von Geschiebe überlagerten Flächen entstehen, wo sich diverse Pionierarten ansiedeln können (Bafu 2020f).

Chancen bedingen keine neuen Staatsaufgaben

Es ist zentral, dass die Politik und Verwaltung auch die Chancen, die sich aus dem Klimawandel ergeben, erkennen und diese Tatsache öffentlich ansprechen (Bafu 2020f). Heikel wird es, wenn die öffentliche Hand daraus automatisch neue Aufgaben ableitet. So wird im Aktionsplan des Bundes dem Seco die Förderung des Sommertourismus übertragen: Die «Angebotsentwicklung und Diversifikation im Schweizer Tourismus» soll unterstützt werden (Bafu 2020f). Doch Industriepolitik ist hier fehl am Platz. Die Branche wird die Chancen, die sich aus dem Sommertourismus ergeben, besser und schneller nutzen, als dies eine Stabstelle unter Führung des Secos kann. Herausforderungen entstehen hingegen für den Wintertourismus. Gerade in den tiefergelegenen Destinationen im Berner Oberland oder der Zentralschweiz wird Wintersport im heutigen Ausmass künftig nicht mehr möglich sein. Höhergelegene Gebiete, etwa im Wallis und Graubünden, sind davon weniger stark betroffen. Sie könnten im Vergleich zu anderen Destination im Alpenbogen gar profitieren, da sie vergleichsweise schneesicher liegen (Müller-Jentsch 2017).

Der Kanton Zürich hat den (fehlenden) staatlichen Handlungsbedarf hinsichtlich der Chancen richtig erkannt. In seinem Massnahmenplan zur Anpassung an den Klimawandel schreibt er: «Diese Chancen des Klimawandels lassen häufig erwarten, dass die einzelnen Branchen selbst aktiv werden, um die Chancen zu nutzen. Hier besteht also seltener Handlungsbedarf für die öffentliche Hand.» (Baudirektion Kanton Zürich 2018: S. 6). Dies sollte die Richtschnur staatlichen Handelns sein. Nicht alles, was durch den Klimawandel ausgelöst wird, fällt in den Verantwortungsbereich der öffentlichen Hand.

4.4.3 Anpassungsaktivismus vermeiden

Das Bewusstsein für die nötigen Anpassungen an den Klimawandel ist bei vielen Akteuren vorhanden. Die zuständigen Behörden haben die letzten Jahre auch nicht ungenutzt verstreichen lassen, sondern sich teilweise intensiv mit den Veränderungen auseinandergesetzt – oft begleitet von einem starken und teilweise fragwürdigen Ausbau der Verwaltungsstellen. Trotz der Herausforderungen, vor welche der Klimawandel die Schweiz stellt, gilt es, nicht in heillosen Anpassungs-Aktivismus zu verfallen.

Eine nüchterne Kosten-Nutzen-Abwägung ist bei allen angedachten Massnahmen vorzunehmen (vgl. Kapitel 3.2.2).

Der für die Schweiz erfolgreiche Ansatz der Subsidiarität soll auch beim Klimawandel zum Tragen kommen. Bund, Kantone und Gemeinden müssen die öffentlichen Güter, die sie bereitstellen, vor negativen Auswirkungen des Klimawandels schützen. Sich ergebende Chancen sollen von privaten Akteuren genutzt werden. Dazu braucht es freiere Rahmenbedingungen, damit sich die Wirtschaft entfalten kann. Eine Förderung durch Staatsstellen ist nicht notwendig. Auch ist es nicht zielführend, den Status quo mit allen Mitteln zu verteidigen. Gerade etwa für Forst- und Landwirtschaft braucht es nicht eine Konservierung des Ist-Zustands, sondern eine Anpassung an die neuen Umstände. Die sich abzeichnende Realität ist zu akzeptieren. Mit diesen Prinzipien kann der Schweiz eine erfolgreiche Anpassung gelingen.

5 Fazit

5.1 Ausgangslage – Klima und Klimapolitik

Die Menschheit hat es seit der industriellen Revolution zu enormem Wohlstand gebracht. Im Zuge des technologischen Fortschrittes konnte sie viele Ressourcen- und Umweltprobleme lösen, die die steigenden Konsumbedürfnisse einer schnell wachsenden Bevölkerung mit sich brachten. Noch nicht bewältigt ist die Herausforderung Klimawandel. Das liegt mitunter daran, dass dieser nicht wie viele andere ein lokales oder regionales Umweltproblem ist, sondern ein globales. Die Auswirkungen des THG-Ausstosses belasten also nicht nur jene Länder, die ihn verursacht haben, sondern verteilen sich weltweit – und sie fallen vor allem in einer Zukunft an, die viele von uns gar nicht mehr erleben werden

Treibhausgase und Klimawandel

Gegenüber vorindustrieller Zeit hat sich die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre von 280 auf 410 ppm erhöht. Damit verbunden war bisher ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen um 1,1°C (über Land mit 1,75°C deutlich stärker als über den Ozeanen mit 0,9°C). Bis zu den 1,5°C, die im Übereinkommen von Paris als Ziel definiert wurden, fehlt also schon heute nicht mehr viel. Um es einzuhalten, müsste die ganze Welt spätestens bis 2050 eine Netto-null-Bilanz beim Ausstoss von Treibhausgasen (THG) aufweisen. Mit den aktuellen Klimapolitiken, die weltweit in Kraft sind, dürfte eher eine Erwärmung von 3°C resultieren. Das 1,5-Grad-Ziel ist nicht aus der Luft gegriffen. Die Politik hat sich auf dieses Ziel geeinigt, da bei einer stärkeren Erwärmung die Wahrscheinlichkeit deutlich steigt, dass wichtige Kippunkte im Klimasystem überschritten werden (vgl. S. 44ff). Allerdings ist es nicht so, dass vor 1,5°C keine unangenehmen Folgen zu erwarten sind und jenseits der 1,5°C die Welt untergeht. Wenn wir 1,5°C nicht einhalten, dann ist es immer noch besser, die Erwärmung auf 2°C statt 2,5°C zu begrenzen, und sollten wir auch das nicht schaffen, sind 2,5°C besser als 3°C – denn auch wenn der eine oder andere Kipppunkt überschritten werden sollte: Wie schnell ein angestossener (irreversibler) Prozess abläuft, hängt abermals vom Temperaturanstieg ab. Ein geringerer Temperaturanstieg gibt der Menschheit also mehr Zeit, sich an möglicherweise unumkehrbare Änderungen anzupassen.

In der zuweilen hitzig geführten Klimadebatte wird ein Punkt gerne ignoriert: Die Erde, deren Flora und Fauna, kommen auch mit höheren Temperaturen gut zurecht. Ein kaum gebremster Klimawandel würde zwar zum Zusammenbruch verschiedener Ökosysteme führen, aber an ihrer Stelle würden sich im Laufe der Jahrhunderte – in geologischen Zeitskalen bemessen ein Wimpernschlag – neue Ökosysteme ent-

wickeln. Es geht beim Kampf gegen den Klimawandel also nicht darum, die Erde vor höheren Temperaturen zu retten, sondern darum, langfristig einen Zustand des Klimas zu bewahren, der für unsere menschliche Zivilisation vorteilhaft ist. Das zu betonen ist keine Besserwisserei, sondern höchst relevant. Denn damit wird aus einem Problem, das oft moralisch oder gar (natur-)religiös aufgeladen wird, ein sachliches – ein Problem, das nicht durch Symbolhandlungen geringer wird, sondern pragmatische, effiziente und effektive Lösungen fordert. Der «Klimaschutz» sollte daher als Schutz vor dem Klima verstanden werden, nicht ein Schutz des Klimas.

Die Rolle der Schweiz

Die Schweiz ist aktuell für etwa für 0,1% des jährlichen weltweiten THG-Ausstosses verantwortlich, addiert man alle Importe (und zieht die Exporte ab), sind es gut 0,2% (vgl. Abbildungen 9 und 12). Trotz ihres sehr hohen Wohlstands ist die CO₂-Schuld der Schweiz geringer als in den meisten anderen westlichen Ländern – hohe Energieeffizienz und geringe CO₂-Intensität unseres Energiebedarfs (vorwiegend durch den CO₂-armen Strommix) seien Dank.

Gegenüber vorindustriellem Niveau ist die Durchschnittstemperatur in der Schweiz schon um 2,2°C gestiegen. Dieser Anstieg ist höher als der durchschnittliche globale Temperaturanstieg über Land. Das bedeutet allerdings nicht, dass die Schweiz – wie oft gehört – besonders stark vom Klimawandel betroffen ist. Als Land ohne Meeresküste in gemässigten Breiten mit bisher eher kühlfeuchtem Klima gehört sie nicht zu den Hauptrisikogebieten des Klimawandels. Zu erwarten ist ein zunehmend mediterranes Klima mit entsprechender Sommertrockenheit und Winterfeuchte. Der Kippunkt für die Gletscher der Schweiz ist schon heute überschritten – 90% ihres Volumens werden verschwinden, die Frage ist bloss wie schnell. Diese Veränderungen bringen Herausforderungen mit sich, aber keine Herausforderungen, die angesichts unseres Wohlstandes nicht mit vernünftigem Aufwand zu bewältigen wären.

Das bringt die Schweiz in folgende Lage: Sie ist erstens nicht übermässig stark vom Klimawandel betroffen, und die Entwicklung ihres eigenen THG-Ausstosses wird zweitens keinen Einfluss auf die Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz haben. Als eines der reichsten Länder der Welt sollte sie beim Klimaschutz trotzdem mit gutem Beispiel vorangehen. Eine Vorbildrolle einnehmen heisst aber: keine Symbolpolitik, kein Moralismus – und vor allem keine überteuerten, ineffizienten Massnahmen, die ja dann auch kaum von anderen Ländern übernommen würden. Gefragt ist eine marktnahe, effektive Klimapolitik, die unserem Land mit seiner langen freiheitlichen Tradition gut ansteht und die beweist, dass Klimaschutz und Wirtschaftswachstum keine Widersprüche sind. Die Schweiz sollte sich zudem als Diplomatin für multilaterale Klimaabkommen und kluge überstaatliche Lösungen einsetzen. So kann sie – zum Wohle aller – im Kampf gegen den Klimawandel mehr erreichen, als ihr mit eigenen Reduktionsmassnahmen (auf eigenem Grund und Boden) möglich wäre.

Theoretische Grundlagen einer marktnahen Klimapolitik

Ein Hauptpfeiler des Liberalismus ist die Eigenverantwortung, also die Übernahme der Verantwortung für die Folgen, die eigenes Tun auslöst. Die Folge des THG-Ausstosses ist der Klimawandel. Dessen Kosten fallen nicht beim verursachenden Individuum, sondern weltweit – und vor allem in Zukunft – an. Klimaschutz ist insofern eine liberale Tugend. Das Ziel einer liberalen Klimapolitik ist die Internalisierung jener Kosten, die die Akteure mit ihrem THG-Ausstoß verursachen. Die so erreichte Kostenwahrheit setzt Anreize für ein gesellschaftlich optimiertes Konsumverhalten, das dessen Auswirkungen auf künftige Generationen berücksichtigt.

Nun lässt sich in der Praxis aber nicht seriös berechnen, wie hoch die gesellschaftlichen Kosten einer ausgestossenen Tonne CO₂eq sind. Nicht nur die Klimamodelle weisen erhebliche Unsicherheitsbereiche auf, sondern auch die technologische Entwicklung ist kaum vorhersehbar. Vielleicht werden in naher Zukunft disruptive Technologien erfunden, die den Klimawandel zu einem geringen Preis stoppen, vielleicht nicht. Zuletzt hängt die Berechnung der heutigen Grenzkosten des THG-Ausstosses auch stark von der Wahl des Diskontsatzes ab, mit dem künftige Kosten auf die Gegenwart abgezinst werden. Aus diesen Gründen nähert man sich dem Problem in der Realität von einer anderen Seite: Gemäss dem IPCC lässt sich eine «gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems» bei einer globalen Erwärmung um 1,5°C noch mit grosser Wahrscheinlichkeit verhindern, weshalb im Klimaabkommen festgelegt wurde, dieses Ziel anzustreben (und mindestens «deutlich unter 2°C» zu bleiben). Dafür ist es nötig, dass die THG-Emissionen bald halbiert und weltweit bis 2050 auf netto-null gesenkt werden. Netto-null bedeutet, nicht mehr THG zu emittieren, als der Atmosphäre über technische Massnahmen oder Wiederbewaldungsprogramme entzogen werden.

Die geforderte Reduktion des Ausstosses kann über verschiedenste Mechanismen erzielt werden. Preismechanismen sind jedoch nicht-marktlichen Instrumenten wie Vorschriften oder gar Verboten grundsätzlich überlegen: Sie sind technologieneutral, setzen Anreize für Innovationen, und vor allem ermöglichen sie die flexible Reduktion des THG-Ausstosses dort, wo dessen Verhinderung am günstigsten ist. In der Theorie garantiert dies, dass mit einem gegebenen Aufwand das Maximum an Emissionsreduktion erreicht wird. In der Praxis verhindert der Preismechanismus zumindest, dass viel Geld für Massnahmen verschwendet wird, die nicht massgeblich zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen.

Eine Bepreisung des THG-Ausstosses kann grundsätzlich über zwei Instrumente erfolgen: Eine THG-Steuer oder handelbare Emissionszertifikate («Cap and Trade»). Letztere führen direkt auf den gewünschten Reduktionspfad, bei ersterer nimmt man den Umweg über den Preis. Die beiden Herangehensweisen – entweder regulatorische Festsetzung des Preises oder maximal erlaubter Menge – haben gewisse Unterschiede, die man als Vor- und Nachteile ins Feld führen kann. Bei entsprechender Ausgestal-

tung nähern sich die effektiven Eigenschaften der beiden Instrumente aber einander an – wobei die Verminderung eines Nachteils (z.B. unsichere Erreichung des Zielreduktionspfades) meist mit der Gefährdung eines korrespondierenden Vorteils (z.B. Preissicherheit) einhergeht.

Die globale Effizienz bei der Vermeidung von THG-Emissionen steigt, je mehr Länder sich an einem gemeinsamen Preismechanismus beteiligen. Denn damit ist ein Ausgleich der Grenzvermeidungskosten (vgl. Abbildung 18) nicht nur zwischen den Akteuren innerhalb eines Landes, sondern zwischen ganzen Staaten möglich. Auch global gesehen werden somit Massnahmen zur THG-Reduktion dort ergriffen, wo sie die grösste Wirkung erzielen. Eine weltweit einheitliche Pro-Kopf-Rückverteilung der generierten Einnahmen würde Schwellen- und Entwicklungsländer, die bisher deutlich weniger THG ausstossen als viele frühindustrialisierte Länder, ein starkes Argument für die Teilnahme an einem multilateralen CO₂-Steuer- oder Emissionshandelssystem liefern. Denn unter dem Strich würden diese finanziell profitieren, da die Geldzuflüsse aus den Pro-Kopf-Rücktransfers die Geldabflüsse durch die THG-Bepreisung übertreffen. Da eine solche globale Rückverteilung ein theoretisches Optimum mit eher geringen praktischen Realisierungschancen ist, sollten auch andere Wege ins Auge gefasst werden, um möglichst viele Länder zur Kooperation zu bewegen (vgl. Ausführungen in Kapitel 5.2).

Die möglichst umfassende Partizipation vieler Länder an klimapolitischen Massnahmen ist auch darum entscheidend, weil ein isolierter Rückgang der Nachfrage nach fossilen Energieträgern durch harte klimapolitische Massnahmen in einigen westlichen, nicht-erdölproduzierenden Ländern global sozusagen im Nichts verpuffen würde: Solange das Angebot der erdölproduzierenden Länder nicht abnimmt, würde durch den Nachfragerückgang «grüner» Länder bloss der Marktpreis fossiler Energieträger sinken, sodass «nicht-grüne» Länder das nicht mehr beanspruchte Angebot nachfragen. Erst wenn sich der Marktpreis fossiler Brennstoffe langfristig in der Nähe von null bewegt, ist dem Klima wirklich geholfen: Denn dann lassen bisher erdölproduzierende Länder ihre Ressourcen zunehmend im Boden – oder stellen zumindest ihre Bemühungen ein, neue zu finden – und sind gezwungen, auf andere Einnahmequellen umzusteigen.

5.2 Eine wirkungsvolle Klimapolitik für die Schweiz

Welche Strategie ist für die Schweiz – angesichts der globalen Herausforderung des Klimawandels und des geringen eigenen Anteils an den THG-Gesamtemissionen – sinnvoll? Wie sieht eine liberale Klimapolitik für die Schweiz aus? Eine mögliche Antwort besteht aus der Definition von zwei Zielen: Erstens soll die Schweiz die Anstrengungen der Weltgemeinschaft, den Klimawandel zu stoppen, mit Massnahmen im In- und Ausland unterstützen. Zweitens soll die Schweiz Massnahmen im Inland treffen, um sich den steigenden Temperaturen bestmöglich anzupassen.

Aus dem ersten Ziel können vier Handlungsfelder hergeleitet werden: Die Kooperation auf multilateraler Ebene, die Koordination mit der Europäischen Union, das

Abbildung 30

Zwei Ziele und sechs Handlungsfelder einer wirkungsvollen Klimapolitik für die Schweiz

Ziele		Handlungsfelder	Beschrieb
Die Schweiz unterstützt die Anstrengungen der Weltgemeinschaft, den Klimawandel zu stoppen, mit Massnahmen im In- und Ausland.	▷	1. Multilaterale Kooperation	Motivieren und mit gutem Beispiel vorangehen, um möglichst viele Emittenten einzubinden – Übereinkommen von Paris – Agenda 2030 der Uno
	▷	2. Europäische Koordination	Zusammenarbeit, um wirtschaftliche Chancen wahrzunehmen und handelspolitische Diskriminierung zu vermeiden – Europäischer Grüner Deal – EU-Emissionshandelssystem – Klima-Club und Grenzausgleichsmechanismus
	▷	3. Bilaterale Abkommen	Steigerung der Effizienz der Klimamassnahmen – Kompensationen im Ausland – Technische Zusammenarbeit
	▷	4. Inländische Massnahmen	Ausrichtung der Klimamassnahmen an den Kriterien – Effektivität – Effizienz – Kostenwahrheit – Technologieneutralität
Die Schweiz trifft Massnahmen im Inland, um sich bestmöglich an die steigenden Temperaturen anzupassen.	▷	5. Risiken begegnen	Massnahmen v.a. auf lokaler Ebene, Vorkehrungen im Bereich der Infrastruktur, der Wälder, der Wasserversorgung und gegen die Hitze, Trockenheit und Hochwasser
	▷	6. Chancen nutzen	Nutzung sich bietender Chancen beispielsweise in der Landwirtschaft oder bei der Wasserkraft, neue Angebote nicht durch staatliche Auflagen behindern

Quelle: Eigene Darstellung

Eingehen bilateraler Abkommen und schliesslich die Ausrichtung der inländischen Klimapolitik an vier Kriterien.

Aus dem zweiten Ziel ergeben sich zwei Handlungsfelder: den Risiken des Klimawandels begegnen und dessen Chancen nutzen (vgl. Abbildung 30). Die insgesamt sechs Handlungsfelder werden im Folgenden näher ausgeführt.

Erstes Handlungsfeld: multilaterale Kooperation

Für den globalen Klimaschutz am effektivsten und effizientesten wäre es, wenn eine «Weltregierung» mit Durchsetzungsmacht marktbasierende Massnahmen beschliessen würde, die alle Länder und wirtschaftlichen Aktivitäten gleichermaßen einbeziehen. Da dies kaum je der Fall sein dürfte, ruht der Blick auf den bestehenden, multinationalen Institutionen, allen voran der Uno. Wichtigstes Instrument ist das Übereinkommen von Paris, das ein 1,5- bzw. «deutlich-unter-2-Grad»-Ziel formulierte (vgl. Kapitel 3.1.2). Trotz der ambitionierten Ansage steht kaum ein Land abseits, bereits haben 191 Nationen den Vertragstext ratifiziert, nur vier sind noch ausstehend. Das ist das Ergebnis eines Kompromisses. Im Gegensatz zum Kyoto-Protokoll wollte man mit Paris möglichst alle Länder einbinden, auch wenn dies auf Kosten der völkerrechtlichen Verbindlichkeit geht.

So bestimmen die Vertragsstaaten ihre beabsichtigten Klimamassnahmen und -ziele eigenständig und kommunizieren sie der Uno. Ein Zwischenfazit ist, dass die Summe der bisher gemeldeten, national festgelegten Beiträge (NDC) nicht ausreicht, die Klimaziele des Übereinkommens von Paris zu erreichen. Zusätzlich darf bezweifelt werden, dass die in den NDC angekündigten Reduktionen von allen Ländern auch wirklich buchstabengetreu umgesetzt werden. Paris sieht keine Sanktionsmechanismen vor für Staaten, die ihre Klimaziele nicht erreichen. Vertragspartei zu werden ist somit einfacher, als der Ratifikation Taten folgen zu lassen.

Ein weiterer multilateraler Ansatz ist die Agenda 2030 der Uno, die 17 Ziele der nachhaltigen Entwicklung identifizierte, darunter auch den Klimaschutz (vgl. Kapitel 3.1.1). Letzterer ist somit Teil eines Nachhaltigkeitsbegriffs, der neben ökologischen auch soziale und ökonomische Aspekte berücksichtigt. Dazu gehören beispielsweise die Beendigung der Armut und des Hungers, der Zugang zu Bildung und sauberem Wasser, menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum sowie verantwortungsvoller Konsum und entsprechende Produktion. Sie stehen gleichwertig zum Klimaschutz, es gibt keine explizite Priorisierung der einzelnen Nachhaltigkeitsziele. Dies bedeutet, dass sich andere Ziele nicht automatisch dem Klimaschutz unterzuordnen haben. Die oft geforderte «All-in-Strategie», d.h. ohne Rücksicht auf Kosten und Kollateralschäden alles zu unternehmen, um den Klimawandel aufzuhalten, erweist der nachhaltigen Entwicklung der Menschheit somit keinen Dienst. Eine solche Auffassung von Klimaschutz riskiert, dass sich andere Nachhaltigkeitsindikatoren verschlechtern. Beispielsweise verursachte das Zurückfahren der wirtschaftlichen Aktivität aufgrund der Pan-

demie – was ebenfalls zu einer Absenkung des THG-Ausstosses führte – weltweit hohe soziale Kosten, und das Armutsrisiko vieler Bevölkerungsschichten stieg (vgl. Kapitel 2.3). Die Schweiz sollte sich weiterhin aktiv und mit Ideen in multilaterale Ansätze zur Reduktion der THG-Emissionen einbringen. Nur wenn möglichst viele Emittenten Reduktionsmassnahmen umsetzen, wird der Effekt auf das globale Klima messbar werden. Gleichzeitig sollte die Schweiz mit gutem Beispiel vorangehen. Denn es kann für andere Länder motivierend sein, wenn die Schweiz aufzeigt, dass die Reduktion fossiler Energieträger mit einer Steigerung des Wohlstands kompatibel ist. Dafür müssen die durch die Schweiz eingesetzten Klimamassnahmen unter anderem vier ökonomischen Kriterien genügen – sie werden unter dem vierten Handlungsfeld ausgeführt.

Zweites Handlungsfeld: europäische Koordination

Zusätzlich zur multilateralen Ebene sollte sich die Schweiz auch mit den Ländern der EU enger koordinieren. Denn aufgrund der starken wirtschaftlichen Verflechtung gilt es, den Entwicklungen in der EU erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen. Im Vordergrund steht die zukünftige Ausgestaltung des Kernstückes der EU-Klimapolitik – dem europäischen Grünen Deal (vgl. Kapitel 3.1.3). Auf Ebene der EU ist das seit 2005 bestehende Emissionshandelssystem (EHS) das wichtigste Instrument zur Reduktion der THG (vgl. Kapitel 3.1.4). Ergänzt wird es durch nationale Vorschriften, die sich aus verpflichtenden nationalen Zielen ableiten.

Für die Schweiz als Drittstaat bietet diese Ausgangslage Chancen wie auch Risiken. Erstens bieten sich wirtschaftliche Chancen, Umwelttechnologien und Beratungsleistungen vermehrt auch in der EU zu verkaufen. Zweitens ist es erklärtes Ziel der Europäischen Kommission, einen Grenzausgleichsmechanismus einzuführen (vgl. Kapitel 4.2.4). Die Details dazu dürften noch 2021 bekannt gemacht werden. Für die Schweiz, die knapp 50 % ihres Aussenhandels mit der EU abwickelt, ist diese Entwicklung von eminenter Bedeutung. Denn die EU dürfte entscheiden, dass Drittländer – wie im Klima-Club-Modell von Nordhaus (vgl. Kapitel 4.2.1) – einen Strafzoll zu bezahlen haben, falls sie nicht mindestens äquivalente Klimamassnahmen implementiert haben. Aufgrund der beinahe gleichen Klimaziele für 2030, des deckungsgleichen Netto-null-Ziels für 2050 und der seit 2020 bestehenden Einbindung des Schweizer EHS ins EU-EHS sind die Grundlagen für eine Äquivalenz gegeben. Doch es darf nicht vergessen werden, dass eine inhaltlich und von der Wirkung her gleiche Regulierung nicht ausreicht, um einen Strafzoll abzuwenden. Ebenso benötigt wird die politische Anerkennung der Äquivalenz. Die Schweiz machte diesbezüglich bereits leidvolle Erfahrungen bei der Börse und, wirtschaftlich einschneidender, bei den Medizintechnikprodukten. Eine enge Koordination inländischer Massnahmen mit den Entwicklungen in der EU ist angezeigt.

Drittes Handlungsfeld: bilaterale Abkommen

Aufgrund der Kompensationsabkommen mit Peru und Ghana nimmt die Schweiz international eine Vorreiterrolle im grenzüberschreitenden Klimaschutz ein (vgl. Kapitel 4.3.2). Das Übereinkommen von Paris räumt den teilnehmenden Staaten explizit die Möglichkeit ein, Emissionsreduktionen im Ausland vorzunehmen und dem eigenen Klimaziel anzurechnen. Die Schweizer Abkommen könnten deshalb insbesondere ausser-europäischen Staaten als Vorlage dienen, wie ein solches Abkommen gestaltet werden könnte. Denn es werden nicht nur die Bedingungen festgelegt, unter welchen die THG-Reduktionsergebnisse anrechenbar sind, sondern auch beispielsweise die Menschenrechte berücksichtigt. Solcherart gestaltete bilaterale Abkommen lehnen sich damit an die Agenda 2030 an, indem sie den Nachhaltigkeitsbegriff nicht nur auf den Klimaschutz beziehen.

Die Abkommen dienen auch als Plattform für den technischen Erfahrungsaustausch, welche Instrumente wie am besten eingesetzt werden können, um die nachhaltige Entwicklung optimal zu fördern. Durch bilaterale Abkommen steigert die Schweiz die Effizienz ihrer eigenen Klimapolitik: Die THG werden dort reduziert, wo die Kosten am geringsten sind. Je mehr Länder untereinander entsprechende Vereinbarungen aushandeln, umso eher nähert man sich – bottom-up statt top-down – der Vision eines multilateralen Ansatzes für den Klimaschutz an.

Viertes Handlungsfeld: inländische Massnahmen

Um netto-null bis 2050 zu erreichen, muss die Schweizer Klimapolitik auf jene Massnahmen setzen, die zu einer langfristigen, nachhaltigen Reduktion führen, am richtigen Ort ansetzen und bezahlbar sind. Vier Kriterien helfen dabei, eine diskutierte Massnahme zu beurteilen und Symbolpolitik zu vermeiden:

- 01_ Effektivität:** In welchem Ausmass führt eine Massnahme zu einer Reduktion der THG-Emissionen? (vgl. S. 138) Es interessiert also die Emissionsreduktion in Prozent der Gesamtemissionen.
- 02_ Effizienz:** Wie viele Tonnen THG können pro eingesetztem Franken eingespart werden? (vgl. S. 138ff) Die Effizienz ist natürlich mit der Effektivität verwandt: Wird fast keine THG-Reduktion erreicht (Effektivität), dürfte das Kriterium Effizienz schwierig zu erfüllen sein – ausser die Massnahme ist sehr günstig. Die Dringlichkeit des Klimaschutzes berechtigt nicht, finanzielle Mittel in schlecht konzipierte Massnahmen zu investieren. Gerade weil THG-Reduktionen dringlich sind, ist es wichtig, dass jeder Franken einen möglichst hohen Reduktionsbeitrag liefert. Die Relevanz dieses Kriteriums nährt sich auch aus dem Gedanken, dass jede Massnahme Opportunitätskosten generiert: Jeder Franken, der in Klimaschutz investiert wird, kann nicht für andere Anliegen, z.B. in der Bildung, ausgegeben werden. Effizienz heisst also, die Opportunitätskosten zu minimieren, indem die verfügbaren Mittel dort eingesetzt werden, wo sie am meisten erreichen können.

03_ Kostenwahrheit oder die Durchsetzung des Verursacherprinzips: Dieses Kriterium ist das Kernelement einer liberalen Klimapolitik (vgl. S. 140). Der Verursacher eines THG-Ausstosses sollte in Bezug auf die Klimawirkung seiner Emission nicht nur seine eigenen Kosten (die null betragen), sondern die gesellschaftlichen Kosten tragen. Eine praktische Schwierigkeit ist, die «wahren» gesellschaftlichen Kosten zu beziffern – doch dies ist strenggenommen ein untergeordnetes Problem. Wichtig ist das Eingeständnis, dass THG-Emissionen überhaupt Kosten verursachen. Die Weltbank identifizierte ein globales Preisband von 50 bis 100 \$ pro Tonne CO₂eq für 2030, um den Absenkpfad für das «unter zwei Grad»-Klimaziel von Paris einzuhalten (vgl. Box 17).

04_ Technologieneutralität: Die Politik sollte nur das Reduktionsziel vorgeben, das mit der Massnahme erreicht werden soll (vgl. S. 141). Die Wahl der Technologie, um die Zielvorgabe zu erfüllen, sollte den betroffenen Akteuren überlassen werden. Dadurch entsteht ein ergebnisoffener Wettbewerb zwischen verschiedenen Lösungsansätzen. Schliesslich werden sich jene durchsetzen, die am effizientesten und effektivsten wirken. Der Vorteil dieses Entdeckungsverfahrens ist, dass damit nicht schon im Voraus von zentraler Instanz antizipiert werden muss, welche Technologien sich durchsetzen könnten. Die Gefahr einer politischen Fehleinschätzung wird durch technologieneutrale Massnahmen gebannt.

Die genannten vier Kriterien erlauben die Beurteilung einer Massnahme aus liberaler Warte und ermöglichen entsprechend auch den Vergleich verschiedener Strategien (vgl. Kapitel 3.2.5). Sollte eine solchermassen durchgeführte Bewertung ungenügende Ergebnisse liefern, sollte man auch den Mut aufbringen, komplett neue Massnahmen vorzuschlagen.

Die Schweizer Klimapolitik bis 2050 ist noch nicht ausformuliert, wenn auch mit dem CO₂-Gesetz und der Energiestrategie wichtige erste Schritte unternommen wurden. Es hängt entscheidend von der Weiterentwicklung ab, ob die Schweiz eine Klimapolitik verfolgt, die – wie eingangs erwähnt – zu einer langfristigen, nachhaltigen Reduktion führt, am richtigen Ort ansetzt und bezahlbar bleibt. Nur mit einer solchermassen erfolgreichen Klimapolitik kann die Schweiz zudem als Vorbild dienen. Inländische Massnahmen können so wirksam «gehebelt» werden, indem andere Länder sie kopieren.

Fünftes Handlungsfeld: Risiken begegnen

Den Risiken bzw. Auswirkungen steigender Temperaturen (vgl. Kapitel 4.4.1) soll vor allem mit Massnahmen auf lokaler Ebene durch private Akteure begegnet werden. Denn die Herausforderungen z.B. im Berggebiet unterscheiden sich von den Bedürfnissen in den Städten. Der Erfahrungsaustausch zwischen Kantonen und Gemeinden kann helfen, effiziente und effektive Massnahmen zu ergreifen. Dazu gehören Vorkehrungen

im Bereich der Infrastruktur, der Wälder, der Wasserversorgung und gegen Hitze, Trockenheit und Hochwasser.

Sechstes Handlungsfeld: Chancen nutzen

Die Präferenz zum Status quo darf nicht die Sicht auf sich bietende Chancen verstellen (vgl. Kapitel 4.4.2). So wird die Vegetationsperiode länger, neue Nutzpflanzen können kultiviert werden, mehrere Ernten pro Jahr werden möglich. Die klimatischen Änderungen bedingen auch eine Anpassung der Schweizer Agrarpolitik, denn Landwirte haben im Direktzahlungssystem kaum Anreize, ihr Angebot umzustellen. Sie produzieren das, wofür sie bezahlt werden, und dieses Geld kommt grösstenteils aus den starren Subventionstöpfen des Bundes und der Kantone.

Weiter entstehen durch den Rückzug der Gletscher Möglichkeiten, die Elektrizitätserzeugung aus Wasserkraft auszubauen. So wurden sieben potenzielle Standorte identifiziert, sechs davon liegen aber in Schutzgebieten. Es braucht somit einen Abbau staatlicher Auflagen, damit Symbole des Klimawandels – die Gletscher – zum Beschleuniger der Energiewende werden.

5.3 Zehn abschliessende Überlegungen

Ausgangsbasis der in diesem Buch skizzierten liberalen Klimapolitik war erstens die Anerkennung, dass der beobachtete Klimawandel menschengemacht ist. Zweitens die Überzeugung, dass das marktwirtschaftliche Instrumentarium Lösungsansätze bereithält, um dem Klimawandel wirkungsvoll zu begegnen, ohne dass dafür die bisherige Lebensweise radikal geändert werden muss. Davon ausgehend führen die nachfolgenden zehn Überlegungen zur vorgeschlagenen liberalen Klimapolitik für die Schweiz:

- 01_ Klimawandel ist ein globales Problem, das die wirtschaftliche Wertschöpfung fast in ihrer ganzen Breite betrifft. Damit unterscheidet es sich fundamental von den meisten anderen Umweltproblemen, die sich lokal auswirken (z.B. Belastung mit Feinstaub). Auch wenn die globalen Kosten zur Bekämpfung des Klimawandels kleiner sind als die globalen Folgekosten der Tatenlosigkeit, ist der lokale Nutzen lokaler Klimamassnahmen kaum zu spüren.
- 02_ Der Treibhausgas (THG)-Ausstoss der Schweiz ist im globalen Kontext vernachlässigbar. Trotzdem sollte die Schweiz im Einklang mit multilateralen oder plurilateralen Bestrebungen ihren THG-Ausstoss reduzieren. Sie könnte als Vorbild aufzeigen, dass eine Emissionsreduktion dank marktnaher Instrumente soziale oder wirtschaftliche Nachhaltigkeitsziele nicht beeinträchtigt. Können so Nachahmer gewonnen werden, wäre der Hebel der Schweizer Klimapolitik grösser als nur durch die inländische Wirkung.
- 03_ Der THG-Ausstoss der Schweiz stoppt nicht an ihren Landesgrenzen. Der Warenkorb unserer konsumierten Güter enthält einen hohen Anteil an im Ausland emittierten THG. Die THG-Reduktion sollte sich deshalb nicht auf das Inland beschränken, sondern das Ausland miteinbeziehen. Vorgaben zu einem minimal im Inland zu erreichenden Reduktionsanteil sind weder zweckmässig noch effizient.
- 04_ Eine globale Lenkungsabgabe (pro Tonne THG) in weltweit gleicher Höhe mit Rückverteilung an die Weltbevölkerung oder ein globales EHS wären die ökonomisch effizientesten Ansätze. THG würden international dort vermieden, wo die Kosten am geringsten sind. In Ländern wie der Schweiz mit ohnehin schon geringer THG-Intensität der Wertschöpfung würde ein Alleingang und die Fokussierung auf inländische Massnahmen im Vergleich zu einer global koordinierten Lösung ein Vielfaches der Vermeidungskosten pro Tonne THG verursachen.
- 05_ Ein globales, marktbasiertes System zur THG-Reduktion dürfte kaum realisierbar sein, auch nicht im Rahmen des Übereinkommens von Paris. Doch die Schweiz könnte aufgrund der Klimapolitik bedeutender Handelspartner unter Druck kommen. Ein Ansatz mit Massnahmen im In- und Ausland ist deshalb am besten. Dies könnte dazu führen, dass die Schweiz nicht nur – wie heute – Teil eines Emissionshandelssystems (EHS) zusammen mit anderen Ländern ist, sondern auch Mitglied eines Klima-Clubs.

- 06_ Bei Auslandskompensationen darf es nicht zu Doppelzählungen kommen, indem sowohl Konsum- als auch Produktionsland die identischen Einsparungen ausweisen. Für die Anrechenbarkeit an die Klimaziele des finanzierenden Landes braucht es transparente, internationale – oder zumindest bilaterale Regeln. So wie sie die Schweiz bereits mit Peru und Ghana vereinbart hat.
- 07_ Die Erträge aus der Belastung der THG-Emissionen sollten an die Bevölkerung zurückverteilt oder in einem Fonds angespart werden, um die Negativemissionen nach 2050 zu entgelten und künftige Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel zu finanzieren. Letzteres würde auch die Generationengerechtigkeit erhöhen.
- 08_ Die Klimapolitik sollte nicht mit anderen Politikzielen vermischt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Verkehrspolitik, die auf die effiziente Nutzung der Kapazitäten fokussieren sollte, ohne dabei auch noch klimapolitische Zielsetzungen zu verfolgen. Insbesondere muss der Versuchung widerstanden werden, Klimapolitik auch für industriepolitische Interessen zu missbrauchen. Die realpolitische Vermengung gewerblicher und grüner Interessen schadet der Effektivität und Effizienz klimapolitischer Massnahmen.
- 09_ Der technologische Fortschritt wird für die Dekarbonisierung des Wirtschaftslebens von zentraler Bedeutung sein. Staatliche Technologiegebote oder -verbote stehen dieser Entwicklung diametral entgegen. Zu den staatlichen Rahmenbedingungen gehört, das Ziel festzulegen, aber nicht, auch die Technologie für die Zielerreichung zu bestimmen.
- 10_ Eine liberale Klimapolitik verschliesst die Augen nicht vor der Tatsache, dass der Klimawandel im besten Fall stark abgebremst, aber trotz der internationalen Bestrebungen nicht verhindert werden kann. Neben der Klimapolitik sollte die Schweiz auch Massnahmen im Inland ergreifen, um sich bestmöglich an die steigenden Temperaturen anzupassen. Dazu sind nicht mehr, sondern weniger staatliche Auflagen notwendig, damit die privaten Akteure Risiken besser begegnen und die Chancen nutzen können.

Die politische Interpretation der Klimadaten und daraus abgeleitete Massnahmen dürfen nicht Befürwortern von radikalen Schritten, Umverteilung und Industriepolitik überlassen werden. Es braucht starke liberale Stimmen, um die gesteckten internationalen und nationalen Ziele zu erreichen, ohne dass auf dem Weg dahin Symbolpolitik betrieben wird. Dazu braucht es Aufklärung, denn eine wirksame Klimapolitik schöpft ihre Kraft auch aus der Legitimation und Akzeptanz in der Bevölkerung.

Die Schweiz gehört zu den Vorreitern im Klimaschutz, dennoch kann und soll sie ihre Klimapolitik weiter verbessern. Die sechs identifizierten Handlungsfelder bilden dazu die Grundlage. Sie schaffen auch die Voraussetzung, dass Klimaneutralität gelingen kann, ohne dass andere Ziele der nachhaltigen Entwicklung unseres Landes gefährdet werden. Packen wir es an!

Abkürzungsverzeichnis

Afolu	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und weitere Landnutzung (Agriculture, Forestry and Other Land Use)
Bafu	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandprodukt
CCS	Kohlenstoff-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage)
CDM	Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism)
CDR	Kohlendioxidrückholung (Carbon Dioxide Removal)
CER	Certified Emission Reduction
CO₂eq	Kohlendioxid-Äquivalente
Corsia	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
EEX	European Energy Exchange
Efta	Europäische Freihandelsassoziation (European Free Trade Association)
EHS	Emissionshandelssystem
EU-EHS	Emissionshandelssystem der Europäischen Union
EUA	European Union Allowance
EWK	Europäischer Wirtschaftsraum
GND	Green New Deal
GVK	Grenzvermeidungskosten
HDI	Human Development Index
HFM	Harmonisiertes Fördermodell (der Kantone)
IPCC	Weltklimarat bzw. Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change)
JI	gemeinsame Durchführung (Joint Implementation)
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change and Forestry)
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
MSR	Marktstabilitätsreserve (Market Stability Reserve)
NDC	National festgelegte Beiträge (Nationally Determined Contributions)
NET	Negative Emission Technologies
ppm	Teile pro Million (parts per million)
RCP	Repräsentativer Reduktionspfad (Representative Concentration Pathway)
SDG	Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals)
THG	Treibhausgas(e)
WLTP	Weltweit einheitliches Leichtfahrzeuge-Testverfahren (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure)

Literatur

- Achten, Sandra; Leßmann, Christian und Steinkraus, Arne (2018): Die Umwelt-Kuznets-Kurve und internationaler Handel. In: ifo Dresden berichtet, 25, S. 29–31. ifo Institut.
- Alt, Franz (2019): Wo die Klimaforscher irrten. Klimareporter, 07.10.2019. www.klimareporter.de/klimapolitik/wo-die-klimaforscher-irrten. Zugriff: 26.02.2021.
- ARD (2021): Klimaschutz: China führt Emissionshandel ein. Tagesschau.de www.tagesschau.de/wirtschaft/welt-wirtschaft/emissionshandel-china-101.html. Zugriff: 02.03.2021.
- Auto Motor und Sport (2021): CO₂-Strafzahlungen für Flottenverbrauch: VW-Konzern zahlt trotz E-Auto-Offensive Millionen. Von: Harloff, Gerd und Stegmaier, Thomas. 25.01.2021. www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/co2-limits-95-gramm-flottenverbrauch-strafe-eu-vw-daimler/. Zugriff: 05.03.2021.
- Babs, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2020): Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. www.babs.admin.ch/content/babs-internet/fr/aufgabenbabs/gefaehrdrisiken/natgefaehrdanalyse/_jcr_content/contentPar/tabs/items/fachunterlagen/tabPar/downloadlist/downloadItems/36_1461911540063.download/KNSRisikobericht2020-de.pdf. Zugriff: 12.01.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2017a): Schweizer Abwasserreinigung – Eine Erfolgsgeschichte. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-wasser/wasser--dossiers/internationaler-tag-des-wassers-2017.html. Zugriff: 16.10.2020.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2017b): Klimabedingte Risiken und Chancen. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uw-umwelt-wissen/klimabedingte-risiken-und-chancen.pdf.download.pdf/UV-1706-D_SyntheseBericht_KlimarisikenChancen.pdf. Zugriff: 23.02.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2018a): Internationale Klimapolitik: Kyoto-Protokoll. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klimawandel-stoppen-und-folgen-meistern/klima--internationales/internationale-klimapolitik--kyoto-protokoll.html. Zugriff: 01.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2018b): Das Übereinkommen von Paris. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klimawandel-stoppen-und-folgen-meistern/klima--internationales/das-uebereinkommen-von-paris.html. Zugriff: 01.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2018c): Naturgefahren: Technische Massnahmen. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-naturgefahren/naturgefahren--fachinformationen/schutzmassnahmen/naturgefahren--technische-massnahmen.html. Zugriff: 05.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2019a): Text der Klimakonvention. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/text_der_klimakonvention.pdf.download.pdf/text_der_klimakonvention.pdf. Zugriff: 16.04.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2019b): Faktenblatt: Verknüpfung der Emissionshandelssysteme Schweiz-EU. www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/59502.pdf. Zugriff: 19.01.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2019c): Gebäudesanierung – Wirtschaftlichkeit der CO₂-Abgabe: Schlussbericht. www.energie-cluster.ch/admin/data/files/file/file/2472/faktenblatt_studie_gebaeudesanierung.pdf?lm=1557387693. Zugriff: 01.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2019d): Faktenblatt: Klimafonds. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/faktenblatt_10_klimafonds.pdf.download.pdf/Faktenblatt%2010%20-%20Klimafonds.pdf. Zugriff: 05.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2019b): Hitze und Trockenheit im Sommer 2018. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uz-umwelt-zustand/hitze_und_trockenheit_im_sommer_2018.pdf.download.pdf/UZ-1909-D_Hitzesommer2018.pdf. Zugriff: 16.04.2021.

- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2019e): Waldfläche in der Schweiz. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-wald-und-holz/wald-und-holz-fachinformationen/waldzustand-und-waldfunktionen/waldflaeche-in-der-schweiz.html. Zugriff: 11.02.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020a): Vom Menschen freigesetzte Treibhausgase. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/vom_menschen_verursachtetreibhausgase.pdf.download.pdf/Treibhausgase_2020_DE.pdf. Zugriff: 16.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020b): Emissionshandelssystem für Betreiber von Anlagen. [www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/emissionshandelssystem-ehs.html#:~:text=Das%20Emissionshandelssystem%20\(EHS\)%20ist%20ein,\(EU%20DEHS\)%20auf](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/emissionshandelssystem-ehs.html#:~:text=Das%20Emissionshandelssystem%20(EHS)%20ist%20ein,(EU%20DEHS)%20auf). Zugriff: 16.04.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020c): Klima: Das Wichtigste in Kürze. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klima--das-wichtigste-in-kuerze.html. Zugriff: 05.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020d): Emissionen von Treibhausgasen nach revidiertem CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, 2. Verpflichtungsperiode (2013–2020). www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2_Statistik.pdf.download.pdf/CO2_Publikation_de_2021-04.pdf. Zugriff: 05.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020e): CO₂-Statistik: Emissionsübersicht. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klima--daten--indikatoren-und-karten/daten--treibhausgasemissionen-der-schweiz/co2-statistik--emissionen-aus-brenn-und-treibstoffen.html. Zugriff: 13.01.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020f): Rückverteilung der CO₂-Abgabe: von der Einführung bis heute. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/Rueckverteilung-der-CO2-Abgabe-von-der-Einfuehrung-bis-heute.pdf.download.pdf/Historique_redistribution_d.pdf. Zugriff: 05.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020g): Kompensationspflicht für Treibstoffimporteure. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/treibstoffe.html. Zugriff: 03.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020h): CO₂-Statistik: Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klima--daten--indikatoren-und-karten/daten--treibhausgasemissionen-der-schweiz/co2-statistik--emissionen-aus-brenn-und-treibstoffen.html. Zugriff: 07.04.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020i): Schweiz und Peru unterzeichnen ein Abkommen für den Klimaschutz. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-80791.html. Zugriff: 03.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020j): Kooperationsabkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Republik Ghana zur Umsetzung des Klimaübereinkommens von Paris. www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2020/1068/de. Zugriff: 22.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020k): Treibhausgasinventar der Schweiz. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klima--daten--indikatoren-und-karten/daten--treibhausgasemissionen-der-schweiz/treibhausgasinventar.html. Zugriff: 04.02.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2020l): Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Aktionsplan 2020–2025. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/anpassung-klimawandel-schweiz-aktionsplan-2020-2025.html. Zugriff: 16.04.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2021a): Indikator Wasser: Phosphorgehalt in Seen. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-wasser/wasser--daten--indikatoren-und-karten/wasser--indikatoren/indikator-wasser.html. Zugriff: 01.03.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt (2021b): Gastländer für Projekte im Ausland. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klimawandel-stoppen-und-folgen-meistern/schweizer-klimapolitik/kompensation-von-co2-emissionen/auslaendische-klimaschutzprojekte-und-emissionsminderungszertifi/gastlaender-fuer-projekte-im-ausland.html. Zugriff: 03.03.2021.

- Bafu, Bundesamt für Umwelt und BFE, Bundesamt für Energie (2018): Wirkung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich in den Kantonen. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/Wirkung-der-Klima-und-Energiepolitik-in-den-Kantonen2016-Sektor-Gebäude.pdf.download.pdf/2018-09-24_Schlussbericht.pdf. Zugriff: 11.02.2021.
- Bafu, Bundesamt für Umwelt und EFK, Eidgenössische Finanzkontrolle (2017): Evaluation der Lenkungswirkung des Emissionshandelssystems. [www.efk.admin.ch/images/stories/efk_dokumente/publikationen/evaluationen/Evaluationen%20\(51\)/16393BE.pdf](http://www.efk.admin.ch/images/stories/efk_dokumente/publikationen/evaluationen/Evaluationen%20(51)/16393BE.pdf). Zugriff: 06.11.2020.
- Baldwin, Andrew H.; Jensen, Kai und Schönfeldt, Marisa (2014): Warming increases plant biomass and reduces diversity across continents, latitudes, and species migration scenarios in experimental wetland communities. In: *Global Change Biology*, 20(3), S. 835–850.
- Barter, Dustin (2019): Committed or Complacent A Failing Response to the 2019 Horn of Africa Drought Crisis. Oxfam Policy Papers. Oxfam International. <https://reliefweb.int/report/somalia/committed-or-complacent-failing-response-2019-horn-africa-drought-crisis-july-2019>.
- Baudirektion Kanton Zürich, Strahlung (2018): Klimawandel im Kanton Zürich – Massnahmenplan Anpassung an den Klimawandel. Baudirektion Kanton Zürich. www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/massnahmenplaene/massnahmenplan_anpassung.pdf. Zugriff: 25.02.2021.
- Bütler, Daniel (2021): Der Abwart als Klimafaktor. In: *Der Beobachter*, 1/2021, S. 40–41.
- BFE, Bundesamt für Energie (2020a): Kantone und Gemeinden. www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/kantone-und-gemeinden.html. Zugriff: 01.02.2021.
- BFE, Bundesamt für Energie (2020b): CO₂-Emissionsvorschriften. www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/effizienz/mobilitaet/co2-emissionsvorschriften-fuer-neue-personen-und-lieferwagen/personenwagen-pw/faq.html. Zugriff: 21.01.2021.
- BFE, Bundesamt für Energie (2020c): Auswirkungen der CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenvagen 2012–2018.
- BFS, Bundesamt für Statistik (2020a): Luftemissionskonten der Haushalte und der Wirtschaft, nach Wirtschaftssektoren. www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/14427307/master. Zugriff: 26.02.2021.
- BFS, Bundesamt für Statistik (2020b): Branchenstruktur. www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/querschnittsthe-men/wohlfahrtsmessung/gueter/oekonomische-gueter/branchenstruktur.html. Zugriff: 05.03.2021.
- BFS, Bundesamt für Statistik (2020c): Luftemissionskonten der Haushalte und der Wirtschaft. www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0204000000_104/-/px-x-0204000000_104.px/. Zugriff: 26.02.2021.
- Biden Harris (2020): Plan for Climate Change and Environmental Justice. Joe Biden for President: Official Campaign Website. <https://joebiden.com/climate-plan/>. Zugriff: 02.03.2021.
- Bieler, Cuno; Sutter, Daniel; Lieb, Christoph; Sommer, Heini und Amacher, Matthias (2018): Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015. www.infras.ch/media/filer_public/a6/24/a624c88d-581c-4554-a102-dcefef85b1bd/externe_effekte_verkehr_aktualisierung_2015_schlussbericht.pdf.
- Bloomberg (2021): The EU Carbon Market Perks Up After Years in the Doldrums. Von: Krukowska, Ewa. 22.01.2021.
- BLW, Bundesamt für Landwirtschaft (2020): Agrarbericht 2020 – Absatzförderung. www.agrarbericht.ch/de/politik/produktion-und-absatz/absatzfoerderung. Zugriff: 01.03.2021.
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2017): Die Klimakonferenz in Paris. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/pariser-abkommen/. Zugriff: 01.03.2021.
- BP (2020): bp Statistical Review of World Energy 2020. www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf. Zugriff: 26.02.2021.

- BR Wissen (2019): Klimakiller Kuh: Der Öko-Pups schneidet etwas besser ab. 25.03.2019.
- Burck, Jan; Hagen, Ursula; Höhne, Niklas; Nascimento, Leonardo und Bais, Christoph (2020): Climate Change Performance Index 2021. CCPI. <https://ccpi.org/download/the-climate-change-performance-index-2021/>. Zugriff: 06.04.2021.
- Brüesch, Peter (2016): Die Atmosphären der Erde, der Planeten unseres Sonnensystems und der Exoplaneten. ETH Zürich. www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/155400/eth-48522-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Zugriff: 14.01.2021
- Bund, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2018): Flyer «Klimakiller Flugverkehr». BUND – BUND für Naturschutz und Umwelt in Deutschland. www.bund-berlin.de/fileadmin/berlin/bilder/mobilitaet/luftverkehr/Flyer_Klimakiller_Flugverkehr.pdf. Zugriff: 26.02.2021.
- Bundesrat (2016): Wirksamkeit der Finanzhilfen zur Verminderung der CO₂-Emissionen bei Gebäuden gemäss Artikel 34 CO₂-Gesetz: Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/wirksamkeit_der_finanzhilfenzurverminderungderco2-emissionenbeig.pdf.
- Bundesrat (2020a): Von welcher Bedeutung könnten negative CO₂-Emissionen für die künftigen klimapolitischen Massnahmen der Schweiz sein? www.parlament.ch/centers/eparl/curia/2018/20184211/Bericht%20BR%20D.pdf. Zugriff: 08.03.2021.
- Bundesrat (2020b): Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030. www.news.admin.ch/news/message/attachments/63586.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- Bundesrat (2021): Klimaschutz: Bundesrat verabschiedet die langfristige Klimastrategie der Schweiz. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-82140.html. Zugriff: 01.03.2021.
- Bundesversammlung (2020): Die Beschlüsse der Räte im revidierten CO₂-Gesetz. www.parlament.ch/de/services/news/Seiten/2020/20200923133153223194158159041_bsd136.aspx. Zugriff: 29.03.2021.
- Burkhard, Reto und Medilanski, Edi (2020): Klimakompensation im Ausland: Die Pionierrolle der Schweiz. In: Die Volkswirtschaft, 2020/7, S. 8–9. <https://dievolkswirtschaft.ch/de/2020/07/burkhard-medilanski-8-9-2020/>. Zugriff: 27.11.2020.
- Calanca, Pierluigi; Fuhrer, Jürg; Jasper, Karsten; Torriani, Daniele; Keller, Franziska und Dueri, Sibylle (2005): Klimawandel und landwirtschaftliche Produktion. In: Agrarforschung Schweiz, 12(9), S. 392–397.
- Carbon Brief (2019): Corsia: The UN's plan to 'offset' growth in aviation emissions. Von: Timperley, Jocelyn Carbon Brief 04.02.2019.
- Carbon Market Watch (2015): Annual Report 2015. <https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2016/10/Nature-Code-Annual-Report-2015.pdf>. Zugriff: 02.03.2021.
- Cat, Climate Action Tracker (2020): Temperatures. <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>. Zugriff: 25.02.2021.
- CDP, Carbon Disclosure Project (2020): CDP and UCL report climate change costs to reach US\$31 trillion a year if emissions not urgently reduced – CDP. www.cdp.net/en/articles/climate/cdp-and-ucl-report-climate-change-costs. Zugriff: 26.02.2021.
- Clark, Gregory (2003): The Great Escape: The Industrial Revolution in Theory and in History. University of California. <http://faculty.econ.ucdavis.edu/faculty/gclark/papers/IR2003.pdf>. Zugriff: 14.04.2021.
- Clark, Gregory (2009): A Farewell to Alms: A Brief Economic History of the World. Princeton: Princeton University Press.
- Coase, R. H. (1960): The Problem of Social Cost. In: Journal of Law and Economics, 5(4), S. 837–877.
- Cook, John; Nuccitelli, Dana; Green, Sarah A.; Richardson, Mark; Winkler, Bärbel; Painting, Rob et al. (2013): Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. In: Environmental Research Letters, 8(2), 024024.

- Copenhagen Census (2015a): Post-2015 Census: Smart development goals. www.copenhagenconsensus.com/sites/default/files/expert_outcome_one_pages_combined.pdf. Zugriff: 07.04.2021.
- Copenhagen Census (2015b): The Economist. Special Online Supplement. www.copenhagenconsensus.com/post-2015-consensus/economist. Zugriff: 07.04.2021.
- Copenhagen Census (2015c): Energy. www.copenhagenconsensus.com/post-2015-consensus/energy. Zugriff: 07.04.2021.
- Corriere della Sera (2020): Climatizzatori e condizionatori propagano il coronavirus? – Corriere.it. Von: Turin, Silvia. 13.04.2020.
- Coumou, Dim.; Di Capua, Giorgia.; Vavrus, Steve.; Wang, Lei und Wang, Simon (2018): The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. In: Nature Communications, 9(1), 2959.
- Das Gebäudeprogramm (2019): Gebäudeprogramm Jahresbericht 2019. www.dasgebaeudeprogramm.ch/media/filer_public/7d/4f/7d4f1b99-f88c-4eb1-80c4-a2d10700e4ec/bfe_gebaudeprogrammjahresbericht_de_200903.pdf. Zugriff: 21.01.2021.
- DEHSt, Deutsche Emissionshandelsstelle (2015): Emissionshandel in Zahlen. www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/Broschuere_EH-in-Zahlen.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- DEHSt, Deutsche Emissionshandelsstelle (2021): Europäische Klimaschutzziele. www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/EU-Emissionshandel-verstehen/Weiterentwicklung/Europaeische-Klimaschutzziele/europaeische-klimaschutzziele_node.html. Zugriff: 07.04.2021.
- Deuschle, Tom (2021): Flächenverluste – wie viel geht verloren? Faszination Regenwald. www.faszination-regenwald.de/info-center/zerstoerung/flaechenverluste/. Zugriff: 06.04.2021.
- Die Welt (2011): Das Kyoto-Protokoll bröckelt. 14.12.2011.
- Dirección de Cambio Climático (2019): San Jose Principles for High Ambition and Integrity in International Carbon Markets. Dirección de Cambio Climático. <https://cambioclimatico.go.cr/press-release-leading-countries-set-benchmark-for-carbon-markets-with-san-jose-principles>. Zugriff: 03.03.2021.
- Dullien, Sebastian; Gechert, Sebastian; Herzog-Stein, Alexander; Rietzler, Katja; Stein, Ulrike; Tober, Silke et al. (2020): Wirtschaftspolitische Herausforderungen 2020: Im Zeichen des Klimawandels. IMK Report, Nr. 155. Hans-Böckler-Stiftung, Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK)
- Dümmli, Patrick (2021): Ein Pyrrhus-Sieg für den Bauernstand. Avenir Suisse, 26.03.2021. www.avenir-suisse.ch/ein-pyrrhus-sieg-fuer-den-bauernstand/. Zugriff: 07.04.2021.
- Dümmli, Patrick und Anthamatten, Jennifer (2019): Was wäre, wenn die WTO auseinanderbricht? In: Grünenfelder und Müller (Hrsg.): Was wäre, wenn... 13 mögliche Entwicklungen und ihre Konsequenzen für die Schweiz. Avenir Suisse.
- Dümmli, Patrick und Bonato, Mario (2020): Kantonale Agrarpolitik auf dem Prüfstand. Avenir Suisse. www.avenir-suisse.ch/publication/kantonale-agrarpolitik-auf-dem-pruefstand/. Zugriff: 05.03.2021.
- Dümmli, Patrick; Grünenfelder, Peter und Lago, Pascal (2020): Sackgasse Re-Nationalisierung. Avenir Suisse. www.avenir-suisse.ch/publication/sackgasse-re-nationalisierung/. Zugriff: 03.03.2021.
- Dümmli, Patrick und Roten, Noémie (2018): Eine Agrarpolitik mit Zukunft. Avenir Suisse. www.avenir-suisse.ch/publication/fuer-eine-agrarpolitik-mit-zukunft. Zugriff: 05.03.2021.
- Dümmli, Patrick und Rutz, Samuel (2019): Was wäre, wenn die Schweizer Klimapolitik nur im Inland umgesetzt wird? In: Grünenfelder und Müller (Hrsg.): Was wäre, wenn... 13 mögliche Entwicklungen und ihre Konsequenzen für die Schweiz. Avenir Suisse.
- DW, Deutsche Welle (2019): COP25: Umstrittener Emissionshandel im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Von: Osborne, Louise. 02.12.2019.
- Ecoplan (2017): Wirkungsabschätzung zur CO₂-Abgabe: Aktualisierung bis 2015. www.ecoplan.ch/download/co2wi2_sb_de.pdf. Zugriff: 14.01.2021.
- EDA, Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (2021): Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home.html#1. Zugriff: 01.03.2021.

- EDA, Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten und UVEK, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2018): Die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung durch die Schweiz. Länderbericht 2018. www.eda.admin.ch/dam/agenda2030/de/documents/laenderbericht-der-schweiz-2018_DE.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- EEA, Europäische Umweltagentur (2014): Projected changes in annual, summer and winter temperature. www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-changes-in-annual-summer-1. Zugriff: 26.02.2021.
- EEA, Europäische Umweltagentur (2020): The EU Emissions Trading System in 2020: trends and projections. www.eea.europa.eu/themes/climate/the-eu-emissions-trading-system/the-eu-emissions-trading-system. Zugriff: 02.03.2021.
- Eichner, Thomas und Pethig, Rüdiger (2015): Is trade liberalization conducive to the formation of climate coalitions? In: International Tax and Public Finance, 22(6), S. 932–955.
- Elliot, Lorraine (2020): Environmentalism: History of the Environmental Movement. Encyclopedia Britannica. www.britannica.com/topic/environmentalism. Zugriff: 30.09.2020.
- Emissionshandelsregister (2021): Abgegebene Einheiten. www.emissionsregistry.admin.ch/crweb/public/reporting/tx-surrendering/list.action. Zugriff: 07.04.2021.
- Energie Experten (2021): Emissionshandel: Kritik und Reparatur eines kaputten Systems. Von: Drzimalla, Paul 07.01.2021.
- EPA, United States Environmental Protection Agency (2017): Acid Rain Program. Overviews and Factsheets. www.epa.gov/acidrain/acid-rain-program. Zugriff: 02.03.2021.
- ESKP (2020): Fragen und Antworten zum Permafrost. www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/fragen-und-antworten-zum-permafrost-935726/. Zugriff: 06.04.2021.
- ETH, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (2021): Drought Heat – Land-Climate Interactions: Constraints for Droughts and Heatwaves in a Changing Climate. <http://drought-heat.ethz.ch/atlas/>. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2014): 2014/746/EU: Beschluss der Kommission vom 27. Oktober 2014 zur Festlegung eines Verzeichnisses der Sektoren und Teilsektoren, von denen angenommen wird, dass sie im Zeitraum 2015–2019 einem erheblichen Risiko einer Verlagerung von CO₂-Emissionen ausgesetzt sind, gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32014D0746>. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2019): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Der europäische Grüne Deal. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX%3A52019DC0640>. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020a): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1588581905912&uri=CELEX%3A52020PC0080>. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020b): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Eine EU-weite Bewertung der nationalen Energie- und Klimapläne. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1588581905912&uri=CELEX%3A52020PC0080>. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020c): Finanzierung des ökologischen Wandels: Der Investitionsplan für ein zukunftsfähiges Europa und der Mechanismus für einen gerechten Übergang. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_17. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020d): Emissionshandelssystem (EU-EHS). https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_de. Zugriff: 02.03.2021.

- Europäische Kommission (2020e): Verwendung internationaler Gutschriften. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/credits_en. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020f): Überarbeitung für Phase 4 (2021–2030). https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_en. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020g): Bericht der Europäischen Kommission an das Europäische Parlament und den Rat. Bericht über das Funktionieren des CO₂-Marktes der EU. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2020/DE/COM-2020-740-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF>. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2020h): Europäischer Grüner Deal (CO₂-Grenzausgleichssystem). Ihre Meinung zählt. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-Carbon-Border-Adjustment-Mechanism>. Zugriff: 04.03.2021.
- Europäische Kommission (2021a): Lastenteilung: Emissionsziele der Mitgliedstaaten. Klimapolitik – European Commission. https://ec.europa.eu/clima/policies/effort_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021b): Verordnung über Landnutzung und Forstwirtschaft für 2021–2030. https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021c): Der Mechanismus für einen gerechten Übergang: Niemand darf zurückgelassen werden. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/just-transition-mechanism_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021d): Zusammenarbeit mit Nicht-EU-Ländern und -Regionen. https://ec.europa.eu/clima/policies/international/cooperation_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021e): Internationaler CO₂-Markt. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/markets_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021f): Emissionsobergrenzen und -zertifikate. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021g): Carbon leakage. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/leakage_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäische Kommission (2021h): Kostenlose Zuteilung. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances_de. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäischer Rat und Rat der EU (2020): Nationale Energie- und Klimapläne. www.consilium.europa.eu/de/infographics/national-energy-and-climate-plans. Zugriff: 02.03.2021.
- Europäisches Parlament und Rat (2018): Verordnung (EU) 2018/ des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris sowie zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0026.01.DEU. Zugriff: 12.04.2021.
- Falkner, Robert (2016): A Minilateral Solution for Global Climate Change? On Bargaining Efficiency, Club Benefits, and International Legitimacy. In: Perspectives on Politics, 14(1), S. 87–101.
- FAZ, Frankfurter Allgemeine Zeitung (2008): Institut hält 300 Dollar für möglich: Mehr Ölförderung – doch der Preis steigt weiter. 23.06.2008.
- FAZ, Frankfurter Allgemeine Zeitung (2020): Das sind die Treiber des Klimawandels. Von: Zaboji, Niklas. 30.11.2020.
- FAZ, Frankfurter Allgemeine Zeitung (2021): Warnungen vor der Apokalypse: Die Klimakrise außer Kontrolle. Von: Frey, Andreas. 04.01.2021.
- Fink, Alexander; Kurz, Fabian und Mengden, Alexander (2019): Dysfunktionalität des grünen Sozialismus: Das Umweltdesaster in der DDR. LI-Briefing. Liberales Institut. www.libinst.ch/publikationen/LI-Briefing-Fink-Kurz-Mengden-Umweltschutz-DDR.pdf.

- Florin, Marie-Valentine; Rouse, Paul; Hubert, Anna-Maria; Honegger, Matthias und Reynolds, Jesse (2020): International governance issues on climate engineering. Information for policymakers. EPFL International Risk Governance Center (IRGC). www.epfl.ch/research/domains/irgc/climate-engineering/. Zugriff: 01.04.2021.
- Forbes (2019): This Is Why Global Warming Is Responsible For Freezing Temperatures Across The U.S. Von: Siegel, Ethan. 30.01.2019.
- Fridays for Future (2021): Forderungen. <https://fridaysforfuture.de/forderungen/faq/>. Zugriff: 01.03.2021.
- FT, Financial Times (2020): Oil shock threatens to take wind out of sails for renewables shift. Von: Hook, Leslie 02.04.2020.
- Gapminder (2018): Data: Income Mountains – Version 2. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1939CzZ5HHoLreb0YyopaWfNjJ9mnN27lbywL6-TuwZs/edit?usp=embed_facebook. Zugriff: 26.02.2021.
- Gapminder (2020a): GM-GDP per capita – Dataset – Version 26. https://docs.google.com/spreadsheets/d/10vHiHnBQre07TwX75vTc_H1lf-w5-hbe5mZH4ro6QNE/edit?usp=embed_facebook.%20 Zugriff: 26.02.2021.
- Gapminder (2020b): GM-Child Mortality – Dataset – Version 11. Google Docs. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Av7eps_zEK73-AdbFYEmtTrwFKlfruBYXdrnXAOFPvM/edit?usp=embed_facebook. Zugriff: 26.02.2021.
- Germanwatch (2021): Climate Change Performance Index 2021. <https://ccpi.org/download/the-climate-change-performance-index-2021/>. Zugriff: 16.01.2021.
- GFS Zürich (2020): Klimaveränderung sensibilisiert für Umweltschutz. <https://gfs-zh.ch/klimaveraenderung-sensibilisiert-fuer-umweltschutz/>. Zugriff: 13.01.2021.
- Gholz, Eugene (2014): Rare Earth Elements and National Security. Energy Report. Energy Report. Council on Foreign Relations. www.cfr.org/sites/default/files/pdf/2014/10/Energy%20Report_Gholz.pdf. Zugriff: 07.10.2020.
- Gibson, Gena; Kollamthodi, Sujith; Kirsch, Felix; Windisch, Elisabeth; Brannigan, Charlotte; White, Ben et al. (2015): Evaluation of Regulation 443/2009 and 510/2011 on the reduction of CO₂ emissions from light-duty vehicles: final report. Luxemburg: Publications Office of the EU. <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication-on/7d6365fe-286c-4a6a-840c-877d79143022>. Zugriff: 23.02.2021.
- Giorgi, Filippo; Torma, Csaba; Coppola, Erika; Ban, Nikolina; Schär, Christoph und Somot, Samuel (2016): Enhanced summer convective rainfall at Alpine high elevations in response to climate warming | Nature Geoscience. In: Nature Geoscience, (9), S. 584–589.
- Goulder, Lawrence H. und Hafstead, Marc A. C. (2013): Tax Reform and Environmental Policy: Options for Recycling Revenue from a Tax on Carbon Dioxide. SSRN Scholarly Paper, Nr. ID 2338210. Social Science Research Network (SSRN).
- Green Party US (2021): Green New Deal. www.gp.org/gnd. Zugriff: 02.03.2021.
- Hansen, J.; Johnson, D.; Lacis, A.; Lebedeff, S.; Lee, P.; Rind, D. et al. (1981): Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. In: Science, 213(4511), S. 957–966.
- Hardin, Garrett (1968): The Tragedy of the Commons. In: Science, 162(3859), S. 1243–1248.
- Hebbink, Gerbert; Berkvens, Laurien; Bun, Maurice; Kerkhoff, Henk van; Koistinen, Juho; Schotten, Guido et al. (2018): The price of transition: an analysis of the economic implications of carbon taxing. No. 1608. DNB Occasional Studies. Netherlands Central Bank, Research Department. <https://ideas.repec.org/p/dnb/dnbocs/1608.html>. Zugriff: 02.03.2021.
- Hepburn, Cameron (2017): Make carbon pricing a priority. In: Nature Climate Change, 7(6), S. 389–390.
- HEV, Hauseigentümerverband Zürich (2018): Das Dschungelbuch des Baurechts: Baubewilligung oder nicht? In: Der Zürcher Hauseigentümer, Nr. 80/2018. www.hev-zuerich.ch/zuerich/assets/uploads/2018/08/2018-08-DZHE.pdf. Zugriff: 23.02.2021.

- High-Level Commission on Carbon Prices (2017): Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. World Bank. www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices. Zugriff: 01.03.2021.
- Hoekstra, Auke (2020): Die Herstellung von Benzin und Diesel verursacht mehr CO₂-Emissionen als wir dachten. Innovation Origins. <https://innovationorigins.com/de/die-herstellung-von-benzin-und-diesel-verursacht-mehr-co2-emissionen-als-wir-dachten/>. Zugriff: 01.03.2021.
- Holenstein, André (2014): Mitten in Europa. Zürich: Hier und Jetzt.
- Holleman, Arnold Fr. und Wiberg, Nils (2017): Anorganische Chemie 1 – Grundlagen und Hauptgruppenelemente. 103. Auflage, Band 1. Berlin: Walter de Gruyter.
- HZ, Handelszeitung (2015): Erdöl: Im Zeichen des Niedergangs. Von: Rheker, Dirk. 01.11.2015.
- ICAO, International Civil Aviation Organization (2021): 2. What is CORSIA and how does it work? www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORSIA_FAQ2.aspx. Zugriff: 02.03.2021.
- IEA, International Energy Agency (2020a): World Energy Outlook 2020 – Analysis. IEA, International Energy Agency. www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020. Zugriff: 06.04.2021.
- IEA, International Energy Agency (2020b): Energy Efficiency 2020. IEA, International Energy Agency. www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020/covid-19-and-energy-efficiency. Zugriff: 06.04.2021.
- IEA, International Energy Agency (2021a): Energy subsidies. IEA. www.iea.org/topics/energy-subsidies. Zugriff: 01.03.2021.
- IEA, International Energy Agency (2021b): IEA fossil fuel subsidies database. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ad1127d-821a-4c98-b58d-d53108fe70c8/IEA-Fossil-Fuel-Subsidies-2010-2019.xlsx>. Zugriff: 01.03.2021.
- Ieeta, International Emissions Trading Association (2019): The Economic Potential of Article 6 of the Paris Agreement and Implementation Challenges. www.ieta.org/resources/International_WG/Article6/CLPC_A6%20report_no%20crops.pdf. Zugriff: 02.03.2021.
- IMF, International Monetary Fund (2020): World Economic Outlook Database, October 2020. IMF. www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2020/October/download-entire-database. Zugriff: 08.03.2021.
- Infras (2020): Strategien zur Vermeidung von «overselling» bei internationalen Übertragung von Emissionseinheiten. www.infras.ch/de/projekte/paris-agreement-artikel-6-strategien-zur-vermeidung-von-overselling-bei-internationalen-ubertragung-von-emissionseinheiten/. Zugriff: 02.03.2021.
- Infras; TEP, Technology Economics Policy and Prognos (2019): Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2018 nach Verwendungszwecken. <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9853>. Zugriff: 12.04.2021.
- Investopedia (2020): The Green New Deal Explained. Von: Dsouza, Deborah. 08.10.2020. www.investopedia.com/the-green-new-deal-explained-4588463. Zugriff: 13.04.2021.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Climate Change 2013, The Physical Science Basis. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf. Zugriff: 08.03.2021.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Klimaänderung 2014: Synthesebericht. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/IPCC-AR5_SYR_barrierefrei.pdf. Zugriff: 08.03.2021.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): 1,5°C Globale Erwärmung. IPCC-Sonderbericht. www.ipcc.ch/sr15/. Zugriff: 23.12.2020.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2019a): Klimawandel und Landsysteme. IPCC-Sonderbericht. www.ipcc.ch/srccl/. Zugriff: 22.01.2021.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2019b): Ozeane und die Kryosphäre in einem sich wandelnden Klima. IPCC-Sonderbericht. www.ipcc.ch/sroccl/. Zugriff: 25.02.2021.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2021): Reports. www.ipcc.ch/reports/. Zugriff: 25.02.2021.

- Jaag, Christian und Schnyder, Nina (2019): Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen in der Schweiz. Swiss Economics. www.swiss-economics.ch/files/content/dokumente/publikationen/2019_JaagSchnyder_KlimawandelUndInfrastrukturen_UVEK_DE.pdf. Zugriff: 11.04.2021.
- Jorgenson, Dale W.; Goettle, Richard J.; Ho, Mun S. und Wilcoxon, Peter J. (2018): The welfare consequences of taxing carbon. In: *Climate Change Economics*, 09(01), S. 1–7.
- Jorgenson, Dale W. und Wilcoxon, Peter (1993): Reducing US carbon emissions: an econometric general equilibrium assessment. In: *Resource and Energy Economics*, 15(1), S. 7–25.
- Kasang, Dieter (2020): Der natürliche Treibhauseffekt. www.klimanavigator.eu/dossier/artikel/011967/index.php. Zugriff: 25.02.2021.
- Keohane, N.; Petsonk, A. und Hanafi, A. (2017): Toward a club of carbon markets. In: *Climatic Change*, 144(1), S. 81–95.
- Kessler, Olivier (2019): Steht die Freiheit im Widerspruch zum Umweltschutz? LI-Paper. Liberales Institut. www.libinst.ch/publikationen/LI-Paper-Kessler-Umweltschutz.pdf.
- Kiehl, J. T. und Trenberth, Kevin E. (1997): Earth's Annual Global Mean Energy Budget. In: *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(2), S. 12.
- Kizzier, Kelley; Levin, Kelly und Rambharos, Mandy (2019): What You Need to Know About Article 6 of the Paris Agreement. World Resources Institute Blog. www.wri.org/blog/2019/12/article-6-paris-agreement-what-you-need-to-know. Zugriff: 02.03.2021.
- Klimafakten (2014): Behauptung: «Der CO₂-Anstieg ist nicht Ursache, sondern Folge des Klimawandels». [www.klimafakten.de/www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-der-co2-anstieg-ist-nicht-ursache-sondern-folge-des-klimawandels](http://klimafakten.de/www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-der-co2-anstieg-ist-nicht-ursache-sondern-folge-des-klimawandels). Zugriff: 26.02.2021.
- Lee, Jong-Wha und Lee, Hanol (2016): Human capital in the long run. In: *Journal of Development Economics*, 122, S. 147–169.
- Lenton, Timothy M.; Rockström, Johan; Gaffney, Owen; Rahmstorf, Stefan; Richardson, Katherine; Steffen, Will et al. (2019): Climate tipping points — too risky to bet against. In: *Nature*, 575(7784), S. 592–595.
- Lessmann, Kai; Marschinski, Robert und Edenhofer, Ottmar (2009): The effects of tariffs on coalition formation in a dynamic global warming game. In: *Economic Modelling*, 26(3), S. 641–649.
- Levin, Kelly (2018): Half a Degree and a World Apart: The Difference in Climate Impacts Between 1.5°C and 2°C of Warming. World Resources Institute. www.wri.org/blog/2018/10/half-degree-and-world-apart-difference-climate-impacts-between-15-c-and-2-c-warming. Zugriff: 30.01.2021.
- LFI, Landesforstinventar und WSL, Eidgenössische Forschungsstelle für Wald, Schnee und Landschaft (2011): Das Landesforstinventar. www.lfi.ch/publikationen/publ/posterserie_LFI3_A4.pdf. Zugriff: 05.03.2021.
- Lin, Delu; Xia, Jianyang und Wan, Shiqiang (2010): Climate warming and biomass accumulation of terrestrial plants: a meta-analysis. In: *New Phytologist*, 188(1), S. 187–198.
- Lobbywatch (2021): Umwelt. <https://lobbywatch.ch/de/daten/branche/4/Umwelt>. Zugriff: 03.03.2021.
- Manabe, Syukuro und Wetherald, Richard T. (1967): Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity. In: *Journal of the Atmospheric Sciences*, 24(3), S. 241–259.
- Mann, Michael E.; Rahmstorf, Stefan; Kornhuber, Kai; Steinman, Byron A.; Miller, Sonya K. und Coumou, Dim (2017): Influence of Anthropogenic Climate Change on Planetary Wave Resonance and Extreme Weather Events. In: *Scientific Reports*, 7(1), 45242.
- Maringer, Janet; Ascoli, Davide; Gehring, Eric; Wohlgemuth, Thomas; Schwarz, Massimiliano und Conedera, Marco (2020): Feuerökologie montaner Buchenwälder. www.wsl.ch/de/publikationen/feuerokologie-montaner-buchenwelder-waldleistungen-und-waldbauliche-massnahmen-nach-waldbrand.html. Zugriff: 15.04.2021.
- McKinsey Global Institute (2020): Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts. www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/climate-risk-and-response-physical-hazards-and-socioeconomic-impacts. Zugriff: 25.02.2021.

- Meteo Schweiz (2020a): Temperatur- und Niederschlagsentwicklung. www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz/temperatur-und-niederschlagsentwicklung.html. Zugriff: 26.02.2021.
- Meteo Schweiz (2020b): Homogene Messreihen ab 1864 – MeteoSchweiz. www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/homogene-messreihen-ab-1864.html?region=Tabelle. Zugriff: 26.02.2021.
- Meteo Schweiz (2021): Monats- und Jahresrückblick. www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klima-der-schweiz/monats-und-jahresrueckblick.html. Zugriff: 26.02.2021.
- Michaelowa, Axel; Shishlov, Igor und Brescia, Dario (2019): Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement. In: WIREs Climate Change, 10(6), S. 1–24.
- Mokyr, Joel (2019): Vom Baum der Erkenntnisse. In: Schweizer Monat, 1068. <https://schweizermonat.ch/vom-baum-der-erkenntnisse/>. Zugriff: 17.02.2021.
- Moris, Jose Vazquez; Conedera, Marco; Nisi, Luca und Pezzatti, Gianni Boris (2020): Blitzschlagbrände und Sommer-trockenheit: Gibt es einen Zusammenhang? In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 171(5), S. 281–287.
- Müller-Jentsch, Daniel (2017): Strukturwandel im Schweizer Berggebiet. Avenir Suisse. www.avenir-suisse.ch/publication/strukturwandel-im-berggebiet/. Zugriff: 05.03.2021.
- myclimate, Stiftung (2021): Kompensieren. https://co2.myclimate.org/de/offset_further_emissions. Zugriff: 03.03.2021.
- Nasa, National Aeronautics and Space Administration (2021a): GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP v4). <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>. Zugriff: 08.03.2021.
- Nasa, National Aeronautics and Space Administration (2021b): Data GISS: GISS Surface Temperature Analysis (v4): Analysis Graphs and Plots. https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/%23. Zugriff: 07.01.2021.
- NCCS, National Centre for Climate Services (2018): CH2018-Broschüre. www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien/broschuere-bestellen.html. Zugriff: 17.01.2021.
- Neu, Urs (2021): So wirkt sich der Flugverkehr auf das Klima aus. <https://scnat.ch/de/id/reEvq>. Zugriff: 08.03.2021.
- NFP Energie (2021): Stauseen, wo früher Gletscher waren? | Nationales Forschungsprogramm Energie. <https://nfp-energie.ch/de/projects/962/>. Zugriff: 22.02.2021.
- NOAA (2020): How will climate change change El Niño and La Niña? <https://research.noaa.gov/article/ArticleID/587/ArticleID/2685/New-research-volume-explores-future-of-ENSO-under-influence-of-climate-change>. Zugriff: 30.03.2021.
- Nobre, Carlos A.; Sampaio, Gilvan; Borma, Laura S.; Castilla-Rubio, Juan Carlos; Silva, José S. und Cardoso, Manoel (2016): Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. In: Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(39), S. 10759–10768.
- Nordhaus, William (2015a): Climate Clubs: Overcoming Free-riding in International Climate Policy. In: American Economic Review, 105(4), S. 1339–1370.
- Nordhaus, William (2019): Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics. In: American Economic Review, 109(6), S. 1991–2014.
- NPR (2019): Transcript: Greta Thunberg's Speech At The U.N. Climate Action Summit. www.npr.org/2019/09/23/763452863/transcript-greta-thunbergs-speech-at-the-u-n-climate-action-summit. Zugriff: 25.02.2021.
- Nufer, Roger (2017): Gebäudeprogramm mit Anpassungen im neuen Jahr. Energiaplus: Magazin des Bundesamts für Energie BFE. <https://energieaplus.com/2017/01/05/gebaeudeprogramm-mit-anpassungen-im-neuen-jahr/>. Zugriff: 20.01.2021.
- Nuklearforum Schweiz (2021): Nuclearplanet. www.nuklearforum.ch/de/nuclearplanetfr. Zugriff: 03.03.2021.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2001): Blei im Benzin und Blei im Blut. Von: Sauer, Hans Dieter 28.11.2001.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2014a): Vom Tod gezeichnet. Von: Sieber, Frank 27.10.2014.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2014b): Australien schafft CO₂-Steuer ab. 17.07.2014.

- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2014c): Hitze: Wie Altersheime und Spitäler in Zürich reagieren. Von: Schenkel, Lena. 24.07.2014.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2019a): «Klimanotstand» – kann Nachhaltigkeit unethisch werden? Von: Seele, Peter. 20.11.2019.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2019b): Die Zürcher Stadtverwaltung wächst nächstes Jahr um satte 520 Vollzeitstellen an. Selbst die GLP spricht von «Masslosigkeit». Von: Fritzsche, Daniel. 06.12.2019.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2020a): 1000 Milliarden Euro für ein ökologisches Hallelujah. Von: Schmutz, Christoph G. 2020.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2020b): Der CO₂-Emissionshandel als «rechtsfreier» Raum. Von: Gnehm, Oliver 24.08.2020.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2020): CO₂-Gesetz: ein Sonderkässli für das Klima. Von: Schäfer, Fabian 10.06.2020.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2021a): Chinas neuer Fünfjahresplan gibt dem Klimaschutz kaum neue Impulse. Von: Titz, Sven. 05.03.2021.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2021b): Mit Steckerhybridaautos rechnen die Hersteller ihre Umweltbilanz schön – und verkaufen ihre Kunden für dumm. Von: Schmidt, Herbie 08.03.2021.
- OECD, Organisation for Economic Cooperation and Development (2014): How Was Life? Global Well-Being since 1820. https://read.oecd-ilibrary.org/economics/how-was-life_9789264214262-en. Zugriff: 29.09.2020.
- OECD, Organisation for Economic Cooperation and Development (2015): Material Resources, Productivity and the Environment. In: OECD Green Growth Studies. Paris: OECD Publishing.
- OECD, Organisation for Economic Cooperation and Development (2018a): Effective Carbon Rates 2018. Paris: OECD Publishing. https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/effective-carbon-rates-2018_9789264305304-en. Zugriff: 02.03.2021.
- OECD, Organisation for Economic Cooperation and Development (2018b): Few countries are pricing carbon high enough to meet climate targets. www.oecd.org/ctp/tax-policy/few-countries-are-pricing-carbon-high-enough-to-meet-climate-targets.html. Zugriff: 02.03.2021.
- OECD, Organisation for Economic Cooperation and Development (2019): Agricultural support. <https://data.oecd.org/agrpolicy/agricultural-support.html>. Zugriff: 26.02.2021.
- Ostrom, Elinor (2015): Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press.
- Otto, Dr Friederike und Brackel, Benjamin von (2019): Wütendes Wetter: Auf der Suche nach den Schuldigen für Hitzewellen, Hochwasser und Stürme. Berlin: Ullstein.
- Owid, Our World in Data (2017a): Air pollution: does it get worse before it gets better? <https://ourworldindata.org/air-pollution-does-it-get-worse-before-it-gets-better>. Zugriff: 01.03.2021.
- Owid, Our World in Data (2017b): What the history of London's air pollution can tell us about the future of today's growing megacities. In: Our World in Data. <https://ourworldindata.org/london-air-pollution>. Zugriff: 01.03.2021.
- Owid, Our World in Data (2019a): Life Expectancy. <https://ourworldindata.org/life-expectancy>. Zugriff: 18.09.2020.
- Owid, Our World in Data (2019): Meat and Dairy Production. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/meat-production>. Zugriff: 26.02.2021.
- Owid, Our World in Data (2020): CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-concentration-long-term>. Zugriff: 25.02.2021.
- Owid, Our World in Data (2021a): CO₂ emissions. <https://ourworldindata.org/co2-emissions>. Zugriff: 25.02.2021.
- Owid, Our World in Data (2021b): Emissions by sector. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>. Zugriff: 25.02.2021.

- Owid, Our World in Data (2021c): Data on CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. <https://github.com/owid/co2-data>. Zugriff: 26.02.2021.
- Palmer, Grace (2020): Greenland Ice Sheet Reached Tipping Point 20 Years Ago, New Study Finds. State of the Planet, 02.09.2020. <https://blogs.ei.columbia.edu/2020/09/02/greenland-tipping-point-20-years-ago/>. Zugriff: 30.03.2021.
- Parry, Ian (2019): The Case for Carbon Taxation. In: IMF Finance & Development, 59(4), S. 16–19.
- Partnership for Market Readiness und International Carbon Action Partnership (2016): Emissions Trading in Practice: A Handbook on Design and Implementation. Washington, DC: World Bank.
- Pasten, Roberto und Figueroa, Eugenio (2012): The Environmental Kuznets Curve: A Survey of the Theoretical Literature. In: International Review of Environmental and Resource Economics, 6(3), S. 195–224.
- Pearce, David (2002): Wachstum kann gut für die Umwelt sein. In: Die Volkswirtschaft, 75(1), S. 25–31.
- Peter, Martin; Lückge, Helen; Killer, Maura und Maibach, Markus (2016): Auswirkungen eines EHS-Linking für den Bereich Luftfahrt – Aktualisierung für die Schweiz (S. 88). Bern: BAFU, Bundesamt für Umwelt. www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/externe-studien-berichte/auswirkungen_einesehs-linking-fuerdenbereichluftfahrtaktualisieru.pdf.download.pdf/auswirkungen_einesehs-linkingfuerdenbereichluftfahrtaktualisieru.pdf. Zugriff: 25.02.2021.
- Pinner, Dickon; Rogers, Matt und Samandari, Hamid (2020): Addressing climate change post-coronavirus. McKinsey Quarterly, 2020(2). www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/addressing-climate-change-in-a-post-pandemic-world. Zugriff: 06.04.2021.
- Pluess, Andrea R.; Augustin, Sabine; Brang, Peter; Schweiz und Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2016): Wald im Klimawandel: Grundlagen für Adaptationsstrategien. www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A10483/datastream/PDF/Pluess-2016-Wald_im_Klimawandel._Grundlagen_f%C3%BCr_Adaptationsstrategien-%28published_version%29.pdf. Zugriff: 15.04.2021.
- Pooley, Gale L. und Tupy, Marian L. (2018): The Simon Abundance Index: A New Way to Measure Availability of Resources. Policy Analysis No. No. 857. www.cato.org/policy-analysis/simon-abundance-index-new-way-measure-availability-resources. Zugriff: 18.03.2021.
- Powell, James Lawrence (2016): The Consensus on Anthropogenic Global Warming Matters. In: Bulletin of Science, Technology & Society, 36(3), S. 157–163.
- Proclim (2016): Brennpunkt Klima Schweiz. Akademien der Wissenschaften Schweiz. <https://proclim.scnat.ch/de/id/TDeVr>. Zugriff: 30.03.2021.
- Quandl (2021): ECX EUA Futures, Continuous Contract #1 (C1) (Front Month). www.quandl.com. Zugriff: 02.03.2021.
- Ragetti, Martina S. und Rössli, Martin (2019): Hitzeaktionspläne zur Prävention von hitzebedingten Todesfällen – Erfahrungen aus der Schweiz. In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 62(5), S. 605–611.
- Rahmstorf (2016): Rekordwärme auf der Erde trotz kalter Sonne. KlimaLounge, 08.09.2016. <https://scilogs.spektrum.de/kimalounge/rekordwaerme-auf-der-erde-trotz-kalter-sonne/>. Zugriff: 26.02.2021.
- Rahmstorf, Stefan (2020): New studies confirm weakening of the Gulf Stream circulation (AMOC). Science Communication Network. www.realclimate.org/index.php/archives/2020/09/new-studies-confirm-weakening-of-the-gulf-stream-circulation-amoc/. Zugriff: 30.03.2021.
- Rigling, Andreas und Stähli, Manfred (2020): Erkenntnisse aus der Trockenheit 2018 für die zukünftige Waldentwicklung. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 171(5), S. 242–248.
- Rühli, Lukas (2020): Corona kostet die Welt 24,4 Billionen Franken. Avenir Suisse, 22.10.2020. www.avenir-suisse.ch/corona-kostet-die-welt-244-billionen-franken/. Zugriff: 06.04.2021.
- Sachverständigenrat (2019): Sondergutachten 2019: Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/sondergutachten-2019.html. Zugriff: 02.03.2021.

- Schmitt, Alex (2017): Kurz zum Klima: Der EU-Emissionshandel – bekannte Probleme, neue Lösungen?
In: ifo Schnelldienst, 70(9), S. 48–50.
- Schweizer Parlament (2020): 20.3931 | Zukünftige Ausrichtung der Agrarpolitik. www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20203931. Zugriff: 07.04.2021.
- SDA (2020): Nationalrat schlägt beim CO₂-Gesetz erste Pflöcke ein. www.parlament.ch/de/services/news/Seiten/2020/20200609142919596194158159041_bsd136.aspx. Zugriff: 03.03.2021.
- Shafik, Nemat und Bandyopadhyay, Sushenjit (1992): Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence. Policy Research Working Papers No. 904. The World Bank.
<http://documents1.worldbank.org/curated/en/833431468739515725/pdf/multi-page.pdf>. Zugriff: 15.09.2020.
- Sinn, Hans-Werner (2008): Das grüne Paradoxon. Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik.
Berlin: Econ Verlag.
- Sinn, Hans-Werner (2020): Das Klimaproblem und die deutsche Energiewende. Ludwig von Mises Institut Deutschland. www.misesde.org/2020/12/professor-dr-hans-werner-sinn-das-klimaproblem-und-die-deutsche-energiewende/. Zugriff: 01.03.2021.
- Solability (2020): The Global Sustainable Competitiveness Index. SOLABILITY. solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index/the-index. Zugriff: 01.03.2021.
- Solarify (2021): China startet Emissionshandel. www.solarify.eu/2021/01/11/440-0-china-startet-emissionshandel/. Zugriff: 02.03.2021.
- Spiegel (2015): Forscher kritisieren dubiose Klimaschutz-Zertifikate. Von: Seid, Christoph. 2015.
- SRF, Schweizer Radio und Fernsehen (2020): CO₂-Abgabe auf Flugtickets – Grossteil der Bevölkerung könnte finanziell profitieren. Schweizer Radio und Fernsehen (SRF). www.srf.ch/news/schweiz/co2-abgabe-auf-flugtickets-grossteil-der-bevoelkerung-koennte-finanziell-profitieren. Zugriff: 03.03.2021.
- SRF, Schweizer Radio und Fernsehen (2021): Stadtregierung Lausanne – Benzin-Autos aus der Stadt zu verbannen, reicht den Grünen nicht. Von: Notter, Felicie. 13.02.2021. www.srf.ch/news/schweiz/stadtregierung-lausanne-benzin-autos-aus-der-stadt-zu-verbannen-reicht-den-gruenen-nicht. Zugriff: 16.04.2021.
- Stadt Zürich (2021): Klimaanpassung. www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/umwelt_energie/klimaanpassung.html. Zugriff: 05.02.2021.
- Stanislaus, Mathy (2018): Banning Straws and Bags Won't Solve our Plastic Problem. World Resources Institute Insights Blog, 16.08.2018. www.wri.org/blog/2018/08/banning-straws-and-bags-wont-solve-our-plastic-problem. Zugriff: 01.03.2021.
- State of California (2021): Cap-and-Trade Program. ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cap-and-trade-program. Zugriff: 02.03.2021.
- Statista (2019): Infografik: Das sind die größten Klimasünder Europas. Statista Infografiken. <https://de.statista.com/infografik/20253/unternehmen-in-der-eu-mit-den-hoechsten-co2-emissionen/>. Zugriff: 26.02.2021.
- Statista (2021): Ausstoss von CO₂-Emissionen nach Kraftwerk. Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38910/umfrage/hoehhe-der-co2-emissionen-nach-kraftwerk/>. Zugriff: 02.03.2021.
- Stavins, Robert N. (2019): Carbon Taxes vs. Cap and Trade: Theory and Practice. Harvard Project on Climate Agreements. Discussion Paper Nr. 19–9. https://seors.unfccc.int/applications/seors/attachments/get_attachment?code=TJQGYTI096K3J33ANM1HWDWYEU5IVRXNC. Zugriff: 15.12.2021.
- Stern (2021): China führt Emissionshandel ein. www.stern.de/news/china-fuehrt-emissionshandel-ein-30358878.html. Zugriff: 02.03.2021.
- Stiftung KliK (2019): Jahresbericht 2019 der Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation KliK. www.jahresbericht.klik.ch/resources/JB19-D-Stiftung-KliK_200605-3-11.pdf. Zugriff: 11.02.2021.
- Swisspower (2020): Aus der Session: CO₂-Gesetz verabschiedet. <https://swisspower.ch/themen-und-standpunkte/aus-der-session/>. Zugriff: 05.03.2021.
- Tages-Anzeiger (2018): Armee muss Bauern Wasser bringen. Von: Wertheimer, Pia 29.07.2018.

- Tages-Anzeiger (2020a): «Ich kann doch niemandem vorschreiben, kein Fleisch zu essen.» Interview mit Christian Jörg. Von: Stäubli, Mario 03.01.2020.
- Tages-Anzeiger (2020b): Richard Sennett zu Corona – «Neoliberale Staaten sind unfähig, auf die Krise zu reagieren». Von: Blum, Pascal 04.04.2020.
- Tagesspiegel (2019): Klimakiller Beton. Von: Nestler, Ralf 20.09.2019.
- Technologiefonds (2020): Jahresrückblick 2019. www.technologiefonds.ch/fileadmin/user_upload/files/zur_Veroeffentlichung_Jahresbericht_2019.pdf. Zugriff: 30.11.2020.
- The Economist (2019): The EU's Green Deal is full of ambition but needs more detail. 14.12.2019.
- The Economist (2021): Can China's new carbon market take off? The Economist. www.economist.com/finance-and-economics/2021/02/27/can-chinas-new-carbon-market-take-off. Zugriff: 07.04.2021.
- Transparency International (2020): Corruption Perceptions Index 2019. https://images.transparencycdn.org/images/2019_CPI_Report_EN.pdf. Zugriff: 03.03.2021.
- Tupy, Marian (2019): Die Grenzen der Knappheit. In: Schweizer Monat, 1068. <https://schweizermonat.ch/die-grenzen-der-knappheit/>. Zugriff: 21.09.2020.
- UIS, Unesco Institute for Statistics (2020): Sustainable Development Goals 1 and 4: 4.6.2 Youth/Adult Literacy Rate. <http://data.uis.unesco.org/>. Zugriff: 29.09.2020.
- Umweltbundesamt (2018): Hohe Kosten durch unterlassenen Umweltschutz. Text, Umweltbundesamt. www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/hohe-kosten-durch-unterlassenen-umweltschutz. Zugriff: 01.03.2021.
- Umweltbundesamt (2020a): Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft. Umweltbundesamt. www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung. Zugriff: 25.02.2021.
- Umweltbundesamt (2020b): Analysen zum direkten und indirekten Carbon-Leakage-Risiko europäischer Industrieunternehmen. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_10_20_climate_change_32_2020_analysen_carbon-leakage-risiko.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- UNDP, United Nations Development Programme (2020a): Human Development Data (1990–2018). <http://hdr.undp.org/en/data>. Zugriff: 18.09.2020.
- UNDP, United Nations Development Programme (2020b): Human Development Index (HDI). <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>. Zugriff: 23.09.2020.
- Unep, United Nations Environment Programme (2020): Emissions Gap Report 2020. Nairobi. www.unep.org/emissions-gap-report-2020. Zugriff: 23.12.2020.
- UNFCCC (2021): Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat. <https://unfccc.int/documents/268571>. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno Generalsekretariat (2019): Secretary-General's remarks at closing of Climate Action. www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2019-09-23/secretary-generals-remarks-closing-of-climate-action-summit-delivered. Zugriff: 19.02.2021.
- Uno, Vereinigte Nationen (1992): United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_english_for_posting.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereinigte Nationen (2014a): We the Peoples – Celebrating 7 million voices. Uno, Vereinigte Nationen. <https://myworld2015.files.wordpress.com/2014/12/wethepeoples-7million.pdf>. Zugriff: 06.04.2021.
- Uno, Vereinigte Nationen (2014b): Have your say in the United Nations Global Vote. My World 2015. <http://vote.myworld2015.org/>. Zugriff: 06.04.2021.
- Uno, Vereinigte Nationen (2017): Switzerland's intended nationally determined contribution (INDC) and clarifying information. www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Switzerland%20First/15%2002%2027_INDC%20Contribution%20of%20Switzerland.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereinigte Nationen (2019a): World Population Prospects. <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/903>. Zugriff: 26.02.2021.

- Uno, Vereingte Nationen (2019b): Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2020): Switzerland's information necessary for clarity, transparency and understanding in accordance with decision 1/CP.21 of its updated and enhanced nationally determined contribution (NDC) under the Paris Agreement (2021–2030). www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Switzerland%20First/Switzerland_Full%20NDC%20Communication%202021-2030%20incl%20ICTU.pdf. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2021a): Sustainable Development Goals: Have your Say. My World 2030. myworld2030.org/. Zugriff: 07.04.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2021b): Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Department of Economic and Social Affairs. <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2021c): All NDCs. www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/All.aspx. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2021d): The Kyoto Protocol. <https://unfccc.int/process-and-meetings#:2cf7f3b8-5c04-4d8a-95e2-f91ee4e4e85d>. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2021e): Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts. United Nations Sustainable Development. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>. Zugriff: 01.03.2021.
- Uno, Vereingte Nationen (2021f): Secretary-General welcomes US return to Paris Agreement on Climate Change. UN News. <https://news.un.org/en/story/2021/01/1082602>. Zugriff: 01.03.2021.
- UNTC, United Nation Treaty Collection (2021): Pariser Abkommen. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtidsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=en. Zugriff: 25.02.2021.
- Urek-S, Umweltkommission des Ständerates (2019): Inlandziel im CO₂-Gesetz. www.parlament.ch/press-releases/Pages/mm-urek-s-2019-02-12.aspx. Zugriff: 03.03.2021.
- US Congress (2019): H.Res.109: Recognizing the duty of the Federal Government to create a Green New Deal. www.congress.gov/bill/116th-congress/house-resolution/109/text. Zugriff: 02.03.2021.
- USGS, U.S. Geological Survey (2021): Volcanic gases can be harmful to health, vegetation and infrastructure. www.usgs.gov/natural-hazards/volcano-hazards/volcanic-gases. Zugriff: 26.02.2021.
- USZ, Universitätsspital Zürich (2014): USZ-Richtlinien für die Raumklimatisierung. www.usz.ch/Documents/bau-richtlinien/2018/RL_USZ_Klimatisierung_20140407.pdf.
- Uvek, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2021): Energiestrategie 2050. www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/energie/energiestrategie-2050.html. Zugriff: 09.04.2021.
- Vahrenholt, Fritz und Lüning, Sebastian (2012): Die kalte Sonne: Warum die Klimakatastrophe nicht stattfindet (2. Edition.). Hamburg: Hoffmann und campe Verlag GmbH.
- Von der Leyen, Ursula (2021): #betd21 Dr. Ursula von der Leyen – Keynote. Berlin Energy Transition Dialogue. 2020. www.youtube.com/watch?v=PpzPLj0DvOw&list=PLrJT1Nf7EHwHYWlrATWJ40sXikTEMB5Jq&index=6. Zugriff: 07.04.2021.
- VSE, Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (2021): Stromverbrauch. www.strom.ch/de/energiewissen/strom-verbrauch. Zugriff: 04.03.2021.
- Watson (2020): Womit Tesla wirklich sein Geld verdient. Von: Abrahamczyk, Markus.2020.
- Wermelinger, Stefanie (2018): Schweizer Wasserkraft ist nicht bedroht vom Gletscherschwund. Naturschutz.ch. <https://naturschutz.ch/news/gesellschaft/schweizer-wasserkraft-ist-nicht-bedroht-vom-gletscherschwund/127118>. Zugriff: 22.02.2021.
- Wiki Klimawandel (2021): RCP-Szenarien. <https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien>.
- Wikipedia (2021a): Vajont-Staumauer. In: Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Vajont-Staumauer&oldid=207470915>. Zugriff: 26.02.2021.

- Wikipedia (2021b): Hackerzwischenfall am Klimaforschungszentrum der University of East Anglia. https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Hackerzwischenfall_am_Klimaforschungszentrum_der_University_of_East_Anglia&oldid=208264006. Zugriff: 26.02.2021.
- Withers, Nikki (2021): How much does human breathing contribute to climate change? BBC Science Focus Magazine. www.sciencefocus.com/planet-earth/how-much-does-human-breathing-contribute-to-climate-change/. Zugriff: 25.02.2021.
- World Bank (2020a): World Development Indicators | DataBank. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>. Zugriff: 25.09.2020.
- World Bank (2020b): State and Trends of Carbon Pricing 2020. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33809/9781464815867.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Zugriff: 14.04.2021.
- World Bank (2020c): Tariff rate, applied, simple mean, all products. <https://data.worldbank.org/indicator/TM.TAX.MRCH.SM.AR.ZS>. Zugriff: 19.02.2021.
- World Bank (2021): Carbon Pricing Dashboard. https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data. Zugriff: 02.03.2021.
- World Energy Council (2020): World Energy Trilemma Index. www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Trilemma_Index_2020_-_REPORT.pdf. Zugriff: 02.03.2021.
- World Energy Council und Weltenergieerat Deutschland (2018): Energie in der Europäischen Union. www.weltenergieerat.de/wp-content/uploads/2018/05/81040_DNK_Energie2018_Kap3.1.pdf. Zugriff: 02.03.2021.
- World Nuclear Association (2021): Plans for New Nuclear Reactors Worldwide - World Nuclear Association. www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/plans-for-new-reactors-worldwide.aspx. Zugriff: 09.04.2021.
- WOZ, Die Wochenzeitung (2020): Klimaabkommen: Offroader hier, Holzkocher dort. Von: Keller, Christoph 16.12.2020.
- WSL, Eidgenössische Forschungsstelle für Wald, Schnee und Landschaft (2021): Gefahr durch Feuer: Waldbrand. www.wsl.ch/de/naturgefahren/waldbrand.html.
- WTO, World Trade Organisation (2020): WTO Analytical Index. Guide to WTO Law and Practice. www.wto.org/english/res_e/publications_e/analytical_index_e.htm. Zugriff: 15.02.2021.
- Xu, Yangyang; Ramanathan, Veerabhadran und Victor, David G. (2018): Global warming will happen faster than we think. In: Nature, 564(7734), S. 30–32.
- Zappa, Giuseppe (2019): Regional Climate Impacts of Future Changes in the Mid-Latitude Atmospheric Circulation: A Storyline View. In: Current Climate Change Reports, 5(4), S. 358–371.
- ZDF (2020): Klimaschutz: Warum das Kyoto-Protokoll kaum geholfen hat. www.zdf.de/uri/34953ae7-cb1a-4ccc-b8b4-2336f2e0f8ae. Zugriff: 02.03.2021.

Gesetzesverzeichnis

- BBl 2020 7847 (2020): Bundesgesetz über die Verminderung von Treibhausgasemissionen (CO₂-Gesetz).
- SR 641.71 (2000): Bundesgesetz vom 8. Oktober 1999 über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz).
- SR 641.71 (2013): Bundesgesetz vom 23. Dezember 2011 über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz).
- SR 0.814.012: – Übereinkommen von Paris vom 12. Dezember 2015 (Klimaübereinkommen). www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/619/de. Zugriff: 02.03.2021.
- RS 0.814.012: – Accord de Paris du 12 décembre 2015 (Accord sur le climat). www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/619/fr. Zugriff: 02.03.2021