

Klimawandel



Der Dachsteingletscher im Sommer 2011

Unter Klimawandel wird hier die Veränderung des Klimas auf der Erde verstanden, deren durchschnittliche globale Temperatur sich seit 1881 bis 2014 um ca. 1,3 bis 1,5 °C erhöht hat. Der Treibhauseffekt bezeichnet die Wirkung von Treibhausgasen auf die Temperatur, gemessen am Boden. Er entsteht, weil die Atmosphäre für die von der Erde emittierte Infrarot-(Wärme)-Strahlung weniger durchlässig ist. Die Treibhausgase behindern die Wärmerückstrahlung in das All. Dieser Prozess verläuft häufig nicht linear. Ab einem gewissen Grad der Erwärmung oder Anreicherung („Umkipppunkte“ oder „tipping points“) werden neue physikalische Zustände eingenommen, die nur sehr schwer oder auch gar nicht mehr umkehrbar sind.

Derzeit bläst die Menschheit jedes Jahr mehr als 36 Mrd. t CO₂ in die Luft. Der „Peak“ dieses Treibhausgas-

Ausstosses wird mit 40 Mrd. t 2020 erwartet. Die folgenden Gase werden als relevante Treibhausgase bezeichnet: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), drei fluorierte Treibhausgase und Stickstofftrifluorid (NF₃). Wasserdampf (H₂O) ist mit einem Beitrag bis zu 70 % zwar das mit Abstand wichtigste Treibhausgas. Da er jedoch durch menschliche Aktivitäten direkt kaum beeinflusst werden kann, wird er nicht hier, sondern im Abschnitt „Ozeane und Klima“ behandelt. An zweiter Stelle steht Kohlendioxid, mit Beiträgen zwischen 9 und 26 % an den gesamten Treibhausgasen. Sein Anteil hat sich seit Beginn der Industrialisierung um rund 43 % erhöht. Es kann zwischen 30 und 100 Jahren in der Atmosphäre verbleiben. Methan leistet einen durchschnittlichen Beitrag in Höhe von 6,2 %. Weil CH₄ eine 25 - bis 33-fache höheren Wirksamkeit als CO₂ hat, ist es trotz deutlich kürzerer Verweildauer (12 bis 20 Jahre)

erheblich aggressiver als dieses. Zudem wächst der CH₄ - Anteil wegen steil ansteigender Emissionen überproportional. Distickstoffmonoxid, bekannter als Lachgas (N₂O), steuert in dieser Betrachtungsweise zwar „nur“ einen Beitrag in Höhe von 4,3 % bei, weist aber eine 298mal größere Wirkung als CO₂ auf und verbleibt zudem ca. 114 Jahre lang in der Atmosphäre. Die fluorierten Treibhausgase erreichen zusammen mit Stickstofftrifluorid insgesamt nur einen Anteil in Höhe von 1,6 %. Dennoch sind sie wegen ihrer Wirksamkeit und außergewöhnlich langen Verweildauer in der Atmosphäre (Halbwertszeit: 740 Jahre) besonders wirksam. Außerdem sind hier zwei besonders schädliche Gase zu erwähnen: Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW) und teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW).

Der benannte Wärmeanstieg von 1,3 °C mag vielen Menschen vergleichsweise gering erscheinen. Dennoch zeigt er bereits heute gravierende Auswirkungen, die regional sehr unterschiedlich ausfallen. Als politische Zielgröße wurde zwar beim Pariser Klimagipfel (2015) ein Limit von 1,5 °C ausgegeben, doch sehen die allermeisten Experten dieses Ziel nicht mehr als erreichbar an. Schon die „2-Grad-Grenze“ stellt eine enorme Herausforderung dar.

CULLMANN, Leiter der Abteilung „Klima und Wasser“ bei der UN-Weltwetterorganisation (WMO) vertrat 2016 die folgende Ansicht: „Der Prozess, die CO₂-Emissionen zu senken, wird sich höchstens verlangsamen. Noch 120 Gigatonnen Kohlendioxid könne die Atmosphäre vertragen, um die Erderwärmung bis 2100 sehr wahrscheinlich unter zwei Grad zu halten.“

Die Staaten mit dem größten CO₂-Ausstoß waren 2015:

	In Mio. t	in t je Einwohner
China	10720	7,7
USA	5180	6,1
Indien	2470	1,9
Russland	1760	12,3
Japan	1260	9,9
Deutschland	780	9,6
Kanada	680	19,0
Südkorea	620	12,1
Saudi-Arabien	510	16,0
Australien	450	18,6

Es ist nicht erstaunlich, die bevölkerungsreichsten Staaten der Welt, China und Indien, die zugleich einen enormen Entwicklungsprozess durchlaufen, in der Spitze der CO₂-Emittenten zu finden. Nachdenklich stimmt dagegen der hohe Ausstoß pro Kopf in vergleichsweise reichen Staaten wie USA, Kanada, Saudi-Arabien und vor allem Australien. Auch Russland mit seiner karbonfixierten Energiegewinnung hat die Zeichen der Zeit noch nicht wirklich erkannt. Es mangelt nicht an Alternativen; es fehlt der politische Wille.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssten nach dem „Carbon Law“-Gesetz (Arbeitsgruppen unter Rockström/Stockholm und Schellnhuber/Potsdam) die globalen Treibhausgas-

Emissionen bis 2050 regelmäßig um 50 % pro Jahrzehnt gesenkt werden und bis 2050 nahezu auf Null sinken. Auch müssten die exorbitanten Subventionen für fossile Energien, die nach der Internationalen Energieagentur (IEA) 500 Mrd. US \$ pro Jahr betragen, heruntergefahren werden. Schon heute sollte ein CO₂-Preis von 50 US \$ statt des in der EU gültigen von 14,40 €/t eingeführt werden. Dieser Preis sollte dann bis 2050 auf 400 US \$ pro t anwachsen.

Außerdem muss durchgesetzt werden, dass der Bausektor bis 2035 keine Treibhaus-Emissionen mehr verursachen darf. Die letzten Kohlekraftwerke sollen ebenfalls zu diesem Zeitpunkt abgeschaltet werden.

Mittels der aus ökologischer Sicht höchst umstrittenen CCS-Technik werden derzeit jährlich 2 Mrd. t CO₂ abgeschieden und unter der Erde verpresst. Die Nutzung von Erdöl für Kraftstoffe und Heizung soll spätestens 2045 enden. Dieses Umstellungsszenario erscheint aus heutiger Sicht – so dringend notwendig es auch sein dürfte – als utopisch, da es gesellschaftlich und politisch nicht durchsetzbar sein wird. Damit wird deutlich, dass auch das 2-Grad-Ziel nicht zu halten sein dürfte.

Die Unsicherheiten in der Klimaforschung sind beträchtlich. Dies gilt vor allem für die Klimasensitivität (Erwärmung in Abhängigkeit von der Treibhausgas-Konzentration). Bei einer Annahme von 50 % Wahrscheinlichkeit dafür, dass dieses 2 Grad-Ziel gehalten werden kann, dürfte das Kohlendioxidäquivalent (Konzentration der wichtigsten Treibhausgase) nicht den Wert von 450 ppm überschreiten. Der aktuelle Wert liegt jedoch bereits bei 485 ppm!

Als Hauptprobleme werden genannt:

- Großflächiges Abschmelzen von Gletschern,
- stetiger Anstieg des Meeresspiegels,
- Auftauen der Permafrostböden (Methan),
- Zunahme der Verdunstung mit der Folge verstärkter Wetterextreme,
- Änderung der Verteilung und des Ausmaßes der Niederschläge,
- regionale Zunahme der Trockenheit bis hin zu Desertifikation,
- Artenwechsel bis hin zu Artensterben,
- Kollabieren von Ökosystemen,
- hohe Risiken allgemeinerer Art für die menschliche Gesundheit,
- als Folge der weltweit zunehmenden Verstädterung ist mit einer weiter steigenden Wärmeabstrahlung und der damit verbundenen Wärmespeicherung mit einer hohen und stetig wachsenden Belastung der Menschen vor allem in den Innenstädten und hier insbesondere für Kranke, Kinder und alte Menschen zu rechnen.

Die Bewältigung all dieser Probleme verursacht enorme Kosten.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit hat der Klimawandel größtenteils anthropogene Ursachen. Die zunehmende Konzentration an Kohlendioxid wird überwiegend auf die Nutzung fossiler Energieträger, auf energieintensive industrielle Prozesse (z.B. Zementindustrie und Aluminiumherstellung) und auf die globale großflächige Entwaldung zurückgeführt. Die Albedo (Rückstrahlungsvermögen für das Sonnenlicht und hier insbesondere für die im Infrarotbereich liegende Wärmestrahlung) einer durchschnittlichen Kulturfläche ist

etwa 2,5-mal so hoch wie bei Wald. Diejenige von versiegelten Flächen (Straßen oder Städtebau) ist noch wesentlich höher.

Aber auch die rapide zunehmende Verstädterung - vor allem in den Schwellen- und Entwicklungsländern - trägt nicht unwesentlich zu diesem Prozess bei. Es ist zur Genüge bekannt, dass sich bereits über größeren, geschweige denn über Megacities ein eigenes Stadtklima bildet. Dieses ist auf die eine zunehmende Verbauung und Bodenversiegelung und eine mit der modernen Stadtkultur untrennbar verbundene erhöhte Wärme- und CO₂-Abstrahlung zurückzuführen.

Auch muss der in sehr vielen Bereichen verschwenderische Umgang mit Energie ernsthaft überdacht werden.

Wichtigste Quellen des Methanausstoßes sind die „fossile“ Industrie, landwirtschaftliche Aktivitäten sowie das langfristige Auftauen der Permafrostböden. Etwa ein Drittel des anthropogenen Methans entsteht bei der Förderung von Gas oder Erdöl, weiteres durch Massentierhaltung und Reisanbau. Das Lachgas wird vor allem bei der Herstellung stickstoffhaltiger Düngemittel und deren Ausbringung in der Landwirtschaft emittiert. Aber auch Klärwerke, Deponien ohne Gasentsorgung sowie die Trockenlegung von Sümpfen und Mooren setzen Methan frei.

Wichtigste Gegenmaßnahme ist die Einsparung von Energie. Die Einsparpotenziale sind riesig, selbst wenn man die derzeit meist unzureichende Effizienz außer Betracht lässt. Genauso wichtig ist der rasche Ausbau regenerativer Energiesysteme.

Es ist daher wichtig, diese ökonomischen Sachzwänge aufzulösen. Allein schon durch den gezielten Abbau der außerordentlich hohen Subventionierung dieser Branche vom Schiffsbau bis hin zum Verkauf der Ware könnte ein unumkehrbarer Umstellungsprozess eingeleitet werden.

Entscheidend ist hierbei aber auch, dass die Bevölkerung ein derartiges Vorgehen politisch unterstützt. Dies setzt eine gründliche und objektive Aufklärung der Bevölkerung über die ökonomische, soziale und vor allem auch ökologische Situation und die jeweiligen Zusammenhänge sowie über die vorgesehene Exit-Strategie und ihre sozialen Folgen voraus, so ähnlich wie dies beim Ausstieg aus der Steinkohle praktiziert wurde. Als entscheidend werden die folgenden drei Problembereiche angesehen:

1. Der rasche Ausstieg aus der Kohle und hier schnellstmöglich aus der Braunkohle-Verstromung
2. Der baldige, konsequente Umstieg auf eine andere, ökologisch gestaltete Mobilität
3. Der Übergang zu einer nachhaltigen, klimagerechten Landwirtschaft

Im Vergleich zum erstgenannten Problem, das noch innerhalb des bisherigen wirtschaftlich-gesellschaftlichen Rahmens gelöst werden könnte, erfordern die beiden letztgenannten Punkte ein Umsteuern auf breiter Front mit erheblichen gesellschaftlich-wirtschaftlichen Auswirkungen.

Damit die zunehmende CO₂-Konzentration wirkungsvoll zurückgeführt werden kann, ist ein international abgestimmtes Vorgehen erforderlich. Den Rahmen bildet die Klimarahmenkonvention (UN FCCC) von 1992. Auf ihr basieren die jährlichen UN-

Klimakonferenzen. Da die Entwicklungsländer unterstützt werden müssen, wurden spezielle Fonds und Partnerschaften entwickelt: UN Adaptation Fund, UN Green Climate Fund, NDC-Partnerschaften, African Risk Capacity.

Dass dieser Klimawandel auch regional durchaus ambivalent empfunden werden kann, zeigen Beispiele aus der Arktis-Region.

Einerseits zerstört die jetzige Entwicklung unwiderruflich einzigartige Ökosysteme, verändert beispielsweise die Tundravegetation, verdrängt die Einstrahlung auf reflektierende Schneeflächen, setzt zusätzlich Methan frei und ermöglicht zugleich die Suche nach Öl und Gas weiter nördlich. So hat die norwegische Regierung erstmalig Bohrlizenzen hoch im Norden vergeben (2016) und dies, nachdem sie 2015 das Pariser Klimaprotokoll unterschrieben hatte.

Andererseits profitieren bisher abgehängte Regionen vom Tourismus – z.B. vom wachsenden (Kreuzfahrt)-Schiffsverkehr - wie auch vom zunehmenden Handel. So sieht sich beispielsweise Rovaniemi in Nordfinland bereits als ökonomischen Gewinner und als Handelsstadt der Zukunft. Eingedenk der Tatsache wie belastend Kreuzfahrttourismus und Schiffshandel für die Verschmutzung der Meere sind (siehe „Verschmutzung der Meere“), wird erkennbar wie nahe Fluch und Segen beieinanderliegen. Aus ökologischer Sicht jedenfalls überwiegen die negativen Seiten bei Weitem.

Ohne eine radikale Energiewende werden die Klimaprobleme allerdings nicht zu lösen sein. Zumindest die Verschmutzung mit CO₂ sollte unbedingt mit möglichst zutreffenden Preisen belegt werden. Dies versucht die EU mit ihrem ETS-Emissionsrechtehandel, allerdings mit deutlich zu niedrigen und zudem noch beträchtlich schwankenden Preisen. Er ist daher auch weitgehend unwirksam, obwohl das Einsparpotential an CO₂ riesig ist. Will man wirklich Anreize zum Umsteuern setzen, wäre es besser, eine entsprechende CO₂-Steuer einzuführen. Allein schon eine Orientierung am jeweiligen Ausstoß der Kraftwerke, die als Reserve noch vorgehalten werden müssen, würde den Ausstoß dieses Gases schlagartig um rund 79 Mio. t senken. Diese Umstellung würde rund 14 €/t kosten (Öko-Institut). Die Ausgaben für die Beseitigung der Folgekosten des Klimawandels liegen dagegen bereits heute zwischen 40 und 120 €/t (UBA)!

Allerdings scheint der Kohleboom überschritten zu sein. Nachdem vor allem Schwellenländer wie China, Indien und Südafrika, die ihre Wirtschaft schnell entwickeln wollten, im vergangenen Jahrzehnt massiv auf Kohlekraftwerke gesetzt hatten (in China ging zeitweise jede Woche ein neues Werk ans Netz!), deutet sich jetzt eine Wende an. So hat Peking vor allem aus Umweltschutzgründen (Luftverschmutzung) Bau und Planung von zahlreichen Kohlekraftwerken gestoppt. In Indien wirkt sich vor allem der Rückzug von Investoren aus Kohleprojekten aus. Dies wird auf die Überkapazitäten, die Risiken und vor allem auf die Verbilligung von Wind- und Solarstrom zurückgeführt.

So stehen zur Zeit in den beiden Staaten die Bauarbeiten an über 100 neuen Kohlekraftwerken still! Vor allem deshalb sank die die Zunahme von Kohlekraftwerken auf 2016 im Vergleich zur Entwicklung der Vorjahre um fast ein Drittel! („Global Coal Plant Tracker“, der Daten zu mehr als 4700 Kohlemeilern aufführt, die seit 2010 geplant werden oder wurden.) Nach IEA (Internationale Energieagentur) wurden 2015 und 2016

rund 64 Gigawatt stillgelegt, was etwa 120 großen Kraftwerken entspricht. Allerdings sei ein Grund zur Entwarnung nur bedingt gegeben, da „andere Länder wie Ägypten, Türkei, Indonesien, Bangladesch und die Philippinen ihre Pläne drastisch nach oben fahren“.

Inzwischen existiert eine Vielzahl technischer Lösungen, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern. Zwei Gruppen sind grundsätzlich zu unterscheiden:

1. Versuche, die Auswirkungen dieses Prozesses abzuschwächen und sich zugleich an die erwarteten neuen Verhältnisse anzupassen.
2. Großtechnische Lösungen mit dem Ziel, eine direkte Verringerung, ein Einlagern der Emissionen oder eine erhebliche Steigerung der Energieeffizienz zu erreichen (z.B. BECCS-Technologien, Bio- oder Pflanzenkohle, Geo-Engineering).

Die meisten großtechnischen Lösungen in beiden Gruppen werden aus ökologischer Sicht eher kritisch beurteilt. Zudem sind die damit verbundenen Risiken erheblich. Auch werden die Aussichten auf das Erreichen der erwarteten positiven Effekte höchst wahrscheinlich deutlich zu positiv eingeschätzt.

Entscheidend ist eine zügige globale Energiewende. Die wichtigsten Voraussetzungen dafür sind neben den bereits oben in den drei Problembereichen (Kohleausstieg, Mobilität, Landwirtschaft) erwähnten Maßnahmen:

- Eindeutige Vorfahrt für eine regenerative Energieerzeugung
- Nur Gas als fossiler Energieträger – d.h. nur noch Gaskraftwerke
- Nur noch Gaskraftwerke als Reserve vorhalten
- Eine CO₂-Steuer mit deutlicher Lenkungswirkung durchsetzen
- Generelle Reduktion der Treibhausgase
- Umstellung des Konsumverhaltens hin zu lokaler Ressourcennutzung
- Vermeiden von Energieverschwendung bzw. und Einsparen an Energie, wo immer dies möglich ist – auch und gerade im Haushaltsbereich (z.B. kein Stand-by)
- Steigern der Energieeffizienz unter Vermeidung von Reboundeffekten
- Energiesparende Mobilität (ÖPNV oder Fahrrad benutzen, regenerative Antriebsysteme erweitern und vorantreiben und Flugreisen vermeiden)

Da die sozio-ökonomische Leistungsfähigkeit der meisten Entwicklungsländer diese Umstellung nicht tragen kann, müssen differenzierte Anpassungsstrategien entwickelt und umgesetzt werden.

Nach allen Prognosen wird die Begrenzung des Temperaturanstiege um 1,5 °C nicht mehr zu halten sein. Schon 2 °C sind ein sehr ehrgeiziges Ziel, dessen Erreichen rigorose Maßnahmen erfordert. Es wird sich zeigen, ob die Staatengemeinschaft bereit ist, diese Herausforderung auch über längere Zeit hinweg ernsthaft anzunehmen.

Die Freiheit, auch gemeinsam eine Art Geld zu kreieren und zu nutzen, welches nicht dem zinsbehafteten Wachstumszwang unterliegt, sollte den lokalen Notenbanken und den Geldbenutzern offen stehen. Ein solches Geld würde den vorsorgenden Geldbenutzern gleichzeitig die Eigenschaft eines beständigen Werts und damit die

Geldfunktion eines Wertespeichers bieten, um für den Lebensabschnitt nach dem Arbeitsleben werthaltig vorsorgen zu können.

Hinweise auf Literaturquellen

Edenkofer, O., Kadner, S., Minx, J.: Ist das Zwei-Grad-Ziel wünschenswert und ist es noch erreichbar? - Report der Max-Planck-Gesellschaft, Verlag Beck, München 2015

NASA Earth Observatory: How is Today's Warming? Different from the past? - in Global Warming, 2010

US Dpt. Of Commerce: NOAA's Annual Greenhouse Gas Index. - Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division - www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/

Sachverständigenrat Umwelt: Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. - PDF, 2016

Umweltbundesamt: Kernbotschaften des Fünften Sachstandsberichtes des IPCC. - Klimaänderung 2015: Naturwiss. Grundlagen (Teilbericht) - www.de-ipcc.de/_media/Kernbotschaften/IPCC_AR5_WGI.pdf

UNEP: The Emission Gap Report 2014: A UNEP Synthesis Report. - als PDF: ww.unep.org/emissiongapreport/2014, Nairobi 2014

FiWiSo-Allianz

sele im September 2017

Bilder: copyright rnl.jpeg