

Wissensstand der Klimaforschung und Herausforderung

Klimaschutz: Können wir den Klimawandel noch einbremsen?

Gottfried Kirchengast

Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (WEGC) und Institutsbereich Geophysik, Astrophysik und Meteorologie/Institut für Physik, Universität Graz (gottfried.kirchengast@uni-graz.at; www.wegcenter.at)

I. Kurzzusammenfassung und Beitragsform

Dieser einführende Beitrag zum Stand des Wissens beim Klimawandel und zu Notwendigkeiten und Chancen beim Klimaschutz stellt *zunächst Schlüsselergebnisse des aktuellen naturwissenschaftlichen Wissensstandes* der Klimaforschung vor. Daraus ergeben sich bereits einige sehr grundsätzliche Schlussfolgerungen: Wir wissen mittlerweile klar, dass *unsere menschlichen Einflüsse auf das Klimasystem* der Erde, allen voran die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂) aus der Nutzung fossiler Brennstoffe, bereits in den letzten Jahrzehnten die *überwiegende Ursache des Klimawandels* waren. Wir wissen weiters klar, dass sie in Zukunft noch stärker Hauptursache des zunehmenden Klimawandels und damit zusammenhängender ebenfalls zunehmender Klimaschäden sein werden. Beherrzter Klimaschutz und ein Erreichen des 1,5 bis 2 Grad Ziels des Pariser Klimaabkommens von 2015 zur Vorsorge für unsere Kinder und Enkel sind daher dringend geboten, wozu wir *die derzeitigen Emissionen in Industrieländern wie Österreich bis 2050 um mindestens 80%* und insgesamt global um mindestens 60% *verringern* müssen. Im Licht der Faktenbasis diese große Zukunftsaufgabe annehmend, stellen sich sofort zwei weitere Fragen: Was aber sind die Bedingungen unter denen wir zuhause und weltweit den *Übergang zu einer nahezu CO₂-emissionsfreien Wirtschaft und Gesellschaft* schaffen können? Und welche Herausforderungen und Chancen bringt dieser Übergang mit sich und *was können wir persönlich, im Umfeld, in Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik dafür tun?* Der Beitrag gibt einerseits unter Nutzung von wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Erkenntnissen *wissenschaftsbasierte Antworten* auch auf diese Fragen und möchte andererseits *wertebasierte Ermutigung* geben, dass wir mit Verstand, Mut und Herz unseren Teil zum Klimaschutz und zur gemeinsamen Bewältigung des Klimawandels beitragen. Klimaschutzrecht und seine möglichen Verbesserungen, der Fokus dieses Buches, gehören dabei zu den ganz wesentlichen Teilbeiträgen.

Zur Beitragsform: Der Beitrag basiert auf dem Eröffnungsvortrag des Autors beim Umweltrechtsforum 2016¹ und insbesondere dem daraus weiter entwickelten Eröffnungsvortrag bei der Montagsakademie 2016/17², da dieser ergänzend online verfügbar ist (im Folgenden kurz Vortrag²). Er ist vom Stil her wie diese Vorträge *bewusst in einer etwas populärwissenschaftlichen Form und Sprache angelegt*, die auf breite Verständlichkeit und integrierenden Ton auch über Fachgrenzen hinaus zielt (z.B. „wir“, „unser“ Formulierungen). Er versucht diesem Ansatz entsprechend auch mit einer möglichst begrenzten Zahl von als essenziell erachteten Quellenzitierungen (als Teil der Fußnoten) auszukommen und ist im Hauptteil (Abschnitt III) *direkt entlang ausgewählter Abbildungen auf Basis der Folien des Vortrags² strukturiert*, was eine zu empfehlende vertiefende Nutzung durch ergänzendes Nachhören des gesamten Vortrags² sehr erleichtert³. Ohne jeden qualitativen Abstrich bilden jedoch *der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand* der physikalischen Klimaforschung, Klimafolgenforschung und Klimaschutzforschung sowie aktuelle Erkenntnisse der Transformationsforschung zum Übergang in eine klimagerechte Wirtschaft und Gesellschaft die *durchgehende und möglichst sorgfältig und faktisch klar berichtete sachliche Substanz* des Beitrags. *Zusätzliche wertebasierte Aussagen*, Folgerungen und Handlungsvorschläge auf Basis des berichteten Wissensstandes und der naturwissenschaftlichen Fakten sind als abgeleitete und *ergänzende Einschätzungen und lösungsrelevante Meinungen des Autors* zu verstehen. In diese Aussagen fließen neben dem Faktenwissen auch Wertvorstellungen wie Menschenwürde und elementare Menschenrechte, Zukunftsfähigkeit der Menschheit, Klima- und Umweltgerechtigkeit, Wirtschaftlichkeit und Innovationsgeist, sozial fairer und nachhaltiger Lebensstil, und weitere mehr ein.

¹ Kirchengast, G., „Klimaschutz aus naturwissenschaftlicher Sicht: Ist es fünf vor oder fünf nach zwölf?“, Eröffnungsvortrag beim Umweltrechtsforum 2016 „Klimaschutzrecht zwischen Wunsch und Wirklichkeit“, 16. Juni 2016, Meerscheinschlössl, Universität Graz.

² Kirchengast, G., „Herausforderung Klimaschutz – können wir den Klimawandel noch einbremsen?“, Eröffnungsvortrag der Montagsakademie 2016/17 zum Leitthema „Krisen – Ängste, Solidarität, Vernunft?“, 17. Oktober 2016, Aula, Universität Graz. Ein Videomitschnitt zum Nachhören des gesamten Vortrags (ca. 60 min) ist online via Website der Montagsakademie (<http://montagsakademie.uni-graz.at/de/zum-nachsehen/studienjahr-201617/>), via Podcast (<http://gams.uni-graz.at/fedora/get/podcast:pug-montagsakademie-pcp/bdef:Podcast/get>) und via iTunes (<http://itunes.apple.com/at/itunes-u/montagsakademie/id635851523?mt=0>) verfügbar.

³ Ein besonderer Dank ergeht hierzu an Mag. Wolfgang Fank (Klimaschutz-Pionierpfarre Dechantenkirchen), für unerwartete wertvolle Zuhilfe zur Text- und Abbildungsauswahl für diesen Beitrag auf Basis des Vortrags².

II. Einleitung—Informationsquellen und einführender Überblick

Verlässliches Klimawissen zum Nachschlagen—gut vorinformiert durch Fehlinformationen wenig verwundbar sein: Als wissenschaftlich führende einzelne Informationsquelle stellt der kürzliche Weltklimabericht 2014⁴ das gesamte Grundwissen zum globalen Klimawandel und seinen Ursachen und Auswirkungen sowie zu Klimawandel-Anpassung und Klimaschutz sehr gut zusammen. Mittlerweile sind die „Zusammenfassungen für Entscheidungstragende“ sowie der abschließende Synthesebericht aus diesem umfangreichen Werk (siehe Abschnitt III.A) neben den englischen Originalversionen auch durchgehend in professioneller deutscher Übersetzung verfügbar⁵. Allen Interessierten in Österreich empfehle ich darüber hinaus auch den österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel 2014⁶, wo man sich beispielsweise mittels einer Kurzfassung („Synopsis“) schon auf nur einem Dutzend Seiten einführend zum Wissensstand informieren kann⁷. Der folgende Überblick sowie der gesamte Beitrag selber basiert primär auch auf diesem gut gesicherten Grundwissen. Daher erfolgen bei den meisten Aussagen keine weiteren Zitierungen, da sie zu diesem Wissensstock gehören. Einige als besonders hilfreich eingeschätzte Ergänzungen der Monat für Monat hoch dynamisch wachsenden wissenschaftlichen Literatur der Klimaforschung zitiere ich zusätzlich. Wer gut informiert ist, ist auf dieser Basis durch Fehlinformationen weniger verwundbar und hat verlässliche Grundlagen für gute und wirksame Beiträge zum Klimaschutz.

Der Klimawandel ist mittlerweile Faktum—der notwendige Klimaschutz eine enorme Herausforderung: Auf Basis vieler sorgfältiger und übereinstimmender Studien wissen wir mittlerweile mit hoher Sicherheit, dass unsere menschlichen Einflüsse, allen voran die CO₂ Emissionen, bereits in den letzten Jahrzehnten die überwiegende Ursache des Klimawandels waren. Und in Zukunft noch stärker Hauptursache des zunehmenden Klimawandels und von

⁴ Weltklimarat IPCC, Weltklimabericht 2014: “Climate Change 2014: Synthesis Report and Reports of Working Groups I (Physical Science Basis), II (Impacts, Adaptation, and Vulnerability), and III (Mitigation) of the Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)”, R.K. Pachauri/Chair, and Eds. IPCC Genf, Schweiz. Alle Berichtsteile—Summary for Policymakers (SPM), Technical Summary (TS), Full Report aller WGs, und der Synthesis Report (SYR)—sind via www.ipcc.ch/report/ar5 online verfügbar.

⁵ Weltklimarat IPCC, dt. Übersetzungen aus dem Weltklimabericht 2014: Synthesebericht „Klimaänderung 2014“ und Zusammenfassungen für Entscheidungstragende der Arbeitsgruppen I (Naturwissenschaftliche Grundlagen), II (Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit), und III (Minderung des Klimawandels) des Fünften Sachstandsberichts (AR5). Dt. IPCC Koordinierungstelle, Bonn, Deutschland. Alle vier Berichte und Kurzinfor dazu sind online via www.de-ipcc.de > Downloads/Berichte verfügbar, wobei der Synthesebericht (ca. 120 S.) als informativste deutschsprachige IPCC Grundwissen-Nachschlagequelle besonders zu empfehlen ist.

⁶ APCC 2014, Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014: Gesamtband (1096 S.), Synthese (65 S.), Zusammenfassung für Entscheidungstragende (ZfE, 17 S.). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der ÖAW, Wien. Gesamtband, Synthese und ZfE sind online via www.ccca.ac.at/apcc verfügbar.

⁷ Österr. Sachstandsbericht Klimawandel 2014: Synopse – Das Wichtigste in Kürze (12 S.). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Climate Change Centre Austria (CCCA), Wien. Online via www.ccca.ac.at/apcc.

zunehmenden Klimafolgen und Schäden sein werden, etwa durch verstärkte Wetterextreme und durch erzwungene Migration aus langfristig austrocknenden subtropischen Regionen oder aus vom Meeresspiegelanstieg zu stark bedrohten Inseln und Küstenregionen. Ich gebe dazu einen kurzen Überblick zum faktischen Wissensstand (Abschnitt III.A). Die diesem Wissensstand zugrundeliegenden Studien vieler Forschungsgruppen weltweit sind wissenschaftlich fundiert erstellt und sorgfältig begutachtet und ergeben klar, dass beherzter Klimaschutz und ein Erreichen des 2 Grad Ziels zur Vorsorge für unsere Kinder und Enkel unerlässlich geboten sind. Diese Ergebnisse machen auch die enorme Herausforderung klar, die ich in diesem Beitrag in möglichst einfacher Weise zu (er)klären versuche (Abschnitt III.B): dass wir in Industrieländern wie Österreich innerhalb weniger Jahrzehnte bis 2050 mindestens 80% der jetzigen Emissionen abbauen müssen.

Die Herausforderung Klimaschutz annehmen—wie können wir den Klimawandel einbremsen? Die erste Frage dazu ist nach dem nötigen Rahmen für unser Handeln: Was sind die Bedingungen unter denen wir zuhause in Österreich und weltweit den Übergang zu einer nahezu CO₂-emissionsfreien Wirtschaft und Gesellschaft schaffen können? Ich stelle dazu entscheidende Ergebnisse der Klimaschutz- und Transformations-Forschung zu notwendigen Rahmenbedingungen vor, ohne die der Übergang nicht gelingen kann (Abschnitt III.C). Wir müssen also diese Bedingungen herstellen bzw. mithelfen diese zu schaffen – das globale Pariser Klimaabkommen von 2015 liefert dazu Rechts-Rahmen und Rahmen-Hoffnung. Die zweite Frage ist nach unserem konkreten Handeln: Welche Herausforderungen und Chancen bringt dieser Übergang und was können wir persönlich, im Umfeld, in Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik tun um das Einbremsen im 2 Grad Ziel zu erreichen? Ich stelle dazu aus den wichtigen Emissionsbereichen Energie, Verkehr und Landnutzung einige wesentliche Handlungsimpulse, Strategien und laufende Umsetzungen verschiedener Klimaschutz-Beitragender, von Personen- bis Staatenebene, exemplarisch vor und versuche daraus Wegweisungen abzuleiten, wie der Übergang in Österreich und weltweit gelingen kann (Abschnitt III.D).

Vom Wissen zum Handeln—das 2 Grad Ziel erreichen: Zum Abschluss lege ich zusammenfassend folgendes Motto für den Weg vom Klimawandel-Wissen zum Klimaschutz-Handeln vor, verhaltenswissenschaftlich gründend auf der als besonders wirksam erkannten emotionalen Motivation des „*Es gern tun*“ (Abschnitt IV): Wir alle brauchen Verstand, Mut und Herz. Meistens mehr davon. Gönnen wir uns gern mehr davon!

III. Hauptteil

III.A. Fakten—der Klimawandel schreitet voran und braucht Bremsung

Durch das sorgfältige und umfangreiche Werk des vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) vorgelegten Weltklimaberichts 2014^{4,5,8} liegen klare wissenschaftliche Fakten zum Klimawandel vor, die mit besonderem Schwerpunkt auf Österreich durch den vom Austrian Panel on Climate Change (APCC) vorgelegten österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel 2014^{6,7,9} noch weiter spezifisch ergänzt und für Österreich vertieft wurden. In diesen Berichten wurde bei allen Aussagen—von Tatsachenaussagen, die bereits etabliertes wissenschaftliches Textbuchwissen sind bis zu noch wenig abgesicherten und noch nicht mehrfach überprüften neuesten Ergebnissen—der zugehörige wissenschaftliche Vertrauensgrad sichtbar gemacht: Tatsachenaussagen sind direkte Aussagesätze, Wahrscheinlichkeitsaussagen reichen in neun Stufen von „praktisch sicher“ bis „besonders unwahrscheinlich“ und das gesamthafte Vertrauensniveau reicht in fünf Stufen von „sehr hoch“ bis „sehr gering“¹⁰. In diesem Abschnitt hebe ich ausschließlich verlässliche Tatsachenaussagen (Faktenwissen) und robuste Ergebnisse hervor, die wir mit hoher Sicherheit und hohem Vertrauensgrad wissen. Und zwar besonders jene, die zum entscheidenden naturwissenschaftlich-physikalischen Grundwissen zum Klimawandel gehören aus dem sich die Notwendigkeit des Klimaschutzes im Sinne der Verminderung unserer Treibhausgasemissionen als ganz klar vernunftgebotene Zukunftsvorsorge ableitet und begründet.

Die Abbildungen 1 bis 4 informieren über diese Fakten und illustrieren sie, primär mit Ergebnissen des Teilberichts zur Physikalischen Wissensbasis des Weltklimaberichts 2014¹¹ (Abb. 1 und 2 zum bisherigen Treibhausgasanstieg und Klimawandel, Abb. 4 zum erwarteten zukünftigen Klimawandel). Dies wird ergänzt durch einen beispielhaften Blick auf Österreich,

⁸ Insg. wurden im IPCC Weltklimabericht 2014 (www.ipcc.ch/report/ar5) rund 5000 Berichtsseiten von rund 1900 AutorInnen erarbeitet, die rund 31 000 wissenschaftliche Fachartikel bewerteten und in einem zweistufigen Begutachtungsverfahren rund 142 000 Kommentare von rund 3700 GutachterInnen einarbeiteten. Der zuständige Vorsitzende des IPCC, Rajendra Pachauri, bezeichnete den Bericht dem entsprechend bei einer Vorstellung Ende März 2014 als „eines der anspruchsvollsten wissenschaftlichen Werke der Menschheitsgeschichte.“

⁹ Insg. wurden im österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel 2014 des APCC (www.ccca.ac.at/apcc) rund 1100 Berichtsseiten von rund 240 AutorInnen und 80 GutachterInnen in einem am IPCC orientierten sorgfältigen Erstellungsprozess erarbeitet, womit der Bericht das bisher anspruchsvollste wissenschaftliche Werk dieser Art in Österreich darstellt.

¹⁰ Der Synthesebericht des Weltklimaberichts 2014⁵ stellt die einfachste deutschsprachige vertiefende Informationsquelle dazu dar; diese sorgfältige Vorgangsweise wird darin gleich in der Einleitung erklärt.

¹¹ Bericht der IPCC Working Group I (Climate Change 2013: The Physical Science Basis), als erster Teil des Weltklimaberichts 2014⁴; online via www.ipcc.ch/report/ar5/wg1 verfügbar.

wo etwa im südöstlichen Alpenvorland die Erwärmungstrends der letzten Jahrzehnte besonders stark ausfielen (Abb. 3).

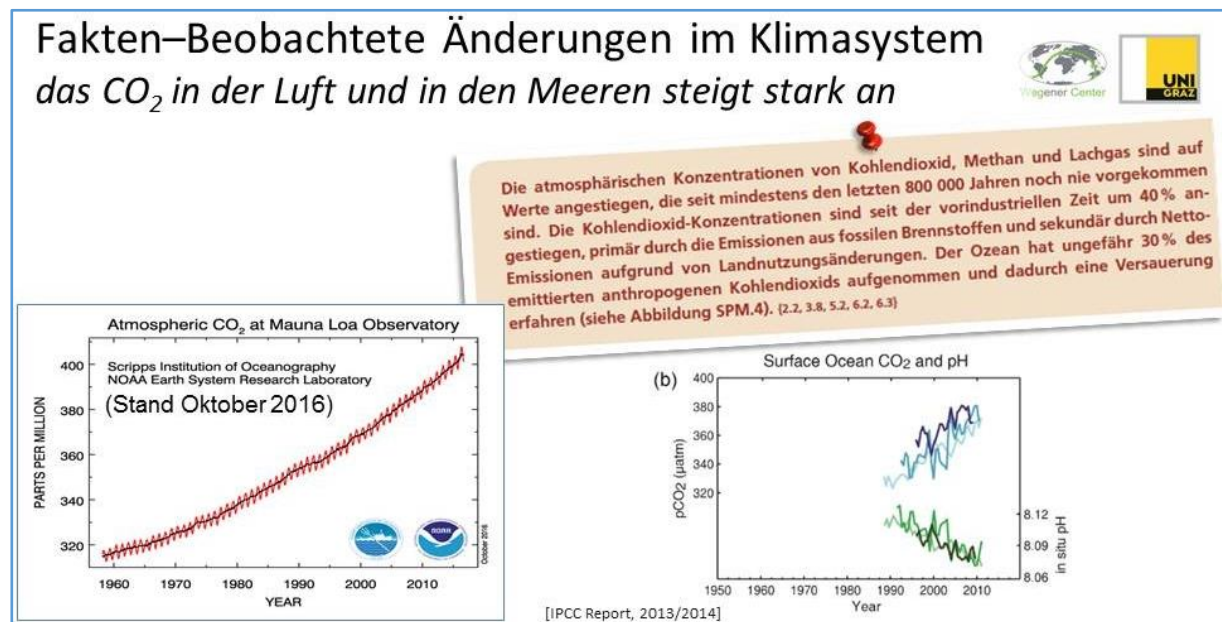


Abb. 1: Anstieg des Kohlendioxid-Gehalts in Atmosphäre und Ozeanen (Basis: Vortrag², 2016)

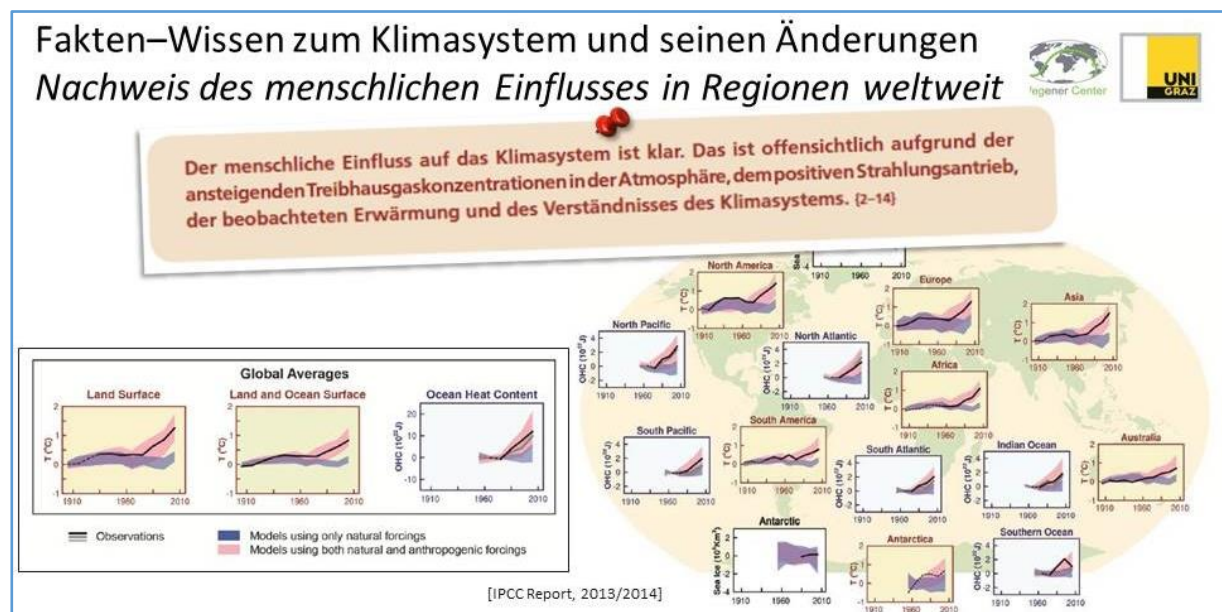


Abb. 2: Überwiegender Teil schon des bisherigen Klimawandels in den letzten Jahrzehnten durch unsere menschliche Einwirkung (“anthropogenic forcings“), primär CO₂ (Basis: Vortrag², 2016)

Zu diesen in den Abbildungen illustrierten Fakten gehören:

1) CO₂ aus unserer Nutzung fossiler Brennstoffe (primär Erdöl, Erdgas, Kohle) reichert sich, zusammen mit weiteren Treibhausgasen wie Methan und Lachgas, seit Jahrzehnten in der Lufthülle der Erde und in den Weltmeeren zunehmend an (Abb. 1). Es sorgt über seine Rückhaltewirkung auf die Wärmestrahlung der Erde (den Treibhauseffekt) für zunehmende

globale Erwärmung und in den meisten Landregionen der Erde (einschließlich Alpenraum und Österreich) für überdurchschnittliche Erwärmung (Abb. 2 und 3). Über sein Gebunden-Werden im Wasser bewirkt es überdies eine zunehmende Versauerung der Ozeane (Abb. 1). Die Erwärmung trifft primär die bodennahe Luft und die oberen Ozeane, also direkt die wichtigsten Lebensräume der Pflanzen, der Tiere und von uns Menschen.

2) Vielfältige Rückkopplungen und Folgewirkungen im weltweiten Klimasystem, beim Wetter und in der Natur um uns werden durch diese primär CO₂-getriebene globale Erwärmung ausgelöst. Dazu gehören Folgen wie das Schmelzen von Eismassen auf Land und Meer, das Ansteigen der Meeresspiegel, das Verschieben und Verlieren von bewohnbaren Lebensräumen, das Zunehmen von Wetter- und Klimaextremen (wie Hitzewellen und Dürreperioden oder Extremniederschläge und Überschwemmungen), und viele mehr. Die Klimaänderungen und die dadurch ausgelösten Folgen und Schäden werden sich in Zukunft bei weiter steigenden Emissionen weltweit weiter verstärken und nur mit beträchtlichen und andauernden Verringerungen der Treibhausgas-Emissionen, allen voran der CO₂-Emissionen, können wir diesen bedrohlichen Klimawandel einbremsen (Abb. 4).

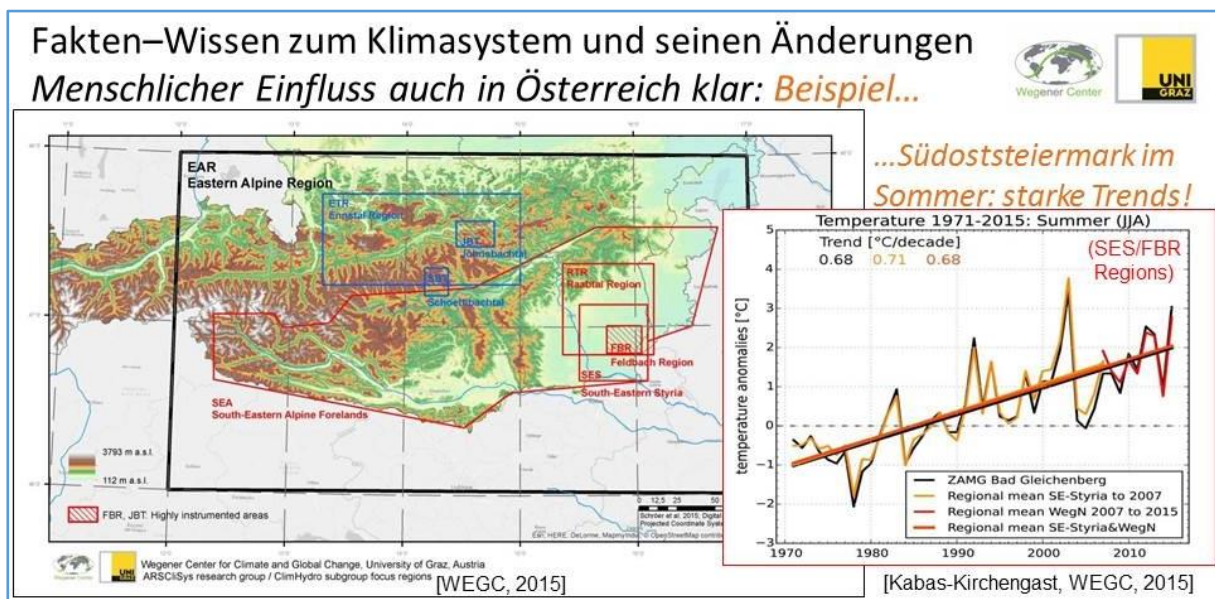


Abb. 3: Der globale Klimawandel bewirkte regional in Österreich schon in den letzten Jahrzehnten überdurchschnittlich starke Erwärmung, insbes. im Südosten im Sommer (Basis: Vortrag², 2016)

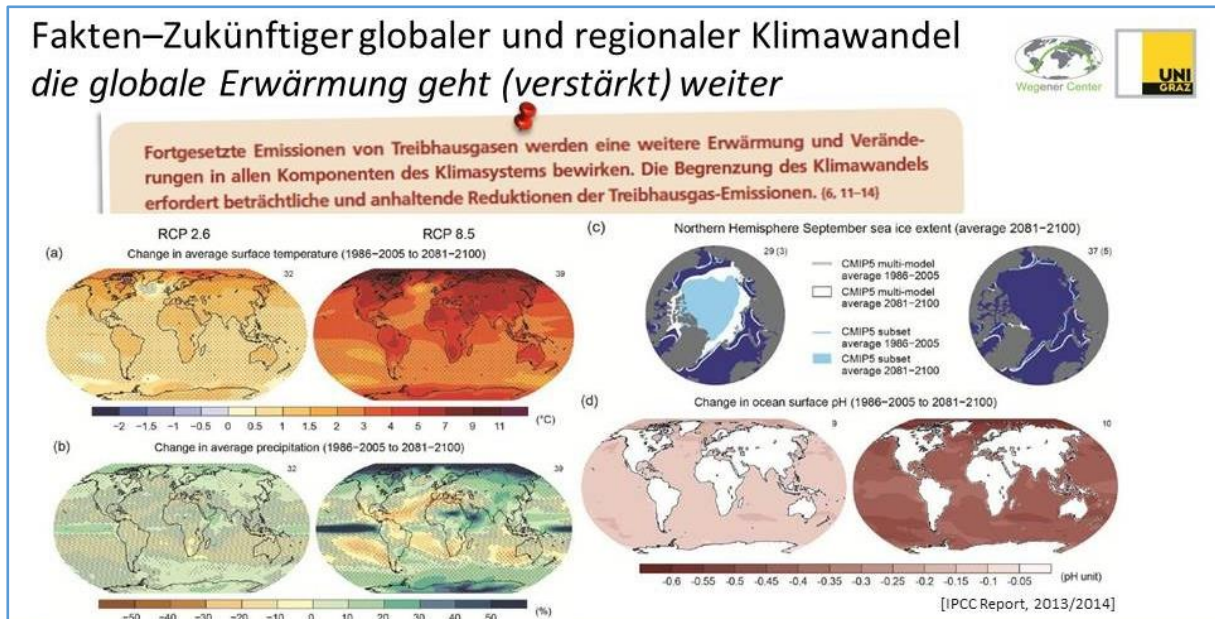


Abb. 4: Der Klimawandel wird bei ungebremsten Emissionen (“RCP 8.5“) weiter stark zunehmen und braucht zum Einbremsen massive Verringerung der Emissionen (“RCP 2.6“) (Basis: Vortrag², 2016)

3) Zusammen mit dem Klimawandel und der Versauerung der Ozeane wird durch unsere Einflüsse überdies weiterer weltweiter Umweltwandel ausgelöst, wie Luftverschmutzung, Bodenüberdüngung, Landübernutzung, Trinkwasserknappheit und massives Artensterben¹².

Es ist also für unsere Zukunftsfähigkeit als Menschheit geradezu überlebens-notwendig, dass wir die Herausforderung Klimawandel annehmen: beherzter Klimaschutz—und gleichzeitig eine umsichtige Anpassung an den Klimawandel und seine Folgen sowie fairer Umgang mit Verlusten und Schäden—ist im Lichte dieses mittlerweile so verlässlich vorliegenden Fakten-Grundwissens der physikalischen Klimaforschung zur Vorsorge für unsere nachfolgenden Kinder und Enkelgenerationen zweifelsfrei eine unserer wichtigsten Zukunftsaufgaben. Aus wissenschaftlicher Sicht ist dazu als nächstes genauer zu (er)klären, wie rasch wir in Zukunft unsere Emissionen, primär wiederum die CO₂-Emissionen, verringern müssen.

¹² Für mehr Informationen zu diesem breiteren Umweltwandel siehe beispielsweise: Steffen, W., et al. (2016): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, *Science*, 347(6223), 1259855-1–1259855-9; Williams, J., and P.J. Crutzen (2013): Perspectives on our planet in the Anthropocene, *Environ. Chem.*, 10, 269-280; Waters, C.N., et al. (2016): The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene, *Science*, 351(6269), add2622-1–aad2622-10.

III.B. Herausforderung—mindestens 80% weniger Emissionen bis 2050

Die Herausforderung an den global mit vereinten Kräften zu besorgenden Klimaschutz wird am einfachsten naturwissenschaftlich basiert berechenbar und auch für Nicht-Fachleute verständlich nachvollziehbar, wenn wir die in der Klimaphysik mittlerweile sehr gut verstandene Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen den insgesamt über vielen Jahrzehnte angesammelten CO₂-Emissionen (kumulative CO₂-Emissionen) und der dadurch bewirkten globalen Erwärmung (Temperaturanstieg gegenüber vorindustrieller Zeit¹³) als Basis nehmen. Diese fundamentale und durch den Menschen nicht veränderbare physikalische Beziehung im Klimasystem der Erde ist nämlich in guter Näherung ein simpler linearer Zusammenhang, wie auch im Weltklimabericht 2014⁴ gut zusammen gefasst und illustriert wird^{5,11,14}. Das heißt, je mehr wir Jahr für Jahr durch fortgesetzte Emissionen (gemessen in Gigatonnen CO₂, Gt CO₂) den CO₂-Gehalt in der Atmosphäre anreichern, desto stärker geht unweigerlich der globale Temperaturanstieg langfristig weiter und das Erreichen des 2 Grad Ziels des Pariser Klimaabkommens 2015¹⁵ wird ab einer gewissen Menge an kumulativen Emissionen aus klimaphysikalischen Gründen unwahrscheinlich bzw. praktisch unmöglich.

Die Kenntnis der bisherigen kumulativen CO₂-Emissionen seit vorindustrieller Zeit (ca. 1800 Gt CO₂ bis 2015, verbunden mit einer bisherigen globalen Erwärmung von ca. 0,9°C), gemeinsam mit der Kenntnis des fundamental linearen Zusammenhangs hilft uns daher, jene noch maximal erlaubte kumulative Emissionsmenge abzuschätzen, die uns das 2 Grad Ziel noch mit vernünftig guter Wahrscheinlichkeit erreichen lässt. Üblicherweise wird mindestens 66% Wahrscheinlichkeit dafür genommen, wofür sich kumulative Gesamtemissionen von maximal ca. 2500 Gt CO₂ bis Mitte des 21. Jahrhunderts (2050) ergeben (unter Annahme einer „Restemission“ von insgesamt nur mehr ca. 100 Gt CO₂ danach). Wegen der bisher bereits kumulierten ca. 1800 Gt CO₂ sind also nur noch maximal ca. 700 Gt CO₂ bis 2050 global erlaubt (bei Anstreben des noch deutlich ambitionierteren 1,5 Grad Ziels des Pariser Klimaabkommens¹⁵ wären es sogar noch einige hundert Gt CO₂ weniger).

¹³ Beginn der industriellen Zeit meist ab Mitte 18. Jahrhundert (1750) angenommen (industrielle Revolution); wegen Datenverfügbarkeit und unwesentlicher Unterschiede im Ergebnis wird aber praktisch häufiger mit Referenzzeiten ab Mitte 19. Jahrhundert gerechnet, z.B. als Änderung gegenüber dem Mittel 1861-1880 oder 1850-1900, oder bei Zeitreihen wie den kumulativen CO₂-Emissionen als Zunahme seit dem Jahr 1870.

¹⁴ Im Summary for Policymakers des IPCC Working Group I Report¹¹ in Figure SPM.10, im deutschsprachigen Synthesebericht⁵ in Abbildung SPM.5 und noch informativer in Abbildung 2.3.

¹⁵ UNFCCC 2015: Paris Agreement, engl. Originalversion online: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>; Übereinkommen von Paris, dt. Übersetzung online via BMU: www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf.

Die klare Formulierung „nur noch erlaubt“ verdeutlicht die auch im Weltklimabericht 2014⁴ ausführlich dargelegten Erkenntnisse¹⁶, dass die Risiken eines Überschreitens des 2 Grad Ziels schlicht zu hoch wären und mangelnder Klimaschutz daher unverantwortlich: wie im vorigen Abschnitt III.A zusammengefasst, löst die globale Erwärmung Folgewirkungen wie das Schmelzen von Gletschern und Eisschilden, Meeresspiegelanstieg, Verlieren bewohnbarer Lebensräume oder Zunahme von Wetter- und Klimaextremen aus. Und bei Überschreiten von so genannten „kritischen Schwellenwerten“ im Klimasystem entstünden sogar unumkehrbare Änderungen von besonders bedrohlichem Ausmaß wie etwa ein Anstieg des Meeresspiegels um über 10 Meter oder ein vollständiger Verlust des Amazonas-Regenwalds¹⁷.

Die Abbildungen 5 und 6 illustrieren diese Fakten, primär auf Basis der Ergebnisse des internationalen Global Carbon Project¹⁸ und des Teilberichts zu Klimawandel-Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit des Weltklimaberichts 2014¹⁶ (Abb. 5 zeigt Ergebnisse zur Emissionsverringerung über die nächsten Jahrzehnte mit Fokus auf Szenarien zum Erreichen des 2 Grad Ziels¹⁹, Abb. 6 zu Risiken insbesondere eines ungebremsten Klimawandels). Aus Abbildung 5 wird klar ersichtlich, dass jährliche Emissionen wie 2015 (ca. 36 Gt CO₂) ohne jede weitere Zunahme das erlaubte Restbudget von 700 Gt CO₂ bis 2050 in nur rund 20 Jahren bis 2035 schon verbraucht hätten. Wir müssen also sehr rasch innerhalb weniger Jahre bis 2020 in Richtung CO₂-Verringerung kommen (Reduktionsszenario RCP2.6 in der Grafik links, das als einziges der Szenarien der Erreichung des 2 Grad Ziels entspricht). Abbildung 6 zeigt deutlich, dass das 2 Grad Ziel (relativ zum vorindustriellem Temperaturniveau, rechte „Thermometer“-Achse in den Grafiken) selbst bei Erreichen (Reduktionsszenario RCP2.6 in der Grafik links) schon deutliche Klimawandel-Risiken bringt, etwa durch Zunahme von Wetterextremen. Die größten Risiken (rechtsseitige Balken in der Grafik rechts) verbleiben bei Erreichen des 2 Grad Ziels jedoch noch im „hellen Bereich“.

¹⁶ Bericht der IPCC Working Group II (Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability), als zweiter Teil des Weltklimaberichts 2014⁴; online via www.ipcc.ch/report/ar5/wg2 verfügbar.

¹⁷ Siehe z.B. Schellnhuber, H.J., et al. (2016): Why the right climate target was agreed in Paris, *Nature Clim. Change*, 6, 649-653; Lenton, T.M. (2013): Environmental tipping points, *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 38, 1-29.

¹⁸ The Global Carbon Project (GCP), Carbon Budget 2016: www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/.

¹⁹ Allison, I., et al. (2009): The Copenhagen diagnosis – Updating the world on the latest climate science, Univ. of New South Wales Rep., Sydney, Australia (www.copenhagendiagnosis.org); Meinshausen, M., et al. (2009): Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2°C, *Nature*, 458, 1158-1163.

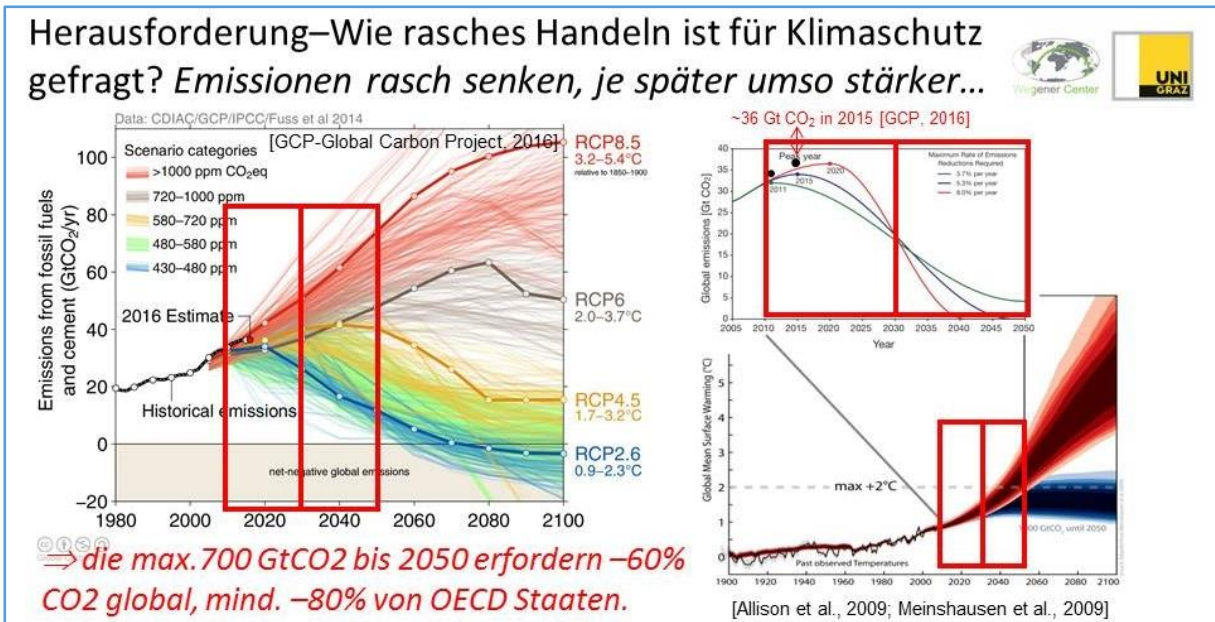


Abb. 5: Die erlaubten maximal etwa 700 Gt CO₂ bis 2050 zur Erreichung des 2 Grad Ziels erfordern 2050 mindestens 80% weniger CO₂ Emissionen von den Industrieländern (Basis: Vortrag², 2016)

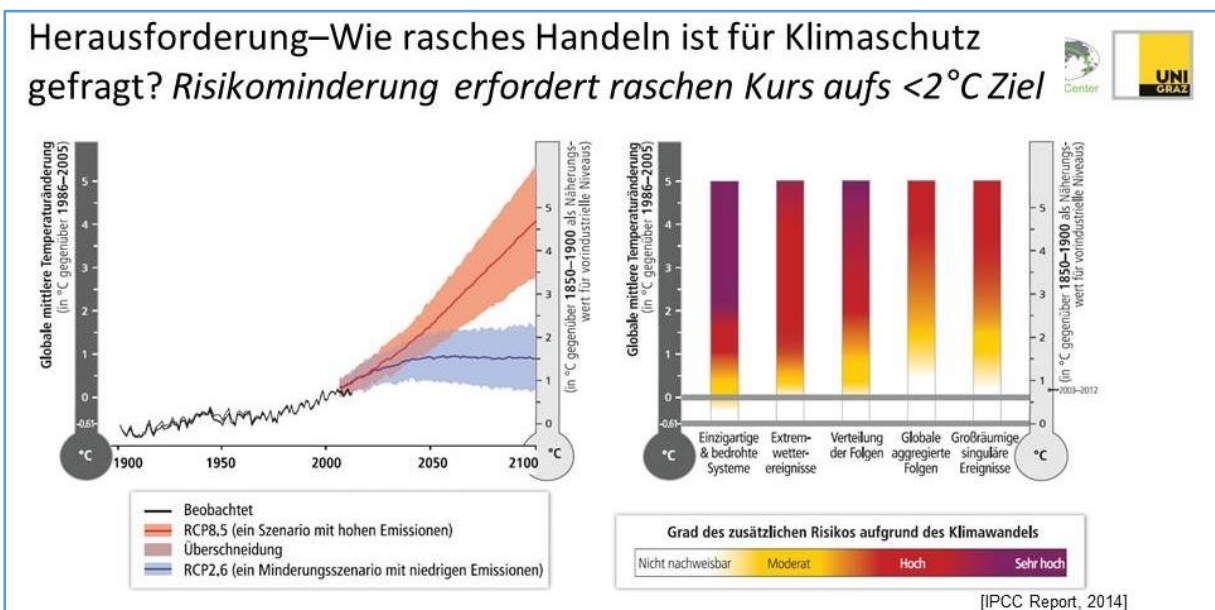


Abb. 6: Die Vermeidung der hohen zusätzlichen Risiken bei ungebremsten weiteren Emissionen und damit globaler Erwärmung weit über 2 Grad erfordert beherzten Klimaschutz (Basis: Vortrag², 2016)

Auf Basis dieses klaren Wissens ist es die einzig vernünftige Vorgangsweise, diese enorme Herausforderung in wenigen Jahrzehnten bis 2050 mindestens 80% der CO₂-Emissionen auch in Österreich abzubauen²⁰, beherzt anzunehmen. Und mit allem notwendigen Einsatz und

²⁰ Dieses Abbauziel wird für Österreich häufig relativ zur Emission 2005 gerechnet, aber je nach Kontext werden solche Reduktionen auch auf 1990, 2010 oder 2015 bezogen; die Formulierung „mindestens“ dient der Einschließung solcher verschiedenen Referenzjahre, wobei sich die Basisrechnung mit 80% auf 1990 bezieht und

Innovationsgeist dem Klimaschutz die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen und ihn in diesem Rahmen auch konsequent umzusetzen. Der nächste Abschnitt hat diese Bedingungen zum Thema und wie wir sie im Rahmen der globalen Paris 2015 Klimaziele und der europäischen Klimaziele auch in Österreich schaffen können und für den nötigen Emissionsminderungs-Beitrag auch müssen.

III.C. Rahmenbedingungen—das Einbremsen im 2°C Ziel ermöglichen

Die große Frage zu den Bedingungen ist gleichzeitig die Grundfrage der Transformationsforschung, eines zunehmend wichtigen Teilbereichs der ansonsten stärker naturwissenschaftlich-technisch und wirtschaftswissenschaftlich angelegten Forschung zum Klimaschutz: *Was sind die Rahmenbedingungen, unter denen wir zu Hause in Österreich und weltweit den Übergang zu einer nahezu CO₂-emissionsfreien Wirtschaft und Gesellschaft schaffen können?*

Dieser Übergang—auch Transformation, große Transformation, nachhaltige Transformation, oder Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft genannt—und wie er gelingen kann, ist das zentrale Interesse der sehr interdisziplinären Transformationsforschung. Diese ergänzt dazu die physikalisch-technisch-wirtschaftlichen Forschungsansätze durch sozial-, verhaltens- und kommunikationswissenschaftliche sowie umweltethische und nicht zuletzt rechtswissenschaftliche Forschung²¹. Der Übergang zu einer klimagerechten (nahezu emissionsfreien) und klimarobusten (an den Klimawandel gut angepassten) Wirtschaft und Gesellschaft ist dabei die zentrale Leitspur auf dem insgesamt noch viel breiteren Weg zur Nachhaltigkeit²¹.

Eine der zentralen Erkenntnisse der Transformationsforschung im Licht der seit dem „Rio-Erdgipfel“ 1992²² nun schon 25 Jahre lang im Ergebnis vergeblichen Bemühungen um

spätere Referenzjahre >80% Abbau ergeben. Alternativ wird auch mit CO₂-Äquivalent-Emissionen gerechnet, die die weiteren Treibhausgase wie Methan und Lachgas einrechnen aber %-Reduktionszahlen nicht wesentlich ändern. Die Emissionen Österreichs waren 2015 im Vergleich zu 1990 noch ungemindert gleich hoch (rund 79 Mt CO₂-Äquivalent); der Abbau kam bisher in Österreich also noch immer nicht systematisch in Gang und ist daher zunehmend dringend geboten. Datenquelle: Klimaschutzbericht 2017, REP-0622, Umweltbundesamt GmbH, Wien, online: www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0622.pdf.

²¹ WBGU (2011): Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Bericht (Hauptgutachten 2011, 420 S.) und Zusammenfassung (34 S.), Wiss. Beirat der [dt.] Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), Berlin; online via www.wbgu.de/hauptgutachten/hg-2011-transformation/.

²² UNFCCC 1992: United Nations Framework Convention on Climate Change, en. Originalversion online: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Diese am „Rio-Erdgipfel“ 1992 gestartete grundlegende Klimakonvention gab das Ziel vor, eine „Stabilisierung des Treibhausgasgehalts in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche menschgemachte Störung des Klimasystems verhindert wird.“

Verringerung der globalen CO₂ Emissionen²³ ist, dass „die Politik“ wegen verschiedenster Verstrickungen nicht fähig ist, die notwendigen Bedingungen einfach „von oben“ und „von sich aus“ für uns alle bereit zu stellen. Es ist vielmehr *unsere gemeinsame große Aufgabe, diese Bedingungen herzustellen und jede/r von uns ist gefordert persönlich mitzuhelfen sie zu schaffen, in allen seinen/ihren für den Übergang wichtigen privaten, beruflichen, gesellschaftlichen und politischen Wirkungsbereichen*. Ich nenne dieses persönliche breitestmögliche Mithelfen bei der Lösung einer großen gemeinsamen Herausforderung *Zuhilfe*²⁴. Dabei tut sich freilich sofort die Frage auf, warum diese Rahmenbedingungen so wichtig sind und damit unsere Zuhilfe dafür so unverzichtbar ist.

Der Grund ist, dass das Klima ein gemeinsames Umweltgut ist und damit wie alle anderen Umweltgüter (Luft, Wasser, Boden, usw.) von der „Tragik der Gemeingüter“ bedroht ist, was als ein Grundproblem aller gemeinschaftlichen Güter wissenschaftlich schon 1968 erkannt²⁵ und später weiter vertieft verstanden²⁶ wurde. Gemeint ist damit, dass solche Güter unausweichlich einem Dilemma zwischen Einzel- und Gemeinwohlinteressen unterliegen, was ohne gemeinsame schützende Spielregeln (gesetzliche Rahmenbedingungen) zu ihrer Übernutzung bis hin zur Zerstörung führt.

Mittlerweile haben die Forschung zu Umweltgütern und mehrere Jahrzehnte einschlägige Erfahrung (z.B. der Weg zum Wasserschutzrecht, zu Luftgütesetzen, usw.) klar gezeigt, dass auch für den Schutz des Klimas, der „Klimagüte“, folgendes Problem vorliegt: *All unser persönliches und unternehmerisch-wirtschaftliches Handeln ist zwingend ohne Chancen, im notwendigen Ausmaß klimagerecht zu werden, solange eine klare für uns alle geltende gesetzliche und ordnungspolitische Auflösung der Dilemmas zwischen Gemeinwohlinteresse „Klimagüte“ und diversen Einzelinteressen (und Trägheit) aussteht*.

²³ Wie in Abb. 5 (linke Grafik) bei genauem Hinsehen erkennbar ist, könnte 2016 das erste Jahr sein, in dem ohne besondere vorübergehend emissions-schwächende Krise (wie z.B. 2008 auf 2009 die globale Finanzkrise) zumindest kein weiterer Anstieg gegenüber dem Vorjahr stattfand, was man als Hoffungszeichen werten kann (siehe „2016 Estimate“ im Vergleich zu 2015 in Abb. 5, beide ~36 Gt CO₂).

²⁴ Von mir eingeführtes Wort, das einer der Bedeutungen des englischen sehr bedeutungsreichen Wortes „Care“ entlehnt ist: das Hauptwort „Zuhilfe“ soll die Bedeutung „Mitsorge, Vorsorge und lösungsfördernde Aktivitäten zur Bewältigung eines Gemeinschaftsproblems“ herausstreichen. Das Wort ist (noch) nicht Teil des Duden (www.duden.de): es kommt darin der „Zuhilfenahme“ am nächsten; man kann „Zuhilfe“ als die gebende Grundform davon verstehen (i.S.v. „zu Hilfe kommen“ statt „zu Hilfe nehmen“).

²⁵ Hardin, G. (1968): The tragedy of the commons, Science, 162, 1243-1248.

²⁶ Novak, M.A. (2006): Five rules for the evolution of cooperation, Science, 314, 1560-1563; Milinski, M., et al. (2008): The collective-risk social dilemma and the prevention of simulated dangerous climate change, PNAS, 105, 2291-2294; Novak, M.A. (2012): Warum sind wir hilfsbereit?, Spektr. d. Wiss., Nov.2012, S. 77-81.

Daher gilt für den Erfolg beim Klimaschutz folgende unverzichtbare Bedingung: *Wir werden erfolgreich sein, wenn es uns gelingt auf allen politischen Ebenen—Weltweite (UN-)Ebene, EU, Bund, Länder, Gemeinden—für klare gesetzliche Rahmenbedingungen, gemeinsame gute Spielregeln, klimagerechter Entwicklung zu sorgen.* Dann, und nur dann, wird aus einer Minderheit von Klimaschutz-VorreiterInnen („Öko-Avantgarde“) gemeinsamer Klimaschutz im notwendigen Ausmaß werden („Öko-Mainstream“). Das heißt konkret, im Ausmaß von mindestens 80% weniger CO₂-Emissionen bis 2050 in Industrieländern wie Österreich und 60% weniger weltweit wie im vorigen Abschnitt III.B klar grundgelegt.

Auf weltweiter Ebene hat das *Pariser Klimaabkommen 2015*¹⁵ nach 23-jährigem Ringen seit dem Rio-Erdgipfel 1992²², und dank der wirksamen Zuhilfe so vieler wie nie zuvor, erstmals mit dem 1,5-2 Grad Ziel entsprechende globale Rahmenbedingungen erreicht. Das ist eine Hoffnungsperspektive und ein *guter Grundrahmen, um nun auch die nötigen (gesetzlichen) Rahmenbedingungen und Spielregeln auf staatlichen Ebenen wie auch in Österreich zu schaffen.* Genau dabei ist nun für ausreichend rasche und zielorientierte Fortschritte unsere breitestmögliche Zuhilfe entscheidend.

Die Abbildungen 7 bis 9 illustrieren wesentliche Aspekte dieser Zuhilfe, enthalten vertiefende Information dazu und machen erkennbar wie breit und vielfältig im Sinn der Ergebnisse der Transformationsforschung die Zuhilfe nötig ist, sodass die verantwortlichen PolitikerInnen als operativ Zuständige die nötigen (gesetzlichen) Rahmenbedingungen für uns alle realisieren. Abbildung 7 zeigt die Breite der oben angesprochenen privaten, beruflichen, gesellschaftlichen und politischen Wirkungsbereiche die wichtig sind. Abbildung 8 ergänzt auf Basis einschlägiger psychologischer Forschungsergebnisse²⁷ um Hinweise, was uns persönlich zur Zuhilfe ermutigt und befähigt (oder zunächst hindert und lähmt). Abbildung 9 stellt beispielhaft aus unterschiedlichen Bereichen einige vorbildliche gut institutionell organisierte und damit gut wirksame Zuhelfende vor (einschl. Weblinks für weitere Informationen).

²⁷ Stoknes, P.E. (2015): What we think about when we try not to think about global warming – Toward a new psychology of climate action, 320 pp., Chelsea Green Publ., White River Junction, Vermont, USA.

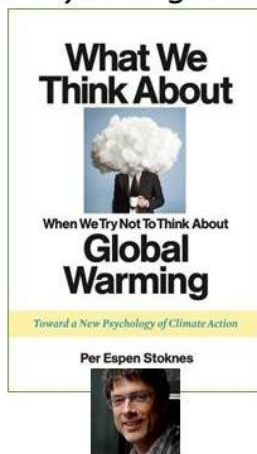
Rahmen–die Paris 2015 Klimaziele auf den Boden bringen
wir alle müssen daher rasch nötigen Spielregeln zuhelfen



- **aus der Wissenschaft** – nötiges Wissen einbringen (IPCC, APCC...), Regeln vorschlagen & bewerten (AG KlimaSchutzRecht...), Begleiten,...
 - **aus der Wirtschaft** – Klimaziel-gerechte Rahmenbedingungen fordern, mit vorschlagen, akzeptieren, integrieren, Chancen nutzen,...
 - **aus gesellschaftlichen Institutionen** – Klimaziel-gerechte Impulse geben, Strategien vorschlagen, Regeln einfordern,...
 - **aus der Zivilgesellschaft** – die (gewählten) Politikmachenden zu Klimaziel-gerechten Bedingungen ermutigen und diese einfordern,...
 - **aus der Politik** – die notwendigen Rahmenbedingungen realisieren
- ⇒ und der Wille dazu, und beispielhaft einige Zuhelfende...**

Abb. 7: Das Schaffen der Rahmenbedingungen bedarf umfassender Zuhilfe (Basis: Vortrag², 2016)

Rahmen–Wille und Emotion Richtung <2°C Ziel sind wichtig
zur Psychologie von Ermutigung und Entscheidung zuzuhelfen



„Worüber wir nachdenken, wenn wir versuchen, nicht über den Klimawandel nachzudenken...“

- Fern & nachrangig ⇒ *Nah & wichtig*
- Katastrophen-Feel ⇒ *Neue Chancen*
- Verstrickung & Missklang ⇒ *Neue Wege*
- Verleugnen & verweigern ⇒ *Zuhilfe*
- Identitäts-Verteidigung ⇒ *Zuhilfe*

⇒ nur wenn das Informieren & Handeln zum Klimawandel rasch in vielen von uns das auslöst, schaffen wir den nötigen Rahmen

Abb. 8: Zuhelfende brauchen ermutigten Willen und Emotion für Klimaschutz (Basis: Vortrag², 2016)



Abb. 9: Vielfältige und organisierte Zuhilfe fördert die Rahmenbedingungen (Basis: Vortrag², 2016)

Im Rahmen gedeihlicher gesetzlicher Bedingungen und flankierender guter Spielregeln—wie wirtschaftliche und gesellschaftliche Anreize zu klimagerechter Energienutzung, Mobilität, Ernährung, usw.—hat die Umsetzung des Klimaschutzes dann ausreichend Chancen in Richtung 1,5-2 Grad Ziel, was Thema des nächsten Abschnitts ist.

III.D. Umsetzung—konkrete Schritte hin zum 1.5-2°C Ziel

Beim Umsetzen des Klimaschutzes geht es um die konkrete Verringerung der CO₂-Emissionen in ausreichendem Maß zur Erreichung des 2 Grad Ziels, d.h. in Österreich um den notwendigen Beitrag von mindestens 80% Reduktion bis 2050²⁰. Es geht also um die konkrete Realisierung des im vorigen Abschnitt beschriebenen Übergangs und die Grundfrage hierzu lautet: *Welche Herausforderungen und Chancen bringt dieser Übergang und was können wir persönlich, im eigenen Umfeld, in Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik für die Klimaschutz-Umsetzung tun, um das Einbremsen im 2 Grad Ziel zu erreichen?*

Die enorme Herausforderung ist, dass besonders in den drei wichtigsten Emissionsbereichen Energie, Verkehr und Landnutzung das Erreichen des 1,5-2 Grad Ziels innerhalb der wenigen Jahrzehnte bis 2050 eine tiefgreifende Transformation unserer derzeitigen Wirtschafts- und Lebensweise zu einer nachhaltigen nahezu CO₂-emissionsfreien Form erfordert, um die notwendigen drastischen CO₂-Reduktionen zu realisieren. Abbildung 10 illustriert diese

Herausforderung auf Basis des WBGU-Berichts „Welt im Wandel“^{21,28}, nennt hemmende und günstige Faktoren (“Barriers” und “Favourable factors”, linke Grafik) und skizziert Szenarien des Erfolgs oder Scheiterns (Erreichung “Low-carbon society” oder “Climate crisis”, rechte Grafik). Weiters wurden nachhaltige Energie, nachhaltige Stadtentwicklung und nachhaltige Landnutzung als Schlüsselfelder zur Umsetzung dieser großen Transformation erkannt, da wie oben erwähnt Energie, Verkehr und Landnutzung für den größten Teil der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich sind.

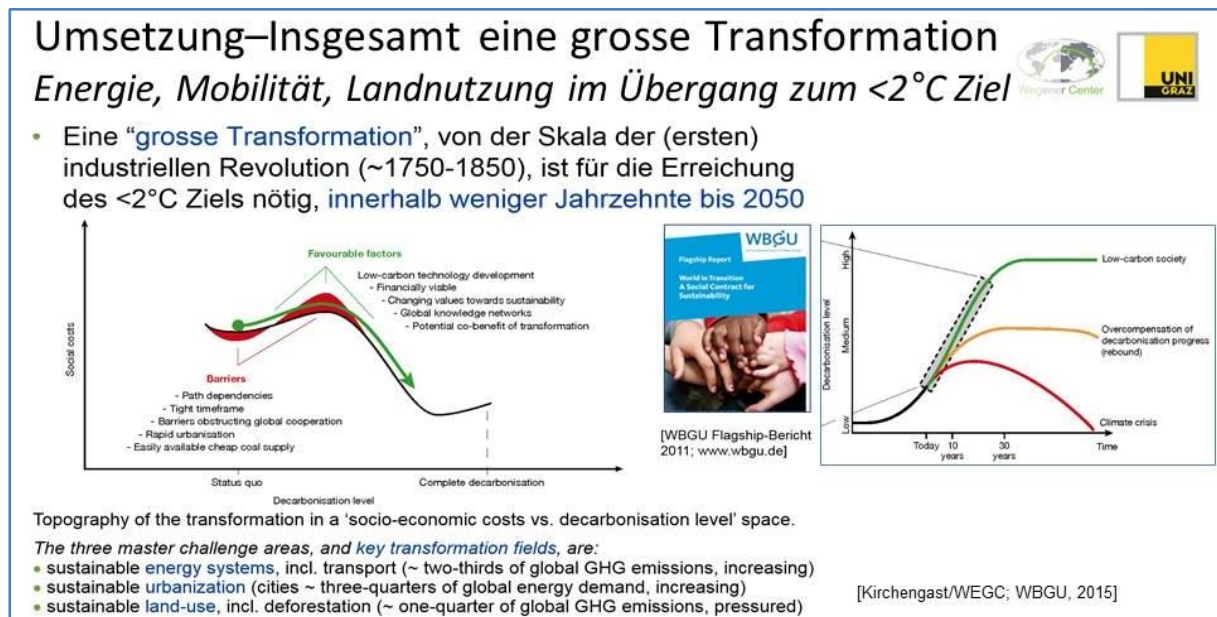


Abb. 10: Das Umsetzen des 2 Grad Ziels erfordert eine große Transformation (Basis: Vortrag², 2016)

Auf der anderen Seite bietet der gelingende Übergang neben dem erfolgreichen Einbremsen des Klimawandels im 1,5-2 Grad Ziel enorme soziale und wirtschaftliche Chancen. Diese tun sich auf, weil der Weg zur klimagerechten und nachhaltigkeits-orientierten Wirtschaft und Gesellschaft für das Umsetzen der CO₂-Emissionsverringerungen unzählige Innovationen mit enormer zusätzlicher Wertschöpfung und für das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele auch eine sozial fairere und gerechtere Gesellschaft bringen wird²¹.

Auch werden die durch ungebremsten Klimawandel verursachten Klima-Schadenskosten bis 2050 und die finanziellen Klimawandel-Risiken wesentlich höher eingeschätzt als die Kosten für den Klimaschutz^{29,30}. Deshalb wird die Klimaschutz-Umsetzung durch die damit erzielte

²⁸ Der WBGU (2011) Bericht „Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“²¹ liegt auch in engl. Version “World in Transition – A Social Contract for Sustainability” vor, aus dem die Grafiken von Abb. 10 stammen; online via www.wbgu.de/en/flagship-reports/fr-2011-a-social-contract/ verfügbar.

²⁹ Germanwatch/Hohmeyer, O. (2015): Der volkswirtschaftliche Nutzen des Klimaschutzes, Zusammenfassung/Think Tank & Research Studie, Berlin; online: www.germanwatch.org/de/download/13142.pdf.

Schadensvermeidung auch enorme Kosteneinsparungen bringen. Für Österreich hat, als erste detaillierte Analyse von Risiken und Schadenskosten bis 2050 bei fehlendem Klimaschutz, die Studie COIN³¹ (“Cost of Inaction”) fundiert und sehr deutlich diese Chancen und die Wichtigkeit der Risiko- und Kostenminderung durch Klimaschutz unterstrichen.

Die Abbildungen 11 bis 13 informieren zur konkreten Umsetzung in den Bereichen Energie, Verkehr und Landnutzung, mit Schwerpunkt auf die direkt bei uns in Österreich notwendige Transformation zu effektivem Klimaschutz³². Abbildung 11 illustriert die Transformation unseres Energiesystems, wo durch den Übergang von Energieversorgung zu Energiedienstleistungen die nötige doppelt so hohe Energieeffizienz zusammen mit einem zu über 80% erneuerbaren Energiemix realistisch erreicht wird. Abbildung 12 informiert für den Übergang zu nachhaltiger Mobilität mittels der drei „I-Strategien“—Handlungsbereiche Inversion, Innovationen und Integration—welche Maßnahmen gemeinsam die nötigen drastischen CO₂-Reduktionen beim Verkehr erbringen können. Abbildung 13 zeigt beispielhaft eine vorbildliche Initiative am Weg zu nachhaltiger Landnutzung in der Landwirtschaft³³, die mit aktivem Humusaufbau einen wertvollen Beitrag zur langfristigen CO₂-Bindung im Boden leistet. Gleichzeitig wird so LandwirtInnen ein Zusatzeinkommen als „KlimaschutzwirtInnen“ auf Basis angemessener (und zukünftig steigender) Preise pro Tonne CO₂ ermöglicht.

Alle diese guten Strategien und Beispiele sind Wegweisungen, wie die Umsetzung weltweit und je Land tatsächlich gelingen kann. Ein weltweites Umsetzungskonzept wurde kürzlich beispielsweise mit einem “Carbon Law”-Ansatz bis 2050 und einem unmittelbar rasch wirksamen „Sechs-Punkte Plan“ bis 2020 vorgeschlagen³⁴. Weiters gibt es mittlerweile international und auch in Österreich vielfältige Beispiele erfolgreicher Umsetzungsschritte auf allen Ebenen, von Staaten bis hin zur Verringerung des persönlichen CO₂-Fußabdrucks³⁵.

³⁰ Germanwatch/Carney, M. (2015): Die Tragik des Zeithorizonts – Warum sich die Finanzmärkte bereits heute gegen Risiken des Klimawandels schützen müssen und wie politische Rahmensetzung helfen kann, Zusammenfassung u. Kommentar/Politik & Gesellschaft, Berlin; online: www.germanwatch.org/de/download/13082.pdf.

³¹ Steininger, K.W., et al. (Eds.) (2015): Economic evaluation of climate change impacts: Development of a cross-sectoral framework and results for Austria, Climate Series Book, Springer Verlag, Berlin; Ergebnisse der Studie COIN (Cost of Inaction/Kosten des Nicht-Handelns – Assessing the Costs of Climate Change for Austria). Die Ergebnisse sind auch in dt. Sprache gut und allgemein verständlich aufbereitet; online: <http://coin.ccca.at>.

³² Informationsquelle Abb. 11-12: S. Schleicher und K. Steininger (2016), Perspektiven für innovative Energie- und Mobilitätstrategien, Präsentationsmaterial EconClim (www.wegcenter.at/econclim), Wegener Center, Graz.

³³ Informationsquelle Abb. 13: R. Dunst und T. Karner (2016), Humusaufbauprogramm der Ökoregion Kaindorf, Präsentationsmaterial Projekt Humusaufbau (www.oekoregion-kaindorf.at/humusaufbau.95.html), Kaindorf.

³⁴ Rockström, J., et al. (2017): A roadmap for rapid decarbonization – emissions inevitably approach zero with a “carbon law”, *Science*, 355(6331), 1269-1271; Figueres, C., et al. (2017): Three years to safeguard our climate – a six-point plan for turning the tide of the world’s carbon dioxide by 2020, *Nature*, 546, 593-595.

³⁵ Als Einstieg zu einer Fülle an vorbildlichen Beispielen ist die Nutzung der Weblinks in Abb. 9 zu empfehlen, etwa ausgehend vom Klimaforschungsnetzwerk www.ccca.ac.at oder je nach Präferenz auch von einer NGO wie



Abb. 11: Umsetzung im Bereich Energie–von Versorgung zu Dienstleistungen (Basis: Vortrag², 2016)



Abb. 12: Umsetzung im Bereich Mobilität–Inversion, Innovationen, Integration (Basis: Vortrag², 2016)

www.klimabuendnis.at oder einer anderen Institution. Information zum CO₂-Fußabdruck und zum ökologischen Fußabdruck generell sowie Zugang zu einschlägigen Online-Rechnern gibt zum Beispiel die Plattform Footprint (www.footprint.at); eine Reihe von CO₂-Rechnern sind beispielsweise über die Seite „CO₂-Fußabdruck“ des Umweltserver der Stadt Graz via www.umwelt.graz.at/cms/ziel/6769742/ verfügbar. Bzgl. aktueller Forschung zur weiteren wissenschaftlichen Fundierung des Fußabdruck-Konzepts siehe z.B. Giljum, S., et al. (2017): Measuring natural resource use from the micro to the macro level, in: Green Economy Reader-Lectures in Ecological Economics and Sustainability, pp.161-182, Springer, Berlin; Project ERC FINEPRINT—Spatially explicit material footprints: Fine-scale assessment of Europe’s global environmental and social impacts (www.wu.ac.at/ecolecon/research/sustainable-resource-use/fineprint/).



Abb. 13: Umsetzung im Bereich Landnutzung–Humusaufbau für Klimaschutz (Basis: Vortrag², 2016)

Das Einbremsen des Klimawandels im 1,5-2 Grad Ziel ist auf diese Weise unter den entsprechenden förderlichen Rahmenbedingungen (siehe Abschnitt III.C) noch möglich. Wir sind gefordert, dafür auch bei der Umsetzung konkret und aktiv mit zu tun wie schon bei der Zuhilfe zum Schaffen der Rahmenbedingungen: jede/r von uns in allen dafür wichtigen persönlichen, beruflichen, gesellschaftlichen und politischen Wirkungsbereichen.

IV. Motivation und Ausblick—gern tun und daher Zielerreichung 2050

Psychologisch und verhaltenswissenschaftlich basiert weise ich zum Schluss noch auf eine als besonders wirksam erkannte *emotionale Motivation für das Mittun und die Zuhilfe* beim Übergang zu einer klimagerechten Gesellschaft hin: *Es gern tun*. Diese Motivation nährt sich ausführlicher formuliert in etwa so: ich tue es gern, weil ich die Erde und die Menschen gern habe und weil die große Herausforderung Klimaschutz gleichzeitig eine große Chance auf eine bessere Zukunft für mich und uns alle ist, in Österreich und weltweit. Wenn jemand diese positive Motivation spüren kann und gleichzeitig gut zum Wissensstand der Klimaforschung informiert ist, dann kommen Verstand und Herz so zusammen, dass er/sie sich klar entscheiden kann: ja gern, mein Mittun und meine Zuhilfe trage ich gern bei für die nächsten Jahrzehnte. Es gibt weitere gute zum Handeln ermutigende Motivationen und ich lade ein, die je eigene jedenfalls für den Klimaschutz einzubringen.

