

Gerechtigkeit und Verantwortung angesichts des Klimawandels

Ottmar Edenhofer

–

Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung des Deutschen Ethikrates,
23. Februar 2023, Bundesministerium der Justiz

1. In der internationalen Klimapolitik muss die grundsätzliche Frage geklärt werden, welchen Beitrag die Verminderung von Emissionen, die Anpassung an den Klimawandel (z.B. durch höhere Deiche), der Entzug von Emissionen aus der Atmosphäre (sogenannte Carbon Dioxide Removal [CDR] Technologien) und die direkte Steuerung der Strahlungsbilanz (SRM) leisten sollen. In der Klimaökonomik wird diese normative Frage aus der Perspektive des „unparteiischen Beobachters (impartial spectator)“¹ mit Hilfe zweier methodischer Ansätze beantwortet: der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) und der Kosten-Effektivitätsanalyse (KEA).
2. Die KNA vergleicht die intertemporalen Kosten und Schäden. Ethisch relevant ist bereits, welche Kosten- und Schadenskategorien einbezogen werden, z.B. die Berücksichtigung von Existenz- und Optionswerten. Um die Kosten- und Nutzen-Kategorien in diesem Rahmenwerk über die Zeit hinweg vergleichbar machen zu können, müssen diese Größen diskontiert werden. Die verwendete Diskontrate reflektiert das Gewicht, das den kommenden Generationen in der intertemporalen Güterabwägung beigemessen wird. Genauer gesagt: Die Diskontrate beschreibt die (risikofreie) Rendite, die erzielt werden muss, damit ein Akteur zwischen dem heutigen Konsum und dem Konsum dieser Summe in der Zukunft indifferent ist. Für „ungeduldige“ oder kurzsichtige Akteure ist diese risikofreie Rendite höher als für geduldige oder weitsichtige. Deshalb wird ersteren eine höhere Diskontrate zugeschrieben als letzteren.^{2,3} Die KNA erfordert jedoch nicht, dass nur utilitaristische Wohlfahrtsfunktionen in Betracht gezogen werden. So werden auch zunehmend prioritäre Wohlfahrtsfunktionen verwendet, in denen den relativ schlechter gestellten Mitgliedern einer Generationen Priorität eingeräumt wird.⁴ Dabei werden die Kosten und Nutzen künftiger Generationen nicht allein schon darum diskontiert, weil sie später geboren werden. Zwar spielt in den utilitaristischen Wohlfahrtsfunktionen im Gegensatz zu den prioritären Wohlfahrtsfunktionen

¹ Der Impartial Spectator nimmt keine wertfreie Perspektive ein, aber bewertet die Kosten und Schäden einer Politik aus der Perspektive der Gesamtgesellschaft und nicht aus der Perspektive einzelner Interessensvertreter.

² Zu Discounting:

- [Gollier, C. und Hammitt, J. \(2014\): The Long-Run Discount Rate Controversy. In: Annual Review of Resource Economics \(6\); https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012516](https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012516)

- [Drupp, M.; Freeman, M.; Groom, B. et al. \(2018\): Discounting Disentangled, In: American Economic Journal: Economic Policy, Vol. 10 \(4\); DOI: 10.1257/pol.20160240](https://doi.org/10.1257/pol.20160240)

³ Dass in die Bewertung der sozialen Kosten von Klimaschäden über intergenerationale Trade-offs hinaus weitere Faktoren einfließen sollten, argumentiert: [Fleurbaey, M.; Ferranna, M.; Budolfson, M. et al. \(2019\): The Social Cost of Carbon: Valuing Inequality, Risk, and Population for Climate Policy. In: The Monist, Vol. 102 \(1\); https://doi.org/10.1093/monist/ony023](https://doi.org/10.1093/monist/ony023)

⁴ Adler, M.E. (2017): Measuring Social Welfare. An Introduction. Oxford University Press

die Diskontierung eine entscheidende Rolle. Man kann jedoch zurecht die Frage stellen, ob dies zu grundlegend anderen politischen Empfehlungen führt.⁵ Das mag der Grund sein, warum die utilitaristischen Wohlfahrtsfunktionen nach wie vor dominieren.

3. Die Anwendung der KNA in der Klimaökonomik kann am besten durch das Badewannenmodell verdeutlicht werden: Die Atmosphäre ist in dieser Metapher einer Badewanne vergleichbar. In die Badewanne wird kontinuierlich Wasser eingelassen, das jedoch nicht wieder abfließt. Soll ein Überlaufen verhindert werden, muss der Zufluss irgendwann im Saldo auf null gesenkt werden. Wann dies geschehen soll, hängt vom akzeptierten Wasserpegel in der Badewanne ab. Da die Schäden des Klimawandels durch die kumulierte Menge CO₂ in der Atmosphäre und damit durch die globale Durchschnittstemperatur bestimmt werden (also vom metaphorischen Wasserpegel), lässt sich mit Hilfe der KNA das optimale Temperaturniveau bestimmen. In einem Fließgleichgewicht („steady state“) kann nur noch die Menge an Emissionen ausgestoßen werden, die aus der Atmosphäre durch CDR-Methoden wieder entnommen wird – es wird genau so viel Wasser wieder abgeschöpft, wie eingeleitet wird. Die benötigte Menge CO₂-Entnahmen hängt also zum einen vom Ausmaß der schwer vermeidbaren Restemissionen ab, die langfristig kompensiert werden müssen. Darüber hinaus sind CO₂-Entnahmen notwendig, um langfristig in der Atmosphäre „aufzuräumen“ und das Temperaturniveau zurückzuführen. Die notwendige Menge CO₂-Entnahmen wird deshalb zum anderen davon bestimmt, in welchem Ausmaß die Erwärmungsgrenzen zwischenzeitlich überschritten werden. Mit dem etwas vereinfachten Gedankenmodell der Badewanne lassen sich grundlegende Aussagen über die Aufgabenteilung zwischen Vermeidung, Anpassung und dem Einsatz von CDR-Technologien gewinnen:
 - a. Je geringer die Diskontrate ist, um so ehrgeiziger sind die Temperaturziele, weil die künftigen Schäden höher bewertet werden als die heutigen Kosten. Im optimalen Temperaturziel wird damit das Maß der intergenerationellen Verteilungsgerechtigkeit zum Ausdruck gebracht.
 - b. Je höher die Schäden des Klimawandels und je geringer die Kosten der Emissionsreduktion, umso niedriger ist das optimale Temperaturniveau. Weist die Schadensfunktion⁶ Diskontinuitäten bzw. Unstetigkeitsstellen auf, ausgelöst durch sogenannte „Tipping Points“, legt die KNA ehrgeizigere Klimaziele nahe.
 - c. Eine höhere Diskontrate führt zu einer Verlagerung der Anstrengungen in die Zukunft und erhöht dadurch den Einsatz von CDR-Technologien.
 - d. Je anpassungsfähiger Gesellschaften sind, umso eher lassen sich Temperaturanstiege verkraften. Über die Grenzen der Anpassungsfähigkeit ist noch wenig bekannt. Gleichzeitig kann Fehlanpassung an den Klimawandel die Folgen für künftige Generationen verschlimmern. Neben direkten Anpassungsmaßnahmen (z.B. durch

⁵[Adler, M.; Anthoff, D.; Bosetti, V.; Garner, G.; Keller, K. und Treich, N. \(2017\): Priority for the worse-off and the social cost of carbon, In: Nature Climate Change, Vol. 7](#)

⁶ Die Schadensfunktion beschreibt den Zusammenhang zwischen der Menge der kumulativen Emissionen und einem Maß der dadurch entstehenden Schäden. Umgangssprachlich weist die Funktion dann eine Diskontinuität auf, wenn für eine bestimmte Menge kumulativer Emissionen eine beliebig kleine Veränderung dieser Menge zu einem sprunghaften Anstieg des Schadens führt.

veränderte Stadt- und Raumplanung, neue Landwirtschaftskonzepte etc.) rückt mit zunehmend spürbaren Klimafolgen auch eine weitere Strategie stärker ins Zentrum der Debatten: die technische Klimamanipulation durch die direkte Steuerung der Strahlungsbilanz der Erde.

- e. Die Unsicherheiten bei der Festlegung der optimalen Temperatur sind beträchtlich. Es gibt jedoch zunehmend Untersuchungen, welche die Ziele des Abkommens von Paris aus dem Jahr 2015 rechtfertigen, also eine ambitionierte Klimapolitik empfehlen.⁷ Das Risiko des Überschreitens von Kippelementen im Erdsystem („Tipping Points“) legt nahe, das Vorsichtsprinzip zur Anwendung zu bringen. Dies ist der Grund, warum die KEA in der praktischen Klimapolitik eine große Rolle spielt.
4. Weder die Klimarahmenkonvention noch der IPCC haben sich auf die KNA verlassen, sondern die Kosten-Effektivitätsanalyse (KEA) verwendet. Im Gegensatz zur KNA wird bei der KEA das Temperaturziel vorgegeben und nach Pfaden der kostenminimalen Zielerreichung gesucht. In der klimaökonomischen Debatte wird derzeit die Frage heftig diskutiert, ob das 1,5°C Ziel noch erreichbar ist und welche Klimafolgen in Kauf zu nehmen sind, wenn diese Temperaturschranke zeitweilig oder sogar dauerhaft überschritten wird. Die Frage der Erreichbarkeit ist keine primär naturwissenschaftliche Frage, sondern eine ökonomische, soziale und ethische Frage. In einer kürzlich veröffentlichten Untersuchung hat das PIK die verfügbaren IPCC-Szenarien ausgewertet und ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, dass die 1,5°C Grenze ohne oder mit nur geringer Überschreitung der Temperaturgrenze in keinem Szenario eingehalten werden kann, wenn nicht gleichzeitig große Mengen an CDR eingesetzt werden oder extrem herausfordernde Anpassungen in der Dekarbonisierung des Energiesystems, der Transformation des Agrarsektors, der Umstellung von Konsumgewohnheiten und der Reduktion von nicht-CO₂-Treibhausgasen erfolgen.⁸ Soll also das Klimaziel ohne oder mit nur geringem zeitweiligen Überschreiten eingehalten werden, ist dies mit großer Wahrscheinlichkeit mit hohen gesellschaftlichen Kosten verbunden. Das zeitweilige Überschreiten der Temperaturschranke birgt jedoch ebenfalls große Risiken, da zumindest einige Tipping Points aktiviert werden könnten, wie das irreversible Abschmelzen des Grönlandeisschildes.⁹
 5. Diese Szenarien gehen davon aus, dass gemessen am heutigen Entnahmeniveau bis 2050 zusätzliche CO₂-Entnahmen in Höhe von 2,3 bis 7,4 Gt pro Jahr oder mehr notwendig sind, um die Erderwärmung auf maximal 2°C zu begrenzen.¹⁰ Dabei muss bedacht werden, dass CO₂-Entnahmen mitunter reversibel sind. Die Einlagerung von CO₂ in bestimmten Speicherstätten ist zeitlich begrenzt, sodass die Emissionen nach einer gewissen Speicherdauer erneut

⁷ Dass sich die Pariser Klimaziele [auch durch eine KNA rechtfertigen lassen, zeigt: Hänsel, M.; Drupp, M.; Johansson, D. \(2020\): Climate economics support for the UN climate targets. In: Nature Climate Change, Vol. 10; https://doi.org/10.1038/s41558-020-0833-x](https://doi.org/10.1038/s41558-020-0833-x)

⁸ [Mooney, C.; Ahmed, N. und Muyskens, J. \(2022\): We looked at 1,200 possibilities for the planet's future. These are our best hope. In: The Washington Post online, 01.12.2022 \(zuletzt abgerufen am 03.02.2023\); Warszawski, L., Kriegler, E., Lenton, T. M. et al. \(2021\): All options, not silver bullets, needed to limit global warming to .15°C: a scenario appraisal. In: Environmental Research Letters 16; https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfeec](https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2022/12/01/1200-possibilities-for-the-planet-s-future-these-are-our-best-hope/)

⁹ [Wunderling, N.; Winkelmann, R.; Rockström, J. et al. \(2022\): Global warming overshoots increase risks of climate tipping cascades in a network model. In: Nature Climate Change \(13\); https://doi.org/10.1038/s41558-022-01545-9](https://doi.org/10.1038/s41558-022-01545-9)

¹⁰ [Smith, S.; Geden, O.; Nemet, G. et al. \(2023\): The State of Carbon Dioxide Removal - 1st edition](https://www.earthenginepartners.net/publications/the-state-of-carbon-dioxide-removal-1st-edition)

freigesetzt werden. Für einen anhaltenden Entnahmeeffekt muss das entwichene CO₂ dann erneut gespeichert werden. Unter Umständen können auch CCU (carbon capture and usage) Technologien einen Beitrag leisten, allerdings nur wenn atmosphärisches CO₂ in langlebigen Materialien gespeichert wird¹¹. Eine Nutzung von fossilem CO₂ kann die Emissionen höchstens reduzieren, und kurzlebige Güter wie synthetische Kraftstoffe, setzen CO₂ schnell wieder frei, was die Emissionen zwar ebenfalls reduziert, aber nicht langfristig der Atmosphäre entzieht.

6. Mit dem Einsatz von CDR tritt die Klimapolitik in eine neue Phase ein. In der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts der Klimapolitik geht es um die Vermeidung und Verminderung der THG-Emissionen. So müssen zunächst Kohle, Gas und Öl aus dem Stromsektor gedrängt werden. Dies ist die Voraussetzung für die direkte und indirekte Elektrifizierung des Industrie-, Verkehrs- und Gebäudesektors. Gleichzeitig muss jedoch die Fähigkeit entwickelt werden, der Atmosphäre CO₂ wieder großskalig zu entziehen. In allen mit dem Klimaziel von Paris zu vereinbarenden Klimaschutzszenarien dominiert in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts die CO₂-Entnahme. Damit werden zum einen schwer vermeidbare Restemissionen zum Erreichen von Netto-Null kompensiert. Danach folgt in aller Regel eine Phase von netto-negativen Emissionen, in der CO₂-Entnahmemethoden genutzt werden können, um die globale Mitteltemperatur wieder zurückzuführen und in der Atmosphäre „aufzuräumen“. Neben bereits heute genutzten Verfahren im Landsektor wie z.B. Aufforstung müssen in der zweiten Hälfte der 2030er Jahre neuartige CO₂-Entnahmemethoden, wie Direct Air Capture (DAC), Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) oder die beschleunigte Verwitterung dafür zur Verfügung stehen. Auch hier ist eine strukturierte und transparente Güterabwägung durch die KNA notwendig: Ein zu geringes Maß an CDR erhöht die Kosten der Vermeidung und das Risiko, die Klimaziele zu verfehlen; ein zu hohes Maß an CDR birgt Risiken für die Nachhaltigkeit, etwa durch den großskaligen Einsatz von Bioenergie. Dafür müssen die institutionellen und regulatorischen Voraussetzungen geschaffen werden und qualitativ hochwertige Standards zum Monitoring und zur Verifizierung sowie zur Nachhaltigkeit erarbeitet werden.¹²
7. Diese Herausforderungen lassen sich nur durch die Kooperation von Staaten meistern. Denn allein die Staaten haben die Handlungskapazität, die relevanten öffentlichen Güter bereitzustellen.
 - a. Die Emissionsminderungen der Nationalstaaten müssen sich aufsummieren, damit der Anstieg der globalen Mitteltemperatur begrenzt werden kann. Zwar profitieren alle Staaten von der Emissionsminderung, aber alle haben zugleich einen Anreiz, sich als Trittbrettfahrer zu verhalten.
 - b. Die CDR-Technologien bedürfen einer dauerhaften Subventionierung, denn ohne diese Anreize wird es aufgrund der positiven Externalitäten dieser Technologien keine

¹¹ AR6 WGIII Ch. 6.4.2.5 gibt das mögliche CCU Potential bis 2050 mit 20 Gt CO₂/yr an, fasst darunter allerdings auch CDR Methoden wie BECCS, Biochar, Bodenkohlenstoff, Forestry. Langlebige Materialien machen nur etwas mehr als 1 Gt CO₂/yr aus (Fig. 6.13).

¹² Bislang sind CDR-Methoden nicht in ausreichendem Umfang verfügbar und es fehlt an geeigneten Governance Strukturen. Dieser "CDR gap" wird aufgezeigt in: [Smith, S.; Geden, O.; Nemet, G. et al. \(2023\): The State of Carbon Dioxide Removal - 1st edition](#)

ausreichenden Investitionen geben können.¹³ Der Einsatz von CDR-Technologien eröffnet zusätzliche Spielräume für eine unilaterale Klimapolitik, da ihr Einsatz auf den fossilen Ressourcenmärkten keine Preissenkung auslöst, die anderen Staaten einen Anreiz zum vermehrten Verbrauch von Kohle, Öl und Gas bietet. Damit werden auch die Hürden für ein Trittbrettfahrerverhalten abgebaut.¹⁴

- c. Die Kooperationsforschung zeigt durchaus, dass Koalitionen wichtiger Emittenten stabilisiert werden können, wenn Klimazölle verhängt werden, dass jenen Staaten Zugang zu technischen Innovationen gewährt wird, die sich der Koalition anschließen oder dass aus einem Fonds ein Teil der Kosten für Vermeidung erstattet wird. Bei der Lastenteilung geht es dabei nicht primär um die Frage der Verteilungsgerechtigkeit, sondern um eine Ermöglichung von Kooperation.¹⁵
 - d. Die Reaktion auf Klimafolgen erfordert, entgegen dem ersten Anschein, ebenfalls ein erhebliches Ausmaß an zwischenstaatlicher Kooperation und Koordination. So könnten Schwellenländer mit relativem begrenztem Aufwand Aerosole in die Stratosphäre einbringen, um durch Änderung der Strahlungsbilanz einen weiteren Temperaturanstieg zu verhindern. Die Möglichkeit dieses kostengünstigen unilateralen Einsatzes ist jedoch eher als Drohung zu verstehen, weil damit auch die Niederschlagsmuster für benachbarte Staaten verändert werden.
8. Der europäische Green Deal stellt den Kulminationspunkt der weltweit umfassendsten klimapolitischen Architektur dar, die über die letzten zwei Dekaden herangewachsen ist und mit deren Hilfe es gelungen ist, Wirtschaftswachstum vom Emissionswachstum dauerhaft zu entkoppeln. Im Kern besteht sie aus folgenden Elementen:
- a. Im Emissionshandel wird eine Obergrenze festgelegt und in diesem definierten Umfang werden Verschmutzungsrechte ausgegeben, die auf Märkten gehandelt werden können. Dadurch wird eine kostenminimale Emissionsminderung erreicht. Da die Emissionsobergrenze stetig abgesenkt wird, werden die Preise für die Verschmutzungszertifikate steigen.
 - b. Technologiestandards: Die europäische Klimapolitik will sich nicht ausschließlich auf die Bepreisung von Emissionen verlassen, sondern legt z.B. für Autos Grenzwerte fest.

¹³ Kalkuhl, M.; Franks M.; Gruner F. et al. (2022): [Pigou's Advice and Sisyphus' Warning: Carbon Pricing with Non-Permanent Carbon-Dioxide Removal](http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4315996), CESifo Working Paper No. 10169; <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4315996>

¹⁴ Franks, M.; Kalkuhl, M. und Lessmann, K. (2023): [Optimal pricing for carbon dioxide removal under inter-regional leakage](https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102769). In: *JEEM*, Vol. 117; <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102769>

¹⁵ Zur internationalen Kooperation in der Klimapolitik:

- Mideska, T. (2022): [Pricing pollution in a non-cooperative world](https://doi.org/10.1016/j.pubecp.2022.100014). In: *Journal of Public Economics Plus*, Vol. 3; <https://doi.org/10.1016/j.pubecp.2022.100014>

- Kornek, U. und Edenhofer, O. (2020): [The strategic dimension of financing global public goods](https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103423). In: *European Economic Review*, Vol. 127; <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103423>

- Edenhofer, O. und Ockenfels, A. (2017): [Climate Policy at an Impasse](#). In: Cramton, P.; MacKay, D.; Ockenfels, A. et al. (eds.) *Global Carbon Pricing. The Path to Climate Cooperation*, S. 149-164

- Nordhaus, W. (2015): [Climate Clubs: Overcoming Free-riding in International Climate Policy](http://dx.doi.org/10.1257/aer.15000001). In: *American Economic Review*, Vol. 105 (4); <http://dx.doi.org/10.1257/aer.15000001>

- Lessmann, K.; Marschinski, R. und Edenhofer, O. (2009): [The effects of tariffs on coalition formation in a dynamic global warming game](https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.01.005). In: *Economic Modelling*, Vol. 26 (3); <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.01.005>

Die Festlegung dieser Grenzwerte erhöht die Effizienz (z.B. von Autos), führt aber ebenfalls dazu, dass mehr gefahren wird und die Autos schwerer werden. Dieser Rebound-Effekt kann verhindert werden, wenn Standards mit CO₂-Preisen kombiniert werden.¹⁶

- c. Die vorübergehende Subventionierung neuer Technologien kann sinnvoll sein, wenn durch vermehrte Anwendung die Kosten sinken. Das führt dazu, dass zunehmend emissionsarme Technologien eingeführt werden. Kombiniert man die Subventionen mit CO₂-Preisen, führt dies zu einer raschen Emissionsenkung, weil dadurch auch die Verdrängung emissionsintensiver Technologien vom Markt erfolgt.
- d. Keines dieser Instrumente ist verteilungsneutral. Viele dieser Maßnahmen belasten die einkommensschwachen Haushalte überproportional. In einigen Fällen kann die Kostenverteilung durch das Design der Maßnahmen beeinflusst werden; oft ist aber eine Anpassung im Steuer- und Transfersystem notwendig. Die Mittel, die dem Staat durch die CO₂-Bepreisung zufließen, können dafür ebenfalls verwendet werden.

¹⁶ Zur Wahl von Policy-Instrumenten und der Effektivität von Policy-Mixen:

- Koch, N.; Naumann, L.; Pretis, F. et al. (2022): [Attributing agnostically detected large reductions in road CO₂ emissions to policy mixes](https://doi.org/10.1038/s41560-022-01095-6). In: *Nature Energy* (7); <https://doi.org/10.1038/s41560-022-01095-6>

- Blanchard, O.; Gollier, C. und Tirole, J. (2022): [The Portfolio of Economic Policies Needed to Fight Climate Change](#). PIIE Working Paper

- Stavins, R. (2022): [The Relative Merits of Carbon Pricing Instruments: Taxes versus Trading](https://doi.org/10.1086/717773). In: *REEP* (16); <https://doi.org/10.1086/717773>

- Edenhofer, O.; Kalkuhl, M. und Ockenfels, A. (2020): [Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung: Eine Wende der deutschen Klimapolitik?](https://doi.org/10.1515/pwp-2020-0001) In: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*; <https://doi.org/10.1515/pwp-2020-0001>

- Keohane, N.; Revesz, R. und Stavins, R. (1998): [The Choice of Regulatory Instruments in Environmental Policy](#). In: Keohane, Nathaniel, R Revesz, and Robert N Stavins. "The Choice of Regulatory Instruments in Environmental Policy." In: *Harvard Environmental Law Review* (22)