



Ein Service der FutureValue Group AG

*We create Value!*

*Gleißner, W. (2023):*

**Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen  
und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung,**

*in: ZfU – Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht,*  
Heft 4/2023, S. 415 – 445

Mit freundlicher Genehmigung von: **dfv Mediengruppe, Frankfurt/Main**

<https://www.dfv.de/medienmarken/zeitschrift-fuer-umweltpolitik-and-umweltrecht-zf-u>

<https://online.ruw.de/suche/zfu/>



**FUTUREVALUE GROUP**

FutureValue Group AG

Obere Gärten 18  
70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel: 0711 / 79 73 58-36  
Fax: 0711 / 79 73 58-58

Kontakt@FutureValue.de  
www.FutureValue.de

# Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung

*Werner Gleißner, Leinfelden-Echterdingen, Dresden*

## 1 Einführung: Problemstellung, Relevanz und Überblick

Eines der wichtigsten, möglicherweise sogar zunehmend wahlentscheidenden politischen Themen ist der Klimawandel.<sup>1</sup> Die Diskussion über Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission und damit des Temperaturanstiegs auf der Erde beschäftigen die Politik, aber auch die Verantwortlichen in Unternehmen, die mehr Nachhaltigkeit erreichen und Nachhaltigkeitsrisiken reduzieren möchten.<sup>2</sup> Im politischen Diskurs und der Darstellung des Themas in den Medien<sup>3</sup> findet man dazu viele Aussagen – Fakten, Analysen und Prognosen werden dabei oft nicht klar unterschieden. Dieser Beitrag bietet einen Rahmen für die wichtige Unterscheidung solcher Typen von Aussagen. Diskutiert werden dabei wesentliche Aussagen zum Klimawandel, die den Diskurs in Deutschland bestimmen und die Beurteilung der Klimawandelrisiken durch das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) beeinflusst haben.

Eine klare Unterscheidung der grundlegenden Aussagetypen<sup>4</sup> – Fakten, Analysen und Prognosen – mit ihrer unterschiedlichen Evidenz ist insbesondere von grundlegender Bedeutung für Umweltpolitik und auch das Umweltrecht und dessen weitere Entwicklung. Während nämlich beispielsweise am Anstieg der globalen Temperatur (Fakt) infolge der menschlichen CO<sub>2</sub>-Emission keine Zweifel bestehen, fehlt nämlich für Prognosen, die von katastrophalen Lebensumständen für die in 100 Jahren lebenden Menschen ausgehen, die wissenschaftliche Absicherung, da keine fundierten Prognosen über die dann verfügbare Technologie und die damit bestehenden Anpassungsmöglichkeiten der (voraussichtlich wesentlich wohlhabenderen<sup>5</sup>) Menschen in der Zukunft existieren. Adäquate Maßnahmen der Umweltpolitik und auch Schritte zur Beschränkung persönlicher Freiheit zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission von Menschen, wie sie auch durch die Entscheidung des BVerfG<sup>6</sup> sowieso möglich erscheinen, sollten also klar unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Evidenzen von Aussagen, Analysen und Prognosen betrachtet und kritisch diskutiert werden.

1 Vgl. Rahmstorf/Schellnhuber, 2019 für einen Überblick.

2 Siehe dazu Baumüller/Gleißner, 2020; Velte/Weber, 2021 und Gleißner/Follert/Daumann, 2021.

3 Brüggemann et al., 2018, sowie Urner, 2022.

4 Vgl. zu dem Problem der oft beabsichtigt verzerrten Darstellung von Informationen Beisecker/Schlereth/Hein, 2022.

5 Vgl. O'Neill et al. 2016 und Riahi et al. 2017 zu alternativen Zukunftsszenarien.

6 Siehe dazu 1 BvR 2656/18, 1 BvR 78/20, 1 BvR 96/20 und 1 BvR 288/20 (insbesondere die Leitsätze zum Beschluss des ersten Senats vom 24.03.2021).

Das BVerfG betont im Urteil zum Klimaschutzgesetz, dass Art. 20a GG den Staat zum Klimaschutz<sup>7</sup> verpflichtet<sup>8</sup>, insbesondere zur „Herstellung von Klimaneutralität“<sup>9</sup>, wobei diesem Artikel kein unbedingter Vorrang gegenüber anderen Belangen und Verfassungsrechtsgütern einzuräumen ist.<sup>10</sup> Und schon in den Leitsätzen fasst das BVerfG zusammen:<sup>11</sup>

*„Die Schonung künftiger Freiheit verlangt auch, den Übergang zu Klimaneutralität rechtzeitig einzuleiten.“*

Man liest zudem:<sup>12</sup>

*„Zum grundrechtlich gebotenen Schutz vor den Gefahren des Klimawandels offensichtlich ungeeignet wäre ein Schutzkonzept, das nicht das Ziel der Klimaneutralität verfolgt; die Erderwärmung könnte dann nicht aufgehalten werden, weil jede Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre zur Erderwärmung beiträgt und einmal in die Atmosphäre gelangtes CO<sub>2</sub> dort weitestgehend verbleibt und absehbar kaum wieder entfernt werden kann. Völlig unzulänglich wäre zudem, dem Klimawandel freien Lauf zu lassen und den grundrechtlichen Schutzauftrag allein durch sogenannte Anpassungsmaßnahmen umzusetzen.“<sup>13</sup>*

7 Das Klimaschutzgesetz verpflichtet dazu, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 55 % (im Vergleich zum Jahr 2019) zu reduzieren, siehe § 3 und § 4 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). BVerfG, 2021, in Rn. 38 dazu: *„Mit ihren Verfassungsbeschwerden beanstanden die Beschwerdeführenden in erster Linie, dass der Staat keine ausreichenden Regelungen zur Reduktion von Treibhausgasen, vor allem von CO<sub>2</sub>, geschaffen habe.“* BVerfG, 2021, Rn. 31 ff. diskutiert auch nur Maßnahmen der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission, um den Klimawandel aufzuhalten; und nicht die Möglichkeiten der Klimapolitik mit einer Kombination von Maßnahmen zu CO<sub>2</sub>-Reduktion und Anpassung an höhere Temperaturen (das Thema hat der IPCC später, 2023, stärker ausführlich aufgegriffen).

8 Schwarz/Sairinger (2022, S. 7) ordnen die Bedeutung von Art. 20 AGG wie folgt ein: *„Dem staatlichen Schutzauftrag aus Art. 20 a GG kommt damit kein Alleinstellungsmerkmal innerhalb der Vielzahl der Staatszielbestimmungen der Verfassung zu und untersteht auch nicht – ebenso wie das gesamtwirtschaftliche Gleichgewicht – dem Schutz der Ewigkeitsklausel des Art. 79 Abs. 3 GG.“*

9 Eine völkerrechtliche Verpflichtung Deutschlands zur Einhaltung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets kann man hier gemäß Rajamani/Werksman, 2018 nicht ableiten (siehe ergänzend IPCC Kapitel 14 „Internationale Kooperationen“). Eine kritische Diskussion der globalen Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion in Deutschland vor dem Hintergrund eines möglicherweise unveränderten Angebots an fossilen Energieträgern (Sinn, 2020) und des Europäischen Emissionshandels unterbleibt weitgehend.

10 *„Die aus Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG folgende Schutzpflicht des Staates umfasst auch die Verpflichtung, Leben und Gesundheit vor den Gefahren des Klimawandels zu schützen.“* (BVerfG, 2021, Leitsätze, S. 1. Es ist festzuhalten, dass der Klimawandel hier nicht explizit genannt ist.

11 Zur Diskussion siehe auch die Erwiderung von Hecker (2023) zum Aufruf von Feichtner et al. (2023) aus Anlass des Entwurfs für eine zweite Novelle zum Klimaschutzgesetz vom 21.06.2023, die sich insbesondere mit der Aufgabe sektorspezifischer Vorgaben befasst. Aus ökonomischer Perspektive sollten CO<sub>2</sub>-Einsparungen dort unternommen werden, wo sie mit möglichst geringem Einsatz von Ressourcen (bzw. Verlust an Wohlstand und Freiheit) umsetzbar sind, siehe dazu auch Artikel 6 des Pariser Klimaschutzabkommens, aus dem sich auch ableiten lässt, dass eine Unterstützung Deutschlands bei der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion in ärmeren Ländern zweckdienlicher sein kann als eine solche in Deutschland.

12 In der Pressemitteilung NR 31/2021 vom 29.04.2021. In den Leitsätzen, Punkt c, verweist das BVerfG durchaus auf die internationale Dimension des Klimaschutzgebots ohne aber das Dilemma zu thematisieren, demzufolge (1) Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission in Deutschland keine spürbare Reduktion von Lebensrisiken der Menschen zur Konsequenz haben, während (2) Anpassungsmaßnahmen an steigende Temperaturen in Deutschland dies sehr wohl vermögen.

13 Zu den Folgen und Risiken des anthropogenen Klimawandels verweist das BVerfG insbesondere auf die Sachstandsberichte des IPCC, siehe z.B. Rn. 6 und Rn. 16–30.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Beides wird aber nach Einschätzung des BVerfG durch das Klimaschutzgesetz nicht erreicht, so dass dieses teilweise als verfassungswidrig beurteilt wurde.<sup>14</sup> Im Grundsatz werden daher vom BVerfG über das Jahr 2030 hinausgehende Regelungen zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung (in Deutschland<sup>15</sup>) gefordert, weil sonst eine Einschränkung persönlicher Freiheitsrechte der Menschen zukünftiger Generationen droht („intertemporale Freiheitssicherung“). Das BVerfG führt dazu aus:<sup>16</sup>

*„Danach darf nicht einer Generation zugestanden werden, unter vergleichsweise milder Reduktionslast große Teile des CO<sub>2</sub>-Budgets zu verbrauchen, wenn damit zugleich den nachfolgenden Generationen eine radikale Reduktionslast überlassen und deren Leben umfassenden Freiheitseinbußen ausgesetzt würde. Künftig können selbst gravierende Freiheitseinbußen zum Schutz des Klimas verhältnismäßig und verfassungsrechtlich gerechtfertigt sein; gerade deshalb droht dann die Gefahr, erhebliche Freiheitseinbußen hinnehmen zu müssen.“*

Genau hier stellt sich aber die Frage, ob und inwieweit das Wissen über den Klimawandel und dessen Auswirkung auf zukünftige Generationen ausreichend gesichert ist, um die angesprochenen gravierenden Freiheitseinschränkungen<sup>17</sup> erwarten beziehungsweise rechtfertigen zu können.<sup>18</sup> Auf das Problem der Ungewissheit geht auch das BVerfG in seinen Leitsätzen zum Beschluss vom 24.03.2021 (siehe Fußnote 4) ein:

*„Besteht wissenschaftliche Ungewissheit über umweltrelevante Ursachenzusammenhänge, erlegt Art. 20a GG dem Gesetzgeber eine besondere Sorgfaltspflicht auf. Danach müssen bereits belastbare Hinweise auf die Möglichkeit gravierender oder irreversibler Beeinträchtigungen berücksichtigt werden.“*

Offensichtlich ist es nicht verhältnismäßig für ein in der Zukunft liegendes Risiko mit vernachlässigbarer Eintrittswahrscheinlichkeit oder durch Anpassungsmaßnahmen bewältigbaren Auswirkungen persönliche Freiheitsrechte einzuschränken. Das Leben der Menschen ist nun einmal unabänderlich mit einer Vielzahl von Risiken verbunden und damit sind Einschränkungen der Freiheitsrechte überhaupt nur akzeptabel, wenn die Risiken über den üblichen Umfang der Lebensrisiken deutlich hinausgehen. Schwarz und Sairinger (2022, S. 11) formulieren dieses Problem wie folgt:

*„Den Staat auf prognostisch vagen Grundlagen zur Abwehr von wahrscheinlich eintretenden Gefahren zu verpflichten, stellt den Verfassungsstaat des Grundgesetzes in der Dimension des Klimaschutzes vor eine immense Herausforderung. Das BVerfG hat mit dem intertemporalen Freiheitsschutz am Beispiel des faktisch nicht existenten und kaum konstruierbaren subjektiven Klimagrundrechtsschutzes dogmatisches*

14 Zur Verteilungsgerechtigkeit siehe Schaffer/Moellendorf/Brun, 2020.

15 Vgl. Peter et al., 2021 zu transnationalen Wirkungen.

16 Siehe Fn. 12 zur Quelle.

17 Zu den grundrechtsdogmatischen Fragestellungen siehe BVerfG, Rn. 144–172.

18 Vgl. von Ahsen, 2020 zur Wissensbasis von Klimazielen.

*Neuland betreten – das Ergebnis und die dogmatische Analogiefähigkeit dieser ange-stoßenen klimatischen Kernsanierung des Grundrechtsschutzes bleibt abzuwarten.*“

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die Evidenz<sup>19</sup> und Relevanz der durch den Klimawandel zweifelsohne verursachten Risiken für die Menschen zukünftiger Generationen wissenschaftlich zu beleuchten.

Der IPCC<sup>20</sup> hat in den Zwischenstandsberichten von 2021 bis 2023 klar aufgezeigt, dass sich die globale Temperatur auf der Erde seit 1880 um ca. 1,2°C erhöht hat und dass dies mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit überwiegend die Menschen mit ihrer Emission von Treibhausgasen, wie insbesondere CO<sub>2</sub>, verursacht haben. Auch erste Auswirkungen erhöhter Temperatur, wie ein Anstieg des Meeresspiegels und eine Zunahme von Extremwetterereignissen, lassen sich belegen. Der prognostizierte weitere Anstieg der mittleren globalen Temperatur bis 2100 führt potenziell zu stärkeren (aber unsicheren) Auswirkungen auf die Menschen, die man zusammenfassend als Klimawandelrisiken bezeichnen kann. Der IPCC empfiehlt stärkere Anstrengungen zur Reduzierung der Emission von Treibhausgasen, um den Temperaturanstieg auf unter 2°C, möglichst auf 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau beschränken zu können. Dieses Ziel findet man so im Pariser Klimaschutzabkommen.<sup>21</sup>

Der Bericht des IPCC 2022 fasst als Grundlage der Empfehlungen die Studienlage zum Klimawandel und seinen möglichen Auswirkungen zusammen und geht von einem höheren Gefährdungspotenzial solcher Risiken im Vergleich zum vorherigen Sachstandsbericht aus. Auffällig ist im Vergleich zu der bei Lomborg (2020 und 2022) nachlesbaren Studienübersicht insbesondere, dass eine Relativierung über die Quantifizierung von Risiken sowie die Auswirkungen von Wirtschaftswachstum und technischem Fortschritt für die Möglichkeit zur Bewältigung von Risiken vergleichsweise wenig Platz finden (wobei auf die Bedeutung von Anpassungsmaßnahmen verstärkt hingewiesen wird). Aber trotz der nachhaltigen Warnung vor den Risiken des Klimawandels geht auch der IPCC-Bericht bei seinen Prognosen über die Zukunft der Erde, speziell der CO<sub>2</sub>-Emissionen, von einer auf Linie anderer UNO-Prognosen liegenden steigenden Bevölkerungszahl und zugrundeliegender steigenden Lebenserwartung der Menschen aus – womit folglich die negativen Auswirkungen höherer

19 Zur Diskussion des Effizienzmaßstabs aus juristischer Perspektive sei auf Hecker, 2023, und die dort genannte weiterführende Literatur verwiesen (beispielsweise Calliess, 2023 und Schlacke, 2021, S. 912–914). Hecker, 2023, führt dazu aus:

„Nach dem Evidenzmaßstab geht es im Rahmen der verfassungsgerichtlichen Prüfung um die Frage, ob der Gesetzgeber gänzlich untätig geblieben ist oder die getroffenen Schutzmaßnahmen offensichtlich ungeeignet waren (BVerfGE NJW 1996, 651; 77, 170 (215)).“

20 Intergovernmental Panel on Climate Change 2021, 2022 und 2023.

21 Zur Interpretation des Paris-Übereinkommens siehe auch BVerfG, 2021, Rn. 7–14.

Zum Wechselspiel zwischen solchen internationalen Abkommen, Völkerrecht und der Nationalen Klimapolitik sei auf Rajamani/Werksman, 2018 und Geden, 2016, verwiesen. Anzumerken ist, dass aus dem Pariser Klimaabkommen nur eine Sorgfaltspflicht und keine Erfolgspflicht ableitbar ist (siehe dazu Voigt, 2016; Mayer, 2018; und Rajamani/Werksman, 2018). Eine demzufolge nicht zutreffende andere Darstellung findet man bei Eckardt/Bärenwaldt/Heyl, 2022, die eine gesetzliche Verpflichtung zur „Risikominimierung“ sehen, die aber bei begrenzten Ressourcen zur Risikobewältigung gar nicht möglich ist.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Temperaturen auf die Menschen und ihre Gesundheit den durch technischen Fortschritt und zunehmenden Wohlstand bedingten Trend zu einer höheren Lebenserwartung von Menschen nicht stoppen wird.

Die Beurteilung der Angemessenheit nationaler Maßnahmen der Klimapolitik hängt ab von der Beurteilung der mit dem Klimawandel einhergehenden „Klimawandelrisiken“ in Relation zu anderen Risiken, denen Menschen, Unternehmen und Staaten ausgesetzt sind.<sup>22</sup> In Anbetracht knapper volkswirtschaftlicher Ressourcen ist es sinnvoll Maßnahmen so auszuwählen, dass damit insgesamt die gesetzten Ziele möglichst weitgehend erreicht werden. Unsicherheiten über die Auswirkungen, also die „Wirkungsrisiken“, sind dabei zu berücksichtigen.<sup>23</sup>

Sowohl über das maximal akzeptable Niveau der Erhöhung der globalen Temperatur<sup>24</sup> als auch über die Angemessenheit und Wirksamkeit nationaler Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung gibt es weiter einen erheblichen Dissens. Neben möglicherweise unterschiedlichen Präferenzen oder auch politischen Interessen ist eine Ursache dafür darin zu sehen, dass bei der Beurteilung des Klimawandels oft **Fakten, Analysen** und **Prognosen** nicht klar getrennt werden.<sup>25</sup>

In diesem Beitrag werden diese drei Begriffe – mit einigen Facetten – erläutert, abgegrenzt und an Beispielen verdeutlicht.<sup>26</sup> Fakten, Analysen und Prognosen sollten nämlich im Hinblick auf ihre Evidenz<sup>27</sup> möglichst klar unterschieden werden. Eine völlig eindeutige Abgrenzung ist aber dennoch nicht immer möglich.

Unter Evidenz einer Aussage wird hier einfach die Glaubwürdigkeit einer Aussage verstanden, die abhängig ist vom verfügbaren wissenschaftlich gesicherten Wissen bzw. der hier (noch) bestehenden Unsicherheit.<sup>28</sup> Indizien für eine in dieser Hinsicht hohe Evidenz sind damit (1) empirisch gut bestätigte Theorien und (2) daraus abgeleitet eine als gering eingeschätzte Abweichung zwischen der Aussage über einen Sachverhalt und dem „wahren“ Sachverhalt. Die Evidenz ist damit abhängig vom Umfang verfügbarer Daten, die zum Test von Hypothesen genutzt werden, sowie

22 Siehe dazu Gleißner, 2020.

23 Vgl. Sinn, 1980 und Rabaa/Geisendorf/Wilken, 2022 zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.

24 Siehe Nordhaus, 2018 und Hänsel et al., 2020.

25 Auf die „tatsächlichen Grundlagen des Klimawandels“ geht das BVerfG in Kapitel II ein und auf die Auswirkungen des Klimaschutzes in III. Im Zusammenhang mit den tatsächlichen Grundlagen des Klimawandels und deren Auswirkungen geht das BVerfG auf Risiken des Klimawandels ein (insbesondere Rn. 30. Neben dem IPCC werden insbesondere auch Rahmstorf/Schellnhuber, 2019 als Grundlage herangezogen). So verweist das BVerfG auf den Rückgang von Meereis und kontinentalen Eisschilden, dem bis 2100 prognostizierten Anstieg des globalen mittleren Meeresspiegels von 26 bis 77 cm bei einer Erwärmung um 1,5°C (bzw. 10 cm mehr bei 2°C) sowie auf Hitzewellen, Dürren und Starkregenereignisse. Im Kern geht es also um klimawandelbedingte Naturkatastrophen und negative Auswirkungen der mit höherer Wahrscheinlichkeit auftretenden Hitzetage. Die Risiken werden aber nicht quantifiziert.

26 Hypothetische Aussage ohne konkrete Quellenangabe, die sich inhaltlich aber als Zusammenfassung aus Veröffentlichungen ableiten lässt.

27 Feldman, 1999 und Chalmers, 2007.

28 Siehe weiterführend und zur erkenntnistheoretischen Präzisierung z. B. Chalmers, 2007 mit einer Erläuterung des Prinzips des Falsifikationismus (kritischer Rationalismus).

dem Umfang bestehender Unsicherheiten (Risiken), die speziell bei Aussagen über die Zukunft relevant sind (Prognoseunsicherheit).

## 2 Fakten

Als Fakten kann man Aussagen bezeichnen, die durch eine adäquate Methode mittels Messung bestimmt werden und bezüglich derer in der Wissenschaft ein hohes Maß an Konsens besteht. Aus der Anforderung der Messbarkeit ergibt sich insbesondere, dass sich Fakten nur auf eine Situationsbeschreibung der Gegenwart und einen Vergleich dieser mit der Vergangenheit – also speziell z.B. eine Trendbetrachtung – beziehen können.<sup>29</sup> In einigen Fällen ist die Angabe von Veränderungen einfacher und sicherer als die Beschreibung des Status. Dies gilt beispielsweise für die Veränderung der durchschnittlichen globalen Temperatur im Vergleich zur Höhe der globalen Temperatur.

Beispiele für wichtige Fakten in der Klimadiskussion sind die folgenden:

### 2.a Aussagen über die aktuelle Situation und gemessene Veränderungen

- 1) *Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre ist von der vorindustriellen Zeit bis 2022 gestiegen, und zwar von ca. 280 ppm auf ca. 417 ppm.*<sup>30</sup>
- 2) *Die Menschheit emittiert insbesondere durch die Verbrennung fossiler Energieträger CO<sub>2</sub> und durch andere Aktivitäten weitere Treibhausgase (zusammen mit einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von rund 34 Gigatonnen pro Jahr).*<sup>31</sup>
- 3) *Die Anzahl der durch Naturkatastrophen ausgelösten Todesfälle, z.B. 8.200 im Jahr 2020<sup>32</sup>, ist im Vergleich zur Gesamtzahl aller Todesfälle weltweit (55 Millionen) sehr niedrig und auch im Vergleich zu anderen „Lebensrisiken“ gering.*<sup>33</sup>
- 4) *Regionen mit „drohender Dürre“ haben global in den letzten Jahrzehnten zugenommen,<sup>34</sup> ohne dass dies insgesamt zu einer Verschlechterung der Ernährungslage der Menschen geführt hat.*<sup>35</sup>

29 Auf grundlegende Überlegungen zur Generierung wissenschaftlichen Fortschritts speziell im kritischen Rationalismus über Falsifikation kann hier nur hingewiesen werden, siehe Renn, 2014.

30 Umweltbundesamt, 2023b.

31 Ritchie/Roser, 2020.

32 Siehe Munich Re 2021. Im Durchschnitt der letzten 20 Jahre etwa 60.000.

33 Das BVerfG (2021) verweist in Rn. 20–28 auf solche Naturkatastrophen als Wirkung des Klimawandels. Siehe z. B. zum Vergleich die Anzahl der Todesfälle im Straßenverkehr von 1,3 Millionen oder durch Tuberkulose von 1,5 Millionen (gemäß WHO).

34 Vgl. Ercin/Veldkamp/Hunink 2021. Vgl. auch Umweltbundesamt, 2023a (siehe Verweis auf Dürren z. B. BVerfG, 2021, Rn. 27).

35 Die Anzahl der unter Hunger leidenden bzw. extrem armen Menschen ist im Betrachtungszeitraum deutlich zurückgegangen, auf zur Zeit unter 10 % der Menschheit (siehe <https://ourworldindata.org/hunger-and-undernourishment>).

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

5) Die Niederschläge in Deutschland haben seit 1960 zugenommen<sup>36</sup>, wobei eine statistisch signifikante Zunahme in den Wintermonaten einem geringfügigen (statistisch nicht signifikanten) Rückgang in den Sommermonaten gegenübersteht (siehe Abb. 1).<sup>37</sup>

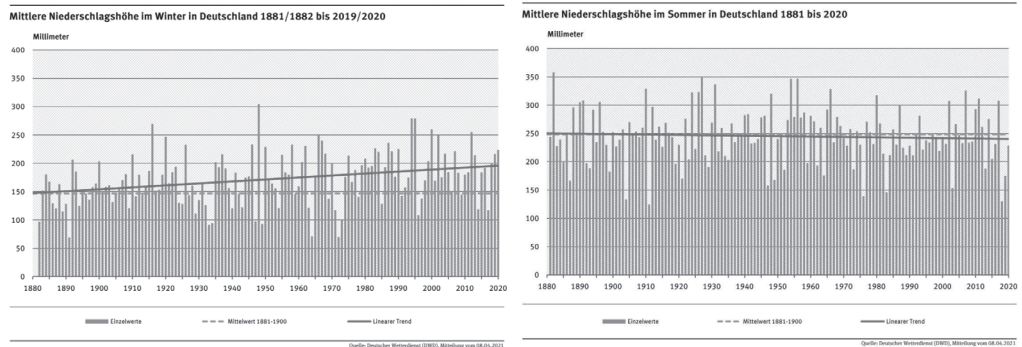


Abbildung 1: Mittlere Niederschlagshöhe im Winter (li.) und Sommer (re.) in Deutschland.<sup>38</sup>

Die Ergebnisse unterschiedlicher empirischer Studien über einen Sachverhalt können dabei durchaus unterschiedliche Ergebnisse zeigen. Solche sind grundsätzlich zu erwarten, wenn die Studien z. B. unterschiedliche Zeiträume oder Regionen betrachten, wobei dann dieser Raum-Zeit-Bezug bei der Betrachtung von Fakten zu berücksichtigen ist. Auch andere Einflussfaktoren, wie z. B. die Methode der Messung, beeinflussen das Ergebnis, also die Aussage der Studie. Zur Beurteilung der Faktenlage geeignete Messungen sollten dabei die bekannten Gütekriterien Validität, Reliabilität und Objektivität erfüllen. Validität bedeutet, dass gemessen wird, was gemessen werden soll. Reliabilität ist gegeben, wenn bei wiederholten Messungen näherungsweise immer die gleichen Ergebnisse abgeleitet werden. Objektivität bedeutet, dass das Forschungsergebnis nicht abhängig ist von der Person, die die Messung durchführt.

## 2.b Aussagen über Veränderungen über einen langen historischen Zeitraum

Potenziell weniger gesichert als die Beispiele in 2a sind Aussagen über historische Veränderungen, wenn nicht über den gesamten betrachteten Zeitraum vergleichbar gute Daten<sup>39</sup> zur Verfügung stehen. So sind beispielsweise Aussagen über die historische Veränderung von Temperatur, CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre oder Meeresspiegel über die letzten Jahrtausende oder Millionen keine gleich gut gesicherten „Fakten“ im engeren Sinn von 2.a. Über diese langen Zeiträume der Vergangenheit

36 Siehe Umweltbundesamt, 2023a.

37 Wobei der regnerische Sommer 2021 und der eher trockene von 2022 in der Analyse noch fehlen.

38 Quelle: Deutscher Wetterdienst.

39 Und damit verlässliche Messinstrumente und Messungen (vgl. Fn. 29).

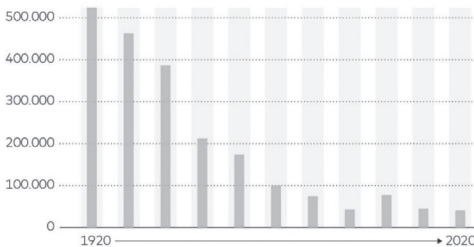


liegen nämlich keine Messwerte vor. Die historischen Zeitreihen ergeben sich aus modellbasierten Schätzungen und basieren auf Proxi-Daten. Sie haben damit Ähnlichkeit mit den ebenfalls modellbasierten Prognosen (vergleiche Abschnitt 4.), wenngleich zumindest mehr oder weniger gesicherte Daten der Vergangenheit genutzt werden können. Beispiele:<sup>40</sup>

- 6) Die globale Durchschnittstemperatur ist im Zeitraum von 1880 bis 2022 gestiegen, und zwar um ca.  $1,2^{\circ}\text{C}$ .<sup>41</sup>
- 7) Die Anzahl der schweren Wirbelstürme in Nordamerika hat im Zeitraum von 1980 bis 2020 insgesamt abgenommen.<sup>42</sup>
- 8) Die Lebensrisiken der Menschen insgesamt waren im Zeitraum von 1880 bis 2021 deutlich rückläufig, was der Anstieg der Lebenserwartung auf global 72 Jahre verdeutlicht.<sup>43</sup>
- 9) Die Anzahl der Todesfälle durch Naturkatastrophen, speziell der wetterbedingten, hat in Relation zur Bevölkerungsgröße, aber auch absolut deutlich abgenommen (siehe Abb. 2).<sup>44</sup>

#### Globale Anzahl der Todesopfer von Katastrophen

pro Jahrzehnt

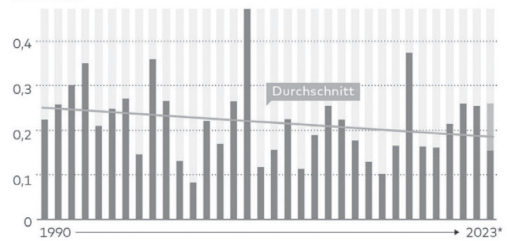


Quelle: Our World in Data

WELT

#### Durch Wetter verursachter Verlust am globalen BIP

in Prozent



Quelle: Munich Re, Weltbank

\*Jahr 2023: Schätzung inkl. Unsicherheitswert

WELT

**Abbildung 2:** Links: Sinkendes Todesrisiko durch Naturkatastrophen (nach bisher ca.  $1,2^{\circ}\text{C}$  Erderwärmung). Rechts: Globaler Anteil der wetterbedingten Katastrophenkosten am globalen BIP 1990–2023.<sup>45</sup>

40 Die hier ausgewählten beispielhaften Aussagen beziehen sich auf unterschiedlich historische Zeiträume, weil die Wahl der Analysezeiträume bei solchen Studien den Forschenden überlassen ist und damit gleiche Studienzeiträume bei verschiedenen Studien kaum vorzufinden sind.

41 Siehe z. B. [www.meteo.plus](http://www.meteo.plus) für Daten des National Centres for Environmental Information der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

42 Quelle: Chand et al., 2022 und ergänzend Parsch, 2022 und Reed/Wehner/Zarzycki, 2022; Fakten sind auch oft kontext- und zeitabhängig.

43 Siehe Roser, 2021; Our World in Data und weiterführend zu vergleichbaren Fakten Rosling, 2018.

44 Siehe KIT, 2016 und CRED, 2020.

45 Quelle: Bojanowski, 2023, basierend auf Daten von Our World in Data und Munich Re. Kosten von 1990–2017 von Munich Re (Pielke, 2019), Kosten 2018 von Munich Re, 2019, globales BIP von Worldbank, 2019, unter Verwendung der Global Economic Prospects BIP der Weltbank vom Januar 2019 zur Schätzung des globalen BIP für 2017 und 2018. Linearer bester Schätzwert, Rückgang ist statistisch nicht signifikant.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

- 10) *Die monetären Schäden durch wetterbedingte Naturkatastrophen, in Relation zur Höhe der Vermögenswerte<sup>46</sup>, die geschädigt werden könnten, haben abgenommen (siehe Abb. 3).<sup>47</sup>*
- 11) *Der Meeresspiegel ist im Zeitraum von 14.000 bis 8.000 vor Christus um ca. 120 Meter angestiegen.<sup>48</sup>*

Alle Aussagen 1) bis 11) sind kaum bestrittene Fakten und die Übergänge von den Aussagen in 2a zu 2b sind fließend. Einige der Fakten mögen jemandem infolge seiner persönlichen Einstellung zum Klimawandel „nicht gefallen“. Aber alle hier angegebenen Daten sind grundsätzlich – wenn auch mit Unschärfen und Messfehlern – objektivierbar und messbar.<sup>49</sup> Die Wissenschaft verfügt über valide, reliable und objektive Studienergebnisse, wenngleich sich diese in Details durchaus unterscheiden können.

Bei der **Beurteilung von Fakten** zu z.B. den Schäden infolge des Klimawandels, ist neben einer sachgerechten Messung eine Einordnung erforderlich („Relativierung“).<sup>50</sup> So ist beispielsweise die Aussage zur relativen Veränderung eines bestimmten klimabedingten Risikos – von Waldflächenverlust infolge von Waldbränden bis hin zur Anzahl von Todesfällen in Hitzewellen – allein wenig informativ.<sup>51</sup> Es lässt sich beispielsweise aus der Aussage, dass ein bestimmtes Risiko klimawandelbedingt um 100 % zunimmt, wenig ableiten. Wenn beispielsweise ein gesundheitliches Risiko besteht, bei dem einer von 1 Mrd. Menschen pro Jahr stirbt, ist auch eine Verdoppelung oder Verzehnfachung dieses Risikos irrelevant. Informativ sind bei Interpretationen von Risiken (und deren Veränderung) dagegen Informationen, die z.B. die dadurch ausgelöste Veränderung der Lebenserwartung zeigen (und die entsprechenden Zahlen möglichst auch einordnen, also z.B. vergleichen mit den Risiken von Straßenverkehrsunfällen oder Infektionskrankheiten). Die durch die zusammenfassende Darstellung von Risiken durch den Klimawandel im IPCC-Bericht (AR 6) dargestellten Risiken sind selbst in ihrer Gesamtheit im Vergleich zu anderen Lebensrisiken, wie z.B. der Bedrohung durch Infektionen oder Krebs<sup>52</sup> eher gering.<sup>53</sup> Auch bei erwartungsgemäß sich in Zukunft verbessernden Lebensbedingungen und sinkenden

46 Und des globalen Sozialprodukts (GDP).

47 Siehe Formetta/Feyen, 2019 und Lomborg, 2020 (das BVerfG, 2021, Rn. 16–30 verweist auf solche Naturkatastrophen, ohne aber eine solche zahlenmäßige Einordnung).

48 Lambeck et al., 2014.

49 Vollkommene Objektivität ist hier nicht möglich, da man z.B. neben Messmethoden auch Betrachtungszeiträume wählen kann. Muss man denn z.B. den Temperaturanstieg gerade ab 1880, etwa dem Ende der kleinen Eiszeit, messen?

50 Vgl. insb. 7), 8) und 9). Es ist zu beachten, dass auch das BVerfG (in Rn. 18–27) bei den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels gerade auf Schäden durch Naturkatastrophen und Hitzetote verweist, ohne diese einzuordnen oder mit ebenso zu erwartenden positiven Auswirkungen abzugleichen (z.B. hitzebedingte versus kältebedingte Todesfälle). Eine Relativierung von Risiken, eine Würdigung der Prognoseunsicherheit und ein Abwägen der Vor- und Nachteile steigender Temperaturen sind nicht erkennbar.

51 Siehe dazu Gigerenzer, 2013; Krämer, 2013; Renn, 2014; Follert/Daumann, 2020 sowie Gandjour, 2021a und 2021b.

52 Siehe GBD, 2019; Cancer Risk Factors Collaborators, 2022.

Lebensrisiken sind negative Auswirkungen des Klimawandels aber relevant und sollten unter Berücksichtigung der damit verbundenen Opportunitätskosten reduziert werden. Es ist nämlich davon auszugehen, dass sich Lebenserwartung und Wohlstand der Menschen in den nächsten 100 Jahren durch die Auswirkungen des Klimawandels weniger günstig entwickeln würden als in einem kontrafaktischen Szenario, in dem es den Klimawandel nicht gäbe (vgl. dazu die Prognosen in Abschnitt 4).

Grundsätzlich können Fakten auch im Kontext dargestellt werden.<sup>54</sup> Wesentlich ist nun, dass mit den Aussagen 1) bis 11) keine Zusammenhänge, wie Ursache für eine Veränderung, und erst recht keine Prognosen über die Zukunft ausgedrückt werden (siehe dazu Abschnitte 3. und 4.). Insbesondere wird damit also z.B. nicht gesagt, dass die Erhöhung der Lebenserwartung (siehe 8)), oder die Veränderung von Niederschlägen oder die Häufigkeit von Orkanen auf den gestiegenen CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre zurückzuführen wäre. Derartige kausale Zusammenhänge aufzuzeigen, ist Thema von Analysen, die auf Modellen mit konsistenten und möglichst empirisch gut abgesicherten Annahmen basieren sollten (siehe Abschnitt 3).

### 3 Analysen

Analysen sind Aussagen, die Fakten interpretieren, insbesondere durch das Aufzeigen kausaler Abhängigkeiten und damit der Erklärung von Fakten und deren Veränderungen dienen (vgl. 2b). Eine solche Analyse basiert auf einem transparenten empirisch möglichst gut gesicherten Modell, dessen Erstellung und Weiterentwicklung Aufgabe der Wissenschaft ist.<sup>55</sup> Analysen ergeben sich damit nicht unmittelbar aus Messungen.

Wissenschaftliches Wissen ist jedoch vorläufig und empirische Beobachtungen (Fakten, siehe 2.) lassen sich grundsätzlich auch durch unterschiedliche, möglicherweise sogar einander widersprechende, Modelle erklären. Analysen haben damit oft nicht das gleiche Maß an „Zuverlässigkeit“ (Evidenz<sup>56</sup>) wie Fakten. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse können zu anderen Erklärungen von Beobachtungen führen. Oft ist auch offen, welches der verschiedenen konkurrierenden wissenschaftlichen Modelle tatsächlich die Beobachtungsdaten, die Fakten, am besten erklärt.<sup>57</sup> Hier gibt

53 So sind schon heute rund 4,5 Millionen Todesfälle durch Krebs auf das individuelle Verhalten von Menschen, wie Rauchen oder Alkoholkonsum, zurückzuführen, was „klimawandelbedingte“ Risiken nach heutigen Einschätzungen weit übersteigt.

54 Keinesfalls sinnvoll und für die Einordnung nützlich sind Warnungen vor irgendeiner Art von „Katastrophe“. Eine Katastrophe ist nämlich eine völlig diffuse Kategorie und reicht von Ereignissen, wie den schweren Unfall eines Schulbusses, bis zu einer schweren Pandemie, die die Auswirkungen von COVID-19 noch erheblich übersteigen könnte.

55 Siehe Wissenschaftstheorie bei Chalmers, 2007.

56 Vgl. Aussagen 6) und 8).

57 Gleißner, 2018 zu volkswirtschaftlichen Modellen sowie Hillmer, 1993.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

es oft Dissens – der allerdings für den wissenschaftlichen Fortschritt durchaus positiv ist.

Bezüglich Analysen kann man nun ähnlich wie bei den Fakten (vgl. Abschnitt 2) verschiedene Varianten mit differierenden Graden der Zuverlässigkeit unterscheiden. An dieser Stelle soll keine umfassende Strukturierung unterschiedlicher Analyseansätze im Hinblick auf ihre Zuverlässigkeit (Evidenz) vorgestellt werden. Betrachtet werden sollen nur zwei Hauptgruppen von Analysen, die sich im Hinblick auf die Zuverlässigkeit ihrer Aussagen deutlich unterscheiden, und die für die Diskussion über den Klimawandel besondere Bedeutung haben.

### 3.a Analysen durch statistische Auswertung einer großen Datenmenge

Ein hohes Maß an Zuverlässigkeit bieten Analysen, die auf einer großen Anzahl von Daten basieren und keine komplexen Erklärungsmodelle erfordern. Die hohe Anzahl an verfügbaren Daten erlaubt treffendere und durch einzelne Ausreißer wenig verzerrte Aussagen abzuleiten. Die Unabhängigkeit von komplexen Modellen, mit einer Vielzahl von Annahmen, macht die Analyse „robust“, wenn zugleich keine „hehren Annahmen“ verwendet werden, bezüglich derer Unsicherheit oder wissenschaftlicher Dissens besteht. Ein Beispiel für ein derartiges Analyseergebnis ist das Folgende:<sup>58</sup>

12) *Die Anzahl der hitze- und kältebedingten Todesfälle ist von 1980 bis 2018 gesunken, wobei die Anzahl der kältebedingten Todesfälle bei weitem überwiegt.*<sup>59</sup>

### 3.b Komplexe Analysen von seltenen Ereignissen (Attributionsanalysen)

Die statistischen Analysen gemäß 3.a sind im Hinblick auf ihre Evidenz noch in der Nähe von Fakten (gemäß 2.). Wesentlich unsicherer sind Analysen, wenn sie nur auf sehr wenigen Daten basieren. Dies gilt insbesondere also für Analysen, bei denen z. B. ausgehend von – definitionsgemäß – vergleichsweise seltenen Extremwetter-Ereignissen auf deren Ursachen geschlossen werden soll.<sup>60</sup> Auf die Herausforderung (und die Fallstricke) bei der Beurteilung von Ursachen für seltene Ereignisse – wie z. B. extremen Starkregen – verweisen van Oldenborgh et al. (2021).

58 Das BVerfG, 2021, Rn. 24 verweist auf extreme Hitzetage, aber ohne eine solche Einordnung der Wirkungen.

59 Etwa im Verhältnis 9:1; vgl. Zhao et al., 2021. Die Studie von Burkart et al., 2021 analysiert ebenfalls hitze- und kältebedingte Todesfälle für den Zeitraum 1980–2016 mit Bezug auf einzelne Krankheitsbilder (bezogen auf DALY (disability-adjusted life years) pro 100.000 Einwohner). Auch diese Studie zeigt eine wesentlich größere Anzahl an kälte- im Vergleich zu hitzebedingten Todesfällen und insgesamt die niedrigsten Auswirkungen nicht optimaler Temperaturen (die Relation zwischen kälte- und hitzebedingten Todesfällen variiert von Land zu Land, ist grundsätzlich ähnlich wie bei Zhao et al., 2021, und zeigt z. B. für China eine Relation von rund 10 zu 1) im Wesentlichen gerade in den heißesten Regionen der Erde, also insbesondere Zentralafrika und Indonesien (siehe S. 694). Vgl. ergänzend Masselot et al., 2023.

60 Siehe zu den Methoden der Extremwerttheorie z. B. Zeder, 2007 und van Oldenborgh et al., 2021 zur Attributionsforschung.

Neben dem Problem der geringen Datenmengen für die statistische Analyse ist ein weiteres darin zu sehen, dass den Analysen meist recht komplexe Modelle zugrunde zu legen sind, deren Aufbau im Allgemeinen und deren Annahmen im Speziellen unsicher und oft strittig sind. Oft stehen unterschiedliche sich widersprechende Modelle für die Erklärung zur Verfügung. So ist es beispielsweise schwierig zu bestimmen, wie sich die Wahrscheinlichkeit für ein bestimmtes betrachtetes Ereignis – z. B. ein extrem trockener Sommer oder Starkregen mit der Konsequenz einer Flutkatastrophe – infolge einer Temperaturerhöhung verändert hat. Es bleiben Wahrscheinlichkeitsaussagen und die Analysen zielen darauf, Veränderungen von Wahrscheinlichkeiten einzuschätzen (Attributionsforschung). In die Gruppe dieser Aussagen gehört beispielsweise solche folgender Art:<sup>61</sup>

13) *Die Wahrscheinlichkeit für Extremregen in der Region A hat durch die Temperaturerhöhung von 1970 bis 2020 um y% zugenommen.*<sup>62</sup>

Analysen dieser Art, also Wahrscheinlichkeitsaussagen ausgehend von wenigen Daten, mit denen sich die Attributionsforschung beschäftigt, haben eine wesentlich geringere Evidenz als Analysen, die in Abschnitt 3.a beschrieben wurden, oder Fakten aus Abschnitt 2.

Aussagen, wie z. B. „das Extremwetterereignis am 20. Juli 2022 war durch den Klimawandel verursacht“, sind grundsätzlich nicht sachgerecht. Es gibt eine Vielzahl von Ursachen für beobachtbare Phänomene, so dass eine monokausale Verursachung durch irgendeinen Sachverhalt – wie eine Temperaturerhöhung – nicht angenommen werden kann.

Es ist also nicht möglich ein bestimmtes Ereignis, z. B. eine Dürre oder eine Überschwemmung durch Starkregen, quasi „sicher“ dem Klimawandel zuzuordnen. Man kann lediglich versuchen zu beurteilen, wie sich die Wahrscheinlichkeit für ein derartiges Ereignis z. B. infolge einer Temperaturerhöhung verändert hat.<sup>63</sup> So ist eine adäquate Definition des Extremereignisses notwendig und man muss sich mit dem Problem auseinandersetzen, dass solche Extremereignisse natürlich sehr selten auftreten, was eine statistische Analyse erschwert.<sup>64</sup> Man benötigt zudem ein geeignetes Modell, mit dem man das Auftreten der Extremereignisse (a) unter Beachtung z. B. der eingetretenen Klimaerwärmung und (b) hypothetisch ohne diese vergleichen kann. Bei der Betrachtung von Auswirkungen von Extremwetterereignissen ist zudem zu berücksichtigen, dass sich im Zeitverlauf z. B. die Bevölkerungszahl, die in der betroffenen Region lokalisierten Vermögenswerte oder auch die Schutzmaßnahmen verändert haben können (also das Exposure). So kann z. B. eine zunehmende

61 Ein präzise zu umschreibendes Ereignis, siehe van Oldenborgh et al., 2021.

62 Hypothetische Aussage ohne konkrete Quelle.

63 Siehe zu den Herausforderungen van Oldenborgh et al., 2021 und zur Methodik und den hier bestehenden Gefahren von Fehleinschätzungen.

64 Siehe dazu die Methoden der Extremwerttheorie, die z. B. die Beschreibung von Extremausprägungen durch die verallgemeinerte Pareto-Verteilung ermöglicht.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Häufigkeit von Wassermangel in einer Region darauf zurückzuführen sein, dass mit der steigenden Bevölkerung der Wasserbedarf und damit die Wasserentnahme zugenommen haben.<sup>65</sup>

## 4 Prognosen

Die bisher betrachteten Aussagen aus den Abschnitten 2 und 3 zielen auf die Beurteilung einer Situation (Beobachtung), einer historischen zeitlichen Entwicklung (Veränderung) oder die Erklärung einer solchen (Analysen, siehe 3.). Alle diese Aussagen beziehen sich damit auf die Gegenwart bzw. die Vergangenheit.

Prognosen sind Aussagen, die sich auf die Zukunft beziehen. Sie sind somit meist besonders unsichere Aussagen, insbesondere wesentlich unsicherer als Fakten (gemäß 2.) und die auf breiten Datengrundlagen basierenden statistischen Analysen (gemäß 3.a). Ihre Evidenz ist also oft deutlich niedriger.

Die Grundlage von Prognosen ist die zentrale Annahme, dass bestimmte aus Analysen abgeleitete Zusammenhänge auch in Zukunft weiterbestehen.<sup>66</sup> Sichere (deterministische bzw. einwertige) Prognosen gibt es außerhalb von auf einfachen Naturgesetzen basierenden Entwicklungen (z.B. Umlauf der Planeten um die Sonne) praktisch nicht.<sup>67</sup> Bestenfalls erstellen kann man „erwartungstreue“ Prognosen, von denen aber tatsächliche zukünftige Entwicklungen bedingt durch Risiken abweichen können.<sup>68</sup> Ohne Informationen über den Umfang möglicher Prognoseabweichungen, die Prognosesicherheit, sind Prognosen nahezu wertlos. Eine Prognose beispielsweise, die besagt, dass die globale mittlere Temperatur auf der Erde in den nächsten 100 Jahren um 3°C plus/minus 30°C zunehmen wird, ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit richtig, aber wenig nützlich. Sie sagt letztlich aus, dass man nichts weiß. Der erwartete Prognosewert und die Prognosegüte sind gemeinsam relevant, wenn es um die Beurteilung risikobehafteter Sachverhalte geht, also z.B. die Beurteilung von Maßnahmen, die Unternehmen oder der Staat initiieren.<sup>69</sup> Erforderlich ist es bei einer nicht sicher vorhersehbaren Zukunft, die prognostizierten Auswirkungen und den Umfang möglicher Abweichungen – den man als Chance oder Gefahr interpretieren kann – gegeneinander abzuwägen.<sup>70</sup> Prognosen ohne Aussagen über die Prognosesicherheit sind kaum nützlich.

Ähnlich wie bei den Analysen lassen sich auch bei den Prognosen verschiedene Varianten unterscheiden, denen ein unterschiedlich hoher Grad an Zuverlässigkeit bzw. Evidenz zugeordnet werden kann.

65 Siehe dazu z.B. van Oldenborgh et al., 2021, S. 70 mit einem Fallbeispiel.

66 Siehe allgemein zu Prognosen und den hier bestehenden Herausforderungen beim Umgang mit Daten Bamberg/Baur/Krapp, 2022.

67 Und selbst bei diesen gibt es kleinere Unsicherheiten.

68 Siehe Gleißner, 2022 und zu den statistischen Grundlagen Bamberg/Baur/Krapp, 2022.

69 Siehe zu Entscheidungen unter Unsicherheit Gleißner et al., 2021 und Follert/Gleißner/Moest, 2021.

70 Gleißner, 2019.

#### 4.a Robuste naturgesetzliche Prognosen

Einige Prognosen basieren auf wenigen, allgemein akzeptierten naturwissenschaftlichen Gesetzen oder auf einer Vielzahl von Daten, aus denen sich einfache ökonometrische und zeitreihenanalytische Modelle ableiten lassen, deren statistische Qualität – selbst ohne Kenntnis kausaler Zusammenhänge – Vorhersagen mit geringem Prognosefehler ermöglicht.<sup>71</sup> Besonders evident sind Prognosen, die unabhängig sind vom Verhalten der Menschen und nicht durch chaotische Prozesse bestimmt werden.<sup>72</sup> Diese werden hier als „robuste“, naturgesetzliche Prognosen bezeichnet. Im Zusammenhang mit für den Klimawandel relevanten Sachverhalten kann man hier beispielsweise folgende Prognose anführen:

14) *Die Strahlungsleistung der Sonne auf die Erde<sup>73</sup> wird in jedem Jahr von 2020 bis 2100 bei 1.366 Watt je m liegen (mit einer Unsicherheit von 10 Watt je m<sup>2</sup>).<sup>74</sup>*

#### 4.b Komplexe modellbasierte Prognosen von Umweltveränderungen (Projektionen)

Wesentlich unsicherer sind Prognosen, die auf komplexen Prognosemodellen basieren, wie z.B. den Modellen zur Vorhersage der weiteren Entwicklung der globalen Temperatur bis zum Jahr 2100. Die hier verfügbaren Modelle, die z.B. der IPCC betrachtet<sup>75</sup>, unterscheiden sich in Details ganz erheblich, wobei z.B. die Annahme über die Größe ECS (Equilibrium Climate Sensitivity), die den Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Konzentration und Temperatur erfasst, eine wesentliche und unsichere Annahme darstellt. Die Komplexität des Klima- und Wettergeschehens macht Vereinfachungen notwendig und offenkundig wesentliche Aspekte, wie die Auswirkungen der Bewölkung sind offenbar noch unklar. Trotz bestehender Unsicherheit besteht aber ein ausgeprägter wissenschaftlicher Konsens<sup>76</sup> dahingehend, dass sich im Zeitraum 2022 bis 2100 der Temperaturanstieg, der in den letzten 140 Jahren festzustellen war (siehe Aussage 6), fortsetzen wird. Die aus solchen komplexen Modellen ableitbaren Aussagen kann man also beispielsweise wie folgt formulieren:

15) *Aus den betrachteten Klimamodellen<sup>77</sup> kann man eine Temperaturerhöhung von 1,8°C (gegenüber 2022)<sup>78</sup> prognostizieren; mit einer Unsicherheit von +/-1%.<sup>79</sup>*

71 Solche Prognosefehler lassen sich z.B. ausdrücken über den Variationskoeffizienten, also die Relation der Standardabweichung der nicht erklärbaren Veränderungen zu dem Erwartungswert.

72 Quelle: Gleick, 2008.

73 Am Oberrand der Atmosphäre.

74 Quelle: Gray et al., 2010.

75 Quelle: IPCC, 2021 und 2022.

76 Siehe IPCC, 2022.

77 Vom IPCC, 2023.

78 Bzw. damit ca. 3°C bezogen auf 1880.

79 Hypothetische Aussage ohne konkrete Quellenangabe, die sich inhaltlich aber als Zusammenfassung aus Veröffentlichungen ableiten lässt.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Ein großes Problem solcher Prognosen besteht darin, dass diese sich letztlich anders als die Prognosen gemäß 4.a unter einer deutlich herauszustellenden – und stark unsicheren – Annahme darstellen.

Das Problem besteht nicht nur in Unsicherheit über die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge, z.B. über die Größe ECS, den Einfluss von Wolken, der temperaturbedingten Reduzierung der Albedo durch abschmelzendes Eis oder die Zunahme der CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Pflanzen, die bei höherer Wärme und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft *ceteris paribus* mehr Biomasse produzieren.<sup>80</sup>

Neben diesen naturwissenschaftlichen Komponenten basieren die Prognosen nämlich auch auf einer Annahme über das zukünftige **Verhalten der Menschen**. Die Prognosen sind also nicht nur unsicher, sondern von Verhaltensannahmen abhängige **Projektionen**.<sup>81</sup> Sie zeigen damit nicht, was voraussichtlich in Zukunft passieren wird. Sie geben (bestenfalls) an, was passieren wird, wenn man ein bestimmtes Verhalten der Menschheit annimmt (speziell im Hinblick auf die Klimapolitik). Projektionen, die keine Verhaltensänderung von Menschen annehmen, sind gar keine „echten“ Prognosen, weil sicher statt findende Reaktionen von Menschen bei geänderten Rahmenbedingungen ignoriert werden (Lomborg, 2022).<sup>82</sup> Aber nicht nur das Verhalten der Menschen und die Intensität von klimapolitischen Maßnahmen, sondern eine Vielzahl weiterer unsicherer Aspekte spielen hier eine Rolle, nämlich z.B. das weltweite Bevölkerungswachstum. Diese Abhängigkeit der Prognosen – bzw. Projektionen – führt zu einem weiteren Problem von Prognosen einer letzten Gruppe (4c), deren Glaubwürdigkeit besonders gering ist.

#### 4.c Komplexe modellbasierte Prognosen in Abhängigkeit der Lebensbedingungen der zukünftig lebenden Menschen und „Gedankenspiele“

Die unter 4b diskutierten Prognosen (Projektionen) sind Aussagen über „naturwissenschaftliche Größen“ des Umfelds der Menschen, wie z.B. speziell die Veränderung der mittleren globalen Temperatur bis zum Jahr 2100. Sieht man von den erläuterten Problemen der Abhängigkeit vom Verhalten der Menschen ab, handelt es sich im Grundsatz um ein Prognoseproblem, das mit Hilfe ausreichend fundierter naturwis-

80 Für den Fall einer weiter starken Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration und der Temperatur prognostiziert die Studie von Jägermeyr et al., 2021, unter ansonsten gleichen Bedingungen einen Rückgang von bis zu 24 % bei Mais, während die Produktion von Weizen um 9 % zunimmt. Vgl. auch Brás et al., 2021.

81 Siehe dazu beispielhaft diejenigen des Club of Rome; Meadows et al., 1972; Meadows/Randers/Meadows, 2007 sowie Randers, 2016. Zum Vergleich: Verhaltensänderungen der Menschen bei Alkoholkonsum und Ernährung und insbesondere der Verzicht auf Rauchen hätten eine weit größere Relevanz: die Studie der GBD 2019 Cancer Risk Factors Collaborators 2022 zeigt, dass deutlich über 40 % aller durch Krebs verursachten Todesfälle, rund 4,5 Millionen Todesfälle, also durch das Verhalten der Menschen bedingt sind.

82 Solche Projektionen aus Szenarien können für (1) alternative Strahlungsantriebe (wie RCP 2.6, RCP 4.5) und (2) sozioökonomischen Entwicklungen (SSP1, ..., SSP5) betrachtet werden, um die sich hier jeweils ergebenden Emissionsvermeidungskosten diskutieren und bewerten zu können (RCP = Representative Concentration Pathways, SSP = Shared Socioeconomic Pathways).



senschaftlicher Modelle angegangen werden kann; wenngleich wie bei allen Prognosen natürlich Prognoseunsicherheiten bleiben.

Eine weit niedrigere Evidenz als Prognosen über die Auswirkungen erwarteter Veränderungen der Umwelt (wie der Temperatur im Speziellen) haben solche über die Lebensbedingungen der Menschen in der Zukunft.

16) *Für die EU prognostizieren Naumann et al. (2020) eine Zunahme von 33.000 Todesfällen durch extreme Hitze bei gleichzeitigem Rückgang der Todesfälle durch extreme Kälte um 72.000 ohne Berücksichtigung bis zum Jahr 2100 zu erwartender Anpassungsmaßnahmen (wie Ausbau von Klimaanlage).*<sup>83</sup>

Es ist hier nämlich zu beachten, dass bei dieser Prognose nicht etwa die Auswirkung einer z.B. um 2°C erhöhten Temperatur für die *heute* lebenden Menschen beurteilt werden soll. Die Beurteilung der Auswirkungen einer klimawandelbedingt höheren Temperatur auf die Menschen, die z.B. in 80 Jahren leben, erfordert eine Prognose über die Weiterentwicklung der Menschheit, insbesondere in wissenschaftlicher, technologischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Wenn man z.B. beurteilen möchte, wie sich eine prognostizierte Veränderung der globalen Temperatur auf die Menschen des Jahres 2120 auswirkt<sup>84</sup>, muss man zunächst einmal prognostizieren, über welche Technologien diese Menschen verfügen und wie ausgeprägt die wirtschaftlichen Möglichkeiten (Kapital, Pro-Kopf-Einkommen) sein werden, die den Menschen zur Bewältigung einer veränderten Temperatur und der damit einhergehenden Umweltfolge zur Verfügung stehen (z.B. Anpassungsstrategie oder Schutzmaßnahmen, angefangen von so schlichten Möglichkeiten, wie den Einsatz von Klimaanlage, die Bewässerung von Feldern, den Einsatz genetisch veränderter „hitzeresistenter“ Pflanzen oder eines klimaunabhängigen „vertical farmings“).

Geht man von grundsätzlich nicht veränderten ökonomischen Rahmenbedingungen aus, kann man zumindest eine fundierte aber unsichere Einschätzung bezüglich des zukünftigen Pro-Kopf-Einkommens von Menschen erhalten.<sup>85,86</sup> Nimmt man die z.B. von Nordhaus und Moffat (2017) prognostizierte Wachstumsrate von 2% des Pro-Kopf-Einkommens an, werden die Menschen in 100 Jahren im Durchschnitt über das *7-fache* Pro-Kopf-Einkommen der heute lebenden Menschen verfügen.<sup>87</sup>

83 Bemerkenswert ist, dass in der „Executive Summary“ die Zahl der zusätzlichen Todesfälle durch extreme Hitze angegeben ist, nicht aber die Reduzierung der Todeszahl durch geringere Häufigkeit extremer Kälte.

84 Z. B. auf die Anzahl hitzebedingter Todesfälle, siehe Zhao et al., 2021 oder Todesfälle infolge Extremwetterereignissen oder Ernteverluste infolge von Dürre.

85 Für das Wirtschaftswachstum ist die Wirtschaftsordnung maßgeblich, insbesondere sind hier freie Märkte und gesicherte Eigentumsrechte wesentlich, siehe z. B. Acemoglu/Robinson, 2012; Bernstein, 2005 und Hemmer/Lorenz, 2004.

86 Wachstumsgrenzen, wie sie in der aktuellen Studie für den Club of Rome diskutiert werden (siehe Randers, 2016), sind möglich, aber nicht notwendig. Technologische Möglichkeiten wie Substitution von Rohstoffen könnten dazu führen, dass – wie schon in den letzten Jahrzehnten – der Einsatz volkswirtschaftlicher Ressourcen für die Gewinnung nicht erneuerbarer Rohstoffe tendenziell sinkt.

87 Wobei die Ungleichheit der Einkommen tendenziell abnimmt, siehe Nordhaus/Moffat, 2017. Siehe auch Casey/Fried/Goode, 2022; Greßer/Meierrieks/Stadelmann, 2022; Meierrieks/Stadelmann, 2023 und

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Auch diese Prognose ist natürlich mit Unsicherheit behaftet. Sie zeigt allerdings, dass die Handlungsmöglichkeiten von Menschen in 100 Jahren wesentlich größer sein dürften, was bei der Beurteilung der Auswirkungen und Umweltveränderungen, insbesondere infolge steigender Temperaturen, berücksichtigt werden muss. Man benötigt auf jeden Fall zunächst einmal eine fundierte Prognose über das zukünftige Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens.<sup>88</sup>

Noch schwieriger zu prognostizieren ist über welche Technologien die Menschen in 100 Jahren verfügen werden, sodass man darauf basierende Szenarien schon als „Gedankenspiele“ auffassen kann.<sup>89</sup> Betrachtet man vergleichsweise die wissenschaftliche und technologische Entwicklung seit dem Jahr 1900, wird deutlich, dass fast alle heute den Lebensstandard sowie Problemlösefähigkeit bestimmenden Technologien damals unvorstellbar waren – man denke hier nur beispielhaft an Computer, Internet und künstliche Intelligenz, Antibiotika, mRNA-Impfstoffe und Medizintechnik sowie die Möglichkeiten, fossile Energieträger durch erneuerbare Energien, z.B. mittels Solarzellen, zu substituieren. Es ist ein fundamentales Problem, dass zumindest über mittlere und längere Zeithorizonte wissenschaftliche und technologische Entwicklungen nicht vorhergesehen werden können. Wüsste man, was man in 100 Jahren weiß, könnte man die entsprechenden Entwicklungen heute bereits antizipieren.

Im Hinblick auf die zukünftig verfügbaren Technologien, die für die Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels in 100 Jahren zu Verfügung stehen könnten, besteht also extrem hohe Prognoseunsicherheit. Man kann nur sicher sein, dass weit mehr Wissen, Technologien und Handlungsspielraum zur Verfügung stehen werden. Da die in der Zukunft verfügbaren Technologien und damit die Handlungsmöglichkeiten der Menschen im Jahr 2100 heute noch unbekannt sind, sind Aussagen (Prognosen) wie die nachfolgende ohne jedes wissenschaftliche Fundament (und im Hinblick auf die Evidenz nicht von einer Prophezeiung zu unterscheiden).

*17) Die Menschen im Jahr 2100 werden durch den menschenverursachten Klimawandel katastrophale Lebensbedingungen vorfinden, die ihre Lebensrisiken massiv erhöhen und die Lebenserwartung gegenüber 2022 reduzieren.*<sup>90</sup>

Manche Prognosen sind zudem nicht einmal plausibel.<sup>91</sup> Diese niedrige Evidenz hat eine wichtige praktische Konsequenz: Es ist keine wissenschaftlich gesicherte Aus-

---

Burgess et al., 2023 mit einer eher ungünstigen Wachstumsprognose, die aber auch noch einen deutlichen Anstieg des Wohlstands zeigt.

88 Gleißner/Follert/Daumann, 2021.

89 Dies führt zu einer Unterscheidung zwischen Prognosen im engeren Sinn, die auf Daten und Modellen basieren, sowie dem Grenzfall von „Gedankenspielen“, die denkbare Zukunftsszenarien darstellen, ohne dass diese in nachvollziehbarer Weise (und speziell basierend auf Daten) abgeleitet sein müssten (wobei der Übergang fließend ist).

90 Hypothetische Aussage ohne konkrete Quellenangabe, die sich inhaltlich aber als Zusammenfassung aus Veröffentlichungen ableiten lässt (wie z. B. Latif, 2020 und 2022).

91 Wenn beispielsweise eine Studie aussagt, dass durch den klimawandelbedingten Meeresspiegelanstieg bis 2100 (ohne Gegenmaßnahmen) eine Fläche verloren gehen könnte, die 0,5 % der globalen Landfläche

sage, dass man mit im Prinzip unbegrenztem Aufwand jedes denkbare Problem der Menschen, z. B. den Klimawandel, sofort lösen müsste.<sup>92</sup>

Aus dieser hohen Unsicherheit folgt zudem, dass eine fundierte Beurteilung der Angemessenheit von speziellen Maßnahmen für die CO<sub>2</sub>-Reduzierung in der Gegenwart schwierig ist. Um zu beurteilen, wie restriktiv (volkswirtschaftliche Ressourcen in Anspruch nehmende) Maßnahmen oder die Freiheit beschränkende Gesetze sein sollen, müsste man nämlich die unsicheren Auswirkungen des Klimawandels auf Menschen im Jahr 2120 einschätzen können. Wie erläutert, ist dies jedoch nicht fundiert möglich. Daher ist es verständlich, dass – je nach impliziter Annahme über Technologie und Handlungsmöglichkeit der in 100 Jahren lebenden Menschen – sehr unterschiedliche Vorstellungen über die angemessene „Härte“ von Maßnahmen der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung bestehen.<sup>93</sup> Wissenschaftlich ist eine Rechtfertigung bestimmter Maßnahmen nicht möglich, solange die Auswirkungen der Maßnahmen und wiederum ihrer Auswirkungen über Temperatur auf die Lebensbedingungen der Menschen in 100 Jahren nicht gelingt.<sup>94</sup> Damit fehlt aber auch ein wissenschaftliches Fundament für Gesetze, die die Freiheit der heute lebenden Menschen deutlich beschränken, was auch das BVerfG beachten sollte.

#### 4.d Prognosen als Entscheidungsgrundlage

Infolge der Unsicherheit von Prognosen (aus Abschnitt 4.c) ist auch die in Abschnitt 1 angesprochene Entscheidung des BVerfG über das Bundesklimaschutzgesetz, das auf „*gravierende Freiheitseinbußen zum Schutz des Klimas*“ in der Zukunft verweist, problematisch.<sup>95</sup> Es ist nicht mehr als eine wissenschaftliche ungesicherte Hypothese, dass solche Freiheitseinschränkungen in der Zukunft in Deutschland notwendig werden. Hinzu kommt, dass selbst bei Maßnahmen in Deutschland und der hierdurch in Deutschland festzulegenden Freiheitsbeschränkungen möglicherweise keine positiven Auswirkungen zu erwarten sind, da das Klima an der Staatsgrenze keinen Halt macht. Geht man davon aus, dass für Deutschland keine einzelstaatliche Erfolgspflicht aus dem Pariser Klimaabkommen ableitbar und zudem der Einfluss Deutschlands auf die zukünftige Temperaturentwicklung gering ist, ergibt sich ein

---

entspricht, erscheinen monetäre Schäden z. B. von 10 % der jährlichen globalen Wertschöpfung wenig plausibel (zumal sich die erwähnten 0,5 % Flächenverlust über einen Zeitraum von 100 Jahren ergeben).

92 Vgl. Gleißner/Follert/Daumann, 2021.

93 Siehe zu einem ökonomischen Ansatz für „optimale Härte“ von Maßnahmen Nordhaus, 2018, und Hänsel et al., 2020.

94 Unabhängig davon ist bei allen politischen oder auch unternehmerischen Entscheidungen immer ein Abwägen von Maßnahmen und die Beachtung begrenzter Ressourcen erforderlich. Vgl. Hänsel et al., 2020 und Gleißner, 2019 zur risikoadäquaten Bewertung von Handlungsoptionen; vgl. speziell Hampicke, 2020 zur Abwägung von Schadens- und Vermeidungskosten in der Klimapolitik.

95 Beispielsweise wäre hier an Einschränkungen im Bereich der Gewerbefreiheit zu denken, wenn unternehmerische Aktivitäten mit hoher CO<sub>2</sub>-Emission grundsätzlich verboten würden, und eben an das Recht der freien Entfaltung der Persönlichkeit (Art. 2 GG). Grundsätzlich könnten Beschränkungen bei all jenen Aktivitäten von Menschen, die mit CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden sind (z. B. Reisen, Haustierhaltung, Fleischkonsum etc.), erwogen werden.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

anderer Kritikpunkt am Klimaschutzgesetz: Unter den skizzierten Bedingungen wäre ein Fokus auf Maßnahmen zur Anpassung an steigende Temperaturen zu begründen.<sup>96</sup> Sieht man das Primärziel<sup>97</sup> als „Schutz des Lebens und der körperlichen Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG“, ist die Zweckdienlichkeit diskussionswürdig: Auch Maßnahmen zur Anpassung an höhere Temperaturen können diesem Zweck dienen und sind entsprechend gegen die volkswirtschaftlichen Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion abzuwägen. Betrachtet man lediglich Deutschland, ist offenkundig, dass Maßnahmen der Anpassung gegen steigende Temperatur diesem Schutz dienlicher sind, weil die CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands die Temperaturentwicklung nicht oder nicht spürbar beeinflussen können. Wenn also der Schutz des Lebens und der körperlichen Unversehrtheit der Einwohner Deutschlands im Mittelpunkt steht, erscheint die fehlende Betrachtung von Anpassungsmaßnahmen diskussionswürdig. Insoweit stellt sich die Frage, ob Einschränkungen in Deutschland zulässig sind oder ob nicht eher gebotenes internationales Verhalten die aus Art 20a GG folgende Konsequenz sein müsste.

Bei der Beurteilung der Auswirkungen steigender Temperaturen für Deutschland sind schließlich auch deren Auswirkungen auf Länder mit niedrigem Pro-Kopf-Einkommen zu betrachten, da diese indirekt auf die Menschen in Deutschland wirken, z.B. wenn steigende Temperaturen Migration und damit den „Zuwanderungsdruck“ auf Deutschland verschärfen.<sup>98</sup> Daher ist auch die finanzielle Unterstützung ärmerer Staaten bei der Umsetzung und Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen in ihrer Wirksamkeit gegen Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission in Deutschland abzuwägen.<sup>99</sup>

## 5 Fazit und Implikationen für Wissenschaft, Politik, Recht und Medien

Der Klimawandel ist in der Zwischenzeit wohl das dominierende Thema bei Umwelt, Politik und auch der Weiterentwicklung des Umweltrechts.<sup>100</sup>

Gerade bei dem regelmäßig zu lesenden Verweis auf die wissenschaftliche Fundierung von Aussagen über den Klimawandel ist eine Unterscheidung zwischen **Fakten**, **Analysen** und **Prognosen** notwendig, wobei **Projektionen und Szenarien** (bzw. Gedankenspiele) als Sonderform der Prognose betrachtet werden können, die weitgehend ohne Modelle und transparente Datengrundlagen entstehen (vgl. Abb. 3).

96 Das Klimaschutzgesetz (KSG) hat den Charakter eines Rahmengesetzes, das auf Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion in Deutschland zielt. Siehe dazu auch BVerfG-Beschluss, S. 15.

97 Siehe BVerfG, Leitsätze 1, S. 1.

98 Siehe dazu Berlemann/Steinhardt, 2017.

99 Auf das Problem klimabedingter Flucht und Migration weist auch das BVerfG, 2021, Rn. 22 sowie Rn. 28 hin.

100 Siehe dazu Groth/Bender/Groth, 2021.

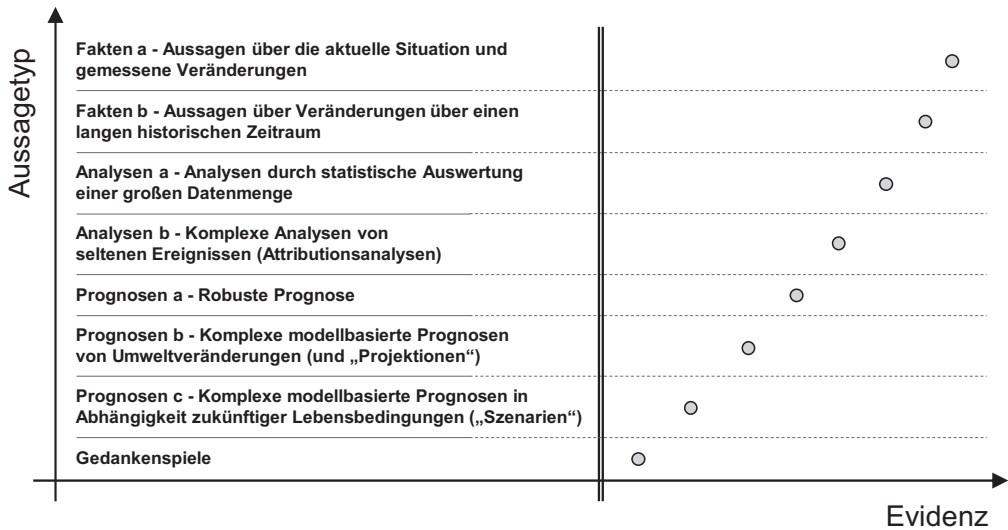


Abbildung 3: Fakten, Analysen und Prognosen

Die Wissenschaft liefert zunächst ein möglichst sicheres Datenfundament (Fakten, gemäß 2.).<sup>101</sup> Sie hat die Aufgabe diese zu interpretieren, zu analysieren und so Zusammenhänge herzustellen (siehe 3.). Bereits die Aussagen zu Veränderungen der Wahrscheinlichkeit von seltenen Extremwetterereignissen in Abhängigkeit von der Temperatur ist eine beachtliche wissenschaftliche Herausforderung. Prognosen über die zukünftige Entwicklung relevanter Umweltgrößen sind unsicher, wenngleich inzwischen ein hohes Maß an Konsens darüber erreicht ist, dass die anthropogene CO<sub>2</sub>-Emission auch bis zum Jahr 2100 zu weiter deutlich steigenden Temperaturen auf der Erde führen wird – sofern nicht klimapolitische Maßnahmen der Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen umgesetzt werden<sup>102</sup>, wie z. B. die Einführung eines CO<sub>2</sub>-Emissionsbudgets (und damit eines globalen CO<sub>2</sub>-Preises).

Den für die Rechtfertigung solcher gesetzlich vorgeschriebener Maßnahmen regelmäßig herangezogenen Prognosen über die Auswirkungen einer (in der Höhe unsicheren) Temperaturerhöhung in den nächsten 100 Jahren für die zukünftig lebenden Menschen, z. B. ihre Lebensbedingungen und Lebenserwartung, fehlen die Daten Grundlagen. Für solche Prognosen ist nämlich zunächst eine Prognose der Lebensbedingungen der Menschen in 100 Jahren erforderlich, also z. B. über deren Pro-Kopf-

101 Gerade bei der Würdigung und Interpretation von Analysen und Prognosen sind eine Plausibilisierung und auch eine kritische Reflektion der Neutralität der Autoren sinnvoll. Ist die Analyse in der Hinsicht neutral, dass z. B. Vor- und Nachteile einer diskutierten Entwicklung gleichermaßen betrachtet werden? Gibt es erkennbare politische oder ökonomische Interessen der Autoren, die zumindest die Wahrscheinlichkeit einer interessen geleiteten Darstellung von Analyseergebnissen erhöhen? Wurde die Analyse von fachkundigen Personen erstellt und hat sie den bei wissenschaftlichen Studien üblichen Peer-Review-Prozess erfolgreich durchlaufen (und ist entsprechend in einem renommierten Journal erschienen)?

102 Siehe dazu das Pariser Klimaabkommen.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Einkommen und insbesondere über die Entwicklung des Wissens und der zukünftig verfügbaren Technologien für die Risikobewältigung. Ohne eine fundierte Prognose über die zukünftigen Handlungsmöglichkeiten der Menschen im Jahr 2100 oder 2120, die von deren technologischen Möglichkeiten abhängen, ist eine Beurteilung der Auswirkungen erhöhter Temperaturen auf diese Menschen nicht möglich. Eine wissenschaftliche Grundlage für eine über 100 Jahre gehende Technologieprognose existiert nicht. Damit sind Aussagen, die eine dramatische Bedrohung der Lebensbedingungen der in 100 Jahren lebenden Menschen ausdrücken, primär eine **Meinung** mit sehr hoher<sup>103</sup> Unsicherheit<sup>104</sup> oder ein Gedankenspiel (**ein Szenario**) und so von datengestützten Prognosen abzugrenzen. Sie sind damit allerdings nicht notwendigerweise per se eine nutzlose Prophezeiung. Notwendig ist es allerdings sie richtig einzuordnen: Solche Aussagen sind – nicht mehr und nicht weniger als – eine Warnung vor bestehenden Risiken. Um ihnen Glaubwürdigkeit zu verleihen, ist es dabei allerdings erforderlich, dass auch bei einer solchen Warnung klargestellt wird, dass die ökonomischen und technologischen sowie wissenschaftlichen Handlungsmöglichkeiten von Menschen in 100 Jahren sehr viel größer sein dürften als diejenigen der Menschen heute. Eine solche Transparenz ist wünschenswert.

Eine klare Unterscheidung zwischen Fakten, Analysen und Prognosen sowie den hier bestehenden und in diesem Beitrag erläuterten Varianten ist insbesondere wesentlich, wenn auf Basis solcher Aussagen mit sehr unterschiedlicher Evidenz Implikationen für Umweltpolitik und die Weiterentwicklung des Umweltrechts abgeleitet werden sollen. Gerade wenn im Grundgesetz verankerte persönliche Freiheitsrechte der Menschen im Interesse des Wohls der in Zukunft lebenden Menschen eingeschränkt werden sollen, erscheint dies nur gerechtfertigt, wenn dabei von wissenschaftlich gut gesicherten Aussagen ausgegangen werden kann – was aus den genannten Gründen bei Prognosen für die Lebensumstände von Menschen, die z. B. in 50 oder 100 Jahren leben, nicht möglich ist.

Aufgabe der Wissenschaft ist daher insbesondere die Verbesserung der Datengrundlage (Fakten), die Erstellung von Analysen und von Prognosen, für die sie eine wissenschaftliche Grundlage haben (also speziell die Prognose der Temperaturentwicklung, zumindest unter der zusätzlichen Annahme bestimmter Verhaltensweisen der Menschen). Es schadet der Reputation der Wissenschaft, wenn darüber hinaus der Eindruck erweckt würde, man wäre in der Lage, die in 100 Jahren verfügbare Technologie der Menschen einschätzen zu können – was jedoch erforderlich wäre, um die

103 Unquantifizierter.

104 Das BVerfG führt in 2021 aus, Rn. 249:

„Das Grundgesetz gibt nicht im Einzelnen vor, was zu regeln ist, um Voraussetzungen und Anreize für die Entwicklung klimaneutraler Alternativen zu schaffen.“ Diese Position ist auch mit den erheblichen prognostischen Unsicherheiten zu rechtfertigen.

Das BVerfG sieht in Anbetracht der Prognoseunsicherheiten auch einen erheblichen Spielraum, Risiken durch den Gesetzgeber zu beurteilen. Siehe z. B. Rn. 162, 211. Zum Evidenzmaßstab bzw. Untermaßverbot siehe Calliess, 2023 sowie Schlacke, 2021, S. 912–914.

(negativen) Auswirkungen möglicherweise erhöhter Temperaturen auf die Menschen des Jahres 2100 zu beurteilen.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass bei wissenschaftlichen und natürlich auch politischen Diskussionen über den Klimawandel und die erforderlichen Klimaschutzmaßnahmen zwischen Aussagen unterschiedlicher Evidenz deutlicher unterschieden werden sollte. Dies sollte auch in der Medienberichterstattung, bei Gesetzesinitiativen und der Rechtsprechung beherzigt werden. Wie im Beitrag erläutert, sollte zwischen Fakten, Analysen und Prognosen aufgrund ihrer unterschiedlichen Evidenz klar abgegrenzt werden. Es sollte insbesondere auch klar ausgedrückt werden, dass es für Prognosen über die Auswirkungen des Klimawandels für in 100 Jahren lebende Menschen kein wissenschaftlich gesichertes Fundament gibt.

Mehr Klarheit sollte ein wesentliches Gebot für die Wissenschaftler sein – und ist auch im politischen Diskurs, in der Rechtsprechung und der Medienberichterstattung zu empfehlen.

## 6 Literaturverzeichnis

Acemoglu, D./Robinson, J. A. (2012): Warum Nationen scheitern – die Ursprünge von Macht, Wohlstand und Armut, S. Fischer Verlag, Frankfurt 2012

Ahsen, A. von (2020): Wissenschaftsbasierte Klimaziele in Unternehmen – eine empirische Analyse von Motiven und Herausforderungen, in: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU), Jg. 43, Heft 3, S. 225–267

Bamberg, G./Baur, F./Krapp, M. (2022): Statistik, 19. überarbeitete Auflage, DeGruyter Oldenbourg, München 2006

Baumüller, J./Gleißner, W. (2020): Quantifizierung von nichtfinanziellen Risiken im unternehmensweiten Risikomanagement, in: GRC aktuell, Heft 4/2020, S. 139–147

Beisecker, S./Schlereth, Ch./Hein, S. (2022): Shades of fake news: How Fallacies influence Consumers' Perception, in: European Journal of Information Systems, 11.08.2022, <https://doi.org/10.1080/0960085X.2022.2110000>

Berlemann, M./Steinhardt, M. F. (2017): Climate Change, Natural Disasters, and Migration – a Survey of the Empirical Evidence, in: CEFifo Economic Studies, Jg. 63, Heft 4, S. 353–385

Bernstein, W. (2005): Die Geburt des Wohlstands: Wie der Wohlstand der modernen Welt entstand, FinanzBuch Verlag, München 2005

Bojanowski, A. (2023): Die Katastrophenlüge, 08.10.2023, <https://www.welt.de/wissenschaft/plus247886786/Klimawandel-Die-Katastrophenluege.html>

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Brás, T. A./Seixas, J./Carvalhais, N./Jägermeyr, J. (2021): Severity of drought and heatwave crop losses tripled over the last five decades in Europe, in: *Environmental Research Letters*, 10.06.2021, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf004> (abgerufen 09.10.2023)

Brüggemann, M./Neverla, I./Hoppe, I./Walter, S. (2018): Klimawandel in den Medien, in: von Storch, H./Meinke, I./Claußen, M. (Hrsg.): *Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland*, S. 243–254

Bundesverfassungsgericht (2021): Leitsätze zum Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021: 1 BvR 2656/18; 1 BvR 78/20; 1 BvR 96/20; 1 BvR 288/20 (Klimaschutz), [https://www.bundesverfassungsgericht.de/e/rs20210324\\_1bvr265618.html](https://www.bundesverfassungsgericht.de/e/rs20210324_1bvr265618.html) (abgerufen 09.10.2023)

Burgess, M. G./Langendorf, R. E./Moyer, J. D./Dancer, A./Hughes, B. B./Tilman, D. (2023): Multidecadal dynamics project slow 21st-century economic growth and income convergence, in: *Communications Earth & Environment*, Jg. 4, 22.06.2023, <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00874-7>

Burkart, K. G./Brauer, M./Aravkin, A. Y./Godwin, W. W./Hay, S. I./He, J./Iannucci, V. C./Larson, S. L./Lim, S. S./Liu, J./Murray, C. J. L./Zheng, P./Zhou, M./Stanaway, J. D. (2021): Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: a two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study, in: *Lancet*, 21.08.2021, DOI:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1)

Calliess, Ch. (2023): Umweltpolitik im Grundgesetz: Staatsziel des Art. 20 a GG und Grundrechte nach dem Klimabeschluss des BVerfG, in: *Juristische Schulung*, Heft 1, S. 1–9

Casey, G./Fried, S./Goode, E. (2022): Projecting the Impact of Rising Temperatures: The Role of Macroeconomic Dynamics, CESifo Working Paper No. 10375 (17.04.2023), <https://www.cesifo.org/en/publications/2023/working-paper/projecting-impact-rising-temperatures-role-macroeconomic-dynamics>

Chalmers, A. F. (2007): *Wege der Wissenschaft – Einführung in die Wirtschaftstheorie*, 6. Aufl., Springer, Berlin Heidelberg 2007

Chand, S. S./Walsh, K. J. E./Camargo, S. J./Kossin, J. P./Tory, K. J./Wehner, M. F./Chan, J. C. L./Klotzbach, P. J./Dowdy, A. J./Bell, S. S./Ramsay, H. A./Murakami, H. (2022): Declining tropical cyclone frequency under global warming, auf: *Nature Climate Change*, <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01388-4>, 27.06.2022, (abgerufen 09.10.2023)

CRED/UNDRR (2020): *The Human Cost of Disasters – An overview of the last 20 years 2000–2019*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), UN



- Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 2020, <https://www.undrr.org/media/48008/download> (abgerufen am 09.10.2023)
- Eckardt, F./Bärenwalddt, M./Heyl, K. (2022): The Paris Target, Human Rights, and IPCC Weaknesses: Legal Arguments in Favour of Smaller Carbon Budgets, in: *Environments*, Jg. 9, Heft 9, <https://doi.org/10.3390/environments9090112>, abgerufen: 09.10.2023
- Ercin, E./Veldkamp, T. I. E./Hunink, J. (2021): Cross-border climate vulnerabilities of the European Union to drought, in: *Nature Communications*, Vol. 12, 15.06.2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23584-0>, (abgerufen 09.10.2023)
- Feichtner, I./Fischer-Lescano, A./Groß, Th./Klinger, R./Krämer-Hoppe, R./Krajewski, M./Markard, N./Thiele, A./Bernstorff, J. von (2023): Für eine völker- und verfassungsrechtskonforme Klimaschutzpolitik – Effektive Maßnahmen gegen die Erderwärmung statt Verwässerung des Klimaschutzgesetzes!, 31.08.2023, auf: <https://verfassungsblog.de/fur-eine-volker-und-verfassungsrechtskonforme-klimaschutzpolitik>
- Feldman, R. (1999): Evidence, in: Audi, R. (Hrsg.): *The Dictionary of Philosophy*, 2. Aufl., Cambridge University Press, 1999, S. 293–294
- Follert, F./Daumann, F. (2020): Gefahrenwahrnehmung und politische Entscheidungen, 09.04.2020, auf: <http://wirtschaftlichefreiheit.de/wordpress/?p=27031>, (abgerufen 09.10.2023)
- Follert, F./Gleißner, W./Moest, D. (2021): What Can Politics Learn from Management Decisions? A Case Study of Germany's Exit from Nuclear Energy after Fukushima, in: *energies*, Vol. 14, Heft 13/2021, 3730, <https://doi.org/10.3390/en14133730>, (abgerufen 09.10.2023)
- Formetta, G./Feyen, L. (2019): Empirical evidence of declining global vulnerability to climate-related hazards, in: *Global Environmental Change*, Vol. 57, July 2019, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378019300378>, (abgerufen 09.10.2023)
- Gampe, D./Zscheischler, J./Reichstein, M./O'Sullivan, M./Smith, W. K./Sitch, S./Buermann, W. (2021): Increasing impact of warm droughts on northern ecosystem productivity over recent decades, in: *Nature Climate Change*, Jg. 11, Heft 9, S. 772–779
- Gandjour, A. (2021a): Value-based pricing of a COVID-19 vaccine, in: *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Jg. 84, Heft Mai, S. 1–8
- Gandjour, A. (2021b): The price of curing cancer, in: *BMC Health Services Research*, Jg. 21, 11.12.2021, DOI <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07327-x>
- GBD 2019 Cancer Risk Factors Collaborators (2022): The global burden of cancer attributable to risk factors, 2010–19: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019, in: *The Lancet*, Jg. 400, Heft 10352, S. 563–591

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Geden, O. (2016): The Paris Agreement and the inherent inconsistency of climate policymaking, in: *Wires Climate Change*, 07.09.2016, <https://doi.org/10.1002/wcc.427>, abgerufen: 09.10.2023

Gigerenzer, G. (2013): *Risiko. Wie man die richtigen Entscheidungen trifft*, C. Bertelsmann Verlag, München 2013

Gleick, J. (2008): *Chaos: Making a New Science*, Penguin Books, New York 2008

Gleißner, W. (2018): Risiko, Volkswirtschaft und Wohlstand, in: *Growitsch, C./Loose, S./Wehrspohn, R. B. (Hrsg.): Beiträge zu Wirtschaftspolitik und -forschung – Festschrift anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr. Dr. h.c. Ulrich Blum*, Fraunhofer Center for Economics of Materials CEM, Halle (Saale) 2018, S. 55–68

Gleißner, W. (2019): Cost of capital and probability of default in value-based risk management, in: *Management Research Review*, Vol, 42, Heft 11/2019, S. 1243–1258

Gleißner, W. (2020): Wie riskant ist die Welt wirklich? Corona-Krise und die Risikolage der Welt, auf: <https://www.risknet.de/themen/risknews/wie-riskant-ist-die-welt-wirklich>, 7.4.2020

Gleißner, W. (2022): *Grundlagen des Risikomanagements*, 4. Auflage, Verlag Franz Vahlen, München 2022

Gleißner, W./Follert, F./Daumann, F. (2021): „Alles zu seiner Zeit“: ein kritischer Diskussionsbeitrag zum Thema Nachhaltigkeit, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht*, Heft 4/2021, S. 500–515

Gleißner, W./Follert, F./Daumann, F./Leibbrand, F. (2021): EU's Ordering of COVID-19 Vaccine Doses: Political Decision-Making under Uncertainty, auf: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/4/2169>, 23.2.2021

Gray, L. J./Beer, J./Geller, M./Haigh, J. D./Lockwood, M./Matthes, K./Cubasch, U./Fleitmann, D./Harrison, G./Hood, L./Luterbacher, J./Meehl, G. A./Shindell, D./van Geel, B./White, W. (2010): Solar Influences on Climate, in: *Reviews of Geophysics*, auf: <https://doi.org/10.1029/2009RG000282>, 30.10.2010

Greßer, Ch./Meierrieks, D./Stadelmann, D. (2022): The link between regional temperature and regional incomes: econometric evidence with sub-national data, in: *Economic Policy*, Jg. 36, Heft 107, S. 523–550

Groth, M./Bender, S./Groth, B. J. (2021): Rechtlicher Rahmen der Anpassung an die Folgen des Klimawandels im urbanen Raum, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU)*, Jg. 44, Heft 4, S. 385–414

Hampicke, U. (2020): Klimapolitik: Schadenskosten oder Vermeidungskosten?, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU)*, Jg. 43, Heft 1, S. 1–25

- Hänsel, M. C./Drupp, M. A./Johansson, D./Nesje, F./Azar, C./Freeman, M. C./Groom, B./Sternier, T. (2020): Climate economics support for the UN climate targets, in: *Nature Climate Change*, Vol. 10, S. 781–789
- Hecker, W. (2023): Schwach, aber rechtmäßig – Die Abschwächung des Klimaschutzgesetzes verstößt nicht gegen das Grundgesetz, 12.09.2023, auf: <https://verfassungsblog.de/schwach-aber-rechtmasig>
- Hemmer, H.-R./Lorenz, A. (2004): *Grundlagen der Wachstumsempirie*, Vahlen Verlag, München 2004
- Hillmer, M. (1993): *Kausalanalyse makroökonomischer Zusammenhänge mit latenten Variablen – mit einer empirischen Untersuchung des Transmissionsmechanismus monetärer Impulse*, Physica-Verlag, Heidelberg 1993
- IPCC (2021): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press 2021
- IPCC (2022): *Climate Change 2022 – Impacts, Adaption, and Vulnerability, Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- IPCC (2023): *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- Jägermeyr, J./Müller, C./Ruane, A. C./Elliott, J./Balkovic, J./Castillo, O./Faye, B./Foster, I./Folberth, C./Franke, J. A./Fuchs, K./Guarin, J. R./Heinke, J./Hoogenboom, G./Iizumi, T./Jain, A. K./Kelly, D./Khabarov, N./Lange, S./Lin, T. S./Liu, W./Mialyk, O./Minoli, S./Moyer, E. J./Okada, M./Phillips, M./Porter, C./Rabin, S. S./Scheer, C./Schneider, J. M./Schyns, J. F./Skalsky, R./Smerald, A./Stella, T./Stephens, H./Webber, H./Zabel, F./Rosenzweig, C. (2021): Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models, in: *Nature Food*, Vol. 2, Heft 11, S. 873–885
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (2016): Bilanz von Naturkatastrophen, Presseinformation Nr. 058, 18.4.2016, [https://www.cedim.kit.edu/img/content/KIT\\_PI\\_2016\\_058\\_Bilanz%20von%20Naturkatastrophen%20seit%201900%20-%20acht%20Millionen%20Tote%20-%20sieben%20Billionen%20Dollar%20Schaden.pdf](https://www.cedim.kit.edu/img/content/KIT_PI_2016_058_Bilanz%20von%20Naturkatastrophen%20seit%201900%20-%20acht%20Millionen%20Tote%20-%20sieben%20Billionen%20Dollar%20Schaden.pdf) (abgerufen 09.10.2023)
- Kikstra, J. S./Waidelich, P./Rising, J./Yumashev, D./Hope, C./Brierley, C. M. (2021): The social cost of carbon dioxide under climate-economy feedbacks and temperature variability, in: *Environmental Research Letters*, Vol. 16, 06.09.2021, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac1d0b>

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Krämer, W. (2013): Die Angst der Woche: Warum wir uns vor den falschen Dingen fürchten, Piper Verlag, München 2013.

Kummu, M./Heino, M./Taka, M./Varis, O./Vivioli, D. (2021): Climate change risks pushing one-third of global food production outside the safe climatic space, in: One Earth, Jg. 4, Heft 5 (Mai 2021), S. 720–729

Lambeck, K./Rouby, H./Purcell, A./Sun, Y./Sambridge, M. (2014): Sea level and global ice volumes from the Last Glacial Maximum to the Holocene, 13.10.2014, Jg. 111, Heft 43, S. 15296–15303, <https://doi.org/10.1073/pnas.1411762111>

Latif, M. (2020): Heißzeit: Mit Vollgas in die Klimakatastrophe – und wie wir auf die Bremse treten, Verlag Herder GmbH, Freiburg 2022

Latif, M. (2022): Countdown: Unsere Zeit läuft ab – was wir der Klimakatastrophe noch entgegensetzen können, Verlag Herder GmbH, Freiburg 2022

Lomborg, B. (2020): Welfare in the 21st century: Increasing development, reducing inequality, the impact of climate change, and the cost of climate policies, in: Technological Forecasting and Social Change, Vol. 156, July 2020, 119981

Lomborg, B. (2022): Klimapanik. Wie uns die Panik vor dem Klimawandel Billionen kostet und den Planeten nicht retten wird, Finanzbuchverlag, München 2022

Masselot, P./Mistry, M./Vanoli, J./Schneider, R./Iungman, T./Garcia-Leon, D./Ciscar, J.-C./Feyen, L./Ortu, H./Urban, A./Breitner, S./Huber, V./Schneider, A./Samoli, E./Stafoggia, M./de’Donato, F./Rao, S./Armstrong, B./Nieuwenhuijsen, M./Vicedo-Cabrera, A. M./Gasparrini, A./MCC Collaborative Research Network/EXHAUSTION project (2023): Excess mortality attributed to heat and cold: a health impact assessment study in 854 cities in Europe, in: The Lancet, Jg. 7, Heft April, E271–E290

Mayer, B. (2018): Obligations of conduct in the international law on climate change: A defence, Review of European, in: Comparative & International Environmental Law, Jg. 27, S. 130–140, doi:10.1111/reel.12237, abgerufen: 09.10.2023

Meadows, D./Meadows, C./Zahn, E./Milling, P. (1972): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, dva informativ, Stuttgart 1972

Meadows, D./Randers, J./Meadows, D. (2007): Grenzen des Wachstums. Das 30-Jahre-Update. Signal zum Kurswechsel, 2. Aufl., Hirzel, Stuttgart 2007

Meierrieks, D./Stadelmann, D. (2023): Is Temperature Adversely Related to Economic Development? Evidence on the Short-Run and the Long-Run Links from Sub-National Data, 15.02.2023, [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4359186](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4359186) (abgerufen 09.10.2023)

Munich Re (2019): The natural disasters of 2018 in figures, <https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/natural-disasters/the-natural-disasters-of-2018-in-figures.html>

- Munich Re (2021): Record hurricane season and major wildfires – The natural disaster figures for 2020, 07.01.2021, <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2021/2020-natural-disasters-balance.html>, (abgerufen 09.10.2023)
- Naumann, G./Russo, S./Formetta, G./Ibarreta Ruiz, D./Forzieri, G./Girardello, M./Feyen, L. (2020): Global warming and human impacts of heat and cold extremes in the EU, in: JRC Technical Report JRC118540, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2020
- Nordhaus, W. D. (2018): Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies, in: American Economic Journal: Economic Policy, Vol 10, No. 3 (August 2018), S. 333–360
- Nordhaus, W. D./Moffat, A. (2017): A Survey of Global Impacts of Climate Change: Replication, Survey Methods, and a Statistical Analysis, NBER Working Papers 23646, National Bureau of Economic Research, <https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d20/d2096.pdf>, (abgerufen 09.10.2023)
- Norris, R. D./Kirtland Turner, S./Hull, P. M./Ridgwell, A. (2013): Marine Ecosystem Responses to Cenozoic Global Change, in: Science, Jg. 341, Heft 6145, S. 492–498
- O’Neill, B. C./Kriegler, E./Ebi, K. L./Kemp-Benedict, E./Riahi, K./Rothman, D. S./van Ruijven, B. J./van Vuuren, D. P./Birkmann, J./Kok, K./Levy, M./Solecki, W. (2016): The roads ahead: narratives for Shared Socioeconomic Pathways describing world futures in the 21st century, in: Global Environmental Change doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>.
- Parsch, S. (2022): Studie: Klimawandel verringert Zahl tropischer Wirbelstürme, auf: <https://www.n-tv.de/wissen/Studie-Klimawandel-verringert-Zahl-tropischer-Wirbelstuerme-article23426007.html>, 27.06.2022 (abgerufen 09.10.2023)
- Peter, M./Guyer, M./Füssler, J./Knittel, N./Bednar-Friedl, B./Bachner, G./Schwarze, R. (2021): Transnationale Wirkungen des globalen Klimawandels für Deutschland, in: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU), Jg. 44, Heft 1, S. 14–51
- Pielke, R. A. (2019): Tracking progress on the economic costs of disasters under the indicators of the sustainable development goals, in: Environmental Hazards, Jg. 18, Heft 1, S. 1–6
- Rabaa, S./Geisendorf, S./Wilken, R. (2022): Why change does (not) happen: Understanding and overcoming status quo biases in climate change mitigation, in: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU), Jg. 45, Heft 1, S. 100–134
- Rahmstorf, S./Schellnhuber, H. J. (2019): Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie, C. H. Beck, München 2019
- Rajamani, L./Werksman, J. (2018): The legal character and operational relevance of the Paris Agreement’s temperature goal, in: Philosophical Transactions of the Royal

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0458> (abgerufen: 09.10.2023)

Randers, J. (2016): 2052. Der neue Bericht an den Club of Rome: Eine globale Prognose für die nächsten 40 Jahre, 2. Aufl., oekom Verlag, München 2016

Reed, K. A./Wehner, M. F./Zarzycki, C. M. (2022): Attribution of 2020 hurricane season extreme rainfall to human-induced climate change, in: Nature Communications, 13. Jg., auf: [www.nature.com/articles/s41467-022-29379-1](http://www.nature.com/articles/s41467-022-29379-1), 12.04.2022 (abgerufen 09.10.2023)

Renn, O. (2014): Das Risikoparadox – Warum wir uns vor dem Falschen fürchten, Fischer Taschenbuch, Frankfurt 2014

Riahi, K./van Vuuren, D. P./Kriegler, E./Edmonds, J./O'Neill, B. C./Fujimori, S./Bauer, N./Calvin, K./Dellink, R./Fricko, O./Lutz, W./Popp, A./Cuaresma, J. C./KC, S./Leimbach, M./Jiang, L./Kram, T./Rao, S./Emmerling, J./Ebi, K./Hasegawa, T./Havlik, P./Humpenöder, F./Da Silva, L. A./Smith, S./Stehfest, E./Bosetti, V./Eomd, J./Gernaat, D./Masui, T./Rogelj, J./Strefler, J./Droueti, L./Krey, V./Luderer, G./Harmesen, M./Takahashi, K./Baumstark, L./Doelman, J. C./Kainuma, M./Klimont, Z./Marangoni, G./Lotze-Campen, H./Obersteiner, M./Tabeau, A./Tavoni, M. (2017): The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview, in: Global Environmental Change, Jg. 42, S. 153–168, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>

Ritchie, H./Roser, M. (2020): CO<sub>2</sub> emissions, in: Our World in Data, <https://ourworldindata.org/co2-emissions>, 2020 (abgerufen 09.10.2023)

Ritchie, H./Roser, M. (2022): Natural Disasters, in: Our World in Data, <https://ourworldindata.org/natural-disasters>, 2022 (abgerufen 09.10.2023)

Roser, M. (2021): [www.ourworldindata.org](http://www.ourworldindata.org)

Rosling, H. (2018): Factfulness: Wie wir lernen, die Welt so zu sehen, wie sie wirklich ist, Ullstein, Berlin 2018

Samset, B. H./Zhou, C./Fuglestedt, J. S./Lund, M. T./Marotzke, J./Zelinka, M. D. (2022): Earlier emergence of a temperature response to mitigation by filtering annual variability, in: Nature Communications, 24.03.2022, <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29247-y> (abgerufen 09.10.2023)

Schaffer, A./Moellendorf, D./Brun, S. (2020): Considerations of distributive justice principles in economic modelling of climate change, in: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU), Jg. 43, Heft 1, S. 69–94

Schlacke, S. (2021): Klimaschutzrecht – Ein Grundrecht auf intertemporale Freiheitssicherung, in: NVwZ, Jg. 40, Heft 13, S. 912–917

- Schwarz, K.-A./Sairinger, L. (2022): Die Klimakrise als Herausforderung des grundgesetzlichen Verfassungsstaates der Gegenwart, in: *ESG – Zeitschrift für nachhaltige Unternehmensführung*, Jg. 1, Heft 1, S. 6–11
- Sinn, H.-W. (1980): *Ökonomische Entscheidungen bei Ungewissheit*, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen 1980
- Sinn, H.-W. (2020): *Das grüne Paradoxon: Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik*, Weltbuch Verlag, Sargans 2020
- Steffen, W./Rockström, J./Richardson, K./Lenton, T. M./Folke, C./Liverman, D./Summerhayes, C. P./Barnosky, A. D./Cornell, S. E./Crucifix, M./Donges, J. F./Fetzer, I./Lade, S. J./Scheffer, M./Winkelmann, R./Schellnhuber, H. J. (2018): Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, in: *PNAS*, Jg. 115, Heft 33, 14. August, S. 8252–8259
- Tol, R. S. J. (2020): *The economic impact of climate in the long run*, Working Paper Series 1120, Department of Economics, University of Sussex Business School
- Umweltbundesamt (2023a): *Trends der Niederschlagshöhe*, 21.04.2023, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-niederschlagshoehe> (abgerufen: 09.10.2023)
- Umweltbundesamt (2023b): *Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen*, 20.03.2023, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen> (abgerufen: 09.10.2023)
- Urner, M. (2022): *Warum wir Konstruktiven Klimajournalismus brauchen*, auf: <https://www.oekom.de/beitrag/warum-wir-konstruktiven-klimajournalismus-brauchen-338>, 05.05.2022 (abgerufen 09.10.2023)
- Van Oldenborgh, G. J./van der Wiel, K./Kew, S./Philip, S./Otto, F./Vautard, R./King, A./Lott, F./Arrighi, J./Singh, R./Van Aalst, M. (2021): *Pathways and pitfalls in extreme event attribution*, in: *Climatic change*, Vol. 166, Heft 13/2021, S. 1–27
- Velte, P./Weber, S. (2021): *Sustainable corporate purpose and sustainable corporate governance: Integrative theoretical framework and reform recommendations*, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht*, 3/2021, S. 287–323
- Vecchi, G. A./Landsea, C./Zhang, W./Villarini, G./Knutson, T. (2021): *Changes in Atlantic major hurricane frequency since the late-19th century*, in: *Nature Communications*, Vol. 12, 13.07.2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-24268-5> (abgerufen 09.10.2023)
- Voigt, C. (2016): *The Paris Agreement: What is the Standard of Conduct for Parties?*, in: *Questions of International Law*, Jg. 26, S. 17–28.

Klimawandel: Zur Unterscheidung von Fakten, Analysen und Prognosen in Umweltpolitik und Rechtsprechung ZfU 4/2023 415–445

Worldbank (2019): World development indicators online, <https://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> (abgerufen 09.10.2023)

World Health Organization (2014): Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s, World Health Organization

World Health Organization (2021): Climate change and health, 31.10.2021, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (abgerufen 09.10.2023)

Zhao, Q./Guo, Y./Ye, T./Gasparrini, A./Tong, S./Overcenco, A./Urban, A./Schneider, A./Entezari, A./Vicedo-Cabrera, A. M./Zanobetti, A./Analitis, A./Zeka, A./Tobias, A./Nunes, B./Alahmad, B./Armstrong, B./Forsberg, B./Pan, S.-C./Íñiguez, C./Amezing, C./De la Cruz Valencia, C./Åström, C./Houthuijs, D./Van Dung, D./Royé, D./Indermitte, E./Lavigne, E./Mayvaneh, F./Acquaotta, F./de' Donato, F./Di Ruscio, F./Sera, F./Carrasco-Escobar, G./Kan, H./Orru, H./Kim, H./Holobaca, I.-H./Kyselý, J./Madureira, J./Schwartz, J./Jaakkola, J. J. K./Katsouyanni, K./Diaz, M. H./Ragetti, M. S./Hashizume, M./Pascal, M./de Sousa Zanotti Stagliorio Coêlho, M./Valdés Ortega, N./Ryti, N./Scovronick, N./Michelozzi, P./Matus Correa, P./Goodman, P./Saldiva, P. H. N./Abrutzky, R./Osorio, S./Rao, S./Fратиanni, S./Dang, T. N./Colistro, V./Huber, V./Lee, W./Seposo, X./Honda, Y./Guo, Y. L./Bell, M. L./Li, S. (2021): Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study, in *The Lancet*, Vol. 5, Juli 2021, S. 415–425

Zeder, M. (2007): *Extreme Value Theory im Risikomanagement*, Versus Verlag, Zürich 2007