



Politikpapier

# Langfristszenarien der Bundesregierung unzureichend: Klimaneutralität 2045 zu spät — Kosten zu hoch und Wachstumsgeschwindigkeit für Erneuerbare Energien zu niedrig angesetzt

Berlin, Oktober 2023

Hans-Josef Fell  
Dr. Thure Traber  
Linda Rasche  
Patrick Hohlwegler

Unter Mitwirkung von  
Baro Vicenta Ra Gabbert

**ENERGY  
WATCH  
GROUP**

*„Die immer dramatischeren Auswirkungen der globalen Erwärmung spüren wir auch in Deutschland schon heute. Statt weniger, brauchen wir jetzt mehr Klimaschutz. Die vorliegende Studie der Energy Watch Group zeigt, dass die Langfristszenarien der Bundesregierung nicht zutreffend sind, weil sie von falschen Annahmen ausgehen. Sie sollten dringend aktualisiert werden.“*

Thomas Heilmann, MdB, Vorsitzender der KlimaUnion

*"Die wissenschaftlichen Analysen der letzten Monate sind eindeutig: Die deutsche Klimapolitik ist weiterhin nicht auf dem notwendigen Pfad, um die Erderhitzung auf möglichst 1,5-Grad zu begrenzen. Jetzt gilt es, auf diese Erkenntnisse endlich mit Lösungen zu reagieren! Denn es ist noch möglich, der Klimakrise durch politisches Handeln zu begegnen. Mit stark wirksamen Maßnahmen in allen Sektoren, ausgerichtet am verbleibenden Restbudget, bieten wir konstruktive Antworten und stehen bereit, gemeinsam mit der Politik diesen ambitionierten Klimaschutz zu gestalten und Klimaneutralität bis 2035 zu erwirken.“*

Dr. Julian Zuber, Geschäftsführer GermanZero e.V.

*„Klimaneutralität ist ein verfassungsrechtliches Gebot. Um dieses möglichst wirtschafts-, gesellschaftsverträglich und generationengerecht zu erreichen, braucht es heute kluge Maßnahmen, die den Wohlstand von morgen sichern. Die Studie der Energy Watch Group zeigt einmal mehr, dass schnellerer Klimaschutz möglich ist und die Vorschläge auf dem Tisch liegen. Statt sich in der Diskussion um die Abschwächung des Klimaschutzgesetzes und dem Aufschieben notwendiger klimapolitischer Maßnahmen zu verlieren, sollte der Gesetzgeber endlich anfangen, anhand verlässlicher Zahlen verlässliche und verfassungskonforme Klimapolitik zu betreiben.“*

Baro Vicenta Ra Gabbert, Juristin und Gründerin der Climate Clinic

Mit freundlicher Unterstützung von



# **Langfristszenarien der Bundesregierung unzureichend: Klimaneutralität 2045 zu spät — Kosten Erneuerbare Energien zu hoch und Wachstum zu niedrig angesetzt**

## **Einleitung**

Die zahlreichen Hitzewellen im Sommer 2023 in Südeuropa, West-USA, Afrika, China; die Waldbrände in Kanada und auf Rhodos und viele andere mehr zeigen eine neue Klimakatastrophendimension. Dabei hat schon längst der kürzlich erschienene 6. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) die Dringlichkeit des Handelns in der Klimapolitik unterstrichen. Während dieser Bericht deutlich vor den katastrophalen Folgen warnt, die uns drohen, falls wir das 1,5-Grad-Ziel verfehlen, betont er auch, dass es immer noch möglich ist, dies zu erreichen. Doch dafür sind umgehend tiefgreifende Veränderungen und ambitionierte Maßnahmen auf globaler Ebene notwendig.

Die planetare Grenze für die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre und damit für das Klima liegt bei 350 ppm CO<sub>2</sub>. Diese Grenze wurde bereits um 1990 überschritten. Seit damals hätten keine Klimagase mehr emittiert werden dürfen, um die Grenze nicht zu überschreiten. Dies bedeutet, dass es schon seit 1990 gar kein Kohlenstoffbudget mehr gibt, das die Menschheit noch emittieren dürfte. Dennoch hat die Menschheit die Klimagasemissionen bis heute auf immer neue Rekordhöhen gesteigert. Daher sehen wir aktuell mit 420 ppm CO<sub>2</sub>-Konzentration die planetarische Grenze weit überschritten.

Um eine sichere Zukunft für die menschliche Zivilisation dauerhaft zu gewährleisten, ist eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre auf 350 ppm erforderlich (Richardson et al., 2023). Das bedeutet, dass möglichst schnell, etwa bis 2030, alle Treibhausgasemissionen beendet werden und gleichzeitig große Kohlenstoffmengen der Atmosphäre wieder entzogen werden müssen.

Je eher die Transformation stattfindet, desto geringer werden die zukünftigen Verluste und Schäden aufgrund der bereits fortgeschrittenen Klimakatastrophe sein — auch in wirtschaftlicher Hinsicht. Die Nationen, die heute vorangehen und die Technologien und Prozesse entwickeln und skalieren, die für die Transformation unumgänglich sein werden, werden morgen wirtschaftlich davon profitieren. Deutschland hat in der Vergangenheit bereits bewiesen, dass es innovative und klimafreundliche Technologien entwickeln und skalieren kann. Es besteht derzeit die große Chance, daran wieder anzuknüpfen, doch Deutschland droht diese Chance zu verpassen und damit zugleich auch die Erreichung seiner Klimaziele.

Mit der Unterzeichnung des Pariser Klimaschutzabkommens im Jahr 2015 hat sich Deutschland völkerrechtlich verbindlich dazu entschlossen, die globale Erwärmung auf möglichst 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Zeitraum zu begrenzen. Im Jahr 2021 novellierte die damalige Bundesregierung das seit 2019 geltende Klimaschutzgesetz dahingehend, dass Deutschland bereits bis 2045 Klimaneutralität erreichen soll. Doch aktuell ist Deutschland selbst dafür noch immer nicht auf Kurs, geschweige denn um die planetarische Grenze im Klimabereich anzustreben.

Vor wenigen Wochen stellte der Expertenrat für Klimafragen in seiner aktuellen Stellungnahme zum Entwurf des Klimaschutzprogramms 2023 fest, dass die Bemühungen der Bundesregierung nicht ausreichend sind, um selbst die im Klimaschutzgesetz — unzulänglichen — beschlossenen Klimaziele zu erreichen. (Expertenrat für Klimafragen, 2023) Zur Erreichung des selbst gesetzten Klimaziels besteht der Projektion zufolge je nach Szenario eine Lücke zwischen 200 Mio. und 330 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Neben dieser gravierenden Zielverfehlung wurde ferner die unzureichende Datengrundlage der Bundesregierung kritisiert, auf der das Klimaschutzprogramm 2023 erstellt wurde, sowie das Fehlen eines schlüssigen Gesamtkonzepts zur Erreichung der Klimaziele.

Nicht nur, dass das aktuelle Klimaschutzprogramm der Bundesregierung unzureichend ist, um das Klimaziel bis 2045 zu erreichen (Expertenrat für Klimafragen, 2023), zeigen bisherige Forschungen, insbesondere des Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), auch schon länger auf, dass Klimaneutralität 2045 nicht in der Lage ist, um das 1,5-Grad-Ziel zu halten (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2019). Damit droht die Bundesregierung nicht nur gegen ihre eigenen Gesetze zu verstoßen, sondern darüber hinaus auch das Völkerrecht zu brechen.

Ebenfalls vor wenigen Wochen veröffentlichte das Sekretariat des UNFCCC einen Entwurf für den ersten Global Stocktake (UNFCCC, 2023). Dieser unterstrich einmal mehr, dass sich das Zeitfenster sehr schnell schließt, um die globale Erwärmung auf 1,5°C zu begrenzen. Nur „ein radikaler Ausstieg aus den fossilen Energien“ kann die Einhaltung dieses Ziels noch gewährleisten.

Solch ein radikaler Ausstieg aus den fossilen Energien bis 2030 ist möglich, denn die Transformation hin zu 100% Erneuerbaren Energien nicht nur im Stromsektor, sondern über alle Sektoren hinweg, ist mit den heutigen Technologien bereits machbar und führt zu wesentlich günstigeren Energiepreisen als das heutige fossil/atomare Energiesystem. Die Langfristszenarien der Bundesregierung sind unzureichend, da sie von zu hohen Preisen für den Ausbau der Erneuerbaren und von zu niedrigen Preisen für fossile Energieträger ausgehen. Eine Aktualisierung der Langfristszenarien verbunden mit einer Neuausrichtung ihrer Politik ist daher zwingend erforderlich.

## Das 1,5°C-Ziel und die Klimapolitik der Bundesregierung

Es besteht eine Wahrscheinlichkeit von nur 66 %, dass die jährliche durchschnittliche oberflächennahe globale Temperatur zwischen 2023 und 2027 für mindestens ein Jahr mehr als 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau liegen wird. Es besteht eine Wahrscheinlichkeit von 98 %, dass mindestens eines der nächsten fünf Jahre (und der Fünfjahreszeitraum insgesamt) das wärmste seit Beginn der Aufzeichnungen sein wird, so die World Meteorological Organization (WMO) am 17. Mai 2023.

Weitere Treibhausgasemissionen, wie sie Klimaneutralität bis 2045 bedeuten, treiben die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre über die heute schon viel zu hohe Konzentration von 423 ppm CO<sub>2</sub> hinaus (NOAA Global Monitoring Laboratory, 2023). Desto höher die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre weiter steigt, desto höher und schneller steigt die globale Erwärmung, da immer mehr Sonnenenergie in der Atmosphäre verbleibt und den Planeten weiter aufheizt. Schon diese grundsätzlichen Überlegungen zusammen mit den Erkenntnissen der WMO erklären, dass das nationale Ziel von Klimaneutralität bis 2045 die 1,5-Grad-Grenze nicht einhalten kann, geschweige denn die planetarische Grenze von 350 ppm CO<sub>2</sub>.

Im vergangenen Jahr hat das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung zusammen mit der Consentec GmbH, dem ifeu — Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und dem Lehrstuhl für Energie- und Ressourcenmanagement an der TU Berlin ihre Ergebnisse zum Projekt „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (Langfristszenarien 3) veröffentlicht. Auftraggeber zu diesem Projekt ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Im Rahmen der sogenannten T45-Szenarien wurde dabei untersucht, wie Deutschland innerhalb der politischen Ziele bis 2045 klimaneutral werden kann. Die Energy Watch Group hat sich im Folgenden einige der dort zu Grunde gelegten Daten angesehen. Die Ergebnisse zeigen, **dass die Kosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien massiv überschätzt werden. Ein Ergebnis, zu dem jüngst auch der Bundesverband Erneuerbare Energie in einer kürzlich erschienen Analyse kommt (Bundesverband Erneuerbare Energie, 2023). Darüberhinaus geht die Bundesregierung von einem Emissionsbudget aus, das faktisch nicht mehr existiert.**

## Klimaneutralität 2045 hält nicht die 1,5-Grad-Grenze ein

Eine dramatische Lage zeigt sich bei der Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre. Diese liegt bereits bei einem Wert von 423 ppm (NOAA Global Monitoring Laboratory, 2023), während die planetare Grenze laut des Berichts des SRU aus dem Jahre 2019 bei 350 ppm liegt. Das bedeutet, dass das CO<sub>2</sub>-Budget für den Verbleib innerhalb der planetaren Grenzen bereits deutlich überschritten ist. Diese Diskussion findet in der breiten Öffentlichkeit jedoch bislang leider überhaupt nicht statt. Das erklärte Ziel besteht lediglich darin, die globale Erwärmung auf möglichst 1,5°C zu

begrenzen, um so weitere Schäden so weit wie möglich zu vermeiden. Entsprechend werden etwa durch den IPCC oder auch das Global Carbon Project, CO<sub>2</sub>-Budgets festgelegt, um die Überschreitung der 1,5-Grad-Grenze zu verhindern. Für die nationale Politik wird dies auf ein deutsches Budget heruntergebrochen. In dieser Betrachtung kommt man zu einem notwendigen Ende der deutschen THG-Emissionen im Jahre 2030.

Das Global Carbon Project hat dazu vergangenes Jahr auf der Basis der Untersuchungen von Friedlingstein et al. (2022) die globalen Rest-Budgets an CO<sub>2</sub> für die Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels sowie der Einhaltung von 1,7-Grad und 2-Grad mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% veröffentlicht.

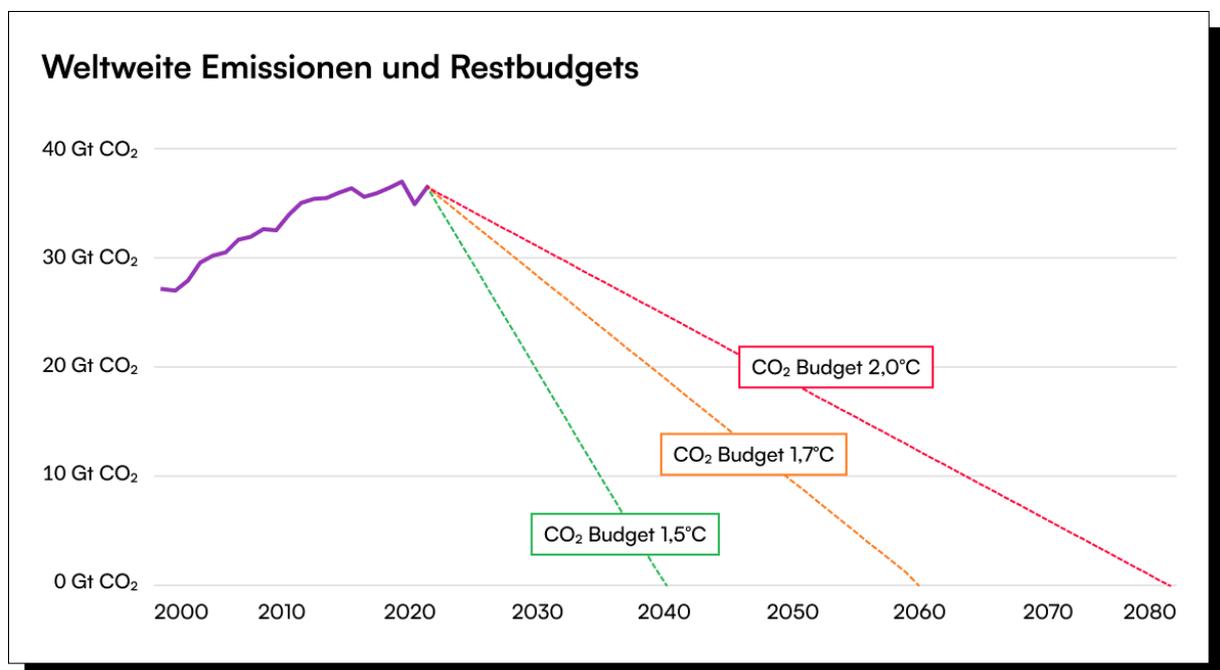


Abbildung 1: Globale CO<sub>2</sub> Pfade um die Erderwärmung mit einer 50% Wahrscheinlichkeit auf 1,5-/1,7-/2,0-Grad zu begrenzen. (Global Carbon Project, 2022; eigene Darstellung)

Um das Ziel des Pariser Klimaabkommens, die Erderwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau auf maximal 1,5°C zu begrenzen, dürfen global nur noch 380 Gt CO<sub>2</sub> ausgestoßen werden. Dazu müssen die globalen Emissionen bis zum Jahr 2040 kontinuierlich auf Null sinken. Das impliziert einen Emissionsrückgang von vergleichbarer Geschwindigkeit wie während der Corona-Pandemie im Jahr 2020. (Global Carbon Project, 2022)

Für Deutschland ergibt sich daraus im Rahmen der internationalen Lastenteilung, dass ab dem Jahr 2022 nur noch ein Restbudget von 3,1 Gt CO<sub>2</sub> zur Verfügung steht, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen. Diese Zahlen wurden auf der Basis des aktuellen Sachstandsberichts des IPCC durch den SRU im letzten Jahr aktualisiert. Berechnungen des

SRU aus dem Jahr 2020 (Budget-Ende bei linearem Verlauf im Jahr 2032) sowie von GermanZero aus dem Jahr 2022 kamen bereits zu sehr ähnlichen Ergebnissen. (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2020; GermanZero, 2022a) Trotz der klaren und lang bekannten Faktenlage hat die Bundesregierung mit der jüngsten „Verschärfung“ des Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021, das Ziel der Klimaneutralität für das Jahr 2045 gesetzt. Bis zum Jahr 2030 sollen die Emissionen in diesem Szenario um 65% sinken (Presse und Informationsamt der Bundesregierung, 2022). Die folgende Abbildung verdeutlicht die bestehende extreme Lücke zwischen einer 1,5-Grad-konformen CO<sub>2</sub>-Reduktion, wie sie vom SRU berechnet wurde, und den tatsächlichen Zielen der Bundesregierung.

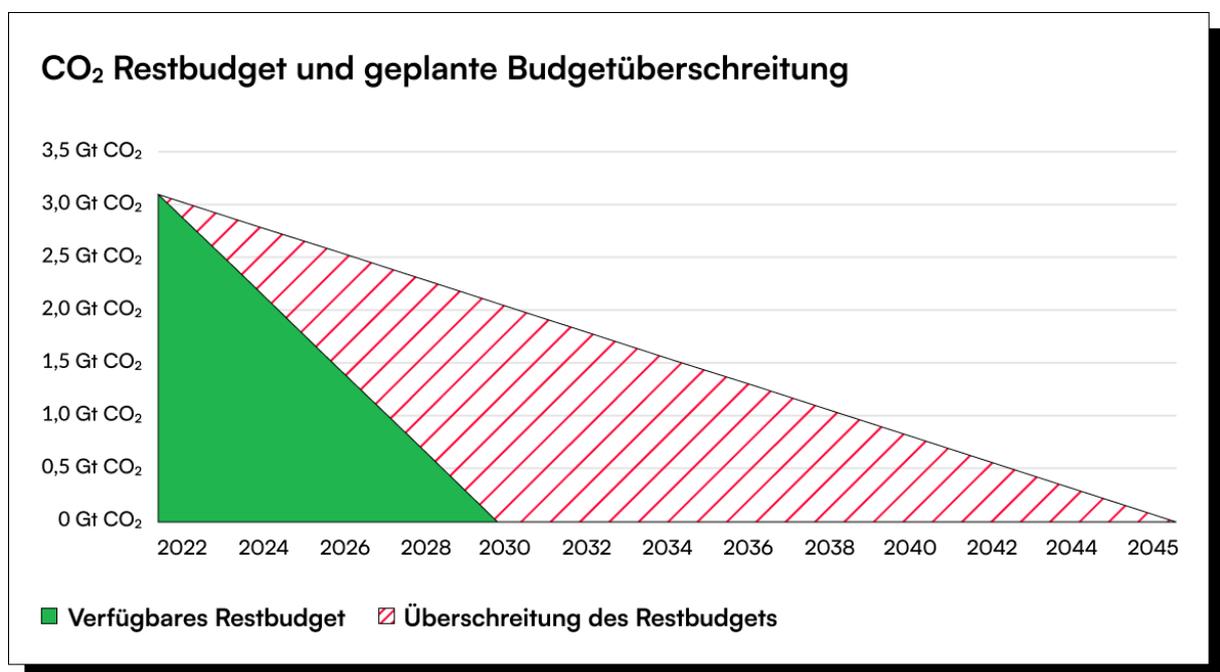


Abbildung 2: CO<sub>2</sub>-Restbudget und geplante Budgetüberschreitung bei einer Klimaneutralität im Jahr 2045. (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2019; eigene Darstellung)

Das 1,5-Grad-Ziel wird bei Fortsetzung des gegenwärtigen Kurses nahezu mit Sicherheit verfehlt (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2022). Allein darauf zu vertrauen, das 1,5-Grad-Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von nur 50% zu erreichen — mit anderen Worten die Überschreitung der 1,5-Grad-Grenze mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% zu riskieren — ist grob fahrlässig. Besonders folgenschwer erscheint das Überschreiten der Emissionsziele, da die jeweils neueren Berichte des IPCC festgestellt haben, dass die Erdaufheizung mitsamt ihrer katastrophalen Wirkung in früheren Berichten systematisch unterschätzt wurde (IPCC, 2023) und eine neuerliche Reduktion der zulässigen Treibhausgasbudgets für die Einhaltung der Klimaziele wiederum zu befürchten ist.

Das knappe verbleibende Budget lässt daher keinen Spielraum mehr: Wir müssen jetzt drastische Maßnahmen ergreifen, um die Emissionen auf Null zu reduzieren und das Ziel der Klimaneutralität deutlich früher ansetzen (Kobiela et al., 2020). Beidem kommt die Bundesregierung jedoch nicht nach. Selbst die jetzt gesetzten und viel zu wenig ambitionierten Ziele, werden einer Analyse des Öko-Instituts nach verfehlt (Öko-Institut, 2022). Das macht selbst das Einhalten der 2-Grad-Grenze unwahrscheinlich — und das Eintreten irreversibler Kippunkte deutlich wahrscheinlicher (McKay et al., 2022). Auch die Energy Watch Group hat längst dargelegt, dass Klimaneutralität 2045 viel zu spät kommt (Energy Watch Group, 2020; 2021).

Ein Beispiel dafür, wie nah wir bereits jetzt an irreversiblen Kipp-Punkten sind, zeigt sich in Grönland, wo die Eisschmelze bereits einen kritischen Punkt erreicht (Geo, 2022). Auch Brände an der US-Westküste, Dürre und Überschwemmung in Australien, die Knappheit von Grundwasser in Südfrankreich, die anhaltende Trockenheit im Norden Spaniens, sowie extreme Hitzewellen und sich stetig überbietende Rekordtemperaturen weltweit sind nur einige wenige Beispiele.

Um weitere durch den Klimawandel bedingte Verluste und Schäden zu vermeiden, ist es nicht ausreichend, die globale Erwärmung auf 1,5°C zu begrenzen. Besser wäre es, durch umfangreiche Negativemissionen die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre wieder auf ein mit den planetaren Grenzen verträgliches Niveau von höchstens 350 ppm zu reduzieren.

### **Technologiekosten zu hoch angesetzt**

Während die Kosten für die Auswirkungen des Klimawandels und den damit einhergehenden Klimaschäden systematisch unterschätzt werden, werden die Kosten für Erneuerbare Energien, einer der wichtigsten Voraussetzungen für den Weg hin zur Klimaneutralität, überschätzt. Die folgenden Abbildungen belegen diesen Sachverhalt.

Abbildung 3 zeigt mit der roten Linie den Ausblick der Investitionskosten für Photovoltaik-Aufdachanlagen für die Jahre 2025 bis 2050, wie mit dem Enertile-Modell für die Bundesregierung unterstellt. Diese Daten werden in den Langfristszenarien 3 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz verwendet, welche die zukünftige Entwicklung des Energiesystems zur Erreichung der klimapolitischen Ziele modellieren. Die blau-grün abgestuften Linien zeigen die Investitionskosten je Anlagentyp auf Basis der Berechnungen eines Forscher\*innen-Teams aus Finnland, Brasilien und Deutschland. Diese kommen in ihrer Studie „Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability“ zu deutlich niedrigeren Kosten — und das für alle Anlagentypen und im gesamten Zeitraum bis zum Jahr 2050 (Bogdanov et al. 2021). Die Investitionskosten für PV-Anlagen im Enertile-Modell fallen somit durchweg deutlich zu hoch aus.

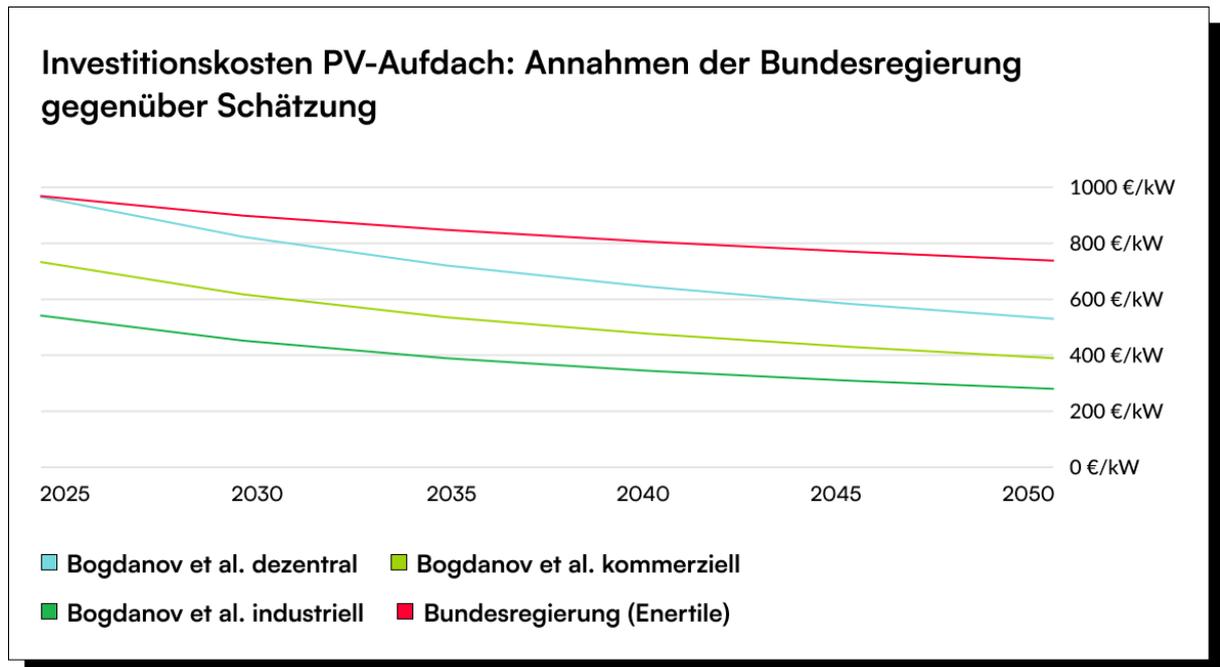


Abbildung 3: Vergleich der von den Forschern der Bundesregierung angenommenen Investitionskosten für PV Aufdach Anlagen für die Jahre 2025-2050. (Bogdanov et al., 2021; Fraunhofer ISI 2022)

Für die Windenergie prognostiziert das Enertile-Modell in dem Szenario T45-Strom eine Auslastung der Windenergieanlagen von nur 28% im Jahr 2045. (Fraunhofer ISI, 2022) Aktuelle statistische Daten zeigen jedoch, dass eine höhere Auslastung wahrscheinlicher ist (Bundesverband Erneuerbare Energie, 2023). In vergleichbaren Untersuchungen kamen Auslastungen von 36% bis 37% heraus. (Bogdanov et al., 2021; Traber, Fell, Hegner 2021) Aufgrund der geringer prognostizierten Auslastung der Windenergieanlagen werden die Kosten für Windstrom um bis zu 24% zu hoch eingeschätzt.

### Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Kosten viel zu niedrig

Der bedeutendste Teil der ungünstigen Darstellung der Erneuerbaren Energien im Enertile-Modell ist der unterstellte für fossile Kraftwerke als sehr günstig angenommene Brennstoffkostenverlauf — insbesondere bis zum Jahr 2030. Zwischen 2022 und 2030 wird unterstellt, dass der Gaspreis von 123 auf 23 € je MWh fällt. Auch die Annahme eines Preisrückgangs für fossiles Öl um ¼, der ebenfalls von den Beratungsstudien der Bundesregierung unterstellt wird, ist mehr als fragwürdig (vgl. Abbildung 4).

Auch wird ein CO<sub>2</sub>-Preis zwischen 115 und 150 € je Tonne CO<sub>2</sub> angenommen, obwohl sich dieser Preis alleine in den letzten drei Jahren mehr als vervierfacht hat: Von 18 auf 85 € seit 2020 (Ember, 2023). Werden die Preise von Erdgas und Erdöl aus dem Jahr 2020 (also vor dem Krieg in der Ukraine) angesetzt und der gegenwärtige Schaden von CO<sub>2</sub>-Emissionen von 185 € je Tonne unterstellt, so würden sich die Kosten der fossilen

Energien verdoppeln. Das würde den Vorteil der Erneuerbaren Energien und ihrer Sektorkopplung entscheidend erhöhen.

**Ein schneller Umstieg auf 100 Prozent Erneuerbare Energien ist tatsächlich wesentlich günstiger und die weitverbreitete These, dass der Umstieg eine ökonomische Belastung sei, zeigt sich damit als falsch.**

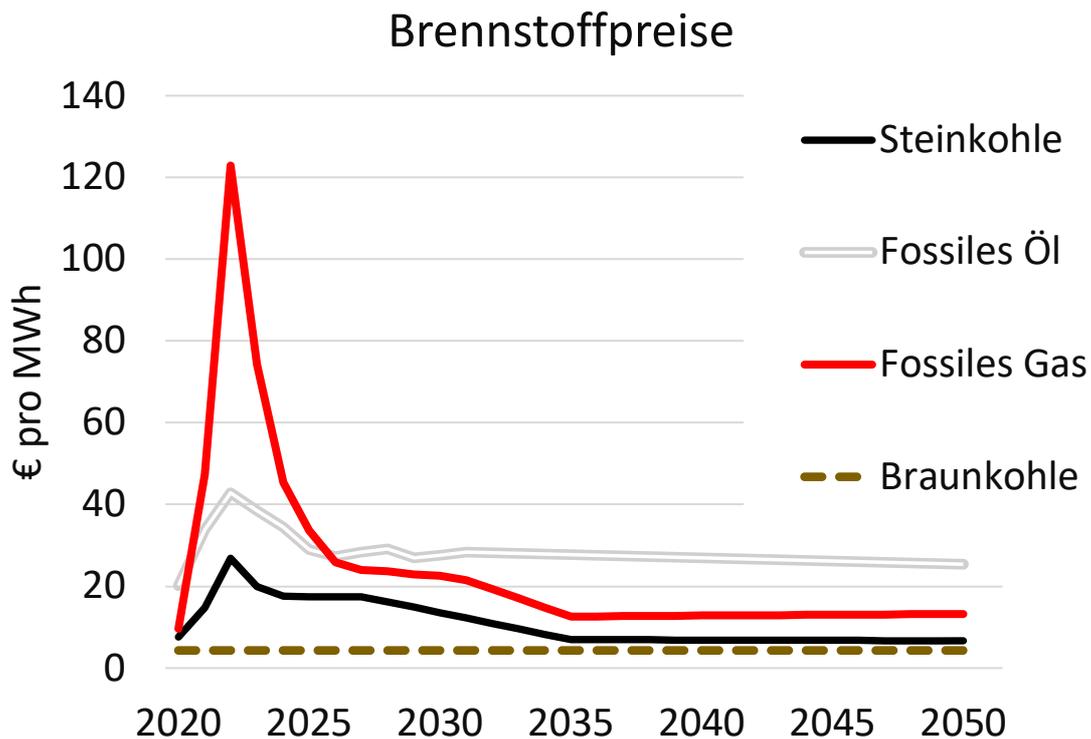


Abbildung 4: Brennstoffpreisverlauf 2020-2050 in der Enertile-Modellierung. (Fraunhofer ISI, 2022)

### Ausbau Erneuerbarer Energien wird unterschätzt

Die zu hoch angesetzten Kosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Verbindung mit den zu niedrig angesetzten Kosten für fossile Energieträger führen zu einer verzerrten Darstellung und Überschätzung der Ausbaukosten Erneuerbarer Energieträger, die für den Klimaschutz unerlässlich sind. Diese überhöhten Kosten spiegeln sich auch in einem zu niedrig angesetzten Ausbauziel wider: Die Bundesregierung hat sich das Ziel festgelegt, bis zum Jahr 2030 mindestens 80% der Stromversorgung durch Erneuerbare Energien zu decken (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2023; Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2023). Um eine Entwicklung im Einklang mit dem 1,5-Grad-Ziel zu gewährleisten, wäre es jedoch erforderlich, bis zum Jahr 2030 eine vollständige Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien zu erreichen. Das bedeutet nicht nur eine vollständige Versorgung des Stromsektors, sondern auch eine vollständige Umstellung der Wärme- und Verkehrssektoren auf erneuerbare Energien.

Die jüngsten Entwicklungen der letzten Monate verdeutlichen eindrucksvoll, wie stark der Ausbau von Photovoltaik sein kann. Im ersten Quartal dieses Jahres allein wurden in Deutschland knapp 2,7 GW an zusätzlicher Erzeugungskapazität im Bereich der Photovoltaik installiert (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2023). Würde dieses Ausbautempo beibehalten, könnten im Jahr 2023 Anlagen mit einer Gesamtkapazität von 10,8 GW entstehen. Dies wären im Vergleich zu dem Rekordausbau im Jahr 2012 von 7,5 GW ein Zuwachs von 44%.

Der Zubau bleibt trotzdem noch weit unter den Anforderungen, die der Klimaschutz stellt. Das Zwischenziel der Bundesregierung liegt mit lediglich 9 GW für das Jahr 2023 sogar noch geringer (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023). Ein eindrucksvolles Beispiel dafür, dass der Ausbau deutlich schneller voranschreiten kann, ist China. Zwischen 2020 und 2022 stieg der jährliche Zubau von Photovoltaikanlagen dort um etwa 73% auf 86 GW und soll im laufenden Jahr um weitere 16% auf 100 GW anwachsen (Fell, 2023).

Der Ausbau der Windenergie, der als zweiter Hauptpfeiler der Energiewende gilt, erzielt bei weitem nicht die erforderliche Ausbaugeschwindigkeit und bleibt noch deutlich hinter bereits erreichten historischen Werten zurück. Im ersten Quartal dieses Jahres wurden lediglich 601 MW an neu errichteten Onshore-Windenergieanlagen verzeichnet, während etwas über 100 MW an älteren Anlagen stillgelegt wurden (Fachagentur für Windenergie an Land, 2023). Bei einem günstigen Verlauf könnte der jährliche Zubau insgesamt etwa 2 GW betragen. Der von der Regierung geplante Zubau von Windenergie an Land liegt um das Fünffache höher, mit jährlich etwa 10 GW (Presse und Informationsamt der Bundesregierung, 2023). Es wäre wünschenswert, einen ähnlich ambitionierten Wachstumspfad wie im Bereich der Windenergie auch für den Ausbau der Photovoltaik sowie anderer wichtiger erneuerbarer Energieträger wie Erdwärme, Wasserkraft und Bioenergie zu verfolgen und tatsächlich umzusetzen.

## **Verpassen des technologischen Wandels**

Die oben genannte Kritik zeigt, dass die Beratungsstudien für die Bundesregierung irreführend sind und so zu einer deutlichen Verzögerung des technologischen Wandels führen. Die volkswirtschaftlichen Einsparmöglichkeiten durch einen schnellstmöglichen Umstieg auf Erneuerbare Energien, zusammen mit dem direkten Ausstieg aus den fossilen CO<sub>2</sub>-Emittenten, werden nicht genutzt. Das führt zu erheblichen Zusatzkosten der Energiewende. Nicht nur durch die veralteten Technologien selbst, sondern insbesondere auch durch zusätzliche Investitionen in sogenannte fossile Brückentechnologien, wie neue Erdgaskraftwerke, LNG-Terminals, blauen Wasserstoff oder Carbon Capture and Storage (CCS). Ebenso werden beim Verfehlen der 1,5-Grad-Grenze unweigerlich hohe zusätzliche Kosten für die durch den Klimawandel bedingte Verluste und Schäden in bisher ungeahnter Höhe entstehen, die ebenfalls in den Szenarien nicht dargestellt werden.

So werden Fehlplanungen in sämtlichen Bereichen der Energiewende durch die zu geringen Kosten fossiler Energien ausgelöst. Zusammen mit der fehlenden Berücksichtigung von Energiespeichern und Prosumer\*innen in der Rolle dezentral eingebundener Verbrauchs- und Erzeugungseinheiten, wird nicht zuletzt die Entwicklung eines sinnvollen Szenariorahmens und damit die effiziente Netzausbauplanung gefährdet.

## **Transformation ist möglich**

Es gibt bereits Studien, die eindrucksvoll zeigen, dass eine ambitionierte und beschleunigte Klimaneutralität möglich ist. Eine Studie aus dem Jahr 2020 des Wuppertal Instituts im Auftrag von Fridays for Future kommt zu dem Schluss, dass CO<sub>2</sub>-Neutralität bis 2035 zwar anspruchsvoll, technisch und wirtschaftlich aber machbar wäre (Kobiela et al. 2020). Auch die Energy Watch Group bestätigt in ihrer Studie aus demselben Jahr, dass eine kostengünstige Transformation der Energiewirtschaft bis 2030 möglich ist, wenn der Wille dazu vorhanden ist (Traber, Fell, Hegner, 2021). Wie die Umsetzung funktionieren kann, hat die Klimaschutzorganisation GermanZero 2022 mit ihrem 1,5-Grad-Gesetespaket gezeigt: Sie hat einen sektorübergreifenden und bilanzierten Maßnahmenplan veröffentlicht. Er zeigt klare Wege auf, wie Klimaneutralität bis 2035 unter Berücksichtigung des noch zur Verfügung stehenden Restbudgets auch gesetzlich erreicht werden kann. Darüber hinaus zeigt GermanZero in ihrem aktuellen Klimaschutznotstandspaket auf, wie mit nur wenigen Maßnahmen 62% der Emissionen bis 2035 eingespart werden können. Im Energiesektor bedeutet dies insbesondere den koordinierten Ausbau von Solarparks, die Beschleunigung von Genehmigungsverfahren und die Stärkung von Energiegemeinschaften. (GermanZero, 2022b)

Es ist von großer Bedeutung, dass weitere Studien erstellt werden, welche berechnen, wie Deutschland bereits bis 2030 oder spätestens 2035 klimaneutral werden kann.

## **Fazit**

**Die Langfristszenarien der Bundesregierung für den Ausbau der Erneuerbaren Energien beinhalten weitreichende Fehlannahmen. Die Kosten für den Ausbau der Photovoltaik und der Windenergie werden überschätzt. Der CO<sub>2</sub>-Preis und die Kosten für fossile Rohstoffe werden unterschätzt.** Die Entscheidungsgrundlage über die zukünftige Entwicklung des Stromsystems in Deutschland ist damit unzureichend und muss korrigiert werden, um die Bemühungen für den Klimaschutz weiter zu stärken.

**Die bisher gesetzten Ziele der Bundesregierung sind zu wenig ambitioniert und damit für den Klimaschutz wie auch für die deutsche Wirtschaft grob fahrlässig.** Unzureichende Langfristszenarien wie die der Bundesregierung, die unausweichlich zur

Verfehlung des Pariser Klimaabkommens führen, sind nicht mehr tragbar und müssen zwingend aktualisiert werden.

Da die klimafreundlichen Technologien für eine erfolgreiche Transformation bereits existieren und ihre Kosten kontinuierlich sinken, bedarf es vielmehr verschärfterer Ziele und Maßnahmen, sowie neuer wissenschaftlicher Analysen, die zeigen, dass das Ziel der Klimaneutralität und insbesondere eine Energieversorgung über alle Sektoren durch 100% Erneuerbare Energien bereits früher erreicht werden kann (und muss!) und zudem wirtschaftlicher sind als das Festhalten an fossilen Energien.

Zudem sollte die Bundesregierung ihre Politik danach ausrichten, dass angesichts einer mit 423 ppm CO<sub>2</sub>-Gehalt bereits überlasteten Atmosphäre kein CO<sub>2</sub>-Emissionsbudget mehr existiert und ihre politischen Maßnahmen entsprechend neu an der planetarischen Grenze von 350 ppm CO<sub>2</sub> festlegen.

## Quellenverzeichnis

Armstrong McKay, D. I., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., ... & Lenton, T. M. (2022). *Exceeding 1.5 C global warming could trigger multiple climate tipping points*. *Science*, 377(6611), eabn7950. Von <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7950> abgerufen.

Bogdanov, D., Ram, M., Aghahosseini, A., Gulagi, A., Oyewo, A. S., Child, M., ... & Breyer, C. (2021). Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability. *Energy*, 227. Von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221007167> und <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0360544221007167-mmc1.pdf> abgerufen.

Bücker, T. (2022). *Stockender Ausbau der Windenergie: Was sich ändern muss*. ARD-aktuell/tagesschau.de. Zuletzt abgerufen am 12.06.2023 <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/windkraft-erneuerbare-energien-stromerzeugung-101.html>).

Burchardt, J., Franke, K., Herhold, P., Hohaus, M., Humpert, H., Päivärinta, J., ... & Türpitz, A. (2021). *Klimapfade 2.0—Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Von [https://issuu.com/bdi-berlin/docs/211021\\_bdi\\_klimapfade\\_2.0\\_-\\_gesamtstudie\\_-\\_vorabve](https://issuu.com/bdi-berlin/docs/211021_bdi_klimapfade_2.0_-_gesamtstudie_-_vorabve) abgerufen.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023). Photovoltaik-Strategie. Von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/photovoltaik-strategie-2188542> abgerufen.

Bundesverband Erneuerbare Energie (2023). BEE fordert Überarbeitung der BMWK-Langfristszenarien — Erneuerbare Leistung wird deutlich unterschätzt. <https://www.bee-ev.de/service/pressemitteilungen/beitrag/bee-fordert-ueberarbeitung-der-bmwk-langfristszenarien>.

Ember (2023). *Carbon Price Tracker*. Zuletzt abgerufen am 10.05.2023 von <https://ember-climate.org/data/data-tools/carbon-price-viewer/>.

Expertenrat für Klimafragen (2023). Stellungnahme zum Entwurf des Klimaschutzprogramms 2023. Von [https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2023/09/ERK2023\\_Stellungnahme-zum-Entwurf-des-Klimaschutzprogramms-2023.pdf](https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2023/09/ERK2023_Stellungnahme-zum-Entwurf-des-Klimaschutzprogramms-2023.pdf) abgerufen.

Fachagentur für Windenergie an Land (2023). *Ausbausituation der Windenergie an Land im Frühjahr 2023. Auswertung windenergiespezifischer Daten im Marktstammdatenregister für den Zeitraum Januar bis März 2023*. Von [https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA\\_Wind\\_Zubauanalyse\\_Wind-an-Land\\_Fruerjahr\\_2023.pdf](https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA_Wind_Zubauanalyse_Wind-an-Land_Fruerjahr_2023.pdf) abgerufen.

Fell, H-J. (2023) CHINA — EIN LAND IM STARKEN ÖKOLOGISCHEN AUFBRUCH. Zuletzt abgerufen am 18.07.2023 von <https://hans-josef-fell.de/2023/05/31/china-ein-land-im-starken-oekologischen-aufbruch/>.

Fraunhofer ISI (2022). Investition Aufdach-PV. Von <https://enertile-explorer.isi.fraunhofer.de:8443/open-view/52195/23eda8ad5f28f2d82116bf864fb11385abgerufen>.

Fraunhofer ISI (2022). Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Von [https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS3\\_T45\\_Webinar\\_Angebot\\_Nov\\_2022\\_final\\_webinarversion.pdf](https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS3_T45_Webinar_Angebot_Nov_2022_final_webinarversion.pdf) abgerufen.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., ... & Zheng, B. (2022). *Global carbon budget 2022*. *Earth System Science Data*, 14(11), 4811-4900. Von <https://essd.copernicus.org/articles/14/4811/2022/> abgerufen.

Geo. (03.02.2022). Grönland-Eisschmelze sorgt für hohen Meeresspiegelanstieg. *geo.de*. Zuletzt abgerufen am 03.05.2023 von <https://www.geo.de/natur/groenland-eisschmelze-sorgt-fuer-hohen-meeresspiegelanstieg-31595572.html>.

GermanZero (2022a). 1,5-Grad-Gesetespaket. Maßnahmenkatalog mit Gesetzesentwürfen. Von [https://germanzero.de/gz-media/pages/assets/bba00f072f-1675869117/1.5-grad-gesetespaket\\_germanzero\\_02\\_2022.pdf](https://germanzero.de/gz-media/pages/assets/bba00f072f-1675869117/1.5-grad-gesetespaket_germanzero_02_2022.pdf) abgerufen.

GermanZero (2022b). Klimanotstandspaket. Kernmaßnahmen des 1,5-Grad-Gesetespakets. Von [https://germanzero.de/gz-media/pages/assets/cb42de828a-1687505511/klimanotstandspaket\\_germanzero\\_230622.pdf](https://germanzero.de/gz-media/pages/assets/cb42de828a-1687505511/klimanotstandspaket_germanzero_230622.pdf) abgerufen.

Global Carbon Project (2022). Global Carbon Budget 2022. Von [https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/22/files/GCP\\_CarbonBudget\\_2022.pdf](https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/22/files/GCP_CarbonBudget_2022.pdf) abgerufen.

Harvey, F. (18.05.2023). World likely to breach 1.5C climate threshold by 2027, scientists warn. *the Guardian*. Zuletzt abgerufen am 22.05.2023 <https://www.theguardian.com/environment/2023/may/17/global-heating-climate-crisis-record-temperatures-wmo-research>.

International Energy Agency (06.12.2022). Renewables Data Explore. Zuletzt abgerufen am 13.06.2023 <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewables-data-explorer>.

Kobiela, G., Samadi, S., Kurwan, J., Tönjes, A., Fishedick, M., Koska, T., ... & Schüwer, D. (2020). *CO2-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze; Diskussionsbeitrag für Fridays for Future Deutschland*. Von [https://fridaysforfuture.de/wp-content/uploads/2020/10/FFF-Bericht\\_Ambition2035\\_Endbericht\\_final\\_20201011-v.3.pdf](https://fridaysforfuture.de/wp-content/uploads/2020/10/FFF-Bericht_Ambition2035_Endbericht_final_20201011-v.3.pdf) abgerufen.

Matthes, F. C., Braungardt, S., Bürger, V., Emele, L., Görz, W. K., Hermann, H., ... & Cook, V. (2022). *Klimaschutz 2030: Ziele, Instrumente, Emissionsminderungslücken sowie die Verbesserung der Überprüfungs- und Nachsteuerungsregularien*. Von [https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/04/2022-04-05-Stiftung-Klimaneutralitaet\\_Oeko-Institut\\_Analyse\\_Klimaschutz\\_2030.pdf](https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/04/2022-04-05-Stiftung-Klimaneutralitaet_Oeko-Institut_Analyse_Klimaschutz_2030.pdf) abgerufen.

National Oceanic and Atmospheric Administration, Global Monitoring Laboratory (2023). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Zuletzt abgerufen am 17.05.2023 <https://www.gml.noaa.gov/ccgg/trends/>.

Presse und Informationsamt der Bundesregierung (07.11.2022). *Klimaschutzgesetz: Generationenvertrag für das Klima*. Zuletzt abgerufen am 03.05.2023 <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>.

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (25.04.2023). *Energiewende beschleunigen. Mehr Energie aus erneuerbaren Quellen*. Zuletzt abgerufen am 04.07.2023 <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/energiewende-beschleunigen-2040310>.

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (05.05.2023). *Photovoltaik-Strategie. Mehr Tempo beim Ausbau der Solarenergie*. Zuletzt abgerufen am 04.07.2023 <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/photovoltaik-strategie-2188542>.

Renewables Now (2023). *Germany adds 944 MW of solar, 298 MW of onshore wind in Marc*. Zuletzt abgerufen am 10.05.2023 <https://renewablesnow.com/news/germany-adds-944-mw-of-solar-298-mw-of-onshore-wind-in-march-820957/>.

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W. et al. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. In: *ScienceAdvances*. (9/37). DOI: 10.1126/sciadv.adh2458. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh2458>.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2019), *Demokratisch regieren in ökologischen Grenzen — Zur Legitimation von Umweltpolitik*. Von [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02\\_Sondergutachten/2016\\_2020/2019\\_06\\_SG\\_Legitimation\\_von\\_Umweltpolitik.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=9](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2016_2020/2019_06_SG_Legitimation_von_Umweltpolitik.pdf?__blob=publicationFile&v=9) abgerufen.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020). *Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO<sub>2</sub>-Budget*. Von [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01\\_Umweltgutachten/2016\\_2020/2020\\_Umweltgutachten\\_Kap\\_02\\_Pariser\\_Klimaziele.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Kap_02_Pariser_Klimaziele.pdf?__blob=publicationFile&v=5) abgerufen.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2022). *Wieviel CO<sub>2</sub> darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO<sub>2</sub>-Budget*. Von

[https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2020\\_2024/2022\\_06\\_fragen\\_und\\_antworten\\_zum\\_co2\\_budget.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=30](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2022_06_fragen_und_antworten_zum_co2_budget.pdf?__blob=publicationFile&v=30) abgerufen.

Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. (31.03.2012). EEG 2009 inkl. Änderungen sowie PV-Novelle 2012: Einspeisevergütung. Zuletzt abgerufen am 13.06.2023 [https://www.sfv.de/artikel/eeg\\_2009\\_inkl\\_aenderungen\\_eeg\\_2012\\_bis\\_3132012\\_einspeiseverguetung](https://www.sfv.de/artikel/eeg_2009_inkl_aenderungen_eeg_2012_bis_3132012_einspeiseverguetung).

Traber, T., Fell, H. J., & Hegner, F. S. (2021) *Das Energiesystem der Zukunft. 100 % Erneuerbare Energien für Deutschland bis 2030*. Energy Watch Group. Von [https://hans-josef-fell.de/wp-content/uploads/2023/02/EWG\\_Studie\\_2021\\_100EE-fuer-Deutschland-bis-2030.pdf](https://hans-josef-fell.de/wp-content/uploads/2023/02/EWG_Studie_2021_100EE-fuer-Deutschland-bis-2030.pdf) abgerufen.

UNFCCC (2023). Implementation must accelerate to increase ambition across all fronts, taking an all-of-society approach to make progress towards the Paris Agreement goals and respond to the climate crisis, finds technical report on first global stocktake. Von <https://unfccc.int/news/implementation-must-accelerate-to-increase-ambition-across-all-fronts-taking-an-all-of-society> abgerufen.

World Meteorological Organization (17.05.2023) *Global temperatures set to reach new records in next five years*. Von <https://public.wmo.int/en/media/press-release/global-temperatures-set-reach-new-records-next-five-years> abgerufen.