

Technische Negativemissionen: Ist die klimapolitische Zielarchitektur der Bundesregierung *fit for purpose?*

Ein Diskussionsbeitrag

Einführung

In den letzten drei Dekaden (1990-2019) haben sich die globalen Emissionen um mehr als 50 % auf 59 Gt CO₂-Äquivalente (Äq) erhöht und befinden sich damit auf einem bisher nie dagewesenen Niveau.¹ Der Imperativ schnellstmöglicher Treibhausgas-Neutralität (THG-Neutralität) ist damit drängender denn je. Um in Einklang mit den internationalen und europäischen Klimazielen Netto-Null-THG-Emissionen zu erreichen, sind THG-Emissionen soweit es geht zu reduzieren. Darüber hinaus müssen treibhausgasintensive Techniken und Produkte durch treibhausgasneutrale bzw. -arme ersetzt werden. Unvermeidbare, residuale THG-Emissionen betreffen neben Kohlendioxid auch Methan, Lachgas und F-Gase. Diese müssen durch negative Emissionen zum Erreichen von THG-Neutralität und fortwährend ausgeglichen werden.

Im Koalitionsvertrag 2021-2025 bekennt sich die Bundesregierung zu technischen Negativemissionen als notwendige Ergänzung in der Klimaschutzpolitik und kündigt einen strategischen Prozess im Umgang mit Residualemissionen an.^{2,3} Diese Positionierung ist auch vor dem Hintergrund der Aktivitäten zu technischen Negativemissionen in der Europäischen Union und internationalen Klimaschutzpolitik notwendig. Technische Senken sind beispielsweise die Abscheidung von CO₂ über nachhaltig erzeugte Biomasse mit nachfolgender Verbrennung oder die Abscheidung direkt aus der Luft mit anschließender unterirdischer Speicherung in beiden Fällen („Bioenergy with Carbon Capture and Storage“, BECCS oder „Direct Air Carbon Capture and Storage“, DACCS).

Dieser klimapolitische Kurswechsel erfordert eine Nachsteuerung der Klima-Zielarchitektur in Deutschland. Das Bundes-Klimaschutzgesetz legt zur Erreichung von THG-Neutralität bis 2045 bislang sektorenbezogene THG-Reduktionsziele fest.

¹ Vgl. [IPCC \(2022\)](#).

² Vgl. [SPD et al. \(2021\)](#).

³ Residualemissionen sind unvermeidbare Restemissionen, also solche, die durch Reduktionsmaßnahmen nicht weiter miniert werden können, z.B. Methan aus landwirtschaftlichen Tierbeständen.

Residuale Emissionen, die in bisher veröffentlichten Studien abhängig vom unterstellten Ambitionsniveau des Reduktionspfads zwischen 36 und 74 Gt CO₂-Äq betragen, sollen mittels negativer Emissionen ausgeglichen werden.⁴

Das Klimaschutzgesetz legt zu diesem Zweck einen Zielkorridor zum Ausbau natürlicher Senken fest. Dieser entspricht den angenommenen Residualemissionen in Höhe von mindestens 40 Mio. t CO₂-Äq in 2045.⁵

Natürliche Senken umfassen Ökosysteme wie Wälder und Moore, in denen durch nachhaltige land- und forstwirtschaftliche Flächennutzung Emissionen reduziert und die Kohlenstoffbindung erhalten oder sogar erhöht werden kann. In der Klimaschutzarchitektur werden natürliche Senken ebenso wie Emissionen aus Flächen und Biomasse im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft („Land use, land use change and forestry“, LULUCF) erfasst.

Technische Senken kommen in der Zielarchitektur dagegen bislang nicht vor. Dadurch entsteht die Gefahr, dass technische Negativemissionen und festgelegte, sektorenbezogene Reduktionsziele gegeneinander aufgerechnet, also „verrechnet“ werden. Diese Gefahr manifestiert sich in einigen Szenarien, in denen beispielsweise bereits in 2030 CCS zur Verringerung von Prozessemisionen unterstellt wird.⁶ Es resultieren zwei Risiken: Erstens werden THG-Minderungsmaßnahmen möglicherweise weniger ambitioniert gestaltet und umgesetzt. Ein angenommener CCS-Einsatz kann zu einer verbesserten THG-Bilanz auf dem Papier führen, wodurch „echte“ Reduktionsmaßnahmen, wie die Optimierung von Verfahren und Prozessen und die konsequente Nutzung von Abwärme, verschleppt würden. Zweitens hätte eine solche Verrechnung zur Folge, dass weder sektorenbezogene Reduktionsziele, noch technische Kohlenstoffbindungen (d. h. die Kohlenstoffentnahme und -einspeicherung, die bisher nicht Gegenstand der nationalen THG-Inventare sind) transparent überprüft und nachverfolgt werden könnten und staatliche Minderungs- und Kurskorrekturmaßnahmen nicht mehr effektiv greifen würden.

In Kapitel 1 wird zur Begrenzung dieser Unwägbarkeiten und klimapolitischen Fehlanreize eine neue Zielarchitektur vorgeschlagen. Impulse für die Ausgestaltung werden in Kapitel 2 gegeben. Eine Zusammenfassung erfolgt in Kapitel 3.

⁴ Vgl. [dena \(2021\)](#), [Luderer et al. \(2021\)](#), [Purr et al. \(2019\)](#), [Prognos et al. \(2020\)](#), [Prognos et al. \(2021\)](#).

⁵ Auch Szenarien des Umweltbundesamtes zeigen, dass bei ambitioniertem Klimaschutz ausschließlich natürliche Senken die Residualemissionen ausgleichen können. Vgl. [Purr et al. \(2019\)](#).

⁶ Vgl. [Prognos et al. \(2021\)](#), [dena \(2021\)](#).

1 Vorschlag für eine neue Klima-Zielarchitektur

Die Ankündigung im Koalitionsvertrag, technische Negativemissionstechnologien ausschließlich zum Ausgleich von Residualemissionen in die Klimaschutzpolitik zu integrieren, erfordert aus Sicht des Umweltbundesamtes die Erweiterung der Klima-Zielarchitektur. Zusammen mit den bisherigen THG-Minderungszielen und den Zielen für natürliche Senken ergibt sich folgende Zieltrias:

1) Ziele für sektorenbezogene THG-Minderung

Entsprechend des Klimaschutzgesetzes werden THG-Minderungsziele für die Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft sowie Abfallwirtschaft und Sonstiges festgelegt.⁷ Bis 2030 werden für diese Sektoren (außer der Energiewirtschaft) jährliche verbindliche Emissionsobergrenzen im Klimaschutzgesetz festgelegt. Kumuliert über alle Sektoren sollen demnach die THG-Emissionen bis 2030 um mindestens 65 Prozent und bis 2040 um mindestens 88 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Erwähnenswert in diesem Kontext ist eine Studie des Umweltbundesamtes von September 2021, die aufzeigt, wie Emissionen bereits bis 2030 um 70 Prozent und bis 2040 um mindestens 90 Prozent abgesenkt werden könnten.⁸

2) Ziele für die Einbindung von Kohlenstoff in natürlichen Ökosystemen (natürliche Senken)

Die im Klimaschutzgesetz im Sektor LULUCF erfassten Kohlenstoffbindungen durch natürliche Senken sollen durch nachhaltige land- und forstwirtschaftliche Flächenbewirtschaftung, also Flächennutzung, z. B. durch Wiedervernässung von Mooren und Paludikultur, erreicht werden. Bis 2030 sollen auf diese Weise mindestens 25 Mio. t CO₂Äq., bis 2030 mindestens 35 Mio. t CO₂Äq. und bis 2045 mindestens 40 Mio. t CO₂Äq. eingebunden werden. Die netto CO₂-Äq.-Einbindung im LULUCF-Sektor wird damit stets getrennt von den THG-Reduktionszielen erfasst. Für eine rechnerische netto-null Bilanz im Zieljahr 2045 kann eine Verrechnung erfolgen.

3) Ziele für die technische Kohlenstoffbindung (technische Senken) zum Ausgleich der unvermeidbaren, residualen Emissionen

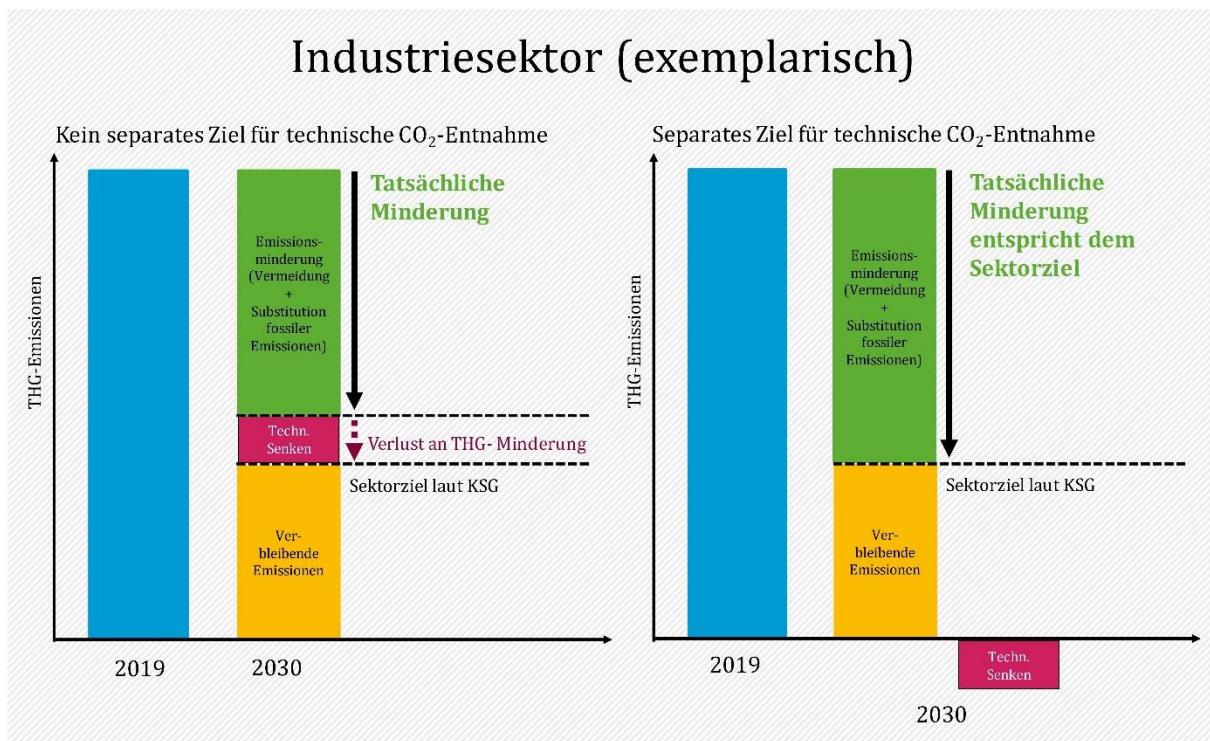
Um zu verhindern, dass Abwägungsprozesse und Konkurrenzen zwischen technischen Senken und Emissionsminderung bzw. dem Ausbau der natürlichen Senken entstehen, ist eine getrennte Erfassung erforderlich. Technische Senken müssen aus diesem Grund in einer eigenen „Kategorie“ berichtet werden. Auf diese Weise können ambitionierte Maßnahmen und Instrumente zur THG-Minderung bzw. für den Ausbau der natürlichen Senken formuliert und umgesetzt werden, ohne dass technische Entnahmen Minderungsambitionen herabsetzen können. Die getrennten Kategorien stellen darüber hinaus die Voraussetzung für den Aufbau eines transparenten und verlässlichen Berichts- und Monitoringsystems dar.

Technische Senken sind dabei entsprechend des Koalitionsvertrags in Ergänzung der natürlichen Senken zu sehen. Die etwaige zukünftige Festlegung eines technischen Senkenziels ist damit entlang einer ambitionierten Entwicklung der natürlichen Senkenleistung auszurichten. Damit kann der Zielwert für technische Senken im Fall ambitionierter THG-Reduktion, ehrgeiziger Maßnahmen für den Ausbau natürlicher Senken und geringen Beeinträchtigungen durch Klimawandelauswirkungen, auch Null betragen.

⁷ Vgl. [KSG \(2021\)](#).

⁸ Vgl. [Purr et al. \(2021\)](#).

Abbildung 1: Emissionsminderung durch Vermeidung und Substitution mit und ohne separates Ziel für die technische CO₂-Entnahme am Beispiel des Industriesektors



Quelle: eigene Darstellung, Umweltbundesamt

Abbildung 1 zeigt exemplarisch am Sektor Industrie, welchen Effekt das Fehlen eines separaten Ziels für technische CO₂-Entnahme auf die sektorale Emissionsminderung haben kann. Es besteht die Gefahr, dass die tatsächliche Emissionsminderung um die unterstellte technische CO₂-Entnahme verringert wird (s. linke Grafik). Mit einem separaten Ziel für die technische CO₂-Entnahme wird sichergestellt, dass die Sektorziele allein durch Emissionsminderungen erreicht werden können (s. rechte Grafik).

2 Neuausrichtung der Klima-Zielarchitektur: Was ist zu tun?

Um die Zielarchitektur im Einklang mit einer nachhaltigen Klimaschutzpolitik neuauszurichten, müssen aus Sicht des Umweltbundesamtes folgende Mindestanforderungen erfüllt werden:

1. Prämissen der Emissionsreduktion

Oberste Handlungsprämissen ist die Reduktion von THG-Emissionen. Emissionen sollen möglichst durch verbesserte Effizienz und Suffizienz gar nicht erst entstehen bzw. dadurch reduziert werden. Sofern diese beiden Vermeidungsstrategien ausgeschöpft sind, gilt es, treibhausgasintensive Aktivitäten, Prozesse bzw. Produkte durch treibhausgasneutrale oder -arme Alternativen zu substituieren. Nur auf ein technisches Minimum reduzierte Restemissionen sind durch Senken auszugleichen, um das Ziel der THG-Neutralität zu erreichen. Im Klimaschutzgesetz werden Residualemissionen in Höhe von jährlich 37,5 Mio. t CO₂-Äq ab 2045 angenommen, deren Obergrenze durch entsprechende Instrumente und Maßnahmen auf dem Weg bis 2045 abgesichert wird.⁹ Mit der Festlegung des LULUCF-Ziels soll die Leistung durch natürliche Senken, also die Kohlenstoffeinbindung in natürlichen Ökosystemen, in 2045 mind. 40 Mio. t CO₂-Äq betragen, sodass ein Ausgleich der Residualemissionen allein damit erreicht wäre.

Die Prämissen der Emissionsreduktion wird durch die Zielarchitektur des Klimaschutzgesetzes im Hinblick auf natürliche Senken gestützt. Eine Zieltrias wie oben vorgeschlagen würde die Anwendung technischer Senken ebenfalls kompatibel mit dieser Anforderung machen.

2. Integrierter Klimaschutz

Durch integrierten Klimaschutz lassen sich Synergien mit anderen Umweltzielen heben und Zielkonflikte entschärfen. Der Erhalt und Ausbau natürlicher Senken bieten in dieser Hinsicht neben der Kohlenstoffbindung zahlreiche Vorteile, z. B. der Artenschutz, die Verbesserung des Mikroklimas (in Bodennähe) und des Wasserhaushalts. Damit werden klima- und biodiversitätsschädliche Landnutzungsänderungen umgekehrt und Synergien zwischen Klimaschutz und Biodiversität gehoben. Unerwünschte Nebeneffekte wie Landnutzungskonflikte, Verringerung der Albedo oder Störungen des Mikroklimas sind dabei zu minimieren. Im Gegensatz dazu gehen technische Senken mit der Zementierung einer fossilen Infrastruktur einher. Zu der Frage der Reversibilität der Kohlenstoffbindung, die sich ebenso bei natürlichen Senken stellt, kommen hier negative Folgen für andere Umweltmedien hinzu (z. B. Beeinflussung des pH-Werts von Grund- und Meeresswasser). Aus diesen Gründen müssen Senken mit möglichst großen Co-Benefits mit anderen Umweltzielen immer prioritätär verfolgt werden. Wie hervorgehoben, kann die Höhe eines technischen Senkenziels bei ausreichender natürlicher Senkenleistung entsprechend „0“ betragen.

⁹ Vgl. BT-Drs. 19/30230.

3. Berichts- und Monitoring-System

Unzureichende und nicht fortwährende Permanenz bzw. Reversibilität zählen zu den wesentlichen Risiken von natürlichen wie auch technischen Senken. Der LULUCF-Sektor, der die natürlichen Senken enthält, wird bereits in den THG-Inventaren erfasst. Zu den noch zu bewältigen Herausforderungen zählt es, Maßnahmen zur Stärkung der natürlichen Ökosysteme mit einer höheren Granularität in das Berichts- und Monitoring-System zu integrieren und so eine effektivere Nachverfolgung und Anpassung von Maßnahmen zu ermöglichen. Hingegen werden technische Verfahren zur Kohlenstoffbindung in Deutschland bisher nicht in den THG-Inventaren erfasst. Bisher existierende internationale Berechnungsvorschriften für die CCS-Technologie gemäß der 2006 IPCC Richtlinien für die Emissionsberichterstattung¹⁰ müssen aus Sicht des Umweltbundesamtes an vielen Stellen ergänzt werden¹¹, um ein transparentes und verlässliches Monitoring- und Berichtssystem für alle Prozessschritte zu ermöglichen.

4. Transparenz

Die Integration technischer Senken – Pilotprojekte, Markteinführung und -hochlauf – sind mit tiefgreifenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungen verbunden. Ob, zu welchem Zeitpunkt und in welchem Umfang Negativemissionstechnologien zum Ausgleich unvermeidbarer Emissionen eingesetzt werden, ist Gegenstand gesellschaftlich-politischer Abwägungs- und Entscheidungsprozesse hinsichtlich der Risiken, Unsicherheiten, Kosten sowie Umwelt- und Klimaauswirkungen gegenüber den sozialen Folgen eines Überschreitens der 1,5 Grad Temperaturgrenze. Eine transparente Kommunikation und fortwährende Einbeziehung der Öffentlichkeit und relevanter Akteure aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft sind erforderlich, um Teilhabe und Buy-in seitens der Bevölkerung zu ermöglichen.

¹⁰ Vgl. IPCC (2006).

¹¹ Die neuen Berichterstattungstabellen unter dem Übereinkommen von Paris sehen in den relevanten Quellgruppen eine Möglichkeit zur Erfassung der Rückgewinnung und Verwertung von Emissionen in den Quellgruppen vor, jedoch fehlt es an Methoden zur konsistenten Nachverfolgung der Treibhausgase.

3 Zusammenfassung

Der politische Kurswechsel hin zur Berücksichtigung technischer Negativemissionen zusätzlich zu den bereits verankerten natürlichen Senkenzielen erfordert eine Neuausrichtung der klimapolitischen Zielarchitektur. Diese Positionierung ist auch vor dem Hintergrund der Aktivitäten zu technischen Negativemissionen in der Europäischen Union und internationalen Klimaschutzpolitik notwendig. Die Bundesregierung sollte aus diesen Gründen möglichst bald Stellung nehmen und sich für eine nachhaltige und ambitionierte Ausrichtung der Zielarchitektur, aber auch robuste Strategie zur Erreichung und Sicherung der Treibhausgasneutralität positionieren. Um eine ambitionierte Klimaschutzpolitik weiterhin zu gewährleisten und zu stärken, wird eine getrennte Erfassung von sektorenbezogenen Minderungszielen, natürlichen und technischen Senkenzielen vorgeschlagen. Die Zieltrias lautet wie folgt:

1. THG-Minderungsziele für die Sektoren der Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft sowie Abfallwirtschaft und Sonstiges.
2. Ziele für die Kohlenstoffeinbindung im LULUCF-Sektor (natürliche Senken).
3. Ziele für die technische Kohlenstoffbindung zum Ausgleich der unvermeidbaren, residualen Emissionen (technische Senken).

Für die Neuausrichtung der Zielarchitektur werden darüber hinaus folgende Mindestanforderungen vorgeschlagen:

- ▶ Laut der Prämisse der Emissionsreduktion sind die Residualemissionen erst durch Senken auszugleichen, wenn Emissionen nicht vermieden bzw. substituiert werden können.
- ▶ Es ist stets ein integrierter Klimaschutz, d.h. die Hebung von Synergien mit anderen Umweltzielen, zu verfolgen. Technische Senken sind dabei immer an der ambitionierten Entwicklung der natürlichen Senkenleistung auszurichten.
- ▶ Zur Adressierung des Permanenz- bzw. Reversibilitätsrisikos von natürlichen und technischen Senken ist ein transparentes und verlässliches Monitoring- und Berichtssystem eine Grundvoraussetzung.

4 Quellenverzeichnis

BT-Drs. – Bundestagsdrucksache 19/30230 (02.06.2021): Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes.

Deutsche Energie-Agentur (dena) (Hrsg.) (2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Berlin. Download unter: [Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf](#)

IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Download unter: [Publications - IPCC-TFI \(iges.or.jp\)](#)

IPCC (Hrsg.) (2022): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G.] Download unter: [IPCC AR6 WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf](#)

KSG – Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019, zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 18.8.2021 I 3905 (Nr. 59). Download unter: [KSG.pdf \(gesetze-im-internet.de\)](#)

Luderer, G.; Kost, C.; Sörgel, D. (Hrsg.) (2021): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Kopernikus Projekt Ariadne (Hrsg.). Potsdam. Download unter: [content \(pik-potsdam.de\)](#)

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (Hrsg.) (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende. Berlin. Download unter: [A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf \(agora-energiewende.de\)](#)

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (Hrsg.) (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität. Berlin. Download unter: [A-EW_195_KNDE_WEB.pdf \(agora-energiewende.de\)](#)

Purr, K.; Günther, J.; Lehmann, H.; Nuss, P. (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. Studie. Dessau-Roßlau. Download unter: [Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE: Langfassung \(umweltbundesamt.de\)](#)

Purr, K.; Wehnemann, K.; Balzer, F.; Erxleben, F.; Hendzlik, M.; Kahrl, A.; Lange, M.; Lünenbürger, B.; Steinbrenner, J.; Weyland, M. (2021): Treibhausgasminderung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen. Position. Dessau-Roßlau. Download unter: [Treibhausgasminderung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen! \(umweltbundesamt.de\)](#)

SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, FDP (Hrsg.) (2021): Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Berlin. Download unter: [Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit \(spd.de\)](#)

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
[f/umweltbundesamt.de](https://facebook.com/umweltbundesamt)
[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Judith Voß-Stemping, Karlotta Schultz, Katja Purr
Unter Mitwirkung von: Lisa Bretschneider, Friederike Erxleben, Tobias Herzfeld, Dirk Günther, Michael Kotzulla, Dana Ruddigkeit
(Umweltbundesamt)

Stand: Juni 2022, geändert am 5. Juli 2024