

# Working Paper

Optionen für die Definition des Beitrags technischer Senken im Bundes-Klimaschutzgesetz und zugehöriger Ziele

Öko-Institut Working Paper 2/2025

Wolfram Jörß



**Öko-Institut e.V. / Oeko-Institut e.V.**

[info@oeko.de](mailto:info@oeko.de)

[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

**Geschäftsstelle Freiburg / Freiburg Head Office**

Postfach / P.O. Box 17 71

79017 Freiburg. Deutschland / Germany

Tel.: +49 761 45295-0

**Büro Darmstadt / Darmstadt Office**

Rheinstraße 95

64295 Darmstadt. Deutschland / Germany

Tel.: +49 6151 8191-0

**Büro Berlin / Berlin Office**

Borkumstraße 2

13189 Berlin. Deutschland / Germany

Tel.: +49 30 405085-0

## Working Paper

### Optionen für die Definition des Beitrags technischer Senken im Bundes-Klimaschutzgesetz und zugehöriger Ziele

Wolfram Jörß

Working Paper 2/2025 Öko-Institut e.V. / Oeko-Institut e.V.

Januar 2025

Download: [www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Definition-Beitrag-techn-Senken.pdf](http://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Definition-Beitrag-techn-Senken.pdf)

Diese Publikation wurde erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) in dem Projekt „Wissenschaftliche Unterstützung Klimamonitoring, Klimapolitik und Klimawissenschaften“.

Die in dieser Publikation vertretenen Analysen und Einschätzungen liegen allein in der Verantwortung des Autors und repräsentieren nicht notwendigerweise die Meinung des BMWK.



Dieses Werk bzw. Inhalt steht unter einer Creative Commons Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 Lizenz. Öko-Institut e.V. 2025  
This work is licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0.  
Oeko-Institut e.V. 2025

Die Working Paper Series des Öko-Instituts ist eine Sammlung wissenschaftlicher Beiträge aus der Forschungsarbeit des Öko-Instituts e.V. Sie präsentieren und diskutieren innovative Ansätze und Positionen der aktuellen Nachhaltigkeitsforschung. Die Serie ist offen für Arbeiten von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus anderen Forschungseinrichtungen. Die einzelnen Working Paper entstehen in einem sorgfältigen wissenschaftlichen Prozess ohne externes Peer Review.

Oeko-Institut's Working Paper Series is a collection of research articles written within the scope of the institute's research activities. The articles present and discuss innovative approaches and positions of current sustainability research. The series is open to work from researchers of other institutions. The Working Papers are produced in a scrupulous scientific process without external peer reviews.

## Zusammenfassung

Für die Definition von Zielen für technische Senken nach § 3b des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) sollte die Bundesregierung klarstellen, dass sie eine territoriale Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele des KSG angestrebt. Die Ziele nach § 3b für 2035, 2040 und 2045 sollten als Zielkorridor als Kombination von Mindestzielen und Deckelzielen formuliert werden, um einerseits Marktsignale zu senden und andererseits eine Abschwächung von Bemühungen zur Emissionsminderung zu vermeiden (Mitigation Deterrence). Zur Definition von technischen Senken im Sinne von § 3b sollte eine Liste mit zu berücksichtigenden Senkenpfaden angelegt werden, die bei Weiterentwicklung des Wissenstandes ergänzt werden kann. Neuartige technisch geprägte Senkenoptionen, die zukünftig im THG-Inventar im Landnutzungssektor (LULUCF) bilanziert werden, z.B. die Fixierung biogenen Kohlenstoffes in Pflanzenkohle, sollten dabei den technischen Senken gemäß § 3b zugeordnet werden und dementsprechend nicht für die in § 3a KSG definierten Ziele für den Landnutzungssektor angerechnet werden. Das Umweltbundesamt sollte beauftragt werden, im Rahmen der jährlichen Monitoringberichte zum KSG zu berichten, in welchem Umfang Brutto-CO<sub>2</sub>-Entnahmen durch technische Senken in das THG-Inventar eingeflossen sind und auf dieser Basis den Beitrag zur Zielerreichung zu quantifizieren. Für die erste Formulierung der Senkenziele nach § 3b KSG sollten die Ziele vollständig im inventarbasierten Ansatz definiert werden. Nach Fortschritten bei der Entwicklung eines EU-weiten Zertifizierungssystems unter der europäischen CRCF-Verordnung könnten in einer zukünftigen Überarbeitung der KSG-Ziele für technische Senken die Mindestziele im projektbasierten Ansatz definiert werden.

## Abstract

When defining targets for technical sinks in accordance with Section 3b of the Federal Climate Protection Act (KSG), the Federal Government should make it clear that it is striving for territorial fulfilment of the national climate protection targets of the Act. The targets under KSG Section 3b for 2035, 2040 and 2045 should be formulated as a target corridor combining minimum targets and cap targets in order both to send market signals and to avoid a mitigation deterrence. To define technical sinks for the purpose of KSG Section 3b, a list of sink pathways to be taken into account should be drawn up, which can be supplemented as the state of knowledge develops. Novel technical sink options that will in future be accounted for in the GHG inventory in the land use sector (LULUCF), e.g. biochar, should be assigned to technical sinks in accordance with KSG Section 3b and accordingly not be counted towards the targets for the land use sector defined in KSG Section 3a. The Federal Environment Agency should be commissioned to report on the extent to which gross CO<sub>2</sub> removals by technical sinks have been included in the GHG inventory as part of the annual KSG monitoring reports and to quantify the contribution to target achievement on this basis. For the initial formulation of the sink targets in accordance with KSG Section 3b, the targets should be defined completely using the inventory-based approach. Following progress in the development of an EU-wide certification system under the European CRCF Regulation, the minimum targets for technical sinks could be redefined in a future revision of the KSG technical sinks targets to use the project-based approach

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>1 Überblick</b>	<b>6</b>
<b>2 Was ist CO<sub>2</sub>-Entnahme?</b>	<b>6</b>
<b>3 Mindestziele oder Deckelziele für CO<sub>2</sub>-Entnahme</b>	<b>8</b>
<b>4 Technische und natürliche Senken in der definitorischen Konstruktion des KSG</b>	<b>11</b>
<b>5 Trennung und Zusammenspiel der KSG-Ziele nach § 3, § 3a und § 3b</b>	<b>12</b>
<b>6 Technische Senken und deren Verortung in THG-Inventaren</b>	<b>15</b>
<b>7 Identifizierung der Beiträge technischer Senken für das KSG-Monitoring</b>	<b>18</b>
<b>8 Optionen für Entnahmezielen für technische Senken nach § 3b</b>	<b>19</b>
<b>9 Empfehlungen für die Definition des Beitrags technischer Senken nach § 3b KSG und entsprechender Ziele</b>	<b>23</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>25</b>

## 1 Überblick

Als Diskussionsbeitrag zur Erarbeitung der Langfriststrategie Negativemissionen (LNe) durch die Bundesregierung werden in diesem Papier Optionen zur Definition von möglichen Zielen für die CO<sub>2</sub>-Entnahme durch technische Senken im Kontext von § 3b des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) erörtert. Dabei wird als zentrale Rahmenbedingung berücksichtigt, dass die deutschen Klimaschutzziele national erfüllt werden sollen (territoriale Erfüllung).

Im Abschnitt 2 werden im Sinne einer Begriffsklärung für CO<sub>2</sub>-Entnahme als erstes die Unterschiede vom projektbezogenen Ansätzen und inventarbezogenen Ansätzen erläutert. Im Abschnitt 3 werden die Konzepte von Mindestzielen und Deckelzielen eingeführt und erörtert. Die Abschnitte 4 und 5 klären, wie ‚technische‘ und andere („natürliche“) Senken definitorisch im KSG eingebettet sind. Und miteinander interagieren, und wie somit sichergestellt werden kann, dass die Ziele für technische Senken zusätzlich sind und nicht die Klimaschutzanstrengungen in den übrigen Sektoren reduzieren. Der Abschnitt 6 erläutert, in welcher Art und Weise negative Emissionen durch technische Senken zukünftig im THG Inventar berichtet würden. In Abschnitt 7 wird dargelegt, wie auf dieser Basis die Beiträge von technischen Senken aus dem THG-Inventar in ein Monitoring von KSG-Zielen einfließen können. Der Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** diskutiert dann verschiedene Optionen, wie für Ziele für technische Senken konkret im KSG-Kontext operationalisiert werden könnten. Der Abschnitt 9 schließt die Analyse mit Empfehlungen ab, einerseits für die Definition des Beitrags technischer Senken nach § 3b KSG und andererseits für die Definition von Zielen.

## 2 Was ist CO<sub>2</sub>-Entnahme?

Zur Definition und Quantifizierung von CO<sub>2</sub>-Entnahmen stehen zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze zur Verfügung, der projektbezogene Ansatz und der inventarbezogene Ansatz (Jörß et al. 2024).

- Im **projektbezogenen Ansatz** in Zertifizierungssystemen werden CO<sub>2</sub>-Entnahmen immer im Vergleich zu einer **Baseline** quantifiziert, welche die hypothetische Emissions-/Entnahme Situation ohne das zu bewertende Projekt abbildet. Für eine zertifizierte CO<sub>2</sub>-Entnahme ist deshalb die **Zusätzlichkeit** gegenüber der Baseline wesentlich. Des Weiteren wird die CO<sub>2</sub>-Entnahme als **Netto-Entnahme über eine ganze Prozesskette** bilanziert, welche z.B. die Bereitstellung von Energie, die Einbindung von atmosphärischem CO<sub>2</sub> in Pflanzen, die Rückgewinnung von CO<sub>2</sub> aus Abgasen, den Transport von Zwischenprodukten oder CO<sub>2</sub> und/oder die Verbringung von abgeschiedenem CO<sub>2</sub> in geologische Lagerstätten umfassen kann. Die Bilanzierung von CO<sub>2</sub>-Entnahmen erfolgt zudem als **Integral über längere Zeitintervalle**, in diesem Zusammenhang ist die **Permanenz** der außer-atmosphärischen Speicherung des der Atmosphäre entnommenen CO<sub>2</sub> von sehr hoher Relevanz, insbesondere wenn zertifizierte CO<sub>2</sub>-Entnahmen zum bilanziellen Ausgleich von CO<sub>2</sub>-Emissionen verwendet werden sollen. (Jörß et al. 2024)
- Der **inventarbezogene Ansatz** folgt der Methodik der nationalen THG-Inventare, die gemäß den vom IPCC entwickelten Richtlinien (IPCC 2006, 2014, 2019) erstellt und gemäß unter der UNFCCC vereinbarten Berichtspflichten (UNFCCC 2018, 2021) regelmäßig berichtet werden. Hier werden CO<sub>2</sub>-Entnahmen nicht als Netto-Entnahmen von Prozessketten verstanden, sondern für jeden einzelnen emissionsverursachenden Teilprozess („Quelle“) bzw. CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernenden Teilprozess („Senke“) werden getrennt in verschiedenen Kategorien **Brutto-Emissionen** bzw. **Brutto-Entnahmen** berichtet, die erst für die Berechnung von nationalen THG-Gesamtsummen miteinander verrechnet werden. Für das Inventar werden **keine**

(hypothetischen) **Baselines** berücksichtigt, Zusätzlichkeit spielt keine Rolle. Die Bilanzierung in Inventaren findet grundsätzlich **getrennt pro Kalenderjahr** statt. Teilprozesse von Prozessketten können im Inventar in verschiedenen Jahren als Brutto-Emissionen bzw. Brutto-Entnahmen bilanziert werden. Die **Permanenz** der Einbindung von aus der Atmosphäre entnommenem CO<sub>2</sub> **wird in Inventaren nicht betrachtet**. Ein mögliches zukünftiges Entweichen von der Atmosphäre entnommenem CO<sub>2</sub> aus Produkten/Lagerstätten zurück in die Atmosphäre müsste dann im Jahr einer solchen Emission berichtet werden. (Jörß et al. 2024)

Im inventarbezogenen Ansatz misst man also grundsätzlich Brutto-Entnahmen<sup>1</sup>, die konkreten Kalenderjahren zugeordnet sind. Im projektbezogenen Ansatz misst man Netto-Entnahmen, die in ihrer Berechnung über mehrere Jahre integriert sind, im Ergebnis dann aber dem Zeitpunkt des zentralen Brutto-Entnahme-Teilschritt der betrachteten Prozesskette zugeordnet werden.

In der klimapolitischen Diskussion um die Rolle der CO<sub>2</sub>-Entnahme zusätzlich zur Emissionsvermeidung und letztendlich zum Ausgleich bzw. Überkompensation nicht vermiedener CO<sub>2</sub>-Emissionen wird diese üblicherweise und sinnvollerweise als zusätzliche Nettoentnahme im Sinne des projektbezogenen Ansatzes gedacht.

Wenn Entnahme-Ziele allerdings komplementär, d.h. zusätzlich zu inventarbasierten Vermeidungszielen für Brutto-Emissionen (wie z.B. in § 3 Abs. 1 KSG quantifiziert) in eine Zielarchitektur integriert werden sollen, muss trotzdem auf den inventarbasierten Ansatz zurückgegriffen werden, um Doppelzählung zu vermeiden (Jörß et al. 2024). Dabei ist dann zu beachten, dass die im THG-Inventar verbuchten Brutto-Entnahmen im Grundsatz größer sind als die Netto-Entnahmen der zugehörigen Prozessketten. Der Betrag dieser Differenz ist aus den THG-Inventaren heraus grundsätzlich nicht exakt quantifizierbar.

Falls Entnahmeziele allerdings nur unterstützend zu übergeordneten Minderungszielen für Netto-Emissionen angelegt werden, so könnten diese im projektbezogenen Ansatz definiert werden, weil eine Doppelzählung zwischen untergeordnetem Entnahmeziel und übergeordneten Netto-THG-Ziel dann unschädlich ist (Jörß et al. 2024).

Für die weitere Diskussion von Definitionsoptionen für LNe und KSG in diesem Papier legen wir den Fokus auf den inventarbasierten Ansatz, weil

- a) das KSG vollständig in der Inventarsystematik konstruiert ist und die Beiträge technischer Senken nach § 3b KSG als komplementär zu Minderungszielen für Brutto-Emissionen verstanden werden (vgl. Abschnitt 3) und
- b) aktuell<sup>2</sup> noch kein anerkanntes Zertifizierungssystem zur Verfügung steht, mit Hilfe dessen projektbasierte Entnahme-Ziele sinnvoll definiert werden könnten (mit dem auf EU-Ebene in Entwicklung befindlichen Zertifizierungssystem unter der CRCF-Verordnung (European Parliament 2024) könnte sich dies in wenigen Jahren ändern).

---

<sup>1</sup> Auch die Netto-Ziele für den Beitrag des LULUCF-Sektors, wie sie in §3a KSG (oder auf EU-Ebene in der LULUCF-Verordnung) niedergelegt sind, setzen sich aus einer Vielzahl an Brutto-Entnahmen und Brutto-Emissionen zusammen, die im LULUCF-Inventar getrennt für verschiedene Unterquellengruppen und Kohlenstoff-Pools und jahresscharf bilanziert werden.

<sup>2</sup> Herbst 2024.

### 3 Mindestziele oder Deckelziele für CO<sub>2</sub>-Entnahme

Im Rahmen einer nationalen klimapolitischen Zielarchitektur können separate Ziele für CO<sub>2</sub>-Entnahme grundsätzlich als Mindestziele oder als Deckelziele formuliert werden:

- Mindestziele beantworten die Frage: „Wieviel CO<sub>2</sub>-Entnahme wollen wir mindestens realisieren?“
- Deckelziele beantworten die Frage: „Wieviel CO<sub>2</sub>-Entnahme wollen wir uns maximal auf ein Gesamtziel für die Minderung der Netto-THG-Emissionen anrechnen?“

Mindestziele können prinzipiell auch mit Deckelzielen kombiniert werden, ein Beispiel dafür sind die europäischen Zielsetzungen für Netto-Entnahmen im Jahr 2030 im LULUCF-Sektor<sup>3</sup>.

Staatlich formulierte Mindestziele für CO<sub>2</sub>-Entnahme im Kontext des KSG bzw. der LNe können ein Signal an Marktakteur\*innen darstellen, insbesondere wenn sie auf ‚technische Senken‘ eingeeengt sind oder gar für verschiedene Entnahmepfade spezifiziert würden. Im Zusammenspiel mit komplementären Zielen für die (Mindest-)Minderung von Brutto-Emissionen ließen sich mathematisch entsprechende Mindestziele für die Reduktion der gesamten Netto-THG-Emission ableiten<sup>4</sup>:

#### Beispielrechnung inventarbasiertes Mindestziel für Brutto-Entnahme mit einem Mindestziel für die Brutto-Reduktion

Im Basisjahr sei die Brutto-Entnahme Null gewesen und die Brutto-Emission (= Netto-Emission) lag bei 1000 Mt CO<sub>2</sub>. Für das Zieljahr sei ein Minderungsziel von minus 70 % für die Brutto-Emissionen und ein Brutto-Entnahmeziel von mindestens 100 Mt gegeben.

Für das Zieljahr ergeben sich maximal zulässig 300 Mt Brutto-Emissionen und mit mindestens 100 Mt Brutto-Entnahme ergeben sich Netto-Emissionen von 200 Mt. Das implizite Ziel für die Minderung der Netto-Emissionen liegt also bei minus 80 %.

Eine Übererfüllung des Mindest-Entnahmeziels oder des Brutto-Reduktionsziels würde auf jeden Fall zu einer Übererfüllung des impliziten Netto-Reduktionsziels führen: Falls sich eine Übererfüllung des Brutto-Reduktionsziels andeutet, wäre es allerdings nicht zulässig, die Anstrengungen zur Brutto-Entnahme auf das Maß zu reduzieren, welches für das implizite Netto-Reduktionsziel notwendig wäre. Falls sich eine Übererfüllung des Mindest-Entnahmeziels andeutet, wäre es ebenfalls nicht zulässig, die Anstrengungen zur Brutto-Reduktion zu reduzieren.

Falls ein (inventarbasiertes) Mindest-Entnahmeziel aber mit einem übergeordneten Ziel für die Nettoerduktion verknüpft würde, steigt die Gefahr vom **Mitigation Deterrence**, also einer ungewollten Abschwächung der Bemühungen zur Reduktion der Brutto-Emissionen:

<sup>3</sup> Unter der LULUCF-Verordnung sind einzeln für alle EU-Staaten Mindestziele für die Netto-Entnahme im LULUCF-Sektor definiert, die sich EU-weit für das Jahr 230 auf 310 Mt CO<sub>2</sub>e aufsummieren. Im Europäischen Klimagesetz ist für 2030 ein Minderungsziel für die gesamten Netto-THG-Emissionen von minus 55 % im Vergleich zu 1990 festgeschrieben. Dabei darf aber für den LULUCF-Sektor maximal eine Netto-Entnahme von 220 Mt CO<sub>2</sub>e angerechnet werden.

<sup>4</sup> Dieses Zusammenspiel funktioniert nur, wenn es sich um komplementäre, sich ohne Überschneidung ergänzende Ziele handelt. Wie in Abschnitt 2 diskutiert müsste das Entnahme-Ziel dafür als inventarbasiertes Ziel formuliert sein. Grundsätzlich sind Mindestziele auch im projektbezogenen Ansatz (vgl. Abschnitt 2) möglich und hätten dann durch den Bezug auf Netto-Entnahme den Vorteil, dass Fehlanreize für die Ausgestaltung von Entnahmeprojekten vermieden würden, die Brutto-Entnahme anstelle der Netto-Entnahme zu maximieren.



### Beispielrechnung inventarbasiertes Mindestziel für Brutto-Entnahme mit einem Mindestziel für die Netto-Reduktion

Im Basisjahr sei die Brutto-Entnahme wieder Null gewesen und die Brutto-Emission (= Netto-Emission) lag bei 1000 Mt CO<sub>2</sub>. Für das Zieljahr sei ein übergeordnetes Minderungsziel von minus 80 % für die Netto-Emissionen und ein Brutto-Entnahmeziel von mindestens 100 Mt gegeben.

Für das Zieljahr ergeben sich maximal zulässig 200 Mt Netto-Emissionen und mindestens 100 Mt Brutto-Entnahme. Sofern das Entnahmeziel exakt erreicht wird, dürfen die Brutto-Emissionen im Zieljahr also maximal 300 Mt betragen (minus 70 %).

Sofern sich in dieser Konstruktion abzeichnet, dass das Mindest-Entnahmeziel übererfüllt wird, würde eine entsprechend weniger starke Reduktion der Brutto-Emissionen ausreichen, um das übergeordnete Minderungsziel für die Netto-Emissionen zu erreichen.

Deckelziele für CO<sub>2</sub>-Entnahme legen anstelle des Marktanreizes den Fokus auf die Vermeidung von **Mitigation Deterrence**. Für ein sinnvoll formuliertes Deckelziel für die CO<sub>2</sub>-Entnahme müsste parallel ein übergeordnetes (Mindest-)Ziel für die Reduktion der Netto-THG-Emissionen definiert sein. Aus der Kombination beider Ziele (Deckelziel für (Brutto-)Entnahme und Mindestziel für Netto-Minderung) ließe sich wiederum mathematisch ein Mindestziel für die Reduktion der Brutto-Emissionen ableiten<sup>5</sup>.

### Beispielrechnung Deckelziel für Brutto-Entnahme mit einem Mindestziel für die Netto-Reduktion

Im Basisjahr sei die Brutto-Entnahme wieder Null gewesen und die Brutto-Emission (= Netto-Emission) lag bei 1000 Mt CO<sub>2</sub>. Für das Zieljahr sei ein übergeordnetes Minderungsziel von minus 80 % für die Netto-Emissionen und ein Entnahme-Deckelziel von maximal 100 Mt gegeben.

Für das Zieljahr ergeben sich maximal zulässig 200 Mt Netto-Emissionen. Mit maximal anrechenbaren 100 Mt Brutto-Entnahme ergeben sich maximal zulässig 300 Mt Brutto-Emissionen. Das implizite Ziel für die Minderung der Brutto-Emissionen liegt also bei minus 70 %.

Sofern das Entnahme-Deckelziel übererfüllt würde, käme dies voll einer Übererfüllung des übergeordneten Netto-Reduktionsziels zugute. Eine Abschwächung der Minderungsbemühungen für die Brutto-Emissionen unter die implizite Zielmarke wäre nicht zulässig. Sofern sich allerdings eine Übererfüllung des impliziten Ziels für die Brutto-Reduktion abzeichnen sollte, könnten die Anstrengungen zur Brutto-Entnahme reduziert werden, ohne das übergeordnete Netto-Reduktionsziels zu verpassen.

Alternativ könnten Deckelziele für die CO<sub>2</sub>-Entnahme allerdings auch indirekt formuliert werden, nämlich durch die Kombination eines Mindestziels für die Reduktion der Netto-THG-Emissionen mit einem Mindestziel für die Reduktion der Brutto-THG-Emissionen. Daraus ließe sich mathematisch ein Mindestziel für Brutto-Entnahmen ableiten (siehe Beispielrechnung in der Box).

<sup>5</sup> Ein solches Deckelziel für CO<sub>2</sub>-Entnahme müsste zwangsläufig im inventarbasierten Ansatz definiert sein, um Konsistenz und Verrechenbarkeit mit dem übergeordneten (inventarbasierten) Netto-Minderungsziel sicherzustellen.

**Beispielrechnung indirektes Deckelziel für Brutto-Entnahme durch ein Mindestziel mit Netto-Reduktion mit einem Mindestziel für die Brutto-Reduktion**

Im Basisjahr sei die Brutto-Entnahme wieder Null gewesen und die Brutto-Emission (= Netto-Emission) lag bei 1000 Mt CO<sub>2</sub>. Für das Zieljahr seien Minderungsziele von minus 70 % für die Brutto-Emissionen und minus 80 % für die Netto-Emissionen gesetzt.

Für das Zieljahr ergeben sich maximal zulässig 300 Mt Brutto-Emissionen und 200 Mt Netto-Emissionen. Der maximal auf das übergeordnete Nettoziel anrechenbare Beitrag von Brutto-Entnahmen beträgt implizit also 100 Mt.

Die Implikationen bei Übererfüllung von Teilzielen wären dieselbe wie beim explizit formulierten Deckelziel in Kombination mit einem Mindestziel für die Netto-Reduktion: Eine Abschwächung der Reduktion der Brutto-Emissionen bei Übererfüllung des impliziten Deckelziels für die Brutto-Entnahme wäre nicht zulässig. Bei Übererfüllung des Brutto-Reduktionsziels könnten die Anstrengungen zur Brutto-Entnahme aber reduziert werden.

Eine Kombination eines Deckelziels für Brutto-Entnahme mit einem Mindestziel für Brutto-Reduktion, aber ohne Mindestziel für Netto-Reduktion stellt hingegen ein ‚unechtes‘ Deckelziel dar. In diesem Falle gäbe es keine explizite Zielgröße, für deren Fortschrittsbewertung die Deckelung greifen würde. Ein ‚unechtes‘ Deckelziel im Rahmen nationaler Zielsetzung hat also eher kommunikativen Charakter.

Aus dem Vergleich der Optionen lässt sich zusammenfassen,

- dass die Kombination eines inventarbasierten Mindestziels für Brutto-Entnahme mit einem Mindestziel für Netto-Emissionsminderung das Risiko birgt, dass (klimapolitisch im Grundsatz prioritäre) Anstrengungen zur Reduktion der Brutto-Emissionen reduziert werden könnten, falls das Mindestziel zur Brutto-Entnahme übererfüllt wird;
- dass sowohl die Kombination eines inventarbasierten Mindestziels für Brutto-Entnahme mit einem Mindestziel für Brutto-Emissionsminderung als auch ein Deckelziel für Brutto-Entnahme (mit einem Mindestziel für Netto-Emissionsminderung) sicherstellen, dass die Übererfüllung des Teilziels für Brutto-Entnahme einer Übererfüllung des Mindestziels für die Netto-Emissionsminderung zugutekommt.
- dass nur ein Deckelziel für Brutto-Entnahme (mit einem Mindestziel für Netto-Emissionsminderung) die Möglichkeit eröffnet, im Falle einer Übererfüllung des zugehörigen Ziels für Brutto-Emissionsminderung<sup>6</sup> die Anstrengungen zur Brutto-Entnahme zu reduzieren.

Sowohl Mindestziele als auch Deckelziele für Brutto-Entnahmen werden sinnvollerweise in der Einheit Mt CO<sub>2</sub><sup>7</sup> für zu bestimmende Kalenderjahre definiert, angesichts der für das Basisjahr 1990 im Vergleich zu den Brutto-Emissionen sehr geringen Mengen an Brutto-Entnahmen, wäre ein prozentual als Steigerungsrate ausgedrücktes Entnahmeziel schwer handhabbar.

<sup>6</sup> Explizites Brutto-Minderungsziel im Falle eines indirekten Deckelziels für Entnahme, implizites Brutto-Minderungsziel im Falle eines expliziten Deckelziels für Entnahme.

<sup>7</sup> Im Falle eines indirekten Deckelziels wäre die implizite Einheit Mt CO<sub>2</sub>e.

Die oben beispielhaft ausgeführten Umrechnungsmöglichkeiten zwischen Zielen für Brutto-Entnahme, Brutto-Emissionsminderung und Netto-Emissionsminderung gelten ebenso für den Fall eines Ziels für negative Nettoemissionen, wie es in § 3 Abs. 2 KSG für nach 2050 angelegt ist. In diesem Fall wäre die Zielgröße der Netto-Emissionen eine prozentuale Minderungsrate gegenüber dem Basisjahr von mehr als 100 % oder ein absoluter negativer Betrag in Mt CO<sub>2e</sub>.

Mindestziele und Deckelziele für CO<sub>2</sub>-Entnahmen lassen sich auch zu einem Zielkorridor kombinieren.

#### 4 Technische und natürliche Senken in der definitorischen Konstruktion des KSG

Die Eckpunkte zur Langfriststrategie Negativemissionen (BMWK 2024) listen eine Reihe von Methoden und Technologien, die zu negativen Emissionen beitragen können. Die Klassifizierung dieser Entnahmeaktivitäten in ‚technische‘ und ‚natürliche‘ Senken ist problematisch, weil einige der zu betrachtenden Entnahmepfade sowohl ‚natürliche‘ als auch ‚technische‘ Prozessschritte beinhalten (z.B. BECCS und Pflanzenkohle). Andere Klassifizierungsansätze unterscheiden z.B. konventionelle gegenüber neuartigen Methoden oder landbasierte gegenüber industriellen Methoden (Jörß et al. 2024; Siemons et al. 2023; Smith et al. 2023).

In § 3b KSG werden explizit ‚technische‘ Senken angesprochen, dies ist in der Konstruktion des Gesetzes zu verstehen als komplementär zu ‚natürlichen‘ Senken, die gemeinsam mit den Emissionen im LULUCF-Sektor den in § 3a KSG adressierten ‚Beitrag des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft‘ bilden. Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der LNe, trotz der genannten Schwierigkeiten die Zuordnung von Beiträgen verschiedener Entnahmepfade zu Zielen nach § 3a und § 3b KSG zu konkretisieren.

Aus der Formulierung von § 3b KSG kann man zudem ableiten, dass die dort adressierten Beiträge technischer Senken komplementär, d.h. zusätzlich zu den THG-Minderungszielen nach § 3 Abs. 1 KSG sein sollen. Die dort genannten Minderungsziele von minus 65 % bis 2030 und minus 80% bis 2040 gelten summarisch für die Sektoren #1 bis #6<sup>8</sup> gemäß Anlage 1 des KSG, also ohne Berücksichtigung von LULUCF (Sektor #7 in Anlage 1 des KSG). Wenn in der Zukunft in Deutschland technische Senken tatsächlich genutzt werden und entsprechende Brutto-Entnahmen dann auch in den THG-Inventaren enthalten sein werden, wird sich allerdings eine definitorische Unschärfe zwischen

- a) technischen Senken nach § 3b KSG
- b) dem Geltungsbereich von § 3 Abs. 1 KSG (also den Brutto-Emissionen außerhalb von LULUCF) und
- c) dem Geltungsbereich von § 3a KSG (konventionelles LULUCF<sup>9</sup>)

ergeben. Dies liegt an den Definitionen der KSG-Sektoren anhand der in Anlage 1 genannten CRT-Kategorien. Sobald Brutto-Entnahmen von technischen Senken realisiert und auch im THG-Inventar erfasst werden, werden sie unvermeidlich auch den in Anlage 1 genannten CRT-Kategorien zugeordnet werden. Dies betrifft sowohl die CRT-Kategorien 1, 2, 3, 5 und 6 für den Geltungsbereich

---

<sup>8</sup> 1. Energiewirtschaft, 2. Industrie, 3. Gebäude, 4. Verkehr, 5. Landwirtschaft, 6. Abfallwirtschaft und Sonstiges

<sup>9</sup> Wie im Folgenden ausgeführt, sollte in der KSG-Logik der Geltungsbereich von § 3a KSG auf ‚konventionelles LULUCF‘ konkretisiert werden, also ohne diejenigen Brutto-Entnahmen aus als ‚technische Senken‘ eingeordneten Entnahmeaktivitäten, die zukünftig innerhalb der CRT-Kategorie 4 (LULUCF) bilanziert werden dürften.

von § 3 Abs. 1 KSG als auch die CRT-Kategorie 4 für den Geltungsbereich von § 3a KSG: Brutto-Entnahmen z.B. der Entnahmepfade Pflanzenkohle, Beschleunigte Verwitterung sowie aus der temporären direkten stofflichen Einbindung von biogenem Kohlenstoff in dauerhaften Produkten (Bioplastik, Baustoffe etc.) werden aller Voraussicht nach unter CRT 4 (LULUCF) bilanziert werden, während Brutto-Entnahmen der anderen ‚technischen‘ Entnahmepfade (DACCS, BECCS, sowie DACCU/BECCU mit Einbindung in dauerhaften Produkten) den anderen CRT-Kategorien zugeordnet werden dürften (zu Details siehe Abschnitt 5).

Entsprechend der Interpretation des KSG, dass Beiträge technischer Senken aus dem Monitoring für die Brutto-Minderungsziele nach § 3 Abs. 1 KSG ausgenommen sein müssen, sollte ebenso die Interpretation des Anwendungsbereichs von § 3a KSG insoweit geschärft werden, dass dort als ‚konventionelles‘ LULUCF nur das Saldo derjenigen Brutto-Emissionen und Brutto-Emissionen gemeint ist, ohne die Beiträge der genannten ‚neuartigen technischen‘ LULUCF-Pfade<sup>10</sup>.

Der Anschein einer Doppelzählung der Beiträge von technischen Senken für die Ziele nach § 3 Abs. 1, § 3a und § 3b KSG sollte dementsprechend durch eine Klarstellung zunächst in der LNe und möglicherweise zu gegebener Zeit im Gesetz vermieden werden, zum Beispiel durch eine entsprechende Ergänzung in § 5 KSG zum Monitoring.

Für die Diskussion einer Zuordnung von Entnahmepfaden zu den Zielen nach § 3a und § 3b KSG siehe Abschnitte 6 und 7.

## 5 Trennung und Zusammenspiel der KSG-Ziele nach § 3, § 3a und § 3b

Der Ansatz der Trennung von CO<sub>2</sub>-Entnahme und der Minderung von (Brutto-)Emissionen zur Vermeidung von *Mitigation Deterrence* ist im KSG bereits etabliert durch die Trennung der Minderungsziele bis 2040 zwischen § 3 Abs. 1 KSG (= Emissionsminderung in den Sektoren #1 - #6 laut Anlage 1) und § 3a KSG (Netto-Entnahme LULUCF<sup>11</sup> / Sektor #7 laut Anlage 1).

Mit der Einfügung von § 3b KSG wird dieser Ansatz zusätzlich angewendet auf die Trennung zukünftiger Beiträge von ‚technischen Senken‘ von Minderungen der Brutto-Emissionen in den KSG-Sektoren #1 - #6, so dass nur die Reduktion der Brutto-Emissionen auf die Ziele nach § 3 Abs. 1 KSG angerechnet werden, nicht aber die Beiträge der technischen Senken. Wie oben argumentiert, sollte diese Trennung der zukünftigen Beiträge technischer Senken auch angewendet werden auf die Ziele nach § 3a KSG, so dass die zukünftig im THG-Inventar im LULUCF-Sektor berichteten Beiträge von technischen Senken nach § 3b nicht für § 3a KSG angerechnet werden.

<sup>10</sup> Als Teil des ‚konventionellen‘ LULUCF wird in den THG-Inventaren auch schon das sog. Holzproduktelager (englisch: harvested wood products – HWP) mit bilanziert: Ein Zuwachs von Kohlenstoff im Holzproduktelager entspricht einer Brutto-Entnahme, ein Verlust einer Brutto-Emission. Die damit im Inventar abgebildete stoffliche Nutzung von Holz könnte man inhaltlich genauso als (temporäre) ‚technische‘ Senke einstufen wie andere temporäre Biomasseprodukte (z.B. Bioplastik), die zukünftig in THG-Inventaren ebenfalls unter LULUCF bilanziert werden dürften (vgl. Abschnitt 5). Die HWP-Bilanzierung ist aber im Gegensatz zu den neuartigen technischen LULUCF-Entnahmepfaden bereits fest in der Inventarsystematik etabliert und war somit implizit auch bei der Zielsetzung für § 3a KSG berücksichtigt. Deshalb sollten Brutto-Entnahmen und Brutto-Emissionen des Holzproduktelagers trotz seiner ‚technischen‘ Natur nicht dem Geltungsbereich von § 3b KSG zugeordnet werden.

<sup>11</sup> Innerhalb des LULUCF-Sektors gibt es allerdings keinerlei Trennung zwischen LULUCF-Brutto-Emissionen und LULUCF-Brutto-Entnahmen. Die LULUCF-Brutto-Emissionen (im Wesentlichen Emissionen aus trockengelegten Moorböden) bleiben somit weitgehend unsichtbar nach der Verrechnung mit den LULUCF-Brutto-Entnahmen (im Wesentlichen in Wäldern und im Holzproduktelager (HWP)).

**Alternativen zur Zuordnung der zukünftig im LULUCF-Sektor des THG-Inventars bilanzierten neuartigen technischen Senken**

Falls die hier vorgeschlagene Klärung der Definition des Anwendungsbereichs von § 3a mit Ausschluss der der zukünftig im LULUCF-Sektor des THG-Inventars bilanzierten neuartigen technischen Senken nicht umgesetzt wird, verbleiben zwei Alternativen:

Einerseits könnten diese Senkenpfade nur § 3a KSG zugeordnet werden und nicht § 3b. Die Folge wäre, dass die Menge von CO<sub>2</sub>-Entnahmen deutlich reduziert würde, die in Zielen nach § 3b KSG adressiert werden könnten. Darüber hinaus würde dies im Sinne von *Mitigation Deterrence* zu einer Abschwächung der Ziele nach § 3a KSG führen, weil diese inhaltlich ohne diese neuartigen technischen senken konzipiert worden waren.

Alternativ könnten diese Senkenpfade sowohl § 3a KSG als auch § 3b zugeordnet werden. Diese Doppelzählung würde allerdings implizieren, dass die Ziele nach § 3a und § 3b nicht mehr als komplementär angesehen werden könnten. Für die Erreichung des Neutralitätsziels nach § 3 Abs. 2 wäre dies unschädlich, da für dieses die Zielerreichung ohnehin über das gesamte THG-Inventar definiert ist. Vorteil gegenüber der ersten Alternative wäre eine stärkere kommunikative Wirkung eines Ziels nach § 3b KSG. Der für die erste Alternative erwähnte Nachteil in Bezug auf die Abschwächung des Ziels nach § 3a KSG würde aber auch in der zweiten Alternative bestehen bleiben.

Laut § 3b KSG sollen mit Hinblick auf die Erreichung der nationalen Ziele nach § 3 Abs. 2 KSG (also THG-Neutralität bis 2045 und netto-negative THG-Emissionen nach 2050) Ziele für technische Senken für die Jahre 2035, 2040 und 2045 festgelegt werden. In der LNe soll darüber hinaus eine Betrachtung der Rolle negativer Emissionen (nicht beschränkt auf technische Senken) bis 2060 erfolgen (BMWK 2024).

Für ein Zusammenspiel der verschiedenen KSG-Ziele sind die verschiedenen Zeithorizonte differenziert zu betrachten:

- Für 2035 und 2040 sind im KSG laut Anlage 3 Minderungsziele für die Brutto-Emissionen der KSG-Sektoren #1-#6 vorgegeben: minus 77 % gegenüber 1990 bis 2035 und minus 88 % bis 2040. Nach Maßgabe von § 4 KSG sind diese Ziele nach Anlage 3 Bestandteile einer Reihe von jahresscharfen Minderungszielen, die insgesamt als Budgetziel zu verstehen sind. Für die Jahre 2041 bis 2045 sind solche Budgetziele momentan nicht explizit quantifiziert. Gemäß § 4 Abs. 1 KSG soll die Bundesregierung spätestens im Jahr 2032 einen Gesetzesvorschlag dazu vorlegen.
- Für 2040 ist für die Brutto-Emissionen der KSG-Sektoren #1-#6 zusätzlich gemäß § 3 Abs. 1 ein Punktziel von minus 88 % vorgegeben.
- Ziele für LULUCF<sup>12</sup> sind in § 3a KSG für die Jahre 2030, 2040 und 2045 definiert, nicht aber für 2035. Die in § 3a KSG genannten Zielwerte sollen dabei als Mittelwert des Zieljahres und drei vorhergehenden Kalenderjahre erreicht werden.

Unter der Voraussetzung, dass die Ziele nach § 3 Abs. 1, § 3a und § 3b KSG komplementär verstanden werden, die in der Summe die Ziele nach § 3 Abs. 2 KSG erfüllen sollen, lässt sich für 2045 rechnerisch grob ein summarisches Ziel für die Summe aus § 3 Abs. 1 und § 3b KSG (Netto-Emissionen ohne konventionelles LULUCF) berechnen:

<sup>12</sup> Wie oben argumentiert, sollten diese Ziele für ‚konventionelles‘ LULUCF interpretiert werden, also ohne den Beitrag technischer Senken, soweit dieser zukünftig in der Inventar-Kategorie für LULUCF (CRT 4) berichtet werden wird.

**Überschlagsmäßige Berechnung eines impliziten Ziels für die Netto-Emissionen 2045 ohne konventionelles LULUCF:**

Für das Basisjahr 1990 berichtet Deutschland (UBA 2023) Gesamtemissionen von 1287 Mt CO<sub>2e</sub>, davon 36 Mt als Nettoemissionen im LULUCF-Sektor und 1251 Mt für die KSG-Sektoren #1-#6. Ein Beitrag technischer Senken für 1990 wurde nicht berichtet.

Für (konventionelles) LULUCF setzt § 3a KSG für 2045 ein über vier Jahre gemitteltes Netto-Entnahme-Ziel von mindestens 40 Mt CO<sub>2e</sub>. Angesichts der laut § 3 Abs. 2 KSG für 2045 angestrebten THG-Neutralität ergibt sich daraus implizit, dass die Netto-Emissionen ohne konventionelles LULUCF bei maximal 40 Mt CO<sub>2e</sub> liegen dürfen, sofern das LULUCF-Ziel nach § 3a KSG im Kalenderjahr 2045 nicht übererfüllt wird. Aus dem Verhältnis von 40 Mt CO<sub>2e</sub> in 2045 zu 1251 Mt CO<sub>2e</sub> in 1990 ergäbe sich für die Netto-Emissionen ohne konventionelles LULUCF eine Minderungsrate von etwa 97 %<sup>13</sup>.

**Randbedingung: Interpretation von § 3 Abs. 3 des KSG:**

§ 3 Abs. 3 KSG lautet wie folgt: *„Die Möglichkeit, die nationalen Klimaschutzziele teilweise im Rahmen von staatenübergreifenden Mechanismen zur Minderung von Treibhausgasemissionen zu erreichen, bleibt unberührt.“*

Diesen Absatz interpretieren wir in dem Sinne der Gesetzesbegründung (Fraktionen der CDU/CSU und SPD 2019), dass Emissionsminderungen, die in Deutschland im Geltungsbereich des Europäischen Emissionshandels (EU-ETS) realisiert werden, neben der Anrechnung für die entsprechenden EU-weiten Minderungsziele auch für die nationalen Klimaschutzziele nach § 3 Abs. 1 oder § 3 Abs. 2 angerechnet werden.

Für den Zweck dieses Papiers interpretieren wir § 3 Abs. 3 KSG also in dem Sinne, dass dieser keine Öffnung für eine nicht-territoriale Erfüllung der Klimaziele nach § 3 Abs. 1 oder § 3 Abs. 2 KSG darstellt. ‚Nicht-territoriale Erfüllung‘ würde bedeuten, dass (zertifizierte) Emissionsminderungen oder CO<sub>2</sub>-Entnahmen, die auf dem Territorium anderer Staaten realisiert werden (und deshalb auch in den THG-Inventaren dieser Staaten reflektiert würden und nicht in das deutsche THG-Inventar einfließen), angesichts von Finanzierung aus Deutschland auf die deutschen Ziele nach KSG § 3 Abs. 1 oder § 3 2 KSG angerechnet werden dürften. Unter dem auch in der Gesetzesbegründung erwähnten Artikel 6 des Übereinkommens von Paris sind solche Kooperationsmechanismen grundsätzlich denkbar.

Beispiele für solche nicht-territoriale Erfüllung könnten von der Finanzierung von DACCS-Anlagen im Ausland über die Finanzierung von erneuerbaren Energien im Ausland zum Ersatz fossiler Brennstoffe bis zur Finanzierung von Aufforstung im Ausland reichen.

**Die Analyse in diesem Papier geht als Randbedingung davon aus, dass die Ziele des KSG nach § 3 Abs. 1 und § 3 2 KSG territorial erfüllt werden sollen. Für den Fall, dass in der LNe auch nur teilweise eine nicht-territoriale Erfüllung der Klimaschutzziele vorgeschlagen wird, müssten die Implikationen für die Zieldefinition für technische Senken gesondert neu analysiert werden.**

<sup>13</sup> Es ist allerdings möglich, dass sich die Daten für 1990 und somit auch die hier berechnete implizite Minderungsrate mit zukünftigen Neuberechnungen der THG-Inventare leicht ändert. Eine solche Neu- und Rückberechnung ist nach UNFCCC-Regeln explizit vorgesehen, wenn Berechnungsmethoden im Laufe der Zeit verfeinert werden.

## 6 Technische Senken und deren Verortung in THG-Inventaren

Die Eckpunkte zur Langfriststrategie Negativemissionen (BMWK 2024) listen eine Reihe von Methoden und Technologien, die zu negativen Emissionen beitragen können. Wie in Abschnitt 4 diskutiert, ist eine Trennung von Senken in ‚technische‘ und ‚natürliche‘ Senken mit Schwierigkeiten behaftet. Angesichts der Vorgaben von § 3b KSG, der explizit den Beitrag ‚technischer‘ Senken adressiert, ohne diese im Detail zu definieren, muss hierfür im Rahmen der LNe eine pragmatische Lösung gefunden werden, die dann in der gemäß § 3b KSG vorgesehenen Rechtsverordnung aufgegriffen werden kann.

Die LNe-Eckpunkte (BMWK 2024) listen in ihrem Abschnitt 3.2 die folgenden ‚Methoden und Technologien‘ die mindestens in der LNe bewertet werden sollen:

- a) Wald und die Potenziale der Erstaufforstung
- b) Moore
- c) Bodenmanagement
- d) Erzeugung von Biomasse
- e) marine Biomasse
- f) Stoffliche Nutzung von Biomasse
  - f1) Holzprodukte
  - f2) andere langlebige Biomasseprodukte z.B. in Dämmmaterialien
  - f3) [*in BMWK (2024) nicht explizit genannt:*] Verarbeitung von Biomasse zu Kunststoffen
- g) Biokohle [=Pflanzkohle]
- h) Bioenergienutzung mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung bzw. -Nutzung (BECCU/S)
- i) Thermische Abfallbehandlung mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung bzw. -Nutzung (WACCU/S)
- j) Direkte CO<sub>2</sub> -Abscheidung aus der Luft und -Speicherung bzw. -Nutzung (DACCU/S)
- k) CO<sub>2</sub>-Nutzung, Bindung in Produkten (CCU) [*mit Fokus auf atmosphärischem Kohlenstoff, der dauerhaft in Produkten gebunden oder im Kreislauf geführt wird*]
- l) Beschleunigte Verwitterung

Die Punkte a) – e) dieser Liste können dabei leicht als ‚natürlich‘ eingestuft werden, während die Punkte f) – l) eine eindeutige ‚technische‘ Komponente haben. Punkt f1), die temporäre Speicherung von Holz in Holzprodukten (harvested wood products – HWP), ist dabei allerdings etablierter Bestandteil der THG-Inventare im von § 3a KSG adressierten LULUCF-Sektor. Für Biomassespeicherung nach den Punkten f2) und f3) gibt es aber bisher keine vom IPCC vorgeschlagenen Methoden zur Abbildung in THG-Inventaren. Dies gilt mit teilweisen Ausnahmen für Aspekte von g) (Pflanzkohle in Weide- und Ackerland) sowie h) und i) (CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Biomassefeuerungen (incl. biogener Anteil der Müllverbrennung) auch für sämtliche weiteren hier als ‚technisch‘ eingeordneten Entnahmepfade. Im deutschen THG-Inventar (UBA 2024) wird bislang für keinen der ‚technischen‘ Entnahmepfade f2) – l) eine CO<sub>2</sub>-Entnahme berichtet.

Für einen Überblick zur Verortung dieser Entnahmepfade in den THG-Inventaren und den dabei vorhandenen methodischen Lücken siehe Jörß (2024). Die methodischen Lücken in den IPCC-Inventarrichtlinien werden voraussichtlich 2027 geschlossen werden, wenn das IPCC einen ‚Methodology Report on Carbon Dioxide Removal Technologies, Carbon Capture, Utilization and

'Storage' fertigstellt, der das bestehende Regelwerk von IPCC-Richtlinien (IPCC 2006, 2014, 2019) für THG-Inventare ergänzen soll. Nach einer Annahme durch die Vertragsstaaten des Übereinkommens von Paris könnte eine Nutzung des so ergänzten frühestens Regelwerks ab 2033 verbindlich werden, wenn die ersten Inventarberichte erstellt werden, welche über die Emissionen berichten, die über die Zeitspanne bis 2030 hinausgehen (2033 werden die Inventare 1990-2031 berichtet).

Im Oktober 2024 fand ein 'Scoping Meeting' des IPCC statt, bei dem ein Entwurf für die Struktur des 2027 Methodology Report erarbeitet wurde (IPCC TFI 2024)<sup>14</sup>. Auf Basis dieses Strukturentwurfes lassen sich schon jetzt einige wichtige Schlussfolgerungen zur zukünftigen Verortung von 'technischen' Senken in den THG-Inventaren ziehen:

Demnach dürften aus der obigen Liste von Senkenpfaden sowohl alle 'natürlichen' Senken a) bis f) als auch eine Reihe der 'technischen' Senken im Inventar-Sektor LULUCF verortet werden: Neben den bisher schon unter LULUCF bilanzierten

- Holzprodukten (HWP – f1) sind das
- sonstige dauerhafte biomassebasierte Produkte inklusive
  - dauerhafter nicht-holzbasierter Biomasseprodukte (f2),
  - Bioplastik (f3)<sup>15</sup> und
  - Pflanzenkohleanwendungen (g) in Böden und in Produkten
- aber auch beschleunigte Verwitterung<sup>16</sup>.

Brutto-CO<sub>2</sub>-Entnahmen durch alle diese neuartigen technischen Senkenpfade dürften also zukünftig im LULUCF-Sektor (CRT 4 = Sektor #7 laut Anlage 1 KSG) für den Zeitpunkt der Fixierung von biogenem<sup>17</sup> Kohlenstoff verbucht werden, aber auch zeitverzögerte Brutto-CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche im Inventar für den Zeitpunkt bilanziert werden, wenn zum Ende der Produktlebensdauer der temporär gespeicherte biogene Kohlenstoff zu CO<sub>2</sub> oxidiert wird.

Diejenigen in der obigen Liste genannten Senkenpfade, welche auf der Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus Prozessgasen oder der Atmosphäre sowie deren dauerhafter Speicherung in geologischen Formationen oder in Produkten beruhen, dürften hingegen in zukünftigen THG-Inventaren in denjenigen Inventarkategorien verortet werden, welche laut Anlage 1 des KSG den Sektoren #1 - #6 zugeordnet sind. Dies betrifft DACCS / DACCU, BECCS / BECCU sowie den biogenen Anteil von WACCS / WACCU. Für die dabei enthaltenen CCU-Pfade wäre dabei wie bei den im vorigen Absatz diskutierten Biomasse-basierten Produkten gegenläufig zur Brutto-Entnahme bei der Kohlenstoff-Abscheidung auch eine zeitverzögerte Brutto-Emission am Ende der Produktlebenszeit zu berücksichtigen. Für CCU-Pfade, die in der Karbonisierung von Produkten münden, die zum Ende

<sup>14</sup> Sofern dieser Entwurf vom IPCC-Plenum im Frühjahr 2025 angenommen wird, wird er die Grundlage für die Ausarbeitung des 2027 Methodology Report werden.

<sup>15</sup> Gemeint ist hier die 'direkte' stoffliche Umwandlung von Biomasse bzw. Reststoffen zu Bioplastik ohne den 'Umweg' über die Abscheidung von biogenem CO<sub>2</sub> aus Abgasen und dessen möglicher Weiterverarbeitung zu Kunststoffen (BECCU / WACCU).

<sup>16</sup> Mit 'Beschleunigter Verwitterung' ist hier die die Verwitterung von fein vermahlenem Gestein unter atmosphärischen Bedingungen gemeint. Dies beinhaltet nicht die passive Karbonisierung von zement- oder kalkbasierten Strukturen unter atmosphärischen Bedingungen, die erzwungene industrielle Karbonisierung von Materialien unter Nutzung von CO<sub>2</sub> aus Prozessgasen oder Injektion von abgeschiedenem CO<sub>2</sub> in geologische Strukturen zur 'in-situ' Mineralisierung.

<sup>17</sup> Bei beschleunigter Verwitterung wird kein biogener sondern atmosphärischer Kohlenstoff gebunden.



ihrer Lebenszeit nicht bei hohen Temperaturen verbrannt werden (insbesondere Baustoffe) ist eine Wiederfreisetzung des gebundenen Kohlenstoffs nicht zu befürchten.

Allerdings legt der Strukturentwurf für den 2027 IPCC Methodology Report (IPCC TFI 2024) noch nicht fest, ob zukünftig die Abscheidung von CO<sub>2</sub> für nicht-permanente Speicherung in Produkten überhaupt berichtet werden soll, aber er eröffnet explizit die Möglichkeit für die zukünftigen Autor\*innen des Methodology Report, zugehörige Methoden auszuarbeiten. Falls in THG-Inventaren die CO<sub>2</sub>-Abscheidung für CCU nicht berücksichtigt wird, darf aus Konsistenzgründen auch keine CO<sub>2</sub>-Emission am Ende des Produktlebens berichtet werden. Dies betrifft inhaltlich vor allem CO<sub>2</sub>-Abscheidung zur Herstellung von synthetischen Brennstoffen oder zur Herstellung von Kunststoffen. Für diese Fälle sollte die LNe dabei festhalten, ob die Abscheidung von CO<sub>2</sub> zur Herstellung solcher Produkte als ‚technische Senke‘ berücksichtigt werden sollte:

Für die CCU-basierte Herstellung von synthetischen Brennstoffen erscheint es naheliegend, dass diese nicht als ‚technische Senke‘ im Sinne des KSG betrachtet werden sollte, da die Wiederfreisetzung des CO<sub>2</sub> binnen weniger Wochen zu erwarten ist. Ein Argument für die Aufnahme von CCU für die Kunststoffproduktion in einen Katalog von ‚technischen Senken‘ gemäß KSG ist, dass ein (im Laufe der Zeit wachsendes) Lager von CCU-basierten Kunststoffen vergleichbar behandelt werden sollte wie ein Lager von Bioplastikprodukten, wie sie möglicherweise zukünftig unter LULUCF bilanziert werden können.

Weitere im Strukturentwurf für den 2027 IPCC Methodology Report zur Prüfung durch die zukünftigen Autor\*innen aufgezählte technische Senken, die nicht in den LNe-Eckpunkten aufgeführt sind (und dort auch nicht ergänzt werden sollten), sind

- die passive Karbonisierung von zement- und kalkbasierten Strukturen unter atmosphärischen Bedingungen
- die direkte CO<sub>2</sub>-Entnahme aus Gewässern sowie
- die Alkalinitätserhöhung von Gewässern.

Passive Karbonisierung<sup>18</sup> erfasst die Aufnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre in die Oberfläche von z.B. Betonbauwerke. Passive Karbonisierung stellt keine zielgerichtete menschliche Tätigkeit zum Zweck der der CO<sub>2</sub>-Entnahme dar und sollte deshalb nicht als technische Senke im Sinne des § 3b des KSG eingestuft werden. Sofern im 2027 IPCC Methodology Report Methoden für die Quantifizierung einer entsprechenden CO<sub>2</sub>-Entnahme empfohlen werden<sup>19</sup>, dürfte eine Berechnung der kompletten Zeitreihe entsprechende ‚Entnahmen‘ im Basisjahr 1990 in ähnlicher Größenordnung wie in aktuellen Jahren ergeben.

Für beide genannten Senkenpfade mit Gewässerbezug gilt, dass der physikalische Prozess der CO<sub>2</sub>-Entnahme im Ozean stattfindet, wenn sich das CO<sub>2</sub>-Gleichgewicht zwischen Atmosphäre und Wasser nach menschlicher Intervention im Wasser neu einstellt. Für beide Prozesse ist noch nicht geklärt, ob und wie im 2027 Methodology Report eine Zuordnung solcher Entnahme zu einzelnen Ländern gemäß dem Territorialprinzip der Inventare empfohlen wird. Deshalb sollten vor einer

---

<sup>18</sup> Passive Karbonisierung ist zu unterscheiden von erzwungener Karbonisierung (enforced carbonation) von Materialien unter kontrollierten industriellen Bedingungen. Bei erzwungener Karbonisierung wird CO<sub>2</sub> nicht direkt aus der Atmosphäre eingebunden, sondern höher konzentriertes CO<sub>2</sub> welches aus Prozessgasen oder der Atmosphäre entnommen wurde. Erzwungene Karbonisierung wird deshalb im Strukturentwurf für den 2027 IPCC Methodology Report unter CCU verortet.

<sup>19</sup> In den aktuell gültigen 2006 IPCC Guidelines wurde eine Aufnahme passiver Karbonisierung in die THG-Inventare letztendlich abgelehnt.

Klärung durch den 2027 Methodology Report beide Senkenpfade nicht in einen Katalog technischer Senken gemäß § 3b KSG aufgenommen werden.

Andere im Strukturentwurf für den 2027 IPCC Methodology Report angeregte methodische Ergänzungen betreffen den ‚natürlichen‘ Teil des LULUCF-Sektor, insbesondere Aktualisierungen zum 2013 *Wetlands Supplement* der IPCC Guidelines (IPCC 2014) zu Senkenpfaden, die in der aktuellen Diskussion meist als ‚Blue Carbon‘ zusammengefasst werden. Diese sollten bei der Zuordnung zu den KSG-Zielen, dem ‚konventionellen‘ LULUCF und somit den Zielen nach § 3a KSG zugeordnet werden.

Für alle hier für § 3b KSG diskutierten Senkenpfade gilt:

a) Es werden im THG-Inventar wie in Abschnitt 2 diskutiert nur die Brutto-Entnahmen für den zentralen Prozessschritt der jeweiligen Prozesskette identifizierbar sein. Zugehörige Brutto-Emissionen von zugehörigen Schritten der jeweiligen Prozessketten (z.B. Emissionen für die Energiebedarf oder Transportschritte werden summarisch in den jeweiligen Inventarkategorien berichtet werden und nicht den spezifischen Entnahme-Tätigkeiten zuordenbar sein.

b) Die im THG-Inventar zukünftig berücksichtigten Brutto-Entnahmen können nicht mit einem ‚einfachen‘ Verweis auf eine Kategorie der CRT-Inventar-Tabellen identifiziert werden, wie dies für die Definition der KSG-Sektoren nach Anlage 1 KSG praktiziert wurde. Die Brutto-Entnahmen werden stattdessen auf tief aggregierter Ebene in die Berechnungen einfließen und über mehrere inventar-Kategorien verteilt auf die aggregierten Netto-THG-Emissionen einwirken.

## 7 Identifizierung der Beiträge technischer Senken für das KSG-Monitoring

Zusammenfassend aus der Diskussion in Abschnitt 6 könnten die folgenden Senkenpfade als ‚technische Senken‘ im Sinne des § 3b KSG festgelegt werden:

- BECCS
- Zuwachs von BECCU-Produkten
- WACCS (biogener Anteil)
- Zuwachs von WACCU-Produkten (biogener Anteil)
- DACCS
- Zuwachs DACCU-Produkten
- Zuwachs an dauerhaften Biomasse-basierten Produkten, (außer in CRT 4.G bilanzierten Holzprodukten), inklusive Pflanzenkohle
- Beschleunigte Verwitterung (Verwitterung von fein vermahlenem Gestein unter atmosphärischen Bedingungen)

Diese Liste könnte im Laufe der Zeit bei Bedarf mit dem Fortschritt der Umsetzung von Senkentechnologien sowie deren Monitoring und Inventarisierung ergänzt werden. Die genaue Ausgestaltung der Liste sollte von den Erkenntnissen bei der Methodenbewertung des LNe-Prozesses beeinflusst werden.

Die Liste der technischen Senken nach § 3b KSG sollte die neuartigen technischen Senkenpfade mit beinhalten, die künftig im LULUCF-Sektor der THG-Inventare verortet werden dürften.

Das Umweltbundesamt als inventarerstellende Stelle könnte beauftragt werden, im Rahmen der jährlichen Monitoringberichte nach § 5 KSG zu dokumentieren, wie viel THG-Brutto-Entnahme für

die einzelnen gelisteten technischen Senkenpfade in das THG-Inventar eingeflossen ist. Dabei sollten die betroffenen Inventarkategorien spezifiziert werden, um eine Zuordnung zu den Sektoren gemäß Anlage 1 KSG zu ermöglichen. Als Konvention sollte Brutto-Entnahme mit negativem Vorzeichen berichtet werden. Für Senkenpfade, die die temporäre Speicherung von Kohlenstoff in Produkten beinhalten, wäre der Nettozuwachs (=Entnahme) bzw. Nettoverlust (=Emission)<sup>20</sup> pro Jahr des Inventars zu berichten.

Für in den technischen Senkenpfaden vorkommende international gehandelte Produkte sollte als Rahmenbedingung für das KSG-Monitoring ein Verweis auf die jeweiligen Bilanzierungsregeln gemäß der jeweils nach EU-Recht<sup>21</sup> anzuwendenden IPCC-Richtlinien formuliert werden. Für die diskutierten neuen technische Senkenpfade stehen diese momentan noch nicht fest, sind aber aus dem 2027 IPCC Methodology Report zu erwarten.

Im Monitoring-Auftrag an das Umweltbundesamt sollte auch thematisiert und geklärt werden, dass für die Entnahmepfade BECCS / BECCU und BioWACCS / BioWACCU solche CO<sub>2</sub>-Mengen als Brutto-Entnahme im Sinne des KSG zu berichten sind, die im Inventar als Rückgewinnung von aus Biomasse stammendem CO<sub>2</sub> berichtet werden.

In diesem Kontext ist es relevant, dass es bei allen hier für die technischen Senken nach § 3b KSG diskutierten Senkenpfaden um Neuerungen im deutschen THG-Inventar geht. Bisher, in der Zeitreihe bis 2022, sind im deutschen THG Inventar (UBA 2024) noch keinerlei solche Entnahme Beiträge enthalten. Um dies zu ermöglichen, müsste das Umweltbundesamt neue Datenquellen erschließen, was mit erheblichem Aufwand verbunden ist. Hierbei wäre ggf. die Nutzung der Verordnungsermächtigung zur Datenerhebung nach § 5 Abs. 7 KSG zu diskutieren.

## 8 Optionen für Entnahmeziele für technische Senken nach § 3b

Wie in Abschnitt 5 diskutiert, sollen laut § 3b KSG Ziele für technische Senken für die Jahre 2035, 2040 und 2045 festgelegt werden und in der LNe darüber hinaus eine Betrachtung der Rolle negativer Emissionen bis 2060 erfolgen. Eine Mittelung über mehrere Jahre nach dem Vorbild des LULUCF-Ziels in § 3a KSG ist in § 3b nicht angelegt.

Die Definition von **inventarbasierten Mindestzielen** für den Beitrag technischer Senken nach § 3b KSG könnte für alle genannten Zeithorizonte relativ einfach auf die in Abschnitt 7 diskutierten Daten verweisen, wie sie dann vom Umweltbundesamt im Monitoring gemäß § 5 KSG ausgewiesen würden. Diese Ziele könnten prinzipiell summarisch für alle unter § 3b KSG gefassten technischen Senkenpfade formuliert werden oder aber auch getrennt für einzelne Senkenpfade. Vorteile eines summarischen Ziels wären höhere Flexibilität und Technologieoffenheit, ein Argument für technologiespezifisch getrennte Ziele wäre eine stärkere Signalwirkung an die jeweiligen Marktakteur\*innen.

Der Fortschritt bei der Zielerreichung würde unmittelbar an den inventarbasierten Monitoringdaten des UBA gemessen werden. Eine jahresübergreifende Gesamtrechnung in dem Sinne, wie sie laut

---

<sup>20</sup> Falls nach sich für einzelne Kalenderjahre ein Nettoverlust an gebundenem Kohlenstoff ergibt, wäre dies als Emission (= negative Entnahme) bei den technischen Senken zu berichten und würde den Beitrag anderer technischer Senken ggf. reduzieren.

<sup>21</sup> Momentan ist dies geregelt in der Delegierte Verordnung (EU) 2020/1044 der Kommission vom 8. Mai 2020 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Werte für Treibhauspotenziale und die Inventarleitlinien und im Hinblick auf das Inventarsystem der Union sowie zur Aufhebung der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 666/2014 der Kommission.

KSG § 4 für die Emissionsminderungs-Ziele nach § 3 Abs. 1 KSG durchgeführt wird, kommt für den Beitrag technischer Senken nicht in Frage, solange nicht auch hier jahresscharfe Ziele festgelegt würden.

Für **projektbezogene Mindestziele** steht aktuell<sup>22</sup> kein anerkanntes Zertifizierungssystem zur Verfügung, auf dessen Basis die erzielten Netto-Entnahmen quantifiziert werden könnten. Darum sind projektbezogene Mindestziele für die für 2025 vorgesehene Fertigstellung der LNe keine realistische Option. Mit dem auf EU-Ebene in Entwicklung befindlichen Zertifizierungssystem unter der CRCF-Verordnung (European Parliament 2024) könnte sich dies allerdings in wenigen Jahren ändern. Ggf. könnten projektbezogene Mindestziele dann in einer Überarbeitung der LNe bzw. des KSG in die Zielarchitektur aufgenommen werden.

Auch für **Deckelziele** für den Beitrag technischer Senken würde die Quantifizierung des Fortschritts und der Zielerreichung auf den in Abschnitt 7 diskutierten Daten aufbauen, die das Umweltbundesamt basierend auf dem THG-Inventar im Monitoring gemäß § 5 KSG ausweisen würde, allerdings etwas komplexer als bei Mindestzielen: Für Deckelziele muss man unterscheiden zwischen den Zeithorizonten 2035, 2040 und 2045, weil für diese drei Zeitpunkte die für ein Deckelziel mit zu berücksichtigenden Ziele nach § 3 Abs. 1 und § 3a verschieden definiert sind (vgl. Abschnitt 5): Für die Zeit vor 2045 gibt es im KSG noch kein Gesamtziel für die gesamten Netto-THG-Emissionen definiert ist, sondern lediglich

- (jährlich bis 2040) Mindestziele für die Reduktion der Brutto-Emissionen außerhalb von LULUCF: Für 2035 ist dies Teil eines mehrjährigen Budgetziels nach § 4 und Anlage 3 KSG, für 2040 außerdem noch ein Punktziel gemäß § 3 Abs. 1 KSG sowie
- (für 2030 und 2040) über vier Kalenderjahre gemittelte Ziele für den Beitrag des LULUCF-Sektors (§ 3a KSG)<sup>23</sup>.

Ein **indirektes Deckelziel für technische Senken in 2040** könnte dadurch definiert werden, dass zusätzlich zum Reduktionsziel von minus 77 % (vgl. Anlage 3 KSG) für die Brutto-Emissionen außerhalb von LULUCF ein zusätzliches Reduktionsziel für die Netto-Emissionen außerhalb von LULUCF gesetzt wird:

**Beispiel zur Berechnung eines indirekten Deckelziels für Brutto-Entnahmen durch technische Senken für 2040 mit Hilfe eines Netto-Ziels für die Emissionen außerhalb LULUCF:**

Für das Basisjahr 1990 berichtet Deutschland (UBA 2023) Gesamtemissionen von 1287 Mt CO<sub>2</sub>e, davon 36 Mt als Nettoemissionen im LULUCF-Sektor und 1251 Mt für die KSG-Sektoren #1-#6. Ein Beitrag technischer Senken für 1990 wurde nicht berichtet.

Für die Brutto-Emissionen außerhalb von LULUCF setzt das KSG ein Minderungsziel von minus 88 % (§ 3 Abs. 1 KSG). Absolut ausgedrückt entspricht das etwa 150 Mt CO<sub>2</sub>e. Als angestrebte Höhe eines Deckelziels für Brutto-Entnahmen durch technische Senken seien hier zur Illustration beispielshalber 12 Mt CO<sub>2</sub> in 2040 angenommen. Daraus ergäbe sich rechnerisch ein Ziel von maximal 138 Mt CO<sub>2</sub>e für die Netto-THG-Emissionen außerhalb von (konventionellem) LULUCF,

<sup>22</sup> Herbst 2024.

<sup>23</sup> Wie oben argumentiert, sollten diese Ziele für ‚konventionelles‘ LULUCF interpretiert werden, also ohne den Beitrag technischer Senken, soweit dieser zukünftig in der Inventar-Kategorie für LULUCF (CRT 4) berichtet werden wird.

oder (im Vergleich zu 1990) ein Minderungsziel für diese Netto-THG-Emissionen von etwa minus 89 %<sup>24</sup>.

Ein **indirektes Deckelziel für technische Senken in 2035** - nach dem Muster wie für 2040 illustriert - könnte allerdings nicht mit hinreichender Genauigkeit konstruiert werden, weil das Brutto-Minderungsziel für 2035 wie oben diskutiert Teil eines mehrjährigen Budgetziels ist, das nicht ohne weiteres mit einem in § 3b KSG angelegten Punktziel für 2035 verknüpft werden kann. Wie aus dem Rechenbeispiel für 2040 deutlich wird, ist angesichts der zu erwartenden Größenverhältnisse zwischen realisierbaren Entnahmen durch technische Senken und Restemissionen davon auszugehen, dass das notwendige zusätzliche Reduktionsziel für die Netto-Emissionen<sup>25</sup> mit Hilfe von mindestens einer Nachkommastelle im prozentualen Minderungssatz gegenüber 1990 ausgedrückt werden müsste.

Für indirekte Deckelziele kommen die bei den Mindestzielen als Option diskutierten technologiespezifisch getrennten Ziele nicht in Frage. Eine technologiespezifische Trennung wäre allerdings dann eine Option, wenn man die indirekten Deckelziele in explizite Deckelziele umwandelt, indem für diese Jahre zusätzlich<sup>26</sup> die für die Rechnung gemäß den obigen Beispielen benutzten Zielgrößen für technische Senken als absolute Deckelziele<sup>27</sup> in der Zielarchitektur festgehalten werden. Falls man allerdings dabei auf das zusätzliche explizite Ziel für Netto-Emissionen verzichtet, wäre das explizite Deckelziel ein ‚unechtes‘ Deckelziel (vgl. Abschnitt 3) mit eher kommunikativem Charakter. Ein solches ‚unechtes‘ Deckelziel könnte hingegen problemlos auch für 2035 konstruiert werden.

**Für 2045** könnte hingegen sehr viel weniger komplex ein **explizites Deckelziel für den Beitrag technischer Senken** formuliert werden, weil im KSG ja bereits das Neutralitätsziel für die gesamten THG-Emissionen festgeschrieben ist (§ 3 Abs. 2 KSG). Genau wie das 2045er Mindestziel für LULUCF gemäß § 3a KSG wäre ein solches Deckelziel für technische Senken dem Neutralitätsziel untergeordnet. Für ein explizites Deckelziel 2045 für technische Senken käme genau wie für Mindestziele im Prinzip eine technologiespezifische Differenzierung in Frage.

Zusätzlich ließe sich mit der Setzung eines expliziten Deckelziels für Brutto-Entnahme in 2045 aus dem Zusammenspiel der Ziele eine implizite Zielmarke für die Brutto-Emissionen 2045 außerhalb von LULUCF<sup>28</sup> berechnen. Der Rechenweg für ein solches Deckelziel wäre allerdings mit einer gewissen Unschärfe belegt, weil das LULUCF-Ziel nach § 3a KSG als vierjähriges Mittel über 2041 bis 2045 definiert ist:

---

<sup>24</sup> Es ist allerdings möglich, dass sich die Daten für 1990 und somit auch das hier berechnete prozentual ausgedrückte Minderungsziel mit zukünftigen Neuberechnungen der THG-Inventare leicht ändert. Eine solche Neu- und Rückberechnung ist nach UNFCCC-Regeln explizit vorgesehen, wenn Berechnungsmethoden im Laufe der Zeit verfeinert werden.

<sup>25</sup> Für 2035: Netto-Emissionen außerhalb LULUCF, für 2040: Netto-Emissionen außerhalb LULUCF oder inklusive LULUCF.

<sup>26</sup> Zusätzlich zu den gemäß den obigen Beispielen berechneten neuen Zielen für Netto-Emissionen.

<sup>27</sup> D.h. ausgedrückt in absoluten Mengen von Mt CO<sub>2</sub>.

<sup>28</sup> Gemäß § 4 Abs.1 KSG soll die Bundesregierung spätestens im Jahr 2032 einen Gesetzesvorschlag für jährliche Minderungsziele 2041 – 2045 für diese Brutto-Emissionen 2045 außerhalb von LULUCF vorlegen.

**Überschlagsmäßige Berechnung eines impliziten Ziels für die Brutto-Emissionen 2045 ohne LULUCF:**

Für das Basisjahr 1990 berichtet Deutschland (UBA 2023) Gesamtemissionen von 1287 Mt CO<sub>2e</sub>, davon 36 Mt als Nettoemissionen im LULUCF-Sektor und 1251 Mt für die KSG-Sektoren #1-#6. Ein Beitrag technischer Senken für 1990 wurde nicht berichtet.

Für (konventionelles) LULUCF setzt § 3a KSG für den Mittelwert von 2041 bis 2045 ein Netto-Entnahme-Ziel von mindestens 40 Mt CO<sub>2e</sub>. Für die Berechnung sei dieser Mittelwert auch für 2045 angenommen. Als explizites Deckelziel für Brutto-Entnahmen durch technische Senken seien hier zur Illustration beispielshalber 22 Mt CO<sub>2</sub> in 2045 angenommen. Angesichts der laut § 3 Abs. 2 KSG für 2045 angestrebten THG-Neutralität ergibt sich daraus implizit, dass die Brutto-Emissionen ohne LULUCF bei maximal 62 Mt CO<sub>2e</sub> liegen dürften, sofern die Netto-Entnahme aus (konventionellem) LULUCF im Kalenderjahr 2045 nicht größer als der vierjährige Mittelwert ist. Aus dem Verhältnis von 62 Mt CO<sub>2e</sub> in 2045 zu 1251 Mt CO<sub>2e</sub> in 1990 ergäbe sich für die Brutto-Emissionen ohne LULUCF eine Minderungsrate von etwa 95 %<sup>29</sup>.

Für die Zielarchitektur 2045 ist weiterhin zu beachten, dass die Bundesregierung laut § 4 Abs. 1 KSG spätestens in 2032 einen Vorschlag für jahresscharfe Minderungsziele der Brutto-Emissionen außerhalb LULUCF vorlegen muss. Nach der aktuellen Fassung von § 4 Abs. 1 würde ein solches Ziel für 2045 aber genau wie bei den jahresscharfen Zielen 2021-2030 und 2031-2040 als Teil eines mehrjährigen Budgetziels (vgl. Abschnitt 5) zu verstehen sein. D.h. eine Überführung eines in diesem Beispiel aus einem Deckelziel für den Beitrag technischer Senken abgeschätzten impliziten Zielwertes für Brutto-Emissionen (ohne LULUCF) in einen expliziten Zielwert im Sinne von § 4 Abs. 1 ist nicht mit hinreichender Genauigkeit möglich.

Wie aus dem obigen Beispiel für 2040 deutlich wird, sind insbesondere indirekte Deckelziele recht komplex konstruiert und ggf. schwierig zu kommunizieren. Für 2035 ist die Definition eines expliziten Deckelziels nicht mit hinreichender Genauigkeit möglich, allerdings könnte ein ‚unechtes‘ Deckelziel gesetzt werden.

Ein **genereller Vorteil von Mindestzielen** für technische Senken ist, dass diese weniger komplex konstruiert und leichter zu kommunizieren sind und somit leichter als investitionsförderndes Signal an Marktakteur\*innen fungieren können.

Ein **genereller Vorteil von Deckelzielen** für technische Senken ist, dass diese weniger stark Gefahr laufen einer ungewollten Abschwächung der Bemühungen zur Reduktion der Brutto-Emissionen (*Mitigation Deterrence*) Vorschub zu leisten. Außerdem erlauben es Deckelziele, bei einer sich abzeichnenden Übererfüllung von Minderungszielen für Brutto-Emissionen, die Anstrengungen bei tendenziell sehr teuren und energieaufwändigen technischen Senken (z.B. DACCS) unter die Zielmarke des Deckelziels abzusenken.

Die Vorteile beider Zieltypen lassen sich verbinden durch einen **Zielkorridor für die CO<sub>2</sub>-Entnahme durch technische Senken**, dessen unterer Rand ein Mindestziel repräsentiert und dessen oberer Rand ein Deckelziel. Zielkorridore ließen sich prinzipiell auch mit indirekten Deckelzielen konstruieren. Angesichts der hohen Komplexität von indirekten Deckelzielen wäre es für die Konstruktion eines Zielkorridors empfehlenswert, die beteiligten indirekten Deckelziele wie oben ausgeführt in explizite Deckelziele umzuwandeln. Zur weitere Komplexitätsreduktion könnte man auf

<sup>29</sup> Es ist allerdings möglich, dass sich die Daten für 1990 und somit auch die hier berechnete implizite Minderungsrate mit zukünftigen Neuberechnungen der THG-Inventare leicht ändert. Eine solche Neu- und Rückberechnung ist nach UNFCCC-Regeln explizit vorgesehen, wenn Berechnungsmethoden im Laufe der Zeit verfeinert werden.

die explizite Ausweisung von zusätzlichen Netto-Reduktionszielen für 2035 und 2040 verzichten, so dass für diese beiden Zieljahre der obere Rand des diskutierten Zielkorridors ein ‚unechter‘ Deckel mit primär kommunikativem Charakter wäre.

## 9 Empfehlungen für die Definition des Beitrags technischer Senken nach § 3b KSG und entsprechender Ziele

Die LNe sollte klären, dass eine territoriale Erfüllung der nationalen Klimaziele nach § 3 Abs. 2 KSG und auch der Senkenziele nach § 3b KSG angestrebt wird.

Zur Definition von technischen Senken im Sinne des § 3b KSG sollte eine explizite Liste von erfassten Senkenpfaden angelegt werden. Diese Liste könnte im Laufe der Zeit bei Bedarf mit dem Fortschritt der Umsetzung von Senkentechnologien sowie deren Monitoring und Inventarisierung ergänzt werden. Die genaue Ausgestaltung der Liste sollte von den Erkenntnissen bei der Methodenbewertung des LNe-Prozesses beeinflusst werden.

Die Liste der technischen Senken nach § 3b KSG sollte die neuartigen technischen Senkenpfade mit beinhalten, die künftig im LULUCF-Sektor der THG-Inventare verortet werden dürften.

Das Umweltbundesamt als inventarerstellende Stelle sollte beauftragt werden, im Rahmen der jährlichen Monitoringberichte nach § 5 KSG zu dokumentieren, wie viel THG-Brutto-Entnahme für die einzelnen gelisteten technischen Senkenpfade in das THG-Inventar eingeflossen ist. Dabei sollten die betroffenen Inventarkategorien spezifiziert werden, um eine Zuordnung zu den Sektoren gemäß Anlage 1 KSG zu ermöglichen. Als Konvention sollte Brutto-Entnahme mit negativem Vorzeichen berichtet werden. Für Senkenpfade, die die temporäre Speicherung von Kohlenstoff in Produkten beinhalten, ist der Nettozuwachs (=Entnahme) bzw. Nettoverlust (=Emission) pro Jahr des Inventars zu berichten.

Die LNe sollte thematisieren, dass für eine Abbildung der technischen Senkenpfade in den THG-Inventaren neue Datenquellen erschlossen werden müssen. Hierbei ist ggf. die Nutzung der Verordnungsermächtigung nach § 5 Abs. 7 KSG zu diskutieren.

Für das Monitoring der KSG-Ziele sollte ergänzend zur Definition der KSG-Sektoren in Anlage 1 klargestellt werden, dass die Beiträge der technischen Senken nach § 3b KSG nicht für die Bewertung der Zielerreichung nach § 3 Abs. 1 und § 3a KSG berücksichtigt werden.

Die in § 3b KSG angesprochenen Ziele für den Beitrag technischer Senken in 2035, 2040 und 2045 sollten als Zielkorridore mit einem expliziten Mindestziel und einem Deckelziel ausgestaltet werden. Für die Jahre 2035 und 2040 wäre dies ein ‚unechtes‘ Deckelziel mit primär kommunikativem Charakter. Sowohl Mindestziele als auch Deckelziele sollten absolut in der Einheit Mt CO<sub>2e</sub> oder kt CO<sub>2e</sub> gefasst werden.

Der Zielkorridor sollte zunächst voll inventarbasiert ausgestaltet werden, der Fortschritt bei der Zielerreichung sollte anhand der vom Umweltbundesamt im KSG-Monitoring ausgewiesenen Beiträge gemessen werden. Perspektivisch könnten bei zufriedenstellender Weiterentwicklung des CRCF-Zertifizierungssystems die Mindestziele des Zielkorridors vom inventarbezogenen Ansatz (Brutto-Entnahmen) auf den projektbezogenen Ansatz (Netto-Entnahmen) umgestellt werden. Für das Monitoring der THG-Gesamtziele nach § 3 Abs. 2 KSG bliebe der inventarbasierte Ansatz trotzdem erhalten.

Sowohl die Mindestziele als auch die Deckelziele könnten unabhängig voneinander technologiespezifisch oder summarisch über alle technischen Senkenpfade ausgestaltet werden.

Die Entscheidung zu dieser Frage sollte von den Erkenntnissen bei der Methodenbewertung des LNe-Prozesses beeinflusst werden.



## Literaturverzeichnis

BMWK (2024): Langfriststrategie Negativemissionen zum Umgang mit unvermeidbaren Restemissionen (LNe). - Eckpunkte -. Stand: Februar 2024. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/240226-eckpunkte-negativemissionen.html>, zuletzt geprüft am 14.11.2024.

European Parliament (2024): Provisional Agreement on the CRCF Regulation. Regulation establishing a Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products. adopted by the European Parliament on 10 April 2024. European Union (EU). Online verfügbar unter [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014\\_2019/plmrep/COMMITTEES/ENVI/DV/2024/03-11/Item9-Provisionalagreement-CFCR\\_2022-0394COD\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/ENVI/DV/2024/03-11/Item9-Provisionalagreement-CFCR_2022-0394COD_EN.pdf), zuletzt geprüft am 25.04.2024.

Fraktionen der CDU/CSU und SPD (2019): Entwurf eines Gesetzes zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften. Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD. 22.10.2019. Deutscher Bundestag 19. Wahlperiode (Drucksache, 19/14337). Online verfügbar unter <https://dserver.bundestag.de/btd/19/143/1914337.pdf>, zuletzt geprüft am 14.11.2024.

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). IGES, Japan. Online verfügbar unter <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>, zuletzt geprüft am 09.06.2021.

IPCC (2014): 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: wetlands. Methodological Guidance on Lands with Wet and Drained Soils, and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Online verfügbar unter <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/>.

IPCC (2019): 2019 Refinement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Online verfügbar unter <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>, zuletzt geprüft am 09.03.2022.

IPCC TFI (2024): Draft Terms of Reference - 2027 Methodology Report on Carbon Dioxide Removal Technologies, Carbon Capture, Utilization and Storage (Supplement to the 2006 IPCC Guidelines). Report of the IPCC Scoping Meeting 14-16 October 2024, Copenhagen, Denmark. IPCC Task Force on National Greenhouse Gas Inventories.

Jörß, Wolfram (2024): Challenges for the accounting of carbon removals. Options for the definition of CDR in EU climate targets. Presentation at the Expert workshop on the EU 2040 Climate Target: The role of carbon removals; Brussels, 28 February 2024. Öko-Institut. Online verfügbar unter [https://www.oeko.de//fileadmin/oekodoc/Joerss-CDR\\_accounting\\_challenges.pdf](https://www.oeko.de//fileadmin/oekodoc/Joerss-CDR_accounting_challenges.pdf), zuletzt geprüft am 14.11.2024.

Jörß, Wolfram; Gores, Sabine; Siemons, Anne; Liste, Victoria; Lübbers, Sebastian; Lengning, Saskia (2024): Herausforderungen zur separaten Ausweisung von Klimazielen für natürliche und technische Senken. Öko-Institut, Prognos (Öko-Institut Working Paper, 1/2024). Online verfügbar

unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Senken-in-Klimazielen.pdf>, zuletzt geprüft am 25.03.2024.

Siemons, Anne; Böttcher, H.; Liste, V.; Jörß, W. (2023): Short typology of carbon dioxide removals: How best to differentiate methods and technologies for establishing and enhancing carbon sinks? Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Öko-Institut (UBA Factsheet). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet\\_short\\_typology\\_of\\_carbon\\_dioxide\\_removals.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet_short_typology_of_carbon_dioxide_removals.pdf), zuletzt geprüft am 18.09.2023.

Smith, S. M.; Geden, O.; Nemet, G. F.; Gidden, M. J.; Lamb, W. F.; Powis, C. et al. (2023): The State of Carbon Dioxide Removal - 1st Edition. Online verfügbar unter <https://www.stateofcdr.org>.

UBA (2023): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021. Detaillierte Berichtstabellen CRF für 1990. Umweltbundesamt (UBA). Online verfügbar unter [https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07\\_inventory/ghg\\_inventory/envzbhja/DEU\\_2023\\_1990\\_13032023\\_110006\\_started.xlsx](https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envzbhja/DEU_2023_1990_13032023_110006_started.xlsx), zuletzt geprüft am 14.11.2024.

UBA (Hg.) (2024): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2024. Nationales Inventardokument zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2022 (38/2024). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/38\\_2024\\_cc\\_berichterstattung\\_klimarahmenkonvention.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/38_2024_cc_berichterstattung_klimarahmenkonvention.pdf).

UNFCCC (2018): Decision 18/CMA.1 - Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/documents/193408>, zuletzt geprüft am 30.09.2024.

UNFCCC (2021): Decision 5/CMA.3 - Guidance for operationalizing the modalities, procedures and guidelines for the enhanced transparency framework referred to in Article 13 of the Paris Agreement. FCCC/PA/CMA/2021/10/Add.2. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/documents/460951>, zuletzt geprüft am 01.04.2022.