

## Fünf Fragen zur Bewertung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in Österreich

Thomas Guggenberger<sup>1\*</sup>, Georg Terler<sup>1</sup>, Christian Fritz<sup>3</sup>, Markus Herndl<sup>2</sup> und Florian Grassauer<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Der international ausgerichtete Austrian National Inventory Report und der Klimaschutzbericht als nationale Umsetzung bilden die Grundlagen jeder gesellschaftlichen Diskussion und Zielausrichtung in der Österreichischen Klimapolitik. Der zugrundeliegende Standard der aktuellen Berechnung (IPCC Guidelines) lässt aus der Sicht der Landwirtschaft einige Fragen offen. Fünf dieser Fragen werden hier beantwortet. Sie betreffen die sachliche und zeitliche Abgrenzung von Bewertungsinventaren und ihrer langfristigen Wirkung, die sektorale Bilanz von Landnutzungsänderungen und die Auswahl des richtigen Zielsystems als Referenz für eine anteilige Bewertung. Das Ergebnis zeigt sechs verschiedene Bewertungspfade für eine alternative Bewertung des landwirtschaftlichen Anteils an den österreichischen Treibhausgasemissionen. Die Ergebnisse liegen in einem Fall über, in allen anderen Fällen leicht bis deutlich unter dem aktuellen Anteil von 10,3 %. Abschließend wird gezeigt, dass für die Reduktion des CO<sub>2</sub>e-Anteil der Landwirtschaft vor allem an der Nutzung der fossilen Energie und an der Reduktion globaler LULUCF-Schulden gearbeitet werden muss.

Schlagwörter: IPCC Guidelines, Klimaschutzbericht, anthropogener Einfluss, natürliches Ausgangsniveau, Global Warming Potential 500 Jahre, Zurechnung von Senken, konsumbasierte Bilanzierung

### Summary

The internationally oriented Austrian National Inventory Report and the Climate Protection Report as national implementation deliver different facts for public discussions and objectives of Austrian climate policy. From the perspective of agriculture, the used standard for calculation (IPCC Guideline) leads to several questions. Five of these questions are answered here. They concern basic calculation aspects for inventories and their long-term effects, the sectoral balance of land use changes and the selection of an effective reference system. Six different evaluation paths for an alternative evaluation of the agricultural share of Austrian greenhouse gas emissions are shown. In one of the cases the results are above, all other results are below the current share of 10.3 %. Finally, we showed that in order to reduce the CO<sub>2</sub>e share of agriculture, work must be done primarily on the use of fossil energy and on reducing global LULUCF debts.

Keywords: IPCC inventory guidelines, climate protection report, anthropogenic impact, baseline, global warming potential 500 years, consideration of sinks, consumer based balance

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>2</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>3</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

\* Ansprechpartner: Dr. Thomas Guggenberger, email: thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung

Die Häufigkeit der Nutzung eines Begriffes gibt Auskunft über seine gesellschaftliche Bedeutung. Oft genutzte Begriffe stehen im multiplen Zusammenhang zum Alltag und werden sowohl im Berufs- als auch im Privatbereich verwendet. Zur Abschätzung der individuellen Bedeutung eines untersuchten Begriffes kann eine Normierung an einem zentralen Begriff vorgenommen werden. Ein solcher Begriff ist für die Landwirtschaft etwa Essen der 5mal so oft vorkommt wie der Begriff *Landwirtschaft*, aber nur 2mal so oft wie der Begriff *Klimaschutz*. Wenn wir die Suchbegriffe verfeinern, dann verlieren diese sehr rasch an Bedeutung. Essen kommt etwa 7mal öfter vor als Pflanzen, 18mal öfter als Tiere, 70mal öfter als Milch und 1.500mal öfter als *Treibhausgase*. Das überrascht nicht. Am Begriff Klimaschutz kann gezeigt werden, wie wenig sich die Beiträge dabei in die fachliche Tiefe bewegen. Nur einer von 19 Beiträgen aus dem Bereich des Klimaschutzes nennt auch den Begriff der Treibhausgase (THG). Jeder zweite Beitrag nennt aber den Verkehr, jeder fünfte die Industrie und jeder sechste die Landwirtschaft. Es geht also in der gesellschaftlichen Diskussion mehr um die Suche nach den Schuldigen, als um die Klärung der Ursachen. Das ist kein Zufall, sondern Ergebnis der Methoden zur Untersuchung von gasförmigen Emissionen und ihrem potenziellen Beitrag zur Klimaerwärmung. Diese sind komplex und verbergen sich in internationalen Vereinbarungen und vielen wissenschaftlichen Grundlagedokumenten. Dieser Beitrag zeigt im ersten Teil grob, wie die wichtigsten Treibhausgase bewertet werden und wie diese Ergebnisse den verschiedenen Emittenten zugeordnet werden. Danach werden fünf Fragen angesprochen, die im aktuellen Verfahren aus der Sicht der Landwirtschaft von Bedeutung sind. Die Ergebnisse der Fragen führen zu einer alternativen Bewertung in zwei Stufen, die zu insgesamt sechs Emissionspfaden führt. Die maßgeblichen Einflüsse der alternativen Bewertung sind die Ausweitung der Beobachtungszeiträume von Eingangsdaten und Folgewirkungen.

## Basisprozess zur internationalen Bewertung des Treibhauspotenzials

Am Ausgangspunkt der Informationen zur Basismethode der globalen Bewertung von Treibhausgasen muss gesagt werden, dass alle methodischen, organisatorischen und rechtlichen Verfahren und Schritte von staatlichen Organisationen bereits in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts angestoßen wurden und sich nicht unmittelbar an die Bürger wenden. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass das globale Problem der Klimaerwärmung nicht von einzelnen Menschen oder konkreten Organisationen gelöst wird, sondern eine territoriale Lösung primär durch Regierungen und sekundär durch Unternehmen innerhalb der Staatsgrenzen der Mitgliedsstaaten erfolgt. Grundlage des Verfahrens in Österreich ist die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (Konferenz von Rio 1992), die in nationales Recht überführt wurde (BGBl. 414/1994, 2004). Mit der organisatorischen und wissenschaftlichen Umsetzung wurde der wenige Jahre zuvor gegründete Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) beauftragt. Die völkerrechtliche Grundsatzgesetzgebung wurde durch Gesetze und Richtlinien der Staatengemeinschaft (z.B. der Europäischen Union (280/20004/EG, 2007)) und durch nationale Gesetze (z.B. österreichisches Klimaschutzgesetz (BGBl. 106/2011, 2011)) ergänzt.

Die Bewertung der Treibhauspotenziale beruht für alle umsetzenden Staaten der Erde auf folgendem Prozess:

1. Im Rahmen von „Assessment Reports“ (AR)(IPCC, 2014), aktuell ist der fünfte AR aus dem Jahr 2014/2015 und wir erwarten den sechsten AR im Jahr 2021/2022,

berichtet ein globales Netz an Wissenschaftlern in drei Arbeitsgruppen über die aktuelle Situation der Erderwärmung. Arbeitsgruppe I liefert die physikalischen Grundlagen (IPCC, 2013) und schafft damit die Basis für Arbeitsgruppe II. Diese bespricht die Konsequenzen der Erwärmung und wendet sich mit den Ergebnissen vor allem an die Verantwortlichen. Arbeitsgruppe III befasst sich mit dem Klimaschutz.

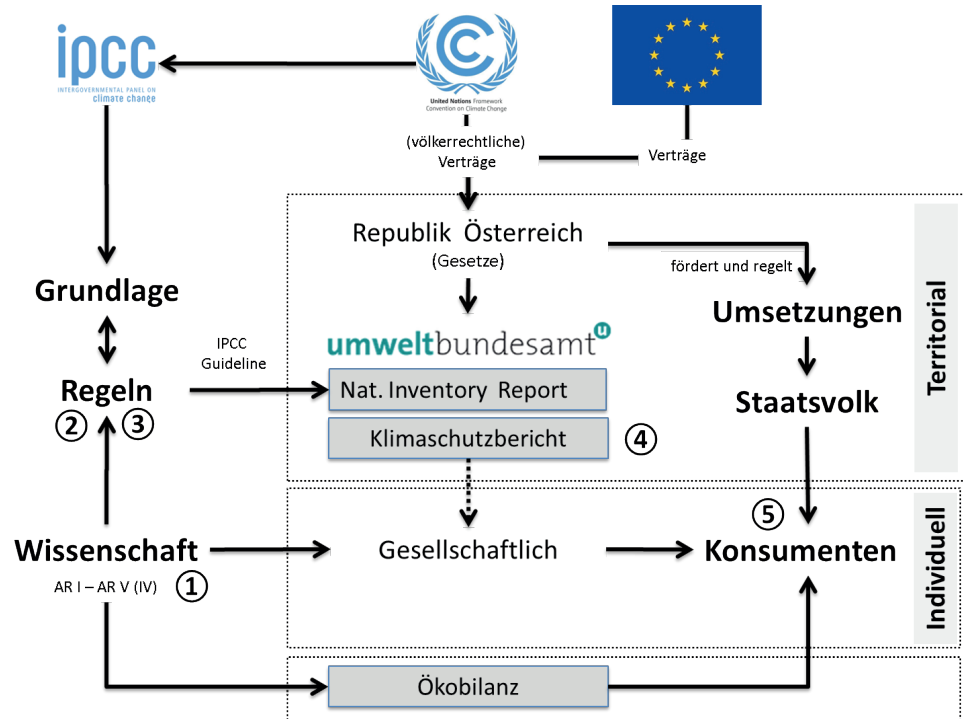
2. Zur Normierung nationaler Berechnungen wurde mit den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ eine global gültige Rechenvorschrift erlassen (IPCC, 2006, 2019). Die einzelnen Nationalstaaten bewerten ihre THG-Emissionen auf der Basis der internationalen Guidelines und erstellen jährlich einen *National Inventory Report NIR* (UBA, 2020b). Die Sammlung aller Reporte an zentraler Stelle bildet die Grundlage für die Darstellung der globalen Entwicklung.
3. In der Erfüllung weiterer Anforderungen, die sich aus der europäischen bzw. nationalen Klimaschutzgesetzgebung ableiten, wird mit dem jährlichen, nationalen *Klimaschutzbericht KSB* ein weiteres Dokument erstellt (UBA, 2020a). Dieser Bericht bildet zugleich aber auch die Grundlage zur Erfüllung der österreichischen Pflichten zur Lastenteilung (Effort-Sharing Entscheidung) im Rahmen der Europäischen Klimaschutzziele.

Die in Österreich für die Bewertung des Treibhauspotenzials zuständige Stelle, ist das Umweltbundesamt (UBA) in Wien, setzt in seinen Berichten die internationalen Vorgaben exakt um. Andere Stellen liefern dafür Daten und besprechen mit dem UBA das Vorgehen hinsichtlich der vorgesehenen Handlungs- und Interpretationsspielräume. NIR und KSB sind maßgebliche Dokumente die nicht nur starke Konsequenzen bei den Kosten des internationalen Emissionshandels haben, sondern die auch großen Einfluss auf die gesellschaftliche Diskussion nehmen.

Diese entzündet sich zeitlich mehr oder weniger stark an einer gesellschaftlichen Grundsatzentscheidung zu Zukunftsfragen. *Fridays for Future* hat im Jahr 2018/2019 eine globale Jugendbewegung hervorgebracht. Die aktuelle Debatte befasst sich stärker mit der Erwärmung und Trockenheit auf der Nordhalbkugel. Die tatsächliche Sprengkraft im Alltagsleben der Österreicherinnen und Österreicher steckt allerdings in den finanziellen Konsequenzen der Verfehlung der international vereinbarten Emissionsgrenzen.

Derzeit erreicht Österreich die vereinbarten Ziele der europäischen Emissionszuweisung im Jahr 2018 (48,9 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>e)) vor allem durch den Besitz von Gutschriften im Emissionshandel (28,4 Mio. t CO<sub>2</sub>e). Die tatsächlichen Brutto-Emissionen im Jahr 2018 liegen etwa auf der Höhe des Jahres 1990. Ein Fortschritt in der Gesamtfracht der Emissionen wurde zwar nicht erzielt, aber die steigende Produktivität konnte in den letzten 30 Jahren zumindest durch eine höhere Effizienz im Emissionsanfall kompensiert werden. Einfluss haben dabei auch die Verschiebungen von „schmutzigen“ Produktionszweigen in andere Länder außerhalb der nationalen Bilanzierungsgrenzen. Alle bisherigen Maßnahmen werden bei weitem nicht ausreichen, um die zukünftigen Verpflichtungen Österreichs in den vorgegebenen Emissionspfaden zu erreichen. Findet keine tatsächliche Änderung in der Gesamtemission statt, entstehen – solange das überhaupt möglich ist – hohe, zusätzliche Kosten im Emissionshandel oder der Staat erzwingt mit anderen Mitteln eine Emissionsreduktion vom Staatsvolk. Scheitern beide Ansätze bleibt als letzte Alternative der Ausstieg aus den völkerrechtlichen Verträgen. Diese Option wird derzeit schon in einigen Ländern Wirklichkeit. Die Möglichkeiten reichen von einer Besteuerung von Emissionen bis hin zu sachlichen Zwangsmaßnahmen. Maßnahmen werden solange immer auf die gekoppelte Beziehung zwischen Wirtschaftswachstum und Umweltwirkungen drücken, bis eine alternative Volkswirtschaft außerhalb dieser Abhängigkeit entstanden ist. Diese Transformation ist unausweichlich, die Schuldzuweisung der einzelnen Sektoren in der Volkswirtschaft hat längst begonnen.

Abbildung 1: Struktur der Bewertung und Umsetzung



*Alternativtext:* Österreich beteiligt sich gemeinsam mit der Europäischen Union an den weltweiten Bemühungen zum Klimaschutz. Die allgemein anerkannten wissenschaftlichen Grundlagen und Berechnungsregeln des IPCC werden in Österreich vom Umweltbundesamt zur Erstellung der notwendigen Berichte genutzt. Zur Erreichung von Reduktionszielen kann die Republik Österreich verschiedene Maßnahmen umsetzen und bezieht dabei das Staatsvolk mit ein. Dies kann in direkter Form etwa über CO<sub>2</sub>-Steuern, aber auch indirekt über den Emissionshandel erfolgen. Damit erfüllt Österreich seine territorialen Aufgaben gegenüber der internationalen Gemeinschaft. In der gesellschaftlichen Alltagsdiskussion vermischen sich die wissenschaftlichen Grundlagen des IPCC mit dem nationalen Verhalten des Staatsvolkes. Aus der Rolle der KonsumentInnen heraus entsteht eine individuelle Betroffenheit. Deren Last heizt die Gesamtdiskussion stark an. Die Punkte 1 bis 5 in Abbildung 1 zeigen die fachliche Zuordnung zu weiterführenden Aspekten, die in diesem Beitrag noch behandelt werden.

## Ergebnisse zur nationalen Bewertung des Treibhauspotenzials aus den verschiedenen Berichten

Die potenzielle Emissionslast Österreichs im Jahr 2018 beträgt nach den beschriebenen Regeln rund 79 Mio. t CO<sub>2</sub>e<sub>GWP100</sub>. Wir sprechen von potenziellen Ergebnissen, weil das Ergebnis nicht Ausdruck einer Messung, sondern einer Abschätzung ist. Die Einheit CO<sub>2</sub>e zeigt, dass die unterschiedlichen chemischen Stoffe, die als Treibhausgase bewertet werden (Tabelle 1 links), nicht in ihrer tatsächlichen Menge angegeben werden, sondern dass die Mengen einer Wirkungsabschätzung unterzogen wurden. CO<sub>2</sub>e dient als Referenzgas mit dem Wert 1, alle anderen erhalten einen Wirkungsfaktor über 1. Mit 84 % der Gesamtwirkung bei einem 100jährigen Betrachtungszeitraum ist CO<sub>2</sub> ungeachtet der Wirkungsabschätzung das bedeutendste Treibhausgas in Österreich. Seine zentrale Herkunft ist die Verbrennung von fossiler Energie. Neben den Emissionen gibt es aber auch Senken, die CO<sub>2</sub>e aus der Atmosphäre binden und damit eine neutralisierende Wirkung haben. Die Senken Österreichs, das sind die Böden und der Netto-Holzzuwachs

der Wälder, können derzeit rund 6,5 % der Emissionen binden. Landwirtschaftliche Böden werden derzeit als Emissionsquellen und nicht als Senken ausgewiesen. In Summe binden die Senken 5 Mio. t CO<sub>2</sub>e. Diese Menge wird dem Sektor LULUCF (land use and land-use change and forestry) zugewiesen. Die Brutto-Emissionen werden zu 69,3 % vom Sektor Energie dominiert, der Landwirtschaft werden 9,2 % zugewiesen. Die Netto-Emissionen Österreichs betragen nach dem Regelwerk des IPCC im Untersuchungsjahr 73,8 Mio. t CO<sub>2</sub>e.

Tabelle 1: Ergebnisse NIR 2020, Basisjahr 2018, territoriale Betrachtung, GWP<sub>100, IPCC 2013</sub> (UBA, 2020b)

<b>Emissionen</b>	CO <sub>2</sub> e (kt)	<b>Sektoren</b>	CO <sub>2</sub> e (kt)
CO <sub>2</sub>	66.720	Energie	54.695
CH <sub>4</sub>	6.439	Industrie und Produkte	15.613
N <sub>2</sub> O	3.526	Landwirtschaft	7.224
HFC <sub>s</sub>	1.835	LULUCF	-5.153
PFC <sub>s</sub>	33	Abfall	1.420
SF <sub>s</sub>	382	Andere	0
NF <sub>s</sub>	17		
<b>Summe</b>	<b>78.952</b>	<b>Summe</b>	<b>73.799</b>

<b>Senken</b>	CO <sub>2</sub> e (kt)
LULUCF	-5.153
<b>Summe</b>	<b>-5.153</b>

<b>Bilanz</b>	<b>73.799</b>
---------------	---------------

1 kt (Kilotonne) = 1.000 Tonnen

Tabelle 2: Ergebnisse KSB 2020, Basisjahr 2018 (UBA, 2020a))

<b>Sektoren</b>	CO <sub>2</sub> e (kt)	CO <sub>2</sub> e (%)
Energie und Industrie-Emissionshandel	28.347	35,9
Energie und Industrie-Nicht Emissionshandel	5.889	7,5
Verkehr	23.855	30,2
Gebäude	7.885	10,0
Landwirtschaft	8.185	10,4
Abfall	2.495	3,2
F-Gase	2.296	3,0
<b>Summe</b>	<b>78.952</b>	<b>100</b>

## Grundsatzkritik am Systemrahmen

Die Methode zur Bewertung potenzieller Treibhausgasemissionen (Emissionen und Senken) ist gut gelöst. Das Regelwerk ist flexibel und global anwendbar. Es beruht auf breiten wissenschaftlichen Untersuchungen und verdient hohes Vertrauen. Nationale Stellen arbeiten seit Jahrzehnten erfolgreich damit und können ihre Arbeit gut umsetzen. Ist damit alles gut?

Nein, denn die Rahmenbedingungen, die das erfolgreiche Grundsatzwerk umgeben, werfen einige maßgebliche Fragen auf, die nicht nur stark in die Ergebnisse in Tabelle 1 und 2 eingreifen, sondern die vor allem auch hohes Potenzial haben, die Entscheidungen, selbst im Hinblick auf die dringend notwendigen Maßnahmen innerhalb der Sektoren, in die falsche Richtung zu lenken. Die nun angesprochenen Aspekte sind grundsätzlich nicht neu und die Autoren selbst haben in ihren Publikationen manchmal auf die Unsicherheit bei Entscheidungen hingewiesen. Folgende fünf Fragen sollen hier angesprochen werden:

1. Kann anthropogenes Handeln nur mit Ja und Nein beantwortet werden?
2. Gibt es für Emissionen ein nicht problembehaftetes Ausgangsniveau?
3. Erfüllt die aktuelle Form der Wirkungsabschätzung von Treibhausgasen ihren Zweck?
4. Haben einzelne Sektoren ein Recht auf Zurechnung ihrer Senken?
5. Setzt die territoriale Bewertung an der richtigen Stelle an?

Die Fragen betreffen Themenfelder, die bei der Bewertung komplexer Systeme immer von Bedeutung sind. In Anlehnung an ISO 14040/14044 (Finkbeiner et al., 2006) sind hier zumindest drei Aspekte methodisch zu untersuchen. Hier sollten kurz die Begriffe Untersuchungssystem und Zielsystem definiert werden.

- Zuordnung/Abgrenzungen: Ist der untersuchte Aspekt sachlich dem Untersuchungssystem zuzuordnen? Wenn ja, ist diese Zuordnung vollständig oder nur in Teilen zulässig? Besteht die Notwendigkeit einer zeitlichen Abgrenzung/Korrektur von Eingangsgrößen und Wirkungen?
- Zielsysteme: Wie gut ist das Bewertungssystem geeignet, um die Wege zur Lösung der Anforderungen im Zielsystem aufzuzeigen?
- Handlungsanleitungen: Wie gut gelingt es dem Bewertungssystem Ergebnisse zu generieren, die von den zuständigen AkteurlInnen auf validem Weg in relevante Handlungspfade umgelegt werden können?

## **1. Frage: Kann anthropogenes Handeln nur mit Ja und Nein beantwortet werden?**

Tabelle 2.1, Volume 2, IPCC Guidelines 2006 beschreibt ohne Lücken den gesellschaftlichen und industriellen Gesamtprozess zur stationären Verbrennung fossiler Energie. Jeder Punkt, auch die nicht spezifisch definierten Endpunkte einer Nutzerkette sind dabei eindeutig dem menschlichen Handeln zuzuordnen. Fossile Energie kommt nicht von alleine aus der Erde und natürlich brennende Kohleflöze befinden sich nicht in stationären Verbrennungsanlagen. Das anthropogene Handeln ist in diesem Beispiel klar mit Ja und Nein abgegrenzt.

Tabelle 10.1, Volume 4, IPCC Guidelines 2006 listet landwirtschaftliches Nutztier auf und grenzt diese damit ungeachtet ihrer biologischen Funktion (z.B. als Wiederkäuer) von den Wildtieren ab. Nutztiere werden in die Emissionsberechnung eingebunden, Wildtiere hingegen nicht. Diese Ja/Nein-Situation ist unsicher, weil die Grenze das Maß der Vertrautheit der Tiere zum Menschen ist. Alle Nutztierarten existieren auch in ihrer Wildtierform und manche Produktionsformen, etwa die Mutterkuhhaltung, werden gerade deshalb so geschätzt, weil sie den Nutztieren einen kleinen Anteil an ihrer Wildtierform zugestehen. Ähnliches gilt auch für die Sommerweide von Rindern, Schafen und Ziegen auf den Almen. Man wird hier die Almmilcherzeugung ausnehmen, weil die laufende Produktion sogar zwingend anthropogen ist. Umgekehrt wird Reh- und Rotwild derzeit nicht in die Emissionsberechnung einbezogen, obwohl die Hegeverpflichtung der Jagd auch deutliche anthropogene Spuren trägt. Die scharfe Grenze zwischen Ja und Nein, zwischen 1 und 0, verschwimmt also bei genauerer Betrachtung und sollte durch eine stetige Zahl, den Koeffizienten  $K^{\text{anthropogen}}$ , ergänzt werden.

Ein methodischer Ansatz dafür ist die zeitliche und sachliche GVE-Verteilung von

Wiederkäuern die während des Jahres nicht maßgeblich dem anthropogenen Einfluss unterliegen. Ein solcher Zeitraum ist die Alpidungsdauer von Wiederkäuern und die Gesamtdauer der nationalen Mutterkuhherde. Nebenstehende Formel kann alle Aspekte aufnehmen, wobei wir von rund 275.000 GVE an Almweidevieh für etwa 100 Tage und einer Mutterkuhherde von 200.000 GVE ausgehen (BMLRT, 2020). Wir nehmen weiter an, dass Wiederkäuer während der Almweidezeit zu 2/3 und Mutterkühe während des Jahres zu 1/3 ohne maßgeblichen anthropogenen Einfluss bleiben. Der Abzug der sich für Frage 1 ergibt beträgt mit diesen Annahmen 5 %. Der nationale Wert wäre für jede Nutztierart aus Tabelle 10.1, Volume 4, IPCC Guidelines 2006 zu berechnen, die Liste müsste um anthropogen beeinflusste Wildtiere erweitert werden.

$$K_{Wiederkäuer}^{anthropogen} = 1 - \frac{\frac{Almweide_{Wiederkäuer} \times \frac{2}{3} \times \frac{Almweidetage}{365}}{Gesamt_{Wiederkäuer}} + \frac{Mutterkühe \times \frac{1}{3}}{Gesamt_{Wiederkäuer}}}{100}$$

$$K_{Wiederkäuer}^{anthropogen} = 1 - \frac{\frac{275.000 \times \frac{2}{3} \times \frac{100}{365}}{2.192.101} + \frac{200.000 \times \frac{1}{3}}{2.192.101}}{100} = 0,95$$

## 2. Frage: Gibt es für Emissionen ein nicht problembehaftetes Ausgangsniveau?

Diese Frage schließt an die Frage 1 an, weil sie dem anthropogenen Handeln eine zeitliche Dimension hinzufügt. Die laufenden Publikationen des Umweltbundesamtes betreffen immer ein bestimmtes Berechnungsjahr. Zeiträume werden dann genannt, wenn sich diese auf Reduktionspfade beziehen. Das Kyoto-Protokoll hat sich etwa auf das Jahr 1990 bezogen, das österreichische Klimaschutzgesetz bezieht sich auf das Jahr 2005. In beiden Fällen wird ein Null-Punkt gesetzt der als Normierungslinie für das gemeinschaftliche Handeln dient und der sich damit direkt auf die Konsequenzen einer Verfehlung auswirkt. Welchen Null-Punkt hat aber das *Global Warming* selber? Muss dieser Zeitpunkt vom klimatologischen Messwert zurückgerechnet werden oder kann der Zeitpunkt empirisch über das anthropogene Verhalten bestimmt werden?

Die längste wissenschaftlich abgesicherte Messreihe zum Klimaschutz ist Basis für die Keeling-Kurve, und wird seit März 1958 auf der Messstation Mauna Loa auf Hawaii erhoben (Keeling, 1960). Dort steigt seit Messbeginn der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre an. Bei der ersten Messung wurde eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 313,4 ppm gemessen. Der Basismessbereich für die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre wurde von den Kerneisbohrungen der Mission Vostok im Zeitintervall [400.000 v. CH bis CH] mit einer mittleren Konzentration von 232 ppm ± 28 ppm erhoben (Barnola et al., 2003). Der vorliegende Datensatz ist mit einer Schiefe von 0,13 normalverteilt und bei der Annahme von 1σ liegt der obere Vertrauenswert der Schwankung der CO<sub>2</sub>-Konzentration bei 260 ppm. Die Lücke zu den ersten Messungen am Mauna Loa ist somit nicht sehr groß und beträgt unter Akzeptanz der genannten Schwankungsbreiten nicht mehr als 60-80 ppm. In den ersten Jahren der Mauna Loa-Messung betrug der jährliche Zuwachs 1,49 ppm. Die Überschreitung des langfristigen Grenzbereiches der natürlichen Hintergrundschwankung, auch unter Annahme eines sich ändernden Zuwachsfaktors, liegt damit wohl um 1900. Diese Betrachtung liegt auch nahe am Jahr 1850, welches vom IPCC als Beginn der aktuellen Klimaerwärmung festgelegt wurde. Diese Betrachtung deckt sich zusätzlich mit den historischen Aufzeichnungen zum globalen Energieverbrauch. (Brito und Sousa, 2015). Dieser lag um 1900 bei rund 6.000 TWh und hat sich bis 1950 verdreifacht, danach bis 2010 versiebenfacht. Mit dieser Entwicklung ist auch der globale

wirtschaftliche Aufschwung verbunden.

Alle Aspekte zeigen also, dass es eine Zeit vor dem Wirtschaftswunder des 20. Jahrhunderts gab, die nicht maßgeblich mit dem Anstieg der THG und der Klimaerwärmung in Verbindung zu bringen ist. Diese Zeit wird wirtschaftlich sehr stark von der Landwirtschaft geprägt, die sich Ackerbau und Viehzucht zunutze machte, um Nahrung und Arbeitsleistung zu erwirtschaften. In diesem noch primären Wirtschaftssystem stammen gasförmige, chemische Verbindungen ausschließlich aus der Biosphäre oder waren Folgen von Naturkatastrophen. Die enterogene Fermentation von Pflanzen im Wiederkäuermagen, Methanemissionen aus dem Dünger und aus der anaeroben Zersetzung von Pflanzen in der Natur aber auch die Freisetzung von Lachgas bei der Denitrifikation, waren wirksamere Verbindungen aus dem landwirtschaftlichen Bereich, der Basiskreislauf der Photosynthese und Respiration bestimmte das gesamte Ökosystem. Niemandem wäre in diesem System eingefallen die ausgewogenen Beziehungen innerhalb der Natur oder zwischen Mensch und Natur in Frage zu stellen. Die Forderung, die Landwirtschaft solle sich an der Senkung der THG-Emissionen beteiligen, kann trotzdem angenommen werden. Vordringlich kann dies aber nur jenen Anteil der Emissionen betreffen, den die Landwirtschaft seit 1900 im Gleichklang mit der Gesamtentwicklung der Gesellschaft durchgemacht hat.

Für THG-Emissionen der österreichischen Landwirtschaft können folgende Ausgangsniveaus approximativ festgelegt werden:

- Kohlendioxyd aus fossilen Quellen ( $\text{CO}_2$ ): Die Verwendung von fossiler Energie um 1900 kann in diesem Bericht nicht beziffert werden. Sie betrifft vor allem die Nutzung von Dampfmaschinen die zur Feldarbeit genutzt wurden, aber insgesamt sehr selten waren. Das Ausgangsniveau für die Bewertung von  $\text{CO}_2$  wird mit 0 Tonnen festgelegt.

$$K_{\text{CO}_2}^{\text{base-level}} = 0 \text{ t} = 0 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

- Methan ( $\text{CH}_4$ ): Aufbauend auf wissenschaftlichen Berichten und Datenquellen der Vergangenheit und Gegenwart (BMLFUW, 1998, BMNT, 2019, Egger, 2013, Siegl, 2013) wurde für eine Zeitreihe [1920, 2020] des Wiederkäuerbestandes (inklusive Pferde) eine grobe biometrische Beschreibung angelegt. Auf diese wurden die Rechenvorgaben des IPCC, Tier 2 angewandt. Dieses deckt die enterische Fermentation und die Emissionen aus Wirtschaftsdüngern ab. Das Ergebnis dieser Berechnung beträgt eine Menge von rund 230.000 Tonnen  $\text{CH}_4$ . Dieser Wert definiert den Null-Punkt für die Methanemissionen aus der Landwirtschaft.

$$K_{\text{CH}_4}^{\text{base-level}} = 230.000 \text{ t} = 6.439 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

- Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ): Direkte Lachgasemissionen entstehen häufig bei der N-Düngung. Der hohe Anteil an Weide rund um 1900 und die Ausbringung von Wirtschaftsdünger aus den Ställen wird schon zu dieser Zeit wie bei Methan zu einem natürlichen Ausgangsniveau geführt haben. Die N-Kreisläufe dieser Zeit waren aber von Knappheit geprägt, da weder mineralische Dünger verfügbar waren, noch eine maßgebliche Verschiebung von Futtermitteln stattgefunden hat. Das Ausgangsniveau für die Bewertung von  $\text{N}_2\text{O}$  wird mit 0 Tonnen festgelegt. Eine fachliche Bewertung wäre noch sinnvoll.

$$K_{\text{N}_2\text{O}}^{\text{base-level}} = 0 \text{ t} = 0 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

### 3. Frage: Erfüllt die aktuelle Form der Wirkungsabschätzung von Treibhausgasen ihren Zweck?

Treibhausgase werden in den nationalen Bilanzen als  $\text{CO}_2\text{e}$  dargestellt. Deren Summe ergibt sich aus dem Produkt der Multiplikation einer Menge an gasförmigen, chemischen Verbindungen mit einem gasspezifischen, auf Basis von Berechnungen vom IPCC veröffentlichten Erwärmungspotential in der Atmosphäre.



$$CO_2e (kt)_{CH_4}^{National\ Inventory\ Report} = Menge\ CH_4 (kt) \times GWP_{CH_4}^{100}$$

$$6.439 (kt)CO_2e = 230 (kt) CH_4 \times 28$$

Im Zentrum dieser Frage steht das gasspezifische Erwärmungspotential, das *Global Warming Potential* GWP, der landwirtschaftlichen Treibhausgase Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O). In Abbildung 2 wird die Berechnung formal und graphisch dargestellt. Die Berechnung kann so erklärt werden: Jedes Gramm THG wirkt in der Atmosphäre mit einer Energie, die wir als Strahlungsantrieb (Radiative Forcing) kennen und die verzögert auch zu einer Temperaturänderung führt. Diese Energie nimmt nach der Emission ab, wobei jedes THG durch eine spezifische Kurve beschrieben wird. Für die Berechnung des GWP-Wertes eines Gases wird nun seine Gesamtwirkung innerhalb eines definierten Zeitraumes berechnet und mit der Gesamtwirkung von CO<sub>2</sub> im selben Zeitraum verglichen.

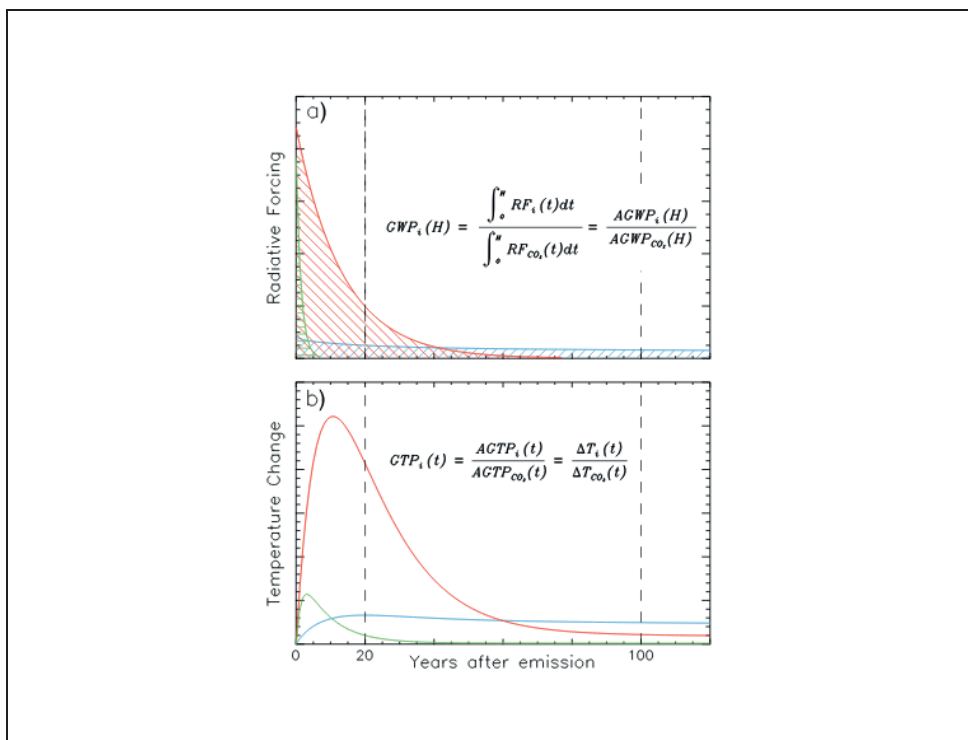


Abbildung 2: Berechnung des Global Warming Potentials GWP (Quelle)

*Alternativtext:* Die Abbildung zeigt exemplarisch im oberen Bereich den Strahlungsantrieb und im unteren Bereich die Wärmewirkung von Treibhausgasen nach ihrer Emission. Manche THG wirken sehr intensiv aber kurz, andere wenig intensiv dafür aber lange. Die blaue Linie zeigt hier das Verhalten des Referenzgases CO<sub>2</sub>, das zwar im Strahlungsantrieb weniger intensiv wirkt, dafür aber eine Wirkungsdauer hat, die weit über die X-Achse der Abbildung hinausgeht. Zumindest 500 Jahre gelten für die Gesamtwirkungsdauer von CO<sub>2</sub> als gesichert, viele Quellen gehen aber von einem viel längeren Zeitraum aus.

Die IPCC Guidelines und der österreichische Klimaschutzbericht verwenden derzeit 100 Jahre für die Berechnung dieser Beziehung. Dieser Zeitpunkt hat keine physikalische Ursache, sondern ist eine gemeinschaftlich getragene Festlegung, die sich entschieden hat, nicht die Gesamtwirkung eines Gases zu bewerten, sondern nur seine 100-jährige Teilwirkung. Das ist gerade deshalb unverständlich, weil das bedeutendste THG, das CO<sub>2</sub>, mindestens 500 Jahre, wohl aber eher 800-1000 Jahre in der Atmosphäre bleibt bis es entweder von den Weltmeeren oder der Biomasse an Land wieder gebunden wird.

CH<sub>4</sub> hat eine viel kürzere Lebensdauer von nur 12,4 Jahren, N<sub>2</sub>O mit 121 Jahren eine etwas längere. Während CH<sub>4</sub> innerhalb des Referenzzeitraumes seine Wirkung mehr als vollständig und N<sub>2</sub>O weitgehend umsetzt, wirkt das Referenzgas CO<sub>2</sub> noch ein Vielfaches der festgelegten 100 Jahre. Der aktuelle Rechenansatz verharmlost die Verbrennung fossiler Energieträger, weil alle anderen THG in ihrem GWP mächtiger werden. Die aktuelle Form der Berechnung wird damit ihrer Verantwortung nicht gerecht, weil sie vom wesentlichen Problem ablenkt. Das IPCC trägt in seinen Berichten diesem Umstand auch Rechnung und weist explizit darauf hin, dass „die Wahl einer Treibhauspotenzialmetrik“ vom konkreten Anwendungsfall abhängt und dass jede Wahl einer Metrik „implizite wert-orientierte Urteile“ erfordert (IPCC 2013, S. 663). Dies impliziert auch, dass wir als Gesellschaft bislang keinen einfachen Weg dafür gefunden haben um zu beurteilen, wie viel das menschliche Leben unserer Kinder und Kindeskinde in 50, 100 oder 500 Jahren Wert ist. Zweifelsfrei wichtige Anhaltspunkte hierfür bietet die Disziplin der Ethik und unsere Verantwortung zu ethisch angemessenem Handeln.

Tabelle 3: Entwicklung der GWP-Faktoren in den verschiedenen Assessment-Reports

AR I (1990)					AR III (2001)				
Jahre	20	100	500	100:500	Jahre	20	100	500	100:500
CO <sub>2</sub>	1	1	1	1	CO <sub>2</sub>	1	1	1	1
CH <sub>4</sub>	63	21	9	2,3	CH <sub>4</sub>	62	23	7	3,3
N <sub>2</sub> O	270	290	190	1,5	N <sub>2</sub> O	275	296	156	1,9

AR IV (2007)					AR V (2013/2014)				
Jahre	20	100	500	100:500	Jahre	20	100	500	100:500
CO <sub>2</sub>	1	1	1		CO <sub>2</sub>	1	1		
CH <sub>4</sub>	72	25	7,6	3,3	CH <sub>4</sub> no feedback	84	28		Nicht mehr veröffentlicht
					CH <sub>4</sub> with feedback	86	34		
					N <sub>2</sub> O no feedback	264	265		
					N <sub>2</sub> O with feedback	268	298		

Empfehlenswerte Quelle: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)

Tabelle 3 zeigt, dass die einzelnen Faktoren des GWP sich im Verlauf der Zeit ändern. Das hat vor allem mit den unterschiedlichen Konzentrationen der einzelnen THG und der Entwicklung des gesamten Strahlungsantriebes zu tun. Bis zum fünften Assessment-Report wurden GWP-Faktoren für 20, 100 und 500 Jahre angegeben. Die Beziehung zwischen 100 und 500 Jahren ist für diesen Bericht deshalb von Bedeutung, weil daraus die Korrekturfaktoren für Frage 3 abgeleitet werden. In den Kehrwert geht die Beziehung zwischen GWP 100 und GWP 500 aus AR III und AR IV ein. Folgende Faktoren werden verwendet:

- Kohlenstoffdioxid aus fossilen Quellen (CO<sub>2</sub>):

$$K_{CO_2}^{GWP 500} = \frac{1}{1} = 1$$

- Methan (CH<sub>4</sub>):

$$K_{CH_4}^{GWP 500} = \frac{1}{3,3} = 0,30$$

- Lachgas (N<sub>2</sub>O):

$$K_{N_2O}^{GWP 500} = \frac{1}{1,9} = 0,53$$

#### 4. Frage: Haben einzelne Sektoren ein Recht auf Zurechnung ihrer Senken?

Der Vergleich der sektoralen Ergebnisse der beiden Berichte in Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigt uns, dass zum ersten die Sektoren nicht gleich abgegrenzt wurden und dass der Sektor LULUCF (land use and land-use change and forestry) aus Tabelle 1 in Tabelle 2 gar nicht vorkommt. Das liegt daran, dass der österreichische Klimaschutzbericht in Tabelle 2 nur von Emissionen berichtet. Allerdings werden zur Abdeckung der gesetzlich vorgesehenen Emissionspfade für den Sektor Energie und Industrie die Gutschriften aus dem Emissionshandel mit einbezogen.

Im NIR wurde für Österreich eine aktuelle Senke von 5.311 kt CO<sub>2</sub>e berechnet. Die Senke kommt im zeitgleichen Intervall zwischen 1990 und 2019 vor allem durch Landnutzungsänderungen zugunsten von Wäldern und durch den nicht geernteten forstlichen Zuwachs zustande (Tabelle 4). Die Ausweitung der Waldfläche wird mit 4.306 kt CO<sub>2</sub>e bewertet. Der bei weitem größte Teil dieses Zuwachses erfolgte zu Lasten extensiver landwirtschaftlicher Flächen im alpinen Raum und sollte deshalb auch diesem Sektor zugeschrieben werden. Diese Flächen betreffen, wie in Tabelle 5 ersichtlich, entweder Grenzertragsflächen in Tallagen oder Almflächen.

Tabelle 4: LULUCF in Österreich gemäß NIR (UBA, 2020b)

Landnutzung	CO <sub>2</sub> e (kt)
Forst	-4.306
Acker	105
Grünland	291
Feuchtflächen	66
Verbauung	375
Andere	159
Holzzuwachs	-2.001
Summe	-5.311

Tabelle 5: Umwandlung von Grünland in andere Landnutzungsformen seit 1990 (UBA, 2020b)

Umwandlung von 379.922 ha Grünland in	ha
Forst	243.058
Acker	40.131
Feuchtflächen	22.754
Verbauung	73.979
Andere	0

Noch besteht keine absolute Sicherheit in der Zuordnung von ehemaligen Grünland- und Almflächen in Wald, weshalb die Korrekturmenge einer Senke vorläufig aus Sicherheitsgründen nur mit 80 % angenommen wird.

$$K_{CO_2\text{-Äquivalente}}^{sink} = 4.306 \times 0,8 = 3.444 \text{ kt}$$

Zur Antwort: Ja, die Landwirtschaft hat Anspruch auf die Zurechnung der nationalen Senke aus dem Bereich LULUCF, ebenso wie sie verpflichtet ist, die Verantwortung für nationale oder globale Emissionen aus dem Bereich LULUCF zu übernehmen.

## 5. Frage: 5. Setzt die territoriale Bewertung an der richtigen Stelle an?

Das Methodenkonzept von NIR und KSB beruht auf einer Abgrenzung von Sektoren innerhalb einer nationalstaatlichen = territorialen Volkswirtschaft. Tabelle 6 zeigt am Sektor der Landwirtschaft, dass diese sektoral-territoriale Abgrenzung indirekte Emissionen nicht scharf abgrenzen kann. Das liegt daran, dass NIR und KSB produktionsbezogene Bewertungen mit Sicht auf die Erzeuger in ihrer Gesamtheit als Sektor sind, während sich im Produktionsprozess eines traditionellen flächengebundenen Bauernhofes die Erzeugerfunktion (direkte Emissionen) und die Nutzerfunktion (indirekte Emissionen) vereinen.

Tabelle 6: Ein Name, verschiedene Auslegungen

	Die Landwirtschaft aus verschiedenen Sichten	
	NIR/KSB	eines Bauernhofes
Direkte Emissionen	THG-Emissionen des Sektors Landwirtschaft aus der Fermentation in Rindermägen, der landwirtschaftlichen Düngung, des Wirtschaftsdünger-Managements und dem Einsatz fossiler Energie in der Land- und Forstwirtschaft.	Emissionen in hoher Übereinstimmung zum KSB
Indirekte Emissionen	THG-Emissionen aus der Bereitstellung von Maschinen, Gebäuden, von chemischen und anderen nicht landwirtschaftlichen Betriebsmitteln, sowie von Transport, sind <u>in anderen Sektoren verborgen</u> und können nicht prozessspezifisch zugeordnet werden.  Beispiel: Die Produktion eines Traktors wird im KSB dem Sektor Energie und Industrie zugeordnet	Emissionen müssen aus der Sektorbewertung herausgelöst und <u>der Landwirtschaft/dem Bauernhof zugeordnet</u> werden.  Beispiel: Ein angekaufter Traktor wird in das Inventar des Betriebes übernommen.
Werkzeug	IPCC Guidelines	Betriebliche Ökobilanzierung

Wenn also der KSB 2020 der österreichischen Landwirtschaft 8,2 Mio. t. CO<sub>2</sub>e an Emissionen zuspricht, das sind 10,3 % der nationalen THG-Emissionen, dann ist das nicht die volle Wahrheit. Landwirtschaftliche Betriebe benötigen auf jeden Fall noch langfristig nutzbares Inventar, wie Maschinen und Gebäude, sowie andere Betriebsmittel, die nicht direkt aus der Landwirtschaft kommen und industriell hergestellt werden. THG-Emissionen entstehen dort in aller Regel durch die Aktivitäten im Bergbau, durch Verbrennung von fossiler Energie in Anlagen der Maschinen- und Zementindustrie und in der chemischen Industrie. Im Mittel eines sehr stark streuenden Datensatzes aus dem Datenpool FarmLife (Herndl et al., 2016) liegt dieser Wert bei 856 kg CO<sub>2</sub>e pro ha. Für die österreichische Landwirtschaft bedeutet das grob geschätzt eine industrielle Vorleistung von 2.200 kt CO<sub>2</sub>e. Dieser Wert liegt etwa auf der Höhe der Emissionen, die durch die Düngung landwirtschaftlicher Böden entstehen.

Zusätzliche Emissionen kommen durch LULUCF aus dem Futtermittelimport. Sojaextraktionsschrot, stellvertretend für alle Ölsaaten, ist je nach Herkunft durchschnittlich (0,5 kg CO<sub>2</sub>e pro kg Sojaschrot ohne Landnutzungsänderung) bis hoch (1,7 kg CO<sub>2</sub>e mit Landnutzungsänderung) mit CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Landnutzungsänderungen belastet (Ecolab, 2020). Unter der optimistischen Annahme einer Verteilung von 60:40 bei den verschiedenen Herkunftsarten können wir im Schnitt mit einer Emission von 1 kg CO<sub>2</sub>e

pro kg Sojaschrot rechnen. Der nationale Import von 500.000 Tonnen Ölsaaten wird dann je nach Annahme der Sojaherkunft zu THG-Emissionen zwischen 500 – 900 kt. CO<sub>2</sub>e führen. Wir werden hier vorläufig mit 700 kt CO<sub>2</sub>e weiterrechnen. Eine Größe die schon nahe an die Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern in der Landwirtschaft heranreicht.

Das wahre Problem der Ergebnisse einer territorialen, produktionsbezogenen Bewertung, wie sie mit dem NIR und KSB für die gesellschaftliche Kommunikation im Inland vielfach fehlgenutzt wird, ist die völlige Verzerrung der Zielprobleme durch das Verhalten der KonsumentInnen bei der Nutzung globaler Märkte. Mit der konsumbasierten Bilanzierung wurde vor einigen Jahren ein Werkzeug entwickelt, dass sich direkt an das Verhalten der Konsumenten richtet (Steininger et al., 2018). Die Bewertung auf der Basis des Konsums nimmt ihren Ausgang bei den Ergebnissen der territorialen, produktionsbezogenen Bewertung in der ersten Säule von Abbildung 3. Alle Exporte werden mit der zweiten Säule abgezogen um mit der dritten Säule wieder alle Importe zu addieren. Sofort fällt die unterschiedliche Höhe von Säule zwei und Säule drei auf, die zeigen, dass das Staatsvolk mit dem hohen Konsum auch THG-Emissionen importiert. Dies lässt die zu verantwortenden THG-Emissionen aus der nationalen Produktion von rund 79.000 kt CO<sub>2</sub>e um weitere 54 % auf rund 121.000 kt CO<sub>2</sub>e ansteigen.

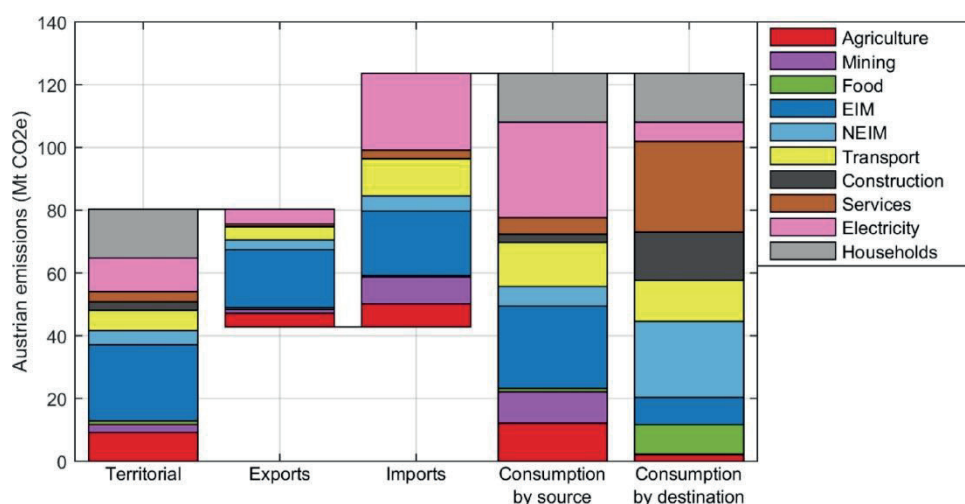


Abbildung 3: THG-Emissionen in Österreich nach territorialen und konsumbasierenden Bewertungen (Steininger et al., 2018)

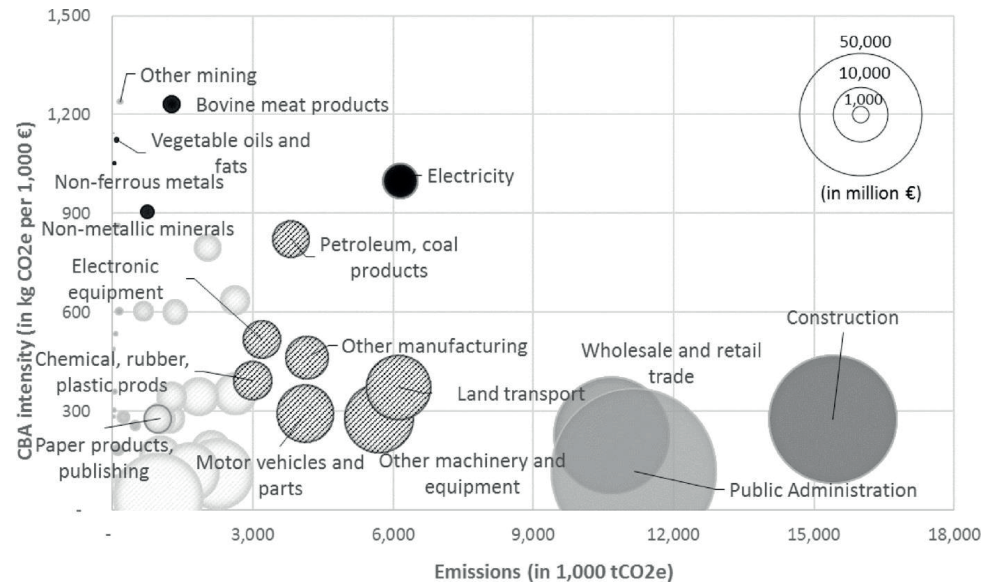
*Alternativtext:* Steininger et al. 2018 verbinden die Ergebnisse des KSB (Säule 1) um die sektoralen THG-Wirkungen des Exports (Säule 2) und Imports (Säule 3) von Gütern. Säule vier ist das Ergebnis das dem territorialen Nettoergebnis die Wirkung des globalen Handels hinzugefügt hat. Diese Säule zeigt das tatsächliche Verhalten der KonsumentInnen, dass in der fünften Säule in Konsumbereiche aufgeteilt wird.

Die Quelle der starken konsumorientierten Wachstumsrate kann aus Abbildung 4 abgelesen werden. Der Import von Zement und Baumaterialien und Handelswaren aller Art stellt eine große Belastung für die konsumorientierte Bilanz dar. Auch die Summe der staatlichen Aufgaben, die nicht nur Services sondern auch materielle Investitionen betreffen ist hoch.

Abschließend die Beantwortung von Frage 5: Die territoriale Bewertung ist, wie gezeigt werden konnte, nur für ihren Ursprungszweck, der Dokumentation der nationalen Entwicklung im gesetzlichen, internationalen Auftrag und abgeleitete ordnungspolitische Maßnahmen für Sektoren ohne Tendenzen einer Verlagerung ins Ausland geeignet. Auch wenn ähnliche Begriffe für die dargestellten Sektoren, z.B. die Landwirtschaft verwendet werden, so trifft die Methode doch nicht den gesamten Emissionspfad eines Prozesses. Dafür ist die Ökobilanz viel besser geeignet. In den meisten Fällen wird aber in der Politik und den Medien über den Prozess und nicht über den Sektor gesprochen.

Die Ergebnisse beider Methoden werden erst wirksam, wenn sie den Konsumenten erreichen. Dieser kann in seinem Kaufverhalten ganz leicht die territorialen Grenzen überschreiten und tut dies im Falle der nationalen Emissionen auch bei jedem dritten kg an THG-Emissionen.

Abbildung 4: Konsumbereiche mit hohen Emissionen in Beziehung zur ökonomischen Wertigkeit der Produkte (Steininger et al., 2018)



## Stufenweise Entwicklung einer alternativen Bewertung

**Stufe 1:** Anwendung der Erkenntnisse aus Frage 1, 2 und 3 auf den Ausgangsdatensatz nach dem Muster der nachstehenden Formel:

$$THG_G^{S1} = (BL_G^{KSB} - K_G^{BL}) \times K_G^{ANTH} \times K_G^{GWP 500}$$

Tabelle 7: Ergebnisse der Anwendung von Frage 1,2 und 3 auf den Ausgangsdatensatz

Treibhausgas G	Ausgangswert KSB [kt]	Base-Level 1920 [kt]	Anthropogener Einfluss	Korrektur GWP zur vollen CO <sub>2</sub> -Wirkung	Ergebnis [kt]
	$BL_G^{KSB}$	$K_G^{BL}$	$K_G^{ANTH}$	$K_G^{GWP 500}$	$THG_G^{S1}$
CO <sub>2</sub>	940	0	1	1	940
CH <sub>4</sub>	4.832	6.440	0,95	0,3	-458
N <sub>2</sub> O	2.113	0	1	0,53	1.120
Andere	300	0	1	1	300
<b>Gesamt</b>	<b>8.185</b>				<b>1.902</b>
					<b>2.360</b>

<sup>1</sup> Ob sich aus einer Emissionsabnahme tatsächlich eine Gutschrift (negatives Vorzeichen) ableiten lässt ist semantisch fraglich. Eine Senke im Sinne der Problemlösung ist das nicht, weshalb der Wert auf 0 gesetzt werden sollte, was zu einer Summe von 2.360 kt CO<sub>2</sub>e führt.

Gegenwartsemissionen im Zeitraum vom Auftreten erster potenzieller THW-Wirkungen um 1900 bis zum Abbau der letzten Wirkungen aus der Gegenwart im Jahr 2500 zu einem Erlöschen der Wirkungen von CH<sub>4</sub>. Dies gilt für Österreich deshalb, weil die Bedeutung der Tierhaltung überproportional abgenommen hat. Das ist bei weitem nicht überall auf der Welt so (FAOSTAT, 2020).

**Stufe 2:** Überschreitung der Sektorgrenzen des KSB in Richtung einer Ökobilanz und Zurechnung/Abzug von LULUCF nach folgender Formel:

$$THG^{S2} = THG^{S1} + THG^{Industry} + LULUCF^{World} + LULUCF^{Austria}$$

$$THG^{S2} = 2.360 + 2.200 + 700 + -3.444 = 1.816 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

Das Ergebnis aus Stufe 2 fügt den korrigierten direkten Emissionen aus Stufe 1 eine grobe Abschätzung über die indirekte Emissionsbelastung aus den landwirtschaftlichen Vorleistungen und den globalen Wirkungen der Landnutzungsänderung LULUCF über den Futtermittelimport hinzu. Im Gegenzug wird aber auch der nationale Anteil der landwirtschaftlichen Senke abgezogen.

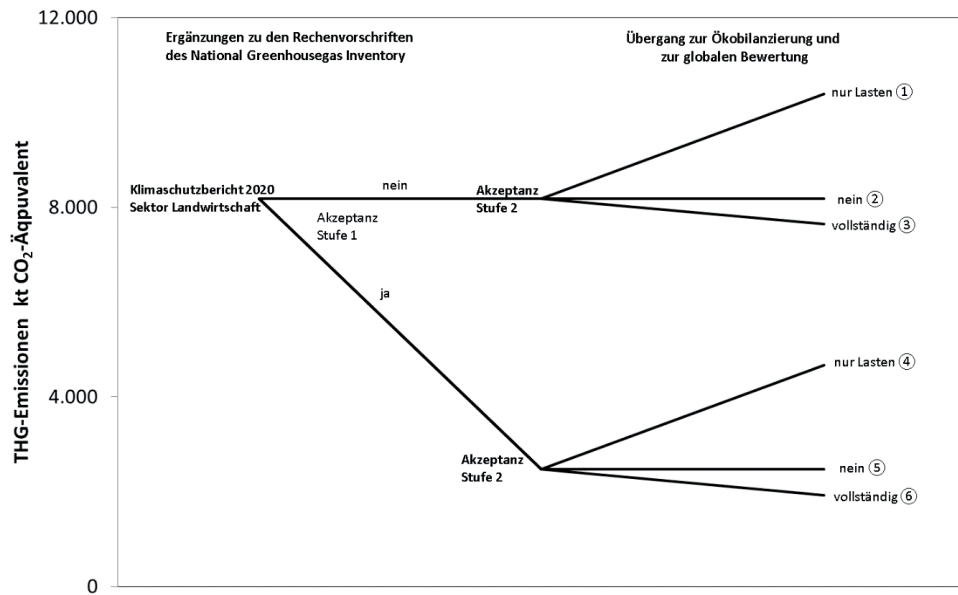
**Stufe 3:** Neubewertung des landwirtschaftlichen Anteils an THG-Emissionen in Österreich am korrigierten KSB und an einer alternativen, konsumorientierten Bewertung in der Form von 6 Emissionspfaden. Diese Pfade resultieren aus der Akzeptanz der Ergebnisse der 5 Fragen in den eben beschriebenen 2 Stufen der Neubewertung.

- Pfad 1, *volle Lasten*, nimmt keine Entlastungen auf, rechnet der Landwirtschaft aber in Stufe 2 die indirekten Vorleistungen ohne LULUCF zu. Dieser Pfad ist der maximale Belastungspfad.
- Pfad 2, *keine Akzeptanz*, ignoriert die hier vorgestellten Ansätze vollständig.
- Pfad 3, *Akzeptanz Stufe 2*, ignoriert die methodischen Ansätze der Stufe 1 und bleibt damit bei den Grundlagen des NIR. Allerdings wird in der Stufe 2 die Zurechnung von indirekten Vorleistungen und die positive Bilanz im LULUCF akzeptiert.
- Pfad 4, *keine Akzeptanz LULUCF*, akzeptiert die Langfristigkeit von Wirkungen aus der Stufe 1, rechnet der Landwirtschaft aber in Stufe 2 die indirekten Vorleistungen ohne LULUCF zu.
- Pfad 5, *Akzeptanz Stufe 1*, akzeptiert nur die Stufe 1 und bleibt auf der Ebene der territorialen Bewertung stehen.
- Pfad 6, *volle Akzeptanz*, setzt alle Vorschläge um und ist damit der minimale Belastungspfad.

Abbildung 5 zeigt den möglichen Entscheidungsbaum von Stufe 1 und 2. Die Wirkung der einzelnen Stufen ist deutlich zu sehen. Stufe 1 repräsentiert die Notwendigkeit einer langfristigen Bewertung, Stufe 2 schärft die Ergebnisse für die Bewertung des Prozesses „Landwirtschaft“. Der maximale Belastungspfad ① erreicht eine jährliche Emissionsmenge von 10.385 kt CO<sub>2</sub>e, der minimale Belastungspfad ⑥ 1.816 kt CO<sub>2</sub>e.

Für die Normierung dieser Bewertung müssen die Folgen aus der Umsetzung von Stufe 1 und Stufe 2 schrittweise abgezogen werden. Dies deshalb, weil die Akzeptanz von Stufe 1 nicht nur die landwirtschaftlichen, sondern auch die Summe aller THG-Emissionen senken würde. Stufe 1 wird mit einem Abzug von 5.711 kt CO<sub>2</sub>e angesetzt. Die internen, sektoralen Verschiebungen der industriellen Vorleistungen müssen in Stufe 2 nicht angesetzt werden. Die Differenz im LULUCF zwischen den nationalen Ergebnissen des NIR und dem Futtermittelimport allerdings schon. Der Abzug beträgt 4.453 kt CO<sub>2</sub>e. Den Autoren ist die Unschärfe, die sich am Übergang zwischen den Ergebnissen des NIR/KSB und einer Ökobilanz im Hinblick auf andere globale Wirkungen befinden, bewusst. Tabelle 8 zeigt die resultierenden Referenzwerte für die einzelnen Pfade und das Ergebnis der Normierung der landwirtschaftlichen Emissionen.

Abbildung 5: Alternative Emissionspfade in der österreichischen Landwirtschaft



*Alternativtext:* Ausgehend von den Ergebnissen des KSB entstehen über die zwei möglichen Entscheidungen der Ergebnisse aus der Stufe 1 und Stufe 2 dieses Beitrags insgesamt 6 mögliche Emissionspfade.

Tabelle 8: Normierung der Emissionspfade mit der territorialen und konsumbasierten Gesamtemission

Pfad	Endwert der Pfade CO <sub>2</sub> e (kt)	Referenzwert Österreich		Anteil Österreich	
		territorial CO <sub>2</sub> e (kt)	konsumbasiert CO <sub>2</sub> e (kt)	territorial %	konsumbasierend %
1	10.385	78.952	121.586	13,2	8,5
2	8.185	78.952	121.586	10,4	6,7
3	7.641	74.499	117.133	10,3	6,5
4	4.560	73.241	115.875	6,2	3,9
5	2.360	73.241	115.875	3,2	2,0
6	1.816	68.788	111.422	2,6	1,6

## Konsequenzen der alternativen Bewertung in der landwirtschaftlichen Diskussion

Selbst wenn wir sicher sind, dass der Pfad 6 die Beteiligung der österreichischen Landwirtschaft am Auf- und Abbau von THG-Emissionen in der gesamten Wirkungsdauer am besten beschreibt und der beste Adressat des Problems der Konsum ist, können wir die Landwirtschaft nicht aus ihrer Verantwortung entlassen. Als einzige realistische Senke für eine CO<sub>2</sub>-Bindung muss die Landwirtschaft ihr Potenzial ausbauen und dafür die richtigen Entscheidungen treffen. Abbildung 6 gruppiert die Herkunft landwirtschaftlicher THG-Emissionen nach ihrer Entstehung aus betrieblichen Managementaktivitäten, aus der Fermentation im Pansen oder aus Wirtschaftsdüngern (CH<sub>4</sub>) und aus globalen Effekten von Landnutzungsänderungen (LULUCF). Selbst ohne Neubewertung der Stufe 1 zeigt sich im linken Bild die hohe Bedeutung der betrieblichen Managementaktivitäten, die sich im Zusammenhang mit der Nutzung fossiler Energie ergeben. Fällt die Methanbildung durch die Anerkennung der drei Fragen der Stufe 1 weg, verbleiben nur mehr die direkte oder indirekte Wirkung der fossilen Energie in der lokalen Managemententscheidung



und deren Wirkung auf die global zu verantwortenden Landnutzungsänderungen übrig. Hier muss die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft auch ansetzen um einen wirkungsvollen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

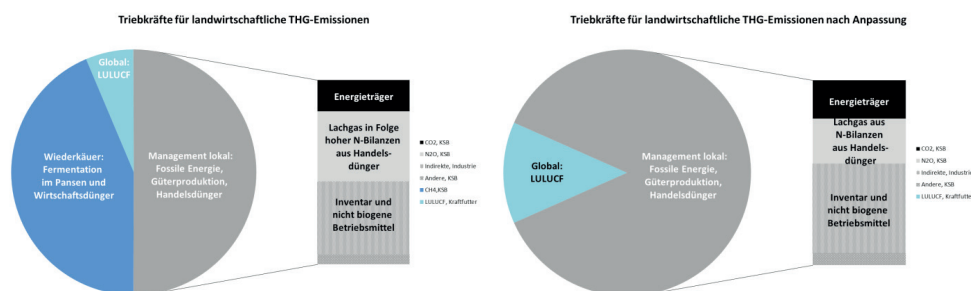


Abbildung 6: Triebkräfte für landwirtschaftliche THG-Emissionen

*Alternativtext:* Beide Abbildungen stellen eine Zuordnung der maximalen THG-Emissionen zu den Hauptbereichen Management lokal, Wiederkäuer und LULUCF dar. Der Bereich Management local, hier wirkt vor allem die fossile Energie, wurde feiner aufgelöst. Die linke Abbildung zeigt die Verteilung der maximalen Last, die rechte das Ergebnis der alternativen Bewertung.

In der gesellschaftlichen Diskussion bieten die Breite der Ergebnisse aus Tabelle 8 einen tragfähigen Untergrund, der über einfache Schuldzuweisungen hinausgeht. Natürlich hat jede der gezeigten Emissionspfade seine Berechtigung, besonders schwer wiegt hier aber der Übergang einer territorialen, produktionsbezogenen Bewertung in eine konsumbezogene. Diese setzt tatsächlich, ungeachtet des Kernthemas dieses Beitrages, einen neuen Null-Punkt jenseits der Ergebnisse von NIR/KSB. Steininger et al. 2018 zeigen das, was jeder empirisch sehen kann: Die gesamte nationale Infrastruktur wächst sehr dynamisch, die Mülldeponien füllen sich. Hier liegt auch das österreichische Kernproblem bei dem die Landwirtschaft selbst mittelfristig nur ein Nebengeräusch ist.

## Empfehlung

Die Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein empfiehlt mit dem Konzept einer standortgerechten Landwirtschaft vor allem den konventionellen Bäuerinnen und Bauern in Österreich einen spürbaren Richtungswechsel (Guggenberger et al., 2020). Dieser Richtungswechsel ist nicht nur dem dringenden Problem in der Frage des Klimaschutzes geschuldet, sondern hat auch ganz maßgebliche Aspekte für zukünftige Chancen auf den heimischen Märkten. In der praktischen Umsetzung entlastet eine gezielte Reduktion von Betriebsmitteln wie Handelsdünger, Pflanzenschutzmittel und Kraftfutter den verbleibenden Anteil in Abbildung 6, rechts und bereiten den Einstieg in die vorgezeichneten Wege der europäischen Landwirtschaft vor. Der vollständige Verzicht auf mit LULUCF belastetem Importfutter wird diesen Bereich sogar vollständig auflösen. Die standortgerechte Landwirtschaft orientiert sich am Konzept der integrierten Produktion.

## Literatur

**280/2004/EG (2007):** Entscheidung Nr. 280/2004/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 11. Februar 2004 über ein System zur Überwachung der Treibhausgasemissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls.

**Barnola, J.M.; Raynaud, D. und Lorius, C. (2003):** Historical CO<sub>2</sub> Record from the Vostok Ice Core, St. Petersburg 199226, Russia.

- BGBI. 106/2011** (2011): Klimaschutzgesetz.
- BGBI. 414/1994** (2004): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderung.
- BMLFUW** (1998): Grüner Bericht 1998, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLRT** (2020): Grüner Bericht 2020, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien, 272 S.
- BMNT** (2019): Grüner Bericht 2019, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien, 299 S.
- Brito, M. und Sousa, T.** (2015): WORLD PRIMARY ENERGY PRODUCTION & CONSUMPTION 1900-2010: WHAT CAN BE LEARNED FROM PAST TRENDS?
- Ecolab** (2020): AGRIBALYSE agricultural and food database.
- Egger, G.** (2013): Produktion und Stellenwert von Rindfleisch und Milchprodukten im Österreich des frühen 20. Jahrhunderts. Wien, 105 S.
- FAOSTAT** (2020): Food and agriculture data, Rome.
- Finkbeiner, M.; Inaba, A.; Tan, R.B.H.; Christiansen, K. und Klüppel, H.J.** (2006): The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. International Journal of Life Cycle Assessment 11, 80-85.
- Guggenberger, T.; Fritz, C.; Finotti, E.; Herndl, M.; Ofner-Schröck, E.; Terler, G. und Steinwider, A.** (2020): Grundzüge einer standortgerechten Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Forschungsgruppe Ökoeffizienz, Irdning-Donnersbachtal, 63 S.
- Herndl, M.; Baumgartner, D.U.; Guggenberger, T.; Bystricky, M.; Gaillard, G.; Lansche, J.; Fasching, C.; Steinwider, A. und Nemecek, T.** (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 93 S.
- IPCC** (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan, S.
- IPCC** (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Cambridge University Press, United Kingdom and New York, 1535 S.
- IPCC** (2019): 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, S.
- IPCC** (2014): Climate Change 2014 - Synthesis Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 138 S.
- Keeling, C.D.** (1960): The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. Tellus 12, 200-203.
- Siegl, G.** (2013): Bergbauern im Nationalsozialismus. Innsbrucker Forschungen zur Zeitgeschichte Band 28, StudienVerlag 340 S.

**Steininger, K.W.; Munoz, P.; Karstensen, J.; Peters, G.P.; Strohmaier, R. und Velázquez, E. (2018):** Austria's consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations. *Global Environmental Change* 48, 226-242.

**UBA (2020a):** Klimaschutzbericht 2020, Umweltbundesamt, Wien, 186 S.

**UBA (2020b):** Austria's National Inventory Report 2020, UBA, Wien, 809 S.

