

Landwirtschaft auf dem Weg zum Klimaziel

Maßnahmen für Klimaneutralität bis 2045

Landwirtschaft auf dem Weg zum Klimaziel

Maßnahmen für Klimaneutralität bis 2045

Eine Studie des Öko-Instituts im Auftrag von Greenpeace

Veröffentlichung: Oktober 2021

Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace ist eine internationale Umweltorganisation, die mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen kämpft. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mehr als 630.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.

Impressum

Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, Tel. 040/3 06 18 -0 Pressestelle Tel. 040/3 06 18 -340, F 040/3 06 18-340, presse@greenpeace.de, www.greenpeace.de [Politische Vertretung Berlin](http://www.greenpeace.de) Marienstraße 19–20, 10117 Berlin, Tel. 030/30 88 99 -0 V.i.S.d.P. Martin Hofstetter Redaktion Matthias Lambrecht
Foto Titel: © Denis Meyer / Greenpeace, Vorwort: © Mike Schmidt / Greenpeace, Oktober 2021

Vorwort

Die sich weiter verschärfende Klimakrise stellt die Landwirtschaft in Deutschland vor zunehmende Probleme. Hitzeperioden, anhaltende Dürren mit ausgetrockneten Böden, aber auch Starkregen, Überschwemmungen und Hagelschäden nehmen zu und gefährden die Ernten. Die Klimakrise macht jetzt schon Anpassungen im Ackerbau und bei der Viehwirtschaft notwendig, die in den kommenden Jahren noch deutlich aufwändiger werden dürften.

Mit Klimagasen aus unterschiedlichen Quellen trägt die Landwirtschaft aber auch maßgeblich zur Erderhitzung bei. Klar ist daher, dass sie zum Erreichen der gesetzlich verankerten Klimaneutralität Deutschlands bis spätestens 2045 einen wichtigen Beitrag leisten muss. Kommen die anderen Sektoren wie im Klimaschutzgesetz vorgegeben bei der Reduktion der Emissionen voran, ist die Landwirtschaft in spätestens 20 Jahren der größte Treibhausgasemittent.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten war der Rückgang der Klimagasemissionen in der Landwirtschaft nur marginal und völlig unzureichend. Wir haben daher das Öko-Institut beauftragt, zu untersuchen, wo jetzt gehandelt werden muss, um den Sektor rechtzeitig auf den Pfad zur Klimaneutralität zu bringen. Nur wenn die neue Bundesregierung in dieser Legislaturperiode entschlossen vorangeht und Bäuerinnen und Bauern verlässliche Perspektiven aufzeigt, kann verhindert werden, dass die Landwirtschaft ab 2030 notgedrungen disruptiv und mit hohen Kosten umgebaut werden muss.



Bauern und Bäuerinnen haben ein Recht darauf, frühzeitig zu erfahren, welche Anpassungen und Veränderungen sie auf ihren Höfen bewältigen müssen, um sich den anstehenden Herausforderungen so zu stellen, dass die Existenz ihrer Betriebe nicht gefährdet ist.

Mit dieser Studie möchten wir einen Beitrag dazu leisten, die Handlungsoptionen für Agrarpolitiker:innen aufzuzeigen und die notwendige Klarheit für die Landwirtschaft zu schaffen. Die Weiter-so-Politik der vergangenen Jahre ist keine Option mehr. Wir brauchen endlich Minister:innen und Volksvertreter:innen, die auch unbequeme Wahrheiten aussprechen und handeln statt Probleme auszusitzen, um die Landwirtschaft mit einer vorausschauenden Klimapolitik fit für die Zukunft zu machen.

Martin Hofstetter
Greenpeace-Landwirtschaftsexperte

Bedeutung der Zielsetzung Klimaneutralität 2045 für den Landwirtschaftssektor

Berlin, 28.10.2021

Autorinnen und Autoren

Margarethe Scheffler, Kirsten Wiegmann
Öko-Institut e.V.

Mitarbeit von
Cristina Urrutia (Öko-Institut), Kerstin Borkowski (Öko-Institut),
Anke Benndorf (Öko-Institut)
Martin Hofstetter (Greenpeace), Matthias Lambrecht (Greenpeace)

Kontakt

info@oeko.de
www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Borkumstraße 2
13189 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
Zusammenfassung	8
Summary	9
1 Einleitung	11
2 Emissionen in der Landwirtschaft	12
3 Wo kann die Landwirtschaft wirksam THG-Emissionen mindern	14
3.1 Charakterisierung der Emissionsminderungshebel	15
3.1.1 Reduktion durch technische Lösungen	15
3.1.2 Reduktion des Stickstoffeinsatzes	17
3.1.3 Reduktion der schwer vermeidbaren Emissionen	19
3.2 Quantitative Einordnung der Emissionen und des Minderungspotenzials	21
4 Der Weg zum Ziel Klimaneutralität bis 2045	23
5 Schlussfolgerung	27
Literaturverzeichnis	29
Anhang	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: THG-Minderungspfad und Senkenziele im Klimaschutzgesetz	11
Abbildung 2-1: Emissionen differenziert nach Produktionsrichtung	13
Abbildung 3-1: Minderungshebel für die THG-Emissionen in der Landwirtschaft	15
Abbildung 3-2: Emissionsminderung im Sektor Landwirtschaft bis 2045 (ohne CO ₂ e aus der Landnutzung) ohne zusätzlichen Abbau der Tierbestände	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Übersicht ausgewählter Nutzungsdauern von Investitionen	17
Tabelle 4-1: THG-Einsparung bei Umsetzung der Planetary Health Diet	24
Tabelle A-1: Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor im Jahr 2019 & Minderungspotenzial und Emissionen bis 2030	32
Tabelle A-2: Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor im Jahr 2019 & Minderungspotenzial und Emissionen bis 2045	33
Tabelle A-3: Zuordnung der Emissionskategorien aus dem Inventar	34
Tabelle A-4: Beschreibung der Minderungswirkungen und Quellen	35

Abkürzungsverzeichnis

BECCS	Bioenergy Carbon Capture and Storage
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ e.	CO ₂ -Äquivalent
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage
DüV	Düngeverordnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EKF	Energie- und Klimafonds
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GV	Großvieh
GVE	Großvieheinheit
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NEC-Richtlinie	National Emission Ceilings Directive (Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe)
PV	Photovoltaik
TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
THG	Treibhausgas
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

Zusammenfassung

Deutschland hat im Frühsommer 2021 seine Klimaschutzziele verschärft. Anlass sind neue Vorgaben der EU sowie das Urteil des Bundesverfassungsgerichts¹ von Ende April. Welche Folgen hat das für die Landwirtschaft? Wie stark müssen die Emissionen in der Landwirtschaft verringert werden und mit welchen Maßnahmen gelangen wir ans Ziel? Auch für die Landwirtschaft ist das Sektorziel bis 2030 verschärft worden. Die noch größere Herausforderung wird aber das Erreichen der Klimaneutralität bis 2045 sein: Heute stammt zwar nur knapp ein Zehntel der Treibhausgasemissionen direkt aus der Landwirtschaft (ohne Landnutzung). Doch dabei dominieren Lachgas und Methan aus biochemischen Prozessen, für die es nur teilweise Minderungsmöglichkeiten gibt. Deshalb wird die Landwirtschaft den Großteil der Emissionen verursachen, wenn die anderen Sektoren ihre Treibhausgase wie gesetzlich vorgeschrieben vermindert haben. Erst der Ausgleich der Restemissionen durch natürliche Senken und Negativemissionen führt zur Treibhausgasneutralität. Um ausreichend natürliche Senken zu schaffen und zu sichern, wird Landfläche benötigt. Stehen diese Flächen nicht zur Verfügung, muss die Klimaneutralität mit Hilfe technischer Lösungen für Negativemissionen hergestellt werden, für die hohe Kosten prognostiziert werden. Damit wird klar, dass eine möglichst weitreichende Minderung der Emissionen aus der Landwirtschaft eine Kernaufgabe für den Klimaschutz ist.

Innerhalb der Landwirtschaft sind die Emissionen sehr ungleich auf die verschiedenen Betriebszweige Tierhaltung, Marktfruchtbau und Energiepflanzenanbau verteilt. Aufgrund des hohen Futterflächenbedarfs und der Methanemissionen aus der Verdauung dominiert hier mit etwa drei Viertel der ausgestoßenen Treibhausgase (THG) die Tierhaltung. Hinzu kommen CO₂-Emissionen aus der Bewirtschaftung trockengelegter Moorböden. Da diese Böden ein begrenztes Ertragspotenzial haben, werden sie oft als Dauergrünland für die Rinderhaltung genutzt.

Im Rahmen dieser Studie beleuchtet das Öko-Institut im Auftrag von Greenpeace, welches Minderungspotenzial in der Landwirtschaft überhaupt besteht, welche Minderungsmaßnahmen aktuell beschlossen sind und welche zusätzlichen Maßnahmen für die Zielerreichung in Frage kommen. Dazu werden die Emissionen zunächst grob in drei Kategorien mit Blick auf deren Minderungsmöglichkeiten eingeteilt:

1. Technische Emissionsminderung,
2. Emissionsreduktion durch eine Verbesserung der Stickstoffeffizienz, aber auch einem verringerten Stickstoffeinsatz (durch effizientere Stickstoffverwendung und extensivere Produktionssysteme wie Ökolandbau oder Agro-Forstsysteme)
3. Schwer vermeidbare Emissionen aus THG-Quellen für die es (bisher) keine relevante Minderungstechnologie gibt (Verdauung der Wiederkäuer und Emissionen aus der Nutzung von Moorböden). Die notwendige Minderung dieser Emissionen ist daher nur möglich, wenn die Produktion verändert oder ganz aufgegeben wird.

Deren Potenzial und Beiträge im Rahmen der bereits beschlossenen Klimapolitik werden übersichtlich in Tabellenform vorgestellt. Diese Darstellung basiert auf bereits bestehenden Studien und eigenen Modellrechnungen des Öko-Instituts. Die Studie zeigt, dass allein mit dem Einsatz von innovativer Technik und einem verbesserten Management (wie z. B. Wirtschaftsdüngervergärung, Stickstoffeffizienz oder der Einsatz erneuerbarer Energien) das Klimaziel für das Jahr 2030 nicht zu

¹https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html

erreichen ist. Bis zum Jahr 2045 braucht ein klimaneutrales Deutschland mindestens die Halbierung der Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor. Dies bedeutet eine deutliche Verringerung des Tierbestands und eine Änderung der Flächennutzung, womit auch eine konsequente Moorvernässung möglich wird. Dem muss auf der Nachfrageseite ein geringerer Konsum tierischer Lebensmittel gegenüberstehen – andernfalls wird die Versorgung mit Importen aufgefüllt und die Emissionen entstehen statt in Deutschland im Ausland.

Dringender Handlungsbedarf besteht folglich bei der Formulierung und Umsetzung einer klimagerechten Ernährungsempfehlung. Mit der Planetary Health Diet der EAT- Lancet Commission liegt seit 2019 eine Ernährungsempfehlung vor, die aufzeigt, wie die gesunde Ernährung einer steigenden Weltbevölkerung unter Einhaltung der planetaren Belastungsgrenzen möglich ist. Eine Umsetzung der Ernährungsempfehlung in Deutschland bis zum Jahr 2045 würde in etwa einer Halbierung des Tierbestandes entsprechen. So können die Emissionen aus der Landwirtschaft auf das nötige Maß gesenkt werden und ehemalige Futterflächen für den Schutz und den Aufbau natürlicher Kohlenstoffsinken umgenutzt werden: für die Wiedervernässung der Moore und den Aufbau neuer Senken in Böden und Vegetation. Das Zusammenwirken all dieser Maßnahmen ermöglicht die im Klimaschutzgesetz geforderte Treibhausgasneutralität bis 2045.

Angesichts des bevorstehenden Wandels des Landwirtschaftssektors bedarf es Planungssicherheit und wirksamer Klimaschutzinstrumente. Mit Blick auf die schwer vermeidbaren Emissionen im Agrarsektor sollte die Politik bedeutend klarer für die nötige Orientierung bei den tierhaltenden Betrieben sorgen, um heutige Fehlinvestitionen zu vermeiden, die sich schon sehr bald als nicht kompatibel mit den Klimazielen Deutschlands erweisen könnten. Dazu gehört auch eine konkrete Zielsetzung für den zukünftigen Umfang der Tierhaltung.

Summary

Germany increased its ambitions on climate protection targets in early summer 2021. This was prompted by new EU requirements and the ruling by the German Constitutional Court² at the end of April. What consequences does this have for agriculture? How much do emissions in agriculture need to be reduced? What measures will help us reach our goal? Because the target for agriculture has also been sharpened until 2030. But the even greater challenge is the achievement of climate neutrality by 2045: Today, less than one-tenth of greenhouse gas emissions come directly from agriculture (excluding land use). This is dominated by nitrous oxide and methane from biochemical processes, for which there are partly mitigation options available. If the other sectors reduce their greenhouse gases as required by law, agriculture will account for the majority of emissions in the future. Only if these remaining emissions are offset by natural sinks and negative emissions, greenhouse gas neutrality can be achieved. In order to create and secure sufficient natural sinks, land area is needed. If this land is not available, climate neutrality must be achieved with the help of technical solutions for negative emissions, for which high costs are predicted. It is thus clear that reducing emissions from agriculture as much as possible is a core task for climate protection.

Within agriculture, emissions are very unevenly distributed among the different farm sections of animal husbandry, cash crop production and energy crop cultivation. Due to the high forage area requirements and methane emissions from digestion, livestock farming dominates in the agricultural

2

https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html

sector, accounting for about three-quarters of the greenhouse gases (GHG) emitted. In addition, there are CO₂ emissions from the cultivation of drained peatlands (organic soils). Since these soils have limited yield potential, they are often used as permanent grassland for cattle farming.

In this study, the Öko-Institut, on behalf of Greenpeace, examines what reduction potential exists in agriculture, what reduction measures have currently been adopted, and what additional measures could be considered to achieve the target. To receive an overview, emissions are first roughly divided into three categories regarding their reduction potential:

1. technical emission reduction,
2. emission reduction through increasing nitrogen efficiency and also reduced nitrogen use (through more efficient nitrogen use and more extensive production systems such as organic farming or agro-forestry systems),
3. emissions from GHG sources that are difficult to avoid and for which (so far) no relevant mitigation technology exists (ruminant digestion and emissions from the use of organic soils). The necessary mitigation of these emissions is therefore only possible if production is modified or abandoned altogether.

Their potential and contributions within the framework of the climate policy already adopted are presented clearly in tabular form. This is based on existing studies and Öko-Institut's own model calculations. The study shows that the climate target for 2030 cannot be achieved with the use of innovative technology and improved management (such as farm manure fermentation, nitrogen efficiency or the use of renewable energies) alone. By 2045, a climate-neutral Germany needs at least to half its emissions from the agricultural sector. This means a significant reduction in livestock and a change in land use which also enables a consequent rewetting of peatlands. This must be matched on the demand side by lower consumption of animal-based foods - otherwise the supply will be replenished with imports and emissions will be generated abroad instead of in Germany.

Consequently, there is an urgent need for action in the formulation and implementation of a climate-friendly dietary recommendation. With the Planetary Health Diet of the EAT- Lancet Commission, a nutrition recommendation has been available since 2019 that shows how the healthy nutrition of a growing world population is possible while complying with planetary impact limits. Implementing the nutrition recommendation in Germany by 2045 would roughly correspond to halving the livestock population. In this way, emissions from agriculture can be reduced to the necessary level and former forage areas can be converted to protect and build up natural carbon sinks: for rewetting peatlands and building up new sinks in soils and vegetation. The combined effect of all these measures will make it possible to achieve the greenhouse gas neutrality required by the Climate Protection Act by 2045.

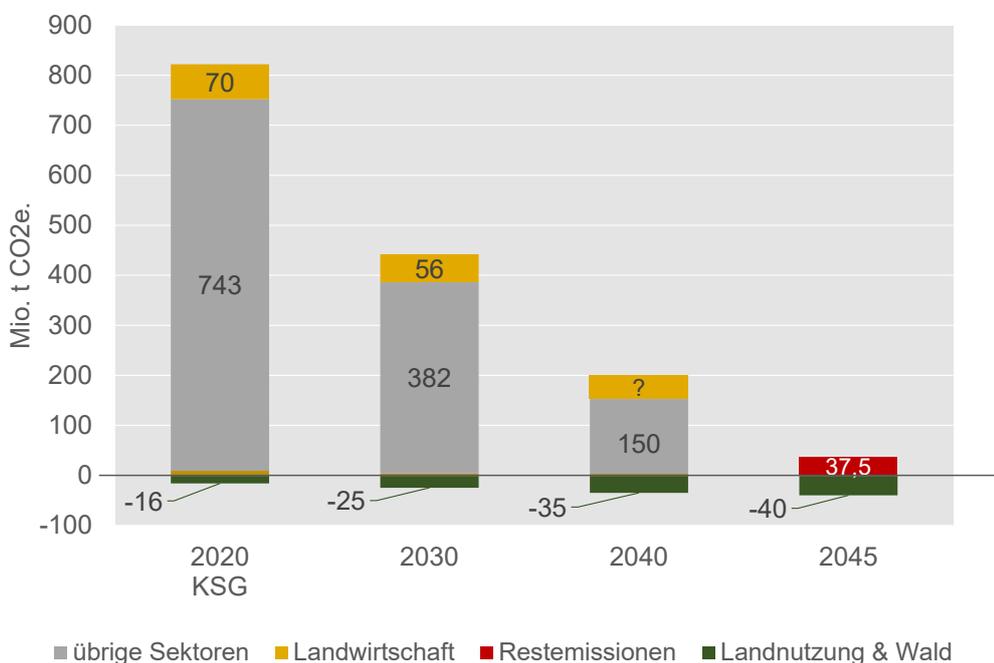
In view of the impending transformation of the agricultural sector, planning certainty and effective climate protection instruments are needed. In view of the emissions in the agricultural sector, which are difficult to avoid, policymakers should provide much clearer guidance for livestock farms in order to avoid today's misguided investments, which could very soon prove to be incompatible with Germany's climate targets. This includes setting specific goals for the future scope of animal husbandry.

1 Einleitung

Im Frühjahr 2021 wurde in Folge einer Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts das Klimaschutzgesetz novelliert. Dadurch gibt es verschärfte Ziele für die einzelnen Wirtschaftssektoren bis 2030, aber auch für die Zeit danach. Für die Landwirtschaft sind vor allem die überarbeiteten Zielvorgaben für die Sektoren Landwirtschaft sowie Landnutzung und Forstwirtschaft (LULUCF³) relevant. Bis zum Jahr 2045 sollen die Treibhausgasemissionen aller Sektoren so weit gemindert werden, dass Treibhausgasneutralität erreicht werden kann (siehe Abbildung 1-1). Unvermeidbaren Restemissionen müssen demnach durch negative Emissionen ausgeglichen werden. Negative Emissionen bedeutet, dass Kohlenstoff (als CO₂) aus der Atmosphäre entzogen und so eine Kohlenstoffsenke gebildet wird. Die wichtigsten Kohlenstoffsenken an Land sind der Wald und der Boden. Demzufolge legt das Klimaschutzgesetz auch verbindliche Zielvorgaben für eine dauerhafte und steigende natürliche⁴ CO₂-Senke im LULUCF-Sektor fest.

Mit dem „Fit for 55“ Package hat die EU im Juli 2021 verschärfte Ziele vorgelegt. Danach sollen die Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor und dem LULUCF-Sektor bis zum Jahr 2035 Netto-Null betragen.⁵

Abbildung 1-1: THG-Minderungspfad und Senkenziele im Klimaschutzgesetz



Anmerkung: Das Klimaschutzgesetz schreibt keinen Zielwert im Landnutzungs-/Waldsektor (LULUCF) für das Jahr 2020 vor, daher entspricht der dargestellte Wert der aktuellen Senkenleistung für das Jahr 2019 (UBA 2021). Für das Jahr 2040 liegt kein Zielwert für die einzelnen Sektoren vor.

³ Land Use, Land Use Change and Forestry

⁴ Neben den natürlichen Senken, kann auch mit technischen Verfahren der Atmosphäre CO₂ entzogen werden (sog. technische Senken), z. B. in Form von Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS) oder BECCS (Bioenergy Carbon Capture and Storage)

⁵ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_21_3541

Quelle: eigene Darstellung mit Werten aus dem ersten Entwurf des Bundesklimaschutzgesetzes (KSG)

Im Rahmen dieser Studie soll die Bedeutung des Ziels Klimaneutralität 2045 für den Landwirtschaftssektor beleuchtet werden.

Für die dafür nötigen Abschätzungen werden die Angaben des Restbudgets aus dem ersten Gesetzentwurf zum Klimaschutzgesetz vom 23.05.2021 orientierend zu Grunde gelegt. Danach dürfen im Jahr 2045 in Deutschland insgesamt maximal 37,5 Mio. t CO₂e.⁶ als Restemissionen emittiert werden. Auf Grund der begrenzten Minderungsmöglichkeiten im Landwirtschaftssektor ist zu erwarten, dass ein Großteil dieses Restemissionsbudgets dem Landwirtschaftssektor zur Verfügung gestellt werden muss.⁷Eine Halbierung der Emissionen aus der Landwirtschaft entspricht überschlagsweise einer Emissionshöhe von 35 Mio. t CO₂e. für den Landwirtschaftssektor. Neben der Landwirtschaft werden aber auch noch andere Sektoren – v.a. die Industrie und die Abfallwirtschaft, Restemissionen verursachen, die ebenfalls durch Negativemissionen ausgeglichen werden müssen.

Der Fokus der Studie liegt auf den Maßnahmen, die von der Landwirtschaft zur Minderung der Treibhausgasemissionen umgesetzt werden können. Da die hohen CO₂-Emissionen aus den Moorböden und der Grünlandumbruch auf die landwirtschaftliche Nutzung zurückgehen, werden auch diese hier betrachtet, obwohl sie im LULUCF-Sektor erfasst werden.

Zu Beginn erfolgt eine Darstellung der Emissionsquellen aus der Landwirtschaft und der Landnutzung. In Kapitel 3 werden die Minderungshebel und deren Minderungspotenzial genauer beschrieben und den bestehenden Politiken und Maßnahmen zugeordnet. Am Ende des 3. Kapitels erfolgt eine quantitative Abschätzung, wie weit sich die Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor mit den bestehenden Politiken und Maßnahmen reduzieren lassen. Kapitel 4 beleuchtet daraufhin die notwendigen Maßnahmen, die für die Zielerreichung der Klimaneutralität notwendig sind.

2 Emissionen in der Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft dominieren Methan und Lachgas aus biochemischen Prozessen die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen). Das Methan geht fast ausschließlich auf die Nutztiere und dabei vor allem auf die Wiederkäuer zurück (Verdauung und Exkremente). Die Lachgasemissionen resultieren hauptsächlich aus der Stickstoffdüngung mit Mineral- und Wirtschaftsdüngern. Ca. $\frac{2}{3}$ des Stickstoffdüngers werden für die Erzeugung von Futtermitteln auf Äckern und Grünland ausgebracht, da ein Großteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Tierfutter benötigt wird. Von den insgesamt 16,7 Mio. Hektar inländischer landwirtschaftlicher Nutzfläche werden heute ca. 9,7 Mio. Hektar zur Produktion von Tierfutter genutzt (58 %), davon

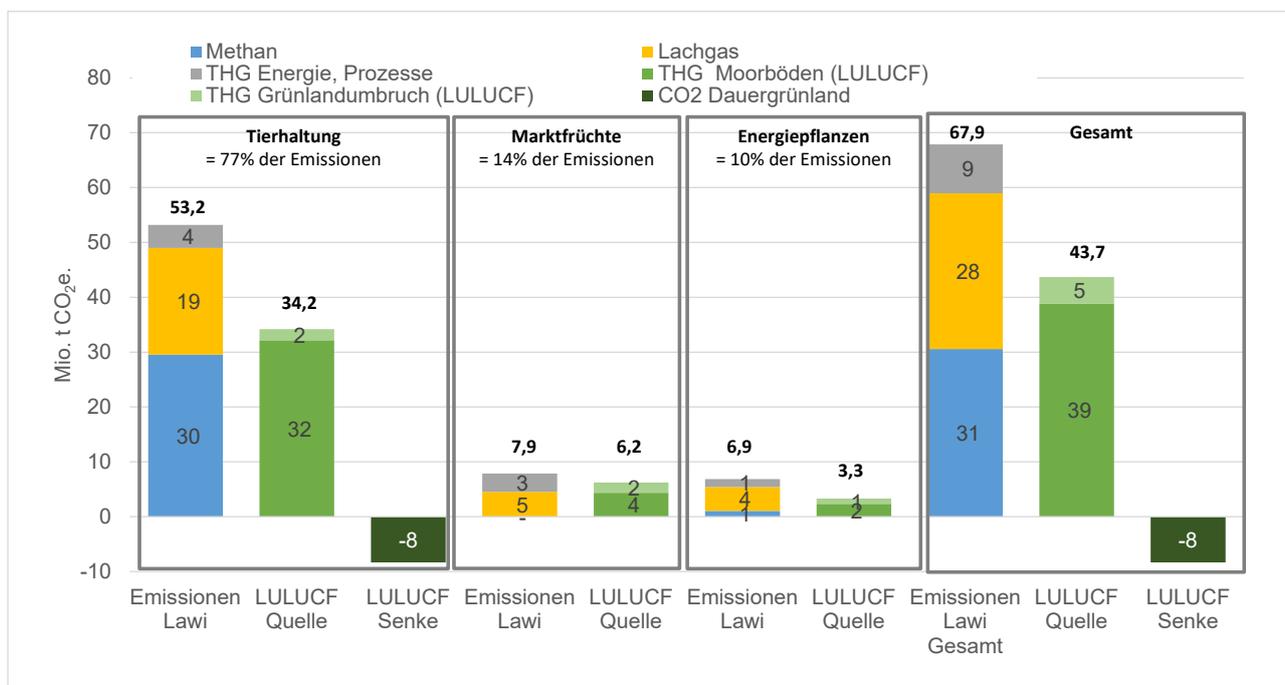
⁶ In der finalen Fassung des Klimaschutzgesetzes vom 07.07.2021 wurde die konkrete Höhe des Restbudgets wieder gestrichen. Auch wenn die Höhe der Restemissionen nicht mehr explizit limitiert ist, kann man davon ausgehen, dass die Emissionshöhe nicht grundsätzlich anders ausfällt, weil technische Senken wie z. B. DACCs nur zu sehr hohen Preisen zu realisieren sind.

⁷ Neben der Landwirtschaft werden auch die Industrie und die Abfallwirtschaft in der treibhausgasneutralen Welt noch geringe Mengen an Emissionen verursachen. Wenn die Industrie technische Senken zum Ausgleich verwendet, könnten der Abfallsektor mit geschätzten Emissionen in Höhe von 2-2,5 Mio. t CO₂e. und die Landwirtschaft durch die natürlichen Senken ausgeglichen werden.

entfallen ca. 4,7 Mio. Hektar auf das Dauergrünland, von denen wiederum ca. 900.000 Hektar entwässertes Moorgrünland sind (Destatis 2019, UBA 2021). Insgesamt stammen rund $\frac{3}{4}$ der Emissionen des Landwirtschaftssektors aus der Tierhaltung und dem dazugehörigen Futteranbau. Lediglich rund 15 % der THG-Emissionen entfallen auf den Marktfruchtanbau (wie z. B. Brotgetreide, Kartoffeln, Obst, Gemüse, Zucker) und 10 % auf den Anbau von Energiepflanzen (siehe Abbildung 2-1 und Tabelle A-1).

Zu den Emissionen des Landwirtschaftssektors kommen noch Kohlenstoffemissionen und in geringen Mengen auch CH₄- und N₂O-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Bodennutzung hinzu, die formal dem Sektor LULUCF zugerechnet werden. Das sind vor allem hohe CO₂-Emissionen aus der Nutzung von entwässerten organischen Böden (Mooren) und die Umwandlung von Grünland in Acker. Da sich in Deutschland auf Moorstandorten vor allem die Viehhaltung (Grünland sowie Ackerfutterbau) etabliert hat, müssen auch diese Emissionen überwiegend der Tierhaltung zugeschrieben werden (vergleiche Abbildung 2-1). Daneben spielen aber auch der Anbau von Mais für die Biogasproduktion und der Marktfruchtanbau auf Moorböden (z. B. Moorkartoffel) eine Rolle. Insgesamt führen die Bewirtschaftung organischer Böden als Ackerland und Grünland und der Umbruch von Dauergrünland zu Emissionen in Höhe von jährlich ca. 43,7 Mio. t CO₂e. Demgegenüber stehen eine jährliche Festlegung von Kohlenstoff durch die Neuanlage von Dauergrünland und die Kohlenstoffspeicherung von bestehendem Dauergrünland in Höhe von ca. 8 Mio. t CO₂.

Abbildung 2-1: Emissionen differenziert nach Produktionsrichtung



Anmerkung: Die %-Angaben beziehen sich auf die Summe der Emissionen aus der Landwirtschaft und der Landnutzung. Diese werden nach offizieller Berichterstattung getrennt ausgewiesen.⁸

⁸ Nach der Zuordnung des Klimaschutzgesetzes fallen unter den Landwirtschaftssektor die Emissionen aus den biologischen Prozessen bei der landwirtschaftlichen Produktion und die Emissionen aus der Wärmenutzung (Stallheizung, Gewächshäuser, Trocknung) und dem Kraftstoffverbrauch. Dem LULUCF-Sektor werden die Emissionen aus der Landnutzung und dem Wald zugeordnet. Dazu zählen auch die CO₂-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden.

Quelle: eigene Zuordnung zu Produktionsrichtung auf Basis der Flächennutzung, Stickstoffbedarf Futtermittel und Emissionskategorien auf Basis UBA 2021

3 Wo kann die Landwirtschaft wirksam THG-Emissionen mindern

Mit Blick auf den Klimaschutz lassen sich die Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor grob in drei Kategorien einteilen, abhängig davon, ob die Minderungsmaßnahmen eine Änderung der Produktion (Menge und Produkte) zur Folge haben oder nicht:

1. Emissionen, die technisch vermieden werden können – d. h. weitgehend ohne Änderung der Produktion
2. Emissionen, die durch die Verbesserung der Stickstoffeffizienz, aber auch über eine Reduktion des Stickstoffeinsatzes verringert werden können – neben einem optimierten Management, bei gleichbleibendem Ertrag, fallen hierunter auch extensivere Produktionsarten wie der Ökolandbau oder Agro-Forstsysteme
3. Schwer vermeidbare Emissionen - Hierunter fallen hauptsächlich die Methan-Emissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer und die CO₂- und N₂O-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden (v. a. Moorstandorte). Diese Emissionen sind ohne Veränderungen oder sogar Aufgabe der Produktion (z. B. auf Moorböden) nur zu einem sehr geringen Anteil vermeidbar.

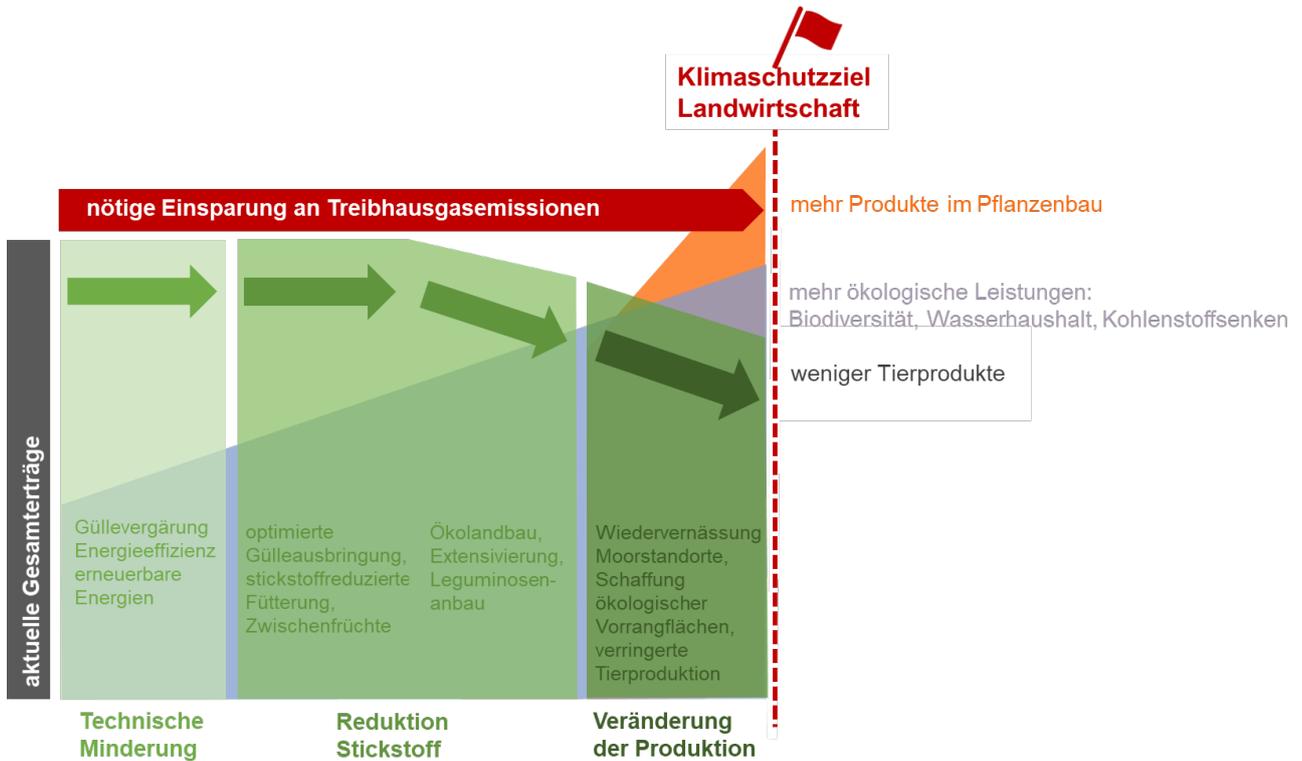
Aus dieser Kategorisierung der Emissionen lassen sich auch die drei wichtigen Minderungshebel und darunter fallende Maßnahmen für den Klimaschutz in der Landwirtschaft ableiten: technische Minderung, Stickstoffreduktion, Veränderungen der Produktion. Der vierte wichtige Mechanismus für den Klimaschutz ist der Aufbau von Kohlenstoffsinken. Die zentralste Kohlenstoffsinke ist der Boden. Über Humusaufbau⁹ durch eine angepasste Bewirtschaftung, den Aufbau von Agroforstsystemen und die Anlage anderer dauerhafter Gehölze kann die Landwirtschaft Kohlenstoffsinken erzeugen.

Durch Klimaschutzmaßnahmen ändern sich auf der Landwirtschaftsfläche somit zukünftig die Emissionen und die Produktion. Durch eine verringerte Tierhaltung zur Produktion von Fleisch und Milch wird deutlich weniger Futterfläche benötigt und Platz geschaffen, um neue Produkte (pflanzliche Lebensmittel sowie biogene Rohstoffe aus Paludikultur¹⁰ oder extensiven Agroforstsystemen, Photovoltaik) zu erzeugen und zusätzliche Umweltleistungen (Schaffung neuer Kohlenstoffsinken, Biodiversitätsflächen etc.) zu erbringen. Die folgende Abbildung veranschaulicht dieses Konzept.

⁹ Das Potenzial zum Humusaufbau auf Ackerböden hat in Deutschland aber Grenzen und Risiken, vor allem in Form von hoher Reversibilität (Thünen Institut 2018).

¹⁰ Landwirtschaftliche Nutzung von nassen bzw. wiedervernässten Mooren

Abbildung 3-1: Minderungshebel für die THG-Emissionen in der Landwirtschaft



Anmerkung: Die verschiedenen Minderungshebel werden in dieser Studie einem Farbcodierung zugeordnet. Analog zu den Einordnungen der Umweltmaßnahmen der Agrarpolitik wird der Minderungshebel, der zu Produktionsänderungen führt und damit auch vielfältige Synergien mit anderen Umweltzielen aufweist als dunkelgrün gekennzeichnet.

Quelle: Darstellung Öko-Institut

3.1 Charakterisierung der Emissionsminderungshebel

Im Folgenden werden die Emissionsminderungshebel in der Landwirtschaft kurz dargestellt und charakterisiert. Gleichzeitig erfolgt eine Zuordnung der bereits vorhandenen politischen Maßnahmen und Instrumente, die die entsprechenden Hebel in Bewegung zu setzen. Diese Maßnahmen und Instrumente beinhalten sowohl bestehende Verordnungen und Richtlinien auf EU-Ebene und nationaler Ebene als auch Maßnahmen aus dem Maßnahmenprogramm Klimaschutz 2030. Anschließend erfolgt eine kurze Einordnung, inwieweit die bestehenden Maßnahmen und Instrumente ausreichen, um das bestehende Minderungspotenzial auszuschöpfen.

3.1.1 Reduktion durch technische Lösungen

Technische Maßnahmen

Beschreibung	Durch Investitionen in bauliche Maßnahmen (Stall, Gülleabdeckung, Vergärung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen, effiziente Heizungen, Installation erneuerbarer Energien) oder den Kauf neuer Maschinen (emissionsarme Ausbringungstechnik und Zusätze für Gülle, effizientere Schlepper etc.) können Emissionsminderungen erzielt werden. Die Strukturen in der landwirtschaftlichen Produktion bleiben davon zunächst unberührt.
--------------	---

Technische Maßnahmen

Emissionskategorien	Indirekte Emissionen aus dem Stall, indirekte Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff (Ammoniak), Lagerung von Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen, Kraftstoffeinsatz in landwirtschaftlichen Maschinen, Wärmeverbrauch für Ställe, Gewächshäuser, Trocknung
Bestehende politische Instrumente	Richtlinie zur Förderung der Energieeffizienz und CO ₂ -Einsparung in der Landwirtschaft und im Gartenbau, Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), Marktanzreizprogramm, investive Förderung über Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) und Energie- und Klimafonds (EKF), ordnungsrechtliche Vorgaben über Düngeverordnung, TA-Luft, Vorgaben zur Umsetzung der NEC-Richtlinie
Emissionen und Minderungspotenzial	<p>Ca. 26 % der Emissionen des Landwirtschaftssektors (ohne LULUCF) fallen in den Bereich der Emissionen, die durch den Einsatz von technischen Maßnahmen adressiert werden können. Das entspricht ca. 18 Mio. t CO₂e.</p> <p>Das Minderungspotenzial für diese 18 Mio. t CO₂e. liegt je nach Emissionsquelle zwischen 30 und 95 % und ist abhängig von dem Anteil der teilnehmenden Betriebe (= Durchdringungsgrad) und der Maßnahme.</p> <p>Bis zum Jahr 2030 liegt das geschätzte Minderungspotenzial unter optimalen Voraussetzungen bei ca. 5,3 Mio. t CO₂e. (ca. 30 % der Emissionen), bis zum Jahr 2045 ist eine Reduktion von bis zu 14 Mio. t CO₂e. (82 % der Emissionen) möglich.</p> <p>Siehe Tabelle A-1 bis Tabelle A-3 (im Anhang).</p>
Beispiele	<p>Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) aus Stall und Lager: Knapp 8,8 Mio. t CO₂e. entstehen bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern. Gegenüber der offenen Güllelagerung lassen sich durch eine Biogasanlage mit gasdichter Lagerung nahezu alle Emissionen vermeiden.¹¹ Unter der Annahme, dass bis 2030 ca. 40 % zusätzliche Gülle vergoren werden können, ist bis 2030 eine Reduktion der Methanemissionen aus der Güllelagerung inkl. Abdeckung der Gärrestlager um etwa 3 Mio. t CO₂e. (35 %) möglich. Die Emissionen im Stall können durch bauliche Maßnahmen und durch das Management beeinflusst werden – wie etwa eine häufige Reinigung der Laufflächen.</p> <p>Emissionen Kraftstoffeinsatz: Einsparungen im Kraftstoffeinsatz sind über Effizienzsteigerung der Landmaschinen, optimierte Fahrweisen oder Maßnahmen wie die konservierende Bodenbearbeitung möglich. Gleichzeitig können über die Elektrifizierung z. B. in der Innenwirtschaft oder durch den Einsatz von Biokraftstoffen oder synthetischen Kraftstoffen die Treibhausgase (THG) reduziert werden. Langfristig können durch den vollständigen Ersatz der fossilen Kraftstoffe die Emissionen aus dem Kraftstoffeinsatz fast vollständig reduziert werden. Bis zum Jahr 2030 ist das Minderungspotenzial aber begrenzt, da nur geringe Mengen an Biokraftstoffen und synthetischen Kraftstoffen zur Verfügung stehen (ca. 10 % bis 2030: 95 % Minderung x 10 % Durchdringung).</p> <p>Siehe Tabelle A-1 bis Tabelle A-3 (im Anhang)</p>
Einordnung	Große politische Bereitschaft und verfügbare Instrumente sind vorhanden, um diesen Hebel in Bewegung zu setzen. Für die Erreichung des oben ausgewiesenen Minderungspotenzials für die Jahre 2030 und 2045 müssten Fördermittel bzw. Ordnungsrecht weiter verstärkt werden und Planungssicherheit für die Zukunft der Tierhaltung bestehen.

¹¹ 0,028 m³/m³ bei vergorenem Wirtschaftsdünger zu 0,153 m³/m³ bei unvergorener Gülle (Tabelle: AI1005CAT.029, AI1005CAT.028. RMD Daten, TI)

Die Umsetzung technischer Maßnahmen ist kapitalintensiv und ohne Förderung vor allem von kleineren Landwirtschaftsbetrieben nicht leistbar. Anders als in anderen Sektoren sind bis auf den Bereich der erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und Einsparungen beim Mineraldüngereinsatz auch keine zusätzlichen Einsparungen von Betriebsmitteln mit den meisten technischen Maßnahmen verbunden (Öko-Institut et al. 2019). Die große Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe (2016/2017: 269.800, davon tierhaltende Betriebe 185.200¹²) erfordert eine Vielzahl von Investitionsentscheidungen z. B. in Biogasanlagen, Lagerabdeckung etc. Neben dem technisch möglichen Minderungspotenzial ist daher auch entscheidend, wie viele landwirtschaftliche Betriebe mit den dafür vorgesehenen Maßnahmen erreicht werden sollen.

Angesichts der noch verbleibenden 24 Jahre bis zum Erreichen der Klimaneutralität im Jahr 2045 sollten bei den Investitionen auch die Nutzungsdauern der technischen Maßnahmen und ein Zielpfad für die Landwirtschaft mitbedacht werden. Im Bereich der Tierhaltung bewegen sich die Nutzungsdauern in einem Fenster zwischen 8 und 25 Jahren (siehe Tabelle 3-1). Damit kann sich die Investition in emissionsarme Wirtschaftsdüngerausbringung (Flüssigdüngungsgeräte) mit einer Abschreibungsdauer von acht Jahren durchaus auch für Betriebe bzw. Regionen mit Veränderungsbedarf noch lohnen, Investitionen in neue Güllelager mit einer Nutzungsdauer von bis zu 20 Jahren sind mit Blick auf das langfristige Ziel bis 2045 aber nur noch bei einer positiven Zukunftsperspektive für die Tierhaltungsbetriebe sinnvoll.

Tabelle 3-1: Übersicht ausgewählter Nutzungsdauern von Investitionen

	Nutzungsdauer in Jahren	Gründe	Emissionsquelle
Stallraumheizung	10	Klimaschutz	Wärmebedarf
Stallbau	17-25	Tierwohl, Klimaschutz	Emissionen aus den Exkrementen im Stall
Biogasanlage	16	Klimaschutz	Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern
Güllebehälter	10-20	NEC-Richtlinie, Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Klimaschutz	Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern
Flüssigdüngungsgeräte (Injektion)	8	NEC-Richtlinie, Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Klimaschutz	Indirekte N ₂ O-Emissionen aus der Ausbringung von Düngern

Quelle: <https://www.steuernetz.de/afa/wirtschaftszweige/landwirtschaft-und-tierzucht>

3.1.2 Erhöhung der Stickstoffeffizienz und Reduktion des Stickstoffeinsatzes

Neben den technischen Maßnahmen bilden auch die Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz, aber auch der generellen Reduktion des Stickstoffeinsatzes einen wesentlichen Baustein für die Reduktion von Treibhausgasen im Landwirtschaftssektor. Durch eine Optimierung des Managements bei der Nutzung des Wirtschaftsdüngers, den Zeitpunkt der Düngegabe etc. kann auch Mineraldünger als Betriebsmittel eingespart werden. Um darüber hinaus eine weitere Reduktion des Stickstoffeinsatzes zu erzielen, sind extensivere Produktionsverfahren erforderlich, die eine deutlich verbesserte Stickstoffeffizienz und somit geringere Stickstoffverluste haben. Durch

¹² <https://www.bauernverband.de/situationsbericht/3-agrarstruktur/33-betriebe-und-betriebsgroessen>

einen Rückgang der Tierbestände und des damit verbundenen intensiven Futteranbaus oder den Rückgang des Energiepflanzenanbaus ständen Flächen zur Verfügung, um insgesamt extensiver mit geringeren Stickstoffverlusten zu wirtschaften. Strukturelle Änderungen wie die Ausweitung des ökologischen Landbaus und die Ausweitung von ökologischen Vorrangflächen senken Stickstoffverluste und die damit verbundenen klimarelevanten Lachgasemissionen.

Maßnahmen zur Reduktion des Stickstoffeinsatzes

Beschreibung	Zur Optimierung des Stickstoffeinsatzes zählen beispielsweise Maßnahmen wie die Erhöhung der Wirtschaftsdüngerwirksamkeit durch eine Reduktion der Verluste in Stall und Lager und bei der Ausbringung (auch durch technische Maßnahmen abgedeckt) sowie die stickstoffoptimierte Fütterung. Weitere Einsparungen können über strukturelle Änderungen der Produktionsweise erfolgen (z. B. Ausweitung der Fruchtfolge, Änderung der Futtergrundlage) oder über eine Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion (z. B. Ökolandbau, unproduktive Flächen, extensive Grünlandnutzung). Diese Maßnahmen verändern die landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen (Produkte und Erträge) und die entsprechenden Emissionen.
Emissionskategorien	Mineraldüngereinsatz, Wirtschaftsdüngereinsatz, Gärreste aus Nawaros, indirekte Emissionen aus der Auswaschung von Stickstoff
Bestehende politische Instrumente	Düngegesetzgebung (insbes. Düngeverordnung (DüV) und Stoffstrombilanzverordnung), NEC-Richtlinie, GAP-Förderung Ökolandbau, GAP-Förderung für unproduktive Flächen, extensive Grünlandnutzung
Emissionen und Minderungspotenzial	<p>Ca. 24 % der Emissionen des Landwirtschaftssektors (ohne LULUCF) fallen in den Bereich der Emissionen, die durch die Reduktion des Stickstoffeinsatzes adressiert werden können. Das entspricht ca. 16 Mio. t CO₂e.</p> <p>Da für das Pflanzenwachstum immer reaktiver Stickstoff benötigt wird, ist ein gewisser Verlust des Stickstoffs z.B. in Form von Lachgas nahezu unvermeidbar. Eine Optimierung und damit Reduktion des Stickstoffeinsatzes, ist daher entscheidend. Das genaue Minderungspotenzial ist immer abhängig von konkreten Entwicklungen in der landwirtschaftlichen Produktion. Dazu zählen u. a. die Entwicklung des Ökolandbaus, der Anteil der ungedüngten Flächen, der Anteil extensiverer Kulturpflanzen etc. Ohne gravierende Änderungen im Bereich der Nachfrage z. B. nach Tierfutter und Energiepflanzen wird mit einem Minderungspotenzial ggü. 2019 von ca. 10-30 % gerechnet. Mit 10-30 % liegt das Minderungspotenzial für diese 16 Mio. t CO₂e. wesentlich unter dem Minderungspotenzial der technischen Maßnahmen (30-95 %).</p> <p>Bis zum Jahr 2030 liegt das geschätzte Minderungspotenzial unter optimalen Voraussetzungen bei ca. 1,9 Mio. t CO₂e. (12 % der Emissionen), bis zum Jahr 2045 ist eine Reduktion von bis zu 3,8 Mio. t CO₂e. (24 % der Emissionen) möglich.</p> <p>Weitere Minderungen im Bereich der Stickstoffreduktion sind vor allem in Kombination mit der Reduktion der Tierhaltung und einer Verringerung des Futteranbaus möglich und wurden bei der Abschätzung des Minderungspotenzials nicht berücksichtigt.</p> <p>Siehe Tabelle A-1 bis Tabelle A-3 (im Anhang)</p>
Beispiel	Da die Reduktion der Stickstoffeinträge stark abhängig ist von der Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion, erfolgt eine grobe Kalkulation des Minderungspotenzials auf Basis der Reduktion der Stickstoffüberschüsse.

Maßnahmen zur Reduktion des Stickstoffeinsatzes

	<p>Im Mittel der Jahre 2016:2019 liegen die Stickstoffüberschüsse bei ca. 90 kg N/ha nach der Gesamtstickstoffbilanz.¹³ Bei einer Reduktion auf 70 kg N/ha bis 2030 (Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie und des Klimaschutzprogramms 2030) bedeutet das eine Reduktion um ca. 20 kg N/ha. Bei 16,7 Mio. ha LF und einem Emissionsfaktor von ca. 5,7¹⁴ kg CO₂e/kg N lassen sich damit Emissionsreduktionen in Höhe von 1,9 Mio. t CO₂e. bis 2030 erzielen. Bei einer Reduktion auf 50 kg Stickstoffüberschuss pro Hektar liegen die THG-Einsparungen bei 3,8 Mio. t CO₂e. bis 2045.</p>
Einordnung	<p>Maßnahmen und Instrumente sind verfügbar (Ordnungsrecht: DüV, Stoffstrombilanzverordnung, Konditionalität GAP¹⁵, Förderung: Ökolandbau, GAP Agrarumweltmaßnahmen). Allerdings sind im Bereich des Düngerechts die Ausgestaltung, Kontrolle und Sanktionierung unzureichend (DüV, Stoffstrombilanzverordnung, Konditionalität), und innerhalb der Förderung z. B. über Agrarumweltmaßnahmen sind die Anreize zu gering, um großflächige Umsetzungen anzuregen.</p> <p>Die Förderung des Ökolandbaus ist ein Instrument, das auf Freiwilligkeit setzt. Nur wenn die Förderhöhe und die Marktbedingungen günstig sind und ausreichend viele Betriebe an einem Wechsel auf den Ökolandbau interessiert sind, können die politisch angestrebten Umstellungsraten realisiert werden.</p>

3.1.3 Reduktion der schwer vermeidbaren Emissionen

Im Bereich der schwer vermeidbaren Emissionen sind vor allem die Methan-Emissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer und die Emissionen aus der Landnutzung zu verorten, die sich ohne eine Reduktion der Tierbestände oder eine andere bzw. reduzierte Flächennutzung nicht vermeiden lassen. Obwohl die schwer vermeidbaren Emissionen einen Anteil von ca. 50 % an den gesamten Emissionen des Landwirtschaftssektors ausmachen, fehlen bisher vor allem in diesem Bereich entsprechende Maßnahmen und Instrumente zur Verringerung der Emissionen.

Maßnahmen zur Reduktion der schwer vermeidbaren Emissionen

Beschreibung	<p>Alle Maßnahmen, deren technisches Potenzial sehr begrenzt ist und bei deren Einsatz daher auch eine Änderung der Produktion bzw. Ertragsqualität in Kauf zu nehmen ist, um die weiterhin relevanten Emissionen zu verringern. Die Maßnahmen haben teilweise Überschneidungseffekte mit der Reduktion der Stickstoffeinsätze.</p>
Emissionskategorien	<p>CH₄-Verdauung Wiederkäuer, N₂O-Emissionen Weide (tierische Exkremente), N₂O-Emissionen aus der Ackerland- und Grünlandnutzung auf Moorstandorten (z. B. durch Mineralisierung), CO₂-Emissionen aus der Nutzung der organischen Böden, CO₂-Emissionen aus Grünlandumwandlung, CO₂-Emissionen aus der Harnstoffausbringung und der Kalkung, Erntereste</p>
Bestehende politische Instrumente	<p>Forschungsförderung zu Züchtung und Fütterungszusätzen, Grünlandumbruchverbot</p>

¹³ BMEL monatliche Berichte, Tabelle (MBT-0111260-0000)

¹⁴ Ohne die indirekten N₂O-Emissionen in die Luft (werden unter den technischen Optionen berücksichtigt)

¹⁵ Die sog. Konditionalitäten der GAP regeln, welche Grundbedingungen im Bereich von Umwelt- und Naturschutz von jedem Landwirt eingehalten werden müssen. Diese sind im GAP-Konditionalitäten-Gesetz festgelegt.

Maßnahmen zur Reduktion der schwer vermeidbaren Emissionen

<p>Emissionen und Minderungspotenzial</p>	<p>Ca. 50 % der Emissionen des Landwirtschaftssektors (ohne LULUCF) fallen in den Bereich der schwer vermeidbaren Emissionen. Das entspricht ca. 34 Mio. t CO₂e. Davon stammen allein 24 Mio. t CO₂e. aus der enterischen Verdauung. Hinzu kommen die CO₂e-Emissionen aus dem Bereich der Landnutzung aus dem LULUCF-Sektor (entwässerte Moore, Grünlandumbruch) in Höhe von ca. 43,7 Mio. t CO₂e. Insgesamt sind damit 78 Mio. t CO₂e. überwiegend durch Maßnahmen adressierbar, die mit Produktionsänderungen und einer Reduktion der Produktionsmengen einhergehen.</p> <p>Ohne eine Ausweitung der politischen Instrumente wird im Bereich des Landwirtschaftssektors (ohne LULUCF) mit einem Minderungspotenzial für die 34 Mio. t CO₂e. zwischen 5 % und 10 % gerechnet. Damit lassen sich bis 2030 knapp 2 Mio. t CO₂e. einsparen, und bis zum Jahr 2045 wird mit einer Minderung von ca. 3,3 Mio. t CO₂e. gerechnet. Dieses Minderungspotenzial ist kaum maßnahmengetrieben, sondern entspricht den aktuellen Trends der Entwicklungen, die über Marktveränderungen und Optimierungen (Züchtung, Fütterung, Herdenmanagement, Leistungssteigerung) zu erwarten sind.</p> <p>Die Emissionen aus der Verdauung können nur in einem geringen Maße durch eine optimale Fütterung beeinflusst werden. Es findet daher weltweit verstärkt Forschung zu möglichen Futterzusätzen statt. Belastbare Annahmen zur dauerhaften Wirkung und Risiken für Mensch und Tier sind jedoch dazu zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich.</p> <p>Im Bereich des LULUCF-Sektors wird durch das bestehende Grünlandumbruchverbot bis 2030 mit einer Reduktion der Emissionen um 1,3 Mio. t CO₂ bis 2030 und 2,4 Mio. t CO₂ bis 2040 gerechnet. Die hohen Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung der organischen Böden sollen bis zum Jahr 2030 nach dem aktuellen Entwurf der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Moorschutz um 5 Mio. t CO₂ reduziert werden¹⁶.</p> <p>Von den 78 Mio. t CO₂e. (Landwirtschaftssektor und Landnutzung (LULUCF)) lassen sich damit bis zum Jahr 2030 ca. 8 Mio. t CO₂e. reduzieren (ca. 10 % der Emissionen). Bis zum Jahr 2045 können vor allem für die Entwicklung der Emissionen aus dem LULUCF-Sektor keine konkreten Aussagen getroffen werden. Weitere Emissionsreduktionen sind nur durch Änderungen in der Bewirtschaftung in Kombination mit der Reduktion von Produktionsmengen möglich.</p>
<p>Einordnung</p>	<p>Im Bereich der Tierhaltung fehlt bisher der politische Wille, das Thema einer Reduktion der Tierhaltung aktiv anzugehen und eine Zielvorgabe zu setzen. Mit der Verschärfung des Klimaschutzgesetzes wird der Druck stärker, hier richtungsweisende Vorgaben zu machen.</p> <p>Im Bereich des Moorschutzes ist das politische Bekenntnis theoretisch vorhanden, allerdings ist das Ambitionsniveau der politischen Zielsetzung bisher sehr gering (minus 5 Mio. t CO₂ bis 2030). Die Verabschiedung einer weiterführenden Moorschutzstrategie ist als Klimaschutzmaßnahme zwar geplant, aber wegen Uneinigkeit der Ressorts bislang gescheitert.</p>

¹⁶ <https://www.agrarheute.com/politik/schutz-moore-neue-bund-laender-ziele-inmitten-schlammschlacht-584212>

3.2 Quantitative Einordnung der Emissionen und des Minderungspotenzials

Die zuvor vorgestellten Klimaschutzmaßnahmen bilden den Baukasten, mit dem in der Landwirtschaft in Zukunft die Klimaziele erreicht werden können. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie weit die gesetzten Ziele mit diesen Maßnahmen erreicht werden können und ob tiefgreifendere Veränderungen in der Produktion in Kauf genommen werden müssen.

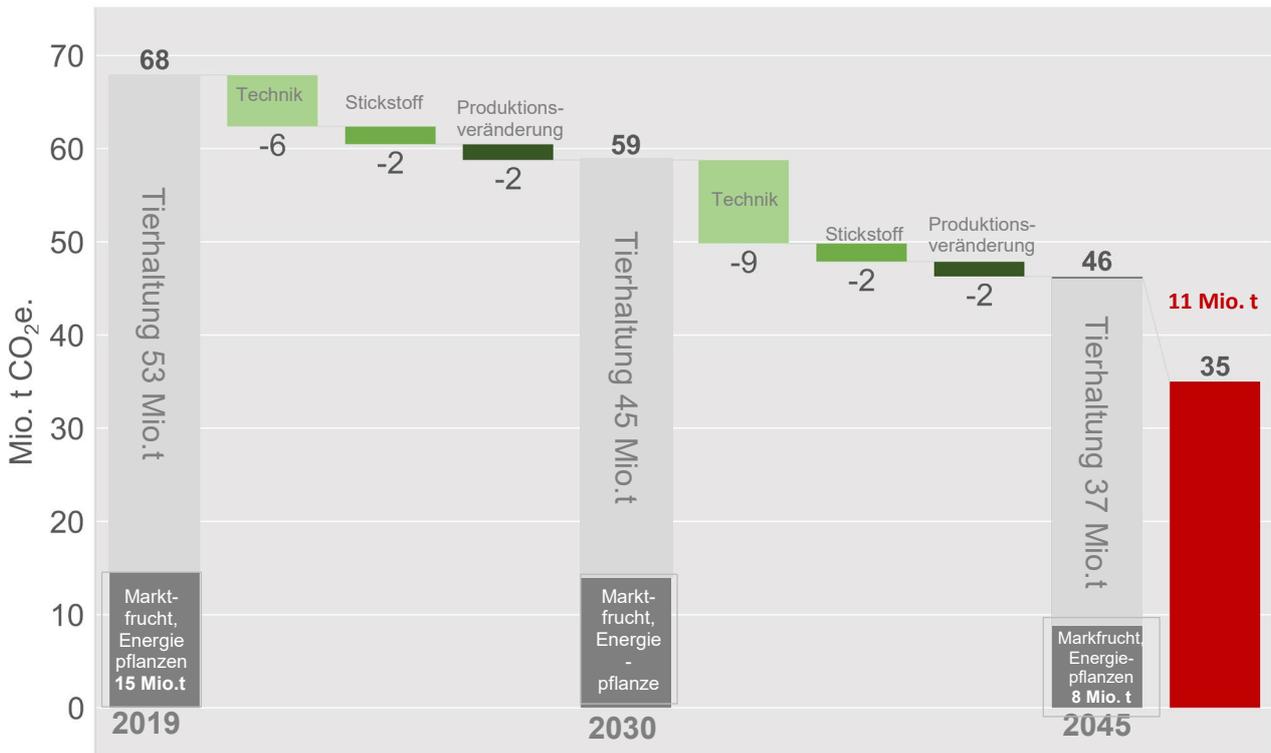
Zunächst werden dafür den Produktionsbereichen Marktfruchtanbau, Tierhaltung und Energiepflanzenanbau die THG-Reduktionspotenziale der drei Minderungshebel technische Lösungen, reduzierter Stickstoffeinsatz und schwer vermeidbare Emissionen zugeordnet. Und zwar für die Jahre 2030 und 2045 gegenüber 2019 (siehe Tabelle A-1 und Tabelle A-2). Das im Anhang ausgewiesene Minderungspotenzial beruht auf eigenen Erfahrungswerten aus langjährigen Szenarien-Arbeiten und der Ableitung aus den Berechnungen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020); Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021)) und verfügbaren Emissionsfaktoren (Thünen Institut 2021). Inwieweit dieses Reduktionspotenzial aktiviert werden kann, hängt vor allem von der Ausgestaltung und der ambitionierten Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen ab. Die aufgeführten Werte gehen von einer ambitionierten Umsetzung aus.

Nicht enthalten sind gezielte Annahmen zur Verringerung des Tierbestandes, da dieser bisher seitens der Politik nicht adressiert wird. Berücksichtigt wird aber ein moderater Rückgang, der den aktuellen Trends entspricht, die Marktveränderungen und Optimierungen (Züchtung, Herdenmanagement, Leistungssteigerung) auf der Erzeugerseite widerspiegeln.

Die nachfolgende Abbildung ordnet die aktuellen THG-Emissionen des Landwirtschaftssektors aus den Bereichen Marktfruchtanbau, Tierhaltung und Energiepflanzenanbau den drei zuvor vorgestellten Kategorien zu und zeigt eine grobe Einschätzung des Minderungspotenzials für das Jahr 2030 und das Jahr 2045. Der LULUCF Sektor wird in der Grafik nicht dargestellt.

Es wird deutlich, dass mit den derzeit von der Politik favorisierten Maßnahmen bis zum Jahr 2030 die Emissionen im Landwirtschaftssektor auf rund 59 Mio.t CO₂e. reduziert werden könnten. Damit fehlen noch ca. 3 Mio. t CO₂e. für die Erreichung des Sektorziels in Höhe von 56 Mio. t CO₂e. Bis zum Jahr 2045 sind unter optimalen Bedingungen weitere Emissionsreduktionen möglich. Dazu zählen unter anderem die vollständige Ausschöpfung des technischen Minderungspotenzials sowie eine Reduktion der Stickstoffüberschüsse auf 50 kg N/ha (nach Gesamtbilanz/Hoftorbilanz) und eine Reduktion der schwer vermeidbaren Emissionen um 10 % ggü. 2019. Mit diesen Annahmen sinken die Emissionen bis zum Jahr 2045 auf 46 Mio. t CO₂e. (siehe Abbildung 3-2). Bis zum Zielwert von maximal 35 Mio. t CO₂e. verbleibt damit immer noch eine substantielle Lücke von 11 Mio. t CO₂e. Je nach Vorgaben auf der EU-Ebene und der Entwicklung der LULUCF-Senke kann sich dieses Ziel aber weiter verschärfen und muss ggf. auch schon vor 2045 erreicht werden.

Abbildung 3-2: Emissionsminderung im Sektor Landwirtschaft bis 2045 (ohne CO₂e aus der Landnutzung) ohne zusätzlichen Abbau der Tierbestände



Anmerkung: Die verschiedenen Minderungshebel werden in dieser Studie einem Farbcode zugeordnet. Analog zu den Einordnungen der Umweltmaßnahmen der Agrarpolitik wird der Minderungshebel, der zu Produktionsänderungen führt und damit auch vielfältige Synergien mit anderen Umweltzielen aufweist als dunkelgrün gekennzeichnet.

Quelle: Darstellung auf Basis eigener Abschätzungen

Damit wird deutlich, dass spätestens für die Zeit nach 2030 grundsätzlich auch strukturelle Maßnahmen notwendig sind, um das Klimaziel bis 2045 erreichen zu können. Ohne eine deutliche Verringerung der Tierbestände erscheint die Zielerreichung aus heutiger Sicht unrealistisch: Mit ca. 37 Mio. t CO₂e liegen allein die Emissionen aus der Tierhaltung im Jahr 2045 im Bereich der Gesamtemissionen des Sektors Landwirtschaft, die das Klimaschutzgesetz für dasselbe Jahr (vergleiche Abbildung 1-1) vorgibt. Inklusive der Emissionen aus Marktf Frucht- und Energiepflanzenanbau liegen die Emissionen aus der Landwirtschaft deutlich über dem maximalen Emissionsbudget.

Mehr als 70 % der Emissionen aus der Tierhaltung lassen sich im Jahr 2045 den schwer vermeidbaren Emissionen zuordnen (siehe Tabelle A-2). Der Großteil davon stammt aus der Verdauung der Wiederkäuer. Global laufen umfangreiche Forschungsvorhaben zur Reduktion der Methanemissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer z. B. durch Fütterung und Züchtung. Vor allem im Bereich von Futterzusätzen gibt es immer wieder Meldungen zu erfolgreichen Versuchen, in denen es gelungen sei, die Methanemissionen stark zu reduzieren.¹⁷ Sogar Masken für Wiederkäuer wurden inzwischen entwickelt.¹⁸ An der Option, hier zukünftig technische Lösungen

¹⁷ <https://www.beefcentral.com/lotfeeding/feed-additive-found-to-reduce-methane-emissions-by-90pc-on-feedlot-trial/>

¹⁸ <https://www.agrarheute.com/tier/rind/weniger-methan-britisches-startup-bringt-masken-fuer-kuehe-raus-568009>

zur Reduktion der Methanemissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer - unter Berücksichtigung von Tierwohl und Lebensmittelsicherheit - zu entwickeln, wird weiter geforscht und gearbeitet. Eine seriöse Bewertung des zukünftigen Minderungspotenzials ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

Neben dem begrenzten Budget für Treibhausgase spielt die ebenso begrenzte Ressource des Bodens eine Rolle. Das Dilemma liegt vor allem darin, dass höheren Emissionen größere Senken zum Ausgleich gegenübergestellt werden müssen. Dabei sind technische Senken absehbar teuer und natürliche Senken benötigen Flächen, die bislang die Landwirtschaft für die Tierhaltung in Anspruch nimmt: Ohne eine Reduktion der Tierbestände würde weiterhin ein Großteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Tierfutter benötigt. Für die dringend notwendige Änderung der Flächennutzung - insbesondere in Moorregionen durch eine Wiedervernässung oder die Ausweitung der ökologischen Vorrangflächen (z. B. für den Biodiversitätsschutz oder den Aufbau zusätzlicher Kohlenstoffspeicher durch die Neuanlage von Hecken oder Agroforstsystemen) – würden somit die notwendigen Flächen fehlen. Damit blieben die hohen CO₂-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden, vor allem der organischen Böden, bestehen. Auch eine entsprechende Vergrößerung der natürlichen Senkenleistung des Waldes ist nicht zu erwarten, da der bereits zu beobachtende Klimawandel ein erhebliches Risiko für den Wald- bzw. den Holzzuwachs darstellt. Angesichts dieser Ausgangslage müssen die hohen Emissionen aus der landwirtschaftlichen Moornutzung verringert werden und zusätzliche neue Kohlenstoffsinken auf landwirtschaftlichen Nutzflächen geschaffen werden.

Die Landwirtschaftsfläche und ihre Nutzung spielen damit eine Schlüsselrolle für den Klimaschutz.

4 Der Weg zum Ziel Klimaneutralität bis 2045

Bereits mit Verabschiedung des Klimaschutzprogramms 2030 (Bundesregierung 2019) war der Politik klar, dass für den Bereich der Tierhaltung mehr als die eingeführten technischen Maßnahmen nötig sind (vergleiche Folgenabschätzungen Thünen Institut 2019, Öko-Institut 2019). Zeitgleich startete das Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung (Borchert-Kommission) seine Arbeit zum Umbau der Tierhaltung in Deutschland und legte im Jahr 2020 seine Ergebnisse vor. Über mehr Tierwohl und ein höheres Platzangebot pro Tier ist zugleich eine Verringerung des Tierbestands möglich. Die damit verbundenen Investitionen in den Stallbau müssten dazu an entsprechende Vorgaben zur Abstockung geknüpft werden. Eine öffentliche Diskussion des Themas erfolgte aber weder in den Borchert-Vorschlägen noch durch das Bundeslandwirtschaftsministerium.

Mit der Zielverschärfung im nationalen Klimaschutzgesetz, dem vorgezogenen Zieljahr für die Klimaneutralität und den neuen Zielen auf EU-Ebene wird zunehmend klar: Angesichts der hohen Emissionen aus der Tierhaltung, inklusive der landwirtschaftlichen Futtererzeugung (vor allem auf Moorstandorten), lässt sich Klimaneutralität im Jahr 2045 nur erzielen, wenn die Politik eine verbindliche Richtung für die Entwicklung der Tierhaltung vorlegt. Das neue Sektorziel 2030 und die Höhe des Restbudgets für das Jahr 2045 bieten eine Orientierung, für die jedoch noch eine offizielle Übersetzung in Bezug auf weitere Maßnahmen für den Nutztierbestand aussteht. Bisher wird das Thema lediglich über die Tierwohldiskussion und die Stickstoffpolitik adressiert (Grethe et al. 2021, Bundesregierung 2019). Das ist sachlich richtig, doch bleibt die Größe des Bestands damit außerhalb der politischen Debatte, da hier eine Verringerung des Tierbestands nur implizit in Erwägung gezogen wird und die Nennung einer Größenordnung unterbleibt. Auch im Abschlussbericht der Zukunftskommission Landwirtschaft wird eine konkrete Aussage vermieden,

aber immerhin Bezug genommen auf eine Reduzierung der Tierbestände, um die Klimaziele zu erreichen.

Mit Blick auf die schwer vermeidbaren Emissionen im Agrarsektor sollte die Politik deutlich klarer für die nötige Orientierung bei den tierhaltenden Betrieben sorgen, um heutige Fehlinvestitionen zu vermeiden, die sich schon sehr bald als nicht kompatibel mit den Klimazielen Deutschlands erweisen könnten. Die betroffenen Betriebe, insbesondere die vielen Milchbetriebe auf den Moorstandorten im Norden des Landes benötigen die Zusage der Politik, den Umbruch zu begleiten – vergleichbar mit dem Kohleausstieg oder dem Wechsel auf die E-Mobilität.

Da eine geringere Produktion an Milch und Fleisch mit einem geringeren Konsum einhergehen muss – andernfalls wird die Versorgung mit Importen aufgefüllt und die Emissionen entstehen im Ausland –, ist ebenfalls eine offene Diskussion über Anreize für eine klimagerechte Anpassung der Nachfrage nach tierischen Produkten geboten. Ernährungsgewohnheiten sind von Kindesbeinen an eingeübt und lassen sich nicht über Nacht ändern.

Zeitnah bedarf es dafür der Festlegung einer nationalen Zielgröße für den Umfang der Rinder-, Schweine- und Geflügelbestände bis 2045. Diese lässt sich beispielsweise aus der Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln bei Umsetzung einer ambitionierten Ernährungsempfehlung ermitteln. Mit der Planetary Health Diet der EAT-Lancet Commission liegt seit 2019 eine Ernährungsempfehlung vor, die aufzeigt, wie eine gesunde Ernährung einer steigenden Weltbevölkerung unter Einhaltung der planetaren Belastungsgrenzen möglich ist. Eine Umsetzung der Ernährungsempfehlung bis zum Jahr 2045 würde in etwa einer Halbierung des Tierbestandes entsprechen. Mit einer Einsparung von bis zu 14 Mio. t CO₂e.¹⁹ könnte damit die bestehende Klima-Lücke im Landwirtschaftssektor geschlossen werden (siehe Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: THG-Einsparung bei Umsetzung der Planetary Health Diet

Konsum tierischer Produkte	Heute	Eat Lancet Commission Planetary Health Diet	Reduktion ggü. heute	Reduktion der Verzehrsmenge bei 83 Mio. Einwohnern	Emissionsfaktor in Verzehrgewicht*	Reduktion THG
	kg/Person/a	kg/Person/a	%	Mio. t	kg CO ₂ eq./kg Produkt	Mio. t CO ₂ eq.
Rind	9,8	5,1	-48%	0,4	16,0	6,2
Σ Schwein und Geflügel	45,9	26,3	-43%	1,6	0,9	1,5
Σ Fleischkonsum	57,1	31,4	-45%	0,4		7,7
Σ Milchäquivalente	327,0	182,5	-44%	12,0	0,5	6,4
Σ THG Einsparung						14,0

Anmerkung: Das Verhältnis des Konsums von Geflügel- zu Schweinefleisch weicht in Deutschland stark von den Annahmen der Planetary Health Diet ab. Daher wird davon ausgegangen, dass der Konsum von Geflügel- und Schweinefleisch von insgesamt 26,3 kg/Person/a zu 50 % aus Schweinefleisch und zu 50 % aus Geflügelfleisch erfolgt.

Die ausgewiesene THG-Reduktion bezieht sich nur auf die Reduktion des inländischen Konsums. Annahmen zur Entwicklung des Exports wurden nicht getroffen.

* Der Emissionsfaktor berücksichtigt nur die CH₄- und N₂O-Emissionen aus der Verdauung und dem Wirtschaftsdüngermanagement in Stall und Lager, basierend auf den Emissionen von 2019. Da unklar ist, wie die Futterflächen weiter bewirtschaftet werden, sind die Emissionen aus der Stickstoffdüngung nicht enthalten und es wird angenommen, dass die Flächen weiter in der Bewirtschaftung bleiben. Würden die Flächen aus der Nutzung fallen oder mit Hecken/Wald bepflanzt, ergäben sich noch höhere Emissionsreduktionen.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis BLE 2021, Willet et al. 2019, UBA 2020

¹⁹ Hier bestehen teilweise Überlagerungseffekte mit den in Abbildung 3-2 dargestellten Emissionsreduktionen.

Aufgrund der hohen Emissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer liegen die höchsten Minderungspotenziale in der Reduktion der Rindfleisch- und Milchproduktion. Die Produktion von Schweine- und Geflügelfleisch ist mit wesentlich geringeren direkten Emissionen pro Kilogramm Fleisch verbunden, aber durch die Belegung von Ackerfläche und den damit verbundenen Emissionen aus dem Futteranbau relevant (z. B. Emissionen aus der Stickstoffdüngung, Sojaimporte und indirekte Landnutzungseffekte). Allerdings werden auch in der Milch- und Rindfleischproduktion die Vorteile der Futtererzeugung auf Grünlandflächen - die für die menschliche Nahrung nicht nutzbar sind - seit der Umstellung der Rinderfütterung auf energiereicheres Ackerfutter beginnend in den 1950er Jahren immer weniger genutzt.

Bei einer Halbierung des Tierbestandes würden bisherige Futterflächen (z. B. für den Anbau von Silo-/Körnermais, Futtergetreide, Grassilage etc.) im Umfang von mehreren Millionen Hektar frei. Ein Teil dieser Flächen wird für die Wiedervernässung der Moorstandorte benötigt. Darüber hinaus können diese Flächen aber auch für die Ausweitung ökologischer Vorrangflächen, den Anbau stofflicher Biomasse, sowie zusätzlich für die Ausweitung der Bodenkohlenstoffsенке (z. B. in Form von Agroforstsystemen und Hecken) hervorragend genutzt werden.

Für die Umsetzung müssen Maßnahmen und Instrumente entwickelt werden, die dazu beitragen, den Umfang der Tierhaltung und den Konsum tierischer Produkte auf das notwendige Niveau zu reduzieren. Neben der Einführung neuer Maßnahmen können auch bestehende Maßnahmen und Instrumente weiter ausgestaltet und verschärft werden. Viele der dargestellten Maßnahmen haben neben der Klimaschutzwirkung auch einen positiven Einfluss auf andere Umweltziele wie beispielsweise Tierschutz, Wasserschutz, Luftreinhaltung. Die folgende Tabelle stellt einen Überblick für Maßnahmen zur Reduktion der Tierbestände im Landwirtschaftssektor dar.

Maßnahmen zur Reduktion der Tierbestände

Verschärfung des Ordnungsrechts Tierhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Wiedereinführung einer Flächenbindung und schrittweise Verschärfung auf < 2 GVE/ha auf Betriebsebene • Verschärfung der Anforderungen an die Eigenfutterfläche bei Stallbauantrag und regelmäßiger jährlicher Flächennachweis • Änderung der Nutztierhaltungsverordnung (Ergänzung Rind, Pute, Verschärfung Schwein), Verbot/Auslaufen bestimmter Haltungsverfahren, Anhebung der Mindeststandards • Erhöhung der Kontrolldichte und veränderte Kontrollmechanismen des Tierschutzes
Verschärfung des Düngerechts	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der erlaubten Ausbringungsmenge von Wirtschaftsdünger in der Düngeverordnung (z. B. 120 kg N/ha statt 170 kg N)²⁰ • Schnelle Einführung der Stoffstrombilanzverordnung und Verschärfung der Bilanzobergrenze (z. B. 120 kg N/ha und langfristige Reduktion auf 90 kg N/ha Überschuss nach der Gesamtbilanz statt 175 kg/ha)²¹
Einführung neuer Auflagen	<ul style="list-style-type: none"> • Vergabe von regionalen Produktionsrechten für die Tierhaltung (Beispiel Niederlande) • Moratorium für neue Tierhaltungsanlagen in Moorregionen • Festlegung verbindlicher Quoten für Tierwohlstufe 3 und 4 • Kurzfristige Einführung einer Mineraldüngersteuer²²

²⁰ Gutser et al. 2014

²¹ Taube et al. 2021

²² Grethe et al. 2021

Maßnahmen zur Reduktion der Tierbestände

	<ul style="list-style-type: none"> • Bindungen der Agrarzahungen an GV-Obergrenzen pro Hektar • Grünlandbindung für Wiederkäuer • Einführung von Umweltstandards für Importfuttermittel (Pestizide, Urwaldrodung etc.)
Finanzielle Anreize	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstiegsprogramme für die Tierhaltung v. a. auf Moorstandorten und in Gebieten mit hohen Stickstoffüberschüssen auf Grund hoher Tierbestandsdichten • Förderung besonders tiergerechter Haltungsverfahren bei reduziertem Tierbestand
Baurecht/Genehmigungspflichten/ Investitionszuschüsse	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung einer verbindlichen Zielgröße²³ auf betrieblicher Ebene für alle Planungs- und Genehmigungsprozesse und die Zahlung von Fördergeldern (langfristig auch GAP-Gelder) • Verringerung der Tierbestandsgrößen, ab denen Genehmigungspflichten bestehen • Verschärfung des Brandschutzes • Einführung einer absoluten Tierbesatzobergrenze pro Stall

Parallel zu den Instrumenten auf der Produktionsseite müssen auch Maßnahmen und Instrumente zur gezielten Steuerung des Konsums tierischer Lebensmittel eingeführt werden. Dazu zählen unter anderem:

Maßnahmen zur Reduktion des Konsums tierischer Produkte

Preisinduzierte Instrumente zur Verbraucherlenkung	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaffung der Mehrwertsteuerermäßigung auf alle tierischen Produkte, erweiterte Reduktion der Mehrwertsteuer auf pflanzliche Produkte • Langfristige Einführung einer Treibhausgas-Bepreisung von Lebensmitteln
Bildung	<ul style="list-style-type: none"> • Praktische Ernährungsbildung – Kochunterricht in Schulen, Schulgärten • Erweiterung und Verbesserung der Kochausbildung: Schwerpunkt auf die Zubereitung von vegetarischen und veganen Speisen • Öffentlichkeitsarbeit zu Vorteilen der pflanzlichen Ernährung
Labelling, Kennzeichnung	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung einer Klima-Ampel für Lebensmittel (für die gesamte Wertschöpfungskette: von der Erzeugung bis hin zum Recycling der Verpackung)
Anreize und Verpflichtungen im Außer-Haus-Konsum	<ul style="list-style-type: none"> • Verpflichtende Umsetzung einer klimafreundlichen Ernährungsempfehlung in Kantinen von staatlichen und kommunalen Einrichtungen • Verpflichtende Einführung eines Klimaschutzellers (analog zum „Apfelsaftgesetz“ muss ein veganes Gericht zu günstigstem Preis auf der Speisekarte angeboten werden)
Reduktion von Lebensmittelabfällen	<ul style="list-style-type: none"> • Information, Aufklärung Anreize zur Reduktion von Lebensmittelabfällen

²³ Wie beispielsweise eine Obergrenze der Stickstoffüberschüsse pro Hektar (nach Hoftorbilanz) oder Obergrenze für Treibhausgasemissionen pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche als Zielgröße für die Betriebe. Dies bietet den Vorteil, dass gleichzeitig die Kohlenstofffreisetzung bzw. die Kohlenstoffbindung der Böden und auch die der aufwachsenden Biomasse (z. B. in Agroforstsystemen) berücksichtigt werden können. Erste Vorarbeiten finden sich beispielsweise in Schulze-Mönking und Klapp (2010).

Maßnahmen zur Reduktion des Konsums tierischer Produkte

	<ul style="list-style-type: none"> • Wegwerfverbot für unverkaufte und weiterhin verzehrbare Lebensmittel im Einzelhandel • Optimierung der Portionsgrößen in der Außer-Hausverpflegung
Förderung, Forschung	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungsförderung von klimaschonenden Milch- und Fleischalternativen • Stärkung von Absatzmärkten für tierische Ersatzprodukte und Ökoprodukte, auch bzw. insbesondere über die Gemeinschaftsverpflegung
Sozialer Ausgleich	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenfreier Zugang zur Gemeinschaftsverpflegung in Kindergärten und Schulen • Anhebung der Regelsätze der Grundversorgung • Anhebung des Grundfreibetrags und des Freibetrags für Kinder im Steuerrecht • Einführung einer Pro-Kopf-„Nachhaltigkeitsprämie“

Bis spätestens zum Jahr 2030 sollte die Zeit genutzt werden, um langfristige Instrumente für den Landwirtschaftssektor aufzusetzen. Im Klimaschutzprogramm 2030 wird bereits die Erarbeitung eines Leitbilds für die Nutztierhaltung unter Berücksichtigung der Klimaziele des Pariser Übereinkommens für das Jahr 2050 genannt. Dazu gehört auch der zukünftige Umfang der Tierhaltung. Dieser Aufgabe muss sich die Politik in der kommenden Legislaturperiode prioritär stellen.

Kurzfristig muss auch eine politische Zielsetzung für eine klimafreundliche Ernährungsempfehlung ausgearbeitet werden. Die Notwendigkeit dieser Zielsetzung und der dafür erforderliche Prozess wurden bereits im Klimaschutzprogramm 2030 benannt. Konkret heißt es darin unter dem Punkt Verringerung der Emissionen aus der Tierhaltung: „Erarbeitung eines Masterplans zur Ernährung unter Berücksichtigung der Klimaziele des Pariser Übereinkommens für das Jahr 2050“. Mit dem Nationalen Dialog zu nachhaltigen Ernährungssystemen²⁴ ist dieser Prozess inzwischen auf den Weg gebracht. Dieser sollte die Arbeiten zur Planetary Health Diet (Willet et al. 2019) einbeziehen und nationale Besonderheiten berücksichtigen.

Angesichts der Zielsetzung von 56 Mio. t CO₂e. im Jahr 2030 und dem langfristigen Ziel von maximal 35 Mio.t CO₂e. im Jahr 2045 müssen innerhalb von 15 Jahren weitere 21 Mio. t CO₂e. gemindert werden. Das entspricht ca. 1,4 Mio. t CO₂e. pro Jahr. Dafür müssen entsprechende Instrumente zur Verfügung stehen, die ggf. auch jenseits von Ordnungsrecht und finanziellen Anreizen wirken. Dafür sind sicherlich auch Handelssysteme oder Quotenregelungen wieder in die Diskussion zu nehmen.

Um die Klimaziele zu erreichen, ist eine Regelung der nationalen Tierzahlen in Kombination mit Maßnahmen zur Reduktion des Konsums tierischer Produkte auf der Verbraucherseite unabdingbar.

5 Schlussfolgerung

Für das Erreichen der Klimaneutralität im Jahr 2045 ist mindestens eine Halbierung der Emissionen aus der Landwirtschaft notwendig. Neben den technischen Möglichkeiten, steht und fällt die Zielerreichung mit der Reduzierung der Erzeugung und des Konsums tierischer Produkte und der

²⁴ www.nationaler-dialog-ernaehrungssysteme.de

damit verbundenen Entwicklung der Tierhaltung. Neben den schwer vermeidbaren Treibhausgasen aus der tierischen Verdauung ist dafür vor allem der große Flächenverbrauch beim Anbau des Tierfutters, inklusive des dafür erforderlichen Stickstoffeinsatzes und der hohen CO₂-Emissionen aus der Nutzung von organischen Böden, verantwortlich.

Trotz Minderungsmaßnahmen bleiben Restemissionen aus der Bodennutzung und Tierhaltung, aber auch aus landwirtschaftlich genutzten Mooren, bestehen. Der Ausgleich dieser Restemissionen sollte über die Sicherung bestehender Kohlenstoffspeicher wie beispielsweise dem Dauergrünland, die Unterstützung und Ausweitung natürlicher Senken (wie dem Wald) und auch durch die Bindung von neuem Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Böden über Anpflanzung von Hecken, Agroforst und Humusaufbau erfolgen.

Klimaschutz in der Landwirtschaft erfordert eine neue Gestaltung der Agrarproduktion und damit verbunden auch neue Perspektiven für die Sicherung des landwirtschaftlichen Einkommens. Durch eine Reduktion der Tierbestände entsteht im wahrsten Sinne des Wortes neuer Gestaltungsraum für die Landwirtschaft, weil weniger Futterfläche benötigt wird. Dieser Flächengewinn kann dann im Sinne des Klimaschutzes genutzt werden – für die Wiedervernässung von Mooren, für extensivere Kulturarten (etwa für die stoffliche Nutzung) oder eine Extensivierung der bestehenden Bodennutzung im konventionellen Landbau, sowie die Ausweitung des Ökolandbaus. Gleichzeitig können aber auch neue Flächennutzungen wie etwa die Installation von PV-Anlagen auf Moorböden zum Klimaschutz beitragen (Grethe et al. 2021).

Angesichts des bevorstehenden Wandels des Landwirtschaftssektors bedarf es wirksamer Klimaschutzinstrumente. Analog zum Kohleausstiegsgesetz könnte die Zukunft der Tierhaltung gesetzlich geregelt werden (Zukunftsfähige-Tierhaltung-Gesetz). Neben der Festlegung einer nationalen Zielgröße für die Höhe der zukünftigen Tierbestände sollte das Gesetz die konsistente Ausrichtung bestehender Politiken und Maßnahmen an dem Zielwert sicherstellen.

Kurzfristig gilt es, vor allem Neuinvestitionen in Tierställe, technische Geräte etc. so zu lenken, dass sie nicht zu Lock-in-Effekten führen²⁵. Dies gilt vor allem für Gemeinden mit einem hohen Anteil an landwirtschaftlich genutzten Moorböden und für Gemeinden mit einer hohen Tierbestandsdichte. Bisher fehlen in der Landwirtschaftspolitik für die Tierhaltung ambitionierte Reduktionsziele. Vor dem Hintergrund der Klimakrise und dem gesetzlich festgelegten Ziel, bis 2045 deutschlandweit klimaneutral zu wirtschaften, muss dies dringend nachgeholt werden. Zukünftig müssen daher alle Planungen, Genehmigungen und Zahlungen im Hinblick auf den Klimaschutz geprüft werden und sich an der regionalen und betrieblichen Zielgröße orientieren.

Inwieweit Klimaneutralität im Jahr 2045 gelingt, hängt stark von unserer zukünftigen Ernährung ab. Mit unserem Ernährungsverhalten bestimmen wir mit, welche Produkte die heimische Landwirtschaft produziert. Der Klimaschutz und der Mangel an Flächen stellen nun erstmals die Aufgabe an die Ernährungswissenschaft, Gesundheit und Umwelt gleichermaßen bei der Ableitung von Ernährungsempfehlungen zu berücksichtigen. Insbesondere Preissignale sind geeignet, um maßgebliche Änderungen im Konsumverhalten herbeizuführen. Ohne Veränderungen unserer Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten werden wir kein zukunftsfähiges Leben führen können.

²⁵ Mit Lock-in ist in diesem Zusammenhang der (dauerhafte) Erhalt zu hoher Tierzahlen gemeint, die sich aus hohen Investitionskosten und den Abschreibungsdauern in diesem Wirtschaftsbereich ergeben (z. B. von Stallbauten, Melkrobotern, Biogasanlagen etc.), weshalb die THG-Emissionen nicht schnell genug abgesenkt werden können.

Literaturverzeichnis

Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin. Download (zuletzt am 18.06.2021):

<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf>

Bundesregierung (2021): Gesetzentwurf der Bundesregierung, Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Berlin. Download (zuletzt am 20.08.2021):

<https://www.bmu.de/gesetz/entwurf-eines-ersten-gesetzes-zur-aenderung-des-bundes-klimaschutzgesetzes>

Destatis (2019): Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Flächenbelegung von Ernährungsgütern. 2010-2017. Download (zuletzt am 18.06.2021): <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/landwirtschaft-wald/Publikationen/Downloads/fachbericht-flaechenbelegung-pdf-5385101.html>

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/landwirtschaft-wald/Publikationen/Downloads/fachbericht-flaechenbelegung-pdf-5385101.html>

EU-Kommission (2020): Mitteilung der Kommission. Vom Hof auf den Tisch –eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem. COM (2020) 381 final.

https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/communication-annex-farm-fork-green-deal_de.pdf

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2021): Versorgung mit Fleisch in Deutschland seit 1991, Download (zuletzt am 22.06.2021): https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Fleisch/Fleisch_2020.xlsx?__blob=publicationFile&v=3

https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Fleisch/Fleisch_2020.xlsx?__blob=publicationFile&v=3

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2021): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2021. Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas. Download (zuletzt am 22.06.2021):

https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2020/Mediathek/broschuere_basisdaten_bioenergie_2020_web.pdf

Grethe, H.; Martinez, J.; Osterburg, B.; Taube, F.; Thom, F. (2021): Klimaschutz im Agrar- und Ernährungssystem Deutschlands: Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur

Klimaneutralität. Download (zuletzt am 18.06.2021): https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2021/06/2021-06-01-Klimaneutralitaet_Landwirtschaft.pdf

Guster, R.; Ebertseder, T. Schraml, M.; von Tucher, S.; Schmidhalter, U. (2014): Stickstoffeffiziente und umweltschonende organische Düngung. In KTBL-Schrift 483.

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität. Download (zuletzt am 20.08.2021):

https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB_V111.pdf

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität. Download (zuletzt am

20.08.2021): https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf

https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, Prognos, M-Five, IREES, FiBL (2019): Folgenabschätzung zu

den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des

Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. Endbericht im Auftrag des BMU. Download unter (zuletzt am 17.06.2021): <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Folgenabschaetzung-Klimaschutzplan-2050-Endbericht.pdf>

Öko-Institut (2020): Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. Teilbericht des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019 („Politikszenerarien IX“)“. Berlin. Download (zuletzt am 20.08.2021)

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-19_cc_33-2020_klimaschutzprogramm_2030_der_bundesregierung.pdf

Schulze Mönking Stephan und Christian Klapp 2010: Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels. Endbericht zum Forschungsprojekt 06HS030. Universität Göttingen. Download (zuletzt 18.06.2021): <file:///C:/Users/KD5AD~1.WIE/AppData/Local/Temp/06HS030-1.pdf>

Taube et al. (2021): Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung: Stickstoff- und Phosphor-Überschüsse nachhaltig begrenzen. Fachliche Stellungnahme zur Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung. Erschienen als UBA Text 131/2019. Download (zuletzt am 18.06.2021): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/novellierung-der-stoffstrombilanzverordnung>

Thünen Institut (2018): Jacobs A, Flessa H, Don A, Heidkamp A, Prietz R, Dechow R, Gensior A, Poeplau C, Riggers C, Schneider F, Tiemeyer B, Vos C, Wittnebel M, Müller T, Säurich A, Fahrion-Nitschke A, Gebbert S, Jaconi A, Kolata H, Laggner A, et al (2018) Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 316 p, Thünen Rep 64, DOI:10.3220/REP1542818391000, Download (zuletzt am 20.08.2021): https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_64.pdf

Thünen Institut (2019): Osterburg, B., Heidecke, C., Bolte, A., Braun, J., Dieter, M., Dunger, K., Elsasser, P., Fischer, R., Flessa, H., Fuß, R., Günter, S., Jacobs, A., Offermann, F., Rock, J., Rösemann, C., Rüter, S., Schmidt, T., Schröder, J.-M., Schweinle, J., Tiemeyer, B., Weimar, H., Welling, J., de Witte, T. (2019), Folgenabschätzung für Maßnahmenoptionen im Bereich Landwirtschaft und landwirtschaftliche Landnutzung, Forstwirtschaft und Holznutzung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Working Paper 137, Download (zuletzt am 20.08.2021): https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_137.pdf

Thünen Institut (2021): Rösemann C, Haenel H-D, Vos C, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B, Fuß R., Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2019 : Report on methods and data (RMD) Submission 2021. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 454 p, Thünen Rep 84, DOI:10.3220/REP1616572444000, Download (zuletzt am 20.08.2021): https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_84.pdf

UBA (2020): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020. Nationaler Inventarbericht Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2018. Climate Change 43/2021. Dessau. Download (zuletzt am 20.08.2021): https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change_22-2020_nir_2020_de.pdf

UBA (2021): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021. Nationaler Inventarbericht Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2019. Climate Change 43/2021. Dessau. Download (zuletzt am 20.08.2021): https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-19_cc_43-2021_nir_2021_1.pdf

Willet, W., Rockström, et al. J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J., De Vries, W., Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.m Reddy, K. S., Narain, S., Nishtar, A., Murray, C. (2019): Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems, The Lancet Commissions, 393 (10170):447-492. Download (zuletzt am 20.08.2021): [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Anhang

Tabelle A-1: Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor im Jahr 2019 & Minderungspotenzial und Emissionen bis 2030

	Emissionen 2019	Minderungspotenzial bis 2030	THG-Minderung bis 2030	verbleibende Emissionen 2030
1 Emissionen aus dem Marktfruchtanbau 2019 (ohne LULUCF)	7,9	Marktfruchtanbau		
		durch die Minderungshebel...	-1,0	6,9
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	2,4	Technik	-0,4	2,0
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	2,6	Reduktion Stickstoff	-0,4	2,3
Schwer vermeidbare Emissionen (z.B. Erntereste, N ₂ O aus Mooren etc.)	2,8	Produktionseinschränkung	-0,1	2,6
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	6,2	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		6,2
2 Emissionen aus der Tierhaltung 2019 (ohne LULUCF)	53,2	Tierhaltung		
		durch die Minderungshebel...	-6,5	46,6
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	12,7	Technik	-3,9	8,8
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	10,6	Reduktion Stickstoff	-1,1	9,5
Schwer vermeidbare Emissionen (insbes. CH ₄ aus Wiederkäuerverdauung)	29,9	Produktionseinschränkung	-1,5	28,4
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	34,2	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		34,2
CO ₂ Senke Grünland LULUCF	-8,3	CO ₂ Senke Grünland LULUCF		-8,3
3 Emissionen aus dem Energiepflanzen-anbau 2019 (ohne LULUCF)	6,9	Energiepflanzenanbau		
		durch die Minderungshebel...	-1,4	5,5
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	2,6	Technik	-0,9	1,7
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	2,7	Reduktion Stickstoff	-0,3	2,4
Schwer vermeidbare Emissionen (z.B. Erntereste, N ₂ O aus Mooren etc.)	1,5	Produktionseinschränkung	-0,1	1,4
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	3,3	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		3,3
Σ Emissionen aus der Landwirtschaft 2019 insgesamt (ohne LULUCF)	67,9	gesamte Landwirtschaft		
		durch die Minderungshebel...	-8,8	59,0
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	17,8	Technik	-5,3	12,5
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	16,0	Reduktion Stickstoff	-1,9	14,1
Schwer vermeidbare Emissionen	34,1	Produktionseinschränkung	-1,7	32,4
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	43,7	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		43,7
CO ₂ Senke Grünland LULUCF	-8,3	CO ₂ Senke Grünland LULUCF	ohne Bewirtschaftungsänderung keine zusätzliche Senke	

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis UBA 2021

Tabelle A-2: Emissionen aus dem Landwirtschaftssektor im Jahr 2019 & Minderungspotenzial und Emissionen bis 2045

	Emissionen 2019	Minderungspotenzial bis 2045	THG-Minderung bis 2045	verbleibende Emissionen 2045
1 Emissionen aus dem Marktfruchtanbau 2019 (ohne LULUCF)	7,9	Marktfruchtanbau durch die Minderungshebel...	-3,3	4,6
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	2,4	Technik	-2,3	0,2
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	2,6	Reduktion Stickstoff	-0,8	1,9
Schwer vermeidbare Emissionen (z.B. Erntereste, N ₂ O aus Mooren etc.)	2,8	Produktionsänderung	-0,2	2,5
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	6,2	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		6,2
2 Emissionen aus der Tierhaltung 2019 (ohne LULUCF)	53,2	Tierhaltung durch die Minderungshebel...	-15,2	37,9
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	12,7	Technik	-10,0	2,7
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	10,6	Reduktion Stickstoff	-2,3	8,3
Schwer vermeidbare Emissionen (insbes. CH ₄ aus Wiederkäuerverdauung)	29,9	Produktionsänderung	-2,9	26,9
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	34,2	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		34,2
CO ₂ Senke Grünland LULUCF	-8,3	CO ₂ Senke Grünland LULUCF		-8,3
3 Emissionen aus dem Energiepflanzenanbau 2019 (ohne LULUCF)	6,9	Energiepflanzenanbau durch die Minderungshebel...	-3,1	3,8
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	2,6	Technik	-2,2	0,4
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	2,7	Reduktion Stickstoff	-0,8	2,0
Schwer vermeidbare Emissionen (z.B. Erntereste, N ₂ O aus Mooren etc.)	1,5	Produktionsänderung	-0,1	1,4
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	3,3	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		3,3
Σ Emissionen aus der Landwirtschaft 2019 insgesamt (ohne LULUCF)	67,9	gesamte Landwirtschaft durch die Minderungshebel...	-21,6	46,3
Emissionen mit Minderungspotenzial durch technische Optionen	17,8	Technik	-14,5	3,3
Emissionen aus der Ausbringung von Stickstoff	16,0	Reduktion Stickstoff	-3,8	12,2
Schwer vermeidbare Emissionen	34,1	Produktionseinschränkung	-3,3	30,8
CO ₂ e Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF)	43,7	ohne Bewirtschaftungsänderung keine Minderung		43,7
CO ₂ Senke Grünland LULUCF	-8,3	CO ₂ Senke Grünland LULUCF		-8,3

Quelle: Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis UBA 2021

Tabelle A-3: Zuordnung der Emissionskategorien aus dem Inventar

Anbauflächen	Mio. Hektar	Anteil %	Aufteilung von Emissionen aus N ₂ O, CO ₂ aus Ackerland und Grünland auf Mooren, N ₂ O aus Ernteresten, CO ₂ Grünlandumwandlung nach Anteil Flächenbelegung		
Marktfruchtanbau: Ackerfläche	4,5	38%			
Energiepflanzenanbau: Ackerfläche	2,4	20%			
Tierfutter: Ackerfläche	4,9	41%			
Tierfutter: Grünlandfläche	4,7	100%			

Emissionskategorien nach Treibhausgasinventar	Emissionen 2019	Geschätztes Minderungspotenzial		Berechnetes Minderungspotenzial	
	Mio. t CO ₂ e.	bis 2030 in %	bis 2045 in %	bis 2030 in Mio. t CO ₂ e.	bis 2045 in Mio. t CO ₂ e.
Emissionen aus dem Marktfruchtanbau (Landwirtschaftssektor)	7,9			1,0	3,3
N ₂ O indirekt Luft	0,2	30%	65%	0,1	0,1
Emissionen Kraftstoffeinsatz	1,6	10%	95%	0,2	1,5
Emissionen Wärmenutzung, Trocknung	0,6	30%	95%	0,2	0,6
Direkt N ₂ O Mineraldünger Dünger	2,1	15%	30%	0,3	0,6
N ₂ O Indirekt Auswaschung	0,6	15%	30%	0,1	0,2
N ₂ O Erntereste	1,0	5%	5%	0,1	0,1
N ₂ O Acker auf Moorstandorten	0,7	5%	10%	0,0	0,1
CO ₂ Kalkung, CO ₂ Harnstoff	1,1	5%	10%	0,1	0,1
LULUCF: CO ₂ e Grünlandumwandlung	1,8	nur bei Nutzungsänderung durch Wiedervernässung, Einstellung Grünlandumwandlung			
LULUCF: CO ₂ e aus Acker auf Moorstandorten	4,4				

Emissionen aus Energiepflanzen (Landwirtschaftssektor)	Emissionen 2019	Geschätztes Minderungspotenzial		Berechnetes Minderungspotenzial	
	Mio. t CO ₂ e.	bis 2030 in %	bis 2045 in %	bis 2030 in Mio. t CO ₂ e.	bis 2045 in Mio. t CO ₂ e.
Emissionen aus Energiepflanzen (Landwirtschaftssektor)	6,9			1,4	3,1
Emissionen Energiepflanzen Lagerung	1,6	50%	80%	0,8	1,3
N ₂ O indirekt Luft	0,2	30%	65%	0,1	0,1
Emissionen Kraftstoffeinsatz	0,8	10%	95%	0,1	0,8
Direkt N ₂ O Mineraldünger	0,8	15%	30%	0,1	0,2
N ₂ O Energiepflanzenanbau Gärreste	1,4	10%	25%	0,1	0,3
N ₂ O indirekt Auswaschung	0,6	15%	30%	0,1	0,2
N ₂ O Erntereste	0,5	5%	5%	0,0	0,0
N ₂ O Ackerland auf Moorstandorten	0,4	5%	10%	0,0	0,0
CO ₂ Kalkung, CO ₂ Harnstoff	0,6	5%	10%	0,0	0,1
LULUCF: CO ₂ e Grünlandumwandlung	1,0	nur bei Nutzungsänderung durch Wiedervernässung, Einstellung Grünlandumwandlung			
LULUCF: CO ₂ e Acker auf Moorstandorten	2,3				

Emissionen aus der Tierhaltung (Landwirtschaftssektor)	Emissionen 2019	Geschätztes Minderungspotenzial		Berechnetes Minderungspotenzial	
	Mio. t CO ₂ e.	bis 2030 in %	bis 2045 in %	bis 2030 in Mio. t CO ₂ e.	bis 2045 in Mio. t CO ₂ e.
Emissionen aus der Tierhaltung (Landwirtschaftssektor)	53,2			6,5	15,2
N ₂ O indirekt Luft	0,9	30%	65%	0,3	0,6
CH ₄ , N ₂ O Stall, Lager	8,8	35%	75%	3,1	6,6
Emissionen Kraftstoffeinsatz	1,7	10%	95%	0,2	1,6
Emissionen Wärme, Trocknung, Stallheizung	1,3	30%	95%	0,4	1,2
Direkt N ₂ O Mineraldünger	3,8	15%	30%	0,6	1,1
Direkt N ₂ O Ausbringung Wirtschaftsdünger	4,5	5%	10%	0,2	0,4
N ₂ O indirekt Auswaschung	2,4	15%	30%	0,4	0,7
N ₂ O Erntereste	1,1	5%	5%	0,1	0,1
N ₂ O Weide	1,2	5%	10%	0,1	0,1
N ₂ O Grünland auf Moorstandorten	2,0	5%	10%	0,1	0,2
N ₂ O Ackerland auf Moorstandorten	0,7	5%	10%	0,0	0,1
CO ₂ Kalkung, CO ₂ Harnstoff	1,2	5%	10%	0,1	0,1
CH ₄ Verdauung Wiederkäuer	23,7	5%	10%	1,2	2,4
LULUCF: CO ₂ e Grünlandumwandlung	2,0	nur bei Nutzungsänderung durch Wiedervernässung, Einstellung Grünlandumwandlung			
LULUCF: CO ₂ e Acker auf Moorstandorten	4,7				
LULUCF: CO ₂ e Grünland auf Moorstandorten	27,4				
LULUCF: Grünlandsenke	- 8,3	Zunahme bei Umwandlung Ackerland zu Grünland			

Quelle: Eigene Zuordnung auf Basis von UBA 2021, Destatis 2019, LISE-Modell Öko-Institut

Tabelle A-4: Beschreibung der Minderungswirkungen und Quellen

	Beschreibung der Minderung	Quelle THG-Minderungsabschätzung
N ₂ O indirekt Luft	THG Minderung durch den Einsatz von emissionsarmer Ausbringungstechnologie und schnelle Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers in den Boden.	Eigene Abschätzung in Anlehnung an Prognos, Wuppertal, Öko-Institut 2021, Projektionsbericht der Bundesregierung 2019
CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O Emissionen Kraftstoffeinsatz	Reduktion durch effizientere Fahrweise, effizientere Maschinen, Einsatz von Biokraftstoffen oder synthetischen Kraftstoffen, Ausweitung elektrischer Antriebe v.a. im Innenbereich.	Eigene Abschätzung in Anlehnung an Prognos, Wuppertal, Öko-Institut 2021
CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O Emissionen Wärmenutzung, Trocknung	Ausweitung Energieeffizienz, Switch auf Erneuerbare Energien, Restemissionen 2045 durch N ₂ O, CH ₄ Biomasse.	
CH ₄ , N ₂ O Stall, Lager	Reduktion der THG durch Abdeckung Lager und Vergärung von Wirtschaftsdünger.	Eigene Berechnung in Anlehnung an Prognos, Wuppertal, Öko-Institut 2021, Projektionsbericht der Bundesregierung 2021
Emissionen Energiepflanzen Lagerung	Durch Abdeckung der Gärrestlager ist ein Großteil der Emissionen vermeidbar. Gleichzeitig ist mit einem Rückgang des Energiepflanzeneinsatzes in Biogasanlagen zu rechnen.	Eigene Berechnung in Anlehnung an Prognos, Wuppertal, Öko-Institut 2021, Projektionsbericht der Bundesregierung 2021
Direkt N ₂ O Mineraldünger Dünger	THG-Minderung durch Rückgang Düngemiteleinsatz. THG-Minderung entspricht Reduktion auf 70 kg N/ha Stickstoffüberschuss bis 2030 und 50 kg N/ha in 2045.	Eigene Berechnungen in Anlehnung an Öko-Institut 2019
Direkt N ₂ O Ausbringung Wirtschaftsdünger		
N ₂ O Energiepflanzenanbau Gärreste		
N ₂ O Indirekt Auswaschung		
N ₂ O Weide	Infolge von verbessertem Herdenmanagement, Leistungssteigerung etc. ist ein Rückgang der Tierbestände auf der Weide zu erwarten und dadurch eine Senkung der THG-Emissionen aus der Weide.	Eigene Annahmen
N ₂ O Erntereste	Reduktion THG durch Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche und Ertragsreduktion infolge von Witterungsbedingungen.	Eigene Annahmen
N ₂ O Acker auf Moorstandorten	Durch die Reduktion des Düngeeintrags auf organischen Böden und Erhöhung der Wasserstände wird der aerobe Prozess der Mineralisierung und die Nitratbildung reduziert. Dadurch verringern sich die N ₂ O Emissionen.	Eigene Annahmen in Anlehnung an Öko-Institut 2019.
N ₂ O Grünland auf Moorstandorten		
CH ₄ Verdauung Wiederkäuer	Infolge von verbessertem Herdenmanagement, Leistungssteigerung, optimierter Fütterung können Methanemissionen reduziert werden.	Eigene Annahmen
CO ₂ Kalkung, CO ₂ Harnstoff	Durch Rückgang der LF, oder Verringerung des Einsatzes von Kalk- und Harnstoffdünger können die Emissionen verringert werden.	Eigene Annahmen

Quelle: Eigene Darstellung