

Jan Wirsam, Benedikt Wander, Kevin Röhl

LANDWIRTSCHAFT NEU DENKEN

Wie wir unser Ernährungssystem konsequent
und zukunftssicher transformieren



Autoren:

Prof. Dr. Jan Wirsam (HTW Berlin), Benedikt Wander (HTW Berlin), Kevin Röhl (HTW Berlin)

Impressum des Auftraggebers:

PETA Deutschland e.V., ein in Deutschland als gemeinnützig anerkannter und eingetragener Verein, betreibt diese Website und ist alleine verantwortlich für deren Inhalt.

PETA Deutschland e.V.
Friolzheimer Str. 3
70499 Stuttgart

Vertreten durch:

Harald Ullmann

Kontakt:

+49 711 860591-0
+49 711 860591-111 (Fax)
E-Mail: Info@peta.de

PETA Deutschland e.V. ist im Vereinsregister
des Amtsgerichts Stuttgart unter der Nr. VR 202128 eingetragen.

Wir sind wegen Förderung des Tierschutzes nach dem Freistellungsbescheid bzw. nach der Anlage
zum Körperschaftsteuerbescheid des Finanzamtes Stuttgart-Körperschaften StNr. 99059/04626
vom 13.12.2023 für den letzten Veranlagungszeitraum 2022 nach § 5 Abs. 1 Nr. 9 des Körperschaftsteuergesetzes
von der Körperschaftsteuer und nach § 3 Nr. 6 des Gewerbesteuergesetzes von der Gewerbesteuer befreit.

Genderhinweis:

Allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird - im Rahmen dieses Dokuments -
auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher und diverser Sprachformen verzichtet.
Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für alle Geschlechter: m/w/d.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative-Commons-Namensnennung 4.0 Internationale Lizenz.

INHALT

VORWORT	4
1. EXECUTIVE SUMMARY	5
2. ZIELSETZUNG UND AUFBAU DER STUDIE	6
3. AUSGANGSLAGE UND HERAUSFORDERUNGEN DER LANDWIRTSCHAFT HEUTE UND MORGEN	7
3.1 Vergleich unterschiedlicher Formen der Landwirtschaft	7
3.2 Klimaerwärmung – Emission von Treibhausgasen	8
3.3 Verlust der Biodiversität	8
3.4 Ineffizienter Verbrauch von Ressourcen: Fläche und Wasser	9
3.5 Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit	12
3.6 Tierleid	12
3.7 Implikationen für die Transformation	13
4. TRANSFORMATIONSPOTENZIAL VEGANER ÖKOLANDBAU	14
4.1 Effekte auf die Umwelt	14
4.2 Änderung in der Nutzung der Landflächen	16
4.3 Ernährungsphysiologische Auswirkungen	18
4.4 Zeitliche und finanzielle Aspekte	18
5. FALLSTUDIE DEUTSCHLAND	21
5.1 Reduktion Fleischkonsum	21
5.2 Transformationspotenzial der Agrarflächen	22
5.3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen	23
5.4 Kosten der Transformation	24
5.5 Vergleich der Transformationseffekte	27
6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	29
7. FAZIT UND AUSBLICK	30
8. AUTORENVERZEICHNIS	31
9. LITERATUR	32
10. ANHANG	39

VORWORT



Die vorliegende Studie veranschaulicht und diskutiert eindrucksvoll, wie die landwirtschaftliche Wertschöpfungskette mit der Sicherung der Welternährung und den Effekten des globalen Ernährungssystems auf Klimaerwärmung, Umwelt, menschliche Gesundheit und Tierleid verknüpft ist.

Eine Ernährungswende hin zu einem veganen Lebensstil verbunden mit der ressourcenschonenden, ökologischen Transformation der Landwirtschaft weist einen der wichtigsten Lösungswege für die Zukunft auf. Entscheidend ist die Geschwindigkeit, mit der dieser Wandel vorangetrieben wird.

Die derzeitigen Probleme, die durch die tierhaltende Landwirtschaft verursacht werden, sind offensichtlich und gut erforscht. Energieeinsatz und Treibhausgasemissionen entlang der tierbasierten Wertschöpfungskette stehen in keinem angemessenen Verhältnis zu den gewonnenen Nahrungskalorien und Nährstoffgehalten. Ähnliches gilt für die benötigten Landflächen sowie den Wasseraufwand.

Der massive Einsatz von Pestiziden gefährdet die globale Biodiversität und hat potenziell negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Monokulturen und die ungebremste Abholzung von großen Amazonas-Urwaldgebieten für Futter- und Weideflächen tragen zur Beschleunigung des Klimawandels bei. Die vorliegenden epidemiologischen Studien zeigen eindrücklich, dass eine vollwertige und pflanzenbasierte Ernährung das Risiko für zahlreiche ernährungsassoziierte Krankheiten deutlich verringern kann. Bestehendes Tierleid im Zusammenhang mit der Produktion von Fleisch, Milch und Eiern wird durch Tierwohlkennzeichen und irreführende Marketingkampagnen häufig verharmlost. Das Ernährungssystem der Zukunft sollte die planetare Gesundheit und die Gesundheit der Menschen gleichermaßen positiv beeinflussen.

Angesichts bestehender und zukünftiger ökonomischer, ökologischer, demografischer und gesellschaftlicher Herausforderungen ist ein neues, nachhaltiges Landwirtschaftssystem unabdingbar. Es ist notwendig, die wirtschaftliche Entwicklung von Unternehmen und Volkswirtschaften nicht mehr isoliert zu betrachten, sondern insbesondere ökologische, aber auch soziale Aspekte als ebenso wichtige Bewertungskriterien für langfristigen wirtschaftlichen Erfolg zu integrieren. Um dem weiteren Überschreiten der planetaren Belastungsgrenzen entgegenzuwirken, müssen ökologische Entwicklungen in eine positive Richtung gelenkt werden. So können der Klimawandel gemildert, irreparable Verluste der Biodiversität gestoppt und der Schadstoffeintrag in die Umwelt massiv gesenkt werden.

Die Studie verdeutlicht das enorme Transformationspotenzial des veganen Ökolandbaus und dokumentiert eindrucksvoll dessen positive Auswirkungen auf Klimawandel, Umwelt, Gesundheit und Tierwohl. Dabei werden insbesondere auch die zeitlichen und finanziellen Faktoren in den Vordergrund gestellt. **Die Chancen für die Transformation des Ernährungs- und Agrarsystems sind groß und vor allem auch umsetzbar. Jeder von uns kann durch die Umstellung auf eine möglichst pflanzenbasierte oder gar vegane Ernährung sofort einen Beitrag leisten. Hersteller, Handel, Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung und viele weitere Akteure der Lebensmittel- und Ernährungsbranche können diesen Wandel durch Forschung, Produktentwicklungen und Angebote maßgeblich unterstützen und beschleunigen. Bei alledem dürfen jedoch diejenigen nicht vergessen werden, die unsere Lebensmittel erzeugen: die Landwirtinnen und Landwirte. Sie gilt es beim notwendigen Ernährungswandel mitzunehmen und zu unterstützen, indem ihnen Alternativen zur Produktion tierischer Lebensmittel angeboten werden. Insbesondere hier ist auch die Politik gefragt, die entsprechenden Mittel für die notwendige Transformation bereitzustellen.**

Dr. Markus Keller
Ernährungswissenschaftler, Buchautor und Geschäftsführer
des Forschungsinstituts für pflanzenbasierte Ernährung
(IFPE)

1. EXECUTIVE SUMMARY

Diese Studie untersucht Szenarien, um mit dem veganen Ökolandbau das gesamte Ernährungs- und Agrarsystem zu transformieren. Dadurch sollen mehrere Ziele gleichzeitig erreicht werden: Reduktion der Klimaerwärmung, Schutz der Biodiversität, höhere Effizienz in der Nutzung der natürlichen Ressourcen und letztendlich weniger Tierleid. Der vegane Ökolandbau (Synonyme: tierfreie Ökolandwirtschaft, biozyklisch-vegane Landwirtschaft) ist eine Form der Landwirtschaft, die komplett auf die Haltung von sogenannten Nutztieren verzichtet, im Düngeprozess keine tierischen Bestandteile zulässt, nach ökologischen Prinzipien wirtschaftet und im Ergebnis vegane Produkte herstellt. Aufgabe dieser Studie ist es, das Transformationspotenzial des veganen Ökolandbaus hinsichtlich der Umwelteffekte, der Nutzung der Landflächen und der ernährungsphysiologischen Auswirkungen zu ermitteln. Die Frage nach den Kosten der Transformation und der zeitlichen Perspektive erlaubt auch eine ökonomische Bewertung des Agrar- und Ernährungswandels. Exemplarisch wird das Transformationspotenzial im Rahmen einer Fallstudie für das Land Deutschland aufgezeigt. Im Ergebnis soll gezeigt werden, dass sich die Menschen durch eine vegane Ökolandwirtschaft gesund ernähren können.

Schlüsselergebnisse der Fallstudie:

- Eine durch tierhaltende Landwirtschaft realisierte Ernährungssicherheit führt unmittelbar zur Klimakatastrophe → **durch veganen Ökolandbau: Senkung der Treibhausgasemissionen in Deutschland um bis zu 84 % auf bis zu 6,1 Mio. t/Jahr.**
- Vegane Wertschöpfungsketten sind effizienter und reduzieren den Flächenbedarf deutlich im Vergleich zum Status Quo → **Reduktion der benötigten landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland für Ernährung von knapp 14 Mio. ha auf bis zu 5 Mio. ha.**
- Massive Flächenumwandlung ursprünglich für tierische Produkte genutzter Flächen hin zu Flächen für die Renaturierung/Wiederaufforstung ist im Zuge der Transformation zum veganen Ökolandbau immens → **Das Transformationspotenzial freier werdender Flächen, die für Klimaschutz und Biodiversitätszwecke genutzt werden können, liegt bei bis zu 8,6 Mio. ha, was die Größe des Bundeslandes Bayern übertrifft.**
- Der vegane Ökolandbau schließt das Leid sogenannter Nutztiere komplett aus und erlaubt daher eine friedliche, umweltfreundliche, gesunde Koexistenz zwischen Erde, Mensch und Tier → **Rettung von 23,8 Mio. Schweinen, 11 Mio. Rindern und 659 Mio. Geflügel pro Jahr in Deutschland, Senkung des Tierleids um 100 %.**
- Durch Reduktion der Flächen und Wegfall der Subventionen für den Futtermittelanbau sind keine steuerlichen Mehraufwendungen notwendig → **Reduktion der Subventionen in Höhe von über 2 Mrd. Euro sind pro Jahr in Deutschland denkbar.**
- Klimafolgeschäden, verursacht bspw. durch Überschwemmungen, Dürren, Waldbrände u. ä., können durch den veganen Ökolandbau deutlich reduziert werden. → **Senkung der Klimafolgeschäden in Deutschland pro Jahr um bis zu 14,3 Mrd. Euro.**

Handlungsempfehlungen:

Die Transformation hin zum veganen Ökolandbau und einem veganen Ernährungssystem bedarf dem Zusammenwirken einer Vielzahl von Akteuren, die wesentlichen Einfluss auf die Ernährungs- und Agrarsysteme haben. Zentrale Bedeutung hat die Einflussnahme auf politische Abstimmungsprozesse, wie die

Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU oder auch Koalitionsverträge, und die Beeinflussung der Meinungsbildung aller weiteren Akteure durch transparente, nachvollziehbare Aufklärungsarbeit. Daher ist Kommunikation mit der Politik und allen relevanten Akteuren notwendig, um die Vorteile des veganen Ökolandbaus klar herauszuarbeiten.

Ziel der weiteren Handlungen sollte es sein, die Gesetzgebung, Steuern, Subventionen und Sanktionen, welche die Ernährungs- und Agrarsysteme betreffen, durch entsprechende Änderungen nachhaltiger, klima- und tierfreundlicher auszugestalten. Klimafreundliches Handeln muss belohnt und klimaschädliches Verhalten sanktioniert werden. Neben Informationskampagnen ist das Einbringen in offene Stakeholder-Formate, wie etwa im Rahmen der Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)-Strategie der EU sowie weiterer Initiativen auf Bundes- und Länderebene, von hoher Bedeutung.

Geeignete Werkzeuge sind u. a.:

Landwirtschaft:

- Agrarsubventionssysteme sollten Klimaschutz und Tierleidvermeidung als höchstes Ziel beinhalten
- Aufsetzen von Förderprogrammen für den veganen Ökolandbau
- Aufsetzen von Forschungsprogrammen über Anbauverfahren im veganen Ökolandbau
- Förderung der Technologieentwicklung zugunsten nachhaltiger Agrarsysteme
- Transformationsprämien für die Umstellung auf veganen Ökolandbau
- Transformationsprämien für die Umwandlung von Weide- und Futterflächen in Wald oder Moore

Ernährung:

- Öffentlichkeitskampagnen zugunsten der veganen Ernährung und des veganen Ökolandbaus
- In öffentlichen Kantinen standardmäßig Produkte aus veganem Ökolandbau anbieten
- In Schulen und Kitas beitragsfreie Mahlzeiten aus veganem Ökolandbau
- Werbeverbot für klima- und gesundheitsschädliche Lebensmittel und tierische Produkte
- MwSt.-Senkung auf 0 % für klimafreundliche Lebensmittel
- Signifikante MwSt.-Erhöhung für klimaschädliche Lebensmittel
- Überarbeitung von Ernährungsrichtlinien

Landwirtschaft neu denken: Konsequenter umgesetzt führt eine klimaoptimierte Agrar- und Ernährungswende hin zum veganen Ökolandbau, in dem die Gesellschaft keine Kompromisse mehr im Hinblick auf Ökonomie, Ökologie, Gesundheit und Tierleid machen muss. Zukünftige ökonomische, ökologische, demografische und gesellschaftliche Entwicklungen erfordern ein neues, nachhaltiges, zukunftssicheres Ernährungs- und Landwirtschaftssystem, das im veganen Ökolandbau und in der veganen Ernährung den stärksten Effekt auf die Gesundheit des Planeten, der Menschen und der Tiere hat. Die Berechnungen zeigen, dass Investitionen in die Umstellung auf veganen Ökolandbau einen größeren Nutzen generieren als der Schaden, der durch die tierhaltende Landwirtschaft kurz- und mittelfristig entsteht.

2. ZIELSETZUNG UND AUFBAU DER STUDIE

Vegane Ernährung und der vegane Ökolandbau bieten das größte Potenzial, die aktuellen und zukünftigen Klima- und Umweltprobleme durch eine nachhaltige, ressourcenschonende Ernährungsversorgung der Bevölkerung sicherzustellen^[1-3]. Auf politischer Ebene ist der Ökoanteil der landwirtschaftlichen Flächen von 30 % in Deutschland und 25 % in der EU bis 2030 bereits fest in den Zielsetzungen verankert^[4, 5]. Einen dringenden und wichtigen Schritt stellt zusätzlich der Ernährungswandel hin zu einer veganen Ernährung dar. Dieser wird eine Agrarwende auslösen, die wiederum weitere positive Effekte auf die Gesundheit des Planeten und der Menschen ermöglicht und zudem eine Landwirtschaft ohne Tierleid umsetzt^[6].

Die Studie soll aufzeigen, dass Menschen, insbesondere auch global betrachtet, durch eine vegane Ökolandwirtschaft gesund ernährt werden können und in welchem Zeitraum welche Transformationsleistung zu erbringen ist. Die Studie untersucht das Transformationspotenzial tierhaltender Landwirtschaft hin zum veganem Ökolandbau und setzt sich mit folgenden Schwerpunkten auseinander:

Effekte auf die Umwelt:

- Welche positiven Auswirkungen sind durch die Transformation der Landwirtschaft zu erwarten?
- Welche Effekte auf Umweltressourcen (Boden, Wasser, Luft), Biodiversität, Klima, Gesundheit und Tierleid sind zu erwarten?

Änderung in der Nutzung der Landflächen:

- Wie verändert sich die Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen? Ist Grasland noch notwendig?
- Welchen positiven Einfluss auf die Natur könnte es haben, Weidflächen sich selbst zu überlassen?
- Was passiert mit den für die Menschen nicht nutzbaren Flächen und nicht nutzbaren Pflanzenteilen?

Ernährungsphysiologische Fragestellungen:

- Können Menschen global betrachtet durch eine rein (bio-)vegane Landwirtschaft gesund ernährt werden? Welche Veränderungen sind dazu notwendig?
- Können Menschen global betrachtet bei einer rein pflanzlichen Ernährung mit genug Kalorien/Nährstoffen versorgt werden?
- Ist die Menschheit auf tierische Kalorien angewiesen?
- Sind wir tatsächlich auf die Kalorien angewiesen, die durch die Umwandlung von Grasland zu Milch/Fleisch durch Wiederkäuer entstehen?

Zeitliche und finanzielle Aspekte:

- In welcher Zeitspanne ist die Umwandlung möglich?
- Welche Kosten würden für einen Wandel hin zu einem veganen Ökolandbau entstehen?

Die Studie dient Akteuren der Agrar- und Ernährungswirtschaft als wichtige Grundlage, um das Transformationspotenzial zu bewerten. Entscheider, Politiker, Vertreter von NGOs auf allen Ebenen und weitere Exekutivorgane erhalten durch die Studie Argumentationsleitlinien zur Bewertung der Transformationspotenziale, finanziellen Aspekte und zeitlichen Umsetzbarkeit.

Die Ausgangssituation wird in Kapitel 3 analysiert. Insbesondere werden die Schäden durch die tierhaltende Landwirtschaft für Klima, Biodiversität, Ressourcen, Gesundheit des Menschen und Tierleid betrachtet. Das Kapitel schließt mit einem Zwischenfazit und leitet Implikationen für die Zukunft ab. Kapitel 4 wird das Transformationspotenzial in Hinblick auf Umweltaspekte, Veränderungen in der Landflächennutzung, ernährungsphysiologische Fragestellungen und zeitliche und finanzielle Aspekte bewerten.

Für Deutschland wird in Kapitel 5 eine Modellrechnung durchgeführt, die anhand von Simulationsrechnungen die komplette Umsetzung des veganen Ökolandbaus mit einer 100%igen veganen Ernährung und 100 % veganem Ökolandbau bis ins Jahr 2032 berechnet. Kapitel 6 ergänzt Handlungsempfehlungen und verweist auf die wichtigsten Akteure der Transformation. Kapitel 7 schließt die Arbeit mit einem Fazit und Ausblick ab.

Die Studie basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aus einer Vielzahl bereits getätigter Studien, darunter Untersuchungen zur Klimafolgenabschätzung, agrarökonomische Analysen, medizinische Forschungsarbeiten und internationale wissenschaftliche Literatur. Ergänzt wird die Studie durch relevante Datenbankabfragen, etwa bei FAOSTAT, EUROSTAT und dem Statistischen Bundesamt. Wertvolle Einblicke geben zudem zahlreiche Interviews mit Akteuren aus der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Der Begriff veganer Ökolandbau ist nicht einheitlich definiert und erfordert einen klaren Rahmen, um ein gemeinsames Verständnis für die Arbeit zu erhalten. In Anlehnung an die Definition des Vegan Organic Networks (UK) und des Förderkreises Biozyklisch-Veganer Anbau e.V. wird daher folgendes Verständnis zugrunde gelegt:

Veganer Ökolandbau bezieht sich auf Anbausysteme, die komplett auf Tierhaltung in allen Formen, künstliche Chemikalien und Düngemittel sowie Tierdung und Tierreste aus Schlachthöfen und alle weiteren tierischen Bestandteile verzichtet. Die Bodenfruchtbarkeit wird durch alternative Düngeverfahren wie Kompost, Gründüngung, Humuserde, Mulchen, abwechslungsreiche Fruchtfolgen und weitere Methoden erreicht, die nachhaltig und umweltfreundlich sind und vollständig ohne Tierleid auskommen. Ziel ist es, eine gesunde Ernährung im Einklang mit einer zukunftssicheren Landwirtschaft zu erreichen.

Tierleidfrei bedeutet in dieser Studie, dass das Leid der sogenannten Nutztiere komplett vermieden wird. Nicht inbegriffen sind Wildtiere, die beispielsweise durch Erntemethoden zu Schaden kommen, da ein gewisses Maß an Schaden nie vollkommen verhindert werden kann. Dieser Schaden ist jedoch, soweit möglich, immer zu minimieren.

3. AUSGANGSLAGE UND HERAUSFORDERUNGEN DER LANDWIRTSCHAFT HEUTE UND MORGEN

Jeden Tag benötigen unter anderem rund 8 Mrd. Menschen, 302 Mio. Rinder, 68,7 Mrd. Hühner und 1,4 Mrd. Schweine sowie Tiere, die in Aquakultur gehalten werden, Nahrung^[7, 8]. Jeden Tag versorgt die Landwirtschaft die Menschen und Tiere mit Lebens- und Futtermitteln. Und jeden Tag wird dadurch etwa ein Viertel der weltweiten Treibhausgase ausgestoßen, was mehr Emissionen entspricht, als durch den gesamten Verkehrssektor verursacht werden^[9-11]. Die Bevölkerung wird sich in den nächsten Dekaden auf 10 Mrd. Menschen erhöhen^[12], und die Erderwärmung wird ohne Reduktion der Treibhausgasemissionen sehr bald auf 1,5 Grad im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter steigen^[13]. Der Landwirtschaft kommt dadurch eine tragende Rolle bei der Bekämpfung des Klimawandels und der Versorgung der Menschheit mit Kalorien und Nährstoffen zu. In Hinblick auf die immensen Treibhausgasemissionen ist es daher wichtig und dringend, die landwirtschaftlichen Systeme umfassend zu überdenken und hinsichtlich klima- und tierfreundlicher Ziele zu optimieren. Eine durch die tierhaltende Landwirtschaft weiterhin realisierte Ernährungssicherheit führt unmittelbar zur Klimakatastrophe, ist also eine Scheinsicherheit auf kurze Zeit^[11, 14]. Wie lässt sich also das Klima schützen und zugleich die gesunde Versorgung der Menschheit umsetzen?

Auf europäischer Ebene gibt es Bemühungen, die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) „grüner“, sprich ökologischer, umzusetzen. Zudem wurden der „Green Deal“ und eine „Farm to Fork“-Strategie ins Leben gerufen. Ein Großteil der Agrarsubventionen wird jedoch, wie in der Vergangenheit, weiterhin anhand des Verteilungsschlüssels „Fläche“ an die Landwirte abgegeben, wodurch große Teile der Agrarflächen nach wie vor klimaschädlich und mit Tierleid verbunden bewirtschaftet werden^[15]. Ein wachsender Anteil der Agrarsubventionen wird für Umweltschutz verteilt, was bereits eine Priorisierung ökologischer Ziele in der Landwirtschaft erkennen lässt^[16]. Um den Ertrag auf den Flächen zu optimieren, setzen die Landwirte jedoch weiterhin Dünge- und Pflanzenschutzmittel tierischen und chemischen Ursprungs ein. Diese Eingriffe in die Natur haben fatale Folgen für die Biodiversität^[17-19].

Jeder einzelne Mensch und damit jeder Konsument hat bei der Ernährung größte Potenziale, Treibhausgase zu reduzieren, denn bei der Wahl der Lebensmittel wird mehrmals täglich eine Entscheidung für oder gegen den Klimaschutz getroffen^[11, 20, 21]. Es entstehen Nachfragemuster, die entlang der Agrar-Wertschöpfungskette Schwerpunkte setzen^[22]. Begleitet von politischen Maßnahmen, wie beispielsweise Subventionen, aber auch Marketingaktivitäten der Industrie und des Handels werden Konsumententscheidungen beeinflusst^[23, 24]. Ziel der großen Lebensmittelkonzerne ist es, Umsatz und Ertrag zu verbessern^[25]. Dies geschieht oftmals auf Basis von günstigen Zutaten (etwa Zucker, Fett, Salz) und zu Lasten der Gesundheit der Konsumenten, der Tiere und des Planeten^[26]. Zentrale Kaufentscheidungsparameter für den Konsumenten sind Werbebotschaften, Preis und Geschmack von Lebensmitteln^[27, 28]. Dabei werden in der Breite der Gesellschaft die Herstellungsbedingungen überwiegend ignoriert^[25]. Es wird jedoch zunehmend deutlich, dass vor allem in den jüngeren Generationen das Konsumbewusstsein hinsichtlich Nachhaltigkeitsaspekten und Tierleid wächst und die Agrar-Wertschöpfungskette stärker hinterfragt wird^[29]. Pflanzenbasierte Lebensmittel und tierleidfreie Produkte erfahren seit

Jahren vermehrt eine große Nachfrage und verdeutlichen den Wunsch der Verbraucher nach klimafreundlicheren Alternativen^[30].

Die zentrale Herausforderung für die Landwirtschaft wird in Zukunft weiterhin die tägliche Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln sein^[31]. Die landwirtschaftliche Produktionsweise muss sich jedoch radikal ändern und sich hin zu einer klimafreundlichen Landwirtschaft entwickeln, die politisch gewollt und gefördert wird^[2, 3, 32]. Es gilt, Lebensmittel zu produzieren, die der Konsument gerne kauft und deren Wert er für die eigene Gesundheit und die des Planeten zu schätzen weiß^[33].

Der Schlüssel zur Lösung beinhaltet ein komplettes Umdenken, wie Nährstoffe und Kalorien erzeugt und konsumiert werden^[3, 34]. Insbesondere der heutige Einsatz der sogenannten Nutztiere steht aufgrund der Ineffizienzen entlang der kompletten Wertschöpfung und der hohen Treibhausgasemissionen im Blickpunkt^[3]. Rein pflanzenbasierte Wertschöpfungsketten sind effizienter und reduzieren die Klimafolgeschäden deutlich^[35, 36]. Sie sollen als gesundes Zukunftskonzept die Ernährungssicherheit der kommenden Generationen schützen^[3, 37].

Konsequent umgesetzt führt eine klimaoptimierte Ernährungswende zum veganen Ökolandbau, mit dem die Gesellschaft im Hinblick auf Ökonomie, Ökologie, Gesundheit und Tierleid keine Kompromisse mehr machen muss^[3, 38-40].

3.1 VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER FORMEN DER LANDWIRTSCHAFT

Die Agrarsysteme auf der Welt unterscheiden sich stark. Grundlegend kann zwischen konventioneller Landwirtschaft und Ökolandbau differenziert werden. International ist zu berücksichtigen, in welcher Form genmanipuliertes Saatgut zulässig ist^[41, 42]. Bei den Düngemitteln gibt es wesentliche Unterschiede zwischen der konventionellen Landwirtschaft und dem Ökolandbau^[42, 43]. Beim Ökolandbau sind chemisch-synthetische Dünger verboten^[44, 45]. Wirtschaftsdünger, also Bestandteile, die im Rahmen der landwirtschaftlichen Tierhaltung entstehen, etwa Stallmist, Jauche, Gülle, Stroh oder organische Abfälle und Kompost, sind erlaubt^[46]. Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, etwa Glyphosat, sind in der konventionellen Landwirtschaft (noch) zulässig^[47]. Beim Ökolandbau sind synthetische Pflanzenschutzmittel nicht erlaubt^[44, 48]. In der konventionellen Landwirtschaft darf genverändertes Futter verwendet werden, während dies Ökobauern verboten ist und auch dem Selbstverständnis der Branche widerspricht^[49, 50].

Die vegane Ökolandwirtschaft verzichtet im Vergleich zum Ökolandbau der EU auf alle tierischen Bestandteile entlang der Wertschöpfungskette^[38, 51]. Gentechnik bleibt komplett außen vor, bei der Düngung wird vollständig auf tierische Bestandteile verzichtet, und die negativen Aspekte der landwirtschaftlichen Tierhaltung kommen hier nicht vor^[2, 3, 38, 52]. Artenschutz und Biodiversität spielen eine sehr wichtige Rolle^[3, 52]. Durch den intensiven Einsatz von Humus und dem Potenzial der Umwandlung von frei werdenden Weideflächen in Wald erfolgt eine substanzielle CO₂e-Bindung und -Sequestration^[2, 53].

3.2 KLIMAERWÄRMUNG – EMISSION VON TREIBHAUSGASEN

Die globale Tierwirtschaft ist laut einer Studie von Xu et al. für etwa 20% aller CO₂e-Emissionen verantwortlich, was in Summe etwa 10 Gt CO₂e jährlich ausmacht^[11]. In Deutschland umfassten die Treibhausgasemissionen des Ernährungssystems im Jahr 2021 etwa 55,5 Mio. Tonnen (t) CO₂e, was etwa 7,4% der Gesamtemissionen entspricht^[54]. Laut einer Studie des WWF sind 69% der ernährungsbedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland auf tierische Produkte zurückzuführen^[19].

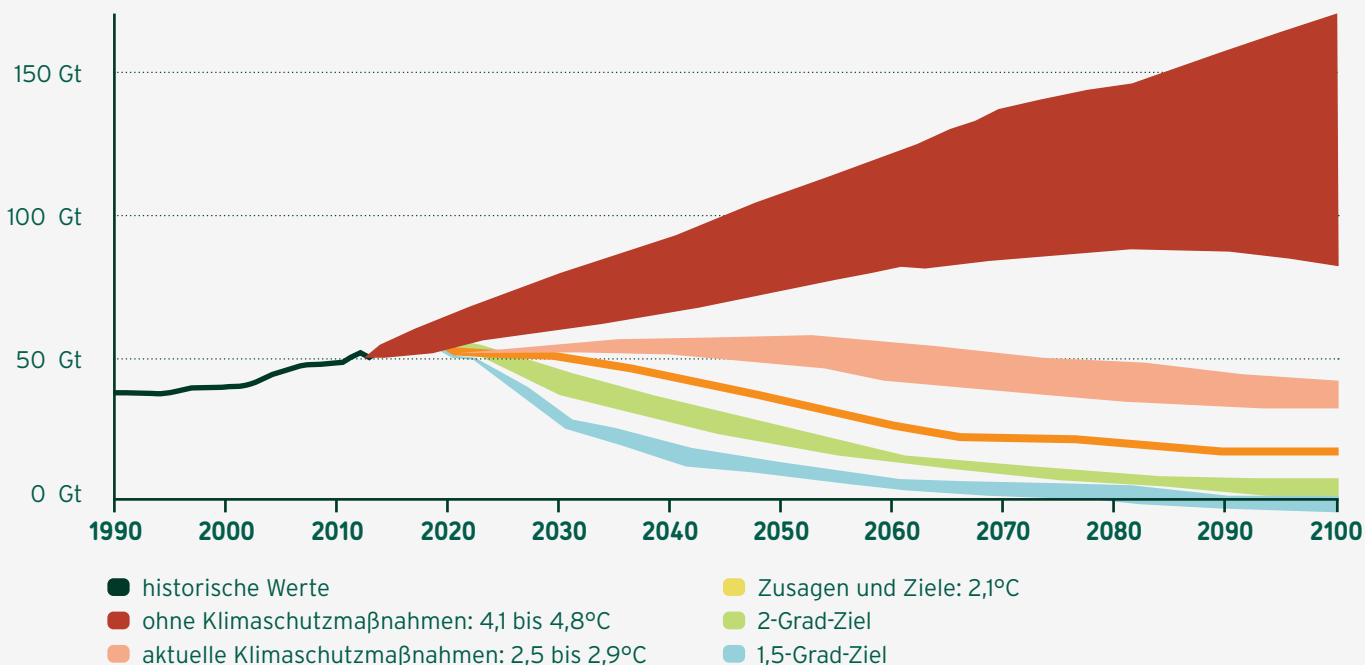
Der Methanausstoß von Wiederkäuern, besonders Rindern, ist ein großer Faktor für die Klimaerwärmung^[55]. Dieses Treibhausgas wird infolge des Verdauungsprozesses als Nebenprodukt freigesetzt. Zudem gelangt es über die Gülle, die auf den Feldern ausgebracht wird, ebenfalls in die Luft und anschließend in die Atmosphäre^[55, 56]. Die globale Landwirtschaft ist für den größten Anteil des Methanausstoßes aller Sektoren verantwortlich, wobei der Verdauung von Wiederkäuern mit 64% der größte Teil zuzuschreiben ist^[57]. Da Methan 84-mal stärker wirkt als CO₂, braucht es keine beträchtlichen Mengen, um bereits stark auf den Treibhauseffekt einzuwirken^[58, 59]. Methan ist nicht das einzige Gas, das infolge der sogenannten Nutztierhaltung entsteht. Auch Lachgas, das fast 300-mal so schädlich ist wie CO₂, wird im Rahmen der Düngung der Felder freigesetzt^[60, 61]. Dabei wird dieses Gas sowohl von Dünger als auch von Tierkot als auch von in der Landwirtschaft gängigen Stickstoffdüngern freigesetzt. Die Landwirtschaft ist der größte Treiber für den Anstieg der Lachgaskonzentration in der Atmosphäre^[62]. Neben den Treibhausgasemissionen ist die Landwirtschaft einer der Hauptver-

ursacher für die Freisetzung von Ammoniak und Feinstaub, was erheblichen Einfluss auf die Gesundheit der Menschen hat^[63]. Weiterhin hinzuzurechnen sind die durch die Seefischerei verursachten Treibhausgasemissionen mit einem jährlichen Ausmaß von etwa 159 Mio. t^[64, 65] und die durch Aquakulturen verursachten weltweiten Emissionen von etwa 385 Mio. t^[66, 67]. Anzumerken ist, dass der Fang von Krebstieren als deutlich energieintensiver, und dadurch klimaschädlicher, bewertet wird^[64, 68].

Um den Ausstoß von Treibhausgasen einzudämmen, wurde 2015 mit dem Pariser Abkommen das erste rechtskräftige Klimaschutzübereinkommen ratifiziert^[69]. Oberstes Ziel ist es, den Anstieg der durchschnittlichen Temperatur auf globaler Ebene auf weit unter 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten, angestrebt wird eine Erhöhung von höchstens 1,5 Grad Celsius^[70]. Die Verringerung der Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft muss dazu beitragen, die weltweit gesetzten Emissionsziele zu erreichen^[71]. Um das 1,5-Grad-Ziel zu erfüllen, sind demnach deutlich intensivere Anstrengungen in allen Bereichen erforderlich^[72]. Die Prognosen der Treibhausgasemissionsentwicklung bis in das Jahr 2100 werden in Abbildung 1 dargestellt.

Einer Studie aus dem Jahr 2023 zufolge könnte unsere jetzige Ernährungsweise die Erde bis 2100 um bis zu einem ganzen Grad Celsius erwärmen. Das 1,5-Grad-Ziel würde also allein durch die derzeitigen Essgewohnheiten bereits überschritten werden. Die hauptverantwortlichen Nahrungsmittel hierfür sind aufgrund ihrer erheblichen Methanemissionen Rindfleisch und Milchprodukte^[73].

Jährliche Treibhausgasemissionen in Gigatonnen (Gt)



Quelle: Climate Action Tracker (based on national policies and pledges as of November 2021), Our World in Data, Ritchie, H; Roser, M; Rosade, P, 2020.

Abb. 1: Prognose der Treibhausgasentwicklung bis in das Jahr 2100

3.3 VERLUST DER BIODIVERSITÄT

Die Biodiversität ist von höchster Bedeutung für die ökologischen Kreisläufe in der Umwelt. Sie umfasst die Lebensräume für Tier- und Pflanzenarten sowie die genetische Artenvielfalt^[74]. Das Aussterben von Arten kann zu ungewollten Kettenreaktionen in der

Natur führen und irreparable Schäden hervorrufen^[75, 76]. Durch die konventionelle Landwirtschaft werden flächendeckend künstliche Monokulturen bewirtschaftet, und durch den Einsatz von Herbiziden und Pestiziden kommt es zu direkten Eingriffen in die Natur, was im schlimmsten Fall ein Aussterben bestimm-

ter Arten verursacht. Weitere massive Eingriffe in die Natur erfolgen durch die Jagd und Fischerei. Die Aussterberate von Tierarten über einen gewissen Zeitraum liegt bei Meereslebewesen und auch bei Säugetieren bei 0,1-1 ausgestorbene Arten pro Million Arten pro Jahr (extinctions per million species and year, E/MSY)^[77]. Die derzeitige Aussterberate liegt laut Studien um bis zu 100- bis 1.000-fach über diesem Wert^[78, 79]. Die Anzahl weltweit genutzter Pflanzensorten und Tierarten nimmt kontinuierlich ab. Zudem fehlt vielen Pflanzen und Tieren ein wirksamer Schutz, was diesen Prozess zusätzlich beschleunigt^[80]. Diese Entwicklung führt zum Verlust der Biodiversität und der genetischen Vielfalt und stellt eine ernstzunehmende Gefahr für die globale Sicherheit aller Lebewesen dar^[81]. Eine 2021 veröffentlichte Studie unter Beteiligung der UN-Organisation UNEP bestätigte, dass der Fleischkonsum, inklusive Biofleisch, der größte Naturzerstörer ist^[82]. Ein wirksamer Klima- und Umweltschutz wird erreicht, wenn keine tierischen Produkte mehr verzehrt und nur noch pflanzliche Produkte zur Ernährung eingesetzt werden^[21, 83]. Der Klimawandel und die menschlichen Fischerei-Aktivitäten sind zudem der Hauptgrund für den direkten Rückgang der biologischen Vielfalt der Meere^[84, 85]. Neben der Überfischung der Meere kommt es auch durch den Eintrag gefährlicher Stoffe, durch Überdüngung, Degradation und Zerstörung maritimer Habitats sowie durch die Einschleppung fremder Arten zu massiven Auswirkungen, die zu einer empfindlichen Störung der Biodiversität führen^[85, 86].

Auf der Roten Liste der IUCN werden Säugetiere, Amphibien, Nadelbäume, Vögel und Korallen bewertet^[87]. Insgesamt geht die Artenvielfalt stark zurück. So stehen 150.300 Arten auf der Roten Liste, mehr als 42.100 davon sind unmittelbar vom Aussterben bedroht. Dies betrifft 27 % der Säugetiere, 13 % der Vögel, 41 % der Amphibien, 37 % der Haie und Rochen, 36 % der riffbildenden Korallen sowie 34 % der Nadelbäume^[87]. Die Biodiversität hat sich in den vergangenen 50 Jahren durch Eingriffe des Menschen schneller zum Negativen verändert als jemals zuvor^[87]. Ein Drittel der befischten Bestände wird auf biologisch nicht haltbarem Level 3 befischt, und 1 von 16 Meeresfischarten wird auf der Roten Liste der bedrohten Arten (Rote Liste - Level 4) der ICUN als vom Aussterben bedroht geführt^[87].

Eine Tiergruppe, die gravierend unter dem Eingriff des Menschen leidet, sind die Insekten. Studien zeigen, dass in intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Gebieten die Biomasse an Insekten um mehr als die Hälfte und die Anzahl der Insektenarten um circa ein Viertel zurückgegangen ist^[88, 89]. Insgesamt ist es noch schwierig, zum Insektensterben allgemeingültige Aussagen zu treffen, da es noch nicht viele Langzeitstudien zu den Ursachen und Zusammenhängen gibt^[88-90].

Studienergebnisse belegen, dass in Deutschland zulässige Pestizide bei Bienen zu einer erhöhten Anfälligkeit von Infektionen und einer kürzeren Lebenserwartung führen^[91, 92]. Problematisch ist das Insektensterben, weil Insekten für das gesamte Ökosystem auf dem Planeten und somit auch für uns Menschen eine entscheidende Rolle spielen. Ohne ihre Bestäubung würden die meisten Pflanzen aussterben, die nicht nur die Lebensgrundlage für Tiere, sondern auch für Menschen sind. 85% der 107 weltweit am häufigsten angebauten Kulturpflanzen werden von Insekten bestäubt^[93]. Besonders Bienenarten wie Wildbienen, Honigbienen und Hummeln sind dabei von Bedeutung, da sie ei-

nen wesentlichen Beitrag zur Bestäubung leisten^[94]. Die Imkerei nimmt weiterhin einen großen Einfluss auf die Biodiversität ein, da imkerlich gehaltene Honigbienen anderen Bestäubern die Nahrung wegnehmen^[95]. Zudem dienen Insekten als Nahrung für viele andere Tiere. Ihr Überleben betrifft also die gesamte Nahrungskette^[96].

Die Bestäubungsleistung von Insekten wird mit etwa 13 % der kompletten Wertschöpfung in der Landwirtschaft veranschlagt^[97]. Verluste durch einen Rückgang der Bestäubungsleistung durch Insekten weltweit werden jährlich mit 153 Mrd. Euro beziffert^[98]. In Deutschland wird ein Schätzwert von 3,8 Mrd. Euro angesetzt^[99]. Ökosystemleistungen gehen durch den Verlust der Biodiversität u. a. dadurch verloren, weil die Wasser- und Klimaregulierung sowie die Luft- und Bodenqualität beeinträchtigt werden^[100-103]. Weiterhin ist ein hoher Verlust der biologischen Vielfalt auch aus tierethischen Gründen nicht vertretbar^[104].

Der ökologische Nutzen der Jagd wird kontrovers diskutiert. Aus wissenschaftlicher Sicht gibt es keine Notwendigkeit für die Jagd, da sich die Natur selbst reguliert, etwa durch Naturereignisse, Witterung, Nahrungsverfügbarkeit und Krankheiten^[105, 106]. Die Jagd hilft daher in keiner Weise der Ökologie und Biodiversität^[106, 107]. Auch ist das Argument des wirtschaftlichen Schadens durch Wildtiere nicht tragbar, das von Jagd-Befürwortern als Grund vorgetragen wird^[105]. Das Zurückbesinnen auf althergebrachte Traditionen, das die Jagd als Kulturgut hervorzuheben versucht, zählt vor der ethisch inakzeptablen Tötungspraxis nicht^[105, 106]. Beispiele aus Regionen wie dem Kanton Genf, in denen keine Jagd mehr erlaubt ist, zeigen, dass sich die Natur selbst reguliert und zu einer hohen Biodiversität und einer stabilen und gesunden Wildtierpopulation führt^[108].

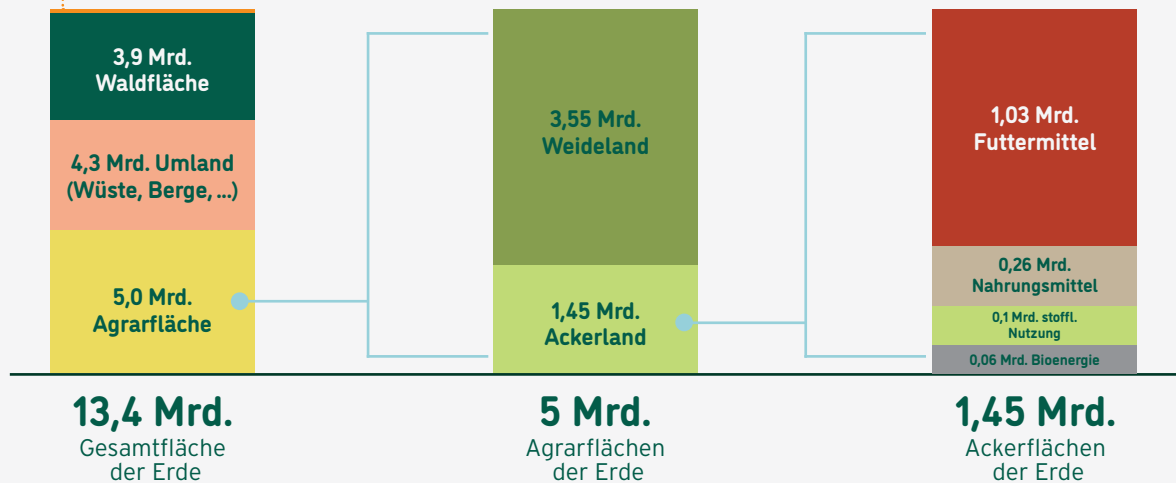
3.4 INEFFIZIENTER VERBRAUCH VON RESSOURCEN: FLÄCHE UND WASSER

Die Wertschöpfungskette der Landwirtschaft beansprucht natürliche Ressourcen, insbesondere in Form von Fläche und Wasser. Weiterhin wird durch Emissionen auch die Luftqualität beeinträchtigt^[99]. Der Ressourcen Hunger wächst entsprechend dem Bevölkerungswachstum und der Art und Weise, wie die Menschheit sich ernährt. Im November 2022 erreichte die Weltbevölkerung laut der UN die 8-Milliarden-Grenze^[12]; bereits jetzt sind davon 828 Mio. Menschen unterernährt^[109].

Die Flächenbeanspruchung durch die Landwirtschaft macht weltweit 4,8-5 Mrd. ha aus, was in etwa 46 % der bewohnbaren Fläche der Erde entspricht^[8, 110, 111]. Davon werden etwa 3,55 Mrd. ha für Weideland und 1,45 Mrd. ha für Ackerland verwendet^[111]. Mit über 70 % der Ackerflächen werden auf 1,05 Mrd. ha Futtermittel angebaut^[111]. Etwa 0,26 Mrd. ha werden nur für den Anbau von Lebensmitteln genutzt^[111]. Die restlichen Flächen werden für Bioenergie und Anwendungen in der Industrie verwendet (→ Abbildung 2)^[111]. Im Ergebnis werden auf nur knapp 10 % der Agrarflächen pflanzliche Lebensmittel für die direkte Ernährung des Menschen angebaut. Zu ähnlichen Werten kommt auch die Studie von Poore und Nemecek, welche die Flächenbeanspruchung für tierische Produkte mit 83 % ausweist^[21]. Die größten Schäden im Agrar- und Ernährungssystem entstehen hier aufgrund der Ineffizienzen in der Kalorienproduktion durch den Futtermittelanbau.

Globale Flächennutzung für Nahrung und nachwachsende Rohstoffe in ha

0,2 Mrd. Städte, Infrastruktur...



Quelle: Jering A, Klatt A, Seven J et al. (2013) Umweltbundesamt: Globale Landflächen und Biomasse - nachhaltig und ressourcenschonend nutzen

Abb. 2: Globale Flächennutzung für Nahrung und nachwachsende Rohstoffe in ha

Die Nutzung des Graslands durch sogenannte Nutztiere wird von Befürwortern mit einer Vielzahl von Argumenten unterstützt, die jedoch in Summe keine Legitimation der Graslandnutzung darstellen und entkräftet werden müssen. Hauptargumente der Graslandbefürworter sind (1) die Unwirtschaftlichkeit der tierlosen Bewirtschaftung von Weiden, (2) der Verlust an Bodenfruchtbarkeit, da keine Rückführung des Dungs erfolgt, (3) eine sinnvolle Nutzung in Hanglagen nur durch sogenannte Nutztiere möglich, (4) in Steppen und Wüsten ist man auf sogenannte Nutztiere angewiesen, und abschließend wird (5) keine sinnvolle vegane Nutzung gesehen. In Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Beweidung gibt es jedoch seitens der Landwirte komplett gegenteilige Aussagen, die eben eine Intensivierung der Beweidung ablehnen^[122]. Das Argument der mangelnden Bodenfruchtbarkeit bei einer rein veganen Bewirtschaftung der Felder lässt sich leicht entkräften, da durch geschlossene pflanzliche und ökologische Kreisläufe, durch Einsatz von Kompost und Humus und durch wechselnde Fruchtfolgen Bodenfruchtbarkeit sichergestellt werden kann^[39, 52]. Die Bewirtschaftung von Hanglagen stellt die Landwirte grundsätzlich vor Probleme, da damit meist Ertragseinbrüche einhergehen^[113]. Die Beweidung von Hanglagen wird weiterhin mit Blick auf Witterungsverhältnisse und das Futtermittelangebot als herausfordernd eingestuft^[114]. Als Alternative zur Beweidung von Hanglagen bietet sich das Abmähen mit moderner Technik an^[115]. Steppen und Wüstengebiete eignen sich nur bedingt zur Nahrungsaufnahme für Mensch und Tier und sollten daher durch Wiederaufforstung einer neuen Nutzung zugeführt werden^[116]. Die größten Teile der Steppen und Wüsten waren in der Vergangenheit Waldgebiete^[117].

Ausgangspunkt weiterer Debatten sollte die Kalorien-/Nährstoffgewinnung auf Weiden in Relation zur industrialisierten Nutztierhaltung in Ställen sein, bzw. die vollständige Transformation in klimafreundliche Flächen. In Deutschland stehen bspw. 70–80% der Kühe für die Milchproduktion ganzjährig im Stall^[118]. Sofern Weidehaltung erfolgt, liegt die Weidedauer etwa in Nidersachen bei 23 Wochen^[119]. Der Großteil der Milchproduktion

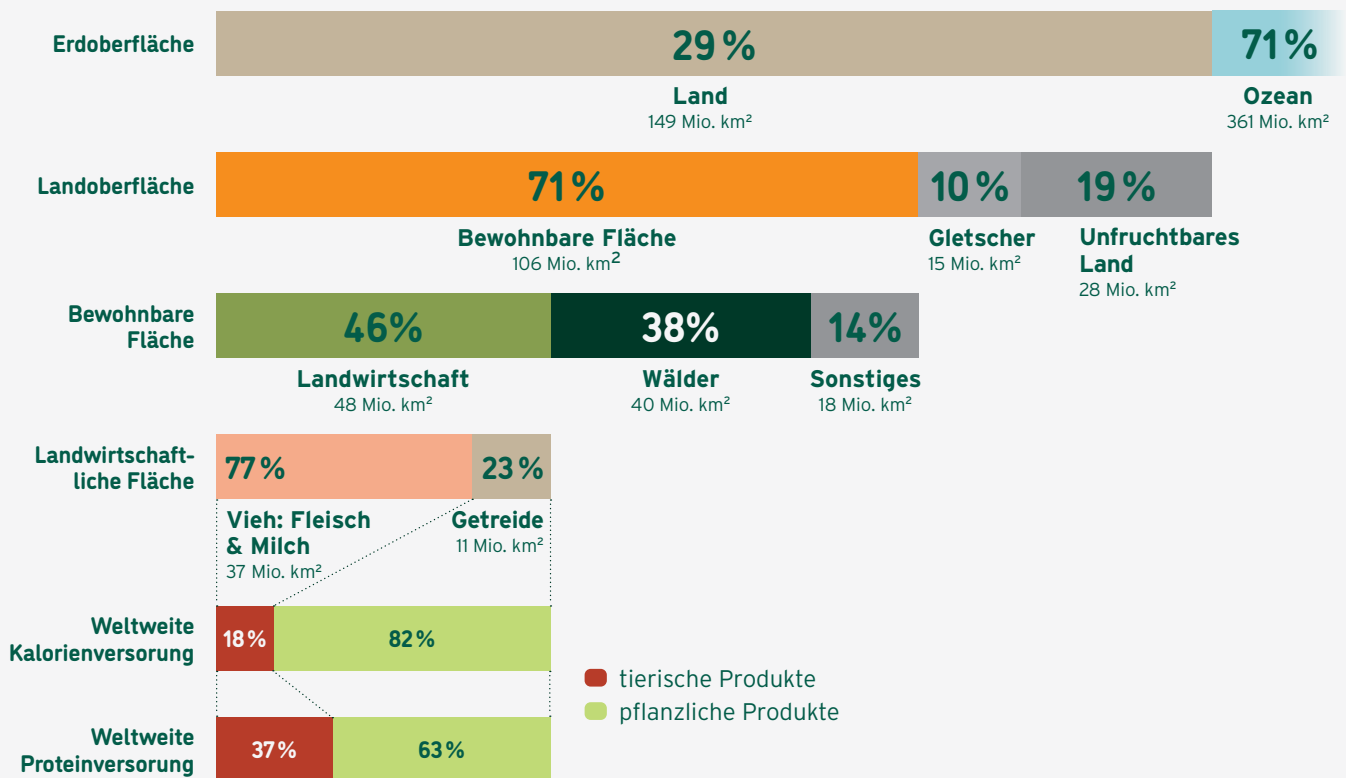
erfolgt demnach nicht auf Weiden. Schätzungsweise erfolgt daher die Milchproduktion in Deutschland zu 90% in Ställen und nur zu 10% auf Weiden. Schweine und Geflügel werden nahezu vollständig in Ställen gehalten. Der Beitrag der Weidehaltung von sogenannten Nutztieren ist daher für die Ernährungsversorgung als absolut gering zu bewerten, da die Industrie mit den Methoden der Massentierhaltung hier einen komplett rationalen Standard in der Lebensmittelherstellung verfolgt, der jedoch irrationale Folgen für Tiere, Menschen und den Planeten auslöst.

Im Hinblick auf die Kaloriengewinnung wird auf 77% der globalen Agrarflächen durch tierische Produkte nur ein Anteil von 18% generiert, bei den Proteinen entspricht dies in etwa 37%. Im Gegenzug werden auf etwa 23% der Flächen durch den Anbau von Pflanzen beachtliche 82% der weltweit benötigten Kalorien und 63% der Proteine gewonnen^[21, 110]. Um eine einzige tierische Kalorie zu produzieren, sind je nach Tierart 3-10 pflanzliche Kalorien in Form von Tiernahrung erforderlich. Beispielsweise sind für eine Kalorie aus Rindfleisch 10 Kalorien aus Getreide nötig. Somit werden 90% der Nahrungsenergie verschwendet^[120, 121]. Abbildung 3 zeigt die wichtigsten Kennzahlen der weltweiten landwirtschaftlichen Flächennutzung auf^[21, 110].

Auch das Argument, es gäbe keine sinnvolle vegane Nutzung für Weideflächen, lässt sich entkräften. Die Umwidmung von Weiden bietet durchaus Potenzial für vegane Nutzungsmöglichkeiten^[2, 122-124]:

- Umwandlung von Flächen zum Anbau von pflanzlichen Lebensmitteln
- Nutzung der Flächen zur Gewinnung von veganem Dünger in Form von Kompost, Mulch und Humuserde
- Verwendung als Biomasse für Energie und Rohstoffe
- Renaturierung in Form von Wäldern und Mooren
- Steigerung der Biodiversität durch Verwilderung der Flächen
- Nutzung für erneuerbare Energien
- CO₂e-Senken

Weltweite Flächennutzung zur Nahrungsmittelerzeugung



Quelle: Ritchie H, Roser M (2019) Land Use. Our World in Data.

Abb. 3: Weltweite Agrarflächennutzung zur Nahrungsmittelerzeugung

Mit das größte Verschwendungspotenzial ist daher in der Milch- und Fleischproduktion zu finden, da hier signifikante Umwandlungsverluste verursacht werden. Dies sind die Verluste an Ressourcen wie Futter, Energie, Wasser und Fläche, die für die Aufzucht eines Tieres notwendig sind^[125]. Insbesondere Soja wird als Tiernahrung eingesetzt^[126]. Die größten Soja-Produzenten sind die USA, Brasilien und Argentinien. Sie produzieren über 80 % des gesamten Sojas und transformieren dafür große Flächen von Wald und Savanne zu Ackerflächen^[127]. Mehr als 75 % der Sojaanbauflächen werden für Tierfutter genutzt^[128].

Der Anbau von Pflanzen hingegen liefert die Mehrheit der Kalorien und Proteine, obgleich weit weniger Fläche beansprucht wird^[7]. Darüber hinaus verbrauchen tierische Produkte eine sehr viel höhere Menge an Wasser als pflanzliche Produkte^[21]. Ein Liter Kuhmilch benötigt beispielsweise gut 12-mal mehr Land und 23-mal mehr Wasser als ein Liter Sojadrink^[21]. Außerdem ließen sich 100g Protein aus Tofu mit einem Viertel der Ackerfläche und einem Achtel an Wasser anbauen, die für 100g Protein aus Rindfleisch benötigt würden^[21].

Eine Studie von PricewaterhouseCoopers (PwC) bestätigt die Ineffizienz von tierischen Produkten^[129]. Obwohl für Fleisch über 80% der Agrarfläche genutzt werden, mache es nur ungefähr 11% der Gesamtkalorien, die Menschen zu sich nehmen, aus^[129]. Der steigende Fleischkonsum sei daher ein immer größer werdendes Problem^[129].

Neben der ineffizienten Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen erfordert die Erzeugung tierischer Produkte auch enorme Mengen an Wasser - einer für die Menschheit essenziellen Ressource^[130]. Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel, es kann durch nichts ersetzt werden^[7, 131]. Unsere Gewässer sind ein wesentlicher Bestandteil des Naturhaushaltes^[132]. Sie müssen so geschützt und behandelt werden, dass die bestmögliche Qualität erreicht oder erhalten wird^[132, 133].

Neben dem reinen Verbrauch an Wasser sind daher die Schäden durch den Eintrag von Nitrat, Phosphor und Pflanzenschutzmitteln hervorzuheben, die zur üblichen Bewirtschaftung im Rahmen der konventionellen Landwirtschaft eingesetzt werden^[134]. Stickstoffauswaschungen gelangen ins Grundwasser^[135]. Der Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in die Böden führt weiterhin zu einer sehr hohen Umwelttoxizität^[136]. Auch der Einsatz von Medikamenten, etwa Antibiotika, bei sogenannten Nutztieren findet seinen Weg in die Böden und das Grundwasser^[137]. Die sogenannte Nutztierhaltung führt zu einem weiteren erheblichen Problem, da in den Betrieben mehr Gülle anfällt, als auf den Flächen als Düngemittel ausgebracht werden kann und darf. In der Folge gelangt mehr Stickstoff in den Boden, als von den Pflanzen benötigt wird^[138]. Somit gerät Nitrat ins Grundwasser, was negative Folgen für die Trinkwasserqualität hat und ein Risiko für die Gesundheit der Bevölkerung darstellt^[139].

Eine weitere Umweltbeeinträchtigung durch die konventionelle Landwirtschaft, insbesondere aufgrund der Tierhaltung, ist die Luftverschmutzung^[140]. Zwischen Luftverschmutzung und Mortalität bestehen große Zusammenhänge. So sterben in Europa etwa 790.000 Menschen jährlich an den Folgen von Luftverschmutzung, weltweit sind es schätzungsweise 8,79 Mio. Menschen^[140]. Die Tierhaltung ist infolge der Ammoniak-Emissionen einer der Hauptverursacher^[141].

Im Rahmen des veganen Ökolandbaus ergeben sich große Potenziale für den effizienteren Einsatz von Land, Wasser und für die Reinhaltung der Luft^[142, 143]. Durch die Aufgabe der Tierhaltung entfällt die massive Ressourcenbeanspruchung insbesondere in Form des Futtermittelanbaus^[142, 143]. Viele der negativen Umweltbeeinträchtigungen werden abgemildert bzw. komplett vermieden. Durch die Transformation von Anbauflächen für Futter hin zur direkten Versorgung mit pflanzlichen Lebensmitteln würden mehr Flächen für die Nährstoffversorgung der Menschen zur Verfügung stehen^[19].

3.5 BEEINTRÄCHTIGUNG DER MENSCHLICHEN GESUNDHEIT

Mit der Corona-Pandemie rückte eine Thematik erneut in den Vordergrund, die vor allem in den Industriestaaten bereits in Bezug auf BSE und die Schweinegrippe Einzug in die gesellschaftlichen Debatten gehalten hatte. Infektionskrankheiten, die von Tieren auf den Menschen übertragen werden können, sogenannte Zoonosen, beeinflussen die menschliche Gesundheit direkt^[144]. Im Jahr 2004 benannte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) die steigende Nachfrage nach tierischen Produkten als eine der Hauptursachen für die Entstehung von Zoonosen^[145]. Wenige Jahre später, im Jahr 2009, hielt die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) in ihrem Bericht „The State of Food and Agriculture“ fest, dass mindestens die Hälfte der 1.700 bekannten Ursachen von Infektionskrankheiten beim Menschen ihren Ursprung im Tierreich hatten^[146]. Ein im Jahr 2020 veröffentlichter Bericht des UN-Umweltprogramms und des International Livestock Research Institute (ILRI) verdeutlicht, dass das Risiko von Zoonosen in Zukunft steigen könnte. Menschengemachte Probleme begünstigen die Entstehung von Zoonosen, insbesondere durch die steigende Nachfrage nach tierischen Produkten, die zunehmende Nutzung und Ausbeutung von Wildtieren durch Jagd und Handel und die Klimakrise^[147]. In der weltweiten Landwirtschaft werden Milliarden von Tieren zusammengepfercht auf engstem Raum in engen Mast- und Zuchtställen gehalten^[3, 148]. Diese Art der Haltung bietet optimale Bedingungen für die Entstehung und Verbreitung von Viren. Tiere, die innerhalb der riesigen Tiergruppen verenden, werden nicht immer sofort entdeckt und können ihre lebenden Artgenossen anstecken^[3, 148]. Hinzu kommt, dass in der Landwirtschaft gehaltene Tiere meist in einem schlechten Gesundheitszustand sind. Häufig ist ihr Immunsystem, das eigentlich einen Schutz vor Viren und anderen Krankheitserregern bieten soll, schwach^[3]. Neben Viren stellen Bakterien ein weiteres globales Gesundheitsrisiko im Zusammenhang mit der heutigen Tierhaltung dar^[149]. Zur Bekämpfung von Bakterien werden Antibiotika, also aus Mikroorganismen bestehende Medikamente, eingesetzt^[150]. Bei übermäßiger Antibiotikagabe können sich jedoch resistente Bakterien entwickeln^[151]. Laut der WHO nimmt die Zahl der Todesfälle durch antibiotikaresistente Keime zu; weltweit sterben jedes Jahr über fünf Mio. Menschen an antibiotikaresistenten Keimen. Die WHO sieht dies als Bedrohung für die globale Gesundheit und Entwicklung an^[152]. Die resistenten Bakterien können von infizierten Tieren durch direkten Kontakt

mit dem Tier oder durch den Verzehr des Fleisches übertragen werden^[153]. Laut Analysen des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) konnten auf rund 88 % der Puten, die im Lebensmitteleinzelhandel zu erwerben sind, multiresistente Keime nachgewiesen werden^[154]. Infolge der Gülle, die auf den Feldern ausgetragen wird, und der Luftverschmutzung der Mast- und Zuchtbetriebe können auch in Gemüse multiresistente Keime gefunden werden^[155]. Über die Ausscheidungsreste sogenannter Nutztiere auf dem Land und dem Abwasser aus Schlachthöfen gelangen multiresistente Keime in Flüsse und Meere^[156]. Darüber hinaus wird in den meisten Aquakulturen mit Fischmehl gefüttert, das ebenfalls multiresistente Keime enthalten kann^[157]. Die Futterrückstände und Ausscheidungen der Fische lagern sich in Sedimentschichten ab, und die Keime gelangen ins Ökosystem und damit in die Nahrungskette^[157]. In einigen Ländern entfallen bis zu 80 % des Gesamtverbrauchs an medizinisch wichtigen Antibiotika auf den Tiersektor^[158]. Gesundheitsexperten sehen daher den Fleischkonsum als eine Gefahr für neue Pandemien^[159, 160].

Der übermäßige Verzehr vor allem von rotem und verarbeitetem Fleisch führt zu einem höheren Risiko für bestimmte Gesundheitsprobleme, darunter Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Herzinfarkt und Schlaganfall, aber auch diverse Krebserkrankungen wie Darmkrebs, Prostatakrebs und Brustkrebs^[161]. Die Studie von Meier et al. (2015) verdeutlicht, mit welchen gesellschaftlichen Kosten eine ungesunde Ernährungsweise in Deutschland verbunden ist. Die Forscher ermittelten, dass der deutsche Staat aufgrund schlechter Ernährungsweisen allein im Gesundheitssystem jährlich 16,8 Mrd. Euro ausgibt. Diese Kosten belasten sowohl das Gesundheitssystem als auch die Gesellschaft als Ganzes^[162]. Ungesunde Ernährung hängt mit 14 % aller Sterbefälle in Deutschland zusammen^[163]. Anzumerken ist jedoch, dass es auch im Rahmen einer veganen Ernährungsweise zu ungesundem Verhalten kommen kann, wenn etwa zu viel Zucker, Salz oder ungesundes Fett konsumiert wird.

3.6 TIERLEID

Seit Jahrzehnten zeigen Medien immer wieder verstörende Aufnahmen von skandalösen Zuständen in Zucht- und Mastanlagen^[164, 165]. Zu den abgebildeten Missständen gehören Verstümmelungen, gewaltvolle Handlungen, abgemagerte und qualvoll getötete Tiere. In den meisten Fällen sorgen gemeinnützige Organisationen (NGOs) hier für die Aufklärungsarbeit^[148, 166, 167]. Zwar zeigt sich die Öffentlichkeit darüber meist entsetzt, was jedoch keine größeren Verhaltensänderungen nach sich zieht. Jedes Jahr werden neue Skandale aufgedeckt^[168].

Der Historiker und Autor Yuval Noah Harari bezeichnet die sogenannte Massentierhaltung sogar als „eines der größten Verbrechen der Weltgeschichte“ und „eine der dringendsten ethischen Fragen unserer Zeit“^[169]. Die Gründe für diese Aussagen sind vielfältig, negative Beispiele gibt es zahlreich. Eine Studie der Universität Bern stellte bei 97 % der Legehennen Brustbeinfrakturen fest^[170]. Bei einer Kurzmast müssen sich etwa 26 Hühner einen Quadratmeter teilen^[7]. Auch bei anderen Tieren in der Landwirtschaft sind die Haltungsmethoden nicht gerechtfertigt. Unzureichender Platz führt zu frustrierten und aggressiven Tieren, im Fall von Hühnern teilweise sogar bis hin zum Kannibalismus^[171]. Auch Schweine in der Mast haben mit durchschnittlich einem Quadratmeter viel zu wenig Platz zur Verfügung^[7, 166]. Auch die Vorgehensweisen in der Milchindustrie sind nicht akzeptabel. Kälber werden teilweise direkt nach der Geburt von ihren Müttern getrennt, damit sie die für den Markt vor-

gesehene Milch nicht trinken^[172]. Des Weiteren können die Tiere ihren natürlichen Verhaltensweisen nicht nachgehen. Auch das Bild der Haltung von Kühen auf Weiden ist irreführend^[173]. Im Jahr 2019 beispielsweise konnten nur 31% der Kühe in der Milchindustrie auf Weiden grasen, obwohl dies die Gesundheit der Tiere fördert^[174]. Zudem sterben viele Tiere bereits, bevor sie geschlachtet werden. In Bayern stirbt jedes fünfte Schwein und jedes fünfte Rind schon vor der Schlachtung^[175]. Eine Studie der Tierärztlichen Hochschule Hannover (TiHo) untersuchte Verarbeitungsbetriebe Tierischer Nebenprodukte (VTN) in Deutschland. Die Ergebnisse zeigten, dass 13,2% der untersuchten Schweine in der Mast und 11,6% der untersuchten Schweine in der Zucht vor ihrem Tod unter Verletzungen litten. Zudem seien bei 61,8% der untersuchten Schweine die Betäubung und Tötung nicht gesetzeskonform gewesen^[176]. Das Tierleid betrifft auch Fische, Krebstiere und Meerestiere, sowohl aus maritimem Fang als auch aus der Aquakultur. Zahlreiche Studien haben hier die Schmerzempfindlichkeit und das Leiden der Tiere untersucht^[177-182].

Auch die Tierhaltung in Ökobetrieben wird von Tierschützern angeprangert^[3]. Kühe in Europa leben in solchen Betrieben nicht gesünder als ihre Artgenossen in der konventionellen Tierhaltung^[3, 183]. Die Begriffe „Öko“ und „Bio“ seien damit keine Garantie für eine artgerechte Tierhaltung und oft nur das weniger schlimme Übel^[184]. Eine Verharmlosung des Tierleids durch Haltungskennzeichen lässt eine Ernsthaftigkeit des Änderungswillens anzweifeln^[185, 186].

Derartige „Tierwohl“-Initiativen für eine „artgerechte“ bzw. „wesensgemäße“ Tierhaltung sind nicht überzeugend^[187]. Denn regionale und globale Herausforderungen sowie die derzeit gesellschaftlich stark voranschreitende moralische Aufwertung der Tiere, die sich u. a. auf einen fortgeschrittenen wissenschaftlichen Erkenntnisstand zu den Potenzialen Intelligenz, Empfindsamkeit und damit auch Leidensfähigkeit von Tieren gründet, führen zu einer grundlegenden Neubewertung des Mensch-Tier-Verhältnisses^[3]. Es zeigt sich immer deutlicher die ethische Notwendigkeit, in Zukunft gänzlich vom Konsum tierischer Produkte abzusehen^[188, 189].

Auch ist das moralische Argument anzuführen, dass Menschen generell nicht das Recht hätten, Tiere zu töten^[190]. Eine vegane Lebensweise, also die vollständige Abkehr von Tierprodukten, ist daher am moralischsten^[191]. Der vegane Ökolandbau ist komplett tierleidfrei und erlaubt daher ein friedliches, gesundes Miteinander von Erde, Mensch und Tier.

3.7 IMPLIKATIONEN FÜR DIE TRANSFORMATION

Die Klimawende und zugleich die beschleunigte Transformation der Ernährungs- und Agrarsysteme haben essenzielle Relevanz für das zukünftige Leben auf dem Planeten. Die Probleme der tierhaltenden Landwirtschaft liegen auf der Hand und lassen sich Tag für Tag beobachten. Die Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette sind in Relation zu den gewonnenen Kalorien und Nährstoffen einfach viel zu hoch. Der Ressourceneinsatz in Form von Fläche und Wasser ist schlicht irrational. Der Verlust an Biodiversität durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, wie Pestiziden und Herbiziden, sowie die nur anekdotisch bekannten Zusammenhänge mit der Gesundheit des Menschen stellen sehr große Gefahren dar. Die Ausnutzung der Böden durch Monokulturen sowie die Abholzung von riesigen Amazonas-Urwaldgebieten zur Gewinnung von Anbauflächen für Futter- und Weideflächen beschleunigen den Klimawandel^[192]. Konstant hohe Rodungszahlen und Brände führten unlängst zu der dramatischen Erkenntnis, dass der brasilianische Regenwald inzwischen möglicherweise mehr Treibhausgase abgibt, als er aufnehmen kann^[19, 192]. Die Tierleid-Situation wird mit Tierwohlkennzeichen verharmlost.

Zukünftige ökonomische, ökologische, demografische und gesellschaftliche Entwicklungen erfordern ein neues, nachhaltiges, zukunftssicheres Landwirtschaftssystem. Gesellschaftliche Veränderungen sind in einem nachhaltig orientierten Lebensstil zu sehen. Sie werden bereits heute durch die Fridays-for-Future-Bewegung sowie durch zahlreiche Aktivitäten von NGOs medienwirksam begleitet und führen bei vielen Menschen zu Verhaltensänderungen. Hier lässt sich ein bewussteres Ernährungsverhalten und ein insgesamt nachhaltiger Lebensstil beobachten.

Die wirtschaftliche Entwicklung von einzelnen Unternehmen und Volkswirtschaften ist zu überdenken. Reines Umsatz- und Margenwachstum auf Kosten der planetaren Gesundheit darf nicht mehr das Ziel sein. Ökologische Aspekte sollten auf Anbieter- und Nachfrageseite die Hauptentscheidungskriterien für langfristigen wirtschaftlichen Erfolg sein^[193]. Die ökologischen Entwicklungen sind in eine positive Richtung umzulenken, sodass der Klimawandel abgeschwächt, irreparable Schäden an der Biodiversität gebremst und der Ressourcenverbrauch grundsätzlich nachhaltig überdacht werden. Das Ernährungssystem der Zukunft sollte somit die planetare Gesundheit und die Gesundheit der Bevölkerung positiv beeinflussen^[194]. Das folgende Kapitel führt in das Transformationspotenzial des veganen Ökolandbaus ein und betrachtet die Effekte auf die Umwelt, Änderungen der Nutzung der Landflächen, ernährungsphysiologische Auswirkungen sowie die zeitlichen und finanziellen Faktoren.

4. TRANSFORMATIONSPOTENZIAL VEGANER ÖKOLANDBAU

4.1 EFFEKTE AUF DIE UMWELT

Treibhausgasemissionen

Der Umstieg auf den veganen Ökolandbau wirkt sich schnell, positiv und direkt auf den Klimawandel aus^[3, 195]. Die Treibhausgasemissionen werden durch zwei starke Veränderungen gleichzeitig bewirkt - zum einen durch die Agrarwende vom konventionellen Landbau hin zu einer veganen ökologischen Bewirtschaftung und zum anderen durch die Ernährungswende hin zum veganen Lebensstil^[3, 196, 197]. Sogenannte Nutztiere sind im veganen Ökolandbau nicht erforderlich^[38]. Daraus resultiert, dass durch einen Abbau der Bestände ein geringerer Treibhausgasausstoß in die Atmosphäre dringt^[19, 120, 198]. Auch die Belastung durch Stickstoff aus den Gülledüngern in den Gewässern wird erheblich verringert^[138]. Energieintensive Lebensmittel wie Milch oder Käse fallen weg und senken dadurch die ernährungsbezogene Treibhausgasbilanz erheblich^[3, 21].

Welches Potenzial die durch den veganen Ökolandbau angestrebte pflanzliche Ernährungsweise im Hinblick auf eine Treibhausgas-(THG)-Minderung hat, zeigen verschiedene Studien^[19, 21, 122, 198-201]. Exemplarisch eignet sich dafür die Arbeit von Eisen und Brown (2022). Sie nutzten für ihre Analyse ein Klimamodell, welches die THG-Werte in der Atmosphäre für den Zeitraum der Jahre 2020 bis 2100 prognostiziert. Basis des Modells waren Daten des Jahres 2019 aus dem Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) und der Datenbank der FAO. Die Zurückgewinnung der Biomasse an Land und die durch die Tierhaltung entstehenden Emissionen flossen in das Modell mit ein. Die Forscher stellten verschiedene hypothetische Szenarien des Ernährungswandels auf. Eines der Szenarien simuliert zum Beispiel den allmählichen Übergang auf eine pflanzliche Ernährung über den Zeitraum von 15 Jahren. Die Abschaffung der Tierhaltung hätte demnach das Potenzial, 68% der derzeitigen anthropogenen CO₂e-Emissionen zu kompensieren, was in absoluten Zahlen einer Einsparung von 25 Gt pro Jahr entspricht. Die Veränderungen resultieren laut den Forschern aus dem Zerfall der starken Treibhausgase Methan und Lachgas und der Regenerierung von Biomasse in natürlichen Ökosystemen auf der weltweiten Landfläche, die derzeit für die landwirtschaftliche Tierhaltung genutzt wird^[199, 202].

Auch die EAT-Lancet-Kommission hat in ihrem Bericht (2019) berechnet, wie sich der globale Umstieg der pflanzlich geprägten Planetary Health Diet (Reduktion des Fleischkonsums von etwa 68%) auf den Emissionsausstoß bis zum Jahr 2050 auswirken würde. Sie kam zu dem Ergebnis, dass es durch den Umstieg möglich wäre, den derzeit prognostizierten Anstieg von Treibhausgasen um über die Hälfte von 9,8 Gt auf im Idealfall 4 Gt pro Jahr einzudämmen, sodass die Menschheit knapp innerhalb der planetaren Belastungsgrenze bliebe^[200]. Dies ähnelt den Ergebnissen von Poore und Nemecek (2018), die in ihrer Studie herausfanden, dass eine vegane Ernährung zu einer 49-prozentigen Reduktion von 13,7 Gt auf 7,1 Gt der ernährungsbedingten CO₂e-Emissionen führen könnte^[21]. Die auf Deutschland bezogene Studie von Greenpeace kommt bei Anwendung der Planetary Health Diet auf eine Treibhausgasreduktion von 94,8 Mio. t auf 23,2 Mio. t, was eine Reduktion von mehr als 75% bedeutet^[122].

Ergänzend zu den globalen Einsparpotenzialen beschäftigen sich viele Studien auch mit den individuellen Ernährungsstilen und berechnen Treibhausgasbilanzen pro Person^[19, 129, 201]. Die Ergebnisse lassen sich dann näherungsweise auch auf die gesamte Weltbevölkerung übertragen, erlauben auf jeden Fall Tendenzaussagen. Einer WWF-Studie (2021) zufolge summieren sich die ernährungsbedingten THG-Emissionen in Deutschland pro Kopf auf 2.552 kg/CO₂e/Jahr und würden auf 1.315 kg/CO₂e/Jahr bei veganer Ernährungsweise sinken, was einem Reduktionspotenzial von 48% entspricht^[19]. PwC ermittelte in einer Studie, dass der durchschnittliche CO₂e-Verbrauch bei omnivorer Ernährung bei 2.500 kg/CO₂e/Jahr und Person liegt und sich bei einer rein veganen Ernährung auf 1.500 kg/CO₂e/Jahr absenkt^[129]. Eine Untersuchung von Schlatzer (2020) unterscheidet auch zwischen den Anbauvarianten konventionell und ökologisch und konnte pro Ernährungsweise erhebliche Unterschiede feststellen^[201]. Ein auf konventioneller Landwirtschaft basierender omnivorer Lebensstil verursacht dabei 1.467 kg CO₂e/Jahr, wohingegen eine auf ökologischer Landwirtschaft beruhende vegane Ernährungsweise nur 357 kg CO₂e/Jahr bewirkt^[201]. Im Einsatz zukünftiger Technologien wird weiteres Einsparpotenzial gesehen, wie eine Studie von Bryngelsson et al. (2016) ermittelt hat. Demnach können in der Spitze in einem optimistischen Szenario durch die vegane Ernährung bis zu 90% THG-Emissionen eingespart werden^[203].

Neben der Umstellung der Ernährung hat die Transformation des Agrarsystems von konventionell auf ökologisch erheblichen Einfluss auf die Umwelt- und Klimawirkungen der Landwirtschaft^[2, 3, 198]. Ausgehend von Untersuchungsergebnissen, die auf einem deutschlandweiten Netzwerk von Pilotbetrieben, Dauerfeldexperimenten und Literaturanalysen basieren, untersuchte die TU München die Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus im Vergleich zum konventionellen Landbau sowie die Unterschiede in der Haltung von Kühen in der Milchwirtschaft^[198]. Kern der Untersuchungen war die Analyse der Stickstoffkreisläufe, Stickstoffemissionen, Energiebilanzen, Energieeffizienzen, Humusbilanz, Bodenkohlenstoffbildung sowie der Treibhausgase und Klimawirkungen^[198]. Besonders anschaulich wird der Vergleich durch das Einpreisen der Umweltkosten in Euro, was eine Abschätzung des Einsparpotenzials durch den ökologischen Landbau erlaubt^[198]. In die Studie eingebunden wurden zudem die Ertragsdifferenzen in den betrachteten Anbauvarianten^[198]. Hauptergebnis der Studie ist, dass die ökologische Landwirtschaft insbesondere durch die Gestaltung nachhaltiger Stickstoffkreisläufe, die Einsparung fossiler Energie, den Humusaufbau und die Bodenkohlenstoffbindung zur Verminderung der Treibhausgasemissionen und zur Förderung der Biodiversität beitragen kann^[198]. Im Mittel werden die Emissionen von 2.998 kg/CO₂e/Jahr auf 1.223 kg/CO₂e/Jahr gesenkt, was einer Einsparung in Höhe von ca. 48% entspricht^[198].

Bei Simulationsrechnungen sind jedoch die Ertragsdefizite bei den Hektarerträgen zu berücksichtigen, die aktuell noch bei der ökologischen Anbauweise zu beobachten sind^[143, 204]. Die Ertragskraft der ökologischen Landwirtschaft variiert zudem stark, abhängig von Faktoren wie klimatische Bedingungen, Saatgut, Größeneffekte, Wissen und Anbauweisen^[143, 198]. Zukünftig kann

die Ertragskraft im ökologischen Landbau durch weitere Forschung, neue Technologien und umfangreiche Schulungen deutlich verbessert werden^[143]. Ergebnisse aus Langzeitstudien des Rodale Institute weisen ähnlich hohe Erträge im ökologischen wie im konventionellen Landbau auf^[205]. Deutlich höhere Erträge

ge basierend auf biozyklisch-vegane Anbauverfahren konnten bereits in Einzelfeldversuchen dargelegt werden^[206]. Tabelle 1 zeigt, dass sich die THG-Einsparpotenziale zwischen 40 % und 75 % bewegen und unter Berücksichtigung neuer Technologien sogar bis auf 90 % steigen können.

Tabelle 1: Ausgewählte Studien zum Einsparpotenzial von Treibhausgasen

Studie	Jahr	Fokus	Reduktion THG gesamt in %
Eisen/Brown	2022	Umstellung auf rein vegane Ernährung	68 %
EAT Lancet	2019	Planetary Health Diet (Reduktion Fleisch um ca. 68 %)	59 %
Poore/Nemecek	2019	Umstellung auf rein vegane Ernährung	49 %
Greenpeace	2019	Planetary Health Diet und 30 % ökologische LW	75 %
WWF	2021	Umstellung auf rein vegane Ernährung	48 %
Bryngelsson	2016	Vegan und neue Technologien	90 %
Schatzler	2020	Umstellung auf rein vegane Ernährung	70 %
PwC	2022	Umstellung auf rein vegane Ernährung	40 %
Hülsbergen et al.	2023	Umstellung von konventionell auf ökologische Landwirtschaft (ha als Bezugsgröße)	75 %

Biodiversität

Der Handlungsbedarf zur Sicherung der Biodiversität ist sehr groß^[207]. Auf der Weltnaturschutzkonferenz im Dezember 2022 in Montreal verhandelten fast 200 Staaten ein globales Abkommen zum Schutz der Natur^[207]. Das Ziel ist dringend und wichtig, denn das Artensterben und die Zerstörung der Ökosysteme sollen bis 2030 gestoppt werden^[207]. Ein wesentliches Ergebnis ist, dass 30 % der Land- und Meeresfläche unter einen wirksamen Schutz gestellt werden, was als wichtigste Maßnahme angesehen wird, um die Biodiversität zu schützen^[207]. Ergänzend sind auf 30 % der Fläche von bereits geschädigten Ökosystemen Renaturierungsmaßnahmen vorgesehen^[207]. Ausgleichsbudgets zugunsten besonders artenreicher Länder sollen bis zu 30 Mrd.

US-Dollar pro Jahr umfassen. Weiterhin sollen der Einsatz von Pestiziden und schädlichen Düngern um 50 % gesenkt und eine nachhaltigere Lebensmittelproduktion gefördert werden^[207, 208]. Von dem Abkommen wird erwartet, dass es so bedeutungsvoll wird wie das Pariser Klimaabkommen^[209]. Politischer Wille ist demnach vorhanden.

Der vegane Ökolandbau geht im Hinblick auf die Zielsetzung des globalen Rahmenabkommens für Biodiversität einen großen Schritt weiter und fokussiert die Ausweitung von ökologisch genutzten Flächen im Idealfall auf 100 % und die Senkung von klimaschädlichen Pestiziden und Düngemitteln um 100 %^[2, 3, 210]. Dies wäre der maximale Beitrag zum Schutz der Biodiversität.

Tabelle 2: Reduktionspotenzial Tierleid weltweit und in Deutschland

Anzahl Tiere	Ø Ernährung Welt	Ø Ernährung Deutschland	Ernährung Vegan
Schweine	768.000.000	21.300.000	0
Geflügel	33.000.000.000	173.148.166	0
Rind	1.000.000.000	11.000.000	0
Fisch	2.300.000.000.000*	11.500.000.000*	0
Fleischkonsum	43,2 kg/a/Person	52,0 kg/a/Person	0
Eierkonsum	9,8 kg/a/Person	14,7 kg/a/Person	0
Milchkonsum	106,0 kg/a/Person	46,1 kg/a/Person	0
Fischkonsum	20,3 kg/a/Person	12,7 kg/a/Person	0
Reduktion in %	0 %	0 %	-100 %

Quellen: [212-221] * Schätzung

VEGANER ÖKOLANDBAU: SENKUNG DES TIERLEIDS BEI ZUVOR LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTEN TIEREN UM 100 %

Tierleid

Tierleid in der Landwirtschaft bedeutet Ausbeutung, Qualzucht, Krankheiten, unnatürliche Lebensverhältnisse und das Trennen der Tiere aus Familienverbänden^[211]. Die Tiere leiden in allen Haltungsformen und sind Gegenstand einer ausbeuterisch geprägten Industrie^[186]. Das größte Tierwohl wird erreicht, wenn auf 100 % tierische Lebensmittel verzichtet wird, dann braucht es auch keine zweifelhaften Tierwohlkennzeichnungen mehr. Der vegane Ökolandbau verzichtet komplett auf den Einsatz und die Haltung von Tieren. Tierleid gibt es in dieser Form der Landwirtschaft nicht mehr. Tiere können ein selbstbestimmtes Leben führen, ohne dass der Mensch in ihr natürliches Verhalten eingreift. Das Tierleid wird um 100 % gesenkt.

Tabelle 2 stellt das Reduktionspotenzial des Tierleids international und in Deutschland dar.

4.2 ÄNDERUNG IN DER NUTZUNG DER LANDFLÄCHEN

Landwirtschaftliche Flächen werden für verschiedene Erzeugnisse verwendet und haben durch ihre Nutzung unterschiedliche klimatische Effekte^[222]. Mit Blick auf die erzeugten Produkte kann sehr klar differenziert werden, ob die Landflächen für die Gewinnung tierischer Produkte oder veganer Lebensmittel genutzt werden.

Die vegane Ernährung benötigt keine Flächen, auf denen sogenannte Nutztiere weiden oder Futtermittel angebaut werden, sodass es hier ein großes Transformationspotenzial gibt^[3, 21, 38]. In Deutschland sind 28,4 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen Grünland und werden überwiegend für die Gewinnung tierischer Produkte genutzt (4,7 Mio. ha von insgesamt 16,5 Mio. ha)^[223]. Diese Flächen waren in Vergangenheit oftmals Moore oder Wälder^[224, 225] und dadurch wichtige CO₂e-Senken^[226]. Auch lassen Nährstoffgehalt und Niederschlag durchaus Pflanzenanbau zu. Die Umwidmung dieser Weideflächen könnte der Renaturierung und dem Erhalt der Biodiversität dienen^[226, 227].

Neben der Nutzung als Weideflächen werden erhebliche Flächen für den Futtermittelanbau benötigt. Auf etwa 11,6 Mio. ha werden in Deutschland Pflanzen angebaut^[223]. Etwa 20 % (Erntemenge: 9 Mio. t ~2,3 Mio. ha) werden davon für pflanzliche Lebensmittel und 57 % (Erntemenge: 25 Mio. t ~6,64 Mio. ha) für den Anbau von Futtermitteln genutzt^[228]. Angebaut werden insbesondere Getreidesorten wie Mais und Weizen, die als energie- und proteinreiches Kraftfutter verfüttert werden. Absolut ergibt sich eine Produktion von Futtermitteln in Deutschland von jährlich 120 Mio. t (inklusive Grasland), weitere 11,5 Mio. t werden importiert^[229]. In Summe lassen sich durch eine vegane Ernährung in Deutschland die für die Gewinnung von tierischen Produkten genutzten Flächen (über 75 % der Flächen) einsparen, indem die

Flächen für den Futtermittelanbau (~6,64 Mio. ha) und die Weidehaltung (~4,7 Mio. ha) komplett aufgegeben werden.

Modellierungen gibt es dazu bereits in der Wissenschaft. Der Flächenfußabdruck einzelner Ernährungsweisen in Deutschland wurde in einer Studie des WWF berechnet und ein Vergleich der flexitarischen, vegetarischen und veganen Ernährungsweise durchgeführt^[19]. Die Flächendifferenzen werden dabei pro Person in m² und absolut in Mio. ha ausgewiesen. Sie führen im Ergebnis dazu, dass eine vegane Ernährungsweise pro Person etwa 1.030 m² beansprucht und absolut 8,47 Mio. ha erfordern würde^[19]. Im Vergleich zu der durchschnittlichen Ernährungsform in Deutschland, die eine Gesamtfläche von 16,61 Mio. ha und etwa 2.022 m² pro Person beansprucht, bedeutet dies ein Flächeneinsparungspotenzial von 49 %^[19].

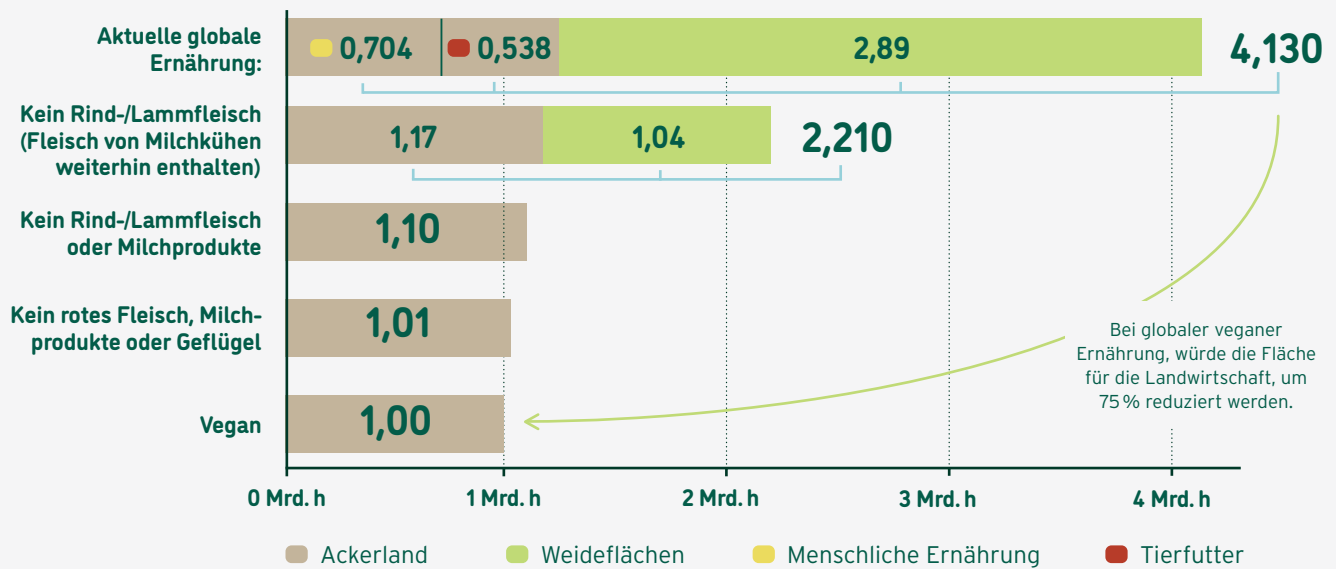
Basierend auf einer Modellierungsstudie mit Fokus auf die Transformation der Landwirtschaft und eine Ernährungswende in Deutschland verdeutlicht eine vom NABU initiierte Studie, dass sich beide Ziele gleichzeitig erreichen lassen^[230]. Schlüsselergebnisse waren hier, dass eine überwiegend pflanzenbasierte Ernährung doppelt so flächeneffizient ist wie die tierische und dass die Erträge aus 1 ha pflanzlicher Erzeugnisse etwa 2 ha tierische Erzeugnisse (Fleisch, Milch, Eier) ersetzen^[230].

Den Flächenbedarf unterschiedlicher Ernährungsweisen haben auch Schlatzer et al. untersucht^[201]. Die vegane Ernährungsweise beansprucht mit 629 m² pro Jahr und Person die geringste Fläche^[201]. Die aktuelle durchschnittliche Ernährungsweise beansprucht demgegenüber mit 1.832 m² pro Person und Jahr fast das Dreifache^[201].

Bezogen auf die Substitution von Fleisch durch pflanzliche Proteine gibt es auch erste Studien, die Bezug nehmen auf die Flächenbeanspruchung. Pilorgé et al. untersuchten, welche Folge ein Ersatz der gesamten Tierindustrie in Europa basierend auf Erbsen und Raps, welche die Hauptzutaten für Fleischalternativen darstellen, hätte^[231]. Demnach wären 12 % des aktuellen Agrarlandes in der EU dafür ausreichend, was einer erheblichen Einsparung entspricht^[231].

Studien von Poore und Nemecek mit Fokus auf die globale Landnutzung legen nahe, dass sich die weltweite Flächenbeanspruchung für die Landwirtschaft um 75 % reduzieren ließe, wenn alle zu einer pflanzlichen Ernährung übergehen würden^[21] (→ Abbildung 4). Diese starke Reduzierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung wäre möglich dank einer Verringerung der Weideflächen und einem Wegfall des Flächenbedarfs für den Anbau von Tierfutter^[21, 232].

Weltweite Agrarflächennutzung abhängig von der Ernährungsweise (Milliarden ha)



Quelle: Ritchie H (2023) If the world adopted a plant-based diet we would reduce global agricultural land use from 4 to 1 billion hectares. Our World in Data.

Abb. 4: Weltweite Agrarflächennutzung abhängig von der Ernährungsweise

Es schließt sich die Frage an, wie viele Menschen auf der Erde durch eine vegane Ernährung versorgt werden könnten, wenn umgewandelte Flächen für vegane Lebensmittel beansprucht würden. In einer Studie von Cassidy et al. aus dem Jahr 2013 wurde die Frage bereits behandelt^[233]. Sie stellte fest, dass der Anbau von Nahrungsmitteln, die ausschließlich für den direkten menschlichen Verzehr bestimmt sind, in Anbetracht der derzeitigen Mischung von Nutzpflanzen im Prinzip die verfügbaren Nahrungsmittelkalorien um bis zu 70 % erhöhen könnte, wodurch weitere 4 Milliarden Menschen ernährt werden könnten^[233].

Neben der Frage, wie viele Menschen global auf der Erde durch eine vegane Ernährung ernährt werden könnten, ist die Frage nach der Umwidmung der durch Einsparung neu gewonnenen

Flächen von zentraler Bedeutung. Das Flächensubstitutionspotenzial für die Futterflächen in Deutschland und weltweit ist gigantisch. Eine Möglichkeit im Sinne des veganen Ökolandbaus ist es, auf den neu gewonnenen Flächen pflanzenbasierten Dünger zu gewinnen^[238]. Dies könnte durch das „Cut & Carry“-Verfahren geschehen, indem die Wiesen auf dem Grünland gemäht und anschließend als Transfermulch auf Ackerflächen befördert werden^[234]. Darüber hinaus ließe sich die Biomasse als Grundlage für die Produktion von Kompost oder Humuserde nutzen^[38]. Abgesehen von diesen Nutzungsmöglichkeiten wäre die Biomasse auch für die Energieproduktion geeignet, indem sie für Biogasanlagen verwendet würde^[235]. Die Renaturierung, Aufforstung zu Wäldern oder eine Verwilderung stellen weitere wertvolle Umwidmungsmöglichkeiten dar^[123].

PETER WOHLLEBEN, FÖRSTER UND WALDFÜHRER

Frei gewordene Flächen sollten zu Wildnis werden, da Wälder im Durchschnitt die Temperatur im Vergleich zu landwirtschaftlicher Fläche um 10 Grad mehr herunterkühlen und es signifikant mehr regnet, wenn es intakte Wälder gibt. Durch die Rückgewinnung von Wildnis sei die Bekämpfung der aufgrund der Klimaerwärmung entstehenden Hitze und Dürre lokal möglich. Die Fähigkeit der Natur, sich zu erholen, sei überall möglich, auch auf nährstoffarmer Fläche. Grasland ist ebenfalls wichtig, jedoch in Wildnisform und verhältnismäßig nur in geringem Anteil zu Wald. Der effektivste Weg, die Biodiversität zu schützen, sei, so wenig wie möglich in die Natur einzugreifen. Man müsse den Schutz der Artenvielfalt viel weiter greifen und auch Organismen wie Bakterien und Pilze, von denen bis heute die meisten noch nicht erforscht oder entdeckt sind, mit einbeziehen^[123].



Credit: Tobias Wohlleben

Der Schutz des Trinkwassers spielt mit Blick auf die Umwidmung von frei gewordenen Flächen in Wald ebenfalls eine große Rolle^[236]. Wälder sind wichtige Speicher von Trinkwasser, das als besonders rein gilt. Allein in Deutschland befinden sich mehr als 40 % aller Wasserschutzgebiete im Wald^[236].

Die Renaturierung von Mooren wird im Zusammenhang mit der Transformation neu gewonnener Flächen forciert^[237]. Die-

se Feuchtgebiete nehmen als Kohlenstoffspeicher eine wichtige Rolle für den Klimaschutz ein. Schätzungen zufolge sind von trockengelegten Moorböden im Jahr 2019 beinahe 7 % aller Treibhausgasemissionen in Deutschland ausgegangen^[237]. Bis 2026 sollen für die Wiedervernässung von Mooren insgesamt 4 Mrd. Euro über den Energie- und Klimafonds bereitgestellt werden^[238].

Die Kombination von Grünland und anderen klimaschonenden Verfahren, wie die Installation von Photovoltaikanlagen zur Gewinnung klimaneutraler Energie, ist ebenfalls eine Möglichkeit zur neuen Flächennutzung^[239]. In Deutschland werden die sogenannten Agri-PV-Anlagen im 2023 in Kraft getretenen Erneuerbare-Energien-Gesetz bereits gefördert^[124].

Neben der Schaffung von neuen Flächen kreiert der vegane Ökolandbau einen gesunden Umgang mit der Ressource Boden^[38]. Die eingesetzten Verfahren wie Transfermulch, Gründüngung oder eine lockere Bodenbearbeitung haben positive Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit und -erosion^[38]. Vor allem die Humuserde hat durch ihre Eigenschaften, mit hoher Kapazität Wasser zu binden und eine hohe Bodenfruchtbarkeit zu erzielen, einen positiven Einfluss^[38]. Langfristig gesehen soll Humuserde in großem Maße auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht werden^[38]. Dadurch bietet der vegane Ökolandbau die Chance, die derzeitige Bodendegradation in der Landwirtschaft zu beenden und umzuwandeln^[235].

4.3 ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN

Die Anzahl der vegan lebenden Menschen ist in den letzten Jahren immer weiter gestiegen, sodass die vegane Ernährung keine Modeerscheinung mehr darstellt^[240]. Das Land mit den meisten vegan lebenden Menschen ist Indien, wo schätzungsweise 13 % der Bevölkerung Veganer sind, gefolgt von China mit 6%. In den USA sind es etwa 4 %, in Deutschland 3 %^[241]. Global gesehen liegt der Anteil von Veganern an der Weltbevölkerung nach Schätzungen unter einem Prozent^[242]. Die Beweggründe für eine vegane Ernährung sind ebenfalls unterschiedlich. So können gesundheitliche und ökologische Aspekte zu einer veganen Ernährungsweise motivieren. Studien legen nahe, dass die Vermeidung von Tierleid meist den Hauptgrund darstellt^[243].

Im Leistungssport gibt es schon längere Zeit Athleten, die sich konsequent vegan ernähren und Höchstleistungen erbringen, wie etwa Lewis Hamilton, Venus Williams, Novak Djokovic^[244] oder Patrik Baboumian, der mit einem veganen Lebensstil 2011 Deutschlands stärkster Mann wurde und sogar einen Kraftweltrekord aufstellte^[245].

Mittlerweile stehen unterschiedliche Ernährungsgesellschaften weltweit der veganen Ernährungsform positiv gegenüber und plädieren dafür, dass eine gesunde Lebensweise in jedem Lebensabschnitt auch vegan möglich ist. Darunter sind Ernährungsgesellschaften aus den USA, Portugal, Kanada, Australien und Großbritannien^[246-250]. Bei einer gesunden Ernährung steht die Nährstoffversorgung im Vordergrund^[188, 189, 251]. Die wichtigste Frage, die sich Menschen bei ihrer Ernährung stellen sollten, ist daher, ob die jeweilige Ernährungsform die erforderlichen Nährstoffe, die der menschliche Körper benötigt, liefert^[251-253].

Im Rahmen einer veganen Ernährung können ausreichend Nährstoffe für ein gesundes Leben gewonnen werden^[251]. Wichtig zu verstehen ist, dass tierische Produkte nie die ursprünglichen Quellen von Vitaminen und Mineralstoffen sind. Vitamine werden von Mikroorganismen produziert, und Mineralien stammen aus dem natürlichen Erdboden und werden über die Wurzeln von Pflanzen aufgenommen. Beide gelangen erst im Laufe der Nahrungskette in tierische Organismen^[188, 189, 251]. In jeder Ernährungsform gibt es Nährstoffe, deren Aufnahme innerhalb einer Gesellschaft nicht ausreichend sein kann, diese werden kritische Nährstoffe genannt^[254]. Für die vegane Ernährung gelten unterschiedliche Nährstoffe als potenziell kritisch, von denen man-

che über die Zufuhr der richtigen Lebensmittel leichter gedeckt werden können als andere. Nach aktuellem wissenschaftlichem Stand gibt es keine pflanzlichen Lebensmittel, die genug Vitamin B12 enthalten, um den täglichen Bedarf zu decken^[255]. Auch sogenannten Nutztieren wird dieser Nährstoff künstlich über das Futter zugeführt, da sie sich nicht frei in der Natur bewegen können und somit auch keine Vitamin-B12-Quellen erreichen^[256-258]. Menschen, die sich vegan ernähren, wird empfohlen, Vitamin B12 in Form von Nahrungsergänzungsmitteln zu supplementieren^[188, 189].

Ein typisches Vorurteil gegenüber der veganen Ernährung betrifft auch die angeblich geringe Zufuhr von Proteinen^[188, 189]. Dies resultiert aus der Fehlannahme, dass es nicht möglich sei, mit veganer Ernährung seinen Proteinbedarf zu decken^[188, 189, 252]. Doch viele verschiedene pflanzliche Lebensmittel wie Hülsenfrüchte, Nüsse oder Vollkorngetreide sind reich an Proteinen^[7]. Durch die Kombination verschiedener pflanzlicher Proteinlieferanten, wie beispielsweise Hülsenfrüchte und Vollkorngetreide, erreicht man eine biologische Wertigkeit, die eine gesunde Ernährung ermöglicht^[251]. Daher ist es mittels einer Vielzahl von proteinreichen pflanzlichen Lebensmitteln sehr gut möglich, als vegan lebender Mensch eine genügende Menge an Proteinen zu sich zu nehmen^[188, 189].

Die Vorteile der veganen Ernährung zeigen sich insbesondere in den günstigeren Blutlipiden, z.B. LDL-Cholesterin, da kein Nahrungscholesterin aufgenommen wird und die Zufuhr von gesättigten Fettsäuren deutlich niedriger ist. Die vegane Ernährung ist zudem geprägt von einer höheren Zufuhr von Ballaststoffen, Antioxidantien und sekundären Pflanzenstoffen sowie einer höheren Aufnahme von Vitaminen wie C, E, Thiamin (B1), Folat, Magnesium und Kalium^[189, 259]. Eine ausgewogene vegane Ernährung kann darüber hinaus gesundheitliche Vorteile bewirken, z.B. im Hinblick auf Übergewicht, Diabetes Typ 2, Bluthochdruck, ischämische Herzkrankheiten sowie bestimmte Arten von Krebs^[189, 260-264].

4.4 ZEITLICHE UND FINANZIELLE ASPEKTE

Die Finanzmittel, die weltweit für die Förderprogramme der Agrarwirtschaft aufgebracht werden, belaufen sich auf über 233 Mrd. US-Dollar jährlich^[37]. Ein Großteil davon wird in der EU und in den USA für die konventionelle Landwirtschaft bereitgestellt^[265]. Finanzielle Mittel scheinen demnach verfügbar zu sein, jedoch werden die Mittel nur zu einem geringen Teil anhand von Nachhaltigkeitskriterien verteilt^[266]. Eine Neuzuweisung der Subventionen ist erforderlich, um eine nachhaltige Agrar- und pflanzenbasierte Ernährungswende in naher Zukunft zu erreichen.

Finanzielle Aspekte beziehen sich in erster Linie auf zwei Dimensionen: die unmittelbaren Auswirkungen auf die Akteure der Agrar- und Ernährungswende und die externalisierten Kosten durch Klimaschäden, die durch die Gemeinschaft getragen werden müssen^[196, 267]. Die Folgekosten einer Nicht-Transformation verursachen Schäden mit negativen Effekten auf Klima, Biodiversität, Umwelt, Gesundheit und Tierleid^[196, 197]. Sofern die konventionelle Landwirtschaft beibehalten wird, wird sich das Klima weiter erwärmen, Naturkatastrophen werden zunehmen, und das Artensterben wird sich beschleunigen^[3]. Boden und Wasser werden weiter verseucht und ausgebeutet, und die Gesundheitskosten schießen in die Höhe, während das Tierleid unverändert anhält^[3, 196]. Tatsächlich fallen die soeben beschriebenen Kosten tagtäglich bereits an und steigen Jahr für Jahr^[196].

Für das Agrar- und Ernährungssystem in Deutschland wurde die Höhe dieser Kosten in einer Studie der Boston Consulting Group (BCG) untersucht^[268]. Dafür berechneten sie die externen ökologischen Kosten der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2017 in den Bereichen Klima, Luft, Wasser, Boden, Tierhaltung und Ökologie^[268]. Sie stellten fest, dass diese Kosten 90 Mrd. Euro umfassen würden^[268]. Diese Summe machte somit mehr als das Vierfache der gesamten Bruttowertschöpfung des Landwirtschaftssektors in Deutschland aus, die 21 Mrd. Euro betrug^[268]. Zu den Kosten kämen weitere 10 Mrd. Euro hinzu, die jährlich infolge von EU-Direktzahlungen an den deutschen Landwirtschaftssektor fließen^[268]. Insgesamt entstünden dadurch jährlich 100 Mrd. Euro an Kosten, die aktuell von der Gesellschaft getragen werden^[268]. Die Kosten seien noch höher, da Dimensionen wie Soziales und Ökonomie nicht in die Rechnung mitbezogen werden konnten^[268]. In einem Szenario, in dem die Empfehlungen der EAT-Lancet-Kommission in Deutschland eingehalten würden und der Fleischkonsum drastisch sänke, könnten 25 Mrd. Euro gespart werden^[268]. Diese Zahl ergibt sich aus der Berechnung des Einsparpotenzials beim täglichen Fleischkonsum, der in der Studie den Ausgangswert von etwa 164 g/Tag hat und den Zielkorridor der EAT-Lancet-Kommission von 45 g/Tag erreichen soll^[268]. Pro Gramm reduziertem Fleischkonsum pro Tag entspräche dies einer Einsparung von 210 Mio. Euro/Jahr^[268]. Ein rein veganes Szenario würde ein weiteres Einsparpotenzial von schätzungsweise 9,4 Mrd. Euro auf dann 34,4 Mrd. Euro ergeben.

Den Einfluss des Ökolandbaus in Deutschland auf die landwirtschaftlich verursachten externalisierten Kosten (Schäden durch Klimaerwärmung, Biodiversitätsverlust) haben Hülsbergen et al. in ihrer Studie untersucht^[198]. Ihre Analyse basierte auf verschiedenen Datenquellen, darunter Primärdatenerhebung bei Landwirtschaftsbetrieben, Dauerfeldexperimente und internationale Literatur^[198]. Die Ergebnisse zeigten, dass der Ökolandbau in Deutschland zu Kosteneinsparungen von 700-800 Euro pro Hektar/Jahr führt, was bei Betrachtung der ökologisch bewirtschafteten Anbaufläche in Deutschland von 1,8 Mio. Hektar Kosteneinsparungen von 1,5 Mrd. Euro pro Jahr zur Folge hätte^[198]. Es wäre nach Ansicht der Forscher daher von großer Bedeutung, die Ökolandbaufläche in Deutschland zu erweitern und das Ziel der Bundesregierung zu erreichen, 30 % der landwirtschaftlichen Fläche bis zum Jahr 2030 in Ökoland umzuwandeln^[198]. Das würde einer Kostenersparnis von bis zu 4 Mrd. Euro entsprechen^[198]. Bei einer 100%igen ökologischen Bewirtschaftung der Agrarflächen ergäben sich dann rechnerisch etwa 12-13 Mrd. Euro Einsparungen pro Jahr.

Aus dem GAP-Budget der EU fließen innerhalb des aktuellen 5-Jahreszeitraums etwa 378 Mrd. Euro in die Landwirtschaft, also rund 75 Mrd. Euro jährlich bei einer Bevölkerung von 447 Mio. Einwohnern. Das entspricht ca. 156 Euro Agrarsubventionen pro Bewohner pro Jahr^[269]. Das Budget für Deutschland umfasst etwa 30 Mrd. Euro für den 5-Jahreszeitraum, also rund 6 Mrd. Euro pro Jahr. Bezogen auf die Fläche von ca. 16,1 Mio. ha liegt der durchschnittliche Prämiensatz pro ha bei 362 Euro. Etwa 10 % der Anbauflächen in Deutschland werden mittlerweile ökologisch bewirtschaftet^[270]. Es wird deutlich, dass finanzielle Mittel vorhanden sind, aktuell aber in weiten Teilen der klimaschädlichen Landwirtschaft, insbesondere im Rahmen des Futtermittelanbaus und der Nutztierhaltung, zugewiesen werden. Hier besteht demnach großes Umverteilungspotenzial der Subventionen, weg von klimaschädlichen Arten der Landwirtschaft hin zu klimafreundlichen, förderungswürdigen Anbauverfahren.

Neben dem mächtigen GAP-Rahmenbudget gibt es weitere Instrumente, die sowohl auf Anbieter- als auch auf Nachfrageseite die Agrar- und Ernährungswende beschleunigen und vor allem direkter umgesetzt werden können^[196]:

- Steigende Umsatzerlöse aufgrund erhöhter Absatzzahlen veganer Ökoprodukte
- Abgaben der Verbraucher für zu sanktionierende Produkte
- Steuern auf klimaschädliche Lebensmittel
- Sanktionierung von umweltschädlichen Produktionsverfahren
- Regionale und lokale Innovationsfonds
- Kommunale Maßnahmen
- Maßnahmen in den öffentlichen Einrichtungen
- Werbeverbote für gesundheits- und klimaschädliche Produkte

Die Steigerung der Umsatzzahlen und die Erhöhung der Preise aufgrund von Abgaben und Steuern für klimaschädliche Produkte adressieren direkt die Kaufentscheidung des Konsumenten^[271, 272]. Die Umsatzerlöse steigen, wenn die Nachfrage nach veganen Ökolebensmitteln steigt^[273]. Sofern diese preislich attraktiv angeboten werden können, regelt hier bereits der Markt sehr viel von selbst. Die Absenkung der Mehrwertsteuer für pflanzenbasierte Produkte, Obst, Gemüse und Hülsenfrüchte ist in der Öffentlichkeit und beim Wissenschaftlichen Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) ein aktuell diskutierter Vorschlag und wird mit Mindereinnahmen in Höhe von 0,5 Mrd. Euro beziffert^[274, 275]. Diskutiert wird auch eine Abgabe, bspw. eine Fleischsteuer, mit der Zielsetzung, den Konsum zu reduzieren, um die gesundheitlichen Risiken und die ökologischen Schäden zu senken^[276]. Umweltschädliche Produktionsverfahren lassen sich durch die CO₂-Bepreisung bereits heute schon sanktionieren. Die konventionelle Landwirtschaft ist in weiten Teilen energieintensiver als die vegane ökologische Landwirtschaft, da im Rahmen der sogenannten Nutztierhaltung viel Energie eingesetzt wird und lange Transportwege in Kauf genommen werden^[277]. Die Schäden durch den Biodiversitätsverlust aufgrund des Einsatzes von Pestiziden und Herbiziden sind schwer zu messen. Bei einer veganen Ökolandwirtschaft würden diese jedoch nicht entstehen. Schäden durch Überdüngung, in Form von Nitrataustritt in die Gewässer, werden bereits durch die Düngemittelverordnung reguliert und sanktioniert^[278]. Nicht zu berechnen sind die unermesslichen Schäden durch Tierleid. Die Subventionen für jede Art von Nutztierhaltung sollten daher abgeschafft werden^[279]. Regionale und lokale Innovationsfonds für einzelne Maßnahmen lassen sich auch auf die Transformation hin zum veganen Ökolandbau übertragen und könnten Einzelmaßnahmen der Landwirte unterstützen^[280]. Auf kommunaler Ebene können etwa Gemeinden durchsetzen, dass landwirtschaftliche Flächen nur noch für die ökologische Bewirtschaftung freigegeben werden. Erste erfolgreiche Ansätze gibt es dazu bereits^[281].

Die Höhe und Vielzahl der Kostenpositionen verdeutlicht die Komplexität der Agrar- und Ernährungswende^[282]. Erforderlich sind ökonomische Anreize zur Vermeidung klimaschädlichen Handelns^[283]. Heute externalisierte Folgekosten sollten bestmöglich den Verursachern zugeordnet werden und internalisiert werden, sprich, am Ende sich auch in den wahren Preisen für Lebensmittel widerspiegeln^[284]. Dadurch würden etwa Fleisch, Fisch, Eier und Milch deutlich teurer und vegane Ökoprodukte aufgrund der geringen Treibhausgasemissionen in Relation günstiger^[284].

Höhere Erzeugerpreise im Vergleich zum konventionellen Landbau sind für Landwirte die wichtigste Bedingung für eine

Umstellung auf den Ökolandbau^[285]. Damit gehen gesicherte Abnahmeverträge einher, welche die zweitwichtigste Umstellungsbedingung darstellen^[285]. Von hoher Bedeutung sind auch Ausstiegsprämien aus der sogenannten Nutztierhaltung, wie es bspw. in den Niederlanden bereits erfolgreich praktiziert wird^[286, 287]. In diesem Zusammenhang könnten weitere Maßnahmen, wie der Vorschlag des WBAE, die Schul- und Kitaverpflegung staatlich zu finanzieren und an die Ernährungsempfehlungen anzupassen, förderlich sein^[275]. Wenn der Staat für Schulen und Kitas Nahrungsmittel aus dem veganen Ökolandbau bezöge, könnte dies bereits eine Vielzahl von Abnahmeverträgen und attraktive Erzeugerpreisen absichern. Besonders während der ersten Jahre der Transformation wäre dies entscheidend. Der Wissenschaftliche Beirat beziffert die Mehrkosten für eine staatliche Verpflegung in Schulen und Kitas auf 5,5 Mrd. Euro^[275]. Dadurch würden Millionen Menschen erreicht und könnten für eine gesunde, vegane und ökologische Verpflegung gewonnen werden^[275]. Für das Ziel eines gesunden Ernährungswandels könnte diese Maßnahme einen entscheidenden Beitrag leisten, da es wichtig ist, Kinder bereits früh mit gesunder Ernährung vertraut zu machen^[275]. Schulen und Kitas bieten eine Chance, die Ernährungsbildung und Gewöhnung an gesundes, nachhaltiges Essen voranzutreiben^[288]. Der WBAE liefert zusätzliche Vorschläge, wie an anderer Stelle neues Kapital generiert werden kann. Infolge einer Erhöhung der Mehrwertsteuer von 7 % auf 19 % auf tierische Produkte könnten in Deutschland demnach jährlich zwischen 4,3 und 5 Mrd. Euro an staatlichen Einnahmen generiert werden^[275]. Eine weitere Chance, um zusätzliche Geldmittel zu schaffen, besteht darin, eine Steuer auf Lebensmittel mit hohen CO₂e-Emissionen oder hohem Ressourcenverbrauch einzuführen^[289]. Diese Einnahmen könnten für die Transformation hin zum veganen Ökolandbau verwendet werden, etwa für die umstellungsbedingten Investitionen der Landwirte. Die gesicherte Finanzierung der Umstellungskosten gehört für deutsche Landwirte zu den wichtigsten Gründen, den Schritt zu gehen^[289].

Deutschland hat in anderen Sektoren wie dem Energiesektor im Rahmen des Kohleausstiegs bereits gezeigt, dass zweistellige Milliardenhilfen für einen nachhaltigen Wandel zur Verfügung gestellt werden können^[290]. Jetzt geht es darum, Gleiches in der Landwirtschaft zu tun, da dieser Sektor derzeit eine ebenso gro-

ße Gefahr für die Gesellschaft darstellt. Die finanzielle Förderung des veganen Ökolandbaus ist eine Maßnahme, welche ein nachhaltigeres, gesünderes und sozial verträglicheres Ernährungs- und Agrarsystem etablieren und damit langfristig Kosten reduzieren könnte. Die notwendigen Investitionen für die Transformation sind überschaubar und stellen nur einen Bruchteil der Kosten dar, die durch das derzeitige klimaschädliche Agrarsystem entstehen und in Zukunft noch entstehen werden. Daher ist es unerlässlich, diese Transformation voranzutreiben und sofort zu beginnen.

Der Handlungsdruck, die Ernährungs- und die Agrarsysteme zu ändern, ist im Hinblick auf das 1,5-Grad-Ziel enorm groß. Effektive klimaschützende Maßnahmen schnell durchzuführen, ist notwendig, um substantielle Verbesserungen zu erzielen. Welche Zeitspanne kann für den Transformationsprozess als realistisch angesetzt werden? Da der Wandel in den Agrarsystemen in den demokratischen Industriestaaten durch die Förderpolitik gelenkt wird, empfiehlt sich hier der exemplarische Blick in den Abstimmungsprozess der EU bzw. länderbezogen auf Deutschland. Die GAP-Förderperiode 2023-2027 mit den neuen Schwerpunkten wurde mit Start im Jahr 2018 durch einen bis in das Jahr 2022 andauernden Abstimmungsprozess mit einer Vielzahl von Stakeholdern inhaltlich ausdefiniert^[291]. Evaluationen sowie die Einreichung der finalen Fassung und Genehmigungen mit der EU-Kommission erfordern weitere zeitliche Ressourcen und umfassen die intensiven Vorbereitungen auf eine neue Förderperiode^[291, 292]. Die Umsetzung erfolgt dann in weiteren 5 Jahren, während parallel die neue Strategie für die Periode 2028-2032 ausgearbeitet wird. Der Erfolg der Umsetzungsphase ist dann wiederum von den ausgearbeiteten Anreiz- und Sanktionssystemen und der Mitwirkung der beteiligten Landwirte abhängig.

Die Ausgestaltung der neuen GAP-Strategie erfolgt in einem offenen Stakeholder-Verfahren unter Einbindung von politischen Akteuren und Interessenvertreterverbänden in Form des Begleitausschusses „Nationaler GAP-Strategieplan“^[293]. Sehr optimistisch ist, im Hinblick auf die EU einen Umsetzungshorizont von 10-15 Jahren für die Transformation hin zum veganen Ökolandbau anzusetzen. Abhängig vom politischen Willen und der Bereitschaft der Landwirte sowie Veränderungen bei der Marktnachfrage sind länderbezogen schnellere Vorgehensweisen denkbar.

5. FALLSTUDIE DEUTSCHLAND

Das Transformationspotenzial, ausgehend vom Status Quo, hin zu einer veganen Ökolandwirtschaft soll in Form von Simulationsrechnungen, annahmehasiert, für die Zukunft projiziert werden. Als wichtige Parameter werden im Folgenden die Reduktion des durchschnittlichen Fleischkonsums pro Kopf (als Bezugsgröße für die Herleitung der Quote an pflanzenbasierter/veganer Ernährung), das Transformationspotenzial der Flächennutzung, die ernährungsbedingten Treibhausgasemissionen und als finanzielle Bezugsgrößen die Berechnung der Subventionsquoten im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU sowie das Einsparpotenzial an Klimafolgekosten betrachtet. Als Simulationshorizont wurden die aktuelle (2023 bis 2027) und die darauf folgende GAP-Periode (2028 bis 2032) gewählt, um hier ein Szenario anzubieten, das sich zumindest in der EU an den derzeit bestehenden politischen Rahmenbedingungen orientiert. In anderen Ländern können agrar- und ernährungspolitische Maßnahmen u. U. schneller umgesetzt werden. Die Ausgangsdaten stammen aus Studien und Werten, die aus internationalen und nationalen Datenbanken abgerufen werden können. Die jährlichen Veränderungsdaten basieren auf konstanten Größen, die jeweils den Durchschnitt über die gesamte Periode widerspiegeln. Mit Blick auf die Quote der ökologisch bewirtschafteten Flächen wird ein deutlich höherer Anstieg im Zuge der GAP-Periode 2028-2032 angenommen. Die Erreichung des Zielsystems einer rein veganen Ernährung und eines rein veganen Ökolandbaus im Jahr 2032 stellt die Basisannahme der Simulationsrechnungen dar. Datenbasis und Rechenwege sind in der Anlage hinterlegt.

Die Rechenmodelle lassen sich auch international anwenden und erlauben Projektionen in anderen Ländern. Als Ausgangsgrößen sollten in den zu analysierenden Ländern das Ausmaß der THG-Emissionen der Landwirtschaft, die Aufteilung der landwirtschaftlichen Flächen, die Ausgaben für Subventionen sowie der aktuelle Stand des Fleischkonsums bekannt sein.

Nicht berücksichtigt werden Import/Export-Quoten, da mit Blick auf die Selbstversorgungsquote in Deutschland für die Grundnahrungsmittel überwiegend Werte nahe 100% erreicht

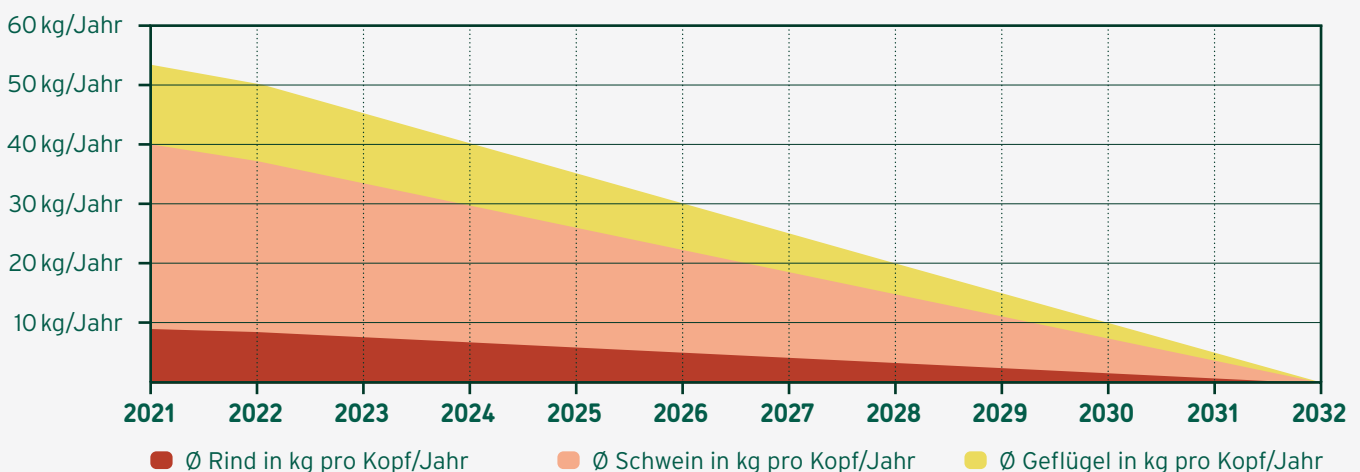
werden^[294, 295]. Große Importmengen betreffen Futtermittel, etwa Soja, die perspektivisch nicht mehr im Rahmen der Transformation benötigt werden^[296], und weiterhin Pflanzen, die aufgrund der klimatischen Bedingungen nicht in Deutschland angebaut werden können.

5.1 REDUKTION FLEISCHKONSUM

Statistisch recht gut erhoben wird der jährliche Konsum von Fleisch in kg pro Kopf. Der Fleischkonsum ist in Deutschland deutlich rückläufig und liegt aktuell bei etwa 52 kg^[218]. Die grundlegende Annahme hier ist, dass wenn im Ergebnis kein Fleisch mehr konsumiert wird, der Durchschnittswert also bei 0 kg liegt, die Ernährung überwiegend vegan erfolgt. Weiterhin wird angenommen, dass die Nachfrage nach Futtermitteln, und damit auch die Nachfrage nach Flächen für den Futtermittelanbau, mit dem Fleischkonsum korreliert. Anders ausgedrückt, je geringer der Fleischkonsum, desto weniger Nachfrage gibt es nach Tierfutter. Als ergänzende Informationen wurden auch der Milchkonsum und der Fischkonsum betrachtet. Auch hier gilt, je weniger Milch und Fisch konsumiert werden, desto höher ist der Anteil der pflanzenbasierten Ernährung. Ein Parameter, um das Tierleid zu messen, ist die Anzahl der Tiere in der Mast. Ein signifikantes Absenken der Anzahl der Tiere in der Mast führt zu einer Absenkung des Tierleids in Summe. Jedoch ist das Tierleid für die verbleibenden Tiere selbstverständlich unbegreiflich groß. Eine Befreiung aller Tiere aus der Mast, ein Leben in Freiheit ohne menschliche Ausbeutung wird erreicht, wenn keine tierischen Produkte mehr produziert und nachgefragt werden, der Konsum und die Produktion von tierischen Produkten also komplett eingestellt werden.

In einem veganen Ernährungssystem wäre dann im Jahr 2032 der Pro-Kopf-Verbrauch mit Blick auf die tierischen Produkte komplett auf null gesunken. Individuell betrachtet kann es zu deutlich größeren Veränderungen kommen, wenn sich Menschen konsequent dazu entscheiden, auf vegan umzustellen. Die Berechnungswerte finden sich im Anhang. Abbildung 5 illustriert die Reduktion des Fleischkonsums bis ins Jahr 2032.

Reduktion Fleischkonsum in kg/Jahr



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 5: Simulation der Reduktion des Fleischkonsums in kg/Jahr

5.2 TRANSFORMATIONSPOENZIAL DER AGRARFLÄCHEN

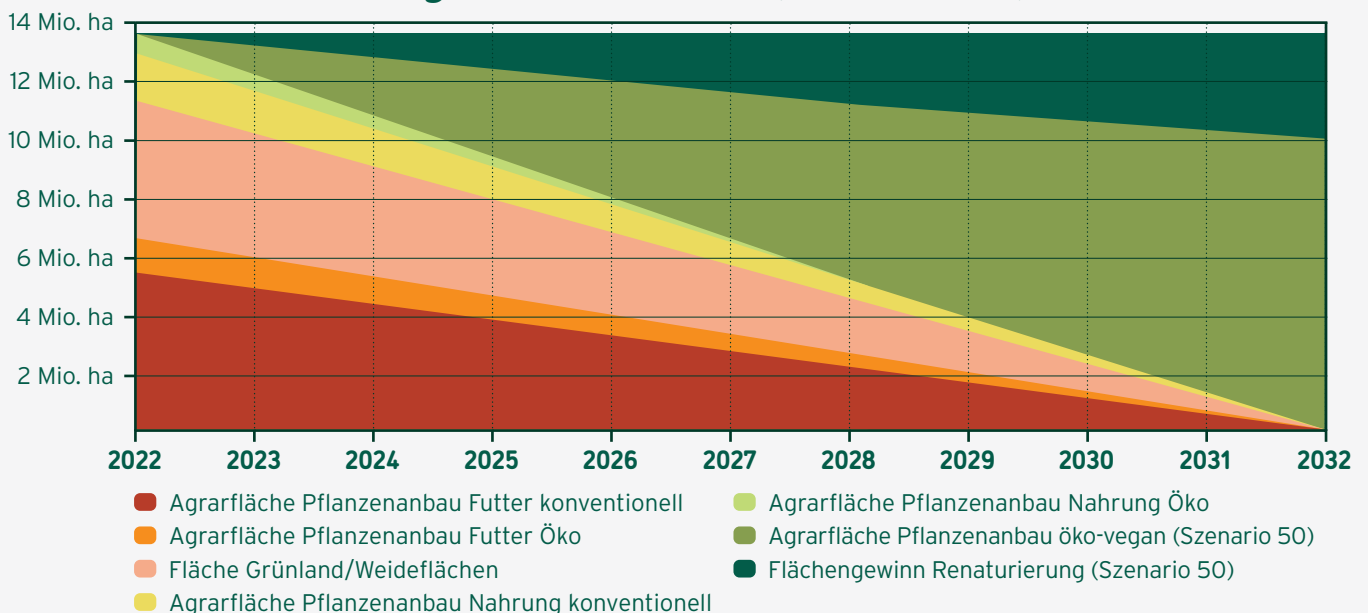
Die landwirtschaftlich genutzten Flächen umfassen in Deutschland etwa 16,5 Mio. ha, davon werden aktuell direkt und indirekt für die Ernährungsversorgung knapp 14 Mio. ha beansprucht^[228, 297]. Die restlichen Flächen werden für Energiepflanzen und industrielle Produkte verwendet. Die für die Ernährung relevanten Agrarflächen lassen sich grob in Anbauflächen für die pflanzliche Lebensmittelgewinnung, den Anbau von Pflanzen für Tierfutter und Grünlandflächen sowie für die konventionelle und ökologische Bewirtschaftung unterscheiden. Hinzu kommen noch Flächen, die zukünftig für die Renaturierung genutzt werden können. Das Transformationspotenzial der Flächen ergibt sich insbesondere durch den Ernährungswandel hin zur veganen Ernährung, was direkte Auswirkungen auf die Beanspruchung der Grünlandflächen und Anbauflächen für Futtermittel hat. Bemerkenswert ist das Transformationspotenzial von nicht mehr benötigten Flächen. Schon recht früh ergeben sich durch die Transformation Möglichkeiten zur Wiederaufforstung, Renaturierung oder zur Verwilderung, bei der die Natur sich selbst überlassen wird.

Entscheidend für das Transformationspotenzial ist die Ertragskraft des Ökolandbaus. Basierend auf den Untersuchungen von Hülsbergen et al. wird der Ertrag der ökologisch bewirtschafteten Flächen mit 50% im Vergleich zum konventionellen Anbau angegeben (Szenario 50)^[198]. Jedoch zeigen erste Studien im biozyklisch-veganen Landbau deutlich höhere Erträge, und auch Langzeitstudien in den USA, u. a. des Rodale

Institute, weisen darauf hin, dass der biozyklisch-vegane und ökologische Landbau die gleiche und eine höhere Ertragskraft erreichen können^[205, 206, 298, 299]. Anzumerken sind zukünftige Entwicklungen im Bereich der Forschung im Hinblick auf den ökologischen Landbau und auch Digitalisierungsfortschritte, die etwa durch IT-Unterstützung die Wasserversorgung optimieren oder durch Robotereinsatz die Unkrautbekämpfung verbessern können^[203, 300, 301]. Betrachtet wird daher auch ein Szenario mit ähnlicher Ertragskraft im veganen Ökolandbau wie im konventionellen Landbau (Szenario 100).

Das Zielbild ist eine rein vegane Ernährungsversorgung und eine 100% ökologisch-vegane Bewirtschaftung der Agrarflächen. Die Flächenbeanspruchung pro Veganer pro Jahr wird dabei, basierend auf der Studie von Schlatzer et al., mit 629 m²/Jahr angenommen^[201]. Die Veränderungsrate berechnet sich analog zur Abnahme des Fleischkonsums, die als linear sinkend bis zu dem Wert 0 im Jahr 2032 angenommen wird. In dem Zielsystem werden dann keine Flächen mehr für den Futteranbau und zur Beweidung benötigt. Im Szenario 50 zeigt sich (→ Abbildung 6), dass die Flächen für den ökologischen Pflanzenanbau konstant ausgebaut werden und im Jahr 2032 einen Umfang von etwa 10 Mio. ha ausmachen (Szenario 50). Pro Kopf entspricht das dann 1.258 m²/Person/Jahr, basierend auf der 50%igen Ertragskraft des Ökolandbaus. Sämtliche Flächen für den Futtermittelanbau und auch Weideflächen werden der Natur zurückgegeben. In Summe können 3,6 Mio. ha für die Wiederaufforstung, Verwilderung, Agroforstsysteme oder als Biodiversitätsflächen genutzt werden.

Transformationspotenzial der Agrarflächen in ha (Szenario 50)



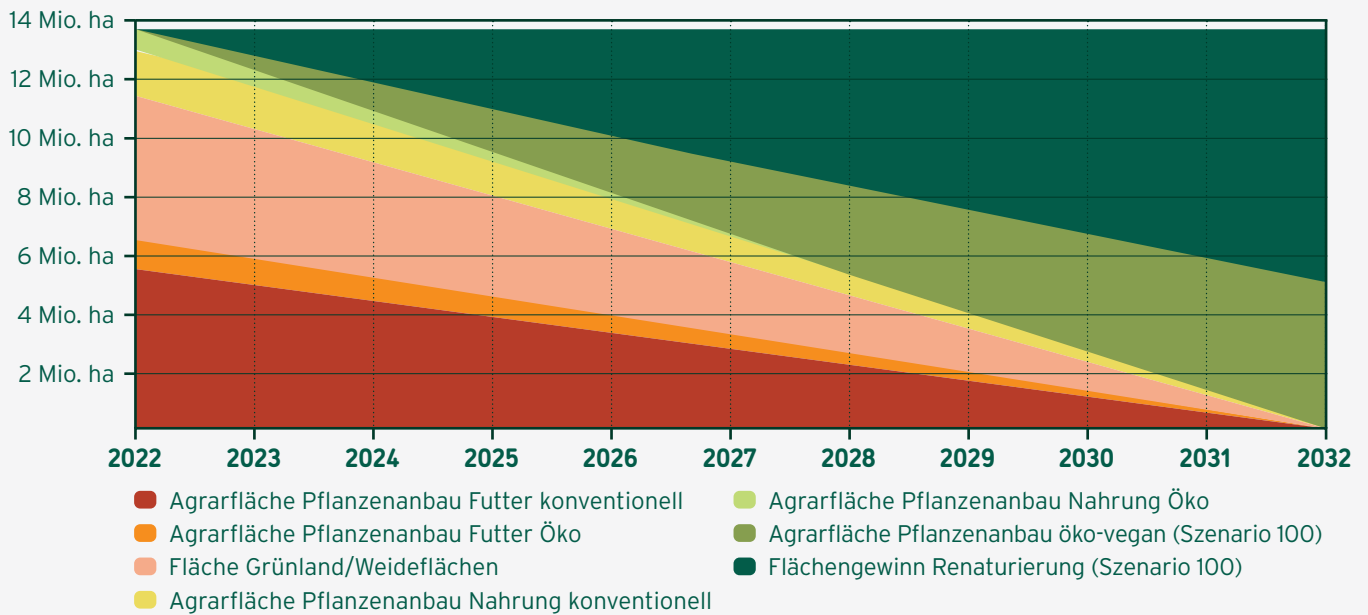
Quelle: eigene Darstellung

Abb. 6: Transformationspotential Agrarflächen in ha - Szenario 50

Ausgehend von einer gleich hohen Ertragskraft des veganen Ökolandbaus (Szenario 100) wie des konventionellen Landbaus werden in Summe weniger Flächen benötigt, um die notwendigen Kalorien und Proteine zu generieren. Weniger landwirtschaftlich benötigte Flächen bedeutet daher auch mehr Transformationspotenzial für die Renaturierung. Im Jahr 2032 werden daher nur noch 5 Mio. ha benötigt, um die Bevölkerung öko-vegan zu ernähren. Pro Kopf entspricht das etwa 629 m²/Person/Jahr. Die Fläche für Renaturierung würde auf 8,6 Mio. ha anwachsen und dadurch reichlich Potenzial für Biodiversität, CO₂e-Speicherung und

Verwaltung zulassen (→ Abbildung 7). In beiden Szenarien wird deutlich, welch großes Transformationspotenzial bei den Flächen besteht. Der entscheidende Parameter ist in der Ertragskraft des ökologischen Landbaus zu sehen. Mit Blick auf vielversprechende Einzelfeldversuche, weitere Forschung, gezielte Schulungen hinsichtlich veganer Düngungsverfahren, die Einbettung des veganen Ökolandbaus in die Lehre und Ausbildung und Digitalisierungsvorteile kann die Ertragskraft des Ökolandbaus in Zukunft weiter gesteigert werden, was dann weitere Flächentransformationen erlauben würde^[143, 197, 210].

Transformationspotenzial der Agrarflächen in ha (Szenario 100)



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 7: Transformationspotential Agrarflächen in ha - Szenario 100

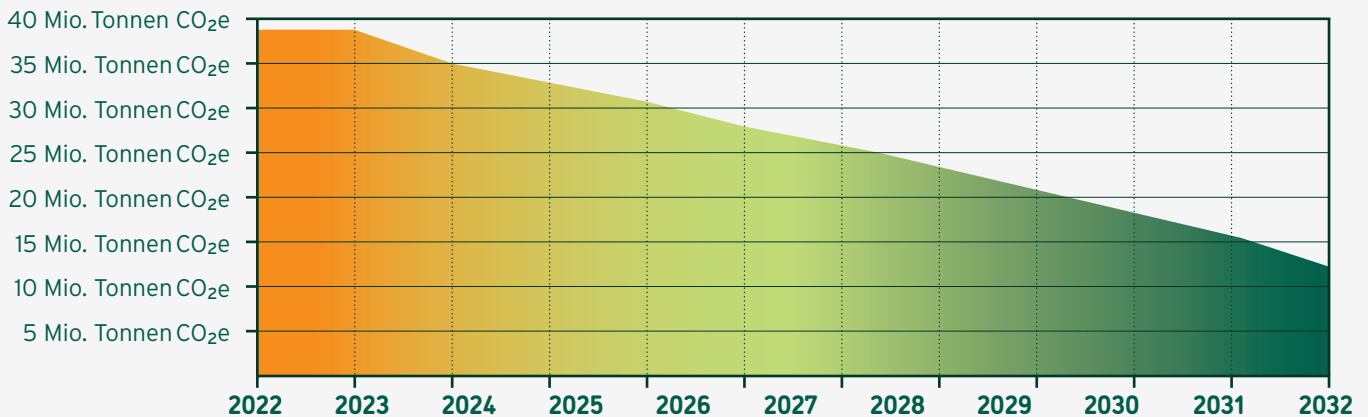
5.3 ENTWICKLUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Die landwirtschaftsbedingten Treibhausgasemissionen belaufen sich in Deutschland aktuell auf etwa 55,5 Mio. Tonnen (t) pro Jahr, wovon schätzungsweise 39 Mio. Tonnen pro Jahr der menschlichen Ernährung zuzurechnen sind^[198, 302]. Hinzuzurechnen wären weiterhin die durch Importe verursachten Emissionen im Ausland. Der Import von jährlich rund 4 Mio. t Soja verursacht bspw. zusätzlich 3 Mio. t CO₂e^[303-305]. Durch die Reduktion des Fleischkonsums wird auch dieser Wert sinken können.

Der Unterschied zwischen den Anbauvarianten und der Bewirtschaftungsform in Bezug auf die Treibhausgasemissionen ist groß. Insbesondere der Einsatz energieintensiver Düngemittel

führt hier zu einer unterschiedlichen Klimawirkung^[198]. Für den konventionellen Anbau von Lebens-/Futtermitteln werden etwa 2,9 t/ha CO₂e veranschlagt^[198]. Bei der ökologischen Bewirtschaftung der Felder sind es 1,2 t/ha CO₂e^[198]. Die Bewirtschaftung von Weideflächen verursacht in konventionell wirtschaftenden Betrieben CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 2,8 t/ha, wohingegen die ökologische Bewirtschaftung von Grünland nur etwa 1,0 t/ha beansprucht^[198]. Durch die Transformation der Flächen hin zum veganen Ökolandbau ergeben sich daher auch deutliche Einsparpotenziale bei den Treibhausgasen. Im Jahr 2032 würden dann im Zuge des veganen Ökolandbaus (Szenario 50) nur noch 12,3 Mio. Tonnen CO₂e emittiert, was einer Absenkung von 68 % entspricht (→ Abbildung 8).

THG Gesamt Landwirtschaft (nur Ernährung – Szenario 50)



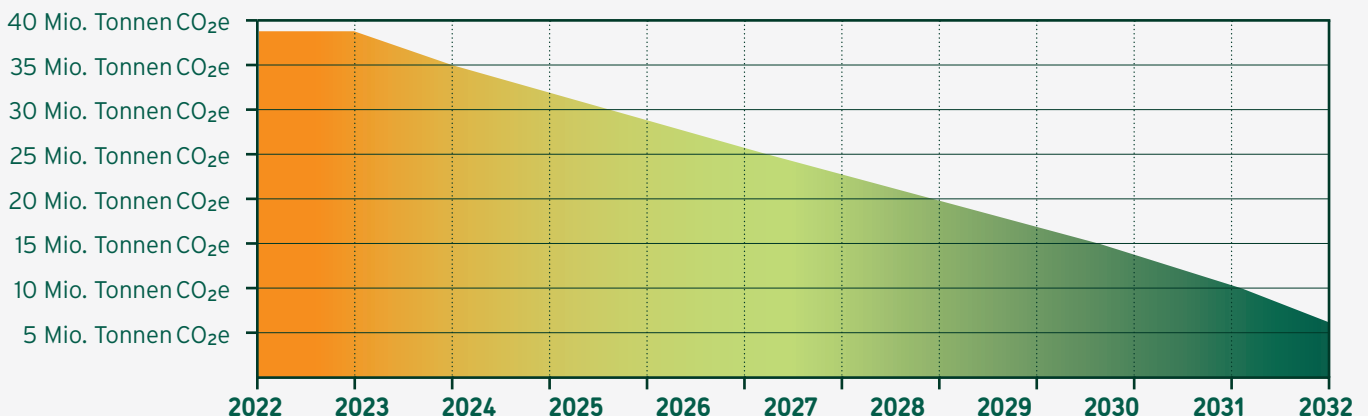
Quelle: eigene Darstellung

Abb. 8: THG Gesamt (Ernährung) - Szenario 50

Das Potenzial an CO₂e-Einsparungen verstärkt sich weiter, wenn die Ertragskraft des ökologischen Landbaus an das Niveau des konventionellen Landbaus angenähert werden kann. In diesem Fall werden wiederum weniger Flächen benötigt, und es kommt

zu einer weiteren Halbierung der Treibhausgasemissionen im Jahr 2032. Konkret werden im Szenario 100 nur noch 6,1 Mio. t CO₂e verursacht, was einer Reduktion von über 84% zum Ausgangswert im Jahr 2022 entspricht (→ Abbildung 9).

THG Gesamt Landwirtschaft (nur Ernährung – Szenario 100)



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 9: THG Gesamt (Ernährung) - Szenario 100

Weiteres Potenzial zur Reduktion der Treibhausgase ist in der Fähigkeit der Wälder zu sehen, CO₂e zu binden. Durch Transformation der Grünflächen und Futteranbauflächen in Waldgebiete oder auch in Form der Wiedervernässung von Mooren besteht hier zukünftig weiteres Potenzial. Die Aufforstungsvorgänge dauern aber entsprechend lange, und wirksame Klimaeffekte sind erst in Jahrzehnten zu beobachten. Im langfristigen Mittel sind Werte von 5 bis 6 t CO₂e/ha anzunehmen^[226, 306]. Mit Blick auf eine komplette Aufforstung der frei gewordenen Flächen im Szenario 50 wären es dann potenziell zusätzlich 22,8 Mio. t CO₂e, die jährlich eingespart werden könnten, was einer klimaneutralen Landwirtschaft entspräche. Die Berechnungen im Rahmen des Szenarios 100 würden ein noch höheres Einsparpotenzial erlauben, etwa 52,8 Mio. t CO₂e. In diesem Fall wären die Effekte der veganen Öko-Landwirtschaft deutlich klimapositiv und würden aktiv zur Senkung der Treibhausgasemissionen beitragen.

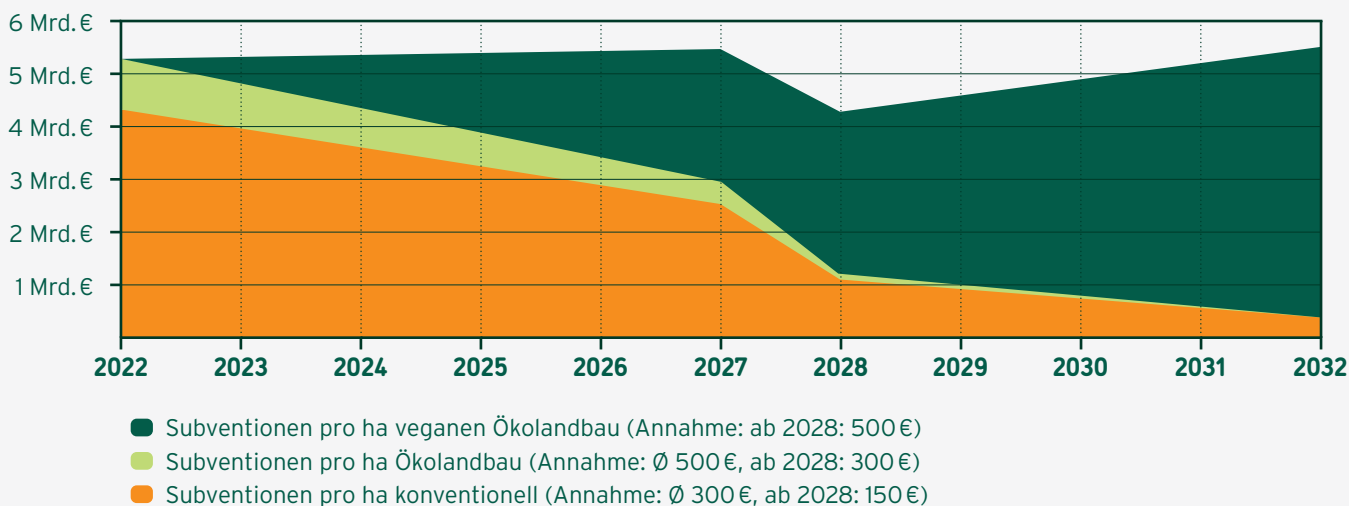
5.4 KOSTEN DER TRANSFORMATION

Finanzielle Aspekte spielen bei der Transformation eine entscheidende Rolle. Im Fokus stehen dabei die Aufwendungen für Subventionen, um das Agrarsystem zu incentivieren, und die Vermeidung von Folgekosten durch Klimafolgeschäden. Die vorhergehenden Analysen haben bereits gezeigt, dass im Zuge einer veganen Ernährungsweise deutlich weniger Fläche erforderlich ist. Die meisten Subventionssysteme sind in hohem Maße flächengebunden. Die logische Konsequenz ist, dass weniger Fläche auch zu einem niedrigeren Subventionsbedarf führen kann. Subventionen stellen in erster Linie Anreizsysteme dar, können aber auch eine sanktionierende Wirkung entfalten, wenn z. B. Fördersätze reduziert werden. Mit Blick auf die GAP-Förderperiode 2028-2032 wird daher mit folgenden Annahmen gerechnet. Die Subventionen im Zuge der konventionellen Bewirtschaftung der Felder werden auf 150 Euro/ha gesenkt, was einer Sanktionierung entspricht. Der Umstellungsdruck für die Landwirte, in

Richtung Ökolandbau bzw. veganen Ökolandbau zu wechseln, steigt. Im Rahmen dieser Simulationsrechnung wird der Ökolandbau dann ab 2028 mit einer Quote von 300 Euro/ha gefördert und der vegane Ökolandbau mit 500 Euro/ha. In den ersten Jahren der Einführung des GAP-Systems wird es zu den größten Änderungen kommen. Im Ergebnis wird das flächengebundene Subventionssystem gekoppelt an die zu produzierenden Güter, und Subventionen steigen abhängig von der Klimafreundlichkeit an. Die absolute Höhe der jährlichen Förderungen bewegt sich in Summe auf dem Niveau der vorhergehenden GAP-Periode. Exemplarisch zeigt sich in Deutschland, dass diese Werte

in einem Modell, in dem die Ertragskraft der Ökolandwirtschaft bei 50% im Vergleich zum konventionellen Anbau liegt (Szenario 50), zwischen 4,2 Mrd. und 5,4 Mrd. Euro pro Jahr liegen. In Summe werden hier 5,7 Mrd. Euro im Rahmen der GAP-Förderperiode (2028 bis 2032) eingespart. Die Restsumme bei den Subventionen für den konventionellen Anbau bezieht sich auf Energiepflanzen und Landwirtschaft für die Industrieproduktion (→ Abbildung 10). Als Berechnungsgrundlage dienen für beide Szenarien die Simulationsrechnungen aus Kapitel 5.2 (Transformation der Flächen).

Verteilung der GAP-Fördermittel (Szenario 50)



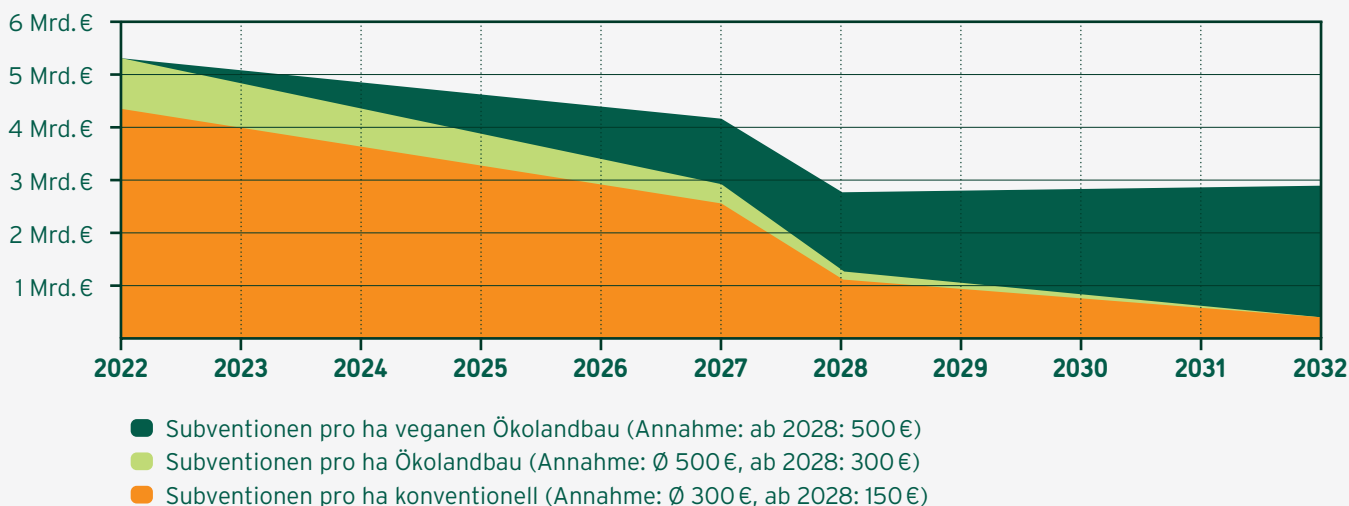
Quelle: eigene Darstellung

Abb. 10: Verteilung der GAP-Fördermittel - Szenario 50

Deutliche Einsparungen sind möglich, wenn die Ertragskraft des veganen Ökolandbaus noch weiter gesteigert wird (Szenario 100). Sofern Parität zum konventionellen Landbau erreicht wird, ist der Flächenbedarf deutlich geringer, und die Subventionen könnten hier wiederum auf geringere Flächen aufgeteilt werden. Die jährlichen Fördermittel könnten auf unter 3 Mrd. Euro

gesenkt werden, wobei sich auch hier ein Anteil auf die Restsumme bei den Subventionen für den konventionellen Anbau von Energiepflanzen etc. bezieht. Die Einsparungen liegen in diesem Szenario mit Blick auf die gesamte GAP-Förderperiode (2028 bis 2032) bei über 15 Mrd. Euro (Abbildung 11).

Verteilung der GAP-Fördermittel (Szenario 100)



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 11: Verteilung der GAP-Fördermittel - Szenario 100

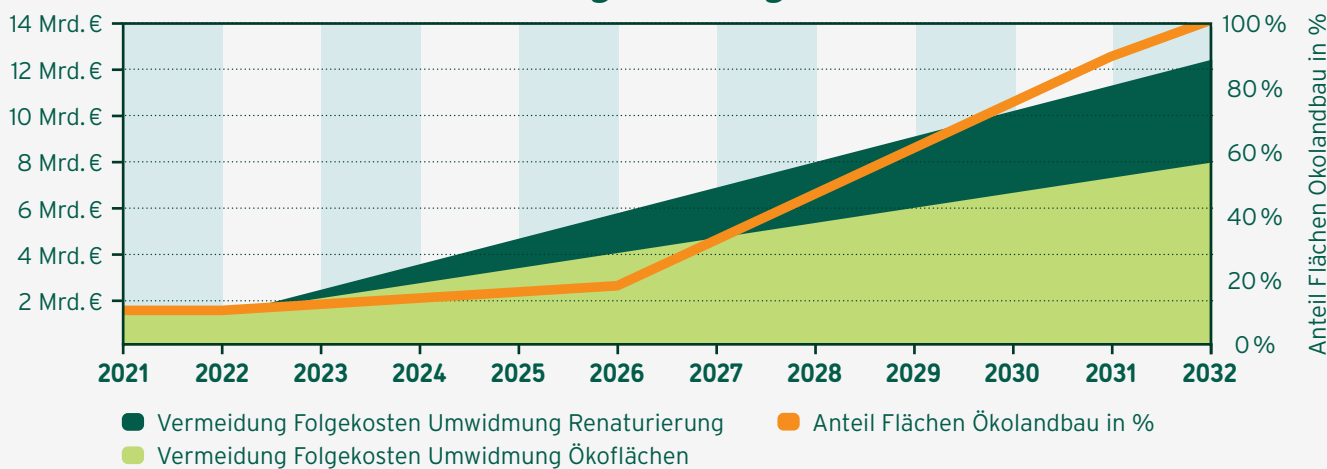
Es zeigt sich, dass die Ineffizienzen des aktuellen Agrar- und Ernährungssystems auch direkte finanzielle Nachteile für die Volkswirtschaften und den Steuerzahler darstellen. Die Subvention von energieintensiven, tierbasierten Ernährungssystemen führt zu hohen Steuerbeiträgen und weiteren, derzeit externalisierten Kosten, welche von der Gemeinschaft zu tragen sind. Ein an Nachhaltigkeitskriterien orientiertes Agrarsubventionssystem sollte daher klimafreundliche Landwirtschaft fördern und klimaschädliche Systeme deutlich sanktionieren, sodass es unattraktiv wird, diese Systeme weiter zu betreiben^[307]. Ein Wegfall der Subventionen würde auch direkte Auswirkungen auf die Preisgestaltung der Lebensmittel haben, da sich klimaschädliche Produkte entsprechend verteuern müssten und klimafreundliche Produkte im Ergebnis günstiger, weil höher subventioniert, angeboten werden könnten^[275, 307]. Mit Perspektive auf die Anzahl der Landwirte ist analog zur Flächenreduktion auch eine Aufgabe von Betrieben zu erwarten. Aktuell geht der Trend in Deutschland bereits in die Richtung, dass insbesondere tierhaltende Betriebe aufgegeben werden^[308].

Für die Kalkulation von Folgekosten soll mithilfe der Studie von Hülsgen et al. die Transformationsleistung anhand der Ökoquote berechnet werden^[198]. Kern der Berechnung der Studie waren das Einsparen der Stickstoff- und Treibhausgasemissionen und die Ableitung der positiven Effekte im Vergleich zwischen ökologischer und konventioneller Landwirtschaft^[198]. In Summe beträgt das Einsparpotenzial für die Folgekosten durch den ökologischen Landbau 750-800 Euro/ha. Weiterhin wird angenommen, dass die Ökoquote im Zuge der neuen GAP-Periode

2028-2032 deutlich ansteigen wird. Da durch die Umstellung auf die vegane Ernährung bisherige Flächen für den Futtermittelanbau und die Beweidung entfallen und diese für Renaturierung und Aufforstung genutzt werden können, wird aufgrund der CO₂e-Bindungs- und Sequestrationsleistung (bei Wald etwa 6t/CO₂e/ha/a) hier ein Wert von zusätzlich 390 Euro/ha/a angesetzt^[306]. Der Wert basiert auf einem Tonnen-CO₂e-Preis von 65 Euro, was der zukünftigen Entwicklung der Bepreisung von CO₂e pro Tonne entspricht^[309]. Der Wert von 1.190 Euro/ha ist somit realistisch angesetzt, zumal weitere Ökosystemleistungen wie u. a. die Förderung der Biodiversität, der Wasserschutz und der Erosionsschutz hier zu berücksichtigen wären^[306, 310]. Betrachtet werden wieder die beiden Szenarien 50 und 100.

Im Szenario 50 werden im Zuge der kompletten Transformation im Jahr 2032 insgesamt 12,3 Mrd. Euro Folgekosten vermieden. Dieser Wert teilt sich auf in 8 Mrd. Euro durch die Transformation der konventionellen Flächen in ökologisch bewirtschaftete und 4,3 Mrd. Euro für die Renaturierung von nicht mehr benötigten Flächen. Im Szenario 100 liegt die Gesamtersparnis mit 14,3 Mrd. Euro noch einmal höher. Durch die Transformation der konventionellen Flächen hin zu ökologischen Flächen wird eine Einsparung von etwa 4 Mrd. Euro erzielt, durch den größeren Flächenanteil bei der Renaturierung kommen 10,3 Mrd. Euro hinzu. Mit Blick auf das Jahr 2032 ergibt sich für die letzten 10 Jahre im Szenario 50 ein gesamtes Einsparpotenzial von knapp 77 Mrd. Euro und im Szenario 100 in Höhe von knapp 90 Mrd. Euro (→ Abbildung 12 und Abbildung 13).

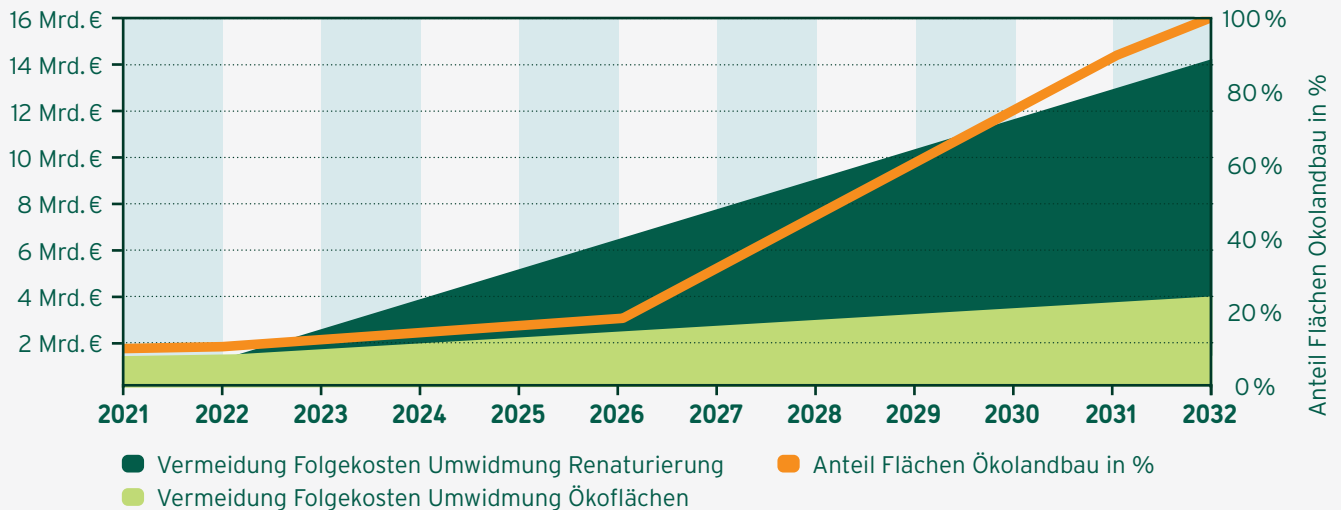
Vermeidung von Folgekosten



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 12: Vermeidung von Folgekosten - Szenario 50

Vermeidung von Folgekosten



Quelle: eigene Darstellung

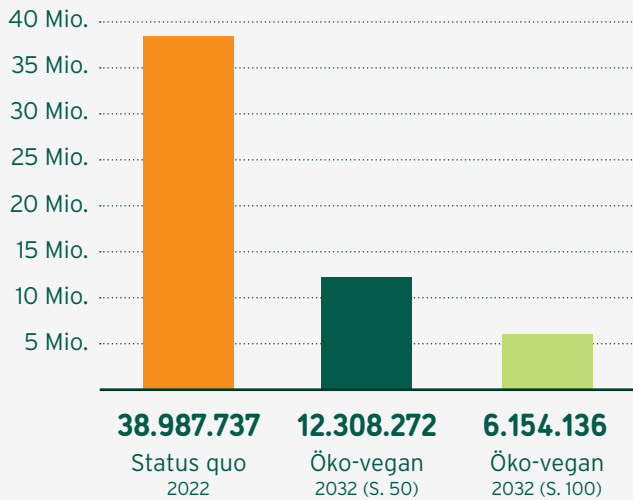
Abb. 13: Vermeidung von Folgekosten - Szenario 100

5.5 VERGLEICH DER TRANSFORMATIONEFFEKTE

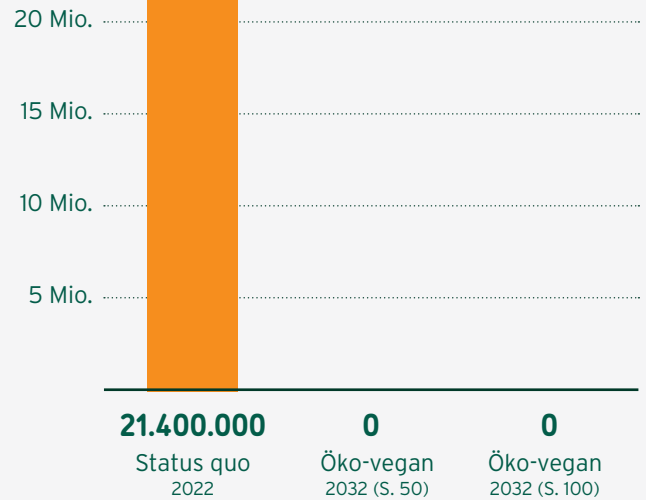
Die untersuchten Effekte haben große ökologische und ökonomische Auswirkungen, direkte Auswirkungen auf das Tierleid und auf die Flächenbeanspruchung. Die Erkenntnis, dass im Zuge einer veganen Ernährung keine Flächen mehr für den Futtermittelanbau und für die Weidehaltung benötigt werden, ist naheliegend. Die Effekte, bei einer konsequenten Umsetzung, sind in allen Bereichen erheblich. Beginnend mit den Treibhausgasen ist ein Minderungspotenzial von bis zu 84 % zu verzeichnen. Im Szenario 100 werden für Ernährungszwecke im Jahr 2032 nur noch 6,1 Mio. Tonnen CO₂e emittiert vs. etwa 38,9 Mio. Tonnen CO₂e im Jahr 2022. Das Tierleid, hier exemplarisch gemessen anhand der Anzahl von Schweinen in der Mast, würde von 21,4 Mio. auf 0 fallen. Die für Ernährung benötigte Agrarfläche würde von knapp 14 Mio. ha im Jahr 2022 auf 5,0 Mio. ha (Szenario 100) im Jahr 2032 schrumpfen, eine Einsparung von gut 64%. Dieser Wert kommt dem Senkungspotenzial von 75% der Studie von Poore/Nemecek und Scarborough et al. bereits sehr nahe^[21, 311]. Der absolute Flächengewinn im Jahr 2032 für die Renaturierung würde sich auf 8,6 Mio. ha aufsummieren

können. Die Entwicklung der Subventionen verdeutlicht, dass es zu keinen großen Mehrkosten im Rahmen der Transformation kommen muss. Im Gegenteil: Bei konsequenter Ausrichtung auf den veganen Ökolandbau und entsprechend hohen Erträgen (Szenario 100) ist sogar mit in Summe niedrigeren Subventionen zu rechnen. Ausgehend von jährlich etwa 5,2 Mrd. Euro Subventionen im Jahr 2022 könnte dieser Wert aufgrund der Vermeidung von Subventionen für den Anbau von Tierfutter und Weideflächen auf 2,9 Mrd. Euro im Jahr 2032 sinken. Die Folgekosten durch Klimaschäden verringern sich in Summe durch die höhere Ökoquote, was u. a. dem Klima und der Biodiversität hilft und bspw. die Bestäubungsleistung der Insekten in Zukunft absichert. Der Wert steigt von 1,4 Mrd. Euro im Jahr 2022 auf bis zu 14,3 Mrd. Euro im Jahr 2032 (Szenario 100) an. Die vielen positiven Effekte verdeutlichen, dass der vegane Ökolandbau eine Vielzahl von ökologischen und ökonomischen Vorteilen bietet. Die Rechenmodelle lassen sich grundsätzlich auch auf andere Länder übertragen. Es ist zu erwarten, dass es zu ähnlichen prozentualen Veränderungen kommt. Abbildung 14 trägt die Haupteffekte zusammen.

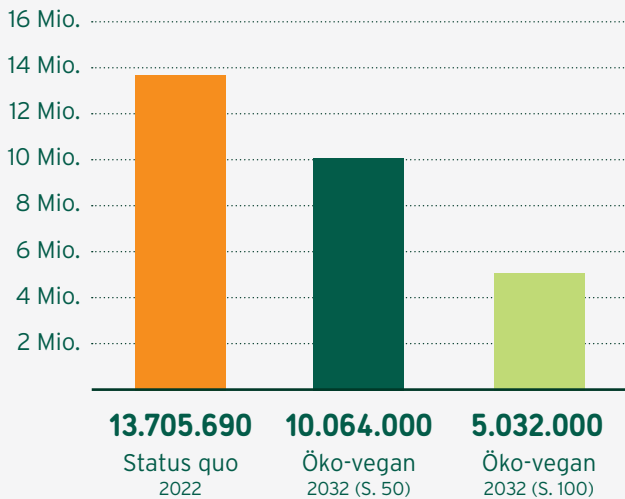
Emission THG in Tonnen



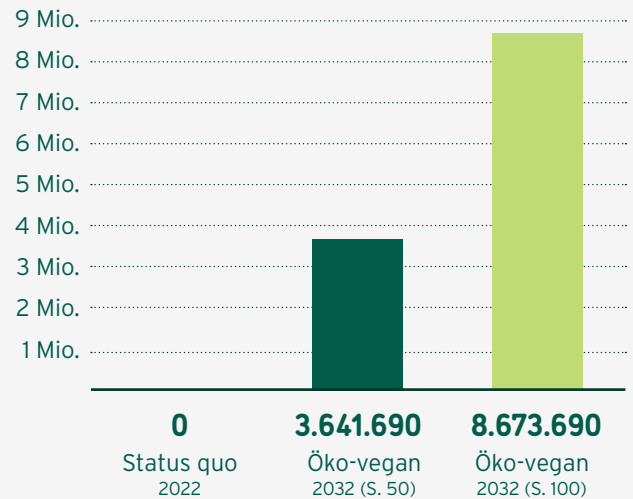
Reduktion Tierleid in # Schweinen



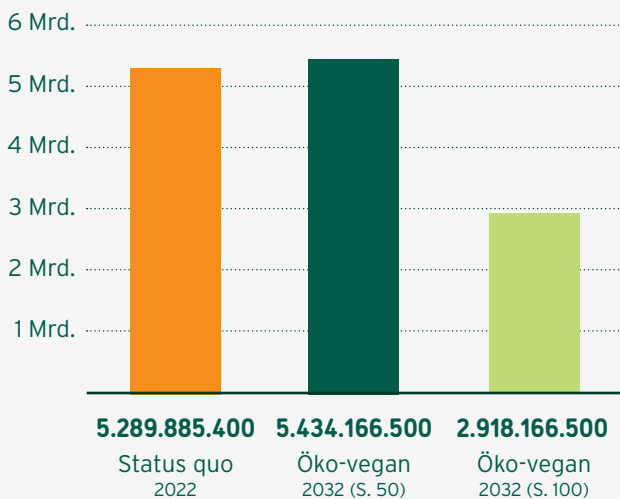
Landwirtschaftliche Flächen (Ernährung) in ha



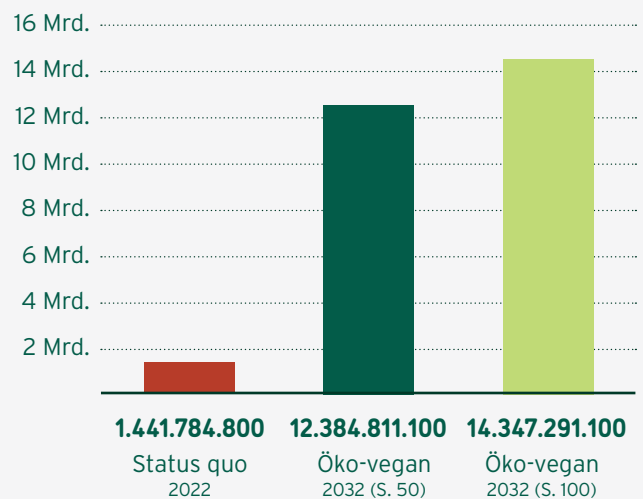
Flächengewinn für Renaturierung in ha



Entwicklung Subventionen in €/Jahr



Vermeidung Klimafolgekosten in €/Jahr



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 14: Zusammenfassung der Haupteffekte der Transformation

6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Ein veganes Ernährungssystem und einen veganen Ökolandbau umzusetzen, bedarf dem Zusammenwirken mehrerer Akteure, die wesentlichen Einfluss auf die Ernährungs- und Agrarsysteme haben. Die einzelnen Akteure verfolgen jeweils ihre Interessen, die sich in entsprechenden Verhaltensweisen widerspiegeln. Der Konsument entscheidet mit der Gabel und dem Geldbeutel, was gegessen wird. Oftmals sind hier Preis und Geschmack zentrale Entscheidungsparameter. Der Landwirt orientiert sich stark an wirtschaftlichen Aspekten und zunehmend auch an idealistischen Werten. Industrie und Handel produzieren Lebensmittel und richten sich in erster Linie an der Nachfrage aus. Mit veganen Innovationen leisten sie aktuell einen sehr wichtigen Beitrag im Zuge der Ernährungstransformation. Die Wissenschaft verfolgt den Erkenntnisgewinn und liefert durch immer präzisere Studien zum Klimawandel und zur Biodiversität wichtige Entscheidungsgrundlagen. Medien und NGOs tragen relevante Informationen zusammen, bewerten und kommentieren diese und sorgen dafür, dass sich Meinungen in einer Bevölkerung entwickeln^[34].

Das Grundfundament der Agrar- und Ernährungssysteme wird durch die Politik definiert^[312]. Die Politik hat einen sehr starken Einfluss auf den Ernährungs- und Agrarwandel, da die Versorgungssicherheit der Bevölkerung mit Lebensmitteln historisch bedingt eine Kernaufgabe der Politik war und heute noch ist. Verschiedene politische Hebel stellen tausende Arbeitsplätze, die Lebensmittelqualität, die Versorgung mit Nahrungsmitteln, den Binnenmarkt und Förderprogramme sicher, die auch für die Entwicklung zu einem nachhaltigen und gesunden Ernährungssystem eingesetzt werden^[26, 34]. Die zentralen Aktionsfelder der Politik sind Gesetze und Verordnungen, die wiederum Steuern, Subventionen und Sanktionen beeinflussen. Konkrete Beispiele sind Regelungen zum Verbraucherschutz, Hygieneverordnungen oder finanzielle Instrumente wie etwa die Besteuerung von CO₂e-Emissionen. Sanktionen werden aktuell bei der Überdüngung der Felder verhängt und sind in der Düngemittelverordnung geregelt^[313]. In den Niederlanden ist die Ausstiegsprämie für Schweineställe ein etabliertes Werkzeug^[314]. Damit es zu Entscheidungen und Veränderungen seitens der politischen Akteure kommen kann, ist eine mehrheitsfähige Basis zu schaffen. Die Aufstellung und Durchsetzung von Gesetzen und Verordnungen ist demnach der Schlüssel für Veränderungen, um Anreize und Regulierungen zu schaffen, die den veganen Ökolandbau fördern und ineffiziente Landwirtschaftspraktiken mehr und mehr verbieten^[200, 315].

Verhältnismäßig wenige politische Ansätze gibt es im Hinblick auf den Ernährungswandel. Verordnungen und Gesetze, die eine explizit vegane Ernährungsweise fördern, finden sich nur sehr selten und haben noch keinen breiten Eingang in die Gesetzgebung gefunden. Die Vermeidung von Tierleid ist für die Mehrheit der Politik aktuell noch kein entscheidendes Kriterium bei der Formulierung von Wahlprogrammen^[4].

Die Formulierung von Handlungsempfehlungen, welche die Transformation hin zum veganen Ökolandbau fördern, betrifft somit in erster Linie die Einflussnahme auf politische Abstim-

mungsprozesse und die Meinungsbildung aller weiteren Akteure. Daher ist Kommunikation mit allen relevanten Akteuren notwendig, um die Vorteile des veganen Ökolandbaus klar herauszuarbeiten. Im Agrar- und Ernährungssystem ist der Adressat hauptsächlich die Politik, die für Gesetzgebung, Steuern, Subventionen und Sanktionen die geeigneten rechtlichen Rahmenbedingungen schaffen muss. In demokratischen Systemen funktioniert das in der Regel durch Mehrheitsbildung, internationale Abkommen und eindeutige wissenschaftliche Evidenz, wie etwa die Erkenntnisse zum Klimawandel.

Das Einbringen in offene Stakeholder-Formate, wie dies bei der Ausgestaltung der GAP-Strategie der Fall ist, ist von größter Bedeutung^[291, 293]. Die Einflussnahme auf Politiker aller Parteien und in allen Ländern stellt daher die wichtigste Handlungsempfehlung dar, damit tatsächlich die Ziele hinsichtlich Klima, Umwelt, Biodiversität, Gesundheit und Tierleid erreicht werden. Der Gamechanger mit Blick auf die Politik sind große Mehrheiten, die klimafreundliche Initiativen in den Parlamenten umsetzen. Angelehnt an Empfehlungen des Förderkreises Biozyklisch-Veganer Anbau, des Umweltbundesamtes, des WBAE sowie zahlreicher weiterer Forscher und Institutionen sind im Folgenden Forderungen an die Politik aufgelistet^[36, 210, 275, 316]. Die Forderungen lassen sich an alle demokratischen Parteien herantragen und können grundsätzlich auf die meisten Länder der Erde übertragen werden.

Konkrete Forderungen an die Politik:

Landwirtschaft:

- Einbindung von Klimaschutz und Tierleidvermeidung als höchste Ziele in Agrarsubventionssystemen
- Aufsetzen von Förderprogrammen für den veganen Ökolandbau
- Aufsetzen von Forschungsprogrammen über Anbauverfahren im veganen Ökolandbau
- Förderung der Technologieentwicklung zugunsten nachhaltiger Agrarsysteme
- Transformationsprämien für die Umstellung auf veganen Ökolandbau
- Transformationsprämien für die Umwandlung von Weide- und Futterflächen in Wald oder Moore

Ernährung:

- Öffentlichkeitskampagnen zugunsten der veganen Ernährung und des veganen Ökolandbaus
- Standardmäßiges Angebot von Produkten aus veganem Ökolandbau in öffentlichen Kantinen
- Beitragsfreie Mahlzeiten aus veganem Ökolandbau in Schulen und Kitas
- Werbeverbot für klima- und gesundheitsschädliche Lebensmittel und tierische Produkte
- MwSt.-Senkung auf 0% für klimafreundliche Lebensmittel
- Signifikante MwSt.-Erhöhung für klimaschädliche Lebensmittel
- Überarbeitung von Ernährungsrichtlinien

7. FAZIT UND AUSBLICK

Landwirtschaft neu denken: Der vegane Ökolandbau stellt einen Lösungsweg dar, der die Ernährung der Menschheit heute und auch im Jahr 2100 sicherstellen kann. Der Klimawandel erlaubt keine lange Wartezeiten, um die schlimmsten Katastrophen noch zu vermeiden. Es gilt das Motto: Sofort anfangen.

Die positiven Auswirkungen des veganen Ökolandbaus auf fast alle Lebensbereiche, Gesundheit, Tierleid, Biodiversität, Umwelt und Klima sind klare Argumente für eine Agrar- und Ernährungswende. Bei den Änderungen der Landflächen werden große Transformationen möglich sein, da die Anbauflächen für Futter und die Weideflächen für Tiere entfallen und in Wald, Renaturierungsflächen oder Moore transformiert werden können. Dies führt zu wertvollen Vorteilen für die Biodiversität und den Klimaschutz. Ernährungsphysiologisch ist die vegane Ernährung bereits in einer Vielzahl wissenschaftlicher Studien als geeignete Diätform für alle Geschlechter und Jahrganggruppen bestätigt worden. Mittlerweile ist die vegane Ernährung auch Bestandteil von nationalen Ernährungsempfehlungen. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass der Mensch nicht auf tierische Kalorien angewiesen ist und eine gesunde Ernährung auf veganer Basis global gesehen möglich ist. Die finanziellen Effekte der Transformation führen im Ergebnis zu kostenneutralen Aufwendungen bzw. einer deutlichen Senkung der Kosten im Bereich der Subventionen. Durch die Vermeidung von Kosten für Klimafolgeschäden ergibt sich weiterhin ein sehr großer positiver Effekt, der die ökonomische Sinnhaftigkeit des veganen Ökolandbaus und der veganen Ernährung noch einmal untermauert.

Die Finanzierbarkeit ist somit gegeben, und die eingesparten Folgekosten durch den Klimawandel sind ein weiteres Argument, sofort anzufangen. Ein Zögern oder Abwarten würde die Kosten in den nachfolgenden Generationen deutlich erhöhen und zu unumkehrbaren Schäden führen. In Zukunft werden weitere Forschung, Bildung, Schulungen und die Digitalisierung zusätzliche Vorteile bringen, die insbesondere die Ertragskraft des Ökolandbaus stärken können.

Betrachtet wurden auch Handlungsempfehlungen und die Verantwortung der umsetzenden Akteure. Als Schlüssel werden hier insbesondere die politischen Entscheidungsträger gesehen, da diese maßgeblich die zukünftigen Parameter der Agrar- und Ernährungspolitik bestimmen werden. Weitere Akteure, wie etwa NGOs, sollten aktiv in der medialen Aufbereitung des veganen Ökolandbaus mitwirken, die öffentliche Meinung entsprechend beeinflussen und sich auch aktiv in offene Stakeholder-Prozesse einbringen.

Aus der Untersuchung ausgenommen wurden soziale Aspekte. Diese betreffen insbesondere die Landwirte selbst, die sich verstärkt über die eigene Zukunft Gedanken machen müssen und ggf. durch den starken Rückgang der sogenannten Nutztierhaltung komplett neue Aufgaben suchen müssen. Gesunde, vegane, ökologische Ernährung darf weiterhin kein Elitethema sein und bezahlbar bleiben. Geeignete Maßnahmen der Preisgestaltung wurden im Rahmen der Studie besprochen und sollten Gegenstand zukünftiger Forschung sein.

In weiteren Studien sollte das Transformationspotenzial der veganen Ernährung vertiefend und empirisch untersucht werden. Wichtig ist auch, die Ertragskraft des ökologischen Landbaus weiter zu analysieren und im besten Fall Optimierungspotenziale zu identifizieren, die das Niveau der konventionellen Landwirtschaft erreichen. Von zentraler Bedeutung sind hier die Analyse der Wirkung von veganen Düngemitteln sowie weitere Forschung im Hinblick auf Nährstoffkreisläufe und Bodenfruchtbarkeit. Ergänzend sollte sich der Fokus zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Landwirtschaft von der alleinigen Betrachtung des Hektarertrags hin zu einer ganzheitlicheren Perspektive verlagern. Dabei sind insbesondere die Klima- und Umweltwirksamkeit verschiedener Anbauverfahren und Produkte zu berücksichtigen.

Neue Verfahren, wie zelluläres Fleisch oder zelluläre Milch, werden in Zukunft verstärkt eine Rolle spielen. Inwieweit dies einen klimawirksamen Beitrag zur Ernährungswende leisten kann, und vor allem wann, bleibt offen. Der Einsatz in der Breite hat sich bis heute noch nicht ergeben, jedoch ist zu konstatieren, dass große Forschungsbudgets in den Bereich zellulärer Gewinn von alternativen Proteinen geflossen sind ^[317]. Das Feld der alternativen pflanzlichen Proteinquellen (bspw. Algen, Mycelien), von Einsatzmöglichkeiten der Fermentation und von Milchalternativen wächst dazu im Vergleich rasant und wird auch hier durch weitere Forschung zu einer Vielzahl markttauglicher veganer Innovationen führen ^[318].

Jede einzelne Person, jeder Leser kann bereits heute einen Beitrag zum Ernährungs- und Agrarwandel leisten, indem er bei der Auswahl von Lebensmitteln in Zukunft nur noch vegane Produkte präferiert. Die Macht der Konsumenten sollte zu klimafreundlichen Entscheidungen führen und dadurch den veganen Ökolandbau direkt unterstützen.

Veganer Ökolandbau ist der klimafreundliche Weg, um die Weltbevölkerung in Zukunft zu ernähren.

8. AUTORENVERZEICHNIS

PROF. DR. JAN WIRSAM

Jan Wirsam ist seit 2015 Professor für Operationsmanagement und Innovationsmanagement an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. Seine Lehr- und Forschungsgebiete umfassen die Schwerpunkte Innovationsmanagement, Nachhaltigkeit und Operationsmanagement. Hierbei setzt er sich insbesondere mit digitaler Innovation, Start-ups, Geschäftsmodellinnovation sowie pflanzenbasierten Wertschöpfungsketten und der Ernährungswende auseinander. Er hat an der Universität Mainz Betriebswirtschaftslehre mit den Schwerpunkten Produktion, Marketing und Wirtschaftsinformatik studiert. Im Anschluss forschte und lehrte er am Lehrstuhl für ABWL und Produktionswirtschaft und hat im Bereich Innovationsmanagement promoviert. Er ist Mentor, u. a. beim Proveg Incubator, und Advisor verschiedener Start-ups, Impact Investoren und Family Offices. Zudem ist er Mitgründer des Forschungsinstitut für pflanzenbasierte Ernährung (IFPE) und Autor, zu dessen Werken das gemeinsam mit Prof. Dr. Claus Leitzmann veröffentlichte Buch „Die Vermessung der Ernährung“ gehört. Weiterhin ist er in verschiedenen gemeinnützigen Organisationen tätig, u. a. in der AG Forschung des Förderkreises Biozyklisch-Veganer Anbau e.V.

BENEDIKT WANDER

Benedikt Wander (Master of Arts) ist Digital Strategy Consultant bei der Deloitte Consulting GmbH. Weiterhin ist er Absolvent der HTW Berlin und Schüler von Prof. Wirsam. Er hat mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement die Themen Agrarwende und Ernährungswende untersucht. Aufenthalte in Mexiko und den USA ermöglichten ihm, globale Zusammenhänge zu beobachten, und haben sein Interesse an der Nachhaltigkeit geweckt.

KEVIN RÖHL

Kevin Röhl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl von Prof. Wirsam an der HTW Berlin und forscht zu den Themen Digitalisierung, Gesundheit und Ernährung. Insbesondere Volkskrankheiten aufgrund ungesunder Ernährung beschäftigen ihn im Rahmen seiner Forschungsprojekte. Zahlreiche Veröffentlichungen und Vorträge zu den Themen Digitalisierung, KI, Gesundheit und Ernährung sind bereits Ergebnis seiner Forschung.

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei PETA Deutschland e.V. für die Initiierung und Unterstützung der Studie sowie für die kritische Durchsicht und Diskussion des Manuskripts und der Ergebnisse. Weiterhin danken die Autoren für die Übernahme des Lektorats und für die grafische Überarbeitung.

9. LITERATUR

1. BMEL (2022) Pressemitteilungen - BMEL macht den ökologischen Landbau zu seinem Leit-bild für eine nachhaltige Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2022/05-oekolandbau-bekanntmachungen.html>. Zugegriffen: 10. Februar 2023
2. Mann S (2022) Postletale Landwirtschaft. Zur anstehenden Reform unseres Agrarsystems, 1st ed. 2022. Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer VS, Wiesbaden
3. Schmitz F (2022) Anders satt. Wie der Ausstieg aus der Tierindustrie gelingt, 1. Auflage. Ventil Verlag, Mainz
4. Die Bundesregierung informiert | Startseite (2022) Koalitionsvertrag 2021. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/gesetzsvorhaben/koalitionsvertrag-2021-1990800>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
5. Europäisches Parlament (2023) Organic action plan. https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organic-action-plan_en. Zugegriffen: 10. Februar 2023
6. Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau e.V. - vegan und ökologisch ab Feld (2022) Hintergründe zum biozyklisch-veganen Anbau. <https://biozyklisch-vegan.org/hintergruende/>. Zugegriffen: 10. Februar 2023
7. Wirsam J, Leitzmann C (2022) Die Vermessung der Ernährung. Unsere Ernährung in kommentierten Zahlen und Daten, 1. Auflage. utb, Band 5392. Verlag Eugen Ulmer; utb GmbH, Stuttgart
8. FAO (2023) FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>. Zugegriffen: 4. Mai 2023
9. IPCC (2019) IPCC Sonderbericht über Klimawandel und Landsysteme (SRCLL). Hauptausgaben des IPCC Sonderberichts über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen. https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_SRCLL.pdf
10. Shukla PR, Skea J, Reisinger A (2022) Climate change 2022. Mitigation of climate change. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf
11. Xu X, Sharma P, Shu S et al. (2021) Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. *Nat Food* 2:724-732. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>
12. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division World Population Prospects 2022: Summary of Results. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
13. Pörtner H-O, Roberts DC, Tignor M et al. (2022) Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
14. Hayek MN, Harwatt H, Ripple WJ, Mueller ND (2021) The carbon opportunity cost of animal-sourced food production on land. *Nat Sustain* 4:21-24. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00603-4>
15. BUND - BUND für Naturschutz und Umwelt in Deutschland (2022) Die Gemeinsame Agrar-politik (GAP) in der EU. <https://www.bund.net/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik/>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
16. Umweltbundesamt (2023) Fragen und Antworten zur europäischen Agrarförderung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-umweltfreundlich-gestalten/fragen-antworten-zur-europaischen-agrarfoerderung>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
17. Umweltbundesamt (2023) Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/pflanzenschutzmittel-in-der-landwirtschaft>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
18. Friess D (2023) Biodiversität: Fünf Gründe für das Artensterben - und was ihr dagegen tun könnt. <https://www.ardalpha.de/wissen/natur/tiere/artenschutz/biodiversitaet-artenschutz-artensterben-klimawandel-tiere-natur-100.html>. Zugegriffen: 6. Juli 2023
19. Tanja Dräger de Teran, Tilo Suckow (2021) Klimaschutz, landwirtschaftliche Fläche und natürliche Lebensräume. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Landwirtschaft/kulinarische-kompass-klima.pdf>. Zugegriffen: 7. Januar 2023
20. WWF (2023) Ernährung für den Klimaschutz. <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/ernaehrung-konsum/ernaehrung>. Zugegriffen: 6. Juli 2023
21. Poore J, Nemecek T (2018) Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360:987-992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
22. Thünen-Institut (2023) Die Landwirtschaft in der Lebensmittel-Wertschöpfungskette. <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/marktanalyse/projekte/der-anteil-der-landwirtschaft-an-den-verbraucherausgaben-fuer-ausgewaehlte-nahrungsmittel>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
23. Umweltbundesamt (2023) Nachhaltiger Konsum & Politik | Denkwerkstatt Konsum. <https://denkwerkstatt-konsum.umweltbundesamt.de/politik>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
24. Pechtl H (2001) Marketing im Lebensmitteleinzelhandel. In: Tschulin D K (Hrsg) Branchen-spezifisches Marketing. Grundlagen - Besonderheiten - Gemeinsamkeiten, 1. Aufl. Gabler, Wiesbaden, S 497-514
25. Chemnitz C, Luig B, Rehmer C, Benning R, Wiggerthale M Konzernatlas - Daten und Fakten über die Agrar- und Lebensmittelindustrie 2017. https://www.oxfam.de/system/files/konzernatlas2017_web_170207.pdf. Zugegriffen: 27. Mai 2023
26. Benton TG, Bailey R (2019) The paradox of productivity: agricultural productivity promotes food system inefficiency. *Glob. Sustain.* 2:e6. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.3>
27. Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (2022) Inflation: Deutsche achten jetzt mehr auf den Preis als auf den Geschmack. <https://www.bve-online.de/presse/pressemitteilungen/pm-180722-lebensmittelpreise-deutsche-sorgen-sich-und-achten-mehr-auf-preis-als-auf-geschmack>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
28. Höhl K, Hahn L (2013) Geschmack: Wichtigstes Kriterium bei der Lebensmittelwahl? https://www.bzfe.de/fileadmin/resources/eif/5381_eif_2013_01_02_gesamt.pdf. Zugegriffen: 30. Juli 2023
29. Sonnenberg A (2021) Gedanke an Nachhaltigkeit beeinflusst die Ess- und Einkaufsgewohnheiten der Mehrheit der Deutschen. <https://yougov.de/topics/consumer/articles-reports/2021/04/28/gedanke-nachhaltigkeit-beinflusst-die-ess-und-ein>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
30. Statistisches Bundesamt (2022) Fleischersatz weiter im Trend: Produktion stieg 2021 um 17 % gegenüber dem Vorjahr. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/05/PD22_N025_42.html. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
31. Zukunftskommission Landwirtschaft (2021) Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/997532/1939908/7f01df39e6d5885c144e51051f6508f/2021-07-06-zukunftskommission-landwirtschaft-data.pdf?download=1>. Zugegriffen: 6. Februar 2023
32. Hönle S (2023) Wie gelingt eine ambitionierte Agrarklimaschutzpolitik? Dissertation. Thünen-Report, Band 103. Johann Heinrich von Thünen-Institut
33. GfK (2023) Herausforderung Nachhaltigkeit: Wie Konsumenten im Alltag für ihre Werte kämpfen. <https://www.gfk.com/de/presse/nachhaltigkeitsindex-bleibt-stabil-november-2022>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
34. Wirsam J, Biber A, Bahlmann J (2020) Zukunftstrend „Alternative Food“. Disruption und Transformation globaler „Food Systems“, 1.Auflage. Erkenntnisse der Cognitive Finance. FERI AG, Bad Homburg
35. Pillen K, Tissier A-L, Wessjohann LA (2020) Pflanzenbasierte Bioökonomie. In: Thrän D, Mo-esenfechtel U, Patermann C (Hrsg) Das System Bioökonomie. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, S 35-49
36. Rieger J, Freund F, Offermann F, Geibel I, Gocht A (2023) From fork to farm: Impacts of more sustainable diets in the EU - 27 on the agricultural sector. *J Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12530>
37. Springmann M, Freund F (2022) Options for reforming agricultural subsidies from health, climate, and economic perspectives. *Nat Commun* 13:82. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27645-2>
38. Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau e.V. - vegan und ökologisch ab Feld (2021) Grundlagenpapier zum biozyklisch-veganen Anbau. <http://biozyklisch-vegan.org/grundlagenpapier/>. Zugegriffen: 7. Januar 2023
39. Hall J, Tolhurst I (2015) Growing green. Organic techniques for a sustainable future, Rev. ed. Vegan Organic Network, Cheshire, UK
40. Fausch S Bio-vegane Landwirtschaft: ein weltweiter Diskurs? http://www.biocyclic-vegan.org/wp-content/uploads/2021/04/Fausch_Bio-vegane-Landwirtschaft-einweltweiter-Diskurs.pdf. Zugegriffen: 27. Mai 2023
41. Pflanzenforschung.de (2021) Landwirtschaft in den USA und in Deutschland. <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/landwirtschaft-den-usa-und-deutschland-ein-vergleich-960>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
42. Feld und Stall (2017) Ökologische und konventionelle Landwirtschaft im Vergleich - Feld und Stall. <https://feldundstall.de/landwirtschaft/1939/>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
43. Biopoli Arbeitsheft: ökologische und konventionelle Landwirtschaft im Vergleich. https://www.agrarkoordination.de/fileadmin/dateiupload/Biopoli/Arbeitshefte/Biopoli_Arbeitsheft_oekologische_und_konventionelle_Landwirtschaft_im_Vergleich.pdf. Zugegriffen: 27. Mai 2023
44. Europäische Kommission (2008) DURCHFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN VERORDNUNG (EG) Nr. 889/2008 DER KOMMISSION vom 5. September 2008. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Biologischer-Landbau/889-2008-eg-durchfuhrungsbestimmungen.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 30. Juli 2023
45. Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (2023) Wie wird im Ökologischen Land-

- bau ge-düngt? <https://www.boelw.de/service/bio-faq/landwirtschaft/artikel/wie-wird-im-oekologischen-landbau-gedueengt/>. Zugegriffen: 30. Juli 2023
46. oekolandbau (2023) Einsatz organischer Wirtschaftsdünger. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/obstbau/grundlagen-kern-und-steinobst/kulturtechnik/einsatz-organischer-wirtschaftsduenger/>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 47. Heinrich Böll Stiftung Pestizidatlas 2022 - Daten und Fakten zu Giften in der Landwirtschaft. https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public-reports/reports/PesticideAtlas2022_Web_20221010.pdf. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 48. oekolandbau (2023) Wie funktioniert der Pflanzenschutz im Biolandbau? <https://www.oekolandbau.de/bio-im-alltag/bio-fuer-die-umwelt/pflanzenbau/wie-funktioniert-der-pflanzenschutz-im-biolandbau/>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 49. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2023) Gentechnik in Futtermitteln. <https://www.landwirtschaft.de/diskussion-und-dialog/tierhaltung/gentechnik-in-futtermitteln>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 50. Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (2023) Warum werden Bio-Produkte ohne Gen-technik hergestellt?*. <https://www.boelw.de/service/bio-faq/lebensmittel/artikel/warum-werden-bio-produkte-ohne-gentechnik-hergestellt/>. Zugegriffen: 30. Juli 2023
 51. oekolandbau (2023) Biozyklisch-veganer Anbau. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/biozyklisch-veganer-anbau/>. Zugegriffen: 26. Januar 2023
 52. Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau e.V. - vegan und ökologisch ab Feld (2022) Richtlinien. <https://biozyklisch-veganer.org/richtlinien-2/>. Zugegriffen: 7. Januar 2023
 53. Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau e.V. - vegan und ökologisch ab Feld (2022) Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau e. V. <https://biozyklisch-veganer.org/>. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
 54. Umweltbundesamt (2023) Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 55. Umweltbundesamt Unterschätzt Treibhausgas Methan. Quellen, Wirkungen, Minderungs Optionen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_pos_methanminderung_bf.pdf. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 56. Deutscher Bauernverband Faktencheck_Methanemissionen Rinderhaltung. https://www.bauernverband.de/fileadmin/user_upload/dbv/faktenchecks/Methanemissionen_in_der_Rinderhaltung/Faktencheck_MethanemissionenRinderhaltung.pdf. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 57. McKinsey Curbing methane emissions How five industries can counter a major climate threat. https://www.mckinsey.de/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2021/21-10-14%20methanemissionen/mckinsey%20report_curbing%20methane%20emissions_2021.pdf. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 58. Große P (2023) Methan: Der böse Zwillingbruder von CO₂ | DW | 21.10.2019. <https://www.dw.com/de/methan-der-boese-zwillingsbruder-von-co2/a-49208882>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 59. European Commission (2023) Methane emissions. https://energy.ec.europa.eu/topics/oil-gas-and-coal/methane-emissions_en. Zugegriffen: 12. Juli 2023
 60. Umweltbundesamt (2023) Lachgas und Methan. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/lachgas-methan>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 61. Umweltbundesamt (2023) Die Treibhausgase. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>. Zugegriffen: 10. Juli 2023
 62. Tian H, Xu R, Canadell JG et al. (2020) A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature* 586:248-256. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2780-0>
 63. Umweltbundesamt (2023) Ammoniak. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/ammoniak#emittenten-quellen-fur-ammoniak-in-der-landwirtschaft>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 64. Parker RWR, Blanchard JL, Gardner C et al. (2018) Fuel use and greenhouse gas emissions of world fisheries. *Nat. Clim. Chang.* 8:333-337. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0117-x>
 65. Greer K, Zeller D, Woroniak J et al. (2019) Global trends in carbon dioxide (CO₂) emissions from fuel combustion in marine fisheries from 1950 to 2016. *Marine Policy* 107:103382. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.12.001>
 66. Jones AR, Alleway HK, McAfee D, Reis-Santos P, Theuerkauf SJ, Jones RC (2022) Climate-Friendly Seafood: The Potential for Emissions Reduction and Carbon Capture in Marine Aquaculture. *Bioscience* 72:123-143. <https://doi.org/10.1093/biosci/biabi26>
 67. Hall SJ (2011) Blue frontiers. Managing the environmental costs of aquaculture ; report. WorldFish Center, Penang, Malaysia
 68. Boenish R, Kritzer JP, Kleisner K et al. (2022) The global rise of crustacean fisheries. *Frontiers in Ecol & Environ* 20:102-110. <https://doi.org/10.1002/fee.2431>
 69. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2023) Klimaabkommen von Paris. <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/klimaabkommen-von-paris-14602>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 70. Europäischer Rat (2023) Pariser Klimaschutzübereinkommen. <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/climate-change/paris-agreement/>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 71. UN The Heat is on. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021#:~:text=The%20Emissions%20Gap%20Report%202021,worst%20impacts%20of%20climate%20change>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 72. Ritchie H, Roser M, Rosado P (2020) CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. https://ourworldindata.org/co2-emissions?utm_source=tri-city%20news&utm_campaign=tricity%20news%3A%20outbound&utm_medium=referral. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 73. Ivanovich CC, Sun T, Gordon DR, Ocko IB (2023) Future warming from global food consumption. *Nat. Clim. Chang.* 13:297-302. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01605-8>
 74. WWF (2023) Biodiversität. <https://www.wwf.de/themen-projekte/biodiversitaet>. Zugegriffen: 14. Januar 2023
 75. Stollmeier F, Geisel T, Nagler J (2014) Possible origin of stagnation and variability of earth's biodiversity. *Phys Rev Lett* 112:228101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.228101>
 76. Max-Planck-Gesellschaft (2023) Artensterben als Kettenreaktion. https://www.mpg.de/8272598/kettenreaktion_artensterben. Zugegriffen: 20. Juli 2023
 77. Rockström J, Steffen W, Noone K et al. Planetary Boundaries. https://www.jstor.org/stable/pdf/26268316.pdf?refreqid=excelsior%3A8f6e936e586f1589aab-f884d7a5bda52&ab_segments=&origin=&acceptTC=1. Zugegriffen: 14. Januar 2023
 78. Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmer TM (2015) Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci Adv* 1:e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>
 79. Pimm SL, Jenkins CN, Abell R et al. (2014) The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344:1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
 80. WWF (2023) Rote Liste gefährdeter Arten. <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenschutz/rote-liste-gefaehrdeter-arten>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
 81. Brondízio E S, Settele J, Díaz S, Ngo H T (Hrsg) (2019) The global assessment report of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. Inter-governmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), Bonn
 82. Benton TG, Bieg C, Harwatt H, Pudasaini R, Wellesly L (2021) Food system impacts on biodiversity loss Three levers for food system transformation in support of nature. <https://www.chathamhouse.org/2021/02/food-system-impacts-biodiversity-loss>. Zugegriffen: 24. April 2023
 83. Pieper M, Michalke A, Gaugler T (2020) Calculation of external climate costs for food highlights inadequate pricing of animal products. *Nat Commun* 11:6117. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19474-6>
 84. IPBES Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3553579>
 85. Umweltbundesamt KLIMAWANDEL UND MARINE ÖKOSYSTEME - Meeresschutz ist Klimaschutz. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3805.pdf>. Zugegriffen: 14. Juli 2023
 86. BUND - BUND für Naturschutz und Umwelt in Deutschland (2023) Industrielle Fischerei: Die Zerstörung der Artenvielfalt unter der Oberfläche. <https://www.bund.net/meere/fischerei/>. Zugegriffen: 14. Juli 2023
 87. IUCN (2023) IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/about/background-history>. Zugegriffen: 14. Januar 2023
 88. Outhwaite CL, McCann P, Newbold T (2022) Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature* 605:97-102. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>
 89. Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 12:e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
 90. Weiß M (2022) Klima oder Landwirtschaft: Was trägt stärker zum Insektensterben bei? <https://www.sueddeutsche.de/wissen/insekten-landwirtschaft-klimawandel-1.5569558>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
 91. Al Naggar Y, Singavarapu B, Paxton RJ, Wubet T (2022) Bees under interactive stressors: the novel insecticides flupyradifuron and sulfoxaflor along with the fungicide azoxystrobin disrupt the gut microbiota of honey bees and increase opportunistic bacterial pathogens. *Sci Total Environ* 849:157941. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157941>

92. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Gefährdung von Bienen durch das Neonikotinoid Thiacloprid. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/umweltgifte/pestizide_thiacloprid_hintergrund.pdf. Zugriffen: 27. Mai 2023
93. NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V. (2023) Warum Insektenbestäubung lebenswichtig ist - NABU. <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/insekten-und-spinnen/info/22683.html>. Zugriffen: 9. Januar 2023
94. Schmitt M (2022) Insektenwunderwelt - Einstieg in die Entomologie, 1. Auflage 2022. Springer Berlin; Springer, Berlin
95. Schiffer T (2020) Evolution der Bienenhaltung. Artenschutz für Honigbienen. Bienen besser verstehen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
96. Bundesumweltministeriums (2023) Insektenschutz- BMUV - Cluster. <https://www.bmuv.de/faqs/insektenschutz>. Zugriffen: 10. Juli 2023
97. Leonhardt S, Gallai N, Garibaldi LA (2013) Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. [http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/economic-gain-stability-of-pollination-and-bee-diversity-decrease-from-southern-to-northern-europe\(14c28faa-84f0-48ca-b58e-496186e8a7dd\).html](http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/economic-gain-stability-of-pollination-and-bee-diversity-decrease-from-southern-to-northern-europe(14c28faa-84f0-48ca-b58e-496186e8a7dd).html)
98. Europäische Kommission (2008) Insektenbestäubung hat einen Wert von 153 Milliarden Euro pro Jahr. <https://cordis.europa.eu/article/id/29867-insect-pollination-worth-eur-153-billion-a-year/de>. Zugriffen: 27. Mai 2023
99. Deter A (2020) Ökonomischer Nutzen von Insekten größer als angenommen. <https://www.topagrar.com/acker/news/oekonomischer-nutzen-von-insekten-hoehher-als-angenommen-12407110.html>. Zugriffen: 10. Februar 2023
100. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau, Reaktorsicherheit Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt - Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf. Zugriffen: 20. Juli 2023
101. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2023) Ökosystemleistungen. <https://www.bmz.de/de/themen/biodiversitaet/oekosystemleistungen>. Zugriffen: 20. Juli 2023
102. Hansjürgens B, Schröter-Schlaack C, Settele J (2019) Zur ökonomischen Bedeutung der Insekten und ihrer Ökosystemleistungen. Natur und Landschaft 94:230-235. https://doi.org/2_ope
103. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2022) Home - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. TEEB. <https://teebweb.org/>. Zugriffen: 20. Juli 2023
104. Birnbacher D (2015) Was ist Biodiversität und warum schützen wir sie? Artenschutz. https://www.tierethik.net/data/2015-02/TE_2015_2_Birnbacher.pdf. Zugriffen: 30. Juli 2023
105. Reichholf JH (2013) Warum Jagd? https://tierethik.net/data/2013-02/TE_2013_2_Reichholf.pdf. Zugriffen: 31. Mai 2023
106. Consiglio C (2001) Vom Widersinn der Jagd, Dt. Erstausg., 1. Aufl. Buch 2000; Zweitausend-eins, Affoltern a.A., Frankfurt am Main
107. Osuri AM, Mendiratta U, Naniwadekar R, Varma V, Naeem S (2020) Hunting and Forest Modification Have Distinct Defaunation Impacts on Tropical Mammals and Birds. Front. For. Glob. Change 2. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00087>
108. Menschen für Tierrechte Baden-Württemberg e.V. (2023) Jagdfreie Gebiete - Tierrechte. <https://www.tierrechte-bw.de/index.php/jagdfreie-und-jagdberuhigte-gebiete-laender.html>. Zugriffen: 31. Mai 2023
109. Welthungerhilfe.de - Für eine Welt ohne Hunger und Armut (2023) Welthunger-Index | Der weltweite Hunger in Zahlen. <https://www.welthungerhilfe.de/hunger/welthunger-index>. Zugriffen: 28. Juli 2023
110. Ritchie H, Roser M (2019) Land Use. <https://ourworldindata.org/land-use>. Zugriffen: 21. Januar 2023
111. Jering A, Klatt A, Seven J et al. (2013) Umweltbundesamt: Globale Landflächen und Bio-masse - nachhaltig und ressourcenschonend nutzen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/globale_landflaechen_bio-masse_bf_klein.pdf. Zugriffen: 4. Mai 2023
112. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus Ökologische Bewertung der Bewirtschaftung von Grünlandflächen hinsichtlich Nutzungsintensivierung und Nutzungsaufgabe. <https://info.bml.gv.at/dam/jcr:656ab490-dabb-471b-9cbd-7f4eb7f52ccl/Studie%204%20Evaluierung%20Gr%C3%BCnland.pdf>. Zugriffen: 17. Juli 2023
113. Hallermayer M (2023) Landwirtschaftliche Bodenbearbeitung in Hanglagen führt zu geringeren Ernten. <https://idw-online.de/de/news797810>. Zugriffen: 17. Juli 2023
114. Neumaier J (2023) Steile Hänge richtig zu beweiden, ist eine Kunst. <https://www.badische-bauern-zeitung.de/steile-haenge-richtig-zu-beweiden-ist-eine-kunst>. Zugriffen: 17. Juli 2023
115. Schmid B (2019) Moderne Hangmäher unterstützen die Ökologie. <https://www.diegruene.ch/artikel/landtechnik/moderne-hangmaeher-unterstuetzen-die-oekologie-355696>. Zugriffen: 17. Juli 2023
116. Goergen R (2019) Mit grünen Oasen gegen die Wüste. <https://www.spektrum.de/news/methoden-der-wiederaufforstung-sorgen-fuer-gruen-in-den-wuesten-afrikas/1617504>. Zugriffen: 17. Juli 2023
117. Claussen M, Kubatzki C (2014) Wie die Sahara zur Wüste wurde. <https://www.spektrum.de/magazin/wie-die-sahara-zur-wueste-wurde/826065>. Zugriffen: 17. Juli 2023
118. Greenpeace (2023) Analyse zeigt: Immer weniger Kühe auf der Weide. <https://presseportal.greenpeace.de/224258-analyse-zeigt-immer-weniger-kuhe-auf-der-weide>. Zugriffen: 17. Juli 2023
119. Milchland (2021) Milchkühe in der Landwirtschaftszählung 2020. <https://milchland.de/milchkuehe-in-der-landwirtschaftszaehlung-2020/>. Zugriffen: 17. Juli 2023
120. Carstens P (2012) Fleischkonsum und Klima: "Wir müssen weg von der Tierhaltung". <https://www.geo.de/natur/oekologie/3455-rtkl-fleischkonsum-und-klima-wir-muessen-weg-von-der-tierhaltung>. Zugriffen: 4. Mai 2023
121. Hegenberg J (2021) Wenn 70 Prozent der globalen Agrarfläche Grasland sind, sollten wir dann nicht alle Kühe essen? - Der Graslutscher. <https://graslutscher.de/wenn-70-prozent-der-globalen-agrarflaeche-grasland-sind-sollten-dann-nicht-alle-kuhe-essen/>. Zugriffen: 4. Mai 2023
122. Greenpeace (2022) Gesundes Essen für das Klima. https://www.greenpeace.de/publikationen/Gesundes%20Essen%20f%C3%BCr%20das%20Klima_0.pdf. Zugriffen: 22. Februar 2023
123. Wohlleben P (2022) Interview am 20.11.2022 per ZOOM: Nutzung freigewordener Flächen im Rahmen der Ernährungswende
124. BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023) Erneuerbare Energien. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>. Zugriffen: 2. März 2023
125. Dreißig K (2022) Veredelungsverluste: Deshalb bangt die Tierindustrie um ihre Zukunft. <https://vegpool.de/magazin/tierhaltung-veredelungsverluste.html>. Zugriffen: 9. Januar 2023
126. WWF (2023) Soja als Futtermittel. <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/soja/soja-als-futtermittel>. Zugriffen: 27. Mai 2023
127. Bayerisches Wochenblatt (2023) Brasilianische Sojaerzeugung auf Rekordkurs. <https://www.wochenblatt-dlv.de/maerkte/brasilianische-sojaerzeugung-rekordkurs-572319>. Zugriffen: 27. Mai 2023
128. Greenpeace (2020) FALSE SENSE OF SECURITY. https://www.greenpeace.org/static/planet4-eu-unit-stateless/2020/10/85cc908b-false-sense-of-security_final_en.pdf. Zugriffen: 9. Januar 2023
129. Strategy& The Sustainable Food Revolution | Strategy&. <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/consumer-markets/future-of-food.html>. Zugriffen: 9. Januar 2023
130. Umweltbundesamt (2023) Wasser als Ressource. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/wasser-als-ressource>. Zugriffen: 28. Juli 2023
131. Verbraucherportal-BW (NaN) Trinkwassersicherheit. <https://www.verbraucherportal-bw.de/Lde/Startseite/Verbraucherschutz/Trinkwassersicherheit>. Zugriffen: 28. Juli 2023
132. Bundesumweltministeriums (2023) Das Wasserhaushaltsgesetz. <https://www.bmuv.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/binnengewasser/gewaesserschutzrecht/deutschland/das-wasserhaushaltsgesetz>. Zugriffen: 28. Juli 2023
133. Europäisches Parlament RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0003.02/DOC_1&format=PDF. Zugriffen: 14. Februar 2023
134. Umweltbundesamt (2023) Umweltbelastungen der Landwirtschaft. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/kompostklaerschlamm>. Zugriffen: 9. Januar 2023
135. Umweltbundesamt (2023) Stickstoff. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff>. Zugriffen: 28. Juli 2023
136. Umweltbundesamt (2023) Pflanzenschutzmittel im Boden. <https://www.umweltbundesamt.de/pflanzenschutzmittel-im-boden#boden-ist-schutzenswert>. Zugriffen: 28. Juli 2023
137. Sanders J, Heß J (Hrsg) (2019) Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft, 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Thünen Report, Band 65. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, Germany
138. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2023) Viel Vieh, (zu) viel Gülle. <https://www.landwirtschaft.de/diskussion-und-dialog/umwelt/viel-vieh-zu-viel-guelle>. Zugriffen: 28. Juli 2023
139. DVGW e.V. (2023) Nitrat im Wasser. <https://www.dvgw.de/themen/umwelt/nitrat-im-wasser>. Zugriffen: 24. April 2023
140. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A et al. (2019) Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. Eur Heart J 40:1590-1596. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>

141. Hahne J, Clauß M (2023) Thünen: Emissionen aus der Tierhaltung. <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/nutztierhaltung-und-aquakultur/emissionen-mehr-als-nur-gestank>. Zugegriffen: 28. Juli 2023
142. Bonzheim A (2017) Die bio-vegane Landwirtschaft in Deutschland: Definition, Motive und Beratungsbedarf. https://www.biozyklisch-vegan.de/wp-content/uploads/2017/11/Bonzheim_Bachelorarbeit_Bio-veganeLandwirtschaft.pdf. Zugegriffen: 28. Juli 2023
143. Umweltbundesamt (2020) Entwicklungsperspektiven der ökologischen Landwirtschaft in Deutschland. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-03-17_texte_32-2020_oeekologische-landwirtschaft.pdf. Zugegriffen: 29. Juli 2023
144. DZIF (2023) Zoonose | Deutsches Zentrum für Infektionsforschung. <https://www.dzif.de/de/glossar/zoonose>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
145. WHO (2004) Report of the WHO/FAO/OIE joint consultation on emerging zoonotic diseases. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/68899/WHO_CDS_CPE_ZFK_2004.9.pdf?fbclid=IwAR2ha8hDMHV8gDJYEadsk7-lxLS84Z3kSlq3E4-zG5kaWUhtXc5vgJhTsJ4. Zugegriffen: 24. April 2023
146. FAO Livestock in the balance. <https://www.fao.org/3/i0680e/i0680e.pdf>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
147. United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute (2020) PREVENTING THE NEXT PANDEMIC: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. <https://www.unep.org/resources/report/preventing-future-zoonotic-disease-outbreaks-protecting-environment-animals-and>. Zugegriffen: 24. April 2023
148. Albert Schweitzer Stiftung für unsere Mitwelt (2023) Massentierhaltung: Hintergrundinformationen. <https://albert-schweitzer-stiftung.de/massentierhaltung>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
149. BfR (2023) Zoonosen: Gesundheitliche Bewertung. <https://www.bfr.bund.de/de/zoonosen.html>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
150. Adam D (2009) Orale Antibiotika in Klinik und Praxis. Praxisorientierte Empfehlungen zur Antibiotika-Therapie leichter bis mittelschwerer bakterieller Infektionen bei Erwachsenen im ambulanten und stationären Bereich. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg
151. BAG BfG (2023) Wie entstehen Antibiotikaresistenzen? <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/infektionskrankheiten-bekaempfen/antibiotikaresistenzen/wie-entstehen-antibiotikaresistenzen---.html>. Zugegriffen: 28. Juli 2023
152. WHO The WHO AWaRe (Access, Watch, Reserve) antibiotic book. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062382>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
153. BMEL DART2020. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/DART2020.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Zugegriffen: 9. Januar 2023
154. BUND - BUND für Naturschutz und Umwelt in Deutschland (2023) Industrielle Tierhaltung braucht Antibiotika - und erhöht das Risiko resistenter Bakterien. <https://www.bund.net/massentierhaltung/antibiotika/>. Zugegriffen: 28. Juli 2023
155. BUND - BUND für Naturschutz und Umwelt in Deutschland (2023) Antibiotika in der Massentierhaltung führen zu Resistenzen. <https://www.bund.net/massentierhaltung/antibiotika/>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
156. Greenpeace (2017) Wohin mit der Scheiße? <https://www.greenpeace.de/biodiversitaet/landwirtschaft/anbau/wohin-scheisse>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
157. Han Y, Wang J, Zhao Z, Chen J, Lu H, Liu G (2017) Fishmeal Application Induces Antibiotic Resistance Gene Propagation in Mariculture Sediment. *Environ Sci Technol* 51:10850-10860. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02875>
158. WHO (2022) Stop using antibiotics in healthy animals to preserve their effectiveness. <https://www.who.int/news-room/detail/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
159. Meinköhn D (2017) Fleisch und Massentierhaltung: Warum wir aufhören sollten, es zu essen. <https://www.stern.de/genuss/trends/fleisch-und-massentierhaltung-warum-wir-aufhoeren-sollten-es-zu-essen-6511416.html>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
160. Di Lorenzo G, Sentker A (2021) Christian Drost: „Ich hoffe, dass man nicht wieder Schulen schließt“. <https://www.zeit.de/2021/46/christian-drost-coronavirus-virologie-pandemie-wissenschaft-impfung/komplettansicht>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
161. WCRF International (2022) Limit red and processed meat - WCRF International. <https://www.wcrf.org/diet-activity-and-cancer/cancer-prevention-recommendations/limit-red-and-processed-meat/>. Zugegriffen: 14. Februar 2023
162. Meier T, Senftleben K, Deumelandt P, Christen O, Riedel K, Langer M (2015) Healthcare Costs Associated with an Adequate Intake of Sugars, Salt and Saturated Fat in Germany: A Health Econometric Analysis. *PLoS One* 10:e0135990. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135990>
163. European Commission State of Health in the EU Deutschland Länderprofil Gesundheit 2021. https://health.ec.europa.eu/system/files/2021-12/2021_chp_de_german.pdf. Zugegriffen: 27. Februar 2023
164. Schiller P (2022) Lid: Schwere Tierquälerei-Vorwürfe - Fleischskandal bei Discounter? https://www.t-online.de/region/hannover/id_100070850/lid-schwere-tierquaelerei-vorwurfe-fleischskandal-bei-discounter-.html. Zugegriffen: 28. Juli 2023
165. stern.de (2018) Verstörende Aufnahmen: Rinder bluten bei lebendigem Leib aus - und sterben qualvoll. <https://www.stern.de/genuss/essen/animal-rights-watch-zeigt-verstoerende-aufnahmen-auf-schlachtbetrieb-in-brandenburg-8438734.html>. Zugegriffen: 28. Juli 2023
166. Kainz L (2022) Schweinehaltung in Deutschland: So leiden Schweine für Fleisch. <https://www.peta.de/themen/schweinezucht/>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
167. ARIWA (2023) Animal Rights Watch. <https://www.ariwa.org/>. Zugegriffen: 28. Juli 2023
168. Eternod F (2023) Neues Video aus der Massentierhaltung: Legales Leiden - Greenpeace Schweiz. <https://www.greenpeace.ch/de/story/89968/neues-video-aus-der-massentierhaltung-legales-leiden/>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
169. Harari YN (2015) Industrial farming is one of the worst crimes in history. <https://www.theguardian.com/books/2015/sep/25/industrial-farming-one-worst-crimes-history-ethical-question>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
170. Baur S, Rufener C, Toscano MJ, Geissbühler U (2020) Radiographic Evaluation of Keel Bone Damage in Laying Hens-Morphologic and Temporal Observations in a Longitudinal Study. *Front Vet Sci* 7:129. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00129>
171. Umweltbundesamt (2023) Krankheitsvermeidende Haltungsbedingungen für Nutztiere. <https://www.umweltbundesamt.de/krankheitsvermeidende-haltungsbedingungen-fuer#Krankheitsvermeidende%20Haltungsbedingungen%20f%C3%BCr%20Nutztiere>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
172. Fröhner A, Reiter K Ursachen von Kälberverlusten bei Milchvieh und Möglichkeiten zur Reduzierung Literaturstudie für ein Forschungsprojekt. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_19795.pdf. Zugegriffen: 27. Mai 2023
173. Maciejewski C (2022) Die Kuh als Klimakiller? <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Die-Kuh-als-Klimakiller.klimakiller102.html>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
174. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2023) Warum sieht man immer seltener Kühe auf der Weide? <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/haetten-sies-gewusst/tierhaltung/warum-sieht-man-immer-seltener-kuehe-auf-der-weide>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
175. Königer A (2022) Zahlen verendeter Nutztiere: Schockierend oder bösartig? <https://www.agrarheute.com/tier/zahlen-verendeter-nutztiere-schockierend-boesaartig-594649>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
176. Tierärztliche Hochschule Hannover (2023) Untersuchungen an verendeten/getöteten Schweinen in Verarbeitungsbetrieben für tierische Nebenprodukte. <https://www.tiho-hannover.de/universitaet/aktuelles-veroeffentlichungen/pressemitteilungen/detail/untersuchungen-an-verendeten-getoeteten-schweinen-in-verarbeitungsbetrieben-fuer-tierische-nebenprodukte>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
177. Sneddon LU, Braithwaite VA, Gentle MJ (2003) Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proc Biol Sci* 270:1115-1121. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2349>
178. Arends RJ, Mancera JM, Muñoz JL, Wendelaar Bonga SE, Flik G (1999) The stress response of the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to air exposure and confinement. *J Endocrinol* 163:149-157. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1630149>
179. Heath AG, Hughes GM (1973) Cardiovascular and respiratory changes during heat stress in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J Exp Biol* 59:323-338. <https://doi.org/10.1242/jeb.59.2.323>
180. Birch J, Burn C, Schnell A, Browning H, Crump A (2021) Review of the Evidence of Sentience in Cephalopod Molluscs and Decapod Crustaceans. <https://www.lse.ac.uk/business/consulting/assets/documents/Sentience-in-Cephalopod-Molluscs-and-Decapod-Crustaceans-Final-Report-November-2021.pdf>. Zugegriffen: 9. Oktober 2023
181. Magee B, Elwood RW (2013) Shock avoidance by discrimination learning in the shore crab (*Carcinus maenas*) is consistent with a key criterion for pain. *J Exp Biol* 216:353-358. <https://doi.org/10.1242/jeb.072041>
182. EFSA (2005) Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to the aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes. *EFSA Journal* 3:292. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.292>
183. Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents H J, Wiesinger K, Hülsbergen K-J, Reents H-J (Hrsg) (2017) Ökologischen Landbau weiterdenken. Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken : Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan, 7. bis 10 März 2017, 1. Auflage. Verlag Dr. Köster, Berlin
184. Reidt L (2023) Der Mythos vom gesunden Biotier - Artgerecht gehalten und trotzdem krank. <https://www.deutschlandfunkkultur.de/der-mythos-vom-gesunden-biotier-artgerecht-gehalten-und-100.html>. Zugegriffen: 9. Januar 2023
185. Foodwatch (2023) Schönfärberei statt Fakten. <https://www.foodwatch.org/de/bundesregierung-verharmlost-zustaende-in-der-tierhaltung>. Zugegriffen: 27. Mai 2023

186. Foodwatch (2023) Von bio bis konventionell: In allen Haltungsformen leiden Nutztiere unter Krankheiten. <https://www.foodwatch.org/de/von-bio-bis-konventionell-in-alle-haltungsformen-leiden-nutztiere-unter-krankheiten>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
187. Deglow H, Bender H (2022) Haltungskennzeichnung: Tierwohl-Label bleibt in der Kritik. <https://www.lebensmittelzeitung.net/politik/nachrichten/haltungskennzeichnung-tierwohl-label-bleibt-in-der-kritik-168471?crefresh=1>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
188. Rittenau N (2019) Vegan-Klischee ade! Wissenschaftliche Antworten auf kritische Fragen zu veganer Ernährung, 3. Auflage. Edition Kochen ohne Knochen. Ventil Verlag UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG, Mainz
189. Leitzmann C, Keller M (2020) Vegetarische und vegane Ernährung, 4. vollst. überarb. u. erw. Aufl. utb GmbH, Stuttgart
190. Schweitzer A (2016) Kulturphilosophie. Verfall und Wiederaufbau der Kultur. Kultur und Ethik, 2nd ed. Beck'sche Reihe, v1150. C.H. Beck, München
191. vegan.eu | Dein veganes Infoportal (2012) Tiere essen Tiere - warum sollten Menschen keine Tiere essen? https://www.vegan.eu/tiere_essen/. Zugegriffen: 9. Januar 2023
192. Covey K, Soper F, Pangala S et al. (2021) Carbon and Beyond: The Biogeochemistry of Cli-mate in a Rapidly Changing Amazon. *Front. For. Glob. Change* 4. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.618401>
193. Müller-Amenitsch R, Tarsoly B (2021) CO2lution - gemeinsam. Klima wandeln. Jetzt. Das CO(2)nsumokratische Manifest = Die Ökonomie des Wandels, 1. Auflage. Branding Cuisine GmbH & Co. KG, Berlin
194. Umweltbundesamt Die Zukunft im Blick: Fleisch der Zukunft - Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen von pflanzlichen Fleischersatzprodukten, essbaren Insekten und In-vitro-Fleisch. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-25_trendanalyse_fleisch-der-zukunft_web_bf.pdf. Zugegriffen: 28. Dezember 2022
195. Heinze K (2020) Prof. Dr. Andreas Gattinger: „Der Klimawandel macht eine Agrar- und Ernährungswende unumgänglich“. <https://www.bio-reporter-international.net/post/prof-dr-andreas-gattinger-der-klimawandel-macht-eine-agrar-und-ern%C3%A4hrungswende-unumg%C3%A4nglich>. Zugegriffen: 29. Juli 2023
196. Zukunftskommission Landwirtschaft (2021) Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/997532/1939908/7f01df39e6d5885c144e51051f6508f/2021-07-06-zukunftskommission-landwirtschaft-data.pdf?download=1>. Zu-griffen: 6. Februar 2023
197. Wirz A, Kasperczyk N, Thomas F (2017) Kursbuch Agrarwende 2050 - Langfassung. https://www.greenpeace.de/sites/default/files/publications/20170105_studie_agrar-wende2050_lf.pdf. Zugegriffen: 29. Juli 2023
198. Hülsbergen K-J, Schmid H, Chmelikova L, Rahmann G, Paulsen HM, Köpke U (2023) Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus, 1. Auflage. Weihenstephaner Schriften Ökologischer Landbau und Pflanzenbausysteme, Band 16. Verlag Dr. Köster, Berlin
199. Eisen MB, Brown PO (2022) Rapid global phaseout of animal agriculture has the potential to stabilize greenhouse gas levels for 30 years and offset 68 percent of CO2 emissions this century. *PLOS Clim* 1:e0000010. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000010>
200. Willett W, Rockström J, Loken B et al. (2019) Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 393:447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
201. Schlätzer M, Lindenthal T (2020) StartClim-Endbericht: DIETCCLU Einfluss von unterschiedlichen Ernährungsweisen auf Klimawandel und Flächeninanspruchnahme in Österreich und Übersee. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2020/startclim_endbericht_2012.pdf. Zugegriffen: 23. Februar 2023
202. EurekaAlert! (2023) Replacing animal agriculture and shifting to a plant-based diet could drastically curb greenhouse gas emissions, according to new model. <https://www.eurekaalert.org/news-releases/941430>. Zugegriffen: 23. Februar 2023
203. Bryngelsson D, Wirsenius S, Hedenus F, Sonesson U (2016) How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. *Food Policy* 59:152-164. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.12.012>
204. Rahmann G, Thunecke H-J (2022) Muss der Ökolandbau die Erträge steigern? Interview. https://literaturthuenen.de/digbib_extern/dn065424.pdf. Zugegriffen: 29. Juli 2023
205. Rodale Institute (2022) Farming Systems Trial - Rodale Institute. <https://rodaleinstitute.org/science/farming-systems-trial/>. Zugegriffen: 24. Mai 2023
206. Eisenbach L, Folina A, Zisi C et al. (2018) Effect of Biocyclic Humus Soil on Yield and Quality Parameters of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) LX1:210-217
207. Bundesumweltministeriums (2023) Weltnaturkonferenz (CBD COP 15). <https://www.bmu.de/cbd-cop15>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
208. UNEP - UN Environment Programme (2023) Spotlight on nature and biodiversity. <https://www.unep.org/news-and-stories/news/spotlight-nature-and-biodiversity#update172718>. Zugegriffen: 25. Februar 2023
209. Passenheim A (2022) Weltnaturkonferenz: Hoffen auf den „Paris-Moment“. <https://www.tagesschau.de/wissen/klima/montreal-cop15-biodiversitaet-weltnaturkonferenz-101.html>. Zugegriffen: 27. Mai 2023
210. Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau e.V. - vegan und ökologisch ab Feld (2021) Impuls-papier. <https://biozyklisch-veganer.org/wp-content/uploads/2021/11/Impuls-papier-1.pdf>. Zu-gegriffen: 27. Februar 2023
211. Neussel W (2021) Verantwortbare Landwirtschaft statt Qualzucht und Qualhaltung. Was warum schief läuft und wie wir es besser machen können. Oekom Verlag, München
212. Statistisches Bundesamt (2019) Tiere und tierische Erzeugung. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/_inhalt.html. Zugegriffen: 20. Februar 2023
213. Statistisches Bundesamt (2021) Betriebe mit Geflügel oder sonstigen Nutztieren. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/Tabellen/betriebe-gefluegel-nutztiere.html>. Zugegriffen: 20. Februar 2023
214. BZFE (2023) Planetary Health Diet: Speiseplan für eine gesunde und nachhaltige Ernährung. <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/lagern-kochen-essen-teilen/planetary-health-diet/>. Zugegriffen: 20. Februar 2023
215. USDA Livestock and Poultry: World Markets and Trade. https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Zugegriffen: 20. Februar 2023
216. Statistisches Bundesamt (2020) Internationale Statistik: Tierhaltung, Fleischproduktion, Fleischkonsum. https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/landwirtschaft-fischerei/tierhaltung-fleischkonsum/_inhalt.html. Zugegriffen: 20. Februar 2023
217. fishcount.org.uk (2019) Fish count estimates | fishcount.org.uk. <http://fishcount.org.uk/fish-count-estimates-2>. Zugegriffen: 25. April 2023
218. BLE (2023) Wieviel Fleisch essen die Deutschen pro Jahr? www.ble.de. Zugegriffen: 29. Mai 2023
219. BLE (2023) Pressemitteilungen - Bilanz 2022: Produktion und Pro-Kopf-Verbrauch von Milch, Käse und Butter nehmen ab. https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/230414_Milchbilanz.html. Zugegriffen: 29. Mai 2023
220. BLE (2023) Pressemitteilungen - Milchmarkt 2021: Pro-Kopf-Verbrauch von Milch sinkt auf 47,8 Kilogramm. https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2022/220502_Milchmarkt_2021.html. Zugegriffen: 29. Mai 2023
221. BMEL (2023) BMEL-Statistik: Fisch. <https://www.bmel-statistik.de/ernaehrung-fischerei/versorgungsbilanzen/fisch>. Zugegriffen: 29. Mai 2023
222. Umweltbundesamt (2023) Struktur der Flächennutzung. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#die-wichtigsten-flaechennutzungen>. Zu-gegriffen: 29. Juli 2023
223. Statistisches Bundesamt Bodennutzung der Betriebe - (Struktur der Betriebe) - Fachserie 3 Reihe 2.1.2 - 2022. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Publikationen/Bodennutzung/bodennutzung-2030212227004.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 29. Mai 2023
224. landwirtschaft.jetzt (2022) Mythos Weideflächen. <https://landwirtschaft.jetzt/de/mythos-3/>. Zugegriffen: 9. Mai 2023
225. Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e. V. Moor-Klimawirte - Zukunft der Land-wirtschaft im Moor. https://www.dvl.org/uploads/tx_ttproducts/datasheet/DVL-Publikation-Fachpublikation_Moor-Klimawirte_01.pdf. Zugegriffen: 10. Juli 2023
226. Reise J, Hennenberg K, Böttcher H, Benndorf A (2021) Natürliche Senken - Die Potenziale natürlicher Ökosysteme zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen und Speicherung von Kohlenstoff. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Kurzgutachten_Natuerliche_Senken_OEkoinstitut.pdf. Zugegriffen: 9. Januar 2023
227. Pffiffer L, Stöckli S Landwirtschaft und Biodiversität. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1524-biodiversitaet.pdf>. Zugegriffen: 9. Mai 2023
228. BMEL Landwirtschaft verstehen - Fakten und Hintergründe. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile&v=20. Zugegriffen: 29. Mai 2023
229. Umweltbundesamt (2018) Daten zur Umwelt Ausgabe 2018, Umwelt und Landwirtschaft. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba_dzu2018_umwelt_und_landwirtschaft_web_bf_v7.pdf#page=82&zoom=100,0,0. Zugegriffen: 9. Mai 2023
230. NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V. (2023) Space for Nature: 10 Gründe für 10 Prozent - NABU. <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/landwirtschaft/agrarpolitik/eu-agrarreform/28767.html>. Zugegriffen: 8. Februar 2023
231. Pilorgé E, Kezeya B, Stauss W, Muel F, Mergenthaler M (2021) Pea and rapeseed acreage and land use for plant-based meat alternatives in the EU. *OCL* 28:54. <https://doi.org/10.1051/oc/2021037>
232. Ritchie H (2023) If the world adopted a plant-based diet we would reduce global agricultural land use from 4 to 1 billion hectares. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/land-use-diets>. Zugegriffen: 22. Februar 2023

- der-drohen-verstoessen-577544. Zugegriffen: 6. Februar 2023
279. Dannenberg A, Kirsch F, Knöke L, Popp S, Sander S, Schmitz F Milliarden für die Tierindustrie. <https://gemeinsam-gegen-die-tierindustrie.org/wp-content/uploads/2021/03/Studie-Milliarden-Tierindustrie-GgT-2021.pdf>. Zugegriffen: 7. Mai 2023
280. oekolandbau (2023) Öko-Förderung in den Bundesländern. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/betrieb/oeko-foerderung/foedersaetze-der-bundeslaender/>. Zugegriffen: 29. Juli 2023
281. oekolandbau (2023) Bürgerbündnis erkämpft ökologisch-soziale Landvergabe. <https://www.oekolandbau.de/bio-im-alltag/bio-erleben/aktiv-werden/buergerbuendnis-erkaempft-oekologisch-soziale-landvergabe/>. Zugegriffen: 8. Februar 2023
282. German Science And Humanities Council (2023) Perspektiven der Agrar- und Ernährungswissenschaften | Positionspapier
283. Umweltbundesamt (2022) Ökologische Finanzreform: Produktbezogene Anreize als Treiber umweltfreundlicher Produktions- und Konsumweisen. Verbrauchsteuern und weitere produktbezogene ökonomische Instrumente. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_100-2022_oekologische_finanzreform_-_produktbezogene_anreize_als_treiber_umweltfreundlicher_produk-tions-_und_konsumweisen_0.pdf. Zugegriffen: 29. Juli 2023
284. VERBRAUCHER INITIATIVE e. V. „Wahrere“ Lebensmittelpreise als Baustein zur Transformation des Ernährungssystems. https://verbraucher.org/media/file/3321.VI_0423_Strategiepapier_DwP_Kurzfassung.pdf. Zugegriffen: 29. Juli 2023
285. Bauernverband (2021) Konjunktur- und Investitionsbarometer Agrar. https://www.bauernverband.de/fileadmin/user_upload/dbv/pressemitteilungen/2022/KW_01_bis_KW_20/KW_05/DBV_Umfrageergebnisse_Umstellungsbereitschaft_OEko-Landbau_Dez_2021.pdf. Zugegriffen: 26. Februar 2023
286. Schroeder D, Thiermann I, Latacz-Lohmann U Raus aus den Schweinen? <https://www.betriebslehre.agric-econ.uni-kiel.de/de/forschung/praxis/dateien-p-u-b-2020/raus-aus-den-schweinen>. Zugegriffen: 10. Juli 2023
287. Landesbauernverband in Baden-Württemberg (2023) LBV-Umfrage: Schweinehalter im Land sehen keine Perspektive mehr. <https://www.lbv-bw.de/LBV-Umfrage-Schweinehalter-im-Land-sehen-keine-Perspektive-mehr,QUIEPTcwNjkyMTUmTU-IEPTUINzEw.html>. Zugegriffen: 10. Juli 2023
288. BZFE (2023) Zwischen Unterricht und Pausenhof. <https://www.bzfe.de/ernaehrung/ernaehrungskommunikation/menschen-verstehen-und-staerken/zwischen-unterricht-und-pausenhof/>. Zugegriffen: 27. Februar 2023
289. Winterer A (2021) CO₂-Steuern: Was ist das eigentlich - und wer braucht das? <https://utopia.de/ratgeber/co2-steuern-abgaben/>. Zugegriffen: 27. Februar 2023
290. Wackett, Markus (2020) Kohleausstieg kostet Steuerzahler Milliardensummen. <https://www.reuters.com/article/deutschland-energie-kohlekommission-id-DEKBN1ZFOJA>. Zugegriffen: 27. Februar 2023
291. BMEL (2023) Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) - GAP-Strategieplan für die Bundesrepublik Deutschland. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-und-foerderung/gap/gap-strategieplan.html>. Zugegriffen: 7. Mai 2023
292. dvs (2023) Die GAP 2023-27. <https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/foerderung/der-eler/die-neue-gap/>. Zugegriffen: 7. Mai 2023
293. BMEL (2023) Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) - Begleitausschuss „Nationaler GAP-Strategieplan“. https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-und-foerderung/gap/gap-strategieplan_begleitausschuss.html#doc96358body-Text2. Zugegriffen: 7. Mai 2023
294. Deutscher Bauernverband (2023) Startseite - Situationsbericht 22/23. <https://www.situationsbericht.de/>. Zugegriffen: 26. Mai 2023
295. BLE (2023) Informationsgrafiken. https://www.ble.de/DE/BZL/Informationsgrafiken/informationsgrafiken_node.html. Zugegriffen: 29. Mai 2023
296. BLE (2023) Regenwald und Rinderhaltung: Futtermittelimporte im Fokus. <https://www.ble-medienservice.de/0080-1-regenwald-und-rinderhaltung-futtermittelimporte-im-fokus.html>. Zugegriffen: 29. Mai 2023
297. Statistisches Bundesamt (2022) Ökologischer Landbau in Deutschland: Ackerland und Dau-ergrünland. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/oekologisches-dauergruen-ackerland.html>. Zugegriffen: 29. Mai 2023
298. Raussen T, Richter F, Kern M, Müller HJ, Gottschall R, Bruns C (2019) Nährstoffrückführung durch Biogut- und Grünuttkomposte in den Ökologischen Landbau Hessens (Öko-Kompost). Endbericht, Hessisches Ministerium f. Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft u. Verbraucher-schutz (HMUKLV), Wiesbaden
299. van der Burgt G, Timmermans BG, Havenga de Poel H (2023) Evaluation Planty Organic 2012-2020: Pflanzliche Düngung | Louis Bolk Instituut. <https://www.louisbolk.nl/publicaties/evaluation-planty-organic-2012-2020-pflanzliche-duengung>. Zugegriffen: 31. Mai 2023
300. BMEL (2023) Digitalisierung - Digitalisierung in der Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitalisierung-landwirtschaft.html>. Zugegriffen: 29. Mai 2023
301. BMEL (2022) Digitalisierung - Digitalisierung in der Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitalisierung-landwirtschaft.html>. Zugegriffen: 26. Januar 2023
302. Umweltbundesamt Treibhausgas der Landwirtschaft nach Kategorien. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2_datentabelle-zur-abb_thg-emi-landwirtschaft-kat_2023.pdf. Zugegriffen: 29. Mai 2023
303. Reichert T, Reichardt M Studie: Saumagen und Regenwald. Klima- und Umweltwirkungen deutscher Agrarrohstoffimporte am Beispiel Sojaschrot: Ansatzpunkte für eine zukunftsfähige Gestaltung. <https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/1074.pdf#page=16&zoom=100,0,0>. Zugegriffen: 10. Juli 2023
304. Pflanzenforschung.de (2020) Treibhausgas-Hotspots. <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/treibhausgas-hotspots>. Zugegriffen: 10. Juli 2023
305. Escobar N, Tizado E.J, Ermgassen EK zu, Löfgren P, Börner J, Godar J (2020) Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. *Global Environmental Change* 62:102067. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102067>
306. Stiftung Unternehmen Wald (2023) Wie viel Kohlendioxid (CO₂) speichert der Wald bzw. ein Baum. <https://www.wald.de/waldwissen/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/>. Zugegriffen: 30. Juli 2023
307. Springmann M Towards healthy and sustainable diets in Germany. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023-05-10_texte_67-2023_towards_healthy_1.pdf. Zugegriffen: 31. Mai 2023
308. agrarheute (2021) Interview zur Schweinehaltung: Ausstieg als Option. <https://www.agrarheute.com/tier/schwein/interview-schweinehaltung-ausstieg-option-579073>. Zugegriffen: 22. Mai 2023
309. Die Bundesregierung informiert | Startseite (2023) CO₂-Bepreisung für weniger Emissionen. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/weniger-co2-emissionen-1810636>. Zugegriffen: 31. Mai 2023
310. Die Waldeigentümer AGDW Klimaziele erreichen - Wald erhalten, Ökosystemleistungen des Waldes honorieren! <https://www.waldeigentuemers.de/wp-content/uploads/2019/07/hier.pdf>. Zugegriffen: 29. Mai 2023
311. Scarborough P, Clark M, Cobiac L et al. (2023) Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. *Nat Food* 4:565-574. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00795-w>
312. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2023) Sonderinitiative Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme. <https://www.bmz.de/de/themen/ernaehrungssicherung/transformation-der-agrar-und-ernaehrungssysteme>. Zugegriffen: 29. Juli 2023
313. BMEL (2023) Ackerbau - Düngung. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/duengung.html>. Zugegriffen: 30. Juli 2023
314. RVO.nl (2023) Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting (Lbv-plus) | RVO.nl. <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/lbv-plus>. Zugegriffen: 30. Juli 2023
315. Dobermann A, Bruulsema T, Cakmak I et al. (2022) Responsible plant nutrition: A new paradigm to support food system transformation. *Global Food Security* 33:100636. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100636>
316. Umweltbundesamt Bausteine für die Transformation zu einem nachhaltigen Ernährungssystem. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2023-10-18_stern-ap6_broschuere_final_bf.pdf. Zugegriffen: 6. Dezember 2023
317. GFI (2023) 2022 Cultivated Meat State of the Industry Report. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report-2-1.pdf>. Zugegriffen: 14. Juli 2023
318. BCG Global (2023) Alternative-Protein Market to Reach at Least \$290 Billion by 2035. <https://www.bcg.com/press/23march2021-alternative-protein-market-reach-290-billion-by-2035>. Zugegriffen: 14. Juli 2023

10. ANHANG

BERECHNUNG REDUKTION DES FLEISCHKONSUMS

Jahr	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Ø Fleischkonsum pro Kopf/Jahr	55	52	47	42	36	31	26	21	16	10	5	0
Ø Rind in kg pro Kopf/Jahr	9	9	8	7	6	5	4	3	3	2	1	0
Ø Schwein in kg pro Kopf/Jahr	31	29	26	23	20	17	15	12	9	6	3	0
Ø Geflügel in kg pro Kopf/Jahr	13	13	11	10	9	8	6	5	4	3	1	0
Ø Milchkonsum pro Kopf/Jahr	48	46	41	37	32	28	23	18	14	9	5	0
Ø Fischkonsum pro Kopf/Jahr *Angaben 2020 und 2021	14	13	11	10	9	8	6	5	4	3	1	0
Reduktion Tierleid												
# Schweine	23.800.000	21.400.000	19.260.000	17.120.000	14.980.000	12.840.000	10.700.000	8.560.000	6.420.000	4.280.000	2.140.000	0
# Rinder	11.040.000	11.000.000	9.900.000	8.800.000	7.700.000	6.600.000	5.500.000	4.400.000	3.300.000	2.200.000	1.100.000	0
# Geflügel	659.816.585	660.785.472	594.706.925	528.628.378	462.549.830	396.471.283	330.392.736	264.314.189	198.235.642	132.157.094	66.078.547	0

BERECHNUNG TRANSFORMATION DER FLÄCHEN IM SZENARIO 50 (50 % ERTRAGSKRAFT IM VERGLEICH ZUM KONVENTIONELLEN LANDBAU)

Jahr	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Agrarfläche Pflanzenanbau Futter konventionell	5.480.490	4.932.441	4.384.392	3.836.343	3.288.294	2.740.245	2.192.196	1.644.147	1.096.098	548.049	0
Agrarfläche Pflanzenanbau Futter öko	1.164.000	1.047.600	931.200	814.800	698.400	582.000	465.600	349.200	232.800	116.400	0
Fläche Grünland/Weideflächen	4.729.700	4.256.730	3.783.760	3.310.790	2.837.820	2.364.850	1.891.880	1.418.910	945.940	472.970	0
Agrarfläche Pflanzenanbau Nahrung konventionell	1.626.273	1.463.646	1.301.018	1.138.391	975.764	813.137	650.509	487.882	325.255	162.627	0
Agrarfläche Pflanzenanbau Nahrung öko	705.227	588.827	472.427	356.027	239.627	123.227	6.827	0	0	0	0
Agrarfläche Pflanzenanbau öko-vegan (Szenario 50)	-	1.006.400	2.012.800	3.019.200	4.025.600	5.032.000	6.038.400	7.044.800	8.051.200	9.057.600	10.064.000
Flächengewinn Renaturierung (Szenario 50)	-	410.046	820.093	1.230.139	1.640.185	2.050.232	2.460.278	2.760.751	3.054.397	3.348.044	3.641.690

BERECHNUNG TRANSFORMATION DER FLÄCHEN IM SZENARIO 100 (100 % ERTRAGSKRAFT IM VERGLEICH ZUM KONVENTIONELLEN LANDBAU)

Jahr	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Agrarfläche Pflanzenanbau Futter konventionell	5.480.490	4.932.441	4.384.392	3.836.343	3.288.294	2.740.245	2.192.196	1.644.147	1.096.098	548.049	0
Agrarfläche Pflanzenanbau Futter öko	1.164.000	1.047.600	931.200	814.800	698.400	582.000	465.600	349.200	232.800	116.400	0
Fläche Grünland/Weideflächen	4.729.700	4.256.730	3.783.760	3.310.790	2.837.820	2.364.850	1.891.880	1.418.910	945.940	472.970	0
Agrarfläche Pflanzenanbau Nahrung konventionell	1.626.273	1.463.646	1.301.018	1.138.391	975.764	813.137	650.509	487.882	325.255	162.627	0
Agrarfläche Pflanzenanbau Nahrung öko	705.227	588.827	472.427	356.027	239.627	123.227	6.827	0	0	0	0
Agrarfläche Pflanzenanbau öko-vegan (Szenario 100)	-	503.200	1.006.400	1.509.600	2.012.800	2.516.000	3.019.200	3.522.400	4.025.600	4.528.800	5.032.000
Flächengewinn Renaturierung bei (Szenario 100)	-	913.246	1.826.493	2.739.739	3.652.985	4.566.232	5.479.478	6.283.151	7.079.997	7.876.844	8.673.690

BERECHNUNG ENTWICKLUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN IM SZENARIO 50 (50 % ERTRAGSKRAFT IM VERGLEICH ZUM KONVENTIONELLEN LANDBAU)

Jahr	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
THG Konventionell (Pflanzenanbau - Nahrung - 2998kg/ha)	6.230.575	6.202.781	5.126.500	6.232.465	6.977.712	7.340.337	7.296.625	6.820.860	5.885.109	4.458.979	2.509.337	0
THG Konventionell (Pflanzenanbau - Futter - 2998kg/ha)	19.322.576	19.322.576	17.390.318	15.458.060	13.525.803	11.593.545	9.661.288	7.729.030	5.796.773	3.864.515	1.932.258	0
THG Konventionell (Grünland/Weideflächen - 95,9% Milchvieh - 2799kg/ha)	12.695.655	12.695.655	11.426.089	10.156.524	8.886.958	7.617.393	6.347.827	5.078.262	3.808.696	2.539.131	1.269.565	0
THG Ökoflächen (Pflanzenanbau - Nahrung - 1223kg/ha)	309.732	321.070	400.567	618.457	877.625	1.178.070	2.377.625	3.866.121	5.643.559	7.709.938	10.065.259	12.308.272
THG Ökoflächen (Pflanzenanbau - Futter - 1223kg/ha)	243.786	243.786	219.408	195.029	170.650	146.272	121.893	97.515	73.136	48.757	24.379	0
THG Ökoflächen (Grünland/Weideflächen - 4,1% Fl. Milchvieh - 1041kg/ha)	201.868	201.868	181.681	161.495	141.308	121.121	100.934	80.747	60.560	40.374	20.187	0

BERECHNUNG ENTWICKLUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN IM SZENARIO 100 (100 % ERTRAGSKRAFT IM VERGLEICH ZUM KONVENTIONELLEN LANDBAU)

Jahr	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
THG Konventionell (Pflanzenanbau - Nahrung - 2998kg/ha)	6.230.575	6.202.781	5.274.864	5.419.930	5.467.830	5.397.660	5.182.052	4.784.475	4.225.436	3.317.857	1.956.281	0
THG Konventionell (Pflanzenanbau - Futter - 2998kg/ha)	19.322.576	19.322.576	17.390.318	15.458.060	13.525.803	11.593.545	9.661.288	7.729.030	5.796.773	3.864.515	1.932.258	0
THG Konventionell (Grünland/Weideflächen - 95,9% Milchvieh - 2799kg/ha)	12.695.655	12.695.655	11.426.089	10.156.524	8.886.958	7.617.393	6.347.827	5.078.262	3.808.696	2.539.131	1.269.565	0
THG Ökoflächen (Pflanzenanbau - Nahrung - 1223kg/ha)	309.732	321.070	414.453	518.802	634.118	760.400	1.404.317	2.125.000	3.004.543	4.004.656	5.121.396	6.154.136
THG Ökoflächen (Pflanzenanbau - Futter - 1223kg/ha)	243.786	243.786	219.408	195.029	170.650	146.272	121.893	97.515	73.136	48.757	24.379	0
THG Ökoflächen (Grünland/Weideflächen - 4,1% Fl. Milchvieh - 1041kg/ha)	201.868	201.868	181.681	161.495	141.308	121.121	100.934	80.747	60.560	40.374	20.187	0

BERECHNUNG DER FÖRDERMITTELVERTEILUNG IM SZENARIO 50

Jahr	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Subventionen pro ha konventionell (Annahme: Ø 300 Euro, ab 2028: 150 Euro)	4.355.271.900	4.000.178.010	3.645.084.120	3.289.990.230	2.934.896.340	2.579.802.450	1.112.354.280	934.807.335	757.260.390	579.713.445	402.166.500
Subventionen pro ha Ökolandbau (Annahme: 500 €, ab 2028: 300 Euro)	934.613.500	818.213.500	701.813.500	585.413.500	469.013.500	352.613.500	141.728.100	104.760.000	69.840.000	34.920.000	0
Subventionen pro ha veganen Ökolandbau (Annahme: ab 2028: 500 €)	-	503.200.000	1.006.400.000	1.509.600.000	2.012.800.000	2.516.000.000	3.019.200.000	3.522.400.000	4.025.600.000	4.528.800.000	5.032.000.000
Subventionen gesamt	5.289.885.400	5.321.591.510	5.353.297.620	5.385.003.730	5.416.709.840	5.448.415.950	4.273.282.380	4.561.967.335	4.852.700.390	5.143.433.445	5.434.166.500

BERECHNUNG DER FÖRDERMITTELVERTEILUNG IM SZENARIO 100

Jahr	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Subventionen pro ha konventionell (Annahme: Ø 300 Euro, ab 2028: 150 Euro)	4.355.271.900	4.000.178.010	3.645.084.120	3.289.990.230	2.934.896.340	2.579.802.450	1.112.354.280	934.807.335	757.260.390	579.713.445	402.166.500
Subventionen pro ha Ökolandbau (Annahme: 500 €, ab 2028: 300 Euro)	934.613.500	818.213.500	701.813.500	585.413.500	469.013.500	352.613.500	141.728.100	104.760.000	69.840.000	34.920.000	0
Subventionen pro ha veganen Ökolandbau (Annahme: ab 2028: 500 €)	-	251.600.000	503.200.000	754.800.000	1.006.400.000	1.258.000.000	1.509.600.000	1.761.200.000	2.012.800.000	2.264.400.000	2.516.000.000
Subventionen gesamt	5.289.885.400	4.969.351.510	4.648.817.620	4.328.283.730	4.007.749.840	3.687.215.950	3.970.522.060	3.805.414.670	3.643.720.780	3.482.026.890	3.320.333.000

BERECHNUNG DER VERMEIDUNG VON FOLGEKOSTEN IM SZENARIO 50

Jahr	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Anteil Flächen Ökolandbau in %	10,9%	11,3%	13,3%	15,3%	17,3%	19,3%	33,3%	47,3%	61,3%	75,3%	89,3%	100,0%
Vermeidung Folgekosten Umwidmung Ökoflächen	1.441.784.800	1.495.381.600	2.114.261.600	2.733.141.600	3.352.021.600	3.970.901.600	4.589.781.600	5.208.661.600	5.915.200.000	6.627.200.000	7.339.200.000	8.051.200.000
Vermeidung Folgekosten Umwidmung Renaturierung	-	-	487.955.097	975.910.194	1.463.865.291	1.951.820.388	2.439.775.485	2.927.730.582	3.285.293.809	3.634.732.906	3.984.172.003	4.333.611.100
Gesamt	1.441.784.800	1.495.381.600	2.602.216.697	3.709.051.794	4.815.886.891	5.922.721.988	7.029.557.085	8.136.392.182	9.200.493.809	10.261.932.906	11.323.372.003	12.384.811.100

BERECHNUNG DER VERMEIDUNG VON FOLGEKOSTEN IM SZENARIO 100

Jahr	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Anteil Flächen Ökolandbau in %	10,9%	11,3%	13,3%	15,3%	17,3%	19,3%	33,3%	47,3%	61,3%	75,3%	89,3%	100,0%
Vermeidung Folgekosten Umwidmung Ökoflächen	1.441.784.800	1.495.381.600	1.711.701.600	1.928.021.600	2.144.341.600	2.360.661.600	2.576.981.600	2.793.301.600	3.097.280.000	3.406.720.000	3.716.160.000	4.025.600.000
Vermeidung Folgekosten Umwidmung Renaturierung	-	-	1.086.763.097	2.173.526.194	3.260.289.291	4.347.052.388	5.433.815.485	6.520.578.582	7.476.949.809	8.425.196.906	9.373.444.003	10.321.691.100
Gesamt	1.441.784.800	1.495.381.600	2.798.464.697	4.101.547.794	5.404.630.891	6.707.713.988	8.010.797.085	9.313.880.182	10.574.229.809	11.831.916.906	13.089.604.003	14.347.291.100