

ERGÄNZUNGSMATERIAL ZUM WHITE PAPER

**„Ausstieg aus der Tierhaltung – Notwendigkeiten
und Strategien für Deutschland“**



**Ergänzungsmaterial zum White Paper
„Ausstieg aus der Tierhaltung –
Notwendigkeiten und Strategien
für Deutschland“**

A1. Freiwerdende Flächen in Deutschland ohne Tierhaltung.....	4
A2. Treibhausgasemissionen in Deutschland 2020, GWP 100 vs. GWP 20	8
A3. Treibhausgasemissionen der Tierhaltung in Deutschland 2022, GWP 100 vs. GWP 20.....	8
A4. Berechnung der Emissionseinsparungen bei Kunstdünger in der Tierhaltung und mit veganer Ökolandwirtschaft gem. Szenario A1	9
A5. Berechnung der Emissionsreduzierungs- und Sequestrierungspotenziale freiwerdender Flächen.....	10
B1. Gesamtkonsum von Kalorien und Proteinen in Deutschland	11
B2. Zielbilder für die Erzeugung von Nahrungsmitteln.....	13
C1. Übersicht über einige Subventionierungen der Tierhaltung, deren Höhe und unsere Empfehlungen für die Politik	14
C2. Scoring-Matrix zur Bewertung der Maßnahmen	16
C3. Gesamt-Scorings der einzelnen Maßnahmen	17
D. Lösungsfunktion der Differentialgleichung und Python-Programm zu Visualisierung der Zeitmodelle möglicher Transformationen.....	18
Quellen	20

A1. Freiwerdende Flächen in Deutschland ohne Tierhaltung

Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen mit gegenwärtiger Tierhaltung ist wie in unten stehender Tabelle verteilt.

Nutzung landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland			
Landnutzungsart	Mio. ha	Anteil	Anteil bezogen auf Ernährung (In-/Ausland)
Ackerland für Nahrungsmittel	3,6	22%	22%
Ackerland für Tierfutter	5,4	32%	33%
Grünland für Tiere	4,9	29%	29%
Ackerland für Energiepflanzen	2,3	14%	n/a
Ackerland für Industriepflanzen	0,3	2%	n/a
Brache	0,2	1%	n/a
Gesamt Inland [1][2]	16,7	100%	n/a
Auslandsflächen für Futtermittel (Soja) [3]*	2,7	n/a	16%
Gesamt Ernährung (In- und Ausland)	16,6	n/a	100%

* Aufgrund fehlender exakter Zahlen zum Flächenverbrauch anderer importierter Futtermittel, wie bspw. Raps und Mais, und der von öffentlichen Stellen dokumentierten Dominanz von Soja werden diese in den Rechnungen vernachlässigt. Bei den hier verwendeten Auslandsflächen für Futtermittel handelt es sich also um Mindestwerte, die vermutlich etwas höher liegen.

Global betrachtet ließe sich gemäß einer Studie der Oxford University ohne Tierhaltung und mit weiterhin überwiegend konventioneller Landwirtschaft eine Fläche von 76% einsparen [4]. Für Österreich ermittelte das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL Wien) eine potenzielle Reduktion der Flächenverbräuche um 66% [5]. Eine Studie des WWF errechnete auf Basis der EAT-Lancet-Vorgaben für Deutschland eine Flächeneinsparung von 49% [6].

Die Unterschiede in den Potenzialen sind durch die vorherrschenden landwirtschaftlichen Systeme erklärbar. So wird die Tierhaltung, global gesehen, extensiv mit hohen Anteilen an Weideflächen betrieben [7], während in Industrienationen, insbesondere in Deutschland, der Anteil an sogenannter Massentierhaltung sehr hoch ist (89%) [8]. Ebenso wird Pflanzenbau unterschiedlich intensiv betrieben.

Einsparpotenziale und Flächenverbräuche mit veganer Ernährung, konventionell (gerundet)					
Region	Fläche für Ernährung (Mio. ha), aktuell	Fläche pro Person (m²), aktuell	Einspar-potenzial (%)	Einsparpotenzial (Mio. ha)	Flächenverbrauch pro vegane Person (m²)
Welt [9]	4100	5100	76	3100	1200
Österreich [5]*	1,6	1800	66	1,1	630
Deutschland [6]	16,6	2022	49	8,2	1030

* Die absoluten aktuellen und potenziellen Flächenbedarfe für Österreich sind signifikant geringer als in Deutschland, da in der Studie Lebensmittelabfälle herausgerechnet wurden. Darüber hinaus wurden keine Import-Export-Bilanzen berücksichtigt.

Mit einem Wechsel zu einer veganen Landwirtschaft werden enorme Flächen frei. Unterschiedliche Szenarien sind denkbar, wie in folgender Tabelle skizziert.

Szenarien einer veganen Landwirtschaft						
	Freiwerdende Flächen	Maximales Potenzial	WWF-Studie	FiBL-Studie	Dieses White Paper	
Pflanzenbaumethoden						
konventionell vegan	++	?	X	X		
konventionell vegan & biozykl.-vegan	+	?			X	
rein biozykl.-vegan	o/-	?				
Lebensmittelabfall						
unverändert	o		X		X	
reduziert	+					
eliminiert	++	X		X		
Rückführung Klärschlamm						
unverändert	o		X	X	X	
erhöht	+					
maximiert	++	X				
Alternative Lebensmittel-erzeugung						
nicht berücksichtigt	o		X	X	Kapitel „Klimawandel“	
berücksichtigt	++	X			Kapitel „Der Weg aus der Krise“	

* Konventioneller veganer Pflanzenbau nutzt keinen Tierdung, aber Kunstdünger und Pestizide

** Biozyklisch-veganer Pflanzenbau nutzt keinen Tierdung, weitestgehend keinen Kunstdünger und keine Pestizide, dafür aber innovative Düngetechniken des biozyklisch-veganen Anbaus (Gründüngung, Grünschnittdüngung, Kompostierung, Humusaufbau, Cut & Carry, ggf. Dünger über grassubstrat-basierende Biogasanlagen)

In diesem White Paper orientieren wir uns an den Werten der WWF Studie, mit dem einzigen Unterschied, dass ökologischer (biozyklisch-veganer) Pflanzenbau angestrebt wird. Faktoren, die den Flächenbedarf bzw. die Ertragslücke weiter reduzieren, wie die Reduzierung des Lebensmittelabfalls, die Rückführung von Klärschlamm und alternative Lebensmittelerzeugung (z. B. Präzisionsfermentation und mikrobielle Proteinproduktion mittels Solarenergie) bleiben hier unberücksichtigt, bieten aber zusätzliche Potenziale und sollten in weiteren Forschungen und Vorhaben einbezogen werden.

In unserem Szenario fallen zum einen die ausländischen Futtermittelflächen weg (mind. 2,7 Mio. ha), zum anderen die hiesigen Grünlandflächen (4,9 Mio. ha). Mit konventionellem Pflanzenbau (d. h. ohne Tierdung, aber mit Kunstdünger und Pestiziden) würden zusätzlich noch 0,6 Mio. ha Ackerflächen frei, jedoch verzichten wir hierauf zugunsten der Maximierung des Anteils am tendenziell weniger ertragreichen Ökolandbau. Zudem berücksichtigen wir das sinnvolle Umbruchverbot für Grünlandflächen, d. h. diese werden in unserem Szenario nicht in Ackerflächen umgewandelt, selbst dann nicht, wenn aufgrund potenziell geringerer Erträge kein vollständiger biozyklisch-veganer Pflanzenbau in Deutschland möglich wäre. Dies ist abhängig von der Ertragslücke, welche in folgender Tabelle untersucht wird. Bezüglich der Erträge im Pflanzenbau können drei Landwirtschaftssysteme unterschieden werden, die teilweise unterschiedliche Ergebnisse in langjährigen Feldversuchen zeigten.

Vergleich der Erträge des Pflanzenbaus im aktuellen Landwirtschaftssystem mit den Erträgen in alternativen Systemen des Pflanzenbaus				
Feldversuch/Studie	Konv. Pflanzenbau*	Ökol. Pflanzenbau**	Biozykl.-veganer Pflanzenbau***	Bewertung
Langjährige Untersuchungen im deutschlandweiten Netzwerk von Pilotbetrieben und Forschungsarbeiten in Dauerfeldexperimenten [10]	Referenz: 100 %	42 % – 60%, je nach Düngung	nicht untersucht	Die Ergebnisse variieren stark je nach Standort, Fruchtart und Management. Tlw. konnten gleich hohe Erträge erzielt werden. Nach Angaben der Studie können die Erträge weiter gesteigert werden durch „Züchtung leistungsfähiger und resisternter Sorten, verbesserte Anbauverfahren, technische Innovationen, optimierte Nährstoffversorgung und Nährstoffrecycling sowie die Gesunderhaltung der Kulturpflanzen durch neue biologische Wirkstoffe zur Regulierung von Pflanzenkrankheiten“.
Keine Studie, sondern Buch, daher ohne Peer-Review				
Meta-Analyse über 362 internationale Feldversuche, die zw. 1975 und 2010 stattfanden [11]	Referenz: 100 %	80 %	nicht untersucht	Die Schwankungen sind beträchtlich (Standardabweichung 21%). Die Ertragslücke variiert signifikant zwischen den Fruchtarten und Regionen. Die Studie stützt die Hypothese, dass der Unterschied zwischen ökologischen und konventionellen Erträgen mit der Zunahme der konventionellen Erträge zunimmt.
Meta-Analyse über 105 Studien mit 786 Beobachtungen, (2000–2022); verschiedene Klimatypen (boreal, warm-gemäßigt, trocken und äquatorial) [12]	Referenz: 100 %	82 %	nicht untersucht	Bestimmte Anbauformen, Regionen und Böden beeinflussen das Ertragsgefälle erheblich. Die Ergebnisse zeigen, dass das warm-gemäßigte Klima einen signifikanten Einfluss auf den Ertragsunterschied hatte (21% vs. 18%).
Meta-Analyse über 115 Studien mit über 1.000 Beobachtungen, (2000–2022) [13]	Referenz: 100 %	81 %	nicht untersucht	Die Ergebnisse zeigen keine signifikanten Unterschiede bei den Erträgen zwischen Leguminosen und Nicht-Leguminosen, zwischen mehrjährigen und einjährigen Pflanzen oder zwischen entwickelten Ländern und Entwicklungsländern. Zwischenfrüchte und die Fruchfolge verringern die Ertragslücke erheblich.
45-jähriger, andauernernder Feldversuch in der Schweiz, durchgeführt von FiBL und Agroscope [14]	Referenz: 100 %	Nicht-Hülsenfrüchte: 66 % – 87% Kleegras: 90% Soja: 100 %	nicht untersucht	Weltweit das am längsten laufende Experiment. Die organischen Systeme zeigen eine geringere Ertragsstabilität als die konventionellen Systeme.
22-jähriger Versuch zw. 1981 und 2001 des Rodale Institute in Pennsylvania für Getreide und Sojabohnen [15]	Referenz: 100 %	Getreide: 98% Soja: 97%	Getreide: 97% Soja: 88%	In den ersten fünf Jahren lag die Getreideernte im ökologischen und bio-veganen Anbau nur bei 80% und 72%, stieg dann in den Folgejahren tlw. über 100% des konventionellen Anbaus. In einer 5-jährigen Trockenperiode lieferten ökologischer und bio-veganer Anbau 130% bzw. 136%.

* Konventioneller Pflanzenbau ist der aktuell praktizierte Pflanzenbau, mit oder ohne Tierdung, mit Kunstdünger und mit Pestiziden

** Ökologischer Pflanzenbau nutzt Tierdung, aber weitestgehend keinen Kunstdünger und keine Pestizide

*** Biozyklisch-veganer Pflanzenbau nutzt keinen Tierdung, weitestgehend keinen Kunstdünger und keine Pestizide, dafür aber innovative Düngetechniken des biozyklisch-veganen Anbaus (Gründüngung, Grünschnittdüngung, Kompostierung, Humusaufbau, Cut & Carry, ggf. Dünger über grassubstrat-basierende Biogasanlagen)

Ein Vergleich zwischen konventionellem Pflanzenbau (mit oder ohne Tierdung, mit Kunstdünger und mit Pestiziden) und ökologischem Pflanzenbau (mit Tierdung, ohne Kunstdünger und Pestizide) zeigt kein eindeutiges Bild. Die Effizienz des ökologischen Pflanzenbaus reicht von 42% bis 100%. Die meisten und umfangreichsten Studien und Feldversuche zeigen eine Ertragslücke von ca. 20%, also eine Effizienz von 80%. Aussagekräftige Feldversuche zu veganem Ökolandbau, also ohne Tierdung, Kunstdünger und Pestizide, konnten in der Literaturrecherche kaum gefunden werden, mit Ausnahme eines 22-jährigen Versuchs in den

USA. Die Erträge lagen dort bei 90% – 100%, in Trockenperioden sogar bei 136% im Vergleich zu konventionellem Anbau. Es gab zusätzlich zwar saisonale Experimente zum veganen Ökolandbau von Tomaten und Süßkartoffeln, insbesondere mit innovativer Nutzung von biozyklischer Humuserde, die zu Erträgen von 145% [16] bzw. 122% [17] führten, jedoch sind deren Ergebnisse aufgrund der Limitierung auf zwei Feldfrüchte nicht generalisierbar. Weitere Forschungen und Langzeitversuche sind zwar erforderlich, jedoch zeigen folgende Untersuchungen, dass durch die Nutzung bestimmter veganer Düngeverfahren eine gute Bodenqualität in Bezug auf Stickstofffixierung sowie Kohlenstoffgehalte und Wasserverfügbarkeit erreicht und damit potenziell hohe Erträge erzielt werden könnten. Zudem zeigen empirische Beobachtungen das hohe Ertragspotenzial von biozyklischer Humuserde, mit der gleichwertige Erträge erzielt werden können [18].

Studie/Feldversuch	Bewertung
Neunjähriges Feldexperiment in den Niederlanden mit bio-zyklisch veganem, Öko- und konventionellem Anbau versch. Kulturen [19]	Biozyklisch-vegan wurde ausschließlich mit biologischer Stickstoffbindung durch Leguminosen bewirtschaftet, es wurden keine weiteren Düngeverfahren angewandt. Auf dem ökologisch gedüngten Feld kam Tierdung zum Einsatz, konventionell wurde zusätzlich mit Mineraldünger gearbeitet. Innerhalb der Versuchszeit konnte der vegane Ökolandbau die Erträge verdoppeln und Stickstoffeinträge gleichbleibend hochhalten.
Fünfjähriges Feldexperiment mit den Düngeverfahren Cut & Carry, Cut & Kompost, Haarmehlpellet-Düngung und ohne Düngung [20]	Mit den Verfahren Cut & Carry (vegan) und Haarmehlpellets (nicht vegan) wurde ein gleichwertiger Ertrag erzielt. Die organischen Kohlenstoffgehalte in 0–30 cm Bodentiefe stiegen nach neun Jahren gleicher Bewirtschaftung ausschließlich in der regelmäßig mit Kompost versorgten Variante Cut & Kompost.
Sechsjähriger, biozyklisch-veganer Feldversuch in Hessen mit deckungsbeitragsstarken Modell-Fruchtfolgen [21]	Um die Ertragsstabilität zu untersuchen, wurden vier Verfahren zur Klee-Luzernegras-Nutzung und vier Verfahren zur Nährstoffrückführung bzw. zum Humusaufbau auf 192 Parzellen getestet. Mehrjährige Ertragssteigerungen konnten bspw. mit dem „Cut & Carry“-Verfahren erzielt werden und sind auf eine bessere Stickstoff- oder Wasserverfügbarkeit zurückzuführen.

Hinweis: Aktuell gibt es noch keine Modellierungen der benötigten Flächen zur Herstellung von organischem Düngematerial für den veganen Ökolandbau, weshalb diese nicht in die Berechnungen dieses White Papers einfließen konnten. Hierzu sind weitere Untersuchungen zu Beispielfruchtfolgen, Mulchsystemen und benötigten Gründungsf lächen erforderlich, etwa im Rahmen einer Dissertation.

Wir gehen in unserem Szenario von einer Effizienz von 80% des biozyklisch-veganen Pflanzenbaus aus (verglichen mit Bio-Landwirtschaft). Unter den Prämissen, dass Grünland nicht umgebrochen wird, Lebensmittelabfälle unverändert bleiben, Klärschlamm nicht bzw. kaum zurückgeführt wird, alternative Lebensmittelherzeugung nicht berücksichtigt wird, ertragssteigernde Methoden (Dünger über grassubstrat-basierende Biogasanlagen) nicht angewandt und Ackerflächen weiterhin für Energieerzeugung nicht verwendet werden, ergäbe dies für die Versorgung der Bevölkerung in Deutschland eine Quote von 33% biozyklisch-veganen Anbaus und 67% konventionell veganen Anbaus (Ackerflächen: 9 Mio. ha; benötigte Flächen: 8,4 Mio. ha bei 100% Ertrag; 80% Ertrag auf 3 Mio. ha plus 100% Ertrag auf 6 Mio. ha).

Diese Quote liegt auf dem Niveau des von der Bundesregierung angestrebten Ziels, 30% der Landwirtschaft bis 2030 auf ökologisch (allerdings nicht biozyklisch-vegan) umzustellen [22].

Ab einer Effizienz von ca. 93% ließe sich Deutschland komplett biozyklisch-vegan ernähren. Ebenso könnte auf einen konventionell-veganen Anteil verzichtet werden, wenn 15% weniger Flächen benötigt würden, bspw. aufgrund einer Proteinproduktion über Präzisionsfermentation, PV-MP und Vertical Farming (siehe auch mittelfristiges Zielbild B2). Außerdem muss davon ausgegangen werden, dass sich die Ertragslücke weiter verkleinert lässt, wenn die oben genannten Prämissen zugunsten des veganen Ökolandbaus verändert werden.

A2. Treibhausgasemissionen in Deutschland 2020, GWP 100 vs. GWP 20

Treibhausgasemissionen in Deutschland 2020					
THG	Mt	GWP100 [26]	Total (CO ₂ eq)	GWP20 [26]	Total (CO ₂ eq)
CO ₂ [23]	644	1	644	1	644
CH ₄ [24]	1,93	29	56	87	168
N ₂ O [25]	0,114	284	32	283	32
Total			732		844

A3. Treibhausgasemissionen der Tierhaltung in Deutschland 2022, GWP 100 vs. GWP 20

Treibhausgasemissionen der Tierhaltung in Deutschland 2022					
THG	Mt [27]	GWP100 [28]	Total CO ₂ eq (Mt)	GWP20 [26][28]	Total CO ₂ eq (Mt)
NO _x als NO	0,0271	-11	-0,3	17	0,5
NO _x als NO ₂	0,0415		-0,5		0,7
CH ₄ (Verdauung)	0,9351	29	27,1	87	81,4
CH ₄ (Dünger)	0,2371		6,9		20,6
N ₂ O (Dünger)	0,0088	284	2,5	283	2,5
N ₂ O (Weidegang)	0,0129		3,7		3,7
Gesamt CO₂eq (Mt)			39,4		109,3

A4. Berechnung der Emissionseinsparungen bei Kunstdünger in der Tierhaltung und mit biozyklisch-veganer Landwirtschaft gem. Szenario A1

Haber-Bosch-Ammoniak für die deutsche Landwirtschaft		
Art	Wert	Einheit
Absatz Haber-Bosch-Ammoniak pro Jahr in Dtl. [29]	1,7	Mt
Angenommener Einsatz Haber-Bosch-Ammoniak pro ha pro Jahr in Dtl.	103	(kg/ha)/Jr
Angenommener Einsatz Haber-Bosch-Ammoniak pro Jahr auf Auslandsflächen (2,7 Mio. ha)	0,3	Mt
Angenommener Einsatz Haber-Bosch-Ammoniak pro Jahr auf Grünflächen in Dtl. (4,9 Mio. ha) und auf Auslandsflächen für Tierhaltung	0,5	Mt
Angenommener Einsatz Haber-Bosch-Ammoniak pro Jahr auf konventionell bewirtschafteten Flächen in Dtl., die gemäß Szenario (siehe A1) zukünftig biozyklisch-vegan bewirtschaftet werden sollen (3 Mio. ha)	0,3	Mt

Prozessemissionen und Energieverbrauchsemissionen des Haber-Bosch-Ammoniak

Art	Wert	Einheit
Prozessemissionen CO ₂ pro Tonne Ammoniak [30]	2	t/t
Energieverbrauch pro Tonne Ammoniak [31]	9,4	MWh/t
Anteil Kohle an Stromerzeugung 2023 [32]	33,2	%
Anteil Gas an Stromerzeugung 2023 [32]	11,5	%
Emissionen CO ₂ eq Kohle, GWP20 [33][26]	0,408	t/MWh
Emissionen CO ₂ eq Gas, GWP20 [33][26]	0,283	t/MWh

Gesamt CO₂eq für Kunstdünger in der Tierhaltung inkl. konv. Anbau (In- und Ausland) - GWP20

Art	Wert	Einheit
Prozessemissionen CO ₂ (1,1 Mt * 2 t/t)	2,2	Mt/Jr
Energieemissionen CO ₂ eq (1,1 Mt NH ₃ * 9,4 MWh/t * (33,2% * 0,408 t CO ₂ /MWh + 11,5% * 0,283 t CO ₂ /MWh))	1,7	Mt/Jr
Gesamtemissionen CO ₂ eq	3,9	Mt/Jr

A5. Berechnung der Emissionsreduzierungs- und Sequestierungspotenziale freiwerdender Flächen

Emissionsreduzierungs- und Sequestierungspotenziale freiwerdender Flächen		
Art	Wert	Einheit
Freiwerdende Grünfläche in Deutschland	Mio. ha	4,9
Potentielle Grünfläche für Aufforstung	Mio. ha	4,0
Sequestierungspotenzial Aufforstung von Grünflächen Deutschland [34] *	CO ₂ (t/ha)/Jr	10,4
Sequestierungspotenzial Aufforstung Deutschland	CO ₂ Mt/Jr	41,6
Potentielle Grünfläche für Wiedervermoorung [37]	Mio. ha	0,9
Sequestierungspotenzial Wiedervermoorung von Grünflächen Deutschland [36]	CO ₂ (t/ha)/Jr	17,3
Sequestierungspotenzial Wiedervermoorung Deutschland	CO ₂ Mt/Jr	15,6
Freiwerdende Fläche in Brasilien und Argentinien [35]	Mio. ha	1,6
Sequestierungspotenzial Aufforstung Ackerflächen im Amazonas [34] *	CO ₂ (t/ha)/Jr	17,8
Freiwerdende Fläche in USA [35]	Mio. ha	1,2
Sequestierungspotenzial Aufforstung von Ackerflächen USA [34] *	CO ₂ (t/ha)/Jr	10,4
Sequestierungspotenzial Aufforstung Ausland	CO ₂ Mt/Jr	40,0
Sequestierungspotential Aufforstung & Vermoorung Gesamt	CO₂ Mt/Jr	97,1

* Im Sequestierungspotenzial Aufforstung hier nicht berücksichtigt ist die nach neuesten Forschungen stattfindende Bindung von Methan über die Rinde der Bäume in der Größenordnung von bis zu 1 t CO₂eq pro ha pro Jahr (GWP 20) [50]. Der Grund ist u. a., dass Bäume diese Fähigkeit erst nach Jahren bis Jahrzehnten des Wachstums voll ausbilden.

B1. Gesamtkonsum von Kalorien und Proteinen in Deutschland

Konsum von pflanzlichen Erzeugnissen							
Erzeugnis	Gewicht [38]	Verzehr [40]	kcal [39]	kcal gesamt	Proteine [39]	Proteine gesamt	
Getreideerzeugnisse (Mehlwert)	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t	
Hart- und Weichweizenmehl	5823	100 %	3320	19332	98	571	
Roggenmehl	605		3160	1912	69	42	
Sonstiges Getreide	595		3370	2005	98	58	
Insgesamt	7023			23250		671	
Reis, Hülsenfrüchte, Kartoffeln	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t	
Reis	517	100 %	3490	1804	68	35	
Hülsenfrüchte	108	100 %	2780	300	229	25	
Kartoffeln	4603	98 %	760	3411	19	85	
Kartoffelstärke	127	100 %	3410	433	6	1	
Insgesamt	5355			5948		146	
Zucker, Glukose, Isoglukose, Kakao	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t	
Zucker einschl. Rübensaft (Weißzuckerwert)	2871	100 %	4050	11628	0	0	
Glukose	636		3900	2480	0	0	
Isoglukose	87		3900	339	0	0	
Kakaomasse	244		5700	1393	116	28	
Insgesamt	3838			15840		28	
Gemüse, Obst (Marktanbau)	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t	
Gemüse	8004	98 %	170	1327	9	70	
Obst	6113		520	3099	3	18	
Zitrusfrüchte	2599		470	1191	10	25	
Schalenobst	415		5690	2304	187	76	
Trockenobst	121		2660	313	28	3	
Insgesamt	17252			8234		192	
Pflanzliche Öle und Fette	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t	
Margarine (Produktgewicht)	315	100 %	7090	2233	20	6	
Speiseöl (Reinfett)	1422		8280	11774	0	0	
Insgesamt	1737			14008		6	
GESAMT Konsum pflanzliche Erzeugnisse						Mrd. kcal	Proteine (1000 t)
						67280	1044

Konsum von tierischen Erzeugnissen

Erzeugnis	Gewicht [38]	Verzehr [41][42]	kcal [39]	kcal gesamt	Proteine [39]	Proteine gesamt
Fleisch (Schlachtgewicht)	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t
Rind- und Kalbfleisch	1211	68 %	1560	1281	210	172
Schweinefleisch	3930		2060	5491	200	533
Schaf- und Ziegenfleisch	79		2020	108	197	11
Pferdefleisch	3		2020	4	197	0
Innereien	50		2020	68	197	7
Geflügelfleisch	1932		1660	2175	199	261
Sonstiges Fleisch	94		2020	129	197	13
Insgesamt	7297			9256		996
Fische und Meeresfrüchte	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t
Fanggewicht	1087	73 %	820	648	183	145
Milch und Milcherzeugnisse	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t
Milch	4282	100 %	640	2740	33	141
Sauermilch, Joghurt, sonst. Erzeugnisse	2428		990	2403	29	70
Sahneerzeugnisse	471		2880	1356	25	12
Kondensmilcherzeugnisse	102		1330	135	65	7
Vollmilchpulver	314		4940	1550	253	79
Magermilchpulver	87		3680	322	355	31
Ziegenmilch	16		690	11	34	1
Käse	1510		3840	5799	240	362
Frischkäse	577		3350	1934	110	63
Insgesamt	9786			16250		767
Öle und Fette	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t
Tierisches Reinfett	65	100 %	8780	566	0	0
Butter (Produktgewicht)	479		7410	3547	7	3
Insgesamt	543			4114		3
Eier und Eierzeugnisse	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t
Schalengewicht	1209	92 %	1540	1712	129	143
Honig	1000 t	Prozent	pro kg	Mrd.	g pro kg	1000 t
Honig	92	100 %	3180	293	4	0,4
				Mrd. kcal		Proteine (1000 t)
Landtiere				31625		1911
Meerestiere				648		145
GESAMT Konsum tierische Erzeugnisse				32273		2055
GESAMT Konsum tierische und pflanzliche Erzeugnisse				Mrd. kcal		Proteine (1000 t)
				99552		3099
				kcal		Proteine g
Pro Person pro Tag				3286		102
Versorgungsgrad pro Person (Referenzmenge: 2000 kcal, 50 g Eiweiß pro Tag) [43][44]				164 %		205 %

B2. Zielbilder für die Erzeugung von Nahrungsmitteln

Ausgangsszenario & Zielbilder

zur Verfügung stehende Ackerflächen (siehe Ergänzungsmaterial A1)	9,0 Mio. ha
benötigte Fläche bei 100 % Effizienz (siehe Ergänzungsmaterial A1)	8,4 Mio. ha
benötigte Fläche bei 80 % Effizienz (Faktor 1,25)	10,5 Mio. ha

Zielbild 1: 100 % Landwirtschaft

Biozykl.-vegan (80 % Effizienz) auf 3 Mio. ha entsprechen	2,4 Mio. ha bei 100 %
konventionell vegan (100 % Effizienz) auf 6 Mio. ha entsprechen	6,0 Mio. ha bei 100 %

Zielbild 2: 85 % Landwirtschaft plus 8 % Präzisionsfermentation, 5 % PV-MP und 2 % Vertical Farming

benötigte Fläche (85 % von 8,4 Mio. ha)	7,1 Mio. ha bei 100 %
Biozykl.-vegan (80 % Effizienz auf 9 Mio. ha) entsprechen	7,2 Mio. ha bei 100 %

C1. Übersicht über einige Subventionierungen der Tierhaltung, deren Höhe und unsere Empfehlungen für die Politik

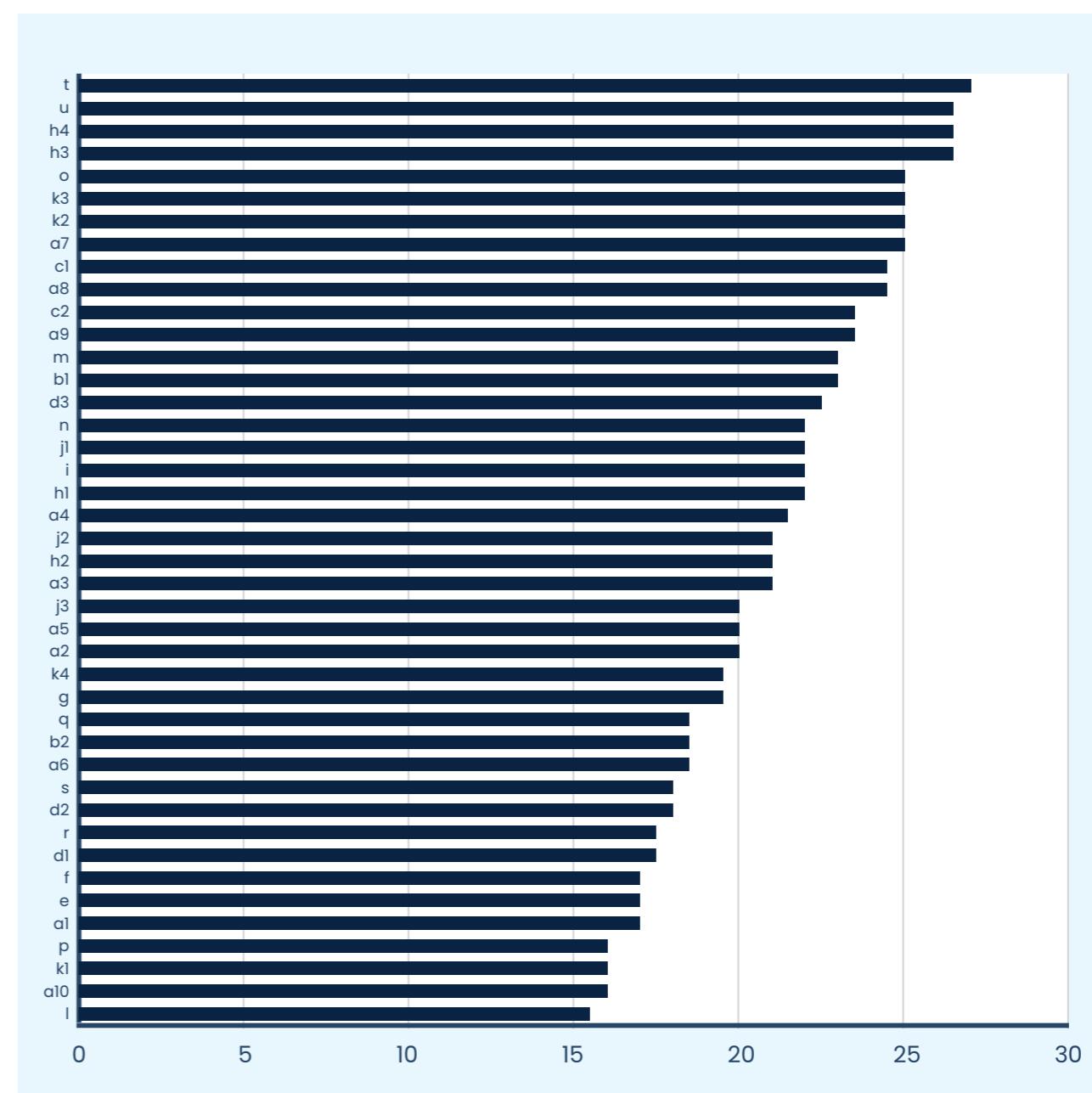
Bewertung aktueller Subventionierungen der Tierhaltung und potenzielle Neuausrichtung		
Positionen und Höhe gem. [45] in EUR pro Jahr	Kurzbeschreibung	Empfehlung an die Politik
Reduzierte MwSt. für Tierprodukte Höhe: 5,20 Mrd.	Tierische Produkte werden mit dem ermäßigten Satz von 7% besteuert. Die ursprgl. Begründung ist, dass es sich dabei um Grundnahrungsmittel handelt. Produktbezogen: ja, Gesetzgebung: national	Wie in Kap. 3 dargestellt widerspricht der Konsum tierischer Produkte auf vielfältige Weise gesamtgesellschaftlichem Interesse und Human- und Tierethik. Nach heutigem Wissen stellen tierische Produkte keine Grundnahrungsmittel dar. Der Steuersatz sollte auf 19% angehoben werden, bei gleichzeitiger Senkung der MwSt. pflanzenbasierter und sonstiger Alternativen auf 0%. Dies wird seit längerem auch vom Umweltbundesamt gefordert [46]. Die zusätzlichen Steuereinnahmen dürfen nicht wieder in die Tierhaltung fließen, z. B. für bessere Ställe, sondern z. B. in Reduktions-, Ausstiegs- und Umstiegsprämien für Landwirt:innen.
Flächenprämien Höhe: 2,85 Mrd.	Unabhängig vom landwirtschaftlichen Zweck werden Prämien pro bewirtschaftetem Hektar aus EU-Fördermitteln gezahlt. Die geschätzte Höhe der Förderung ergibt sich aus dem hohen Flächenbedarf für tierische Produkte (Acker- und Grünland, siehe Ineffizienzen White Paper, Tab. 1 und Ergänzungsmaterial A1) Produktbezogen: nein, Gesetzgebung: EU-GAP	Die Flächenprämien der ersten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) können national an Bedingungen geknüpft werden. Dies geschieht durch die Cross-Compliance, die Umwelt-, Gesundheits- und Tierschutzanforderungen umfasst, und die Ökologisierungsmaßnahmen (Greening), die zusätzliche Umweltleistungen fordern. Die GAP-Reform 2023-2027 integriert diese Maßnahmen in die freiwilligen „Eco-Schemes“ für nachhaltigere landwirtschaftliche Praktiken. Die deutsche Regierung sollte die Auszahlung der Flächenprämien an vegane bzw. biozykl.-vegane Landwirtschaft sowie an Aufforstungs-, Vermoorungs- und Renaturierungsaktivitäten binden. Es ist rechtlich zu prüfen, in welchem Umfang dies möglich ist.
Agrarsozialpolitik Höhe: 2,74 Mrd.	Unabhängig vom landwirtschaftlichen Zweck erhalten Landwirt:innen Förderungen für Alterssicherung und Krankenversicherung. Die geschätzte Höhe ergibt sich aus dem Anteil der Tierhaltungsbetriebe an allen Betrieben. Produktbezogen: nein, Gesetzgebung: national	Die Förderungen dienen dazu, Beschäftigte in der teilweise sonst unattraktiven Landwirtschaft zu halten. Eine hohe Anzahl an Beschäftigten in der Landwirtschaft ist auch in unserem Zielbild mit (biozykl.) veganer Landwirtschaft erstrebenswert und ggf. sogar notwendig. Eine Verknüpfung einer solchen Förderung an Bedingungen erscheint rechtlich nicht durchsetzbar und sollte hier aus unserer Sicht nicht angestrebt werden.
Landentwicklung (ELER) Höhe: 0,88 Mrd.	Unabhängig vom landwirtschaftlichen Zweck werden Fördermaßnahmen zur Entwicklung und Stärkung des ländlichen Raumes gezahlt. Etwa 38% davon beziehen sich auf Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen. Die geschätzte Höhe ergibt sich aus dem Anteil der Tierhaltungsbetriebe an allen Betrieben. Produktbezogen: nein, Gesetzgebung: EU-GAP	Die ELER-Leistungen der zweiten Säule der GAP können national an Bedingungen geknüpft werden. Sie müssen von der Europäischen Kommission genehmigt werden und können Umwelt-, Klima-, Entwicklungs- und soziale Ziele umfassen. Entsprechend sollte die deutsche Regierung zumindest bezogen auf die 38% für Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen die Zahlungen an vegane bzw. biozykl.-vegane Landwirtschaft sowie an Aufforstungs-, Vermoorungs- und Renaturierungsaktivitäten binden. Es ist rechtlich zu prüfen, in welchem Umfang dies möglich ist.

Kfz-Steuerbefreiung Höhe: 0,25 Mrd.	Unabhängig vom landwirtschaftlichen Zweck sind landwirtschaftliche Fahrzeuge von der Kfz-Steuer befreit. Dies sollte ursprgl. der Motorisierung der Landwirtschaft dienen. Die geschätzte Höhe der Förderung ergibt sich aus dem hohen Flächenbedarf für tierische Produkte (Acker- und Grünland, siehe Ineffizienzen White Paper, Tab. 1 und Ergänzungsmaterial A1) Produktbezogen: nein, Gesetzgebung: national	Die Zielsetzung ist erreicht, und die Förderung ist kontraproduktiv, wenn fossil betriebene Fahrzeuge zum Einsatz kommen. Eine Verknüpfung einer solchen Förderung mit der Bedingung einer (biozykl.) veganen Landwirtschaft erscheint rechtlich schwer durchsetzbar und sollte hier aus unserer Sicht nicht angestrebt werden. Hingegen sollte geprüft werden, ob eine solche Steuerbefreiung auf Neuzulassungen von Elektrofahrzeuge beschränkt werden kann.
Reduzierte Dieselbesteuerung Höhe: 0,24 Mrd.	Unabhängig vom landwirtschaftlichen Zweck ist Diesel für landwirtschaftliche Fahrzeuge von der Steuer befreit. Dies soll der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen land- und forstwirtschaftlichen Betriebe dienen. Die geschätzte Höhe der Förderung ergibt sich aus dem hohen Flächenbedarf für tierische Produkte (Acker- und Grünland, siehe Ineffizienzen White Paper, Tab. 1 und Ergänzungsmaterial A1) Produktbezogen: nein, Gesetzgebung: national	Die Förderung ist kontraproduktiv, da speziell fossil betriebene Fahrzeuge subventioniert werden. Eine Verknüpfung einer solchen Förderung mit der Bedingung einer (biozykl.) veganen Landwirtschaft erscheint rechtlich schwer durchsetzbar und sollte hier aus unserer Sicht nicht angestrebt werden. Hingegen sollte geprüft werden, ob die Mittel sukzessive auf Kfz- Steuerbefreiungen von Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen umgewidmet werden können.
Forschung, Beratung, Bildung, Vollzug Höhe: 0,33 Mrd.	Über Landwirtschaftskammern, Landesanstalten und das BMEL erfolgen Forschungs-, Beratungs-, Bildungs- und Vollzugsaufgaben für alle Bereiche der Landwirtschaft. Die geschätzte Höhe der Förderungen für die Tierwirtschaft ergibt sich aus dem Anteil der Tierhaltungsbetriebe an allen Betrieben. Produktbezogen: ja, Gesetzgebung: bundeslandspezifisch & national	Alle staatlichen Förderungen in den Bereichen Forschung, Beratung, Bildung und Vollzug sollten vollständig von der Tierhaltung abgezogen und stattdessen auf eine tierunabhängige Landwirtschaft, alternative Nahrungsmittelerzeugung sowie auf Aufforstung, Vermooring und Renaturierung ausgerichtet werden.
USt.-Pauschale Höhe: 0,13 Mrd.	Die Umsatzsteuerpauschale für Agrarbetriebe ist ein steuerliches Verfahren, das speziell für Land- und Forstwirt:innen gilt. Es erlaubt landwirtschaftlichen Betrieben, die Umsatzsteuer pauschal zu berechnen und abzurechnen, anstatt die tatsächliche Vorsteuer zu ermitteln und abzuziehen. Die geschätzte Höhe der Förderungen für die Tierwirtschaft ergibt sich aus dem Anteil der Tierhaltungsbetriebe an allen Betrieben. Produktbezogen: nein, Gesetzgebung: national	Landwirtschaftliche Betriebe erhalten einen Steuervorteil gegenüber nicht-landwirtschaftlichen Betrieben, was eine generelle Förderung des Wirtschaftsbereichs darstellt. Eine solche Förderung kann grundsätzlich infrage gestellt werden, aber eine Verknüpfung mit der Bedingung einer (biozykl.) veganen Landwirtschaft erscheint rechtlich nicht durchsetzbar und sollte hier aus unserer Sicht nicht angestrebt werden.
Einmalige Sonderprogramme Höhe: variabel, ca. 0,1–0,4 Mrd.	Je nach Lobbyarbeit und Bauernprotesten werden befristete Förderungen gewährt – teils mit Umweltauflagen (z. B. Bauernmillionare [47]), teils produktbezogen (z. B. allgemeine Stallumbauprogramme [48], Umbau Schweinehaltung [49]). Die Höhe der tierhaltungsbezogenen Förderungen ergibt sich aus der Zweckgebundenheit oder, falls diese nicht vorliegt, aus dem Anteil der Tierhaltungsflächen oder dem Anteil der Tierhaltungsbetriebe. Produktbezogen: ja/nein, Gesetzgebung: national	Jegliche spezifische Förderung der Tierhaltung sollte gestoppt, zukünftig geforderte abgelehnt und mit der Bedingung einer (biozykl.) veganen Landwirtschaft verknüpft werden.

C2. Scoring-Matrix zur Bewertung der Maßnahmen

	Umsetzbarkeit			Umsetzungs-/Wirkungs-geschwindigkeit			Gesamtwirkung		
Kategorie	Finanzielle Umsetzbarkeit	Politische/ Soziale Umsetzbarkeit	Gesamt	Zeitliche Umsetzbarkeit	Zeitlicher Wirkungseintritt	Gesamt	Langfristige Gesamtwirkung	Gesamt	Score pro Maßnahme
Gewichtung/ Maßnahme	1	1		1	1		2		1-5
a1	5	1.5	6.5	4	3.5	7.5	1.5	3	17
a2	5	2	7	5	4	9	2	4	20
a3	5	0.5	5.5	3.5	4	7.5	4	8	21
a4	5	3	8	5	3.5	8.5	2.5	5	21.5
a5	5	4	9	4	4	8	1.5	3	20
a6	5	0.5	5.5	3	4	7	3	6	18.5
a7	4	4	8	5	4	9	4	8	25
a8	4	4.5	8.5	5	4	9	3.5	7	24.5
a9	4	3.5	7.5	5	4	9	3.5	7	23.5
a10	4	2	6	3	1	4	3	6	16
b1	4	4.5	8.5	4	4.5	8.5	3	6	23
b2	5	2	7	3.5	5	8.5	1.5	3	18.5
c1	5	2.5	7.5	2	5	7	5	10	24.5
c2	5	1	6	2.5	5	7.5	5	10	23.5
d1	3.5	4	7.5	4	2	6	2	4	17.5
d2	5	3	8	3	3	6	2	4	18
d3	5	2	7	2	4.5	6.5	4.5	9	22.5
e	3	5	8	3	1	4	2.5	5	17
f	5	4	9	5	2	7	0.5	1	17
g	5	4.5	9.5	2	5	7	1.5	3	19.5
h1	5	2	7	1	4	5	5	10	22
h2	5	3	8	1	4	5	4	8	21
h3	5	4	9	3.5	2	5.5	4	8	26.5
h4	5	4	9	4.5	4	8.5	4.5	9	26.5
i	1	5	6	3	3	6	5	10	22
j1	2.5	5	7.5	4.5	3	7.5	3.5	7	22
j2	2.5	5	7.5	3.5	3	6.5	3.5	7	21
j3	2	5	7	3	3	6	3.5	7	20
k1	5	1	6	4	4	8	1	2	16
k2	4	5	9	5	4	9	3.5	7	25
k3	4	4.5	8.5	5	4.5	9.5	3.5	7	25
k4	4	5	9	4	3.5	7.5	1.5	3	19.5
l	4	4.5	8.5	3	2	5	1	2	15.5
m	1	5	6	2	5	7	5	10	23
n	4	5	9	4	2	6	3.5	7	22
o	5	2	7	3	5	8	5	10	25
p	4	5	9	3	1	4	1.5	3	16
q	4	4.5	8.5	4	2	6	2	4	18.5
r	4	5	9	3	1.5	4.5	2	4	17.5
s	4	5	9	4	1	5	2	4	18
t	2.5	5	7.5	5	4.5	9.5	5	10	27
u	2	5	7	5	4.5	9.5	5	10	26.5

C3. Gesamt-Scoreings der einzelnen Maßnahmen



D. Lösungsfunktion der Differentialgleichung und Python-Programm zu Visualisierung der Zeitmodelle möglicher Transformationen

Die allgemeine Lösung zur verwendeten Differentialgleichung $\frac{dx}{dt} = kx \left(1 - \frac{x}{M}\right)$

ist $x(t) = \left(\frac{1}{M} + C e^{-kt}\right)^{-1}$

Mit der Marktgröße **M = 100** und den Randbedingungen $C = \frac{99}{100}$, $x(0) = 1$, $x(T) = 99$

wobei **T** die Zeit in Jahren zum Erreichen der zweiten Randbedingung ist, ergibt sich die spezielle Lösung

$$x(t) = \left(\frac{1}{100} + \frac{99}{100} e^{-kt}\right)^{-1}$$

wobei

$$k = \frac{(2 * \ln(99))}{T}$$

Letztere Relation zeigt, dass der initiale Wachstumsfaktor umso größer sein muss, je kleiner die Zeit der Transformation sein soll. Der initiale Wachstumsfaktor kann durch staatliche Maßnahmen, wie solchen in Kap. 4 dargestellt, maßgeblich beeinflusst werden.

Die Berechnung der Graphen erfolgte in Python, wie in folgendem Screenshot dargestellt.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

%matplotlib qt

# Define parameters
T = 16 # 99% market transformation reached (in yrs)
M = 100 # market size

k = (-np.log(1/99**2))/T # growth factor

# Generate t values
t = np.linspace(0, 30, 1000)

# Compute the graph
f_t = 1/((1/M)+(1-(1/M))*np.exp(-k*t))

# Plot the curve
plt.plot(t, f_t, linewidth=2.0)
plt.xlabel('Zeit (in Jahren)')
plt.ylabel('Ausstieg aus der Tierhaltung/ (Bio-)vegane Landwirtschaft & Alternativen (in %)')
plt.grid(True)
plt.show()
```

Quellen

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020), *Landwirtschaft verstehen – Fakten und Hintergründe*, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Bilder/DE/Cover/Landwirtschaft-verstehen.html>, abgerufen am 24.04.2024
- [2] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2020), Flächennutzung in Deutschland, <https://mediathek.fnr.de/grafiken/anbau.html>, abgerufen am 24.04.2024
- [3] WWF (2021), Klimaschutz, landwirtschaftliche Fläche und natürliche Lebensräume, <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Landwirtschaft/kulinarische-kompass-klima.pdf> (Seite 26), abgerufen am 28.04.2024
- [4] Poore J., Nemcek T. (2018), Reducing Food's Environmental Impacts through Producers and Consumers, <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>, abgerufen am 26.04.2024
- [5] Schlatzer M., Lindenthal T. (2020), Einfluss von unterschiedlichen Ernährungsweisen auf Klimawandel und Flächeninanspruchnahme in Österreich und Übersee, https://www.fbl.org/fileadmin/documents/de/news/2020/startclim_endbericht_2012.pdf, abgerufen am 28.04.2024
- [6] WWF (2021), Klimaschutz, landwirtschaftliche Fläche und natürliche Lebensräume, <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Landwirtschaft/kulinarische-kompass-klima.pdf> (Seite 33), abgerufen am 28.04.2024
- [7] Hannah R. (2021), If the world adopted a plant-based diet, we would reduce global agricultural land use from 4 to 1 billion hectares, <https://ourworldindata.org/land-use-diets>, abgerufen am 28.04.2024
- [8] PETA (2021), Massentierhaltung: Schlecht für Tiere, Menschen und das Klima, <https://www.peta.de/themen/massentierhaltung>, abgerufen am 28.04.2024
- [9] Ritchie H. (2021), If the world adopted a plant-based diet, we would reduce global agricultural land use from 4 to 1 billion hectares, <https://ourworldindata.org/land-use-diets>, abgerufen am 28.04.2024
- [10] Hülsbergen et al. (2023), Umwelt- und Klimawirkungen des ökol. Landbaus, https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn065968.pdf, abgerufen am 08.05.2024
- [11] Ponti et al. (2012), The crop yield gap between organic and conventional agriculture, <https://doi.org/10.1016/j.agry.2011.12.004>, abgerufen am 08.05.2024
- [12] De la Cruz et al. (2023), Yield gap between organic and conventional farming systems, <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103732>, abgerufen am 08.05.2024
- [13] Ponisio et al. (2015), Diversification practices reduce organic to conventional yield gap, <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>, abgerufen am 08.05.2024
- [14] Knapp et al. (2023), Organic cropping systems maintain yields but have lower yield levels and yield stability than conventional systems – Results from the DOK trial in Switzerland, <https://doi.org.libezproxy.open.ac.uk/10.1016/j.fcr.2023.109072>, abgerufen am 08.05.2024
- [15] Pimentel et al. (2005), Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0573:EEAECO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2), abgerufen am 08.05.2024
- [16] Eisenbach L. et al. (2019), Effect of Biocyclic Humus Soil on Yield and Quality Parameters of Processing Tomato, https://www.researchgate.net/publication/333720652_Effect_of_Biocyclic_Humus_Soil_on_Yield_and_Quality_Parameters_of_Processing_Tomato_Lycopersicon_esculentum_Mill, abgerufen am 30.04.2024
- [17] Eisenbach L. et al. (2018), Effect of biocyclic humus soil on yield and quality parameters of sweet potato, <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203093669>, abgerufen am 30.04.2024
- [18] Förderkreis Biozyklisch-Veganer Anbau (2020), BIOZYKLISCHE HUMUSERDE Herstellung, Eigenschaften und Determinanten ihrer Entstehung, https://biozyklisch-vegan.org/wp-content/uploads/2020/07/Leitfaden_humuserde_V4.pdf, abgerufen am 12.02.2025
- [19] van der Burgt, G.-J., & Timmermans, B. (2020). SNEAK PREVIEW PlantyOrganic/Stikstof telen - Evaluation 2012-2020. SPNA, <https://www.louisbolt.nl/sites/default/files/publication/pdf/evaluation-planty-organic-2012-2020.pdf>, abgerufen am 12.02.2025
- [20] Perkins, U. (2023). Düngungsstrategien im ökologischen Gemüsebau – Auswirkung auf den Kohlenstoffgehalt im Boden. In: Bibic & K. Schmidtke (Eds.), One Step Ahead - einen Schritt voraus! Beiträge zur 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (pp. 1-5). Verlag Dr. Köster. Retrieved March 1, 2024, https://orgprints.org/id/eprint/50755/1/Beitrag_384_final_b.pdf, abgerufen am 12.02.2025
- [21] Hammelhle, A. et al. (2024): Ertrag und Ertragsstabilität einer viehlosen Öko-Modell-Fruchtfolge nach einer Rotation. In: Bruder, V. et al. (2024): Ernährung und Landwirtschaft – Transformation macht nur gemeinsam Sinn. Tagungsband der 17. Wissenschaftstagung Ökolandbau, Seite 194 bis 196, https://orgprints.org/id/eprint/53471/1/WiTa24_Tagungsband_final.pdf?utm_source=chatgpt.com, abgerufen am 12.02.2025
- [22] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2023), Bio-Strategie 2030, <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/bio-strategie-2030.html>, abgerufen am 30.04.2024
- [23] Umweltbundesamt (2024), Kohlendioxid-Emissionen, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen>, abgerufen am 08.05.2024
- [24] Umweltbundesamt (2024), Methan-Emissionen, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/methan-emissionen>, abgerufen am 08.05.2024
- [25] Umweltbundesamt (2024), Distickstoffoxid-Emissionen, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/distickstoffoxid-emissionen>, abgerufen am 08.05.2024
- [26] industryfootprint.org (2021), Industry Footprint Calculator, <https://www.industryfootprint.org/ifc/>, abgerufen am 08.05.2024
- [27] Umweltbundesamt (2024), 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>, abgerufen am 08.05.2024
- [28] Intergovernmental Panel on Climate Change (2013), Chapter 8SM – Anthropogenic and Natural Radiative Forcing – Supplementary Material, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/chapter-8sm-anthropogenic-and-natural-radiative-forcing-supplementary-material/>, abgerufen am 08.05.2024
- [29] Geupel M. (2017) Lebenswichtiger Problemstoff – Eine Einführung in die Stickstoffproblematik, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/vortrag_geupel.pdf, abgerufen am 15.05.2024
- [30] Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestags (2018), Energieverbrauch bei der Produktion von mineralischem Stickstoffdünger, <https://www.bundestag.de/resource/blob/567976/bb4895f14291074b0a342d4c714b47f8/wd-8-088-18-pdf-data.pdf>, Seite 4, abgerufen am 15.05.2024
- [31] siehe [26]. Seite 9, abgerufen am 15.05.2024
- [32] destatis (2024), Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern, https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_4312.html, abgerufen am 15.05.2024
- [33] Mueller M. (2021), The contributions of animal agriculture and major fossil-fuel-based industries to global warming, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22613.35040/1>, Seite 15, abgerufen am 15.05.2024
- [34] Griscom W. G. et al. (2017), Natural climate solutions, <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>, Supporting Information, Seite 50, abgerufen am 16.05.2024
- [35] siehe [6], Seite 26, abgerufen am 16.05.2024
- [36] Wilson et al. (2016), Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils, <https://www.moorwissen.de/klimaschutzrechner.html>, abgerufen am 16.05.2024
- [37] Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Michael Succow Stiftung (2023), Mooratlas – Daten und Fakten zu nassen Klimageschützern, https://www.boell.de/sites/default/files/2023-02/mooratlas2023_web_20230213.pdf, abgerufen am 16.05.2024
- [38] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) – Referat 624 – Landwirtschaftliche Statistik (2019), Verbrauch von Nahrungsmittern 2019, https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Jahrbuch/Agrarstatistisches-Jahrbuch-2019.pdf, abgerufen am 16.05.2024
- [39] Food Database GmbH (2024), Fddb, <https://fddb.info>, abgerufen am 16.05.2024
- [40] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2024), Mittlere Gewichte einzelner Obst- und Gemüseerzeugnisse, https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/rueckst_gew_obst_gemuese_pdf.html, abgerufen am 16.05.2024
- [41] IFFO (2017), Fish in: Fish Out (FIFO) ratios for the conversion of wild feed to farmed fish, including salmon, <https://aquaculturemag.com/2017/10/25/fish-in-fish-out-fifo-ratios-for-the-conversion-of-wild-feed-to-farmed-fish-including-salmon/>, abgerufen am 16.05.2024
- [42] Harms R. H. (1991), Specific gravity of eggs and eggshell weight from commercial layers and broiler breeders in relation to time of oviposition, <https://doi.org/10.3382/ps.0701099>, abgerufen am 16.05.2024
- [43] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2021), Ausgewählte Fragen und Antworten zu Protein und unentbehrlichen Aminosäuren, <https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/faq/ausgewaehlte-fragen-und-antworten-zu-protein-und-unentbehrlichen-amino-sauren>, abgerufen am 16.05.2024
- [44] Cleveland Clinic (2024), How Many Calories Should You Eat in a Day?, <https://health.clevelandclinic.org/how-many-calories-a-day-should-i-eat>, abgerufen am 16.05.2024
- [45] Gemeinsam gegen die Tierindustrie (2021), Milliarden für die Tierindustrie: Wie der Staat öffentliche Gelder in eine zerstörerische Branche leitet, <https://gemeinsam-gegen-die-tierindustrie.org/wp-content/uploads/2021/03/studie-Milliarden-Tierindustrie-GgdT-2021.pdf>, abgerufen am 24.04.2024
- [46] Umweltbundesamt (2022), Mehrwertsteuer ökologisch und sozial gestalten, <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/mehrwertsteuer-oekologisch-sozial-gestalten>, abgerufen am 30.06.2024
- [47] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2023), Das Investitionsprogramm Landwirtschaft, <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/investitionsprogramm-landwirtschaft.html>, abgerufen am 30.06.2024
- [48] Land & Forst (2020), NRW: Innovative Konzepte für Sauenställe vom Bund gefördert, <https://www.landundforst.de/politik/nrw-innovative-konzepte-fuer-sauenstaelle-bund-gefördert-563771>, abgerufen am 20.05.2025
- [49] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2024), Bundesprogramm zur Förderung des Umbaus der landwirtschaftlichen Tierhaltung, <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/umbau-tierhaltung/bundesprogramm-förderung-umbau-tierhaltung.html>, abgerufen am 30.06.2024
- [50] Gauci V. et al. (2024), Global atmospheric methane uptake by upland tree woody surfaces, <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07592-w>, abgerufen am 28.07.2024



PETA Deutschland e.V. · Friolzheimer Str. 3 · 70499 Stuttgart
info@peta.de · Tel +49 711 860 591-0 · Fax +49 711 860 591-111