

Ist mehr Ökolandbau verantwortliches Handeln?

Plädoyer für eine verantwortungsvolle (nachhaltig intensive) Landwirtschaft

*“growing less food per acre is leaving less land for nature“
- Friedensnobelpreisträger Norman Borlaug (1970)*

Dr. sc. agr. Herbert Ströbel

war Professor für Wirtschaftslehre des Landbaues
an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Januar 2024

Weitere Ausführungen zum Thema unter:
<https://www.herbert-stroebel.info/>

ABSTRACT

Der Ökolandbau wird in Politik und Gesellschaft verbreitet als Königsweg gesehen, um die vielfältigen Herausforderungen von Landwirtschaft und Ernährung zu meistern. Um zu prüfen, inwieweit diese Sichtweise zutrifft, werden die Wirkungen des ökologischen und konventionellen Anbaus anhand relevanter Kriterien, wie Flächenbedarf, Treibhausgasemissionen, Artenvielfalt, Nahrungsqualität, Produktions- und Umweltkosten, reduziertem Fleischkonsum, Importbedarf an Agrargütern und globale Ausdehnung von Ackerflächen untersucht. Zentral wird der Faktor Fläche betrachtet. Eine solch umfassende Analyse ist erforderlich, um die Wirkungen verschiedener Einflussfaktoren zu bewerten und wichtige Impulse für zielführende Handlungsentscheidungen zu geben. Obwohl der Ökolandbau bezogen auf die Anbaufläche eine Reihe von Vorteilen bietet, stößt er schnell an seine Grenzen: aufgrund seiner niedrigen Erträge und hohen Produktionskosten, bedingt durch die beschränkte Auswahl an Produktionsmitteln, kann der Ökolandbau in einer Welt mit begrenzten landwirtschaftlichen Nutzflächen, hohem und steigendem Nahrungsmittelbedarf und niedrigem Einkommen weiter Bevölkerungskreise kein Zukunftsmodell darstellen. Er kann aber wertvolle Impulse geben und zur Weiterentwicklung der Landwirtschaft wichtige technologische Erkenntnisse beitragen, um unter Einbeziehung aller verfügbaren Technologien die komplexen Zielsetzungen zu Nachhaltigkeit, Treibhausgasbindung und globaler Ernährungssicherung in der Landwirtschaft zu erfüllen. Ausgehend davon wird ein Leitbild für eine verantwortungsvolle, nachhaltig intensive Landwirtschaft skizziert und Vorschläge für diesem Leitbild dienende ökosozialen Rahmenbedingungen unterbreitet.

In politics and society, organic farming is widely seen as the ideal way to address the many challenges facing agriculture and food security. In order to examine the extent to which this view is realistic, the impact of organic and conventional farming is compared on the basis of relevant criteria such as land requirements, greenhouse gas emissions, biodiversity, food quality, production and environmental costs, reduced meat consumption, the need for agricultural imports and the global expansion of arable land. Land is considered to be a central factor. Such a comprehensive analysis is necessary to assess the impact of different influencing factors and to provide important suggestions for targeted decision making. Although organic farming has a positive impact on land use in many ways, it quickly reaches its limits. The low yields and high production costs resulting from the limited choice of means of production make organic farming an unsuitable model for the future in a world with limited arable land, a high and growing demand for food, and low incomes for large sections of the population. It can, however, provide significant impetus and contribute important technological knowledge for the further development of agriculture as a whole to meet the complex objectives of sustainability, greenhouse gas mitigation, biodiversity and global food security by incorporating all available technologies. Based on this, a model for responsible, sustainable intensive agriculture is outlined and proposals for an eco-social framework to support this model are put forward.

I. INHALT

I.	Wie kommen wir zu einer verantwortungsvollen Landwirtschaft?	4
1.	Wie unterscheiden sich die Erträge und der Flächenbedarf?	5
2.	Wie beeinflusst der höhere Flächenbedarf die THG-Emissionen?	7
3.	Wie beeinflusst der höhere Flächenbedarf die Artenvielfalt?	9
4.	Wie sind Produktionskosten und Subventionen zu berücksichtigen?	9
5.	Exkurs und Beispielrechnung	12
5.1	Exkurs: Anmerkungen zur Behauptung der Einsparung von 800 € je Hektar bzw. von 4 Mrd. € bei 30% oder 5 Mio. Hektar Flächenanteil des Ökolandbaus.....	12
5.2	Beispielrechnung: Wirkungsvergleich beim Markfruchtbau	13
6.	Wie wirken Agrarchemie und Pflanzenzüchtung?	15
7.	Kann man nicht einfach die Erträge im Ökolandbau steigern und so den Flächenbedarf reduzieren? ..	19
8.	Kann verminderter Fleischkonsum aus Ökolandbau eine Lösung machen?	19
9.	Warum ist es so wichtig, auch »virtuellen Flächenimport« zu berücksichtigen.....	21
10.	Kann der virtuelle Flächenimport durch geringeren Fleischkonsum verringert werden?	22
11.	Warum ist die Ausdehnung von Agrarflächen global ein Problem?	22
12.	Warum ist die nationale Treibhausgas-Bilanz hinsichtlich des Ökolandbaus irreführend?.....	24
13.	Wie sieht die Gesellschaft den Ökolandbau?.....	24
14.	Wie ist die Rolle der heutigen Agrarforschung zu sehen?	24
15.	Zusammenfassung.....	25
II.	Plädoyer für eine nachhaltig intensive Landwirtschaft	26
1.	Das Ziel: Bewahrung, Gerechtigkeit, Technologie –Leitbild einer verantwortungsvollen Landwirtschaft	26
2.	Der Startpunkt: Die Gesamte Landwirtschaft im Blick	26
3.	Der Weg: Die richtigen Rahmenbedingungen schaffen	26
3.1	Förderung umweltfreundlicher Technologien.....	26
3.2	Gleichstellung der Förderung des Ökolandbaus mit der übrigen Landwirtschaft.....	26
3.3	Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ausschließlich nach Umweltkriterien	27
3.4	Förderung konkreter Wirkungen als Ersatz für die Förderung des Ökolandbaus.....	27
3.5	Entbürokratisierung der Agrarförderung.....	28
3.6	Förderung eines breiten und kritischen Diskurses in Fachwelt und Gesellschaft	28
III.	Verzeichnis der Tabellen	30
IV.	Verzeichnis der Abbildungen	30
V.	Literatur	31

I. WIE KOMMEN WIR ZU EINER VERANTWORTUNGSVOLLEN LANDWIRTSCHAFT?

In Politik, Öffentlichkeit und auch in der Agrarforschung gilt der Ökolandbau vielfach als Königsweg, um eine Vielzahl von Herausforderungen der Landwirtschaft zu meistern: Sie soll mit begrenzt verfügbaren Nutzflächen den Nahrungsmittelbedarf einer wachsenden Weltbevölkerung sichern. Gleichzeitig muss sie ihre negativen Wirkungen auf Klima und Umwelt minimieren, ohne wirtschaftliche und soziale Kosten für Nahrungsmittel übermäßig zu steigern.

Es ist allerdings zu einfach, schlicht einen prinzipiellen Gegensatz zwischen »Öko« und »Konventionell« zu konstruieren. Im Kern geht es um die Frage, welche Aspekte für ein lösungsorientiertes Vorgehen wissenschaftlich zu bewerten sind und welche erfolgsversprechenden Ansätze für die Entwicklung tatsächlich verantwortungsvoller Agrarsysteme daraus abgeleitet werden können. Dazu müssen wir uns vom Denken in Schwarz und Weiß verabschieden. Entsprechend sollten auch Anreize und Diskurs gestaltet werden.

Eine umfassende Analyse vor dem Hintergrund knapper Ressourcen führt zu dem Fazit, dass eine verantwortungsvolle und technologieoffene Weiterentwicklung der konventionellen Landwirtschaft gepaart mit einem maßvollen Fleischkonsum das effizientere Konzept ist, um die zentralen Zielsetzungen einer zukunftsfähigen Landwirtschaft zu erreichen, nämlich den Flächenbedarf, die THG-Emissionen, den Artenschwund und sonstige negative Wirkungen auf die Umwelt global nachhaltig zu minimieren und gleichzeitig die Weltbevölkerung kostengünstig und sozialverträglich mit gesunden Nahrungsmitteln und den weiteren benötigten Agrargütern zu versorgen.

Welche Kriterien sind wichtig für die Beurteilung einer verantwortungsvollen Landwirtschaft?

Zentral für die Überlegungen ist der **Wert des Faktors Fläche**. Ausgangspunkt ist die Tatsache, dass der Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln, unabhängig vom Anbausystem, im Vergleich zur natürlichen Vegetation oder einer naturnahen Nutzung derselben Fläche eine erheblich geringere Biodiversität und ungünstigere Treibhausgasbilanz aufweist. Diese negative Bilanz liegt vor allem daran, dass die in den Pflanzen gebundenen Mengen an Treibhausgasen durch Verdauung von Menschen und Tieren sowie durch Rotte auf dem Feld schon nach kurzer Zeit wieder weitgehend freigesetzt werden. Die Folge ist, dass die beim Anbau durch Pflügen, Säen, Düngen, Pflegen und Ernten emittierten Treibhausgase als negativer Bilanzposten übrigbleiben und die Umwelt belasten. Sowohl die geringere Artenvielfalt als auch die reduzierte Bindung an Treibhausgasen werden durch den Anbau von Nahrungs- u. Futtermitteln verursacht und sind diesen deshalb als ein entgangener Nutzen, d.h. als Nutzungskosten oder Opportunitätsverlust anzulasten.

Die Höhe dieser Nutzungskosten hängt wesentlich davon ab, wie viel Fläche für die Agrarproduktion benötigt wird. Sie sind umso geringer, je höher der Ertrag je Flächeneinheit ist und je weniger Fläche für die zu produzierende Menge benötigt wird. Diese Fläche muss der natürlichen Vegetation oder naturnahen Nutzung entzogen werden. Vergleiche von Umweltwirkungen müssen daher die Nutzungskosten berücksichtigen und auf die Tonne Ertrag und nicht auf den Hektar Fläche bezogen werden. Denn es kommt doch in erster Linie darauf an, die benötigte Menge an Agrargütern mit möglichst geringen Umweltkosten und damit umweltfreundlich zu erzeugen. Dies gilt besonders in einer Zeit, in der die Ausweitung von Agrarflächen weltweit Naturflächen bedroht und die Treibhausgasbindung angesichts des Klimawandels zunehmend an Bedeutung gewinnt. Nahrungssicherung und deren Kosten spielen auch in Fragen globaler Gerechtigkeit und Sicherheit eine zunehmend wichtige Rolle. Relevante Kriterien sind also die Erträge je Hektar und damit der Flächenbedarf, der Einfluss auf Treibhausgasemission und die Biodiversität sowie die Produktions- und externen Kosten der Agrarproduktion.

Darüber hinaus spielen Gesichtspunkte wie **Stickstoffdüngung**, **Pflanzenschutz** und **Nahrungsmittelqualität** eine Rolle. Einfluss hat auch, mit **welchen Nahrungsmitteln** (z.B. Fleischkonsum) Menschen ihren Kalorienbedarf decken. Weiterhin spielen Wirkungen auf die nationale **Selbstversorgung**, **Nettoagrарimporte** und auch die **weltweiten Landnutzungsänderungen** eine wichtige Rolle. Schließlich gehören zur Beurteilung auch **gesellschaftliche Aspekte des Diskurses** wie die Wahrnehmung der Agrarsysteme in der Öffentlichkeit.

Wer den verantwortungsvollen Ansatz der Landwirtschaft bewerten will, muss daher alle diese Faktoren einbeziehen.

1. WIE UNTERSCHIEDEN SICH DIE ERTRÄGE UND DER FLÄCHENBEDARF?

Einzelne Kulturen des Ökolandbaus erreichen gegenüber dem konventionellen Landbau etwa 40 bis 80 % des Ertrages je Hektar. Bei einem Vergleich der Fruchtfolgen jedoch vermindert der hohe Anteil ertragsschwacher Leguminosen und der notwendige Anbau von Gründüngungspflanzen die Durchschnittserträge auf etwa 50 %, so dass der Ökolandbau für die gleiche Produktionsmenge den doppelten Flächeneinsatz benötigt. Laut Statistik der Agrarmarkt Informationsgesellschaft (AMI) erreicht der Ökolandbau beim Markfruchtbau (v.a. Getreiderzeugnisse) nur 47,4 % des Ertrags konventioneller Betriebe (siehe Abb. 1).

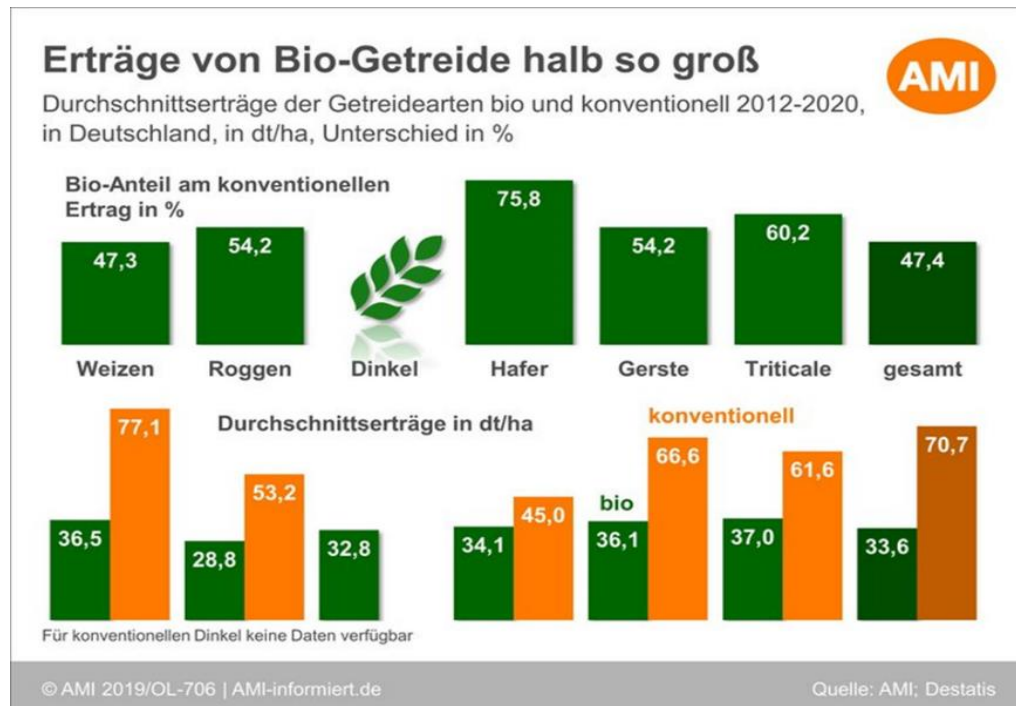


Abbildung 1. Durchschnittliche Getreideerträge im konventionellen und ökologischen Anbau in Deutschland von 2012 bis 2020

Zu beachten ist auch, dass im Ökolandbau ein Teil der Ackerfläche als Grünbrache genutzt wird, die zusammen mit einem Mindestanteil an Leguminosen erforderlich ist, um mit Hilfe der Bindung von Luft-Stickstoff die Nährstoffversorgung für die gesamte Fruchtfolge bereitzustellen. Diese Grünbrache umfasst im Durchschnitt etwa ein Sechstel der Ackerfläche in Ökobetrieben. Dies bedeutet, dass beispielsweise die mit Winterweizen angebaute Fläche kleiner ist als die Fläche, die inklusive der anteiligen Grünbrache für Winterweizen genutzt werden muss. Wird ein Hektar für die Produktion von Winterweizen genutzt, entfallen rechnerisch 0,833 Hektar auf den Anbau und 0,167 Hektar auf die Grünbrache. Folglich sind Ertragsangaben je Hektar Anbau mit dem Faktor 0,833 zu korrigieren, um den Ertrag für die tatsächlich genutzte Fläche zu ermitteln. Welche Auswirkungen diese Korrektur auf das Niveau der Erträge des ökologischen Landbaus hat, ist anhand von einigen Beispielen in Tabelle 1 dargestellt. Diese Korrektur ist nicht erforderlich, wenn die gesamten Erträge von Betrieben in Getreideeinheiten (GE) durch die Fläche der Betriebe dividiert wird, um den durchschnittlichen Hektar-Ertrag zu ermitteln. Die Grünbrache ist dann in der Fläche des jeweiligen Betriebs enthalten.

Getreideeinheit (GE)¹ = Einheit zur Berechnung der Produktion eines landwirtschaftlichen Betriebes oder der Landwirtschaft in einem Gebiet. Die Benutzung der GE ermöglicht die Zusammenfassung einzelner Erzeugnisse zu einem Gesamtwert. Dabei werden die tierischen Erzeugnisse nicht nach ihrem eigenen Energiegehalt sondern nach dem Energiegehalt des Futters bewertet das durchschnittlich zur Erzeugung erforderlich ist.

Futtergerste gilt bei der Berechnung als Basiseinheit: 1 dt Futtergerste = 1,00 dt GE. Alle anderen pflanzlichen oder tierischen Erzeugnisse werden nach einem festgelegten Schlüssel in GE umgerechnet. So sind 1 dt Kartoffeln = 0,22 GE, 1 dt Raps = 2,46 GE; 1 dt Schwein = 3,50 GE, 1 dt Eier = 2,57 GE, 1 dt Vollmilch = 0,86 GE.

¹ <https://www.ima-agrar.de/wissen/agrilexikon/getreideeinheit-ge>

Wie Tabelle 1 zeigt, liegen nach den Daten der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)² die Erträge des Ökolandbaus je Hektar Flächennutzung bei allen Getreidearten und auch bei Speisekartoffeln meistens unter 50% der Erträge, die im konventionellen Anbau erzielt werden. Lediglich bei Leguminosen, die generell niedrige Erträge aufweisen und in der konventionellen Landwirtschaft nur wenig angebaut werden, erreicht der Ökolandbau um die 60% und darüber. Die Öko-Milchviehhaltung erreicht nach den Daten von Janinhoff³ mit 71% den höchsten relativen Ertrag je Hektar im Vergleich zum konventionellen Anbau. Bei der Schweinemast hingegen sind es weniger als 50%, wenn für die Produktion des Schweinefutters, das nahezu ausschließlich aus Marktfrüchten besteht, auch ein Grünbracheanteil in die Kostenkalkulation eingeht. Bei Interpretation von Tabelle 1 ist überdies zu beachten, dass die verwendeten LfL-Daten für den Ökolandbau etwa um 10% höhere Erträge ausweisen als andere Quellen, wie beispielsweise AMI (vgl. Abb. 1 z.B. Erträge von Öko-Winterweizen und Öko-Dinkel).

Tabelle 1: Vergleich von Erträgen des ökologischen und des konventionellen Anbaus unter Berücksichtigung des Flächenbedarfs für Grünbrache

Produktionsverfahren	Anbau-System	Ertrag in dt je ha Anbau	Korrekturfaktor wg. Grünbrache	Ertrag in dt je ha genutzter Fläche (inkl. Grünbrache)	Ertrag des ökolog. Landbaus in % des konventionellen Landbaus
Winterweizen	Ökol.	41,4	0,833	34,5	46,1%
	Konv.	74,8	-	74,8	
Wintergerste	Ökol.	37,9	0,833	31,6	47,2%
	Konv.	66,9	-	66,9	
Dinkel	Ökol.	35,5	0,833	29,6	43,9%
	Konv.	67,4	-	67,4	
Körnermais	Ökol.	62,5	0,833	52,06	50,6%
	Konv.	102,7	-	102,7	
Futtererbsen	Ökol.	23,5	0,833	18,8	61,2%
	Konv.	30,7	-	30,7	
Ackerbohnen	Ökol.	22,1	0,833	19,6	66,4%
	Konv.	29,5	-	29,5	
Speisekartoffel	Ökol.	229,4	0,833	191,1	47,1%
	Konv.	406,0	-	406,0	
Milchkühe je ha (dt Milch)*	Ökol.	64,6	-	64,9	71,0%
	Konv.	91,4	-	91,4	
Mastschweine dt SG je ha*	Ökol.	8,0	0,833	6,7	41,9%
	Konv.	16,0	-	16,0	

Quellen: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und

*Janinhoff, Alfons (2023): Agrardaten-Analysen nach Buchführungsergebnissen, Beckum Westfalen (Daten beziehen sich auf gesamtes Tierhaltungssystem einschl. Elterntiere und Aufzucht der Jungtiere zur Bestandsergänzung); SG = Schlachtgewicht



Hülsbergen et al. (2023)⁴ untersuchten in einer umfassenden Studie die Erträge und Umweltwirkungen von 32 langjährig ökologisch und 33 im gleichen Zeitraum konventionell bewirtschafteten Betrieben eines deutschlandweiten Netzwerks von Pilotbetrieben und ermittelten die in Tabelle 2 dargestellten Durchschnittsergebnisse. Demnach erreichen die ökologischen Marktfruchtbetriebe 42% und die ökologischen Milchviehbetriebe 60% der Erträge der konventionellen Pilotbetriebe gemessen in Getreideeinheiten (GE) je Hektar (siehe Tabelle 2). Der mittlere Ertrag beider Betriebssysteme liegt bei 49,7%, so dass auch nach der Studie von Hülsbergen et al. (2023) davon auszugehen ist, dass der Ökolandbau für den gleichen Ertrag in etwa die doppelte Fläche benötigt.

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten konventionelle und ökologische Verfahren - <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>

³ Janinhoff, Alfons (2023): Agrardaten-Analysen nach Buchführungsergebnissen, Beckum Westfalen

⁴ Hülsbergen K.-J., H. Schmid, L. Chmelikova, G. Rahmann, H. M. Paulsen, U. Köpke (2023): Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus. Weihenstephaner Schriften Ökologischer Landbau und Pflanzenbausysteme, Verlag Dr. Köster, Berlin.

Tabelle 2: Ertragsdaten und Umweltkosten aus 32 ökologisch und 33 konventionell bewirtschafteten Pilotbetrieben des deutschlandweiten Netzwerks

Betriebssystem		 Marktfrucht		 Milchvieh		Mittlere Daten	
		Öko	Konv.	Öko	Konv.	Öko	Konv.
Ertrag in GE je ha	GE	37	89	43	72	40	80,5
Relativer Ertrag des Ökolandbaus	%	42%	100%	60%	100%	49,7%	100%
Stickstoffeinsatz (N)	kg/ha	141	245	172	280	157	263
Umweltkosten je kg N	€/kgN	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Umweltkosten Stickstoffeinsatz	€/ha	888	1544	1084	1764	986	1654
THG-Emissionen Anbau	kg CO _{2äq}	557	1117	583	1162	570	1140
Umweltkosten je Tonne CO_{2äq}	€ je t	195	195	195	195	195	195
Umweltkosten: THG Emissionen	€ je ha	106	212	111	221	108	217
Umweltkosten insgesamt je ha	€ je ha	994	1756	1194	1985	1094	1870
Umweltkosteneinsparung je ha	€ je ha	762		791		776 ≈ 800	
Umweltkosten je GE	€/GE	27	20	28	28	27,3	23,6

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten aus:
Hülsbergen, K.-J. et al (2023): Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus.

Die Ergebnisse aus den aufgeführten Quellen zeigen deutlich, dass im Ökolandbau nur etwa 50 % des Flächen-ertrags im Vergleich zum konventionellen Anbau erzielt werden und somit der Ökolandbau für den gleichen Ertrag die doppelte Fläche benötigt.

2. WIE BEEINFLUSST DER HÖHERE FLÄCHENBEDARF DIE THG-EMISSIONEN?

Die vom Ökolandbau zusätzlich benötigten Agrarflächen werden einer potentiell ökologisch wertvolleren Nutzungsmöglichkeit mit höherer THG-Bindung und mehr Artenvielfalt (Wald, Naturschutz) zusätzlich entzogen. Die dadurch entgehende Bindung von Treibhausgasen und der entgehende Artenreichtum sind Opportunitätsverluste oder Opportunitätskosten, die dem Ökolandbau als deren Verursacher anzulasten sind. Wie sich die THG-Emissionen und THG-Bindungen bei unterschiedlichen Landnutzungsformen unterscheiden und folglich wie hoch die Opportunitätsverluste sein können, geht aus Tabelle 3 hervor.

Tabelle 3: THG-Vermeidung und THG-Emissionen bei verschiedenen Formen der Landnutzung

Formen der Landnutzung	THG-Vermeidung (-) THG-Emissionen in kg CO _{2äq} je ha u. Jahr
Bayerische Staatsforsten im Durchschnitt	-11.000 ¹
Energiewald mit Hackschnitzelheizung (Kurzumtriebspantage – KUP)	-9.740 ²
Energiewald mit Heizkraftwerk (ORC-Technik)	-13.000 ²
Vermiedenes Abholzen von Regenwald	-10.000 bis -18.000⁴
Biogas (Kraftstoffe)	-6.600 ²
Biogas (Strom)	-6.200 ²
Naturschutzgebiet oder Flurgehölze	-4.000 ⁴
Anbau von Getreide (konventionell mit etwa 80 GE Ertrag)	+2.720³
Anbau von Getreide (Ökolandbau mit etwa 40 GE Ertrag)	+1.240³

Anmerkung: 1 Hektar Photovoltaik spart über 150.000 kg CO_{2äq} je Jahr ein
¹ <https://www.baysf.de/de/wald-verstehen/wald-kohlendioxid.html> (19.10.2021).
² Vgl. Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, Berlin 2007.
³ Nollepa, S.: Der Nutzen von Pflanzenschutz als wesentlicher Bestandteil der modernen Landwirtschaft in Deutschland, 2017.
⁴ Schätzwerte

Danach emittiert beispielsweise Ökolandbau je Hektar 1240 kg CO_{2äq} je Jahr, während Energiewald bis zu 13.000 kg CO_{2äq} je Hektar bindet. Wird nun aufgrund von mehr Ökolandbau ein Hektar Fläche mehr benötigt, kann beispielsweise ein Hektar weniger für Energiewald genutzt werden und es entstehen durch die entgangene THG-Bindung Opportunitätsverluste in Höhe von bis zu 13.000 kg CO_{2äq}, die durch die nur geringfügig geringeren Emissionen des Ökolandbau⁵ bei weitem nicht kompensiert werden können. Die Höhe der Opportunitätsverluste wird grundsätzlich dadurch bestimmt, zulasten welcher Flächennutzung der höhere Flächenbedarf des Ökolandbaus geht.

Die Beispielrechnung mit Berücksichtigung solcher Opportunitätsverluste in Abb. 2 in Anlehnung an Wirsenius (2018)⁶ zeigt, wie mit Hilfe von konventionellem Anbau die Atmosphäre mit 3.880 kg CO_{2äq} je Hektar weniger belastet wird. Werden die Mindererträge des Ökolandbaues durch zusätzliche Importe ausgeglichen, finden die notwendigen Landnutzungsänderungen im Ausland statt und verursachen dort teilweise noch wesentlich höhere THG-Belastungen, insbesondere durch Rotte großer Mengen an Biomasse sowie stark reduzierter THG-Bindung und zusätzlicher Transporte.

Dies gilt insbesondere dann, wenn die zusätzlichen Importe an Agrargütern zur Rodung von Regenwald beitragen. Die durch diese Landnutzungsänderung entstehenden THG-Emissionen bzw. entgehenden THG-Bindungen betragen dann bis zu 18.000 kg CO_{2äq} je Hektar und bedingen damit sehr hohe Opportunitätsverluste an THG-Emissionen.

Wird hingegen aufgrund der Ausdehnung des Ökolandbaus im Inland auf die Nutzung von Flächen als Kurzumtriebsplantagen (KUP) verzichtet, dann entsprechen die Opportunitätsverluste für zwei Hektar Ökolandbau der THG-Bindung von einem Hektar KUP, die in Abb. 2 mit 8.000 kg CO_{2äq} angenommen wird.

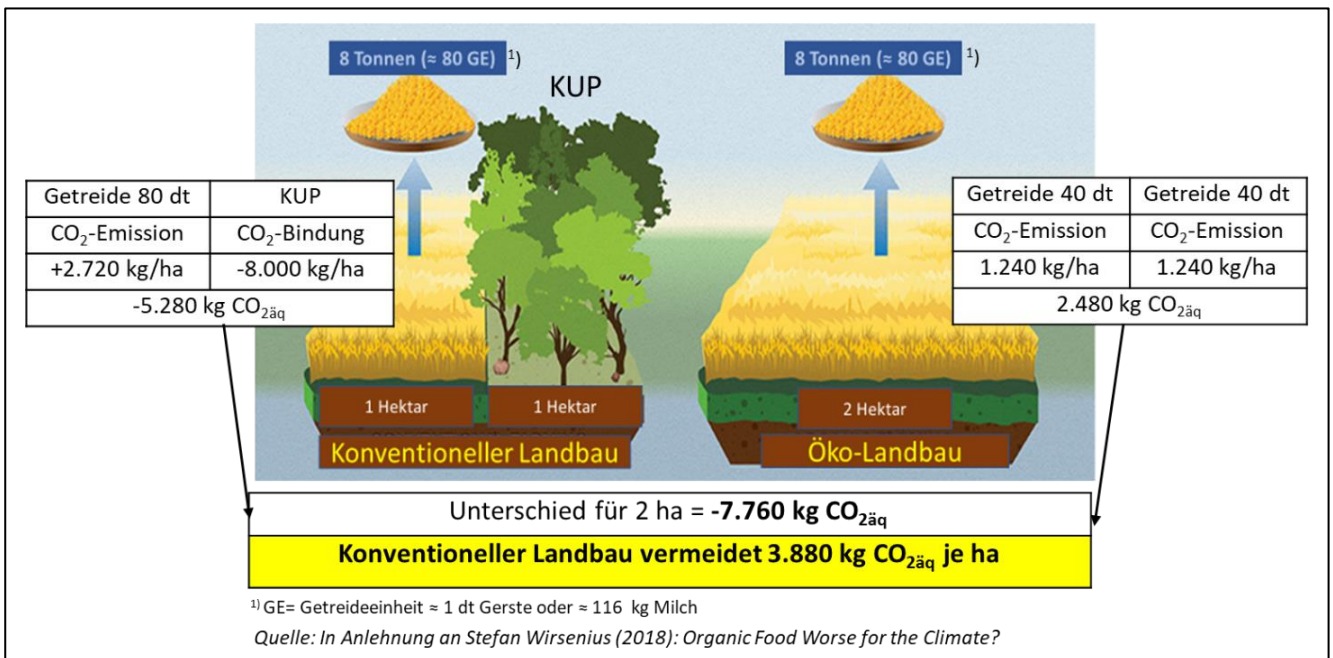


Abbildung 2: Ermittlung der THG-Emissionen bei ökologischem und konventionellem Landbau in Kilogramm CO_{2äq} bei gleichem Ertrag und gleicher Flächennutzung

Die in Abb. 2 dargestellte Kalkulation zeigt, dass ein Hektar konventioneller Anbau zusammen mit einem Hektar Flächennutzung als KUP im Vergleich zum ertragsgleichen Ökolandbau auf zwei Hektar zu einer zusätzlichen Vermeidung an THG-Emissionen in Höhe von 7.760 kg CO_{2äq} führt. Diese Differenz ergibt sich aus der THG-

⁵ 1 Hektar konventioneller Anbau mit 80 GE Ertrag emittiert 2720 kg CO_{2äq}; 2 Hektar Ökolandbau mit ebenfalls 80 GE Ertrag emittieren 2x1240 kg = 2480 kg CO_{2äq}. Durch die Produktion von 80 GE auf zwei Hektar Ökolandbau statt auf einem Hektar mit konventionellem Anbau werden 240 kg CO_{2äq} weniger emittiert. Die Opportunitätsverluste durch den größeren Flächenbedarf sind jedoch mit beispielsweise 13.000 kg CO_{2äq} wesentlich höher als die 240 kg CO_{2äq}.

⁶ Stefan Wirsenius (2018): Organic Food Worse for the Climate? Department of Space, Earth and Environment, Chalmers University of Technology, Göteborg. ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2018/12/181213101308.htm

Bindung durch ein Hektar KUP in Höhe von 8.000 kg CO_{2äq} abzüglich der THG-Emissionen aus einem Hektar konventionellen Anbau in Höhe von 2.720 kg CO_{2äq} plus den THG-Emissionen von zwei Hektar Ökolandbau in Höhe von 2.480 kg CO_{2äq}. Für die Ermittlung der durch konventionellen Landbau vermeidbaren THG-Emissionen je Hektar ist diese Zahl noch durch zwei zu dividieren.

Wie in folgender Formel dargestellt, ergibt sich eine Minderung von 3.880 kg CO_{2äq} je Hektar:

$$\frac{8.000 \text{ kg Opportunitätsverlust} - 2.720 \text{ kg Emission je ha konv.} + 2.480 \text{ kg Emission für 2 ha ökol. Landbau}}{2 \text{ Hektar}} = 3.880 \text{ kg CO}_{2\text{äq}}$$

Die Vermeidung von 3.880 kg CO_{2äq} je Hektar durch den konventionellen Anbau zeigt deutlich, dass ein Weglassen der Opportunitätsverluste beim Vergleich der Anbausysteme, wie dies in der wissenschaftlichen Praxis immer noch häufig der Fall ist, zu einer in hohem Maße falsch-positiven Beurteilung des Ökolandbaus bezüglich seines Einflusses auf den Klimawandel führt.

3. WIE BEEINFLUSST DER HÖHERE FLÄCHENBEDARF DIE ARTENVIELFALT?

Die Artenvielfalt hängt wesentlich von der jeweiligen Landnutzungsform ab. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass naturnahe Landnutzungsformen eine höhere Biodiversität aufweisen als die landwirtschaftliche Nutzung. Allerdings fehlt es an einer belastbaren Kennzahl, die Höhe und Komplexität der Artenvielfalt in einem sachgerecht vergleichbaren Wert für alle Landnutzungsformen erfasst. Noleppa⁷ gibt vereinfachend an, dass bei Biolandbau die Artenvielfalt 33% und beim konventionellen Anbau 14% im Vergleich zu einer geschützten Fläche beträgt. Bei KUP erscheint eine Schätzung von 80% plausibel. Legt man diese Zahlen zugrunde, erreicht der konventionelle Landbau in Verbindung mit KUP eine um 42% höhere Biodiversität als der Ökolandbau (siehe Abb. 3).

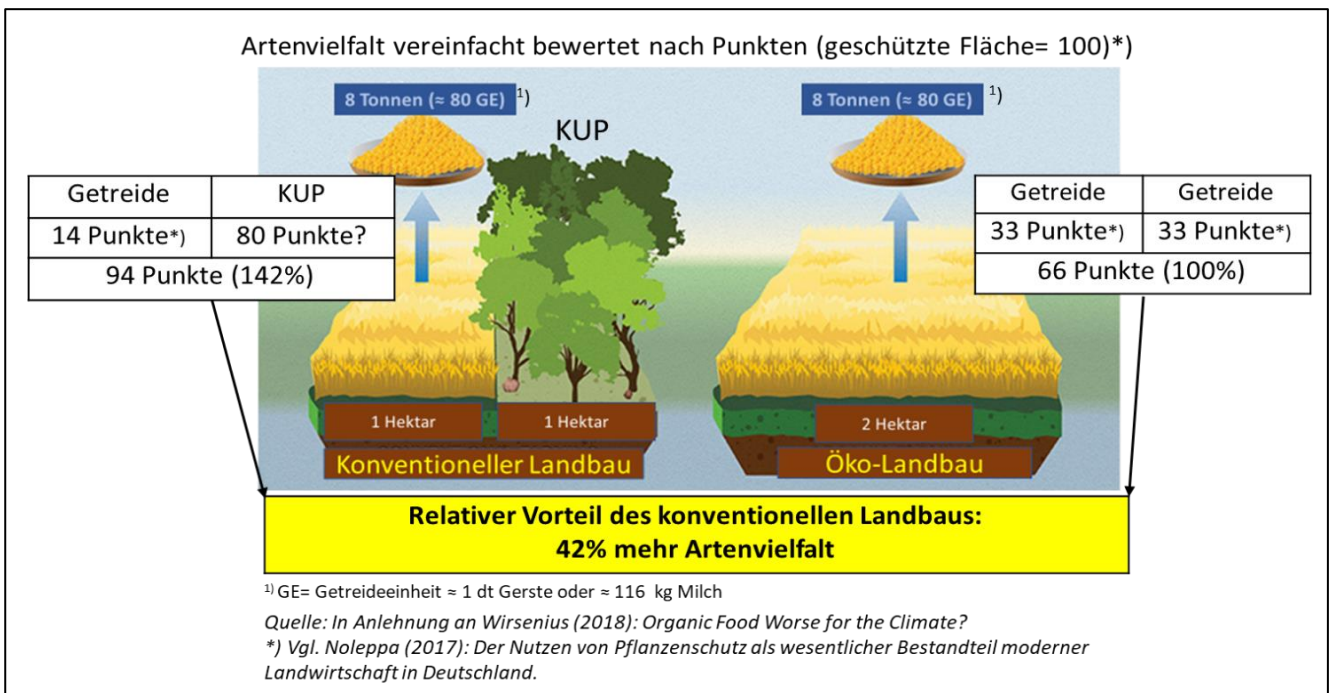


Abbildung 3: Artenvielfalt im konventionellen und ökologischen Landbau bei gleichem Ertrag und gleicher Flächennutzung

4. WIE SIND PRODUKTIONSKOSTEN UND SUBVENTIONEN ZU BERÜCKSICHTIGEN?

Die **Produktionskosten** im Ökolandbau sind vor allem wegen des geringeren Ertrags erheblich höher als im konventionellen Anbau. Wie hoch die Kostenunterschiede bei wichtigen Produktionsverfahren sind, ist in

⁷ Noleppa, S. (2017): Der Nutzen von Pflanzenschutz als wesentlicher Bestandteil moderner Landwirtschaft in Deutschland, Industrieverband Agrar - <https://www.iva.de/publikationen/der-nutzen-von-pflanzenschutz>

Tabelle 4 beispielhaft dargestellt. Es werden hier Kostenberechnungen für die angebaute Fläche (links) und nach Berücksichtigung der Grünbrache tatsächlich genutzte Fläche (rechts) gegenübergestellt.

Dabei wird wie in Kap 1 von einem Grünbracheanteil von einem Sechstel (0,167) der Ackerfläche ausgegangen. Die Vollkosten der Grünbrache liegen bei 1380 € je Hektar. Da die als Dünger genutzten Erträge der Grünbrache Dünger substituieren, gehen davon 885 € als Düngerkosten in die Kostenkalkulation der übrigen pflanzenbaulichen Produktionsverfahren ein. Es sind also nur noch die verbleibenden Kosten in Höhe von 495 € je Hektar bzw. 83 € je 0,167 ha in der Kostenberechnung in Tabelle 4 zu berücksichtigen. Bei der Milchviehhaltung mit Futterbau entfällt i.d.R. die Berücksichtigung einer Grünbrache, weil im Grundfutteranbau ausreichend Leguminosen enthalten sind.

Hieraus ist ersichtlich, dass der Einfluss der Grünbrache auf die Produktionskosten bei Mehrkosten von 5% bis 10% liegt. Damit fallen die Mehrkosten durch Grünbrache weniger ins Gewicht, als die Auswirkungen der Grünbrache auf die Erträge, die bei minus 16,7% liegen. Der Grund dafür ist, dass die Nährstoffträge der Grünbrache zwar Kosten verursachen und Fläche beanspruchen, gleichzeitig aber Dünger liefern und Düngerkosten senken.

Tabelle 4: Vergleich von Produktionskosten des ökologischen und des konventionellen Anbaus mit und ohne Berücksichtigung des Flächenbedarfs und der Kosten für Grünbrache

Produktionsverfahren	Anbau-Ökol. oder Konv.	Beim Ökolandbau: Kosten bezogen auf 1 Hektar angebaute Fläche				Beim Ökolandbau: Kosten bezogen auf 1 Hektar genutzte Fläche (inkl. anteilige Grünbrache)					
		Ertrag Anbau je ha in dt	Kosten Anbau je ha in €	Kosten je dt in €	Mehrkosten Öko-Landbau in %	Ertrag 0,833 ha in dt	Kosten 0,833 ha Anbau	Kosten 0,167 ha Grünbrache	Kosten Anbau plus Grünbrache	Kosten je dt in €	Mehrkosten Öko-Landbau in %
Winterweizen	Ökol.	41,4	2156	52,1	87,4%	34,5	1796	83	1879	54,5	96,0 %
	Konv.	74,8	2082	27,8		74,8	-	-	2082	27,8	
Wintergerste	Ökol.	37,9	1897	50,1	67,6%	31,6	1580	83	1663	52,6	75,9%
	Konv.	66,9	1997	29,9		66,9	-	-	1997	29,9	
Dinkel	Ökol.	35,5	2034	57,3	90,4%	29,6	1694	83	1777	60,0	99,3%
	Konv.	67,4	2032	30,1		67,4	-	-	2032	30,1	
Körnermais	Ökol.	62,5	2754	44,1	60,9%	52,1	2294	83	2377	45,6	66,4%
	Konv.	102,7	2814	27,4		102,7	-	-	2814	27,4	
Futtererbsen	Ökol.	23,5	1594	67,8	27,0%	19,6	1328	83	1411	72,0	34,8%
	Konv.	30,7	1640	53,4		30,7	-	-	1640	53,4	
Ackerbohnen	Ökol.	22,1	1593	72,1	28,1%	18,4	1327	83	1410	76,6	36,1%
	Konv.	29,5	1662	56,3		29,5	-	-	1662	56,3	
Speisekartoffel	Ökol.	229,4	5998	26,1	96,2%	191,1	4996	83	5079	26,6	100%
	Konv.	406,0	5386	13,3		406,0	-	-	5386	13,3	
Milchkühe je ha (dt Milch)*	Ökol.	64,9	3741	57,7	45,7%	64,9	-	-	3728	57,7	45,7%
	Konv.	91,4	3634	39,6		91,4	-	-	3692	39,6	
Mastschweine je ha (dt SG)*	Ökol.	8,0	2288	286,0	70,2%	6,7	1906	83	1989	298,6	77,7%
	Konv.	16,0	2688	168,0		16,0	-	-	2688	168,0	

Quellen: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

*Janinhoff, Alfons (2023): Agrardaten-Analysen nach Buchführungsergebnissen. (Daten beziehen sich auf gesamtes Tierhaltungssystem einschl. Elterntiere und Aufzucht der Jungtiere zur Bestandsergänzung); SG = Schlachtgewicht

Aus Tabelle 4 kann abgeleitet werden, dass die Produktionskosten des Ökolandbaus bei Getreide und Speisekartoffeln um bis zu 100% höher sind als im konventionellen Landbau. Lediglich bei den ohnehin ertragschwachen Leguminosen, die im konventionellen Anbau wenig angebaut werden, betragen die Mehrkosten der Ökoprodukte nur um die 30%. Bei der Milchproduktion einschließlich Futterbau liegen die Mehrkosten etwa bei 45% und bei der Schweinemast einschließlich Futterbau um die 70%. Aufgrund der ausgewiesenen Daten erscheint es plausibel, beim Ökolandbau von durchschnittlichen Mehrkosten von 60 bis 70% auszugehen.

Nach Schätzungen auf dieser Grundlage betragen die durchschnittlichen Produktionskosten beim Ökolandbau etwa 50 € je GE und im konventionellen Landbau zirka 30 € je GE. Diese erheblichen Kostenunterschiede sind

wesentlich für die Beurteilung der Vorzüglichkeit beider Anbausysteme. Es ist deshalb nicht nachvollziehbar, dass die deutlich unterschiedlichen Produktionskosten häufig selbst in wissenschaftlichen Vergleichen beider Anbausysteme, wie beispielsweise in der Studie von Hülsbergen et al., gar nicht erwähnt werden.

Zusätzlich ist darauf aufmerksam zu machen, dass sich die Mehrkosten von 20 € je GE (50 € statt 30 €) für ökologische Erzeugnisse nur auf die betriebswirtschaftlichen Produktionskosten beziehen und die Opportunitätskosten nicht enthalten. Würden diese einbezogen, so würden sich die Mehrkosten für ökologische Produkte auf 50 € statt 20 € je GE belaufen (siehe Tabelle 5).

Die höheren Produktionskosten des Ökolandbaus werden aktuell durch zusätzliche **Subventionen** teilweise ausgeglichen. Neben der Grundförderung in Höhe von etwa 200 € je Hektar für alle Betriebe, erhalten Ökobetriebe je nach Bundesland eine zusätzliche Subvention in Höhe von bis zu 300 € je Hektar. Mit insgesamt bis zu 500 € je Hektar erhalten sie somit im Vergleich zu den konventionellen Betrieben den 2,5fachen Förderbetrag je Hektar als voll einkommenserhöhende Direktzahlung.

In diesem Betrag sind die Zahlungen aus der freiwilligen Nutzung der von der EU 2023 neu eingeführten sieben Ökoregeln⁸ nicht berücksichtigt. Der Grund hierfür ist, dass die Umsetzung dieser Ökoregeln, wie beispielsweise Verzicht auf synthetische Pflanzenschutzmittel oder die extensive Bewirtschaftung von Grünland, Kosten oder Ertragsausfälle verursachen, die durch die Förderung oft nur unzureichend kompensiert werden, so dass diese Zahlungen im Wesentlichen nur Kosten erstatten und kaum einkommenswirksam sind.

Am Rande sei angemerkt, dass die Förderung nach den EU-Ökoregeln durch Kürzung der früheren einkommenswirksamen Basisprämie (neu: Einkommensgrundstützung) finanziert wird, also durch Einkommensreduktion bei allen Landwirten. Somit bezahlen indirekt die Landwirte die Maßnahmen nach den Ökoregeln mit der Reduktion ihres Einkommens.

Bei 2,5facher Subvention und halbem Ertrag je Hektar ergibt sich für den Ökolandbau der fünffache Subventionsbetrag je GE Ertrag. Die höheren Subventionen kompensieren damit im Durchschnitt nahezu die Hälfte der zusätzlichen Produktionskosten des Ökolandbaus.

Die aktuelle Förderungspraxis des Ökolandbaus fördert auch das Phänomen einer „Subventionsoptimierung“. Der durch die Öko-Förderung kompensierte Anteil der Mehrkosten unterscheidet sich nach Standort und Produktionsverfahren. Relativ hoch sind die Fördervorteile auf ertragsschwachen Ackerbau-Standorten, so dass sich dort eine Umstellung auf Ökolandbau besonders lohnt. Dies gilt in noch stärkerem Maße an marginalen Grünlandstandorten wie beispielsweise in Brandenburg. Deren Produktionssysteme kommen ohnehin mit geringem Einsatz an synthetischen Produktionsmitteln aus, so dass eine Umstellung auf eine Bewirtschaftung nach Ökokriterien nur mit vergleichsweise geringen Ertragsminderungen verbunden ist. Auch bei Milchviehbetrieben an manchen Grünlandstandorten verursacht die ökologische Bewirtschaftung oft nur um 20% bis 30% höheren Kosten. Die zusätzlichen Subventionen und der höhere Preis von Bio-Milch macht deshalb die Umstellung auf Ökolandbau hier besonders lukrativ. Die unterschiedlichen wirtschaftlichen Vorteile sind sicher auch ein Grund dafür, dass etwa 17% der Grünlandfläche und nur 7% der Ackerfläche in Deutschland ökologisch bewirtschaftet werden und die Ökoförderung im Allgemeinen selektiv genutzt wird.

Trotz der zusätzlichen staatlichen Subventionen sind die Ökoprodukte im Einzelhandel erheblich teurer, weil neben den höheren Produktionskosten meistens auch erheblich höhere Handelsspannen als bei konventionell erzeugten Produkten aufgeschlagen werden. Dies hemmt den Absatz der Ökoprodukte und belastet Konsumenten und Volkswirtschaft durch unnötig hohe Kosten der Nahrungsmittel.

Oft übersehen wird zudem, dass die heimischen Ökoprodukte mit einem Flächenanteil von über 10% lediglich einen Mengenanteil von gut 2,5 % (Stand 2020) am Lebensmittelumsatz in Deutschland beitragen. Dies liegt neben den höheren Preisen am hohen Importanteil von über 40 %. Der Mengenanteil von gut 2,5 % erschließt sich aus einem monetären Marktanteil der Ökoprodukte in 2020 von 6,8 %⁹, dem im Inland produzierten Anteil von etwa 60 % so-wie dem durchschnittlich 1,6fach höheren Preis der Ökoprodukte ($6,8 \% \times 0,6 = 2,55 \%$).

⁸ <https://www.wochenblatt-dlv.de/feld-stall/betriebsfuehrung/7-oeko-regelungen-eu-freiwilliger-teilnahme-570023>

⁹ Agrarmarkt Informations Gesellschaft mbH (AMI)

5. EXKURS UND BEISPIELRECHNUNG

5.1 Exkurs: Anmerkungen zur Behauptung der Einsparung von 800 € je Hektar bzw. von 4 Mrd. € bei 30% oder 5 Mio. Hektar Flächenanteil des Ökolandbaus

In der Studie „Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus“ (2023) kommen Hülsbergen et al. zum Ergebnis, dass durch Ökolandbau je Hektar etwa 800 € Umweltkosten eingespart werden. Für den in Deutschland politisch angestrebten Flächenanteil von 30% oder 5 Mio. Hektar Ökolandbau würde dies eine Einsparung von 4 Mrd. € ermöglichen (vgl. Tabelle 2). Diese Zahl wurde von den Medien bereitwillig als Nachweis für den Königsweg Ökolandbau aufgegriffen.

Die Studie lässt allerdings außer Acht, dass, wie die Autoren selbst feststellen, der Ökolandbau lediglich die Hälfte des Ertrags je Hektar bringt (zirka 40 GE, statt 80 GE). Die Ausdehnung des Ökolandbaus auf 30% wäre folglich mit einem Minderertrag in Höhe 200 Mio. GE (5 Mio. Hektar mal 40 GE) verbunden, dessen Ausgleich in einer seriösen Beurteilung sowohl bezüglich der Produktions- als auch der Umweltkosten zu berücksichtigen wäre. Hierzu erfolgt eine Berechnung in Tabelle 5.

Bei einem Ausgleich des Minderertrags der Ökofläche über 2,5 Mio. Hektar konventionellen Anbau mit 80 GE Ertrag je Hektar entstehen zusätzliche Produktionskosten etwa in Höhe von 30 € je GE und nach der Studie zusätzliche Umweltkosten in Höhe von 1870 € je Hektar.

Weiterhin werden die 2,5 Mio. Hektar einer möglichen anderen Nutzung, wie Wald oder Kurzumtriebsplantagen entzogen, die im Vergleich zur Agrarnutzung eine höhere THG-Bindung und Artenvielfalt aufweist. Dadurch entstehende Verluste an THG-Bindung und Artenvielfalt sind vom Ökolandbau verursachte Opportunitätsverluste oder Opportunitätskosten. Wird von einer entgangenen THG-Bindung von 8 Tonnen je Hektar ausgegangen und diese entsprechend der Studie mit Umweltkosten von 195 € je Tonne CO_{2äq} bewertet, ergeben sich Kosten in Höhe von weiteren 1560 € je Hektar. Für die durch die zusätzlich erforderliche Flächennutzung verminderte Artenvielfalt werden Umweltkosten in Höhe von 500 € je Hektar angenommen.

So führen 30% bzw. 5 Mio. Hektar Ökolandbau nicht zu der von Hülsbergen et al. ermittelten Einsparung von Kosten in Höhe von 4 Mrd. €. Der methodisch und praktisch unbedingte gebotene Ausgleich des Minderertrags verursacht Kosten in Höhe von nahezu 16 Mrd. €, so dass sich nach Abzug der Kosteneinsparungen Mehrkosten in Höhe von nahezu 10 Mrd. insgesamt oder 2.000 € je Hektar Ökolandbau und fast 50 € je ökologisch produzierte GU ergeben. In diesen Mehrkosten sind auch die unterschiedlichen Produktionskosten bei beiden Anbausystemen berücksichtigt.

Tabelle 5: Zusätzliche Produktions- und Umweltkosten durch 30% bzw. 5 Mio. Hektar Ökolandbau in Deutschland

Kostenposition	Kosten je Hektar oder GE	Anzahl der Hektar oder GE	Kosten insgesamt (€)
Einsparung von Kosten durch 5 Mio. ha Ökolandbau:			
Einsparung von Umweltkosten	800 € je ha	5 Mio. ha	4.000.000.000
Einsparung von Produktionskosten	siehe *)	200 Mio. GE	2.000.000.000
Summe der Kosteneinsparung			6.000.000.000
Zusätzliche Kosten für Ausgleich der Minderproduktion durch 2,5 Mio. ha konventionellen Anbau:			
Zusätzliche Produktionskosten	30 € je GE	200 Mio. GE	6.000.000.000
Zusätzliche Umweltkosten durch zus. Anbau	1870 € je ha	2,5 Mio. ha	4.675.000.000
Entgangene THG-Bindung durch zus. Flächennutzung	1560 € je ha	2,5 Mio. ha	3.900.000.000
Entgangene Artenvielfalt durch zus. Flächennutzung	500 € je ha	2,5 Mio. ha	1.250.000.000
Summe der zusätzlichen Kosten			15.825.000.000
Mehrkosten durch 30% Ökolandbau insgesamt		5 Mio. ha	9.825.000.000
Mehrkosten je Hektar Ökolandbau		je Hektar	1.965
Mehrkosten je ökologisch produzierte GE		je GE	49,13

*) Produktionskosten bei Ökolandbau zirka 50 € je GE, bei konventionellem Anbau zirka 30 € je GE. Mit Ökolandbau werden nur 50% der GE produziert, so dass trotz höherer Produktionskosten je GE aufgrund halben Ertrags die Produktionskosten insgesamt um 2 Mrd. € geringer sind als beim doppelten Ertrag im konventionellen Anbau. Rechengang $400.000.000 \times 30 \text{ €} = 12 \text{ Mrd.}$ minus $200.000.000 \times 50 = 10 \text{ Mrd. €}$ = Differenz (=Einsparung) = 2 Mrd. €

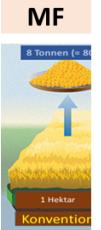



Bemerkenswert ist, dass bei Ersatz von 5 Mio. Hektar konventionell bewirtschafteter Fläche durch Öko-Anbau **nur etwa die Hälfte des vorherigen konventionellen Ertrags ökologisch erzeugt** wird und **die zweite Hälfte nach wie vor aus konventioneller Produktion** kommt, die eine zusätzliche Fläche von 2,5 Mio. Hektar benötigt und 10 Mrd. € mehr kostet. Ein Ausgleich des Minderertrags durch Ökolandbau würde den zusätzlichen Flächenbedarf auf 5 Mio. Hektar verdoppeln und die Mehrkosten von etwa 10 Mrd. € auf nahezu 20 Mrd. € steigern.

Selbst bei Annahme halbiertes Kosten für entgangene THG-Bindung und entgangene Artenvielfalt sind die Mehrkosten von 30% oder 5 Mio. Hektar Ökolandbau noch bei über 7 Mrd. bzw. 14 Mrd. Die in der Studie ermittelte Kosteneinsparung in Höhe von 4 Mrd. € ist mit Ertragseinbußen von 50% bzw. 200 Mio. GE verbunden und deshalb methodisch und praktisch inakzeptabel.

5.2 Beispielrechnung: Wirkungsvergleich beim Marktfruchtbau

Die Unterschiede der Wirkungen von konventionellem und ökologischen Anbau können mit Hilfe einer Differenzrechnung festgestellt werden. Dabei werden die wichtigsten Wirkungen, die von der Produktion gleicher Mengen bei gleicher Flächennutzung von beiden Anbausystemen ausgehen, einander gegenübergestellt und die Differenzen ausgewiesen. In der folgenden Tabelle 5 ist eine solche Rechnung am Beispiel des Getreideanbaus dargestellt.

Tabelle 6: Vergleich von Wirkungen des konventionellen und ökologischen Getreideanbaus

	MF	KUP	2ha konventionell	2ha Ökolandbau	Differenz (Auswirkung) Konventionell ./. Ökolandbau
					
Fläche (ha)	1	1	2	2	+0
Ertrag (GE)	80		80	2 x 40= 80	+0
Heizwert (MWh)		34	34	0	+34
Produktionsk. (€) insg.	2020		2020	4040	-2020
Subvention (€) insg.	200		200	2 x 500=1000	- 800
THG-Emission (+) bzw. THG-Bindung (-) (kg CO _{2äq})	2720	-8000 (netto)	-5280	2 x 1240 = 2480	-7760
Artenvielfalt-relativ (Naturschutz = 100)	14	80	94	2 x 33= 66	+ 28 =+ 42%

Quellen: Hülsbergen et al. (2023): Umwelt- und Klimawirkungen des Ökologischen Landbaus; Nollepa, S.: *Der Nutzen von Pflanzenschutz als wesentlicher Bestandteil der modernen Landwirtschaft in Deutschland, 2017*; Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, Berlin 2007; LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten, <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>, Janinhoff, A. Auswertung von Buchführungsergebnissen aus ökologischen und konventionellen Betrieben in Nordrhein-Westfalen

Der ökologische Getreideanbau benötigt für die Produktion von 80 GE zwei Hektar Fläche, während beim konventionellen Landbau für den gleichen Ertrag ein Hektar Marktfrucht ausreicht, so dass der zweite Hektar alternativ genutzt werden kann. In der Beispielrechnung wurde die Nutzung durch die umweltfreundliche Kurzumtriebsplantage (KUP) gewählt. Welche Kultur für die Beurteilung zu wählen ist, hängt vom Ziel der Kalkulation ab. Soll beispielsweise die Ausdehnung des Ökolandbaus zugunsten von mehr Importen, die zur Rodung von Regenwald führen, untersucht werden, sind die Umweltauswirkungen dieser Landnutzungsänderung hier rechnerisch zu erfassen. Führt der Ökolandbau zu weniger Fläche unter Naturschutz, dann sind die Daten dieser Nutzungsform zu verwenden.

Im Beispiel setzt sich die **Nutzung von zwei Hektar Fläche** bei konventioneller Wirtschaftsweise aus einem Hektar Getreide und einem Hektar KUP zusammen, **bei ökologischem Anbau werden beide Hektar** für den Getreideanbau benötigt. Der Gesamtertrag ist bei beiden Varianten mit 80 GE Marktfrucht gleich hoch. Im Falle des konventionellen Anbaus entsteht noch ein zusätzlicher Ertrag in Form von Bioenergie mit einem Heizwert von 34 MWh.

Die **Produktionskosten** für die Marktfrucht sind bei Ökolandbau je GE etwa doppelt so hoch wie beim konventionellen Anbau, so dass bei konventionellem Landbau bei der Produktion von 80 GE Getreide 2020 € eingespart werden. Die Produktionskosten und eventuelle Subventionen der KUP werden nicht ausgewiesen, da von einem kostendeckenden Erlös ausgegangen wird. Auf die zusätzliche volkswirtschaftliche Bewertung des Ertrags an regenerativer Energie wird an dieser Stelle verzichtet. Sie würde die Nachteile des Ökolandbaus weiter vergrößern.

Bei den **Subventionen** erhält der konventionelle Landbau, wie bereits ausgeführt, für einen Hektar Marktfrucht eine Subvention in Höhe von etwa 200 €. Der Ökolandbau erhält hingegen zusätzlich zu dieser Förderung noch bis zu 300 € je Hektar über das jeweilige Bundesland und somit insgesamt etwa 500 € je Hektar. Da der Ökolandbau für die Erzeugung zwei Hektar nutzt, erhält er für die 80 GE etwa 1000 € Subventionen und damit im Vergleich je GE das Fünffache an staatlicher Förderung. Insgesamt decken die höheren Subventionen nahezu 40 % der zusätzlichen Produktionskosten des ökologischen Getreideanbaus ab.

Hinsichtlich der **THG-Emissionen** für die Produktion von 80 GE ist beim konventionellen Getreideanbau von etwa 2720 kg CO_{2äq} je Hektar auszugehen, während der ökologische Landbau für den gleichen Ertrag auf 2 Hektar nur 2480 kg CO_{2äq} emittiert¹⁰. Beim konventionellen Anbau werden jedoch die höheren Emissionen durch die Bindung von etwa 8000 kg CO_{2äq} durch die KUP weit überkompensiert, so dass die konventionelle Getreideproduktion zusammen mit der KUP zu einer THG-Bindung im Umfang von 5280 kg CO_{2äq} führt. Der Ökolandbau hingegen benötigt für die Produktion der 80 GE zwei Hektar und emittiert 2480 kg CO_{2äq}. Insgesamt ergibt sich daraus, dass bei gleichem Ertrag und gleicher Flächennutzung der konventionelle Anbau 7760 kg CO_{2äq} weniger emittiert und somit bezüglich der Klimawirkung dem ökologischen Landbau weit überlegen ist.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der **Artenvielfalt**. Der konventionelle Landbau weist im Vergleich zu einer geschützten Fläche mit nur 14% der Artenvielfalt eine erheblich geringere Biodiversität aus als der ökologische Landbau, der 33% erreicht. Aufgrund der zusätzlich möglichen KUP-Nutzung, die eine geschätzte Biodiversität von 80% aufweist, erreicht die konventionelle Variante mit durchschnittlich 47% im Vergleich zu 33% eine um 42% größere Artenvielfalt als der Ökolandbau.

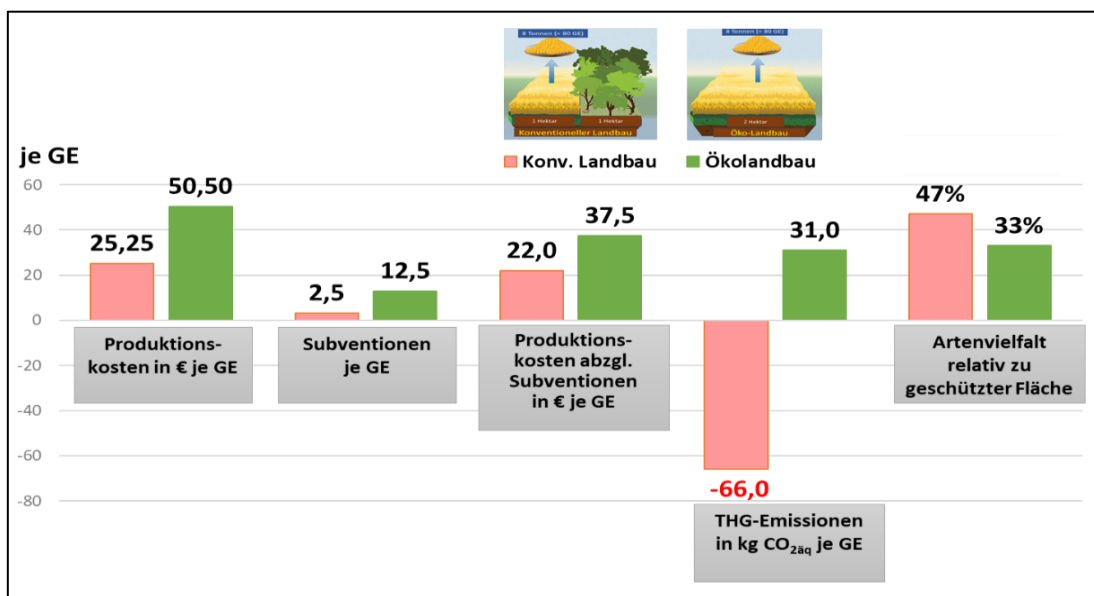


Abbildung 4: Ergebnisse des Vergleichs von Kenngrößen des konventionellen und ökologischen Marktfruchtbaus

¹⁰ Noleppa, S. (2017): Der Nutzen von Pflanzenschutz als wesentlicher Bestandteil moderner Landwirtschaft in Deutschland

Eine vereinfachte ökonomische Bewertung der Ergebnisse aus Tabelle 5 und Abb. 4 kommt zu folgenden Mehrkosten des Ökolandbaus für den Ertrag von 80 GE Marktfrucht bzw. je Hektar:

1. <u>Zusätzliche Produktionskosten</u>	<u>2.020,00 €</u>
2. <u>Zusätzliche Kosten durch mehr THG-Emissionen:</u> 66+31= 97 kg mal 80 GE = <u>7,760 Tonnen CO₂äq je zwei Hektar mal 195 € je Tonne</u>	<u>1.513,20 €</u>
3. <u>Zusätzliche Kosten durch geringere Artenvielfalt:</u> Nur 33% statt 47% = <u>30 % weniger Vielfalt auf 2 Hektar bewertet mit 500 € je Hektar =</u>	<u>1.000,00 €</u>
= Summe der Mehrkosten <u>je zwei Hektar</u> Ökolandbau (80 GE Marktfrucht)	<u>4.733,20 €</u>
<u>Hälfte = Summe der Mehrkosten je Hektar Ökolandbau (40 GE Marktfrucht)</u>	<u>2.366,60 €</u>

Das Ergebnis der Beispielrechnung zeigt, dass die Marktfruchtproduktion im Ökolandbau um 2366,10 € je Hektar und 59,15 € je GE höhere Produktions- und Umweltkosten verursacht als der konventionelle Anbau. Diese Berechnung berücksichtigt nicht die positiven Auswirkungen des zusätzlichen Energieertrags der KUP auf die inländische Energieversorgung und auf die betriebs- und gesamtwirtschaftlichen Wirkungen. Würde man diese Aspekte zusätzlich berücksichtigen, wären die Kosten einer Ausweitung des ökologischen Landbaus noch höher. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass es von Seiten der EU und der Bundesregierung in hohem Maße unverantwortlich war, sich für die massive Ausdehnung des Ökolandbaus zu entscheiden, ohne vorher umfassende ökonomische und soziale Kosten-Nutzen-Analysen durchzuführen.

Die Methode der Differenzrechnung bietet eine gute Möglichkeit, die Unterschiede beider Anbauformen übersichtlich für unterschiedliche Szenarien darzustellen und zu beurteilen, zumal bei Bedarf noch weitere Kriterien berücksichtigt werden können. Die Beispielrechnung für das gewählte Szenario weist eine sehr stabile Überlegenheit des konventionellen im Vergleich zum ökologischen Getreidebau aus. Um dieses Ergebnis auf eine breitere Basis zu stellen, ist es jedoch empfehlenswert, anhand zuverlässigerer Daten möglichst viele Szenarien nach der Methode der Differenzrechnung zu untersuchen, beispielsweise die Nutzung der bei konventionellem Anbau nicht benötigten Flächen als Naturschutzgebiete oder für entfallende Landnutzungsänderungen im Regenwald.

6. WIE WIRKEN AGRARCHEMIE UND PFLANZENZÜCHTUNG?

Agrarchemie und Pflanzenzüchtung stellen mit den synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie den ertragreichen und standortangepassten Sorten die Technologien bereit, die bei Einsatz höhere Erträge und geringeren Flächenbedarf ermöglichen. Die umweltfreundliche Nutzung der freigesetzten Flächen vorausgesetzt, sind sie deshalb die Hauptursachen für die realisierte höhere THG-Bindung und die größere Artenvielfalt im konventionellen Anbau. Überdies bringt der Einsatz von Stickstoffdüngern energetisch und bezüglich der THG-Emissionen zusätzliche Vorteile: Der durch seinen Einsatz erzielte Mehrertrag enthält ein Mehrfaches der Energie, die für Produktion und Ausbringung der Dünger erforderlich ist, und es werden erheblich mehr Treibhausgase im zusätzlichen Ertrag gebunden, als bei Produktion und Anwendung der Stickstoffdünger freigesetzt werden. Diese Wirkungen werden noch verbessert, wenn zukünftig regenerativ erzeugtes Ammoniak zur Verfügung steht. Weiterhin ist es bei der synthetischen Stickstoffdüngung leichter als bei der ausschließlich organischen Düngung im Ökolandbau möglich, Stickstoffgaben an den Pflanzenbedarf anzupassen. So gelingt beim konventionellen Landbau oft eine niedrigere Nitratauswaschung je Tonne Ertrag (vgl. Abb. 5).

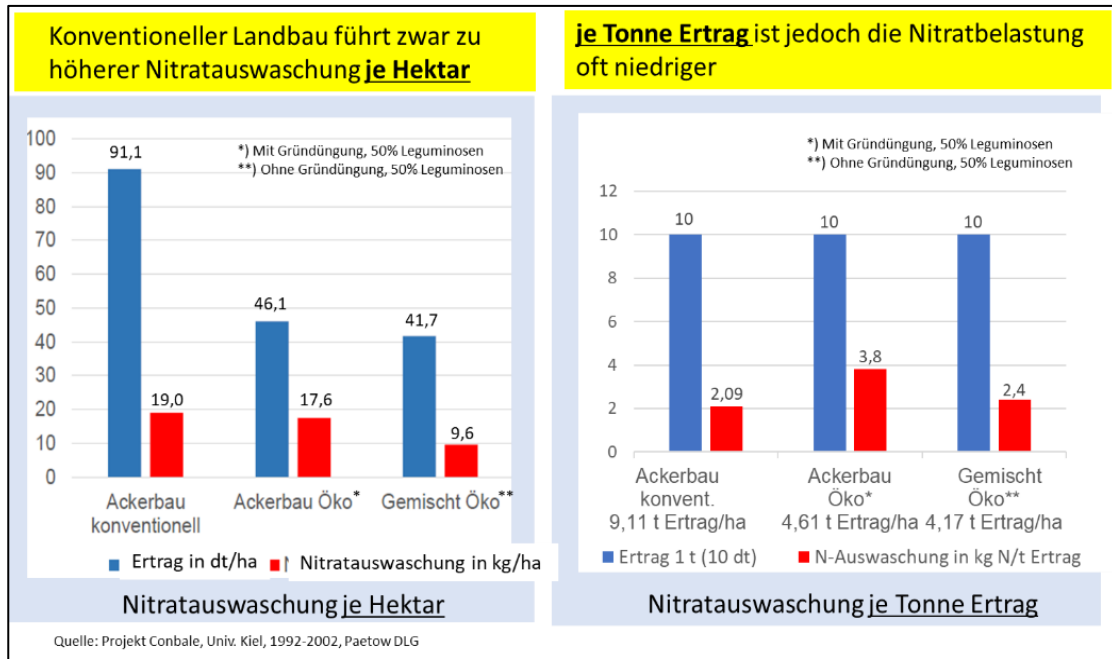


Abbildung 5: Nitratauswaschung je Hektar und je Tonne Ertrag bei ökologischem und konventionellem Anbau

Der Einsatz der Pflanzenschutzmittel verhindert einer Studie der ERPS¹¹ zufolge 30% der weltweiten Ertragsverluste durch Schädlinge und Pflanzenkrankheiten. Ein breiter Verzicht auf diese Mittel wäre unverantwortlich, weil ein auch nur annähernd wirkungsgleicher und umweltfreundlicherer Ersatz nicht in Sicht ist und die Ertragsausfälle nicht nur noch mehr Hunger verursachen, sondern gleichzeitig zu einer massiven Ausdehnung von Ackerflächen zulasten von Wäldern und anderen ökologisch wertvollen Landnutzungen führen.

Erwähnt werden muss auch, dass der Ökolandbau selbst bei seinem niedrigen Ertragsniveau nicht ohne Pflanzenschutzmittel auskommt. Allerdings sind die Einsatzmengen geringer als beim konventionellen Anbau. Dabei ist es aber keineswegs so, dass die im Ökolandbau eingesetzten natürlichen Mittel weniger giftig sind als die synthetischen, die im konventionellen Anbau verwendet werden.

Tabelle 7: Giftigkeit ausgewählter Stoffe

Stoff Grün = natürlicher Stoff Blau = synthetischer Stoff	Angaben zum Stoff	Lethale Dosis je kg Lebendgewicht in mg (= LD 50-Wert *)	Giftigkeitsstufe
Zucker	Pro-Kopf-Verbrauch in D = 130 g je Tag	29.700	Ohne Gesundheitsgefährdung: >2.000 mg je kg LG
Alkohol	In alkoholischen Getränken	7.050 Maus (oral) 3050	
Glyphosat	Häufigstes Pflanzenschutzmittel weltweit	4.870	
Backpulver	Als Treibmittel beim Backen eingesetzt	4.090	
Tebuconazol	Fungizid beispielsweise in Follicur	3.350**)	
Kochsalz	Männer 10 g und Frauen 8,4 g je Kopf u. Tag	3.000	
Theobromin	In Kakaobohnen/Schokolade, anregend	1.270	Gesundheitsschädlich: 2.000-200 mg je kg LG
Bentazon	Kontakt herbizid gegen zweikeimblättrige Unkräuter	1.100	
Solanin	In Kartoffeln und Tomaten	590	
Koffein / Teein	In Kaffee, Tee, Cola – stimulierend	368	Giftig: 200-20 mg je kg LG
Kupfersulfat	Fungizid essentiell für Ökolandbau	300	
Pyrethrin II	Insektizid im Biolandbau	200	Sehr giftig: < 25 mg je kg LG
Nikotin	Inhaltsstoff von Tabak	50	
Aflatoxine	Gifte von Schimmelpilzen (Verschiedene Aflatoxine)	ab 1,5 ***)	

Quelle: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Stoffdatenbank
 * Lethale orale Dosis in mg je kg Lebendgewicht für 50% der Versuchstiere (Ratten) bei einmaliger Gabe
) Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Tebuconazol> *) <https://www.vetpharm.uzh.ch>

Das als natürlich geltende Kupfersulfat ist sogar um ein Vielfaches giftiger als Glyphosat (s. Tabelle 7) und wäre nach den Ausschlusskriterien für Pflanzenschutzmittel eigentlich nicht zulassungsfähig. Das Mittel ist trotzdem zugelassen, weil sonst der Ökolandbau vor allem im Bereich des Obst-, Wein- und Hopfenbaus nicht möglich wäre. Dabei könnte beispielsweise ein weniger giftiges und weniger umweltschädliches synthetisches Fungizid (Tebuconazol) das Kupfersulfat ersetzen, wenn da nicht die ideologische Barriere wäre, die den Einsatz synthetischer Mittel im Ökolandbau verbietet.

¹¹ EPRS | European Parliamentary Research Service (2019): Farming without plant protection products - Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides?

Zu den Pestiziden ist noch anzuführen, dass die Mengen an natürlichen Giften, die wir mit unserer Nahrung aufnehmen, etwa 1500-mal¹² höher sind als die Mengen an durchschnittlich etwa gleichgiftigen Rückständen aus Pflanzenschutzmitteln (siehe Tabelle 8).

Die nationale Berichterstattung zu Pflanzenschutzmittelrückständen untersucht jährlich um die 20.000 Produktproben, wobei etwa ein Viertel zufallsverteilt gezogen wird. Etwa drei Viertel der Proben werden jedoch von Lebensmitteln genommen, die erfahrungsgemäß häufiger die Rückstandshöchstgrenzen überschreiten.

Die Methode der Probennahme bedingt somit, dass die ermittelten Belastungen nicht repräsentativ sind und die ausgewiesenen Rückstandswerte für Lebensmittel über den durchschnittlichen liegen. Dennoch können

die Ergebnisse als Nachweis für geringere Belastungen der Produkte aus dem Ökolandbau gewertet werden. Beim ökologischen Landbau sind mehr als zwei Drittel der Proben rückstandsfrei und beim konventionellen

Landbau ist nur knapp ein Drittel ohne Belastung. Auch bei den Proben mit Rückständen punktet der Ökolandbau mit geringeren Belastungen. Allerdings beim Anteil der beanstandeten Proben, der gesundheitlich besonders relevant ist, unterscheiden sich beide Anbausysteme mit 2,25% bzw. 0,45% nur geringfügig. Dies gilt vor allem dann, wenn man berücksichtigt, dass diese Prozentzahlen wegen der Methodik bei der Probenauswahl überhöht sind. Dass der tatsächlich belastete Prozentsatz der Proben niedriger ist, bestätigen die Ergebnisse des Lebensmittel-Monitorings des BVL¹³. Dort wurden 2021 in den Lebensmitteln tierischen Herkunft keine Belastungen über den Grenzwerten festgestellt und bei den Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs konnte nur bei 1,3% eine gesundheitliche Belastung nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 8: Aufnahme von Pestiziden und natürlichen Giften mit der Nahrung

Toxine:	Nahrungsmittel	Durchschnittl. Aufnahme mit der Nahrung in mg pro Kopf und Tag	Dosis bis zu der keine negativen Effekte eintreten in mg je Kopf u. Tag	Bemerkung
Pestizide:				
Glyphosat	Getreide	0,05	35	Die Toxizität ist bei Pestiziden und natürlichen Giften ungefähr auf gleichem Niveau. Die Aufnahme von natürlichen Giften beträgt täglich etwa 1500 mg pro Kopf, während weniger als 1 mg Pestizide aufgenommen werden.
Bentazon	Getreide	0,05	224	
Dimethoate	Getreide	0,01	17,5	
Natürliche Gifte:				
Solanin	Kartoffeln	12	70	
Koffein	Kaffee	70	2800	
Pilze (Mykotoxine etc.)	Getreide, Heu, Nüsse	0,15	70	
Alkohol	Alkohol. Getränke	27.397*	23.800	

Quelle: Kirchmann, H., Bergström L., Kätterer, T., und Andersson, R. (2016): Dreams of Organic Farming – Facts and Myths, Stockholm
 *) Durchschnittlicher Konsum in der EU = 10 kg reiner Alkohol je Kopf und Jahr = 10.000 g / 365 = 27.397 mg je Kopf und Tag

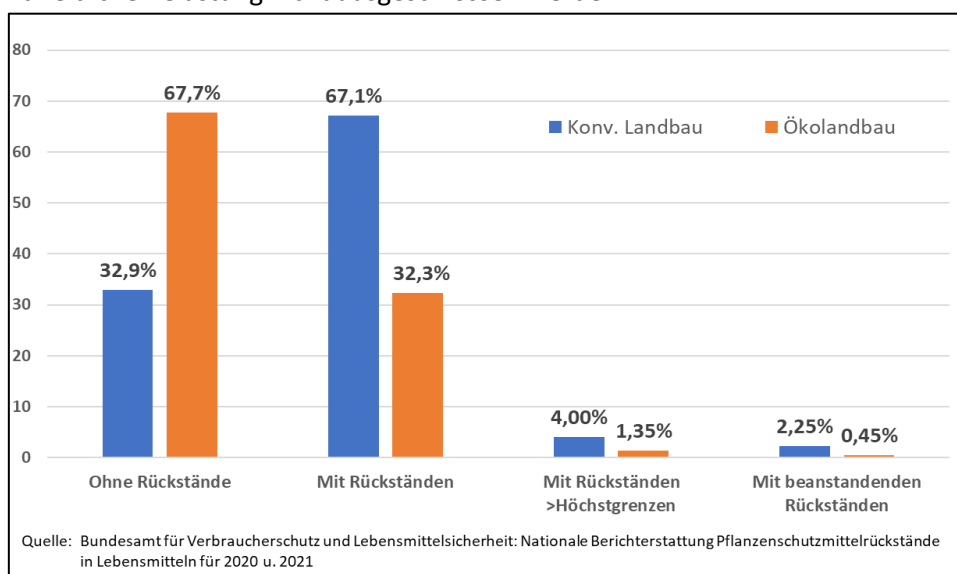


Abbildung 6: Ergebnisse der nationalen Berichterstattung zu Pflanzenschutzmittelrückständen in Nahrungsmitteln im Durchschnitt der Jahre 2020 und 2021

¹² Kirchmann, H., Bergström L., Kätterer, T., und Andersson, R. (2016): Dreams of Organic Farming – Facts and Myths, Stockholm.

¹³ Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Report 17.2 2021

Das zeigt, dass auch die konventionellen Produkte nur etwa zu 1 bis 2% mit Rückständen über den Grenzwerten belastet sein können. Hinzu kommt noch, dass konventionelle Produkte öfter mehr wertbestimmende Bestandteile enthalten und generell weniger mit Aflatoxinen und anderen Mykotoxinen belastet sind, die in der o.a. Rückstandsermittlung nicht erfasst sind. Der geringe Belastungsunterschied dürfte der Hauptgrund dafür sein, dass eine Reihe von Studien u.a. die besonders umfassend angelegte Studie der Stanford University¹⁴ zu dem Ergebnis kommen, dass ökologisch erzeugte Produkte nicht gesünder sind. Das etwas höhere Belastungsszenario mit Pflanzenschutzmitteln bei den konventionellen Produkten wirkt sich somit nicht auch auf die Gesundheit aus. Daraus ergibt sich, dass die geringeren Rückstände in den Lebensmitteln beim Ökolandbau kein hinreichender Grund sind, auf die erheblichen Vorteile des konventionellen Anbaus, wie geringere THG-Emissionen und größere Artenvielfalt sowie die geringeren Produktionskosten und die höhere nationale Versorgungssicherheit zu verzichten.

Auch die oft verbreitete Behauptung, dass mehr Ökolandbau zu weniger Insektensterben führen würde, ist wenig plausibel. Mit Ausdehnung des Ökolandbaus müssen wegen seines geringeren Ertrags zusätzliche Flächen landwirtschaftlich genutzt werden. Dies geht zu Lasten von Flächen mit hoher Artenvielfalt, wie Naturschutzflächen und Wälder, so dass mehr Ökolandbau zu weniger Biodiversität und Insekten führt. Überdies wurde u.a. in streng wissenschaftlichen Studien der oft behauptete starke Rückgang der Insektenpopulationen nicht bestätigt¹⁵. Im Übrigen sind die bereits seit 1970 stattfindenden Reduktionen von Mengen, Giftigkeit und Persistenz der eingesetzten Pflanzenschutzmittel (siehe Abb. 7) und der erst seit dem Jahr 2000 teilweise beobachtete Anstieg des Insektensterbens Anzeichen dafür, dass der synthetische Pflanzenschutz nicht die Hauptursache für den behaupteten starken Rückgang der Insektenpopulationen ist. Dennoch sollte die Forschung an Pflanzenschutzsystemen intensiviert werden, um für Mensch und Umwelt mehr Sicherheit zu gewährleisten. Dass Fortschritte bei den synthetischen Wirkstoffen möglich sind, beweisen die bereits erreichten Reduzierungen der Giftigkeit, der Persistenz und der notwendigen Aufwandmengen (siehe Abb. 7). Weiterhin sind die Potentiale des biologischen Pflanzenschutzes, der Biostimulanzien, der Robotik und der Pflanzenzüchtung verstärkt zu nutzen.

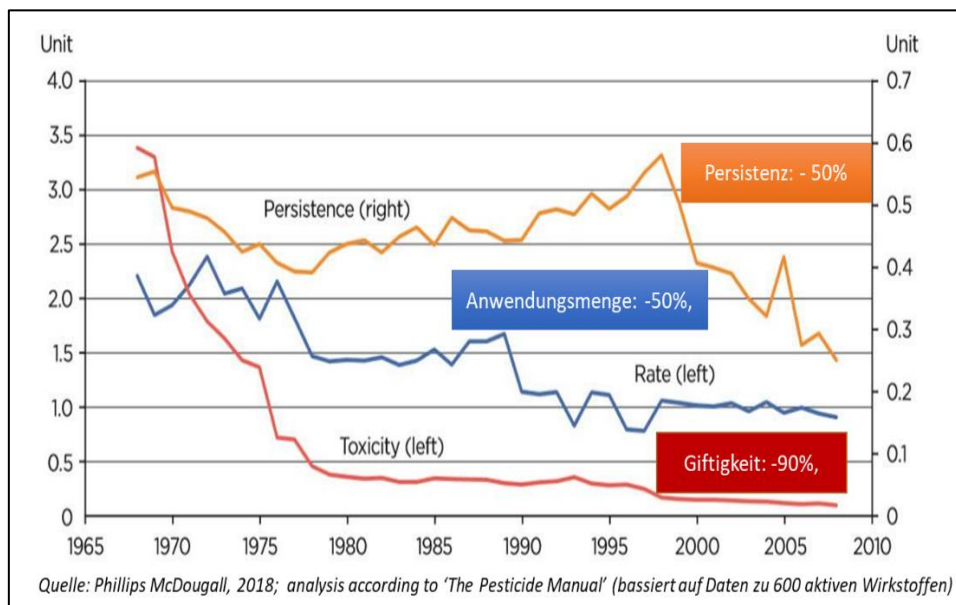


Abbildung 7: Veränderung von Giftigkeit, Anwendungsmengen und Persistenz von Pflanzenschutz-Wirkstoffen

¹⁴ Einige Beispiele: Smith-Spangler C et al. (Stanford University): Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. *Annals of Internal Medicine* 2012; 157(5): 348-366; Smollich, M.: Es gibt keinen Beweis, dass Biolebensmittel gesünder sind. *Zeit Magazin* 03.05.2021; Stiftung Warentest (2015): Bio oder konventionell Wer hat die Nase vorn?

¹⁵ Zuna-Kratky, T. et al. (2023): Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich in den letzten 30 Jahren – Ursachen und ausgewählte Beispiele; van Klink, R. et al. (2020): Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances, *Science* 24 Apr 2020, Vol 368, Issue 6489, pp. 417-420

7. KANN MAN NICHT EINFACH DIE ERTRÄGE IM ÖKOLANDBAU STEIGERN UND SO DEN FLÄCHENBEDARF REDUZIEREN?

Die niedrigen Erträge im Ökolandbau sind in erster Linie durch die knappen Pflanzennährstoffe bedingt. Zentral ist hier eine mangelnde und mit den organischen Düngern wenig steuerbare Stickstoffversorgung. Dieser Mangel kann durch höhere Fruchtfolgeanteile stickstoffsammelnder Leguminosen und durch mehr organische Dünger gemindert werden. Dieses Vorgehen erfordert jedoch einen höheren Flächenanteil ertragsschwacher Leguminosen und von Gründüngungspflanzen, die ausschließlich der organischen Düngung dienen. Dies hat negative Auswirkung auf die erzielbaren Durchschnittserträge je Hektar. Überdies ist es bei organischen Düngern nur begrenzt möglich, die Düngergaben an den Bedarf der Pflanzen anzupassen, so dass von mehr organischem Dünger eine vergleichsweise hohe Belastung des Grundwassers zu erwarten ist. Auch eine Vermehrung der organischen Dünger über mehr Futterbau und Tierhaltung kann das Ertragsproblem nicht lösen. Eine gute Möglichkeit der Ertragssteigerung wäre jedoch der Import von organischen Düngern aus den ohnehin vorhandenen Überschüssen konventioneller Betriebe. Dieser Nährstoffimport ist zwar bei einigen Ökolabels in begrenztem Umfang möglich, wird aber von den meisten Ökoverbänden abgelehnt.

Ertragssteigerungen durch Pflanzenzüchtung sind sicher möglich, erfordern jedoch wegen der grundsätzlichen Ablehnung moderner und kurzfristig erfolgsversprechender Züchtungsmethoden im Ökolandbau viel Zeit. Überdies dürfte der begrenzende Faktor der verfügbaren Nährstoffe die Züchtungserfolge im Ökolandbau vor allem auf die Steigerung der Erträge durch höhere Ertragssicherheit aufgrund erhöhter Trockenheitstoleranz und verstärkten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge beschränken.

Fortschritte im Pflanzenschutz durch biologische Verfahren, Robotik und Biostimulatoren dürften für den Ökolandbau wegen seiner niedrigeren Erträge absolut betrachtet weniger Vorteile als beim konventionellen Anbau bringen. Langfristig ist beim Ökolandbau aufgrund oft defizitärer Nährstoffbilanzen sogar mit einem Absinken der Erträge zu rechnen. Dies bestätigen beispielsweise Kirchmann et al. mit Daten zu Ertragsentwicklungen in Schweden¹⁶.

8. KANN VERMINDERTER FLEISCHKONSUM AUS ÖKOLANDBAU EINE LÖSUNG MACHEN?

Grundsätzlich gilt, dass für eine Nahrungskalorie tierischen Ursprungs ein Mehrfaches an Futterkalorien aufgewendet werden muss. Dieser Mehraufwand, der oft über einen Veredlungsfaktor angegeben wird, unterscheidet sich nach Tierart und Fütterungsintensität bzw. Leistungen der Tiere, die beispielsweise als tägliche Zunahmen oder Milchertrag je Jahr gemessen werden. Mittlere Veredlungsfaktoren liegen bei 6 - 7:1 und geben an, dass 6 bis 7 pflanzliche Kalorien für eine tierische Kalorie aufgewendet werden müssen.

Zu beachten ist, dass Tiere und hier vor allem Wiederkäuer wie Rinder, Schafe und Ziegen die Fähigkeit haben, für Menschen nicht verdauliche Biomasse in verdauliche tierische Nahrungsmittel umzuwandeln. Überdies verwerten Tiere auch mindere Qualitäten und Abfälle pflanzlicher Nahrungsmittel. Tierhaltung und damit auch der Fleischkonsum sind somit für die Nutzung wichtiger pflanzlicher Nahrungsquellen notwendig. Beispielsweise hat Deutschland über 4,7 Mio. Hektar Grünland, die nur über die Tierhaltung für die Ernährung genutzt werden können. Außerdem erfüllt in vielen Betrieben der Ackerfutterbau noch eine wichtige Rolle für die Bodenverbesserung und Ertragssicherheit und bei der Lebensmittelverarbeitung, insbesondere auch bei der Herstellung veganer Nahrungsmittel, fällt in hohem Maße nicht verdauliche Biomasse an, so dass ein Mindestmaß an Konsum tierischer Produkte schon aus Gründen der Nutzung dieser Biomasse notwendig ist. Inwieweit Bioreaktoren zukünftig die Umwandlung von nicht verdaulicher Biomasse in verdauliche sowie die Nutzung von Nahrungsabfällen übernehmen können, bleibt abzuwarten. Ihre höhere Umwandlungseffizienz bei den „tierischen“ Ersatznahrungsmitteln würde den Flächenbedarf weiter reduzieren. Allerdings setzen die bisher bekannten Verfahren einen hohen Anteil von für den Menschen verdauliche Biomasse ein, so dass dies den Umwelteffekt von Ersatzfleisch und Fleischersatz schmälert. Außerdem ist durchaus noch offen, inwieweit die Verbraucher diese neuen Produkte nachfragen werden.

¹⁶ Kirchmann, H. et al. (2016): Dreams of organic farming: facts and myths, SLU - Swedish University of Agricultural Sciences.

Ein geringerer Konsum tierischer Kalorien ist vor allem dann ökologisch sinnvoll, wenn durch den Verzicht Futterkalorien freigesetzt werden, die für die menschliche Ernährung genutzt werden können. Dies gilt vor allem bei reduziertem Konsum von Schweine- und Geflügelfleisch. Beide Tierarten erhalten einen hohen Anteil an Futtermitteln, die auch in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden können.

In Europa und den USA werden weit über 50% der tierischen Nahrungsmittel mit Futtermitteln erzeugt, die direkt oder indirekt (über die dafür genutzte Ackerfläche) in Konkurrenz mit der menschlichen Ernährung stehen. Da für die Erzeugung von einer Fleischkalorie im Durchschnitt das Sechs- bis Siebenfache an pflanzlichen Kalorien erforderlich ist, wird argumentiert, dass der höhere Flächenbedarf des Ökolandbaus durch eine substantielle Verminderung des Konsums tierischer Produkte und eines erhöhten direkten Konsums von pflanzlichen Nahrungsmitteln kompensiert werden könnte.

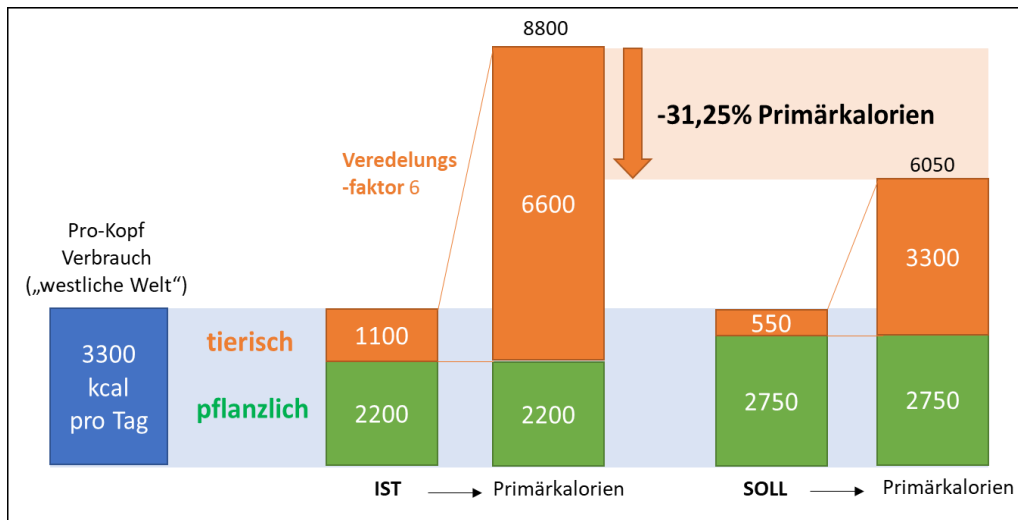


Abbildung 8: Änderung des Bedarfs an pflanzlichen Kalorien (Primärkalorien) durch Halbierung des Konsums an Kalorien aus tierischen Produkten

Abbildung 8 zeigt, dass eine Minderung des Konsums von tierischen Produkten um 50 %, also beispielsweise von 1100 kcal auf 550 kcal je Tag, den Bedarf an Primärkalorien (also diejenigen pflanzlichen Ursprungs) von 8800 auf 6050 je Tag und somit um rund 30 % vermindert. Bei Deckung dieses um 30 % verminderten Bedarfs an Primärkalorien mit Hilfe von konventionellem Anbau sinken der Flächenbedarf und die THG-Emissionen jeweils ebenfalls um 30%, während bei Deckung des verbleibenden Kalorienbedarfs durch Ökolandbau der Flächenbedarf wegen des hälftigen Ertrags auf 140% steigt, damit werden im Vergleich zu Ausgangssituation mit konventionellem Anbau ohne reduziertem Fleischkonsum um 40% mehr Fläche benötigt und 20% mehr Treibhausgase emittiert (Abb. 9).

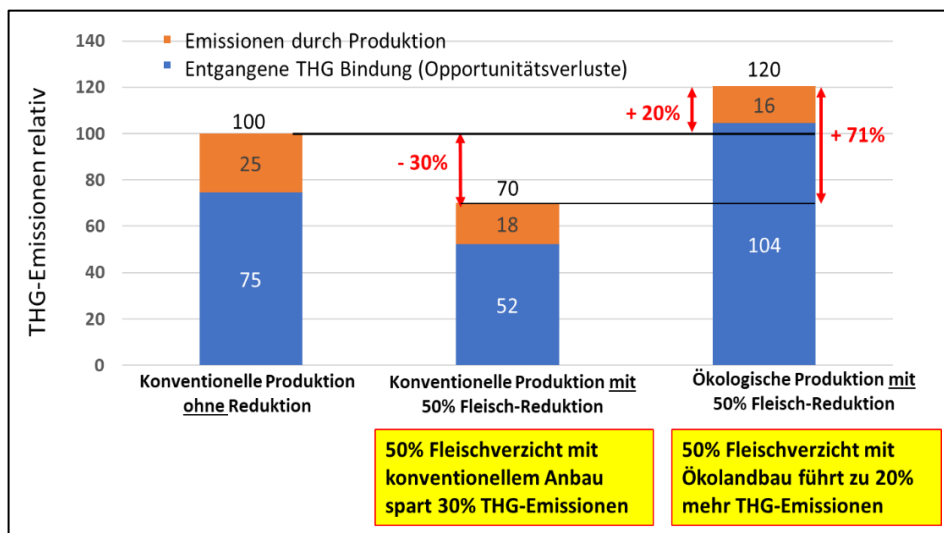


Abbildung 9: Veränderung der THG-Emissionen durch Fleischverzicht in Verbindung mit ökologischem und konventionellem Anbau

Ein teilweiser Verzicht auf tierische Nahrungsmittel entfaltet somit substantielle Vorteile für Klima und Artenschutz nur in Verbindung mit einer ertragreichen Landwirtschaft. Nach Abb. 9 führt die Deckung des bei 50% Fleischverzicht verbleibenden Primärkalorienbedarfs durch Ökolandbau zu 71% mehr THG-Emissionen als bei Deckung durch konventionellen Anbau.

Bei der Reduktion des Konsums tierischer Produkte ist jedoch zu beachten, dass aus ernährungsphysiologischen Gründen die Mengen an tierischem Eiweiß einerseits einen Mindestbedarf decken sollten und andererseits aber bei hohem Konsum Gesundheitsschäden zu erwarten sind. Über sinnvolle Höhen dieser Mengen bestehen jedoch sehr divergierende Meinungen. Aus landwirtschaftlicher Sicht würde bei einem Konsumniveau von etwa 40% des gegenwärtigen Verzehrs an tierischen Produkten die sinnvolle Verwertung der nicht verdaulichen Biomasse sichergestellt sein.

Weiterhin ist davon auszugehen, dass der globale Konsum von tierischen Nahrungsmitteln nach wie vor um mindestens ein Prozent je Jahr wächst und wenn es nicht gelingt, die Effizienzpotentiale in der Tierproduktion vieler Länder entsprechend zu nutzen, zu einer weiteren starken Erhöhung des Flächenbedarfs für die Agrarproduktion beiträgt.

9. WARUM IST ES SO WICHTIG, AUCH »VIRTUELLEN FLÄCHENIMPORT« ZU BERÜCKSICHTIGEN

Die Nettoimporte von Agrargütern in Deutschland entsprechen den Erträgen von nahezu sieben Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche in den Ursprungsländern der Importe (siehe Abb. 10). Wir importieren somit virtuell etwa 40% der im Inland verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche netto, also nach Abzug unserer Exporte ins Ausland, um unseren eigenen Bedarf an Agrargütern zu decken. Alleine für die Deckung des Bedarfs an Nahrungsmitteln nutzen wir etwa fünf Millionen Hektar im Ausland.

Nach dem Statistischen Jahrbuch von 2019/20 beträgt die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln 88 %. Darin sind jedoch 8 % tierische Nahrungsmittel enthalten, die aus importierten Futtermitteln erzeugt werden. Durch Veredelungsverluste bei der Erzeugung dieser 8 % tierischer Kalorien beträgt der Importbedarf an Futtermittelkalorien etwa das Fünf- bis Sechsfache an pflanzlichen Kalorien und trägt wesentlich zum hohen virtuellen Flächenimport bei.

Hinzu kommt, dass dieser Flächenimport von 2010 bis 2017 trotz höherer Erträge im Ausland um nahezu eine Million Hektar angestiegen ist und dies anzeigt, dass die Versorgung mit Agrarprodukten und damit auch mit Ernährungsgütern in Deutschland immer weniger aus eigener Produktion gesichert wird.

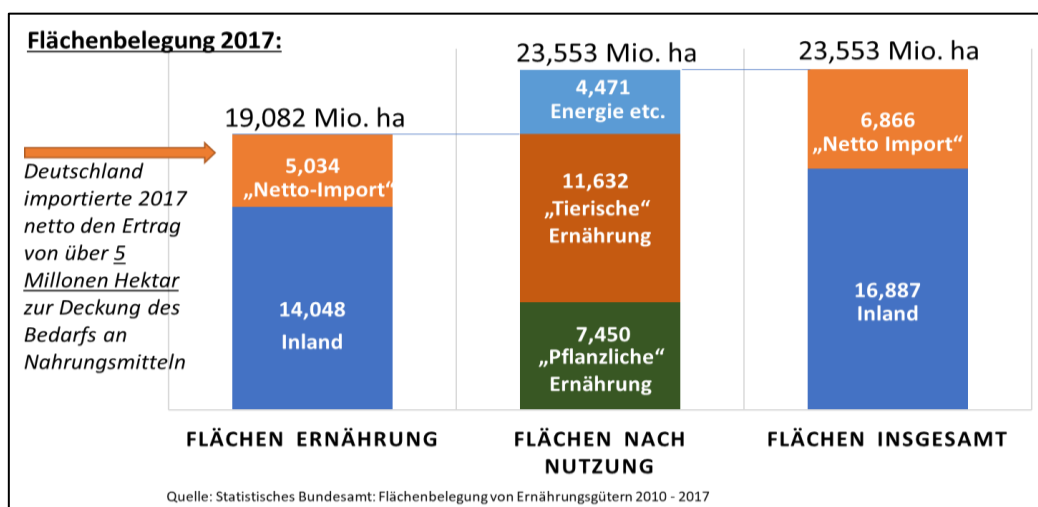


Abbildung 10: Flächennutzung im In- und Ausland zur Deckung des Bedarfs an Nahrungsmitteln und an Agrargütern insgesamt in Deutschland

Angesichts weltweit zunehmender Krisen und abnehmender Erträge aufgrund des Klimawandels stellt diese wachsende Abhängigkeit unserer Ernährung vom Ausland ein erhebliches Risiko dar, das durch die Ausdehnung

des Ökolandbaus aufgrund seines höheren Flächenbedarfs noch erheblich verstärkt wird. Überdies belasten diese Importe die internationalen Märkte, befördern über steigende Nahrungsmittelpreise auf dem Weltmarkt den Welthunger und erhöhen über zusätzliche Landnutzungsänderungen nicht nur die THG-Emissionen, sondern auch den Artenschwund. Wer nachhaltig und verantwortungsvoll sein will, darf nicht zulasten anderer handeln.

Dass eine Ausdehnung des Ökolandbaus zu mehr virtuellen Flächenimporten und mehr THG-Emissionen führt, bestätigt eine ausführliche Studie zur Umstellung auf Ökolandbau in England und Wales¹⁷. Danach würde eine vollkommene Umstellung in diesen beiden Ländern den virtuellen Flächenimport von 1,8 auf 7,6 Mio. Hektar erhöhen und die THG-Emissionen würden bei Berücksichtigung der Opportunitätsverluste um über 80% von 42 Mio. Tonnen auf 76 Mio. Tonnen CO_{2äq} steigen (siehe Abb. 11).

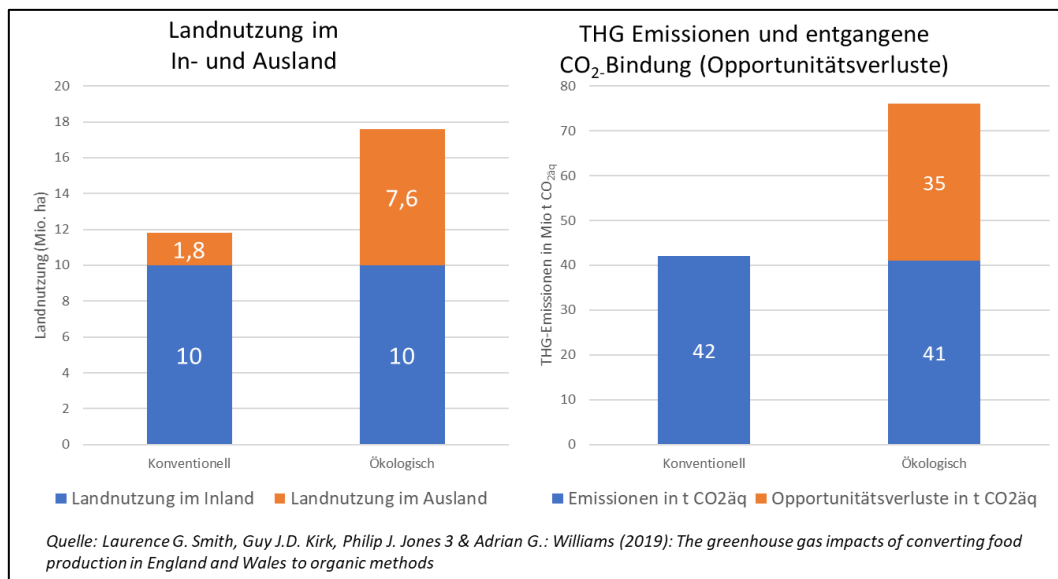


Abbildung 11: Auswirkungen der Umstellung auf Ökolandbau in England and Wales auf die Landnutzung und die THG-Emissionen

10. KANN DER VIRTUELLE FLÄCHENIMPORT DURCH GERINGEREN FLEISCHKONSUM VERRINGERT WERDEN?

Durch Reduzierung des Fleischkonsums um 50 % könnte bei konventioneller Landwirtschaft der Nettoimport nicht nur ganz entfallen, sondern es könnten sogar 1,3 Mio. Hektar freigesetzt werden, die im Inland für ökologisch wertvollere Nutzung zur Verfügung stünden. Bei gleicher Reduktion von tierischen Nahrungsmitteln in Verbindung mit einem vollständigen Übergang zum Ökolandbau wäre hingegen der Flächenbedarf um zirka 10 Mio. Hektar höher. Statt der Freisetzung von 1,3 Mio. ha Fläche müssten auch bei um 50 % reduziertem Fleischkonsum etwa 8,7 Mio. ha im Ausland genutzt, d. h. virtuell importiert werden. Ein Übergang zum Ökolandbau ohne eine Konsumreduktion bei tierischen Produkten würde den notwendigen Flächenimport Deutschlands sogar auf nahezu 20 Mio. ha erhöhen.¹⁸

11. WARUM IST DIE AUSDEHNUNG VON AGRARFLÄCHEN GLOBAL EIN PROBLEM?

Im Zeitraum von 2000 bis 2018 wurde die weltweite Ackerfläche brutto um etwa 217,5 Mio. ha zulasten von Wäldern, Grasland, natürlicher Vegetation und Trockengebieten ausgedehnt (siehe Abb. 12).

¹⁷ Laurence G. Smith, Guy J.D. Kirk, Philip J. Jones and Adrian G. Williams (2019): "The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods", *Nature Communications* volume 10.

¹⁸ Ströbel, Herbert (2022) *Jenseits der Ökoillusion – Gedanken zu einer nachhaltigen Landwirtschaft*
<https://www.herbert-stroebel.info/>

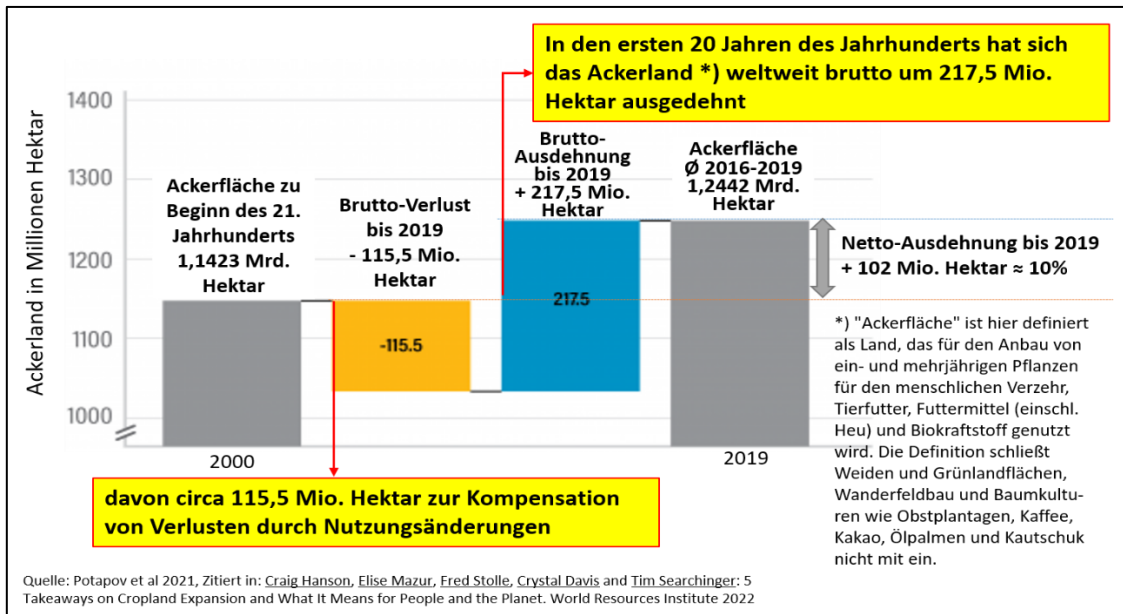


Abbildung 12: Globale Ausdehnung des Ackerlands

Ein Teil der Ausdehnung diente dazu, die Nutzungsaufgabe bzw. Umwandlung von etwa 60 Mio. ha Ackerland in Grasland und ungenutztes Land sowie von nahezu 20 Mio. ha in Siedlungsfläche zu kompensieren. Etwa 35 Mio. Hektar des Bruttoverlustes wurden jedoch aufgeforstet oder einer anderweitig ökologisch wertvollen Nutzung zugeführt, so dass „nur“ etwa 180 Mio. Hektar der Bruttoausdehnung von 217,5 Mio. Hektar tatsächlich zulasten ökologisch wertvollere Flächen ging.

In dieser Summe ist die Ausdehnung von Baumkulturen wie Obstplantagen, Kaffee, Kakao, Ölpalmen und Kautschuk nicht enthalten, so dass die tatsächlichen Verluste an ökologisch besonders wertvollen Flächen je Jahr die 10 Mio.-Hektar-Grenze übersteigen und mehr als 1 % der globalen Ackerfläche je Jahr betragen dürften.

Besonders schwerwiegend sind dabei die hohen und seit 2020 wieder ansteigenden Verluste an tropischen Regenwäldern (siehe Abb. 13). Mit den Nettoverlusten von zirka 5 Mio. Hektar je Jahr werden besonders artenreiche und THG-bindende Ökosysteme dauerhaft zerstört und auch der Teil des Bruttoverlustes, der beispielsweise nach Holzernten oder im Rahmen der Urwechselwirtschaft (Shifting Cultivation) wieder nachwächst, verursacht erhebliche Schäden. Schließlich verrotten auf allen gerodeten Flächen große Mengen an Biomasse und es dauert Jahrzehnte bis der Wald seinen ursprünglich Zustand wieder erreicht.

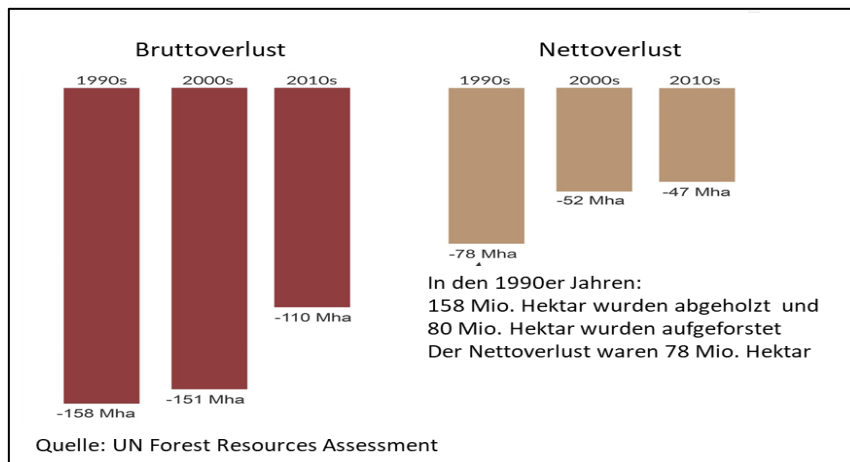


Abbildung 13: Globaler Verlust an Waldflächen in den letzten drei Jahrzehnten (vorwiegend in den Tropen)¹⁹

¹⁹ Quelle: Ritchie, Hannah (2021): "Deforestation and Forest Loss" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/deforestation> [Online Resource]

Die Ausdehnung des Ackerlands schadet folglich in hohem Maße dem Klima und der biologischen Vielfalt. Deshalb ist die Produktion von Agrargütern unbedingt von der Umwandlung wertvoller Ökosysteme zu entkoppeln. Um dies zu erreichen, sind die vorhandenen Ackerflächen möglichst effizient zu nutzen. Der Ökolandbau mit seinen niedrigen Flächenerträgen erhöht den Flächenbedarf und ist damit bei weiterer Ausdehnung ein wesentlicher Faktor, der die Waldrodungen vorantreibt und damit den Klimawandel beschleunigt und der Artenvielfalt schadet. Deshalb ist es widersinnig, dass Vertreter der deutschen Bundesregierung und vieler Umweltverbände, wie Greenpeace, BUND und WWF, den Verlust an globalen Waldflächen beklagen und gleichzeitig die Ausdehnung des Ökolandbaus vehement befürworten.

12. WARUM IST DIE NATIONALE TREIBHAUSGAS-BILANZ HINSICHTLICH DES ÖKOLANDBAUS IRREFÜHREND?

Die Nationale Treibhausgasbilanz erfasst nur die bei der Flächennutzung im Inland entstehenden THG Emissionen, die beim Ökolandbau je Hektar um über 50 % geringer sind als bei der konventionellen Landwirtschaft. Allerdings ist auch der Ertrag um etwa 50 % niedriger, so dass bei Ausdehnung des Ökolandbaus der Minderertrag oft über zusätzliche Importe gedeckt werden muss. Die im Ausland zum Ausgleich dafür zu produzierenden Agrargüter verursachen dort durch Anbau, Opportunitätsverluste und Transporte zusätzliche THG-Emissionen. Diese sind weitaus höher als die im Inland eingesparten Emissionen, werden jedoch in der Systematik der nationalen THG Statistik nicht erfasst.

Eine Ausdehnung des Ökolandbaus trägt somit in der nationalen Statistik zu einer THG-Reduktion bei und hilft so der Bundesregierung, ihren internationalen Klimaverpflichtungen nachzukommen. Bei globaler Betrachtung ergeben sich jedoch hohe zusätzliche THG-Belastungen. Deshalb sind die Angaben der nationalen Emissionsstatistik als Grundlage für verantwortliches staatliches Handeln hier ungeeignet. Sachgerecht wäre eine Datenbasis, die alle THG-Emissionen der im Inland verbrauchten, also auch der importierten Agrargüter umfasst. Dann wäre im Interesse des Klimaschutzes nicht „Bio“ zu fördern, sondern der nachhaltige Anbau mit hoher Flächenproduktivität im Inland.

13. WIE SIEHT DIE GESELLSCHAFT DEN ÖKOLANDBAU?

Die Wahrnehmung ist allgemein sehr positiv. Viele glauben, dass eine naturnahe Produktion automatisch gut für Gesundheit, Klima und Umwelt sei. Konsumenten hinterfragen dieses einfache Narrativ kaum, zumal Teile der Wissenschaft die positive Beurteilung von „Bio“ bestätigen und die negativen Aspekte oft ausblenden. Auch viele Medien lassen bei diesem Thema ihre übliche kritische Grundhaltung vermissen.

Im Lebensmitteleinzelhandel fördern zudem die weitaus höheren Handelsspannen (z.B. bei einem kg Hähnchenbrust 18,40 € bei Bio, im Vergleich 2,73 € bei Konventionell oder bei einem kg Kartoffeln 41 Cent statt 24 Cent²⁰) das Werben für Bioprodukte. Dass die hohen Handelsspannen durchsetzbar sind, ist Indiz für die Überschätzung der Öko-Qualität und mangelnde Information der Verbraucher über tatsächliche Zusammenhänge.

Positiv ist zu bewerten, dass viele Menschen sich heutzutage für Umwelt- und Klimaschutz und die globale Gerechtigkeit einsetzen möchten. Umso bedauerlicher ist, dass hierzu nicht differenzierter und umfassender argumentiert und informiert wird, um ein wirklich verantwortungsvolles Handeln zu fördern.

14. WIE IST DIE ROLLE DER HEUTIGEN AGRARFORSCHUNG ZU SEHEN?

Insgesamt entsteht der Eindruck, dass weite Teile der deutschen Agrarforschung den Ökolandbau positiv beurteilen. Die Sichtweise ist durchaus nachvollziehbar, wenn seine Wirkungen ausschließlich auf seine Anbaufläche bezogen werden. Aufgrund seines wesentlich geringeren Ertrags je Hektar und seiner im Durchschnitt um 60 bis 70% höheren Produktionskosten ändert sich diese Beurteilung grundlegend, wenn in Betracht gezogen wird, dass wir in einer Welt mit begrenzter landwirtschaftlicher Nutzfläche, mit hohem und stark wachsendem Nahrungsmittelbedarf und mit geringem Einkommen großer Teile der Bevölkerung leben. Niedrige Erträge und

²⁰ Ifo Institut zitiert von ARD Plusminus in Sendung vom 06.03.2019

hohe Preise gefährden die Ernährungssicherung, belasten arme Bevölkerungsgruppen mit hohen Nahrungsmittelpreisen und führen zur Rodung von Wäldern.

Selbst renommierte Institutionen der Wissenschaft stellen angebliche Vorteile des ökologischen Landbaus vorwiegend durch Vergleiche der Umweltwirkungen je Hektar fest. Sie gehen kaum darauf ein, dass eigentlich die Umwelteffekte je Tonne Ertrag und damit der Ertrag je Hektar entscheidender sind.

Noch schwerwiegender ist, dass die Ausdehnung des Ökolandbaus oft wissenschaftlich befürwortet wird, ohne den höheren Flächenbedarf und die daraus resultierenden Opportunitätsverluste bezüglich THG-Emissionen und Artenvielfalt mit in Betracht zu ziehen. Hinzu kommt noch, dass die um 60 bis 70% höheren Produktionskosten der Ökoprodukte und die daraus folgenden sozialen und ökonomischen Konsequenzen nur selten thematisiert werden. Auch ein wahrscheinlicher Zusammenhang zwischen einer zunehmenden Ausdehnung des Ökolandbaus und der Rodung von Regenwäldern wird weitgehend ausgeblendet. Überdies wird die Belastung der Nahrungsmittel und der Umwelt durch synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel überbewertet und streng wissenschaftliche Studien dazu werden ignoriert²¹.

Eine solche einseitige Beurteilung illustriert die Studie von Hülsbergen et al., deren Hauptschwächen in o.a. Exkurs kurz erläutert sind. Mit wissenschaftlichem Anspruch lässt sich ein solches Vorgehen nur schwer vereinbaren. Dies ist jedoch kein Einzelfall. Oft wird anscheinend im Interesse eines gewünschten aber nicht belegbaren Ergebnisses gehandelt und der Eindruck eines „ergebnisorientierten Studiendesigns“ ist nicht immer von der Hand zu weisen.

Überdies werden sehr geringe Rückstände von Pflanzenschutzmitteln weit unter den Grenzwerten mitunter dazu genutzt, um daraus weit übertreibende und irreführende Medien-Kampagnen zu starten. Solche Übertreibungen dienen dann als Beweis für die Sorge der publizierenden Institution um die Umwelt. Die häufige Verbindung solcher Kampagnen mit Spendenaufrufen schürt jedoch Zweifel an den tatsächlichen Interessen solcher Akteure.

15. ZUSAMMENFASSUNG

Eine verantwortungsvolle und technologieoffene Weiterentwicklung der konventionellen Landwirtschaft zusammen mit einer maßvollen Reduktion des Fleischkonsums ist das effizientere Zukunftsmodell für eine verantwortliche und damit zukunftsfähige Landwirtschaft.

1. Der Ökolandbau verursacht aufgrund seines hohen Flächenbedarfs schon gegenwärtig erheblich höhere Produktionskosten, weitaus mehr THG-Emissionen und mehr Artenschwund als die konventionelle Landwirtschaft und ist deshalb kein geeignetes Zukunftsmodell für die Landwirtschaft.
2. Technologien sind umfassend zu beurteilen; simple Vergleiche je Hektar sind unzureichend und falsch; Produktions- und Opportunitätskosten sind zu berücksichtigen.
3. Für die Weiterentwicklung der Landwirtschaft sind die Technologien aller Landbauformen nicht als Gegensatz, sondern als Spektrum zu begreifen, aus dem man die besten auswählt.
4. Medien sollen inhaltliche Aussagen und Forschungsergebnisse vor Veröffentlichung kritischer prüfen und sich hierzu auch den komplexeren Zusammenhängen stellen.
5. Hohe Subvention der Ökolandwirtschaft zusammen mit hohen Lebensmittelpreisen sind ineffiziente und sowohl ökonomisch als auch sozial betrachtet fragwürdige Förderinstrumente für eine nachhaltige Landwirtschaft.
6. Reduzierter Konsum tierischer Nahrungsmittel kann den höheren Flächenbedarf des Ökolandbaus nicht ausgleichen und entfaltet nur in Verbindung mit einer ertragreichen Landwirtschaft seine positive Wirkung auf Klima und Artenschutz.
7. Eine intelligentere Förderpolitik muss lukrative Anreize für zielkonformes Verhalten setzen und nicht darauf basieren, dass ökologische Verbesserung zulasten der bäuerlichen Einkommen gehen.

²¹ Tiedemann, Andreas von (2023): Pflanzenschutzreduktion - Begründungen, Alternativen, Folgen, 20. Pflanzenbau-Fachtagung, LWK Niedersachsen, Hannover, 24.02.2023

II. PLÄDOYER FÜR EINE NACHHALTIG INTENSIVE LANDWIRTSCHAFT

1. DAS ZIEL: BEWAHRUNG, GERECHTIGKEIT, TECHNOLOGIE – LEITBILD EINER VERANTWORTUNGSVOLLEN LANDWIRTSCHAFT

Wir müssen insbesondere die **Flächennutzung als zentralen Faktor** betrachten und bewusst gestalten. Verantwortungsvoll ist die Nutzungsart, die die Ressource Land wirtschaftlich und gesellschaftlich am besten nutzt – also zurück zum Kern des Wortes Landwirtschaft. In puncto Ertrag, Produktionskosten und Flächenbedarf schneidet der Ökolandbau im Vergleich zu konventioneller Landwirtschaft wesentlich schlechter ab. Der Gedanke eines Freiwerdens von Flächen, die Klimaschutz und Artenvielfalt zugutekommen, muss allerdings von Gesellschaft und Politik konsequent begleitet werden, damit wir dieses Potenzial heben können.

Im Sinne einer **globalen Gerechtigkeit** müssen wir zudem „virtuell importierte Flächen“ berücksichtigen. Klimawandel, Bodendegeneration und der limitierende Faktor nutzbare Flächen geben uns einen Imperativ zur Bewahrung und eventuell sogar Ausdehnung ökologisch wertvoller Flächen für Klima- und Artenschutz und die ertragreiche Nutzung des verfügbaren Ackerlands zur Ernährung der Weltbevölkerung vor.

Hier sind **alle technologischen Möglichkeiten** einzubeziehen und dabei die Fehlentwicklungen der Vergangenheit durch Anreiz- und Ordnungspolitik zu vermeiden. Ganz explizit sind auch die Erkenntnisse des Ökolandbaus mit zu nutzen, um eine Ökologisierung der gesamten Landwirtschaft zu erreichen.

2. DER STARTPUNKT: DIE GESAMTE LANDWIRTSCHAFT IM BLICK

Als Ausgangspunkt bietet die konventionelle Landwirtschaft wesentliche Vorteile. Sie ist die vorherrschende Landnutzungsform, mit der immer noch weit über 90 % der Agrargüter erzeugt werden. Und sie wird in sehr hohem Maße von hoch qualifizierten und verantwortlichen Fachleuten betrieben, die offen und in der Lage sind, sämtliche Technologien, die Klima, Umwelt, Artenvielfalt, Ertragsleistung und Wirtschaftlichkeit verbessern, in der Praxis verantwortlich umzusetzen. Aufgabe der Politik ist es, die Rahmenbedingungen nach ökosozialen Kriterien so zu setzen, dass alle verfügbaren Technologien für die Gestaltung einer innovativen, umweltfreundlichen, nachhaltigen und kostengünstigen Landwirtschaft genutzt und weiterentwickelt werden. Ziel muss eine leistungsfähige, kosteneffiziente und gleichzeitig für die Umwelt verantwortliche Landwirtschaft sein.

3. DER WEG: DIE RICHTIGEN RAHMENBEDINGUNGEN SCHAFFEN

3.1 Förderung umweltfreundlicher Technologien

Aktiv gefördert werden sollten Erforschung, Entwicklung und Einsatz von Technologien, die der Verbesserung der Umweltwirkungen und Ertragssteigerung der gesamten Landwirtschaft dienen. Dazu gehören regenerativ erzeugte Stickstoffdünger, die Züchtung krankheits- und schädlingsresistenter sowie trockenheitstoleranter Sorten mit Hilfe moderner Züchtungsmethoden sowie die Weiterentwicklung des Pflanzenschutzes mit Hilfe von umweltfreundlicheren Wirkstoffen und biologischem Pflanzenschutz sowie von Robotik und Biostimulanzien. Dabei sind die Technologien aller Landbauformen nicht als Gegensatz, sondern als Spektrum zu begreifen, aus dem man die in der Gesamtschau besten auswählt.

3.2 Gleichstellung der Förderung des Ökolandbaus mit der übrigen Landwirtschaft

Der Nachweis der geringeren Artenvielfalt und der höheren THG-Emissionen des Ökolandbaus im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft zeigt, dass mit seiner Ausdehnung die externen Kosten eher steigen als fallen. Damit wird ein zentrales Argument für die besondere Förderung des Ökolandbaus hinfällig. Außerdem führt die flächenbezogene Förderung zu Mitnahmeeffekten. Die weit überproportionale Unterstützung des Ökolandbaus aus öffentlichen Mitteln ist somit nicht zu rechtfertigen - sie sollte der übrigen Landwirtschaft gleichgestellt werden. Gleichzeitig ist das politische Ziel von 30% Ökolandbau in Deutschland und 25% in der EU entzaubert, da es zu den angegebenen unerwünschten Wirkungen führt. Ohne die besondere Subventionierung würde sich der Umfang des Ökolandbaus aus der Nachfrage der Konsumenten ergeben, die bereit sind, die sehr viel

höheren Preise für einen nur subjektiven Mehrwert selbst zu bezahlen. Einer bewussten Irreführung von Konsumenten im Interesse hoher Absatzmengen und zur Durchsetzung hoher Handelsspannen bei Ökoprodukten sollte gezielt entgegengewirkt werden.

3.3 Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ausschließlich nach Umweltkriterien

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln sollte streng nach Giftigkeit und Wirkung auf Flora, Fauna und Lebensmittelqualität erteilt werden. Ausnahmen, wie beispielsweise bei den hochschädlichen, für den Ökolandbau aber notwendigen Kupfermitteln, sollten grundsätzlich entfallen. Im Zeitablauf zunehmend strenger gestaltete Zulassungs- und Anwendungskriterien würden es dann ermöglichen, die Belastung ohne nennenswerte Ertragsausfälle intelligent zu reduzieren. Eine pauschale Reduzierung des chemischen Pflanzenschutzes ist aus mehreren Gründen nicht zielführend. Seine negativen Wirkungen auf Flora, Fauna und Lebensmittelqualität sind nach streng wissenschaftlichen Studien weitaus geringer als gemeinhin angenommen wird. Sie sind vor allem zu gering, um die höheren Produktionskosten beim Ökolandbau sowie die damit verbundenen Mindererträge und Umweltbelastungen aus zusätzlich notwendiger Flächennutzung und Produktionsverlagerungen ins Ausland zu rechtfertigen. Überdies führen allgemeine Anwendungsverbote dazu, dass die dringend erforderliche Entwicklung neuer und umweltfreundlicherer Mittel eingeschränkt wird und zusätzliche Ertragsausfälle die Folge sind.

3.4 Förderung konkreter Wirkungen als Ersatz für die Förderung des Ökolandbaus

Verbesserte Umweltwirkungen der gesamten Landwirtschaft können gezielter und effektiver über die Förderung von Maßnahmen mit konkret nachweisbaren Wirkungen als durch die bisherige flächenbezogene Förderung des Ökolandbaus erreicht werden. Beispielsweise mit standortspezifischen Ökopunkten bewertete Aktivitäten wären von allen Betrieben anwendbar und würden somit gezielte Verbesserungen in der Breite ermöglichen. Um dies zu erreichen, sollten die Regeln so gestaltet werden, dass die Zahlungen nur substantiell und nachhaltig positive Umweltwirkungen begünstigen und echte Einkommensanreize setzen. Zur wirksamen Umsetzung sollte das Instrument folgenden Leitlinien folgen:

- **Strenge Orientierung der Förderung an der Wirksamkeit – möglichst Umweltverbesserung ohne Ertragsminderungen:** Wirkungsvolle Maßnahmen wären beispielsweise der Einsatz umweltfreundlicher ertragssteigernder Produktionsmittel, wie regenerativ erzeugter Stickstoff und umweltfreundlicherer Pflanzenschutz sowie mehrgliedrige Fruchtfolgen und vermehrte Nutzung organischer Substanzen für den gezielten Humusaufbau. Speziell bei Umweltschutz über Extensivierung (Ertragsminderung) ist darauf zu achten, dass auch mit Berücksichtigung der Opportunitätsverluste eine positive Wirkung erzielt wird. Maßnahmen wie die ökologisch und wirtschaftlich unsinnige Flächenstilllegung kommen dann von vorneherein nicht in Betracht.
- **Umweltmaßnahmen wirtschaftlich attraktiv machen:** Die Förderbeträge sollten auf etwa das Eineinhalbfache der Kosten bzw. Ertragsausfälle der Maßnahmen festgesetzt werden, um einen Einkommenseffekt in Höhe von möglichst einem Drittel oder mindestens einem Viertel des Förderbetrags zu erreichen. Bei starker Nutzung kann durch Reduzierung des einkommenssteigernden Anteils oder Obergrenzen justiert werden.
- **Kompensation der zusätzlichen Kosten aus staatlichen Mitteln:** Die mit den Umweltmaßnahmen verbundenen Kosten sollten durch Umwidmung der bisherigen Förderung des Ökolandbaus und ggf. aus zusätzlichen staatlichen Mitteln gedeckt werden. Lediglich der einkommenssteigernde Teil der Förderung sollte aus der Umwandlung der bisherigen Basisprämie stammen, damit die Maßnahmen das Einkommen der Landwirte nicht mindern.
- **Einbeziehung bisheriger Öko-Regeln:** Soweit die bisherigen Öko-Regeln den Leitlinien des neuen Systems entsprechen, sollten sie angepasst und übernommen werden; die übrigen sind zu streichen.
- **Reduzierung von Prämienabschöpfung durch Verpächter:** Die so gestaltete Förderung wäre auch für Pächter finanziell attraktiv und würde der Abschöpfung der Prämien durch Verpächter entgegenwirken.

- **Gezielte Förderungen von bestimmten Betriebstypen:** Nach Betriebstypen differenzierte Förderung von ökologischen Leistungen würde es ermöglichen, besonders förderwürdige Betriebstypen, beispielsweise in bestimmten Größenklassen oder in benachteiligten Gebieten, bevorzugt zu fördern.

3.5 Entbürokratisierung der Agrarförderung

Landwirte sind durch überbordende Bürokratie und die oft zu detaillierten, praxisfernen und sich zum Teil widersprechenden Vorgaben belastet. Weitere Kritikpunkte sind zu viele unverständliche Formulare, die unzureichende und teilweise unprofessionelle Digitalisierung sowie die vielen Behörden, die Prozesse verkomplizieren und inzwischen das Wirtschaften so negativ beeinflussen. Inzwischen verzichten Betriebe zunehmend sogar auf Förderungen, weil die Förderbeträge den damit verbundenen Aufwand und die Risiken nicht wert sind.²² Auch die Bindung von vielen Fachkräften in unproduktiver oder sogar kontraproduktiver Bürokratie und der daraus resultierende wirtschaftliche Schaden sollte nicht übersehen werden.

Bei der Entbürokratisierung sollte beispielsweise folgenden Prinzipien gefolgt werden:

- Vertrauen in die Kompetenz unserer Landwirte: Weniger Regeln im Detail und mehr Entscheidungen in die Verantwortung unserer Landwirte legen, die sehr gut ausgebildet sind und schon im Interesse der natürlichen Produktionsgrundlagen ihrer Höfe an einer umweltfreundlichen Wirtschaftsweise interessiert sind. Schließlich sind sie die ersten, die von Beeinträchtigungen der Flora und Fauna betroffen sind.
- Reduktion der Vielfalt der Fördermaßnahmen und Vereinfachung der Dokumentationspflichten auf ein wirklich notwendiges Mindestmaß sowie vollkommener Verzicht auf kleinteilige Kontrollen.
- Harmonisierung der Vorgaben verschiedener Behörden und Reduzierung der Zuständigkeiten auf möglichst wenige Ämter.
- Verpflichtung der Behörden, auf konkrete schriftliche Anfragen zeitgerechte, schriftliche und rechtsverbindliche Auskünfte zu Vorgaben und Fördermaßnahmen zu geben. Ein rechtsverbindliches Auskunftssystem über „Künstliche Intelligenz“ sollte angestrebt werden.
- Innovative Ideen zur Bürokratievereinfachung in einer Stelle gezielt sammeln und Ermunterung aller Beteiligten, von der Wissenschaft über die Ministerien, Ämter und Landwirten, Vorschläge zur Entbürokratisierung zu machen, beispielsweise durch Vergabe von dotierten Preisen. Auch Beiräte auf Ministeriumsebene können hier weiterhelfen.

3.6 Förderung eines breiten und kritischen Diskurses in Fachwelt und Gesellschaft

Entscheidungen der deutschen und auch der EU-Agrarpolitik werden zurzeit stark von ausgewählten Studien, wie beispielsweise vom Thünen Report 65²³ und von der Zukunftsstudie Landwirtschaft²⁴ geprägt, in welchen der biologische oder ökologische Landbau sehr positiv beurteilt wird. Dieses positive Urteil resultiert vor allem daraus, dass die ökologischen Vorteile des Öko-Landbaus im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft vorwiegend durch Wirkungsvergleiche auf Hektarbasis betrachtet werden. Umweltwirkungen je Mengeneinheit und Produktionskosten spielen nur eine untergeordnete Rolle und die vom ökologischen Landbau verursachten Opportunitätsverluste, die durch den höheren Flächenbedarf entstehen, werden weitgehend ignoriert. Somit basieren Empfehlungen nicht immer auf einer ausreichend breiten Betrachtung der relevanten Faktoren und Wirkungen, die für verantwortliches Handeln entscheidend sind.

Es ist deshalb an der Zeit, darüber nachzudenken, wie in Bezug auf die politisch und emotional aufgeladenen Themenbereiche Ökolandbau und Ökologisierung der Landwirtschaft einer breiten, kritischen und ergebnisoffenen Agrarforschung und Berichterstattung in den Medien wieder der Weg geebnet werden kann. Die gegenwärtig zu beobachtende Einseitigkeit verhindert einen echten Diskurs und damit rationale

²² Bodderas, Elke (2024) „Die Krux mit den Fördermitteln“ In: Die Welt vom 16.01.2024, <https://www.welt.de/249565102>

²³ Sanders, Jörn, Jürgen Heß (Hrsg.) (2019): Thünen Report 65: „Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft.“ 2. überarbeitete und ergänzte Auflage.

²⁴ Zukunftskommission Landwirtschaft (ZKL) (2021): „Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft“

Entscheidungen; sie schadet der ökologischen Nachhaltigkeit, der globalen Gerechtigkeit und letztlich dem sozialen und wirtschaftlichen Wohlstand. Höchst verwunderlich ist, dass es nur wenige aktive deutsche Agrarforscher gibt, die die methodisch verengten Forschungsansätze öffentlich kritisieren. Bemerkenswert ist auch, dass die wenigen deutschen Kritiker und die vielen ökolandbaukritischen internationalen Arbeiten, beispielsweise britischer, schwedischer oder amerikanischer Autoren im akademischen Meinungs austausch, in den Medien sowie in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion kaum Beachtung finden. Dies behindert eine rationale und zielführende Debatte für eine verantwortliche und zukunftsgerichtete Agrarpolitik.

Die Aspekte des Einsatzes ertragssteigernder Technologien zur Einsparung von Agrarflächen zugunsten umweltfreundlicherer Landnutzungsformen muss in der Diskussion wieder mehr in den Vordergrund rücken. Hohe Erträge sind notwendig, um die globalen Wald- und Graslandflächen zu erhalten und damit Klimawandel, Artenschwund und Mangel an Süßwasser auf unserem Globus auf ein erträgliches Maß zu begrenzen. Nobelpreisträger Norman Borlaug und Christopher Dowsell haben schon Ende des letzten Jahrhunderts diese simple Erkenntnis auf den Punkt gebracht und den Wert hoher Erträge erkannt, als sie schrieben: „**growing less food per acre is leaving less land for nature**²⁵“. Nach heutigem Wissen kommt hinzu, dass an die ertragssteigernden Produktionsmittel selbst hohe Anforderungen bezüglich ihrer Wirkung auf die Umwelt zu stellen sind und dieser Aspekt neben der Ertragssteigerung und der Effizienz des Einsatzes dieser Mittel ins Zentrum der Diskussion zu stellen ist. Auf jeden Fall ist die Nutzung aller ertragssteigernden und flächensparenden Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie moderner Pflanzenzüchtung mit dem Bemühen um Minimierung umweltschädlicher Wirkungen die bessere Lösung als das Weglassen der besonders effektiven und effizienten synthetischen Mittel, wie es der Ökolandbau propagiert.

Dennoch ist es das große Verdienst des Ökolandbaus, dass er für Fehlentwicklungen in der konventionellen Landwirtschaft sensibilisiert hat. Dies galt im Besonderen gegen Ende der 1980er Jahre, als Einkommenssubventionen über hohe Produktpreise den hohen Einsatz von Agrarchemie im Anbau besonders lukrativ machten und zu teils überhöhtem Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutz, sowie zu einseitigen Fruchtfolgen führten. Der Ökolandbau hat in dieser Situation zur Verbesserung der Technologien, insbesondere in der Düngung, im Pflanzenschutz und in der Bodenbearbeitung auch im konventionellen Anbau beigetragen. Dadurch hat er rechtzeitig Korrekturen bewirkt und Umweltbelastungen vermindert. Daraus zeigt sich, dass der Ökolandbau im Sinne einer technologieoffenen Optimierung der gesamten Landwirtschaft wertvoll ist und Erkenntnisse aus dieser Form der Landnutzung Teil dieses rational getriebenen Ansatzes einer nachhaltig intensiven Landwirtschaft sein müssen. Der verantwortungsvolle ökologische Umbau unserer Landwirtschaft muss so erfolgen, dass ihre Ertragskraft und Leistungsfähigkeit erhalten und möglichst noch gesteigert wird.

²⁵ Borlaug, N. and Dowsell C. (1994): Feeding a Human Population That Increasingly Crowds a Fragile Planet (1994). 15th World Congress of Soil Science, July 10–16, 1994, Acapulco, Mexico. Supplement to Transactions. 10 p. International Society of Soil Science and Mexican Society of Soil Science.

III. VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1: Vergleich von Erträgen des ökologischen und des konventionellen Anbaus unter Berücksichtigung des Flächenbedarfs für Grünbrache	6
Tabelle 2: Ertragsdaten und Umweltkosten aus 32 ökologisch und 33 konventionell bewirtschafteten Pilotbetrieben des deutschlandweiten Netzwerks.....	6
Tabelle 3: THG-Vermeidung und THG-Emissionen bei verschiedenen Formen der Landnutzung.....	7
Tabelle 4: Vergleich von Produktionskosten des ökologischen und des konventionellen Anbaus mit und ohne Berücksichtigung des Flächenbedarfs und der Kosten für Grünbrache	10
Tabelle 5: Zusätzliche Produktions- und Umweltkosten durch 30% bzw. 5 Mio. Hektar Ökolandbau in Deutschland	12
Tabelle 6: Vergleich von Wirkungen des konventionellen und ökologischen Getreideanbaus.....	13
Tabelle 7: Giftigkeit ausgewählter Stoffe	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 8: Aufnahme von Pestiziden und natürlichen Giften mit der Nahrung	17

IV. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1. Durchschnittliche Getreideerträge im konventionellen und ökologischen Anbau in Deutschland von 2012 bis 2020	5
Abbildung 2: Ermittlung der THG-Emissionen bei ökologischem und konventionellem Landbau in Kilogramm CO ₂ äq bei gleichem Ertrag und gleicher Flächennutzung	8
Abbildung 3: Artenvielfalt im konventionellen und ökologischen Landbau bei gleichem Ertrag und gleicher Flächennutzung	9
Abbildung 4: Ergebnisse des Vergleichs von Kenngrößen des konventionellen und ökologischen Marktfruchtbaus.....	14
Abbildung 5: Nitratauswaschung je Hektar und je Tonne Ertrag bei ökologischem und konventionellem Anbau	16
Abbildung 6: Ergebnisse der nationalen Berichterstattung zu Pflanzenschutzmittelrückständen in Nahrungsmitteln im Durchschnitt der Jahre 2020 und 2021	17
Abbildung 7: Veränderung von Giftigkeit, Anwendungsmengen und Persistenz von Pflanzenschutz-Wirkstoffen	18
Abbildung 8: Änderung des Bedarfs an pflanzlichen Kalorien (Primärkalorien) durch Halbierung des Konsums an Kalorien aus tierischen Produkten	20
Abbildung 9: Veränderung der THG-Emissionen durch Fleischverzicht in Verbindung mit ökologischem und konventionellem Anbau	20
Abbildung 10: Flächennutzung im In- und Ausland zur Deckung des Bedarfs an Nahrungsmitteln und an Agrargütern insgesamt in Deutschland	21
Abbildung 11: Auswirkungen der Umstellung auf Ökolandbau in England and Wales auf die Landnutzung und die THG-Emissionen.....	22
Abbildung 12: Globale Ausdehnung des Ackerlands.....	23
Abbildung 13: Globaler Verlust an Waldflächen in den letzten drei Jahrzehnten (vorwiegend in den Tropen)	233

V. LITERATUR

1. Fernandez-Cornejo, Jorge, Richard Nehring, Craig Osteen, Seth Wechsler, Andrew Martin, and Alex Vialou. Pesticide Use in U.S. Agriculture: 21 Selected Crops, 1960-2008, EIB-124, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, May 2014 zitiert in Phillips McDougall, 2018; Evolution of the Crop protection Industry since 1960
2. Hülsbergen, K.-J., H. Schmid, L. Chmelikova, G. Rahmann, H. M. Paulsen, U. Köpke (2023): Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus. Weihenstephaner Schriften Ökologischer Landbau und Pflanzenbausysteme, Verlag Dr. Köster, Berlin.
3. Janinhoff, Alfons (2023): Agrardaten-Analysen nach Buchführungsergebnissen, Beckum, Westfalen <http://agrardaten-analysen.de/13591/1>
4. Kirchmann, H., Bergström L., Kätterer, T., und Andersson, R. (2016): Dreams of Organic Farming – Facts and Myths, Stockholm. https://pub.epsilon.slu.se/13967/7/kirchmann_h_et_al_170125.pdf
5. Laurence G. Smith, Guy J.D. Kirk, Philip J. Jones and Adrian G. Williams (2019): "The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods", Nature Communications volume 10.
6. Noleppa, S. (2017): Der Nutzen von Pflanzenschutz als wesentlicher Bestandteil moderner Landwirtschaft in Deutschland, Industrieverband Agrar - <https://www.iva.de/publikationen/der-nutzen-von-pflanzenschutz>
7. Potapov et al 2021, Zitiert in: Craig Hanson, Elise Mazur, Fred Stolle, Crystal Davis and Tim Searchinger: 5 Takeaways on Cropland Expansion and What It Means for People and the Planet. World Resources Institute 2022
8. Sanders, Jörn, Jürgen Heß (Hrsg.) (2019): Thünen Report 65, „Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft“. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_65.pdf
9. Smith-Spangler C et al. (Stanford University): Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. *Annals of Internal Medicine* 2012; 157(5): 348-366;
10. Smith, L.G., Kirk, G.J.D., Jones, P.J. et al. (2018): The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods. *Nat Commun* 10, 4641 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12622-7>
11. Ritchie, Hannah (2021) - "Deforestation and Forest Loss" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/deforestation>' [Online Resource]
12. Ströbel, Herbert (2022) Jenseits der Ökoillusion – Gedanken zu einer nachhaltigen Landwirtschaft <https://www.herbert-stroebel.info/>
13. Tiedemann, Andreas von (2023): Pflanzenschutzreduktion - Begründungen, Alternativen, Folgen, 20. Pflanzenbau-Fachtagung, LWK Niedersachsen, Hannover, 24.02.2023
14. Taube, Friedhelm et al. (2005): Vergleich des ökologischen und konventionellen Ackerbaus im Hinblick auf Leistungen und ökologische Effekte auf Hohertragsstandorten Norddeutschlands (Projekt CONBALE), "Berichte über Landwirtschaft" Heft 2, August 2005.
15. Wirsenius, Stefan (2018): Organic Food Worse for the Climate? Department of Space, Earth and Environment, Chalmers University of Technology, Göteborg. ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2018/12/181213101308.htm
16. Zuna-Kratky, T. et al. (2023): Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich in den letzten 30 Jahren – Ursachen und ausgewählte Beispiele; van Klink, R. et al. (2020): Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances, *Science* 24 Apr 2020, Vol 368, Issue 6489, pp. 417-420
17. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten konventionelle und ökologische Verfahren - <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>
18. Deutscher Bauernverband (2023): Situationsbericht 2023/24 - Trends und Fakten zur Landwirtschaft, www.Situationsbericht.de

19. European Parliamentary Research Service (ERPS) (2019): Farming without plant protection products - Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides?
20. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)-Gestis-Stoffdatenbank (GESTIS ist das Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung)
<https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp>
21. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, BVL-Report 17.2 – Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2021 –Monitoring. https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/01_Im_mon_dokumente/01_Monitoring_Berichte/2021_Im_monitoring_bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=5
22. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Nationale Berichterstattung „Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln“ Zusammenfassung der Ergebnisse (2020 u. 2021)
https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/nbpsm/00_Berichte/NBPSMR_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=7
23. Statistisches Bundesamt (2018): Umweltökonomische Gesamtrechnung - Flächenbelegung von Ernährungsgütern – Methoden und Konzepte. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/landwirtschaft-wald/Publikationen/Downloads/flaechenbelegung-methoden-5851312189004.pdf?__blob=publicationFile
24. Stiftung Warentest (2015): Bio oder konventionell. Wer hat die Nase vorn?
25. Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, Berlin 2007.
26. Zukunftskommission Landwirtschaft (ZKL) (2021): „Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft.“
https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/abschlussbericht-zukunftskommission-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=16