

Maurer, Rainer

Article

Ist ökologischer oder konventioneller Landbau besser für die Biodiversität?

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Maurer, Rainer (2022) : Ist ökologischer oder konventioneller Landbau besser für die Biodiversität?, Wirtschaftsdienst, ISSN 1613-978X, Springer, Heidelberg, Vol. 102, Iss. 4, pp. 303-309,
<https://doi.org/10.1007/s10273-022-3160-1>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/262847>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Rainer Maurer

Ist ökologischer oder konventioneller Landbau besser für die Biodiversität?

Ökologischer und konventioneller Landbau wirken sich unterschiedlich auf die Biodiversität aus. Zwei gegenläufige Effekte sind dabei zu berücksichtigen: Die höhere Biodiversität auf den Flächen des ökologischen Landbaus und der geringere Flächenverbrauch des konventionellen Landbaus. Eine Bewertung beider Effekte auf der Basis empirischer Daten zeigt, dass die höhere Biodiversität auf ökologisch bestellten Flächen nicht ausreicht, um den höheren Flächenverbrauch des ökologischen Landbaus auszugleichen: So sinkt bei einer vollständigen Umstellung auf ökologischen Landbau der Ertrag im Vergleich zum konventionellen Landbau um mindestens 50 %, während die Gesamtbiodiversität um ca. 108 % ansteigen würde. Bei einer ertragsgleichen Reduzierung des konventionellen Landbaus könnten dagegen 50 % der jetzigen Nutzfläche renaturiert werden. Dies würde zu einem Anstieg der Gesamtbiodiversität um ca. 317 % führen.

Der Anfang vom Ende der konventionellen Landwirtschaft in der EU scheint eingeleitet: Auch das EU-Parlament hat im November 2021 dem Kompromiss zu einer Agrarreform mit den 27 Mitgliedstaaten und der EU-Kommission zugestimmt. Damit wurde ein weiterer Ausbau der ökologischen Landwirtschaft bis 2030 auf 25 % der Agrarfläche beschlossen. Der Koalitionsvertrag der Ampelkoalition legt für Deutschland auf dieses Ziel noch einmal einen Anteil von 5 % drauf. In einem Spiegel-Gastbeitrag erklärten Winfried Kretschmann und Robert Habeck (2022) unlängst die von der konventionellen Landwirtschaft verursachten Schäden: „Ein weiterer Preis des Erfolgs sind die enormen ökologischen Probleme durch die zu intensive Landwirtschaft. Sie ist global wie national wegen der hohen Flächenintensität einer der Haupttreiber des Artensterbens.“ Richtig daran ist zweifelsfrei, dass auf „ökologisch“ bewirtschafteten Flächen normalerweise eine etwas höhere Artenvielfalt herrscht als auf „konventionell“ bewirtschafteten Flächen. Unberücksichtigt bleibt dabei allerdings, dass der Flächenverbrauch je Produktionsmenge in der ökologischen Landwirtschaft erheblich höher ist als bei konventioneller Bewirtschaftung. Habitatvernichtung ist nach Einschätzung des Weltklimarats, neben invasiven Spezies und Raubbau, aber einer der Hauptgründe für das derzeit beobachtbare Artensterben (IPCC, 2014, 990).

© Der/die Autor:in 2022. Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht (creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Open Access wird durch die ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft gefördert.

Bewertung des Biodiversitätseffekts

Um den Nettoeffekt eines Landbautyps auf die Biodiversität korrekt bestimmen zu können, müssen beide Effekte, die unterschiedliche Biodiversität auf den bewirtschafteten Flächen und der unterschiedliche Flächenverbrauch je Produktionsmenge, miteinander verrechnet werden. Dazu kann man die Biodiversität unter den verschiedenen Flächennutzungsformen in die hier interessierenden Einflussfaktoren aufspalten:

$$\left[\text{Naturfläche} [\text{ha}] * \text{Biodiv}_{\text{Natur}} \left[\frac{1}{\text{ha}} \right] \right] + \left[\text{Nutzfläche} [\text{ha}] * \text{Biodiv}_{\text{LB}} \left[\frac{1}{\text{ha}} \right] \right] \quad (1)$$

Dabei entspricht die Summe aus Naturfläche [ha] und Nutzfläche [ha] der Gesamtfläche eines Landes in Hektar, die als natürlicher Lebensraum oder landwirtschaftliche Nutzfläche zur Verfügung steht. Der Indikator $\text{Biodiv}_{\text{Natur}} [1/\text{ha}]$ misst die Biodiversität je Flächeneinheit auf der Naturfläche und der Indikator $\text{Biodiv}_{\text{LB}} [1/\text{ha}]$ misst die Biodiversität je Flächeneinheit auf der mit Landbausystem (LB) bewirtschafteten Nutzfläche. Da die Naturfläche der Gesamtfläche minus der Nutzfläche entspricht, kann man

Prof. Dr. Rainer Maurer lehrt Volkswirtschaftslehre an der Hochschule Pforzheim.

mithilfe der gewünschten landwirtschaftlichen Produktionsmenge „Produktion [t]“ und der Flächenproduktivität des jeweiligen Landbausystems „Produktivität_{LB} [t/ha]“ der Ausdruck wie folgt umschreiben:

$$\left[\left(\text{Gesamtfläche} [ha] - \frac{\text{Produktion} [t]}{\text{Produktivität}_{\text{ÖL}} \left[\frac{t}{ha} \right]} \right) * \text{Biodiv}_{\text{Natur}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right] + \left[\frac{\text{Produktion} [t]}{\text{Produktivität}_{\text{LB}} \left[\frac{t}{ha} \right]} * \text{Biodiv}_{\text{LB}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right] \quad (2)$$

Dabei entspricht der Quotient „Produktion [t]/Produktivität_{LB} [t/ha]“ der landwirtschaftlichen Nutzfläche, die bei der gewünschten Produktionsmenge und der gegebenen Flächenproduktivität des verwendeten Landbausystems zur Produktion erforderlich ist. Vergleicht man nun zwei unterschiedliche Landbausysteme wie ökologischen und konventionellen Landbau, „ÖL“ bzw. „KL“, miteinander, so ermöglicht der ökologische Landbau per Saldo eine höhere Biodiversität als der konventionelle Landbau, wenn folgende Ungleichung gilt:

$$\left[\left(\text{Gesamtfläche} [ha] - \frac{\text{Produktion} [t]}{\text{Produktivität}_{\text{ÖL}} \left[\frac{t}{ha} \right]} \right) * \text{Biodiv}_{\text{Natur}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right] + \left[\frac{\text{Produktion} [t]}{\text{Produktivität}_{\text{ÖL}} \left[\frac{t}{ha} \right]} * \text{Biodiv}_{\text{ÖL}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right] > \left[\left(\text{Gesamtfläche} [ha] - \frac{\text{Produktion} [t]}{\text{Produktivität}_{\text{KL}} \left[\frac{t}{ha} \right]} \right) * \text{Biodiv}_{\text{Natur}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right] + \left[\frac{\text{Produktion} [t]}{\text{Produktivität}_{\text{KL}} \left[\frac{t}{ha} \right]} * \text{Biodiv}_{\text{KL}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right] \quad (3)$$

Wie man sieht, ist es möglich, diese Ungleichung so zu vereinfachen, dass die Einflussfaktoren Gesamtfläche [ha] und Produktion [t] entfallen. Die Frage, welches Landbausystem eine höhere Biodiversität ermöglicht, ist also unabhängig von der Größe der verfügbaren Gesamtfläche und der gewünschten Produktionsmenge. Es resultiert dann folgende Ungleichung:

$$\frac{\left[\text{Biodiv}_{\text{Natur}} \left[\frac{1}{ha} \right] - \text{Biodiv}_{\text{KL}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right]}{\left[\text{Biodiv}_{\text{Natur}} \left[\frac{1}{ha} \right] - \text{Biodiv}_{\text{ÖL}} \left[\frac{1}{ha} \right] \right]} > \frac{\text{Produktivität}_{\text{KL}} \left[\frac{t}{ha} \right]}{\text{Produktivität}_{\text{ÖL}} \left[\frac{t}{ha} \right]} \quad (4)$$

Diese Ungleichung hat eine intuitive Interpretation: Eine höhere Biodiversität der ökologischen Landwirtschaft ist dann gegeben, wenn die relative Biodiversitätslücke des konventionellen Landbaus (oder der relative Biodiversitätsvorteil des ökologischen Landbaus) größer ist als die relative Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus (oder der relative Produktivitätsvorteil der konventionellen Landwirtschaft). Empirisch betrachtet sollten beide Seiten der Gleichung größer als 1 sein, da typischerweise die Biodiversität im konventionellen Landbau kleiner ist als im ökologischen

(Biodiv_{KL} [1/ha] < Biodiv_{ÖL} [1/ha]) und die Produktivität des konventionellen Landbaus größer ist als die des ökologischen Landbaus (Produktivität_{KL} [t/ha] > Produktivität_{ÖL} [t/ha]). Die Ungleichung hat zwei interessante Implikationen:

1. Wenn der Biodiversitätsindikator je Hektar Naturfläche, Biodiv_{Natur} [1/ha], sehr groß wird, weil es sich z. B. bei der Naturfläche um einen Biodiversitätshotspot (Mittermeier et al., 2004) handelt, konvergiert die linke Seite der Ungleichung von oben gegen den Wert 1. Wenn die Flächenproduktivität des konventionellen Landbaus größer ist als die des ökologischen Landbaus, führt in diesem Fall die ökologische Landwirtschaft aufgrund ihres höheren Flächenbedarfs zu einer niedrigeren Gesamtbiodiversität.
2. Aufgrund seiner prinzipiellen Technologieoffenheit sind die Produktivitätswachstumspotenziale im konventionellen Landbau in langfristiger Perspektive größer als im ökologischen Landbau. Fortschritte in der grünen Gentechnik führen dazu, dass die Flächenproduktivität des konventionellen Landbaus langfristig weiter ansteigt und die Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus dadurch immer größer wird. Zusätzlich kann es aufgrund von technologischem Fortschritt auch zu einem Rückgang der Biodiversitätslücke des konventionellen Landbaus kommen, wenn z. B. grüne Gentechnik eine Reduzierung des Einsatzes von Herbiziden und Pestiziden erlaubt. Technologischer Fortschritt arbeitet also langfristig zugunsten eines Biodiversitätsvorteils der konventionellen Landwirtschaft.

Empirische Indikatoren der Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus

In der empirischen Literatur finden sich aktuelle Werte für die in der Ungleichung verwendeten Indikatoren. Die Daten zur Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus in Tabelle 1 stammen aus drei Metaanalysen, die jeweils zwischen 66 und 115 Einzelstudien statistisch ausgewertet haben (Seufert et al., 2012; de Ponti et al., 2012; Ponisio et al., 2015). Die durchschnittliche Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus liegt demnach zwischen 123 % und 133 %. Da der größte Teil der ausgewerteten Einzelstudien aus Experimenten stammt, können die Ergebnisse aber nicht ohne weiteres auf die reale Landwirtschaft übertragen werden.¹ Mehrere Gründe sprechen dafür, dass die Erträge des experimentellen ökologischen Landbaus stärker nach oben verzerrt sind als die des experimentellen konventionellen Landbaus:

¹ Ponisio et al. (2015) geben an, dass rund zwei Drittel der Daten von experimentellen Farmen und ein Drittel von kommerziellen Farmen stammen.

Tabelle 1
Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus in
Relation zum konventionellen Landbau

	Seufert et al. (2012)	de Ponti et al. (2012)	Ponisio et al. (2015)
Ausgewertete Studien	66	150	115
Ausgewertete Vergleiche	316	362	1071
Getreide	135 %	127 %	128 %
Wurzeln und Knollen	-	135 %	141 %
Ölsaaten	112 %	135 %	114 %
Hülsenfrüchte	111 %	114 %	118 %
Obst	103 %	139 %	109 %
Gemüse	149 %	125 %	115 %
Insgesamt	133,3 %	125,0 %	123,5 %

Umrechnungen der Zahlen von Tabelle 2 aus Meemken und Quaim (2018) nach folgender Formel: $\text{Produktivität}_{\text{KL}}/\text{Produktivität}_{\text{OL}} = 1/(1 + (\text{organic crop productivity} - \text{conventional crop productivity})/\text{conventional crop productivity})$.

Quelle: Meemken und Quaim (2018).

- Aus ökonomischer Sicht dürften die meisten realen Landwirtschaftsbetriebe kommerziell betrieben werden. Sie werden deshalb dazu tendieren, den Gewinn zu maximieren und nicht die Produktionsmenge. Bei vielen Experimenten geht es jedoch vor allem darum, die maximale Produktionsmenge, die ein Landbausystem produzieren kann, zu bestimmen. Ökologischer Landbau bietet generell mehr Möglichkeiten für arbeitsintensive Eingriffe als konventioneller Landbau. Es kann deshalb sein, dass der experimentelle ökologische Landbau, sehr viel arbeitsintensiver betrieben wird, als dies in einem realen ökologischen Landwirtschaftsbetrieb rentabel wäre.
- Es spricht einiges dafür, dass ökologischer Landbau auch wissensintensiver ist als konventioneller Landbau (Seufert et al., 2012; Taheri et al., 2017). Das kann dazu führen, dass die Produktivität auf den von Agrarwissenschaftlern im Vergleich zu den von Landwirten ökologisch bewirtschafteten Flächen größer ist als die Produktivität auf den von Agrarwissenschaftlern im Vergleich zu den von Landwirten konventionell bewirtschafteten Flächen.

Ein vom Thünen Institut (o.J.) seit 2012 geführtes Panel zur „Analyse der wirtschaftlichen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe“ enthält, neben einer ganzen Reihe ökonomischer Strukturdaten, auch Daten zur Flächenproduktivität ökologisch wirtschaftender Betriebe und strukturell vergleichbarer konventioneller Betriebe. Wie Tabelle 2 zeigt, ist die Produktivitätslücke des ökologischen

Landbaus beim Vergleich realer Landwirtschaftsbetriebe mit durchschnittlich 222 % deutlich größer als bei einem Vergleich auf Basis experimenteller Daten. Dieses Ergebnis liegt in der gleichen Größenordnung wie das von Gabriel et al. (2013), Tabelle 1, die Erträge vergleichbarer, realer Landwirtschaftsbetriebe in der Produktion von Weizen, Hafer und Gerste in Großbritannien erfasst haben und auf eine durchschnittliche Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus von 216 % kommen. Eine Studie von Nowak et al. (2013) zeigt, dass aber auch diese Daten zugunsten der Produktivität des ökologischen Landbaus verzerrt sein können, da es in der realen Landwirtschaft zu einem erheblichen Nährstoffeintrag von konventionellen auf ökologisch bewirtschaftete Flächen kommt. Bei einer vollständigen Umstellung auf ökologischen Landbau, wäre die Produktivitätslücke also wahrscheinlich noch größer. Zu berücksichtigen ist außerdem, dass es sich bei den landwirtschaftlichen Betrieben des Thünen-Panels ausschließlich um deutsche Betriebe handelt. Deutschland macht derzeit von der „Ausstiegsklausel“ der europäischen Gentechnikgesetze Gebrauch und untersagt den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen. Schon heute kann aber durch den Anbau genetisch veränderter Pflanzen der Ernteertrag um bis zu 22 % gesteigert und der Pestizideinsatz um ca. 37 % reduziert werden, wie eine Metaanalyse von 147 Einzelstudien von Klümper und Qaim (2014) zeigt. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus im Verhältnis zum konventionellen Landbau ohne Gentechnikverbot noch deutlich größer ausfällt.

Empirische Indikatoren der Biodiversitätslücke des konventionellen Landbaus

Die zur Berechnung der Biodiversitätslücke notwendigen Indikatoren können aus den in einer Reihe von Studien bestimmten „Mean Species Abundance“ (MSA) oder „Potentially Disappeared Fraction“ (PDF) Indikatoren abgeleitet werden. Die MSA eines bestimmten Landbausystems (LB) berechnet sich als $MSA_{\text{LB}} = \text{Biodiv}_{\text{LB}}[1/\text{ha}]/\text{Biodiv}_{\text{Natur}}[1/\text{ha}]$. Sie entspricht also dem prozentualen Verhältnis der durchschnittlichen Biodiversität eines bestimmten Landbausystems zu der durchschnittlichen Biodiversität auf einer Naturfläche. Die durchschnittliche Biodiversität wird dabei als durchschnittlicher Anteil der bei einer bestimmten Nutzungsart vorgefundenen Spezies an der Zahl dieser Spezies auf einer Naturfläche gemessen. Berücksichtigt werden dabei nur die Spezies, die auf der Naturfläche vorkommen (Schipper et al., 2019). Zur Verhinderung unnatürlicher Kompensationseffekte werden Anteile größer 1 nur mit einem Wert von 1 berücksichtigt. Subtrahiert man die MSA vom Wert 1, resultiert ein Maß für die PDF eines bestimmten Landbausystems: $PDF_{\text{LB}} = 1 - MSA_{\text{LB}} = (\text{Biodiv}_{\text{Natur}}[1/\text{ha}] - \text{Biodiv}_{\text{LB}}[1/\text{ha}])/\text{Biodiv}_{\text{Natur}}[1/\text{ha}]$. Die PDF gibt

Tabelle 2

Flächenproduktivität von Betrieben des ökologischen Landbaus in Relation zu vergleichbaren konventionell wirtschaftenden Betrieben

Landbautyp	2012/2013		2013/2014		2014/2015		2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019		2019/2020		Mittelwert	Mittelwert	
	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Ökologisch	Konventionell	Produktivitätslücke ökologischer vs. konventioneller Landbau
Vergleichsbetriebe	433		403		425		405		434		449		456		485		436		
Weizen (dt/ha)	25,3	64,7	28,5	75,8	32,9	82,3	28,1	71,1	30,2	75,6	30,5	70,7	28,2	56,1	31,1	63,7	29,4	70,0	239%
Gerste (dt/ha)	29,1	60,8	32,5	65,8	32,1	73,8	34,0	70,9	28,3	67,6	34,4	62,7	27,7	52,6	31,6	62,9	31,2	64,6	207%
Raps (dt/ha)	10,3	35,2	21,8	38,7	17,9	44,8	3,5	37,4	6,6	33,3	20,6	29,4	16,2	26,9	7,3	30,2	13,0	34,5	265%
Kartoffeln (dt/ha)	215,2	435,9	180,1	364,8	201,6	449,9	337,3	402,4	177,0	404,4	247,2	432,6	237,0	361,6	252,9	406,8	231,0	407,3	176%
Mittelwert insgesamt																		222%	

Quelle: Thünen Institut (o. J.).

also an, um wieviel Prozent im Durchschnitt die Biodiversität eines bestimmten Landbausystems im Verhältnis zur Biodiversität auf einer Naturfläche sinkt. Bildet man den Quotienten $PDF_{KL}/PDF_{\text{ÖL}}$, resultiert ein Maß für die relative Biodiversitätslücke des konventionellen Landbaus im Verhältnis zum ökologischen Landbau, die linke Seite von Ungleichung (4). Tabelle 3 gibt die Werte der so geschätzten Biodiversitätslücke aus unterschiedlichen empirischen Studien an.

Wie man anhand der PDF-Werte erkennen kann, ist der Biodiversitätsverlust bei konventionellem Landbau zwar immer größer als bei ökologischem Landbau. Allerdings ist der Rückgang der Biodiversität bei ökologischem Landbau mit PDF-Werten zwischen 63 % und 85 % ebenfalls erheblich. Die resultierende relative Biodiversitätslücke des konventionellen Landbaus in Relation zum ökologischen Landbau liegt deshalb nur zwischen 105 % und 140 %. Der Mittelwert entspricht 118 % und ist damit sehr viel niedriger als die mittlere Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus auf Basis der Daten des Thünen-Panels von 222 %.

Die empirischen Schätzwerte der Biodiversitätsindikatoren in Tabelle 3 basieren auf unterschiedlichen methodischen Ansätzen, die im Folgenden kurz erläutert werden. Alkemade et al. (2009) berechnen den Einfluss der Landnutzungsintensität auf die MSA mit Hilfe eines faktorisierten Modells: GLOBIO3. Die Werte für die Kausalbeziehung der Landnutzungsintensität auf die MSA ermitteln sie über eine Metaanalyse über 89 Datensätze von empirischen Studien aus referierten Fachzeitschriften. Nach Angaben von Alkemade et al. (2009) beziehen sich viele der Datensätze auf tropische Waldbiotope als Referenzpunkt für Naturfläche; die Werte stimmen aber mit den

verfügbaren Datensätzen für andere Waldbiotope weitgehend überein. Die in Tabelle 3 ausgewiesenen PDF-Werte wurden auf der Basis der in Tabelle 4 von Alkemade et al. (2009) ausgewiesenen MSA Werte für „Low-input Agriculture“ (= traditionelle und Subsistenzlandwirtschaft, extensive Landwirtschaft und Niedriginput Landwirtschaft) und „Intensive Agriculture“ (= Hochinput Landwirtschaft, konventionelle Landwirtschaft mit regionalem Spezialisierungsmuster, be- und entwässerungsbasierte Landwirtschaft) berechnet. Dabei wurde der ökologische Landbau durch „Low-input agriculture“ und der konventionelle Landbau mit „Intensive agriculture“ approximiert.

Goedkoop et al. (2009) berechnen PDF-Werte auf der Basis des „Species Richness Factor“ Indikators des Countryside Survey (2000), einer empirischen Landschaftsdatenerhebung für Großbritannien. Als Referenzpunkt für Naturfläche verwenden die Autoren das für Europa typische Waldbiom. Die in Tabelle 3 verwendeten PDF-Werte entsprechen den in Tabelle 10.7 von Goedkoop et al. (2009) ausgewiesenen „Local Effect“ PDF-Werten für „Intensive Crops/Weeds“ als Proxy für den konventionellen Landbau und „Extensive Crops/Weeds“ als Proxy für den ökologischen Landbau.

Lillywhite et al. (2012) berechnen einen „Habitat Ecosystem Quality“ Indikator definiert als MSA im Vergleich zu einer „ungestörten Situation“ basierend auf den Daten der UK Farm Business Survey (o. J.) und den Umweltindikatoren des Cranfield University LCA Models nach Williams et al. (2006). Die in Tabelle 3 angegebenen PDF-Werte entsprechen den in Tabelle 1 von Lillywhite et al. (2012) ausgewiesenen MSA-Werten für „General cropping (conventional)“ als Proxy für den konventionellen Landbau und „General cropping (organic)“ als Proxy für den ökologischen Landbau.

Tabelle 3

Geschätzte Biodiversitätslücke unterschiedlicher Studien

Biodiversitätsindikator	Eco-Indicator	ReCiPe-Approach	Habitat EQ	Ecosystem Quality					
				Alkemade et al. (2009)	Goedkoop et al. (2008)	Keeling / Lillywhite (2012)	Reidsma et al. (2006)		
							Extensiv	Intensiv	Hoch intensiv
PDF _{KL}	90,0 %	89,0 %	88,0 %	75,0 %	90,0 %	95,0 %	87,8 %		
PDF _{OL}	70,0 %	85,0 %	63,0 %	65,0 %	80,0 %	85,0 %	74,7 %		
Biodiversitätslücke konventioneller vs. ökologischer Landbau	129 %	105 %	140 %	115 %	113 %	112 %	118 %		

Quellen: Alkemade et al. (2009); Goedkoop et al. (2009); Keeling und Lillywhite (2012); Reidsma et al. (2006); Armengot et al. (2011).

Reidsma et al. (2006) verwenden zur Bewertung der Biodiversität der Agrarlandschaften der EU-Mitgliedsländer MSA basierte Indikatoren, die sie als „Ecosystem Quality“ bezeichnen, ebenfalls im Vergleich zu einer „ungestörten Situation“. Die in Tabelle 3 angegebenen PDF-Werte beruhen auf den in Tabelle 2 von Reidsma et al. (2006) ausgewiesenen MSA-Werten für „Non-organic Cropping Systems“ als Proxy für den konventionellen Landbau und für „Organic Cropping Systems“ als Proxy für den ökologischen Landbau. Dabei definieren sie die obere Grenze für „extensiven Landbau“ mit 80 Euro/ha Inputausgaben und die untere Grenze für „hoch intensiven Landbau“ mit 250 Euro/ha Inputausgaben. Dazwischen liegt der „intensive Landbau“.

Während die MSA-Werte der Studien von Alkemade et al. (2009) und Goedkoop et al. (2009) ein Waldbiom als Referenzpunkt für die Biodiversität der Naturfläche haben, $Biodiv_{Natur}[1/ha]$, ist der Referenzpunkt der Studien von Lillywhite et al. (2012) und Reidsma et al. (2006) eine vom Menschen „ungestörte Situation“. In den meisten europäischen Ländern und insbesondere in Deutschland, ist davon auszugehen, dass sich dann auf natürliche Weise ebenfalls ein Waldbiom entwickelt. Da die Biodiversität in einem naturbelassenem Waldbiom in Europa in der Regel geringer ist als in einer offenen Heidelandschaft (Brown und Hyman, 1986), kann der Referenzpunkt Waldbiom, das Ergebnis der Bewertung der obigen Ungleichung zulasten des konventionellen Landbaus beeinflussen: Die Biodiversitätslücke des konventionellen Landbaus steigt mit sinkender Biodiversität des Referenzpunkts. Welche Art von Biom an die Stelle ungenutzter Agrarfläche treten soll, ist letztlich eine normative Frage, die politisch beantwortet werden muss. Aus ökologischer Sicht kann man zwar argumentieren, dass bei der Nutzung des konventionellen Landbaus eine durch ökologisches Pflagemanagement offen gehaltene Heidelandschaft besser geeignet ist, den von der Landwirtschaft verdrängten Spezies, insbesondere Arthropoden, Rückzugsräume zu bieten. Aus naturhistorischer oder ästhetischer Sicht kann man aber natürlich trotzdem eine Renaturierung

der freigesetzten Agrarflächen in Form natürlicher Waldbiome bevorzugen. Vor weiteren Entscheidungen zur Extensivierung der Landwirtschaft in der EU wäre eine systematische EU-weite Erhebung der MSA-Werte der verschiedenen Extensivierungsschritte und möglicher Referenzbiome sicherlich sinnvoll.

Biodiversitätskosten einer vollständigen Umstellung auf ökologischen Landbau

Man kann das quantitative Ausmaß dieses Ergebnisses auch durch eine hypothetische Simulationsrechnung verdeutlichen, bei der die Folgen einer vollständigen Umstellung der europäischen Landwirtschaft auf den ökologischen Landbau mit den Folgen einer ertragsäquivalenten Reduzierung des konventionellen Landbaus verglichen werden. Dabei sei zur Vereinfachung eine Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus von lediglich 200 % unterstellt. Bei einer vollständigen Umstellung der derzeit für konventionellen Landbau genutzten Fläche auf ökologischen Landbau würde dann die landwirtschaftliche Produktionsmenge um durchschnittlich 50 % sinken. Die Gesamtbiodiversität würde um 108 % steigen, da $100 \% * (Biodiv_{OL}[1/ha]/Biodiv_{KL}[1/ha] - 1) = 100 \% * (MSA_{OL}/MSA_{KL} - 1) = ((1 - PDF_{OL})/(1 - PDF_{KL}) - 1) = 100 \% * ((1 - 0,75)/(1 - 0,88) - 1) = 108 \%$. Würde man stattdessen einen Produktionsrückgang von 50 % auf der Basis des konventionellen Landbaus in Kauf nehmen, könnte die landwirtschaftliche Nutzfläche um 50 % reduziert werden. Bei einer Renaturierung, der dabei freigesetzten Fläche, würde ein Anstieg der Gesamtbiodiversität in Höhe von 317 % resultieren: $50 \% * (Biodiv_{Natur}[1/ha] / Biodiv_{KL}[1/ha] - 1) = 50 \% * ((1 / MSA_{KL}) - 1) = 50 \% * ((1 / (1 - PDF_{KL})) - 1) = 50 \% * ((1/(1 - 0,88)) - 1) = 367 \%$. Tabelle 4 zeigt die Rechenschritte im Überblick.

Die Rechnung ist beliebig skalierbar, wie das zweite Rechenbeispiel der Tabelle 4 zeigt. Bei einer Umstellung von lediglich 30 % der Produktionsfläche auf ökologischen Landbau, wie von der Ampelkoalition angestrebt, würden der Ertrag um 15 % sinken und die Biodiversität um 33 % steigen. Bei einer 15 % Senkung des Ertrages bei konven-

Tabelle 4

Beispielrechnung mit Produktivitätslücke des ökologischen Landbaus von 200 %

Maßnahme	Rückgang Ertrag	Freisetzung von Flächen zur Renaturierung	Relative Biodiversität	Anstieg der Gesamtbiodiversität
50 % Ertragsreduzierung				
Umstellung von 100 % der Produktion auf ökologischen Landbau	50 %	0 %	Biodiversität(ÖL) / Biodiversität(KL) 208 %	100 %*(2,08 -1) = 108 %
50 % Ertragsreduzierung bei konventionellem Landbau	50 %	50 %	Biodiversität(Natur) / Biodiversität(KL) 833 %	50 %*(8,33 -1) = 367 %
15 % Ertragsreduzierung				
Umstellung von 30 % der Produktion auf ökologischen Landbau	15 %	0 %	Biodiversität(ÖL) / Biodiversität(KL) 208 %	30 %*(2,08 -1) = 33 %
15 % Ertragsreduzierung bei konventionellem Landbau	15 %	15 %	Biodiversität(Natur) / Biodiversität(KL) 833 %	15 %*(8,33 -1) = 110 %

Anmerkungen: Die relative Biodiversität zwischen ökologischem Landbau und konventionellem Landbau wird hier aus dem PDF-Mittelwerten abgeleitet: $Biodiversität(ÖL) / Biodiversität(KL) = (1 - PDF_{ÖL}) / (1 - PDF_{KL}) = MSA_{ÖL} / MSA_{KL} = Spezies_{ÖL} / Spezies_{KL} = (1 - 0,75) / (1 - 0,88) = 208 \%$. Die relative Biodiversität zwischen Naturfläche und landwirtschaftlichem Landbau wird hier aus dem PDF-Mittelwert des konventionellen Landbaus abgeleitet: $Biodiversität(Natur) / Biodiversität(KL) = 1 / (1 - PDF_{KL}) = 1 / MSA_{KL} = Spezies_{Natur} / Spezies_{KL} = 1 / (1 - 0,88) = 833 \%$.

Quelle: eigene Berechnungen.

tionellem Landbau könnte 15 % der Produktionsfläche renaturiert werden. Dadurch würde die Biodiversität um 110 % steigen. Mit anderen Worten, eine 15 %ige Ertragsreduzierung bei konventionellem Landbau hätte ungefähr den gleichen Anstieg der Gesamtbiodiversität zur Folge (110 %) wie eine vollständige Umstellung auf ökologischen Landbau (108 %).

Man kann also durch eine ertragsgleiche Reduzierung des konventionellen Landbaus einen deutlich größeren Anstieg der Biodiversität erzielen als durch einen entsprechenden Übergang zur biologischen Landwirtschaft. Im Grunde beruht dieser Effekt auf dem ökonomischen Prinzip der Arbeitsteilung: Während der ökologische Landbau versucht, auf den gleichen Flächen sowohl landwirtschaftliche Güter als auch Biodiversität zu produzieren, findet bei einer auf konventionellem Landbau beruhenden Intensivierungsstrategie eine Spezialisierung statt: Dabei wird auf einem Teil der Flächen die Produktion landwirtschaftlicher Güter betrieben und auf dem anderen Teil der Flächen die „Produktion“ von Biodiversität.

Nicht berücksichtigt wird bei dieser rein quantitativen Bewertung allerdings ein qualitativer Effekt: Durch die von einer Halbierung der Produktion des konventionellen Landbaus freigesetzten Flächen entsteht die Möglichkeit, einen sich selbst überlassenen Naturraum zu schaffen, in dem sich die verschiedenen Spezies ungestört entwickeln können. Die Biodiversität auf Nutzflächen des ökologischen Landbaus unterliegt im Vergleich dazu sehr viel stärkeren, landwirtschaftlich bedingten Beschränkungen.

Diese Simulationsrechnung lässt die Auswirkung einer Halbierung der europäischen Produktion auf die globale Biodiversität außer Acht. Ein Rückgang der europäischen Agrarproduktion um 50 % würde zu einem Preisanstieg vieler landwirtschaftlicher Produkte führen, der Anreize zu einer Ausweitung landwirtschaftlicher Nutzflächen in anderen Ländern setzen würde. Wenn dazu komplexe Ökosysteme wie z. B. Regenwald gerodet werden, kann es zu einem erheblichen Verlust von Biodiversität in diesen Ländern kommen. Wenn dieser größer ist als der Biodiversitätsgewinn in Europa, kommt es zu einem globalen Nettoverlust an Biodiversität. Wie die Simulationsrechnung zeigt, ist die Wahrscheinlichkeit für dieses Szenario bei ökologischem Landbau deutlich größer als bei einer ertragsgleichen Reduzierung des konventionellen Landbaus.

EU-Agrarreform aus politökonomischer Perspektive

Auch wenn die Biodiversitätswirkung einer Umstellung auf ökologischen Landbau auf Basis der empirischen Datenlage eindeutig ausfällt, spricht aus politökonomischer Perspektive einiges dafür, dass sich eine Agrarreform auf Grundlage des ökologischen Landbaus eher durchsetzen kann. Eine Umstellung auf ökologischen Landbau kann über eine Subventionsförderung entsprechender Anbaupraktiken gelenkt werden. Die Konzeption des ökologischen Landbaus liefert dazu einen ideologischen Überbau, mit dem sich solche Subventionszahlungen scheinbar „begründen“ lassen. Bei einer Agrarreform auf Basis einer Produktionsreduzierung im konventionellen Landbau müssten dagegen Subventionszahlungen abge-

schafft werden. In einer Simulationsstudie kommen Brady et al. (2017) zu dem Ergebnis, dass bei einer Streichung der sogenannten Direktzahlungen die Nutzung landwirtschaftlicher Produktionsflächen in der EU um 6,5 % sinken würde. Auch ökologisch ohnehin fragwürdige gesetzliche Regeln, welche die Nachfrage nach landwirtschaftlicher Nutzfläche künstlich erhöhen, wie etwa das „Biokraftstoffquotengesetz“, könnten überprüft werden. Wesentlich darüber hinaus gehende Flächenstilllegungen müssten über eine Besteuerung landwirtschaftlicher Produktionsflächen bewirkt werden. Es ist deshalb naheliegend, dass eine Agrarreform auf Basis des ökologischen Landbaus in sehr viel geringerem Maße auf Widerstand landwirtschaftlicher Interessenverbände stoßen wird, als eine Agrarreform auf Basis des konventionellen Landbaus. Das Ergebnis einer solchen Agrarreform dürfte aber nicht zwangsläufig auch den Interessen von an hoher Biodiversität und effizientem Einsatz knapper Steuermittel interessierten Bürger:innen entsprechen.

Literatur

- Alkemade, R., M. van Oorschot, L. Miles, C. Nellemann, M. Bakkenes, B. ten Brink (2009), GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss, *Ecosystems*, 12, 374-390.
- Armengot, L., L. Jose-Maria, J. M. Blanco-Moreno, M. Bassa, L. Chamorro, F. X. Sans (2011), A novel index of land use intensity for organic and conventional farming of Mediterranean cereal fields, *Agronomy for Sustainable Development*, 31(4), 699-707.
- Brady, M., J. Hristov, S. Höjgård, T. Jansson, H. Johansson, C. Larsson, I. Nordin und E. Rabinowicz (2017), Impacts of direct payments – lessons for CAP post-2020 from a quantitative analysis, Dept. of Economics, Sveriges lantbruksuniversitet, *Rapport/AgriFood Economics Centre*, 2.
- Brown, V. K., P. S. Hyman (1986), Successional Communities of Plants and Phytophagous Coleoptera, *Journal of Ecology*, 74(4), 963-975.
- Farm Business Survey (o.J.), Series giving information about the Farm Business Survey for England, <https://www.gov.uk/government/collections/farm-business-survey> (13. Januar 2022).
- Gabriel, D., S. M. Sait, W. E. Kunin und T. G. Benton (2013), Food production vs. biodiversity: comparing organic and conventional agriculture, *Journal of Applied Ecology*.
- Goedkoop, M., R. Heijungs, M. Huijbregts, A. De Schryver, J. Struijs und R. van Zelm (2009), ReCiPe 2008: a life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. 1st edition, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, Netherlands.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), *Assessment Report*, 5, Chap. 18, 990, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap18_FINAL.pdf (13. Januar 2022).
- Keeling, C. und R. D. Lillywhite (2012), The assessment of biodiversity within UK farming systems using an extended LCVA ecosystem approach, University of Warwick.
- Klümper, W. und M. Qaim (2014), Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops.
- Kretschmann, W. und R. Habeck (2022), Ein Pakt für Heimat und Umwelt, *Spiegel-Online*, <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/ein-pakt-fuer-heimat-und-umwelt-a-16dc8396-9c09-4354-9395-f49032a-5b2e6> (13. Januar 2022).
- Lillywhite, R. D., C. Keeling, P. Courtney, N. Lampkin, B. Pearce, F. Rayns, M. Reed, U. Schmutz, C. Watson und A. Williams (2012), Assessing the economic, environmental and social characteristics of UK farming systems, University of Warwick.
- Meemken, E.-M. und M. Quaim (2018), Organic Agriculture, Food Security, and the Environment, *Annual Review of Resource Economics*, 10, 39-63.
- Mittermeier, R. A. et al. (2004), *Hotspots revisited. Earth's biological richest and most endangered terrestrial ecoregions*.
- Nowak, B., T. Nesme, C. David und S. Pellerin (2013), To what extent does organic farming rely on nutrient inflows from conventional farming?, *Environmental Research Letters*, 8(4).
- Poniso, L. C., L. K. M'Gonigle, K. C. Mace, J. Palomino, P. de Valpine und C. Kremen (2015), Diversification practices reduce organic to conventional yield gap, *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*.
- Ponti, T. de, B. Rijk und M. K. van Ittersum (2012), The crop yield gap between organic and conventional agriculture, *Agricultural Systems*, 108, 1-9.
- Reidsma, P., T. Tekelenburg, M. van den Berg und R. Alkemade (2006), Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114, 86-102.
- Schipper, A., J. Hilbers, J. R. Meijer, L. H. Anatao, A. Benitez-Lopez, M. M. J. de Jonge, L. H. Leemans, E. Scheper, R. Alkemade, J. C. Doelman, S. Mylius, E. Stehfest, D. P. van Vuuren, W. van Zeist und M. A. J. Huijbregts (2019), Projecting terrestrial biodiversity intactness with GLOBIO 4, *Global Change Biology*, 26(2).
- Seufert, V., N. Ramankutty und J. A. Foley (2012), Comparing the yields of organic and conventional agriculture, *Nature*, 485, 229-232.
- Taheri, F., H. Azadi und M. D'Haese (2017), A world without hunger: Organic or GM Crops?, *Sustainability*, 9(4), 580.
- Thünen Institut Braunschweig (o.J.), Analyse der wirtschaftlichen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe, <https://www.thuenen.de/de/bw/projekte/analyse-der-wirtschaftlichen-lage-oekologisch-wirtschaftender-betriebe/> (13. Januar 2022).
- Williams, A. G., E. Audsley und D. L. Sanders (2006), Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report, *Defra Research Project IS0205*, Cranfield University and Defra.

Title: Is Organic or Conventional Farming Better for Biodiversity?

Abstract: This article compares the impact of organic and conventional farming on biodiversity. Two opposing effects are taken into account: the higher biodiversity of organic farming and the lower land use of conventional farming. An evaluation of both effects on the basis of empirical data shows that the higher biodiversity on organically cultivated areas is not sufficient to compensate for the higher land use of organic farming. For example, if a complete transition from conventional to organic farming takes place, average yields will decrease by at least 50 %, while the total biodiversity would increase by only 108 %. In contrast, if conventional farming yields were reduced by the same amount, 50 % of agricultural land could be renaturated. This would lead to an increase in total biodiversity of 317 %.