

Leistungen der ökologischen Landwirtschaft zur Reduzierung des Erosions- und Hochwasserrisikos im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftung – Ergebnisse einer systematischen Vergleichsstudie

Levin, K.¹, Wiesinger, K.¹, Brandhuber, R.¹ & [Freibauer, A.](#)¹

Schlagworte: Erosion, ABAG, Oberflächenabfluss, Infiltration, Aggregatstabilität

Abstract: Changes in precipitation patterns due to climate change mean that the risk of erosion and flooding has increased in Germany. It is often assumed that organic farming has the potential to reduce erosion and surface run-off due to better soil coverage and improved soil structure, however, it is unclear if this is actually the case. A literature search was conducted and data pertaining to seven parameters was extracted from 43 studies. This data was analysed to determine if values were lower, higher or equal for the organic treatment in comparison to the conventional treatment for each comparison pair. Results for soil structural parameters indicated that organically farmed soils were less erodible than conventionally farmed soils. The cover-management (C) factor from the RUSLE was also lower for the organic treatments. Correspondingly, infiltration was higher and surface run-off and soil loss lower in the organic systems. Further analysis is necessary to assess the comparability of the studies.

Einleitung und Zielsetzung

Der Klimawandel führt zu höheren Risiken im Pflanzenbau, da Trockenperioden, Starkregen und Sturzfluten häufiger werden. Dem Erosions- und Hochwasserschutz kommt daher eine wichtigere Rolle als bisher zu. Laut Stolze et al. (2000) hat der ökologische Landbau ein hohes Erosionsschutzpotenzial aufgrund von Fruchtfolgen mit guter Bodenbedeckung und hohem Anteil an Futterleguminosen, sowie eines geringeren Anteils an Reihenkulturen wie Mais. Ökologisch bewirtschaftete Böden haben generell einen höheren Anteil an organischer Substanz. In Kombination mit vielfältigen Fruchtfolgen entsteht eine bessere Bodenstruktur, die die Erosion tendenziell vermindert (Gomiero et al. 2008). Eine geringere Stickstoffversorgung kann hingegen zu niedrigeren Erträgen und Bodenbedeckungsgraden führen, was das Erosionsrisiko erhöht, ebenso wie mehr Bodenbearbeitung (Stolze et al. 2000). Die Datenlage zum Erosions- und Hochwasserschutz im Ökolandbau ist unzureichend. Seufert & Ramankutty (2017) z. B. nennen in ihrem Review über die Leistungen des ökologischen Landbaus nur drei Studien zum Thema Erosion. Ziel der vorliegenden Studie war es daher die öffentlichen Leistungen des ökologischen Landbaus auf der Grundlage einer umfassenden Analyse wissenschaftlicher Studien zu bewerten.

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Lange Point 12, 85354, Freising, Deutschland, annette.freibauer@lfl.bayern.de

Methoden

Die Beschreibung der allgemeinen Methodik findet sich bei Sanders et al. (2019). Es wurden in einem Screening aus 372 Publikationen 43 Vergleichsstudien aufgrund der angelegten Auswahlkriterien in die systematische Auswertung einbezogen. Es sind insgesamt 278 Vergleichspaare (VGP) ökologisch-konventionell mit 7 Indikatoren: (1) Bewirtschaftungsfaktor (C-Faktor) nach der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG); die Bodeneigenschaften (2) Gehalt an organischem Kohlenstoff (C_{org}), (3) Aggregatstabilität & (4) Trockenraumdichte; (5) Infiltration; (6) Oberflächenabfluss; (7) Bodenabtrag. Die Studien hatten unterschiedliche Ansätze; Acker- und Futterbaufruchtfolgen, Sonderkulturen wie Gemüse, Obst und Wein sowie Studien zum Anbau unter Glas wurden einbezogen. Die Indikatoren wurden auf Schlägebene oder in Feldversuchen gemessen oder modelliert oder sie wurden auf Betriebsebene und regionaler Ebene modelliert. Eine %-Grenze wurde als Schwellenwert verwendet, um die Vergleichspaare in die Gruppen $>$, $<$ oder $=$ einzustufen. Die Schwellenwerte wurden wie folgt festgelegt: C-Faktor, C_{org} -Gehalt, Aggregatstabilität & Trockenraumdichte 10 %; Infiltration, Oberflächenabfluss & Bodenabtrag 20 %.

Ergebnisse

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der Einteilung der VGPs in kleiner/größer/gleich vorgestellt. Es hängt von den einzelnen Parametern ab, ob öko $>$ kon als besser oder schlechter für den ökologischen Landbau bewertet werden muss.

Für zwei Drittel der VGP war der C-Faktor niedriger in der ökologischen Variante (Tab. 1), im Mittel (Median) lag der Unterschied bei -19 %. Der C-Faktor ist ein Maß für die Erosionswirksamkeit der Bodenbedeckung und -bearbeitung im Rahmen einer Fruchtfolge. Je niedriger der C-Faktor, desto niedriger der (modellierte) Bodenabtrag.

Der ökologische Landbau hat einen positiven Effekt auf Bodeneigenschaften in der obersten Bodenschicht die für den Erosionsschutz wichtig sind. Der C_{org} -Gehalt und die Aggregatstabilität waren in (fast) 80 % der VGP höher oder gleich hoch in der ökologischen Variante (Tab. 1). Für die Trockenraumdichte gab es in den meisten VGP keinen Unterschied zwischen den konventionellen und ökologischen Varianten (Tab. 1).

In 75 % der Vergleichspaare war die Infiltration höher in der ökologischen Variante (Tab. 1), im Mittel (Median) um 137 %. Mehr Infiltration bedeutet weniger Sturzfluten und reduziert auch den Bodenabtrag, wenn er transportlimitiert ist. Eine höhere Infiltration bedeutet gleichzeitig geringeren Oberflächenabfluss. In 41 % der Vergleichspaare war der Oberflächenabfluss niedriger in den ökologischen Varianten (Tab. 1).

Tabelle 1: Anzahl der Studien, der VGP und prozentuale Aufteilung aller VGP aus den Vergleichsstudien in die Gruppen </>/= bezogen auf ha zu den Indikatoren

Indikator	Anzahl der Studien	Anzahl der VGP	Anteil (%) der VGP, für die gilt:		
			öko < kon	öko = kon	öko > kon
C-Faktor	3	6	67 (3)	17 (1)	17 (1)
C _{org} -Gehalt	24	71	21 (11)	13 (4)	67 (30)
Aggregatstabilität	22	76	21 (11)	29 (10)	50 (19)
Trockenraumdichte	13	30	27	63 (4)	10
Infiltration	11	28	0	25 (3)	75 (16)
Oberflächenabfluss	9	22	41 (8)	41 (5)	18 (4)
Bodenabtrag	16	45	51 (20)	18 (7)	30 (14)

VGP = Vergleichspaare; (x) Zahlen in Klammern geben die Anzahl der VGP wieder, die über den Schwellenwert gruppiert wurden – die Quersumme kann daher < als die Zahl in der Spalte „Anzahl der VGP“ sein;

VGP, bei denen keine Angabe zur Signifikanz in den Studien getätigt wurde und deren relative Werte unter dem Schwellenwert lagen sowie VGP, die kein signifikantes Ergebnis aufweisen wurden als „kein Unterschied“ klassifiziert und somit in die Gruppe „öko=konv“ eingestuft

In 51 % der Literaturwerte liegt der Bodenabtrag im Ökolandbau unter der konventionellen Landwirtschaft (Tab. 1). Bezugsräume, Zeiträume, Wirkungsgrößen und methodische Ansätze – Messungen und Modelle – unterscheiden sich aber sehr.

Diskussion

Die Bodenbedeckung durch die Fruchtfolgegestaltung im ökologischen Landbau, namentlich der höhere Anteil an Klee gras und niedrigere Anteil an Reihenkulturen wie Mais und Zuckerrüben, wird beim C-Faktor als Hauptgrund für die niedrigere Erosion gegenüber der konventionellen Landwirtschaft genannt. Niedrigere Erträge im ökologischen Hackfruchtanbau hingegen können auf geringere Deckung der Kulturpflanzen hinweisen, was einen höheren C-Faktor bewirken kann. Bei Mähdruschfrüchten kann eine höhere Deckung des Beikrauts geringere Deckung der Feldfrüchte kompensieren, der C-Faktor wird hier nicht beeinflusst.

Der Anteil organischer Substanz im Boden ist einer der Haupteinflussfaktoren auf die Erodierbarkeit des Bodens. Als Grund für den höheren Anteil an organischer Substanz im ökologischen Landbau wird die Zufuhr von organischem Material im ökologischen Landbau, ob als Gründüngung oder als Wirtschaftsdünger,

angegeben. Eine höhere Aggregatstabilität ist ein Schutzfaktor gegen Bodenabtrag und Verschlammung. Die Größe und Stabilität der Aggregate ist höher, wenn der Anteil organischer Substanz im Boden höher ist. Ein höherer C-Gehalt und dadurch höhere Aggregatstabilität wird als Grund für eine bessere Infiltration und weniger Oberflächenabfluss genannt. Der Anbau von Gründüngung wird auch als Grund für einen geringeren Oberflächenabfluss in der ökologischen Variante vermutet.

Die Effektgröße Bodenabtrag zeigt, wie gut der Erosionsschutz tatsächlich funktioniert. Als Grund für den niedrigeren Bodenabtrag in den ökologischen Varianten wird in vielen der Vergleichsstudien ein höherer Bodenbedeckungsgrad durch die Fruchtfolgegestaltung genannt. Ohne Bodenbedeckung fand eine Studie, dass der entscheidende Faktor die höhere Stabilität der Aggregate gegen Zerschlagung durch Regentropfen im ökologisch bewirtschafteten Boden war. Jedoch war in 30 % der Vergleichspaare der Bodenabtrag höher in der ökologischen Variante (Tab. 1). Die Bodenbearbeitung kann eine entscheidende Rolle spielen. Manche Studien nennen mehr Bodenbearbeitung in den ökologischen Varianten als Grund für den höheren berechneten Bodenabtrag in diesen Varianten. Die Frage der Erosionswirksamkeit unterschiedlicher Bodenbearbeitungs-Systeme und – Intensitäten bedarf künftig einer vertieften Betrachtung.

Schlussfolgerungen

Die ökologischen Varianten zeigten verbesserte strukturelle Bodeneigenschaften in der obersten Bodenschicht und höhere Bodenbedeckungsgrade. Hauptgründe hierfür sind der Kleeergrasanbau und die Zufuhr von organischem Material. Im Vergleich zu den konventionellen Varianten war das Risiko für Erosion und Oberflächenabfluss daher niedriger. Die Studien und ihre Methoden unterscheiden sich sehr, eine Analyse der Repräsentativität und Vergleichbarkeit der Studien ist daher nötig.

Danksagung

Wir danken für die finanzielle Förderung durch das BÖLN und den fachlichen Rat von Prof. Dr. Karl Auerswald und dem gesamten Projektteam.

Literatur

- Gomiero T, Paoletti MG & Pimentel D (2008) Energy and Environmental Issues in Organic and Conventional Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27(4): 239–254.
- Seufert V & Ramankutty N (2017) Many shades of gray-The context-dependent performance of organic agriculture. *Sci Adv* 3(3): e1602638.
- Stolze M, Piorr A, Häring A & Dabbert S (2000) The environmental impacts of organic farming in Europe. University of Hohenheim, Stuttgart. *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, 1437-6512 v.6
- Sanders J et al. (2019) Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft – Kontext, Zielsetzungen und Vorgehen. 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (in Druck)