

# Einfluss des ökologischen Landbaus auf Erosions- und Hochwasserrisiko – Eine qualitative Literaturanalyse

Karin Levin, Klaus Wiesinger, Robert Brandhuber, Annette Freibauer

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

## Zusammenfassung

Niederschlagsveränderungen durch den Klimawandel führen zu einem erhöhten Risiko für Erosion und Hochwasser in Deutschland. Aufgrund von guter Bodenbedeckung und einer verbesserten Bodenstruktur hat der ökologische Landbau ein hohes Erosions- und Hochwasserschutzpotenzial, allerdings war die Datenlage bisher unzureichend. Deshalb wurden Daten aus 43 Vergleichsstudien für 7 Parameter qualitativ ausgewertet, und die relativen Unterschiede in Prozent zwischen ökologischen und konventionellen Systemen berechnet. Ergebnisse für bodenstrukturelle Parameter weisen auf eine geringere Erodierbarkeit der ökologisch bewirtschafteten Böden hin. Der Bewirtschaftungsfaktor (C-Faktor) aus der ABAG fiel für die ökologischen Varianten ebenfalls kleiner aus. Dementsprechend war die Infiltration in den ökologischen Systemen höher und der Oberflächenabfluss und Bodenabtrag geringer. Eine Vergleichbarkeitsanalyse der Studien ist nötig.

## Abstract

Changes in precipitation patterns due to climate change mean that the risk of erosion and flooding has increased in Germany. 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 qualitative analysis of literature data extracted from 43 studies was therefore carried out for 7 parameters, and the relative percentage difference between organic and conventional systems calculated for each parameter. 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.

## 1 Einleitung

Der Klimawandel führt zu höheren Risiken in der Landwirtschaft, da Trockenperioden, Starkregen und Sturzfluten häufiger werden. Projektionen zufolge wird sich z. B. in Bayern die Erosivität der Niederschläge bis 2050 verdoppeln (Auerswald et al.). Ohne Gegenmaßnahmen wird sich daher auch der Bodenabtrag verdoppeln. Dem Erosions- und Hochwasserschutz kommt deswegen eine wesentlich wichtigere Rolle als bisher zu. Eine angepasste Landnutzung kann negative Auswirkungen, wie Produktivitätsverluste, vermindern (Auerswald 2002). Laut Stolze et al. (2000) hat der ökologische Landbau ein hohes Erosionsschutzpotenzial aufgrund von diversifizierten Fruchtfolgen mit guter

Bodenbedeckung. Die regelmäßige Zufuhr von Stallmist führt zudem zu einer höheren Bodenstabilität. Höhere Infiltrationsraten im ökologischen Landbau reduzieren das Risiko für Hochwasserereignisse und deren Intensität (Schnug und Haneklaus 2002; El-Hage Scialabba und Müller-Lindenlauf 2010). Allerdings können geringere Erträge zu verminderter Bodenbedeckung führen, was wiederum das Erosionsrisiko erhöht, ebenso wie eine möglicherweise intensivere Bodenbearbeitung (Stolze et al. 2000). Die Datenlage zu Erosion- und Hochwasserschutz durch ökologischen Landbau ist unzureichend.

## 2 Material und Methoden

Eine Literatursuche in den wissenschaftlichen Datenbanken Web of Science und Scopus mit verschiedenen Keywords (z. B. „erosion“, „runoff“) wurde durchgeführt. Es wurden Artikel gesucht, die u.a. folgende Kriterien erfüllen:

- 1) Gemäßigte Klimazone (Kottek et al. 2006);
- 2) Mindestens ein paarweiser Vergleich ökologischer Landwirtschaft mit konventioneller Landwirtschaft unter ähnlichen pedoklimatischen Bedingungen;
- 3) Datenerhebung für Ökolandbau-Systeme mindestens 2 Jahre nach der Umstellung auf ökologische Landwirtschaft.

Daten zu den 7 Indikatoren Gehalt an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ), Aggregatstabilität, Trockenraumdichte, Infiltration, Oberflächenabfluss, Bodenabtrag und der Bewirtschaftungsfaktor (C-Faktor) nach der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) wurden 43 Studien entnommen. 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 Schlagebene oder in Feldversuchen gemessen oder modelliert, oder auf Betriebsebene und regionaler Ebene modelliert.

Für jede Studie und jeden Indikator wurden Vergleichspaare gebildet. Um jedes Vergleichspaar für jeden Indikator unabhängig von Untersuchungsmethodik und Indikatoreinheiten in einer Darstellungsweise gemeinsam auswerten zu können, wurden die relativen Unterschiede zwischen den ökologischen und den konventionellen Varianten mit folgender Gleichung berechnet:

$$x = \left( \frac{x_{ökologisch} * 100}{x_{konventionell}} \right) - 100$$

Als nächster Schritt erfolgte die grafische Darstellung der relativen Unterschiede in Form von Boxplots, und daraus wurde für jeden Indikator der mittlere (Median) Unterschied zwischen den Anbausysteme ermittelt.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse aus den 43 hier ausgewerteten Studien weisen für 6 der 7 Indikatoren positive Effekte des ökologischen Landbaus nach. Im Ökolandbau werden weniger Reihenkulturen, vor allem weniger Mais, angebaut, dafür mehr Klee gras (Auerswald et al. 2003). Demzufolge war der C-Faktor nach der ABAG in den ökologischen Varianten

niedriger, was auf eine bessere Bodenbedeckung und weniger Bodenerosion hindeutet. Der ökologische Landbau hat auch einen positiven Effekt auf Bodeneigenschaften in der obersten Bodenschicht die für den Erosionsschutz wichtig sind – der  $C_{org}$ -Gehalt und die Aggregatstabilität waren beide in den ökologischen Varianten höher. Als Grund für den höheren Anteil an organischer Substanz nennen Stockdale et al. (2001) die Zufuhr von organischem Material im ökologischen Landbau, ob als Gründüngung oder als Wirtschaftsdünger. Die Größe und Stabilität der Aggregate ist höher, wenn der Anteil organischer Substanz im Boden höher ist (Kuhn et al. 2012; Williams et al., 2017). Für die Trockenraumdichte gab es keinen Unterschied zu den konventionellen Varianten. Die Infiltration war in den ökologischen Varianten höher und der Oberflächenabfluss geringer.

Im Indikator Bodenabtrag aggregieren sich die Effekte des Standorts, der Bewirtschaftung und der Landschaftsstruktur. Alle drei Wirkgrößen können durch Systemeffekte des ökologischen Landbaus beeinflusst werden. Im Mittel (Median) war der Bodenabtrag in den ökologischen Varianten geringer. Als Grund für den niedrigeren Bodenabtrag in den ökologischen Varianten wird in vielen der Experimentalstudien ein höherer Bodenbedeckungsgrad durch die Fruchtfolgegestaltung, nämlich mehr Gründüngung, Zwischenfrüchte und Feldfutteranbau sowie weniger Reihenkulturen, genannt (s. z.B. Green et al. 2005; Auerswald et al. 2003). Ohne Bodenbedeckung fanden Kuhn et al. (2012), 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. Für einzelne Fruchtarten können niedrigere Erträge (und dadurch weniger Bodenbedeckung und Wurzelmasse) in den ökologischen Varianten zu höherem Bodenabtrag führen, trotz höherer Unkrautbiomasse (Arnhold et al. 2014). Die Bodenbearbeitung kann auch eine entscheidende Rolle spielen. Rotz et al. (2007) und Green et al. (2005) z. B. nennen mehr Bodenbearbeitung in den ökologischen Varianten als Grund für den höheren berechneten Bodenabtrag in diesen Varianten.

Die Studien und ihre Methoden unterscheiden sich sehr, eine künftige Analyse der Repräsentativität und Vergleichbarkeit der Studien ist daher nötig.

## 4 Danksagung

Dieses Projekt wird von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert.

## 5 Literaturverzeichnis

Arnhold S, Lindner S, Lee B, Martin E, Kettering J, Nguyen TT, Koellner T, Ok YS, Huwe B (2014) Conventional and organic farming: Soil erosion and conservation potential for row crop cultivation. *Geoderma* 219-220: 89–105. doi: 10.1016/j.geoderma.2013.12.023

Auerswald K (2002) Landnutzung und Hochwasser. In: Hagedorn H, Herm D, Deigele C (Ed) *Katastrophe oder Chance? Hochwasser und Ökologie*. Dr. Friedrich Pfeil, München: 67–76

Auerswald K, Fischer FK & Winterrath T Klimawirkung Regenerosivität. In: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Ed) Klimawirkungskarten Bayern. Unveröffentlicht

Auerswald K, Kainz M & Fiener P (2003) Soil erosion potential of organic versus conventional farming evaluated by USLE modelling of cropping statistics for agricultural districts in Bavaria. *Soil Use and Management* 19 (4): 305–311. doi: 10.1079/SUM2003212

El-Hage Scialabba N & Müller-Lindenlauf M (2010) Organic agriculture and climate change. *Renew. Agric. Food Syst.* 25 (2): 158–169. doi: 10.1017/S1742170510000116

Green VS, Cavigelli MA, Dao TH & Flanagan DC (2005) Soil physical properties and aggregate-associated C, N, and P distributions in organic and conventional cropping systems. *Soil Science* 170 (10): 822–831

Kottke M, Grieser J, Beck C, Rudolf B & Rubel F (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Metz* 15 (3): 259–263. doi: 10.1127/0941-2948/2006/0130

Kuhn NJ, Armstrong EK, Ling AC, Connolly KL & Heckrath G (2012) Interrill erosion of carbon and phosphorus from conventionally and organically farmed Devon silt soils. *Catena* 91: 94–103. doi: 10.1016/j.catena.2010.10.002

Rotz CA, Kamphuis GH, Karsten HD & Weaver RD (2007) Organic dairy production systems in Pennsylvania: A case study evaluation. *J Dairy Sci* 90 (8): 3961–3979. doi: 10.3168/jds.2006-527

Schnug E & Haneklaus S (2002) Landwirtschaftliche Produktionstechnik und Infiltration von Böden - Beitrag des ökologischen Landbaus zum vorbeugenden Hochwasserschutz. *Landbauforschung Völkenrode* 52 (4): 197–203

Stockdale EA, Lampkin NH, Hovi M, Keatinge R, Lennartsson E, Macdonald DW, Padel S, Tattersall FH, Wolfe MS & Watson CA (2001) Agronomic and environmental implications of organic farming systems. In: Sparks DL (Ed) *Advances in Agronomy* 70. Academic, London: 261–327

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

Williams DM, Blanco-Canqui H, Francis CA, Galusha TD (2017) Organic farming and soil physical properties: An assessment after 40 years. *Agronomy Journal* 109 (2): 600–609. doi: 10.2134/agronj2016.06.0372

Zitiervorschlag: Levin K, Wiesinger K, Brandhuber R, Freibauer A (2018): Einfluss des ökologischen Landbaus auf Erosions- und Hochwasserrisiko – Eine qualitative Literaturanalyse. In: Wiesinger K, Heuwinkel H (Hrsg.): *Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2018, Tagungsband.* –Schriftenreihe der LfL 5/2018, 141-144