

Impact of farming systems on soil ecological quality: a meta-analysis (Originaltitel)

Meta-Analyse: Positive Auswirkungen der biologisch-dynamischen Landwirtschaft auf die Bodenqualität

Synthese von M. Quantin eines Artikels von Christel et al., veröffentlicht in der Zeitschrift *Environmental Chemistry Letters* im August 2021.

In einer Meta-Analyse, die im August 2021 in der Zeitschrift *Environmental Chemistry Letters* veröffentlicht wurde, fassen Amélie Christel vom AgroParisTech, Pierre-Alain Maron und Lionel Ranjard vom INRAE Dijon die verfügbare wissenschaftliche Literatur über den Zusammenhang zwischen Anbausystemen und ökologischen Eigenschaften des Bodens zusammen. Während die Auswirkungen bestimmter landwirtschaftlicher Praktiken wie Pflügen, Fruchtfolgen, Düngung oder chemische Behandlungen auf die ökologische Qualität der Böden gut bekannt sind, weiss man nur wenig über die Auswirkungen der verschiedenen landwirtschaftlichen Systeme insgesamt.

Vergleich der konventionellen Landwirtschaft mit der biologisch-dynamischen, ökologischen und regenerativen Landwirtschaft

Die Autoren haben daher die Anbausysteme ausgewählt, die derzeit als Alternativen zur konventionellen Landwirtschaft angeboten werden, deren schädliche Auswirkungen auf den Boden bekannt sind. Unter diesen Alternativen sind der ökologische Landbau, die biologisch-dynamische Landwirtschaft und die regenerative Landwirtschaft die Systeme, die derzeit den Anspruch erheben, die Nachhaltigkeit der Agrarökosysteme zu verbessern, und zu denen es ausreichend wissenschaftliche Literatur gibt.

In dieser Studie wählten die Autoren keinen analytischen Ansatz zur Bewertung der Auswirkungen einer bestimmten landwirtschaftlichen Praxis (z.B. des Pflügens) auf die ökologischen Eigenschaften des Bodens. Obwohl diese spezifischen Zusammenhänge in den letzten Jahren umfassend untersucht wurden, lassen sie sich nur schwer auf die Realität der landwirtschaftlichen Felder übertragen, wo sich die Wirkung der einen Massnahme mit einer anderen verbindet und Synergie- oder Ausgleichseffekte erzeugt. Die Arbeit von Rillig und Lehman (2019) zeigt, dass die genaue Untersuchung aller möglichen Kombinationen von Massnahmen, die sich auf die Bodenqualität auswirken, mehr als 100 000 Kriterienvergleiche erfordern würde, ohne dass dabei bodenklimatische Unterschiede berücksichtigt werden. Daher erscheint es sinnvoller, die Auswirkungen der am weitesten verbreiteten Anbausysteme, nämlich der konventionellen, der ökologischen, der biologisch-dynamischen und der regenerativen Landwirtschaft zu bewerten, da diese vier Systeme durch eine Reihe genau definierter Praktiken definiert sind.

Wie lassen sich die ökologischen Qualitäten von Böden bewerten?

Der Boden ist ein echtes Ökosystem, das eine grosse Artenvielfalt beherbergt. Ein Hektar Boden kann bis zu 15 Tonnen lebende Organismen enthalten, das



Insgesamt sind 43 Prozent der biologischen Bodenindikatoren in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft besser als im biologischen Landbau. Bild: M. Quantin

sind 1,5 kg Leben pro Quadratmeter. Diese grossen und kleinen Organismen sind an der Funktion des Bodens beteiligt und beeinflussen seine physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften.

Zur Bewertung der Bodenqualität werden in der Regel verschiedene Parameter untersucht. Erstens verändert die Makrofauna (Regenwürmer, Ameisen, Spinnen usw.) den Boden in physikalischer Hinsicht, indem sie organische Stoffe umwandelt und wiederverwertet. Ihre Aktivität trägt dazu bei, die Porosität und strukturelle Stabilität des Bodens zu erhalten. Diese Organismen wirken in Verbindung mit der Mesofauna (z. B. Arthropoden) und der Mikrofauna, die die chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens regulieren. Schliesslich spielen Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) eine entscheidende Rolle bei der Regulierung des Bodenlebens. Sie sind an der Wiederverwertung von Elementen beteiligt und beeinflussen die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzen, während sie die Gesundheit des Bodens regulieren. All diese biologischen Funktionen bestimmen letztlich die agronomischen Eigenschaften des Bodens.

Gegenwärtig konzentrieren sich die Forschungsanstrengungen insbesondere auf die Bewertung der Mikrobiomengemeinschaften im Boden. Vorläufige Ergebnisse aus laufenden Arbeiten zeigen, dass diese Parameter sehr empfindlich auf das Produktionssystem reagieren und dass Bakterien und Pilze in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft im Vergleich zur konventionellen und biologischen Landwirtschaft um 80 bis 150 Prozent stärker interagieren.

Einhundert berücksichtigte Veröffentlichungen

In dieser Meta-Analyse identifizierten die Autoren alle verfügbaren Studien mit den Stichworten «Boden + *Bio* oder *Vielfalt oder Ökologie» in Kombination mit den vier betrachteten Anbausystemen (konventionelle, regenerative, biologische und biodynamische Landwirtschaft). Eine erste Gruppe von 423 Veröffentlichungen wurde analysiert, um diejenigen Studien auszuwählen, die einen Systemansatz verfolgten, d. h. das landwirtschaftliche System als Ganzes betrachteten. Daher wurden alle Studien, die nur einen Teil des Systems berücksichtigten, ausgeschlossen. Als Ergebnis wurden etwa 100 Veröffentlichungen ausgewählt.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass konventionelle, ökologische und biologisch-dynamische Systeme am besten untersucht sind, während die regenerative Landwirtschaft bisher kaum dokumentiert ist.

Bio und biodynamisch vs konventionell

Die biologischen Indikatoren des Bodens sind in der biologischen und biodynamischen Landwirtschaft um etwa 70 Prozent besser als in der konventionellen Landwirtschaft. Diese Ergebnisse sind jedoch nicht für alle untersuchten Parameter einheitlich, insbesondere für Regenwürmer und Arthropoden. Der Vergleich zwischen biologischem und konventionellem Landbau zeigt, dass der biologische Landbau die ökologischen Eigenschaften des Bodens deutlich verbessert. Am aussagekräftigsten sind die Ergebnisse für die Abundanz, die Vielfalt und die Funktionen der Mikroorganismen.

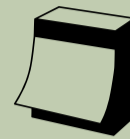
Zu ähnlichen Ergebnissen kommt man, wenn man die biologisch-dynamische Landwirtschaft mit dem konventionellen System vergleicht.

Biologisch vs biodynamisch

Insgesamt sind 43 Prozent der biologischen Bodenindikatoren in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft besser als im biologischen Landbau. Bei den mikrobiologischen Parametern zeichnet sich ein allgemeiner Trend ab: Die Häufigkeit der Mikroorganismen nimmt in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft im Durchschnitt um 71 Prozent gegenüber dem biologischen Landbau zu, und die Aktivität von Bakterien und Pilzen wird um 54 Prozent angeregt. Was die Bodenfauna betrifft, so zeigen 86 Prozent der Ergebnisse keinen Unterschied zwischen den beiden Produktionssystemen, aber die verfügbaren Daten sind zu begrenzt, um Schlussfolgerungen für jeden einzelnen Parameter zu ziehen.

Es ist auch anzumerken, dass einige Arbeiten zwar eine Verbesserung der ökologischen Eigenschaften des Bodens in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft im Vergleich zur ökologischen Landwirtschaft zeigen, aber 52 Prozent der Messungen an allen Organismen keinen Unterschied zwischen den beiden Systemen ergeben. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Synthese der Arbeiten auf der Ebene des Anbausystems zeigt, dass die biologisch-dynamische Landwirtschaft im Hinblick auf die ökologischen Eigen-

Bioagenda



Covid-19: Aufgrund der besonderen Lage können Veranstaltungen nur bedingt durchgeführt werden. Bitte informieren Sie sich kurz vor dem Veranstaltungstermin direkt bei den Organisatoren über die Durchführung und Rahmenbedingungen der einzelnen Anlässe.

1 Kurs: Kälberaufzucht auf dem Geburtsbetrieb; Weidemast und Ausmast

Vormittag in Benken SG: Was bei der Aufzucht von Kälbern für die eigene Remontierung zu beachten ist – Milchmenge, Wasser, Fütterung, Mineralstoffversorgung ... Nachmittag in Schönenberg ZH: Weidemast und Ausmast, mit Übungen: Metzgergriffe und CH-Taxierungen. Besuch eines Halbtages möglich.

Wann: Mittwoch, 17. November 2021. **Wo:** Benken SG und Schönenberg ZH

Auskunft, Kursleitung: Franz Josef Steiner, FiBL

Anmeldung: FiBL Kurssekretariat, oder mit QR-Code



2 Delegiertenversammlung Bio Suisse 2021

Herbst/Winter

Wann: Mittwoch, 17. November 2021. **Wo:** Stadtheater, Olten

Weitere Informationen: <https://www.bio-suisse.ch/de/verband/agenda.php>

3 Workshop Zuckerrüben

Austausch und Fachreferate zu aktuellen Themen im Biozuckerrübenanbau, Führung durch die Zuckerfabrik Frauenfeld.

Wann: Mittwoch, 24. November 2021. **Wo:** Zuckerfabrik Frauenfeld TG

Auskunft, Kursleitung: Hansueli Dierauer, FiBL, David Vetterli, FiBL

Anmeldung: FiBL Kurssekretariat, kurse@fibl.org

4 Bio-Kartoffelbautagung 2021

Nach einem schwierigen Kartoffeljahr 2021 treffen wir uns, um einen Rückblick und vor allem einen Ausblick auf die neue Saison zu machen. Als Einstieg setzen wir uns mit dem Schweizer Biokartoffelmarkt auseinander. In Fachreferaten werden innovative Verfahren wie Mulchkartoffeln, neue Ansätze in der Krautregulierung oder Lösungen gegen die Nitratwaschung vorgestellt. Aktuell sehr wichtige Themen sind die Regulierung des Kartoffelkäfers und der Umgang mit der Kraut- und Knollenfäule. Nutzen Sie die Gelegenheit zum Austausch unter Kolleginnen und Kollegen sowie mit der Beratung und Forschung!

Wann: Montag, 29. November 2021, 09.00–16.30 Uhr

Wo: Forum AgroVet-Strickhof, Eschikon 21, 8315 Lindau ZH

Anmeldung: FiBL Kurssekretariat, oder mit QR-Code



schaften des Bodens vorteilhafter ist als der ökologische Landbau. Dieser Unterschied muss jedoch durch die grosse Menge an Daten relativiert werden, die in beiden Produktionssystemen ähnlich sind.

Regenerative Landwirtschaft

Die regenerative Landwirtschaft schneidet bei 57 Prozent der Indikatoren besser ab als die konventionelle Landwirtschaft.

Schlussfolgerung

Diese Meta-Analyse ermöglicht es, die Produktionssysteme nach ihren positiven Auswirkungen auf die Erhaltung oder sogar Verbesserung der ökologischen Eigenschaften der Böden zu klassifizieren: Biologisch-dynamische Landwirtschaft > ökologische Landwirtschaft > regenerative Landwirtschaft > konventionelle Landwirtschaft.

Die biologisch-dynamische Landwirtschaft scheint die besten Auswirkungen auf die ökologischen Qualitäten des Bodens zu haben. 70 Prozent der biologischen Indikatoren, die in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft gemessen werden, sind höher als in der konventionellen Landwirtschaft, und 52 Prozent der mikrobiologischen Indikatoren sind höher als in der biologischen Landwirtschaft. Der biologische Landbau steht an zweiter Stelle und ist bei 69 Prozent der biologischen Parameter dem konventionellen Landbau

überlegen. Die regenerative Landwirtschaft würde an dritter Stelle stehen, mit 57 Prozent der positiven Parameter im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft, wobei die Homogenität aufgrund der geringen Anzahl von Veröffentlichungen zur konservierenden Landwirtschaft nicht gegeben ist.

Wie lassen sich diese Unterschiede erklären? Einige Praktiken wie die organische Düngung und längere Fruchtfolgen gelten als vorteilhafter, während Pestizide und Bodenbearbeitung am schädlichsten sind. Was spezifischere Praktiken wie die Verwendung biodynamischer Präparate (500, 501, Kompostpräparate) angeht, so gibt es bisher keinen Konsens über ihre potenziellen positiven Auswirkungen auf die Bodenqualität, da es an Studien zu diesem Thema mangelt. Die Daten über die biodynamische Landwirtschaft müssen verbessert werden. Bestimmte Praktiken wie vereinfachte Bodenbearbeitung und organische Düngung könnten die insgesamt positiven Auswirkungen der biologisch-dynamischen Landwirtschaft auf die Bodenqualität erklären. Die Auswirkungen spezifischerer Praktiken wie die Verwendung biodynamischer Präparate, die fachliche Kompetenz der Landwirte oder der Einfluss des Ausbringungszeitpunkts müssen noch geklärt werden.

Dank an die drei Mitautoren Amélie Christel, Pierre-Alain Maron und Lionel Ranjard für die Durchsicht des Artikels.

■ Viktor Schlup