

# Deutlich mehr Humus in der Bodenoberschicht

Langzeitversuche sind ideal, um die langfristigen Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungssysteme auf den Boden zu erfassen. **Meike Grosse** und ihre Kolleg\*innen haben die ersten Jahre eines solchen Versuchs zur reduzierten Bodenbearbeitung auf einer Biofläche ausgewertet.

Die Forschung an der Frage, wie eine reduzierte Bodenbearbeitung (RB) in den Ökolandbau integriert werden kann, begann vor einigen Jahrzehnten (Mäder und Berner, 2012). Die Vorteile der RB sind hinreichend belegt. Sie liegen vor allem in einer Anreicherung von Kohlenstoff (C) im Oberboden und damit einhergehend einer verbesserten Struktur sowie einem aktiveren Bodenleben (etwa Krauss et al., 2022). Energieverbrauch und Arbeitszeit können bei der RB im Vergleich zum Pflügen potenziell minimiert werden, wenn nicht mehr Überfahrten erfolgen (Peigné et al., 2007). Im Ökolandbau kann es bei RB durch eine im Frühjahr verzögerte oder verringerte Stickstoffmineralisation oder auch durch höheres Beikrautaufkommen im Vergleich zum herkömmlichen Pflügen zu Ertragseinbußen kommen (Peigné et al., 2007). Bei den im Schnitt rund zehn Prozent niedrigeren Erträgen (Cooper et al., 2016) ist es eine interessante Frage, welches das für Landwirt\*innen rentabelste System ist, wenn neben dem Ertrag auch Kosten für Arbeitszeit, Treibstoff und Maschinen in einer Gesamtrechnung berücksichtigt werden. Des Weiteren erlauben es die Bewirtschaftungsdaten, kombiniert mit den Veränderungen des Kohlenstoffgehalts im Boden, die Treibhausgas (THG)-Emissionen abzuschätzen.

## Der Langzeitversuch in Aesch

Auf dem Biohof Schlaththof in Aesch im Schweizer Kanton Basel-Landschaft wurde 2010 ein Feldversuch angelegt. Der Bodentyp ist ein Luvisol mit 20 Prozent Ton und 76 Prozent Schluff. Bei der Bodenbearbeitung handelt es sich um jährliches Pflügen (PF) auf maximal 20 Zentimetern (cm) versus RB mit dem Grubber bis maximal 10 cm Tiefe und gelegent-

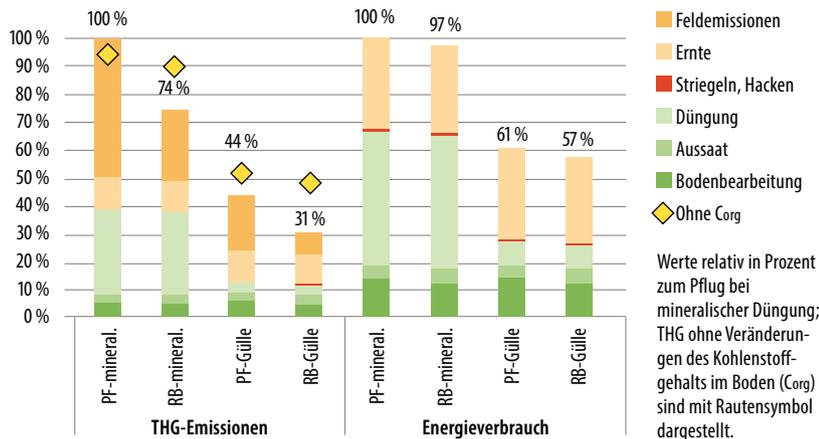
lichem Einsatz eines Schälplugs für den Klee grasumbruch. Der Faktor Düngung umfasst Gülle- oder Mineraldüngung auf einem Niveau von 120 Kilogramm (kg) Gesamtstickstoff (N<sub>g</sub>) pro Hektar. Die mineralische Düngung wurde als Referenz integriert. Die Variante bietet außerdem die Möglichkeit, die Weiterentwicklung des konventionellen Anbaus hin zu einem pestizidfreien Anbau mit Mineraldüngern abzuschätzen. Somit lässt dieser Langzeitversuch einen direkten Vergleich zwischen Ökolandbau und einem pestizidfreien konventionellen Anbau zu. Die Fruchtfolge umfasst Silomais – Ackerbohnen – Winterweizen – zwei Jahre Klee gras. Der organische Bodenkohlenstoffgehalt (C<sub>org</sub>) und die mikrobielle Biomasse im Boden (C<sub>mik</sub> und N<sub>mik</sub>) wurden alle drei Jahre und die Ernteerträge jährlich gemessen. Es wurde eine Ökobilanzierung mit der Methode Impact World+ durchgeführt, um die THG-Emissionen und den Energieverbrauch der Varianten zu vergleichen. Mittels Deckungsbeitragsrechnung wurde die Wirtschaftlichkeit der Varianten ermittelt.

## Die Ergebnisse des Vergleichs

Der durchschnittliche Ertrag über zwei Fruchtfolgen war bei RB im Vergleich zu PF um etwa fünf Prozent geringer. Die Spanne reichte von minus 14 Prozent bei Klee gras im Jahr 2014 bis plus fünf Prozent bei Ackerbohnen im Jahr 2016. Es gab keine signifikante Wechselwirkung zwischen Bodenbearbeitung und Art der Düngung. Nach neun Versuchsjahren war der Vorrat an C<sub>org</sub> bei RB in der Schicht von 0 bis 20 cm um rund vier Tonnen pro Hektar höher als bei PF. Die Düngung hatte einen signifikanten Einfluss auf den C<sub>org</sub>-Gehalt in den beiden Bodenschichten mit dem höheren C<sub>org</sub>-

### Abbildung: Vergleich Pflugbearbeitung und reduzierte Bodenbearbeitung

Vergleich von Pflugbearbeitung (PF) und reduzierter Bodenbearbeitung (RB) in Kombination mit mineralischer und Gülledüngung hinsichtlich der Treibhausgas (THG)-Emissionen und des Energieverbrauchs anhand von zwei Fruchtfolgeperioden im Langzeitversuch Aesch (BL, Schweiz)



RB erzielte bei Gülledüngung einen neun Prozent niedrigeren Deckungsbeitrag als Pflügen. Dies ist auf den geringeren Ertrag und damit auf geringere Einnahmen zurückzuführen. Bezieht man jedoch die in der Schweiz existierenden Subventionen für die bodenschonende Bearbeitung mit ein, so weist sie einen höheren Deckungsbeitrag auf als Pflügen. Alle Varianten mit Mineraldüngung wiesen ohne Subventionen einen leicht negativen Deckungsbeitrag auf, da für diese kein Bioaufpreis verrechnet wurde.

## Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei RB an diesem Standort die Ertragsverluste im Vergleich zum Pflügen gering

sind und durch die RB mehr Kohlenstoff in der obersten Bodenschicht gespeichert wird. Dies sagt jedoch nichts über die Kohlenstoffspeicherung im gesamten Bodenprofil, die je nach Standort bei RB höher oder auch geringer ausfallen kann als beim Pflügen. Die Umschichtung zu mehr Kohlenstoff in der obersten Bodenschicht im Vergleich zum Pflügen bietet ein gewisses Potenzial zur Abmilderung von Auswirkungen des Klimawandels wie Extremereignissen und Trockenheit. Das Potenzial zur Einsparung fossiler Treibstoffe bei RB im Vergleich zu PF war in diesem Versuch eher gering. Die Art der Düngung spielte aufgrund höherer Lachgasemissionen bei Mineraldüngung im Vergleich zu organischer Düngung und der energieintensiven Herstellung von Mineraldüngern hinsichtlich THG-Emissionen und Energieverbrauch eine wesentlich größere Rolle als die Art der Bodenbearbeitung. Dies sollte in der Diskussion um pestizidfreie konventionelle Anbausysteme berücksichtigt werden. □

Gehalt bei Gülle. Die mikrobielle Biomasse nahm in RB im Vergleich zu PF in der Schicht 0 bis 10 cm signifikant zu und in der Schicht 10 bis 20 cm ab, aber bis 2019 nicht signifikant. Die Ökobilanzierung zeigte, dass die THG-Emissionen der beiden Fruchtfolgen durch RB bei mineralischer Düngung um 26 Prozent und bei Gülledüngung um 13 Prozent geringer waren als bei PF (siehe Abbildung), was hauptsächlich auf die höhere Speicherung von Kohlenstoff im Boden zurückzuführen war. Die höhere Speicherung von C<sub>org</sub> im Oberboden lässt aber keinen Schluss darüber zu, was im gesamten Bodenprofil gespeichert wird. Dies kann je nach Standort unterschiedlich sein (Krauss et al., 2022). Zudem ist die Zunahme an C<sub>org</sub> endlich, da der Humusgehalt bei einer Umstellung der Bewirtschaftung nach einer gewissen Zeit in ein neues Gleichgewicht kommt. Die Rautensymbole in der Abbildung kennzeichnen den Einfluss auf das Klima, wenn die Kohlenstoffspeicherung im Boden nicht berücksichtigt wird. Die Unterschiede von mineralischer zu organischer Düngung hinsichtlich der THG-Emissionen betragen 56 Prozent bei PF und 43 Prozent bei RB (unter Berücksichtigung von C<sub>org</sub>). Dies ist nicht nur auf die energieintensive Herstellung von Mineraldüngern zurückzuführen, sondern auch auf höhere N<sub>2</sub>O-Emissionen bei Mineraldüngung. Laut dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019) werden die N<sub>2</sub>O-Emissionen bei feuchtem Klima mit einem Emissionsfaktor multipliziert, der für Mineraldüngung höher ist als für Gülledüngung. Der Energieverbrauch wurde durch die Einsparung von Treibstoff trotz etwas häufigerer Überfahrten bei RB im Vergleich zu PF leicht (drei bis vier Prozent) verringert. Aber auch hier bestand ein weit größerer Einfluss bei der Düngerart (rund 40 Prozent geringerer Energieverbrauch bei Gülle- im Vergleich zu Mineraldüngung, siehe Abbildung).

Der Energieverbrauch wurde durch die Einsparung von Treibstoff trotz etwas häufigerer Überfahrten bei RB im Vergleich zu PF leicht (drei bis vier Prozent) verringert. Aber auch hier bestand ein weit größerer Einfluss bei der Düngerart (rund 40 Prozent geringerer Energieverbrauch bei Gülle- im Vergleich zu Mineraldüngung, siehe Abbildung).

- ▷ Liste der zitierten Literatur: [oekologie-landbau.de/materialien](https://oekologie-landbau.de/materialien)
- ▷ Der Artikel entstand unter Beteiligung von Mareike Weiner, Michael Thompson, Alfred Berner, Röbi Frei, Monika Messmer, Frédéric Perrochet, Paul Mäder, Maïke Krauss, alle Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz.



**Meike Grosse**, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz, [meike.grosse@fibl.org](mailto:meike.grosse@fibl.org)