

# Humusschutz durch Ökolandbau

*Der Mensch bewirtschaftet den Boden zur Nahrungsproduktion seit rund 12 000 Jahren – seit der industriellen Revolution und der raschen Zunahme der Weltbevölkerung zudem immer intensiver. Dass der Boden, insbesondere seine organische Substanz, dadurch Schaden nimmt, ist bekannt. Bieten die Methoden des Ökolandbaus eine Lösung des Problems?*

Von Markus Steffens, Maike Krauss und Paul Mäder

**B**öden sind ein zentraler Bestandteil unseres Lebensraums. Sie filtern das Wasser, regulieren das Klima und sind die Grundlage unserer Nahrungsproduktion. Sie bestehen zum größten Teil aus dem mineralischen Ausgangsgestein, das zu Sand, Schluff und Tonteilchen zerkleinert und verwittert wurde, den mit Luft und Wasser gefüllten Poren und zu einem kleinen Teil aus organischer Bodensubstanz, dem Humus. Insbesondere diese organische Bodensubstanz ist zusammen mit der lebenden Biomasse, den Mikroorganismen und den Bodentierchen, der Garant für unsere Nahrungsproduktion. Die organische Bodensubstanz enthält zahlreiche Nährstoffe, die von der lebenden Biomasse aufgeschlossen und den Pflanzen zur Verfügung gestellt werden.

gatonnen Kohlenstoff verloren<sup>1</sup> (Sanderman et al., 2017). Neben den Nährstoffen geht den Böden aber auch die Kistsubstanz ihrer Struktur verloren. Die organische Bodensubstanz spielt eine zentrale Rolle in der Aggregation der mineralischen Bodenbestandteile. Wenn die organische Substanz schwindet, zerfallen die zuvor stabilen Bodenaggregate wieder in ihre mineralischen Bestandteile Sand, Schluff und Ton. Dadurch verliert der Boden auch einen großen Anteil seines Wasserspeichervermögens, da die organische Bodensubstanz entscheidend dazu beiträgt. Außerdem wird der Boden durch seine schlechtere Struktur anfälliger für Wind- und Wassererosion. Der fruchtbare Boden wird einfach vom Winde verweht. Man geht davon aus, dass jedes Jahr weltweit bis zu 10 000 Quadratkilometer (entspricht knapp der Metropolregion Rheinland) fruchtbares Land verloren gehen.

## Intensive Landwirtschaft auf Kosten der Böden

Im Gegensatz zu Wasser und Luft besitzt der Boden leider keine starke Lobby. Im Gegenteil: Die Böden werden weltweit seit circa 12 000 Jahren durch den Menschen genutzt, mit steigender Intensität. In den meisten Fällen wird dabei die natürliche Vegetation entfernt und eine noch intensivere Nutzung der Böden eingeleitet. Die Steigerung der Intensität geht meist auf Kosten der organischen Bodensubstanz. Durch Entfernung der schützenden Pflanzendecke und intensive Bodenbearbeitung sowie den Entzug an Nährstoffen verliert der Boden die organische Bodensubstanz. In diesen 12 000 Jahren menschlicher Nutzung haben unsere Böden insgesamt 135 Gi-

## Ökolandbau und organische Bodensubstanz

In den letzten 20 Jahren ist ein vermehrtes Bewusstsein für den Schutz des Bodens entstanden. Viele Bodennutzer\*innen versuchen, die organische Bodensubstanz zu pflegen und zu mehr. Sowohl in der professionellen Landwirtschaft wie im privaten Garten versuchen Bodenfreund\*innen, die Bodenqualität zu steigern. Im biologischen Landbau ist das Verständnis um die Wichtigkeit der organischen Bodensubstanz und der Böden im Allgemeinen noch mehr verbreitet. Mit komplexen Fruchtfolgen, Kleeegrasanbau, Zwischenfrüchten, Untersaaten und or-

Zwei Kollegen vom FiBL und vom Thünen Institut entnehmen Bohrkerne für die Bestimmung der Kohlenstoffvorräte.

ganischen Düngern als Wirtschaftsdünger (Hofdünger wie Mist und Gülle) oder Recyclingdüngern wie Grüngutkompost versuchen Bodennutzer\*innen landauf und landab, den Gehalt an organischer Bodensubstanz zu erhalten beziehungsweise zu steigern. Der Biolandbau leistet diesbezüglich bereits sehr viel. So zeigen beispielsweise Analysen von 2000 Bodenproben aus der 40-jährigen Laufzeit des DOK-Versuchs bei Basel<sup>2</sup>, dem weltweit bisher längsten Vergleichsversuch zwischen biologischen und konventionellen Anbausystemen, dass der Gehalt an organischer Substanz bei biologisch-dynamischem Anbau mit Kompostanwendung leicht um 110 Kilogramm Kohlenstoff pro Hektar und Jahr steigt, der Gehalt an organischer Bodensubstanz im konventionellen Anbau mit rein mineralischer Düngung hingegen deutlich abnimmt. In einer umfassenden Literaturstudie konnte gezeigt werden, dass biologisch bewirtschaftete Böden weltweit sogar zwischen 170 und 450 Kilogramm mehr Kohlenstoff pro Hektar und Jahr in der organischen Bodensubstanz speichern als konventionell bewirtschaftete Böden. Der Unterschied resultiert vor allem aus dem mehrjährigen Anbau von Klee gras und der organischen Düngung (Gattinger et al., 2012). Ein höherer Gehalt an organischer Substanz im Boden erhöht die Wasserinfiltration und Speicherkapazität des Bodens sowie die Stabilität der Bodenaggregate, was auch der Erosion von Böden vorbeugt. Außerdem verbessert der dynamische Teil der organischen Substanz über biologische Mechanismen die Pflanzengesundheit.

## Weniger Bodenbearbeitung – mehr Humus

Im 20-jährigen Bodenbearbeitungsversuch des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) im aargauischen Frick auf tonigem Boden erhöhte die reduzierte Bodenbearbeitung in Kombination mit biologischer Bewirtschaftung den Gehalt an organischer Substanz um 600 Kilogramm Kohlenstoff pro Hektar und Jahr, tiefere Bodenschichten eingerechnet (Krauss et al., 2017). In einer großen Studie wurden in neun europäischen Langzeitversuchen die Effekte der reduzierten Bodenbearbeitung (circa zehn Zentimeter tief, meist mit Grubber) mit dem Pflug (circa 20 Zentimeter) unter biologischer Bewirtschaftung verglichen (Krauss et al., 2022). Dazu wurden insbesondere die Vorräte an organischer Substanz wissenschaftlich exakt bis zu einem Meter Tiefe bestimmt. Die Versuche waren zum Zeitpunkt der Probenahme acht bis 20 Jahre alt und zeig-

1 Die organische Bodensubstanz besteht zu etwa 50 Prozent aus Kohlenstoff.

2 Im DOK-Versuch werden seit 1978 biologisch-dynamische (D), organische (O) und konventionelle (K, integrierte) Anbausysteme miteinander verglichen. Der Versuch ist weltweit einmalig, die Ergebnisse aus Boden- und Pflanzenproben dienen für eine Vielzahl von nationalen und internationalen Projekten als Referenz. Die Entwicklung der Kohlenstoffgehalte im Boden und die sich im Boden abspielenden bio-geochemischen Prozesse sind insbesondere unter dem Aspekt des Klimawandels von großer Bedeutung.



ten höhere Vorräte an organischer Substanz in der obersten Bodenschicht unter reduzierter Bodenbearbeitung. In den Bodenschichten darunter kam es jedoch meist zu einer Abnahme, was auf eine Umverteilung im Boden hindeutet. Über das ganze Bodenprofil hinweg summiert, zeigte rund die Hälfte der Standorte einen Zuwachs an organischer Substanz durch die reduzierte Bodenbearbeitung, obwohl im Schnitt acht Prozent weniger Ertrag (oberirdische Biomasse) produziert wurde. Die Versuchsdauer und der Bodentyp spielten dabei keine Rolle, eventuell aber der größere Beikrautbesatz im Vergleich zur Pflugvariante. Im Schnitt aller Standorte konnte in den oberen 50 Zentimetern Bodentiefe ein Zuwachs an organischer Bodensubstanz von 90 Kilogramm Kohlenstoff pro Hektar und Jahr nachgewiesen werden. Je nach Standort variiert die Veränderung des Vorrats an organischer Bodensubstanz in null bis 50 Zentimetern Tiefe jedoch zwischen -360 und 600 Kilogramm Kohlenstoff pro Hektar und Jahr. Die reduzierte Bodenbearbeitung kann im Ökolandbau daher gut zur Steigerung der Bodenqualität beitragen, die beim Ökolandbau in der Regel ohnehin schon erhöht ist. An manchen Standorten besteht darüber hinaus das Potenzial zu einer Kohlenstoffspeicherung, wenn vollständig auf den Pflug verzichtet wird.

## Speicherung von Kohlenstoff

In den letzten Jahren gibt es auch vermehrt politische und privatwirtschaftliche Initiativen, die die Speicherung von organischer Bodensubstanz zusätzlich zum Klimaschutz ▷



Jetzt neu: 100% Öko

## Nachhaltig mehr ernten mit TerraLife® Organic

Schützen und stärken Sie Ihren Boden mit TerraLife® Organic. Die artenreichen Begrünungssysteme liefern mehr Nährstoffe als Reinsaaten oder Einfachmischungen und sorgen für qualitativ hochwertigere Erträge.

- Förderung des Bodenlebens
- Verstärkter Humusaufbau
- Mehr Nährstoffe für die Nachfrucht

Ihre DSV Beratung vor Ort ist gerne für Sie da:

0800 111 2960  
kostenfreie  
Servicenummer



Innovation für  
Ihr Wachstum

www.dsv-saaten.de

nutzen möchten. Pflanzen nehmen CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf und bauen damit ihre Biomasse auf. Sowohl die Wurzelausscheidungen als auch ihre Biomasse werden nach dem Absterben zu einem gewissen Anteil in organische Bodensubstanz umgewandelt. Der Kohlenstoff wird somit der Atmosphäre entzogen und im Boden als organische Bodensubstanz gespeichert. In allen diesen Zusammenhängen ist es aber wichtig zu bedenken, dass Böden nur ein begrenztes Potenzial zur Speicherung von Kohlenstoff haben. Wird der Boden über dieses Potenzial hinaus mit organischer Substanz angereichert, ist dieser zusätzliche Kohlenstoff labil und kann bei einer Bewirtschaftungsänderung schnell wieder abgebaut und als CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre veratmet werden (Leifeld et al., 2019). Um den Aufbau der organischen Bodensubstanz zu fördern, scheinen Pflanzenkohle und Agroforst Erfolg versprechende Maßnahmen zu sein.

## Problem Klimawandel

Durch den Klimawandel und insbesondere die steigenden Temperaturen wird dieses sensible Gleichgewicht zwischen Speicherung und Verlust zusätzlich belastet. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass die Böden in Mitteleuropa nur durch die steigenden Temperaturen große Teile ihrer organischen Bodensubstanz verlieren werden. Die Autoren haben dabei die Entwicklung des Gehalts an organischer Bodensubstanz bis ins Jahr 2100 modelliert und aufsummiert und Verluste bis zu 20 Tonnen pro Hektar errechnet. Daher müssen wir davon ausgehen, dass wir in den nächsten 75 Jahren die Einträge an organischem Material deutlich steigern müssen, um nur den aktuellen Stand des Gehalts an organischer Bodensubstanz unserer Böden und damit unsere Ernährungssicherheit aufrechterhalten zu können. Die Autoren gehen davon aus, dass die Einträge an organischem Kohlenstoff (Ernterückstände, Gründüngungen, Wirtschaftsdünger) dafür um

29 bis 93 Prozent gesteigert werden müssen (Riggers et al., 2022; Wiesmeier et al., 2016). Diese Problematik wird sowohl den konventionellen wie auch den biologischen Landbau betreffen und uns in Zukunft vor große Probleme stellen. Zudem ist zu bedenken, dass die organische Bodensubstanz nicht nur aus Kohlenstoff besteht, sondern auch Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor enthält. Wird die organische Substanz im Boden langfristig gespeichert, werden auch diese Nährstoffe entsprechend der Pflanzenernährung entzogen. Andererseits wird Stickstoff in der organischen Bodensubstanz eingebunden und damit vor Auswaschung geschützt, solange der Boden nicht intensiv bearbeitet wird.

Die organische Bodensubstanz ist also ein dynamisches Element unserer Umwelt, das von zentraler Bedeutung für unsere Existenz ist. Nur die nachhaltige Nutzung dieser Ressource kann unsere Umwelt erhalten, das Klima stabilisieren und unsere Ernährung sicherstellen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass die organische Bodensubstanz weder nur ein großer Kohlenstoffspeicher noch eine günstige Nährstoffquelle ist. Die aktuell diskutierten Ansätze zur langfristigen Kohlenstoffspeicherung wie etwa im Carbon Farming, das den Schwerpunkt der landwirtschaftlichen Maßnahmen rein auf die Anreicherung von Kohlenstoff im Boden legt, und der Handel mit Kohlenstoffzertifikaten müssen daher kritisch betrachtet und sinnvoll weiterentwickelt werden. □

▷ Liste der zitierten Literatur unter [t1p.de/oel202-steffens-lit](https://t1p.de/oel202-steffens-lit)

**Markus Steffens**, markus.steffens@fibl.org,  
**Maïke Krauss**, maïke.krauss@fibl.org,  
**Paul Mäder**, Leitung, paul.maeder@fibl.org,  
alle Departement für Bodenwissenschaften,  
Forschungsinstitut für biologischen  
Landbau (FiBL), Schweiz