

## Bodenfruchtbarkeit und Humusbewirtschaftung

Originaltext aus:

Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen (GRUD). Modul 2, Bodeneigenschaften und Bodenanalysen,.....

### 1.1 Der Begriff Bodenfruchtbarkeit

Die Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit ist ein wichtiges Ziel der Düngung. Deshalb wird in diesem Kapitel der Zusammenhang zwischen Düngung und Bodenfruchtbarkeit erläutert und speziell die Humusbewirtschaftung behandelt. Grundlage für die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit bildet die Definition in der schweizerischen Gesetzgebung (VBBo 1998). Boden gilt als fruchtbar, wenn:

- er eine für seinen Standort typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft und typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist
- natürliche und vom Menschen beeinflusste Pflanzen und Pflanzengesellschaften ungestört wachsen und sich entwickeln können und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden
- die pflanzlichen Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und die Gesundheit von Menschen und Tieren nicht gefährden
- Menschen und Tiere, die ihn direkt aufnehmen, nicht gefährdet werden

Die Definition ist weit gefasst und bezieht sich deshalb nicht nur auf bewirtschaftete Böden, sondern auch auf Böden natürlicher Biotope.

Für die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit werden in der Regel die verschiedenen Bodenfunktionen beurteilt. Kurz gesagt: Ein Boden gilt dann als fruchtbar, wenn er seine Funktionen den Standortverhältnissen entsprechend erfüllt.

### 1.2 Bodenfunktionen und Bodeneigenschaften

Im Bodenkonzept für die Landwirtschaft in der Schweiz (Candinas *et al.* 2002), das die notwendigen Grundlagen für die Beurteilung der nachhaltigen Bodennutzung vorstellt, werden sowohl die Funktionen als auch die Eigenschaften von Böden beschrieben. Mit Ausnahme der Landschaftsvielfalt und des Baugrundes sind Bodenfunktionen (Wasserspeicher, Wärmespeicher, Stoffspeicher, Filterwirkung, CO<sub>2</sub>-Senke etc.) an eine oder mehrere physikalische, chemische bzw. biologische Bodeneigenschaften gekoppelt. Veränderungen einer einzelnen Bodeneigenschaft können einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Bodenfunktionen haben und sich unterschiedlich stark auswirken. Aus diesem Grund ist die Kenntnis der Beziehungen zwischen den Eigenschaften und den Funktionen eines Bodens eine unabdingbare Voraussetzung für alle Arbeiten zur Erhaltung bzw. Verbesserung der Bodenqualität.

Die im Zusammenhang mit der Düngung wichtigen Bodenfunktionen Stoffumsatz und -abbau sowie Biomasseproduktion Pflanzen werden von den meisten Bodeneigenschaften beeinflusst.

Neben den physikalischen Bodeneigenschaften Gefügebau und Gefügestabilität beeinflusst die Menge und Qualität des organisch gebundenen Kohlenstoffs im Boden (vereinfacht: Humusgehalt) die meisten Bodenfunktionen. Während die physikalischen Bodeneigenschaften lediglich indirekt durch Düngungsmassnahmen verändert werden können, lässt sich der Humusgehalt durch Düngung auf vielfältige Weise und teilweise sehr direkt beeinflussen. Der organische Kohlenstoff im Boden beeinflusst nicht nur die Speicherfähigkeit für Nährstoffe und den Stoffumsatz, sondern stellt selbst einen Pool an Nährstoffen - insbesondere Stickstoff - dar, der durch Mineralisierung pflanzenverfügbar wird. Die Stickstoffwirkung der organischen Bodensubstanz wird in **Error! Reference source not found.** und in den Kulturmodulen auch quantitativ berücksichtigt. Im Folgenden wird auf

Faktoren zu Förderung und Erhaltung des Gehaltes an organischer Bodensubstanz fokussiert.

### 1.3 Langfristige Erhaltung des Humusgehaltes – Entscheidungshilfen und geeignete Massnahmen

#### **Kontrolle des Humusgehaltes über regelmässige Messungen**

Für die Beurteilung der Bewirtschaftungswirkungen auf die Veränderung des Humusgehaltes wird im ÖLN auf Ackerflächen eine regelmässige Bestimmung des Humusgehaltes mind. alle 10 Jahre vorgeschrieben (bei Spezialkulturen gemäss Vorschriften der Organisationen). In den Schweizer Dauerversuchen wurden zwischen den geprüften Bewirtschaftungsverfahren (ohne Berücksichtigung der ungedüngten Kontrollverfahren) relative Veränderungen des Humusgehaltes von bis zu 20 % festgestellt. Mit jährlichen Messungen in Kleinparzellen konnten viele dieser Veränderungen als statistisch signifikant nachgewiesen werden. Wären allerdings nur alle 5 Jahre Messungen gemacht worden, hätten diese Unterschiede meistens auch nach 20 Jahren nicht statistisch signifikant nachgewiesen werden können. Dazu muss auch berücksichtigt werden, dass bei der Untersuchung einer einzelnen Probe, die repräsentativ für eine ganze Praxisparzelle (mit u. U. hoher Bodenvariabilität) entnommen wird, die Nachweisgenauigkeit eher noch verschlechtert wird. Deshalb geben die vorgeschriebenen regelmässigen Messungen zwar einen nützlichen Hinweis für den Landwirt, sind aber nicht ausreichend, um die Wirkung von Bewirtschaftungseffekten auf die Entwicklung des Humusgehaltes von Böden rechtzeitig und zuverlässig erkennen zu können.

#### **Abschätzung des Einflusses der Bewirtschaftung mittels Humusbilanzierung**

Mit dem Ziel, unabhängig von Messungen abschätzen können, wie sich Fruchtfolgegestaltung und Bewirtschaftungsweise längerfristig auf den Gehalt von Böden an organischer Substanz auswirken werden (Abbildung 1), wurden verschiedenste, unterschiedlich aufwendige Schätzmethode (Humusbilanzierungsmethode) entwickelt. In der Schweiz wurde bereits im Jahre 1997 eine Humusbilanzierungsmethode publiziert (Neyroud *et al.* 1997) und für die Beurteilung der Bodenqualität in Ökobilanzen weiterentwickelt (Oberholzer *et al.* 2006), die nur wenige und leicht verfügbare Informationen zur Bewirtschaftung und zu grundlegenden Bodeneigenschaften benötigt. Bei dieser Methode wird das Ausmass der einzelnen Boden- und Bewirtschaftungsfaktoren, die zum Humusabbau bzw. zum Humusaufbau beitragen, für jede Parzelle separat abgeschätzt. Damit stellt diese Methode im Prinzip eine Bilanzierung der pro Parzelle zu erwartenden Humusgewinne und -verluste dar. Konkret wird der zu erwartende Humusverlust über die von den Bodeneigenschaften und der Bodenbearbeitungsintensität abhängige Mineralisierungsrate abgeschätzt, die zu erwartenden Humusgewinne über die ober- und unterirdischen Rückstände der angebauten Kulturen sowie die Art und Menge der eingesetzten organischen Dünger ermittelt. Um die Bewirtschaftung im Hinblick auf die Erhaltung des Humusgehaltes der Böden beurteilen zu können, ist eine regelmässige und vor allem bei Bewirtschaftungsanpassungen wiederholte Berechnung der Humusbilanz des Betriebes zu empfehlen. Falls die geplante Bewirtschaftungsänderung ungünstige Entwicklungen aufzeigt oder die Humusbilanz insgesamt ein negatives Ergebnis aufweist, können mit der Humusbilanzmethode Verbesserungsmaßnahmen geprüft und eingeplant werden.

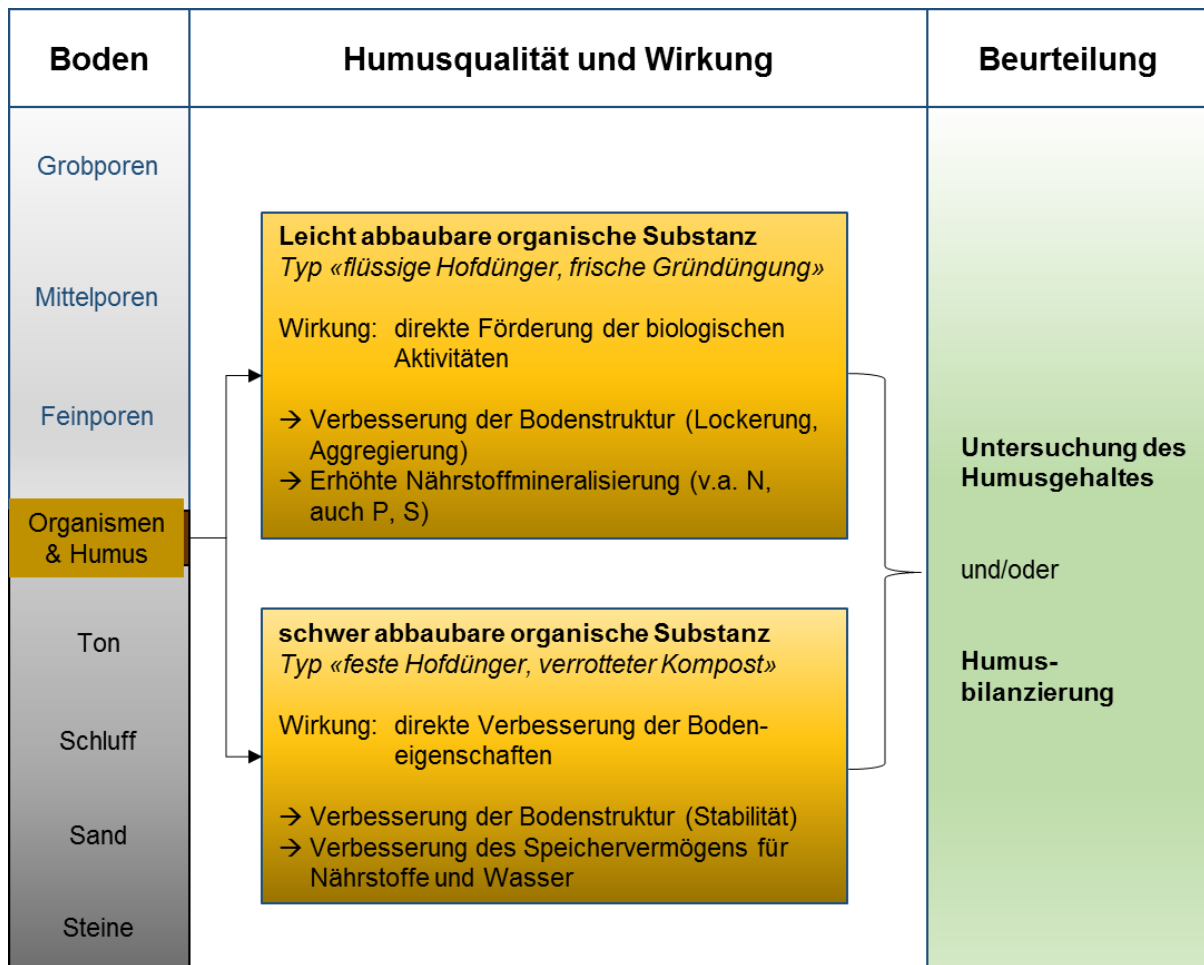


Abbildung 1 | Wirkungen der Zugabe organischer Substanzen auf Humusgehalt und -qualität

## Ergebnisse und Empfehlungen

Für generelle Aussagen zur Humusentwicklung können Ergebnisse von Humusbilanzrechnungen im Rahmen des schweizerischen Agrarumweltmonitorings auf über 300 Betrieben verwendet werden. Sie zeigen grosse und signifikante Unterschiede zwischen den Betriebstypen. Reine Ackerbaubetriebe weisen im Durchschnitt negative Humusbilanzen auf; bei tierhaltenden Ackerbaubetrieben sind sie hingegen durchweg positiv. Verursacht werden negative Humusbilanzen vor allem durch Fruchtfolgen mit hohem Hackfruchtanteil und wenig Kunstwiesen. Das führt einerseits zu einem geringeren unterirdischen Kohlenstoffeintrag durch die Kulturen, andererseits erhöht die intensivere Bodenbearbeitung den Humusabbau (Mineralisierung). Zusätzlich sind die Mengen an zugeführten organischen Düngern auf Ackerbaubetrieben meist geringer, was selbst durch grössere Mengen an oberirdischen Ernteresten (Stroh, Gründüngungen) nicht kompensiert werden kann. Daraus können einige Grundsätze abgeleitet werden:

- Die Erhaltung eines standorttypisch ausreichenden Humusgehaltes, d.h. einer ausreichenden Menge an abgestorbener organischer Substanz, die verschiedene Bodeneigenschaften unmittelbar durch ihre Eigenschaften oder durch die Bildung von organomineralischen Komplexen verbessert, steht meist im Zentrum der Betrachtungen. Mindestens ebenso wichtig ist allerdings auch, dass mit dem Eintrag an organischer Substanz (inkl. den Ausscheidungen der Wurzeln während der Wachstumsperiode der Kulturen) auch die Bodenorganismen mit Energie und Nährstoffen versorgt (gefüttert) werden, damit sie ihre Wirkung entfalten können.
- Bei einer bestimmten Bewirtschaftungsweise wird sich ein für den Standort (d. h. für bestimmte Klima- und Bodeneigenschaften) typischer Humusgehalt einstellen. Er wird

- bestimmt durch den Humusumsatz, d. h. das Ausmass des Humusabbaus und die Rückführung organischer Substanz durch Dünger und Pflanzenreste in den Boden.
- Durch die auf den Betriebstyp angepasste Fruchtfolge und die Bodeneigenschaften ist die Humusversorgung eines Bodens zu einem grossen Teil bereits bestimmt. Viehhaltende Betriebe haben meistens einen ausreichenden Anteil an Kunstwiese in der Fruchtfolge, und aus der Tierhaltung fallen Hofdünger an.
  - Durch die Wahl der Kulturen wird hauptsächlich die Menge und Qualität des organischen Materials, das über Wurzeln und Ernterückstände in den Boden gelangt, vorgegeben. Von den Ackerkulturen tragen neben den Kunstwiesen Körnermais und Sonnenblumen durch die auf dem Feld verbleibenden Stängel und Blätter am meisten zur Zufuhr von organischer Substanz bei, Zuckerrüben und Kartoffeln am wenigsten, da das Kraut sehr leicht abbaubar ist. Getreide, wenn das Stroh geerntet wird, und Raps liegen dazwischen. Grundsätzlich positiv wirken sich Zwischenkulturen auf die Humusversorgung aus.
  - Von den Bewirtschaftungsmassnahmen ist die Bodenbearbeitung der wichtigste Einflussfaktor: Durch die Bearbeitung wird der Boden einerseits gelockert, was ein erhöhtes Porenvolumen und eine bessere Durchlüftung zur Folge hat; andererseits werden die organischen Substanzen in den Boden eingemischt, freigesetzt oder umverteilt. Beides zusammen macht die organische Bodensubstanz für die Bodenorganismen leichter zugänglich, so dass sie intensiver abgebaut werden kann. Die Bodenbearbeitungsintensität wird teilweise von der angebauten Kultur vorgegeben: So lassen sich z. B. Kartoffeln nicht anbauen, ohne dass beim Pflanzen und bei der Ernte der Boden intensiv bearbeitet wird.
  - Organische Substanz wird dem Boden auch mit Hofdüngern und organischen Recyclingdüngern wie Kompost zugeführt. Auch bei diesen bestimmen Zusammensetzung und Qualität darüber, wie viel organische Substanz kurzfristig in pflanzenverfügbare Nährstoffe abgebaut werden kann, bzw. welcher Anteil schwer abbaubar ist und damit länger als organisches Material im Boden verbleibt. Grundsätzlich tragen feste organische Dünger stärker zur Humusbildung bei als flüssige, und bereits verrottete Dünger wie Kompost oder Mistkompost erhöhen den Humusgehalt relativ stärker als frische Dünger.

#### Literatur zu „Bodenfruchtbarkeit und Humusbewirtschaftung“

- Candinas T., Neyroud J.-A., Oberholzer H.-R. und Weisskopf P., 2002. Ein Bodenkonzept für die Landwirtschaft in der Schweiz: Grundlagen für die Beurteilung der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung. *Bodenschutz* 3/02, S. 90–98.
- Neyroud J.-A., Supcik P. & Magnollay F., 1997. La part du sol dans la production intégrée. 1. Gestion de la matière organique et bilan humique. *Revue Suisse Agriculture* 29, 45–51.
- Oberholzer H.-R., Weisskopf P., Gaillard G., Weiss, F. & Freiermuth Knuchel, R., 2006. Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen. Agroscope, Zürich, Switzerland.