

Humusversorgung im Ökolandbau

Grundlagen eines erfolgreichen Nährstoffmanagements

Humus erbringt zentrale Systemleistungen im Boden. Er speichert Nährstoffe und Wasser und stabilisiert Bodenaggregate. Gleichzeitig ist er Refugium und Nahrung für vielfältige Bodenorganismen. Diese verwerten Humus und stellen einen Teil als pflanzenverfügbaren Nährstoff zur Verfügung. Dadurch wird Humus zu einem wichtigen Bestandteil der Pflanzenernährung im Ackerbau. Der Humusgehalt schwankt von Standort zu Standort. Welche Bedingungen den Humusgehalt beeinflussen und wie dieser ackerbaulich im Gleichgewicht gehalten werden kann, darüber informiert dieses Merkblatt.



Humus ist die abgestorbene organische Substanz im Boden. Der Anteil des Kohlenstoffs im Humus beträgt näherungsweise 60 %. Aus diesem Grund wird in Bodenuntersuchungen häufig der organische Kohlenstoffanteil (C_{org}) mit dem Faktor 1,72 multipliziert, um den standortspezifischen Humusgehalt abzuschätzen. Dieser ist überwiegend von Bodenart und Klima abhängig und pendelt sich bei langfristig gleicher Fruchtfolge und Düngung auf einen Gleichgewichtszustand ein. Durch mehr Humus werden die agronomischen Bodeneigenschaften in der Regel aufgewertet, z.B. ist die Durchlüftung des Bodens besser und die Speicherkapazität von Wasser und Pflanzennährstoffen höher. Dadurch steigt auch das Potenzial für die Mineralisation und damit die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden.

Einfluss von Bodenart und Klima

Bodenart und Klima beeinflussen auf mehreren Wegen, wie hoch der Humusgehalt des Bodens werden kann. Tonteilchen im Boden nehmen dabei eine besondere Rolle ein. Sie speichern Nährstoffe besser als Sandteilchen und verändern die Bodenstruktur so, dass Wasser in größeren Mengen gespeichert wird und weniger stark versickert.

Korngrößen im Boden: Durchmesser von Ton, Schluff und Sand

Ton	< 0,002 mm
Schluff	> 0,002 mm – 0,063 mm
Sand	> 0,063 mm – 2,00 mm

Liegen günstige Verteilungen mit hohen Anteilen von Ton und Schluff vor, profitieren Pflanzen mit einem höheren Ertragspotenzial. Sterben die Pflanzen oder werden sie geerntet, ist der Anteil von Pflanzenresten hoch. Das Potenzial der Humusneubildung ist dem von reinen Sandböden dadurch überlegen.

Tonböden haben im Vergleich der Mineralböden die potenziell höchsten Kohlenstoffgehalte. Folgende Bodeneigenschaften sind günstig für hohe Humusgehalte:

- geringes Grobporenvolumen
- hohe Feinanteile
- zügige Wassersättigung
- langsame Erwärmbarkeit

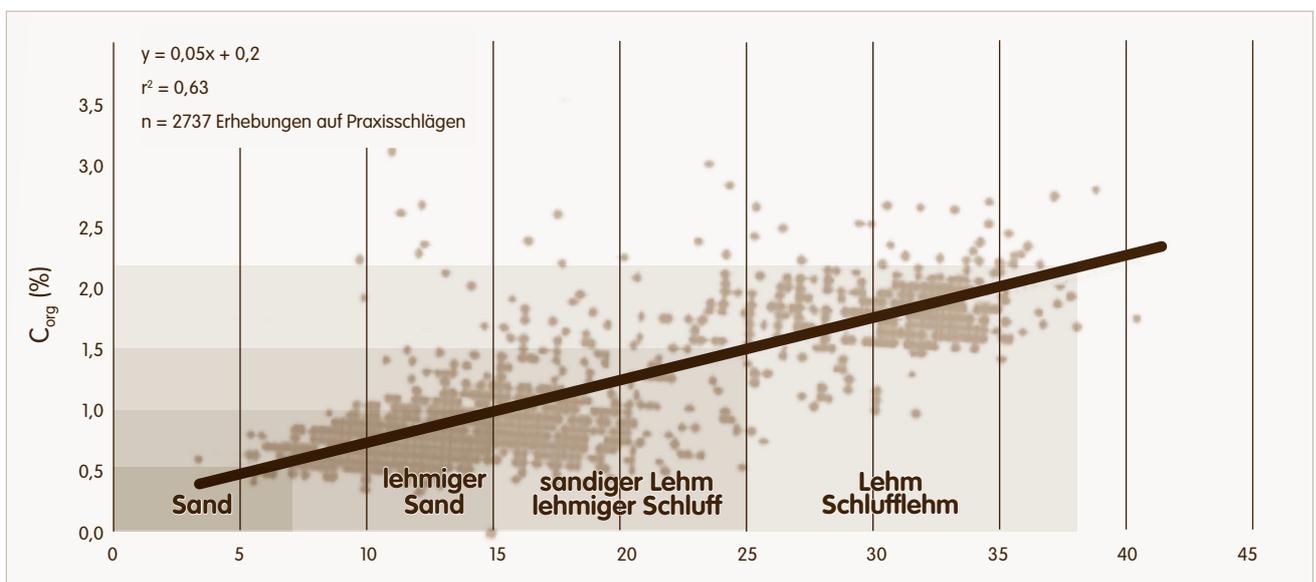
Brauchen die Böden längere Zeit zur Erwärmung oder sind die Böden im Winter wassergesättigt, so begrenzt das die Mineralisation. Wenn Niederschläge den Boden sättigen, ist die Sauerstoffzufuhr eingeschränkt und damit der Kohlenstoffabbau reduziert. Mit Hilfe von Calcium entstehen Ton-Humus-Komplexe, welche die Durchlüftung sowie die Wasser- und Nährstoffspeicherung verbessern und damit das Ertragspotenzial erhöhen. Zusätzlich können über die Düngung in Tonböden höhere Mengen Nährstoffe zugeführt und gespeichert werden, die wiederum eine hohe Biomassebildung begünstigen. Hierdurch ist ein erhöhter Eintrag organischer Substanz möglich.

Gegensätzlich dazu weisen Sandböden in der Regel die geringsten Humusgehalte auf. „Naturgegeben“ sind folgende Eigenschaften begrenzende Faktoren:

- hohes Grobporenvolumen
- geringe Fein- bzw. Tonanteile
- geringe Gesamtoberfläche und Teilchenladung
- schnelle Erwärmbarkeit des Bodens

Durch diese Eigenschaften werden Pflanzen deutlich schlechter mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Das Ertragspotenzial ist durch die geringe Austauschkapazität von Nährstoffen begrenzt. Wasser kann leichter versickern und ist bei Trockenheit nur zu kürzeren Zeiträumen verfügbar. Wachstum stagniert und die Neubildung von Humus durch den Verbleib von Ernteresten aus weniger Biomasse ist reduziert. Gleichzeitig fördern die Eigenschaften von Sandböden die Mineralisation. Das hohe Grobporenvolumen begünstigt die Durchlüftung. Wärme und Sauerstoff erhöhen so leichter den mikrobiellen Umsatz, wenn Wasser vorhanden ist. Organische Substanz wird mitunter auch zu ungewollten Zeitpunkten abgebaut, zum Beispiel, wenn ein Herbst mild ausfällt.

Abbildung 1: Einfluss der Feinanteile auf die C_{org} -Gehalte des Bodens.



Eigene Darstellung nach Sächsisches Landesamt für Umwelt (2015).

Die Rolle der Fruchtfolge

Alle Ackerkulturen bringen ihre spezifische Eigenschaft, Humus auf- oder abzubauen, in eine Fruchtfolge ein. Diese ist einerseits abhängig von der Bearbeitungsin-
tensität der Kultur, welche zur Mineralisation und Abbau

organischer Substanz führt. Außerdem spielt die auf dem Feld verbleibende organische Substanz der Erntereste eine Rolle, da sie für die Humusneubildung zur Verfügung steht (Humusersatz).

Der Humusreproduktionswert

Der Humusreproduktionswert beschreibt kulturspezifisch die Summe aus Mineralisation und Neubildung organischer Substanz. Er ist positiv, wenn eine Ackerkultur mehr organische Substanz im Ernterest hinterlässt, als durch die Bewirtschaftung abgebaut wird. Er wird in Humusäquivalenten je Hektar (Häq/ha) angegeben, ist jedoch dimensionslos. Der Wert dient vor allem dazu, das Humusreproduktionspotenzial verschiedener Fruchtfolgen und Düngeregii-

mes zu vergleichen. Die Summe der Humusreproduktionswerte aller Kulturen der Fruchtfolge bilanziert grob, ob ein weiterer Humusersatz erforderlich ist oder ob eine ausgeglichene Humusversorgung besteht. Ist die Humusversorgung nicht ausgeglichen, liegt also die Summe der Humusreproduktionswerte unter dem festgelegten Zielwert, kann zum Beispiel durch organische Düngung ein weiterer Ausgleich in der Fruchtfolge erfolgen.

Tabelle 1: Humusreproduktionswerte verschiedener Kulturen

Kulturgruppe	Humusreproduktionswerte (Häq/ha)
Kleegras	600 / 800
Körnerleguminosen	160
Getreide / Ölfrüchte / schwach zehrende Gemüsekulturen	- 520
z.B. Mais und „mittelstark“ zehrende Gemüse	- 1040
z.B. Kartoffeln und stark zehrende Gemüse	- 1240
z.B. Zuckerrüben	- 1840

Tabelle nach VDLUFA (2014).

Wirtschaftsdünger als Humusreproduzenten

Um eine Humusreproduktionslücke einer Fruchtfolge zu schließen, können Wirtschaftsdünger verwendet werden. In Abhängigkeit der Kohlenstoffstruktur, ihres C/N-Verhältnisses und ihrer Trockenmasse besitzen sie ein spezifisches Humusersatzpotenzial, das sie neben ihrer Düngewirkung mit Nährelementen einbringen. Dieses nimmt in der Regel mit steigendem Zersetzungs- bzw. Rottegrad zu. Stark vorgerottete Materialien, wie zum Beispiel Komposte, werden im Boden weniger schnell zersetzt und haben durch ihre komplexen Kohlenstoffverbindungen eine längere „Haltbarkeit“ im Boden. Denn die einfach zu zersetzen-

den Ausgangsstoffe des Kompostes wurden bereits zersetzt. Die anrechenbare Düngewirkung ist jedoch auch verringert.

Einfach zu zersetzende Kohlenstoffverbindungen, wie beispielsweise Grünschnitt mit geringem C/N-Verhältnis haben hingegen ein geringes Humusreproduktionspotenzial, werden im Boden schnell abgebaut und setzen Nährstoffe frei.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über das Humusreproduktionspotenzial verschiedener Wirtschaftsdünger.

Tabelle 2: Humusreproduktionswerte verschiedener Wirtschaftsdüngern

Dünger	Humusreproduktionswerte je eingesetzter Tonne (Häq/t)
Stroh	100
Kompostierter Stallmist	62 (35 % TS) / 96 (55 % TS)
Frischer Stallmist	28 (20 % TS) / 40 (30 % TS)
Festes Gärsubstrat	36 (25 % TS) / 50 (35 % TS)
Flüssiges Gärsubstrat	6 (4 % TS) / 12 (10 % TS)
Grünschnitt	8 (10 % TS) / 16 (20 % TS)

Tabelle nach VDLUFA (2014).

Humusbilanzierung auf dem Praxisbetrieb

Um die Humusversorgung auf dem eigenen Betrieb zu bewerten, kann folgender Ansatz verwendet werden. Der Humussaldo kann rückwirkend, beispielsweise anhand der Dokumentation in der Schlagkartei, berechnet werden. Für eine Aussage über die Schwankung des Humusgehaltes hilft es, die Anbauhistorie des Betriebes in sinnvoll gleich große Zeitabschnitte einzuteilen, zum Beispiel den betrieblichen Fruchtfolgenrahmen.

Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um eine fünfjährige Fruchtfolge. Der resultierende Berechnungszeitraum liegt also bei fünf Jahren.

Der in Tabelle 3 berechnete Saldo weist -160 Häq/ha (-32 Häq/ha a) für die Fruchtfolge aus. War das Bilanzergebnis auch in den vorangegangenen Fruchtfolgezyklen auf diesem Niveau, stellt sich im Betrieb ein entsprechendes standortspezifisches «Humusgleichgewicht» ein. Dieses Gleichgewicht drückt sich durch einen spezifischen an Boden und Klima angepassten Humusgehalt

aus. Wird die Bewirtschaftung auch in den zukünftigen Fruchtfolgezyklen so fortgeführt, werden auch die gemessenen Humusgehalte weiter um diesen Wert schwanken. Ändert der Betrieb seine Bewirtschaftung deutlich, wird sich auf dem Betrieb ein neues Gleichgewicht mit einem erhöhten oder gesenkten Humusgehalt einstellen, je nachdem, ob das Bilanzergebnis höher oder niedriger ausfällt als der Saldo zuvor.

Humusgehalte regelmäßig untersuchen

Um ein Gefühl für die Entwicklung des Humusgleichgewichtes zu bekommen, empfiehlt sich ein regelmäßiges Monitoring an festen Beobachtungsstellen. So kann zum Beispiel bei der Grundbodenanalyse zusätzlich der C_{org} oder Humusgehalt mitbestimmt werden. Langfristig kann so eine Tendenz für den Betrieb beziehungsweise die Fruchtfolge abgeleitet werden.

Tabelle 3: Beispielhafte Bilanzierung des Humusreproduktionsbedarfes

	2017	2018	2019	2020	2021	Summe
Kultur	Kleegras	Kleegras	Winterweizen	Hafer	Wintergerste	
Humusreproduktionswert (Häq/ha)	600	600	- 520	- 520	- 520	- 360
Düngung				Stallmist		
Menge/ha				5 t		
Humusreproduktionswert (Häq/ha)				200		200
Humussaldo (Häq/ha)						- 160

Impressum

Autor: Hannes Schulz, Beratung für Naturland

Redaktion: Elisa Mutz (FiBL Projekte GmbH), Hella Hansen (FiBL Projekte GmbH)

Gestaltung: N-Komm – Agentur für Nachhaltigkeits-Kommunikation

Bildnachweise: Tilo Wondollek: S.1

Stand: 28.03.2024

Referenzen: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) „Humusbilanzierung - Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland“, 2014.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
„Leitfaden zur Humusversorgung“, 2015.

Dieses Dokument ist entstanden im Rahmen des Projekts „Kompetenz- und Praxisforschungsnetzwerk zur Weiterentwicklung des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau“. Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau. Laufzeit: 2019–2027.

Projektpartner*innen



www.nutrinet.agrarpraxisforschung.de

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages