

Was ist Humus?

Der Begriff Humus wird als Synonym für die Gesamtheit der abgestorbenen organischen Substanz im Boden verwendet. Humus ist ein komplexes Stoffgemisch pflanzlicher, tierischer und mikrobieller Herkunft, das permanenten Ab- und Umbauprozessen unterliegt. Der Begriff ‚Humus‘ ist kein geschützter Markenname und wird oft und kreativ als Handels-(bei)name im Düngemittelhandel genutzt.

Bodenhumus wird traditionell in Dauer- und Nährhumus unterteilt. Dauerhumus ist an mineralische Bodenpartikel (Feinanteil = Ton + Schlufffraktionen) gebunden und wird nur sehr langsam umgesetzt. Diese weitgehend stabile Humusfraktion wird primär durch das Ausgangssubstrat der Bodenbildung sowie die natürlichen Standortbedingungen (Bodenart, Klima, Grundwasser) geprägt. Der umsetzbare Anteil des Bodenhumus wird als Nährhumus bezeichnet. Dieser Humusfraktion werden die leicht abbaubaren organischen Materialien aus pflanzlichen Ernte- und Wurzelrückständen, Wirtschaftsdüngern und mikrobieller Biomasse zugerechnet. Nährhumus kann direkt durch Bewirtschaftungsmaßnahmen (organisch-mineralische Düngung, Fruchtart, Bodenbearbeitung) beeinflusst werden.

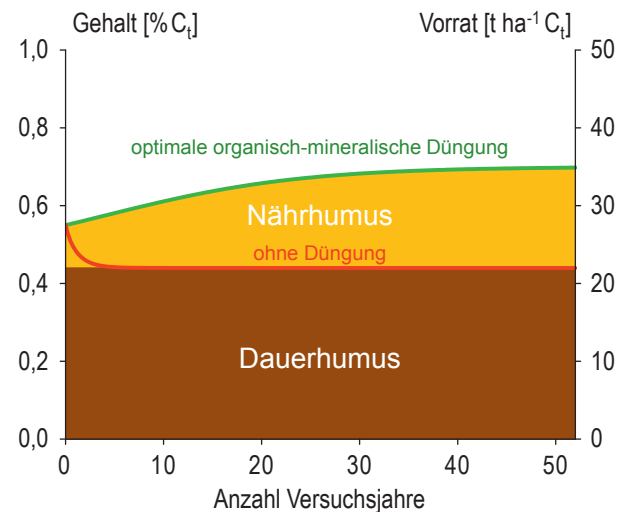


Abb. 1: Entwicklung von Dauer- und Nährhumus in der Ackerkrume eines grundwasserfernen, schwach lehmigen diluvialen Sandbodens (Groß Kreuz/Brandenburg, 1967-2018)

Beide Humusfraktionen sind nicht scharf voneinander trennbar, ihre Übergänge sind fließend. Es gibt Ansätze, die Fraktionen getrennt voneinander analytisch abzuschätzen. Zudem kann aus Dauerfeldversuchen im Ergebnis von langjährigem Düngungsverzicht auf den Dauerhumusvorrat und im Vergleich zu z.B. langjähriger standortoptimaler organisch-mineralischer Düngung auf den Nährhumusvorrat geschlossen werden (Abb. 1).

Humus und Bodenfruchtbarkeit

Die Humusversorgung des Bodens ist ein übergeordnetes Bodenfruchtbarkeitsmerkmal, da sie neben der unmittelbaren Ertragswirkung eine Vielzahl wichtiger physikalischer (Abb. 2), chemischer und biologischer Bodeneigenschaften sowie den Kohlen- und Stickstoffkreislauf des Bodens direkt oder indirekt positiv beeinflusst.

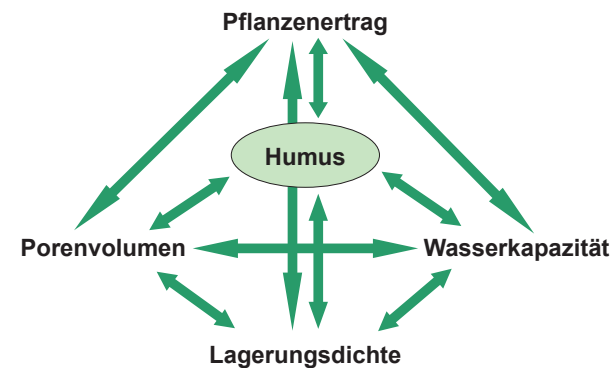


Abb. 2: Einfluss von Humusversorgung und physikalischen Bodeneigenschaften in der Ackerkrume auf den Ertrag (KOLBE & ZIMMER 2015)

Die Humusreproduktion ist Indikator und Bewertungskriterium der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung und damit wesentliches Kriterium einer nachhaltigen Sicherung der Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource (§ 17 BBODSCHG).

Die Einschätzung der Humusversorgung kann anhand von Bodenuntersuchungen und Humusbilanzierungen vorgenommen werden.

Humusgehalt

Die Bestimmung des Humusgehaltes erfolgt durch die Entnahme von Bodenproben und deren Untersuchung im Labor. Labormethoden sind die Elementaranalyse (DIN EN 15936) sowie die Bestimmung des Glühverlustes (DIN EN 15935).

Organischer Kohlenstoff (C_{org}) ist der wichtigste Bestandteil der organischen Bodensubstanz. Im Boden kommt Kohlenstoff auch in anorganischer Form als Carbonat (C_{Carbonat}) vor. Im Labor wird der Gesamt-Kohlenstoffgehalt (C_t) und bei carbonathaltigen Böden (CaCO₃ > 3 %) zusätzlich der C_{Carbonat}-Gehalt (DIN EN ISO 10693) bestimmt. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff wird dann durch Differenzbildung berechnet (C_{org} = C_t - C_{Carbonat}). Für kalkfreie Böden wird vereinfacht unterstellt, dass der C_t-Gehalt dem C_{org}-Gehalt entspricht (C_t = C_{org}).

Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass der Kohlenstoffanteil im Humus ca. 58 % beträgt und mit einem Faktor von 1,72 berechnet werden kann (Humusgehalt = C_{org} × 1,72). Angaben in der Literatur weisen jedoch auf einen enormen Schwankungsbereich dieses Faktors hin (u.a. PRYBIL 2010), weshalb seine praktische Nutzung zur Umsetzung der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung (§ 17 BBodSchG) nicht empfohlen werden kann (ZIMMER ET AL. 2015). Vorzugsweise sollten Humusuntersuchungen entweder direkt den organischen Kohlenstoff (C_{org}) oder bei kalkfreien Böden den Gesamt-Kohlenstoff (C_t) bestimmen und angeben. Alternativ kann bei sandigen Böden und Moorböden mit niedrigen Tongehalten der Gehalt an organischer Bodensubstanz (OBS) durch Bestimmung des Glühverlustes abgeschätzt werden. Auf Grund der besseren Vergleichbarkeit zu früheren Untersuchungen ist dies insbesondere bei Standorten sinnvoll, für die bereits langjährige Untersuchungszeitreihen vorliegen.

In Ackerböden sind sehr unterschiedliche Gehalte an organischem Kohlenstoff anzutreffen (Tab. 1). Diese Variation ist das Ergebnis der Wirkung einer Vielzahl von Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren. Hierzu zählen:

- das geologische Ausgangssubstrat der Bodenbildung
- die Bodentextur (Feinanteil < 6 µm)
- das Klima
- das Grund- und Stauwasser

- das Anbauverhältnis der Kulturarten (Fruchtfolge)
- die Art und Intensität der Bewirtschaftung (Düngung, Kalkung, Bodenbearbeitung etc.).

Tab. 1: C_{org}-Gehalte in der Ackerkrume von Ackerböden in Deutschland (KOLBE & ZIMMER 2015)

Boden-gruppe	Boden-art	Tongehalt [%]	C _{org} [%] MW	Min-Max
1	S	< 5	1,3	0,2 - 7,6
2	l'S	5 - 12	1,2	0,4 - 3,8
3	IS	12 - 17	1,5	0,7 - 3,8
4	sL, uL	17 - 25	1,5	0,6 - 4,6
5	t'L, tL, IT, T	> 25	1,9	0,7 - 5,1

In Auswertung von ca. 240 mitteleuropäischen Dauerversuchen nimmt KOLBE (2012) die folgende Gewichtung der Einflussfaktoren vor:

- Klima: > 50 %
- Bodeneigenschaften: 20 - 30 %
- Bodenbewirtschaftung (Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung etc.): 5 - 30 %.

Darüber hinaus beeinflussen kleinräumige Bodenunterschiede, Schwankungen während der Vegetationszeit und zwischen den Jahren sowie Labor- und Probenahmefehler die Variation gemessener Humusgehalte beträchtlich. Diese Streuungen können bis zu 30 % betragen. Hinzu kommt, dass sich auch jahrzehntelang zurückliegende nicht ackerbauliche Bodennutzungen (Wald, Grünland), Entwässerungsmaßnahmen (Drainierung) und andere Vorbewirtschaftungsänderungen im Humusgehalt wiederfinden.

Die Wirkung ackerbaulicher Maßnahmen ist begrenzt. Die jährlich zu erwartenden Änderungen betragen weniger als 0,01 % C_{org}. Veränderungen des Humusgehaltes sind mit nur einer Bodenuntersuchung weder mess- noch bewertbar. Auch bei jährlich wiederholten Beprobungen kann auf Grund der beträchtlichen Schwankungsbreite ein Trend erst nach mindestens zehn Jahren und bei vierjährigem Untersuchungsturnus erst nach mindestens zwanzig Jahren hinreichend sicher erkannt werden (KOLBE & ZIMMER 2015). Andernfalls besteht ein hohes Risiko für Fehlinterpretationen (siehe rote Pfeilmarkierungen in Abb. 3).