

Organische Bodensubstanz = "Humus" Auftreten und Bedeutung

Peter Weisskopf, Gina Garland, Olivier Heller, Thomas Keller
Agroscope, 8046 Zürich-Reckenholz, Schweiz; www.agroscope.ch

"Humus" = organische Bodensubstanz

Früher wurde angenommen, dass Humus in den Böden in Form grosser Moleküle auftritt ("Fulvo- und Huminsäuren, Humine").

Inzwischen hat sich herausgestellt, dass diese Vorstellung eine Folge der verwendeten Untersuchungsmethoden ist ("chemische Extraktion unter sehr unnatürlichen Bedingungen (pH 13") und nicht der Realität in den Böden entspricht.

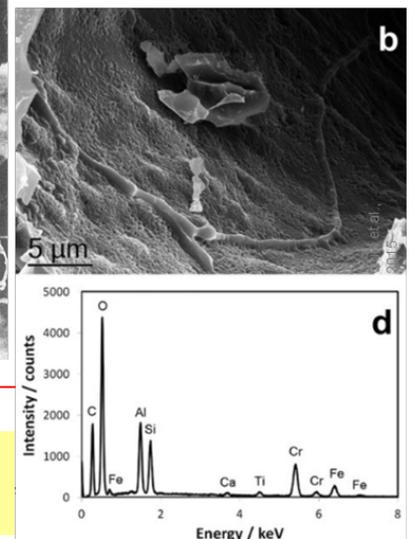
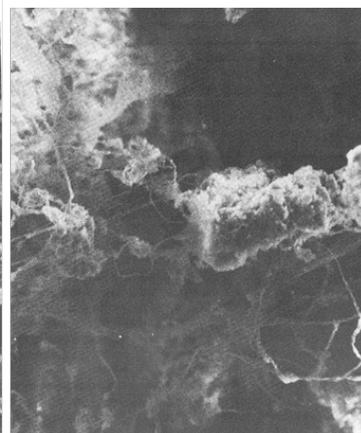
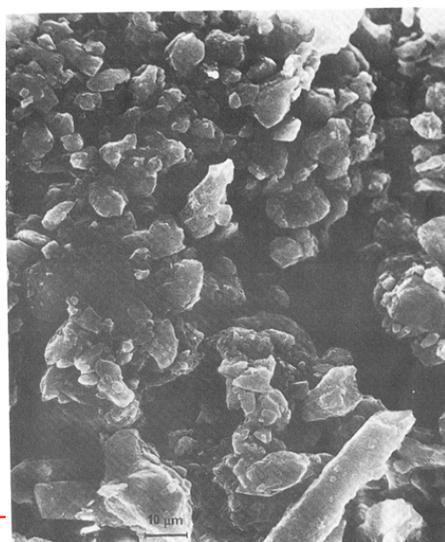
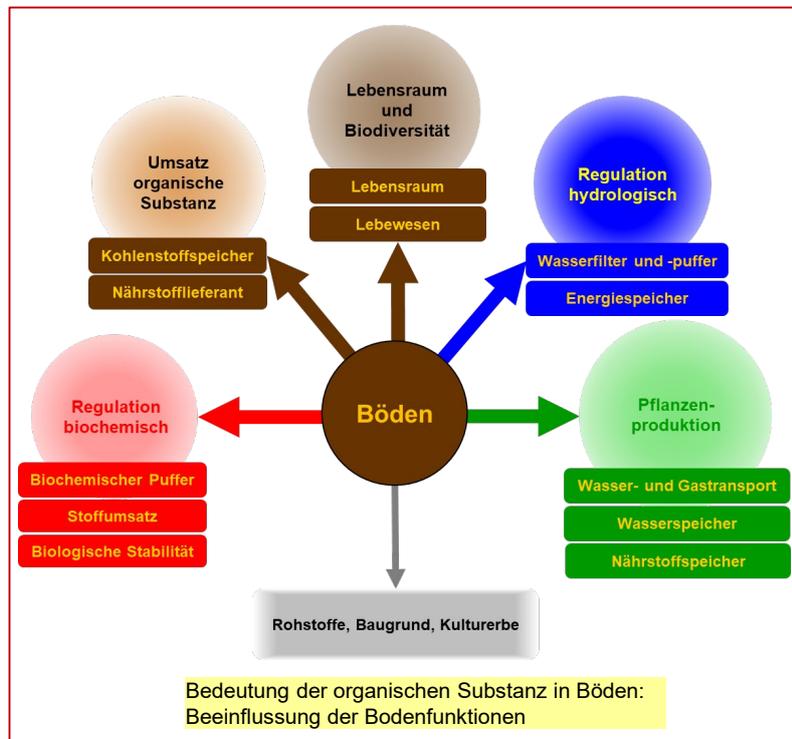
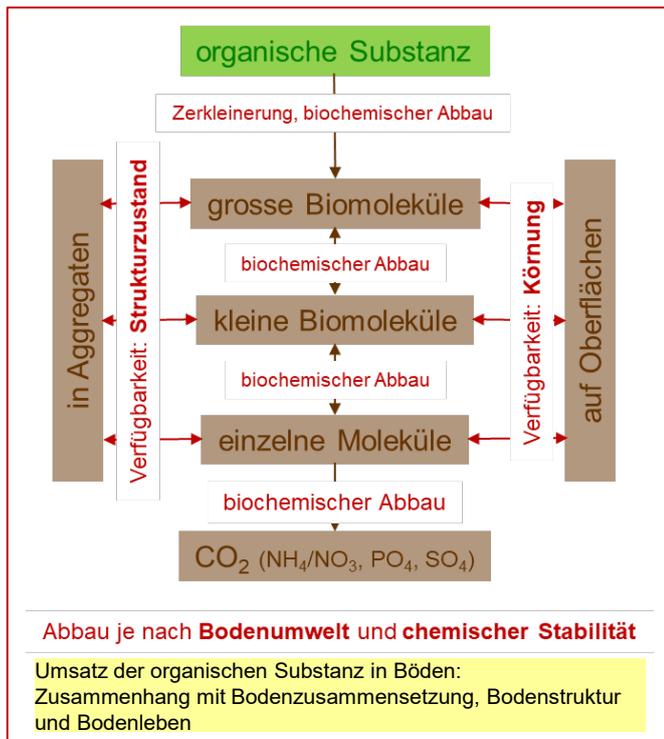
Dank neuer Untersuchungsmethoden wird klar, dass es zwischen Strukturbildung und Verfügbarkeit der organischen Substanz für den biologischen Abbau enge Beziehungen gibt.

Bedeutung der organischen Bodensubstanz für die Böden und ihre Funktionen

Die organische Bodensubstanz beeinflusst die Ausprägung vieler Bodeneigenschaften.

Von den Bodeneigenschaften hängt es ab, welche Bodenfunktionen in welchem Ausmass zur Verfügung stehen.

Bei der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung wird zwar v.a. auf die Produktionsfunktion für Pflanzen geachtet; gleichzeitig werden aber auch andere wichtige Bodenfunktionen durch die Bewirtschaftung beeinflusst.



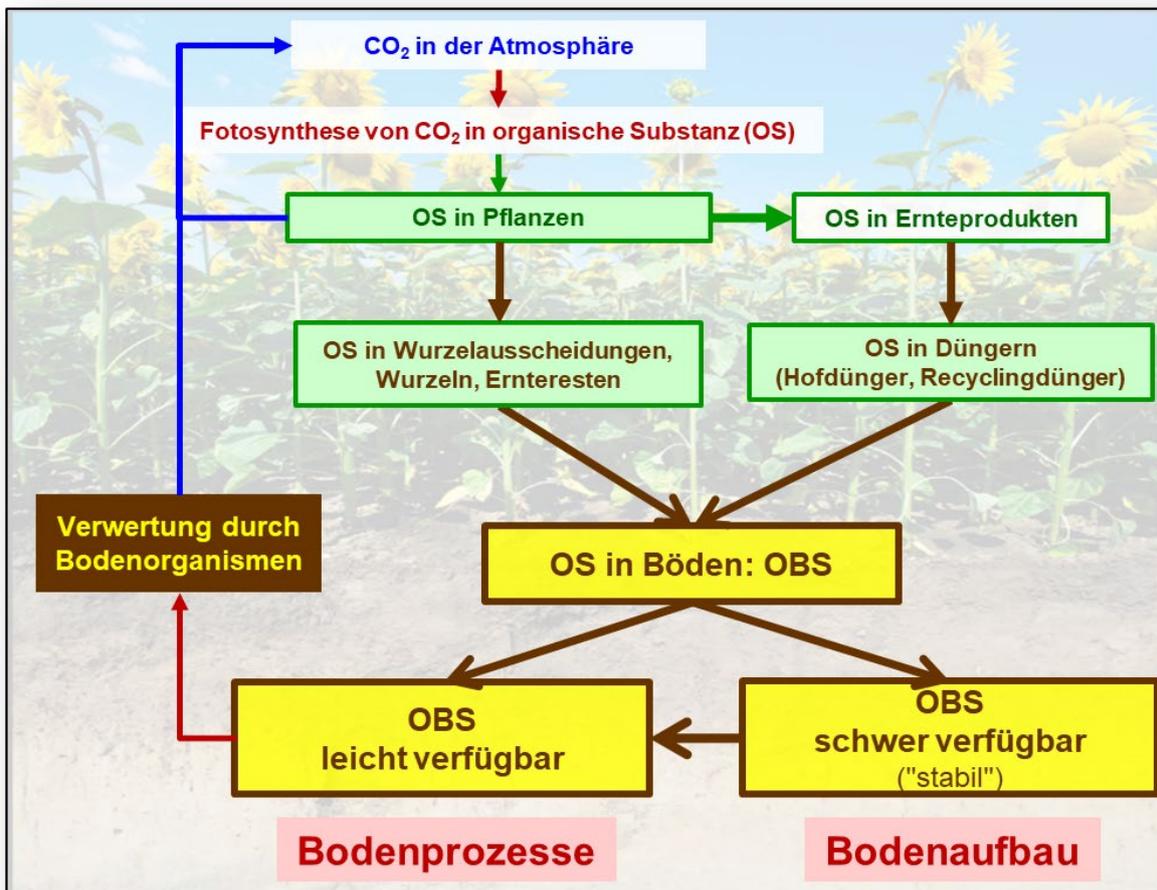
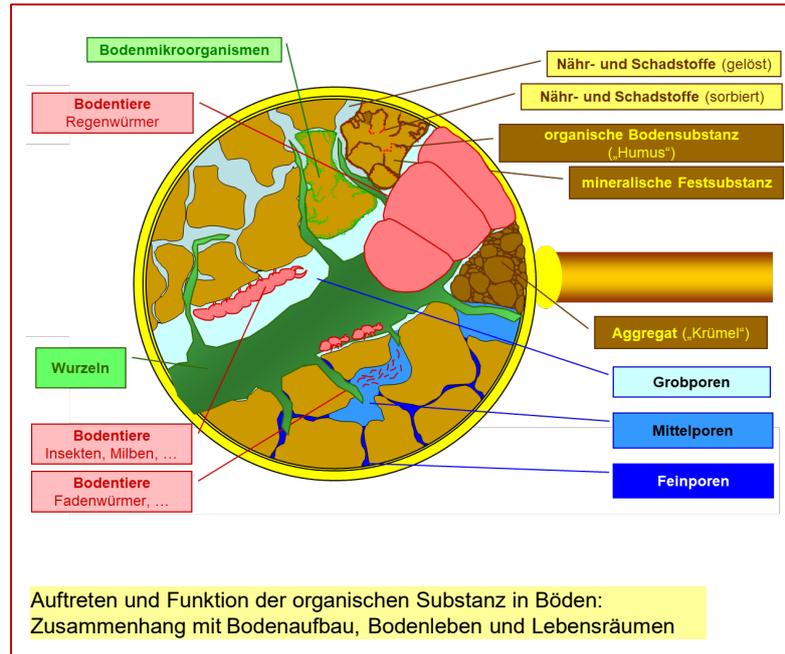
Organische Substanz in Böden:
In Aggregatstrukturen und auf Oberflächen
→ mehr oder weniger zugänglich für biochemischen Abbau
→ Abbau je nach Zugänglichkeit, Bedingungen in der Bodenumwelt, chemischen Eigenschaften

Der Kohlenstoffkreislauf

Peter Weisskopf, Gina Garland, Olivier Heller, Thomas Keller
 Agroscope, 8046 Zürich-Reckenholz, Schweiz; www.agroscope.ch

Der Kohlenstoff zirkuliert von der Atmosphäre über die Pflanzen in den Boden – und wieder zurück

- In der Atmosphäre tritt der Kohlenstoff überwiegend als CO₂ auf.
- Das CO₂ wird von den Pflanzen durch Photosynthese organisch gebunden und wird so zu einem Energie- und Nährstoffspeicher. Die Pflanzen nutzen die organische Substanz als Bau- und Betriebsstoff für Wurzeln und oberirdische Sprosssteile.
- Während des Pflanzenwachstums wird von den Wurzeln laufend organische Substanz in den Boden ausgeschieden, Wurzeln bzw. Sprosssteile sterben ab.
- Bei der Ernte verbleiben die restlichen Wurzeln sowie die Stoppeln auf dem Feld zurück. Ernterückstände (Stroh, Laub, ...) werden entweder abgeführt oder auf dem Feld belassen.
- Organische Substanz aus der Tierhaltung bzw. aus dem Recycling kommt als Dünger auf die Felder.
 → Die organische Substanz wird von den Bodenorganismen als Betriebsstoff verwendet, ein Teil wird auf Oberflächen und in Aggregaten zum Baustoff und bleibt (vorübergehend) vor weiterem Abbau geschützt.



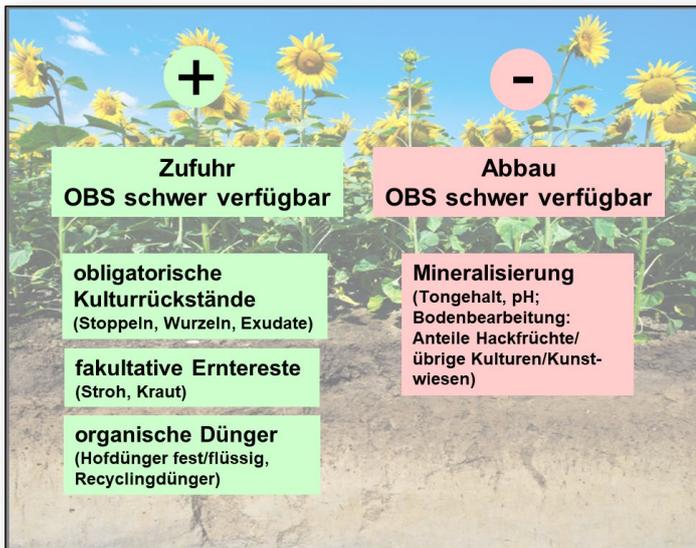
Der Kohlenstoffkreislauf zwischen Atmosphäre und Böden:
 Die wichtigsten Zwischenschritte bei landwirtschaftlicher Bodennutzung

Die Humusbilanzierung

Peter Weisskopf, Gina Garland, Olivier Heller, Thomas Keller
 Agroscope, 8046 Zürich-Reckenholz, Schweiz; www.agroscope.ch

Die Humusbilanz – eine Abschätzung des Verhältnisses zwischen Zufuhr und Abbau von organischer Substanz in die Böden

Eine Simulation des Kohlenstoff-Umsatzes in Böden würde sehr viele Daten und Rechenkapazität benötigen. Damit sich ein Betrieb auch mit wenigen Informationen ein Bild davon machen kann, wie er seine Böden mit organischer Substanz versorgt, steht die einfache Humusbilanzierung als Praxishilfsmittel zur Verfügung.



Die Humusbilanzierung bei Böden: Eine Abschätzung aufgrund weniger Standort- und Bewirtschaftungsinformationen

Berechnen der Humusbilanz und Messen des Humusgehaltes in Böden – zwei Hilfsmittel, die sich ergänzen

Die Humusbilanz ist eine modellgestützte Vereinfachung und Verallgemeinerung der Realität: Sie kann nicht alle Einzelheiten einer Betriebssituation abbilden, lässt sich aber rasch und wiederholt machen. Dadurch ermöglicht sie es dem Betrieb, Bewirtschaftungsalternativen vor ihrer Realisierung zu testen.

Die Humusgehaltsbestimmung von Böden erlaubt es, die reale Situation im Feld zu erfassen. Weil sich der Humusgehalt von Böden oft nur langsam verändert, kann die Humusgehalts-Entwicklung mit Hilfe von Bodenproben aber nur mittelfristig beurteilt werden.

Humusgehalts-Messungen

- Gesamte Humusmenge
Oberboden: z.B. 50 t/ha
jährlicher Verlust: z.B. 1 t /ha * J
jährlicher Gewinn: z.B. 1,5 t /ha * J
- Problem: Nachweisgenauigkeit
Veränderung von 0,5 t bei 50 t
- Vorteil: realer Bezug
- reproduzierbare Beprobung!
Ort, Tiefe, Zeitpunkt, Situation
- reproduzierbare Bestimmung!
Laboranalyse

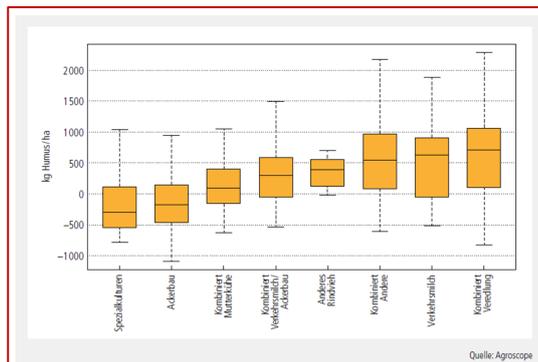
Humusbilanz-Berechnungen

- Veränderungen der Humusmenge
jährlicher Verlust: z.B. 1'000 kg /ha * J
jährlicher Gewinn: z.B. 1'500 kg /ha * J
- Problem: vereinfachtes Modell
Bewirtschaftung, Standort, Wetter
- Vorteil: beliebig wiederholbar
Test unterschiedlicher Lösungen

Humusbilanzierung und Humusgehaltsbestimmung in Böden sind zwei sich ergänzende Hilfsmittel für die Bewirtschaftungsanalyse und -planung

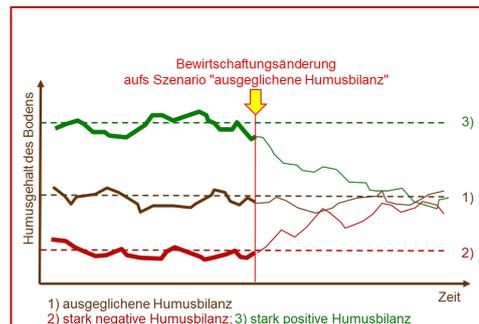
Humusbilanz-ergebnis (kg/ha)	Beurteilung	Konsequenzen	Empfohlene Massnahmen
Grösser als +400	sehr tief	Humusverlust ist zu erwarten; damit besteht eine ernsthafte Gefahr für Bodenqualität und Bodenfunktionen, insbesondere auch für die Stabilität der Bodenstruktur	Unbedingt humusfördernde Massnahmen einführen bzw. verbessern! Anpassung der Fruchtfolge, vermehrt organische Dünger einsetzen, Zwischenkulturen, konservierende Bodenbearbeitung
Zwischen -400 und -200	tief	Erhöhtes Risiko von Humusverlust; damit besteht die Gefahr von ungünstigen Auswirkungen auf Bodenqualität und Bodenfunktionen	Humusfördernde Massnahmen verbessern; Anpassung der Fruchtfolge, vermehrt organische Dünger einsetzen, Zwischenkulturen (konservierende Bodenbearbeitung)
Zwischen -200 und +200	ausgeglichen	Die Humusversorgung sollte für die Erhaltung des Humusgehaltes ausreichend sein	Falls negativ: Verbesserungen bei humusfördernden Massnahmen prüfen. Ansonsten: Bewirtschaftung beibehalten, humusfördernde Massnahmen weiterhin beachten
Grösser als +200 bis +400	hoch	Eine Zunahme des Humusgehaltes ist eventuell zu erwarten bzw. der Humusgehalt wird sich auf einem höheren Niveau einstellen; damit sind günstige Wirkungen auf Bodenqualität und Bodenfunktionen zu erwarten	Bewirtschaftung beibehalten
+400 bis +800	sehr hoch	Eine Zunahme des Humusgehaltes ist zu erwarten bzw. der Humusgehalt wird sich auf einem höheren Niveau einstellen; damit sind günstige Wirkungen auf Bodenqualität und Bodenfunktionen zu erwarten	Bewirtschaftung beibehalten; Massnahmen zur Reduktion des Risikos für Nährstoffauswaschung beachten: Düngung mengenmässig und zeitlich möglichst nahe am zu erwartenden Entzug durch Pflanzen, Brache in Herbst und Winter vermeiden
> +800	kritisch	Bei extremem hohem Humusbilanzergebnis werden Humusgehalt und Bodenqualität zugegriffen. Die grossen Mengen an zugeführten organischen Substanzen führen aber gleichzeitig zu einem hohen Mineralisierungspotential und damit zu einem hohen Risiko für Nährstoffauswaschung	Unbedingt Massnahmen gegen Nährstoffauswaschung ergreifen, insbesondere Düngung mengenmässig und zeitlich möglichst nahe am zu erwartenden Entzug durch Pflanzen, Brache in Herbst und Winter vermeiden, ebenso intensive tiefgreifende Bodenbearbeitung

Der Humusbilanz-Rechner von Agroscope:
 → www.humusbilanz.ch
 Wertebereiche [in kg Humus/ha*Jahr] und Interpretation der Humusbilanz-Ergebnisse



Die Humusbilanz wird auch als Indikator im Agrarumwelt-Monitoring des BLW genutzt: Wertebereiche für verschiedene Betriebstypen [in kg Humus/ha*Jahr]

Erklärung der Grafik:
 → Box = 50% der Betriebe
 → Querstrich in der Box = Median: je 50% der Werte darüber/darunter
 → Antennen über/unter der Box: 25% grösste bzw. kleinste Werte



Die Humusbilanz gibt nur langfristige Hinweise auf die Entwicklung des Humusgehaltes in den Böden, nicht auf den aktuellen Humusgehalt eines Bodens. Der aktuelle Humusgehalt eines Bodens wird stark von der Bewirtschaftungsgeschichte geprägt.