

# Thema des Monats

## Humusbilanzierung – was ist zu beachten?

In der Rubrik „Thema des Monats“ werden unter [www.bodenfruchtbarkeit.org](http://www.bodenfruchtbarkeit.org) ab sofort regelmäßig verschiedene Aspekte der Bodenfruchtbarkeit für die Praxis aufgearbeitet. Autoren sind Berater und Wissenschaftler. Im Februar 2010 startete die Reihe mit Hintergrundinformation zu Bodenuntersuchungen für ökologisch wirtschaftenden Betriebe, das aktuelle Thema befasst sich mit der Humusbilanzierung.

### Humus ist essentieller Bestandteil fruchtbarer Böden

---

Humus in Ackerböden entsteht durch den mikrobiellen Abbau von Ernte- und Pflanzenrückständen, organischen Düngern und abgestorbenen Bodenlebewesen. Humusgehalt und -qualität werden sowohl durch Standortfaktoren als auch durch die Bewirtschaftung, genauer gesagt durch Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung, beeinflusst. Der Humusanteil und dessen Qualität wiederum haben einen entscheidenden Einfluss auf nahezu alle Faktoren der Bodenfruchtbarkeit und somit auf die Ertragsfähigkeit.



Der Schweizer DOK-Versuch zeigt, dass Böden mit geringem Humusgehalt (unter konventioneller Bewirtschaftung) Wasser schlecht aufnehmen und halten können. © FiBL; Bild: A. Fliessbach

"Der Humusgehalt ist die wichtigste Kennzahl für die Bodenfruchtbarkeit. Weil Biobauern den Boden schonend bearbeiten und mit organischem Material düngen, verbessern sie den Humusgehalt. Sie fördern damit das Bodenleben genauso wie die Fähigkeit, Wasser oder Kohlenstoff zu speichern. Allerdings ist die Nutzung durch den Bauern nicht allein für den Humusgehalt entscheidend, sondern auch der Standort. Tonböden beispielsweise weisen höhere Humusanteile auf als Sandböden", sagt Professor Kurt-Jürgen Hülsbergen von der TU München (Quelle: [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)).



Mit einem hohen Humusgehalt (Boden unter biologischer Bewirtschaftung) wird das Wasser besser aufgenommen und der Boden so weniger abgeschwemmt.  
© FiBL; Bild: A. Fliessbach

Der "aktive" Anteil des Humus kann zwischen einem Viertel und der Hälfte des gesamten Humusgehalts ausmachen. Dieser Anteil wird rasch abgebaut und muss deshalb immer wieder durch Pflanzenrückstände und organische Dünger ersetzt werden, um den Humusgehalt langfristig aufrechtzuerhalten. Der Ansatz, den Humusstatus allein anhand der organischen Kohlenstoffgehalte zu ermitteln, reicht deshalb in der Regel nicht aus. Der Humusgehalt ist innerhalb eines Schlags schon sehr variabel, und auch die zeitlichen Schwankungen und fehlende Angaben zu Optimalwerten machen es schwer, die Messwerte richtig einzuordnen. Die Humusversorgung des Bodens sollte deshalb über die Humusbilanz ermittelt werden.

## Methoden zur Humusbilanzierung und ihre Bewertung

Das Prinzip der Humusbilanzierung besteht darin, den Humusbedarf in Abhängigkeit der Bewirtschaftung zu schätzen und der Humuszufuhr gegenüberzustellen. Mit der Bilanz wird also die Humusversorgung des Bodens bewertet, nicht aber der absolute Humusgehalt. Wenn der Humusbedarf durch die Nachlieferung mindestens ausgeglichen wird, geht man davon aus, dass sich langfristig auch der für den jeweiligen Standort optimale Humusgehalt einstellen wird. Je größer die (negative) Abweichung zwischen Humuszufuhr und bewirtschaftungsabhängigem Verbrauch desto schlechter fällt die Humusbilanz aus. Da für die Verwendung der Humusbilanz in der Praxis nur einfach zu erhebende Daten einfließen sollen, werden letztendlich Fruchtfolgen und organische Düngungssysteme nach ihrem Einfluss auf die Humusvorräte des Bodens bewertet und bilanziert. Die Fruchtarten werden in Humusmehrer und Humuszehrer eingeteilt, je nachdem wie sie über ihr Wurzelsystem und ihre Anforderungen an die Bodenbearbeitung die Humusbalance beeinflussen. Ziel ist es, die Humuszufuhr so einzustellen, dass am jeweiligen Standort effizient, umweltschonend und nachhaltig stabile Erträge eingebracht werden.

## Schema der Humusbilanzierung

Humuszufuhr	-	Humusbedarf	=	Humussaldo
Ernterückstände Wurzelrückstände Organischer Dünger (inkl. Gründüngung)		Fruchtart Boden Klima Bodenbearbeitung		Mehrung bzw. Minderung des Humusvorrats im Boden

Tabelle verändert nach H. Kolbe (2008): Einfache Verfahren zur Berechnung der Humusbilanz für konventionelle und ökologische Anbaubedingungen

## Gängige Methoden in der Praxis

Alle derzeit in der Praxis angewendeten Methoden haben gemeinsam, dass die Humuswirkung der angebauten Fruchtarten und der zugeführten organischen Dünger über einen Koeffizienten angegeben wird. Dieser wird je nach Methode z. B. als ROS, Humuseinheit oder Humusäquivalent bezeichnet. Durch Aufsummieren der Koeffizienten kann dann der Humussaldo berechnet werden.

- Die **ROS** (Reproduktionswirksame organische Substanz)-Methode nach Asmus & Hermann (1977) ist das älteste der heute gebräuchlichen Verfahren zur Humusbilanzierung. Darin liegt allerdings auch das Problem, denn die Grundlage dieser Methode bilden Daten aus den Sechziger- und Siebzigerjahren, sodass sie nicht die aktuelle Ertrags- und Bewirtschaftungssituation abbilden kann.
- Die **Humuseinheiten**-(HE)-Methode nach Leithold et al. (1997) stammt aus den späten Neunzigerjahren und stellt über die Grundlage des Stickstoffhaushalts einen Ertragsbezug her. Diese Methode unterscheidet zwischen konventionellem und ökologischem Landbau und legt für den Ökolandbau einen höheren Humussaldo fest.
- Die **VDLUFA-Methode** ist ein Kompromiss der beteiligten Wissenschaftler, sie kann sowohl mit oberen Werten (die auf der HE-Methode basieren) als auch mit unteren Werten (die auf der ROS-Methode basieren) gerechnet werden. In einer erweiterten Methode kann noch der Standort in die Bilanz einbezogen werden. Über den ermittelten Humussaldo erfolgt die Einteilung in Humusversorgungsgruppen, die auf Ertragsbasis eingeteilt wurden. Dabei muss die optimale Versorgungsklasse (C) für den Ökolandbau höhere Humussalden umfassen als für den konventionellen Landbau.
- Die Humusbilanzierung nach dem Verfahren der **Cross Compliance** ist eine vereinfachte Form der VDLUFA-Methode für Betriebe mit weniger als drei Fruchtfolgliedern.

Alle genannten Methoden wurden für die Bedingungen des konventionellen Landbaus, also Anbausysteme mit mineralisch-organischer Düngung, entwickelt. Wie Untersuchungen ergaben, wird mit diesen Methoden die Humusdynamik auf Biobetrieben häufig falsch eingeschätzt, da die speziellen Bedingungen des Ökolandbaus nicht in die Bilanz einfließen.

## Was ist bei der Humusbilanzierung zu beachten?



Kleegras in der Fruchtfolge sorgt für eine Anreicherung der organischen Substanz. © FiBL; Bild: K.-P. Wilbois

Häufig werden mit den oben genannten Methoden für Ökobetriebe deutliche Humusüberschüsse festgestellt. Wie bereits erwähnt wurden die Methoden für Anbausysteme mit mineralisch-organischer Düngung entwickelt. Biolandwirte sollten deshalb bilanzierte Humusüberschüsse eher vorsichtig bewerten. Bisher kann noch keine eindeutige Empfehlung gegeben werden, wie diese nach konventionellen Methoden berechneten Humussalden im Ökolandbau einzuordnen sind. Es fehlen noch aussagekräftige Studien, die Richtwerte für die optimale Humusversorgung ökologisch bewirtschafteter Böden liefern.

Ökobetriebe weisen aufgrund ihrer besonderen Landnutzung im Vergleich zu konventionellen Betrieben entscheidende Unterschiede bezüglich des Humus auf. Zunächst wird von Biobetrieben ein vergleichsweise hoher Humusgehalt angestrebt, um die Ertragsbildung und Produktqualität auch ohne Mineraldüngung steigern zu können. Ein hoher Humusgehalt trägt außerdem zum Umweltschutz bei, zum Beispiel durch Erosionsschutz und CO<sub>2</sub>-Bindung (Klimaschutz). Andererseits wird vielfach davor gewarnt, dass unnötig hohe Humusgehalte zu Stickstoffauswaschungen führen können. Bei Biobetrieben ist diese Gefahr allerdings eher gering. Um mögliche Stickstoffverluste beurteilen zu können, sollte die Stickstoffbilanz herangezogen werden.

Humusüberschüsse im Vergleich zu konventionellen Betrieben können dadurch zustande kommen, dass Biobetriebe auf Grund der Bewirtschaftungsweise mehr organische Substanz in den Boden einbringen und dadurch dass der Humus schneller umgesetzt wird. Die zusätzliche organische Substanz liefert vor allem das Klee gras. Klee gras als Bestandteil der Fruchtfolge anstelle einer humuszehrenden Kultur sorgt erstens dafür, dass die mit Humuszehrern bebaute Ackerfläche verringert wird; so entsteht auf die gesamte Ackerfläche bezogen ein kleinerer Bedarf an Humus. Zweitens liefert das Klee gras über Wurzeln und Pflanzenreste hohe Mengen organischer Substanz nach. Der dritte Effekt ergibt sich dadurch, dass das Klee gras keine Mistdüngung erhält und somit auf die restliche Fläche mehr humusanreichernder Mist entfällt. Viertens trägt auch die Bodenruhe während des Klee grasanbaus dazu bei, dass durch die fehlende Durchmischung weniger Luft in den Boden gelangt und Mikroorganismen nicht verteilt werden. So wird die Mineralisierung gebremst und organische Substanz reichert sich an. Bei allen anderen Fruchtfolgegliedern ist die Humusumsetzung im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Böden jedoch beschleunigt. Der Grund dafür sind die in Bioböden zahlreicher vorhandenen Bodenorganismen, die auch noch deutlich aktiver als ihre "Artgenossen" in konventionell bewirtschafteten Böden sind. Das lässt sich daran ablesen, dass Bioböden deutlich höhere Enzymaktivitäten zeigen. Auch wegen dieses verstärkten Abbaus hat ein Biobetrieb einen höheren Humusbedarf.

Bei einem bilanzierten Humusüberschuss ist der Hintergrund deshalb in den meisten Fällen lediglich ein höherer Humusbedarf und ein insgesamt höheres Humusniveau als bei konventionellen Betrieben üblich. Nur die wenigsten Böden sind im Ökolandbau tatsächlich humusübersorgt.

## Beispiel aus der Forschung für den Ökolandbau: Neue Humusbilanzierungsmethode für den Ökolandbau

---

In der Forschung wird bereits daran gearbeitet, Ökobetrieben eine geeignete Methode zur Humusbilanzierung an die Hand zu geben. Ein gutes Beispiel dafür ist das Forschungsprojekt „Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau“. Im Projekt wurde anhand von Dauerfeldversuchen und Praxisversuchen die optimale Humusnachlieferung auf verschiedenen Standorten ermittelt. Daraus wurde eine Bilanzierungsmethode für den Ökolandbau namens HUMOD ausgearbeitet. Diese basiert auf einem mathematischen Modell, mit dessen Hilfe die Humusbilanz abgestimmt auf die Wirtschaftsweise, den Standort und die Ertragsleistungen berechnet wird. In der Testphase lieferte HUMOD bereits aussagekräftige Humusbilanzen für die überprüften Betriebe. Bevor die Methode aber in der Praxis zur Anwendung kommen kann, wird sie derzeit noch an der Universität Gießen und am Agroscope in der Schweiz überprüft. Weitere Informationen zum Projekt und der neuen Bilanzierungsmethode sind in der Veröffentlichung zum Projekt beim [Verlag Köster](#) oder bei [Organic Eprints](#) nachzulesen. Diese ganzheitlichen Methoden können für Betriebe mit Sonderkulturen und beim Auftreten von spezifischen Wachstumsproblemen sinnvoll sein. Sie sind aber besonders für langfristige Betrachtungen von Bedeutung, da sie insbesondere Verschiebungen bzw. Veränderungen der unterschiedlichen Löslichkeitsfraktionen aufzeigen.

## Wie kann ich den Humusgehalt auf meinen Flächen bilanzieren?

---

Die hier verlinkten Modelle beinhalten gewisse Anpassungen an den Ökolandbau, wie aber bereits erwähnt sollten die Daten dennoch mit Vorsicht interpretiert werden.

- [Humusbilanzierung nach der Humuseinheiten-Methode](#) von Leithold (geeignet für Ökobetriebe).
- [Humusbilanzierung nach der VDLUFA-Methode](#) (mit den oberen Werten rechnen, dafür die Dokumente unter „2. Humusbilanzmethode für Beratung“ verwenden!). **Hinweis:** Im Rahmen des oben erwähnten Forschungsprojekts wurde festgestellt, dass dieses Modell nicht direkt auf den Ökolandbau übertragbar ist, es wurden überproportional viele Humusüberschüsse bilanziert.
- [Humusbilanzierung nach der erweiterten VDLUFA-Methode](#) nach Kolbe (geeignet für Ökobetriebe).
- [BEFU](#) (Programm zur Berechnung der Humusbilanz) des Sächsischen Landesamtes.

## Wie gehe ich mit den Ergebnissen um?

---

Auch wenn die Humusbilanz nach für den Ökolandbau angepassten Methoden berechnet wurde, sind die Resultate allein nicht aussagekräftig. Die Methode der Humusbilanzierung ist bisher trotz kontinuierlicher Forschung noch immer recht grob, bei jeder Methode werden einer oder mehrere Faktoren wie zum Beispiel Bodenbearbeitung, Wirtschaftsweise, Standort oder Ertragsniveau außer Acht gelassen. Die Humusbilanzierung ist deshalb ein Instrument für die Praxis, das ohne die Einschätzung des Landwirts keine sinnvolle Aussage liefert. Die errechneten Werte können als Anregung dienen, es ist aber notwendig sich mit den Werten auseinanderzusetzen und auch dem eigenen „Bauchgefühl“ zu vertrauen. Es empfiehlt sich auch, verschiedene Methoden zur Bilanzierung auszuprobieren und für neue Methoden aufgeschlossen zu sein.

## Literatur

---

- F. Asmus und V. Herrmann (1977): Reproduktion der organischen Substanz des Bodens, Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft, Berlin 15, 11
- G. Leithold und K.-J. Hülsbergen (1998): Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. *Ökologie & Landbau* 105, 32-35.
- [H. Kolbe \(2008\): Einfache Verfahren zur Berechnung der Humusbilanz für konventionelle und ökologische Anbaubedingungen \(.pdf\)](#)
- [Humusbilanzierung im ökologischen Landbau \(.pdf\)](#)
- [Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau \(.pdf\)](#)

## Impressum

---

Autorin: **Ann-Kathrin Spiegel** (FiBL Deutschland e.V.)

Durchsicht und Redaktion: **Klaus-Peter Wilbois** und **Marion Morgner** (beide FiBL Deutschland e.V.)

Herzlichen Dank an **Christopher Brock** (Universität Gießen) für die hilfreichen Informationen.

## Kontakt

---

Marion Morgner

FiBL Deutschland e.V.

Forschungsinstitut für biologischen Landbau

Galvanistr. 28, 60486 Frankfurt am Main

Tel: +49 69 7137699-86

Fax: +49 69 7137699-9

E-Mail: [marion.morgner@fibl.org](mailto:marion.morgner@fibl.org)