

## Humusersatzstrategien im viehlosen Ökolandbau

Brock C<sup>1</sup>, Dannehl T<sup>1</sup>, Blumenstein B<sup>2</sup> & Möller D<sup>2</sup>

*Keywords: humus balance, green manure, straw, soil fertility, crop rotation.*

### Abstract

*Soil organic matter management is a challenge especially in stockless organic farming systems, as shares of fodder legumes in crop rotations are often small to provide more cash crop area, and farmyard manure as the most valuable source for organic matter supply to soils is not available. However, there are many different options for stockless farms to tackle this challenge. In this article we discuss strategies for organic matter supply to soils based on scenarios for different soil-climate regions in Germany. We conclude that the integration of fodder legumes into crop rotations is the most valuable option, as these crops do not only provide carbon but are able to replace mineralized soil organic matter nitrogen that has been exported with the harvested biomass of the cash crops.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Sicherung der Versorgung von Ackerböden mit organischer Substanz stellt insbesondere im viehlosen und vieharmen Ökolandbau eine Herausforderung dar. Zum einen besteht aufgrund der fehlenden Verwertung durch den Viehbestand eine geringere Motivation zum Anbau von Futterleguminosen, zum anderen ist gerade der Rinder-Stallmist als besonders wertvolles Substrat für den Aufbau der organischen Bodensubstanz zunächst nicht verfügbar. Im BÖLN-Projekt 11NA061 *HumuGS* wurden vor diesem Hintergrund verschiedene Humusersatzstrategien für viehlose Betriebe des ökologischen und konventionellen Landbaus in unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen definiert und mit Blick auf Humusbilanzen und die betriebswirtschaftliche Leistung ausgewertet. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Ergebnisse der Humusbilanzierung für die ökologischen Bewirtschaftungsszenarien. Die betriebswirtschaftliche Auswertung findet sich im Beitrag von Blumenstein et al. (2017), eine synthetische Betrachtung von Humusbilanzen und Betriebswirtschaft wird in einem weiteren Beitrag (Brock et al. 2017) vorgenommen.

### Material und Methoden

Es wurden Bewirtschaftungsszenarien für viehlose Öko-Betriebe ohne (-FMK) und mit (+FMK) Futter-Mist-Kooperation in unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen definiert. Ausgehend von einer für die Betriebstypen in den Boden-Klima-Räumen jeweils spezifischen Basis-Fruchtfolge mit angenommenem Verbleib aller Koppelprodukte auf den Flächen wurden optionale Humusersatzstrategien entwickelt (Tab. 1). Eine Übersicht über Basis-Fruchtfolgen und Humusersatzstrategien findet sich im Synthesebeitrag (Brock et al. 2017). Die Spezifikation der Basis-Fruchtfolgen und der Humus-

ersatzstrategien erfolgte unter Nutzung statistischer Daten und mit Unterstützung durch Experten aus der angewandten Forschung und dem Beratungssektor.

**Tabelle 1: Humusersatzstrategien in den Bewirtschaftungsszenarien.**

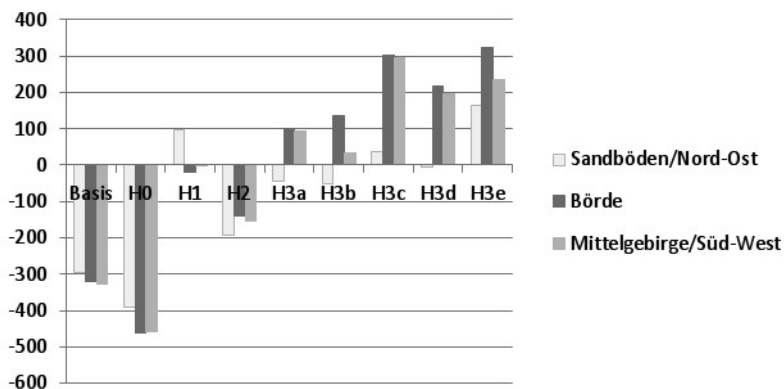
ID	Humusersatzstrategie (HES)	Betriebstyp	
		-FMK	+FMK
Basis	Alle Koppelprodukte (Stroh, Klee gras) verbleiben auf dem Feld	x	x
H0	Abfuhr und Verkauf des Getreidestrohs	x	x
H1	Optimierung der N-Bilanz durch Hühner trockenkot (HTK) (+10%*)	x	x
H2	Integration von Zwischenfrüchten	x	x
H3a	Integration/Steigerung des Anteils von Futterleguminosen (Klee-/Luzernegras); Mulchen von Klee-/Luzernegras (+5%*)	x	x
	H3a bis H3d: Integration/Steigerung des Anteils von Futterleguminosen (Klee-/Luzernegras);		
H3b	Biogasnutzung von Klee-/Luzernegras (+10%*)	x	-
H3c	Kompostierung von Klee-/Luzernegras (+5%*)	x	-
H3d	Direkttransfer (Cut&Carry) von Klee-/Luzernegras (+5%)	x	-
H3e	Optimierung der Kohlenstoff- und Stickstoffbilanz: Integration von Futterleguminosen, Einsatz von HTK, Biogasnutzung von Klee-/Luzernegras (+10%)	x	-

\*angenommene Ertragswirkung der Humusersatzstrategie auf nicht-legume Marktfrüchte in -FMK.

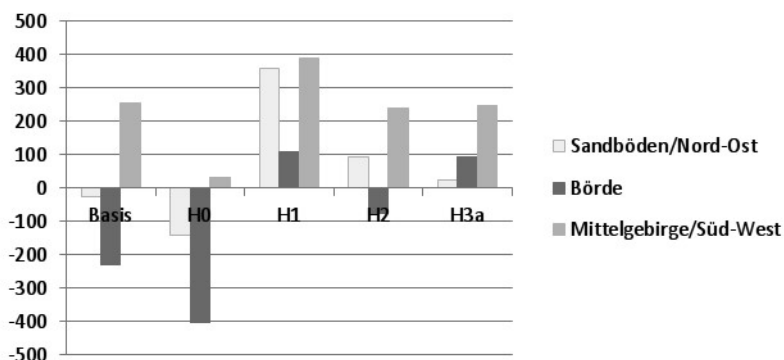
Die Humusbilanzierung erfolgte mit dem Modell HU-MOD (Brock et al. 2012, Knebl. et al. 2015). Das Modell basiert auf dem auch im REPRO-Modell (Hülsbergen 2003) verwendeten Ansatz von Leithold (1991) und berechnet die Bilanz der organischen Substanz im Boden unter Beachtung des Entzuges von N aus der Mineralisierung organischer Substanz durch die Pflanzenbestände und der Nachlieferung von C und N für die Reproduktion der organischen Bodensubstanz mit Pflanzenbiomasse und Düngern. Das Modell ist konzeptionell in der Lage, Veränderungen der organischen Bodensubstanz quantitativ zu kalkulieren und gibt den Humusbilanz-Saldo daher in der Einheit  $\text{kg C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$  an (Brock et al. 2013). Die Schärfe der Aussage hängt jedoch wie bei allen Modellen von der Kalibrierung ab und muß in der Anwendung unter Praxisbedingungen i.d.R. als gering angesehen werden.

## Ergebnisse und Diskussion

Der Verbleib der Koppelprodukte auf den Flächen (Humusersatzstrategie *Basis*) ist in allen Bewirtschaftungsszenarien ohne Futter-Mist-Kooperation für den Ausgleich der Humusbilanzen unzureichend (Abb. 1). Auch die Integration von Zwischenfrüchten (*H2*) erbringt keine ausreichende Verbesserung der Humusbilanzen. Ein Potential für die Entnahme und anderweitige Verwertung von Koppelprodukten (*H0*) besteht daher grundsätzlich nicht. Ein Ausgleich der Humusbilanz wird in erster Linie durch die Integration von Futterleguminosen in die Fruchtfolgen erreicht (*H3<sub>[a...e]</sub>*). An Standorten mit geringerem Ertragspotential (Sandböden/Nord-Ost) reicht aus Sicht der Bilanzierung bei der dargestellten Fruchtfolge auch ein Ausgleich der N-Bilanz mit Hühner trockenkot aus, um die Inanspruchnahme von N aus der Mineralisierung organischer Bodensubstanz zu kompensieren.



**Abbildung 1: Humusbilanzen für Bewirtschaftungsszenarien ohne Futter-Mist-Kooperation (-FMK).** Erläuterung der Humusersatzstrategien (Basis...H3e) s. Tab. 1. Humusbilanzen berechnet mit HU-MOD (Brock et al. 2012, Knebl et al. 2015).



**Abbildung 2: Humusbilanzen für Bewirtschaftungsszenarien mit Futter-Mist-Kooperation (+FMK).** Erläuterung der Humusersatzstrategien (Basis...H3e) s. Tab. 1. Humusbilanzen berechnet mit HU-MOD (Brock et al. 2012, Knebl et al. 2015).

Betriebe mit Futter-Mist-Kooperation weisen demgegenüber durch die bereits in den Basis-Szenarien integrierten Futterleguminosen grundsätzlich höhere Humusbilanzen auf (Abb. 2). Für den Ausgleich der Humusbilanzen reicht der Verbleib der Koppelprodukte allein rechnerisch jedoch nur bei Standorten mit mittlerem Ertragspotential (Mittelgebirge/Süd-West) aus. In den anderen Standortszenarien führt erst die Erhöhung des Anbauumfangs von Leguminosen in Hauptfrucht- (H3a) oder, an Standorten mit geringem Ertragspotential (Sandböden/Nord-Ost), in Zwischenfruchtstellung (H2) zu positiven Humusbilanzen. Auch die Zufuhr von N über Hühner-trockenkot führt in allen Szenarien zu positiven Humusbilanzen und müsste in den Standortszenarien mit geringem (Sandböden/Nord-Ost) und mittlerem (Mittelgebirge/

Süd-West) Ertragspotenzial nicht in dem angenehmen Umfang erfolgen, sofern damit keine weitere Ertragssteigerung erreicht wird.

### Schlussfolgerungen

Die Versorgung der Böden mit organischer Substanz im viehlosen Ökolandbau erfordert insbesondere einen Ausgleich der Inanspruchnahme von N aus der Mineralisierung organischer Substanz im Boden. Dies kann am besten über die Integration von Futterleguminosen in Hauptfruchtstellung erreicht werden, wobei der Anbauumfang und die Verwertung des Aufwuchses an den erwarteten Entzug von N aus der Mineralisierung organischer Substanz durch die nicht-legumen Marktfrüchte angepasst werden muss. Alternativ können über die Nutzung organischer Handelsdünger externe N-Quellen für den Ausgleich der N-Bilanz im System Boden-Pflanze erschlossen werden. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß organische Handelsdünger einen N-Entzug aus einem anderen Betriebs-Ökosystem darstellen und den Ausgleichsbedarf so möglicherweise nur räumlich verlagern.

### Danksagung

Die AutorInnen bedanken sich für die Förderung des Projekts „Sicherung der Humusversorgung mit Gründüngung und Stroh (HumuGS; FKZ 11NA061)“ über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN). Dank gilt weiterhin den beteiligten Wissenschaftlern, Beratern und Landwirten für die Unterstützung bei der Spezifikation der Bewirtschaftungs-szenarien.

### Literatur

- Blumenstein B, Dannehl T, Brock C & Möller D (2017) Humusersatzstrategien aus ökonomischer Perspektive: Notwendiges Übel oder gewinnbringende Investition?. Dieser Tagungsband.
- Brock C, Blumenstein B, Dannehl T & Möller D (2017) Optionen zur Sicherung der Humusversorgung im viehlosen Ökolandbau unter Berücksichtigung von Humusbilanz und Betriebswirtschaft. Dieser Tagungsband.
- Brock C, Franko U, Oberholzer H-R, Kuka K, Leithold G, Kolbe H & Reinhold J (2013) Humus balancing in Central Europe – concepts, state of the art, and perspectives. Review article. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 176: 3-11.
- Brock C, Hoyer U, Leithold G & Hülsbergen K-J (2012) The humus balance model (HU-MOD): A simple tool for the assessment of management change impact on soil organic matter levels. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 92: 239–254.
- Hülsbergen K-J (2003) Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker, Aachen.
- Knebl L, Leithold G & Brock C (2015) Improving minimum detectable differences in the assessment of soil organic matter change in short-term field experiments. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 178: 35-42.
- Leithold G (1991) Zur Herleitung der Gleichung der "horizontalen" Stickstoffbilanz. *Wiss. Zeitschrift d. Universität Halle* 91 M 6: 139–145.