

Bedarf an Humusdüngern im Ackerbau nach guter fachlicher Praxis

Die geringer werdende Wertschöpfung im Getreidebau bleibt nicht ohne Konsequenzen für die Ackerflächennutzung. Landwirtschaftliche Betriebe sind gezwungen, alle Reserven der Kostensenkung auszunutzen.

Da das Getreide für die Hackfrüchte weichen muss, sind Flächen, auf denen der Hackfruchtanteil zwischen 50 und 75 % liegt, sind heutzutage keine Ausnahme mehr.

Bei einer bisher vorwiegend mineralisch ausgerichteten Düngung können diese Fruchtfolgen mittel- bis langfristig nicht ohne Konsequenzen für die Bodenfruchtbarkeit und den Humushaushalt der Böden bleiben, denn insbesondere der Hackfruchtanbau gilt als besonders Humus zehrend (Tabelle 1).

Tabelle 1: Humuswirkung verschiedener Fruchtarten

Frucht	Verbrauch an Humuseinheiten (HE)*
Zuckerrüben	- 2,30 t
Zuckerrüben ohne Blatt	- 1,9 t
Kartoffeln	-1,80 t
Silomais	- 1,35 t
Weißkohl	- 1,80 t
Getreide	- 0,70 t

* Humuseinheiten nach Leithold et al. (1997) für die konventionelle landwirtschaftliche Produktion

Humusbilanzierung: Zur Bewertung der Konsequenzen intensiven Ackerbaus auf den Humushaushalt des Bodens sind Humusbilanzierungsmethoden hilfreich. Gebräuchliche Methoden sind die ROS-Methode (Reproduktionswirksame Organische Substanz) und die HE-Methode von Leithold et al..

Die HE- (Humus-Einheiten-)Methode hat als Bezugsgröße, dem Namen entsprechend, die Humuseinheit. Sie entspricht 1 t Humus mit einem Gehalt von 580 kg Kohlenstoff und 50 kg Stickstoff. Die HE-Methode betrachtet wegen der engen Verknüpfung den Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt. Bei zugeführter organischer Substanz wird zur Bewertung der Humuswirkung auch deren Abbaugeschwindigkeit, also der Nähr- und Dauerhumusanteil, berücksichtigt. Neuere dynamisierte Berechnungen erfassen auch Ertrags- und Standorteinflüsse (Huelsbergen 2002).

Humusbilanzierungen belegen, dass der Humusverlust bei hohen Hackfruchtanteilen gravierend ist und zweifellos nachhaltig negative Konsequenzen für die Bodenfruchtbarkeit sowie die Ertragsfähigkeit des Standortes hat, wenn kein standortangepasster Humausgleich erfolgt.

Auf vielen Standorten zeichnen sich die Probleme aber erst mittel- bis langfristig ab, da der Humusgehalt des Bodens eine wenig dynamische Größe ist. Dies zeigt sich, wenn man auf der Grundlage eine der oben genannten Methoden die Humusbilanzen über mehrere Fruchtfolgerotationen hinweg berechnet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Konsequenzen hackfruchtintensiver Fruchtfolgen auf den Humusgehalt (Modellrechnung, gleiche Abbaurate vorausgesetzt, Basis: HE-Methode)

Fruchtfolge	Humus	Anzahl Fruchtfolge-rotationen	Theoretischer Humusgehalt 2,0 % Humus = 90 t/ha	
			in t/ha	in %
Ausgangssituation	2 % Humus (= 90 t/ha)			
Zw.-Frucht Senf	+ 0,3	1 (3 Jahre)	85,9 t	1,9 %
Zuckerrüben (Blatt verbleibt)	- 1,9	2 (6 Jahre)	82,8 t	1,8 %
Kartoffeln	- 1,8	3 (9 Jahre)	77,7 t	1,7 %
Winterzgerste	- 0,7	4 (12 Jahre)	73,6 t	1,6 %
		5 (15 Jahre)	69,5 t	1,5 %
Summe Endwert Humus	- 4,1 85,9 t/ha (- 4,6%)			

Im Kalkulationsbeispiel wurde ein Humusgehalt von 2% (entsprechend einem C-Gehalt von 1,16 %) und eine übliche Krumentiefe von 30 cm vorausgesetzt. In den ersten zehn Jahren dieser Bewirtschaftungsform wird ein Landwirt die schleichende Verschlechterung der Bodengüte kaum konkret erfassen können. Spätestens jedoch, wenn auf Lösslehm Böden Humusgehalte von ca. 1,7 % unterschritten werden, ist davon auszugehen, dass die abnehmende Bodenfruchtbarkeit über Strukturprobleme im Boden, schwächer werdende Stickstoffmineralisation und unter Umständen gehemmtes Pflanzenwachstum sichtbar wird. Liegt man beim Gehalt an organischer Substanz dann auf einem entsprechend niedrigen Niveau, ist die Umkehrung des Prozesses, d.h. ein Aufbau des Humusgehaltes aufwändig und ebenfalls sehr langwierig. Schließlich muss über die Zufuhr organischer Substanz nicht nur die jährliche Abbaurate gedeckt, sondern darüber hinaus auch noch stabile organische Substanz dem Boden im Überschuss zugeführt werden.

Praxisrelevante Folgen von Humusmangel: Die negativen Auswirkungen von Humusmangel sind vielschichtig und allgemein bekannt. So leidet unter geringen Humusgehalten vor allem die Bodenstruktur bzw. Strukturstabilität mit entsprechenden Konsequenzen für den Luft- und Wasserhaushalt. Die biologische Aktivität ist dadurch gehemmt, ebenso das Wurzelwachstum und die Nährstoffaufnahme. Die schlechtere Durchlüftung bedingt nicht allein gebremste Umsetzungsprozesse, sondern hemmt auch die Bodenerwärmung und führt unter Umständen zu einem Anstieg von Wurzelerkrankungen wie z.B. der späte Rübenfäule an Zuckerrüben (Hoegen 2000).

Nicht unterschätzt werden sollte das hohe Wasserbindungsvermögen von Humus. Humus ist in der Lage, das Mehrfache des Eigengewichts an Wasser zu binden. Ein ausreichender Humusgehalt des Standortes verringert somit die Gefahr von Ertragsverlusten durch Trockenperioden.

Tabelle 3: Stickstoffpool im Humus bei unterschiedlichen Humusgehalten und C:N-Verhältnissen

Humusgehalt /Humusmenge (30 cm Krume)	C / N- Verhältnis	N-Pool im Humus in kg/ha
2,2 % Humus (= 99 t/ha)	11,5 / 1	4.993
	14,0 / 1	4.101
2,0 % Humus (= 90 t/ha)	11,5 / 1	4.539
	14,0 / 1	3.729
1,6 % Humus (= 72 t/ha)	11,5 / 1	3.631
	14,0 / 1	2.983

Die Stickstoff-Mineralisation ist über zwei Wege beeinträchtigt: Zum einen kann die biologische Aktivität des Bodens durch die beeinträchtigte Bodendurchlüftung negativ beeinflusst werden. Zum anderen reduziert sich mit sinkendem Humusgehalt der für die Mineralisation zu Verfügung stehende Stickstoffpool (Tabelle 3).

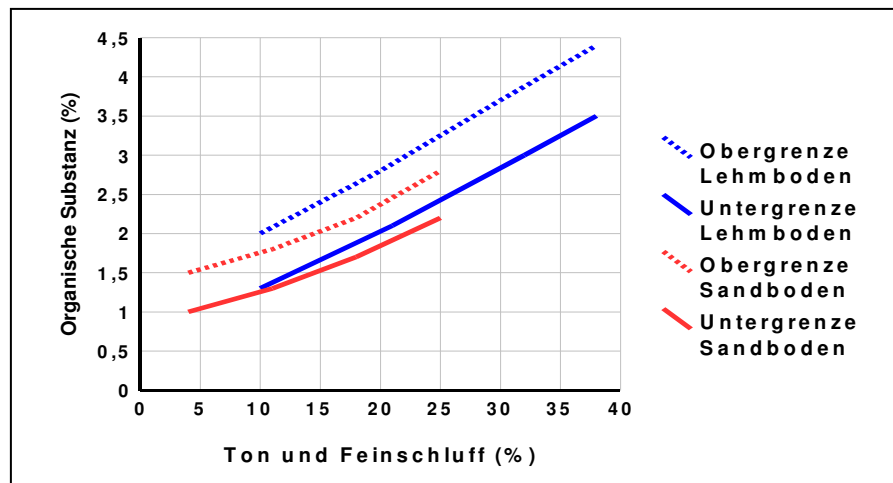
Für den Ackerbauern noch sichtbarer sind die bodenbearbeitungsrelevanten Kriterien. Ist durch Humusmangel die Wasserinfiltration gestört, erhöht sich allgemein bei Niederschlägen die Verschlammungs- und Verkrustungsgefahr auf der Fläche. In hängigen und feinerdreichen Regionen kann durch steigenden oberirdischen Wasserabfluss die Erosionsgefahr wachsen. Eine gestörte Bodenstruktur kann zudem auch eine schlechtere Wasserabfuhr aus dem Oberboden bewirken, was sich für den Praktiker in einer verzögerten Bearbeitbarkeit dokumentiert.

Aus den dargestellten Zahlen ist zu schlussfolgern, dass bei einem Absinken des Humusgehaltes von 2,2 % auf 1,6 % die Stickstoffmineralisation um schätzungsweise ein Drittel sinken kann. Das beinhaltet für den Landwirt die Gefahr von Fehlern bei der Stickstoffdüngung und gleichzeitig die Notwendigkeit, die mineralisch zugeführte Stickstoffmenge zu erhöhen.

Gute fachliche Praxis der Humuswirtschaft: Gemäß § 17 Absatz 2 Punkt 7 des Bundes-Bodenschutzgesetzes von 1998 gehört es zur guten fachlichen Praxis des landwirtschaftlichen Bodenschutzes, „den standorttypischen Humusgehalt des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität zu erhalten“. Auch auf europäischer Ebene setzt man sich mit dieser Thematik in dem EU-Dokument 179 „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ (2002) auseinander und diskutiert sowohl Ursachen als auch mögliche Lösungsstrategien. Übertragen auf die oben geschilderte Situation besteht demnach neben der fachlichen auch die rechtliche Forderung, eine gezielte Humusersatzwirtschaft zu betreiben.

Über geeignete Humusgehalte existieren einige Erkenntnisse. Diese entstammen vor allem der Forschung der ehemaligen DDR bzw. den neuen Bundesländern (Körschens et al. 1998). Der optimale Humusgehalt ist danach stark vom jeweiligen Standort abhängig. Die hierbei wesentlichste Komponente ist die Bodenart. Je höher der Feinerdeanteil ist, umso höher ist der notwendige Gehalt an organischer Substanz zur Strukturstabilisierung.

Abbildung 1: Organische Substanz in Ackerböden: Orientierungswerte für geeignete Gehalte (Körschens et al. 1998)



Die alleinige Aussagekraft des Humusgehaltes ist allerdings beschränkt. Allein durch die Tatsache, dass Humus zu etwa einem Drittel in umsetzbarer Form vorliegt, ist er Jahres- und Jahreszeitschwankungen unterworfen. Zahlreiche Fachleute halten daher die Humusbilanzierung und das Erreichen ausgeglichener Humusbilanzen für ebenso wichtig (LEITHOLD et al. 1997). Zur Orientierung und als Beratungshilfe leistet die Bestimmung des Humusgehaltes allerdings einen wesentlichen Beitrag. Um den Einfluss externer Faktoren zu minimieren, sollten die Bodenproben immer zur gleichen Jahreszeit und, wenn möglich, unter vergleichbaren Witterungsbedingungen gezogen werden.

Aus den ostdeutschen Langzeitversuchen ist abzuleiten, dass für diese Böden Humusgehalte zwischen 2 und 2,5 % als optimal anzunehmen sind. Eine fachlich korrekte Betrachtung der Humusgehalte von Ackerböden kann aber nur erfolgen, wenn man, wie oben beschrieben, die Standorte zumindest nach ihrer Bodenart differenziert.

Die steigende Anzahl an Humusuntersuchungen in der Düngeberatung lässt erkennen, dass die „Bodendüngung“ mit Humus zunehmend zu einem nicht nur theoretischen sondern auch praktizierten Teil der guten fachlichen Praxis des Ackerbaus wird. So wurden z. B. im Rheinland allein in den Jahren 2000 und 2001 begleitend zur Standardbodenuntersuchung mehr als 3000 Humusuntersuchungen beauftragt.

Die Landwirtschaft am Niederrhein ist gekennzeichnet durch eine vergleichsweise hohe Viehdichte und einen dementsprechenden Anfall an organischem Dünger. In der Köln-Aachener Bucht dagegen ist der Viehbesatz gering. Viele Flächen weisen hier negative Humusbilanzen infolge der beschriebenen hohen Hackfruchtanteile in der Fruchtfolge, Strohverkauf und fehlendem Humusersatz über organische Düngemittel auf.

Tabelle 4: Humusgehalte von Ackerflächen in verschiedenen Regionen des Rheinlandes (Lehmböden)

	Humusgehalte in Ackerböden in verschiedenen Regionen (Rheinland, vorwiegend Lehmböden)			
	gering < 17 %	ausreichend 1,7-2 %	optimal 2.1-5 %	hoch > 2,5 %
Viehreiche Region	11,4 %	21 %	40,3 %	27,3 %
Vieharme Region	20,3 %	31,1 %	36,0 %	12,6 %

Immerhin weisen bereits rund 20 % aller in der vieharmen Beispielsregion untersuchten Lehmböden bereits kritische Humusgehalte unter 1,7 % auf. Angesichts der Langfristigkeit von Veränderungsmöglichkeiten muss über Maßnahmen zur Sicherstellung von ausreichenden Gehalten an organischer Substanz auch bereits bei Humusgehalten zwischen 1,7 und 2,0 % nachgedacht werden.

Nachhaltige Humusersatzwirtschaft: Angesichts der ökonomischen Rahmenbedingen ist es derzeit schwer, Landwirten allein aus Gründen der Humusbilanz Änderungen ihrer Fruchtfolgen zu empfehlen.

Als wesentlich bedeutender ist für Ackerbaubetriebe der Einsatz betriebsfremder organischer Dünger einzustufen. Dies können Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft oder organische Reststoffe sein.

Eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz von Sekundärrohstoffdüngern oder sonstigen organischen Reststoffen ist deren gesicherte Qualität, sowohl im Hinblick auf die Deklaration der wertgebenden als auch der wertmindernden Bestandteile (Schad- oder Störstoffe). Falls auf dem Markt vorhanden, ist gütegesicherten Produkten der Vorzug zu geben.

Konzentriert man sich auf die Humusersatzleistung ergibt sich beim Vergleich wesentlicher Materialien folgendes Bild:

Tabelle 5: Humusleistung verschiedener organischer Dünger

Dünger	Menge t FM/ha 1)	Faktor 2)	Fracht t/ha 3)	Zeitraum	Fracht in 3a t/ha
Kompost	45	0,14	6,3	3-jährig	6,3
Stallmist	60	0,06	3,6	3-jährig	3,6
Gülle	30	0,02	0,6	jährlich	1,8
Stroh	7	0,12	0,84	zweijährig	1,26
Gründüngung	20	0,013	0,26	zweijährig	0,39

1) Ausbringungsmenge in t Frischmasse je ha

2) Umrechnungsfaktor zu den Humuseinheiten (HE)

3) Humusfracht in t/ha

Nach dieser Berechnung ist die Humuszufuhr insbesondere beim Komposteinsatz als hoch einzustufen. Mit der ermittelten Humusfracht von 6,3 t/ha lassen sich sogar ansonsten stark negative Humusbilanzen hackfruchtreicher Fruchtfolgen ausgeglichen oder sogar schwach positiv gestalten. Eine positive Wirkung von Kompost auf den Humusgehalt ermittelten auch KLUGE und MOKRY (2000).

Für ein Sanierungskonzept eines an Humus verarmten Bodens dürfte eine organische Düngung allein jedoch nicht ausreichen. Hier empfiehlt es sich, verschiedene Maßnahmen zu kombinieren. So sollte die Stroheinarbeitung in Erwägung gezogen werden. Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, ist die Humuszufuhr über das Stroh, aber auch die Nährstoffrückführung beachtlich und kann mögliche monetäre und arbeitswirtschaftliche Nachteile durchaus kompensieren. Der positive Beitrag einer Senf-, Ölrettich oder Phaceliazwischenfrucht, die im Juli oder August gesät wird und über Winter abstirbt oder abgeschlegelt wird, ist dagegen gering. Dies soll jedoch nicht die ansonsten wesentlichen Pluspunkte des Zwischenfruchtanbaus relativieren.

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 5 ermittelten Humusfrachten kann die eingangs in Tabelle 2 vorgestellte Fruchtfolge demnach ausgeglichen bis positiv gestaltet werden. Kompost erscheint hierfür als sehr geeignet. Eine fachgerechte Humuswirtschaft ist daher auch in hackfruchtintensiven Fruchtfolgen möglich.

Tabelle 6: Humusersatz in hackfruchtintensiven Fruchtfolgen entsprechend guter fachlicher Praxis

Fruchtfolge	Humusbilanz in t/ha
Ausgangssituation	1,6 % Humus = 72 t Humus/ha
Zwischen-Frucht Senf	+ 0,3
Zuckerrüben (Blatt verbleibt)	- 1,9
Kartoffeln	- 1,8
30 t/ha Fertigkompost	+ 6,3
Wintergerste	- 0,7
Stroheinarbeitung	+ 0,9
Summe	+ 3,1 t/ha
Endwert Humus	75,1 t/ha (+ 4,3 %)

Zusammenfassung: Der Erhalt des standorttypischen Humusgehaltes ist ein Element der guten fachlichen Praxis des Bodenschutzes. Versuchsergebnisse und praktische Erfahrungen belegen die pflanzenbauliche Notwendigkeit standortspezifisch ausreichender Humusgehalte und ausgeglichener Humusbilanzen.

Ist ein Ackerbaubetrieb gezwungen, die Produktivität der Fläche durch eine Reduzierung des Getreideanteils zugunsten von Feldgemüse und Hackfrüchte zu erhöhen, bedingt dies stark negative Humusbilanzen.

Diese Bilanzen müssen zeitnah ausgeglichen gestaltet werden. Mit dem Einsatz organischer Dünger, der Integration humusmehrender Kulturen, der Stroheinarbeitung und der konservierenden Bodenbearbeitung stehen der Landwirtschaft verschiedene Möglichkeiten offen, die Humusbilanz positiv zu beeinflussen. (KE)