

Humus und Bodenfruchtbarkeit

Bedeutung des Humusgehaltes für die Bodenfruchtbarkeit

Ein ausreichender Gehalt an Humus (organische Bodensubstanz) ist die Voraussetzung für die nachhaltige natürliche Bodenfruchtbarkeit, denn der Humus beeinflusst viele Bodeneigenschaften, die auf die Ertragsfähigkeit, die Bearbeitbarkeit, die Erosionsanfälligkeit und die Filter- und Pufferfunktion einwirken:

Der Humus ist die Nahrungsquelle für Bodenmikroorganismen und Bodentiere, so dass zwischen dem Humusgehalt eines Bodens und der Menge an mikrobieller Biomasse eine enge Beziehung besteht. Der Humus stellt auch eine langsam fließende Nährstoffquelle für die Pflanzen dar. Durch mikrobiellen Abbau der Humusbestandteile werden darin gebundene Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphat oder Schwefel in pflanzenverfügbare Formen überführt. Andere Nährstoffe wie Kalium oder Magnesium können an den Humusteilchen austauschbar gebunden werden. Der daraus resultierende Schutz vor Auswaschung ist vor allem auf Sandböden sehr wichtig. Speziell hier, aber auch auf anderen Böden ist vorteilhaft, dass der Humus in der Lage ist, Wasser zu binden, was sich positiv auf die Feldkapazität auswirkt. Ferner wirkt der Humus als Puffer und verhindert große pH-Schwankungen, was eine wichtige Voraussetzung für die biochemischen Prozesse im Boden ist. Der Humus wirkt gefügeschaffend und gefügestabilisierend und beeinflusst damit die Wasser- und Nährstoffzufuhr zur Pflanzenwurzel, die Wurzelentwicklung, den Gasaustausch, die Wasserversickerung, die Wasserstabilität der Bodenaggregate sowie die Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit des Bodens. In der Summe all dieser Wirkungen wirkt der Humus positiv auf den Ertrag. Zudem wird die Bearbeitbarkeit der Böden verbessert und die Erosionsgefahr gemindert.

Man kann unterscheiden zwischen einer umsetzbaren und einer weitgehend stabilen Humusfraktion. Nur der umsetzbare Teil („Nährhumus“) ist von der Bodenbewirtschaftung abhängig und dementsprechend beeinflussbar. Dagegen ist die bis zu zwei Dritteln der Gesamtmenge ausmachende stabile Fraktion („Dauerhumus“) gegenüber den Abbauvorgängen, in deutlicher Abhängigkeit von der Bodenart, weitgehend geschützt. Der Humusgehalt eines Bodens hängt zum Teil von Faktoren ab, die der Landwirt nicht beeinflussen kann (zum Beispiel Klima, Bodenart). Dennoch ist unumstritten, dass der umsetzbare Teil des Humusgehaltes dem Eingriff des Bewirtschafters unterliegt. Je nach Bodenbearbeitungsintensität wird jährlich organische Bodensubstanz in einer Größenordnung von 1 bis 5 % abgebaut, wobei die Bodenart, die Wasserversorgung und der Temperaturverlauf entscheidenden Einfluss auf die Abbaurate haben. Die angebauten Pflanzen beeinflussen einerseits über ihr Wurzelsystem (Wurzelmasse) und andererseits über ihre spezifischen Anforderungen an die Bodenbearbeitung (Intensität, Bodenruhe) den Nettozuwachs oder -verlust an Humus im Boden. Hackfrüchte wie Rüben, Kartoffeln oder Silomais zehren am Humusvorrat. Getreide ist humuszehrend, wenn das Stroh abgefahren wird und humusmehrend, wenn das Stroh auf der Fläche verbleibt. Klassischer Humusmehrer ist mehrjähriges Feldfutter. Auch Zwischenfrüchte, selbst begrünte und gezielt begrünte Brachen liefern Humus. Daneben kommt den organischen Düngern wie Stallmist, Gülle, Gärresten, Kompost oder Klärschlamm eine wichtige Rolle bei der Zufuhr an organischer Substanz zu.

Wird über die Fruchtfolge gesehen mehr Humus abgebaut als über Erntereste oder organische Dünger zurückgeführt, kann es zu einem Absinken des Humusgehaltes unter das standorttypische Optimum kommen, etwa bei hohem Hackfruchtanteil in der Fruchtfolge, regelmäßiger Strohabfuhr und fehlender organischer Düngung. Dies kommt einem Verlust an Bodenfruchtbarkeit gleich. Über die Fruchtfolgegestaltung und den Einsatz organischer Dünger kann dieser Entwicklung entgegen gewirkt werden. Ebenso spielt die Bearbeitungsintensität eine Rolle.

Humusuntersuchung

Die Kenntnis des Humusgehaltes ist wichtig, auch wenn es anders als bei den Grundnährstoffen oder dem pH-Wert keine Zielwerte für den je nach Bodenart, Witterungs- und Bewirtschaftungsbedingungen anzustrebenden Humusgehalt gibt. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der anzustrebende pH-Wert ganz erheblich vom Humusgehalt abhängt (s. Kapitel Kalkung). Damit entscheidet der Humusgehalt auch über die Kalkempfehlung, die aus dem in der Bodenuntersuchung gemessenen pH-Wert abgeleitet wird. Werden keine Angaben zum Humusgehalt gemacht, muss bei der Ermittlung des Kalkbedarfs von mittleren Humusgehalten ausgegangen werden. Insofern ist zu empfehlen, den Humusgehalt des Bodens durch eine Bodenuntersuchung bestimmen zu lassen. Ab 2015 braucht nach neuer AgrarZahlVerpflV kein gesonderter Nachweis mehr für die Erhaltung des Anteils der organischen Substanz im Boden erbracht werden. Zukünftig bedarf es weder einer Bodenhumusuntersuchung noch Humusbilanzierung um diesem Punkt in der Verordnung gerecht zu werden. Die Erhaltung des Anteils der organischen Substanz im Boden wird dann insbesondere über die vorgeschriebene Anbaudiversifizierung im Rahmen der Greeningauflagen erfüllt (s. auch Kapitel Humus und CC-Relevanz).

Humusbilanzierung

Die Humusbilanzierung kann ein wertvolles Hilfsmittel zur Beurteilung der Humuswirtschaft eines Betriebes sein. Das Prinzip der Humusbilanzierung beruht darauf, dass der fruchtartsspezifische Humusbedarf mit der Humuslieferung organischer Materialien verglichen wird. Bedarf und Lieferung wurden bislang angegeben in kg Humus-Kohlenstoff (Humus-C), sind aber jetzt dimensionslos, d.h. in Humusäquivalente je Hektar (Häq/ha) definiert. Die jeweiligen Werte sind in den nachfolgenden Tabellen enthalten.

Mit der Excel-Anwendung „Nährstoffvergleich NRW“ kann ohne großen Zusatzaufwand aus den Daten des Nährstoffvergleiches eine Humusbilanz für den Betrieb gerechnet werden (s. www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/naehrstoffvergleich).

Kennzahlen zur fruchtartspezifischen Veränderung des Humusvorrates (Humusbedarf) des Bodens in Humusäquivalenten (Häq) pro ha und Jahr

Hauptfruchtarten	Häq/ha
Zucker- und Futterrübe, einschließlich Samenträger	-760
Kartoffeln und 1. Gruppe Gemüse / Gewürz- und Heilpflanzen ^{*)}	-760
Silomais, Körnermais und 2. Gruppe Gemüse / Gewürz- und Heilpflanzen ^{*)}	-560
Getreide einschließlich Öl- und Faserpflanzen, Sonnenblumen sowie 3. Gruppe Gemüse / Gewürz- u. Heilpflanzen ^{*)}	-280
Körnerleguminosen	160
Die Bedarfsfaktoren für Zucker- und Futterrüben, Getreide, Körnermais und Ölfrüchte beinhalten nicht die Humusersatzleistung der Erntereste; wenn die Erntereste auf der Fläche verbleiben, ist deren Humusersatzleistung gesondert zu berechnen; bei den restlichen Fruchtarten ist die Humusersatzleistung der Erntereste bereits im Humusbedarf berücksichtigt.	
Mehrjähriges Feldfutter	
Ackergras, Leguminosen, Leguminosen-Gras-Gemenge, Vermehrung und 4. Gruppe Gemüse / Gewürz- und Heilpflanzen ^{*)}	600
• je Hauptnutzungsjahr	
• im Ansaatjahr	
als Frühjahrsblanksaat	400
bei Gründeckfrucht	300
als Untersaat	200
als Sommerblanksaat	100
Zwischenfrüchte (Aufwuchs abgefahren^{**})	
Winterzwischenfrüchte (winterharte Zwischenfrüchte)	140
Stoppelfrüchte (nicht winterharte bzw. vor Winter umgebrochene Zwischenfrüchte)	100
Untersaaten	250
Brache	
Selbstbegrünung	
• ab Herbst	180
• ab Frühjahr des Brachejahres	80
Gezielte Begrünung	
• ab Sommer der Brachlegung incl. dem folgenden Brachejahr (gilt auch für nachfolgende Jahre)	700
• ab Frühjahr des Brachejahres	400
* Gruppierung von Gemüse-, Duft-, Gewürz- und Heilpflanzen n. Humusbedürftigkeit	
Gruppe 1	Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Fingerhut, Gurke, Knollensellerie, Kürbis, Porree, Rhabarber, Rotkohl, Stabtomate, Stangensellerie, Weißkohl, Wirsingkohl, Zucchini, Zuckermelone
Gruppe 2	Aubergine, Chicoree (Wurzel), Goldlack, Kamille, Knoblauch, Kohlrübe, Malve, Möhre, Meerrettich, Paprika, Pastinake, Ringelblume, Schöllkraut, Schwarzwurzel, Sonnenhut, Zuckermais
Gruppe 3	Ackerschachtelhalm, Alant, Arzneifenchel, Baldrian, Bergarnika, Bergbohnenkraut, Bibernelle, Blattpettersilie, Bohnenkraut, Borretsch, Brennessel, Buschbohne, Drachenkopf, Dill, Dost, Eibisch, Eichblattsalat, Eisbergsalat, Endivie, Engelswurz, Erdbeere (je Anbaujahr), Estragon, Faserpflanzen, Feldsalat, Fenchel (großfrüchtig), Goldrute, Grünerbse, Grünkohl, Hopfen, Johanniskraut, Kohlrabi, Kopfsalat, Kornblume, Kümmel, Lollo, Liebstöckel, Majoran, Mangold, Mutterkraut, Nachtkerze, Ölfrüchte, Pfefferminze, Radicchio, Radies, Rettich, Romana, Rote Rübe, Salbei, Schafgarbe, Schnittlauch, Spinat, Spitzwegerich, Stangenbohne, Tabak, Thymian, Wurzelpetersilie, Zitronenmelisse, Zwiebel
Gruppe 4	Bockshornklee, Schabziegerklee, Steinklee

^{**} Wenn der Aufwuchs auf der Fläche verbleibt (Gründungszwischenfrüchte), muss die Humuszufuhr über den Aufwuchs gemäß VDLUFA-Standpunkt „Humusbilanzierung“ gesondert mittels der Tabelle „Kennzahlen zur Humusreproduktion...“ berechnet werden. Die Aufwuchsleistung liegt je nach Art und Wuchsbedingungen zwischen etwa 20 und 40 t/ha Frischmasse.

Kennzahlen zur Humus-Reproduktion organischer Materialien in Humusäquivalenten (Häq) pro t FM

Material		Häq pro t FM	Trockenmasse (%)
Pflanzenmaterial	Stroh (Getreide, Mais, Raps, Öllein)	100	86
	Gründüngung, Rübenblatt, Marktabfälle	8	10
	Grünschnitt	16	20
Stallmist	frisch	28	20
		40	30
	verrottet (auch Feststoff aus Gülleseparierung)	40	25
		56	35
	kompostiert	62	35
	96	55	
Gülle	Schwein	4	4
		8	8
	Rind	6	4
		9	7
		12	10
	Geflügel (Kot)	12	15
		22	25
		30	35
	38	45	
Bioabfall	nicht verrottet	30	20
		62	40
	Frischkompost	40	30
		66	50
	Fertigkompost	46	40
		58	50
	70	60	
Klär- schlamm	ausgefault, unbehandelt	8	10
		12	15
		28	25
		40	35
		52	45
	kalkstabilisiert	16	20
		20	25
		36	35
		46	45
		56	55
Gärreste	flüssig	6	4
		9	7
		12	10
	fest	36	25
		50	35
	Kompost	40	30
	70	60	
Sonstiges	Rindenkompost	60	30
		100	50
	See- und Teichschlamm	10	10
	40	40	

→ Richtwerte für das Verhältnis von Haupternteprodukt zu Nebenernteprodukt
(Korn: Stroh-Verhältnis, bzw. Wurzel: Laub-Verhältnis)

Braugerste	0,7
Futterrüben	0,4
Hafer	1,1
Körnermais	1,0
CCM-Mais	0,7
Öllein	1,5
Sommerfuttergerste	0,8
Sommerraps	1,7
Sonnenblumen	2,0
Wintergerste	0,7
Winterraps, Winterrüben	1,7
Winterroggen	0,9
Wintertriticale	0,9
Winterweizen	0,8
Zuckerrüben	0,7
Beispiel: 10 t Weizenkorn liefern gleichzeitig 8 t Stroh	

Beispiel für eine Humusbilanz

Humusbedarf						
Fruchtfolge	ha	Humuswirkung (Häq)				
		je ha	Gesamtbetrieb			
Weizen (Strohverkauf von 37 ha)	49,8	-280	-13.944			
Silomais	25,0	-560	-14.000			
Stilllegung, Selbstbegrünung ab Herbst	6,6	+180	+1.188			
Summe	81,4		-26.756			
Humusreproduktion						
Kultur bzw. Dünger	Ertrag, Menge (t/ha)	Korn-Stroh-Verhältnis	Ertrag Erntereste (t/ha)	Humusleistung (Häq)		
				je t Substrat	je ha	Gesamtbetrieb
Weizen	8,5	0,8	6,8	100	+680	+8.704
Bullengülle	1.350			9		+12.150
Summe						+20.854
Bilanz						Häq
Summe Humusbedarf						-26.756
Summe Humusreproduktion						+20.854
Gesamtbilanz						-5.902
Humusbilanz pro Hektar und Jahr						-73