

Merklblatt

Humus- und Stickstoff-Wirkungspotenziale organischer Dünger

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den Humus- und Stickstoffwirkungspotenzialen organischer Dünger, wie sie aus den Grundlagen der VDLUFA- Humusbilanzierung in Verbindung mit Laboruntersuchungen ableitbar sind.

Einleitung

Humus ist die Voraussetzung für die Bodenbildung und die Erhaltung seiner Fruchtbarkeit.

Grundlage einer Einschätzung des Versorgungszustandes ist die Humusbilanzmethode.

(vergl. VDLUFA Standpunkt - Humusbilanzierung). Sie ist eine bewährte Methode zur Steuerung der Humusversorgung im Ackerbau. Sie besteht aus zwei Teilen:

- a) den Angaben zur Humusreproduktionsleistung organischer Materialien
- b) den Angaben zum fruchtarten- und anbauspezifischen Bedarf an Humusversorgung.

Diese beiden Teile werden in einer Bilanz zusammengeführt, die zu praxistauglichen Bewertungen der Humusversorgung führt und die effektive Anwendung organischer Dünger ermöglicht. Die Erhaltung/Erzielung eines standort- und bewirtschaftungstypischen Humusvorrats wird einerseits durch die Ernte- und Wurzelrückstände und andererseits über die Zufuhr organischer Materialien /Dünger erreicht. Letztere werden nach ihrem Gehalt und der Stabilität der Kohlenstoffverbindungen bewertet.

Stickstoff ist im Humus etwa im Verhältnis 9:1 bis 12:1 (im Mittel $\approx 10:1$) gebunden, wird aber bei der Humusreproduktion praktisch nicht berücksichtigt. Er ist im Boden vorhanden und/oder wird mit den organischen Düngern in Abhängigkeit vom C/N-Verhältnis bzw. mit der Mineraldüngung zugeführt (z. B. als Ausgleich bei Strohdüngung)

Die Zusammenhänge von Humus- und Stickstoffdynamik im Boden sind aber seit langem bekannt und müssen bei der Humus- und Stickstoffversorgung von Boden und Pflanzen berücksichtigt werden (siehe Abbildung 1). Das Integrieren des organischen Kohlenstoffs der organischen Dünger in den Humus ist dabei eine entscheidende Wirkung des Bodenlebens.

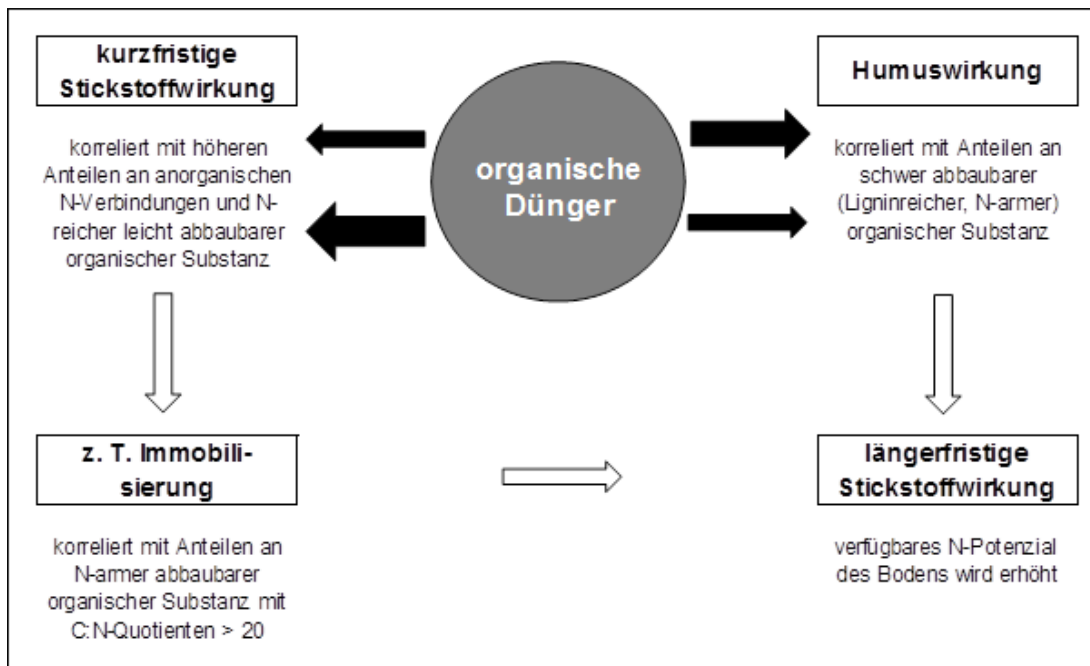


Abbildung 1: Stickstoff- und Humuswirkung organischer Dünger (Gutser und Ebertseder 2006)

Wirkungspotenziale organischer Dünger

Wirkungspotenziale beschreiben solche Effekte, die durch organische Dünger bei optimalen acker- und pflanzenbaulichen Bedingungen erreicht werden können. Für die dem Boden zugeführten pflanzenverfügbaren Nährstoffe (hier vor allem Stickstoff) muss ein ausreichendes Aufnahmevermögen durch Nutzpflanzen vorhanden sein. Die zugeführte organische Substanz muss im Boden in der angegebenen Menge humusreproduktionswirksam werden können. Die leicht abbaubaren Anteile organischer Dünger dienen dem Bodenleben als Nahrungsquelle und machen so die organisch gebundenen Nährstoffe pflanzenverfügbar. Eine weitgehende Ausnutzung der Wirkungspotenziale ist also an optimale Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen geknüpft. Eine Luxusversorgung von Boden und Pflanze mit organischer Substanz und Nährstoffen bewirkt dagegen in der Regel eine verminderte Ausnutzung der Wirkungspotenziale und kann zudem umweltgefährdend sein.

Die Kohlenstoff- und Stickstoffwirkungspotenziale sollen nachfolgend für ausgewählte Beispiele organische Dünger betrachtet werden (siehe Tabelle 1). Für ausgewählte organische Dünger können deren abbaustabile und leicht abbaubare C_{org} -Fraktionen wie folgt beschrieben werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Inhaltsstoffe ausgewählter organischer Dünger (Beispiele aus den genannten Veröffentlichungen)

organischer Dünger	Trockensubstanzgehalt in FM-%	C_{org} -Gehalt in TS-%	Stabilitätsfaktor ¹⁾	N-Gehalt in TS-%		C:N-Verhältnis
				gesamt	löslich	
Grüngutkompost ²⁾	62,7	20,8	1,50	1,11	0,013	18,7
Biogutkompost ²⁾	63,5	22,5	1,45	1,46	0,065	15,4
Gärprodukt, fest ²⁾	34,1	32,5	1,00	2,49	0,191	13,1
Gärprodukt, flüssig ²⁾	4,4	34,6	0,90	11,17	6,589	3,1
Getreidestroh ⁴⁾	87,2	49,5	0,60	0,80	0,030	61,9
(Gründüngung) ⁴⁾	17,0	50,6	0,40	2,30	0,300	22,0
Biogasgülle ³⁾	5,8	39,2	0,85	7,25	5,350	5,4
Schweinegülle ³⁾	5,5	41,8	0,60	7,27	5,636	5,8
Rindergülle ³⁾	8,9	45,0	0,75	4,38	2,250	10,3
Stallmist ³⁾	26,0	41,5	1,00	2,57	0,423	16,1

Legende:

¹⁾ - abgeleitet aus VDLUFA-Standpunkt "Humusbilanzierung" (2014)

²⁾ - Angaben der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V., Köln für 2012 (BGK 2013)

³⁾ - Angaben der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena (Reinhold & Zorn 2008)

⁴⁾ - Angaben aus Rogasik & Reinhold (2014)

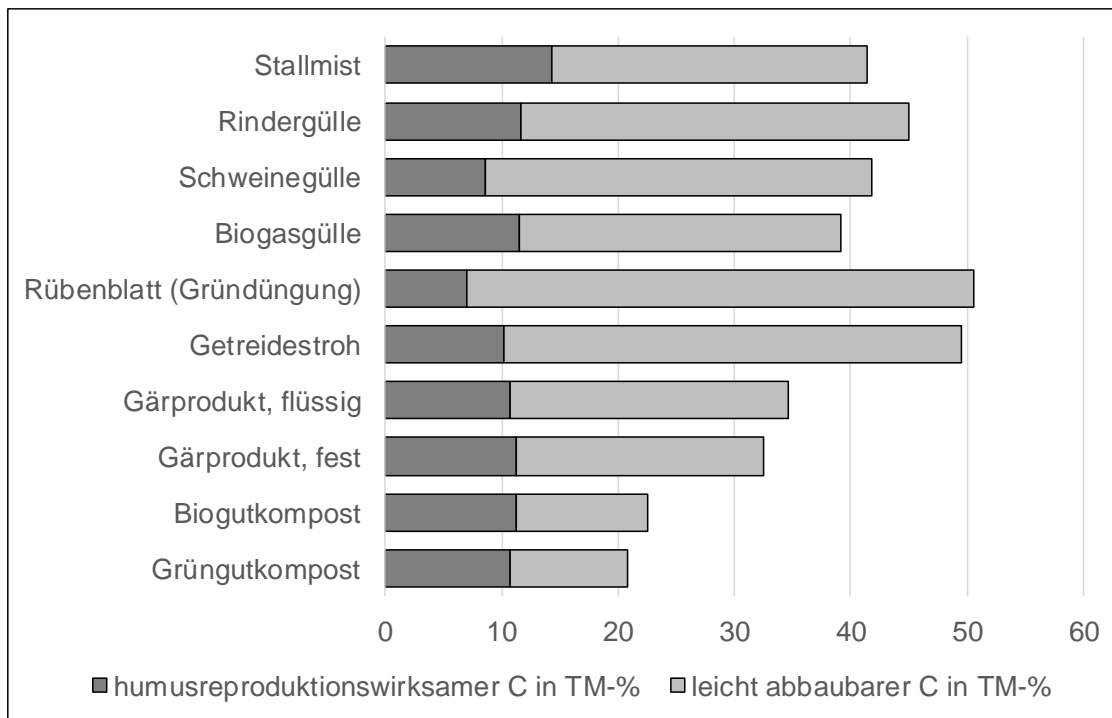


Abbildung 2: Beispiele für Gehalte unterschiedlich abbaustabiler C-Fractionen von ausgewählten organischen Düngern (Reinhold 2018)

Die Stabilität der Organischen Primärschubstanz (OPS) von Düngern nimmt mit steigendem Polymerisationsgrad (steigender C-Gehalt in der **organischen Substanz**, im Unterschied zum C-Gehalt in der **Trockensubstanz** !!) zu. Das C/N-Verhältnis ist dabei nicht entscheidend, sondern hauptsächlich die Anteile an Cellulose, Hemicellulose und Lignin (s. auch Merkblatt „*Getreidestroh zur Humusreproduktion*“).

Die Abbaustabilität der OPS wird in Feldversuchen oder vereinfacht durch Inkubationstests bzw. stoffliche Laboruntersuchungen nachgewiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei Stallung und Gülle ein großer Teil der Ausgangssubstanz, d. h. der pflanzlichen Biomasse, durch den Verdauungsprozess und die Lagerung bereits mikrobiologisch umgesetzt ist und bei Komposten ebenfalls durch den Rotteprozess ein erheblicher Teil der (leicht abbaubaren) pflanzlichen Biomasse zu deren mikrobiologischen Hygienisierung und Stabilisierung genutzt worden und damit in die Atmosphäre zurückgegangen ist. So ergibt sich, dass (bezogen auf die Trockenmasse) die größten Unterschiede zwischen organischen Düngern vor allem in Ihrem Anteil an leicht abbaubarer organischer Substanz und damit in ihrer Förderung des Bodenlebens bestehen.

Die humusreproduktionswirksame C_{org} -Fraktion bleibt über eine gewisse Zeit im Boden erhalten, wobei die Humuswirkungspotenziale von unterschiedlichen Düngern (bezogen auf deren Trockenmasse) relativ einheitlich sind. In der Regel wird diese organische Substanz mikrobiologisch in den Bodenhumus integriert. Abweichungen davon sind nur für nicht durch das Bodenleben integrierbare organische Anteile der Dünger zu erwarten (z. B. Kohle, Holzkohle, Xylit, Hartholz), was vor allem bei Trockenheit zur Bildung partikulärer organischer Substanz im Boden führen kann.

Die Ableitung der N-Wirkungspotenziale organischer Dünger, bezogen auf deren stoffliche Zusammensetzung, ist unter Berücksichtigung der im Boden angeregten C- und N- Dynamik in der Abbildung 3 aufgezeigt. Dabei kommt dem Bodenleben eine entscheidende Bedeutung zu. Einerseits wird das Bodenleben durch die Zufuhr an leicht abbaubarer organischer Substanz als dessen Nahrungsquelle gefördert – andererseits erfolgt die Anpassung der zugeführten abbaustabilen organischen Substanz an das bodeneigene C:N-Verhältnis (im Mittel $\approx 10:1$) nur durch intensives Bodenleben. Hier hat (im Gegensatz zur C_{org} -Reproduktion) das C:N-Verhältnis der organischen Dünger einen deutlichen Einfluss.

Für die Einordnung der N-Wirkungspotenziale organischer Dünger sind aus pflanzlicher Sicht die mineralischen und die organisch leicht abbaubaren N-Fractionen ausschlaggebend. Diese entfalten eine Sofortwirkung bzw. eine durch kurzfristige mikrobiologische N-Reimmobilisierung bedingte kurzfristige Folgewirkung.

Die im Boden immobilisierbare N-Fraktion organischer Dünger folgt der temporären C_{org} -Stabilisierung. Daher kann die damit verbundene temporäre N-Immobilisierung auch als humusreproduktionswirksam bezeichnet werden.

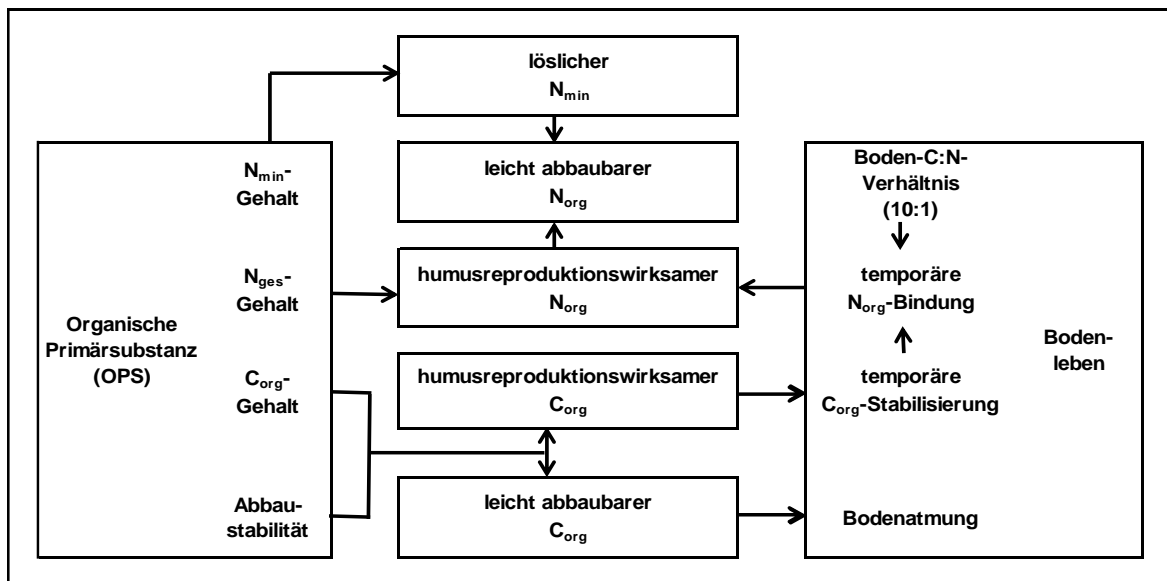


Abbildung 3: Zusammenhänge und Ableitungsmöglichkeit der Humus- und Stickstoff-Wirkungspotenziale organischer Dünger für die Anwendung im Ackerbau (Reinhold 2018)

Schlussfolgerungen

Aus den hier angestellten Betrachtungen zu den Wirkprinzipien organischer Materialien leiten sich u. a. Hinweise für die Praxis und künftige Forschungsvorhaben ab. Hier sind vorrangig Themenbereiche zu nennen:

Für die praktische Anwendung organischer Dünger:

- Liegen für organische Dünger Messwerte auf organische Substanz bzw. C_{org} , auf N_{gesamt} und $N_{löslich}$ ($NH_4-N + NO_3-N$) und Angaben zur Abbaustabilität vor, so können die unterschiedlich wirkenden C- und N-Fractionen orientierend abgeleitet und für die fachgerechte Anwendung der Dünger genutzt werden

Für die Forschung:

- Einschätzung oder Bewertung des Versorgungszustandes des Bodens mit Humus auf der Grundlage von Kohlenstoffuntersuchungen. Dies ist gegenwärtig praktisch nicht möglich, da die jährlichen Veränderungen der C_{org} -Mengen im Boden, auch bei extremer Veränderung der Bewirtschaftung, weniger als 0,01 % ausmachen (entsprechend etwa 500 kg ha^{-1}) und damit weit unterhalb der Fehlergrenze von 0,1 % liegen. Gegenwärtig kann nur mit der Humusbilanzierungsmethode die Versorgung der Böden mit organischer Substanz (nicht deren Humusvorrat) eingeschätzt werden.
- Möglichkeiten und Grenzen von mittelfristigem Humusaufbau durch abbaustabile C_{org} -Fraktionen organischer Dünger. Langfristig werden bis zu 90 % der dem Boden zugeführten Wirtschaftsdünger, bezogen auf die Ausgangssubstanz pflanzliche Biomasse, wieder mineralisiert und in die Atmosphäre zurückgegeben.
- Nachweisführung und Eignung sehr abbaustabiler C_{org} -Fraktionen organischer Dünger für die C-Sequestrierung (dauerhafter Humusaufbau) und deren Möglichkeiten im Hinblick auf die langfristig akkumulierten C-Mengen und auf obere Grenzen der ökologisch und ökonomisch vertretbaren Humusgehalte.
- Nachweise zur Wirkung leicht abbaubarer C_{org} -Fraktionen organischer Dünger auf Boden und Pflanze
- Ableitung von Empfehlungen für die optimale Nutzung der leicht abbaubaren organischen Substanz durch das Bodenleben und des N aus der OPS durch die Pflanzen
- Einfluss der Anwendung organischer Dünger auf Emission klimarelevanter Spurengase.