

Sonderdruck

Getreide Magazin



Verlag Th. Mann

1/2008



Kompost fördert die biologische Aktivität und das Stickstoffnach- lieferungsvermögen des Bodens

Prof. Dr. Heinrich W. Scherer, PD Dr. Gerhard Welp, Dipl.-Ing. agr. Dirk J. Metker,
INRES-Pflanzenernährung der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn

Eine langfristige nachhaltige Nutzbarkeit der Böden erfordert die Erhaltung ihrer Fruchtbarkeit. Hierzu ist neben einer an den Bedarf der angebauten Pflanzen angepassten Nährstoffzufuhr auch die Erhaltung eines standortspezifischen Humusgehaltes durch die Zufuhr organischer Düngemittel von großer Bedeutung. Humus umfasst die gesamte abgestorbene pflanzliche und tierische Substanz auf und in den Böden. Er wird eingeteilt in Nähr- und Dauerhumus.



Beim Nährhumus handelt es sich um leicht abbaubare Stoffe pflanzlicher Herkunft. Sie dienen den Mikroorganismen im Boden direkt als Nahrung. Dauerhumus beinhaltet dagegen die schwer abbaubare organische Substanz, die für die Erhaltung der Bodenstruktur und der langfristigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit sorgt. Er stellt den größten Teil des Humus und kann sowohl Wasser als auch Nährstoffe binden, aber auch wieder an die Pflanzen abgeben.

einer dreigliedrigen Felderfolge (Hackfrucht, Getreide, Getreide) wird der Einfluss langjährig in Form und Höhe differenzierter organischer Düngung (Kompost in praxisüblicher [K1] und vierfach höherer Gabe [K2] sowie Stallmist [S1] in praxisüblicher und doppelter Gabe [S2]) im Vergleich zu einer reinen Minereraldüngung [M] auf den Humusgehalt des Bodens, auf mikrobielle Kenndaten sowie die N-Nachlieferung untersucht. Die organische Düngung erfolgt jeweils vor der Hackfrucht.

für Nährstoffe. Neben Stickstoff sind es vor allem Phosphor und Schwefel, die in der organischen Substanz gebunden sind und aufgrund der Tätigkeit verschiedener Mikroorganismen aber wieder freigesetzt werden können. Zufuhr organischer Materialien mit einem Kohlenstoff: Stickstoff-Verhältnis von größer als 25:1 kann aber auch dazu führen, dass im Boden in mineralischer Form vorliegender Stickstoff von den Mikroorganismen festgelegt wird und dann nicht mehr unmittelbar pflanzenverfügbar ist.

Diese Wirkung ist besonders auf leichten, tonarmen Böden von Bedeutung, auf denen die Kationenaustauschkapazität bis zu 75 % durch die organische Substanz abgedeckt wird.

Als Stabilisator des Aggregatgefüges trägt die organische Substanz im Boden ganz wesentlich zur Verminderung der Erosion bei. Daneben bewirkt sie eine Erhöhung der Tragfähigkeit der Böden, wodurch deren Bearbeitbarkeit bei höheren Wassergehalten verbessert wird. Hinzu kommt, dass humusreiche Böden aufgrund ihrer dunkleren Farbe im Frühjahr schneller abtrocknen und durch die somit mögliche frühere Bestellung die Vegetationszeit verlängert wird.

Weiterhin liefert die organische Substanz im Boden einen wichtigen Beitrag zur Nährstoffspeicherung, indem sie die Kationenaustauschkapazität, d. h. das Bindevermögen für Kationen, wie z. B. Kalium, Magnesium und Calcium, erhöht.

Des Weiteren begünstigt die Dunkelfärbung die Erwärmung des

Langzeitversuch an der Universität Bonn

In einem seit 1960 am INRES – Pflanzenernährung der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn – laufenden Dauerfeldversuch mit

Einfluss der organischen Substanz auf chemische und physikalische Bodeneigenschaften

Die organische Substanz im Boden ist ein ganz wichtiger Speicher

Abb. 1: Einfluss langjährig differenzierter organischer Düngung auf den Gehalt an mikrobieller Biomasse (C_{mik})

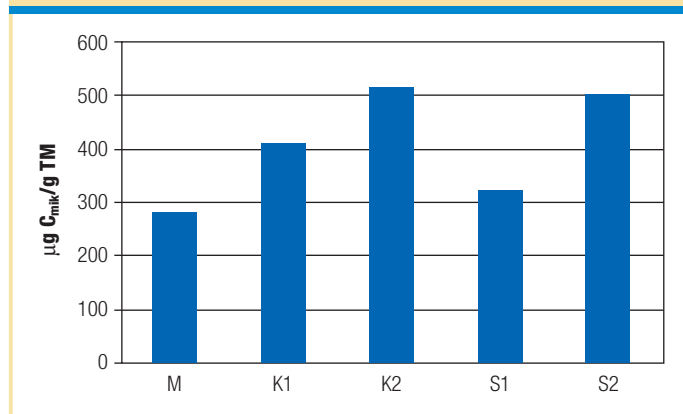
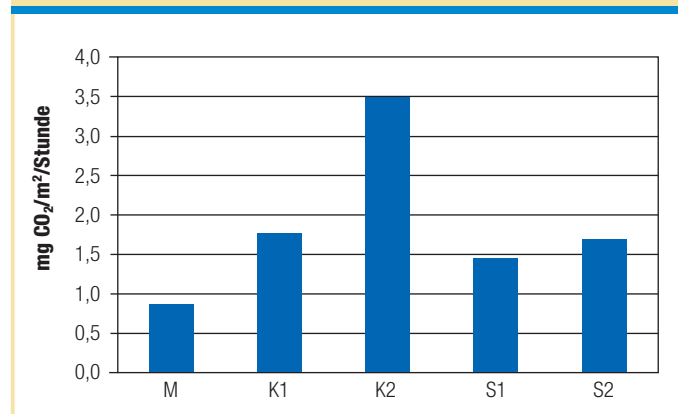


Abb. 2: Einfluss langjährig differenzierter organischer Düngung auf die Bodenatmung, ausgedrückt als Abgabe von CO_2





(Fotos: Verfasser)

Oberbodens, sodass bestimmte Marktfrüchte früher angebaut und somit auch früher geerntet werden können.

Aufgrund des hohen Wasserhaltevermögens der organischen Substanz wird die nutzbare Feldkapazität eines Standortes durch hohe Humusgehalte erhöht. Dies wirkt sich besonders positiv auf leichteren Böden nach länger anhaltender Trockenheit aus.

Kompostdüngung wirkt sich positiv auf den Humusgehalt der Böden aus

In den Böden findet ein ständiger Aufbau und Abbau von Humus statt. Während sich auf Dauergrünland beide Vorgänge die Waage

halten, wird der Humusabbau auf Ackerland durch die Bodenbearbeitung verstärkt. Aus diesem Grund muss eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz, z. B.

nischen Düngung auf den Humusgehalt des Bodens nachgewiesen werden.

Dieser war besonders in den mit Kompost gedüngten Flächen aus-

Tab. 1: Einfluss langjährig differenzierter organischer Düngung auf den pH-Wert sowie auf den Gehalt an Kohlenstoff und den Gesamtstickstoffgehalt des Bodens

Variante	pH-Wert	Kohlenstoff %	Stickstoff %
M	6,1	1,24	0,109
K 1	6,7	1,75	0,145
K 2	7,1	2,78	0,227
S 1	6,0	1,32	0,115
S 2	6,2	1,47	0,131

in Form wirtschaftseigener Dünger oder Kompost, gewährleistet werden. In dem am Bonner Institut für Pflanzenernährung durchgeführten Dauerfeldversuch konnte ein deutlicher Einfluss der langjährigen orga-

geprägt. Gegenüber reiner Mineraldüngung führte die praxisübliche Kompostzufuhr zu einem Anstieg des Kohlenstoffgehaltes von 0,5 % und gegenüber der erhöhten Kompostgabe um 1,54 %, was einem

relativen Anstieg von 40 % bzw. 125 % entspricht (Tab. 1).

Multiplikation des Gehaltes an organischem Kohlenstoff mit dem Faktor 1,72 ergibt den Humusgehalt. So entspricht z. B. ein Kohlenstoffgehalt von 1,24 % einem Humusgehalt von 2,13 %.

Bedeutung der Zufuhr organischer Substanz für die mikrobielle Biomasse und deren Aktivität

Die mikrobielle Biomasse macht in Böden ungefähr 3 bis 8 % des organisch gebundenen Kohlenstoffs aus. Sie ist einerseits für alle Umsetzungsprozesse im Boden verantwortlich und andererseits stellt sie ein Reservoir für Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor, Schwefel) dar, die nach dem Absterben der Mikroorganismenzellen wieder frei werden. Die Menge der mikrobiellen Biomasse wird in großem Maße durch Düngungsmaßnahmen, insbesondere durch den Einsatz organischer Dünger beeinflusst, was durch den langjährigen Dauerversuch bestätigt wird (Abb. 1). So liegen in der Mineraldüngungsvariante pro Hektar im Oberboden (0–30 cm Tiefe; Bodendichte 1,5 g/cm³) 1250 kg in Form mikrobieller Biomasse gebundener Kohlenstoff (C_{mik}) vor, während die Variante mit der hohen Kompostzufuhr 2250 kg mikrobiell gebundenen Kohlenstoff enthält.

Neben der Menge wird aber auch die Aktivität der mikrobiellen Biomasse durch organische Dün-

Abb. 3: Einfluss langjährig differenzierter organischer Düngung auf die Dehydrogenaseaktivität (Mineraldüngung (M) = 100)

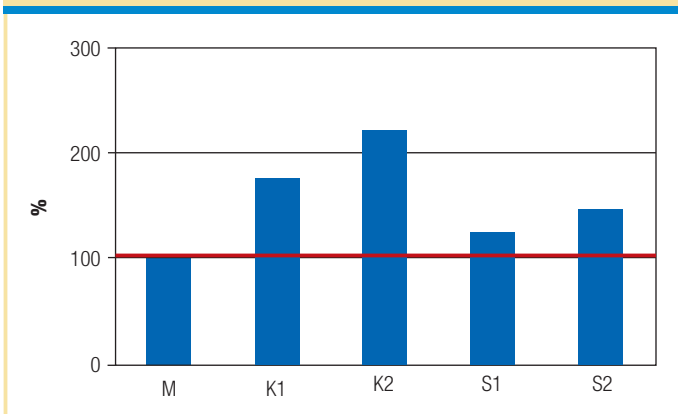
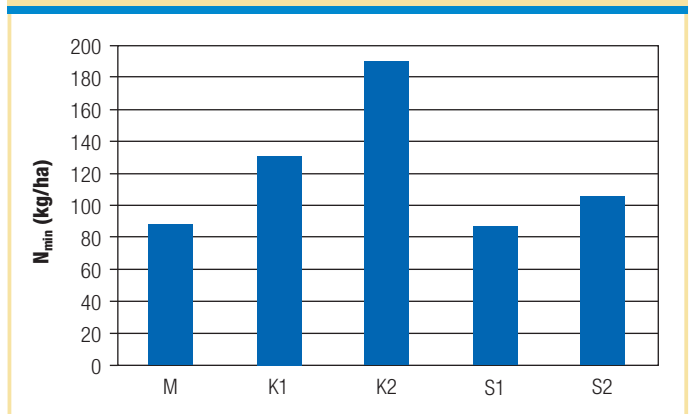


Abb. 4: Einfluss langjährig differenzierter organischer Düngung auf den N_{min}-Gehalt des Bodens zu Vegetationsbeginn



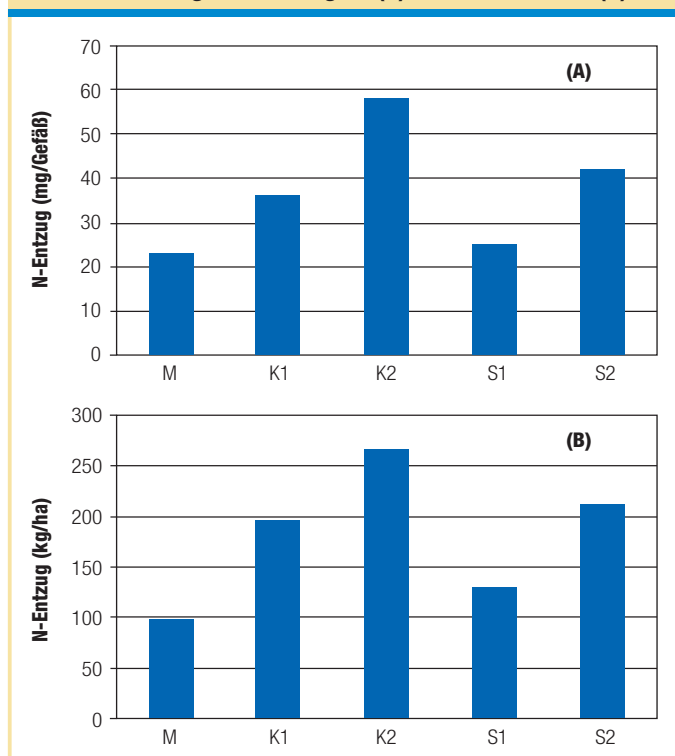
gung erhöht. Zur Bestimmung dieser Aktivität kann z. B. die Bodenatmung herangezogen werden, wozu die CO₂-Abgabe der Bodenmikroorganismen im Feld oder auch im Labor gemessen wird. Die Intensität der Bodenatmung ist dabei vom Zusammenwirken verschiedener Faktoren abhängig, u. a. der Menge und der Qualität der zugeführten organischen Substanz, die „veratmet“ werden kann. In den vorliegenden Untersuchungen, die Anfang September in einem Zuckerrübenbestand durchgeführt wurden, wurde die höchste CO₂-Freisetzungsrates in der Variante mit der hohen Kompostgabe gemessen, gefolgt von der Variante mit der niedrigen Kompostgabe. Letztere lag tendenziell über der Variante mit der hohen Stallmistgabe (Abb. 2). In der Mineraldüngungsvariante war die CO₂-Abgabe am niedrigsten.

Als weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Mikroorganismen wurde das Enzym Dehydrogenase in die Untersuchung mit einbezogen. Bei den Dehydrogenasen handelt es sich um wasserstoffübertragende Enzyme, deren Aktivität von der Zufuhr organischer Substanz beeinflusst wird. Die vorliegenden Ergebnisse bringen eine deutliche Beziehung zwischen der Art der Düngung (mineralisch/organisch) und der Dehydrogenaseaktivität zum Ausdruck (Abb. 3). Wird die Aktivität in der Mineraldüngungsvariante gleich 100 gesetzt, so wird in den beiden Kompostvarianten ein Anstieg um etwa 75 % (K1) bzw. um 120 % (K2) erreicht. Aber auch die Düngung mit Stallmist wirkte sich positiv auf die Dehydrogenaseaktivität aus, blieb jedoch mit einem Anstieg um 25 % (S1) bzw. 45 % (S2) deutlich unter der Dehydrogenaseaktivität der Kompostvarianten.

Einfluss von Kompost auf den Stickstoffgehalt und das Stickstoffnachlieferungsvermögen des Bodens

Das Angebot an mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) im Boden stellt, obwohl je nach Boden-

Abb. 5: Einfluss langjährig differenzierter organischer Düngung auf den N-Entzug von Weidelgras (A) und Zuckerrüben (B)



typ und Klimaverhältnissen zwischen 1000 und 14000 kg Gesamtstickstoff je Hektar in der bearbeiteten Krume vorliegen, häufig einen wachstumsbegrenzenden Faktor dar. Dies ist darin begründet, dass in den meisten Böden Stickstoff zu mehr als 95 % in verschiedenen organischen Verbindungen vorliegt und nur in sehr geringen Mengen in der pflanzenverfügbaren mineralischen Form.

In den vorliegenden Untersuchungen hat die langjährige Kompostdüngung bei der niedrigen Gabe gegenüber der reinen mineralischen Düngung zu einem um 33 % höheren Gesamtstickstoffgehalt des Bodens geführt, die hohe Kompostdüngung resultierte sogar in einer Verdopplung (Tab. 1). Der Anstieg des Stickstoffgehaltes war bei Düngung mit Stallmist vergleichsweise gering ausgeprägt. Dieser höhere Stickstoffgehalt in den Kompostvarianten ist in erster Linie auf eine Anreicherung organischer Stickstoffverbindungen zurückzuführen. Organische und anorganische (mineralische) Stickstoffverbindungen stehen aber miteinander in Verbindung. Dabei wird die Überführung

organischer Stickstoffverbindungen in die pflanzenverfügbaren mineralischen Stickstoffformen als Mineralisierung oder in der Praxis als Stickstoffnachlieferung bezeichnet. Unter Immobilisierung ist die Überführung von Nitrat oder Ammonium in organische Stickstoffverbindungen zu verstehen. In den vorliegenden Untersuchungen kommt die unterschiedliche Stickstoffanreicherung in den verschiedenen Versuchsvarianten in einer differenzierten Stickstoffnachlieferung zum Ausdruck, was die N_{min}-Untersuchungen im zeitigen Frühjahr verdeutlichen (Abb. 4). Während die beiden Stallmistvarianten, in denen verhältnismäßig wenig Stickstoff im Boden angereichert wurde, auch sehr ähnliche N_{min}-Gehalte wie die Mineraldüngungsvariante aufweisen, lagen in der Variante mit der niedrigen Kompostgabe 42 kg N_{min} und die Variante mit der hohen Kompostgabe rund 100 kg N_{min} pro Hektar mehr als in der Mineraldüngungsvariante vor.

Zur Charakterisierung der Stickstoffnachlieferung soll auch ein Gefäßversuch herangezogen werden, bei dem Böden aus den entspre-

chenden Versuchspartellen eingesetzt wurden und Weidelgras als Versuchspflanze diente, das zweimal geschnitten wurde. Als Indikator für die Stickstoffnachlieferung wird der Stickstoffentzug der beiden Aufwüchse herangezogen. Erwartungsgemäß war dieser in der Mineraldüngungsvariante (23 mg/Gefäß) am niedrigsten (Abb. 5A). Auf ihn folgten die beiden Stallmistvarianten.

Am höchsten war der Stickstoffentzug in den beiden Kompostvarianten. Die Variante mit der hohen Kompostgabe übertraf die Mineraldüngungsvariante um 35 mg. Ähnliche Ergebnisse wurden auch im Feldversuch mit Zuckerrüben erzielt. Allerdings übertraf hier die Variante mit der hohen Stallmistgabe die Variante mit der niedrigen Kompostgabe (Abb. 5B).

Fazit

Kompost ist ein kohlenstoffreiches organisches Material, welches als Bodenverbesserungsmittel der Erhaltung und dem Aufbau von Dauerhumus sowie in Form von Nährhumus der Ernährung der mikrobiellen Biomasse dient. Durch eine regelmäßige Kompostzufuhr werden wesentliche Bedingungen für den mikrobiellen Stoffumsatz sowie die Aktivität der mikrobiellen Biomasse nachhaltig positiv beeinflusst.

Die im Jahr der Kompostzufuhr relativ geringe Stickstoffverfügbarkeit (nur 5 bis 10 % des im Kompost enthaltenen Stickstoffs stehen den Pflanzen zunächst zur Verfügung) führt zu einer Anreicherung des Bodens mit organischen Stickstoffverbindungen. Diese werden aber in den folgenden Jahren durch die Mineralisierung in die pflanzenverfügbaren Formen Nitrat und Ammonium überführt, woraus letztendlich eine Einsparung von Mineraldüngern resultiert.

K Prof. Dr. Heinrich W. Scherer
O Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz
N (INRES) der Rheinischen
T Friedrich-Wilhelms-Universität
A Bonn
K Telefon: 0228 732853
T Telefax: 0228 732489
 E-Mail: h.scherer@uni-bonn.de