

Organische Düngung

Kompost für die Landwirtschaft

GRUNDLAGEN
DER GUTEN FACHLICHEN PRAXIS



INHALTSVERZEICHNIS

Impressum	2
1. Organische Düngung	4
2. Humusversorgung	6
3. Bodenpflege durch organische Düngung	10
4. Düngeplanung	12
4.1 Nährstoffversorgung	13
4.2 Kalkversorgung	17
5. Humuswirtschaft im Ökolandbau	18
6. Ausbringung	20
7. Ökonomie und Substitutionspotenzial	21
8. Rechtsbestimmungen	23
9. Gütesicherung	25
10. Nährstoffgehalte in Kompost- und Gärprodukten der Gütesicherung	27
Begriffe	28
Quellen	29

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.,
Von-der-Wettern-Straße 25, 51149 Köln

Email: info@kompost.de
Internet: www.kompost.de

Fachliche Beratung dieser Auflage:

Dr. Susanne Schroetter (JKI),
Dr. Jürgen Reinhold (BGK)

Redaktion

Dr. Bertram Kehres,
Dipl.-Ing. agr. Karin Luyten-Naujoks

Druck

farbo print+media GmbH, Köln

Ausgabe

5. überarbeitete Auflage November 2016
(Stand Juli 2018)



Die Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V., im Folgenden BGK genannt, ist die vom RAL anerkannte Organisation zur Durchführung der Gütesicherung für die Warengruppen Kompost und Gärprodukte in Deutschland.

Die BGK ist unabhängig und neutral. Sie ist allein der Gütesicherung und der Förderung der guten fachlichen Praxis der Anwendung der von ihr gütegesicherten Erzeugnisse verpflichtet.

Aufgabe der BGK ist es, eine wirksame, kontinuierliche und jederzeit nachvollziehbare Überwachung und Einhaltung der vom RAL festgelegten Gütebestimmungen zu garantieren. Die Anforderungen gehen über die geltenden Rechtsbestimmungen hinaus.



RAL – Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. – ist als Dachverband Träger des Systems aller Gütezeichen in Deutschland.

Der Begriff „Gütezeichen“ darf ausschließlich im System des RAL verwendet werden. Das RAL wurde 1925 als „Reichsausschuss für Lieferbedingungen“ gegründet. Heute zeichnet RAL für rund 160 Warengruppen verantwortlich, in denen Hersteller ihre Erzeugnisse freiwillig einer unabhängigen Kontrolle unterstellen. Gütezeichen werden nach festgelegten Güte- und Prüfbestimmungen von RAL-erkannten Gütegemeinschaften vergeben. Bei der Aufstellung der Anforderungen sind die betroffenen Fach- und Verkehrskreise beteiligt (u.a. Verbraucher, Anwender, Prüfstellen, staatliche Stellen). Das Verfahren beinhaltet auch kartell- und wettbewerbsrechtliche Prüfungen.

Gütezeichen werden nicht für einzelne Firmen oder Erzeugnisse geschaffen. Sie sind branchenmäßig orientierte Gemeinschaftszeichen für ganze Warengruppen (z. B. RAL-Farben, Markenbutter, Wollsiegel). RAL-Gütezeichen stehen für ständig neutral überwachte hohe Qualität.



Das Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, ist eine Forschungseinrichtung des Bundes und eine selbständige Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Die Aufgaben des JKI decken mit Pflanzengenetik, Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Bodenkunde, Pflanzenschutz und Pflanzengesundheit alle Gebiete der Kulturpflanzenforschung ab.

Das an dieser Schrift fachliche beratend beteiligte Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde bearbeitet im Rahmen der Forschung zur Fruchtbarkeit und Funktionalität landwirtschaftlich genutzter Böden u.a. Fragen der guten fachlichen Praxis der Düngung.

1. ORGANISCHE DÜNGUNG



Das Julius Kühn-Institut (JKI) und die BGK haben diese Schrift gemeinsam erstellt, um Grundsätze der guten fachlichen Praxis der organischen Düngung in der Landwirtschaft zu konkretisieren.

Die Schrift richtet sich gleichermaßen an Landwirte, Berater, Behörden und Stellen, in deren Arbeitsbereichen die Beratung und Kontrolle von Düngungsmaßnahmen eine Rolle spielen.

Im besonderen Fokus stehen Komposte und Gärprodukte aus der überbetrieblichen Kreislaufwirtschaft. Mit ihnen stehen der Landwirtschaft heute wertvolle Quellen für Nährstoffe und organische Substanz zur Verfügung. In dieser Schrift werden Qualitäten und Wirkungen sowie der Einsatz und Nutzen organischer Dünger dargestellt und in Relation zum gesamten Düngemanagement bewertet. Dabei werden auch Wirtschaftsdünger und Ernterückstände einbezogen.

Böden sind die wichtigste Produktionsgrundlage der Landwirtschaft. Ein ausreichender Gehalt an organischer Substanz ist für die Bodenfruchtbarkeit unverzichtbar. Dem Landwirt kommt als Bewirtschafter des Bodens dabei eine besondere Bedeutung zu. Es liegt in seiner Verantwortung, durch gezielte Humuswirtschaft den Boden in einem guten Zustand zu erhalten.

Aufgrund ökonomischer Rahmenbedingungen werden Böden vielfach überbeansprucht. Die damit einhergehende Verschlechterung von Bodenfunktionen verläuft schleichend und wird häufig zu spät erkannt. Sind Schäden erst deutlich, können sie durch kurzfristige Maßnahmen nicht mehr behoben werden.

Organische Düngung nach guter fachlicher Praxis beugt dem vor. Sie erhält und fördert die Fruchtbarkeit des Bodens und damit die Grundlage der Nahrungsmittelproduktion.

Jährliches Humusreproduktionspotenzial in der deutschen Landwirtschaft ^[1]

Rund 7 % des in Deutschland zur Verfügung stehenden Humusreproduktionspotenzials können Kompost und Gärprodukte liefern. Über 90 % stammen aus wirtschaftseigenen Düngern und Stroh.

Besonders für intensiv wirtschaftende Marktfruchtbetriebe haben überbetriebliche organische Dünger wie Kompost- oder Gärprodukte eine besondere Bedeutung.

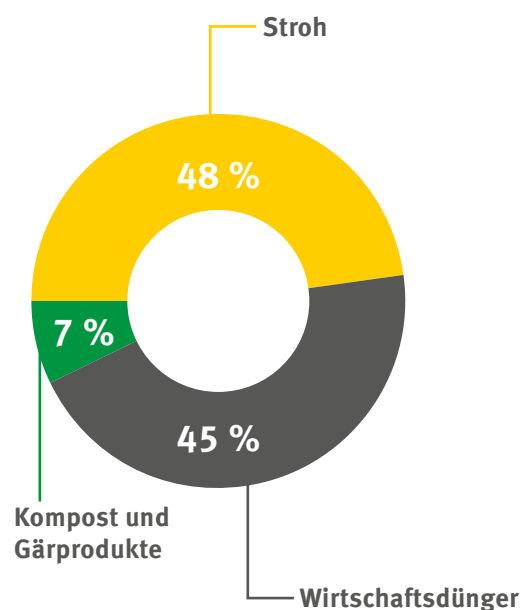


Abb. 1.1

Die **Organische Düngung** dient der **Versorgung des Bodens mit organischer Substanz, basisch wirksamen Stoffen** sowie der **Versorgung der Pflanzen mit notwendigen Nährstoffen**.

Organische Düngung sichert eine nachhaltige Bodenfruchtbarkeit und erhält die Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource entsprechend den Anforderungen des Bundesbodenschutzgesetzes (§17 BBodSchG) [33].



Abb. 1.2



Organische Dünger

Innerbetriebliche Dünger:

- Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft (Stallmist, Gülle)
- NawaRo-Gärprodukte
- Ernterückstände

Organische Handelsdünger

- Kompost aus Biogut (getrennt erfasste Bioabfälle aus Haushaltungen) und Grüngut (Garten- und Parkabfälle)
- Gärprodukte aus Bioabfällen
- Sonstige organische Düngemittel

Bei der organischen Düngung sind vielfältige Bedingungen zu berücksichtigen

- Versorgungszustände der Böden
- Ertragshöhe der Kulturpflanzen
- Gestaltung der Fruchtfolge
- Verbleib oder Export von Ernterückständen
- Einsatz organischer und mineralischer Dünger
- Witterungsverhältnisse
- Grundwassereinfluß
- Körnung und Struktur der Böden
- Intensität der Bodenbearbeitung



2. HUMUSVERSORGUNG



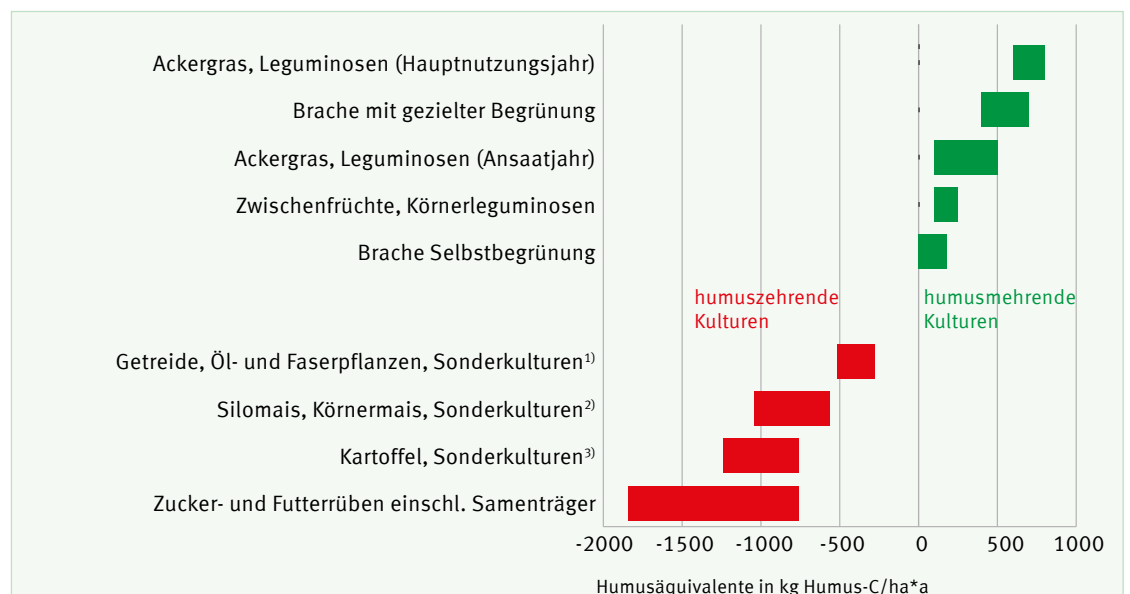
Ursachen steigenden Humusbedarfs:

- **Intensive Fruchtfolgen bei viehloser Bewirtschaftung**
In Marktfruchtbetrieben (v. a. Hackfrüchte, Gemüse) ist der Humusbedarf z. T. besonders hoch und kann ohne Zufuhr von organischen Düngern i. d. R. nicht ausgeglichen werden.
- **Export von Ernterückständen**
Der Verkauf von Stroh ist auf Grund der vermehrten energetischen Nutzung angestiegen. Hinzu kommt die Verwendung bei der Pferdehaltung und in Pilzzuchtbetrieben.
- **Verstärkter Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Energiegewinnung**
Regional nehmen der Anbau von humuszehrenden Kulturen (insbesondere Mais) und damit die humuszehrenden Fruchtfolgen zu.

Wirkung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Kulturen auf die Humusversorgung des Bodens ^[4]

Humusäquivalent:

Ein Humusäquivalent entspricht einem Kilogramm Kohlenstoff (C) der humifizierten organischen Masse des Bodens. Es ist ein Maßstab für die Menge an Humus-C, die im Boden nutzungsbedingt durch Abbau verloren geht und durch Zufuhr organischer Substanz (kg Humus-C/ha*a) ausgeglichen werden muss.



¹⁾ Geringe Humuszehrung z. B. Buschbohnen, Kohlrabi, Kopfsalat, Spinat, Zwiebeln.

²⁾ Mittlere Humuszehrung, z.B. Chicoree, Kamille, Möhren, Paprika, Zuckermis.

³⁾ Hohe Humuszehrung z. B. Blumenkohl, Chinakohl, Gurken, Sellerie, Porree, Kohl, Tomaten, Zucchini.

Abb. 2.1

Unter den genannten Bedingungen geht die ackerbauliche Bodennutzung mit einem zunehmenden Humusbedarf einher. Um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, muss dieser ausgeglichen werden durch

- Anpassung der Fruchtfolge,
 - Verbleib von Ernterückständen auf dem Feld und
 - durch eine an die Bewirtschaftung angepasste Anwendung organischer Dünger.
- Geschieht dies nicht, tritt zunächst latenter

und nachfolgend akuter Humusmangel auf, durch den auch ökonomische Nachteile entstehen.

Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit auf Grund von akutem Humusmangel zeigen sich erst, wenn erhebliche Verluste bereits eingetreten und kurzfristige Maßnahmen nicht mehr ausreichend wirksam sind.

Humusversorgung mit organischen Düngern

Humusneubildung im Boden ist nicht allein von der zugeführten Menge organischer Substanz, sondern auch von deren Abbaustabilität abhängig. Bereits „humifizierte“ Dünger wie Komposte tragen somit besonders zum

Humusaufbau im Boden bei. Die Humusproduktionsleistung organischer Dünger wird durch die stoffliche Zusammensetzung und die Aufwandmenge bestimmt.

Anteil stabiler Humusformen in organischen Düngern

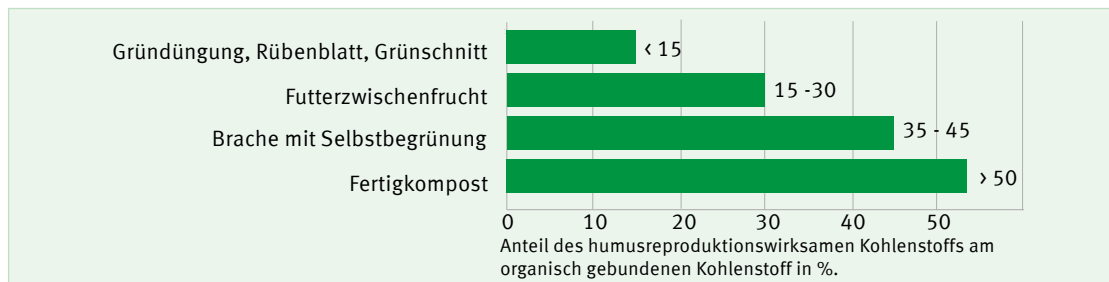


Abb. 2.2

Humusdüngung

i

Was ist Humus-C?

Humus-C ist der für die Humusreproduktion im Boden anrechenbare Kohlenstoff.

Dieser wird aus dem Kohlenstoffgehalt des Düngers (Organische Substanz x 0,58) und dem substratspezifischen Faktor für die Reproduktionswirksamkeit (Anteil Humus-C) ermittelt.

Die Ableitung erfolgt nach dem „Standpunkt Humusbilanzierung“ des VDLUFA 2014 [4]. Dort wird der Begriff Humusäquivalent (Häq) als dimensionslose Einheit verwendet. ‚Häq‘ und ‚Humus-C‘ entsprechen sich.

Organischer Dünger	Gehalt ¹⁾ Humus-C kg/t FM	Düngung ²⁾ Humus-C kg/ha
Fertigkompost	67	2.680
Frischkompost	70	2.800
Gärprodukt fest	40	800
Gärprodukt flüssig	6	170
Festmist (Rind)	37	1.200
Gülle (Rind)	10	600
Gülle (Schwein)	5	150
Stroh (Getreide)	90	600
Rübenblatt	8	500
Gründüngung	8	500

FM = Frischmasse

¹⁾ Gehalte an organischer Substanz:

Fertigkompost 36 %, Frischkompost 44 %, Gärprodukt fest 58%, Gärprodukt flüssig 57 %, Festmist (Rind) 80 %, Gülle (Rind) 79 %, Gülle (Schwein) 76 %, Stroh 85 %, Gründüngung/Rübenblatt 90 % in Trockenmasse. [8, 10, 11]

²⁾ Mittlere Aufwandmengen je ha s. S. 14, Abb. 4.7

Abb. 2.3

Die Messung des Humusgehaltes im Boden ist ein Instrument zur Feststellung des Bodenzustandes.

Humusgehalte des Bodens

Messungen des Bodenhumusgehaltes geben Informationen über den Bodenzustand. Die Bewertung des Versorgungszustandes ist jedoch wesentlich von den Standortbedingungen (Bodenart, Klima, Bewirtschaftungsweise) abhängig.

Orientierungswerte sind in der Abb. 2.4 aufgezeigt. Da Messwerte sehr vielen Einflüssen unterliegen, bleiben latente Mangelsituationen oft unerkannt.

Bodenart	Orientierungswerte für Humus ¹⁾
Sand	1–3,1 %
Lehm/Schluff	1,7–3,5 %
Ton	2,5–4,8 %
¹⁾ nach [2, 3, 5]	

Abb. 2.4

Die Bewertung der Humusversorgung des Bodens

Humusaufbau

Aufbau eines guten Bodenzustandes im Hinblick auf physikalische und biologische Vorteilswirkungen der Humusgehalte im Boden.

Humusreproduktion

Erhalt eines guten Bodenzustandes durch Rückführung organischer Substanz nach Ernteentzug, berechnet mit der Humusbilanzierungsmethode.

Abb. 2.5



Neben dem Humusgehalt von Böden gilt es, die Humuswirtschaft bzw. -versorgung, überprüft durch die Humusbilanzen, zu beachten. In Abhängigkeit von den angebauten landwirtschaftlichen Kulturen (Abb. 2.1) ergeben sich

in der Fruchtfolge Überschüsse oder Defizite an Humus. Die Bilanzen lassen jedoch keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die tatsächlichen Bodenhumusgehalte zu.

Anbauspezifische Humusversorgung von Kulturpflanzen (Beispiele) ^[4]

Pflanzenkultur	Untere Werte kg Humus-C je ha ¹⁾	Mittlere Werte kg Humus-C je ha ²⁾	Obere Werte kg Humus-C je ha ³⁾
Winterweizen	280	400	520
Wintergerste	280	400	520
Zuckerrüben	760	1.300	1.840
Kartoffeln	760	1.000	1.240
Silomais	560	800	1.040
Raps	280	400	520
Weißkohl	760	1.000	1.240
Porree	760	1.000	1.240

¹⁾ Mindestforderungen für den Erhalt eines guten Kulturzustands und der Bodenfruchtbarkeit.

²⁾ Förderung und Aufbau der Bodenfruchtbarkeit bei Reduktion der mineralischen Düngung.

³⁾ Ökolandbau (ohne mineralische Düngung) und Humusaufbau bei Böden in schlechtem Kulturzustand.

Abb. 2.6

Beispiele von Humusbilanzen

Der Humusbedarf ergibt sich aus dem Saldo des Humusverbrauches und der Humuszufuhr (Abb. 2.7–2.9). Der anbauspezifische Humusbedarf der Kulturpflanzen ist in Abb. 2.6 dar-

gestellt, die Humuszufuhr durch Kompost, organische Dünger und Erntenebenprodukte in Abb. 2.3.

Fruchtfolge mit negativer Humusbilanz

Humusverbrauch /-gewinn ¹⁾²⁾	kg Humus-C/ha
Zuckerrüben	-760 bis -1.840
Winterweizen ²⁾	-280 bis -520
Wintergerste ²⁾	-280 bis -520
Zwischenfrucht	+ 100
Humusverbrauch ges.	-1.220 bis -2.780
Humuszufuhr	kg Humus-C/ha
60 t Rübenblatt/ha	+480
Humuszufuhr ges.	+480
Humusbilanz (Saldo)	-740 bis -2.300
Humusbilanz je Jahr	-246 bis -766

Abb. 2.7

Fruchtfolge mit ausgeglichener Humusbilanz

Humusverbrauch ¹⁾	kg Humus-C/ha
Raps	-280 bis -520
Winterweizen	-280 bis -520
Winterweizen ²⁾	-280 bis -520
Wintergerste ²⁾	-280 bis -520
Humusverbrauch ges.	-1.120 bis -2.080
Humuszufuhr	kg Humus-C/ha
7 t Getreidestroh/ha	+700
7 t Rapsstroh/ha	+700
Humuszufuhr ges.	+1.400
Humusbilanz (Saldo)	+280 bis -680
Humusbilanz je Jahr	+70 bis -226

Abb. 2.8

Gemüsebaufruchtfolge mit Kompost

Humusverbrauch ¹⁾	kg Humus-C/ha
Blumenkohl	-760 bis -1.240
Porree	-760 bis -1.240
Feldsalat	-280 bis -520
Gurke	-760 bis -1.240
Humusverbrauch ges.	-2.560 bis - 4.240
Humuszufuhr	kg Humus-C/ha
42 t Frischkompost/ha ³⁾	2.940
Humuszufuhr ges.	2.940
Humusbilanz (Saldo)	+ 380 bis -1.300
Humusbilanz je Jahr	+126 bis -433

Abb. 2.9

Fußnoten zu den Abbildungen 2.7–2.9

¹⁾ Humusersatzleistung der Ernterückstände (ausgenommen Stroh und Rübenblatt) ist im Humusbedarf enthalten.

²⁾ Die Fruchtfolgen berücksichtigen eine Strohbergung z. B. zur Energiegewinnung.

³⁾ Berechnet mit 70 kg Humus C/t FM, s. S.7 Abb. 2.3



3. BODENPFLEGE DURCH ORGANISCHE DÜNGUNG



Die bodenphysikalische und bodenbiologische Wirkung von organischen Düngern hat in der Praxis direkte Vorteilswirkungen. Diese sind im Detail in Abb. 3.1 dargestellt.

Vorteilswirkungen der organischen Düngung



Abb. 3.1

Beispiele ackerbaulicher Funktionen des Humus

Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit des Bodens

Standortgemäß optimale Humusgehalte verbessern und stabilisieren das Bodengefüge. Dies ermöglicht eine leichtere bzw. verringerte Bearbeitung und damit Einsparungen von Treibstoff. Auch die Befahrbarkeit des Bodens nimmt bei guter Humusversorgung zu.

Der hohe Grobporenanteil verbessert die Drainageeigenschaften des Bodens und fördert ein rascheres Abtrocknen der Fläche. Diese Vorteilswirkungen zeigen sich auf sogenannten ‚Minutenböden‘ besonders deutlich.



Verminderte Erosionsanfälligkeit

Besondere Bedeutung für die Verminderung der Erosionsanfälligkeit von Böden kommt der Steigerung der Aggregatstabilität und somit der Stabilisierung der Bodenstruktur zu. Die Bodenkrümel werden größer und sind damit weniger erosionsgefährdet. Wasser dringt rascher in den Boden ein. Oberflächenverchlammungen und Abschlammung werden so vermindert.



Förderung des Bodenlebens

Mit den organischen Düngern wird dem Boden die Nahrungsgrundlage für die Bodenlebewesen zugeführt. Deren Stoffwechselläufe tragen entscheidend zum Lebensverbau der Bodenkrümel und damit zur Verbesserung der Krümelstabilität bei. Die hohe mikrobielle Aktivität fördert die suppressive (unterdrückende) Wirkung gegenüber bodenbürtigen Krankheitserregern (phytosanitärer Effekt).



Erhöhtes Nährstoffbindungsvermögen

Die Fähigkeit eines Bodens, Nährstoffe pflanzenverfügbar zu binden, hängt im wesentlichen von seiner spezifischen Oberfläche ab. Die geringste Sorptionsfähigkeit weisen die Sand- und Schlufffraktion auf. Das Nährstoffbindungsvermögen von Humus hingegen liegt so hoch, dass selbst in tonreichen Böden durch die Kompostausbringung eine Erhöhung der Kationenaustauschkapazität festzustellen ist.

Spezifische Oberfläche von Boden und organischer Substanz [6]

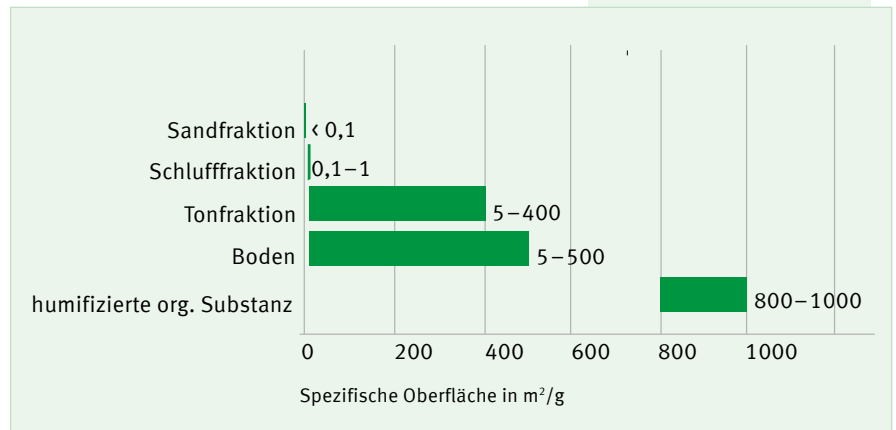


Abb. 3.2

Bessere Wasserinfiltration, erhöhtes Wasserspeichervermögen

Je extremer die vorherrschende Witterung ist, desto deutlicher wirken sich positive Bodeneigenschaften ertragsfördernd aus. So stellt z. B. die Erhöhung des verfügbaren Bodenwassergehaltes um 2 Vol.-% in 0-30 cm Tiefe im Pflanzenbestand in einer regenarmen Periode zusätzlich ca. 6 l/m² Wasser zur Verfügung. Diese Wassermenge entspricht dem Verbrauch eines voll entwickelten Pflanzenbestandes an 2-3 durchschnittlichen Sommertagen [7]. Diese Vorteilswirkung zeigt sich sowohl auf schweren wie auch auf leichten Böden.

4. DÜNGEPLANUNG



Organische Dünger sind „Multifunktionsdünger“. Sie dienen sowohl der Nährstoffversorgung der Pflanzen, als auch der Versorgung des Bodens mit basisch wirksamen Stoffen und organischer Substanz.

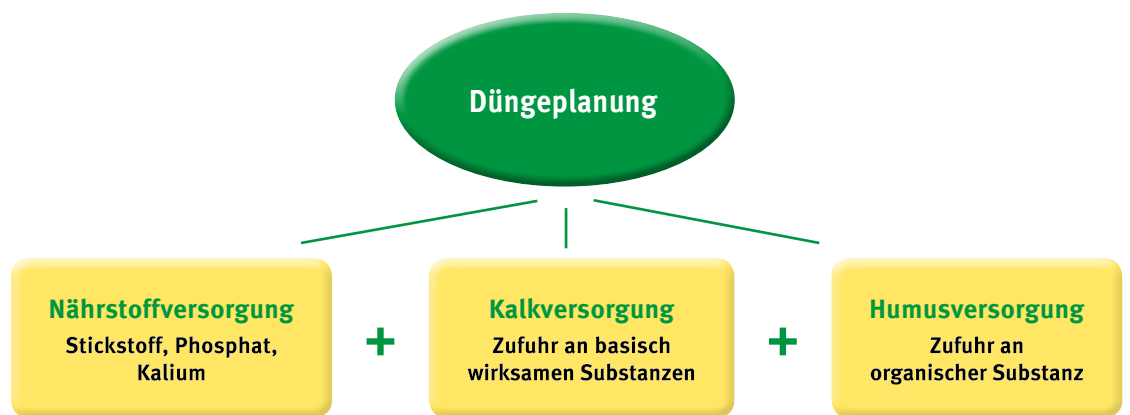


Abb. 4.1

Die besondere Rolle des Stickstoffs

Bei der organischen Düngung ist der Stickstoff (N) für die Pflanzenernährung nicht vollständig anrechenbar.

Deshalb sind neben dem ertragsabhängigen Stickstoffbedarf der landwirtschaftlichen Kulturen weitere Faktoren zu beachten:

- Pflanzenverfügbare Anteile an Stickstoff (Abb. 4.2 und 4.4)
- Zeitpunkt der organischen Düngung
- N_{min} -Gehalt des Bodens im Frühjahr

Stickstoffverfügbarkeit organischer Dünger (Mineraldüngeräquivalent)

Organischer Dünger	Verfügbarkeit von Stickstoff in % des Gesamtgehaltes ¹⁾
Gärprodukt flüssig Gülle (Schwein) Gülle (Rind)	Hohe Verfügbarkeit 50–80 %
Gärprodukt fest Festmist (Rind) Gründüngung	Mittlere Verfügbarkeit 30–40 %
Kompost	Geringe Verfügbarkeit unter 5–25 %
Stroh	N-Fixierung ²⁾

¹⁾Für die Düngung anrechenbarer Stickstoff: N-löslich zzgl. 50 % des leicht abbaubaren Anteils an N-organisch, nach [9]

²⁾Das weite C/N-Verhältnis von Stroh führt im Boden zu einer Immobilisierung (Fixierung) von Stickstoff (bei Bedarf N-Ausgleichsdüngung).

Abb. 4.2

Die Mineraldüngeräquivalente (MDÄ) geben an, wie hoch die Wirkung der Nährstoffe in organischen Düngern im Vergleich zu Mineraldüngern anzusetzen ist.

Doppelfunktion von Stickstoff

In organischen Düngern liegt Stickstoff sowohl in löslicher als auch in organisch gebundener Form vor, mit jeweils unterschiedlichen Anteilen. Die löslichen und leicht abbaubaren Anteile an Stickstoff stehen für die Pflanzen-

ernährung kurzfristig zur Verfügung (Abb. 4.3). Der fest organisch gebundene Stickstoff dient dagegen vorwiegend der Humusproduktion. Er ist am Aufbau stabiler Humusmoleküle beteiligt.

Stickstofffraktionen in organischen Düngern ^[9]

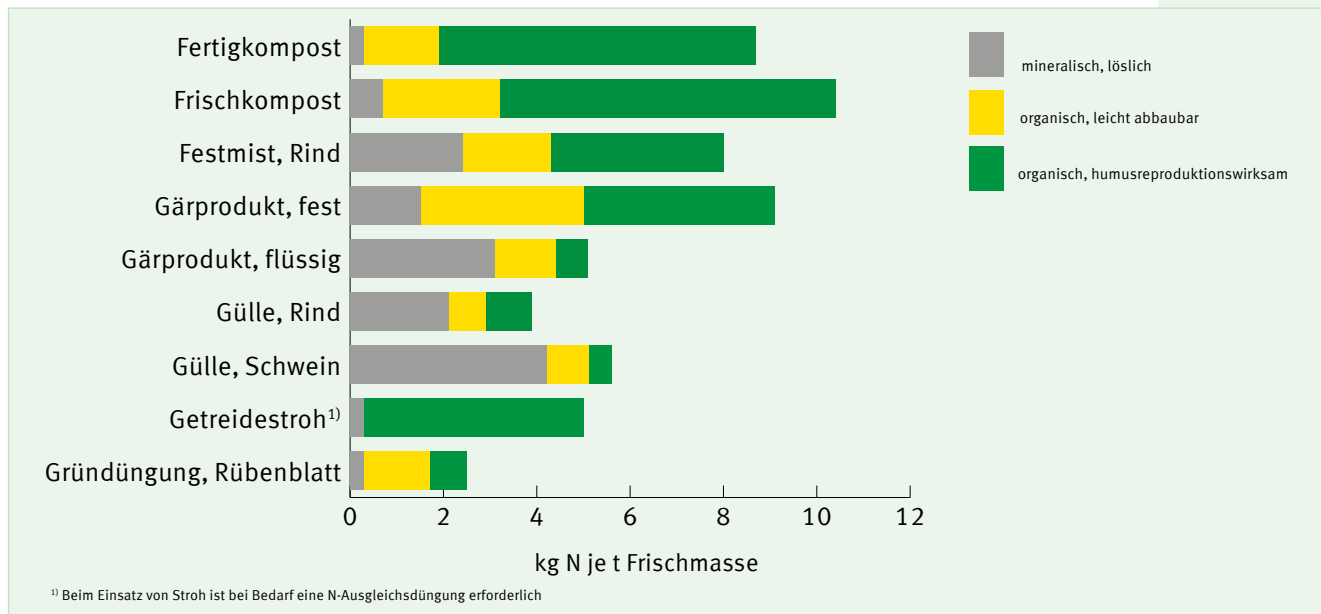


Abb. 4.3

4.1 NÄHRSTOFFVERSORGUNG

Organische Dünger enthalten alle essenziellen Haupt- und Mikronährstoffe. Die Verfügbarkeit der Nährstoffe für die Pflanzen ist allerdings unterschiedlich. Insbesondere Stickstoff kann für die Düngung nur zum Teil angerechnet werden (Abb. 4.4).

Stickstoff wird anteilig für die Fruchtfolge berechnet. Hier wird der analysierte Gehalt löslichen Stickstoffs zzgl. 5 % des organisch gebundenen Stickstoffs bei erstmaliger Anwendung angesetzt.

Phosphat (P_2O_5) und Kalium (K_2O) können bei der Anwendung von Komposten und Gärpro-

dukten dagegen zu 100 % angerechnet werden [13]. Sie dienen v.a. der Grunddüngung in der Fruchtfolge (Abb. 4.4 und 4.6).

Bei Komposten und Gärprodukten mit RAL-Gütesicherung können die Gehalte an Inhaltsstoffen (je t oder m^3) den Prüfzeugnissen der Gütesicherung entnommen werden (Kapitel 9). Dort werden auch Aufwandmengen nach guter fachlicher Praxis empfohlen.

Im Düngerecht zählen kompostierte organische Dünger in der Regel zu den Düngern mit wesentlichem Nährstoffgehalt, aber ohne wesentlichen Gehalt an verfügbarem Stickstoff.

Beispielrechnungen zur Versorgung mit Pflanzennährstoffen



Stickstoff-Düngung

Organischer Dünger	Gehalt ¹⁾ N-anr. kg/t FM	Düngung ²⁾ N kg/ha
Fertigkompost	1,0	40
Frischkompost	1,6	60
Gärprodukt fest	2,0	40
Gärprodukt flüssig	3,2	86
Festmist (Rind)	3,1	100
Gülle (Rind)	2,2	125
Gülle (Schwein)	4,2	125
Getreidestroh	0,2	2
Gründüngung	1,0	60
Rübenblatt	1,0	60

FM = Frischmasse

¹⁾ N-anr.: Anrechenbarer Stickstoff (N-löslich zzgl. Anteil von N-organisch nach [9]. Bei Kompost und Gärprodukten näherungsweise N-löslich zzgl. 5 % von N-organisch üblich).

Gehalte an N-gesamt in der Trockenmasse: Fertigkompost 1,4%, Frischkompost 1,6 %, Gärprodukt fest 2,6 %, Gärprodukt flüssig 10,1 %, Festmist (Rind) 3,5 %, Gülle (Rind) 4,9 %, Gülle (Schwein) 11,2 %, Stroh 0,6 %, Gründüngung/Rübenblatt 2,3 % . [8, 10, 11]

²⁾ Mittlere Aufwandmengen je ha s. Abb. .4.7

Abb. 4.4

Phosphat-Düngung

Organischer Dünger	Gehalt ¹⁾ P ₂ O ₅ kg/t FM	Düngung ²⁾ P ₂ O ₅ kg/ha
Fertigkompost	4,1	160
Frischkompost	4,8	180
Gärprodukt fest	6,1	122
Gärprodukt flüssig	2,4	65
Festmist (Rind)	3,9	125
Gülle (Rind)	1,7	100
Gülle (Schwein)	2,8	80
Stroh (Getreide)	3,0	20
Gründüngung	0,7	40
Rübenblatt	0,7	40

FM = Frischmasse

¹⁾ Gehalte an P₂O₅ gesamt in der Trockenmasse: Fertigkompost 0,64 %, Frischkompost 0,73 %, Gärprodukt fest 1,8 %, Gärprodukt flüssig 3,4 %, Festmist (Rind) 1,66 %, Gülle (Rind) 2,13 %, Gülle (Schwein) 5,6 %, Stroh 0,34 %, Gründüngung/Rübenblatt 0,6 % [8, 10, 11]

²⁾ Mittlere Aufwandmengen je ha s. Abb. 4.7

Abb. 4.5

Neben den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphat (P₂O₅) und Kalium (K₂O) enthalten Komposte und Gärprodukte auch z. T. ausreichende Mengen an Magnesium (MgO), Schwefel (S), (s. S. 10) sowie an Mikronährstoffen Bor (B), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) und Zink (Zn), (s. S. 10). Soweit im Boden kein akuter Mangel vorliegt, ist bei durchschnittlichem Bedarf mit einer üblichen Aufwandmenge eine zusätzliche Düngung mit diesen Nährstoffen nicht erforderlich.

Kalium-Düngung

Organischer Dünger	Gehalt ¹⁾ K ₂ O kg/t FM	Düngung ²⁾ K ₂ O kg/ha
Fertigkompost	6,8	270
Frischkompost	7,7	300
Gärprodukt fest	4,5	90
Gärprodukt flüssig	3,4	92
Festmist (Rind)	7,5	240
Gülle (Rind)	4,9	280
Gülle (Schwein)	3,8	110
Getreidestroh	14	100
Gründüngung	6,5	390
Rübenblatt	6,5	390

FM = Frischmasse

¹⁾ Gehalte an K₂O gesamt in der Trockenmasse: Fertigkompost 1,1 %, Frischkompost 1,2 %, Gärprodukt fest 1,4 %, Gärprodukt flüssig 4,7 %, Festmist (Rind) 3,2 %, Gülle (Rind) 6,1%, Gülle (Schwein) 7,6 %, Stroh 1,6 %, Gründüngung und Rübenblatt 5,9 % . [8, 10, 11]

²⁾ Mittlere Aufwandmengen je ha s. Abb.4.7

Abb. 4.6

Aufwandmengen

Organischer Dünger	Mittlere Aufwandmenge je ha		Gehalte an TM in %
	TM	FM	
Fertigkompost	25 t	40 t	64
Frischkompost	25 t	40 t	65
Gärprodukt fest	7,0 t	20 t	35
Gärprodukt flüssig	1,9 t	27 t	7,0
Festmist (Rind)	7,5 t	32 t	23
Gülle (Rind)	4,5 t	60 m ³	8,0
Gülle (Schwein)	1,5 t	30 m ³	5,0
Stroh	6 t	7 t	87
Gründüngung	6,6 t	60 t	11
Rübenblatt	6,6 t	60 t	11

FM = Frischmasse, TM= Trockenmasse

Angaben beziehen sich auf eine Anwendung alle 3 Jahre, Gülle alle 2 Jahre, Stroh und Gärprodukt flüssig jährlich.

Abb. 4.7

Nährstoffentzug durch Kulturpflanzen ^[10]

Kulturen ¹⁾	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Winterweizen	184 ²⁾ /144 ³⁾	88 ²⁾ /64 ³⁾	160 ²⁾ /48 ³⁾
Wintergerste	154 ²⁾ /119 ³⁾	77 ²⁾ /56 ³⁾	161 ²⁾ /42 ³⁾
Zuckerrüben	271 ²⁾ /106 ³⁾	106 ²⁾ /59 ³⁾	44 ²⁾ /147 ³⁾
Kartoffeln	150	60	258
Silomais	176	74	209
Körnerraps	132	72	40
Blumenkohl	240	80	256
Porree	120	40	160

¹⁾ Ertragserwartungen dt/ha: Winterweizen 80, Wintergerste 70, Zuckerrüben 590, Kartoffeln 430, Silomais 465, Körnerraps 40, Weißkohl 800, Porree 400.
²⁾ Bei Abfuhr von Stroh bzw. Rübenblatt.
³⁾ Bei Verbleib von Stroh bzw. Rübenblatt auf der Fläche.

Abb. 4.8



Organische Dünger weisen in ihren Nährstoffgehalten eine große Spannweite auf. Für RAL-gütesicherte Komposte und Gärprodukte werden diese in Kapitel 10 dargestellt.



Die Grunddüngung mit Phosphat und Kalium kann in Abhängigkeit von Standortbedingungen und Fruchtfolge mit der Anwendung von Kompost abgedeckt werden. Eine Ergänzungsdüngung mit Stickstoff ist erforderlich.

Düngung mit Kompost am Beispiel einer dreigliedrigen Fruchtfolge

Fruchtfolge	N ¹⁾ kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O ²⁾ kg/ha
Vorraussichtlicher Nährstoffbedarf			
Zuckerrübe ³⁾	160	59	147
Winterweizen ⁴⁾	200	88	160
Wintergerste ⁵⁾	180	56	42
Summe Bedarf	540	203	349
Organische Düngung			
Frischkompost (30 t TM/ha)	75 ⁶⁾	218	356
Saldo	- 465	+ 15	+ 7

¹⁾ Bedarfswerte sind Soll-Werte, die nach Maßgabe von N-min. und Nachlieferungsvermögen zu korrigieren sind.
²⁾ Bedarfsangaben bei Versorgungsstufe C des Bodens
³⁾ Zuckerrübe, Ertragserwartung 590 dt/ha. Bedarfswerte sind ggfs. bei K₂O-Auswaschung anzupassen
⁴⁾ Winterweizen, Ertragserwartung 80 dt/ha, Strohabfuhr.
⁵⁾ Wintergerste, Ertragserwartung 70 dt/ha.
⁶⁾ Für N aus Kompost ist nicht der Gesamtgehalt, sondern nur der anrechenbare Anteil kalkuliert.

Abb. 4.9

Nachdem der Schwefeleintrag aus der Atmosphäre aufgrund von Luftreinhaltungsmaßnahmen heute mit durchschnittlich 10 kg S/ha wieder auf dem Niveau von vor der Industrialisierung liegt [37], ist eine bedarfsgerechte Düngung von Kulturpflanzen mit Schwefel erforderlich.

Schwefel-Düngung

Organischer Dünger	Gehalt ¹⁾ Schwefel kg/t FM	Düngung ²⁾ Schwefel kg/ha
Fertigkompost	1,1	43
Frischkompost	1,1	43
Gärprodukt fest	1,3	26
Gärprodukt flüssig	0,4	11
Festmist (Rind)	0,7	22
Gülle (Rind)	0,5	30
Gülle (Schwein)	0,4	12

FM = Frischmasse

¹⁾ Gehalte an Schwefel gesamt in der Trockenmasse: Fertigkompost 0,17 %, Frischkompost 0,18 %, Gärprodukt fest 0,21 %, Gärprodukt flüssig 0,72 %, Festmist (Rind) 0,17 %, Gülle (Rind) 0,6 %, Gülle (Schwein) 0,8 % [8, 34]

²⁾ Mittlere Aufwandmengen je ha und Trockenmassegehalte s. S. 14, Abb. 4.7.

Abb. 4.10

In organischen Düngern liegt der Anteil an mineralischem und damit direkt pflanzenverfügbarem Schwefel meist unter 20 % des Gesamtgehaltes. In mineralischer Form ist Schwefel wasserlöslich. Der in der organischen Substanz gebundene Schwefel wird im Verlauf des Abbaus im Boden mineralisiert.

Im Jahr der Anwendung ist die S-Ausnutzung aus organischen Düngern zunächst gering (bei Gülle im Gefäßversuch z. B. 5–7 % des Gesamt-S-Gehaltes). Bei regelmäßiger Anwendung organischer Dünger wird der Gesamt-S-Gehalt im Boden erhöht, so dass im Vergleich zu einer langjährigen mineralischen Schwefeldüngung von einer höheren S-Nachlieferung aus dem Boden ausgegangen werden kann [27].

Fruchtart	Ertragsziel dt/ha	S-Aufnahme kg S/h ¹⁾
Getreide	70–100	25–45
Körnermais	80–120	25–40
Leguminosen	50–60	40–60
Raps	40–50	60–80
Zuckerrübe	90–120	35–50

¹⁾ Schwefelentzüge durch die Gesamtpflanze [37]

Abb. 4.11

Mikronährstoffe

Organische Dünger enthalten alle für die Pflanzenernährung erforderlichen Mikronährstoffe. Eine zusätzliche Düngung mit Spurennährstoffen ist i. d. R. nicht erforderlich. Ein Mangel an Spurennährstoffen kann bei hohen pH-Werten des Bodens, bei Trockenheit sowie

bei schlechtem Wurzelwachstum in Folge von Bodenverdichtungen auftreten. Die Prüfung und ggf. Durchführung von zusätzlichen Düngungsmaßnahmen bei Kulturen mit hohem Bedarf an z. B. Bor und Mangan (Zuckerrüben) bleiben ergänzend erforderlich [36, 37].

Organischer Dünger ¹⁾	Kupfer g/t FM	Zink g/t FM	Bor g/t FM	Mangan g/t FM	Molybdän g/t FM
Fertigkompost	23	96	16	257	1*
Frischkompost	24	104	18	240	1*
Gärprodukt fest	14	52	12*	105*	0,30*
Gärprodukt flüssig	3	14	1*	14*	0,14*
Festmist	2–5	50–300	3–6	30–60	0,40
Gülle (Rind)	2–6	10–20	1–3	8–25	0,05–0,12
Gülle (Schwein)	4–0	15–70	2–4	10–30	0,13–0,20

FM = Frischmasse

¹⁾ Folgende Trockenmassegehalte wurden bei den Düngern zugrunde gelegt: Fertigkompost 61,5 %, Frischkompost 62 %, Gärprodukt fest 32,2 %, Gärprodukt flüssig 4,9 %, Festmist (Rind) 25 %, Gülle (Rind) 10 %, Gülle (Schwein) 5 % [28, 8]

* Einzelergebnisse aus Zusatzuntersuchungen der RAL-Gütesicherung gem. Düngemittelverordnung, 2010 n=51

Abb. 4.12

4.2 KALKVERSORGUNG

Ziel-pH-Werte auf Ackerland und Erhaltungskalkung ^[11]

Bodenart	Humusgehalt bis 4 % humusarm-humos	
	Ziel-pH-Wert ¹⁾	Erhaltungskalkung ²⁾ kg CaO/ha
Sande	5,6	600
Lehmige Sande bis Schluffe	6,0	900
Stark sandige Lehme bis lehmige Schluffe	6,4	1.100
Sandige, schluffige Lehme bis Lehme	6,8	1.300
Schluffig-tonige Lehme, tonige Lehme bis Tone	7,0	1.600

¹⁾ Ziel-pH-Wert bei Versorgungsstufe C des Bodens.
²⁾ Empfohlene Mengen beziehen sich auf Versorgungsstufe C sowie auf eine dreijährige Fruchtfolge mit mittlerem Ertragsniveau bei 850 mm Niederschlag.

Abb. 4.12

Komposte weisen einen neutralen bis basischen pH-Wert auf und wirken der Bodenversauerung entgegen. Die im Kompost enthaltenen basisch wirksamen Stoffe sind als CaO-Äquivalente zu 100 % anrechenbar.



Vorteile des organischen Düngers „Kompost“

Die Anwendung von Kompost leistet mit rund 1.000 kg CaO/ha in drei Jahren einen bedeutenden Beitrag zur Erhaltungskalkung.

Basisch wirksame Stoffe

Organischer Dünger	Gehalt ¹⁾ CaO kg/t FM	Düngung ²⁾ CaO kg/ha
Fertigkompost	30	1.200
Frischkompost	28	1.100
Gärprodukt fest	23	460
Gärprodukt flüssig	3,9	105
Festmist (Rind)	4,2	140
Gülle (Rind)	1,5	80
Gülle (Schwein)	1,7	50
Stroh (Getreide)	3,2	20

FM = Frischmasse
¹⁾ Gehalte an basisch wirksamen Stoffen in der Trockenmasse (als CaO-Äquivalente): Fertigkompost 4,7 %, Frischkompost 4,4 %, Gärprodukt fest 6,3 %, Gärprodukt flüssig 5,8 %, Festmist (Rind) 1,8 %, Gülle (Rind) 1,8 %, Gülle (Schwein) 3,4 %, Stroh 0,4 % [8, 10, 11]
²⁾ Mittlere Aufwandmengen je ha s. S. 14, Abb.4.7

Abb. 4.13



5. HUMUSWIRTSCHAFT IM ÖKOLANDBAU

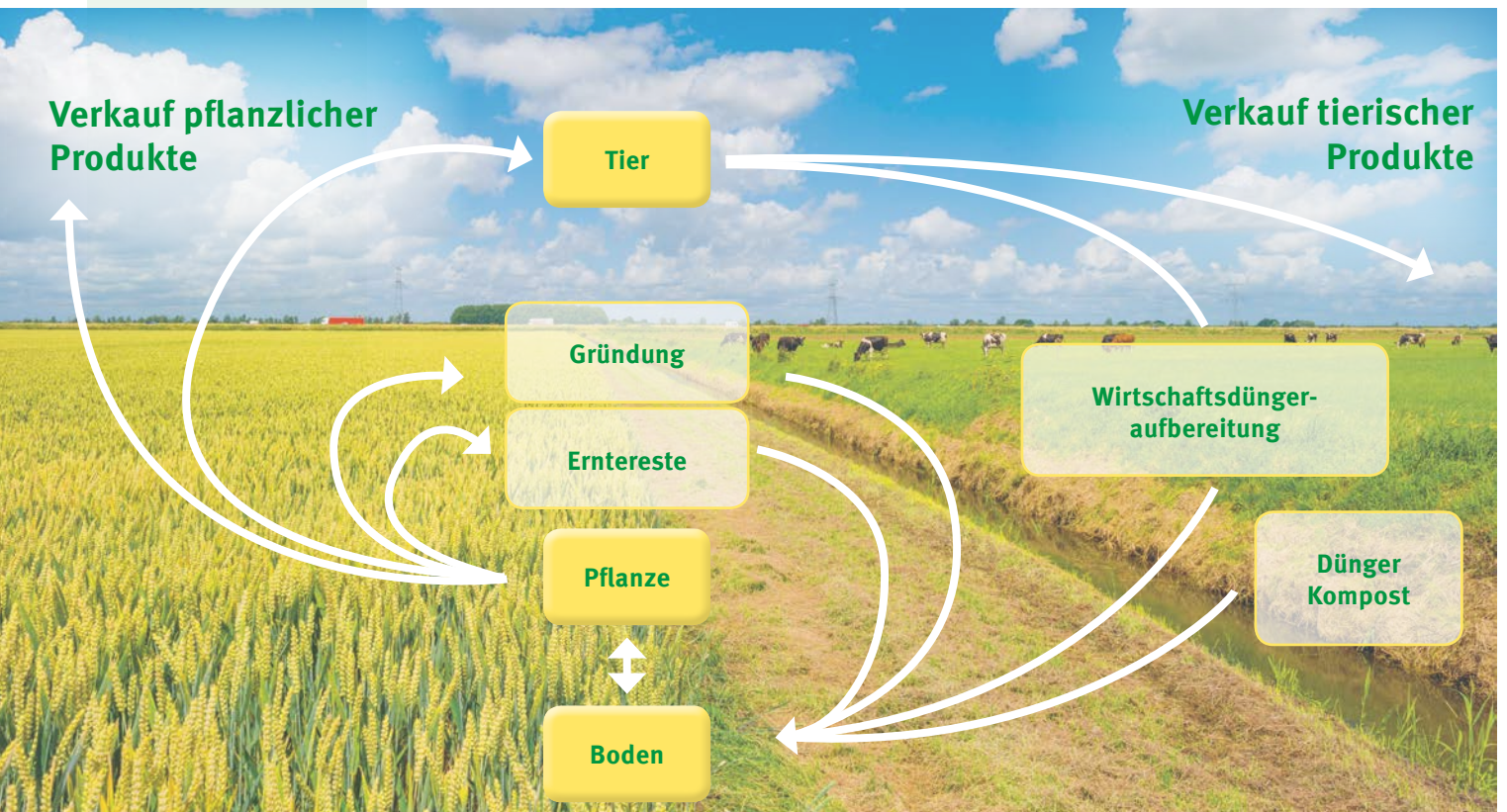


Abb. 5.1

Bei der Pflanzenernährung setzt der ökologische Landbau auf eine Intensivierung der bodenbiologischen Prozesse. Diese bilden die Voraussetzung für eine ausgewogene Ernährung der Kulturpflanzen (s. Abb. 5.1).

Um langfristig die Aktivität der Böden und somit die Ertragssicherheit zu gewährleisten, sind die Grundlagen der Bodenfruchtbarkeit besonders zu beachten. Hierzu zählt unter anderem, dass die Humusbilanz im Rahmen einer vielseitigen Fruchtfolge mindestens ausgeglichen gestaltet sein muss [39] (siehe Abb. 2.6, 2.8).

Anforderungen ökologischer Anbauverbände
Entsprechend dienen die organischen Düngemittel nicht in erster Linie der Düngung, sondern der Humusversorgung des Bodens und damit der Förderung des Bodenlebens [39]. Diese Anforderung wird in besonderer Weise von Kompost erfüllt (Abb. 3.1). Aber auch zum Ausgleich von Nährstoffverlusten aus dem Betriebskreislauf können betriebsfremde Wirtschaftsdünger oder organische Handelsdünger eingesetzt werden [38].

Komposte, die im ökologischen Landbau zum Einsatz kommen, müssen bestimmte Voraus-

setzungen erfüllen, die die Verbände in ihren Richtlinien vorgeben. Im Rahmen der Fremdüberwachung zum RAL-Gütezeichen werden diese Kriterien nach den jeweils geltenden Richtlinien der Verbände Bioland und Naturland geprüft und bei Erfüllen der Voraussetzungen im Prüfzeugnis als „geeignet für Bioland/Naturland“ ausgewiesen.

FiBL Betriebsmittelliste

Das ‚Forschungsinstitut für den Biologischen Landbau Deutschland e.V.‘ (FiBL) gibt jährlich eine aktualisierte Liste heraus, in der Betriebsmittel für den Ökolandbau wie z.B. Dünge- und Futtermittel aufgeführt werden. Diese sind von den FiBL-Fachleuten auf Übereinstimmung mit den Prinzipien des ökologischen Landbaus geprüft.

Für Komposte gilt grundsätzlich, dass die Anforderungen der EU-Öko-Verordnung (EG VO Nr. 834/2007) [40] eingehalten sein müssen und seitens der Beratung ein Bedarf über betriebseigene organische Dünger hinaus festgestellt wurde. Kompostierungs- und Vergärungsanlagen, welche sich von FiBL prüfen und listen lassen, erhalten eine FiBL-Nummer, welche in den RAL-Prüfzeugnissen ausgewiesen wird

Stickstoffverfügbarkeit bei der Kompostanwendung

Erstmalige oder unregelmäßige Anwendung

Bei der Kompostanwendung kann im Anwendungsjahr 3–5 % aus dem organisch gebundenen Stickstoff als düngewirksam angerechnet werden. Hinzu kommt der analysierte mineralische Stickstoffanteil, der beim Kompost 1–8 % [8] beträgt. Nachfolgend werden im zweiten und dritten Jahr nach der Anwendung im Mittel jährlich 2 bis maximal 5 % des dann noch gebundenen organischen Stickstoffs düngewirksam [35].



Regelmäßige Anwendung

Im ökologischen Landbau wird eine intensivere Humuswirtschaft praktiziert. Wird dabei regelmäßig Kompost angewendet, können nach Ergebnissen von Kompostdüngungsversuchen (12 Jahre) ab der zweiten Fruchtfolgerotation N-Ausnutzungsraten von jährlich 5–12 % erreicht werden. Das heißt, im 3-jährigen Turnus werden im Mittel 20–35 % der N-Zufuhr einer Kompostgabe düngewirksam. In den Prüfzeugnissen der BGK wird bei regelmäßiger Anwendung eine Mineralisationsrate von 25 % zzgl. des vor der Ausbringung analysierten mineralischen Stickstoffanteils angegeben [32].



Abb. 5.2



6. AUSBRINGUNG

Ausbringungszeitpunkt

Übliche Ausbringungszeitpunkte für feste organische Dünger sind bei Getreide nach der Ernte auf die Stoppel und bei Hackfrüchten vor der Aussaat bzw. vor dem Pflanzen. Im Herbst ist eine Ausbringung zu Zwischenfrüchten und Wintergetreide sinnvoll. Neben den pflanzenbaulichen Zeiträumen sind die Vorgaben der Düngeverordnung zu berücksichtigen.

Kompost im Nährstoffvergleich

Der Nährstoffvergleich in der Düngeverordnung betrachtet die Bereitstellung von Stickstoff durch organische Dünger zur Pflanzenernährung über einen Zeitraum von drei Jahren. Die ausgewiesenen Stickstoffüberschüsse sollen auf Verluste und damit mögliche Einträge ins Grundwasser hinweisen. Da bei Kompost Stickstoff fest im Humus gebunden ist (Abb. 4.3) kann ein Überschuss nicht mit einem Verlust bzw. Austrag ins Grundwasser gleichgesetzt werden. Dies ist im Nährstoffvergleich durch den Abzug von humusgebundenem Stickstoff zu berücksichtigen.

Pflanzenbauliche Zeiträume zur Ausbringung von festen organischen Düngern ^[12]

Günstige Zeiträume zur Ausbringung von Festmist, Kompost und entwässertem Klärschlamm¹⁾ auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN
Winterweizen												
andere Wintergetreide												
Sommergetreide												
Winterraps												
Silo-, Körnermais												
Rüben												
Kartoffeln												
Zwischenfrüchte												
Feldfutter ^{2) 3)}												
Grünland ³⁾												
	gute Ausnutzung						weniger gute Ausnutzung					

¹⁾ Vorschriften der DÜV 2017 gemäß §6 Absatz 8 bis 10 sind zu beachten.

²⁾ Bioabfälle und Gemische gemäß Anhang 1 nur bei Einarbeitung vor der Aussaat des Feldfutters zulässig (BioAbfV 2012).

³⁾ Bei Ausbringung von Bioabfällen tierischer Herkunft oder Gemischen ist vor Beweidung bzw. Futtergewinnung eine Wartezeit von 21 Tagen einzuhalten.

Ausbringungsintervalle

Bei Kompost ist nicht jährliche Anwendung praxisüblich, sondern eine für drei Jahre bemessene akkumulierte Ausbringung von 15–30 t Trockenmasse/ha. Dies empfiehlt sich auch vor dem Hintergrund der niedrigeren Ausbringungskosten und der geringeren Befahrung der Ackerfläche im Hinblick auf eine bodenschonende Flächenbewirtschaftung.

Bemessung der Aufwandmenge

Die Aufwandmengen richten sich nach dem Versorgungszustand des Bodens und dem Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen in der Fruchtfolge sowie aktuellen und düngerechtl. Vorgaben. Für die Berechnung der konkreten Aufwandmenge sind daher die produktspezifischen Angaben, bei Komposten z. B. Angaben aus den Prüfzeugnissen der RAL-Gütesicherung, zu Grunde zu legen.

Technik

Die Ausbringung von Kompost- und festen Gärprodukten ist mit gängigen Streuern für Stallmist möglich. Eine genauere Dosierung und höhere Verteilgenauigkeit wird mit speziellen Ausbringungsgeräten erreicht. Sie sind in der Regel mit bodenschonender Bereifung (z. B. Reifendruckregelanlage) ausgestattet. Um die biologische Umsetzung und Nährstoffverfügbarkeit zu verbessern, ist eine oberflächliche Einarbeitung (z. B. Grubber, Scheibenegge) vorzunehmen. Es kann auch in den Pflanzenbestand gestreut werden, d. h. es ist eine Anwendung auch während der Vegetationszeit möglich (Abb. 6.1).



Was ist entscheidend für die Ausbringung?

- Gute Befahrbarkeit des Bodens
- Aufwandmenge für 2–3 Jahre
- In der Regel zu Zwischenfrüchten auf die Stoppel oder zu Hackfrüchten vor Vegetationsbeginn
- Bei größeren Entfernungen Kostenoptimierung durch Trennung von Transport (mit LKW zum Feldrand).

Abb. 6.1

7. ÖKONOMIE UND SUBSTITUTIONSPOTENZIAL



Der monetäre Wert organischer Dünger ergibt sich vorrangig aus

- den Gehalten an Pflanzennährstoffen und basisch wirksamen Stoffen (Kalk),
- dem Gehalt an organischer Substanz.

Als Wert für die Mineraldüngeräquivalenz werden der für die Düngung anrechenbare Gehalt an Stickstoff sowie die Gesamtgehalte an Phosphat, Kalium, Magnesium und Kalk berechnet (Abb. 7.1).

Wert der Nährstoffe ^[21]

Organischer Dünger	Nährstoffe (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO)	
	EUR/t FM ¹⁾	EUR/ha ²⁾
Kompost	11,40	456,00
Gärprodukt flüssig	6,50	176,00

¹⁾ Äquivalente Kosten mineralischer Dünger 2016 : N 0,75, P₂O₅ 0,69, K₂O 0,64, CaO 0,07 EUR/kg
Magnesium, Schwefel, Mikronährstoffe und organische Substanz sind nicht berücksichtigt.
²⁾ Wert je ha bei mittleren Nährstoff- und Trockenmassegehalten der Dünger (Aufwandmengen s. Seite 15); Kompost 40 t, Gärprodukt flüssig 27 m³/ha

Abb. 7.1

Wert der organischen Substanz

Der ökonomische Wert der organischen Substanz ist wesentlich schwieriger zu ermitteln. Er zeigt sich z. B. in der Stabilisierung und Erhöhung von Deckungsbeiträgen, die sich bei guter Humuswirtschaft aufgrund der Förderung der Bodenfruchtbarkeit und der leichteren Bewirtschaftung der Flächen ergeben.

Hier hat Kompost im Vergleich zu anderen organischen Düngern seine besondere Stärke. Der Effekt wird überwiegend langfristig wirksam [13, 22].

Ein Wert für Humus kann auf Basis des Marktpreises für Strohpreise kalkuliert werden.

Erhöhung des Deckungsbeitrages in Marktfruchtbetrieben bei guter Humuswirtschaft¹⁾ (Angaben in € /ha /Jahr)

	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr
15 t TM Kompost/ha*3a	38	48	52	53	54	55	55
30 t TM Kompost/ha*3a	53	78	90	97	102	106	108

¹⁾ Betriebswirtschaftlicher Systemvergleich, in den alle Kostenfaktoren eingegangen sind und eine Kompostlieferung frei Feldrand angenommen wird.

Abb. 7.2



Substitution von Mineraldüngern durch Kompost

Aufgrund der in Kompost und Gärprodukten aus Bioabfällen enthaltenen Pflanzennährstoffe können entsprechende Mengen mineralischer Düngemittel substituiert werden.

Nach Hochrechnungen liegt das Substitutionspotenzial bei 5 bis 10 % (Abb. 7.3); 5 % für Kalkdünger, 12 % für Kalidünger und bis zu 10 % für Phosphatdünger.

Dünger ¹⁾	Nährstoffmenge mineralische Dünger ¹⁾	Nährstoffmenge Kompost ²⁾	Nährstoffmenge Gärprodukte ³⁾	Substitutionspotenzial
Phosphatdünger (P ₂ O ₅)	284.000 t	16.500 t	11.500 t	10 %
Kaliumdünger (K ₂ O)	420.000 t	27.200 t	15.600 t	12 %
Kalkdünger (CaO)	2.540.000 t	107.500 t	19.000 t	5 %

¹⁾ Berechnung aus der im Inland abgesetzten Menge an Mineraldüngern [23,26]

²⁾ Menge an Pflanzennährstoffen je Jahr in Komposten aus der getrennten Sammlung von Bioabfällen [8, 20]

³⁾ Menge an Pflanzennährstoffen je Jahr in Gärprodukten aus getrennt erfassten Bioabfällen [8, 20]

Abb. 7.3

8. RECHTSBESTIMMUNGEN

Organische Dünger unterliegen den Bestimmungen des Düngemittelrechts. Soweit die Dünger aus oder mit organischen Abfällen hergestellt sind, gelten darüber hinaus auch

abfallrechtliche Bestimmungen. Die hier erläuterten Rechtsbestimmungen konzentrieren sich auf die für organische Dünger wesentlichen Aspekte [14–19].

Düngerecht

Die Düngemittelverordnung (DüMV), erlassen auf Grundlage des Düngegesetzes, bestimmt hauptsächlich

- welchen Anforderungen die Düngemittel entsprechen müssen,
- welche Düngemitteltypen den organischen Düngern zuzuordnen sind,
- welche Ausgangsstoffe zulässig sind,
- wie das jeweilige Düngemittel zu kennzeichnen ist,
- welche Grenzwerte von Schadstoffen einzuhalten sind.

Die Düngemittelverordnung richtet sich in erster Linie an die Hersteller und Inverkehrbringer von Düngern. Die amtliche Überwachung der Bestimmungen obliegt der Düngemittelverkehrskontrolle der Länder [14, 31].

Die Düngeverordnung (DüV) enthält vor allem

- Grundsätze der bedarfsgerechten Düngung nach guter fachlicher Praxis,
- Beschränkungen und Verbote bei der Anwendung,
- Vorgaben zur Vermeidung der Überdüngung,
- Aufzeichnungspflichten über Düngemaßnahmen.

Die Düngeverordnung richtet sich an den Landwirt. Die Überwachung obliegt den zuständigen Stellen der Länder, die vorgeschriebene Aufzeichnungen und Nachweise kontrollieren (z. B. Nährstoffvergleich) [15].

i

Unbehandelte Grünabfälle

Unbehandeltes Häckselgut von Grünschnitt darf auf landwirtschaftliche Flächen nicht aufgebracht werden. Die Aufbringung ist nur nach einer hygienisierenden Behandlung zulässig, d. h. dass Grünschnitt z. B. kompostiert sein muss. Mit dem Verbot der Aufbringung von unbehandeltem Grünschnitt wird der Verbreitung von Krankheitserregern und Unkrautsamen vorgebeugt. Ausnahmen vom Behandlungsgebot der Bioabfallverordnung nach § 10 sind nur im Einzelfall durch Entscheidung der zuständigen Behörde zulässig. Ein abfallrechtliches Lieferscheinverfahren nach § 11 Absatz 1 und 2 ist immer durchzuführen.

Abfallrecht

Die Bioabfallverordnung (BioAbfV) [16] gilt, wenn der Dünger - auch in geringen Anteilen - Bioabfälle enthält, die im Anhang 1 der BioAbfV aufgelistet sind, z. B. Inhalte der Bio-Tonne oder Grüngut. Dies trifft auch auf Gärprodukte aus Biogasanlagen zu, wenn neben Wirtschaftsdüngern Bioabfälle verwertet werden. Soweit ausschließlich Wirtschaftsdünger oder NawaRo-Gärprodukte eingesetzt werden, finden die Bestimmungen der BioAbfV keine Anwendung.

Die BioAbfV bestimmt hauptsächlich:

- Anforderungen an die Behandlung zur Hygienisierung,
- Untersuchungspflichten, Grenzwerte und Anwendungsbeschränkungen,
- Nachweise der ordnungsgemäßen Verwertung (Lieferschein) und
- Berichtspflichten gegenüber zuständigen Behörden.

Veterinärrecht

Sobald organische Dünger tierische Bestandteile enthalten, fallen diese unter den Rechtsbereich der EU-Hygieneverordnung (VO EG Nr.-1069/2009) und unterstehender Rechtsvorgaben. Dies hat zur Folge, dass ein ‚Handelspapierverfahren‘ die Verarbeitung und Anwendung begleitet. Hier werden u. a. Angaben zur Beschreibung des Materials, der Herkunft, Art und Verfahren der Hygienisierung sowie zum Beförderungsunternehmen gemacht. Für die Verarbeitung von tierischen

Die BioAbfV bezieht sich in ihrem Geltungsbereich auf die Düngung landwirtschaftlich genutzter Flächen. In einem Zeitraum von 3 Jahren dürfen auf derselben Fläche entweder nur Dünger mit Bioabfällen oder nur Dünger mit Klärschlamm aufgebracht werden.

Bei der Anwendung von organischen Düngern aus Bioabfällen (aufgeführt im Anhang 1 der BioAbfV) wird ein abfallrechtliches Liefercheinverfahren erforderlich. Gütegesicherte Kompost und Gärprodukte können von diesem umfangreichen Verfahren zugunsten eines vereinfachten Berichts- und Kennzeichnungsverfahrens befreit werden.

Nebenprodukten ist eine veterinärrechtliche Zulassung erforderlich. Für Bio- und Grüngut gelten die Lieferschein- und Behandlungsverfahren der Bioabfallverordnung.

Enthält ein Dünger sowohl Bioabfälle als auch tierische Nebenprodukte, unterliegt er sowohl der Bioabfallverordnung als auch der EU-Hygieneverordnung. Es gilt hinsichtlich der Qualitätsanforderung die jeweils strengere Vorgabe.

9. GÜTESICHERUNG



Die Qualitätseigenschaften von Kompost und Gärprodukten sind heute aufgrund einschlägiger Rechtsbestimmungen sowie freiwilliger Systeme der Gütesicherung weitgehend standardisiert.

Produkte mit dem RAL-Gütezeichen zeichnen sich im Hinblick auf Qualität, Nutzen und Sicherheit in besonderer Weise aus. Sowohl die nutzungsbezogenen Anforderungen als auch Kriterien der Vorsorge entsprechen einem Stand, der mit allen maßgeblichen Wirtschaftsbeteiligten und Fachbehörden abgestimmt ist.

i

Mit RAL-Gütesicherung auf der sicheren Seite

- Grundlage der Gütesicherung sind die einschlägigen Rechtsbestimmungen.
- Die Qualitätsbestimmungen der Gütesicherung gehen noch darüber hinaus.
- Regelmäßige Prüfungen (4 – 12 je Jahr) garantieren gleichbleibende hohe Qualität und Sicherheit in der Anwendung.
- Die Prüfdokumente (Abb. 9.1) weisen alle Informationen für eine fachgerechte Anwendung und ordnungsgemäße Kennzeichnung aus und können direkt zu den betrieblichen Unterlagen genommen werden.
- Für spezielle Anwendungsbereiche (z. B. Wasserschutzgebiete, Ökolandbau) wird die Eignung gesondert ausgewiesen.



RAL-Gütezeichen Kompost:

Komposte mit diesem Gütezeichen sind aus sortenreinen Bioabfällen aus der getrennten Sammlung sowie aus Garten- und Parkabfällen hergestellt. Angeboten werden Frisch- und Fertigkomposte unterschiedlicher Körnung. Frischkompost ist hygienisiertes und fraktioniertes Rottegut, Fertigkompost ist hygienisiert, biologisch stabilisiert und fraktioniert.



RAL-Gütezeichen Gärprodukt:

Gärprodukte mit diesem Gütezeichen werden aus Bioabfällen hergestellt und als „Gärprodukt fest“ und/oder „Gärprodukt flüssig“ angeboten. Gärprodukte sind abgabefertige, hygienisierte und streufähige (fest) bzw. pumpfähige (flüssig) Erzeugnisse aus Biogasanlagen.



RAL-Gütezeichen NawaRo-Gärprodukt:

Dieses Gütezeichen weist NawaRo-Gärprodukte aus, die ausschließlich aus Energiepflanzen und/oder tierischen Wirtschaftsdüngern (Gülle) hergestellt werden. Bioabfälle (z. B. Getreidespelzen, Marktabfälle) sind bei NawaRo-Gärprodukten nicht zulässig. Im Gegensatz zur Gütesicherung Gärprodukte unterliegen diese nicht der BioAbfV.

Bezugsquellen

Kompost und Gärprodukte sowie NawaRo-Gärprodukte mit RAL-Gütezeichen werden von rund 700 Produktionsanlagen in ganz Deutschland hergestellt und angeboten.

Die Anschriften der Hersteller können im Internet abgefragt werden:

www.kompost.de

Prüfzeugnis der RAL-Gütesicherung

Produzenten von Kompost und Gärprodukten mit RAL-Gütezeichen erhalten von der BGK ein Prüfzeugnis. Dieses ist das offizielle Prüfdokument der Gütesicherung und wird für jedes Produkt und jede Analyse spezifisch ausgestellt [24].

Das Prüfzeugnis enthält die für das jeweilige Produkt zutreffenden Eigenschaften und Inhaltsstoffe sowie Angaben zu beispielhaft berechneten Aufwandmengen. Die analysierten Gehalte an Pflanzennährstoffen dienen der Düngedarfbsberechnung [25].

Die Zeugnisse der RAL-Gütesicherung sind bundesweit einheitlich. Der Landwirt kann sie von jedem Erzeuger anfordern und geeignete Dünger auswählen. In der Regel werden sie als Begleitpapier bei der Lieferung verwendet. Damit wird u. a. die düngemittelrechtliche Warenkennzeichnung erfüllt.

Dem Landwirt dienen die Zeugnisse auch zur Dokumentation im Rahmen der Düngeverordnung oder zum Nachweis spezifischer Anforderungen, etwa der Eignung für den ökologischen Landbau.

The collage shows three main documents from the RAL-Gütesicherung system:

- Prüfzeugnis (Certificate of Analysis):** Details the product 'Fertigkompost (feinkörnig)' (BGK-Nr.: 9999) and lists various parameters like 'Stickstoff gesamt (N)', 'Phosphat gesamt (P₂O₅)', and 'Kalium gesamt (K₂O)'. It includes a table of nutrient content and application rates.
- Untersuchungsbericht (Investigation Report):** Provides a detailed analysis of the 'Fertigkompost (feinkörnig)' sample. It includes sections for 'Allgemeine Angaben' (General Information), 'Analyseergebnisse' (Analysis Results) with a table of nutrient levels, and 'Ausgangsstoffe' (Starting Materials).
- Anwendung Landwirtschaft (Application in Agriculture):** Offers specific instructions for the use of the fertilizer in agriculture, including application rates and timing.



Prüfzeugnis

- Prüfung der Übereinstimmung mit den Rechtsbestimmungen
- Übereinstimmung mit den Qualitätskriterien der Gütesicherung
- Vollständige düngemittelrechtliche Warenkennzeichnung
- Ausweisung der Eignung für spezielle Anwendungsbereiche.

Analysenergebnisse

- Daten zur Probenahme
- Daten zum Untersuchungslabor
- Auflistung der Ausgangsstoffe
- Prüfungsergebnis der Hygienisierung

Anwendung Landwirtschaft

- Daten zur Düngedarfbsberechnung
- Dünge- und Humuswertberechnung
- Angaben zur Düngeverordnung

- Anwendungsvorgaben verschiedener Rechtsbereiche

- Anwendung Landschaftsbau

- Wertgebende Inhaltsstoffe

Anwendungsempfehlungen im Garten- und Landschaftsbau

- Aufwandmengen spezifischer Anwendungen
- Herstellung Bodenmischungen

Abb. 9.1

10. NÄHRSTOFFGEHALTE IN KOMPOST- UND GÄRPRODUKTEN DER GÜTESICHERUNG

Aufgrund unterschiedlicher Eigenschaften und Herkünfte organischer Dünger können die Gehalte an Kalk, organischer Masse und Nährstoffen stark variieren. Dies trifft auch auf Kompost und Gärprodukte zu (Abb. 10.1-10.3).

Untersuchungsergebnisse herangezogen und nicht mit allgemeinen Durchschnittswerten gearbeitet werden. Im Rahmen der Gütesicherung werden diese Untersuchungen regelmäßig durchgeführt. Die ermittelten Analysewerte werden im Prüfzeugnis der Gütesicherung ausgewiesen und in praxisüblichen Einheiten angegeben [29, 30].

Bei der Düngebedarfsermittlung sollen daher

Kompost	Trockenmasse %	Stickstoff N-ges. N-anr. ¹⁾ kg/t FM	Phosphat P ₂ O ₅ kg/t FM	Kalium K ₂ O kg/t FM	Kalk CaO kg/t FM	pH-Wert	Organische Substanz kg/t FM	C/N Verhältnis	Humus-C kg/t FM
Frischkompost n= 1028	51-76	5,8-13 0,4-1,7	2,5-6,7	4,4-11	14-48	7-9	190-350	13-25	47-87
Fertigkompost n= 1977	51-74	5,1-12/ 0,4-1,3	2,2-6,6	3,8-10,8	14-55	7,5-9	153-295	12-22	45-87

FM: Frischmasse, ¹⁾ anrechenbarer Stickstoff: N-mineral. + 5 % N-org.

Abb. 10.1

Gärprodukt	Trockenmasse %	Stickstoff N-ges. N-anr. ¹⁾ kg/t FM	Phosphat P ₂ O ₅ kg/t FM	Kalium K ₂ O kg/t FM	Kalk CaO kg/t FM	pH-Wert	Organische Substanz kg/t FM	C/N Verhältnis	Humus-C kg/t FM
Flüssig n= 934	2,6-15	2,9-7,2 1,6-5	0,8-2,8	1,2-4,6	0,9-8,2	8-8,6	14-74	1,7-8,7	2,4-13
Fest n= 60	26-46	5-22 0,97-3,34	2,8-11,8	3,3-5,7	4,1-42,5	7,9-8,9	150-254	4,9-23	30-51

FM: Frischmasse, ¹⁾ anrechenbarer Stickstoff: N-mineral. + 5 % N-org.

Abb. 10.2

NawaRo-Gärprodukt	Trockenmasse %	Stickstoff N-ges. N-anr. ¹⁾ kg/t FM	Phosphat P ₂ O ₅ kg/t FM	Kalium K ₂ O kg/t FM	Kalk CaO kg/t FM	pH-Wert	Organische Substanz kg/t FM	C/N Verhältnis	Humus-C g/t FM
Flüssig n= 118	3,9-11,1	3,1-7,9 1,3-4,4	0,9-4,7	2,6-6,9	1,56-7	7,5-8,3	27-80	3,7-8,1	4,7-14
Fest n= 42	21-31,3	1,9-3,2 0,7-2,3	3,7-6,2	3,3-7,6	2,2-22,2	8,4-8,9	165-259	14-25	34-53

FM: Frischmasse, ¹⁾ anrechenbarer Stickstoff: N-mineral. + 5 % N-org.

Abb. 10.3

BEGRIFFE

Humus-C: Humus-C ist der für die Humusproduktion im Boden anrechenbare Kohlenstoff. In organischen Düngern wird Humus-C aus dem **TOC Total Organic Carbon**, (hilfsweise berechnet aus dem Glühverlust der Trockenmasse multipliziert mit 0,58) durch Multiplikation mit dem substratspezifischen Faktor für die Reproduktionswirksamkeit ermittelt. Dieser Faktor berücksichtigt die Abbaustabilität der organischen Substanz im Verhältnis zum Rottemist, bei dem je Tonne Ausgangssubstrat nach Humifizierung 200 kg Humus-C im Boden verbleiben [nach 9].

Humussaldo: Der Humussaldo bzw. die Humusbilanz einer Fruchtfolge ergibt sich aus der Humuszufuhr (Humus-Reproduktionsleistung organischer Materialien) abzüglich des anbauspezifischen Humusbedarfes.

Humus-Reproduktionsleistung: Die Humus-Reproduktionsleistung organischer Dünger beschreibt ihren jeweiligen Anteil an reproduktionswirksamem Kohlenstoff in kg Humus-C je Tonne Substrat. Die Humusreproduktionsleistung organischer Dünger ist sehr unterschiedlich und von der stofflichen Zusammensetzung abhängig, welche den Abbau und die Humifizierung im Boden maßgeblich bestimmt.

Organische Bodensubstanz: Die Organische Bodensubstanz (OBS) ist ein zusammenfassender Begriff für die lebende und abgestorbene organische Substanz im Boden. Die lebende Substanz umfasst alle bodenlebenden Mikroorganismen und Kleinlebewesen, das Edaphon; die abgestorbene Substanz den Humus. Häufig wird die OBS auch insgesamt als Humus bezeichnet.

Düngemittel: Stoffe, die dazu bestimmt sind, Nutzpflanzen zugeführt zu werden, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern.

Organische Düngemittel: Düngemittel im Sinne des Abschnittes 3 der Düngemittelverordnung, die aus nach der Verordnung zulässigen organischen Stoffen hergestellt sind. In Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt erfolgt die Typenbezeichnung (Gärprodukte sind i. d. R. „Organischer NPK-Dünger“, Komposte i. d. R. „Organischer NPK-Dünger“ oder „Organischer PK-Dünger“).

Wirtschaftsdünger: Tierische Ausscheidungen, Gülle, Jauche sowie Stallmist, Stroh und

ähnliche Nebenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Produktion, auch weiterbehandelt, die zur Düngung bestimmt sind.

Bodenhilfsstoffe: Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die den Boden biotisch, chemisch oder physikalisch beeinflussen, um seinen Zustand oder die Wirksamkeit von Düngemitteln zu verbessern.

Bodenverbesserungsmittel: Stoffe, die dem Boden zugeführt werden, um seine physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften zu erhalten oder zu verbessern. In der EU ist der Begriff genormt (CEN). In das deutsche Düngemittelrecht hat er allerdings noch keinen Eingang gefunden und wird hier Umgangssprachlich oder im Sinne der CEN-Norm verwendet.

Frischkompost: Hygienisiertes, in intensiver Rotte befindliches oder zu intensiver Rotte fähiges fraktioniertes Rottegut zur Bodenverbesserung und Düngung (Rottegrad II oder III). Ausschließlich aus der getrennten Sammlung geeigneter, sortenreiner und zulässiger organischer Ausgangsstoffe und Qualitäten gemäß RAL GZ-251.

Fertigkompost: Hygienisierter, biologisch stabilisierter und fraktionierter Kompost zur Bodenverbesserung und Düngung (Rottegrad IV oder V). Ausschließlich aus der getrennten Sammlung geeigneter, sortenreiner und zulässiger organischer Ausgangsstoffe und Qualitäten gemäß RAL GZ-251.

Gärprodukte: Erzeugnisse aus der anaeroben Behandlung geeigneter organischer Stoffe (z. B. Bioabfälle, Wirtschaftsdünger, nachwachsende Rohstoffe) zur Bodenverbesserung und Düngung. Unterscheidung zwischen **Gärprodukt fest** und **Gärprodukt flüssig**. Qualitäten gemäß RAL GZ-245 und RAL GZ-246.

QUELLEN

Literaturnachweise:

- [1] Reinhold, J. und Körschens, M.: Einordnung von Komposten in die „Gute fachliche Düngungspraxis“ unter besonderer Berücksichtigung der Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden, 116. VDLUFA-Schriftenreihe, Band 60, CD-ROM, Rostock 2004
- [2] Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Düngung in Thüringen nach guter fachlicher Praxis, Schriftenreihe Heft 11/2001
- [3] Umweltbundesamt: Neubewertung von Kompostqualitäten. Umweltbundesamt, Texte 15/04. www.umweltbundesamt.de
- [4] VDLUFA Standpunkt Humusbilanzierung: Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland, Speyer 2014 www.vdlufa.de
- [5] Wessolek, G. et al.: Ermittlung von Optimalgehalten an organischer Substanz landwirtschaftlich genutzter Böden nach § 17 (2) Nr. 7 BBodSchG, Umweltbundesamt Berlin, FuE-Vorhaben 202 71 264, Abschlussbericht, April 2008, unveröffentlicht
- [6] Scheffer/Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, Enke-Verlag, Stuttgart 1984
- [7] Zentralverband Gartenbau e. V. (ZVG): Kompost im Gartenbau, Bonn 2002
- [8] Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.: Auswertung der Untersuchungsergebnisse von RAL-gütesichertem Kompost (RAL GZ-251) 2004, Gärprodukt (RAL GZ- 245) und NawaRo-Gärprodukt (RAL GZ-246), Köln 2014
- [9] Reinhold, J.: Auswirkungen der Bewertung von organischen Düngern nach Gesamt-N beim Nährstoffvergleich auf die Humusversorgung von Böden, geändert, Münchenberg, 15.06.2015.
- [10] Muster-Verwaltungsvorschrift für den Vollzug der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.01.1996 (BGBl. I S. 118)
- [11] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Mittlere Nährstoffgehalte organischer Dünger, Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung(Ratgeber 2008) www.landwirtschaftskammer.de
- [12] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Informationsbroschüre Kompost in der Landwirtschaft, Hrsg: AID-Infodienst e.V., Heft Nr. 1476/2013. www.aid.de
- [13] DBU Verbund-Forschungsprojekt „Praxisbezogene Anwendungsrichtlinien sowie Vermarktungskonzepte für den nachhaltigen Einsatz von gütegesicherten Komposten im landwirtschaftlichen Pflanzenbau“. Bearbeiter: LUFA Augustenberg, Karlsruhe, Universität Hohenheim, Stuttgart sowie Fachhochschule Nürtingen. Abschlussbericht 2003. Hrsg: LUFA Augustenberg
- [14] DüMV - Düngemittelverordnung Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln vom 5. Dezember 2012 (BGBl. Nr. 58 vom 13.12.2012 S. 2482) Gl.-Nr.: 7820-15-2
- [15] DüV – Düngeverordnung -Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 26. Mai 2017 (BGBl. Nr. 32 vom 01.06.2017 S. 1305) Gl.-Nr.: 7820-15-3
- [16] BioAbfV - Bioabfallverordnung Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden vom 4. April 2013 (BGBl. I Nr. 16 vom 08.04.2013 S. 658;05.12.2013 S. 4043)Gl.-Nr.: 2129-27-2-11
- [17] AbfKlärV - Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. I 1992 S. 912; 1997 S. 446; 5.03.2002 S. 1193; 25.04.2002 S. 1488; 26.11.2003 S. 2373 03; 20.10.2006 S. 2298; 29.07.2009 S. 2542; 09.11.2010 S. 1504, 24.02.2012 S. 212) Gl.-Nr.: 2129-6-6

- [18] BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 102 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist. Zuletzt geändert durch Art. 102 V v. 31.8.2015 | 1474
- [19] Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte - Verordnung über tierische Nebenprodukte (ABl. Nr. L 300 vom 14.11.2009 S. 1, ber. 2014 L 348 S. 31; RL 2010/63/EU - ABl. Nr. L 276 vom 20.10.2010 S. 33; VO (EU) Nr. 1385/2013 - ABl. Nr. L 354 vom:28.12.2013 S. 86) 13.05.2003 S. 1; VO (EG) Nr.668/2004 – ABl. Nr. L 112 vom 19.04.2004 S. 1 VO (EG) Nr.92/2005 – ABl. Nr. L 19 21.01.2005 S. 27; VO (EG) Nr.93/ 2005 – ABl. Nr. L 19 21.01.2005 S. 34)
- [20] Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Umwelt - Abfallentsorgung, Fachserie 19 Reihe 1, 2011, Wiesbaden 2013
- [21] Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.: Auswertung der Marktpreise zu Nährstoffen von Mineraldüngern aus den Daten der Landwirtschaftskammer NRW, www.agrarmarkt-nrw.de und Land und Forst der Deutschen Landwirtschaftsverlag GmbH, Stand: 1. Quartal 2015
- [22] Schreiber, A.: Ökonomische und ökologische Beurteilung der Kompostverwertung in der Landwirtschaft, Reihe XLII Ökologie, Umwelt und Landespflge, Bd./Vol. 30 Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt 2005
- [23] Statistisches Bundesamt Wiesbaden: Produzierendes Gewerbe - Düngemittelversorgung, Fachserie 4 Reihe 8.2, Inlandsabsatz 2012/2013, Wiesbaden 2013
- [24] Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.: Muster-Prüfzeugnis. Bundesweit einheitliches Prüfdokument der RAL-Gütesicherung, Köln 2015
- [25] Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.: Methodenbuch zur Analyse von Kompost. Methodenbeschreibung zur Durchführung von Probenahmen und Untersuchungen im Rahmen der RAL-Gütesicherung Kompost. Best. Nr. 220 unter www.kompost.de, Köln 2015
- [26] Statistisches Bundesamt Wiesbaden: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Fachserie 3, Reihe 2.2.2, 2011
- [27] VDLUFA Standpunkt Schwefelversorgung von Kulturpflanzen -Bedarfsprognose und Düngung - Darmstadt 2000
- [28] Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL): Standpunkt zum Mikronährstoff-Düngebedarf (B, Cu, Mn, Mo, Zn) in der Pflanzenproduktion, Jena 2001
- [29] Güte- und Prüfbestimmungen RAL-Gütesicherung Kompost, RAL GZ-251
- [30] Güte- und Prüfbestimmungen RAL-Gütesicherung Gärprodukte, RAL GZ-256/1
- [31] Düngegesetz vom 9. Januar 2000(BGBl. I Nr. 4 vom 23.01.2009 S. 54, ber. S. 136; 17.06.2009 S. 1284; 31.07.2009 S. 2539; 21.07.2010 S. 952; 09.12.2010 S. 1934; 22.12.2011 S. 3044; 06.02.2012 S. 148;15.03.2012 S. 481) Gl.-Nr.: 7820-15
- [32] Haber, N. et al.: Nachhaltige Kompostanwendung in der Landwirtschaft, Abschlussbericht zum Abschlussprojekt Kompost-Anwendungsversuche Baden-Württemberg. Hrsg.: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), 2008
- [33] BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998 (BGBl. I 1998 S. 502, 2001 S. 2331; 09.12.2004 S. 3214;24.02.2012 S. 212)
- [34] Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft TLL: Merkblatt Schwefeldüngung in Thüringen, Jena 2008
- [35] Amlinger, F. et.al.: Kenntnistand zur Frage des Stickstoffaustrages in Kompostdüngungssystemen, Seite 41, Tabelle 3-3,

2003, Hrsg.: lebensministerium.at

[36] Scherer, W., Welp, G.: Kompost fördert die S-Versorgung der Pflanzen, Getreide Magazin 3/2008, Verlag Thomas Mann, Sonderdruck

[37] Schaper, J., Möller, K.: Mikronährstoffdüngung in Winterweizen - notwendig oder überflüssig, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, www.lwk-niedersachsen.de; Bezirksstelle Northeim 2010

[38] Bioland e.V. Verband für organischbiologischen Landbau: Bioland-Richtlinien, Fassung vom 26. November 2013, www.bioland.de

[39] Naturland - Verband für ökologischen Landbau e. V.: Naturland Richtlinie Erzeugung, Stand 05/2014, www.naturland.de

[40] Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit

Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle VO (EU) 2016/673 - ABl. Nr. L 116 vom 30.04.2016

Bildnachweis

Archiv des Verbandes der nordrhein-westfälischen Humus- und Erdenwirtschaft e. V., Düsseldorf (S. 1, 6, 12, 14, 22)

CC-Farbbild-Service (S. 9, 10, 15)

©Andrzej Estko -fotolia.com (S.5)

www.oekolandbau.de/copyright BLE, Bonn 2002-2005, Thomas Stephan (S. 10), Dominik Menzel (S. 9 rechts)

Thomas Engels, Strube-Dieckmann, Sülbeck (S. 8, 10)

Roger Funk, ZALF Müncheberg (S. 11)

Rainer Kluge, LUFA Augustenberg, Karlsruhe (S. 15)

Volker Max, Schwerte (S. 4, 18)

Jutta Rogasik, JKI Braunschweig (S. 11)

Stefanie Siebert, Bochum (S. 17)

Michael Schneider, VHE (S. 25)

[http://www.boelw.de/themen/bio-argumente/biofrage-09/\(m](http://www.boelw.de/themen/bio-argumente/biofrage-09/(m) (S. 18, Abb. 5.1) Hintergrundfoto verändert(© Naj - fotolia.com) Seite 18, Abb. 5.1

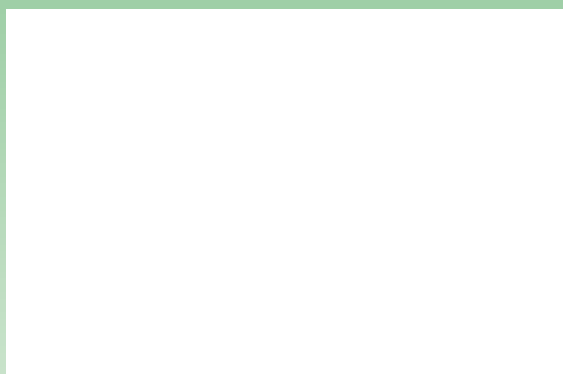
Susanne Weyers (S. 12)

© Martina Berg - Fotolia.com (S. 10)

© tuk69tuk - Fotolia.com (S. 21)

www.kompost.de

Überreicht durch:



Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V
Von-der-Wettern-Straße 25
51149 Köln

Tel.: 0 22 03/358 37-0

Fax: 0 22 03/358 37-12

Email: info@kompost.de

Internet: www.kompost.de