
VKS-Richtlinie 2001: Qualitätseigenschaften von Komposten und Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung

Herausgegeben vom Verband Kompostwerke Schweiz (VKS) in Zusammenarbeit mit dem Biogas Forum Schweiz.
Die Richtlinie kann unter www.vks-asic.ch heruntergeladen werden.

Inhaltsübersicht

Teil A: Zusammenfassung für den eiligen Leser	Seite 1
Teil B: Fachtell	Seite 3
1 Einleitung, Zielsetzungen und Definitionen	Seite 3
2 Qualitätseigenschaften für Komposte und Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung für den Einsatz in der Landwirtschaft	Seite 4
3 Qualitätseigenschaften von Komposten für den Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland ..	Seite 5
4 Qualitätseigenschaften von Komposten für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau und im Hobbybereich ..	Seite 6
Teil C: Erläuterungen	Seite 7
5 Erläuterungen zu den einzelnen Kapiteln	Seite 7
6 Literaturangaben	Seite 10

Autoren

Dr. Jacques Fuchs	Schulstr. 13, CH-5465 Mellikon, Tel. 056 / 250 50 41 Fax: 056 / 250 50 43, biophyt@pop.agri.ch
Dr. Ulrich Galli	Archstrasse 70, CH-2540 Grenchen, Tel. / Fax: 032 652 57 67, galli.u@regpop.ch
Dr. Konrad Schleiss	Eschenweg 4, CH-6340 Baar, Tel. 041 / 761 24 32, Fax: 041 / 761 24 13, k.schleiss@bluewin.ch
Dr. Arthur Wellinger	8356 Ettenhausen, Tel. 052 / 368 34 70, Fax 052 365 43 20, arthur.wellinger@novaenergie.ch

Ideelle und fachliche Unterstützung sowie Finanzierung

BUWAL, Kantone Aargau, Thurgau, Waadt, Zürich

Teil A: Zusammenfassung für den eiligen Leser

In Zusammenarbeit mit dem Biogas Forum Schweiz schafft der VKS mit der hier vorliegenden Richtlinie für die Qualitätseigenschaften von Komposten Klarheit, welche Eigenschaften ein Kompost erreichen muss, damit er sich für die Anwendung in der Landwirtschaft, im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland oder im gedeckten Anbau eignet. Die höchste Qualität mit dem höchsten Ausreifungsgrad wird für den gedeckten Anbau und den Hobbybereich gefordert, die zweithöchste für den Gartenbau im Freiland. Für die Anwendung in der Landwirtschaft gelten, wie auch für die Komposte für weitergehende Ansprüche, die Mindestqualitätsanforderungen der FAC, welche in der hier vorliegenden VKS-Richtlinie noch etwas konkretisiert werden.

Die VKS-Richtlinie steht nicht in Konkurrenz zu den Weisungen und Empfehlungen der FAC (1995) und soll sie auch nicht ersetzen, sondern ergänzen. Die Anforderungen an die Mindestqualität von Komposten werden übernommen. Für die Definition von «verrottet» und von «Gärgut» werden präzisierende Formulierungen verwendet.

Neu in der VKS-Richtlinie ist die Unterscheidung zwischen Gärgut (nicht nachgerottet) und Kompost aufgrund der Pro-

dukteigenschaften und dem Gehalt an Ammonium-Stickstoff. Auf der Basis von mehreren hundert Analysen zeigte sich, dass Gärgut durch die fehlende aerobe Nachrotte im Unterschied zu Kompost deutlich mehr als 300 mg Ammonium-Stickstoff pro kg Frischmaterial enthält. Als weitere praktische Ausformulierung für den Begriff «verrottet» in der Kompostdefinition wird vorgeschlagen, dass das Ausgangsmaterial ausser Holz visuell und geruchlich nicht mehr erkennbar sein soll. Zum Beispiel soll Laub im Kompost nicht mehr dem Herkunftsbaum zugeordnet werden können. Aus Gärgut kann durch fachgerechte aerobe Kompostierung selbstverständlich Kompost entstehen, welcher die hier vorliegende Richtlinie vollumfänglich erfüllt.

Neu in der VKS-Richtlinie und wesentlich weitergehend als alle bisherigen Formulierungen der FAC sind die Anforderungen an die Kompostqualitäten für den Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland und für den gedeckten Anbau. Neben chemischen und physikalischen Parametern werden darin auch normierte Pflanzentests vorgeschlagen. Mit zunehmendem Ausreifungsgrad soll auch ein tieferer Salzgehalt und ein tieferer pH-Wert erreicht werden. Das Verhältnis von Nitrat- zu Ammonium-Stickstoff soll durch die Nitrifizierung steigen. Da durch

die Kompostreifung die Humusverbindungen schlechter wasserlöslich werden, soll der wässrige Kompostextrakt zunehmend heller werden. Durch die fortgeschrittene Ausreifung wird letztlich auch die Produktstabilität und die Pflanzenverträglichkeit deutlich verbessert.

Eine hohe Produktequalität bedingt neben der fachgerechten Verarbeitung auch eine bestimmte Qualität der Ausgangsmaterialien. Für die Produkte nach der VKS-Richtlinie sollen nur Ausgangsmaterialien mit tiefen Schadstoffgehalten verwendet werden, also keine stark belasteten Materialien wie Klärschlamm, strassenbürtige Abfälle oder andere stark belastete Stoffe. Zur Förderung der Transparenz und damit des Vertrauens in das Produkt Kompost empfehlen der VKS und das Biogas Forum, die verarbeiteten Ausgangsmaterialien und Zuschlagstoffe zu deklarieren. Die VKS-Richtlinie soll im Rahmen des Konzeptes «Ausbildung-Qualität-Kontrolle» in den nächsten Jahren umgesetzt werden.

Zusammenfassende Tabelle für die verschiedenen Qualitäten von Kompost und Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung

Kriterien	Einsatz in der Landwirtschaft		Kompost für den Gartenbau im Freiland	Kompost im gedeckten Pflanzenbau und im Hobbybereich
	Gärgut	Kompost		
Mindestqualität	Erfüllt nach Mindestqualität (FAC 1995)			
Schwermetalle	< Grenzwerte StoV			
Fremdstoffe	Erfüllt nach Mindestqualität (FAC 1995)			
Hygiene	erfüllt	erfüllt nach Mindestqualität (FAC 1995), mit Temperatur-Protokoll		
Nährstoffe: N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Mg, Ca	X	X	X	X
Verrottung	Ausgangsmaterial nicht mehr erkennbar, ausser Holz			
TS (Trockensubstanz)	X	X	> 50 %	> 55 %
OS (Organische Substanz)	X	X	< 50%	< 40 %
pH-Wert	X	X	< 8.2	< 7.5
Siebgrösse	X	X	< 25 mm	< 15 mm
Spezifisches Gewicht	X	X	X	X
Extraktfärbung (Humuszahl)	empfohlen			
Salzgehalt	X	X	< 4 mS/cm	<2.5 mS/cm
Gesamt N	X	X	> 10 g/kg TS	> 12 g/kg TS
C/N-Verhältnis	X			
Ammonium-N	X	< 300 mg/kg FS		
Nitrat-N	X	X	> 40 mg/kg FS	> 50 mg/kg FS
Nitrat-N /Ammonium-N-Verhältnis	>2			
Nitrit-N	< 5 mg/kg FS			
Unkrauttest	< 1 pro Liter			
Pflanzenverträglichkeit:				
Kresse offen	> 70 % der Ref.			
Kresse geschlossen	> 25 % der Ref.			
Salatetest	> 50 % der Ref.			
Bohmentest	> 70 % der Ref.			
Raygrastest	> 70 % der Ref.			
Krankheitsunterdrückungstest	empfohlen			

Grau hinterlegte Felder: Zu erfüllende Minimalwerte
X: muss angegeben werden

Teil B: Fachteil

1 Einleitung, Zielsetzungen und Definitionen

1.1 Einleitung

1995 hat die FAC Liebefeld einen Ordner mit den Weisungen und Empfehlungen im Bereich der Abfalldünger (FAC 1995) zu Kompost und Klärschlamm herausgegeben, der zurzeit überarbeitet wird. Darin wurden Richtlinien zur Mindestqualität von Kompost erlassen und das Vorgehen zur Kompostkontrolle geregelt. Jährlich wird dazu eine Liste der anerkannten Laboratorien für die Kompostkontrolle publiziert. Seither ist die technische Entwicklung in der Grüngutverarbeitung stark vorangeschritten, die Vergärung hat sich etabliert und teilweise wird Gärgut ohne Kompostierung abgegeben. Aufbauend auf den bestehenden Mindestanforderungen wird der Begriff «verrottet» präzisiert und das nicht nachgerottete Gärgut separat definiert.

1.2 Zielsetzungen

Mit den vorliegenden Qualitätsanforderungen an die verschiedenen Produkte aus der Grüngutverarbeitung werden nachvollziehbare und klare Unterscheidungen zwischen den verschiedenen Produkten ermöglicht sowie anwendungsorientierte und hohe Produktequalitäten angestrebt. Das Produkt aus einer Vergärung, bei dem keine entsprechende Nachrotte erfolgt, wird neu als Gärgut definiert, wenn die Anforderungen an Fremdstoffe, Schwermetalle und Hygiene analog zur Kompost-Mindestqualität erfüllt sind. Wird das Gärgut – allein oder gemischt mit kompostierbarem Grüngut – fachgerecht kompostiert, kann Kompost in allen hier aufgeführten Qualitätsstufen entstehen. Die VKS-Richtlinie enthält Anforderungen an Komposte für die

Landwirtschaft, für den Gartenbau im Freiland sowie für den gedeckten Anbau und den Hobbybereich.

Eine hohe Produktequalität bedingt neben der fachgerechten Verarbeitung auch eine bestimmte Qualität der Ausgangsmaterialien. Für die Produkte nach der VKS-Richtlinie sollen nur Ausgangsmaterialien mit tiefen Schadstoffgehalten verwendet werden, also keine stark belasteten Materialien wie Klärschlamm, strassenbürtige Abfälle oder andere stark belastete Stoffe. Zur Förderung der Transparenz und damit des Vertrauens in das Produkt Kompost empfehlen der VKS und das Biogas Forum, die verarbeiteten Ausgangsmaterialien und Zuschlagstoffe zu deklarieren.

Ist eine hohe Qualität einmal erreicht, muss sie zwangsläufig regelmässig überprüft werden. Die Schwermetall- und Nährstoffgehalte werden regelmässig in anerkannten Laboratorien analysiert. Verarbeitungsbetriebe mit mehr als 1 000 Jahrestonnen müssen mindestens vier solche Analysen pro Jahr durchführen lassen. Die über die FAC-Mindestqualität hinausgehenden Reifeaspekte können in einem dafür eingerichteten externen Labor oder teilweise in einem kleinen Betriebslabor auf dem Kompostwerk bestimmt werden. Dazu wird zur Bestimmung der hier aufgeführten Parameter vom VKS ein Aufbaukurs für Werkmitarbeiter angeboten. In diesem Kurs wird neben der Messung der chemischen Kennwerte auch die Durchführung von Reife- und Pflanzenverträglichkeitstests vermittelt und geübt. Für die Mitarbeiter von Vergärungsanlagen arbeitet das Biogas Forum zurzeit einen Kurs aus.

Die von der VKS-Richtlinie geforderten Qualitätseigenschaften von Komposten können von jedem Kompostwerk, das professionell und sorgfältig gemäss dem

heute üblichen technischen Standard arbeitet, erreicht werden. Die meisten Reifeaspekte können auch in Form einer Selbstkontrolle in einem kleinen Betriebslabor auf dem Werk überprüft werden.

Die VKS-Richtlinie bildet einen wesentlichen Bestandteil des Konzeptes «Ausbildung-Qualität-Kontrolle», das der VKS erarbeitet hat und nun konsequent umsetzt: Durch die Ausbildung der Mitarbeiter der Kompostwerke wird eine bessere Qualität von Komposten erreicht, die langfristig am Markt eine Chance haben. Um die angestrebte Langfristigkeit zu erreichen, ist eine Kontrolle notwendig, die der VKS (analog FSK- und ARV-Inspektorat) innerhalb von ein bis zwei Jahren aufbauen will.

1.3 Produktdefinitionen aus der Grüngutbewirtschaftung und Abgrenzungen

Die Grüngutbewirtschaftung ist ein Bestandteil der Abfallwirtschaft in der Schweiz. Die Produkte davon gelten daher als sogenannte Abfalldünger (DüV Art.3 Bst.a). In dem Sinn bilden Mistkomposte, Spezialkomposte und Kompostkultursubstrate (KKS) nicht Bestandteil der VKS-Richtlinie.

Kompost gemäss Stoffverordnung (Anhang 4.5, Begriffe) «ist fachgerecht, unter Luftzutritt verrottetes pflanzliches und tierisches Material, das zu Dünge Zwecken, als Bodenverbesserer, als Substrat, als Erosionsschutz, in Rekultivierungen oder für künstliche Kulturerden verwendet wird».

Gärgut ist fachgerecht unter Luftabschluss (anaerob) vergorenes pflanzliches und tierisches Material (Vorschlag VKS, eine Definition der Anwendungsbereiche nach StoV fehlt noch).

Produkte sind insbesondere:

1. Komposte = unter Luftzufuhr (aerob) verrottetes Material aus der Grüngutbewirtschaftung mit oder ohne vorangehende Vergärung
2. Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung (Vergärung ohne Nachrotte) in fester oder flüssiger Form (z.B. Presswasser)

1.4 Geltungsbereich

Die Anforderungen der Mindestqualität (ergänzt nach FAC 1995, detailliert aufgeführt unter 2.1) gelten für jeden Kompost und für jedes Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung, die als Dünger oder Bodenverbesserer verwendet werden. Die hier angegebenen Parameter ersetzen nicht die gesetzlichen minimalen Anforderungen, sondern ergänzen sie. Ein Kompost, welcher zum Beispiel die Schwermetall-Limite überschreitet, kann nicht eingesetzt werden, auch wenn er die hier angegebenen Anforderungen erfüllt.

2 Qualitätseigenschaften für Komposte und Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung für den Einsatz in der Landwirtschaft

2.1 Anforderungen

Es gelten grundsätzlich die bisherigen Regelungen der Düngerverordnung und der Stoffverordnung. Die Anforderungen an die Mindestqualität der FAC werden ergänzt, um sicher zu stellen, dass der Kompost auch einen biologischen Abbauprozess durchlaufen hat.

In der Stoffverordnung ist Kompost als «verrottetes Material» definiert, Was der Begriff «verrottet» in der Praxis bedeutet, ist darin nicht weiter geregelt. Deshalb wird hier präzisiert:

Durch biologischen Abbau sollen in einem Kompost ausser Holzstücken keine weiteren organischen Abfälle mehr von Auge erkennbar oder geruchlich wahrnehmbar sein. Der Ammoniumgehalt liegt nach durchlaufenem Rotteprozess unterhalb von 300 mg NH₄-N pro kg Frischsubstanz.

2.1.1 Schwermetallgehalte gemäss Mindestqualität

Die Mindestqualität (FAC 1995) umfasst die 3 Aspekte Schwermetalle, Hygiene und Fremdstoffgehalte. Die Grenzwerte

für Schwermetalle sind in der Stoffverordnung definiert. Für die einzelnen Elemente gelten die Werte wie in der folgenden Tabelle 1:

2.1.2 Maximale Fremdstoffgehalte gemäss Mindestqualität

Der maximale Fremdstoffgehalt in Komposten und Gärgut ist aufgeteilt nach Steinen, alle Fremdstoffe und als Teil davon Kunststoffe. Die maximalen Gehalte sind aus Tabelle 2 ersichtlich, wie sie auch 1995 von der FAC definiert worden sind.

Tab.1: Schwermetallgrenzwerte für Kompost und Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung (Stoffverordnung Anhang 4.5)

Element	Grenzwert in Gramm pro Tonne Trockensubstanz
Blei (Pb)	120
Cadmium (Cd)	1
Chrom (Cr)	100
Kupfer (Cu)	100
Nickel (Ni)	30
Quecksilber (Hg)	1
Zink (Zn)	400

Tab.2: Maximal zulässige Fremdstoffgehalte in Kompost (FAC 1995)

Kriterium	Maximaler Gehalt	Bemerkungen
Steine mit mehr als 5mm Durchmesser	50 g pro kg Trockensubstanz	Kleinere Steine und Sand gelten nicht als Fremdstoff
Fremdstoffe wie Metalle, Glas, Plastik > 2mm ø	5 g pro kg Trockensubstanz	
Davon flächige Kunststoffe und Alufolien	1 g pro kg Trockensubstanz	

Tab.3a: Hygieneanforderungen an Komposte (FAC 1995)

Anforderungen an Kompost	Bemerkungen
Mindestens 3 Wochen über 55°C	Gilt für das gesamte Material, auch den Rand
Oder mindestens 1 Woche über 65°C	Vor allem für geschlossene Systeme
Oder ein anderes geeignetes Verfahren zur Erreichung der hygienischen Unbedenklichkeit	z.B. Pasteurisierung, Dämpfung etc.

Tab.3b: Hygieneanforderungen an Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung (Vorschlag Biogas Forum)

Anforderungen an Gärgut ¹	Bemerkungen
Mindestens 24 Std. hydraulische Verweilzeit bei 53°C oder höher	Kurzschlussströme nachweislich ausgeschlossen
Mindestens 14 Tage hydraulische Verweilzeit bei weniger als 53°C plus zusätzliche Nacherwärmung während 10 Std. bei mindestens 55°C oder während 5.5 Std. bei mindestens 60°	Bei Nachrotte soll die Temperatur im gesamten Material, also auch am Rand erreicht werden
Oder ein anderes geeignetes Verfahren zur Erreichung der hygienischen Unbedenklichkeit	z.B. Pasteurisierung, Dämpfung etc.

¹ Die Anforderungen lehnen sich an die dänische Verordnung (Statutory Order, Ministry of Environment & Energy No.823) sowie an die schwedischen Richtlinien (RVF-Quality Assurance System) an.

2.1.3 Hygieneanforderungen gemäss Mindestqualität

Gemäss Hygieneziel für Kompost und Gärgut muss der Gehalt an Krankheitserregern für Menschen, Tiere und Pflanzen unbedenklich sein (FAL 1999).

3 Qualitätseigenschaften von Komposten für den Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland

3.1 Einleitung

Neben den minimalen Qualitätsanforderungen müssen Komposte, welche im Garten- und Landschaftsgartenbau eingesetzt werden, zusätzliche Qualitätsanforderungen erfüllen, damit deren Einsatz nicht zu Problemen führt. Da Komposte in diesem Bereich häufig als Bodenverbesserer in grösseren Mengen eingebracht werden, müssen sie eine bessere Pflanzenverträglichkeit aufweisen und dürfen insbesondere nicht zu einer Stickstoff-Festlegung im Boden führen.

Je älter Komposte sind, desto mehr sind die Nährstoffe in stabilere Humusverbindungen eingebaut. Sie gelten als wichtige Bodenverbesserer mit verzögerter Nährstoff-Freisetzung. Vor allem für sandige oder schwere Böden sind länger ausgereifte Komposte mit ihren stabilen Humusformen und fortgeschrittener Krümelstruktur zu empfehlen.

Beim Kompost für den Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland ist für jede Charge nachzuweisen, dass die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften laut VKS-Richtlinie eingehalten werden.

Tab.4: Anforderungen an physikalische, chemische und biologische Eigenschaften von Komposten für den Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland (VKS-Richtlinie)

Parameter	Sollwert (X: muss angegeben werden)	Methode
TS in % des Frischgewichtes	> 50 %	TS ¹
OS in % der Trockensubstanz	< 50 %	D-AS ¹
pH	< 8.2	H ₂ OGH-pH ¹
Siebgrösse	< 25 mm	Angabe Masche [mm]
Spezifisches Gewicht	X	D-VG ¹
Extraktfärbung (Humuszahl)	eine einfache Bestimmungsmethode muss noch entwickelt werden	
Salzgehalt	< 4 mS/cm	H ₂ OGH-Sal ¹
Gesamt-N	> 10 g/kg TS	Kjeldahl
C/N-Verhältnis	X	berechnet
Ammonium-N	< 300 mg/kg FS	in H ₂ OGH-Ex ¹
Nitrat-N	> 40 mg/kg FS	in H ₂ OGH-Ex ¹
Nitrat-N / Ammonium-N	> 2	in H ₂ OGH-Ex ¹
Nitrit-N	< 5 mg/kg FS	in H ₂ OGH-Ex ¹
Unkrauttest	< 1 pro Liter Kompost	AD-KF ¹
Pflanzenverträglichkeitstests:		
Kresse offen	> 70 % der Referenz	nach Fuchs und Bieri, AgrarForschung 7(7): 314-319, 2000, Tab. 4.
Kresse geschlossen	> 25 % der Referenz	
Salatetest	> 50 % der Referenz	

X: muss angegeben werden
¹ Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten

4 Qualitätseigenschaften von Komposten für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau und im Hobbybereich

4.1 Einleitung

Komposte, welche im gedeckten Anbau eingesetzt werden, müssen eine ausgezeichnete Qualität aufweisen und in einem stabilen Zustand sein. Neben den minimalen Qualitätsanforderungen müssen diese Komposte eine einwandfreie Pflanzenverträglichkeit vorweisen. Eine positive biologische Aktivität (bewertet mit dem Pflanzenkrankheits-Unterdrückungspotenzial) ist wünschenswert. Nicht alle Pflanzen haben die gleichen Ansprüche, darum müssen je nach Anwendungsziel unterschiedliche Komposte hergestellt werden. Aus diesem Grund müssen bei jeder Kompostcharge ver-

schiedene Parameter angegeben werden, auch wenn diesbezüglich keine Sollwerte genannt werden können. Die Angaben sind nötig, damit bei der Anwendung der Komposte im gedeckten Pflanzenbau der Kompost für den jeweiligen Zweck richtig ausgewählt und die Wahl der dazu notwendigen Mischmaterialien optimal getroffen werden kann.

Beim Kompost für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau und im Hobbybereich ist für jede Charge nachzuweisen, dass die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften gemäss VKS-Richtlinie eingehalten werden.

Entsprechend den verschiedenen Kundenbedürfnissen werden hier keine Anforderungen an Komposte für Substratbeimischungen formuliert.

Tab.5: Physikalische, chemische und biologische Eigenschaften von Komposten für den Einsatz im gedeckten Pflanzenanbau und im Hobbybereich (VKS-Richtlinie)

Parameter	Sollwert (X: ist anzugeben)	Methode
TS in % des Frischgewichtes	> 55 %	TS ¹
OS in % der Trockensubstanz	< 40 %	D-AS ¹
pH	< 7.5	H ₂ OGH-pH ¹
Siebgrösse	< 15 mm	Angabe Masche [mm]
Spezifisches Gewicht	X	D-VG ¹
Wasserhaltekapazität	X	FAW-Nr.113 ¹
Extraktfärbung (Humuszahl)	Eine einfache Bestimmungsmethode muss noch entwickelt werden	
Salzgehalt (1:2 Volumenextrakt)	< 2.5 mS/cm	H ₂ OGH-Sal ¹
Gesamt N	> 12 g/kg TS	Kjeldahl
Ammonium-N	< 300 mg/kg FS	in H ₂ OGH-Ex ¹
Nitrat-N	> 50 mg/kg FS	in H ₂ OGH-Ex ¹
Nitrat-N / Ammonium-N	> 20	in H ₂ OGH-Ex ¹
Nitrit-N	< 2.5 mg/kg FS	in H ₂ OGH-Ex ¹
Sulfid	< 0.5	halbquantitativ mit Bleiacetatpapier
Unkrauttest	< 1 pro Liter Kompost	AD-KF ¹
Pflanzenverträglichkeitstests:		
Kresse offen	> 90 % der Referenz	nach Fuchs und Bieri, AgrarForschung 7(7): 314-319, 2000, Tab. 4.
Kresse geschlossen	> 50 % der Referenz	
Salatetest	> 70 % der Referenz	
Bohmentest	> 70 % der Referenz	
Raygrastest	> 70 % der Referenz	
Krankheitsunterdrückungstest	X	nach Fuchs

X: muss angegeben werden
¹ Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten

Teil C: Erläuterungen

5 Erläuterungen zu den einzelnen Kapiteln

Zu 1.4 (Geltungsbereich):

Essollte Gegenstand einer Untersuchung sein, wann nachkompostiertes Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung als Kompost bezeichnet werden kann. Aufgrund der hier vorliegenden Qualitätsdefinitionen gilt ein verrottetes Produkt als Kompost, wenn es weniger als 300 mg NH₄-N pro kg Frischsubstanz enthält

und ausser Holzstücken keine weiteren organischen Abfälle mehr von Auge erkennbar oder geruchlich wahrnehmbar sind (bei der geruchlichen Wahrnehmbarkeit geht es vor allem um Abfallgerüche und nicht um Gerüche aus dem biologischen Abbauprozess).

Presswasser aus der Vergärung von Grünabfällen ohne Zugaben von Klärschlamm oder anderen Abfällen gilt als Gärgut. Analog Klärschlamm und flüssigem Hofdünger darf Presswasser nicht

in der Zone S1 von Grundwasser-Schutz-zonen verwendet werden (StoV Anhang 4.5 Ziff.33 1 Bst. 2).

Abfälle, die in der Landwirtschaft verwendet werden ohne zu Kompost bzw. Gärgut aufbereitet worden zu sein wie z.B. Trester, Maggi, sind unter Dünger IV (=übrige Dünger und diesen gleichgestellte Erzeugnisse ohne Hofdünger, Mineraldünger I, Kompost II und Klärschlamm III) zusammengefasst. Diese Dünger IV sind gesetzlich nicht in der

Stoffverordnung, sondern in der Düngerverordnung geregelt. Dazu wurde auch eine Broschüre «Wegleitung zur Bewertung und Zulassung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen» erarbeitet (FAL 1999). Darin wird auch Auskunft verlangt über Gehalte an Nährstoffen, Schadstoffen, Hygiene, Fremdstoffe etc.

Zu 2.1 (Anforderungen an den biologischen Abbau):

Ammonium ist zwar eine wichtige Düngerform. Die Praxis der Kompostkontrolle hat jedoch gezeigt, dass Ammonium bei der aeroben Kompostierung ein guter Summenfaktor für die Bestimmung des Reifegrades ist. Die anfänglich teilweise hohen Ammoniumgehalte in der Hitzeperiode sinken während der Reifung. Weiter kann Ammonium einfach, schnell und kostengünstig auf dem Werk gemessen werden.

Bei der Auslegung wurde von höchstens 500 mg Ammonium-N /kg TS ausgegangen. In der Praxis wird aber die Trockensubstanz nicht immer bestimmt. Mittlere Erfahrungswerte der Beratung weisen einen Wert von 45–50% TS aus. Aus praktischen Gründen wird eine Grenze von 300 mg NH₄-N pro kg Frischgewicht in die VKS-Richtlinie aufgenommen.

Im Moment ist von den zuständigen Bundesfachstellen nicht definiert, nach welchen Kriterien aerob nachbehandeltes Gärgut beurteilt werden soll, damit es als Kompost bezeichnet werden kann. Die von der FAC vorgeschlagenen zwei Wochen aerobe Nachbehandlung sind etwas willkürlich und ziehen deren Qualität nicht in Betracht – nur schnelle Austrocknung gilt nicht als Kompostierung. Bis entsprechende Daten vorliegen, sollen für nachbehandeltes Gärgut die gleichen Kriterien wie für Kompost gelten.

Zu 2.1.3 (Hygieneanforderungen):

Die hygienische Beschaffenheit könnte auch durch Messungen bestimmt wer-

den. Dieses Vorgehen hat sich allerdings als schwierig und sehr aufwendig erwiesen, während die Temperaturkontrollen auf den Anlagen durch die Werkmitarbeiter leicht durchgeführt werden können. Gleichzeitig wirkt sich diese Eigenkontrolle auch günstig auf die Sensibilisierung der Mitarbeiter auf den biologischen Prozess aus. Allerdings ist das schriftliche Aufzeichnen der Temperatur für einen korrekten Nachweis Voraussetzung. Es mag erstaunen, dass zur Erreichung einer hohen Hygiene, d.h. kleiner Keimzahlen, in der Vergärung nur so kurze Behandlungszeiten nötig sind. Obwohl der endgültige Mechanismus noch nicht bekannt ist, haben insbesondere die Schweizer Arbeiten von PD Dr. Metzler et al. mit Grüngut gezeigt, dass drei Faktoren dafür verantwortlich sind:

1. Die Temperatur, welche vorzugsweise über 52°C liegen sollte,
2. Die Temperaturverteilung, welche in einem Fermenter ausserordentlich homogen ist,
3. Der vergleichsweise hohe Ammoniumgehalt, welcher als Ammoniakgas durch alle Zellporen durchdringen kann.

Der Vollständigkeit halber ist darauf hinzuweisen, dass die mesophile Vergärung in der Regel die Hygienisierung nicht genügend gewährleistet. Deshalb muss hygienisch bedenkliches Grüngut vor der mesophilen Vergärung pasteurisiert oder das Gärgut nach der Vergärung entsprechend erhitzt werden, bevor solche Produkte in Umlauf gebracht werden.

Zu 3. Qualitätseigenschaften von Komposten für den Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland: Erläuterungen zur Wahl der Parameter

Die aufgeführten Parameter ergänzen die gesetzlichen Minimalanforderungen für Komposte, und ermöglichen einen unproblematischen Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau. Die messtechnischen Methoden für die Reifeprüfungen sollen so einfach sein, dass sie innert weniger Stunden bis Tage in einem Betriebs-

labor durchgeführt werden können. Da dazu noch nicht genügend Erfahrungen vorliegen, sind in Zukunft noch Änderungen der Parameter zu erwarten.

pH-Wert:

Durch die Produktion von Ammonium aus dem Eiweissabbau steigt der pH-Wert zu Beginn der Kompostierung über 8, da Ammonium als Base wirkt. Erst durch die Ausreifung, bei der aus Ammonium über die Nitrifizierung Nitrat entsteht, sinkt der pH-Wert wiederum unterhalb 8. Somit zeigt ein zu hoher pH-Wert meist einen unausgereiften Kompost an, der sich für die landwirtschaftliche Verwendung eignet.

Organische Substanz (OS, Glühverlust):

Der Anteil der organischen Substanz im Ausgangsmaterial wird zum Teil durch die Mikroorganismen veratmet. Aus diesem Grund nimmt dieser Anteil im Verlaufe der Kompostierung stetig ab. Zu Beginn der Kompostierung liegt die organische Substanz in Kohlehydraten, Eiweissen, Fetten und Holz vor. Nach der Kompostierung ist der grösste Teil der organischen Substanz in die schwer abbaubaren Humusverbindungen eingebaut. Wenn dem Ausgangsmaterial Tonerde oder Landerde in grösseren Mengen zugemischt wird, nimmt der Anteil der organischen Substanz ab. Dadurch verliert die Analyse der organischen Substanz an Aussagekraft.

Extraktfärbung (Humuszahl):

Aus der ursprünglichen organischen Substanz, besonders aus dem Holz, entstehen chemische Bruchstücke, die zu kurzkettigen, gut wasserlöslichen und dunklen Humusverbindungen, den Fulvosäuren verbunden werden. Erst über die Ausreifung werden diese kurzen Ketten durch die Mikroorganismen zu längeren zusammen verbunden. Es entstehen Huminsäuren, die sich nur noch in

Lauge lösen lassen. Diese Huminsäureketten können weiter zu noch grösseren Huminen verbunden werden und sind in dieser Form dann nicht mehr löslich.

Beim Bestimmen der Humuszahl wird ein wässriger Extrakt des Kompostes hergestellt. Je dunkler dieser Extrakt ist, desto mehr gut lösliche junge Humusverbindungen lassen sich im Kompostmaterial finden. Durch das Ausreifen des Kompostes wird dieser Extrakt zunehmend heller, da sich die langkettigen Humusverbindungen immer schlechter lösen lassen. Eine einfache Bestimmungsmethode muss noch erarbeitet werden.

Salzgehalt:

Für Komposte, die unter unseren klimatischen Verhältnissen im Freiland eingesetzt werden, spielt der Salzgehalt nur eine untergeordnete Rolle, da das Salz durch das Regenwasser ausgewaschen wird. Für Komposte hingegen, die zu grossen Anteilen oder bei trockener Witterung eingesetzt werden, kann der Salzgehalt ein wichtiger qualitätsbestimmender Faktor sein. Es gibt Pflanzen, die ihr Wachstum in einer Erde, die einen Salzgehalt von mehr als 2.5 mS/cm aufweist (Millisiemens/cm: elektrische Leitfähigkeit des Extraktes, welche durch gelöste Salze steigt), praktisch einstellen. Vielfach kommen auch robustere Pflanzen in Pflanz-Erden mit einem Salzgehalt von mehr als 4 mS/cm nicht mehr zum Keimen. Um generell tiefere Salzgehalte im Kompost zu erzielen, muss darauf geachtet werden, dass salzarme Ausgangsprodukte kompostiert werden.

C/N-Verhältnis:

Die Mikroorganismen können den organischen Kohlenstoff im Kompost nur abbauen, wenn sie zum Aufbau ihrer Körpermasse genügend Stickstoff zur Verfügung haben. Bei grossem Stickstoffmangel, d.h. bei einem weiten Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis wird daher der Kompostierungsprozess verlangsamt.

Wird ein Kompost mit weitem Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis eingesetzt, nehmen die Mikroorganismen einen Teil des verfügbaren Stickstoffs im Boden auf, um nun den organischen Kohlenstoff des Kompostes abzubauen zu können. Dies kann zu einer Stickstoffsperre und dadurch für die Pflanzen zu einer Stickstoff-Unterversorgung führen.

Für den Abbau des organischen Kohlenstoffs spielt aber auch dessen Verfügbarkeit eine entscheidende Rolle. So ist der Kohlenstoff in feinem Sägemehl schneller verfügbar als in grob geschreddertem Holz. Daher führt die Stickstoffarmut von Sägemehl im Boden schneller zu einer Stickstoffblockierung, als dies bei grob geschreddertem Holz der Fall ist. So ist das Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis eines Kompostes nur schwer in Hinblick auf eine mögliche Stickstoffblockierung im Boden zu interpretieren. Aus diesem Grund wird vom VKS kein maximales C/N-Verhältnis festgelegt. Da es aber für die Abschätzung der langfristigen Verfügbarkeit des Stickstoffes im Kompost eine gewisse Aussagekraft hat, sollte es bei Komposten für den Einsatz im Garten- und Landschaftsgartenbau im Freiland für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau angegeben werden.

Falls das C/N-Verhältnis in der offiziellen Kompostanalyse nicht explizit angegeben ist, lässt es sich aus dem Gesamtstickstoff-Gehalt und der organischen Substanz nach der folgenden Formel gemäss den Schweizerischen Referenzmethoden (1997) nach der Methode C_{org} ausrechnen:

$$\frac{\text{organische Substanz [\%TS]}}{1.725 \text{ (= konventioneller Humusfaktor)} \times \text{Gesamtstickstoff-Gehalt [\%TS]}}$$

Nitrat-N / Ammonium-N-Verhältnis, (NO₃-N)/(NH₄-N)-Verhältnis:

Aus dem Eiweissabbau entsteht in der Anfangsphase der Kompostierung Ammonium, das im Verlaufe der Reifung über die Nitrifizierung in Nitrat umgesetzt

wird. Dadurch steigt das Nitrat-N / Ammonium-N-Verhältnis während der Kompostierung an. Verhältnisse, die unterhalb 2 liegen, zeigen Frischkomposte an. Diese enthalten noch einen hohen Anteil relativ schnell abbaubarer organischer Substanz und führen dadurch beim Einsatz in der Landwirtschaft zu einer Aktivierung der Bodenlebewesen. Über diese Aktivierung besteht bei Frischkomposten ohne zusätzliche Stickstoffdüngung häufig die Gefahr einer Stickstoffsperre im Boden. Ausgereifte Komposte hingegen sollten ein Nitrat / Ammonium-Verhältnis von mehr als 2 aufweisen. Hier ist die organische Substanz bereits in schwer abbaubare Humusverbindungen umgebaut worden. Dadurch werden die Bodenlebewesen weniger intensiv aktiviert und eine Stickstoffsperre ist kaum zu erwarten.

Sollte bei Komposten für den Garten und den Landschaftsgartenbau im Freiland dieses Verhältnis noch deutlich unterhalb 2 liegen, muss der Kompost unbedingt noch länger ausgereift werden. Für Komposte, die im gedeckten Pflanzenbau eingesetzt werden, sollte dieses Verhältnis bereits oberhalb 20 liegen. Da besonders dieses Verhältnis gut geeignet ist, reife von unreifen Komposten zu unterscheiden, sollte die Entscheidung, wo der Kompost eingesetzt werden kann, besonders aufgrund dieses Verhältnisses entschieden werden. Da es sich hier ausschliesslich um eine Frischanalyse handelt, sollte es möglich sein, diese in einem Labor innerhalb von 2 bis 3 Tagen durchzuführen. Kompost, der dieses Qualitätsmerkmal noch nicht erreicht, muss unbedingt länger mit häufigem Umsetzen ausgereift werden. Es ist wichtig, dass dabei die Mientemperatur 45°C nicht übersteigt, da der biologische Prozess der Nitrifizierung bei zu hohen Temperaturen gehemmt wird.

Nitrit:

Wenn innerhalb der Miete genügend Sauerstoff fehlt, kann das Ammonium über die sauerstoffzehrende Nitrifizierung

nicht vollständig in Nitrat umgesetzt oder im unbelüfteten Lager Nitrat zu Nitrit reduziert werden. Dadurch wird die Zwischenverbindung dieses Prozesses, das Nitrit, angehäuft. Nitrit ist für die meisten Lebewesen sehr giftig. Zu Beginn der Kompostierung, wenn noch viel Ammonium vorliegt, ist in den meisten Fällen auch die Nitrit-Konzentration noch recht hoch. Bei zu hohen Nitrit-Konzentrationen muss häufiger umgesetzt und das Kompostlager besser belüftet werden.

Zu 4. Qualitätseigenschaften von Komposten für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau und im Hobbybereich:

Ein Kompost für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau muss eine gewisse biologische Reifung erreicht haben. Dieser Reifezustand bedeutet sowohl mikrobiologisch wie chemisch ein relativ stabiles Produkt. Die Kombination verschiedener Parameter erlaubt dieses Reifestadium zu beurteilen: Gehalt an organischer Substanz, **Extraktfärbung** (Mass der Stabilität der Huminstoffe) und **Verhältnis Nitrat-N/Ammonium-N**. Dieses Verhältnis ist jedoch nur aussagekräftig, wenn genügend verfügbarer Stickstoff vorhanden ist. Aus diesem Grund soll der **Nitrat-N-Gehalt** höher sein als 50 mg / kg FS. Die Stickstoffdynamik ist bei kleinerem verfügbarem Stickstoff nicht zu beherrschen, was grosse Probleme bei den Kulturen verursachen kann. Hohe **Nitrit-Werte** deuten entweder auf eine sehr intensive Nitrifikationsaktivität und somit auf ein noch nicht stabiles Produkt hin, oder deckt im Zusammenhang mit ebenfalls hohen **Sulfid-Werten** Sauerstoffmangel während der Reifungs- oder Lagerungs-

phase auf. Solche Komposte führen oft zu Problemen in Kulturen von empfindlichen Jungpflanzen.

Der **Salzgehalt** und der **pH-Wert** sind ebenfalls zwei Werte, die im gedeckten Anbau wie in der Substratherstellung sehr entscheidend sind. Zu hohe Salzgehalte führen zu Schäden bei den Pflanzen (je nach Empfindlichkeit der Pflanze). Ein zu hoher pH-Wert verursacht Probleme mit der Verfügbarkeit verschiedener Nähr-elemente.

Ein Mindest-**Trockensubstanzgehalt** ist für die Bearbeitung der Komposte unerlässlich, sowie für eine sehr gute **Pflanzenverträglichkeit** und **Unkrautfreiheit**. Die bis anhin angegebenen Pflanzenverträglichkeitstests in den Referenzmethoden der eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten sind für die Komposte für den gedeckten Pflanzenbau ungenügend. Aus diesem Grund werden die neu publizierten Methoden von Fuchs und Bieri (AgrarForschung 7(7): 314-319, 2000) vorgeschlagen.

Neben diesen Parametern, welche gewisse Sollwerte erreichen müssen, gibt es noch Parameter, welche für den Hersteller von Erdenmischungen wichtig sind. Damit kann er je nach Anwendungsziel den geeigneten Kompost oder Zusatzstoff auswählen, oder eine entsprechende Beratung bei der Anwendung der Substrate machen: **Siebungsrösse, spezifische Gewicht, Wasserhaltekapazität, Krankheitsunterdrückungs-Potential**. Die Angaben dieser Parameter sollen dem Kompostanwender erlauben, den für ihn geeigneten Kompost auswählen zu können. So kann eine erfolgreiche Anwendung der Komposte garantiert werden.

6 Literaturangaben

BUWAL (1999) Abfallstatistik 1998. Umwelt-Materialien Nr. 119, Abfälle, BUWAL, Bern.

FAC (1995) Kompost und Klärschlamm. Weisungen und Empfehlungen der Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC) im Bereich der Abfalldünger. EDMZ Art.-Nr. 730.920.d, vergriffen.

FAL (1999) Wegleitung zur Bewertung und Zulassung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen. EDMZ-Art.-Nr: 730.960.d

FAL (1996) Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 1, Boden- und Substratuntersuchungen zur Düngeberatung. FAL, RAC, FAW (Änderungen 1997 / 1998 / 1999 / 2000/ 2001).

Fuchs J, Bieri M (2000) Neue Pflanzen-tests, um die Kompostqualität zu charakterisieren. *AGRARForschung*, 7(7): 314-319, 2000.

Metzler A., Pesaro F. (1993) Human-, tier- und pflanzenpathogene Keime in der Feststoffvergärung, veterinärmedizinische Fakultät der Universität Zürich.