

# 10 Möglichkeiten und Grenzen des Komposteinsatzes im Obstbau

Michael M. Blanke und Andreas Kirsch

## 10.1 Einleitung

Der Obstbau als Dauerkultur unterscheidet sich grundsätzlich von den kurzlebigen landwirtschaftlichen oder gemüsebaulichen Kulturen und zeichnet sich aus durch

- lange Standzeiten der Obstkulturen häufig über 10 Jahre,
- überwiegend flache Wurzeln,
- Bedarf an regelmäßiger Kalk- bzw. Calciumzufuhr beim Kernobst,
- hohen Anspruch an Bodenfeuchte, Bodenfruchtbarkeit und Humusversorgung,
- ausreichende Humusgehalte im Boden bis ca. 2%,
- geringe Bodenbearbeitung im Baumstreifen,
- Dauerbegrünung mit Gras zum Mulchen zwischen den Baumstreifen und
- geringe Feldabfuhr und geringen Nährstoffbedarf.

*Der Obstbau zeigt die besonderen Eigenschaften einer Dauerkultur*

Wegen des geringen Bedarfs an Nährstoffen und Humus ist das Absatzpotenzial und die Absatzsicherheit für Biokomposte aus Grünschnitt und häuslichen Bioabfällen („Biotonne“) im Obstbau gering (MURL, 1999). In Nordrhein-Westfalen wurden im Jahre 1997 nur 2 % des anfallenden Biokompostes im Obstbau eingesetzt (MURL, 1997).

*Der Obstbau hat geringeren Nährstoffbedarf und daher auch geringe Einsatzmöglichkeiten für Komposte*

Um die Wirkung solcher Biokomposte auf den Boden und die Obstkulturen abzuschätzen, ist die Kenntnis über Art und Menge ihrer Inhaltsstoffe Voraussetzung. Daher kommt einer düngemittelrechtlichen **Deklaration** (siehe Kapitel 20 Düngemittelrecht) z.B. im Rahmen eines Gütesicherungssystems wie der RAL-Gütesicherung „Kompost“ (siehe Kapitel 13 RAL-Gütesicherung) eine besondere Bedeutung zu. Sie enthält Angaben zu den Nährstoffen, der organischen Substanz, dem pH-Wert, den basisch wirksamen Bestandteilen, dem Salzgehalt und den sieben relevanten Schwermetallen sowie den verwendeten Ausgangsstoffen, der Pflanzenverträglichkeit und dem Rottegrad des Kompostes.

Zunehmend werden dem Obstbau Produkte aus der Kompostierung kommunaler Abfälle angeboten, die es in verschiedenen

Qualitäten gibt und die oft recht preiswert sind. Neben den unbestrittenen Vorteilen der wertgebenden Inhaltsstoffe und organischer Substanzen in bezug auf chemische und physikalische Bodeneigenschaften, werden die Schwermetall- und Salzgehalte bei Komposteinsatz im Obstbau diskutiert (BALMER, 1996; ENGEL, 1996).

Ziel dieses Beitrages ist es, Vor- und Nachteile sowie Einsatzmöglichkeiten von gütegesicherten Komposten (im weiteren Biokompost genannt) im Obstbau aufzuzeigen. Dazu sollen die wenigen, schwer zugänglichen und häufig widersprüchlichen, deutschsprachigen Versuchsergebnisse der letzten 10 Jahre aus dem Obstbau ausgewertet werden. Beschrieben werden die untersuchten Wirkungen von gütegesichertem Kompost auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt und die Humusbilanz des Bodens. Die Auswirkungen auf das vegetative und generative Wachstum der Obstgehölze sowie auf die Fruchtqualität und auf physiologische Krankheiten der Früchte werden zusammengefasst.

## 10.2 Nährstoffwirkung von Komposten im Obstbau

Im heutigen Obstbau bleibt das Schnittholz und der Grasmulch in der Obstanlage, so dass sich der Nährstoffbedarf fast nur auf den Entzug der geernteten Früchte beschränkt, sobald die Bäume einmal ausgewachsen sind (ALT und DIEREND, 1997). Dieser Nährstoffentzug sollte im Sinne guter fachlicher Praxis ausgeglichen werden (Tab. 1). Die mit einer Kompostgabe verbundene Phosphatzufuhr wird auf Böden mit guter Nährstoffversorgung (Gehaltsklasse > C) in vielen Fällen deshalb der begrenzende Faktor für die maximal einsetzbare Kompostmenge, weil der Phosphatgehalt der Komposte so hoch und der Phosphatbedarf der Obstkulturen so gering ist. Beim Kern- und Steinobst gibt es die Möglichkeit, den Phosphatbedarf für die Lebenszeit der Obstkultur zu bevorraten (ALT und DIEREND, 1997). Dies eröffnet eine Möglichkeit für den Einsatz von Biokompost im Obstbau als einmalige Pflanzlochgabe bei einer Neuanlage. Hilsendegen und Köhler (2000) untersuchten 4 Jahre lang in Oppenheim (Rheinhessen) den Einfluß einer Kompostdüngung bei einer Zwetschen-Neuanlage. Bei der **5 bzw. 10 Liter Kompostgabe ins Pflanzloch wurde in den ersten 3 1/2 Jahren keine signifikante Erhöhung der Phosphat- und Kalium-, Magnesium- und Humusgehalte in 0-30 cm Bodentiefe** beobachtet. Dagegen fanden die Autoren bei **3 cm Mulchauflage mit Kompost erhöhte Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Humusgehalte in 0-30 cm Bodentiefe**, jedoch keinen Einfluß auf die Nährstoffgehalte in den Zwetschenblättern im Juli. Die starke Erhöhung der Nährstoffgehalte an Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium im Boden einer 15 jährigen Apfelanlage der Sorte ‚Boskoop‘ bzw. ‚Golden Deli-

*Phosphatgehalt der Komposte  
hoch - Phosphatbedarf der  
Obstkulturen gering*

## Komposteinsatz im Obstbau

10

cious' durch Kompost führen wir auf die relativ hohe Mulchauf-  
lage von 10-15 cm (BALMER, 1996) bzw. 2x 80 t FM/ha (ENGEL, 1996)  
zurück. Aus heutiger Sicht übersteigt eine derartig hohe Nähr-  
stoffzufuhr bei weitem den Bedarf der Obstkulturen (Tab. 1). Um  
eine langfristige Erhöhung des Nährstoffvorrats im Boden zu ver-  
meiden, wird die einsetzbare Nährstoffmenge in Abhängigkeit  
vom Nährstoffbedarf der Obstkulturen - wie in Tabelle 1 -  
begrenzt.

In Tabelle 1 ist eine Beispielrechnung für den Einsatz von gütege-  
sichertem Biokompost bei Kern-, Stein- und Beerenobst darge-  
stellt. Vorausgesetzt wurde hier ein für den Obstbau geeigneter,  
mittelschwerer Boden mit einem Humusgehalt um 2% und guter  
Nährstoffversorgung (Gehaltsklasse C). Die in Tabelle 1 zugrunde  
gelegte Kompostgabe in Höhe von 10 t TM pro ha kann den  
Nährstoffbedarf der Obstkulturen an Stickstoff und Kalium bis zu  
3 Jahre decken (Tab. 1).

10 t TM Biokompost decken den  
N- und K-Bedarf für 3 Jahre, den  
P-Bedarf der Obstkulturen für  
5 - 9 Jahre und den Ca-Bedarf  
für 10 Jahre

Tab. 1: Beispiel für eine Nährstoffbilanz bei Einsatz eines durchschnitt-  
lichen, nährstoffreichen Kompostes auf einem mittelschweren  
Boden mit einem Humusgehalt um 2%

	Nährstoffzufuhr mit Kompost		Kern- und Steinobst		Beerenobst z.B. Johannisbeeren	
	pro t TM*	pro ha bei 10 t TM/ha	Jährlicher Nährstoffentzug**	Nährstoffvorrat bei 10t TM/ha	Jährlicher Nährstoffentzug **	Nährstoffvorrat bei 10 t TM/ha
	(kg/t)	(kg/t)	(kg/ha)	(Jahre)	(kg/ha)	(Jahre)
<b>Stickstoff (N)***</b>	6,7	67	20-35	1,9-3,4	50-125	0,5-1,3
<b>Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	7	70	8-13	5,4- 8,7	30-40	1,8-2,3
<b>Kalium (K<sub>2</sub>O)</b>	11	110	50-80	1,4-2,2	60-80	1,4-1,9
<b>Magnesium (MgO)</b>	8	80	6-8	10-13,5	20-30	2,7-4,0
<b>Calcium (Ca)</b>	27	270	17-20	14-16	n/a	n/a

\* Mittelwerte der Nährstoffgehalte aus über 400 Kompostieranlagen (Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. Köln, 2000)

\*\* Nährstoffentzüge bei Kernobst nach Quast (1996) bzw. bei Beerenobst nach Ronnenberg (1996) unter Berücksichtigung der Abfuhr der Früchte und Mineralisation der Nährstoffe aus Grasmulch, Schnittholz und Laubfall

\*\*\* angenommene langfristige Verfügbarkeit des Stickstoffs im Kompost 20% , da der Boden im Obstbau kaum bearbeitet wird im Gegensatz zum Ackerbau mit 40% N-Verfügbarkeit.

Dagegen kann eine Kompostausbringung den Phosphatbedarf bei Beerenobst für die nächsten 2 Jahre bzw. bei Kern- und Steinobst für bis zu 5-9 Jahre und für Magnesium und Calcium für ca. 10 Jahre allein ohne die Bodengehalte decken (Tab. 1).

Tab. 2: Maximale Pflanzlochgaben bei Kern- und Steinobst bei 10 t TM Kompost/ha

*Pflanzlochgaben mit Kompost ist geeignete Bodenverbesserung, begrenzt durch Pflanzdichte und Düngebilanz*

Bestandesdichte (Bäume/ha)	Kompost als Pflanzlochgabe (Liter)	Kompost als Pflanzlochgabe (kg/Pflanzloch )
4000	3,3	2
3500	6,6	4
3000	10,0	6
2500	13,3	8
2000	16,6	10
1500	20,0	12

**Fazit:**

- Die Nährstoffe Phosphor und Kalium begrenzen oft die Kompost-Aufwandmenge.
- Komposte aus Bioabfall können zur Nährstoffversorgung der Obstkulturen beitragen.
- Aufgrund des geringen Nährstoffbedarfs der Obstkulturen sind die Aufwandmengen für Biokompost geringer als bei landwirtschaftlichen Ackerkulturen.
- Die erhebliche Phosphorzufuhr einer Kompostgabe begrenzt deshalb oft die maximal einsetzbare Kompostmenge, weil der Phosphorentzug der Obstkulturen so gering ist.
- Die Kaliumverfügbarkeit im Boden übersteigt die Kaliumzufuhr durch den Kompost.
- Bei der Berechnung der Aufwandmenge ist der Nährstoffgehalt des Bodens und der der Komposte zu berücksichtigen.

### 10.3 Umweltrelevante Stickstoffausträge

Hohe pflanzenverfügbare Nitratgehalte im Boden können besonders auf leichten Böden mit dem Sickerwasser in tiefere Bodenschichten bis ins Grundwasser verlagert werden und somit zu unerwünschter Nitratbelastung des Trinkwassers führen (ZAKO-SEK und ZEPP, 1993).

*10 t TM/ha Biokompost =  
135 kg Nges/ha*

Biokomposte können zwar große Mengen an Stickstoff (1,3 % N der TM; Tab. 4) enthalten (KEHRES, 1991), von denen jedoch über 90 % in der organischen Substanz gebunden sind und höchstens 40 % überhaupt verfügbar werden können (siehe Kapitel 3 Nährstoffdynamik). Eine Kompostgabe von 10 t TM/ha enthält durchschnittlich 135 kg Nges/ ha. Davon werden im Anwendungsjahr bei 1-5 % Mineralisation (GOLDBACH, 2001, pers. Mitt.) bzw. bei 5-10 % in landwirtschaftlichen Kulturen (GUTSER und CLAASSEN, 1994; BGK, 1998) 1,4-14 kg N/ha pflanzenverfügbar, stehen der Obstkultur zu einem unbestimmten Zeitpunkt zur Verfügung und

## Komposteinsatz im Obstbau

10

liegen damit unter dem von ALT und DIEREND (1997) genannten Stickstoffbedarf. In den Folgejahren werden noch geringere Stickstoffmengen als im Anwendungsjahr nachgeliefert. Der restliche Stickstoff aus dem Kompost bleibt im Boden organisch gebunden und trägt zur Erhöhung des Stickstoffpools im Boden bei. Zu hohe Stickstoffvorräte im Boden können in Zeiten geringen Stickstoffbedarfs, z.B. im Winter, zu unkontrollierter Mineralisation und zur Nitratbelastung des Grundwassers führen.

Aufgrund der geringen Stickstoffdüngung im Obstbau ist ohnehin nur mit geringer N-Auswaschung zu rechnen (HANNEN und LENZ, 1986). Die Wirkung von mit Boden gemischtem Kompostgaben zwischen 10 L bis 50 L/m<sup>2</sup> wurde in 190 L Versuchsgefäßen mit Apfel-Halbstämmen untersucht. Die Kompostgaben erhöhten - bei Hochrechnung auf 3000 Bäume/ha - die **Stickstoffauswaschung in den ersten drei Monaten rechnerisch um 11 kg N/ha** (FISCHER et al., 1993).

Nach Ausbringung von 56 t TM Biokompost pro Hektar in die **Baumstreifen** im Juni 97 stieg **ausschließlich im Herbst des Anwendungsjahres der NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Oberboden (0-30 cm) auf 102 kg/ha an**. Bei **flächiger Ausbringung** von 56 t TM Kompost pro ha konnte hingegen **kein signifikanter Anstieg des Nitratgehaltes** beobachtet werden (ERHART et al., 1999). Eine ungedüngte Kontrolle mit 24 kg NO<sub>3</sub>-N pro ha in 0-30 cm Tiefe diente auf dem feinsandigen, schluffigen Lehmboden als Vergleich. Bei der Ausbringung der halben Kompostmenge von 28 t TM/ha in der Reihe bzw. 56 t TM pro ha (ganzflächig) im Juni wurden nach 3-4 Monaten im Herbst 39 bzw. 37 kg NO<sub>3</sub>-N pro ha im Oberboden (0-30 cm) gemessen.

In Versuchen der SLVA Oppenheim/Rheinhessen wurde der Baumstreifen einer Apfelanlage der Sorte 'Cox Orange' 10 cm hoch mit Frischkompost abgedeckt. Dabei wurden die **N<sub>min</sub>-Werte durch Mineraldüngung stärker beeinflusst als durch die hohe Kompostgabe** (DIETZ, 1998).

*Angemessene Kompostgaben führen langfristig nicht zu erhöhten N<sub>min</sub>-Werten*

HILSENDEGEN und KÖHLER (2000) untersuchten über 4 Jahre am gleichen Standort bei Zwetschen den Einsatz von Biokompost als Pflanzlochgabe (5 bzw. 10 Liter als 1:4 Mischung mit Boden) im März oder als 3 cm starke Mulchauflage mit Fertigungskompost, wobei Bäume ohne Kompostgabe als Kontrolle dienten. **Keine der Kompostgaben führte langfristig zu einer nennenswerten Erhöhung der N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden.**

Bei 10 cm hoher Mulchschicht aus verschiedenen Komposten in einer Apfelanlage stiegen - außer bei Holzhäcksel aus eigenen, gerodeten Apfelbäumen - **bereits einen Monat nach Ausbringung im März 1993 die N<sub>min</sub>-Gehalte im Lehmboden und erreichten ihr Maximum im 2. Jahr** mit etwas niedrigeren Werten bei reinem Grünkompost (BALMER, 1996).

Tab. 3: Deklarierte Rottegrade bei gütegesicherten Komposten und ihre Stickstofffixierung

Rottegrad	Höchsttemperatur*	Bezeichnung	Charakterisierung und Anwendungsbereiche	Stickstoffwirkung
I	>60°C	Kompostrohstoff	unbehandeltes Ausgangsmaterial für Kompostherstellung	für den Obstbau ungeeignet
II	50-60°C	Frischkompost	hygienisierter, in Rotte befindlicher Kompost zur Bodenverbesserung u. Düngung	anfängliche N-Fixierung und spätere N-Freisetzung
III	40-50°C			
IV	30-40°C	<b>Fertigkompost</b>	hygienisierter, biologisch stabiler Kompost zur Bodenverbesserung u. Düngung - relativ pflanzenverträglich	<b>kontinuierliche N-Nachlieferung für den Obstbau geeignet</b>
V	< 30°C			

Die Stickstoff-Freisetzung aus Komposten ist vom Ausgangsmaterial, Verhäckselung, C:N-Verhältnis und dem Rottegrad (Tab. 3) abhängig, der bei gütegesichertem Biokompost deklariert wird. Während Frischkomposte (Rottegrad II-III) in den ersten Wochen eher Stickstoff aus dem Boden binden und später wieder freisetzen, liefern Fertigkomposte (Rottegrad IV-V) kontinuierlich Stickstoff nach (Tab. 3). **Für den Obstbau eignen sich nur Fertigkomposte der Rottegrade IV und V**, bei denen die anfängliche Stickstofffixierung bei mittlerem (30-60%) Grünschnittanteil (SCHERER, pers. Mitt., 2001) und Schäden am Kabium der jungen Stämme (DIETZ, 2001) entfallen.

Für den Obstbau geeignet sind nur Fertigkomposte mit Rottegrad IV oder V

#### Fazit:

Umweltrelevante Stickstoffausträge spielen beim Komposteinsatz im Obstbau eine untergeordnete Rolle.

- Die Stickstoffwirkung von Kompost sollte für den Obstbau so gering wie möglich sein, um eine Stickstoff-Freisetzung zu einem unbestimmten Zeitpunkt (Herbst) zu verringern.
- Von dem Stickstoffgehalt (durchschnittlich 1,3 % N in TM) im Biokompost sind 1-10 % innerhalb eines Jahres in der Nährstoffbilanz zu berücksichtigen, d.h. 1,4-14 kg N/ha/Jahr.
- Bei den eingesetzten, meist überhöhten Kompostmengen, wurde eine Anreicherung von N<sub>min</sub> im Boden nachgewiesen, aber häufig nicht die Nitratauswaschung untersucht. Die Mengengrenzungen der Bioabfallverordnung sind zu beachten (20 bzw. 30 t TM / ha in drei Jahren)!
- Auf sehr leichten, sandigen Böden kann eine Kompostausbringung im Frühjahr (statt im Herbst) vorteilhaft sein, um das Risiko einer Stickstoffauswaschung in den Unterboden bzw. das Grundwasser im Winter weiter zu verringern.
- Für den Obstbau eignen sich nur Fertigkomposte mit Rottegrad IV und V.

## 10.4 Salz- bzw. Chlorid-Empfindlichkeit von Beerenobst

Wachstums- und Ertragseinbußen heimischer Obstarten durch Salz- bzw. Chloridgehalte beginnen bei Konzentrationen über  $1 \text{ mS cm}^{-1}$  in der Bodenlösung; dies entspricht etwa  $10 \text{ mmol Cl}^-$  oder  $700 \text{ mg Salz/Liter}$  (EBERT, 1999). Das Auftreten solcher Salz- bzw. Chloridschäden ist jedoch im Feld weit weniger von der Obstart, also z.B. Beerenobst, als von dem Humusgehalt, Düngung, Wasserzufuhr, Temperatur und Entwicklungsstadium der Kultur abhängig (EBERT, 1999).

*Kompost mit hohem Salzgehalt kann zu Schäden bei Beerenobst führen, insbes. bei geringen Humusgehalten*

Tab. 4: Eigenschaften und Nährstoffgehalte gütegesicherter Biokomposte (aus Kompostanalysen von über 400 Kompostieranlagen der BGK e.V. Köln)

	Gehalt	Mineralstoff	Gehalt
Wasser	40-50% der FM	Calcium	2,0 - 3,5 % der TM
Organische Substanz	Ø 30 % der TM	Kalium	0,6 - 1,3 % der TM
pH-Wert	pH 6,5-8,5	Magnesium	0,3 - 0,6 % der TM
C/N-Verhältnis	10-25:1	Phosphat	0,1 - 0,8 % der TM
Stickstoff	Ø 1,3 % der TM	Salzgehalt als Leitfähigkeit	Ø $1,5 \text{ mS cm}^{-1}$ ( $0,3-3,2 \text{ mS cm}^{-1}$ )
basisch wirksame Stoffe	1-8% der TM	Salzgehalt als Kaliumchlorid	Ø 4,7 g KCl/Liter g KCl/Liter

FM: Frischmasse, TM: Trockenmasse; Ø: durchschnittlich

Nach der Ausbringung von Fertigkompost als 3 cm Mulchschicht bei Zwetschen war der Salzgehalt 3 Jahre lang nach der Ausbringung erhöht; er sank besonders im ersten Jahr, was auf die Salzauswaschung über Winter zurückgeführt wird. **Als Pflanzlochgabe (1:4) mit Boden erhöhte der Kompost den Salzgehalt jedoch nicht** (HILSENDEGEN UND KOHLER, 2000).

Da Biokompost mit durchschnittlich  $4,7 \text{ g Salz/Liter}$  Frischmasse (Tab. 4) mehr Salz bzw. Chlorid, mehr Nährstoffe und mehr Schwermetalle enthält als der im Obstbau früher als Pflanzlochgabe eingesetzte Potgrond auf Torfbasis, mit unter  $1 \text{ g}$  bzw. maximal  $2-3 \text{ g Salz/Liter}$ , sind im Obstbau salzarme Komposte (Tab. 8) zur Minderung bzw. Vermeidung des Risikos von Pflanzenschäden vorzuziehen.

### Fazit

- Ein Einsatz salzreicher Kompost beugt der Salzempfindlichkeit bei Beerenobst vor.
- Während der Salzgehalt der Biokomposte bei Kern- und Steinobst bei Pflanzlochgabe mit Boden (1:1 bis 1:4) gemischt eine geringe Rolle spielt, ist bei dem salzempfindlichen Beerenobst - neben Kulturmaßnahmen - nur salzreicher Kompost als Mulchaufgabe einsetzbar.

## 10.5 Wirkungen von Biokomposten auf die physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften

### Wirkungen von Kompost auf den Humushaushalt im Obstbau

*Obstanlagen mit gehäckseltem Schnittholz sind beispielhafte Kreisläufe der organischen Masse*

Bei der heutigen Kombination von Mulchwirtschaft, Holzverhäckselung und Herbizidstreifen ist der Bedarf an zusätzlicher organischer Substanz einer Obstanlage oft vergleichsweise gering. Dies kommt aus ökologischer Sicht der Forderung nach geschlossenen Stoffkreisläufen relativ nahe. In Obstanlagen auf leichten, humusarmen Böden kann Biokompost mit seiner organischen Substanz zur Erhöhung des Humusgehaltes eingesetzt werden. Eine Erhöhung des Humusgehaltes im Boden von Obstanlagen wird bis 2,5 % (HILSENDEGEN und KÖHLER, 2000) als vorteilhaft angesehen. Zu hohe Humusgehalte können zu unkontrollierter Nährstofffreisetzung, z.B. hoher unerwünschter Stickstofffreisetzung im Herbst, führen, der während der Fruchtreife zu erheblichen Qualitätseinbußen, z.B bei der Fruchtfärbung, führen kann.

Biokompost enthält organische Substanz mit einem Gehalt von rund 30 % in der TM (Tab. 4) (KEHRES, 1991). Der sog. Humusreproduktionsfaktor gibt Auskunft über die Qualität dieser organischen Substanz und ihren Abbau im Anwendungsjahr. Ein hoher Faktor bedeutet geringen Abbau der organischen Substanz im ersten Jahr. Bei Biokomposten liegt der Humusreproduktionsfaktor mit 0,4 relativ hoch, d.h. aus 100 kg organischer Substanz aus Komposten können noch 40 kg nach einem Jahr im Boden wiedergefunden werden. **Kompost kann damit zum Humusaufbau im Boden beitragen** (GUTSER, 1996) (vgl. auch Kapitel 3 und 4).

### Wirkungen von Kompost auf Wasserhaushalt und Bewässerung in Obstbau

Von einer Bodenabdeckung mit organischem Material wird aus obstbaulicher Sicht eine geringere Verdunstung und eine gleichmäßige Nährstofffreisetzung mit positiven Auswirkungen auf Wachstum, Ertrag und Fruchtqualität erwartet (HILSENDEGEN und KÖHLER, 2000).

*Mulchen mit nährstoffarmen Komposten fördert bei Böden mit geringer Wasserspeicherung die Bodenfeuchte*

DIETZ (1998) untersuchte an der Versuchsanstalt Oppenheim/Rheinessen die Wirkung einer 5 cm bzw. 10 cm hohen Kompostabdeckung der mittleren Siebfraction 15-25 mm im Baumstreifen bei Apfel auf den Wasserhaushalt. Diese **Kompostgabe verminderte die Verdunstung (Evapotranspiration) des Baumstreifens und konservierte die Bodenfeuchte für die Aufnahme durch die Baumwurzel**. Dies kann besonders auf Böden mit geringem Wasserspeichungsvermögen und in Regionen mit geringen Sommerniederschlägen einem Wassermangel entgegenwirken. Bei solch hohen Schichtdicken von



## Komposteinsatz im Obstbau

10

10 cm (Tab. 5) sind nährstoffarme Komposte (Tab. 8) geeignet. Die maximale Kompostmenge bleibt durch den Nährstoffbedarf der Obstkultur und die abfallrechtlichen Bestimmungen auf 30 t TM/ha in 3 Jahren begrenzt.

ERHART und MITARBEITER (1999) untersuchten an einem trockenen Standort mit Weinbauklima in Niederösterreich die Wirkung von Biokompost bei Apfel der Sorte 'James Grieve' auf MM106 im 19. und 20. Standjahr. Dabei wurde eine breitflächige Ausbringung von 56 t TM/ha über die gesamten Boden mit 28 t TM/ha bzw. 56 t TM/ha in den Baumstreifen verglichen. Als Kontrolle diente dabei eine ungedüngte Variante, so dass die erzielten Komposteffekte nicht nur auf die Bodenfeuchte bzw. den „Wasserspar-effekt“, sondern auch auf die zugeführten Nährstoffe zurückzuführen sind. Diese Ausbringung von 56 t TM/ha im Juni in der Baumreihe führte 4 Monate später im Oktober zu geringeren Bodenwassergehalten, was auf einer **Speicherung des Niederschlages im Kompostmulch** zurückgeführt wurde. Dagegen erhöhte sich im Folgejahr auf diesem trockenen Standort durch Kompostmulch der Bodenwassergehalt (ERHART et al., 1999). Während der Einsatz von Tröpfchenbewässerung bei Kompostmulch keine Probleme mit sich bringt, ist bei Überkronenbewässerung eine frühere und höhere Wassergabe notwendig, da der Kompostmulch selbst Wasser aufnehmen, speichern und nach längerer Trockenheit das Wiederbefeuchten verzögern und Mäusefraß begünstigen kann.

Wirkungen von Kompost als Mulchauflage auf die Bodentemperatur

Die Temperaturansprüche der Obstkulturen sind sehr unterschiedlich und für ihre Anbaueignung an einem bestimmten Standort entscheidend. Der Verlauf der Bodentemperatur wird in erster Linie durch die Lufttemperatur, die Sonneneinstrahlung, aber nur indirekt durch die Bewirtschaftung des Bodens beeinflusst. Der Einsatz von Komposten als Mulchauflage kann bei starker Sonneneinstrahlung im Frühling durch die Wechselwirkungen zwischen seiner dunklen Farbe und hohem Wassergehalt einen erheblichen Einfluß auf die Bodentemperatur und damit auf den Austrieb und die Blüte ausüben. Dies kann bei spätfrostgefährdeten Standorten für den Obstbau relevant werden.

Daher untersuchte LI (1994) die Wirkung breitflächig ausgebrachter Komposte in Klein-Altendorf von Mitte Mai bis Anfang August 1991. Dazu wurde Biokompost mit einem durchaus üblichen Wassergehalt von 42 Gew.-% der Siebfraktion bzw. Körnung 0-24 mm im Mai als 10, 20 und 40 mm ganzflächige Mulchauflage (entsprechend 20, 40, 60 t TM/ha) ausgebracht (Tab. 4). Die Kompostgaben erfolgten auf unbewachsenen Freilandparzellen, die im Dezember zuvor gepflügt und im Frühjahr mit einer Kreiselegge fein bearbeitet wurden. So erzielte der Autor eine ebene Bodenoberfläche und vermied Schatten- bzw. Kühlwirkungen der

*Dicke Mulschschichten können Gefahr des Mäusefraß steigern*

*Mulschschichten können theoretisch Blüte/Austrieb verfrühen und Spätfrostgefahr steigern*

Kulturen. Als Kontrolle diente offener Boden (Parabraunerde) ohne Mulchabdeckung.

Die **Lichtdurchlässigkeit** einer 10 mm dünnen Kompostschicht lag bei Laborversuchen im sichtbaren Lichtspektrum bis 500 nm unter 0,1 % und darüber bis 750 nm unter 1 % (Li, 1994). Das bedeutet, der Kompostmulch absorbiert bereits ab einer Schichtdicke von 10 mm die einfallende Sonnenstrahlung fast vollständig, wandelt sie in Wärme um und kann im Feld zur Unterdrückung der Samenunkräuter, die im Licht keimen, beitragen.

*Feuchte Mulchschichten können Tagesmitteltemperaturen an der Bodenoberfläche um 1 °C absenken, jedoch ohne praktische Erhöhung der Spätfrostgefahr*

Der Kompostmulch **verminderte** in diesen Untersuchungen bei vollständiger Bedeckung des Bodens die **Tageshöchsttemperatur an der Bodenoberfläche** um 8-10°C gegenüber unbedecktem Boden, erhöhte aber signifikant bei allen 3 Auflagestärken die Tagestiefsttemperaturen um 2-3°C, so dass **alle drei Kompostauflagen die Temperaturschwankungen im Tagesverlauf dämpften**. Da der Kompost die Höchsttemperaturen stärker erniedrigte als er die Tiefsttemperaturen an der Bodenoberfläche erhöhte, **verminderte** er das **Tagesmittel um ca. 1°C** gegenüber unbedecktem, offenen Boden als Kontrolle (Li, 1994).

*Kompostmulch dämpft die Temperaturschwankungen an der Bodenoberfläche*

Als Ursache für die erhebliche Temperatursenkung durch die Kompostabdeckung wurden der **hohe Wassergehalt von Komposten** (42 Gew.-%) sowie der **verminderte Wärmeeintrag in den Boden angesehen, die der bekannten Bodenerwärmung bei Abdeckung mit schwarzer Mulchfolie** (z.B. NEUWEILER, 2000) entgegenstehen.

Der **Einfluß des Biokompostes als Mulchabdeckung auf die Bodentemperatur sank** - wie erwartet- **mit der Bodentiefe**. Während die Absenkung der mittleren Tagestemperatur durch Kompost an der Bodenoberfläche bei Tagesmessungen zwischen 11 und 16 Uhr im Sommer noch 11°C betrug, war diese Temperatursenkung in 5 bzw. 10 cm Bodentiefe nur noch 3°C (24,5 versus 21,5°C) im Vergleich zur Kontrolle ohne Bodenbedeckung. Interessant sind auch die von Li (1994) beobachteten **Randeffekte** mit signifikant höheren Temperaturen an der Bodenoberfläche an den Rändern des Kompostmulch im Vergleich zur Mitte der Mulchauflage (Li, 1994).

Geht man davon aus, dass sowohl die Temperatur- bzw. Wärmesummen als auch die Temperaturspitzen für vorzeitigen Austrieb und Blüte verantwortlich sind, so spielt Kompost als Mulchauflage eine geringe Rolle bei der Vermeidung von Spätfrostschäden im Obstbau.

Stammabdeckung mit Kompost als Frostschutz bei Birnen

Frost kann bei kälteempfindlichen Obstarten Schäden an den Unterlagen hervorrufen, die sich auch auf Austrieb und Blüte auswirken können. Biokompost kann - wie auch Stroh oder Stallmist - als Abdeckung im unteren Stammbereich im Herbst an

frostgefährdeten Standorten zum Frostschutz des Baumes dienen. Zu den frostgefährdeten Obstarten zählen Birnen, die auf der weit verbreiteten 'Quitte C' veredelt wurden. Im Herbst wird Kompost um den Stamm und um die Veredlungsstelle mit 8-15 Litern pro Baum je nach Baumalter als Isolierung bzw. Frostschutz ausgebracht. Kompost bietet aufgrund seiner einfacheren Handhabung, besseren Rieselfähigkeit und Kenntnis seiner durchschnittlichen Inhaltsstoffe bei Verwendung von gütegesichertem Biokompost Vorteile gegenüber Stroh oder Stallmist. Bei allen drei Abdeckungsarten ist die maximale Aufwandmenge, unter Berücksichtigung des Nährstoffbedarfs der Kultur zu ermitteln.

Kompost als Pflanzlochgabe und im Hügelbeet zur Überwindung der Bodenmüdigkeit bei Rosaceen im Nachbau

Obstgehölze der Familie *Rosaceae* reagieren - wie auch Rosen - mit Anwachsproblemen und anfänglichen Wachstumsdepressionen, wenn sie wiederholt an den gleichen Standort gepflanzt werden. Dieses als Bodenmüdigkeit oder Nachbauproblem bezeichnete Phänomen wird durch die heutigen Trends zu dichteren Pflanzabständen und kürzeren Standzeiten sowie der Urbanisierung noch verstärkt, so dass kaum noch sog. „jungfräuliche Böden“, d.h. geeignete Böden, die zum 1. Mal mit *Rosaceen* bepflanzt werden, für den Obstbau zu finden sind. Folgen der Bodenmüdigkeit sind vermindertes Stamm- und vor allem Wurzelwachstum der - oft im Frühjahr - frisch gepflanzten Obstbäume, verbunden mit eingeschränkter Wasser- und Nährstoffaufnahme. Sie spielen auch bei physiologischen Störungen wie z.B. der Stippigkeit, Fleisch- und Schalenbräune beim Apfel eine Rolle. Als Ursachen der Bodenmüdigkeit werden bodenbürtige Nematoden, organische Kohlenwasserstoffe der gerodeten Wurzeln und Strahlenpilze (Actinomyceten) diskutiert.

*Pflanzenschutzwirkung von Komposten bei Bodenmüdigkeit auf leichten Böden bei ausreichender Bodenfeuchte*

Um diese Nachbauprobleme zu verringern, wurde in manchen Obstbaugebieten 12 Liter niederländischer Potgrond (aufgedüngter Torf) als Pflanzlochgabe verwendet (ENGEL, 1996), den heute gütegesicherter Kompost aus ökologischer Sicht ersetzen könnte. Mitte der 90er Jahre galt die Anlage eines 20-40 cm hohen Hügelbeetes, d.h. Pflanzen auf den flachen Boden ohne Ausheben eines Pflanzloches, aber mit einer nährstoffreichen, humusreichen Abdeckung der Wurzeln als vielversprechende Alternative. Manchmal wurde der Boden mit einer zusätzlichen Jutematte abgedeckt, um bis zu ihrer Verrottung das Eindringen der Wurzeln der jungen Bäume zu verzögern. Als Substrat für diese verschiedenen Varianten der Hügelbeete wurde auch verbrauchtes Pilzkultursubstrat (niederländischer Champignonkompost) verwendet. Eine Mischung mit Boden im Verhältnis 1:1 bis 1:4 half auch hier, Pflanzenschäden zu vermeiden.

*Biokompost als Mulch zur Verbesserung humusarmer Standorte*

**Bodenbiologische Wirkungen von Kompost als Mulchauflage**

Ein fruchtbarer Boden ist u.a. durch eine hohe mikrobiologische Aktivität gekennzeichnet. Diese Mikroorganismen sind an allen Um- und Abbauprozessen der organischen Substanz im Boden maßgeblich beteiligt. Sie sind verantwortlich für Nährstofffixierung oder -freisetzung (Tab. 3) und auf die Zufuhr organischer Substanz als eine mögliche Nahrungsquelle bzw. Atmungssubstrat angewiesen. Aufgrund ihrer hohen Gehalte an organischer Substanz (30% der TM, KEHRES, 1991) können Biokomposte bei Mulchabdeckung (Tab. 5) besonders auf humusarmen Standorten die Aktivität der Bodenmikroorganismen fördern. Dies kann zu einem verstärkten Umsatz und somit bei ausreichender Bodenfeuchte und -temperatur zu einer erhöhten CO<sub>2</sub>-Freisetzung (Bodenatmung) führen (KIRSCH, 2001, unveröffentlicht). Diese aus dem Baumstreifen freigesetzte CO<sub>2</sub>-Mengen in Höhe von 10 bis 20 t CO<sub>2</sub>/ha und Jahr können zu einer CO<sub>2</sub>-Düngung der Obstkulturen und des Grasaufwuchses beitragen (BLANKE, 1998).

Tab. 5: Maximale Mulchauflagen in cm bei Komposteinsatz im Obstbau in Abhängigkeit von der Kompostmenge, Breite des Pflanzstreifens und Reihenabstand

Kompostmenge		Maximale Ausbringungshäufigkeit	Reihenabstand 3,50 m bei Kern- u. Steinobst		Reihenabstand 2,80 bei Strauchbeerenobst		
Trockenmasse	Frischmasse		bei einer Breite des Pflanzstreifens von				
			1 m	1,2 m	40 cm	60 cm	80 cm
10 t TM/ha	27 t FM/ha	jedes Jahr	1,5 cm	1,2 cm	2 cm	1,2 cm	1 cm
20 t TM/ha	54 t FM/ha	alle 2 Jahre	3,0 cm	2,4 cm	4 cm	2,4 cm	2 cm
30 t TM/ha	81 t FM/ha	alle 3 Jahre	4,5 cm	3,6 cm	6 cm	3,6 cm	3 cm

30 t TM/ha ist die zur Zeit gültige, abfallrechtliche Höchstgrenze alle 3 Jahre nach Nährstoffbilanzierung

*Kompostmulch ab 1 cm bremst Lichtkeimer, nicht aber Wurzelunkräuter*

**Herbizidwirkung von Komposten als Mulchauflage**

Unerwünschter Aufwuchs im Baumstreifen konkurriert während der Fruchtentwicklung und besonders bis zum Spätsommer häufig so stark um Wasser und Nährstoffe, dass die Fruchtqualität, vor allem die Fruchtgröße, zur Vermarktung als Frischware bzw. Tafelobst nicht ausreicht. Daher wird der Baumstreifen (maximal 1/3 der Anbaufläche) im integrierten Kernobstbau im Frühjahr und Sommer mit einem zugelassenen Herbizid bzw. im ökologischen Obstbau mit mechanischer Bearbeitung von unerwünschtem Aufwuchs freigehalten. Mulchmaterialien zur Bodenabdeckung des Baumstreifens (Abb. 1) können eine Alternative zu beiden Verfahren bieten. Durch die Hygienisierung des Komposts im Verlaufe der Rotte werden Samen oder austriebfähige Pflanzenteile im Bioabfall inaktiviert. Da Kompost als Mulchauflage nur bei vollständiger Bedeckung einfallendes Licht nahezu vollständig absorbiert (LI, 1994), kann er den Unkrautbesatz an Lichtkeimern,

## Komposteinsatz im Obstbau

10

nicht aber der Wurzelunkräuter Quecke, Löwenzahn, Gundelrebe und Winde vermindern. Diese Verminderung tritt nur bei größerem Kompost in trockenen Standorten oder Jahren ein, während feiner Kompost in feuchten Jahren ein ideales Saatbett für vom Winde verwehte Samen darstellt. Im trockenen Weinbauklima Oppenheims **unterdrückte eine 10 cm hohe Abdeckung der Baumstreifen mit Kompost die Keimung von Samenunkräutern**; Winde durchwuchs als einzige Pflanzenart die 10 cm hohe Kompostabdeckung im Laufe der Zeit (DIETZ, 1998). Trotz des vorhandenen Mäusebesatzes verstärkte die Kompostabdeckung die Fraßschäden an Stamm und Wurzel nicht (DIETZ, 1998).



Abb.1: Kompost als Mulchabdeckung in einer Obstanlage (Foto: J.Barth)

Kompost als Mulchauflage bei Johannisbeeren und Stachelbeeren (Ribesarten)

Johannisbeeren und Stachelbeeren (Ribes-Arten) haben einen hohen Humusbedarf, reagieren positiv auf organische Mulchabdeckungen aller Art und tolerieren - im Gegensatz z.B. zum Apfel - hohe Kalium- und Magnesiumgehalte, wie sie in Komposten vorkommen können, ohne dass physiologische Krankheiten der Früchte folgen. Dagegen reagieren sie empfindlich auf hohe Salzgehalte. Sie reagieren auch mit Pflanzenschäden, wenn ihre verholzten Stämmchen von dem einzigen für Sommeranwendung zugelassenen Herbizid (Glufosinat) unbeabsichtigt getroffen werden (KRÜGER, 2001, pers. Mitt.), so dass hier **Kompost als Mulchabdeckung (Tab. 5) die Bodenfeuchte erhält („Wasserspareffekt“), den Humusaufbau und die Bodenstruktur fördert, einer Verschlammung des Bodens bzw. der Bodenerosion entgegenwirkt und einen Herbizideffekt ausübt.**

*Kompostmulchdecke bei Beerenobst sehr effizient für den Wasserhaushalt*

Daher wurden im Frühjahr 1998 im Weinbauklima Geisenheims 10-15 cm hohe organische Mulchauflagen ( $80-120 \text{ L/m}^2$ ) als Alternative zu dem Herbizid in die ca. 80 cm breiten Pflanzstreifen von Rötchen Johannisbeeren der Sorte 'Rovada' zur Pflanzung ausgebracht. In den ersten beiden Jahren (1999/2000) erhöhte

*Kompostmulch vermindert Ver-  
schlammung des Bodens*

Champignonkompost sowohl Ertrag als auch Fruchtgröße im Vergleich zur Herbizidvariante als Kontrolle und zu Rindenmulch, während Traubenlänge und Grad der Verrieselung unbeeinflusst blieben (KRÜGER, 2001, pers. Mitt.).

#### Fazit

- Kompost „spart Wasser“ und dämpft Temperaturschwankungen.
- Kompost kann auf humusarmen, leichten Böden durch die Zufuhr an organischer Substanz zur Erhöhung des Humusgehaltes beitragen.
- Kompost als Mulchauflage kann einer Verschlammung des Bodens und der Bodenerosion entgegenwirken sowie die Verdunstung (Evapotranspiration) des Bodens vermindern und besonders auf Böden mit geringem Wasserspeichervermögen die Bodenfeuchte konservieren („Wasserspareffekt“).
- Kompost als Mulchauflage erfordert bei Überkronenberegung frühere und höhere Wassergaben, da er das Wiederbefeuchten des Bodens nach längerer Trockenheit verzögert.
- Kompost kann als Mulchauflage die Temperaturschwankungen an der Bodenoberfläche dämpfen und die Tagesmitteltemperatur um 1°C gegenüber unbedecktem Boden erniedrigen, so dass die Gefahr von Spätfrostschäden im Obstbau nicht erhöht wird.
- Kompost als Mulchauflage kann bei längerer Trockenheit den Mäusebesatz fördern.
- Kompost enthält in der Regel weder überlebende Viren noch keimfähige Samen.
- Kompost kann im Herbst mit 8-20 Liter/Baum um den Stamm und die Veredlungsstelle frostgefährdeter Obstgehölze bzw. -unterlagen, z.B. Birne auf Quitte C, zum Frostschutz des Baumes beitragen.
- Kompost kann als einmalige Pflanzlochgabe von 8-20 Litern bei der Neuanlage die Bodenmüdigkeit bzw. Nachbauprobleme bei Rosaceen - ähnlich wie Potgrond - mindern.
- Kompost als Mulchauflage kann unerwünschten Aufwuchs von Samenunkräutern (Lichtkeimer) in Abhängigkeit von der Mulchdicke und dem Bedeckungsgrad vermindern.
- Kompost kann bei Beerenobst zur Pflanzung als 1-5 cm Mulchauflage in den Pflanzstreifen zur Verbesserung des Bodens und Wasserhaushaltes eingesetzt werden. Die Mulchauflage kann oberflächlich eingearbeitet werden und dann - frühestens nach jeweils drei Jahren - bei Bedarf, d.h. bei ihrem Abbau und Durchwuchsgefahr, mit geringeren Kompostmengen wieder auf das ursprüngliche Niveau aufgefüllt werden und wenn ihre Nährstoffzufuhr (P,K) auf die Nachkultur, vor allem bei Kernobst, abgestimmt ist.

- Kompost kann als 1-10 cm Mulchauflage bei speziellen Phytotoxproblemen durch Herbizide eine Alternative zur chemischen Unkrautbekämpfung darstellen.

## 10.6 Wirkung von Biokomposten auf vegetatives Wachstum, Fruchtertrag, Fruchtqualität und physiologische Krankheiten bei Obstgewächsen

In den ersten Jahren nach der Pflanzung der Obstbäume überwiegt das vegetative Wachstum - mit dem Stammdurchmesser als akzeptierter Maßstab - bis die Bäume ausgewachsen sind, während das generative Wachstum bzw. die Vollertragsphase noch nicht erreicht ist, aber die Kompostwirkung als Pflanzlochgabe nach 3-4 Jahren nachläßt. Daher sollten Ertrags- und Fruchtqualitätsergebnisse aus dieser ertragsarmen Zeit nicht überbewertet werden. Um die Fruchtqualität nachhaltig zu verbessern, wäre eine Steigerung sowohl des Fruchtzucker- als auch des Fruchtsäuregehaltes notwendig, wobei ein harmonisches Zucker:Säure-Verhältnis von 10-16:1 erhalten bleiben soll.

*Zum Komplex Kompost und innere Qualität siehe auch Kapitel 6*

Kompostwirkungen auf das vegetative Wachstum der Obstgehölze

FISCHER et al. (1993) untersuchten die Wirkung von Biokompost als Pflanzlochgabe von 10, 30 und 50 L als 1:1 Mischung mit Boden bei der Neuanlage einer Kernobstanlage mit Apfel-Halbstämmen, entsprechend etwa 9 t bis 45 t TM/ha bei 3000 Bäumen/ha. Als Kontrolle diente eine ungedüngte Variante. **Alle Apfelbäume reagierten mit gutem Anwachsen und gleichmäßigem Austrieb unabhängig von den Kompostgaben.**

HILSENDEGEN und KOHLER (2000) untersuchten den Einfluß von Biokompost in einer Neuanlage von Zwetschen. **Obwohl der Gesamtzuwachs gegenüber der Kontrolle ohne Kompost unverändert blieb, erhöhte er als 3 cm Mulchauflage die Zahl der Neutriebe bei gleichzeitigem Rückgang des mittleren Triebzuwachses, so dass sich die vegetative Leistung der Obstbäume verbesserte.** Der Einfluß einer Pflanzlochgabe von 5 bzw. 10 L/Baum oder als 3 cm Mulchauflage hatte in den ersten drei Jahren **weder einen signifikanten Einfluß auf das Kronenvolumen, den Stammquerschnitt als Maß für das vegetative Wachstum noch auf den Fruchtertrag.**

*Mulchauflage förderte vegetatives Wachstum*

Der Einsatz von Biokompost wurde auf der OVA Klein-Altendorf in Meckenheim bei Bonn zur Überwindung der **Bodenmüdigkeit** bei Apfel im Nachbau untersucht. Bei einem Vergleich verschiedener organischer Mulchmaterialien war das vegetative Wachstum (Stammdurchmesser) der Sorte 'Cox Orange' auf M 9 bis zum 4. Standjahr beim Mulchen mit Kompost (2 x 80 t FM/ha) und

Holzhäcksel (60 t FM/ha) aus eigenen gerodeten Apfelbäumen gegenüber einer unbedeckten Kontrolle deutlich verbessert (G. ENGEL, 1996). Im Jahre 1997 legte A. ENGEL eine Parzelle mit Apfel im Nachbau seit 1980 an. Verglichen wurde Holzhäckselmulch (60 t/ha) aus eigenen gerodeten Apfelbäumen mit Pflanzlochgaben mit Bioabfalkompost. Dazu dienten 10 und 15 Liter Biokompost ohne oder 15 Liter mit Bodenmischung 1:1 jeweils zur Pflanzung im Herbst oder im Frühjahr. Im Herbst wurden die Sorten 'Berlepsch' und 'Boskoop' gepflanzt. Im Frühjahr folgten die drei Sorten 'Elstar Elshof', 'Royal Gala' als Einzelreihe und 'Jonagold' sowohl als Einzelreihe mit 80 cm Baumabstand sowie im Güttinger V-System mit 60 cm und 80 cm Pflanzabstand (Tab. 6). Als Kontrolle dienten die entsprechenden Sorten ohne Pflanzlochgabe und ohne anschließende Abdeckung mit Holzhäckseln.

**Ohne Einmischung des Kompostes im Pflanzloch mit Boden wurde ein stärkeres Austrocknen, langsames Wiederbefeuchten des Bodens und stärkerer Mäusefraß beobachtet.** Die Versuchsergebnisse der entscheidenden ersten drei Standjahre zeigten bei der Herbstpflanzung keinen Einfluß der Kompostausbringung auf vegetatives (Stammdurchmesser) oder generatives Wachstum (Ertrag). Dagegen zeigte bei Kompostgabe zur Frühjahrspflanzung von den drei untersuchten Apfelsorten 'Elstar Elshof', 'Royal Gala' und 'Jonagold' nur die letzte im engsten Pflanzabstand im V-System (60 cm) eine deutliche Erhöhung des Stammdurchmessers. Je stärker das Anbausystem z.B. der Pflanzabstand das vegetative Wachstum der Apfelbäume schwächte, je stärker wirkte eine Kompostgabe (15 L, 1:1 mit Boden) ins Pflanzloch, aber noch stärker die Abdeckung mit Holzhäcksel (ENGEL et al., 2001).

Kompostwirkung auf Fruchtertrag und Fruchtqualität ERHART und Mitarbeiter brachten 1997 in einer Apfelanlage mit der Frühsorte 'James Grieve' 28 bzw. 56 t TM/ha Biokompost in der Reihe oder ganzflächig aus. Dies führte zu Ertragssteigerungen von 11,7 t/ha (Kontrolle) auf 15,9 (56 t TM/ha breit) bzw. 17,3 t/ha (28 t TM /ha Reihe) und 18,1 (56 t Reihe). Die Autoren führten den **höheren Fruchtertrag und bessere äußere Fruchtqualität** der Kompostvarianten (bei 56 t TM/ha in der Reihe) bei größerem Anteil Früchte in der Handelsklasse I (> 65 mm) auf erhöhten Fruchtansatz und größeren Fruchtdurchmesser zurück. Untersuchungen der inneren Fruchtqualität zeigten, dass die 'James Grieve'-Früchte im Jahr nach der Kompostausbringung - bei gleichem Zuckergehalt - weniger Apfelsäure enthielten, was zu einem **höherem Zucker: Säure - Verhältnis bei gleichem Vitamin C - Gehalt** führte (ERHART et al., 1999).

Diese Ausbringung von Biokomposten in die Baumstreifen (28 sowie 56 t TM/ha) **verminderte** im Jahr nach der Kompostausbringung tendenziell die **Fruchtfleischfestigkeit**, während die ganzflächige Ausbringung (56 t TM/ha) sie erhöhte und damit verbesserte. Die Autoren führten die geringere Fruchtfleischfestigkeit

*Nur 30 t TM Biokompost alle 3 Jahre sind möglich und können je nach Bodentyp und Sorte die Ertragssicherheit verbessern*



der 'James Grieve'-Apfel Früchte aus der Baumstreifenbehandlung auf **beschleunigte Reifeentwicklung** zurück (ERHART et al., 1999), wobei auch die größeren Früchte bei Ausbringung beider Kompostmengen in den Baumstreifen mit für die geringere Fruchtfestigkeit verantwortlich gewesen sein könnten.

NIGGLI und POTTER (1986) untersuchten an der Forschungsanstalt Wädenswil, Schweiz, die Wirkung organischer Abdeckung bei den Apfelsorten 'Golden Delicious', 'Gloster' und 'Boskoop' im 3. bis 7. Standjahr. Abgedeckt wurde der mit 2 m relativ breite Baumstreifen mit einer 8-10 cm hohen Schicht verschiedener organischer Materialien. Als Vergleich diente eine Herbizidbehandlung. Die Abdeckung mit Kompost führte bei der Sorte 'Gloster' zu einem **signifikanten Mehrertrag** von durchschnittlich 21 % und bei der Sorte 'Boskoop' zu **gleichmäßigeren und höheren Fruchterträgen bei gleichzeitiger Verminderung der Alternanz** gegenüber der Herbizidbehandlung. Diese vorteilhaften Wirkungen der organischen Mulchmaterialien wurden auf eine höhere Aktivität der Bodenmikroben, günstigeren Wasserhaushalt des Bodens mit geringerer Verdunstung im Sommer sowie seine raschere Erwärmung und langsamere Abkühlung zurückgeführt (NIGGLI und POTTER, 1986). Da die Parzellen zusätzlich mineralisch gedüngt wurden, kann die Wirkung der Abdeckung mit organischen Materialien weniger auf die darin enthaltenen Nährstoffe als vielmehr auf eine Verbesserung der Humusversorgung, Durchwurzelung im Oberboden und des Wasserhaushaltes ohne Konkurrenz mit Unkräutern beruhen.

Bei 'Boskoop' verminderte Kompostmulch die Alternanz

Die Wirkung verschiedener organischer Mulchmaterialien wurde bei der Apfelsorte 'Cox Orange' auf M 9 bis zum 4. Standjahr untersucht. Beim Mulchen mit eigenem Holzhäcksel gegenüber der unbedeckten Kontrolle war sowohl das **vegetative Wachstum** (Stammdurchmesser) als auch der **Ertrag** am stärksten **erhöht**, gefolgt von Kompost (80 t FM/ha; ENGEL, 1996). Eine schwächere Deckfarbe bei zweifarbigen Apfelsorten nach Komposteinsatz könnte auf die hohe eingesetzte Menge nährstoffreicher Komposte als Mulchauflage zurückzuführen sein, die verstärktes vegetatives Wachstum und - z.B. bei hohem Grünschnittanteil - unerwünschte Stickstofffreisetzung im Herbst hervorrief und so die Reife verzögerte.

Bei Roten Johannisbeeren der Sorte 'Rovada' führten 10-15 cm hohe organische Mulchauflagen in den 80 cm breiten Pflanzstreifen zur Pflanzung im Weinbauklima Geisenheims in den ersten beiden Jahren bei Champignonkompost sowohl zu höherem Ertrag als auch Fruchtgröße im Vergleich zur Herbizidvariante und zu Rindenmulch, während Traubenlänge und Grad der Verrieselung unbeeinflusst blieben (KRÜGER, 2001, pers. Mitt.).

Kompostwirkung auf die Stippigkeit beim Apfel  
Stippigkeit ist die weltweit bedeutendste physiologische Krankheit beim Apfel und beruht auf lokalem Calciummangel in der

*Kompostmulch kann durch hohes K- und Mg-Angebot Stippigkeit anfälliger Apfelsorten erhöhen*

Frucht, der die Zellen an bestimmten Stellen kollabieren läßt. Stippigkeit äußert sich in dunklen (calciumverarmten) Stellen im Fruchtfleisch, die dann bitter schmecken (Stippigkeit daher im Englischen 'bitter pit') und, bei stärkerem Auftreten, auch leicht eingesunkenen Flecken auf der Schale. Bis zu 60 % der Ernte einer Sorte können betroffen sein und sind dann als Frischware bzw. Tafelobst unverkäuflich, so dass ein hoher finanzieller Schaden entstehen kann. Als stippe-empfindlich gelten 'James Grieve', 'Gravensteiner', 'Cox Orange', 'Boskoop', 'Braeburn' und viele frühe Apfelsorten.

Hohe Kalium- und Magnesiumgehalte im Boden können die Calciumaufnahme der Obstkulturen senken (Kationen-Antagonismus) und die Neigung zur Stippigkeit bei Äpfeln erhöhen (FRIEDRICH, 2000). Trotz relativ hoher Calciumgehalte im Biokompost von 2-3,5% Ca in der TM gegenüber 0,6-1,3 % K<sub>2</sub>O und 0,3-0,6% MgO (Tab. 4) werden Äpfel anfälliger für Stippe, weil Kompost die Kaliumverfügbarkeit im Boden erhöht. Neben der Kaliumzufuhr durch den Kompost bewirkt seine hohe organische Substanz von 30% der TM eine geringere Konzentration („Verdünnungseffekt“) freier Kalium-spezifischer Bindungsstellen (Tonminerale). Hohe Magnesiumgehalte im Kompost verstärken diesen Kationen-Antagonismus noch mehr und stellen eine direkte Konkurrenz zur Calciumaufnahme der Apfelbäume dar. Dies ist bei Kompostmulch stärker ausgeprägt als bei Pflanzlochgaben, weil die Durchwurzelung der oberen Bodenschicht unter dem Kompostmulch gefördert ist (GOLDBACH, 2001, pers. Mitt.).

*Kompostmulch ist nicht geeignet, die sortenspezifische Schalen- und Fleischbräune zu vermindern*

Kompostwirkungen auf Schalenbräune bei der Apfelsorte 'Berlepsch'

Schalen- und Fleischbräune gelten neben der Stippigkeit weltweit als die bedeutendsten physiologischen Krankheiten bei Apfelfrüchten. Unter Schalenbräune versteht man oberflächige Verbräunungen der Fruchtschale nach der Ernte. Schalenbräune ist sortenspezifisch und betrifft in Kontinentaleuropa fast ausschließlich die beiden Sorten 'Berlepsch' und 'Holsteiner Cox', in England und Übersee noch weitere Sorten wie 'Bramley's Seedling' und 'Granny Smith'. Auch wenn das Fruchtfleisch und der Genußwert der betroffenen Früchte nicht beeinträchtigt ist, sind die Früchte zur Vermarktung als Frischware bzw. Tafelobst nicht mehr geeignet, so dass ein hoher finanzieller Schaden entstehen kann (BAAB et al., 1996; FRIEDRICH, 2000).

In einem interdisziplinären Großversuch im Rheinland wurden seit 1995 Erntetermin und Witterung, aber auch Nachbau, Vorkultur, Mykorrhizabesatz als Teile des Ursachenkomplexes der Schalenbräune identifiziert (BAAB et al., 1996). Apfelanlagen im Nachbau, bei denen Wurzelwachstum und Nährstoffaufnahme aufgrund der Bodenmüdigkeit eingeschränkt waren, erwiesen sich besonders anfällig für Schalenbräune. Apfelanlagen, deren 1 m breiter Baumstreifen alle 2 Jahre im Frühjahr mit 5 cm Biokompost abgedeckt waren, wiesen 1995 weniger (BAAB et al., 1996), aber in den

## Komposteinsatz im Obstbau

10

daraufliegenden Jahren verstärkt Schalenbräune (ZIMMER, pers. Mitt., 2001) und Fleischbräune auf (ENGEL, 1996). Ungeklärt bleibt, ob dieses Ergebnis auf die Förderung des Wurzelsystems bzw. Durchwurzelung durch Kompost auf eine bessere Wasser- und Nährstoffaufnahme zurückzuführen ist (BAAB et al., 1996; ZIMMER, pers. Mitt. 2001), die wiederum nur anfangs die Mykorrhizierung förderte (GOLDBACH, 2001).

### Fazit

Kompostwirkungen auf vegetatives Wachstum, Fruchttertrag und Fruchtqualität:

- Kompost kann die vegetative Entwicklung und das Anwachsen von Obstgehölzen - vor allem von Rosaceen im Nachbau - bei ausreichender Bodenfeuchte verbessern.
- Kompost als Mulchauflage konnte bei Steinobst die Zahl der Neutriebe bei gleichzeitigem Rückgang des mittleren Triebzuwachses erhöhen, so dass sich die Verzweigung bzw. die vegetative Leistung der Obstbäume verbessern kann.
- Wenn auch Kompost generell die Fruchtträge nicht erhöhen kann, gibt es Anzeichen für eine langfristige Ertragsstabilisierung, die eine Alternanz vermeiden/ausgleichen könnte.
- Allgemein gültige Aussagen aus den ersten 3-4 Jahren über Kompostwirkungen nach einer Pflanzlochgabe auf die Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit, Zucker:Säure-Verhältnis, Vitamin C - Gehalt) erscheinen widersprüchlich und noch zu unsicher.
- Dramatische Fruchtqualitätseinbußen bei Apfel durch physiologische Krankheiten wie Stippe, Fleisch- und Schalenbräune und schwache Deckfarbe treten dort auf, wo hohe Gaben nährstoffreicher Komposte als Mulchauflage - ohne Berücksichtigung des Nährstoffbedarfs - verabreicht wurden.
- Bei Tafelobstanbau mit Gefahr/Risiko der Stippigkeit ist bei den empfindlichen Apfelsorten 'James Grieve', 'Gravensteiner', 'Cox Orange', 'Boskoop', 'Braeburn' auf Kompostgaben als Mulchauflage in der Ertragsphase - außer zur außerordentlichen Apfelschorfbekämpfung im Herbst in Schorffahren - ganz zu verzichten.
- Bei Tafelobstanbau mit Gefahr/Risiko der Schalenbräune ist bei den empfindlichen Apfelsorten 'Berlepsch' und 'Holsteiner Cox' auf Kompostgaben als Mulchauflage in der Ertragsphase - außer zur außerordentlichen Apfelschorfbekämpfung im Herbst in Schorffahren - ganz zu verzichten.
- In Apfelanlagen mit Risiko physiologischer Fruchtkrankheiten ist eine einmalige Pflanzlochgabe mit 8-20 Litern Kompost als 1:1 bis 1:4 Mischung mit Boden bei der Neuanlage (oder Hügelbeet) zur Förderung des vegetativen Wachstums in den ersten Jahren möglich.

*Langzeit-Kompostanwendung wirkt ertragsstabilisierend und alternanzabschwächend*

## 10.7 Phytopathologische Wirkungen eines Komposteinsatzes im Obstbau

### Kompost zur präventiven Apfelschorfbekämpfung (*Venturia inaequalis*)

Weltweit ist Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) die wichtigste Pilzkrankheit im Obstbau und hat seit 1979 in Deutschland an Bedeutung zugenommen. Im Apfelanbau werden die meisten Pflanzenschutzmaßnahmen zur Schorfbekämpfung durchgeführt, solange die meisten Sorten im Anbau schorfanfällig und schorffre-sistente oder weniger anfällige Sorten wie z.B. 'Topaz' oder die teilweise resistenten sog. Re-Sorten aus Dresden-Pillnitz nicht im Anbau verbreitet sind. Schorfinfektionen mit Wachstumsdepressionen und Schalenfehlern auf den Früchten verhindern bei anfälligen Sorten die einzig wirtschaftlich attraktive Vermarktung als Tafeläpfel in Handelsklasse 1 und können zu hohen betriebswirtschaftlichen Verlusten führen.

Um pilzliche Erreger im Obstbau erfolgreich zu bekämpfen, muss man ihren Lebenszyklus bzw. ihren Infektionskreislauf unterbrechen. Komposte mit ihrer artenreichen Mikroflora können zur Bekämpfung von pilzlichen Erregern im Obstbau eingesetzt werden, wenn dadurch eine Unterbrechung deren Lebenszyklen erreicht wird.

So kann **Kompost als Mulchauflage (Tab. 5) im Herbst** genauso wie eine Fallaubspritzung mit 5% Harnstoff zur vorbeugenden (präventiven) Bekämpfung der Primärinfektion von Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) im Frühjahr dienen. Diese präventive Wirkung beruht auf einer Kombination zwischen Antagonisten und schnelleren **mikrobiellen Abbau des Fallaubs**, auf dem die Ascosporen bis zum Frühjahr überwintern. Dadurch wird das Infektionspotential durch mikrobiellen Angriff der Ascosporen im Herbst, sowie Beeinträchtigung der Ausschleuderung von Ascosporen bei günstiger Witterung im folgenden Frühjahr und des anschließenden Ascosporenflugs, vermindert. Zusätzlich existiert ein direkter Antagonismus der Apfelschorferreger mit in Kompost verbreiteten Bakterien wie *Pseudomonas* und *Bacillus spp.* und Pilzen. Bei den Pilzen ist dies vor allem *Chaetomium globosum*, der sowohl Cellulase bildet, das die Cellulose des Fallaubes abbaut, als auch Antagonist des Apfelschorferregers ist. Als isolierter Pilz zeigt er aber im Freiland nur eine geringe Wirkung gegen Apfelschorf von unter 20 %, so dass **Biokompost nicht nur als Ursprung der Antagonisten**, sondern auch **als Nähr- und Trägermedium bei der präventiven Bekämpfung von Apfelschorf** helfen kann (siehe Kapitel 5 - Kompost und Pflanzenschutz).

Zur Pflanzenschutzwirkung von Kompost bei der Schorfbekämpfung siehe Kapitel 5

Dies wurde in zweijährigen Freilandversuchen bei Meckenheim an den schorfempfindlichen Apfelsorten ‚Golden Delicious‘ und

## Komposteinsatz im Obstbau

10

„Jonagold“ mit reifen Komposten (25 t/ha) aus Rinder- und Pferdemist sowie handelsüblichem Rindenhumus („Lignostrat“) untersucht. Die eingesetzten Komposte beschleunigten den Abbau des Fallaubes über Winter bei 2 Jahre altem Pferdemistkompost um nur 26 %, aber bei 4 und 16 Monate altem Rindermist und bei dem Rindenhumus um 75-77 %. Gleichzeitig reduzierten die Komposte das Ascosporenpotential drastisch um 85 % bei 2jährigem Pferdemistkompost, um 93 % bei Rinderhumus bis zu 99,5 % bei 16 Monate altem Rindermistkompost. Durch Zusatz von organischen Nährstoffen und Komplexbildnern wie Malz- oder Hefeextrakt, Pepton und Glukose konnte dieser hohe Wirkungsgrad noch verbessert werden (GROß-SPANGENBERG, 1992; GROß-SPANGENBERG und WELTZIEN, 1993).

Daraufhin untersuchte Tränkner in einer Apfelanlage im Rheinland die Wirkung von 30 t FM/ha von 12 Wochen altem Grünschnittkompost der mittleren Siebfraction 10-20 mm als Mulchauflage im Herbst. Dieser zeigte zwar die gleich gute Wirkung auf den Abbau des Fallaubes und Reduzierung des Ascosporenpotentials wie die Komposte aus Pferde- und Rindermist in den Untersuchungen von GROß-SPANGENBERG (1992). Fallaub direkt am Baumstamm oder außerhalb der Baumreihen, z.B. durch Herbststürme verwehtes Laub, kann aber bei Kompostausbringung in die Baumstreifen nur schwer erreicht werden (TRÄNKNER, 2001, pers. Mitt.).

Interessant war, dass älterer Kompost eine bessere Wirkung auf die Ascosporen hatte als junger, was sonst bei Wirt-Pathogen - Beziehungen umgekehrt ist und auf die wesentlich stärkere Klumpenbildung des noch jungen Kompostes zurückführt wird (GROß-SPANGENBERG und TRÄNKNER, 2001, pers. Mitt.). Da eine grobe Siebfraction (0-40 mm) das Fallaub schlechter abdeckt, aber länger wirkt, als eine feine Siebfraction (0-10 mm) (TRÄNKNER, 2001, pers. Mitt.), erscheint eine **mittlere Siebfraction von 0-20 (oder 0-25) mm mit hohem Feinanteil und Ausbringung auf feuchtes Fallaub**, z.B. nach Niederschlag oder Tau, zur besseren Haftung **geeignet**.

Eine vollständige Schorfbekämpfung wird - trotz hoher potentieller Wirksamkeit vieler Komposte - neben der schwierigen Erreichbarkeit des gesamten Fallaubes weiter dadurch erschwert, dass der Laubfall einer Apfelsorte bis zu 3 Wochen innerhalb einer Zeitspanne von 6 -8 Wochen zwischen Beginn des Laubfalls bei „Cox Orange“ und zum Ende bei „Elstar“ dauern kann und der Apfelschorf neben den Ascosporen auf dem Laub auch noch als Konidien in den Knospen am Baum überwintert, die im Frühjahr eine zusätzliche Infektionsquelle darstellen (KENNEL, 1987).

Während GROß-SPANGENBERG (1992) die Meinung vieler Autoren teilt, dass der Schorfbefall der Nachbarparzelle bereits bei 50 m Entfernung im Frühjahr keine Rolle spielt, warnt TRÄNKNER (2001, in diesem Kompendium) vor einer Unterschätzung des Ascospo-

renfluges aus der Nachbarparzelle. Eine Erklärungsmöglichkeit besteht darin, dass bei GROß-SPANGENBERG (1992) eine gepflegte Obstanlage im Meckenheimer Obstbauggebiet, bei Tränkner eine direkt angrenzende ungepflegte Nebenerwerbsanlage im Vorgebirge mit überdurchschnittlichem Schorfbefall als Vergleich herangezogen wurde.

Die Wirkung von Biokomposten im Herbst kann der einer 5% Harnstoffspritzung auf die Blätter am Baum mit anschließendem Häckseln gleichkommen, wenn es gelingt, alle befallenen Blätter am Boden mit Kompost abzudecken. Blattfallspritzungen mit Harnstoff können zusätzlich die Reservestoff- bzw. Stickstoffeinlagerung in das überwinternde Holz fördern, erreichen durch den früheren Anwendungszeitpunkt alle Blätter am Baum und schließen einen Wachstumsschub durch unkontrolliert freigesetzten Stickstoff im Frühling aus.

Die Wirksamkeit einer präventiven Apfelschorfbekämpfung im Herbst mit 10-15 t TM/ha gütegesichertem Biokompost der mittleren Siebfraktion von 0-20/25 mm als Mulchauflage hängt mit davon ab, dass es gelingt,

- a) den Zeitraum zwischen Laubfall und Kompostausbringung möglichst kurz zu halten, damit keine weitere Entwicklung von Ascosporen auf den Blättern stattfindet und das Laub möglichst wenig verweht, und
- b) durch kulturtechnische Maßnahmen das Falllaub möglichst in die Baumreihen zurückzuverfrachten, damit es der Kompost vollständig bedecken kann und
- c) durch Ausbringung auf feuchtes Laub die Haftung des Kompostes und den Falllaubabbau zu verbessern.

Schorfbekämpfung mit Kompost ist von vielen Faktoren abhängig

Antagonistische Wirkung von Kompost gegen Wurzelsterben bei Himbeere (*Phytophthora fragariae* var. *rubi*)  
Das Wurzelsterben der Himbeere wird durch den Pilz *Phytophthora fragariae* var. *rubi* hervorgerufen, tritt verstärkt auf kalten, nassen, schweren Böden in Europa und Nordamerika auf und ist mit der roten Wurzelfäule der Erdbeere (*Phytophthora fragariae*) verwandt, aber nicht infektiös. Der Pilz ist wärmeempfindlich und bildet Dauersporen, die über Jahre in den Vermehrungsbeeten der Baumschulen oder beim Anbau im Boden überleben können (BLOCH, 1995). Biokompost kann als Nähr- und Trägermedium mit seiner artenreichen Mikroflora und wertvollen Antagonisten zur Bekämpfung von solchen pilzlichen Erregern des Wurzelsterbens im Obstbau eingesetzt werden, wenn eine Unterbrechung ihrer Lebenszyklen erreicht wird. Pilze und Bakterien mit antagonistischer Wirkung besiedeln bestimmte Pflanzen. Werden diese Pflanzen kompostiert, überleben die Antagonisten im Kompost und können in Obstanlagen die Wurzeln besiedeln und ihre antagonistische Wirkung entfalten (BLOCH, 1995).

## Komposteinsatz im Obstbau

10

In Topfversuchen mit 1000 Himbeer-Jungpflanzen an der Ingenieurschule Wädenswil in der Schweiz wurde 10 % Biokompost mit Boden gemischt, der den Erreger des Wurzelsterbens enthielt. Der Erfolg der Kompost-Boden-Mischung hing von seiner anschließenden Dämpfung ab. Alle ungedämpften Varianten wuchsen deutlich stärker als die gedämpften. So zeigte Biokompostzumischung zu ungedämpfter Erde die beste Wirkung mit einer 50-80%igen Steigerung des Rutenwachstums über 4 Wochen. Eine Dämpfung der Erdmischung zeigte aber auch eine



Abb. 3: Kompost als Mulchabdeckung in einer Himbeeranlage  
(Foto R.Neuweiler)

*Gute Wirkung von Kompostgaben gegen das Wurzelsterben bei Himbeeren*

ähnlich gute Wirkung wie die 10 %ige Kompostzugabe und hob die positive Kompostwirkung wieder auf, was auf ein Inaktivieren der erwünschten Antagonisten im Kompost durch Dämpfen zurückgeführt wird. Der positive phytopathologische Effekt von Biokompost beruhte - wie beim Apfelschorf - auf der Kombination von Kompost als Nähr- und Trägermedium und seinen Pilzen *Chaetonium globosum*, *Gliocladium virens* und *Trichoderma viride* als Antagonisten des Erregers des Wurzelsterbens, mit denen verkompostierte Hirsepflanzen vorher beimpft worden waren. Die Autoren empfehlen für Himbeeren eine Erhöhung der Zumischung von Biokompost zu ungedämpfter Erde von 10 auf 30 % (BLOCH, 1995) bzw. eine jährliche Ausbringung von je 40 Litern Biokompost je lfd. Reihenmeter als Mulchauflage über 2-3 Jahre auf den noch warmen Boden im Herbst zu einer Zeit, wenn das Befallsrisiko für Wurzelsterben gering ist. Alternativ kann die Gabe nach dem Entfernen der abgetragenen Himbeerruten im August und im Frühling gesplittet werden (NEUWEILER und HELLER, 1998), um im Herbst eine zu dichte Mulchschicht in den Reihen zu verhindern, die das Abtrocknen und die Bodenerwärmung verzögern könnte; Bodenanalysen helfen während dieser 2-3 Jahre, Nährstoffübersorgung und Ungleichgewichte in der Nährstoffversorgung zu vermeiden (NEUWEILER, 2001, pers. Mitt.).

*Vorschriftsmäßig hygienisierter Kompost überträgt keine Viren*

#### Virusübertragung durch Kompost

Die im Obstbau wirtschaftlich bedeutsamen Viren sind Hitzeempfindlich. Bei gütegesichertem Kompost wird die Wirkung der Hygienisierung anhand der Inaktivierung auf Tabak-Mosaikvirus (TMV) als Indikator geprüft, das hitze-unempfindlich ist, so dass eine Virusübertragung über hygienisierten Fertigungskompost unbekannt ist (HAMACHER, 2001, pers. Mitt.).

#### Fazit

Kompost verfügt über günstige phytopathologische und antagonistische Wirkungen:

- Gütegesicherter Biokompost als Mulchauflage kann grundsätzlich zur präventiven Bekämpfung von Apfelschorf im Herbst wirksam sein. Biokomposte können in Jahren starken Schorfbefalls bzw. in stark schorfbefallenen Obstanlagen, z.B. bei verzögertem Triebabschluß mit Spätschorfbefall, das Infektionspotential durch Ascosporen und Ascosporenflug im folgenden Frühjahr stark vermindern.
- Gütegesicherter Biokompost kann auf kalten, nassen, schweren Böden - neben der Sorten-, Standortwahl und Hygiene - bei anfälligen Sorten das Wurzelsterben der Himbeere verringern. Dazu wird eine jährliche Ausbringung von bis zu 40 Liter Biokompost je lfd. Reihenmeter als Mulchauflage über 2-3 Jahre im Herbst empfohlen, die auch zu je 50% im Herbst nach dem Ausbrechen der abgetragenen Himbeerruten und im Frühling gesplittet werden kann.



- In beiden oberen Fällen bleibt die maximal einsetzbare Kompostmenge durch seinen Nährstoffgehalt und die gesetzliche Obergrenze bei 30 t TM/ha in 3 Jahren.
- Für den Obstbau wirtschaftlich bedeutende Viren sind hitzeempfindlich und werden durch hygienisierten Fertigungskompost in der Regel nicht übertragen.

### 10.8 Einsatzmöglichkeiten für gütegesicherten Biokompost im Obstbau

Voraussetzungen für einen Komposteinsatz im Obstbau

Tab. 6: Vor- und Nachteile eines Einsatzes von Biokomposten im Obstbau

Vorteile - erwünschte Kompostwirkungen	Nachteile - unerwünschte Kompostwirkungen
<p><b>allgemein</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung der Bodenstruktur</li> <li>- Zufuhr org. Substanz zum Humusaufbau</li> <li>- höhere Kationen-Austauschkapazität</li> <li>- Nährstoffvorrat z.B. bei Phosphor</li> <li>- bessere Wasser- u. Nährstoffaufnahme</li> <li>- Erhöhen des pH-Wertes im Boden, ersetzt aber nicht die Kalkung</li> </ul> <p><b>zusätzlich bei Pflanzlochgabe/Hügelbeet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verringerung der Bodenmüdigkeit</li> <li>- besseres Anwachsen der Pflanzen</li> </ul> <p><b>zusätzlich bei Mulchauflage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbizideffekt (Unkrautunterdrückung)</li> <li>- Evaporations-(Verdunstungs-)schutz</li> <li>- Erhalt der Bodenfeuchte</li> <li>- Erosionsschutz</li> <li>- bessere Durchwurzelung im Oberboden</li> <li>- Förderung der Verzweigung</li> <li>- phytosanitäre und antagonistische Wirkungen (Apfelschorf, Wurzelsterben der Himbeere).</li> </ul>	<p><b>allgemein</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährstoffgehalte oft zu hoch</li> <li>- Nährstoffzusammensetzung entspricht oft nicht dem Bedarf der Obstkulturen</li> <li>- Kationen-Antagonismus</li> <li>- Erhöhung der Kalium-Verfügbarkeit</li> <li>- Unbestimmte Nährstofffreisetzung</li> <li>- Schwermetalle u. (org.) Fremdstoffe</li> <li>- zu hohe Salzgehalte für Beerenobst</li> </ul> <p><b>zusätzlich bei Pflanzlochgabe/Hügelbeet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- schnelleres Austrocknen</li> </ul> <p><b>zusätzlich bei Mulchauflage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffwechselstörungen bei Äpfeln: Stippe, Schalen- und Fleischbräune</li> <li>- schwächere Deckfarbe bei Äpfeln</li> <li>- Förderung des Mäusefraßes</li> <li>- langsames Wiederbefeuchten nach längerer Trockenheit</li> <li>- frühzeitigere u. höhere Wassergaben speziell bei Überkronenberegnung</li> </ul>

Abwägungspunkte für Komposteinsatz im Obstbau

Bei Kern-, Stein- und Beerenobst nach BioAbfV maximal 30 t TM/ha in 3 Jahren

Für einen Einsatz in Obstkulturen müssen Biokomposte nicht nur nützlich, sondern auch risikolos sein (siehe Ausschlusskriterien). Nützlich für die Obstkulturen sind in erster Linie die wertgebenden Inhaltsstoffe der Komposte wie Nährstoffe, organische Substanz und basisch wirksame Bestandteile, während ihr Salzgehalt, Schwermetalle und organische u.a. Fremdstoffe schädlich sein können. Die Nährstoff- bzw. Salzgehalte im Kompost begrenzen dabei die maximale Aufwandmenge oder ermöglichen erst seinen Einsatz im Obstbau (Tab. 8).

Gütesichere Biokomposte bieten dem Anwender aufgrund der Deklaration der verwendeten Ausgangsstoffe, der relevanten Inhaltsstoffe und Einhaltung der Grenz- und Richtwerte für Schwermetalle und organischer u.a. Fremdstoffe eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz. Zur Berechnung der Kompostmenge werden Nährstoffbedarf der Obstkultur, Nährstoffgehalt des Bodens und des Kompostes berücksichtigt bis zur abfallrechtlichen Obergrenze von 30 t TM/ha in 3 Jahren. Für den Einsatz im Obstbau sind mittelkörnige Fertigkomposte mit mindestens Rottegrad IV geeignet (Tab.8).

Einsatz von Kompost als Pflanzlochgabe bei der Neuanlage von Obstkulturen

Bei Kern- und Steinobst ist eine einmalige Pflanzlochgabe bei der Neuanlage möglich wie sie früher manchmal mit holländischem

Tab. 7: Einsatzmöglichkeiten für durchschnittlichen, nährstoffreichen Biokompost im Obstbau (bis maximal 30 t TM Kompost/ha in 3 Jahren)

Obstart und Einsatzmöglichkeit	Aufwandmenge und Ausbringung	Ausbringungstechnik und -zeitpunkt
<b>Pflanzlochgabe (und Hügelbeet)</b>		
<b>Kern- und Steinobst</b>		
a) ins Pflanzloch	5-20 Liter/Pflanzloch mit Boden im Verhältnis 1:1 bis 1:4 gemischt	Miststreuer (Abb. 2) mit Seitenstreuerwerk Herbst oder Frühjahr
<b>Stammabdeckung als Frostschutz</b>		
b) um den Stamm bei Birne	8-15 Liter / Stamm	Herbst
<b>Mulchauflage im Baumstreifen</b>		
c) Baumstreifen - außer Apfel	1 - 3 cm Mulchschiicht	Herbst oder Frühjahr
d) Baumstreifen - bei Apfel: präventive Schorfbekämpfung	1 - 5 cm Mulchschiicht	. Herbst (zum Blattfall)
<b>Mulchauflage im Pflanzstreifen</b>		
<b>Strauchbeerenobst</b>		
- Pflanzstreifen (40-80 cm)	1 - 3 cm Mulchschiicht	Spezialstreuer mit Seitenstreuerwerk
speziell bei Himbeeren gegen Wurzelsterben	1 - 3 cm Mulchschiicht	einmal im Herbst oder gesplittet Frühjahr+Herbst

(Einige Miststreuer mit Seitenstreuerwerk können nicht weniger als eine ca. 5 cm Mulchschiicht ausbringen.)

## Komposteinsatz im Obstbau

10

Potgrond auf Torfbasis praktiziert wurde. Diese Anwendung erscheint besonders positiv bei Junganlagen mit *Rosaceen* im Nachbau zur Verbesserung des Anwachsens oder zur Verbesserung der Wasser- und Nährstoffaufnahme nicht nur auf leichten Böden. Eine solche Pflanzlochgabe in Höhe von 8-20 Litern Kompost (Tab. 2) kann den Nährstoffbedarf der Obstkulturen oft für viele Jahre (Tab. 1) decken, wobei der Kompost mit Boden im Verhältnis 1:1 bis 1:4 gemischt wird.

*Aspekte des Komposteinsatzes bei Obstneuanlagen*



Abb. 4: Kompostausbringung in einer Kernobstanlage (Foto: M.Balmer)

### Wiederholte Anwendung von Komposten in Obstbeständen als Mulchauflage

Bei Strauchbeerenobst ist trotz seines höheren Nährstoffbedarfs entweder nur wenig oder nur nährstoffarmer - weil salzreicher - Kompost einsetzbar, der die Richtwerte für Substrate oder Bodenhilfsstoffe (Tab. 9) erfüllt. Dies kann zur Pflanzung und dann frühestens nach 3 Jahren als 1-3 cm hohe Mulchauflage in den Pflanzstreifen erfolgen, wenn die Mulchauflage abgebaut ist und keine Gefahr für die Nachkultur besteht.

*Kriterien für Kompostmulch*

Bei Apfel kann Kompost als 1-5 cm hohe Mulchauflage im Herbst in der Baumreihe (Tab. 5) zur außerordentlichen präventiven Bekämpfung von Apfelschorf dienen.

Bei den anderen Kernobstarten und Steinobst übersteigt die Nährstofffracht durchschnittlicher Komposte oft den Nährstoffbedarf der Kultur, so dass keine oder nur nährstoffarme Komposte, die Richtwerte für Bodenhilfsstoffe erfüllen (Tab. 8 u. 9), auch als Mulchauflage, in Frage kommen.

*Risiken und Ausschlusskriterien für Komposteinsatz im Obstbau*

Risikoabgrenzung - Ausschlusskriterien für Komposteinsatz im Obstbau

**K e i n Ausbringen von Komposten,**

- 1) die nicht durch ein Gütesicherungssystem regelmäßig überwacht werden,
- 2) mit überhöhten Schwermetallgehalten über den Grenzwerten,
- 3) mit hohen Nährstoff- und bei Apfel besonders hohen Kalium- und Magnesiumgehalten,
- 4) als Mulch bei Tafeläpfeln während der Vollertragsphase aufgrund Stippe-, Fleischbräune- und Schalenbräunegefahr sowie bei zweifarbigen Apfelsorten wegen des Risikos zu geringer Fruchtausfärbung,
- 5) mit hohem Salzgehalt je nach Autor über 0,5 % KCl oder < 1-1,5 g KCl/L bei Beerenobst,
- 6) bei Blau- und Heidelbeeren trotz ihres hohen Humusbedarfs, da seine basisch wirkenden Bestandteile und pH-Wert von 6,5-8,5 ihrem pH-Optimum von 3,8-4,8 entgegenwirken,
- 7) auf der gesamten Anbaufläche bzw. zwischen den Reihen,
- 8) wenn dadurch der Nährstoffbedarf unter Einbeziehung der Bodenanalysen und der abfallrechtlichen Höchstgrenze von 30 t TM Kompost/ha in 3 Jahren überschritten wird.

Tab. 8: Möglichkeiten und Grenzen eines Komposteinsatzes im Obstbau (für Fertigungskomposte mit Rottegrad IV und V bis maximal 10 t TM/ha pro Jahr)

Siebfraktion	Nährstoff r e i c h	Nährstoff a r m und Salz a r m
0-10 mm (feinkörnig)	weniger geeignet	<b>Pflanzloch</b> (10-15 L): Kern-, Stein- und Strauchbeerenobst
0-25 mm (mittelkörnig)	<b>Pflanzloch</b> (5-10 L): Kern- und Steinobst  <b>Mulch</b> (1-5 cm): Strauchbeerenobst	<b>Pflanzloch:</b> (10-20 L): Kern-, Stein- und Strauchbeerenobst ( 8-15 L/Stamm): Kern- und Steinobst zur Stammabdeckung als Frostschutz <b>Mulch</b> (5-15 cm): Strauchbeerenobst Kern- u. Steinobst bei Nährstoffbedarf Kernobst zur Apfelschorfbekämpfung
0-40 mm (grob)	weniger geeignet	weniger geeignet

## Komposteinsatz im Obstbau

10

### Einsatz von speziellen Komposten im Obstbau

Tab. 9: Einsatz spezieller Komposte im Obstbau nach Nährstoffbilanz und Bodenanalysen

Kenngröße	Richtwerte *
Kompostart	Fertigkompost
Siebfraktion	0-20 / 25 mm ('mittelkörnig')
Grünschnittanteil	1/3 bis 2/3
Zertifizierung	gütesichert (RAL, QLA)
C/N-Verhältnis	> 20:1
Stickstoff	< 0,5-1 % N // <0,3 g N/Liter
Schadstoffe (Schwermetalle, organische Stoffe Fremdstoffe)	Grenzwerte RAL
Mineralstoffe (rein)	Richtwerte (%TM/g/L) *
Calcium (als CaO)	(über) > 2,5% <b>bei Apfel</b>
Kalium (als K <sub>2</sub> O)	< 0,5-0,7 % // <2 g/Liter
Magnesium (als MgO)	< 0,4-0,6 % // < 3g/Liter
Phosphat (als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	< 0,2-0,4 % // <1g/Liter
Salzgehalt (als KCl bzw. als mS)	< 0,5 % // <1-1,5 g/Liter <2 mS cm <sup>-1</sup> <b>bei Beerenobst</b>

Richt- und Grenzwerte ergänzt und verändert nach BGK (1998) und Balmer (1996)

Für eine Kompostierungsanlage mit kurzen Transportwegen zu einem Obstbaugelände kann der Obstbau eine kleine Marktnische darstellen, den man für gütesicherte Biokomposte der mittleren Siebfraktion (Körnung 0-20 oder 0-25) mm interessieren kann. Dieser Kompost wird dann für den Obstbau attraktiv, wenn er einen mittleren Anteil (1/3-2/3) Grünschnitt enthält und nährstoffarm ist (Tab. 8+9), da höhere Grünschnittanteile erst zu Stickstoff-Festlegung und dann zu einer unvorhersehbaren N-Freisetzung, z.B. im Herbst, führen können. Für die Verwendung im Apfelanbau für Tafelobst sind Komposte geeignet, die arm an Kalium und Magnesium sind. Umgekehrt können sie für Strauchbeerenobst reich an Kalium und Magnesium, müssen aber arm an Salz bzw. Chlorid und für Heidelbeeren sauer sein. Soll die phytopathologische Wirkung der Antagonisten, die bei der Hygienisierung des Kompostes verloren gehen können, genutzt werden, können weitere Substanzen wie Komplexbildner, Schnittgut und Laub aus einer Obstanlage oder direkt Antagonisten dem Kompost zugesetzt werden, um die gewünschten spezifischen Antagonisten einzuschleusen und ihre Wirkung zu erhöhen. Diese Komposte können dann als 'Reifekomposte' (Tab. 3) bezeichnet werden.

*Für Komposte Reifegrad IV und V gibt es Einsatzmöglichkeiten im Obstbau – wenn auch nicht in großen Mengen*

## Literatur

- ALT, D. und W. DIEREND, 1997: Richtlinien für die Düngung von Kern- und Steinobst. Erwerbsobstbau 39, 169-170.
- BAAB, G. et al., 1996: Schalenbräune bei Berlepsch - Versuchsvorhaben 1995. SLVA Ahrweiler (Hrsg), Eigenverlag, 51 Seiten.
- BALMER, M., 1996: Baumstreifenabdeckung: Nährstoffdynamik beim Einsatz kommunaler Komposte. Rhein. Monatsschrift 84, 687-698.
- BGK, 1998: Methodenhandbuch der Analyse von Kompost und Auflagen. BGK (Hrsg.), Verlag Abfall Now, Stuttgart.
- BLANKE, M.M., 1998: Jahreszeitliche Schwankungen der Bodenatmung einer Obstanlage. Angewandte Botanik 72, 153-158
- BLOCH, E., 1995: Versuche zur Bekämpfung des Wurzelsterbens der Himbeeren während der Anzucht durch Verbesserung des Vermehrungssubstrats. Diplomarbeit Ingenieurschule Wädenswil, Schweiz.
- DIETZ, H.J., 1998: Baumstreifenabdeckung - Praxisversuche in Obstanlagen. Rheinische Monatsschrift 82 (2), 78-80.
- DIETZ, H.J., 2001: Schäden an Obstbäumen durch Kompostausbringung. Obstbau 26, 502 - 503.
- EBERT, G., 1999: Wachstum und Stoffwechsel von Obstgehölzen bei Salzstress. Habilitationsschrift der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der HU Berlin.
- ENGEL, G., 1996: Ergebnisse langjähriger Versuchsarbeit in Klein-Altendorf für die Praxis. Rheinische Monatsschrift 80 (5), 320-323.
- ENGEL, A., KUNZ, A. und BLANKE, M.M., 2001: Versuchsergebnisse von Komposteinsatz bei Apfel der Sorten 'Elstar Elshof', 'Royal Gala' und 'Jonagold' in Klein-Altendorf. (Manuskript im Druck: Erwerbsobstbau)
- ERHART, E., HARTL, W und C. HUSPEKA, 1999: Effects of biowaste compost on vegetative growth, yield and fruit quality of James Grieve apples. Proceedings, ORBIT'99, Rhombos Verlag, Berlin
- FISCHER et al., 1993: Bodenverbesserung und Düngung mit Kompost. Deutscher Gartenbau 46, 2882-2887
- FRIEDRICH, G., 2000: Physiologische Grundlagen der Obstgehölze. 3. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

## Komposteinsatz im Obstbau

10

- GROß-SPANGENBERG, A., 1992: Untersuchungen zur Regulierung des Apfelschorfes (*Venturia inaequalis*) mit Kompost und Kompostextrakten. Dissertation Universität Bonn.
- GROß-SPANGENBERG, G und H.C. WELTZIEN, 1993: Kompost im Apfelanbau- ein neues Verfahren zur Regulierung des Apfelschorfes *Ventura inaequalis*. Ökologie und Landbau 21, 23-25.
- GUTSER, R. 1996: Klärschlamm und Biokompost als Sekundärrohstoffdünger. VDLUFA-Schriftenreihe 44, Kongressband, 29-43.
- GUTSER, R. und N. CLAASSEN, 1994: Langzeitversuche zum N-Umsatz von Wirtschaftsdüngern und kommunalen Komposten. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 73 47-50.
- HANNEN, M. und F. LENZ, 1986: Nitratgehalte in verschiedenen Bodentiefen eines obstbaulich genutzten Lößbodens. Erwerbsobstbau 28, 32-33.
- HILSENDEGEN, P. und H. KOHLER, 2000: Kompost im Obstbau- am Beispiel Zwetschen-. Versuchswesen und Beratung Obstbau, Eigenverlag, SLVA Oppenheim.
- KEHRES, B., 1991: Zur Qualität von Kompost aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen. Dissertation, Universität Gh Kassel.
- KENNEL, W., 1987: Kelchblätter erste Objekte für Apfelschorf. Erwerbsobstbau 29, 36-38.
- KIRSCH, A., FRANKEN, H. und M.M. BLANKE, 2000: Feldmethode zur Bestimmung der substratinduzierten Atmung. Z. Pfl.ernährung und Bodenkunde 103, 165-171.
- LI, C., 1994: Anwendung der Konstruktionsmethodik zur Entwicklung zielorientierter Mulchanbauverfahren. Dissertation Universität Bonn.
- MURL, 1997: Statusbericht der Siedlungsabfallwirtschaft Hrsg. MURL NRW, S. 61
- MURL, 1999: Bioabfallsammlung und Kompostverwertung in Nordrhein-Westfalen. Hrsg. MURL NRW, S. 189
- NEUWEILER, R., 2000: Weiterentwicklung der Dammkultur. Obstbau und Weinbau 136, 87-90
- NEUWEILER, R. und W. Heller, 1998: Anbautechnik und Sortenwahl bei Sommerhimbeeren. Obst- und Weinbau (Schweiz) 134, 97-99
- NIGGLI, U. und GA POTTER, 1986: Abdecken der Baumstreifen mit organischen Materialien. Besseres Obst 31, 108-110

QUAST, P, 1996: Die obstbauliche Düngung im Lichte der neuen Düngeverordnung. Mitt. OVA Jork 51, 299-306.

RONNENBERG, B., 1996: Kompost für den Beerenanbau. RHINO-Fachtagung „Das braune Gold“. -Kompost für die Landwirtschaft, Rhein. Institut für Ökologie (Rhino), Köln.

ZAKOSEK, H. und H. ZEPP, 1993: Nitratbewegung im Boden und Untergrund. In: Nitrat in Boden und Pflanze (H. Zakosek und F. Lenz, Hrsg) 1. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

### Danksagung

Wir bedanken uns bei Dr. Annegret Groß-Spangenberg, Erika Krüger, Martin Balmer, Dr. Lutz Damerow, PD Dr. Georg Ebert, Reto Neuweiler, Dr. Andreas Tränkner, Jürgen Zimmer für das Bereitstellen unveröffentlichter Versuchsergebnisse und Manuskripte, Diplom-, Doktor- und Habilitationsarbeiten und bei Prof. W. Ehlers, Prof. F. Lenz, Prof. H. Goldbach, Dr. I. Leifert, Dr. R. Pude und Dr. M. Wibbe für kritische Durchsicht und wertvolle Anregungen sowie Dr. H.J. Brinkjans für seine Mühe bei der Redaktion dieses Kompendiums und Geduld mit den Autoren.

zu den Autoren:

*Dr. Michael M. Blanke*

*AkadRat Dr. agr. Michael M. Blanke ist Dozent der Universität Bonn und leitet die Obstversuchsanlage Klein-Altendorf des Institut für Obstbau und Gemüsebau, auf der seit Jahren Versuche zum Komposteinsatz im Obstbau durchgeführt werden. Er ist Schriftführer des Buches „Nitrat in Boden und Pflanze“ und Mitautor des Buches „Physiologische Grundlagen des Obstbaus“, beide im Eugen Ulmer Verlag. In einem Forschungsschwerpunkt bewertet er Kulturverfahren im Gartenbau nach ihren CO<sub>2</sub>-Emissionen mittels Bodenatmung und entwickelte eine nicht-destruktive Meßmethode der Bodenatmung und der sog. „substrat-induzierten Bodenatmung („SIR“) im Freiland. Neben einer Gastprofessur der Universität Osnabrück 1993/94 hat er von der Universität Bristol in England seit 1991 eine „fellowship“ (Gastprofessur) in Pflanzenphysiologie und verfügt über ca. 120 internationale Veröffentlichungen. 1999 erfolgte die Aufnahme ins WHO'S WHO.*

Adresse:

*Obstversuchsanlage Klein-Altendorf, Universität Bonn, Meckenheimer Str. 42, 53359 Rheinbach*



## Komposteinsatz im Obstbau

10

*Andreas Kirsch*

*Dr. Andreas Kirsch leitete nach dem Abschluß des agrarwissenschaftlichen Studiums in Bonn eine moderne Kompostanlage im Rheinland. In den Jahren 1998 - 2001 promovierte er in der Professur für Bodenbearbeitung und Angewandte Bodenphysik des Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn über den Einsatz von kompostierten Gärresten in der Landwirtschaft. Im Rahmen seiner Promotion beschäftigte er sich mit der Bodenatmung als Maßstab zur Beurteilung eines Komposteinsatzes und war maßgeblich an der Entwicklung der neuen Meßmethode der „substrat-induzierten Bodenatmung“ im Freiland beteiligt. Seit seiner Promotion ist er Referent der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., BGK, in Köln. Schwerpunkt seiner derzeitigen Tätigkeit ist die Gütesicherung für Sekundärrohstoffdünger*

*Adresse:*

*Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn, Katzenburgweg 5,  
53115 Bonn  
z Zt.: Bundesgütegemeinschaft Kompost, BGK e.V., Schönhauser  
Str. 3, 50966 Köln*