

# Einsatz von Biokompost in der Landwirtschaft

K. BUCHGRABER

## 1. Einleitung

Durch die getrennte Sammlung von organischen Abfällen und deren Kompostierung fallen beträchtliche Mengen an Biokompost an. In Österreich fallen nach RANINGER (1998) rund 2,0 Millionen Tonnen kommunale, gewerbliche und industrielle Bioabfälle nach der Bioabfallverordnung (1992) an. Laut den Grundlagen zum Abfallwirtschaftsplan 1998 werden rund 60 % des gesamtösterreichweiten Sammelpotentials von 600.000 t jährlich Biotonnenmaterial erfaßt und davon rund 100.000 t gütegesicherter Kompost in den Kompostierungsanlagen verarbeitet. Biokompost mit gütegesicherter Qualität steht für die Landwirtschaft - auch für die biologische Wirtschaftsweise - zur Verfügung. Der Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (1999) hat mit der Anwendungsrichtlinie für Kompost aus biogenen Abfällen in der Landwirtschaft entscheidend für den sachgerechten Einsatz beigetragen. Der Kompostgüteverband Österreich (KGVÖ) verfügt über ein Qualitätssicherungssystem für Komposte, der Verband ist befähigt, das "österreichische Kompostgütesiegel" bei entsprechender Qualität zu vergeben.

Die Firma Saubermacher Dienstleistungs-AG und die Firma Url & Co veranlassten bereits im Jahre 1994 ein umfassendes Forschungsprojekt, um der Produktion von Qualitätsbiokompost, der Verwertung über die pflanzliche Produktion bis hin zum Lebensmittel einem wissenschaftlichen Controlling zu unter-

ziehen. Im Jahre 1998 hat das Land Steiermark, Abteilung I c, gemeinsam mit den beiden Firmen dieses Forschungsprojekt weitergeführt, da erkannt wurde, daß diese Ergebnisse wichtig für die Kammer für Land- und Forstwirtschaft, die Abfallwirtschaft, die Landwirtschaft und die Konsumentenschaft sind.

Die Forschungsarbeiten befassen sich mit fünfjährigen exakten Feldversuchen auf sechs steirischen Standorten. Auf vier Ackerstandorten (Feldbach, Fading bei Lannach, Dobl bei Lannach, St. Michael ob Leoben) wurde mit vielfältigen Fruchtfolgen, auf einem Ackerstandort (Bärnbach) mit Maismonokultur und auf einem Grünlandstandort (Wald am Schoberpaß) Biokompost im Vergleich mit Stallmistkompost und Kontrollvarianten (ungedüngt, PK, NPK, Granulierter Biokompost) geprüft. Dabei wurde der Einfluss des Biokompostes auf den Boden (Nährstoffversorgung, Schwermetallfrachten, Aggregatstabilität), die Kulturarten (Ertrag, Standfestigkeit, Gesundheit), die Futterqualität (Getreide, Körnermais, Silomais, Grünlandfutter, Zwischenfrüchte) und Lebensmittelqualität (Kernöl, Rapsöl, Backqualität bei Weizen, Mälzeigenschaften von Sommergerste) in einem fünfjährigen Fruchtfolgeprogramm untersucht.

Auf einem Demonstrationsfeld in Bärnbach werden seit dem Jahre 1996 Fruchtfolgeversuche in einer sechsschlägigen Fruchtfolge im Exaktversuch gefahren. Neben den landwirtschaftlichen Kulturen werden hier auch verschiedenste

Gemüsekulturen bei dieser Düngung geführt. Dieser Versuch in Bärnbach wird noch bis zum Jahre 2001 laufen, während die Exaktversuche in Feldbach, Lannach, St. Michael ob Leoben und Wald am Schoberpaß abgeschlossen sind.

Diese Versuche waren bisher schon sehr wichtig für die Erstellung der Anwendungsrichtlinien von Kompost sowie der Expertenmeinung in der Landwirtschaft (BUCHGRABER, 1998 und 1999). Mit dem Qualitätssicherungssystem bei der Kompostierung von biogenen Abfällen sowie den mit wissenschaftlich abgesicherten Ergebnissen sollte es künftig möglich sein, den Qualitätskompost in der Landwirtschaft im ökologischen und ökonomischen Sinne einzusetzen.

## 2. Versuchsdurchführung und Methodik

Ab dem Jahre 1994 wurden in der Steiermark sechs exakte Feldversuche mit den wichtigsten Kulturarten angelegt und über fünf Jahre bis 1998 durchgeführt. Als Kulturarten kamen in den fünf Jahren Körnermais, Silomais, Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Kürbis, Raps und Zwischenfrüchte in unterschiedlichen Fruchtfolgen bzw. Monokulturen zum Anbau. Auf einem Standort stand ein altes Dauergrünland im Exaktversuch (vergleiche *Tabelle 1*).

### 2.1 Versuchsanlagen

Die exakten Feldversuche wurden nach wissenschaftlich, statistisch auswertbaren Kriterien angelegt, jede Düngungsvariante kam auf jedem Standort mindestens in sechsfacher Wiederholung vor. Die Parzellengröße umfasste je nach Standort zwischen 18 und 35 m<sup>2</sup>. Alle Parameter wurden je Parzelle erfasst (Ertrag, Qualität, Gesundheit, Lagerung etc.) und statistisch ausgewertet.

Bei den sechs exakten Feldversuchen ging es darum, über eine Fruchtfolgeperiode von fünf Jahren den Einsatz des Biokompostes als Düngemittel im Vergleich zu Stallmistkompost, zu Mineral-

### Forschungsprojekt "Biokompost" Projektabschnitte

Laufzeit: 1994 bis 1998	Laufzeit: 1996 bis 2001
<b>Streuversuche</b>	<b>Demonstrationsfläche in Bärnbach</b>
Edelsbach bei Feldbach	6-jährige Fruchtfolgerotation
Dobl bei Lannach	Getreide
Fading bei Lannach	Raps
St. Michael ob Leoben	Kürbis
Bärnbach	Kartoffel
Wald am Schoberpaß	Getreide
Abschlußbericht	Gemüse

**Autor:** Univ.Do. Dr. Karl Buchgraber, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING

**Abbildung 1: Versuchsplan - Standort Feldbach**

Standort:	Edelsbach/Feldbach
Betrieb:	Josef Lafer
Anlagejahr:	1994 - Körnermais 1995 - Kürbis 1996 - Sommergerste 1997 - Kürbis 1998 - Körnermais
Sorte:	Körnermais - Barbara, LG2310 Kürbis - Gleisdorfer Sommergerste - Cheri Kürbis - Gleisdorfer Körnermais - Alligator, RZ: 340

40,00 m	5 d	5 e	5 f	5 g	5 h	5 i	5 j	5 k	5 l
	5 c	1 c	2 c	3 c	4 c	2 f	1 f	4 f	3 f
	5 b	1 b	2 b	3 b	4 b	2 e	1 e	4 e	3 e
	5 a	1 a	2 a	3 a	4 a	2 d	1 d	4 d	3 d
	25,00 m								

<b>Varianten:</b>	<b>Parzellengröße:</b>
① ungedüngt	2,80 x 10,0 m = 28,0 m <sup>2</sup>
② Biokompost	④ NPK
③ Stallmistkompost	⑤ Granulierter Biokompost

dünger (PK(N), zu einer ungedüngten Variante und zu einem granulierten Biokompost mit NPK-Zusatz zu prüfen. Die Kulturen wechselten jährlich - mit Ausnahme des Grünlandes und der Maismonokultur - die Standorte. Die Düngungsvarianten blieben allerdings immer auf den vorgesehenen Parzellen fixiert (vergleiche *Abbildung 1*).

### 2.1.1 Standort und Bodeneigenschaften

Die sechs Standorte Edelsbach bei Feldbach, Dobl und Fading bei Lannach, Bärnbach, St. Michael ob Leoben und Wald am Schoberpaß wurden auf bäuerlich bewirtschafteten Flächen ausgewählt und bei Versuchsbeginn auf den

Nährstoff- und Humusgehalt sowie auf die Schwermetallgehalte untersucht. Die Bodenanalysen zu Versuchsbeginn und nach Abschluß der fünfjährigen Versuchsdauer werden im Abschlußbericht (BUCHGRABER, 1999) umfassend dargestellt.

### 2.1.2 Düngung

Die Versuchsfelder wurden vor Versuchsbeginn von den Landwirten in einer landesüblichen Bewirtschaftung geführt. Es wurden Wirtschaftsdünger (Gülle bzw. Stallmist) und mineralischer Dünger eingesetzt und die Ernterückstände untergepflügt. Die Böden waren vor Versuchsbeginn in einem fruchtbaren Zustand und wiesen keinerlei Verdichtungen und Nährstoffmängel auf.

Der Biokompost wurde bei diesen Versuchen mit unterschiedlichen Kulturen zu vergleichenden Varianten geprüft.

Die Düngermenge bei den einzelnen Varianten wurde individuell auf die Kulturart und die Kulturart in der Fruchtfolge abgestimmt. Die Richtwerte der sachgerechten Düngung sowie die Bestimmungen in der Wasserrechtsgesetznovelle 1990 für die Düngermengen sowie den Ausbringungszeitpunkt wurden bis auf einzelne versuchsbedingte Ausnahmen eingehalten.

Je nach Kulturart wurden 7,5 bis 20 t Biokompost bzw. 10 bis 25 t Stallmistkompost je Hektar vor dem Anbau oberflächlich eingearbeitet. Der Biokompost hatte über die Versuchsjahre einen Trockenmassegehalt (TM-Gehalt) von durchschnittlich 68,3 %, während der Stallmistkompost einen TM-Gehalt von 46,0 % aufwies. Abgestimmt auf die Kulturart wurde also zwischen 5 und 14 t/ha Trockenmasse Kompost in Form von Biokompost oder Stallmistkompost verabreicht. Bei Körner- und Silomais

sowie Raps wurde im Frühjahr eine N-Startdüngung von 54 kg/ha Reinstickstoff für eine gute Jugendentwicklung zu den Komposten hinzugedüngt. Die übrigen Kulturen erhielten bis auf den Kürbis bei den Kompostvarianten ausschließlich Bio- bzw. Stallmistkompost.

Die mineralische NPK- bzw. PK-Düngung wurde bei den einzelnen Kulturen nach den Richtlinien der sachgerechten Düngung durchgeführt, wobei der Stickstoff bei Körner- und Silomais sowie Raps auf zwei Gaben (zum Anbau und bei einer Wuchshöhe von 30 cm) aufgeteilt wurde. Der granulierten Biokompost mit einem Nährstoffverhältnis von 10:9:10 wurde den N-Düngermengen aus der mineralischen Variante angepasst. Die ungedüngte Variante bekam über den Versuchszeitraum von fünf Jahren keine Nährstoffe als Dünger zugeführt. Hier wurde die Nachwirkung und das natürliche Ertragspotential der Standorte geprüft.

### Bio- und Stallmistkompost

Der Biokompost wurde von der Firma Saubermacher gestellt, wobei die Materialien zu 75 % aus dem Bioabfall von Haushalten, 20 % aus Garten- und Parkabfällen sowie weitere 5 % aus getrennt gesammelten pflanzlichen Abfällen stammten. Laut ÖNORM S 2200 befanden sich dieser Biokompost hinsichtlich Schwermetalle, Nitrat- und Ammoniumstickstoff in der Klasse I. Der Stallmistkompost wurde an der BAL Gumpenstein aus einem strohreichen Rindermist hergestellt. Die Nährstoffgehalte (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, CaO) lagen bei beiden Komposten im äußerst günstigen Bereich vor.

Vergleicht man die Durchschnittswerte der in den fünf Versuchsjahren eingesetzten Biokomposte mit den Stallmist-

**Tabelle 1: Fruchtfolgewechsel auf den sechs Feldversuchen in den Jahren 1994 bis 1998**

Standorte	Erntejahr 1994	Erntejahr 1995	Erntejahr 1996	Erntejahr 1997	Erntejahr 1998
Edelsbach bei Feldbach	Körnermais	Kürbis	Sommergerste Zwischenfrucht	Kürbis	Körnermais
Dobl bei Lannach	Sommergerste	Winterweizen	Körnermais	Sommergerste	Wintergerste
Fading b.Lannach	Kürbis	Körnermais	Winterweizen	Körnermais	Kürbis
Bärnbach	-	Silomais	Silomais	Silomais	Silomais
St. Michael ob Leoben	Silomais	Sommergerste Zwischenfrucht	Sommerraps	Winterweizen Zwischenfrucht	Silomais
Wald/Schoberpaß	Grünland	Grünland	Grünland	Grünland	Grünland

komposten, so zeigte der Biokompost um etwa 20 % höhere TM-Gehalte. Im Gesamtstickstoff lag der Biokompost bei 17,6 kg/t TM und der Stallmistkompost bei 20,4 kg/t TM, wobei der Stallmistkompost größere Gehaltsschwankungen in den einzelnen Jahren aufwies. In der Frischmasse, also im Zustand bei der Ausbringung, wiesen beide Komposte rund 9 bis 11 kg N/t auf. Gewöhnlicher frischer Stallmist weist einen N-Gehalt von rund 4,5 kg/t auf. Die Anteile der Nitrat- und Ammoniumfraktion waren bei beiden Komposten sehr gering, d.h. daß über 95 % des Gesamtstickstoffes in organisch gebundener Form vorlagen.

Im Phosphorgehalt wies der Biokompost 10,6 kg/t TM und der Stallmistkompost 13,7 kg/t TM auf, auf die Frischmasse umgerechnet ergibt dies einen  $P_2O_5$ -Gehalt von 7 bis 8 kg/t. Im Kaliumgehalt lag der Stallmistkompost sowohl in der Trocken- wie auch in der Frischmasse höher als der Biokompost, hingegen zeigte der Biokompost im frischen Zustand etwa doppelt so hohe Kaliumgehalte wie der Stallmistkompost. Bei einer Ausbringungsmenge von 20 t Biokompost je Hektar werden etwa 1000 kg/ha CaO ausgebracht, was bei bedürftigen "sauren" Böden eine gute Kalkversorgung darstellt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Jede Kulturart hat besondere Ansprüche an das Klima, die Bodenverhältnisse und natürlich an die Düngung. Inwiefern sich hier auf die einzelnen Kulturarten die Düngung mit Biokompost im Vergleich zu den Kontrollvarianten verhielt, wird nachfolgend herausgearbeitet.

#### Körnermais

Die Trockenkornerträge (12 %  $H_2O$ -Gehalt) bei Mais lagen im Durchschnitt von

vier Jahreserträgen bei der Düngung mit Biokompost und N-Startdüngung von 54 kg N/ha bei beachtlichen 11.410 kg/ha, die ungedüngte Variante fiel um 25 % signifikant davon ab (vergleiche *Tabelle 2*). Die Vergleichsvarianten lagen ertraglich in diesem Bereich, ohne sich statistisch von der Variante Biokompost zu unterscheiden. Die Energiegehalte in den Maiskörnern lagen zwischen 9,70 und 9,84 MJ NEL/kg TM. Eine leichte Tendenz bei der ungedüngten Variante zu geringeren Energiegehalten ist zu erkennen, während Biokompost und Stallmistkompost zu hohen Energiegehalten im Mais führten. Dies ist ein Hinweis auf die gute Nährstoffnachlieferung der Kompostvariante bis hin zur Abreife.

Im Qualitätsertrag (MJ NEL/kg TM Körner x Kornertrag in kg/ha) lagen die Varianten "Biokompost, Stallmistkompost und NPK" zwischen 112 und 116 GJ NEL/ha. Dieser gewaltige Energieertrag erklärt auch, warum die Kulturart "Körnermais" in diesen Regionen als Basis für die Veredlungswirtschaft, insbesondere in der Schweinehaltung, so eine wichtige Rolle spielt. Der Getreideertrag und hier die Qualitätserträge lagen im Vergleich zum Körnermais bei 37 GJ NEL/ha (Sommergerste), 50 GJ NEL/ha (Winterweizen) und 33 GJ NEL/ha (Wintergerste).

Der Ertragsparameter Kolbenanzahl je Pflanze lag bei allen Varianten bei etwa 1,0, im Kolbengewicht differenzierten die einzelnen Varianten bereits deutlich. Die ungedüngte Variante wies durchschnittliche Kolbengewichte von 197 g auf, Biokompost und Stallmistkompost sowie NPK zeigten hingegen Kolbengewichte von 240 bis 249 g. Für die Anlage der Kolben und Körner pro Kolben braucht die Pflanze bereits frühzeitig Nährstoffe, die sie bei den Kompostvarianten durch die N-Startdüngung erhält. In der Wuchshöhe unterscheiden sich die

gedüngten Varianten nur geringfügig, während die ungedüngte Variante doch deutlich kürzer blieb (vergleiche *Tabelle 2*).

Im Gesundheitszustand und in der Standfestigkeit zeigten sich zwischen den Varianten keine Unterschiede.

Körnermais wird in den Gunstlagen auf guten Böden kultiviert und bringt in Österreich beachtliche Kornerträge. Um die Kulturart "Mais" von der Jugendentwicklung, Kolben- und Kornanlage bis hin zur Korneinlagerung gut mit Nährstoffen zu versorgen, sollte bei der Düngung mit Bio- oder Stallmistkompost, natürlich auch mit Stallmist, eine kombinierte N-Startdüngung mit mineralischem Stickstoff erfolgen. Nachdem nach dem Wasserrechtsgesetz der Körnermais ohne Winterbegrünung nur mit 175 kg N/ha und Jahr versorgt werden darf, müssen die N-Mengen aus der organischen Düngung und der Startdüngung richtig eingesetzt werden. Die N-Startdüngung mit 54 kg/ha hat sich zum Anbau gut bewährt und sollte nicht höher angesetzt werden. Die N-Startdüngung sollte mit einem reinen N-Dünger erfolgen, da die übrigen Nährstoffe ausreichend über die Komposte in den Boden eingebracht werden. Beim Stickstoff verbleiben bei der Kulturart Mais für die organischen Dünger jährlich rund 120 kg/ha; Obergrenze 175 kg N/ha minus 54 kg/ha N-Startdüngung. Bei einem durchschnittlichen N-Gehalt von rund 10 kg im Frischkompost (zur Ausbringung) können rund 12 bis 15 t/ha Frischkompost zu Mais ausgebracht werden. Wird im Herbst nach der Körnermaisernte noch eine Winterbegrünung durchgeführt, so könnte der Körnermais mit ca. 15 bis 20 t/ha Frischkompost jährlich versorgt werden.

**Tabelle 2: Durchschnittliche Kornerträge, Energiegehalte und Qualitätserträge sowie Ertragsparameter bei Körnermais aus vier Jahreserträgen (Edelsbach 1994 und 1998, Fading 1995 und 1996)**

	Kornerträge		MJ NEL/	Qualitätserträge		Kolbenanzahl	Kolbenge-	Wuchs-
	dt/ha	REL%	kg Körner	in GJ NEL/ha	REL%	je Pflanze	wicht in g	höhe
ungedüngt	85,0	71	9,70	82,5	71	1,0	197	273
Biokompost + 54 kg N/ha	114,1	96	9,83	112,2	96	1,0	240	298
Stallmistkompost + 54 kg N/ha	117,0	98	9,84	115,1	99	1,0	242	305
NPK	119,3	100	9,75	116,3	100	1,0	249	307
Granulierter Biokompost <sup>1)</sup>	(109,8)	94	9,78	(107,4)	94	1,0	(262)	307

<sup>1)</sup> Zwei Jahreserträge und bei REL% direkter Vergleich mit der Variante NPK

## Silomais

Die Varianten Biokompost und Stallmistkompost kombiniert mit einer N-Startdüngung von 54 kg/ha brachten durchschnittliche TM-Erträge von 177,0 bzw. 174,6 dt TM/ha. Diese Spitzenerträge lagen um rund 20 % signifikant über der ungedüngten Variante (vergleiche *Tabelle 3*). Der Energiegehalt der Ganzpflanzen bei Silomais bewegte sich zwischen 6,4 und 6,8 MJ NEL/kg TM. Die Energiekonzentration bei Silomais in der Ganzpflanze liegt somit um etwa 3 MJ NEL/kg oder um rund 30 % niedriger als bei Körnermais. Die Qualitätserträge bei Silomais liegen mit 112 bis 117 GJ NEL/ha im gleichen Bereich wie Körnermais. Auch bei den Qualitätserträgen lag die Variante Biokompost mit 116,6 GJ NEL/ha oder mit 104 % relativ vor den anderen Varianten, gegenüber der ungedüngten Variante lag sie mit über 20 % signifikant voran (vergleiche *Tabelle 3*).

Bei den Ertragsparametern zeigte sich wie beim Körnermais, daß durch das Kolbengewicht und durch die Wuchshöhe diese unterschiedlichen Erträge und teilweise unterschiedlichen Energiegehalte entstehen. Die Kolbengewichte waren bei den gedüngten Varianten mit 220 bis 224 g relativ konstant, bei der ungedüngten Variante fielen diese Gewichte durchschnittlich um rund 10 % ab. Ein geringfügig hoher Kolbenanteil

an der Gesamtpflanze und diese höheren Kolbengewichte bewirkten bei der Variante Biokompost eine Ertragsverbesserung über den Kolbenanteil von rund 16 % gegenüber ungedüngt.

Im Gesundheitszustand und in der Standfestigkeit zeigten sich zwischen den Varianten keine Unterschiede.

Der Silomais konnte ebenso wie der Körnermais die Düngung mit Biokompost kombiniert mit 54 kg N/ha bestens in der Ertragsbildung und in den Qualitätskriterien umsetzen. In den Düngermengen gelten die Aussagen, wie sie bei Körnermais getätigt wurden. 12 bis 15 t/ha Biokompost können jährlich zu Silomais zum Anbau verabreicht werden. Die 54 kg/ha Reinstickstoff über NAC 27 sollen zum Anbau für die Jugendentwicklung und für die Kolben- und Körneranlage hinzukommen. Bei praktizierten Untersaaten zu Silomais, die im Herbst für eine Winterbegrünung stehen bleiben, kann die Menge an Biokompost auf 15 bis 20 t/ha erhöht werden, ohne dabei mit dem Wasserrecht in Konflikt zu kommen.

In der ersten Wachstumsphase kann vor allem auf schwereren und kühleren Böden mit der N-Startdüngung das Risiko einer Unterversorgung der jungen Pflanzen mit Stickstoff verrin-

gert werden. In der Kolben- und Kornanlage wirkt dieser Effekt noch nach. Ab Juli bis hinein in den September/Oktobre kommt der N<sub>org</sub> aus den Komposten zur Wirkung. Die Maispflanzen zeigten bei Kompostdüngung bis zur Abreife eine gute Vitalität an.

## Sommer- und Wintergerste

Bei den Getreidearten Sommer- und Wintergerste im Rahmen der Fruchtfolgen zeigte eine Düngung mit 10 t/ha Biokompost einen durchschnittlichen Kornertrag von 43,9 bzw. 40,5 dt/ha; relativ lagen die Erträge gleich mit NPK (vergleiche *Tabelle 4* und *5*). Auf Grund des langsamfließenden N<sub>org</sub> aus dem Biokompost kam es bei diesen empfindlichen Kulturarten auch zu geringerer Lagerung, während bei den Varianten NPK und Granulierter Biokompost doch verstärkte Lagerung auftrat und so auch zu Ertragsseinbußen führte.

Im Strohertrag kann man die Wirksamkeit der N-Düngung in den Entwicklungsstadien gut ablesen. Während NPK und Granulierter Biokompost mit N-Zusatz ein rasches Wachstum im Schossen und Ährenschieben bewirkten, ging die Wachstumskurve bei den Komposten und besonders bei ungedüngt nicht so sehr ins Stroh; das Korn:Strohverhältnis ist dabei bei ungedüngt und den Kompostvarianten etwas weiter und bei den

**Tabelle 3: Durchschnittliche TM-Erträge, Energiegehalte und Qualitätserträge bei der Ganzpflanze Silomais aus sechs Jahreserträgen (Bärnbach 1995 bis 1998, St. Michael 1994 und 1998)**

	TM-Erträge		MJ NEL/kg TM	Qualitätserträge	
	dt/ha	REL%		in GJ NEL/ha	REL%
ungedüngt	140,6	85	6,44	90,5	81
Biokompost + 54 kg N/ha	177,0	108	6,59	116,6	104
Stallmistkompost + 54 kg N/ha	174,6	106	6,47	113,0	101
NPK	164,6	100	6,78	111,6	100
Granulierter Biokompost <sup>1)</sup>	(173,6)	104	6,48	112,5	101

<sup>1)</sup> Fünf Jahreserträge und bei REL% direkter Vergleich mit der NPK-Variante

**Tabelle 4: Durchschnittlicher Kornertrag und Strohertrag sowie Qualitätsparameter bei Sommergerste im Durchschnitt von vier Jahreserträgen (Dobl bei Lannach 1994 und 1997, St. Michael ob Leoben 1995, Edelsbach 1996)**

	Kornerträge		Stroherträge		Qualitätsmerkmale				
	dt/ha	REL%	dt TM/ha	REL%	TKGW	HLGW	Sortierung		
							>3,0	2,8	<2,2
ungedüngt	39,7	91	22,3	76	46,0	69,9	47,6	24,1	28,3
Biokompost	43,9	100	24,6	83	45,7	67,2	44,9	23,5	31,6
Stallmistkompost	42,0	96	26,7	91	46,8	69,1	52,8	28,4	18,8
NPK	43,7	100	29,5	100	45,1	68,1	45,2	34,1	20,7
Granulierter Biokompost <sup>1)</sup>	(45,9)	99	27,4	106	46,3	66,8	41,2	27,1	31,7

<sup>1)</sup> Durchschnitt aus zwei Jahresernten und direkter Vergleich bei REL% gegenüber NPK

**Tabelle 5: Korn- und Strohertrag bei Wintergerste aus dem Erntejahr 1998 am Standort Dobl bei Lannach**

	Kornertrag		Strohertrag	
	dt/ha	REL%dt	TM/ha	REL%
ungedüngt	35,1	86	16,4	94
Biokompost	40,5	100	16,8	96
Stallmist-				
kompost	36,3	89	18,5	106
NPK	40,6	100	17,5	100
Granulierter				
Biokompost	40,4	100	21,8	125

Düngern mit rascher wirksamen N-Quellen deutlich enger.

In den Qualitätsmerkmalen zeigten sich bei der Sommergerste nur geringfügige Unterschiede im Tausendkorngewicht (TKGW) und im Hektolitergewicht (HLGW). In der Kornsortierung traten zwar Unterschiede zwischen den Varianten auf, doch wurden diese weniger von der Düngung beeinflusst (vergleiche *Tabelle 4*).

Im Gesundheitsbild (Blatt- und Ährenkrankheit) gab es zwischen den Varianten keine Unterschiede.

Die Getreidearten, wie Sommer- und Wintergerste, Winterroggen und Dinkelweizen sowie Hafer können mit einer extensiveren Düngung mittlere Kornerträge erbringen. Diese Getreidearten kommen mit einer jährlichen Düngung von 10 bis 15 t/ha Biokompost zum Anbau durch. Je nach Standort und Getreideart aber auch Jahreswitterung könnte beim Wunsch nach höheren Erträgen eine mineralische N-Düngung von 27 kg/ha erfolgen, um die Korneinlagerung zu optimieren.

### Winterweizen

Der Winterweizen brachte auf den sehr guten Ackerstandorten mit einer Düngung von 10 bis 15 t/ha Biokompost

durchschnittliche Kornerträge von 52,4 dt/ha, um etwa 12 % weniger als die mit NPK versorgten Bestände. Der Grund lag in der geringeren Bestockung des Winterweizens bei der Düngung mit Biokompost, ähnlich verhielt es sich bei der Düngung mit Stallmistkompost (vergleiche *Tabelle 6*). Die Kornerträge sanken bei der Null-Düngung um knapp 30 % gegenüber NPK ab. Noch eklatanter zeigten die Stroherträge auf, daß die Bestockung und das anschließende Wachstum ins Stroh bei den Komposten gegenüber NPK um über 25 % zurückblieb; bei der ungedüngten Variante wurden 45 % weniger Stroh gewogen (vergleiche *Tabelle 6*).

Im Tausendkorngewicht (TKGW) und Hektolitergewicht (HLGW) konnten nur wenige Unterschiede zwischen den Varianten beobachtet werden. In der Kornsortierung oder Siebung traten insofern Unterschiede auf, als die geringer bestockten Bestände einen größeren Anteil an größeren Körnern aufwiesen (vergleiche *Tabelle 6*).

Im Gesundheitszustand und in der Standfestigkeit gab es zwischen den Varianten keine Unterschiede.

Winter- und Sommerweizen wie auch Triticale brauchen, um gute bis sehr gute Erträge zu erbringen, eine gute Bestockung. Diese kann nur erreicht werden, indem vor der Bestockung, in der Regel zum Anbau, eine N-Gabe von rund 30 kg/ha in Form von Gülle, Jauche oder mineralischem Dünger verabreicht wird. Strebt man auf guten Standorten Höchsterträge an, so sollte neben der N-Bestockungsdüngung auch eine N-Düngung zum Ährenschieben erfolgen.

Düngung von Intensivgetreide:

*Zum Anbau:*

10 bis 15 t/ha Biokompost  
10 m<sup>3</sup> Gülle bzw. Jauche

*Zum Ährenschieben:*

27 kg/ha Reinstickstoff  
(100 kg NAC 27)

Bei dieser Düngung sollte nach der Ernte eine Winterbegrünung angelegt werden, um den freiwerdenden Stickstoff sinnvoll zu nutzen.

### Raps

Der Raps braucht in der Jugend aber auch danach bis hin zur Korneinlagerung vor allem viel Stickstoff. Obwohl der Rapsversuch in St. Michael im Jahre 1996 durch Hagelschlag in der Korneinlagerungsphase beeinträchtigt war, konnten noch über 30 dt/ha Körner geerntet werden. Die Kompostvarianten bleiben um nahezu 10 % und die ungedüngte Variante um 20 % unterhalb der Variante NPK (vergleiche *Tabelle 7*).

Obwohl die Rapskornerträge bei der Düngung mit Biokompost und zusätzlicher N-Düngung von 54 kg/ha um etwa 7 % gegenüber NPK zurückblieben, übertrifft Biokompost im Rapsölertrag die Variante NPK um 5 %.

Der Biokompost aber auch Stallmistkompost führte bei einer Düngung von 15 t/ha in Verbindung mit der N-Startdüngung zu einer Verbesserung in der Ölausbeute. Der Ausschlag betrug bei den Varianten Bio- und Stallmistkompost 29 bis 30 %, während er bei den mineralisch gedüngten Varianten zwischen 26 und 27 % lag (vergleiche *Tabelle 7*).

Um den Raps mit einer Biokompostdüngung unter den gesetzlichen Rahmenbedingungen (WRG) ausreichend mit Nährstoffen abzudecken, sollte folgende Düngungsstrategie gefahren werden:

**Tabelle 6: Durchschnittlicher Kornertrag und Strohertrag sowie Qualitätsparameter bei Winterweizen im Durchschnitt von drei Jahreserträgen (Dobl bei Lannach 1995, Fading bei Lannach 1996, St. Michael ob Leoben 1997)**

	Kornerträge		Stroherträge		Qualitätsmerkmale				
	dt/ha	REL%	dt	TM/ha	TKGW	HLGW	Sortierung		
							>3,0	2,8	<2,2
ungedüngt	42,1	71	25,8	55	51,6	79,4	51,3	28,8	19,9
Biokompost	52,4	88	33,0	70	51,3	79,4	48,1	30,4	21,5
Stallmistkompost	53,7	90	35,1	75	51,8	79,8	47,2	27,4	25,4
NPK	59,4	100	47,0	100	50,8	79,7	41,0	29,9	29,1
Granulierter Biokompost <sup>1)</sup>	(53,1)	91	(33,7)	76	53,8	78,9	52,9	24,2	22,9

<sup>1)</sup> Durchschnitt aus zwei Jahresernten und bei REL% direkter Vergleich zu NPK

Tabelle 7: Korn- und Ölerträge bei Raps am Standort St. Michael ob Leoben im Jahre 1996

	Kornertrag		Rapsölertrag		Ausschlag in % (Kornertrag : Rapsölertrag)
	dt/ha	REL%	l/ha	REL%	
ungedüngt	24,7	80	681	83	27,6
Biokompost + 54 kg N/ha	28,6	93	854	105	29,9
Stallmistkompost + 54 kg N/ha	28,1	91	816	100	29,0
NPK	30,9	100	816	100	26,4
Granulierter Biokompost	29,9	97	798	98	26,7

Tabelle 8: Kern- und Kernölertrag pro ha und Kernölgehalt der unterschiedlichen Düngungsvarianten des Versuches Lafer/Feldbach 1995

Variante	Anzahl der Kürbisse/ha	Kürbis-gewicht in kg/ha	Ø Kürbis-gewicht in kg	Kernertrag in kg/ha bei 8 % H <sub>2</sub> O-Gehalt	Kernöl in l/ha	Ø Kernge-wicht je Kürbis in g	Ø Kernöl-ertrag je Kürbis in ml	Bedarf an Kürbissen f. 1 l Kernöl	Kernbedarf in kg für 1 l Kernöl	Ölausbeute aus den getrockneten Kernen in %
ungedüngt	12857	41714	3,24	800	283	62	22	43	2,83	35,4
Biokompost	15000	53507	3,57	1021	482	68	32	31	2,12	47,2
Stallmistkompost	16429	62721	3,82	1150	464	70	28	35	2,48	40,4
NPK	15000	58346	3,89	1100	423	73	28	36	2,60	38,5

**Zum Anbau:**

10 bis 15 t/ha Biokompost  
30 kg/ha N in Form von Gülle,  
Jauche oder mineralischem N

**Beim Hülsenansatz:**

30 kg/ha mineralischen N

Bei dieser Düngung müßte die Ertragsbildung und die Ölausbeute gut sein.

te- sowie Trocknungstechnik hat in den letzten Jahren die Anbaufläche noch erhöht.

Die vier Exaktversuche mit dem Ölkürbis in der Steiermark ergaben in drei Versuchsjahren gute Erträge, im Jahr 1997 schlug das Zucchini-Virus voll zu und die Kern- und Ölerträge erreichten keine 50 % von Normaljahren.

In Tabelle 8 wird ein Durchschnittsjahr für den Kürbisanbau dargestellt. Nach den genauen Analysen liegen am Kürbisfeld rund 15.000 Kürbisse je ha, ein Kürbis wiegt durchschnittlich 3,5 bis 3,9 kg. Daraus werden rund 1000 bis 1200 kg trockene Kerne gewonnen, die etwa

420 bis 480 l Kernöl geben. Die Ölausbeute beträgt etwa 38 bis 47 % und es werden etwa 2,1 bis 2,6 kg Kerne für 1 l Öl benötigt, d.h. man braucht 30 bis 35 Kürbisse für 1 l Öl (vergleiche Tabelle 8).

Die durchschnittlichen Kern- und Ölerträge aus den vier Versuchsjahren sind in Tabelle 9 dokumentiert. Die Variante 10 t/ha Biokompost kombiniert mit 200 kg/ha Vollkorn gelb brachte durchschnittlich 809 kg/ha Kerne, etwa gleich wie NPK. Die ungedüngte Variante fiel um nahezu 25 % davon ab. Im Kernölertrag übertraf die Variante Biokompost mit durchschnittlich 334 l/ha die Variante NPK um 12 %, die Variante Stall-

Tabelle 9: Durchschnittlicher Kürbiskern- und Kernölertrag bei unterschiedlicher Düngung (Edelsbach 1995 und 1997 sowie Fading 1994 und 1998)

	Kernertrag		Kernölertrag		Ausschlag in % (Kernertrag : Kernölertrag)
	kg/ha	REL%	l/ha	REL%	
ungedüngt	619	76	222	74	36
Biokompost + 200 kg Vollkorn gelb	809	100	334	112	41
Stallmistkompost + 200 kg Vollkorn gelb	790	97	283	95	36
NPK	812	100	299	100	37
Granulierter Biokompost <sup>1)</sup>	(551)	93	(189)	106	34

<sup>1)</sup> Ergebnisse aus zwei Jahresernten und direkter REL%-Vergleich mit NPK

Tabelle 10: Ausschlag in % bei Kürbiskernöl in vier Jahresernten (Edelsbach 1995 und 1997 sowie Fading 1994 und 1998)

	Ausschlag in %				Durchschnitt ohne 1997	Ausschlag kg Kerne für 1 l Kernöl ohne 1997
	1994	1995	1997 <sup>1)</sup>	1998		
ungedüngt	42	35	27	33	37	2,7
Biokompost	45	47	29	38	43	2,3
Stallmistkompost	38	40	28	31	36	2,7
NPK	43	38	27	31	37	2,7
Granulierter Biokompost	-	-	28	37	(37)	2,7

<sup>1)</sup> Das Zucchini-Virus verursachte eine geringe Ernte und schlechte Ausbeute; man benötigte für 1 l Kernöl rund 3,7 kg Kerne

mistkompost + 200 kg/ha Vollkorn gelb sogar um 17 % und die ungedüngte Variante um 38 % (vergleiche *Tabelle 9*).

Die Ölausbeute bei Kernen, die mit Biokompost gedüngt wurden, ist in allen Jahren deutlich besser als in den Vergleichsvarianten (vergleiche *Tabelle 10*). Ohne dem Krankheitsjahr 1997 konnte aus den Kernen der Variante Biokompost eine Ölausbeute (Ausschlag) von durchschnittlich 43 % erreicht werden, damit liegt diese Variante um 6 bis 7 % günstiger als die Vergleichsvariante.

Infolge der permanenten Nachlieferung an Nährstoffen und einer besonderen Verträglichkeit mit dem Biokompost können sich die Kürbisse und speziell die Kerne gut ausbilden. Die Ölausbeute liegt bei der Biokompostdüngung um durchschnittlich 6 % besser als bei anderen Düngungsmaßnahmen.

Düngung:

zum Anbau:

10 bis 15 t/ha Biokompost  
und 30 kg N/ha in Form von  
Gülle oder Jauche

### Zwischenfrüchte

Die Zwischenfrüchte, wie Ölrettich und Klee gras, wurden nach der Sommergerste ohne Düngung ausgesät und im Herbst geerntet.

Die Zwischenfrucht **Ölrettich nach der Sommergerste** erhielt in Edelsbach ausreichend Niederschläge und verwertete den mineralisierten Stickstoff gut, sofern einer anfiel. Die höchsten Erträge traten bei der NPK-Variante auf, wobei der TM-Ertrag bei 886 kg/ha im geringen bis mittleren Niveau lag. Die Kompostvarianten zeigten im Vergleich dazu TM-Erträge von 44 bis 76 %, während die ungedüngte Variante auf 20 % abfiel

(vergleiche *Tabelle 11*). Das Nachlieferungsvermögen aus der Variante NPK hinsichtlich Reinstickstoff betrug etwa 15 bis 20 kg/ha, während es bei Biokompost, Stallmistkompost und Granuliertem Biokompost etwa bei 5 bis 10 kg/ha lag. Zieht man die Bodennachlieferung in diesem Vegetationszeitraum ab, so zeigt sich, daß aus diesen Kompostformen im Herbst nur wenig Stickstoff mineralisiert wurde.

Die ungedüngte Variante lieferte beim **Klee gras nach Sommergerste** im Herbst 1995 noch etwa 1000 kg TM/ha. Die Variante NPK hingegen brachte es auf 1400 kg TM/ha, während die Kompostvarianten um 20 bis 25 % davon abfielen. Der Stickstoffentzug lag bei der ungedüngten Variante bei rund 24 kg/ha, bei den Kompostvarianten zwischen 25 und 27 kg/ha und bei NPK zeigte sich ein N-Entzug über das Klee gras von rund 34 kg/ha.

Diese N-Zahlen zeigen, daß nach der Sommergerste bei der Variante NPK noch um rund 10 kg N/ha mehr aus dem Boden für die Zwischenfrucht freigesetzt wurden als bei der ungedüngten Variante. Bei den Kompostvarianten wurden höchstens 1 bis 3 kg N/ha mehr mineralisiert als bei der ungedüngten Variante.

Die TM-Erträge bei Klee gras nach Winterweizen lagen im Bereich zur Zwischenfrucht nach Sommergerste im Jahre 1995. Die ungedüngte Variante zeigte TM-Erträge von 1070 kg/ha und entzog dabei dem Boden Stickstoff im Ausmaß von rund 26 kg/ha. Im Klee gras der Varianten NPK und Stallmistkompost waren in Form von Rohprotein ähnliche N-Mengen gebunden. In den Varianten Biokompost und Granulierter Biokompost wurden hingegen 31 bzw. 29 kg N/ha entzogen; die zusätzliche Mineralisation betrug in diesen Varianten 3 bis 5 kg N/ha.

Bei einer ausgewogenen Düngung mit Biokompost und Stallmistkompost ist im Herbst nach der Hauptfrucht mit zusätzlichen N-Mengen aus der Mineralisierung von 1 bis 10 kg/ha zu rechnen. Je nach Standort und Witterung kommen da noch für diese Vegetationsperiode etwa 20 bis 25 kg N/ha hinzu. Wird nach der Ernte von Sommergerste, Winterweizen etc. keine Zwischenfrucht oder Winterbegrünung angesät, so könnten bei dieser organischen Düngung etwa 30 bis 35 kg N/ha in die Bodenlösung treten. Bei der rein mineralischen Düngung hängt es davon ab, ob die gedüngten N-Mengen von der Hauptfrucht verbraucht wurden. Falls die Düngung dem Standort und der Kultur angepaßt ist, sollte es keine zusätzlichen N-Mengen zur standörtlichen Mineralisation geben.

### Grünland

Im durchschnittlichen Jahresbruttoertrag konnten auf dieser Dreischnittfläche in der Variante PK 54,9 dt TM/ha erzielt werden, bei Biokompost wurden mit 55,7 dt TM/ha ähnliche Erträge erzielt. Der Stallmistkompost, der im Verrottungsgrad nicht immer die Vollreife erzielte, waren offenbar etwas raschere Umsetzungsvorgänge im Nährstoffbereich möglich, sodaß die TM-Erträge auf 61,7 dt/ha ansteigen (vergleiche *Tabelle 12*). Die ungedüngte Variante fiel gegenüber der Biokompostdüngung um etwa 25 % ab.

Der durchschnittliche Energiegehalt in MJ NEL/kg TM lag bei den Kompostvarianten bei 5,5 und fiel im Grünfütter bei PK und Granuliertem Biokompost auf 5,3 bzw. 5,2 ab. Im direkten Vergleich der Qualitätserträge von Körner- und Silomais (rund 115 GJ/ha), von Winterweizen (rund 50 GJ/ha) und Winter- und Sommergerste (rund 40 GJ/ha) mit dem

**Tabelle 11: Zwischenfrüchte (Ölrettich und Klee gras) als Nachfrucht zur Hauptfrucht Sommergerste sowie Sommergerste und Winterweizen (Edelsbach 1996, St. Michael 1995 und 1997)**

	Ölrettich (1996) nach Sommergerste		Klee gras (1995) nach Sommergerste		Klee gras (1997) nach Winterweizen	
	dt TM/ha	REL%	dt TM/ha	REL%	dt TM/ha	REL%
ungedüngt	1,7	20	10,1	72	10,7	104
Biokompost	3,9	44	10,6	76	13,0	127
Stallmistkompost	5,4	61	11,2	80	10,9	107
NPK	8,9	100	14,0	100	10,3	100
Granulierter Biokompost	6,8	76	-	-	12,1	118

**Tabelle 12: TM-Bruttoerträge im Dauergrünland sowie Energiegehalt und Qualitätserträge am Standort Wald am Schoberpaß in den Jahren 1994 bis 1998**

	TM-Jahres-Erträge dt/ha REL%		Verdaulichkeit der organ. Masse % (VOM%)			MJ NEL/kg TM Ø aus fünfzehn Aufwüchsen	Qualitätserträge	
			1. Aufw.	2. Aufw.	3. Aufw.		GJ NEL/ha	REL%
ungedüngt	40,2	73	70,0	70,6	72,6	5,5	22,2	77
Biokompost	55,7	101	70,0	71,1	73,5	5,5	30,4	105
Stallmistkompost	61,7	112	68,0	71,9	73,0	5,5	33,6	116
PK	54,9	100	69,2	71,4	71,4	5,3	29,0	100
Granulierter Biokompost <sup>1)</sup>	(72,0)	118	72,2	68,6	70,2	5,2	37,7	117

<sup>1)</sup> Drei Jahresernten im REL%-Vergleich mit PK

her extensiven Grünland (rund 30 bis 35 GJ/ha) zeigt sich auch, welches unterschiedliche Potential in den Standorten, Kulturen aber auch in der Düngung vorhanden ist.

Die Verdaulichkeit des Grünfutters ist ein wesentliches Kriterium für die Futterqualität. Die Verdaulichkeit der organischen Masse (VOM%) lag bei diesem Grünlandfutter in einem sehr guten Bereich und es gab kleinere Unterschiede zwischen den Aufwüchsen und den Düngungsvarianten. Die Verdaulichkeit lag beim ersten Aufwuchs bei etwa 70 % (Biokompost) und stieg beim zweiten Aufwuchs auf 71,1 und beim dritten Aufwuchs sogar auf 73,5 % an. Die Ursachen für diesen leichten Anstieg sind die geringer werdenden Rohfasergehalte im zweiten und dritten Aufwuchs sowie die höhere Niederschlagsbereitschaft im ersten Aufwuchs, der nicht selten zu einer erdigen Verschmutzung des Futters - höhere Rohaschegehalte - führt (vergleiche *Tabelle 12*).

Im Pflanzenbestand wies die dreischnittige Dauerwiese eine hohe Artenvielfalt auf. Die Zusammensetzung von Gräsern, Kräutern und Kleearten war ausgewogen und es zeigten sich durch den Einfluß der unterschiedlichen Düngung Veränderungen im Pflanzenbestand. So nahm der Goldhafer bei der Variante ungedüngt und Biokompost von rund 40 Fl% auf etwa 16 bis 17 Fl% ab. Dieses in dieser Höhenlage dominierende Gras braucht etwas Stickstoff, den es in diesen Varianten nicht ausreichend bekam. Knäuelgras, Wiesenschwingel, Wiesenfuchsschwanz und Timothee bereicherten den Bestand im Obergrasbereich. Bei den Untergräsern nahm die Gemeine Rispe bei den gedüngten Varianten deutlich zu, dies weist auf eine beginnende Lückigkeit im Bestand hin. Die Kleear-

ten und Leguminosen waren zwar vorhanden, doch erreichten sie etwa 10 Fl%. Bei den Kräutern dominierten Wiesenkerbel, die Gemeine Kuhlblume, der Kriechende und Scharfe Hahnenfuß und der Spitzwegerich. In der Variante Biokompost haben vor allem der Wiesenkerbel, die Gemeine Kuhlblume und der Bärenklau abgenommen und Kriechender Hahnenfuß und Spitzwegerich zugenommen. Der Pflanzenbestand bei Biokompost hat sich positiv entwickelt und die Vitalität der Pflanzen war gut.

### 3.1 Einfluß der Biokompostdüngung auf den Boden

Die Sorge der Landwirtschaft beim Einsatz von Biokompost, Klärschlammkompost, Klärschlamm etc. im Hinblick auf die mögliche Veränderung der Bodenfruchtbarkeit sowie auf die Schwermetallbelastung ist groß. AMLINGER (1998), ZETHNER (1998) und ROGALSKI (1998) sowie BERNER et al. (1991) weisen auf die Verbesserung in der Kompostqualität in den letzten Jahren hin.

Der landwirtschaftliche Boden als Grundlage für jede nachhaltige Erzeugung von Lebensmitteln darf weder kurzfristig noch über Fruchtfolgeperioden hinaus negativ durch den Einsatz von Biokompost beeinflusst werden.

Um diese wichtigen Fragenkomplexe zu überprüfen, wurden vollständige Nährstoff- und Schwermetallbilanzen über alle fünf Versuchsjahre auf jedem Standort und bei jeder Kultur durchgeführt. Ebenso wurde zu Versuchsbeginn und am Versuchsende eine komplette Bodenuntersuchung durchgeführt, um die möglichen Veränderungen im Boden zu erkennen. Hinsichtlich einer möglichen Verbesserung der Bodenaggregatstabilität wurden am Versuchsende alle Böden untersucht.

### 3.1.1 Bilanzierung der Nährstoffe

In den *Tabellen 13* und *14* werden die zusammengefaßten Bilanzierungen über die unterschiedlichen Fruchtfolgeperioden auf den einzelnen Standorten zusammengestellt. Die Zufuhr der Nährstoffe erfolgte zu jeder Kulturart, wobei im ersten Versuchsjahr die Düngung mit Bio- und Stallmistkompost überzogen war, dies schlägt sich auch in der Gesamtbilanz nieder. Auf den Ackerstandorten wurden pro Jahr zwischen 3.500 und 4.000 kg/ha organische Masse über Biokompost bzw. Stallmistkompost den Flächen zugeführt. Die TM-Erträge - es wurden alle "Erträge" (Korn, Stroh, Grünlandfutter, Zwischenfutter, Restpflanze bei Körnermais, etc.) geerntet bzw. vom Feld gebracht - beliefen sich je nach Fruchtfolge über die Versuchsperiode von 50 bis 70 t/ha, das sind pro Jahr zwischen 10 und 17 Tonnen Trockenmasse. Der Silomais-Monokulturversuch brachte in den vier Versuchsjahren bereits höhere TM-Erträge als die übrigen Standorte mit fünf Jahresernten (vergleiche *Tabelle 13* und *14*).

### Mengen- und Spurenelemente

Die Bilanzierung der Mengen- und Spurenelemente erfolgte im Durchschnitt von 24 Fruchtfolgegliedern auf fünf Ackerstandorten, wobei alle Zufuhren und Entzüge ermittelt und verrechnet wurden. Die nasse Deposition (Niederschläge) und die möglichen Auswaschungen ins Grundwasser wurden hier nicht berücksichtigt.

In *Tabelle 15* werden die durchschnittlichen Jahressalden zu den Varianten Biokompost und Stallmistkompost dargestellt. In der Stickstoffzufuhr wurde etwas über die zulässigen Richtwerte im WRG 1990 gedüngt, sodaß nach Abzug der Entzüge durchschnittlich 42 kg/ha

**Tabelle 13: Zusammengefasste Bilanzierungen bei den einzelnen Standorten über die Fruchtfolgeperiode im Hinblick auf Mengen- und Spurenelemente sowie Schwermetalle nach erfolgter Düngung mit Biokompost**

Düngermenge	Edelsbach bei Feldbach Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			Dobbel bei Lannach Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			Fading bei Lannach Fruchtfolgebilanzierung 1995 - 1998			Silomais - Bärnbach Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			St. Michael ob Leoben Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			Wald am Schoberpaß Fruchtfolgebilanzierung		
	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz
Org.Masse	70			69			70			65			75			100		
TW-Ertrag	18220	573,63	488,64	17765	609,01	18135	18135	609,01	16364	707,61	19578	581,08	28974	280,59	28974	280,59	28974	280,59
N gesamt	1028	811,2	216,8	950	670,5	279,5	1046	863,3	182,7	875,3	1210	975,4	1224	600,4	1224	600,4	1224	600,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ges.	504	371,5	132,5	420	344	76	476	412,6	63,4	388,6	535	404,5	616	294,6	616	294,6	616	294,6
K <sub>2</sub> O ges.	757	752,7	4,3	655	473	182	740	797,5	-57,5	827,6	742	779,1	918	971,04	918	971,04	918	971,04
CaO	2915	105,2	2809,8	3262	93,5	3168,5	3326	113,4	3212,6	228,2	3196	212,6	4513	378,39	4513	378,39	4513	378,39
MgO	578	122	456	563	96,8	466,2	632	141,1	490,9	161	391	174,5	971	149	971	149	971	149
Na	153	5,38	147,62	148	4,94	143,06	151	4,52	146,48	7,4	163	5,98	112	403,2	112	403,2	112	403,2
Fe	10123	6408,5	-5396,2	998	5459,9	-4461,9	10125	6624,6	-5612,1	840,1	12997,6	9417,57	13693	16881,9	13693	16881,9	13693	16881,9
Mh	28,6	639,6	-611	27,9	831,5	-803,6	28,5	857,06	-828,56	26,5	1012,6	-986,1	40,6	2402,3	40,6	2402,3	40,6	2402,3
Cu	2646,5	203,1	2443,4	2530,6	167,76	2362,84	2547,9	205,38	2342,52	2229,8	1962,3	240,58	3721,5	231,6	3721,5	231,6	3721,5	231,6
Zn	8893	1239,64	7653,36	8400,6	1213,46	7187,14	8975,7	1167,51	7808,19	7347,2	6327,06	1186,13	12106,8	1574,1	12106,8	1574,1	12106,8	1574,1
Cr	1930	61,66	1868,34	1757,4	46,47	1710,93	1695,5	72,21	1623,29	1386,1	146,93	57,8	2579,3	72,26	2579,3	72,26	2579,3	72,26
Ni	2250,3	40,64	2209,66	2232,1	25,13	2206,97	2204,1	44,01	2160,09	2060,4	74,28	31,8	3164,7	73,7	3164,7	73,7	3164,7	73,7
Cd	13,2	1,59	11,61	14,06	1,95	12,51	14,79	1,89	12,9	16,7	2,71	1,61	19,54	4,7	19,54	4,7	19,54	4,7
Hg	9,4	2,91	6,49	8,66	2,92	5,74	9,26	2,98	6,28	8,2	3,18	3,84	12,18	1,63	12,18	1,63	12,18	1,63
Pb	2455,8	11,86	2443,94	2275,7	9,43	2266,27	2285,3	13,16	2272,14	1917,4	21,22	14,57	3321,6	33,59	3321,6	33,59	3321,6	33,59
Ko	534,7	2,99	531,71	527,2	2,98	524,22	534,8	3,13	531,67	496,5	4,84	599,18	684,4	8,12	684,4	8,12	684,4	8,12
Mo	107,2	27,72	79,48	105,8	18,36	87,44	107,3	33,17	74,13	99,6	50,72	83,4	199,8	58,96	199,8	58,96	199,8	58,96

**Tabelle 14: Zusammengefasste Bilanzierungen bei den einzelnen Standorten über die Fruchtfolgeperiode im Hinblick auf Mengen- und Spurenelemente sowie Schwermetalle nach erfolgter Düngung mit Stallmistkompost**

Düngermenge	Edelsbach bei Feldbach Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			Dobbel bei Lannach Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			Fading bei Lannach Fruchtfolgebilanzierung 1995 - 1998			Silomais - Bärnbach Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			St. Michael ob Leoben Fruchtfolgebilanzierung 1994 - 1998			Wald am Schoberpaß Fruchtfolgebilanzierung		
	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz	Zuführen	Entzüge	Bilanz
Org.Masse	90			90			80			80			95			130		
TW-Ertrag	16621	562,83	486,6	19447	634,34	16432	16432	634,34	18154	741,29	17676	557,33	27185	308,34	27185	308,34	27185	308,34
N gesamt	1033	811,1	221,9	1147	645,2	501,8	1081	879,8	201,2	894,7	1209	894,4	1448	659,1	1448	659,1	1448	659,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ges.	740	374,2	365,8	896	340,9	555,1	760	431,8	328,2	853	423,3	377,4	1092	318,5	1092	318,5	1092	318,5
K <sub>2</sub> O ges.	1188	730,6	457,4	1309	480,9	828,1	1181	774,1	406,9	1210	928,6	734	1677	1051	1677	1051	1677	1051
CaO	1766	99,83	1666,17	2268	87,3	2180,7	1959	103,97	1855,03	2340	193,1	210	1656	408,4	1656	408,4	1656	408,4
MgO	591	120	471	710	100,2	609,8	591	135,78	455,22	670	151,9	171,4	920	178,5	920	178,5	920	178,5
Na	39	5,47	33,53	42	4,53	37,47	34,5	5,36	29,14	35,2	7	6,1	75,8	10,1	75,8	10,1	75,8	10,1
Fe	7626	5912,8	-5150,2	7623	5477,1	-4714,8	678,3	6251,6	-5573,3	677,9	12338,8	8319	1309,1	42726,9	1309,1	42726,9	1309,1	42726,9
Mh	17,4	681,2	-663,8	17,7	911,5	-893,8	15,52	960,25	-944,73	15,5	-1111,6	-751,4	28,24	3400,2	28,24	3400,2	28,24	3400,2
Cu	1296	193,8	1102,2	1516,3	165,02	1351,28	1261,8	208,64	1053,16	1390,5	295,04	1137,63	1957,6	272,4	1957,6	272,4	1957,6	272,4
Zn	67859	1186,95	5618,95	8472,3	1127,2	7345,1	6747,4	1216,27	5531,13	7813,7	1039,1	1168,14	11227,2	1760,7	11227,2	1760,7	11227,2	1760,7
Cr	1212,3	61,95	1150,35	1230,3	47,58	1182,72	1013,8	75,28	938,52	1019	153,09	58,16	1209,24	104,92	1209,24	104,92	1209,24	104,92
Ni	1073,9	40,34	1033,56	1248,7	25,58	1223,12	955,4	30,2	925,2	1033	95,8	32,6	1679	95,45	1679	95,45	1679	95,45
Cd	10,6	2,03	8,57	16	1,74	14,26	12,58	2,01	10,57	16,2	2,59	1,67	19,38	5,15	19,38	5,15	19,38	5,15
Hg	6,8	3,6	3,2	6,74	3,26	3,48	7,45	3,89	3,56	8,1	4,91	3,47	10,12	2,13	10,12	2,13	10,12	2,13
Pb	339,4	11,82	327,58	373,3	9,26	364,04	321,4	12,2	309,2	324,4	23,02	301,38	559,8	46,88	559,8	46,88	559,8	46,88
Ko	394,2	2,74	391,46	394,2	1,89	392,31	350,4	2,94	347,46	350,4	4,89	345,51	416,1	14,79	416,1	14,79	416,1	14,79
Mo	113,9	25,08	88,82	113,4	16,59	96,81	100,9	30,5	70,4	101,2	44,87	27,35	631,4	75,46	631,4	75,46	631,4	75,46

**Tabelle 15: Bilanzierung der Nährstoffe und Spurenelemente im Durchschnitt von 24 Fruchtfolgegliedern auf fünf Ackerstandorten in den Versuchsjahren 1994 bis 1998**

Hauptnährstoffe in kg/ha und Jahr	Ø Jahressalden über 24 Fruchtfolgeglieder						
	Zufuhr	Biokompost			Stallmistkompost		
		Entzug	Jahressaldo	Zufuhr	Entzug	Jahressaldo	
Gesamtstickstoff in kg N/ha	217	175	+ 42	238	174	+ 64	
Phosphor in kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	96	80	+ 16	167	82	+ 85	
Kalium in kg K <sub>2</sub> O/ha	144	151	- 7	253	152	+ 101	
Calcium in kg CaO/ha	675	31	+ 644	425	29	+ 396	
Magnesium in kg MgO/ha	123	29	+ 94	133	28	+ 105	
Natrium in kg Na/ha	32	1	+ 31	8	1	+ 7	
<b>Spurenelemente in kg/ha und Jahr</b>							
Eisen in kg Fe/ha	0,21	1,5	- 1,29	0,15	1,60	- 1,45	
Mangan in kg Mn/ha	0,01	0,19	- 0,18	0,04	0,20	- 0,16	
Kupfer in kg Cu/ha	0,53	0,05	+ 0,48	0,28	0,05	+ 0,23	
Zink in kg Zn/ha	1,80	0,24	+ 1,56	1,54	0,24	+ 1,30	

**Tabelle 16: Veränderungen im pH-Wert und der Leitfähigkeit des Oberbodens durch die Düngung mit Biokompost in den Jahren 1994 bis 1998**

Standorte im Oberboden	pH-Wert (0 - 20 cm Bodentiefe)				Leitfähigkeit µ S (0 - 10 cm Bodentiefe)		
	Ausgangswert	ungedüngt	Biokompost	NPK	ungedüngt	Biokompost	NPK
	1994	1998	1998	1998	1998	1998	1998
Edelsbach bei Feldbach	5,3	5,5	6,0	5,2	66	71	77
Dobl bei Lannach	5,6	5,7	6,1	5,4	78	108	80
Fading bei Lannach	5,8	6,9	7,0	6,8	120	132	113
St. Michael ob Leoben	6,4	6,6	6,8	6,7	78	106	102
Wald am Schoberpaß	5,6	5,4	6,3	5,2	73	77	86

**Tabelle 17: Veränderung der Parameter der Bodenfruchtbarkeit nach Düngung mit Biokompost und NPK bzw. PK im Oberboden in den Versuchsjahren 1994 bis 1998**

	Braunerde (0-20 cm) (Standort Dobl bei Lannach)			Ranker (0-10 cm) (Standort Wald am Schoberpaß)		
	Biokompost		NPK	Biokompost		PK
	1994	1998	1998	1994	1998	1998
Humus in %	3,1	4,2	3,9	6,3	7,2	6,2
Stickstoff ges. in %	-	0,27	0,24	-	0,44	0,38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in mg/100 g FB	12	13	15	31	29	25
K <sub>2</sub> O in mg/100 g FB	14	20	23	11	5	9
MgO in mg/100 g FB	15	33	22	19	20	16
pH-Wert	5,6	6,1	5,5	5,7	6,3	5,1

Stickstoff aus dem Biokompost bzw. 64 kg/ha aus dem Stallmistkompost im Boden als organisch gebundener Stickstoff zurückbleiben (vergleiche *Tabelle 15*). Bei der Düngung mit Biokompost konnte in den Fruchtfolgen ohne nennenswerte mineralische PK-Zudüngung eine nahezu ausgeglichene Bilanzierung bei Phosphor und Kalium erzielt werden. Hingegen wurde bei der angemessenen Versuchsdüngung mit Stallmistkompost ein jährlicher Überhang von nahezu 100 kg/ha erreicht, dies liegt im höheren Phosphor- und Kaliumgehalt begründet. In der Magnesiumbilanz schneiden beide Komposte etwa mit einem Überhang von rund 100 kg/ha ab. Der höhere Natriumgehalt des Biokompostes schlägt

sich in einem Jahressaldo von 31 kg/ha nieder, dies macht sich bereits in der Leitfähigkeit der Böden bemerkbar. Mit Stallmistkompost gedüngte Flächen zeigen diesen Effekt nicht in diesem Ausmaß (vergleiche *Tabelle 16*).

Bei beiden Komposten - verstärkt natürlich beim Biokompost - fällt ein jährlicher Saldo bei Kalk von 400 bis 650 kg/ha an. Rechnet man damit, daß jährlich rund 200 bis 400 kg/ha - je nach Boden - ausgewaschen werden können, so entsteht doch eine nachhaltige Kalkdüngung, die sich natürlich im pH-Wert niederschlägt (vergleiche *Tabelle 16*). Bei den mit Biokompost gedüngten Parzellen ist in den letzten fünf Jahren der pH-Wert um 0,2 bis 0,5 Einheiten angestie-

gen. Im Grünland stieg der pH-Wert in diesen fünf Jahren auf 6,3, hingegen blieben die Vergleichsvarianten bei 5,2 bis 5,4 stehen.

Bei den Spurenelementen wurde beim Eisen und Mangan deutlich mehr entzogen als zugeführt wurde, hingegen gab es beim Kupfer und vor allem beim Zink einen Überhang zwischen Zufuhr und Entzug (vergleiche *Tabelle 15*).

Es gibt viele landwirtschaftliche Böden, die in beiden Elementen zu geringe Werte aufweisen. Eine laufende Kontrolle der Frachten und der Bilanzen ist hier unbedingt notwendig. In den bisherigen fünf Versuchsjahren hat sich bei diesen geringen Überhängen an Zink und Kupfer keine Veränderung in den Bodenwer-

ten der Ackerböden ergeben, sehr wohl wirkte sich dieser Umstand auf den Grünlandstandort aus (vergleiche *Tabelle 19*). Der Biokompost liefert für die landwirtschaftlichen Kulturen einen in der Zusammensetzung und Konzentration guten Dünger. Gerade die humusfördernde Wirkung, die bodenreaktionsverbessernde Wirkung und die langsamfließende, nährstoffgebende Wirkung zeichnet den Kompost aus. Braucht eine Pflanze in den kühleren und nasser Perioden (Frühjahr und Herbst) für die Jugendentwicklung und Bestockung etwas mehr verfügbaren Stickstoff, so sollte bei Ausnutzung des Leistungspotentials eine N-Ergänzungsdüngung in Form von Gülle oder Jauche bzw. mineralischen Stickstoff erfolgen. Die Nährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium wirken ausreichend. Die Spurenelemente im Biokompost sind reichlich vorhanden und stehen den Pflanzen zur Verfügung.

### Bilanzierung der Schwermetalle

Bei den Schwermetallen zeigte sich bei Blei, Nickel und Cadmium ein deutlicher Unterschied zwischen der Variante "Biokompost" und "Stallmistkompost" (ver-

gleiche *Tabelle 18*). Obwohl die Gehalte bei Blei, Nickel und Cadmium bei den Biokomposten im Qualitätsbereich lagen, zeichnet sich doch ein beachtenswerter Überhang ab. In den Bodenanalysen haben sich diese Salden natürlich noch nicht niedergeschlagen, da sie zu gering sind (*Tabelle 19*). Die übrigen Schwermetalle wie Chrom, Quecksilber, Molybdän, Kobalt aber auch Zink und Kupfer lagen bei Biokompost durchschnittlich beim Stallmistkompost.

Bei diesen Böden mit pH-Werten über 6,0 liegt der Entzug von Schwermetallen durch die Pflanzen - auch wenn die Zufuhr etwas ansteigt - in einem geringen Bereich. Die Analysen auf Schwermetalle zeigten in den Versuchen dies auch deutlich auf. Auf die im Boden zurückbleibenden Schwermetalle muß geachtet werden. Die Bodenschutz- und Klärschlammgesetze nehmen darauf besonders Rücksicht und die Kontrollen fördern eine Qualitätsverbesserung.

### 3.2 Stickstoffverwertung aus Biokompost

Aus den Gesamterträgen der einzelnen Kulturarten kann errechnet werden, wie-

viel Stickstoff aus dem ausgebrachten Biokompost von den Pflanzen verwertet wurde. Dabei wird die Differenz zwischen den N-Entzügen von "Biokompost" und "ungedüngt" mit den N-Zufuhren aus Biokompost in Beziehung gesetzt. Als Beispiel wird der Standort St. Michael ob Leoben dargestellt (siehe *Tabelle 20*).

Die für die Versuche verwendeten Böden wurden in den Jahren davor immer mit Gülle, Stallmist und Jauche gedüngt. Die organische Düngung mit Biokompost kam für diese Flächen nicht "unvorbereitet", sondern es stellte sich ein gewisses Bodenleben bereits vor der ersten Kompostdüngung ein. In den Versuchen spielt bei der N-Wirksamkeit von Komposten, NPK und Granulierten Komposten auch die N-Nachwirkung der bisherigen Düngung eine Rolle. Die Böden der Versuche standen in hoher Bodenfruchtbarkeit zur Verfügung.

Wird in ein Feld, das bisher ausschließlich mit Mineraldünger versorgt wurde, auf Biokompostdüngung umgestellt, so muß sich erst das Bodenleben darauf einstellen und es ist auch mit keiner großen Nachwirkung zu rechnen. Es wird sich

**Tabelle 18: Bilanzierung der Schwermetalle im Durchschnitt von 24 Fruchtfolgegliedern auf fünf Ackerstandorten in den Versuchsjahren 1994 bis 1998**

Ø Jahressalden über 24 Fruchtfolgeglieder							
Schwermetalle in g/kg und Jahr		Biokompost			Stallmistkompost		
		Zufuhr	Entzug	Jahressaldo	Zufuhr	Entzug	Jahressaldo
Chrom	in g Cr/ha	217	16	+ 201	239	16	+ 223
Nickel	in g Ni/ha	469	9	+ 460	222	9	+ 213
Cadmium	in g Cd/ha	14,0	0,4	+ 13,6	2,8	0,4	+ 2,4
Quecksilber	in g Hg/ha	1,9	0,7	+ 1,2	1,5	0,8	+ 0,7
Blei	in g Pb/ha	481,0	2,9	+ 478,1	72,2	3,0	+ 69,2
Kobalt	in g Ko/ha	111,1	0,7	+ 110,4	79,4	0,7	+ 68,7
Molybdän	in g Mo/ha	22,3	6,6	+ 15,7	22,9	6,0	+ 16,9

**Tabelle 19: Veränderungen der Schwermetallgehalte im Boden nach Düngung mit Biokompost, Stallmistkompost und NPK bzw. PK im Oberboden in den Versuchsjahren 1994 bis 1998**

Schwermetallgehalt im Boden in mg/1000 g FB		Braunerde (0 - 20 cm) Dobl bei Lannach				Ranker (0 - 10 cm) Wald am Schoberpaß			
		Ausgang 1994	Biokomp. 1998	Stallmistkomp. 1998	NPK 1998	Ausgang 1994	Biokomp. 1998	Stallmistkomp. 1998	PK 1998
Zink	Zn	100	94	93	91	97	106	105	98
Kupfer	Cu	35	36	35	35	27	34	36	34
Chrom	Cr	51	48	47	48	27	34	33	32
Blei	Pb	32	27	25	26	30	29	28	26
Nickel	Ni	41	32	31	33	26	25	24	24
Kobalt	Co	20	17	17	18	13	14	14	14
Molybdän	Mo	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0
Cadmium	Cd	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3
Quecksilber	Hg	0,1	-	-	-	0,1	<0,1	-	-
Arsen	As	4	3	3	4	23	23	23	23

**Tabelle 20: Stickstoffverwertung des Biokompostes am Standort St. Michael ob Leoben in einer fünfjährigen Fruchtfolge (1994 bis 1998)**

	Fruchtfolge				
	Silomais	Sommergerste +Stroh+Zwischenfr.	Sommerraps +Stroh	Winterweizen +Stroh+Zwischenfr.	Silomais
N-Zufuhr mit Biokompost in kg/ha	408	112	199	116	113
N-Zufuhr mit mineral. N in kg/ha	54	-	54	-	54
Ges-N-Zufuhr in kg/ha	562	112	253	116	167
N-Entzug in kg/ha "ungedüngt"	179	109	155	129	179
N-Entzug in kg/ha "Biokompost"	264	117	209	150	235
Differenz im Entzug in kg/ha	85	8	54	21	56
N-Nutzung aus "Biokompost" in %	15	7	21	18	34

in diesen Fällen erst über Jahre eine optimale Freisetzung von Nährstoffen aus dem Biokompost ergeben. Ein verdichteter Boden mit einer schlechten Struktur und einer ungenügenden Bodenlebensaktivität kann die zugeführten, meist organisch gebundenen Nährstoffe nicht rasch freisetzen, sondern es kann nur über Jahre hinweg eine Verbesserung eingeleitet werden.

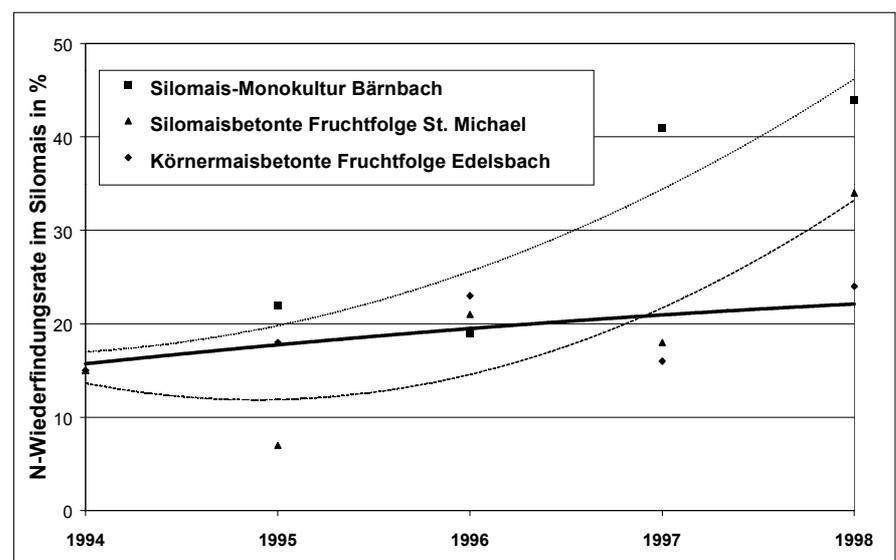
DIEZ und KRAUSS (1997) stellten bei ihren langjährigen Fruchtfolgeversuchen in den ersten Jahren eine N-Wiederfindungsrate in der Ernte von 5 - 16 % fest, während diese in den späteren Versuchsjahren auf über 40 % anstieg. Die mittlere N-Verwertung des Kompost-N erreicht nach GUTSER (1998) im Anwendungsjahr ein Ausmaß von 0 - 10 %. In den Folgejahren geht GUTSER von einer Mineralisationsrate von jährlich 3,5 % aus. DIEZ und KRAUSS (1997) nehmen bei Kompost eine N-Nachlieferung im ersten Jahr von 8 %, im zweiten 5 %, im dritten 3 % und in den Folgejahren 1,5 - 2 % an. Bei einer zusätzlichen mineralischen N-Düngung werden diese N-Freisetzungen aus dem Kompost reduziert. Liegt nach DIEZ und KRAUSS (1997) ein engeres C:N-Verhältnis vor, so erhöht sich die N-Nachlieferung in den Anfangsjahren. BERNER (1998) fand in der Schweiz bei einem sechsjährigen Düngungsversuch eine N-Effizienz bei Rottemist und Mistkompost von 20 bis 23 %. AICHBERGER und WIMMER (1998) weisen in einem achtjährigen Versuch mit Komposten nach, daß durchschnittlich pro Jahr rund 37 kg N/ha aus den Komposten freigesetzt wird. Kulturarten, die eine längere Vegetationsdauer aufweisen, können nach die-

sen Versuchen diesen Stickstoff besser verwerten.

Nach den eigenen Versuchen zeigten sich in Abhängigkeit von der Jahreswitterung, der Kultur und des Standortes große Unterschiede in der N-Freisetzung aus dem Biokompost. Bei den Getreidekulturen (Sommer- und Wintergerste sowie Winterweizen) und dem Kürbis lag die Stickstoffverwertung aus dem Biokompost bei durchschnittlich 13 bzw. 16 %, dies wohl auch deswegen, da das natürliche N-Nachlieferungsvermögen der Versuchsböden bei der ungedüngten Variante in einem sehr guten Bereich lag. Die Ackerstandorte in Edelsbach, Dobl, Fading, Bärnbach und St. Michael lieferten auch ohne Düngung pro Jahr zwischen 31 bis 218 kg N/ha. In St. Michael ob Leoben wurden von der ungedüngten Variante zwischen 109 und 179 kg N/ha den Pflanzen zur Verfügung gestellt

(vergleiche *Tabelle 20*). Der Grünlandstandort Wald am Schoberpaß in einer Seehöhe von 1000 m setzte jährlich durchschnittlich 86 kg N/ha frei. Die N-Freisetzung bei der ungedüngten Variante wird in den nächsten Jahren abnehmen und gleichzeitig nimmt die N-Nachlieferung über die Kompostdüngung absolut und relativ zu (vergleiche *Abbildung 2*).

Bei den Kulturen Körnermais und Silomais - sie sind in der Vegetationszeit auch etwas länger - zeigte sich bei der Düngung mit Biokompost kombiniert mit einer N-Startdüngung eine gemeinsame N-Wirksamkeit von rund 30 % (vergleiche *Tabelle 21*). Rechnet man die mineralische N-Startdüngung heraus, so verbleibt für den Biokompost eine durchschnittliche N-Verwertung von rund 25 bis 30 % in den ersten fünf Versuchsjahren.



**Abbildung 2: N-Wiederfindungsrate in % aus der Biokompostdüngung bei den einzelnen Fruchtfolgen im Laufe der fünf Versuchsjahre**

### N-Wirksamkeit Biokompost zu Stallmistkompost

Die in der Düngung gleichgeschalteten Varianten Biokompost und Stallmistkompost kombiniert mit N-Startdünger (bei Körner- und Silomais sowie Raps und Kürbis) zeigten eine gut vergleichbare N-Wirksamkeit, wobei eine leicht erhöhte Wirksamkeit aus dem Biokompost erkennbar ist (vergleiche *Tabelle 21*).

Die Vergleichsvariante NPK zeigte in der körnermaisbetonten Fruchtfolge eine 47 %ige N-Wirksamkeit, während sie bei den anderen Fruchtfolgen 30 bis 50 % aufwies. Der Granulierte Biokompost übertraf die reine Biokompostdüngung und auch jene in Kombination mit einer N-Startdüngung deutlich; sie konnte durchschnittlich auch mit der NPK-Düngung in der N-Wirksamkeit mithalten (vergleiche *Tabelle 21*).

In den fünf Versuchsjahren zeigte die Biokompostdüngung auf Böden mit einer großen N-Nachlieferungsrate eine N-Wirksamkeit von 13 bis 16 % (Getreide, Sommerraps, Kürbis, Grünland) und durchschnittlich 25 bis 30 % (Körner- und Silomais). Sie übertraf damit die N-Wirksamkeit einer vergleichbaren Stallmistkompostdüngung geringfügig. Eine mineralische N-Startdüngung bei Körner- und Silomais erhöhte die N-Wirksamkeit auf über 30 %. Der Granulierte Biokompost mit der N-Komponente "Harnstoff" lag in der N-Wirksamkeit durchschnittlich bei der Vergleichsvariante NPK.

Die N-Nachlieferung von Kompost nach DIEZ und KRAUSS (1997) liegt in den

fünf Versuchsjahren bei rund 20 % und die nachfolgenden Jahre bringen je 1,5 bis 2 %. Nach diesen Erfahrungen erreicht ein Landwirt bereits nach zehn Jahren Kompostdüngung eine 35 bis 40 %ige und nach 20 Jahren eine 50 bis 60 %ige N-Wirksamkeit.

### 3.3 Bodenverbesserung durch Kompostdüngung

Durch den hohen Gehalt an organischer Masse führt die Düngung mit Komposten zu einer Humusanreicherung. Der Humusgehalt erhöhte sich in den fünf Versuchsjahren durch die Düngung mit Biokompost am Ackerstandort Dobl um 1,1 % und am Grünlandstandort Wald am Schoberpaß um 0,9 %. Die starke **humusfördernde** Wirkung des Kompostes ist dadurch zu erklären, daß die organische Masse im Kompost schon weitgehend in Humus umgebaut "humifiziert" ist und ein dem Humus sehr nahe liegendes C:N-Verhältnis hat. Im Gesamtstickstoff ist durch die Biokompostdüngung gegenüber der Düngung mit NPK bzw. PK ein Anstieg zu erkennen (vergleiche *Tabelle 17*). Durch die hohen **Kalkgehalte** im **Biokompost** - durchschnittlich ergibt sich ein Calciumsaldo in der Bilanzierung (Zufuhr - Entzug) von nahezu 650 kg/ha und Jahr - ist auch der pH-Wert in der Braunerde von 5,6 auf 6,1 und im Ranker von 5,7 auf 6,3 angestiegen, während er in der mineralischen NPK-Düngung jeweils gesunken ist. Es konnte in der fünfjährigen Biokompostdüngung der pH-Wert

um 0,5 bis 0,6 angehoben werden. Die Calciumgehalte in der Braunerde lagen bei der Biokompostdüngung bei 15,0 mval/100 g FB, in der NPK-Variante lag dieser Wert bei 11,0. Im Ranker konnte die Biokompostdüngung den Calciumgehalt nahezu verdoppeln. Die Nährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium wurden auf Grund der erhöhten Zufuhr - in Bezug auf den Entzug - im Boden durch die Düngung mit Biokompost angereichert.

Die Düngung mit Biokompost führte in den fünfjährigen Exaktversuchen zu einer Anhebung des pH-Wertes und des Humusgehaltes im Boden, ebenso wurden die Nährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium, Calcium und Natrium angehoben. Die Spurenelemente Eisen und Mangan wurden in ihrem Gehalt im Boden gesenkt, während Zink und Kupfer durch die Biokompostdüngung in den fünf Jahren angehoben wurden.

### 3.4 Bodenaggregatstabilität

Biokomposte enthalten nicht nur wertvolle Nährstoffe, sondern eignen sich besonders gut für die Bodenverbesserung im Hinblick auf die physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften der Böden.

Nach EBERTSEDER (1996) verbesserte sich nach Düngung mit Biokompost die Lagerungsdichte, das Gesamtporenvolumen und die Aggregatstabilität der Böden. Durch die Kompostdüngung konnte in den Versuchen von Ebertse-

**Tabelle 21: Durchschnittliche N-Wirksamkeit bei unterschiedlichen Fruchtfolgen in den Jahren 1994 bis 1998**

	Körnermaisbetont	Silomaisbetont	Getreidebetont	Getreide/Silomais	Grünland
Biokompost <sup>1)</sup>	32	32	14	19	14
Stallmistkompost <sup>1)</sup>	33	28	9	15	12
NPK	75	31	46	32	-
Granulierter Biokompost <sup>2)</sup>	56	36	51	41	71

<sup>1)</sup> Bei Körner- und Silomais, Raps und Kürbis wurde eine mineralische Ergänzungsdüngung zum Anbau verabreicht

<sup>2)</sup> Neben dem org.-geb. Stickstoff des Biokompostes wurde ein N-Zusatz in Form von Harnstoff vorgenommen

**Tabelle 22: Wirkung der Düngung insbesondere der Biokompostgaben auf die Bodenaggregatstabilität nach Kemper in %**

	Edelsbach bei Feldbach		Dobl bei Lannach		Fading bei Lannach		St. Michael ob Leoben		Wald am Schoberpaß	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Biokompost	14	15	39	26	18	21	36	31	90	90
Stallmistkompost	15	13	22	22	29	30	38	36	90	91
NPK/PK	13	10	26	26	22	25	30	27	91	92
Granulierter Biokompost	12	11	25	25	23	27	34	36	89	87

der die Perkolationsstabilität um nahezu 30 % angehoben werden. Biokompost und Stallmistkompost als Dünger haben in den eigenen Versuchen auf die Bodenaggregatstabilität annähernd dieselbe Auswirkung. Im Grünland lag die Bodenaggregatstabilität bei 90 %, hingegen fiel sie auf dem Ackerstandort St. Michael im Oberboden auf 35 bis 40 %. In Dobl und Fading ging die Stabilität auf 20 bis 30 % und in Edelsbach sogar auf 10 bis 15 % zurück. Die rein mineralische NPK-Düngung reduzierte diese Stabilität der Krümel um rund 1 bis 5 %. Granulierter Biokompost hingegen konnte die Stabilität im Boden etwa halten (vergleiche *Tabelle 22*). Eine effektive Stabilitätsverbesserung der Krümel innerhalb dieser fünf Versuchsjahre konnte durch die Kompostdüngung nur im Trend erkannt werden.

#### 4. Praktische Umsetzung der Ergebnisse

Aus den Ergebnissen der Fruchtfolgen und den Erfahrungen mit den Kulturen

in den Fruchtfolgen kann in *Tabelle 23* eine Düngeempfehlung für die Landwirtschaft abgegeben werden.

Die Düngemengen bei Biokompost liegen in der Frischmasse bei 10 bis 20 t/ha. Ein ausgereifter Biokompost weist einen TM-Gehalt von rund 50 bis 60 % auf; d.h. die Kulturen erhalten etwa 5 bis 12 t/ha TM-Kompost. Da Biokompost auch im **Biologischen Landbau** eingesetzt wird, wurden Düngungsvarianten für diese Wirtschaftsweise ausgearbeitet. Entscheidend ist neben der Kompostgabe eine **rasch wirksame N-Quelle** (Gülle, Jauche, mineralischer N), um das **C : N - Verhältnis** nicht zu weit auseinandergehen zu lassen. Kommt zum Kompostdünger eine rasch wirksame N-Quelle hinzu, so wird vom organisch gebundenen Stickstoff im Boden mehr freigesetzt, sofern die Böden sonst in Ordnung sind.

Die rasch wirksame N-Quelle ist auch bei Kulturen dringend notwendig, die eine rasche **Jugendentwicklung** (Mais, Raps) aufweisen oder die entscheidenden

de **Bestockungsphase** (Winterweizen) in die kühlere und nassere Jahreszeit hinein fällt. Für **Qualitätsweizen** (Backfähigkeit) oder Futtergetreide sollte beim Ährenschieben noch eine kleinere N-Gabe zugegeben werden, um eine gute Korneinlagerung bei hohen Rohproteingehalten zu erlangen.

Nicht jeder Landwirt kann künftig wie auch heute Biokompost in der Landwirtschaft einsetzen. Die derzeit verfügbare Biokompostmenge in guter Qualität reicht gerade aus, um etwa 2 bis 3 % der Ackerflächen mit Biokompost zu düngen.

#### Worauf muß der Landwirt beim Einsatz von Biokompost achten?

- Beste Qualitäten beim Biokompost mit Analyseergebnissen (Gehalte an Stickstoff, Phosphor und Kalium sowie an Schwermetallen) verwenden.
- Sind die Kosten für den Biokompost im Vergleich zu anderen organischen Düngern gerechtfertigt.
- Ausbringung zum Anbau auf das "fast fertig" zubereitete Saatbett - leichtes

*Tabelle 23: Biokomposteinsatz in landwirtschaftlichen Kulturen und im Gemüsebau*

Kulturen	Konventionelle Landwirtschaft	Biologischer Landbau
Körner- und Silomais ohne Winterbegrünung	Zum Anbau: 12 bis 15 t/ha Biokompost und 54 kg N/ha über 200 kg NAC 27	Zum Anbau: 12 bis 15 t/ha Biokompost und 15 bis 20 t/ha Jauche oder Gülle
Körner- und Silomais mit Winterbegrünung	Zum Anbau: 15 bis 20 t/ha Biokompost und 54 kg N/ha über 200 kg NAC 27	Zum Anbau 15 bis 20 t/ha Biokompost und 15 bis 20 t/ha Jauche oder Gülle
Winterraps und Sommerraps	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Biokompost und 27 kg N/ha über NAC 27 Beim Hülsenansatz: 27 kg N/ha über 100 kg NAC 27	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Biokompost und 15 t/ha Gülle bzw. Jauche
Winter- und Sommerweizen sowie Triticale	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Biokompost Zur Bestockung: 10 t/ha Gülle bzw. Jauche oder 27 kg N/ha über 100 kg NAC 27 Zum Ährenschieben: 27 kg N/ha über 100 kg NAC 27	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Biokompost Zur Bestockung: 10 t/ha Gülle bzw. Jauche
Winterroggen, Wintergerste, Sommergerste, Dinkelweizen, Hafer	Zum Anbau: 10 t/ha Biokompost Zum Ähren-/Rispschieben: 27 kg N/ha in Form von 100 kg NAC 27	Zum Anbau: 10 t/ha Biokompost
Braugerste	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Biokompost	
Extensivgrünland	20 t/ha Biokompost in 2 Gaben bei einer Zweischnittfläche, bei einer Einschnittfläche 10 t/ha Biokompost im Frühjahr	
Zwischenfrüchte	In einer ausgewogenen Fruchtfolge braucht die Zwischenfrucht keine direkte Düngung - Nachwirkung	
Kürbis, Erdäpfel	Zum Anbau: 15 t/ha Kompost und 30 kg N/ha in Form von 200 kg Vollkorn gelb	Zum Anbau: 15 t/ha Kompost
Kraut, Chinakohl, Schwarzer Rettich	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Reifekompost und 27 kg N/ha in Form von 100 kg NAC 27	Zum Anbau: 10 bis 15 t/ha Reifekompost und 15 m <sup>2</sup> /ha Gülle bzw. Jauche (seicht einpflanzen)
Salate, Zwiebel, Rote Rübe, Möhre	Zum Anbau: 10 t/ha Reifekompost und 27 kg N/ha in Form von 100 kg NAC 27	Zum Anbau: 10 t/ha Reifekompost

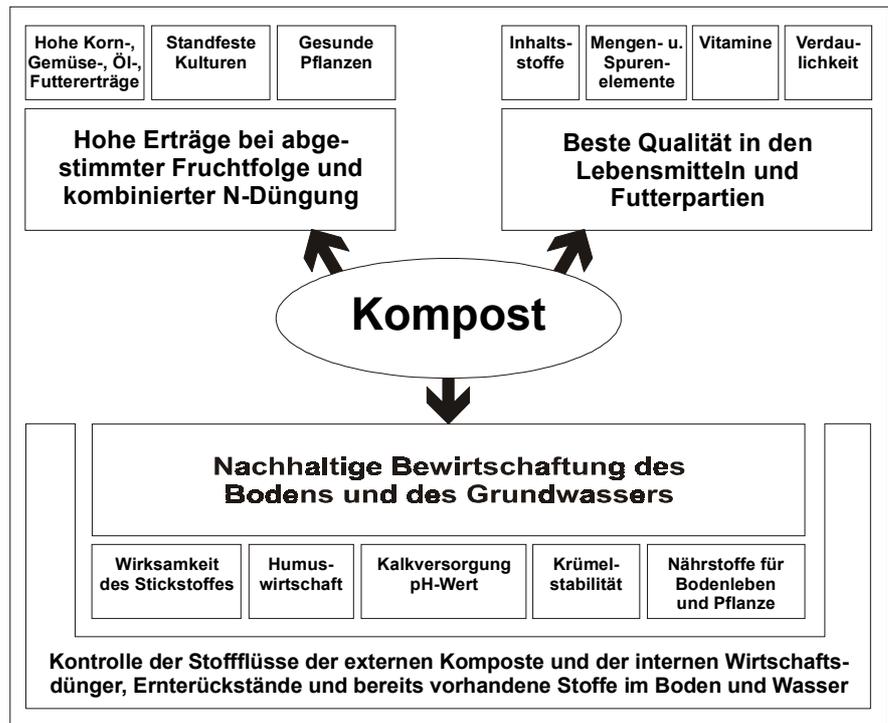
oberflächliches Einarbeiten ist günstig, der Kompost soll nicht vergraben werden. Die Winterung kann auch im zeitigen Frühjahr noch Biokompost auf die bestockenden Bestände erhalten.

- Die Verteilung des feinen Biokompostes und der an sich geringen Menge pro Hektar ist nur mit einem Spezialstreuer möglich.
- Für Betriebe im Biologischen Landbau stellt der Biokompost eine gute Nährstoffquelle dar, es werden Kreisläufe durch den Einsatz von Biokompost wieder geschlossen.
- Bei nicht zu hohem Tierbesatz pro Hektar lassen sich die wirtschafts-eigenen Dünger (Gülle, Jauche) gut mit dem Biokompost kombinieren.
- Viehlose Betriebe erhalten über den Biokompost wieder verstärkt organische Masse in die Flächen und können so einen guten Humusaufbau betreiben und den pH-Wert auf einem guten Niveau halten.
- Die Fruchtfolge sollte auf die N-Freisetzung aus dem Biokompost mit abgestimmt werden.
- Gesetzliche Rahmenbestimmungen (Wasserrechtsgesetz, Richtlinien für die sachgerechte Düngung, Empfehlungen für den Einsatz von Komposten in der Landwirtschaft) sind einzuhalten.
- Eigene Aufzeichnungen mit Analyseergebnissen und Düngelplänen führen sowie in Abständen von fünf Jahren eine vollständige Bodenuntersuchung vornehmen.

### 5. Zusammenfassung

Die Akzeptanz, Abnahme und der Einsatz von Komposten aus Pflanzen und Bioabfällen in der Landwirtschaft kann langfristig nur gesichert werden, wenn diese Produkte von gleichbleibender Qualität sind und einigermaßen ausgewogene Nährstoffgehalte und niedrige Schadstoffgehalte aufweisen.

Bei qualitativ hochwertigen und ausgereiften Komposten ist der Anteil an Dauerhumusformen entscheidend für die Sorptionseigenschaften, gleichzeitig ist durch den hohen Anteil an organisch gebundenem Stickstoff die Freisetzungsrates für die Kulturen vom Bodenzustand und von den Klimaverhältnissen abhängig.



**Auswirkungen des Düngesystems "Biokompost" auf Ertrag, Qualität und nachhaltige Bodenwirtschaft**

Das Düngesystem "Kompost" erfordert eine komplexere Kenntnis bei der Anwendung. Erst nach einer gewissen kontinuierlichen Anwendung unter Einbindung geeigneter Fruchtfolglieder kann dieses System "Kompost" über einen gesunden Boden Nährstoffe für die Pflanzen zur Verfügung stellen (vergleiche *Abbildung 2*).

Der Mineralisationsverlauf hängt von den Temperatur-, Wasser- und Luftverhältnissen im Boden ab. Das Bodenleben und die Bodenaktivität sind maßgebend für die Umsetzung der Nährstoffe. Der Nährstoffbedarf hängt vom jeweiligen Vegetationsverlauf der einzelnen Kulturarten ab. So braucht der Mais, der Winterraps oder das Wintergetreide bereits zeitig im Frühjahr Stickstoff für die Jugendentwicklung oder für die Bestockungsphase. In kühleren, trockenen, nasen aber auch in verdichteten Böden können für diese anspruchsvollen Kulturarten über die Mineralisation in dieser Wachstumsphase keine ausreichenden Nährstoffmengen bereitgestellt werden.

Bei den Kulturarten wie Kürbis, Sommergetreide, Gemüse, Kartoffel und extensives Grünland stimmt der Mineralisationsverlauf im Boden mit dem Nährstoffbedarf der Pflanzen etwa zusammen.

### Kulturen

Der **Körnermais** wird in den Gunstlagen auf guten Böden kultiviert und bringt in Österreich Höchstserträge. So auch bei den Exaktversuchen, in denen der Körnermais bei einer Düngung von 15 bis 20 t FM-Biokompost kombiniert mit 54 kg N/ha als Startdüngung durchschnittlich 11.410 kg Trockenmais brachte. Im Qualitätsertrag (MJ NEL/kg TM x Ertrag in kg/ha) lagen die Varianten Biokompost, Stallmistkompost und NPK zwischen 112 bis 116 GJ NEL/ha. Dieser gewaltige Energieertrag erklärt auch, warum die Kulturart "Mais" in den Regionen der Süd- und Oststeiermark als Basis für die Veredelungswirtschaft eine so große Bedeutung hat.

Der **Silomais** konnte ebenso wie der Körnermais die Düngung mit Biokompost kombiniert mit 54 kg N/ha bestens in der Ertragsbildung mit durchschnittlich 17,7 t TM/ha umsetzen. Die mineralische N-Startdüngung kann vor allem auf schweren und kühleren Böden das Risiko einer Unterversorgung der jungen Pflanzen mit Stickstoff verringern. In der Kolben- und Kornanlage wirkt dieser Effekt noch nach. Ab Juli bis hinein in den September/Oktobre kommt der N<sub>org</sub> aus den Komposten zur Wirkung. Die Maispflanzen zeigten bei der

Kompostdüngung bis zur Abreife eine gute Vitalität.

Die Getreidearten wie **Sommer- und Wintergerste, Winterroggen und Dinkelweizen** sowie **Hafer** können in einer extensiveren Düngung mittlere Kornerträge erbringen. Diese Getreidearten kommen mit einer jährlichen Düngung von 10 bis 15 t/ha Biokompost zum Anbau durch. Je nach Standort, Wirtschaftsweise und Getreideart, aber auch Jahreswitterung könnte beim Wunsch nach höheren Erträgen eine mineralische N-Düngung von 27 kg/ha erfolgen, um die Korneinlagerung zu optimieren.

**Winter- und Sommerweizen** wie auch **Triticale** brauchen, um gute bis sehr gute Erträge zu erbringen, eine gute Bestockung. Diese kann nur erreicht werden, indem vor der Bestockung, in der Regel zum Anbau, eine N-Gabe von 30 kg/ha in Form von Gülle, Jauche oder mineralischem Dünger verabreicht wird. Strebt man auf guten Standorten Höchstträge an, so sollte neben der Bestockungsphase auch eine N-Düngung zum Ährenschieben erfolgen. Es wird dadurch auch die Backqualität (Kleber, Quellzahl) ansteigen.

Infolge der permanenten Nachlieferung an Nährstoffen und einer besonderen Verträglichkeit mit dem Biokompost können sich die **Kürbisse** und speziell die Kerne gut ausbilden. Die Ölausbeute liegt bei der Biokompostdüngung um durchschnittlich 6 % besser als bei den Vergleichsvarianten. Die besseren Ausschlagprozentage zeigte auch der **Raps**. Obwohl die Rapskornerträge bei der Düngung mit Biokompost und zusätzlicher N-Düngung von 54 kg/ha um etwa 7 % gegenüber NPK zurückblieben, übertraf die Variante Biokompost im Rapsölertrag die Variante NPK um 5 %. **Die Ölfrüchte reagieren offensichtlich sehr positiv auf die Kompostdüngung.**

Der durchschnittliche Energiegehalt in MJ NEL/kg TM lag im Grünland auf dem Standort Wald am Schoberpaß nach der Düngung mit Kompost bei 5,5. Mit den TM-Erträgen der Dreischnittwiese von 55 dt/ha ergibt dies einen Qualitätsertrag von rund 30 GJ NEL/ha. Die Verdaulichkeit des Grünlandfutters lag bei 70 % in der organischen Masse und die Artenzahlen lagen nach fünfjähriger Düngung mit Biokompost bei 46 Gräser-, Kräuter- und Klearten.

### Nährstoffwirkung

Der Biokompost liefert für die landwirtschaftlichen Kulturen einen in der Zusammensetzung und Konzentration guten Dünger. Gerade die humusfördernde Wirkung, die bodenreaktionsverbessernde Wirkung und die langsamfließende nährstoffgebende Wirkung zeichnet den Kompost aus.

In den fünf Versuchsjahren zeigte die Biokompostdüngung auf Böden mit einer großen N-Nachlieferungsrate eine N-Wirksamkeit von 13 bis 16 % (Getreide, Sommerraps, Kürbis und Grünland). Eine mineralische N-Startdüngung bei Körner- und Silomais erhöhte die N-Wirksamkeit bei Körner- und Silomais auf durchschnittlich 30 %. Die Nährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium, Calcium und Natrium wurden durch die Biokompostdüngung im Boden angereichert. Die Spurenelemente Eisen und Mangan wurden in ihrem Gehalt im Boden gesenkt, während Zink und Kupfer durch die Biokompostdüngung in den fünf Jahren angehoben wurden.

### Schwermetalle

In den Körnern von Sommergerste, Winterweizen, Wintergerste und Mais traten in allen Versuchen geringe Schwermetallgehalte auf, es wurden mit der Düngung von Biokompost keineswegs höhere Gehalte gefunden. Im Stroh von Sommergerste, Winterweizen und Raps lagen die Schwermetallgehalte bei Chrom um den Faktor 2, bei Cadmium um den Faktor 2 bis 3, bei Kobalt und Blei um den Faktor 5 bis 7 und bei Nickel um den Faktor 6 bis 10 höher als im Samen. Von Kupfer und Zink wird im Korn mehr eingelagert als im Stroh.

**Ein negativer Einfluß auf die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen sowie an Schwermetallen im Korn und im Stroh infolge der Düngung mit Biokompost konnte bei keiner Kulturart festgestellt werden.**

Bei der Bilanzierung der Schwermetalle zeigte sich bei Blei, Nickel und Cadmium zwischen den Varianten Biokompost und Stallmistkompost ein deutlicher Unterschied. Obwohl die Gehalte bei diesen Elementen in der Qualitätsklasse lagen, zeichnet sich doch ein beachtenswerter Überhang zwischen Zufuhr und Entzug ab. Die Bodenanalysen weisen

die "Überfrachtung" noch nicht aus; es muß allerdings auf diese Schwermetalle durch eine besondere Kontrolle geachtet werden.

### Bodenverbesserung

Die Düngung mit Biokompost führte in den fünfjährigen Exaktversuchen bereits zu einer Anhebung des pH-Wertes und des Humusgehaltes im Boden. Die Bodenaggregatstabilität bewegt sich im Grünlandversuchsfeld bei 90 % und auf den Ackerversuchsfeldern zwischen 10 und 40 %, eine Verbesserung infolge der Biokompostdüngung ist noch nicht eingetreten.

Bei Anwendung aller Qualitätskomposte in Österreich werden rund 2 bis 3 % der Ackerflächen davon betroffen sein, absolut gesehen sind es immerhin 20.000 bis 30.000 Hektar. Diese Bewirtschaftung sollte im Sinne einer nachhaltigen Boden- und Landbewirtschaftung bei guter Information stattfinden können. Für die Gesellschaft sind es nicht die Hektare, sondern die Kompostberge, die ordnungsgemäß einer Verwendung zugeführt werden. Diese Arbeit hat sich schwerpunktmäßig mit den Ackerkulturen befaßt. Der zweite Projektteil "Demonstrationsfeld Bärnbach" läuft bis zum Jahre 2001 die sechsjährige Fruchtfolgeperiode durch. Aus diesen Ergebnissen sollte es möglich sein, für den Gemüsebau relevante Beratungsunterlagen zu schaffen.

Das Gesamtprojekt "Biokompost in der Landwirtschaft" wurde 1994 zeitgerecht gestartet und in einer hohen Qualität fortgeführt, sodaß die Ergebnisse schon jetzt für viele Entscheidungen im Umgang mit diesem Sekundärrohstoff wichtig waren.

Es muß nicht immer der eigene Mist oder der gekaufte Mineraldünger sein, auf dem die besten Erträge heranwachsen, es kann auch der wiedergewonnene Kompost den landwirtschaftlichen Kreislauf nachhaltig beleben.

## 6. LITERATUR

- AICHBERGER, K. und J. WIMMER (1998): Auswirkungen einer mehrjährigen Kompostdüngung auf Bodenkenndaten und Pflanzenertrag. Stickstoff in Bioabfall – und Grünschnittkompost – Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost – RTK, 29.-30. September 1998, Umweltbundesamt, Wien, 86-90.

- AMLINGER, F. (1998): Komposteinsatz im Biolandbau. Kompostgütesicherung in Österreich, 2. Fachtagung, ON Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 159-185.
- BERNER, A. et. al. (1991): Bericht über den heutigen Stand zur Beurteilung der Qualität von Komposten (Literaturstudie). Im Auftrag des Zweckverbandes für Kehrlichtverwertung Zürcher Oberland (KEZO), des Amtes für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich (AGW) und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Zürich.
- BERNER, A. (1998): Berechnung der N-Effizienz von Mist, Mistkomposten und Grünabfallkompost anhand von zwei Feldversuchen. Stickstoff in Bioabfall – und Grünschnittkompost – Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost – RTK, 29.-30. September 1998, Umweltbundesamt, Wien, 37-38.
- BUCHGRABER, K. (1998): About the utilization of bio-compost in agriculture. Posterpräsentation beim EU-Symposium "Compost - Quality Approach in the European Union". Wien, 29.10.1998.
- BUCHGRABER, K. (1998): Einsatz von Biokompost als Düngemittel zu den Kulturarten Körnermais, Silomais, Sommergerste, Winter- und Sommerweizen, Sommerraps, Kürbis, Kartoffel, Salat und Grünland. Kompostgütesicherung in Österreich, 2. Fachtagung, ON Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 217-227.
- BUCHGRABER, K. (1998): Wirkung des Biokompostes in der Landwirtschaft. Stickstoff in Bioabfall – und Grünschnittkompost – Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost – RTK, 29.-30. September 1998, Umweltbundesamt, Wien, 5-11.
- BUCHGRABER, K. (1999): Kompost im Gemüsebau. Großes Gemüsebauseminar von Ernte-Steiermark. Graz-Raiffeisenhof, 21.01.1999. Vervielf. Vortragsmanuskript, 25 S.
- BUNDESGESETZBLATT für die Republik Österreich (1990): 111. Stück, 252. Bundesgesetz: Wasserrechtsgesetz-Novelle 1990.
- DIEZ, Th. und M. KRAUSS (1997): Wirkung langjähriger Kompostdüngung auf Pflanzenertrag und Bodenfruchtbarkeit. Agribiol. Res. 50, 1.
- EBERTSEDER, Th. (1996): Qualitätskriterien und Einsatzstrategien für Komposte aus Bioabfall auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Diss. TU-München-Weihenstephan.
- FACHBEIRAT FÜR BODENFRUCHTBARKEIT UND BODENSCHUTZ (1999): Anwendungsrichtlinien für Kompost aus biogenen Abfällen in der Landwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- GUTSER, R. (1998): Grundlagenversuche zum Nährstoffumsatz von Biokomposten – Ableitung von umweltverträglichen Einsatzstrategien in Landwirtschaft und Gartenbau. Stickstoff in Bioabfall – und Grünschnittkompost – Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert, Runder Tisch Kompost – RTK, 29.-30. September 1998, Umweltbundesamt, Wien, 91-104.
- ÖNORM S2200 (1993): Gütekriterien für Komposte aus biogenen Abfällen, ON, Wien.
- RANINGER, B. (1998): Der Kompostgüteverband Österreich, Statusbericht eines Qualitätssicherungssystems. Kompostgütesicherung in Österreich, 2. Fachtagung, ON Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 21-39.
- ROGALSKI, W. (1998): Schwermetalle in den Ausgangsmaterialien zur Kompostierung – ein Problem für die Abfallwirtschaft? Kompostgütesicherung in Österreich, 2. Fachtagung, ON Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 41-58.
- ZETHNER, G. (1998): Die Qualität von Komposten aus der getrennten Sammlung. Kompostgütesicherung in Österreich, 2. Fachtagung, ON Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 187-192.