

# Ergebnisse aus Versuchen mit Müllkompost

Von S. DE HAAN \*)

## Produktion und Absatz von Kompost in den Niederlanden

Ungefähr 15 v.H. des niederländischen Hausmülls werden auf Kompost verarbeitet. Die gesamte Produktion beträgt rd. 200 000 Tonnen pro Jahr. Sie ist in den letzten 10 Jahren ziemlich konstant geblieben. Der Müllanfall pro Einwohner nimmt zu. Aber der kompostierbare Anteil nimmt ab. Er beträgt jetzt nur noch ca. 40%. In Zusammenhang damit fragt man sich, ob in Zukunft Verarbeitung des Mülls auf Kompost noch lohnend sein wird.

Die Produktion ist zu 70, der Absatz zu 90% in Händen der N. V. Vuilafvoermaatschappij (VAM). Es werden Qualitätsprodukte hergestellt, die zu recht hohen Preisen gehandelt werden. Jedenfalls ist der Preis für eine rentable Anwendung in der Landwirtschaft zu hoch. Der Absatz findet vornehmlich statt im Gartenbau ( $\frac{1}{3}$ ) und im öffentlichen Sektor (Neuanlage von Parks, Sportplätzen usw.).

## Wert des Müllkompostes aufgrund chemischer Analyse

In der Periode 1949 bis 1970 wurden von der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Maastricht, die amtlich für die Kontrolle von in den Handel gebrachten Düngemitteln verantwortlich ist, 150 Müllkompostproben untersucht. Das Ergebnis ist in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Demnach beträgt der organische Stoffgehalt (= Glühverlust —  $H_2O$ )

Tab. 1

Ergebnisse der chemischen Analyse von Müllkompostproben aus der Periode 1949/70.  
Gehalte umgerechnet auf Trockensubstanz

		Anzahl der Proben	Mittel	Streuung
Org. Substanz	%	150	32,1	8,3 - 55,4
Kohle	%	150	20,0	0,7 - 38,6
Nt	%	150	0,56	0,25 - 1,72
$P_2O_5$	%	148	0,44	0,20 - 0,74
$K_2O$	%	144	0,26	0,05 - 0,65
CaO	%	142	3,20	1,00 - 4,81
MgO	%	21	0,49	0,30 - 0,75

Gehalte an Schwermetallen in Müllkompostproben aus dem Jahre 1970

		Van Maanen-System		Raspelsystem		
Fe	%	Wijster	5,4	Mierlo	3,5	0,8
Mn	ppm	Wijster	290	Mierlo	350	200
Pb	ppm	Wijster	950	Mierlo	750	450
Zn	ppm	Wijster	1600	Mierlo	1500	550
Cu	ppm	Wijster	700	Mierlo	750	300
Co	ppm	Wijster	15	Mierlo	14	15
Mo	ppm	Wijster	45	Mierlo	85	40
B	ppm	Wijster	15	Mierlo	15	15

\*) Ir. S. DE HAAN, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Groningen), Niederlande

— CO<sub>2</sub>) bezogen auf Trockensubstanz im Mittel 32 %. Ein großer Teil davon (ca. 60 %) ist aber Kohle. Im Zuge der Umschaltung von Kohle auf Erdgas für Heizzwecke nimmt dieser Anteil ab.

Der Stickstoffgehalt ist im Müllkompost recht niedrig. Bezogen auf organische Substanz beträgt er 1,8 %. Mit einer Wirkung des wichtigsten pflanzenernährenden Elements braucht bei diesem Kompost also kaum Rechnung gehalten zu werden. Der Stickstoffgehalt nimmt i. a. mit dem Gehalt an organischer Substanz zu (Korrelationskoeffizient 0,55). Das gleiche gilt auch für die Gehalte an Phosphorsäure und Kalium (Korr.k. 0,47 und 0,39), die übrigens auch recht niedrig sind. Der Kalkgehalt ist recht bedeutend, nimmt aber in den letzten Jahren ab ebenso wie der Kaligehalt. Der Stickstoffgehalt nimmt zu.

In der Tabelle 1 sind auch Gehalte an Schwermetallen bzw. Spurenelementen erwähnt. Diese beziehen sich auf Proben, die die VAM im Jahre 1970 hat untersuchen lassen. Es zeigt sich, daß die Gehalte an Schwermetallen in dem nach dem Van Maanen-System hergestellten Kompost höher sind als in dem Raspelkompost. Bei dem letzten werden die Metalle vor der Kompostierung aussortiert, bei dem ersten nachher.

### Ergebnisse aus Feldversuchen

Insgesamt sind am Institut für Bodenfruchtbarkeit in Groningen mehr als 60 Feldversuche mit Müllkompost durchgeführt worden. Der größte Teil davon wurde kurz nach dem 2. Weltkrieg angelegt. U. a. wurde eine Serie von mehr als 20 Versuchen auf den verschiedensten Bodenarten angelegt, um nachzugehen, wo Müllkompost am vorteilhaftesten eingesetzt werden konnte, um bei der Planung von neuen Kompostwerken damit Rechnung zu halten. Über Ergebnisse dieser Versuche ist schon einige Male berichtet worden von KORTLEVEN (1956, 1970), bis November 1970 der Leiter dieser Versuche, und RIEM VIS (1969).

Von diesen Versuchen sind jetzt noch 6 übrig, die repräsentativ geachtet werden können für die ganze Serie und die seit 1966 als Kastenversuch auf dem Gelände des Instituts unter der Nummer VP 808 weitergeführt werden, um den Einfluß kontinuierlicher Kompostanwendung auf Boden und Gewächs nachzugehen. Die Bodenarten, worauf diese Versuche angelegt worden sind und die Mehrerträge durch Kompost in v.H. der Erträge ohne Kompost sind aufgeführt in der Tabelle 2. Unter Mehrertrag ist hier zu verstehen der mittlere Mehrertrag durch Gaben von 10, 20, 30 und 40 Tonnen Kompost pro Hektar, die seit 1949 alle 2 Jahre gegeben wurden. Unter Ertrag ist das jeweilige Haupternteprodukt zu verstehen. Also bei Getreide der Kornertrag, bei Kartoffeln der Knollenertrag usw. Der Mehrertrag wurde erzielt bei optimaler Mineraldüngung, soweit diese im voraus optimal zu bestimmen ist. In der Periode bis 1959 wurde pro Tonne Kompost 0,6 kg N, 0,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 2 kg K<sub>2</sub>O in Minderung gebracht. Seit 1959 wird die Minderung allein noch für Kalium angewendet.

Aus Tabelle 2 geht hervor, daß die Mehrerträge im Laufe der Jahre erhebliche Schwankungen aufweisen. Im Mittel der Jahre ist auf keinem der Bodenarten ein signifikanter Mehrertrag erzielt worden, obwohl diese in einzelnen Jahren ganz bedeutend sein können. Dem steht gegenüber, daß sie in anderen Jahren deutlich negativ sind. Gewisse Gesetzmäßigkeiten lassen sich dabei bis jetzt schwer feststellen. Auch ein Trend im Laufe der Jahre ist nicht festzustellen.

Im Mittel der Jahre wurde der bedeutendste Mehrertrag erzielt auf dem schweren Flußmarschboden und dem leichten Plaggenboden, was wohl mit dem niedrigen pH der Objekte ohne Kompost dieser Böden zusammenhängen wird (s. nächsten Abschnitt). Auf dem Plaggenboden war der Mehrertrag bei Zuckerrüben sehr hoch (246 %), die hier allein im Jahre 1967 angebaut wurden. Im Mittel aller Bodenarten war der Mehr-

Tab. 2  
*Mehr-(Minder)-erträge durch Müllkompost in v.H. der Erträge ohne Müllkompost  
bei optimaler Minereraldüngung*

Versuchsfeld	Pr 1040	Pr 1614	Pr 1754	Pr 1051	Pr 1042	Pr 1752
Bodenart	Seemarschen schwer	leicht	Flußm. schwer	moorko- lonial	kult. Podsol	Plaggen- boden
Jahr						
1949	4	0	n. b.	3	1	— 2
1950	— 10	4	n. b.	0	0	2
1951	— 1	0	n. b.	2	3	20
1952	0	0	18	0	— 1	4
1953	— 6	— 3	3	0	— 3	— 9
1954	— 2	n. b.	29	3	— 4	1
1955	— 4	2	n. b.	1	6	11
1956	0	5	— 4	10	1	0
1957	0	— 4	23	9	— 4	— 5
1958	1	— 2	4	— 28	— 1	8
1959	— 2	— 5	25	31	0	— 4
1960	0	2	3	2	— 4	— 2
1961	n. b.	15	15	13	1	10
1962	0	0	13	19	— 14	4
1963	3	6	4	n. b.	8	7
1964	— 1	n. b.	4	4	7	— 1
1965	1	n. b.	17	n. b.	1	10
1966	2	1	4	— 4	6	9
1967	— 2	— 9	40	— 5	— 6	[246]
1968	— 4	3	— 15	17	— 10	— 5
1969	3	5	— 1	6	— 10	— 8
1970	12	29	— 2	7	6	9
Mittel	0	2	9	4	0	3 * [14]
Getreide	0 (16)	4 (7)	6 (10)	7 (10)	0 (7)	0 (12)
Zucker (Futter) rüben	— 2 (1)	3 (6)	34 (2)	13 (2)	— 5 (6)	246 (1)
Kartoffeln		5 (1)	2 (2)	0 (8)	0 (6)	5 (7)
alle Versuchsfelder	Getreide	2 (62)				
	Z (F)-Rüben	18 (18)	bzw. 5 (17) **			
	Kartoffeln	2 (24)				

(Zahlen in Klammern): Anzahl der Versuchsjahre

\*) das Jahr 1967 nicht mitgerechnet

\*\*) das Jahr 1967 von Pr 1752 nicht mitgerechnet

ertrag bei dem Gewächs Zuckerrüben am höchsten, was auch wieder auf die Kalkwirkung des Kompostes hinweist.

### Ergebnisse der Bodenuntersuchung

Die Böden des Versuches VP 808 werden alle Jahre auf Humus- und Stickstoffgehalt untersucht und alle zwei Jahre außerdem noch auf pH und Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalt. In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse des Jahres 1969 wiedergegeben. Allein für pH sind die Werte von 1967 erwähnt. Es hat nämlich im Jahre 1968 eine

Aufkalkung stattgefunden, wobei darauf gezielt wurde alle Objekte desselben Bodens auf den gleichen pH-Wert zu bringen. Für den Versuchsboden Pr 1614 hatte diese Aufkalkung schon 1958 stattgefunden. In der Tabelle 3 sind die Werte wiedergegeben für die Objekte ohne Kompost und für die Objekte, die seit 1949 alle 2 Jahre 40 Tonnen/ha bekommen haben. Demnach sind die pH-KCl-Werte durch Kompost deutlich

Tab. 3

*Ergebnisse der chemischen Analyse der Böden von VP 808 ohne und mit Müllkompost (40 t/ha / 2 Jahre seit 1949) im Jahre 1969 (pH-KCl 1967)*

Versuchsfeld		Pr 1040	Pr 1614	Pr 1754	Pr 1051	Pr 1042	Pr 1752
Bodenart		Seemarschen schwer	leicht	Flußm. schwer	moorkol. Boden	kultiv. Podsolb.	Plaggen- boden
pH-KCl	ohne	6,68	7,49 *)	4,43	4,12	4,34	3,70
	mit	7,04	7,54	5,78	5,86	5,54	5,71
	Zunahme	0,36	0,05	1,35	1,74	1,20	2,01
Humus %	ohne	2,99	1,67	4,04	10,05	6,81	3,10
	mit	4,62	2,78	5,59	10,82	8,11	4,34
	Zunahme	1,63	1,11	1,55	0,77	1,30	1,24
Ntot mg/100 g	mit	170	100	250	200	155	100
	ohne	205	125	280	220	180	120
	Zunahme	35	25	30	20	25	20
Pw mg/100 g	ohne	2,70	4,65	0,75	6,35	3,00	5,50
	mit	2,50	3,85	0,90	8,20	2,65	3,70
	Zunahme	— 0,20	— 0,80	0,15	1,85	— 0,35	— 1,80
P-Al mg/100 g	ohne	36	44	10	37	40	49
	mit	53	56	21	70	50	55
	Zunahme	17	12	11	33	10	06
Ptot mg/100 g	ohne	210	140	200	90	100	120
	mit	240	170	250	180	140	160
	Zunahme	30	30	50	90	40	40
K-HCl mg/100 g	ohne	24	18	16	10	06	06
	mit	22	17	14	10	06	07
	Zunahme	— 02	— 01	— 02	00	00	01
Mg-NaCl mg/100 g	ohne	23	11	29	17	09	08
	mit	26	11	35	16	11	10
	Zunahme	03	00	06	— 01	02	02

\*) 1958 aufgekalkt

erhöht worden. Die Zunahme ist größer je niedriger das pH ist ohne Kompost. In Hinblick auf seine Schwere (Gehalt an abschlämmbaren Teilen 70 %) war das pH ohne Kompost auf dem Boden Pr 1754 viel zu niedrig. Dasselbe gilt in Hinblick auf seinen niedrigen Humusgehalt für den Plaggenboden Pr 1752. Dieser Plaggenboden stammt aus dem Süden des Landes, wo die Humusgehalte dieser Bodenart im allgemeinen niedriger sind als im Norden.

Die Humus- und Stickstoffgehalte sind durch die Kompostdüngung ebenfalls deutlich gestiegen. Gegenüber ohne Kompost sind die Humusgehalte im Durchschnitt gestiegen mit 1,26 % und die Stickstoffgehalte mit 0,26 %. Der Humus ist also stickstoffärmer geworden, was wohl auf die Kohle im Kompost zurückzuführen sein mag. Ein großer Teil der Humusanreicherung muß auf Rechnung dieser Kohle geschrieben werden.

Der Gehalt an wasserlöslicher Phosphorsäure (Pw) ist in den meisten Fällen niedriger geworden. Dagegen sind die Gehalte an ammoniumlaktatessigsäurelöslicher (PAL) und mineral säurelöslicher (Ptot) Phosphorsäure deutlich gestiegen. Das durch Kompost herbeigeführte Phosphat ist anscheinend schwer wasserlöslich bzw. in eine schwer wasserlösliche Form überführt worden, dagegen relativ gut (zu etwa 30 %) in Ammoniumlaktatessigsäure löslich. Die Kalium- und Magnesiumgehalte sind durch Kompost kaum verändert.

### **Negativer Effekt von Kompost und Gehalt an Schwermetallen**

Aus der Tabelle 2 geht hervor, daß der Komposteffekt in einer Anzahl von Fällen negativ war. In den meisten Fällen ist der Grund dafür nicht anzugeben. Auf dem Versuchsfeld Pr 1051 jedoch zeigten Zuckerrüben im Juli 1965 auf den Kompostobjekten chlorotische Erscheinungen und starkes Zurückbleiben im Wachstum. Später erholte das Gewächs sich wieder. Dieselben Erscheinungen taten sich in diesem Jahr wieder vor.

Die Erscheinungen im Jahre 1965 waren für Herrn Dr. SMILDE von unserem Institut Anlaß, in einer Anzahl von Kompostversuchen auf leichten Böden Zink- und Bleigehalte im Gewächs (im vollen Wuchsstadium) zu bestimmen. In einigen Fällen wurde mit Boden des Versuchsfeldes ein Gefäßversuch durchgeführt. Es zeigte sich, daß die Zinkgehalte durch Kompost im allgemeinen deutlich erhöht wurden, dagegen die Bleigehalte nicht. Die Zunahme des Zinkgehaltes mag Anlaß gewesen sein für eine Erniedrigung des Eisengehaltes und damit für die chlorotischen Erscheinungen, die aber nur in einigen Fällen auftraten. Auch Manganmangelerscheinungen, die auf den Kompostversuchsfeldern öfters beobachtet wurden, mögen mit einer Erhöhung des Gehaltes an Zink oder anderen Spurenelementen in Zusammenhang stehen. Eine eingehendere Untersuchung hiernach ist jetzt in Vorbereitung.

### **Ergebnisse des Versuchs Pr 1255 auf schwerem Flußmarschboden**

Auf diesem Versuchsfeld wird seit 1952 neben anderen organischen Düngern frischer und fermentierter Müllkompost verglichen. Von den Komposten wurde bis 1968 alle 2 Jahre 30 Tonnen/ha gegeben und seit 1968 jedes Jahr 15 Tonnen. Die Mehr- oder Mindererträge, die mit den verschiedenen Gewächsen bei optimaler Mineraldüngung erzielt wurden sind in der Tabelle 4 wiedergegeben.

Aus der Tabelle geht hervor, daß Mehrerträge nur mit dem Gewächs Zuckerrüben erzielt wurden. Wahrscheinlich ist die Kompostwirkung auch hier vorwiegend eine Kalkwirkung. Der pH-Wert dieses Bodens war 1968 ohne organische Düngung 5,0 und mit Frisch- sowohl als Reifkompost 5,2.

### **Vergleich zwischen Frisch- und Reifkompost auf dem Versuchsfeld IB 598**

Auf diesem Versuchsfeld auf einem leichten Sandboden werden seit 1961 Frisch- und Reifkompost verglichen bei verschiedenen Stickstoffgaben. Der Frischkompost wird im Herbst, der Reifkompost im Frühjahr verabreicht. Der mittlere Mehrertrag durch Frischkompost im Vergleich zu Reifkompost war bei der niedrigsten Stickstoffgabe 10 % und bei der höchsten 3 %. Aus der Analyse des Gewächses ist hervorgegangen, daß der bessere Effekt des Frischkompostes dem Stickstoff zu verdanken war. Der Stickstoffgehalt des Frischkompostes war jedoch nicht höher.

Tab. 4

Mehr-(Minder)-erträge durch Müllkompost (15 t/halbjahr) in v.H. der Erträge ohne Müllkompost bei optimaler Mineraldüngung auf dem Versuchsfeld Pr 1255 (schwerer Flußmarsch)

Jahr	Pflanze	fermentierter	frischer Müllkompost
1952	Kartoffeln	0	0
1953	Gerste	4	5
1954	Kartoffeln	4	1
1955	Z. Rüben	10	16
1956	Hafer	2	— 2
1957	Kartoffeln	0	1
1958	Z. Rüben	13	11
1959	Gerste	— 14	— 13
1960	Kartoffeln	— 1	— 1
1961	Z. Rüben	32	29
1962	Weizen	5	2
1963	Kartoffeln	— 4	— 4
1964	Z. Rüben	39	41
1965	Weizen	6	20
1966	Kartoffeln	— 2	— 11
1967	Z. Rüben	17	17
1968	Weizen	— 2	2
1969	Kartoffeln	1	— 2
1970	Z. Rüben	4	4
Mittel	alle Gewächse	6	6
	Z. Rüben	19	19
	Kartoffeln	0	— 2
	Getreide	0	2

### Reiner Müllkompost als Kulturboden

In dem Kastenversuch VP 177 wird seit 1951 die Wirkung von Müllkompost verglichen mit und ohne Zumischung von Bentonit. Bentonit wurde dem Kompost zugemischt um seinen Einfluß auf die Humusbildung nachzugehen. In diesem Versuch ist auch ein Objekt reiner Müllkompost mit und ohne Bentonit aufgenommen. Die Erträge dieses Objekts in v. H. des Objekts ohne Müllkompost bei optimaler Mineraldüngung sind in der Tabelle 5 aufgeführt. Aus dieser Tabelle geht hervor, daß auf einem Boden aus reinem Müllkompost keine guten Erträge zu erzielen sind. Die besten Erträge werden erreicht mit Hackfrüchten (Rüben, Kartoffeln, Möhren). Die anderen Fruchtarten bringen geringere Erträge. Zumischung von Bentonit hatte einen günstigen Erfolg auf die Erträge. Die Humusbildung, jedenfalls die Humusmenge, wurde durch Bentonit nicht beeinflußt.

### Zusammenfassung

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß mit Müllkompost auf Böden in gutem Kulturzustand keine bedeutenden Mehrerträge zu erzielen sind. Die am meisten hervortretende Wirkung ist eine Kalkwirkung, die sich besonders äußerte bei Zuckerrüben auf sauren Böden. Auf leichten Böden können auf die Dauer bei wiederholter Kompostanwendung Störungen im Schwermetallhaushalt der Gewächse auftreten. Reiner Müllkompost ergibt auf Jahre hinaus keinen guten Ackerboden.

Tab. 5  
*VP 177. Erträge des Objektes reiner Müllkompost in v.H. des Objektes  
ohne Müllkompost bei optimaler Mineraldüngung*

Jahr	Gewächs	ohne	mit 5 % Bentonit
1951	Futterrüben	86	99
1952	Gerste	38	34
1953	Kartoffeln	34	71
1954	W. W. Raygras	31	34
1955	Möhren	57	56
1956	Kartoffeln	66	99
1957	Bohnen (Phaseolus)	58	50
1958	Rotklee	26	36
1959	Kartoffeln	96	97
1960	Hafer	34	41
1961	Möhren	90	97
1962	Kartoffeln	108	114
1963	Gras	43	63
1964	Rotklee	18	29
1965	Kartoffeln	51	107
1966	Hafer	57	86
1967	Möhren	95	110
1968	Hafer	46	62
1969	Kartoffeln	69	57
1970	Weizen	54	72
Mittel	alle Gewächse	58	71
	Hackfrüchte	75	91
	andere Gewächse	41	51

*Schriftum*

- KORTLEVEN, J.: Proeven met stadsvuilcompost. Versl. Landbouwk. Onderz. 61, 12, 1956  
KORTLEVEN, J.: Proeven met stadsvuilcompost II. Rapport 11, 1970. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren/Groningen  
RIEM Vis, F.: De invloed van VAM-compost op de pH-KCl van zand- en veenkoloniale grond. Rapport 8, 1969, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren/Groningen