

CODEN: IBBRAH (10-84) 1-57 (1984)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 10-84

INVLOED VAN KUNSTMEST EN VARKENS-DRIJFMEST OP DE SAMENSTELLING VAN GROND
EN DRAINWATER (IB 1866 - 1971 t/m 1982)

*With a summary: Effect of fertilizer and pig slurry on the composition
of soil and drainage water*

door

L. VAN DER VEEN

1984

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92 Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 10-84 (1984) 57 pp.

INHOUD

1. Proefopzet	3
2. Samenstelling van de varkensdrijfmest en toegediende bemestingen	5
3. Hoeveelheden toegediende en onttrokken voedingsstoffen	7
4. Verlies aan voedingsstoffen via het drainwater	10
5. Grondonderzoek	12
5.1. pH-KCl en CaO-gehalte van de grond	12
5.2. Het organische-stofgehalte van de grond	14
5.3. Het stikstofgehalte van de grond	16
5.4. Het fosfaatgehalte van de grond	20
5.5. Het kaligehalte van de grond	24
5.6. Het magnesiumgehalte van de grond	26
5.7. Het kopergehalte van de grond	26
5.8. Het zinkgehalte van de grond	29
5.9. Het boriumgehalte van de grond	31
6. Samenvatting	33
7. Summary	35
8. Publikaties proef IB 1866	37
9. Bijlagen	39

1. PROEFOPZET

In het voorjaar van 1971 werd op een zandgrond (laag 0-20 cm: 3,9% organische stof, pH-KCl 4,8, N-totaal 0,12%, Pw-getal 12, P-totaal 0,08%, K₂O-gehalte 0,005% en 12 ppm Zn-totaal) van de IB-proefboerderij te Haren een veeljarige proef aangelegd met de volgende bemestingsstroken:

140 kg N + 140 kg P₂O₅ + 140 kg K₂O per ha als kunstmest,
280 kg N + 280 kg P₂O₅ + 280 kg K₂O per ha als kunstmest,
40 ton varkensdrijfmest per ha in het voorjaar,
80 ton varkensdrijfmest per ha in het voorjaar,
80 ton varkensdrijfmest per ha in het najaar,
160 ton varkensdrijfmest per ha in het najaar.

Haaks op deze stroken werd een vruchtopvolging van aardappelen, suikerbieten en maïs aangehouden, waarbij alle drie gewassen jaarlijks in duplo-stroken werden geteeld. Door een builenbrandaantasting in 1976 werd voor de periode 1977 t/m 1979 de maïs vervangen door knolselderij.

Vanaf 1973 werd de gehele proef jaarlijks in het voorjaar extra bemest met 100 kg P₂O₅ + 100 kg K₂O + 100 kg MgO (60 kg MgO in 1975) per ha in de vorm van kunstmest. In 1975 werd de proef, door onderverdeling van de bestaande veldjes, uitgebreid met kunstmeststikstoftrappen op een vaste plaats (tabel 1).

TABEL 1. Bemestingobjecten voor de periode 1975 t/m 1982.
 TABLE 1. Fertilizer and pig slurry treatments 1975-1982.

Object	Kg kunstmest-N per ha			
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O per ha als kunstmest	0	70	140	280
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O per ha als kunstmest	0	70	140	280
40 ton varkensdrijfmest per ha in het voorjaar	0	35	70	100*
80 ton varkensdrijfmest per ha in het voorjaar	0	35	70	100*
80 ton varkensdrijfmest per ha in het najaar	0	35	70	100*
160 ton varkensdrijfmest per ha in het najaar	0	35	70	100*

* Varkensdrijfmestobjecten 100 kg N per ha in 1981 en 1982 gewijzigd in 140 kg N per ha.

2. SAMENSTELLING VAN DE VARKENS-DRIJFMEST EN TOEGEDIENDE BEMESTINGEN

Uit iedere tank gebruikte mest werd een monster voor chemisch onderzoek genomen (tabel 2). Het gemiddeld gehalte aan in water oplosbare stikstof (hoofdzakelijk $\text{NH}_3\text{-N}$) werd berekend uit 80 mestmonsters. De Cu- (64 mg/kg mest) en Zn-gehalten (44 mg/kg mest) werden via respectievelijk 91 en 74 mestanalyses herleid tot gemiddelde waarden voor de toegediende varkensdrijfmest.

Met uitzondering van 1971 en 1979 werd de najaarsbemesting met varkensdrijfmest in november of december toegediend en de voorjaarsbemesting in de eerste helft van maart. In 1971 verviel de najaarsbemesting doordat de proef in het voorjaar werd aangelegd; de 40 ton voorjaars- en 80 ton najaarsobjecten werden toen op 2 april bemest met 32 ton, en de 80 ton voorjaars- en 160 ton najaarsobjecten met 64 ton varkensdrijfmest per ha.

Als gevolg van een vroeg ingevallen vorst in december 1978 werd de najaarsbemesting voor 1979 pas op 15 maart toegediend. Hoewel de voorjaarsbemesting naar 4 april werd verschoven, lagen de tijdstippen van toediening erg dicht bij elkaar.

De kunstmest werd in maart of april toegediend; stikstof als kalkammonsalpeter, kali als zwavelzure kali en magnesium als kieseriet. Voor het op peil houden van de pH werd, naast een bekalking in 1972 en 1975, het fosfaat in de periode 1975 t/m 1978 als thomasslakkenmeel verstrekt. In de overige jaren werd het als dubbelsuperfosfaat gegeven. Het deel van de proef met suikerbieten, mais of de mais-vervangende knolselderij werd (met uitzondering van mais in de periode 1973 t/m 1976) jaarlijks bemest met gemiddeld 15 kg borax per ha (spreiding 10-20 kg per ha).

In enkele gevallen werd van het bemestingsschema afgeweken. In het eerste proefjaar werden de kunstmestobjecten bemest met 70, en de 32-ton varkensdrijfmestobjecten met 35 kg MgO per ha. In 1971 en 1974 werden de fosfaat- en kalikunstmestbemesting als een P+K-mengmeststof toegediend; in 1982 was dat alleen het geval met de op het gehele proefveld gegeven extra kunstmestbemesting.

In het voorjaar van 1974 ontvingen alle veldjes met 40 of 80 ton varkensdrijfmest in het voorjaar door het lage stikstofgehalte van de drijfmest een aanvullende kunstmestgift van respectievelijk 52 of 104 kg N in de vorm van kalkammonsalpeter. Tijdens de laatste twee proefjaren werden in alle varkensdrijfmestobjecten de giften van 100 kg kunstmest-N gewijzigd in 140 kg N per ha.

TABEL 2. Samenstelling van de varkensdrijfmest.
TABLE 2. Pig slurry composition.

Proef- jaar	Tijdstip van toediening	Aantal monsters	pH- H ₂ O	% in het materiaal			N-tot.	N-w*	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cl	SO ₃	mg per kg	
				dr.stof	org.stof											Cu	Zn
1971	2- 4-1971	6	8,2	4,7	4,1	0,60	-	0,28	0,36	0,14	0,01	0,08	0,12	0,10	10,9	-	
1972	11-11-1971	8	8,1	7,7	5,6	0,56	-	0,38	0,42	0,08	0,09	0,10	0,14	0,20	54,0	-	
	13- 3-1972	4	8,4	2,0	1,2	0,49	-	0,24	0,39	0,10	0,06	0,09	0,15	0,16	39,1	-	
1973	28-11-1972	8	8,1	2,5	1,6	0,42	-	0,32	0,30	0,21	0,12	0,07	0,14	0,14	56,9	-	
	22- 3-1973	4	7,9	6,2	4,7	0,53	-	0,40	0,35	0,22	0,08	0,10	0,16	0,14	75,1	-	
1974	26-11-1973	8	8,0	8,4	6,8	0,47	0,26	0,34	0,31	0,24	0,13	0,08	0,13	0,16	28,5	-	
	8- 3-1974	4	8,4	2,1	1,3	0,37	0,24	0,13	0,33	0,08	0,03	0,07	0,13	0,13	23,8	-	
1975	3-12-1974	6	8,2	3,2	2,1	0,30	0,23	0,17	0,27	0,14	0,05	0,06	0,10	0,09	53,1	34,0	
	20- 3-1975	3	8,9	12,7	9,4	1,01	-	0,71	0,69	0,47	0,20	0,12	0,24	0,28	129,3	124,0	
1976	28-11-1975	6	7,6	16,2	12,7	0,95	-	0,77	0,78	0,61	0,25	0,16	0,31	0,35	133,6	113,4	
	8- 3-1976	3	8,7	16,0	12,6	0,99	0,42	0,69	0,71	0,49	0,22	0,19	0,29	0,37	118,8	89,3	
1977	3-12-1976	6	7,9	13,5	9,7	0,88	0,35	0,70	0,88	0,61	0,22	0,14	0,23	0,29	110,4	75,4	
	16- 3-1977	3	8,5	15,7	11,0	0,92	0,45	0,90	0,87	0,58	0,31	0,13	0,22	0,30	106,7	63,5	
1978	1-12-1977	6	8,4	12,8	10,2	0,66	0,27	0,50	0,62	0,48	0,15	0,07	0,34	0,21	85,7	43,9	
	3- 3-1978	6	8,2	1,4	0,8	0,25	0,16	0,05	0,33	0,05	0,01	0,04	0,07	0,04	16,3	8,9	
1979	15- 3-1979	6	8,4	5,0	3,6	0,39	0,22	0,23	0,40	0,22	0,08	0,06	0,11	0,10	20,4	26,4	
	4- 4-1979	3	8,2	6,3	4,6	0,41	0,18	0,33	0,38	0,22	0,08	0,04	0,10	0,12	28,7	35,1	
1980	21-11-1979	7	8,0	11,8	8,8	0,69	0,41	0,58	0,65	0,44	0,22	0,06	0,14	0,24	85,5	70,2	
	20- 2-1980	4	7,6	11,3	8,0	0,79	0,45	0,57	0,84	0,45	0,19	0,12	0,14	0,27	85,7	42,2	
1981	27-11-1980	6	8,1	12,7	9,5	0,81	0,43	0,70	0,63	0,40	0,29	0,08	-	0,20	78,0	43,2	
	17- 2-1981	3	8,2	7,1	4,9	0,52	0,25	0,44	0,52	0,36	0,14	0,07	0,14	0,17	55,9	43,6	
1982	8-12-1981	6	8,2	7,4	5,0	0,50	0,26	0,41	0,53	0,41	0,13	0,06	0,14	0,20	76,6	38,4	
	2- 3-1982	3	7,7	5,0	3,4	0,42	0,23	0,27	0,47	0,27	0,07	0,07	0,14	-	49,9	25,5	
gemiddeld		(119)	8,1	8,1	6,1	0,59	0,31	0,43	0,51	0,30	0,13	0,09	0,16	0,19	63,7	44,4	

* Komt overeen met NH₃-N (=N-min.)

3. HOEVEELHEDEN TOEGEDIENDE EN ONTTROKKEN VOEDINGSSTOFFEN

Tabel 3 vermeldt de hoeveelheden voedingsstoffen die in deze proefperiode aan de diverse objecten zijn toegediend. Deze hoeveelheden zijn inclusief de bekalkingen van 1972 en 1975 en de vanaf 1973 jaarlijks op het gehele proefveld toegediende extra kunstmestbemesting, maar exclusief de variabele N- en CaO-aanvoer via de kunstmeststikstoftrappen in de periode 1975 t/m 1982.

TABEL 3. Hoeveelheden toegediende voedingsstoffen (kg/ha) in de periode 1971 t/m 1982 (exclusief de N- en CaO-aanvoer via de kunstmest-N-trappen).

TABLE 3. Applications of nutrients (kg/ha) 1971-1982.

Object	Kunstmest (kg/ha)		Varkensdrijfmest (ton per ha)			
	140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
	140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
N-tot.	560*	1120*	2982	5649	5462	11032
P ₂ O ₅	2680	4360	3035	4796	5456	9007
K ₂ O	2680	4360	3543	5760	5723	10457
CaO	6485	9368	5203	6735	6996	9845
MgO	1345	1443	1724	2114	2466	3819
Na ₂ O	35	70	461	847	772	1510
Cl	424	744	867	1552	1730	3251
SO ₃	4606	6175	3719	4470	4488	6055
Cu	-	-	31	56	63	125
Zn	-	-	23	41	42	87

* totaal van vier proefjaren (1972 t/m 1974) zonder N-trappen.

Met uitzondering van het N-min.-onderzoek (waar per N-trap werd bemonsterd) werd bij het grondonderzoek geen rekening gehouden met de N-trappen, hoewel ze door hun vaste plaats in de proef door aanvoer

5. GRONDONDERZOEK

De invloed van de meststoffen op de chemische samenstelling van de grond werd nagegaan door het profiel vóór het toedienen van de najaarsdrijfmestbemesting tot een diepte van één meter te bemonsteren in lagen van 20 cm. In sommige jaren werd van deze bemonsteringsdiepte afgeweken. De pH-KCl, het organische-stofgehalte en de hoeveelheden N-totaal, P-water, P-totaal, K_2O , Cu en Zn werden tamelijk frequent bepaald. In enkele gevallen werden CaO (2×), MgO (2×) en B (1×) geanalyseerd. In de periode met kunstmeststikstoftrappen (1975 t/m 1982) werd jaarlijks in het voorjaar, na het toedienen van de drijfmest en voor het verstrekken van de kunstmeststikstof, tot een diepte van één meter in lagen van 20 cm bemonsterd voor het bepalen van de hoeveelheden minerale stikstof in het profiel.

5.1. pH-KCl en CaO-gehalte van de grond

Naast de pH-KCl-metingen voor de gehele proefperiode zijn in bijlage I de CaO-totaalbepalingen voor de laatste proefjaren vermeld. Door de bemesting, plantengroei (= onttrekking) en uitspoeling werd de pH-KCl in de lagen 0-20 en 20-40 cm beïnvloed; in de overige lagen tot 100 cm diepte was dat niet het geval.

Door de kunstmestbemestingen werd de pH-KCl iets meer verhoogd dan door de opklimmende hoeveelheden varkensdrijfmest. Het iets grillig verloop van de waarden in de lagen 0-20 en 20-40 cm is voor een groot deel terug te voeren op de toegediende bekalkingen en de CaO-aanvoer via de kunstmestfosfaatmeststoffen. Dit blijkt duidelijk uit tabel 8, waar voor beide grondlagen de pH-KCl aan het begin van de proef en na iedere bekalking of verandering van fosfaatmeststof is vermeld.

Met behulp van de CaO-totaalgehalten en de volumegewichten van de diverse grondlagen werd berekend hoeveel CaO-totaal tot een diepte van één meter in het profiel aanwezig was bij het beëindigen van de proef (tabel 9). Met een iets grotere CaO-aanvoer in twaalf proefjaren (kunstmestobjecten gemiddeld 7.900 en de drijfmestobjecten gemiddeld 7.200 kg

CaO per ha) was in de herfst van 1982 in de kunstmestobjecten gemiddeld 16.000 en in de drijfmestobjecten gemiddeld 13.000 kg CaO in het profiel aanwezig.

TABEL 8. Invloed van het bekalken en de fosfaatbemesting op de pH-KCl.
TABLE 8. Effect of liming and phosphate application on pH-KCl.

pH	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per h.			
	140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
	140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
	<i>laag 0-20 cm</i>					
pH-begin proef op 13-4-1971	4,8	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8
24-11-'72-bekalking met mergel*						
pH op 20-11-1973	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	5,2
4-11-'75-bekalking met mergel**						
pH op 15-11-1974	5,0	4,8	4,9	4,7	4,9	4,9
fosfaat als slakkenmeel***						
pH op 5-3-1979	5,5	5,8	5,1	5,1	5,2	5,3
fosfaat als dubbelsuperfosfaat****						
pH op 3-11-1982	5,1	5,4	4,9	4,8	4,9	5,0
	<i>laag 20-40 cm</i>					
pH-begin proef op 13-4-1971	4,8	4,6	4,6	4,5	4,7	4,6
*						
20-11-1973	4,9	4,6	4,8	4,6	4,7	4,8
**						
15-11-1974	4,7	4,6	4,6	4,5	4,6	4,6

5- 3-1979	5,1	4,9	4,7	4,6	4,7	4,8

3-11-1982	5,0	5,2	4,8	4,7	4,9	5,2

* = bekalkt met 1515 kg zbb per ha als kalkmergel

** = bekalkt tot pH 5,2 à 5,5 met kalkmergel

*** = 1975 t/m 1978 kunstmestfosfaat als thomasslakkenmeel

**** = 1971 t/m 1974 en 1979 t/m 1982 kunstmestfosfaat als dubbelsuperfosfaat (vanaf 1973 werd op de gehele proef jaarlijks 100 kg P₂O₅ in de vorm van kunstmest toegediend)

TABEL 11. Met de drijfmest aangevoerde organische stof (kg per ha).
 TABEL 11. *Organic matter (kg/ha) applied with pig slurry.*

Proef- jaar	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
	140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
	140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
1971	-	-	1312	2624	1312	2624
'72	-	-	380	1160	2400	11552
'73	-	-	2180	3280	1200	2656
'74	-	-	440	1160	6056	10016
'75	-	-	3560	7680	1560	3360
'76	-	-	5960	9160	10560	19920
'77	-	-	4800	8400	7720	15648
'78	-	-	260	664	10840	13600
'79	-	-	1600	3880	2760	5920
'80	-	-	3400	6000	6760	14240
'81	-	-	2000	3880	7360	15408
'82	-	-	1160	2960	4160	7968
totaal	-	-	27052	50848	62688	122912
gemiddeld per jaar			2254	4237	5224	10243

5.3. Het stikstofgehalte van de grond

In alle objecten nam het N-totaalgehalte van de grond in de lagen 0-20 en 20-40 cm in geringe mate af. Gedurende de gehele proefperiode werden in de lagen 40-60, 60-80 en 80-100 cm zeer lage waarden gevonden (bijlage 3).

Voor de periode 1975 t/m 1982 werd nagegaan hoeveel minerale stikstof in het voorjaar, na het toedienen van de varkensdrijfmest en voor het verstrekken van de kunstmeststikstof, in het profiel aanwezig was. Met behulp van de N-mineraalgehalten en volumegewichten van de diverse grondlagen werd per bemestingsstrook en stikstoftrap per proefjaar berekend hoeveel minerale stikstof (in kg per ha) in de lagen 0-60 en 0-100 cm

aanwezig was (bijlage 4).

Voor een achtjarige proefperiode zijn de gemiddelde hoeveelheden minerale stikstof in profielen van 0-60 en 60-100 cm in tabel 12 weergegeven.

TABEL 12. In het voorjaar in het profiel aanwezige N-min. (gemiddelde waarden periode 1975 t/m 1982).

TABLE 12. Quantities of mineral N in the profile in spring (average values 1975-1982).

Kunstmest-N, kg per ha	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
	140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
	140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
<i>N-min., kg per ha in de laag 0-60 cm</i>						
0	36	39	94	171	166	294
35	-	-	110	164	181	287
70	35	42	111	181	165	288
100	-	-	118	158	167	304
140	34	39	-	-	-	-
280	36	39	-	-	-	-
<i>N-min., kg per ha in de laag 60-100 cm</i>						
0	15	20	26	39	58	77
35	-	-	29	43	61	83
70	17	19	15	41	61	82
100	-	-	28	37	62	84
140	15	21	-	-	-	-
280	24	24	-	-	-	-

Uit deze waarden blijkt dat beide kunstmestobjecten bij alle N-trappen in het voorjaar tot 100 cm diepte in het profiel weinig minerale stikstof bevatten. Door opklimmende hoeveelheden varkensdrijfmest werd de grond in toenemende mate verrijkt met minerale stikstof, hoofdzakelijk in de vorm van NO₃-N. Bij voorjaarstoediening van de drijfmest werd de stikstof vooral in de laag 0-20 cm gevonden, bij najaarstoediening was deze dieper

deze bacteriële omzettingen bij lage grondtemperaturen in de winterperiode zodanig langzaam, dat de vrijkomende $\text{NO}_3\text{-N}$ wel in het profiel kan inspoe- len, maar niet zal uitspoelen. Naarmate de drijfmest vroeger in de herfst wordt toegediend, zal het gevaar voor uitspoeling toenemen door een dan nog grotere activiteit van de bodembacteriën.

5.4. *Het fosfaatgehalte van de grond*

In bijlage 5 is voor lagen van 20 cm vermeld hoeveel mg in water oplos- baar fosfaat per liter grond tot een meter diepte in het profiel aanwezig was. Uit deze waarden blijkt dat de hoeveelheid in water oplosbaar fosfaat vooral in de laag 0-20 cm en, hoewel in mindere mate, ook in de laag 20-40 cm toenam met de proefduur en de verstrekte hoeveelheden fosfaat. In de overige lagen (40-60, 60-80 en 80-100 cm) werd het gehalte niet beïnvloed.

In tabel 15 zijn de Pw-waarden herleid tot $\text{kg P}_2\text{O}_5$ per ha. De hoeveel- heden P_2O_5 in de lagen 0-20 en 20-40 cm zijn gesommeerd tot één hoeveel- heid voor de laag 0-40 cm, daar niet bekend is of het fosfaatgehalte in de laag 20-40 cm door fosfaatinspoeling of door het dieper ploegen dan 20 cm werd verhoogd (mechanische verplaatsing). Door de zeer geringe hoeveelheden in water oplosbaar fosfaat werden de resultaten van de lagen 40-60, 60-80 en 80-100 cm samengevoegd tot één hoeveelheid P_2O_5 voor de laag 40-100 cm. Uit tabel 15 blijkt dat het in water oplosbare fosfaat overwegend in de bovenste 40 cm van het profiel voorkwam. De P-totaal- gehalten in de lagen 0-20 en 20-40 cm werden duidelijk beïnvloed door de toegediende hoeveelheden fosfaat en de proefduur. In tegenstelling tot de Pw-waarden namen de P-totaalgehalten in deze proefperiode tot een meter diepte in het profiel in geringe mate toe (bijlage 6). Wanneer de P-totaal- gehalten met behulp van het volumegewicht van de grond tot $\text{kg P}_2\text{O}_5$ per ha worden herleid (tabel 16), blijkt dat het toegediende fosfaat vooral in de lagen 0-20 en 20-40 cm werd teruggevonden. Afhankelijk van de fosfaat- bemesting varieerde de fosfaattoename na twaalf proefjaren in de laag 0-40 cm van 1350-5450 $\text{kg P}_2\text{O}_5$ per ha, in de laag 40-100 cm was dat slechts 400-880 $\text{kg P}_2\text{O}_5$ per ha. Met behulp van de in de laag 0-100 cm aanwezige hoeveelheden P-totaal, en de toegediende, onttrokken en uitgespoelde hoe- veelheden fosfaat werd voor de periode 1971 t/m 1982 een fosfaatbalans opgesteld (tabel 17).

TABEL 15. In het profiel aanwezige hoeveelheden in water oplosbaar fosfaat (kg P_2O_5 per ha).

TABLE 15. Quantities of water-soluble phosphate in the profile (kg P_2O_5 per ha).

Datum bemonstering	Laag in cm	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
		140 P_2O_5	280 P_2O_5	voorjaar		najaar	
		140 K_2O	280 K_2O	40	80	80	160
13-04-'71	0- 40	36	36	34	38	36	36
15-11-'74		48	70	28	56	64	92
21-09-'76		50	82	50	86	100	140
8-12-'78		60	90	54	98	120	184
18-11-'80		86	104	70	102	104	180
3-11-'82		82	130	72	122	180	288
13-04-'71	40-100	14	14	16	18	18	18
15-11-'74		8	8	6	6	8	10
21-09-'76		16	14	12	8	14	12
8-12-'78		6	6	6	0	6	6
18-11-'80		16	18	14	14	18	18
3-11-'82		14	12	12	8	12	18

De beginvoorraad aan bodemfosfaat (13 april 1971) werd vermeerderd met de in twaalf proefjaren in totaal toegediende hoeveelheden bemestingsfosfaat. Op het saldo werd de som van het in deze proefperiode door de gewassen onttrokken en met het drainwater afgevoerde fosfaat in mindering gebracht. Bij een sluitende balans zou het op deze wijze gevonden saldo in overeenstemming moeten zijn met de voorraad bodemfosfaat, die bij het afsluiten van de proef (3 november 1982) in de laag 0-100 cm aanwezig was.

Uit tabel 17 blijkt dat een gedeelte van het fosfaat niet werd teruggevonden. Ook in tussentijdse balansen (tabel 18) werd steeds een fosfaattekort gevonden. In het algemeen werden de tekorten kleiner met de proefduur. Het is niet bekend waarom een gedeelte van het toegediende fosfaat niet werd teruggevonden en waarom de hoeveelheid "vermist" fosfaat

TABEL 16. In het profiel aanwezig totaal fosfaat (P-tot. in kg P₂O₅ per ha).
 TABLE 16. Quantities of total phosphate in the profile (kg P₂O₅ per ha).

Datum bemonstering	Laag in cm	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
		140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
		140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
13-04-'71	0- 40	4644	4644	4356	4644	4644	4356
15-11-'74		4295	4673	3657	4267	4413	4762
21-09-'76		4705	5520	4587	5491	5520	6098
8-12-'78		5316	6190	4938	5694	5898	6394
18-11-'80		5638	6472	5430	6790	6790	8130
3-11-'82		6007	7139	5745	7343	7518	9811
13-04-'71	40-100	1129	1129	1129	1439	1439	1439
15-11-'74		845	974	907	1126	1065	1380
21-09-'76		1067	1235	1163	1290	1393	1644
8-12-'78		1401	1300	1300	1393	1300	1517
18-11-'80		1618	1711	1393	1940	1993	2144
3-11-'82		1591	1684	1495	1847	1882	2322
13-04-'71	0-100	5773	5773	5485	6083	6083	5795
15-11-'74		5140	5647	4564	5393	5478	6142
21-09-'76		5772	6755	5750	6781	6913	7742
8-12-'78		6717	7490	6238	7087	7198	7911
18-11-'80		7256	8183	6823	8730	8783	10274
3-11-'82		7598	8823	7240	9190	9400	12133

afnam met de proefduur. Wanneer de hoeveelheden niet-teruggevonden fosfaat op het saldo van de fosfaatbalans (tabel 17) worden uitgedrukt, zou gedacht kunnen worden aan een invloed van de fosfaatvorm en de aanwendingstijd van de drijfmest. Worden ze alleen op het toegediende bemestingsfosfaat uitgedrukt, dan blijkt van het kunstmestfosfaat gemiddeld 11,5% en van het fosfaat in drijfmestvorm gemiddeld 21% niet te worden teruggevonden.

Een deel van de verliezen is misschien te vinden in de weergave van de in het laboratorium vastgestelde hoeveelheden totaal-fosfaat en de afrondingen die daarbij kunnen ontstaan. Bij een totaal-fosfaatbepaling

TABEL 17. P-totaal-balans voor de periode 1971 t/m 1982 (kg P₂O₅ per ha in de laag 0-100 cm).

TABLE 17. Balance sheet for total phosphate over the period 1971-1982 (kg P₂O₅ per ha in the 0-100 cm layer).

	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
	140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
	140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
beginvoorraad 13-04-1971	5773	5773	5485	6083	6083	5795
+ toegediend fosfaat	2680	4360	3035	4796	5456	9007
<i>SALDO</i>	8453	10133	8520	10879	11539	14802
- onttrokken fosfaat	590	722	605	834	777	964
- uitgespoeld fosfaat	3	2	2	3	3	4
<i>SALDO</i>	7860	9409	7913	10042	10759	13834
eindvoorraad 3-11-1982	7598	8823	7240	9190	9400	12133
niet teruggevonden in kg	262	586	673	852	1359	1701
niet teruggevonden in %	3,3	6,2	8,5	8,5	12,6	12,1

betekent iedere mg P₂O₅ per 100 gram grond 0,001% P₂O₅ of 30 kg P₂O₅ in een 20 cm dikke laag grond met een volumegewicht van 1,50. Wanneer de analyse-waarden worden gegeven met twee, in plaats van drie decimalen, betekent iedere 0,01% P₂O₅ 10 mg P₂O₅ per 100 gram grond of 300 kg P₂O₅ per ha.

TABEL 18. Niet-teruggevonden fosfaat in de laag 0-100 cm (kg P₂O₅ per ha).
 TABLE 18. Quantities of phosphate that could not be accounted for in the
 0-100 cm layer (kg P₂O₅ per ha).

Datum bemonstering	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
	140 P ₂ O ₅ 140 K ₂ O	280 P ₂ O ₅ 280 K ₂ O	voorjaar		najaar	
			40	80	80	160
	<i>in kg per ha</i>					
15-11-'74	1206	1195	1349	1424	1722	1241
21-09-'76	961	737	859	1111	1101	1089
8-12-'78	402	652	843	1585	1862	2747
18-11-'80	234	596	733	690	999	1806
3-11-'82	262	586	673	852	1359	1701
	<i>in %</i>					
15-11-'74	19,0	17,5	22,8	20,9	23,9	16,8
21-09-'76	14,3	9,8	13,0	14,1	13,7	12,3
8-12-'78	5,6	8,0	11,9	18,3	20,6	25,8
18-11-'80	3,1	6,8	9,7	7,3	10,2	15,0
3-11-'82	3,3	6,2	8,5	8,5	12,6	12,3

5.5. Het kaligehalte van de grond

Bijlage 17 vermeldt hoeveel K₂O (mg per 100 gram grond) in lagen van 20 cm tot een meter diepte in het profiel werd gevonden. In de lagen 0-20 en 20-40 cm nam het kaligehalte van de grond toe met de proefduur en de hoogte van de kalivoorziening. Met uitzondering van het object 160 ton varkensdrijfmest in het najaar werd in de lagen 40-60, 60-80 en 80-100 cm geen invloed van de kalibemesting gevonden.

Uit de berekende hoeveelheden K₂O (kg per ha) in de lagen 0-40, 40-100 en 0-100 cm blijkt in het najaar nog een duidelijke invloed van de toegevoerde kalibemesting (tabel 19). Waarschijnlijk zullen die hoeveelheden op deze lichte grond nog aan snelle veranderingen onderhevig zijn geweest (kali-uitspoeling in de winter, kali-bemesting in de herfst of het voorjaar),

terwijl bovendien alleen de uitwisselbare kali (K-HCl) werd bepaald.

Wanneer een verband tussen de kalibemesting en het kaligehalte van de grond, c.q. de opbrengst of kwaliteit van de gewassen wordt gezocht, zal het grondonderzoek (zoals bij het N-min.-onderzoek) naar het voorjaar en na de drijfmestbemesting moeten worden verschoven. Voor een juiste informatie dient (ook) het K-totaalgehalte van de grond te worden bepaald.

TABEL 19. In het profiel aanwezige kali (kg K_2O per ha).
 TABLE 19. Quantities of potassium in the profile (kg K_2O per ha).

Datum	Laag in cm	Kunstmest, kg/ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
		140 P_2O_5	280 P_2O_5	voorjaar		najaar	
		140 K_2O	280 K_2O	40	80	80	160
13-04-'71	0- 40	290	319	319	377	319	348
15-11-'74		290	436	290	348	348	465
21-09-'76		436	786	407	611	668	726
8-12-'78		378	611	348	436	582	959
18-11-'80		465	639	348	551	465	899
3-11-'82		523	784	407	551	668	1220
13-04-'71	40-100	362	362	359	359	328	393
15-11-'74		362	396	331	331	430	495
21-09-'76		331	427	297	396	362	492
8-12-'78		297	427	297	396	427	591
18-11-'80		331	396	331	492	461	755
3-11-'82		396	461	396	461	526	755
13-04-'71	0-100	652	681	678	736	647	741
15-11-'74		652	832	621	679	778	960
21-09-'76		767	1213	704	1007	1030	1218
8-12-'78		675	1038	645	832	1009	1550
18-11-'80		796	1035	679	1043	926	1654
3-11-'82		919	1245	803	1012	1194	1975

5.6. Het magnesiumgehalte van de grond

Het magnesiumgehalte (0,5 n NaCl) van de grond werd in het najaar van 1974 en 1978 bepaald. Naast de in de diverse lagen gevonden gehalten en de daaruit berekende hoeveelheden magnesium wordt in tabel 20 ook vermeld hoeveel MgO in de vierjarige periode voor de eerste- en tweede bemonstering was gegeven.

Beide bemonsteringen tonen aan dat het MgO-gehalte van de grond in de lagen 0-20, 20-40 en 40-60 cm toenam naarmate in de vier voorgaande jaren meer magnesium was toegediend. Op 15 november 1974 werd in de lagen 60-80 en 80-100 cm geen invloed gevonden van de MgO-voorziening, op 8 december 1978 was bij najaarstoediening van de varkensdrijfmest een kleine invloed aanwezig.

Door het ontbreken van een MgO-bepaling aan het begin van de proef kon voor de periode 1971 t/m 1974 niet worden nagegaan hoeveel van de toegediende magnesium middels extractie met 0,5 n NaCl in het profiel werd teruggevonden.

Voor de periode 1975 t/m 1978 was dat wel uitvoerbaar, doordat zowel de toename van de hoeveelheden MgO in het profiel als de toegediende hoeveelheden magnesium bekend waren. Gemiddeld over alle objecten bleek de toename van de MgO-voorraad in een profiel van 0-100 cm overeen te komen met 19% (spreiding 14-26%) van de toegediende hoeveelheid magnesium. Dit zou betekenen dat in deze vierjarige periode ongeveer 80% van de verstrekte magnesium door onttrekking en uitspoeling is verdwenen.

Deze cijfers worden met enig voorbehoud gegeven, daar met de gevolgde methode van grondonderzoek niet alle magnesium in de grond wordt bepaald.

5.7. Het kopergehalte van de grond

Het kopergehalte van de grond werd in de periode 1973 t/m 1977 bepaald als Cu-HNO₃ (= voor de gewassen opneembaar koper) en daarna als Cu-totaal. Vóór de eerste bemonstering in 1973 was in de varkensdrijfmestobjecten reeds drie keer tamelijk veel koper met de drijfmest toegediend, wat in de lagen 0-20 en 20-40 cm duidelijk tot uiting kwam in de Cu-HNO₃ gehalten (bijlage 8). Tot 1978 nam in de varkensdrijfmestobjecten het Cu-HNO₃-gehalte in de laag 0-20 cm duidelijk en in de laag 20-40 cm in geringere

TABEL 20. In het profiel aanwezige en toegediende MgO.
 TABLE 20. Quantities of MgO in the profile (mg MgO per kg soil and kg MgO per ha), and quantities applied (kg MgO per ha).

Laag in cm	Datum	Kunstmest	Varkensdrijfmest, ton per ha			
		140-280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
		140-280 K ₂ O	40	80	80	160
<i>mg MgO per kg grond</i>						
0- 20	15-11-'74	54	63	68	101	93
20- 40		47	47	54	63	66
40- 60		19	19	22	26	32
60- 80		17	15	13	20	17
80-100		18	15	12	22	15
0- 20	8-12-'78	67	86	102	103	134
20- 40		48	59	63	69	85
40- 60		23	26	30	33	39
60- 80		22	26	19	29	26
80-100		23	24	20	31	30
<i>kg MgO per ha</i>						
0- 20	15-11-'74	158	184	199	295	272
20- 40		135	135	156	181	190
40- 60		59	59	68	81	99
60- 80		57	51	44	68	57
80-100		62	51	41	75	51
0- 20	8-12-'78	196	251	298	301	391
20- 40		138	170	181	199	245
40- 60		71	81	93	102	121
60- 80		74	88	64	98	88
80-100		79	82	68	106	103
<i>toegediende MgO-bemesting, kg per ha</i>						
1971 t/m 1974		376	387	435	619	827
1975 t/m 1978		604	728	895	861	1388

Op eenzelfde wijze als bij de kopergehalten is beschreven, werd in tabel 22 berekend hoeveel kg Zn-totaal op 3 november 1982 in de lagen 0-40, 40-100 en 0-100 cm aanwezig was, en in welke mate het met de varkensdrijfmest toegediende zink heeft bijgedragen tot de verrijking van de grond. Uit tabel 22 blijkt dat de zinkaccumulatie vooral in de laag 0-40 cm heeft plaatsgevonden. Met verwaarlozing van de Zn-uitspoeling en-onttrekking werd in de laag 0-100 cm minder zink teruggevonden dan met de varkensdrijfmest was toegediend. Met 40 of 80 ton drijfmest in het voorjaar was dat respectievelijk 21 en 25 kg (of 91 en 61%), met 80 of 160 ton drijfmest in het najaar respectievelijk 14 en 36 kg (of 33 en 41%).

TABEL 22. Invloed van varkensdrijfmest op de hoeveelheid zink in de grond.
TABLE 22. Effect of pig slurry on the quantities of zinc in the soil.

Laag in cm	Kunstmest, kg per ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
	140 P ₂ O ₅ 140 K ₂ O	280 P ₂ O ₅ 280 K ₂ O	voorjaar		najaar	
			40	80	80	160
	<i>Zn-totaal in het profiel op 3-11-1982 (kg per ha)</i>					
0- 40	73	58	64	78	87	110
40-100	42	43	46	46	49	49
0-100	115	101	110	124	136	159
	<i>in de periode 1971 t/m 1982 toegediend Zn-t (kg per ha)</i>					
	?	?	23	41	42	87
	<i>toename in het profiel t.o.v. de kunstmestobjecten (kg per ha)</i>					
0- 40			- 1	13	22	45
40-100			3	3	6	6
0-100			2	16	28	51

5.9. Het boriumgehalte van de grond

Tot 8 december 1978, toen het B-gehalte van de grond werd bepaald, was aan de suikerbieten jaarlijks, aan de mais in 1971 en 1972 en aan de mais-ervangende knolselderij in 1977 en 1978 borax toegediend. Doordat de boraxbemesting varieerde van 10-20 kg per ha, en van de drie gewassen per object slechts een of twee werden bemest, werd per bemestingsstrook in de periode 1971 t/m 1978 jaarlijks 6,9 kg borax of 690 gram borium per ha gegeven. Uit negentien mestmonsters van 1979 en 1980 bleek dat varkensdrijfmest met 9% drogestof en 6,6% organische stof gemiddeld 5,4 mg B per kg mest bevatte. Wanneer voor de periode 1971 t/m 1978 eenzelfde B-gehalte in de drijfmest wordt aangehouden, zou met 40 of 80 ton drijfmest in het voorjaar respectievelijk 211 en 421 gram en met 80 of 160 ton in het najaar respectievelijk 400 en 799 gram B per ha per jaar zijn toegediend.

In tabel 23 is vermeld hoeveel in heet water oplosbaar borium op 8 december 1978 tot een meter diepte in het profiel in lagen van 20 cm werd gevonden. Het meeste borium werd in de lagen 0-20 en 20-40 cm aangetroffen; de verschillen tussen de bemestingsstroken waren gering. Met uitzondering van de iets hogere B-gehalten in de objecten met najaarstoediening van drijfmest was dat ook het geval in de lagen 40-60, 60-80 en 80-100 cm.

Hoewel in de periode 1971 t/m 1978 sterk variërende hoeveelheden borium waren toegediend (tabel 23) kwam dat niet tot uiting in de teruggevonden hoeveelheden. De gemiddelde verliezen aan borium, die voornamelijk veroorzaakt zullen zijn door het gemakkelijk uitspoelen, waren in de periode 1971 t/m 1978 in de kunstmestobjecten 27,5 en in de drijfmestobjecten 57,5%.

TABEL 23. In het profiel aanwezig in heet water oplosbaar borium.
 TABLE 23. Quantities of borium (hot-water soluble) in the profile.

Laag in cm	Kunstmest, kg per ha		Varkensdrijfmest, ton per ha			
	140 P ₂ O ₅	280 P ₂ O ₅	voorjaar		najaar	
	140 K ₂ O	280 K ₂ O	40	80	80	160
	<i>mg B per kg grond op 8-12-1978</i>					
0- 20	0,49	0,52	0,41	0,43	0,50	0,52
20- 40	0,43	0,44	0,34	0,39	0,47	0,40
40- 60	0,18	0,15	0,13	0,16	0,17	0,21
60- 80	0,11	0,11	0,10	0,11	0,13	0,14
80-100	0,10	0,12	0,11	0,10	0,13	0,13
	<i>kg B in het profiel op 8-12-1978</i>					
0- 20	1,44	1,52	1,20	1,26	1,46	1,52
20- 40	1,24	1,27	0,98	1,12	1,35	1,15
40- 60	0,56	0,47	0,40	0,50	0,53	0,65
60- 80	0,37	0,37	0,34	0,37	0,44	0,47
80-100	0,34	0,41	0,38	0,34	0,44	0,44
totaal	3,95	4,04	3,30	3,59	4,22	4,23
	<i>in de periode 1971 t/m 1978 toegediende B. (kg per ha)</i>					
met borax	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52
met mest	-	-	1,69	3,37	3,20	6,39
totaal	5,52	5,52	7,21	8,89	8,72	11,91

6. SAMENVATTING

In een veeljarige proef op zandgrond werd de invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de chemische samenstelling van de grond en het drainwater nagegaan. Aangezien de chemische samenstelling van de grond beïnvloed wordt door het verschil tussen toegediend, onttrokken, uitgespoelde of op andere wijze verloren gegane voedingsstoffen, werden via chemisch mest-, drainwater- en gewasonderzoek de hoeveelheden toegediende en onttrokken voedingsstoffen zo nauwkeurig mogelijk berekend of benaderd.

De gemiddelde samenstelling van het drainwater werd per bemestingsstrook berekend uit 78 monsters. Wanneer, met verwaarlozing van eventuele verdampingsverliezen, tijdens de perioden van waterafvoer alle neerslag in deze proef (gemiddeld 434 mm per periode) verticaal door de grond zou bewegen en via de drains zou worden afgevoerd, zou per ha jaarlijks gemiddeld 100 g Cu, 200-300 g P₂O₅, 92-342 kg N, 46-280 kg K₂O en 101-297 kg Cl verloren gaan. Door bekalking en het aanpassen van de kunstmestfosfaatbemesting werd de pH-KCl van de grond op peil gehouden. In de meeste objecten nam het organische-stofgehalte van de grond af; naast de niet te verwijderen oogstresten was jaarlijks meer dan 80 ton varkensdrijfmest per ha nodig om de hoeveelheid organische stof (3,9%) in een bouwvoor van 30 cm te kunnen handhaven.

Het stikstoftotaal-gehalte van de grond werd (in samenhang met het tekort aan organische stof) iets verlaagd. Door opname, mineralisatie en uitspoeling was de hoeveelheid minerale stikstof teveel aan veranderingen onderhevig om wijzigingen in de stikstofrijkdom van de grond te kunnen meten. Voor een achtjarige periode werd gevonden dat - ongeacht de grootte en het toepassingstijdstip van de drijfmestgift - in het voorjaar in de laag 0-60 cm 1,66 en in de laag 0-100 cm 2,01 kg minerale stikstof per ton drijfmest aanwezig was. Het gehalte aan in water oplosbaar en totaal-fosfaat nam in de laag 0-40 cm toe met de proefduur en de hoogte van de fosfaatgift, in de laag 40-100 cm was dat in beperkte mate het geval met P-totaal. Door een "fosfaattekort" in de grond kon geen sluitende fosfaatbalans worden gemaakt, uit tussentijdse balansen bleek het "fosfaattekort" af te nemen met de proefduur.

De Cu- en Zn-gehalten namen vooral toe in de laag 0-40 cm. Wanneer met de kunstmeststoffen geen koper en zink zou worden toegediend, werd in de laag 0-100 cm in de drijfmestobjecten gemiddeld 65% van de toegediende koper en \pm 45% van het toegediende zink teruggevonden. Het boriumgehalte van de grond werd in geringe mate door de bemesting beïnvloed. Na acht proefjaren was in de kunstmestobjecten ongeveer 70% en in de drijfmestobjecten 40% van de toegediende borium in een profiel van 0-100 cm aanwezig.

7. SUMMARY

In a long-term field trial on sand the effect was studied of fertilizer and pig slurry on the chemical composition of the soil and the drainage water. The difference between amounts of nutrients applied and those removed with the crop, leached out or lost otherwise were determined by chemical analysis of slurry, drainage water, and crop.

The average composition of the drainage water was calculated from 78 samples from each fertilized or manured strip. Neglecting evaporation losses, and assuming that all precipitation in this trial (average 434 mm per period) would move vertically to the drains, the annual losses per ha averaged 100 g Cu, 200-300 g P₂O₅, 92-342 kg N, 46-280 kg K₂O, and 101-297 kg Cl.

pH-KCl of the soil was maintained by liming and by adapting phosphate fertilization. Soil organic-matter content decreased in most treatments; in addition to crop residues that could not be removed, more than 80 tonnes pig slurry per ha was needed annually to maintain the organic-matter content (3,9%) in the 30-cm plough layer.

In connection with the organic-matter deficit, the total nitrogen content of the soil decreased slightly. Due to uptake, mineralization and leaching, the amount of mineral nitrogen was too variable to make reliable measurements possible of changes in the nitrogen status of the soil. In an eight-year period it was found that 1,66 kg mineral nitrogen per tonne slurry was present in the 0-60 cm layer in spring, and 2,01 kg in the 0-100 cm layer, regardless of the magnitude and the time of application of the slurry. In the course of the trial, and with increasing phosphate applications, the content of water-soluble and total phosphate increased in the 0-40 cm layer; in the 40-100 cm layer, only the total phosphate content increased to a limited extent. Due to a phosphate deficit, the phosphate "account" could not be balanced; interim measurements showed that the deficit decreased as the trial progressed.

Cu and Zn contents increased especially in the 0-40 cm layer. Assuming that no copper and zinc were applied with the fertilizers, on average 65% of the applied Cu and about 45% of the zinc were accounted for in the

0-100 cm layer of the slurry treatments. The boron content of the soil was slightly affected by the treatments. After eight years, about 70 and 40% of the boron applied was present in the 0-100 cm layer of the fertilizer and slurry treatments, respectively.

8. PUBLIKATIES PROEF IB 1866

- Boon, J. van der, 1978. Hoge giften varkensdrijfmest bij Chamaecyparis, De Spons, no. 30, maart 1978, pp.3-4.
- Burg, J. van den, 1977. Een vergelijkend onderzoek naar de invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de groei en minerale voedingstoestand van Robusta-populier (1972-1976), Rijksinstituut voor onderzoek in de bos en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, Rapp. 124-1977.
- Burg, J. van den, 1978. De toepasbaarheid van drijfmest in populierenopstanden. Populier 15 (2): 34-38.
- Veen, L. van der, 1980. Invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van knolselderij. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 6-80, 33 pp.
- Veen, L. van der, 1983. Is de bemesting van invloed op de bewaarverliezen van aardappelen? Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 2-83, 21 pp.
- Veen, L. van der, 1984. Invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de opbrengst, kwaliteit en chemische samenstelling van suikerbieten. Inst. Bodemvruchtbaarheid. Rapp. 2-84, 41 pp.
- Veen, L. van der, 1984. Invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de opbrengst, kwaliteit en chemische samenstelling van aardappelen. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-84 38 pp.
- Veen, L. van der, 1984. Invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de opbrengst, kwaliteit en chemische samenstelling van maïs. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-84 28 pp.

9. BIJLAGEN

BIJLAGE 1. pH en kalkgehalte van de grond.

Object	Laag in cm	pH-KCl									CaO-tot.	
		13-4 '71	16-11 '72	20-11 '73	4-3 '74	15-11 '74	8-12 '78	5-3 '79	18-11 '80	3-11 '82	18-11 '80	3-11 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	4,8	5,1	5,0	5,2	5,0	5,7	5,5	5,3	5,1	5,2	175
	20-40	4,8	4,7	4,9	5,0	4,7		5,1	5,3	5,0	4,8	161
	40-60	4,8	4,8	4,8	5,1	4,8			4,8	4,8	3,9	57
	60-80		4,8		5,0	4,7			4,8	4,8	2,7	37
	80-100				5,1	4,7			4,9	4,9	2,0	41
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	4,7	4,9	4,9	5,0	4,8	5,8	5,8	5,6	5,4	5,6	247
	20-40	4,6	4,6	4,6	4,7	4,6		4,9	5,3	5,2	5,1	212
	40-60	4,7	4,7	4,6	4,7	4,6			4,8	4,7	1,6	60
	60-80		4,7		4,8	4,6			4,8	4,7	2,8	36
	80-100				4,8	4,7			4,8	4,8	2,2	35
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	4,8	5,0	5,0	5,0	4,9	5,3	5,1	5,1	4,9	4,7	143
	20-40	4,6	4,6	4,8	4,6	4,6		4,7	4,8	4,8	4,7	134
	40-60	4,6	4,5	4,6	4,7	4,6			4,7	4,7	2,3	42
	60-80		4,7		4,7	4,6			4,7	4,7	3,5	26
	80-100				4,8	4,7			4,7	4,7	1,0	28
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	4,8	4,9	4,9	5,0	4,7	5,4	5,1	5,0	4,8	3,1	156
	20-40	4,5	4,6	4,6	4,7	4,5		4,6	4,8	4,7	3,3	146
	40-60	4,6	4,7	4,6	4,7	4,6			4,7	4,6	0,8	47
	60-80		4,7		4,7	4,6			4,7	4,7	0,7	25
	80-100				4,8	4,7			4,7	4,7	0,3	25
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	4,8	5,2	5,0	4,9	4,9	5,3	5,2	5,2	4,9	4,0	167
	20-40	4,7	4,6	4,7	4,7	4,6		4,7	4,9	4,9	4,8	165
	40-60	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7			4,8	4,7	2,5	56
	60-80		4,7		4,8	4,7			4,8	4,7	0,8	35
	80-100				4,9	4,8			5,3	4,7	1,1	35
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	4,8	5,3	5,2	5,1	4,9	5,3	5,3	5,2	5,0	4,1	209
	20-40	4,6	4,7	4,8	4,8	4,6		4,8	4,9	5,2	3,7	201
	40-60	4,7	4,8	4,7	4,9	4,6			4,6	4,6	1,8	71
	60-80		4,7		4,7	4,6			4,7	4,6	1,2	32
	80-100				4,8	4,7			4,8	4,7	1,1	30

* CaO-t = meq. CaO per 100 gram grond.

** CaO-t = mg CaO per 100 gram grond.

BIJLAGE 2. Organische-stofgehalte van de grond.

Object	Laag in cm	% organische stof (als gloeiverlies)						
		13-4 '71	16-11 '72	20-11 '73	15-11 '74	8-12 '78	18-11 '80	3-1 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	3,8	3,6	3,6	3,0	3,3	3,7	3,1
	20-40	3,8	3,5	3,4	3,1	3,0	2,6	3,4
	40-60		1,3	1,4	0,8	1,1	1,4	1,3
	60-80		0,5		0,4	0,5	0,7	0,7
	80-100				0,4	0,3	0,5	0,6
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	4,0	3,8	3,9	3,3	3,5	3,2	3,3
	20-40	3,9	3,8	3,7	3,4	3,3	3,5	3,7
	40-60		1,3	1,6	1,1	1,2	1,5	1,5
	60-80		0,6		0,6	0,6	0,8	0,9
	80-100				0,4	0,5	0,6	0,7
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	3,9	3,5	3,7	3,0	3,4	3,4	3,3
	20-40	3,6	3,3	3,5	2,6	3,2	3,1	3,5
	40-60		1,4	1,4	0,9	1,1	1,4	1,4
	60-80		0,5		0,6	0,6	0,8	0,8
	80-100				0,4	0,5	0,5	0,6
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	3,9	4,0	3,8	3,3	3,4	3,4	3,6
	20-40	3,7	3,7	3,8	3,3	3,2	3,7	3,7
	40-60		1,7	1,9	1,4	1,2	1,7	1,7
	60-80		0,5		0,7	0,6	0,9	0,9
	80-100				0,7	0,5	0,7	0,7
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	3,9	3,6	3,8	3,2	3,4	3,4	3,6
	20-40	3,8	3,7	3,6	3,1	3,5	3,6	3,8
	40-60		1,4	1,6	1,1	1,1	1,4	1,5
	60-80		0,5		0,5	0,5	0,7	0,8
	80-100				0,4	0,4	0,6	0,7
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	3,9	4,0	3,9	3,2	3,6	3,5	3,7
	20-40	3,6	3,7	3,6	3,3	3,4	3,6	3,9
	40-60		1,9	2,1	1,7	1,5	1,7	2,1
	60-80		0,6		0,6	0,6	0,9	1,0
	80-100				0,5	0,6	0,7	0,8

BIJLAGE 3. N-totaal-gehalte van de grond.

Object	Laag in cm	% N-totaal				
		13-4	16-11	20-11	15-11	3-11
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10
	20-40	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11
	40-60		0,03	0,05	0,02	0,04
	60-80		0,01		0,01	0,01
	80-100				0,01	0,01
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	0,12	0,12	0,13	0,10	0,10
	20-40	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11
	40-60		0,03	0,04	0,02	0,03
	60-80		0,01		0,01	0,01
	80-100				0,01	0,02
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	0,12	0,11	0,11	0,09	0,10
	20-40	0,11	0,10	0,11	0,09	0,09
	40-60		0,04	0,03	0,02	0,03
	60-80		0,01		0,01	0,01
	80-100				0,01	0,01
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	0,12	0,13	0,13	0,11	0,11
	20-40	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11
	40-60		0,05	0,04	0,03	0,04
	60-80		0,01		0,01	0,01
	80-100				0,01	0,01
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
	20-40	0,12	0,12	0,12	0,10	0,11
	40-60		0,04	0,04	0,03	0,03
	60-80		0,01		0,01	0,01
	80-100				0,01	0,01
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
	20-40	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11
	40-60		0,05	0,05	0,04	0,05
	60-80		0,01		0,01	0,01
	80-100				0,01	0,02

BIJLAGE 4. kg N-min. per ha in het voorjaar (gemiddelde van 3 gewassen).

Object	Kunstmest, Laag 0-60 cm kg N/ha	Laag 0-60 cm								Laag 0-100 cm							
		19-3 '75	19-3 '76	22-3 '77	23-3 '78	9-4 '79	5-3 '80	7-4 '81	18-3 '82	19-3 '75	19-3 '76	22-3 '77	23-3 '78	9-4 '79	5-3 '80	7-4 '81	18-3 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0	33	51	19	43	47	22	56	14	51	77	35	61	65	30	74	15
	70	33	51	16	45	30	23	59	23	51	78	37	61	51	30	69	39
	140	33	57	14	43	30	19	52	20	51	83	35	61	51	25	62	26
	280	33	61	23	46	38	21	56	12	51	94	65	73	76	35	67	15
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O	0	50	52	26	46	41	24	54	17	79	92	49	64	61	37	67	19
	70	50	56	26	52	39	25	55	29	79	89	47	72	57	35	68	40
	140	50	55	26	44	41	25	45	29	79	92	48	66	65	38	58	37
	280	50	57	27	47	35	24	54	17	79	98	64	74	72	38	64	17
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0	28	141	47	125	107	137	136	34	56	189	77	150	140	159	151	36
	35	28	-	75	123	100	194	167	39	56	-	113	148	139	218	183	41
	70	28	173	97	107	84	207	133	55	56	231	136	136	129	236	150	66
	100	28	-	86	119	97	230	159	49	56	-	119	146	134	253	175	56
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0	56	210	181	181	178	320	177	64	85	307	230	221	214	349	203	67
	35	56	-	188	186	138	296	156	79	85	-	242	218	188	330	180	95
	70	56	222	227	185	175	305	176	99	85	322	276	216	223	339	198	119
	100	56	200	178	165	146	263	177	76	85	282	217	197	192	290	204	93
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0	90	234	109	210	202	145	188	149	142	324	162	302	240	191	265	162
	35	90	262	119	208	197	151	210	207	142	350	188	298	245	186	291	235
	70	90	236	117	184	193	136	182	179	142	318	186	277	236	186	256	206
	100	90	-	133	192	189	144	183	170	142	-	199	278	245	194	260	197
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0	126	307	286	320	317	389	286	318	178	424	349	410	377	458	418	351
	35	126	-	283	335	313	365	282	294	178	-	350	447	384	448	401	338
	70	126	285	310	294	371	360	258	301	178	402	378	402	463	425	361	347
	100	126	301	346	303	344	418	319	277	178	414	426	406	433	489	436	319

1981 en 1982 = varkensdrijfmestobjecten 100 kg N gewijzigd in 140 kg N per ha.

1975 en 1978 = laag 80-100 cm afgeleide waarden gebruikt.

BIJLAGE 5. Het gehalte aan in water oplosbaar fosfaat.

Object	Laag in cm	Pw-getal (mg P ₂ O ₅ per liter grond)								
		13-4 '71	15-11 '72	20-11 '73	15-11 '74	21-9 '76	21-11 '77	8-12 '78	18-11 '80	3-11 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	12	17	16	18	20	26	26	35	29
	20-40	6	4	6	6	5	4	4	8	12
	40-60	3	2	2	1	4	1	1	2	2
	60-80	2	3		1	2		1	3	2
	80-100	2			2	2		1	3	3
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	12	23	26	27	32	42	40	36	47
	20-40	6	4	7	8	9	6	5	16	18
	40-60	3	2	3	1	2	1	1	3	2
	60-80	2	2		1	3		1	3	2
	80-100	2			2	2		1	3	2
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	12	11	14	11	19	27	23	26	25
	20-40	5	4	5	3	6	4	4	9	11
	40-60	4	2	2	1	2	1	1	2	2
	60-80	2	2		1	2		1	2	2
	80-100	2			1	2		1	3	2
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	12	21	23	23	35	47	43	34	44
	20-40	7	4	7	5	8	8	6	17	17
	40-60	5	2	3	1	2	1	0	3	2
	60-80	2	2		1	1		0	2	1
	80-100	2			1	1		0	2	1
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	12	14	19	27	37	50	53	36	60
	20-40	6	4	6	5	13	6	7	16	30
	40-60	5	2	4	1	3	1	1	3	2
	60-80	2	3		1	1		1	3	2
	80-100	2			2	3		1	3	2
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	12	22	25	37	56	73	83	61	99
	20-40	6	5	8	9	14	10	9	29	45
	40-60	5	2	3	2	2	2	1	4	4
	60-80	2	2		1	2		1	2	2
	80-100	2			2	2		1	3	3

BIJLAGE 6. P-totaal-gehalte van de grond.

Object	Laag in cm	P-totaal (mg P ₂ O ₅ per 100 gram grond)								
		13-4 '71	16-11 '72	20-11 '73	15-11 '74	21-9 '76	21-11 '77	8-12 '78	18-11 '80	3-11 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	90	80	90	82	98	117	113	127	113
	20-40	70	60	70	66	64	70	70	67	94
	40-60	20	20	30	13	18	23	20	27	25
	60-80	8	10		7	8		13	13	12
	80-100	7			6	7		10	10	12
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	90	100	100	92	119	123	140	123	135
	20-40	70	70	70	69	71	77	73	100	111
	40-60	20	20	30	15	19	23	20	30	28
	60-80	8	10		8	9		10	13	12
	80-100	7			7	10		10	10	12
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	90	80	80	70	92	110	103	110	106
	20-40	60	60	70	56	66	77	67	77	92
	40-60	20	20	30	15	20	23	20	23	23
	60-80	8	10		7	10		10	10	12
	80-100	7			6	6		10	10	11
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	90	90	100	84	119	150	123	127	141
	20-40	70	70	80	63	70	87	73	107	112
	40-60	30	30	30	21	23	27	23	33	30
	60-80	8	10		8	10		10	17	15
	80-100	7			6	7		10	10	12
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	90	80	90	89	120	140	130	127	147
	20-40	70	70	70	55	80	73	80	103	123
	40-60	30	30	30	19	23	27	20	27	30
	60-80	8	10		7	10		10	17	14
	80-100	7			7	10		10	17	14
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	90	90	100	97	126	157	147	163	191
	20-40	60	60	70	67	84	80	73	117	147
	40-60	30	30	40	27	30	37	27	33	42
	60-80	8	10		9	11		10	20	16
	80-100	7			7	10		10	13	14

BIJLAGE 7. In het profiel aanwezige hoeveelheid kali.

Object	Laag in cm	K-gehalte (mg K ₂ O per 100 gram grond)								
		13-4 '71	16-11 '72	20-11 '73	15-11 '74	21-9 '76	21-11 '77	8-12 '78	18-11 '80	3-11 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	5	6	6	5	11	9	8	11	11
	20-40	5	5	4	5	4	5	5	5	7
	40-60	4	4	3	4	3	3	3	3	4
	60-80	4	4		4	4		3	3	4
	80-100	3			3	3		3	4	4
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	6	7	9	8	20	13	14	13	17
	20-40	5	6	5	7	7	9	7	9	10
	40-60	4	4	4	4	5	5	5	4	5
	60-80	4	4		4	4		4	4	4
	80-100	3			4	4		4	4	5
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	6	4	6	6	9	8	7	7	8
	20-40	5	4	3	4	5	5	5	5	6
	40-60	5	4	3	3	3	3	3	3	4
	60-80	3	3		3	3		3	4	4
	80-100	3			4	3		3	3	4
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20	6	6	8	7	15	14	10	10	11
	20-40	7	5	5	5	6	7	5	9	8
	40-60	5	4	4	3	4	5	4	6	5
	60-80	3	3		4	5		4	5	4
	80-100	3			3	3		4	4	5
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	6	5	7	7	13	14	13	9	14
	20-40	5	6	5	5	10	7	7	7	9
	40-60	4	4	4	4	4	5	5	5	6
	60-80	3	3		4	4		4	4	5
	80-100	3			5	3		4	5	5
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20	6	7	10	10	14	17	22	17	25
	20-40	6	8	6	6	11	12	11	14	17
	40-60	5	6	5	5	6	8	7	9	9
	60-80	4	4		5	5		5	7	7
	80-100	3			5	4		6	7	7

BIJLAGE 9. In het profiel aanwezige hoeveelheid zink (mg per kg grond).

Object	Laag in cm	Zn-totaal				
		13-4 '71	21-9 '76	8-12 '78	18-11 '80	3-11 '82
140 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	13	12	13	15	13
	20-40	13	11	11	11	12
	40-60		5	7	7	7
	60-80		3	4	5	3
	80-100		3	3	3	3
280 kg P ₂ O ₅ + 280 kg K ₂ O als kunstmest	0-20	10	10	10	10	10
	20-40	10	9	8	10	10
	40-60		5	5	6	5
	60-80		4	4	5	5
	80-100		4	3	4	3
40 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20		13	13	14	12
	20-40		10	9	11	10
	40-60		5	4	6	5
	60-80		4	4	5	3
	80-100		3	4	4	6
80 ton varkensdrijfmest - voorjaar	0-20		15	14	15	14
	20-40		10	9	13	13
	40-60		6	5	7	6
	60-80		4	3	5	4
	80-100		4	3	4	4
80 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20		16	16	16	16
	20-40		12	12	13	14
	40-60		6	5	6	6
	60-80		4	3	4	4
	80-100		4	3	4	5
160 ton varkensdrijfmest - najaar	0-20		16	19	20	20
	20-40		11	10	15	18
	40-60		7	6	7	7
	60-80		4	4	5	5
	80-100		4	4	5	3