

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID
HAREN-Groningen

RAPPORT 9
1970

VERSLAG OVER HET VERLOOP DER HUMUSGEHALTEN GEDURENDE
ZESTIG JAREN IN EEN ONBEBOUWDE ZAVELGROND

door
Jac. Kortleven

INHOUD

Grondonderzoek	5
Humusgehalten	6
N-totaal	9
pH-KCl	11
CaCO ₃	12
Magnesium	13
Kali	14
Fosfaat	15
Granulaire samenstelling	16
De ondergrond	18
De opbrengsten	21
De onttrekking	21
Samenvatting	24
Aanbevelingen voor verdere voortzetting van de proef	26
Literatuur	27

Inleiding

Bij de stichting in 1904 van het voormalige gebouw van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, gelegen aan de Prof. H.C. van Hallstraat te Groningen, werd het plan opgevat rondom dit gebouw proefveldjes aan te leggen met de voornaamste grondsoorten, die gevonden worden in de drie noordelijke provincies (welke destijds het ambtsgebied van het instituut, toen geheten Rijkslandbouwproefstation, uitmaakten).

Het eerste van deze proefveldjes dat tot uitvoering kwam, was de in dit verslag te behandelen proef Pr 1 met zavelgrond. Zoals het nummer aangeeft is dit de oudste proef van het instituut.

Begonnen werd in het najaar van 1904 met het uitgraven van het perceel tot een diepte van 1,10 m. Daarna werd de drainering aangelegd en vervolgens een laag van 50 cm "stortgrond" ingebracht. Dit was grond, die omstreeks 40 jaren tevoren verkregen was bij verbreding van het kanaal Den Hoorn-Pieterburen, en die sedertdien bebouwd was; de teellaag hiervan werd echter niet gebruikt. De 50 cm grond werden aangebracht in lagen van 10 cm welke goed werden aangestampt. Boven op de stortgrond kwam 60 cm grond van een perceel bouwland van de Heer F. Grommers te Mensingeweer, gem. Leens, Prov. Groningen. Deze grond werd in twee lagen aangebracht, n.l. 30 cm ondergrond en 30 cm bovengrond. Hiermede kwam men tot 5 cm boven het peil, dat men uiteindelijk hoopte te bereiken.

Van 1906 tot 1910 werd het perceel in een aantal veldjes verdeeld ter beoordeling van de regelmatigheid. Deze bleek volkomen bevredigend te zijn. De enige afwijking in de opbrengsten vertoonde het zuidelijke gedeelte van de proef onder invloed van de schaduw van de aan de weg staande bomen; deze werden later verwijderd (het is aan verslaggever niet bekend wanneer). Dit zuidelijke gedeelte is juist het gedeelte dat ons zal bezighouden.

Het grootste gedeelte van de proef werd vanaf 1911 n.l. ingenomen voor bestudering van de invloed van drie vormen van stikstof, vanaf 1923 elk met en zonder kali, op grond en gewas. Dit staat uitvoerig beschreven in Maschhaupt (1936).

Ter vergelijking met wat zich onder invloed van de bemesting en de bebouwing in de grond voltrok, werd een klein gedeelte (het vermelde zuidelijke gedeelte) verder onbebouwd gelaten; het werd echter wel gespit en schoongehouden. Dit betrof een strook van 3,5 x 21,2 m. Nadat de proef uit de aandacht verdween, werd het onbebouwde deel in 1951 als Pr 1265 voortgezet. Het onbebouwde gedeelte van Pr 1 was tot 1950 verdeeld in twee helften, één zonder en één met bemesting met aanvankelijk mono-, later di-calciumfosfaat. Pr 1265 werd verdeeld in vier vakjes. De vroeger onbemeste helft bleef verder onbebouwd en de vroeger met fosfaat bemeste helft werd voortaan bebouwd. Elke helft werd verdeeld in twee vakjes van 3,5 x 5,3 m, waarvan het ene stalmest kreeg en het andere niet. Er ontstonden de volgende objecten:

1. Onbebouwd geen stalmest
2. Onbebouwd stalmest
3. Bebouwd geen stalmest
4. Bebouwd stalmest

De stalmestgift is jaarlijks 15 ton per ha.

Begin 1967 werd de proef overgebracht naar het terrein van het instituut aan de Oosterweg te Haren en daar voortgezet onder nummer VP 859. De overbrenging geschiedde in vier lagen: 0-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm en 50-80 cm. Elke laag werd na droging op de droogplaat en grondige menging in laagjes van 5 cm aangebracht en goed aangestampt tot weer de dikte van voor het uitgraven werd verkregen. De toplaag was tussen de droging en de menging nog goed doorgevroren en door de breker geweest.

Bij het vullen van de bakken werd de grond in vier lagen bemonsterd voor analyse. De resultaten hiervan zullen besproken worden na behandeling van de uitkomsten van het grondonderzoek van de toplaag.

In VP 859 rust de ingebrachte grond op het ter plaatse aanwezige ondergrondzand.

Elk object heeft acht herhalingen, gelegen in 2 x 4 blokken, elk de vier objecten omvattende, maar binnen de blokken verloot (een dubbel latijns vierkant). De proefvakken bestaan uit betonnen bakken van 1 m², van onderen open, en 1 m diep.

Zowel in Pr 1265 als in VP 859 wordt geen compensatie toegepast voor de voedingsstoffen in stalmest. Tot en met 1956 werd alleen de bebouwde helft mineraal bemest met NPK (dus de vroegere fosfaathelft), van 1957 tot 1960 was de bemesting in de onbebouwde objecten wisselend, maar vanaf 1961 worden de vier objecten uniform bemest. Het totaalresultaat, in kg/ha, is vermeld in tabel I.

Tabel I Bemesting met kunstmest

Object	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	'51-'56	'57-'60	'61-'69	'51-'56	'57-'60	'61-'69	'51-'56	'57-'60	'61-'69
1	-	120	910	-	140	600	-	400	1400
2	-	120	910	-	140	600	-	400	1400
3	520	240	910	480	200	600	1050	520	1400
4	490	240	910	480	200	600	1050	520	1400

De bemesting in de fosfaathelft in Pr 1 was gemiddeld met 75 kg P₂O₅ per ha.

Voorts dient aangetekend te worden dat eenmaal gedurende drie jaren (1937-1939) het onbebouwd zijn werd onderbroken door een driejarige luzerne op het gehele perceel. In 1937 werd het geheel bemest met 100 kg P₂O₅ en 300 kg K₂O, in 1938 werd niets gegeven, en in 1939 kreeg de fosfaathelft nogmaals 100 kg P₂O₅.

Tenslotte mag niet onvermeld blijven, dat in 1945 tanks over het perceel gereden hebben. Het is niet bekend of en in hoeverre dit verplaatsing van grond heeft veroorzaakt.

In de objecten 3 en 4 werden verbouwd:

1951 aardappelen	1961 suikerbieten
1952 mais .	1962 aardappelen
1953 zomertarwe	1963 haver
1954 aardappelen	1964 suikerbieten
1955 vlas	1965 haver
1956 aardappelen	1966 aardappelen
1957 haver	1967 suikerbieten
1958 erwten	1968 haver
1959 aardappelen	1969 aardappelen
1960 haver	

Te beginnen met 1959 komt slechts het drietal suikerbieten, haver en aardappelen voor, zij het niet steeds in dezelfde volgorde. Bovendien hebben wij sedert 1961 dezelfde bemesting voor alle objecten, wat speciaal van belang is voor het grondonderzoek. De bebouwde objecten 3 en 4 hebben steeds dezelfde bemesting gekregen, behalve in 1955 toen in object 4 aan het vlas geen stikstof werd gegeven en in object 3 wel (30 kg/ha).

Grondonderzoek

Bij de beoordeling van de resultaten van het grondonderzoek moet men op de randwerking bedacht zijn. Deze was afwezig in Pr 1 tussen het onbebouwde gedeelte en de bebouwde proef, daar hiertussen een voetpad lag. In Pr 1265 is zonder twijfel randwerking opgetreden, daar de vier veldjes direkt aan elkaar grensden; bij de geringe veldjesgrootte van 18,5 m² met een onderlinge grens van 3,5 m is dit niet zonder belang, al is de bewerking (spitten) met zorg uitgevoerd.

In VP 859 is uiteraard randwerking uitgesloten voor zover de grond betreft; in de bebouwde bakken kan wel randwerking in de bovengrondse delen van de gewassen optreden. Daar bij het overbrengen van de grond de randen van de vakken in Pr 1265 vermeden werden, zijn de tegenwoordige proef en de oude Pr 1 het zuiverst.

De oudste analyseresultaten werden reeds vermeld in Maschhaupt (1936, 1943), enkele resultaten van 1911 zijn van een monster dat in 1933 werd geanalyseerd.

Humusgehalten

Omtrent de humusgehalten werden mededelingen gedaan in Maschhaupt (1943, p.36) en Kortleven (1963, p.31-34). In Maschhaupt (1943) werden Ist-waarden gegeven, welke voor de vergelijkbaarheid met latere bepalingen in Kortleven (1963) omgerekend op humus-el. zijn opgenomen.

In de vier jaren 1963-1966 werden naast elkaar bepaald humus-el. en humus-oxyd. De laatste bepalingen werden verricht door de heer L.J. Mebius op het Centraal Laboratorium. Gemiddeld over de 16 bepalingen bleken zij 0,3 eenheid hoger te liggen dan humus-el. Wederom voor de vergelijkbaarheid wordt deze correctie op alle voorgaande bepalingen toegepast, daar het de bedoeling is met humus-oxyd. door te gaan. Wij krijgen dan in de oude proef Pr 1 de in tabel II vermelde cijfers.

Tabel II Humusgehalten

Jaar	Onbegroeid	Begroeid	Vershil
1911	2,3	2,2	-0,1
1916	2,0	2,3	0,3
1923	1,9	2,2	0,3
1928	1,7	2,2	0,5
1931	1,7	2,2	0,5
1932	1,7	2,2	0,5
1933	1,6	2,2	0,6
1937	1,7	2,2	0,5
1940	1,7	2,2	0,5
1941	1,7	2,1	0,4
1950	1,5	2,3	0,8
Gem.		2,2	

Het object begroeid, dat voortbouwde op eenzelfde situatie voorafgaande aan de proef, lag constant op een gehalte van 2,2. Hier was de evenwichtssituatie tussen humusopbouw uit oogstresten en humusafbraak bereikt. Dit was het geval bij een onsystematische vruchtwisseling gedurende 40 jaren bestaande uit 25% granen, 20% hakvruchten, 22,5% handelsgewassen en 32,5% leguminosen (rode klaver, luzerne, erwten en bonen).

Het onbebouwde object bleef steeds meer achter. Dit werd reeds geanalyseerd in Kortleven (1963).

In 1951 werd het oude object "onbebouwd" gesplitst in de genoemde vier objecten van Pr 1265. Hiervoor dient de bepaling van 1950 als uitgangstoestand. In dat jaar werden twee monsters geanalyseerd, nl. van de objecten 1-2 en 3-4. Deze gaven dezelfde uitkomst, wat pleit voor de gelijkheid der proefvakjes. Dit is een gelukkige omstandigheid bij een proef in enkelvoud. Vanaf 1967 geschieden de bepalingen in VP 859 in achtvoud, waardoor ook beter uitgebalanceerde analyseuitkomsten verkregen worden.

Opgemerkt zij, dat object 1 een ongewijzigde voortzetting is van het oude, sedert 1911 bestaande, object "onbebouwd" van Pr 1.

De verkregen gegevens zijn vermeld in tabel III.

De laatste drie jaren, die verreweg het nauwkeurigste zijn, leveren gemiddeld een verhoging van 0,32 voor stalmest zonder bebouwing, van 0,23 voor bebouwing zonder stalmest en van 0,59 voor bebouwing met stalmest. De laatste wijkt dus niet noemenswaardig af van de som van de beide eerste en ligt alweer op het niveau van het object met begroeiing in de oude Pr 1.

Verder is het effect van stalmest hoger dan dat van de oogstresten. Deze zijn niet hoog bij de toegepaste vruchtwisseling en lager dan bij de begroeiing in Pr 1. Dit verschil wordt goedge maakt door de stalmest.

Dezelfde tendensen zijn ook aanwezig in de voorafgaande jaren, al zijn hier de schommelingen groter. Hier geeft eveneens stalmest de sterkste verhoging.

Tabel III Humusgehalten

Jaar	Onbegroeid		Begroeid	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1950	1,5	1,5	1,5	1,5
1953	1,7	1,7	1,7	1,9
1955	1,9	2,1	1,5	2,0
1957	1,5	1,7	1,7	1,8
1958	1,6	1,7	1,7	2,0
1960	1,4	1,7	1,6	2,0
1961	1,5	1,8	1,7	2,0
1963	1,67	1,97	1,90	2,25
1964	2,26	2,14	2,09	2,41
1965	1,89	2,04	1,89	2,24
1966	2,26	2,14	1,94	2,25
<i>VP 859</i>				
1967	1,63	1,94	1,86	2,17
1968	1,60	1,93	1,84	2,20
1969	1,59	1,92	1,83	2,22
1967-1969	1,61	1,93	1,84	2,20

In de drie laatste jaren was de verhouding tussen de verhogingen door stalmest en door de begroeiing als 32:23. De hoeveelheden toegevoerd organisch materiaal gemiddeld per jaar, zijn op grond van het "Handboekje voor de Landbouwvoorlichter" voor stalmest 14% van 15.000 = 2.100 kg en voor aardappelen, suikerbieten en haver (1.500 + 1.000 + 1.800):3 = 1.430 kg. De verhouding tussen deze beide getallen is 32:22. Er is dus een gelijke verhouding tussen aanvoer van organische stof en humusverrijking.

Het bouwvoorgewicht wordt in Kortleven (1963, p.16) geschat op 3 mil. kg. In Maschhaupt (1936, p.611) wordt aangenomen, dat het volumegewicht van de grond 1,25 is, wat bij 20 cm bewerkingdiepte 2,5 mil.kg is. Houden wij het laatste aan, dan is de humusverrijking door stalmest en door begroeiing 0,32 resp. 0,23 hiervan of 8.000 resp. 5.750 kg. De humusverrijking is dus nog slechts gelijk aan

de aanvoer van organische stof in vier jaren. Het eindstadium is dus nog lang niet bereikt; in Kortleven (1963, p.33) werd voor Pr 1 uitgewerkt, dat uiteindelijk hiervoor de factor 19 gevonden zou worden. Indien dit zo is, dan ziet het er thans naar uit, dat deze toename van de factor (deze is in Kortleven,(1963), hetzelfde als de breuk K_1/K_2) minder toe te schrijven zal zijn aan verdere stijging van de humusgehalten onder invloed van stalmest en begroeiing dan aan daling van de gehalten in het nulobject. Immers, dit laatste vertoont vanaf 1950 geen daling, wel een verhoging in de periode 1963-1966 (de laatste treedt ook, maar zwakker, op in de andere objecten). Het afwezig zijn van de daling zou ondermeer toe te schrijven kunnen zijn aan de vermelde randwerking. Een andere mogelijkheid zou zijn, dat de y_i , de inerte humus, niet - zoals in Kortleven (1963) werd berekend - 0,15 zou bedragen, of omgerekend op humus-oxyd. 0,45, maar omstreeks 1,5. Dit zou dan betekenen, dat de uit analyse van de gehalten van 1911-1933 volgende uitkomsten te ver geëxtrapoleerd zijn, of m.a.w., dat in de eerste 20 jaren bij braak een duidelijke daling van de humusgehalten optreedt, die zich niet verder voortzet. De, men mag wel zeggen abnormale, gehalten in de zestiger jaren van Pr 1265 staan niet op zichzelf, maar treden algemeen op. Het is nog steeds niet uitgemaakt of dit is toe te schrijven aan de analyses dan wel of hier natuurlijke oorzaken voor zijn.

Verdere voortzetting van de tegenwoordige, goed opgezette proef met jaarlijkse bepalingen is hier van groot belang. Een hernieuwde wijziging van de analysemethode moet daarbij zolang mogelijk vermeden worden. Bovendien leent deze proef zich goed voor bestudering van de humuskwaliteit.

N-totaal

Voor de gehalten aan totaal stikstof ($\times 100$) werden de in tabel IV vermelde cijfers gevonden.

Tabel IV N-totaal (x 100)

Obj.	1955	1957	1958	1960	1965	1967	1969	Gem.
1	7,4	7,7	7,4	7,5	8	7	7	7,4
2	7,9	8,4	7,6	8,7	9	9	9	8,4
3	7,5	8,8	7,3	8,4	8	8	8	8,0
4	7,5	9,0	9,3	10,4	10	10	10	9,1

Het nulobject blijft constant. Object 3 ligt vanaf 1955 eveneens op een constant, maar iets hoger niveau. Het stalmestobject 2 stijgt, terwijl het stalmestobject 4, met begroeiing, nog sterker stijgt.

De verhouding van humus tot totaal-N is in alle gevallen vrijwel gelijk en wel omstreeks 22,5. Humus- en N-gehalte verlopen dus parallel. Het getal 22,5 is geen zuivere maat voor de stikstof in de humus, dus voor de humuskwaliteit, daar ook de afslibbare delen enige stikstof binden.

pH-KCl

De oude bepalingen van pH-H₂O zijn omgerekend op pH-KCl met behulp van de daartoe opgestelde tabel uit Van der Paauw en Sluijsmans (1954) en de uitkomsten van het jaar 1950, waarin zij beide bepaald zijn. Wij krijgen dan de in tabel V vermelde cijfers.

Het mengmonster uit 1911 werd eerst in 1933 geanalyseerd. Mogelijk heeft dit de uitkomst beïnvloed. In Pr 1 heeft de bemesting met calciumfosfaat in het onbebouwde gedeelte (zonder andere bemesting) de pH iets verhoogd. Het bebouwde gedeelte, met diverse minerale bemestingen, heeft gemiddeld dezelfde pH behouden als onbebouwd zonder calciumfosfaat.

In Pr 1265, heeft òf het door het calciumfosfaat te weeggebrachte pH-verschil nog doorgewerkt òf de bebouwing heeft een pH-verhoging tot gevolg gehad. Het eerste lijkt het meest aannemelijk. Noch de stalmest, noch de minerale bemesting vanaf 1957 bij onbebouwd hebben invloed op de pH uitgeoefend.

Tabel V pH-KCl

a. Pr 1

	Onbebouwd		Bebouwd
	onbemest	fosfaat	
1911 M.m.	6,80	6,80	6,80
1932	7,10	7,35	7,25
1933	7,30	7,45	7,40
1937	7,15	7,25	7,15
1941	7,10	7,35	6,95
1950	7,10	7,20	7,05
Gem. 1932-1950	7,15	7,32	7,16

b. Pr 1265 en VP 859

	Onbebouwd		Bebouwd	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1953	7,35	7,35	7,15	7,10
1955	6,87	7,04	7,15	7,10
1957	7,30	7,26	7,28	7,30
1958	6,76	6,97	6,96	6,99
1960	7,56	7,46	7,54	7,42
1961	7,34	7,36	7,36	7,31
1963	6,78	6,98	6,88	7,06
1964	6,94	6,99	7,14	7,32
1965	6,85	7,09	7,26	7,34
Gem.	7,08	7,02	7,19	7,22
<i>VP 859</i>				
1967	7,31	7,22	7,60	7,55
1969	7,52	7,41	7,49	7,35

CaCO₃

Tabel VI vermeldt de CaCO₃-gehalten in procenten.

Tabel VI CaCO₃ gehalte

a. Pr 1

	Onbebouwd		Bebouwd
	onbemest	fosfaat	
1911	4,34	4,45	4,68
1913	4,30	4,29	4,43
1914	4,34	4,40	4,54
1916	4,32	4,38	4,37
1919	4,13	4,26	4,39
1923	4,09	4,25	4,20
1928	3,93	4,04	3,99
1932	3,84	3,98	3,91
1933	3,95	4,07	3,87
1937	3,63	3,63	3,54
1941	3,75	3,77	3,63
1950	3,41	3,47	3,22
Gem. 1913-50	3,97	4,05	4,01

b. Pr 1265 en VP 859

	Onbebouwd		Bebouwd	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1953	3,3	3,4	3,3	3,3
1955	3,20	3,37	3,42	3,52
1957	3,11	3,35	3,42	3,28
1958	3,24	3,30	3,15	3,27
1960	3,03	3,01	3,40	3,45
1961	3,17	3,17	3,04	3,04
1963	3,0	2,9	2,9	3,1
1964	2,5	2,7	2,7	2,6
1965	2,64	2,93	2,71	3,00
Gem.	3,02	3,13	3,11	3,24
<i>VP 859</i>				
1967	2,6	3,0	3,0	2,6

Maschhaupt (1936) tast in het duister aangaande de oorzaak van de aanvankelijk voor de oude zavelgronden in de buurt van Eenrum hoge kalkgehalten. Zij lopen echter terug, en wel rechtlijnig, met een eenheid in omstreeks 30 jaar. Dit getal is in overeenstemming met de op p. 609 van Maschhaupt's publikatie vermelde uitkomst, welke volgens hem weer in overeenstemming is met eerder door Van Bemmelen verkregen uitkomsten.

Hieruit volgt evenwel, dat het nog tot omstreeks 1990 zal duren eer het gehalte aan CaCO_3 beneden 2% gedaald zal zijn, wat nodig is voor de bepaling van T als maat voor de humuskwaliteit.

In Pr 1 heeft het fosfaat geen invloed van betekenis. Evenmin de bebouwing als de gemiddelden worden bekeken. Toch schijnt dit object sneller te dalen dan de overige; ook dit zou in overeenstemming zijn met Maschhaupt (1936), waar onder invloed van N de daling iets versneld wordt. In Pr 1265 schijnen zowel stalmest als begroeiing de daling iets te vertragen. Hier is evenwel voorzichtigheid geboden vanwege de variaties die in de minerale bemesting zijn opgetreden (zie Inleiding), en moeten uitkomsten van VP 859 worden afgewacht.

Magnesium

In tabel VII worden de MgO-gehalten in procenten x 10.000 weergegeven.

Tabel VII MgO gehalte (x 10000)

	Onbebouwd		Bebouwd	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1953	64	85	78	85
1955	73	76	76	76
1957	84	98	80	100
1958	76	96	68	81
1960	64	102	61	94
1965	77	89	56	97
<i>VP 859</i>				
1967	67	115	70	114
1969	72	118	70	110
Gem.	72,1	97,4	69,9	94,6

Er is nooit magnesium toegediend, behalve in de stalmest. De stalmestinvloed is dan ook duidelijk, de verhoging is gemiddeld 25 punten. Die van de begroeiing minder; gemiddeld over alle waarnemingen liggen de bebouwde objecten slechts 2,5 punten lager dan de onbebouwde. Zoals later blijken zal, wordt magnesium hier in hoofdzaak opgenomen uit diepere lagen.

Kali

De bepalingen van het gehalte aan in 0,1 n HCl oplosbare K_2O begonnen in 1932. Voordien, vanaf 1911, werd bepaald het gehalte aan in 5% HCl oplosbare K_2O . In de beide jaren 1932 en 1933 werden zij beide bepaald. De uitkomsten van deze jaren blijken, althans binnen het waargenomen traject, te voldoen aan:

$$K \text{ 0,1 n} = \frac{K \text{ 5\%} - 0,142}{3,24}$$

Met behulp hiervan krijgen wij een beeld van het kaligehalte vanaf 1911, weergegeven in tabel VIII. Het bebouwde gedeelte van Pr 1 wordt hier niet opgenomen, daar dit geen zuiver beeld geeft omdat er objecten met en andere zonder kali waren.

In de dertiger jaren ziet men een tijdelijk omhoog komen van het gehalte, evenwel zonder kalimesting. Daarna ziet men in onbebouwd zonder stalmest een constant niveau totdat ook in het onbebouwde gedeelte de kalibemesting, die gelijk is aan die in het bebouwde, begint. De kaligehalten stijgen daardoor sterk en komen ver boven die in de bebouwde objecten uit. De stalmest geeft in beide gevallen, met en zonder bebouwing, een verdere verhoging van het kaligehalte. Men kan zich, met dit resultaat voor ogen, afvragen of de uniforme bemesting juist is, en of het niet beter zou zijn een zodanige compenserende bemesting toe te passen, dat de kaligehalten in de vier objecten gelijk worden.

Tabel VIII Kaligehalte in 0,1 n HCl

a. Pr 1

	Onbemest	Fosfaat
1911	7	8
1912	8	
1916		8
1923	10	13
1928	9	11
1932	14	15
1933	15	15
1937	15	16
1941	15	13
1950	12	11

b. Pr 1265 en VP 859

	Onbebouwd		Bebouwd	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1953	12	15	18	19
1955	10	16	16	21
1957	13	19	19	23
1958	13	20	17	23
1960	18	22	16	22
1965	22	33	15	21
<i>VP 859</i>				
1967	26	32	17	19
1969	35	38	23	25

Fosfaat

Het P-getal werd in Pr 1 slechts eenmaal bepaald, nl. in 1941, toen het in het onbebouwde gedeelte zonder fosfaatbemesting (thans nog onbebouwd) 1,0 bedroeg en in het onbebouwde gedeelte met fosfaatbemesting (thans bebouwd) 3,2.

Het effect van de fosfaatbemesting was dus merkbaar. De gevonden waarden voor het P-getal in Pr 1265 en VP 859 worden weergegeven in tabel IX.

Tabel IX P-getal

	Onbebouwd		Bebouwd	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1953	1,5	2	3,5	4
1955	2	2	3	3,5
1957	1,3	2,3	2,5	3,5
1958	1,8	3,0	2,5	3,5
1960	2,5	5,0	3,3	5,5
1965	1,8	4,2	1,9	3,9
<i>VP 859</i>				
1967	2,3	4,8	1,9	3,5
1969	3,4	5,5	2,7	4,5

De sedert 1957 ingevoerde uniforme fosfaatbemesting, ook in de objecten zonder begroeiing, doet het P-getal oplopen tot hogere waarden dan in de begroeide objecten. Ook stalmest geeft een verhoging.

P-AL (P-citr.) gedraagt zich anders: zie tabel X.

Het in Pr 1 ontstane verschil tussen beide helften werkt nog lang door. Het effect van de later ingevoerde fosfaatbemesting, ook in de onbebouwde helft, tekent zich in Pr 1265 duidelijk af. Echter heeft het onbebouwde gedeelte nog lang niet het bebouwde gedeelte ingehaald, zoals bij P-getal wel het geval is. Stalmest werkt ook hier duidelijk verhogend.

Granulaire samenstelling

De bepaling van deze, in De Vries en Dechering (1960) gerekend tot de constante en weinig veranderlijke grootheden van de grond, blijkt over de jaren tot nogal uiteenlopende uitkomsten te voeren (tabel XI).

Tabel X P-citroen/P-AL

a. Pr 1

	Onbebouwd		Bebouwd
	zonder fosfaat	met fosfaat	
1941	26	55	40
1950	31	75	43

b. Pr 1265 en VP 859

	Onbebouwd		Bebouwd	
	0 stm	15 stm	0 stm	15 stm
<i>Pr 1265</i>				
1953	30	33	76	78
1955	35	40	77	76
1957	32	40	76	83
1958	31	35	65	75
1960	40	43	69	83
1965	38	47	68	79
<i>VP 859</i>				
1967	40	51	71	70
1969	45	58	61	71

Tabel XI Granulaire samenstelling

	Onbemest			Fosfaat		
	grof z.	fijn z.	slib	grof z.	fijn z.	slib
1911 M.m.	5,2	66,3	27,0	5,2	66,3	27,0
1932	9,8	64,4	21,9	7,9	66,4	21,5
1933	9,0	65,6	21,6	7,9	65,6	23,1
1941	8,1	66,6	20,2	8,8	65,5	20,5

	Onbebouwd						Bebouwd					
	0 stm			15 stm			0 stm			15 stm		
	grof	fijn	slib	grof	fijn	slib	grof	fijn	slib	grof	fijn	slib
1953	13	63	19	13	62	20	14	61	20	13	62	20
1957	13,4	59,6	22,7	12,7	60,4	22,1	12,5	63,1	19,2	12,4	63,4	18,9
1967	5,6	69,5	20,8	6,5	69,1	19,8	6,3	67,5	21,8	7,3	68,5	19,8

Het is bezwaarlijk om hier objectverschillen uit te halen als die er zijn.

De ondergrond

Bij de overbrenging van de grond in 1967, dus bij de overgang van Pr 1265 tot VP 859, werd de overgebrachte grond op 8 mei per object in 4 lagen bemonsterd, nl.:

- a. 0-20 cm
- b. 20-30 cm
- c. 30-50 cm
- d. 50-80 cm

Men zal zich herinneren uit de Inleiding, dat bij het overbrengen van de grond van Pr 1 in 1904 de onderste 50 en de bovenste 60 cm niet van hetzelfde terrein afkomstig waren en dat de laatste in twee lagen van 30 cm (na menging) werd ingebracht. Nu is niet bekend, hoeveel de grond in de sindsdien verlopen 63 jaar was ingeklonken. Wij kunnen echter wel aannemen, dat laag d in hoofdzaak afkomstig is van de vroegere stortgrond en dus van andere herkomst. De laag a bestaat uitsluitend uit de vroegere bovenste 30 cm en de laag c idem uit de onderste. De uitkomsten worden vermeld voor de 4 objecten 1-4 in tabel XII.

De humus en de stikstof afkomstig van de stalmest, bevinden zich in de bouwvoor. De diepste laag bevat nog, althans in verhouding tot de top laag, niet onbetekenende hoeveelheden humus en stikstof.

Het magnesium bevindt zich in de diepere lagen en dat in het bijzonder in de onbegroeide objecten. In de begroeide objecten wordt het uit de diepere lagen opgenomen. Daar nooit magnesiumbemesting is toegepast, geeft object 1 de natuurlijke toestand van deze grond weer na meer dan een halve eeuw braak zonder bemesting (behoudens de drie jaren luzerne in 1937-1939). Het uit de stalmest afkomstige magnesium bevindt zich nog hoofdzakelijk in de bovenste lagen; het heeft nog niet het uit de diepere lagen door de begroeiing opgenomen magnesium opgevuld, en evenmin zonder begroeiing het gehalte in de diepere lagen verhoogd. Het duurt dus geruime tijd eer de diepere lagen bereikt worden. Kennelijk heeft, blijkens

de objecten 1 en 2, in de periode van 40 jaren zonder begroeiing voorafgaande aan Pr 1265, het meer beweeglijke en beter opneembare gedeelte van het magnesium diepere lagen bereikt en wordt het daaruit thans door de begroeiing in 3 en 4 opgenomen, terwijl wat in de bouwvoor is achtergebleven, sterk vastgehouden wordt en niet voor opneming vatbaar is. De stalrest is evenwel thans bezig dit hiaat weer op te vullen.

Tabel XII Grondonderzoek in de vier lagen, a, b, c en d.

	Humus (el)				N-totaal (x 100)				MgO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	1,5	1,6	1,4	1,8	7	9	8	10	67	115	69	114
b	1,5	1,2	1,3	1,2	9	8	8	8	108	132	75	118
c	1,1	1,1	1,1	1,1	7	7	8	7	122	123	93	107
d	1,0	0,9	0,8	0,8	5	4	4	5	122	113	80	88

	P-getal				P-AL				P-tot. (x 100)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	2,3	4,8	1,9	3,5	40	51	71	70	13	14	15	15
b	0,8	2,6	1,1	2,0	16	21	24	29	9	10	11	11
c	0,4	0,6	0,5	0,8	13	16	15	16	9	9	9	9
d	0,2	0,2	0,2	0,2	13	14	12	12	9	9	9	9

	pH-KCl				CaCO ₃				K-gehalte			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	7,31	7,22	7,60	7,55	2,6	3,0	3,0	2,6	26	32	17	19
b	7,36	7,47	7,47	7,49	1,9	2,1	2,4	2,4	18	22	13	13
c	7,58	7,55	7,52	7,60	3,3	2,8	2,7	2,7	12	12	12	12
d	7,71	7,70	7,64	7,79	6,8	6,9	7,3	6,6	11	10	11	10

	Grof zand				Fijn zand				Afslibbaar			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	5,6	6,5	6,3	7,3	69,5	69,1	67,5	68,5	20,8	19,8	21,8	19,8
b	2,8	3,6	3,4	4,3	66,8	69,8	68,0	64,2	27,0	23,9	24,9	27,9
c	2,8	4,5	3,0	2,8	71,0	66,4	70,3	68,5	21,8	25,2	22,9	24,9
d	3,3	3,6	3,4	3,4	69,8	70,9	69,7	72,5	19,1	17,7	18,8	16,7

Het door het P-getal aangeduide fosfaat, bevindt zich in hoofdzaak in de bouwvoor. Stalrest werkt hierop verhogend en heeft reeds doorgewerkt tot laag c.

Bij P-AL, (niet bij P-getal en P-tot.) zien wij nog van de in Pr 1 en in Pr 1265 tot 1957 alleen in 3 en 4 gegeven fosfaatbemesting de nawerking in de lagen a en b. Ook de stalmest werkt verhogend in deze zelfde lagen. P-tot. levert weinig verschil tussen de objecten. Dat de drie P-waarden, en hetzelfde geldt voor het K-gehalte, in object 1, na zo lang onbemest geweest te zijn, toch in de bouwvoor het hoogst zijn, zal wel het gevolg moeten zijn van vóór 1911 toegepaste bemesting en gedeeltelijk van de vanaf 1957 ook hier gegeven fosfaatbemesting. Dat de eerste oorzaak sterker is dan de laatste blijkt ook daaruit, dat alle bepalingen in de bouwvoor vóór 1957 hoger zijn dan die in de lagen b, c en d in 1967. Dit oude fosfaat is in deze grond dus weinig beweeglijk. Beweeglijker is het fosfaat uit de stalmest.

De pH neemt naar de diepte toe. In de bouwvoor is de invloed van het in Pr 1 in de ene helft (thans objecten 3 en 4) toegediende calciumfosfaat nog merkbaar.

Het gehalte aan CaCO_3 is het laagst in laag b en stijgt van daaruit vrij sterk in de onderliggende lagen. Hiervoor kan de auteur geen verklaring geven, tenzij de lagen van huis uit ongelijk zouden zijn.

Het K-gehalte is door de kalibemesting sedert 1957 in de objecten 1 en 2 tot 30 cm diep gestegen, doordat er niets door gewassen wordt opgenomen. Dieper is deze kali evenwel in tien jaren tijds nog niet gekomen; ook de stalmestkali, die reeds sedert 17 jaar aangevoerd werd, is nog niet dieper gekomen. Ook deze uitspoeling gaat dus niet snel.

De granulaire samenstelling vertoont een merkwaardig beeld. Zoals werd betoogd is laag d van andere herkomst dan de lagen a, b en c, en kan deze dus anders geaard zijn, althans niet deel uitmaken van een natuurlijk profiel. Echter ook de andere lagen behoeven niet onderling gelijk te zijn.

Grof zand is het hoogst in laag a, afslibbaar het laagst in laag d, maar in laag a aanzienlijk lager dan in laag b (en c). Fijn zand daarentegen vertoont in de lagen weinig verschil. Deze laatste fractie maakt meer dan 2/3

uit van het geheel aan minerale delen.

De verschillen tussen de objecten zijn van een zodanige orde van grootte, dat de kwaliteit van de grond er niet sterk door veranderd zal zijn. Stalmest schijnt wat grof zand aan te voeren.

De opbrengsten

Opbrengsten zijn er uiteraard slechts van de objecten 3 en 4. Een gelukkige omstandigheid hierbij is, dat deze steeds gelijk bemest zijn, behalve vlas in 1955, toen het niet aangedurfd werd in object d naast stalmest ook nog stikstof te geven. Dit maakt op het geheel slechts een verschil uit van 30 kg N.

In tabel XIII worden de opbrengsten aan zetmeel weergegeven bij aardappelen, korrel + stro bij granen en erwten, korrel bij mais en biet + loof bij suikerbieten. Aangegeven worden de genoemde opbrengsten in q/ha voor het object zonder stalmest, en het andere in % hiervan.

De opbrengsten waren direct normaal. Het lang onbebouwd geweest zijn heeft hierop geen sterke invloed. Er is gemiddeld een opbrengstverhoging geweest van 10% boven een normale minerale bemesting.

De zes aardappeljaren waarover de opbrengsten bekend zijn, hebben een opbrengstverhoging gegeven van gemiddeld 8,5%, de vijf haverjaren een van 13,3% en de drie bietenjaren 7%. Haver heeft het sterkst op stalmest gereageerd.

De vruchtopvolging bieten, haver en aardappelen moet gehandhaafd blijven, al is zij niet zeer humusverrijkend, omdat deze in hoofdzaak sedert 1959 bestaat.

De onttrekking

De onttrekking wordt in tabel XIV weergegeven in kg/ha voor de knollen bij aardappelen, biet + loof bij bieten en korrel + stro bij haver.

Tabel XIII Opbrengsten

Jaar	Gewas	Zonder stalmest in q/ha	Met stalmest in %
1951	aardappelen	52	121,7
1952	mais	69	100,4
1953	zomertarwe	117	110,3
1954	aardappelen		
1955	vlas		
1956	aardappelen	68	100,8
1957	haver	119	108,5
1958	erwten	71	120,0
1959	aardappelen	71	113,3
1960	haver	90	112,6
1961	suikerbieten	1029	109,8
1962	aardappelen	92	82,8
1963	haver	121	106,8
1964	suikerbieten	999	112,9
1965	haver	140	118,6
1966	aardappelen	89	115,9
1967	suikerbieten	1292	98,8
1968	haver	114	119,8
1969	aardappelen	85	116,5
			<u>109,9</u>

Tabel XIV Onttrekkingen in kg/ha.

	3					4				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
<i>Aardappelen</i>										
1951	82,5	49,4	177,8	4,3	10,8	101,7	55,2	215,5	2,6	14,7
1956	105,2	49,4	206,7			123,4	57,4	217,5		
1959	119,9	49,3	186,7	4,4	9,7	140,6	62,5	243,3	3,8	12,3
1962	176,5	43,2	251,4	10,2	17,8	137,3	43,7	208,1	8,3	14,6
1966	133,9	62,0	249,2	13,6	14,9	157,5	91,9	352,9	13,1	20,4
1969	100,3	65,6	267,8	11,5	16,1	125,1	87,2	329,9	13,6	21,8
Gem.	119,6	53,2	223,3	8,8	13,9	130,9	66,3	261,2	8,3	16,8
<i>Haver</i>										
1963	89,7	51,7	147,4	28,4	10,6	111,7	70,4	189,4	33,3	10,5
1965	71,6	50,9	161,2	24,8	9,3	89,6	66,9	190,3	29,8	9,4
1968*	59,0	38,7	34,1	4,6	8,3	77,0	52,5	43,3	6,6	10,2
<i>Suikerbieten</i>										
1964**	143,8	53,7	142,2	44,6	31,6	104,8	54,8	146,7	38,7	35,5
1967	262,6	131,0	598,7	196,0	91,3	256,1	135,1	577,3	193,4	94,1

* Alleen korrel ** Alleen biet

Bij de bieten heeft de stalmest geen aanleiding gegeven tot een sterkere onttrekking, ondanks de opbrengstverhoging. Het aantal gegevens van dit gewas is echter nog gering. De aardappelen, die 8,5% verhoging in opbrengst ondergingen door stalmest, vertonen sterkere verhogingen in de onttrekking - dus hogere gehalten - bij P, K en Mg, een gelijke verhoging (dus een gelijkblijvend gehalte) bij N en geen verhoging of zelfs een verlaging - dus in elk geval een lager gehalte - bij Ca.

Ook voor haver is het aantal gegevens klein. Nemen wij de som van wat bepaald is (dat is 2½ jaaropbrengst) dan zien wij tegenover een opbrengstverhoging van 7% sterkere onttrekkingen bij N, P, K, Ca en dezelfde bij Mg. Stellen wij de procentische verhoging door stalmest voor aardappelen en haver, die nogal uiteenlopende opbrengstreacties vertoonden, tegenover elkaar, dan krijgen wij de in tabel XV vermelde cijfers.

Tabel XV Procentuele verhoging van de onttrekking door stalmest.

	Aardappelen	Haver
N	9	26
P	25	34
K	17	23
Ca	-9	21
Mg	21	7

De verschillen zitten voornamelijk in N, Ca, Mg, nl. doordat stalmest bij haver de onttrekking van N en Ca sterker verhoogt dan bij aardappelen, omgekeerd die van Mg sterker bij aardappelen dan bij haver. Daar, zoals bij de bieten blijkt, de beschikbare hoeveelheden veel groter zijn dan de door aardappelen en haver opgenomen hoeveelheden, hebben wij hier te maken met verschillen in opnamecapaciteit.

Bij aardappelen is de opname van Ca zeer laag vergeleken bij de beide andere gewassen; deze opname wordt door stalmest nog gedrukt. Opvallend is de sterke stijging bij aardappelen in de opnamen van K, Ca en Mg vanaf 1962, van P vanaf 1966, terwijl die van N niet stijgt.

Het wordt thans nog onmogelijk geacht verband te leggen tussen deze uitkomsten en die van het grondonderzoek. Het wordt echter aanbevolen het gewasonderzoek systematisch te doen plaatshebben.

Samenvatting

Een perceel zavel werd vanaf 1910, met een onderbreking van drie jaar, onbebouwd gelaten. In 1951 werd het gesplitst in twee helften, één met bebouwing en één ook verder zonder bebouwing; elk weer verdeeld in een helft zonder en één met stalmest, jaarlijks naar 15 ton per ha. In 1957 werd deze proef overgebracht in bakken, 8 per object.

De humusgehalten zijn van 1911 tot 1951 teruggelopen. Nadien is er een verhoging door de wortelresten en een iets grotere door de stalmest, terwijl zij additief zijn bij begroeiing met stalmest. Hetzelfde geldt voor N-totaal. Beide, humus en N, zijn in de bouwvoor evenredig aan de

geleverde hoeveelheden organische stof in stalmest en begroeiing. Deze hebben nog niet dieper doorgewerkt dan de bouwvoor. In de pH zijn er geen opvallende verschillen ontstaan.

Het gehalte aan CaCO_3 was hoog, maar loopt terug met een eenheid in 30 jaren. Hierin zijn geen objectsverschillen.

Het gehalte aan MgO wordt door stalmest vrij sterk verhoogd tot 30 cm diepte. Door het langdurig onbebouwd zijn, wordt MgO opgehoopt in lagen beneden 30 cm; dit is intussen door de gewassen opgenomen.

Het gehalte aan K_2O wordt door stalmest, alleen in de bouwvoor, iets verhoogd, maar sterker door de minerale kalibemesting zonder gewassen.

Ook P-getal en P-AL stijgen door fosfaatbemesting zonder begroeiing en door stalmest tot 30 cm diepte.

De opbrengstverhoging door stalmest zonder compensatie was gemiddeld voor de beide hakvruchten aardappelen en bieten 8% en voor haver 13. De opbrengstverhoging bij bieten hing niet samen met de onttrekking aan N, P_2O_5 , K_2O , CaO en MgO , daar deze niet verhoogd werden. De sterke opbrengstverhoging bij haver ging gepaard met een nog sterkere verhoging van de onttrekking van N, P, K en Ca en een lagere van Mg. Het laatste was het enige van de bepaalde elementen, waarvan de onttrekking door stalmest bij aardappelen sterker verhoogd werd dan bij haver. Bij de overige elementen was de verhoging van de opname onder invloed van stalmest zwakker en wel het ergst die van CaO , die door stalmest verlaagd werd, terwijl ook N bij aardappelen door stalmest veel minder verhoogd werd dan bij haver.

Aanbevelingen voor verdere voortzetting van de proef

Aanbevolen wordt de vruchtwisseling suikerbieten-haver-aardappelen te handhaven, evenals de jaarlijkse toediening van stalmest naar 15 ton per ha.

Het is gewenst te streven naar gelijkheid van de objecten ten aanzien van enkele grootheden. In de eerste plaats K-HCl . Door de uniforme bemesting loopt deze in

de objecten zonder begroeiing hoog op. Hier kan de kalibemesting gehalveerd worden. Als begroeid en onbegroeid elkaar naderen kan gestreefd worden naar gelijkmaking van met en zonder stalmest.

Teneinde P-AL in de vier objecten bij elkaar te brengen kan voorlopig de fosfaatbemesting in de stalmestobjecten gehalveerd worden. De tweetallen met en zonder begroeiing, waarin de fosfaatbemesting in de helft van de oude Pr 1 nog doorwerkt, naderen automatisch tot elkaar.

Ook ten aanzien van de MgO-gehalten moet gestreeft worden naar uniformiteit (in verband met de totale basenhuishouding). Deze is te bereiken door in de objecten 1 en 3 zonder stalmest jaarlijks 50 kg MgO toe te dienen. De bemesting wordt dan als weergegeven in tabel XVI.

Tabel XVI

	Hakvruchten				Haver			
	1	2	3	4	1	2	3	4
N	120	120	120	120	60	60	60	60
P ₂ O ₅	80	40	80	40	60	30	60	30
K ₂ O	100	100	200	200	40	40	80	80
MgO	50		50		50		50	

De differentiaties in de bemesting dienen tijdig bijgesteld te worden aan de hand van grondonderzoek. Dit behoort jaarlijks te worden uitgevoerd ter bepaling van humus, N_t, pH, P-getal, P-citr., K-HCl, MgO, CaCO₃.

Ook gewasonderzoek zal jaarlijks moeten geschieden voor de bepaling van zetmeel en suiker en voor de opname in kg/ha van N, P₂O₅, K₂O, CaO en MgO.

Literatuur

- Handboekje voor de landbouwvoorlichter. 3e druk. Proefstn Akker- Weidebouw, Wageningen, 1967.
- Kortleven, Jac.: Quantitatieve aspecten van humusopbouw en humus afbraak. Versl. landbouwk. Onderz. 69.1 (1963).
- Maschhaupt, J.G.: Het zavelproefveld van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen in de jaren 1911-1934. Vergelijking van een drietal stikstofmeststoffen en onderzoek naar de werking ener kalibemesting. Tevens bijdrage tot de kennis der kalk- en kalihuishouding in de Groninger klei- en zavelgronden. Versl. landbouwk. Onderz. 42 (14)A (1936).
- Maschhaupt, J.G.: Resultaten verkregen bij het onderzoek der Groninger klei- en zavelgronden. Rijksuitgeverij, 's-Gravenhage, 1943.
- Paauw, F. van der, en C.M.J. Sluijsmans: Schema's voor het bemestingsadvies voor kalk, fosfaat, kali en magnesia aan de hand van grondonderzoek. Landbouwgids (1954) 275-280.
- Vries, O. de, en F.J.A. Dechering: Grondonderzoek. 4e druk. Ceres, Meppel, 1960.