

DE INVLOED VAN BEKALKING OP HET HUMUS-
GEHALTE ¹⁾

JAC. KORTLEVEN

Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

The influence of liming on humus content

Summary see p. 44

Ten einde na te gaan of bekalking van invloed is op de humusvoorraad werden de reeds door wijlen C. MEIJER voor dit doel verzamelde gegevens van oude bekalkingsproeven bewerkt. Slechts een gedeelte der proeven was bruikbaar. Het materiaal werd op twee manieren verwerkt 1° door per proef na te gaan het verband tussen kalkgift en humusgehalte en 2° door voor het gehele verzamelde materiaal na te gaan het verband tussen pH en humusgehalte. De laatste werkwijze vult de eerste aan, omdat de pH-verschillen in hoofdzaak ontstaan zijn door bekalking.

Het humusgehalte bleek door bekalking verlaagd te worden, doordat er een hoeveelheid humus gelijk aan $1,8 \times$ de gegeven hoeveelheid CaCO_3 verloren gaat (of voor praktijkomstandigheden, gelijk aan de gegeven hoeveelheid kalkmeststof). Dit betekent in % van het bouwvoorgewicht een sterkere verlaging bij hogere gehalten door lager volumengewicht (althans bij gelijke bouwvoordikte). Drukt men de bekalking uit in pH-verandering, dan blijkt een verschil van 1 eenheid pH een verlaging van het humusgehalte te geven gelijk aan 4% van het oorspronkelijke gehalte. Op hoe hoger niveau dit laatste ligt, hoe sterker dus de daling is (maar vanzelfsprekend ook hoe meer kalk er nodig is).

Of elke pH-beïnvloeding, ook zonder kalk, hetzelfde effect heeft is niet bekend. Ook niet de aard der omzettingen. De geconstateerde humusafname bij bekalking is voor de praktijk niet van erg veel gewicht, daar de kalkdoses in het algemeen niet erg hoog zijn, evenals de daardoor opgeroepen pH-verhoging: bij de gronden met niet zeer hoge humusgehalten betekent dit een verlaging tot enkele tienden van procenten in humusgehalte (wat analytisch niet eens vast te stellen is), terwijl bij sterk humeuze gronden het karakter van de grond niet verandert bij verlaging van het humusgehalte met enige procenten.

I INLEIDING

Door wijlen C. MEIJER werden bijeengezocht de bekalkingsproeven waarin de humusgehalten bepaald waren. Het doel hiervan was na te gaan of een invloed van bekalking op het humusgehalte was vast te stellen. Het gold (en geldt voor velen nog) als axioma, dat door bekalking het humusgehalte daalt, of zoals dit ook wel werd uitgedrukt, dat kalk de humus verbrandt. Zoals meestal bij het blindelings aanvaarden van zulke axioma's, werden de bedenkingen, die ertegen aan te voeren zouden zijn, over het hoofd gezien. In dit geval kan men nl. naar voren brengen, dat via de vorming van onoplosbare calciumhumaten ook wel een verhoging zou kunnen optreden en dat er ook kalkrijke organische meststoffen zijn (stadsvuilcompost, schuimaarde).

Hoewel deze bedenkingen niet meespraken, wilde men destijds aan het Groningse Proefstation zich toch wel eens, aan de hand van concrete getallen,

1) Ter publicatie ontvangen 1 Nov. 1954.

overtuigen van de juistheid van het genoemde axioma en mocht het blijken juist te zijn, zich oriënteren omtrent de mate, waarin de kalk de humus afbreekt.

Het te dien einde door C. MEIJER verzamelde materiaal, bestaande uit Instituuts- en Consulente-proeven, leverde gegevens op, die èn door hun veelheid èn door hun tegenstrijdigheid, slechts verwarring stichtten.

Toen de dood hem overviel, was MEIJER dan ook nog niet tot een uitspraak gekomen. Evenzo kwamen anderen, die het door hem verzamelde en geordende feitenmateriaal bestudeerden, niet tot een uitspraak.

Als redenen hiervoor zijn aan te voeren :

- a De proeven waren met een andere doelstelling opgezet, en beantwoordden dus niet aan het thans gestelde doel. Dit kwam o.a. daarin tot uiting, dat in vele proeven het humusgehalte in de uitgangstoestand niet was bepaald en dat eveneens in vele gevallen het aantal herhalingen te gering was voor een met voldoende nauwkeurigheid vaststellen van het humusgehalte.
- b Men beschouwde elk optredend verschil als een reëel verschil, zonder rekening te houden met systematische fouten en zonder dit verschil, hetzij door berekening, hetzij door schatting, te toetsen aan verschillen, die eenvoudig aan de toevalspreiding te danken zijn. Zo weet ieder, die veel resultaten van humusgehalten onder ogen krijgt, dat bij de bestaande bemonsterings- en analysemethodiek een verschil van 0,5%, zelfs van 1% humus nog geen aanleiding is om tot een verschil in humusgehalte te besluiten.

Door met deze feiten wel rekening te houden, moest een groot aantal proeven buiten beschouwing gelaten worden (zie par. 2) en bleek voorts een groot aantal verschillen geen verschil te zijn, waardoor het aantal tegenstrijdigheden sterk afnam.

De overblijvende, aan redelijke eisen voldoende proeven, werden individueel bekeken (zie par. 2).

Bovendien werd nog (zie par. 4) een andere weg bewandeld, nl. het tegen elkaar uitzetten van pH en humus in alle gevallen (ook van de in par. 2 uitgeschakelde proeven), waarin deze beide gelijktijdig waren bepaald. Dit geschiedde ongeacht de wijze waarop pH en humus waren tot stand gekomen. Vanzelfsprekend werd daarbij aangenomen, dat wanneer tussen pH en humus een verband gevonden zou worden, een hiermede overeenkomstige verandering in humusgehalte zou optreden, indien men de pH doelbewust door bekalking zou veranderen. Dit is natuurlijk niet een zonder meer vaststaande waarheid, zodat toetsing achteraf noodzakelijk zou kunnen zijn, indien op deze wijze tot een ander resultaat gekomen zou worden dan met de individuele behandeling der proeven.

2 BEKALKING EN HUMUSGEHALTE

Om te beoordelen, of een proef al of niet moest worden uitgeschakeld, werden de volgende criteria aangelegd :

- 1e Het humusgehalte diende bepaald te zijn ook vóór de bekalking; anders heeft men geen idee van de verandering, daar deze, zoals uit het materiaal overduidelijk blijkt, als regel kleiner is dan de oorspronkelijk tussen de objecten bestaande verschillen.

- 2e De humusgehalten der verschillende objecten in de uitgangstoestand mochten niet te veel uiteenlopen, daar het gehalte zelf van invloed is op humusvorming resp. afbraak en dit feit een eventuele invloed der bekalking zou doorkruisen.
- 3e Het aantal herhalingen moest minstens 4 zijn, zulks om bevrijd te worden van al te sterke fluctuaties in het humusgehalte.
- 4e De opeenvolgende kalkbemestingen mochten geen veranderingen in volgorde der objecten naar totale hoeveelheid kalk ten gevolge hebben, daar hierdoor de eventuele invloed op het humusgehalte te zeer werd vertroebeld.

Wegens het niet voldoen aan één of meer dezer criteria werden 64 van de 86 proeven geëlimineerd. Van de resterende 22 volgt thans het overzicht, eerst van alle proeven op zandgrond, daarna van de overige.

Overzicht van de proeven

I Zandgrond

Bij de volgende serie van 6 proeven op zandgrond in Friesland liggen op een stalmesthelft en op een kunstmesthelft 4 objecten in tweevoud, nl. 1 za; 2 chs; 3 za + kam; 4 chs + kam.

Door alle objecten *met* en *zonder* mergel samen te nemen, ontstaan er 2 in 8-voud. De humusgehalten verliepen op de volgende wijze.

WF 139 F. Wierstra, Harich

Kam (kg)	A Voor B Aantal jaren na behandeling					Gem.	B-A	Meer dan 0	
	behand.	1	2	3	4				5
0	4,48	4,40	4,68	—	4,45	—	4,51	+0,03	—
2625	4,18	4,03	4,18	—	4,03	—	4,08	-0,10	-0,13

WF 138 S. Wierda, Sondel

0	5,38	5,23	5,55	—	4,98	5,08	5,21	-0,17	—
3500	5,48	5,48	5,35	—	4,95	5,08	5,22	-0,26	-0,09

WF 140 S. Veenstra, Oudwoude

0	4,88	—	4,75	—	—	—	—	-0,13	—
7500	4,95	—	4,73	—	—	—	—	-0,22	-0,09

WF 141 H. Dijkstra, Wijgeest, gescheurd grasland

0	3,63	—	3,53	—	—	—	—	-0,10	—
6500	3,63	—	3,58	—	—	—	—	-0,05	+0,05

OF 204 W. Donker, Haule, gescheurd grasland

0	6,13	—	6,60	6,58	—	—	6,59	+0,46	—
9000	6,15	—	6,28	6,52	—	—	6,40	+0,25	-0,21

OF 202 J. Bergsma, Elsloo

0	15,98	15,15	14,20	—	—	—	14,88	-1,05	—
7900	15,90	14,50	13,53	—	—	—	14,02	-1,88	-0,83

In de eerste 5 proeven is niet tot een invloed te concluderen. In de 6e evenwel is inderdaad een negatieve invloed van kalk op het humusgehalte, waardoor de in het 0-object reeds aanwezige daling versterkt wordt.

Echter ook in de 5 eerste proeven, waar onder alle jaaruitkomsten slechts twee positieve gevallen voorkomen (en dan nog slechts ter grootte van 0,05) en 10 andere negatief zijn, en het gemiddelde over alle 11 jaaruitkomsten $-0,11$ bedraagt, is het totale resultaat dus zwak negatief.

In de volgende serie van 4 kalktoestandsproefvelden op zandgronden werden met bloem van zwavel en kalkmergel 6 opeenvolgende kalktoestanden aangebracht. Door samenvoegen van de objecten met chili en met za en van telkens 2 kalktoestanden, ontstaan objecten in 8-voud.

N Ge 7 J. A. Besselink, Harfsen

	A Voor behandeling			B Gemiddeld over 6 jaar na beh.		
	1	2	3	1	2	3
Hu	7,05	7,28	7,00	6,78	6,83	6,63
pH	4,45	4,38	4,45	4,58	5,55	6,25
		B - A			Meer dan 1	
Hu	-0,27	-0,45	-0,37	—	-0,18	-0,10
pH	+0,13	+1,17	+1,80	—	+1,04	+1,67

N Ge 9 B. H. van Till, Hummelo

	A Voor behandeling			B Gemiddeld over 6 jaar na beh.		
	1	2	3	1	2	3
Hu	4,78	4,88	4,80	4,70	4,65	4,58
pH	5,48	5,45	5,50	5,50	5,85	6,43
		B - A			Meer dan 1	
Hu	-0,08	-0,23	-0,22	—	-0,15	-0,14
pH	+0,02	+0,40	+0,93	—	+0,38	+0,91

N Ge 10 A. Bouwman, Nijkerk

	A Voor behandeling			B Gemiddeld over 6 jaar na beh.		
	1	2	3	1	2	3
Hu	6,30	6,15	6,10	6,55	6,45	6,43
pH	4,85	4,95	4,95	4,80	5,75	6,20
		B - A			Meer dan 1	
Hu	+0,23	+0,30	+0,33	—	+0,07	+0,10
pH	-0,05	+0,80	+1,25	—	+0,75	+1,20

N Ge 15 Groot Cappel, Warnsveld

	A Voor behandeling			B Gemiddeld over 6 jaar na beh.		
	1	2	3	1	2	3
Hu	5,00	5,30	5,05	5,05	5,13	4,90
pH	4,80	4,70	4,78	4,68	5,85	6,50
		B - A			Meer dan 1	
Hu	+0,05	-0,17	-0,15	—	-0,22	-0,20
pH	-0,12	+1,15	+1,77	—	+1,27	+1,89

Eén proef reageert zeer zwak positief, de andere negatief. Het gemiddelde over alle gevallen is $-0,10$. Dit stemt overeen met de voorgaande serie.

Overige proeven op zandgrond

O.O. 302 Centraal Proefveld Lonneker

Objecten in 10-voud. Grootte der kalktrappen niet duidelijk aangegeven, maar wel opklimmend.

	A Voor behandeling				B Gem. gedurende 4 jaar na behandeling			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Hu	5,60	5,50	5,65	5,45	5,40	5,25	5,40	5,25
pH	5,85	5,90	5,90	5,80	5,40	5,80	6,15	6,25
		B - A				Meer dan 1		
Hu	-0,20	-0,25	-0,25	-0,20	—	-0,05	-0,05	—
pH	-0,45	-0,10	+0,25	+0,45	—	+0,55	+0,70	+0,90

Hier is geen effect.

P.O. 10 Proefboerderij Heino, perceel 26

Grasland. Ook hier is de grootte der kalktrappen niet duidelijk, maar zijn zij opklimmend. Door de za en chs helft samen te nemen, ontstaan objecten in 10-voud.

Wijzigingen werden nagegaan in de lagen 0-5, 5-10 en 10-15 cm.

		A Voor behandeling				B Gem. gedurende 4 jaar na behandeling			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Hu	0-5	9,85	9,75	9,80	9,90	9,95	10,0	9,75	9,80
	5-10	7,15	7,15	6,85	7,05	6,65	6,70	6,55	6,60
	10-15	5,85	6,10	5,70	5,75	5,85	5,85	5,75	5,85
pH	0-5	5,20	5,25	5,20	5,25	5,80	6,00	6,20	6,40
	5-10	5,10	5,25	5,10	5,05	5,50	5,50	5,55	5,55
	10-15	5,05	4,90	5,00	4,95	5,35	5,30	5,35	5,35
		B - A				Meer dan 1			
Hu	0-5	+0,10	+0,25	-0,05	-0,10	--	+0,15	-0,15	-0,20
	5-10	-0,50	-0,45	-0,30	-0,45	--	+0,05	+0,20	+0,05
	10-15	0,00	-0,25	+0,05	+0,10	--	-0,25	+0,05	+0,10
pH	0-5	+0,60	+0,75	+1,00	+1,15	--	+0,15	+0,40	+0,55
	5-10	+0,40	+0,25	+0,45	+0,50	--	-0,15	+0,05	+0,10
	10-15	+0,30	+0,40	+0,35	+0,40	--	+0,10	+0,05	+0,10

Als er invloed op het humusgehalte is geweest, is deze gering, en slechts in de zodelaag merkbaar. Opvallend is, dat het gemiddelde over de 9 getallen voor de verandering in het humusgehalte (dus „meer dan 1” gemiddeld over de drie lagen en over de drie hoogste trappen) precies 0 is. Dit geeft aan, dat alle geconstateerde verschillen, tot 0,25 toe, nog van toevallige aard zijn, en dat er in feite niets is gebeurd.

Ook de invloed op pH is niet zeer sterk en evenmin in diepere lagen aanwezig.

Pr 76 R. Heerenga, Kolham

Door de samenvoeging van de series met chs, za en ureum ontstaan objecten in 6-voud.

		A Voor behandeling				B Gedurende 3 jaar na behandeling			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Hu		7,53	7,50	7,20	7,08	7,40	7,22	6,93	6,87
pH		5,10	5,05	5,08	5,05	5,12	5,33	5,45	5,50
		B - A				Meer dan 1			
Hu		-0,13	-0,28	-0,27	-0,21	--	-0,15	-0,14	-0,08
pH		+0,02	+0,28	+0,37	+0,45	--	+0,26	+0,35	+0,43

Een geringe invloed is merkbaar.

Pr 145 P. van Delden, Noordlaren

Door samenvoeging van de reeksen met silicakalk, mergel, gebluste kalk en schuimaarde, die alle gegeven zijn naar aequivalente hoeveelheden CaCO_3 , ontstaan objecten in 12-voud.

		Voor behandeling						B Gedurende 3 jaar na behandeling					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
aeq.- CaCO_3 (g)		0,0	7,5	16,9	28,1	43,1	60,0						
Hu		5,90	5,45	5,60	5,63	5,55	5,73	5,70	5,48	5,58	5,69	5,55	5,70
pH		5,20	5,15	5,13	5,10	5,20	5,13	5,10	5,20	5,40	5,48	5,90	6,03
		B - A						Meer dan 1					
Hu		-0,20	+0,03	-0,02	+0,05	0,00	-0,03	--	+0,23	+0,18	+0,25	+0,20	+0,17
pH		-0,10	+0,05	+0,27	+0,38	+0,70	+0,90	--	+0,15	+0,37	+0,48	+0,80	+1,00

Hier lijkt een positieve werking aanwezig te zijn. Het 0-object dat slechts in 4-voud aanwezig is, maant echter tot voorzichtigheid: was dit voor de behandeling te hoog uitgevallen, dan geven alle waarden na de behandeling een positieve uitkomst.

Pr 477 H. Hoving, Donderen

13 kalk en Mg-meststoffen werden vergeleken in trappen equivalent met 0,8 — 1,6 — 2,4 — 3,6 — 4,8 — 6,3 — 9,0 ton CaCO_3 /ha in enkelvoud met 0 in 5-voud. Na samenvatting der 0-veldjes en der 13 veldjes per trap, bleek geen enkele invloed op het humusgehalte te bestaan:

CaCO_3	0	0,8	1,6	2,4	3,6	4,8	6,3	9,0
Hu voor behandeling	9,9	9,1	10,0	10,3	9,4	10,5	10,1	9,0
idem na behandeling	9,9	8,9	10,0	10,5	9,3	10,4	10,2	9,0
Vershil	—	-0,2	—	+0,2	-0,1	-0,1	+0,1	—
Meer dan 0	—	-0,2	—	+0,2	-0,1	-0,1	+0,1	—
pH voor behandeling	4,8	5,0	4,9	5,1	5,1	5,0	4,9	5,2
idem na behandeling	4,6	5,0	5,0	5,2	5,5	5,5	5,7	6,2
Vershil	-0,2	—	+0,1	+0,1	+0,4	+0,5	+0,8	+1,0
Meer dan 0	—	+0,2	+0,3	+0,3	+0,6	+0,7	+1,0	+1,2

Samenvatting zandgrondproeven

Twee kleine proevenseries, resp. in Friesland en Gelderland, geven een zwakke daling, terwijl in een proef uit Friesland met een hoog humusgehalte, nl. 16% (vermoedelijk gescheurd grasland) de reeds aanwezige daling wordt versterkt.

Van de overige proeven geven 3 geen effect, 1 een zwakke daling en 1 een (wat dubieuze) stijging.

Neemt men alle kalktrappen van alle proeven bij elkaar, dan geven zij gezamenlijk een daling van 0,03. Men krijgt dus de indruk, dat op zandgronden bekalking een zéér zwakke daling van het humusgehalte geeft, maar dat de grootte van de daling die men vindt door toevallige oorzaken sterk beïnvloed wordt, terwijl een daling bij hoge humusgehalten door kalk wordt geaccentueerd.

II Andere grondsoorten

Pr 69 Proefboerderij Emmercompascuum. Dalgrond

Hieruit worden, als dienstig voor deze beschouwingen, slechts overgenomen de objecten za, za + 1 aeq. CaCO_3 ; za + 2 aeq. CaCO_3 . CaCO_3 als krijt. Objecten in 5-voud.

	1	2	3
Voor behandeling	10,6	11,2	11,2
Gedurende 10 jaar na behandeling	11,0	11,0	10,8
Vershil	+0,4	-0,2	-0,4
Meer dan 1	—	-0,6	-0,8

Een zeer duidelijke daling, echter mede in de hand gewerkt door het lagere gehalte in 1 voor de behandeling.

Pr 120 Proefboerderij Borgercompagnie. Dalgrond

Door samenvoeging van een za en een ch helft ontstaan objecten in 8-voud. Gegeven werd poederkalk in resp. 0 — 0,89 — 3,10 — 5,96 — 8,24 ton/ha.

	A Voor behandeling					B Na behandeling				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Hu	16,85	16,75	16,75	16,75	16,55	16,55	16,80	16,60	16,55	16,35
pH	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	4,85	5,05	5,50	5,95	6,25
	B - A					Meer dan 1				
Hu	-0,30	+0,05	-0,15	-0,20	-0,15	—	+0,35	+0,15	+0,10	+0,15
pH	-0,30	-0,10	+0,35	+0,80	+1,10	—	+0,20	+0,65	+1,10	+1,40

Een positief effect, ondanks sterke pH-stijging.

Pr 77 J. H. Kuipers, Scharmer. Laagveen

Inrichting als Pr 76

Hu	22,68	21,48	22,47	21,03	22,92	23,10	22,75	22,27
pH	4,58	4,57	4,55	4,55	4,67	5,05	5,35	5,35
	B - A				Meer dan 1			
Hu	+0,24	+1,62	+0,28	+1,24	—	+1,38	+0,04	+1,00
pH	+0,09	+0,48	+0,80	+1,0	—	+0,39	+0,71	+0,91

Ook hier naast pH-stijging, een positief effect.

Pr 200 H. Munnik, Harkstede. Veenklei

De grond bevat 40 % klei en 46 % humus.

De objecten liggen in 9-voud.

Gebluste kalk q/ha ..	0	20	40	69	108	157	240	360
Hu voor behandeling	45,6	45,6	45,8	46,3	46,5	46,2	47,0	45,6
idem 14 mnd. na ..	45,0	45,4	45,0	45,2	44,6	44,0	43,3	42,4
Vershil	-0,6	-0,2	-0,8	-1,1	-1,9	-2,2	-3,7	-3,2
Meer dan 1	—	+0,4	-0,2	-0,5	-1,3	-1,6	-3,1	-2,6

Hier blijkt een duidelijke verlaging van het humusgehalte door bekalking, en één die verband houdt met de sterkte der bekalking, nl. gemiddeld een verlaging met 0,1 % per ton gebluste kalk.

Pr 151 J. Kort, Overschild. Humeuze klei

A Voor behandeling

B Gem. over 4 jaar na behandeling

CaCO ₃ in t.	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
Hu	10,25	9,93	9,44	10,33	10,24	9,70	9,64	8,94	9,94	9,41
pH	4,95	4,88	4,96	4,91	4,93	4,95	5,35	5,85	6,04	6,33
	B - A					Meer dan 0-object				
Hu	-0,55	-0,29	-0,50	-0,39	-0,83	—	+0,26	+0,05	+0,16	-0,28
pH	—	+0,47	+0,89	+1,13	+1,40	—	+0,47	+0,89	+1,13	+1,40

Gemiddeld over de 4 objecten is er een zeer zwakke stijging, die echter niet overtuigend is.

Pr 90 A. Brouwer, Scheemda. Kleigrond

Door samenvoeging van objecten met en zonder kali ontstaan kalktrappen in 12-voud.

A Voor behandeling

B 2 jaar na behandeling

Gebl. kalk t/ha	0	5	16,6	43,3	0	5	16,6	43,3
Hu	3,00	2,95	2,98	2,93	2,98	3,03	2,98	2,88
pH	5,35	5,35	5,40	5,40	5,35	6,20	7,13	7,35
	B - A				Meer dan 0-object			
Hu	-0,02	+0,08	—	-0,05	—	+0,10	+0,02	-0,03
pH	-0,02	+0,85	+1,73	+1,95	—	+0,87	+1,75	+1,97

Ondanks sterke pH-stijging kan er niet van een wijziging in humusgehalte van enige betekenis gesproken worden.

Pr 144 B. Kuipers, Stedum. Kleigrond

Door samenvoeging van de objecten silicakalk, mergel, gebluste kalk en schuimaarde ontstaan objecten in 8-voud, en een 0-trap in 5-voud. Elke meststof is gegeven in aequivalente hoeveelheden CaCO_3 .

CaCO_3 (t)	A Voor behandeling					B Gem. over 6 jaar na behandeling				
	0	2	6	12	18	0	2	6	12	18
Hu	3,05	3,03	3,10	2,89	2,86	2,95	2,93	2,99	2,89	2,92
pH	6,40	6,49	6,39	6,25	6,24	6,50	6,85	7,05	7,33	7,43
	B - A					Meer dan 0-object				
Hu	-0,10	-0,10	-0,11	—	+0,06	—	—	-0,01	+0,10	+0,16
pH	+0,10	+0,36	+0,66	+1,08	1,21	—	+0,26	+0,56	+0,98	+1,11

Hier lijkt het, alsof een zwakke stijging in humusgehalte aanwezig is.

Samenvatting

In deze groep zijn verschillende grondsoorten vertegenwoordigd, elke groep echter door een te gering aantal proeven om tot conclusies te komen per grondsoort. De gehele groep moet dus of worden tezamen genomen, of worden weggelaten.

Daar het in ieder geval proeven betreft, die voldoen aan tamelijk strenge eisen (zie inleiding) worden zij tezamen genomen.

Er zijn er twee die duidelijk negatief reageren, twee duidelijk positief en drie onzeker, maar overheellend naar de positieve kant.

Als gemiddelde over alle kalktrappen van alle proeven wordt gevonden $-0,36$, dus een minder zwakke daling dan bij de zandgronden. Dit zou er op wijzen, dat gemiddeld genomen op deze gronden, zij het met sterke afwijkingen in positieve en negatieve zin, bekalking leidt tot verlaging van het humusgehalte.

3 BESPREKING VAN ALLE PROEVEN GEZAMENLIJK

Er werd een tegenstelling gevonden tussen zandgronden en overige gronden, nl. op de eerste een zeer geringe en op de laatste een iets sterkere teruggang van het humusgehalte na bekalking.

Neemt men alle kalktrappen van alle proeven tezamen, dan heeft men 68 uitkomsten, die als gemiddelde opleveren $-0,11$, dus een heel lichte daling. Laat men echter Pr 200, waarin de sterkste extremen van het gehele materiaal voorkomen, weg, dan is het gemiddelde $+0,10$. Nu is deze laatste een proef, waarin hoge humusgehalten voorkomen. Splitsen wij daarom het materiaal in gevallen met humusgehalte groter resp. kleiner dan 8% (een grens, die ook in het volgende hoofdstuk naar voren zal komen), dan zien wij het volgende:

Humusgehalte	< 8%	> 8%	Totaal
Aantal gevallen	42	26	68
Gemiddelde verandering	-0,002	-0,31	-0,11

In de gronden met de „normale” humusgehalten is geen wijziging te constateren; bij de sterk humeuze gronden is zij aanwezig en wel als een daling.

Er kan dus niet tot een verder gaande conclusie worden gekomen dan dat er inderdaad enige verlaging van het humusgehalte door bekalking kan optreden, die evenwel in het voor zand- en kleigronden normale gebied van de humusgehalten niet naar voren komt en bij de sterk humeuze gronden groter is. Met de inhoud van deze conclusies blijkt nu ook de reactie van de zandgronden hoofdzakelijk samen te hangen, daar van de 42 gevallen met humusgehalte < 8 er 35 op zand liggen tegen 7 op de overige grondsoorten, tegenover van de 26 gevallen met humusgehalte > 8 er 6 op zand en 20 op de overige grondsoorten liggen.

Ten aanzien van de tegenstelling tussen zand en de overige grondsoorten in dit opzicht volgt dus uit dit onderzoek niets, en nog minder ten aanzien van de tegenstelling tussen de overige grondsoorten onderling.

4 PH EN HUMUSGEHALTE

In een aantal proeven werd steeds, naast het humusgehalte de pH bepaald ²⁾. Zoals bij de individuele behandeling der proeven bleek, werd de pH sterk geïnfluenceerd door de bekalking, en wel zo, dat deze als regel steeg bij hogere kalktrappen. De invloed van kalk op de pH is dus van een hogere orde van grootte, dan de toevallige fout van de pH-bepaling (incl. bemonstering), zulks in tegenstelling met het humusgehalte, waarvoor bleek, dat de invloed van bekalking hierop veel geringer was dan de toevalsspreiding. Als men dus het materiaal groepeerd naar pH, heeft men ook in hoofdzaak gegroepeerd naar de sterkte der bekalking. Echter komt de invloed van de bekalking op pH natuurlijk met veel meer onregelmatigheden belast naar voren als men niet, zoals in par. 2 met gemiddelden maar met individuele bepalingen werkt. Hieraan kon echter tegemoet gekomen worden, dank zij het grote aantal gegevens, waarover werd beschikt.

In alle proeven, waarin ook de pH werd bepaald (dat is een gedeelte van de in par. 2 behandelde en een gedeelte van de 64 daar niet behandelde) werden per proef alle gegevens gerangschikt naar stijgende pH, ongeacht de grootte van de kalkgift(en) en ongeacht de tijd verstreken na die gift(en). In deze volgorde werden tezamen genomen groepen van 20 à 25 gevallen, waarvoor de gemiddelden van humusgehalte en pH werden bepaald. Proeven, welke 4 of minder van deze groepen opleverden werden weggelaten, daar deze te weinig materiaal opleverden voor het nagaan van het beloop van een eventuele invloed van de pH op het humusgehalte op een bepaalde grond.

Op deze wijze werd de beschikking gekregen over 275 punten, welke zijn weergegeven in fig. 1.

De punten zijn niet per proef door lijnen verbonden, daar de bedoeling is de gehele puntenzwerm te vereffen.

Het materiaal valt duidelijk uiteen in 4 groepen, nl. :

- a met humusgehalte < 8 (met de sterkste ophoping tussen 5 en 6),
- b 8–11,5,
- c 16–18,5,
- d $> 21,5$.

²⁾ Wellicht ten overvloede zij vermeld, dat waar in dit artikel sprake is van pH, steeds de pH-water bedoeld is.

FIG. 1. VERBAND TUSSEN pH EN HUMUS. (Voor de wijze waarop de punten tot stand zijn gekomen, zie tekst).

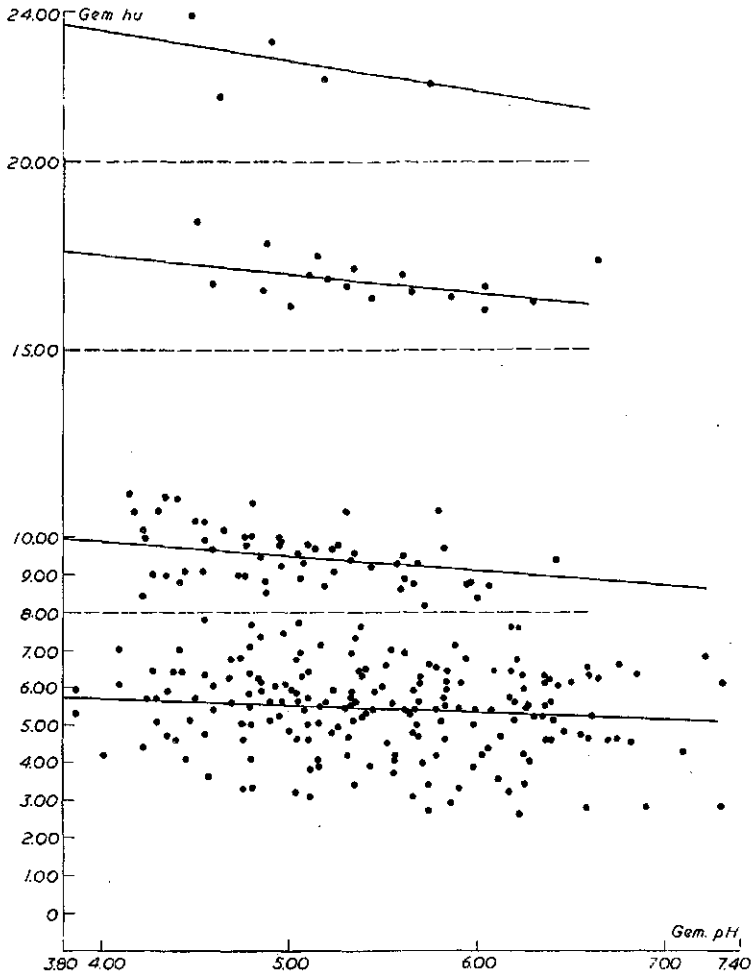


Fig. 1. Relation between pH and humus.

De eerste groep telt 194 punten. Vereffent men deze op een rechte lijn, dan blijkt deze per eenheid van pH te dalen met 0,2% humus. Dit is weinig nl. voor het gehele bestreken pH traject (van 4 tot 7) 0,6% tegen een breedte van de bundel ten bedrage van 4%. Door het grote aantal punten wordt het evenwel betrouwbaar vastgesteld.

In tegenstelling tot wat in par. 2 gevonden werd, wordt thans een verlaging van het humusgehalte gevonden in de groep waarin dit beneden 8 ligt.

In de hogere groepen is deze verlaging (evenals in par. 2) sterker, zoals blijkt uit fig. 1. Daar de aantallen punten hier veel geringer zijn, is afgezien van de berekening van de sterkte der daling bij deze groepen.

5 BESPREKING DER UITKOMSTEN

Wij vinden dus een verlagende invloed van pH op het humusgehalte, die zwakker wordt naar mate dit gehalte lager is. Nu bewijst dit, wetenschappelijk gesproken, nog niet, dat wanneer men door bekalking de pH verhoogt, dan ook als gevolg van de hogere pH het humusgehalte zal dalen, (par. 2 gaf inderdaad uitzonderingen te zien) doordat de hier gerangschikte pH's niet steeds te danken zijn aan effectieve bekalking als objectverskil (een hoge pH in de uitgangstoestand is b.v. gelijk gewaardeerd met een pH, die dit-zelfde peil bereikt heeft door bekalking). De pH-verschillen, welke het gevolg zijn van bekalking als objectverskil zijn echter, zoals blijkt in par. 2, dermate overheersend over de (toevallige) pH-verschillen, dat wij bewezen kunnen achten, dat *bekalking het humusgehalte verlaagt, en dit des te zwakker naarmate het lager is, zodat bij lage humusgehalten en binnen de normaal in de praktijk te verwezenlijken pH-veranderingen de verlaging te verwaarlozen is, maar bij hoge humusgehalten enige procenten kan belopen*. Nu is dit laatste bij deze sterk humeuze gronden voor zover bekend zonder wezenlijke invloed op de eigenschappen dezer gronden; tussen een grond met 20 en één met 18% humus wordt niet veel onderscheid gemaakt.

Alles bijeen genomen blijkt dus de invloed van bekalking op het humusgehalte niet van veel praktische betekenis te zijn. In par. 2, waarin een kleiner aantal proeven bekeken werd en waar een enkele proef de uitkomst van het geheel sterk kon wijzigen, kon deze invloed voor de lagere humusgehalten dan ook niet eens worden vastgesteld. Wij zien hierin dan ook geen tegenspraak met de uitkomsten van par. 4.

Het feit van een afnemende invloed van bekalking op het humusgehalte, naarmate dit gehalte op een lager niveau ligt, doet twijfel rijzen aan de strikte juistheid van de vereffening op een rechte lijn: de vereffeninglijn zal dus in wezen een flauw gebogen lijn zijn met de bolle zijde omlaag gekeerd. Bij benadering is de rechte lijn echter binnen een beperkt humustraject (en dit bedraagt in de groep van humusgehalten < 8 tussen pH 4 en 7 voor de vereffeninglijn slechts 0,6%) goed bruikbaar.

De 4 puntenbundels van fig. 1 geven de indruk, dat de verlaging van het humusgehalte bij een zelfde pH-verandering evenredig is aan het humusniveau: door de drie hoogste groepen zijn op het oog lijnen getrokken met richtingscoëfficiënten, welke naar evenredigheid van de humusniveaux afgeleid zijn van die, welke voor de laagste groep berekend werd. Deze lijnen blijken goed te voldoen als vereffeninglijnen voor dit beperkte materiaal. Deze ruwe werkwijze is geen streng bewijs voor de evenredigheid maar maakt het bestaan ervan aannemelijk, zij het voorlopig, zonder verder onderzoek, slechts voor globale beschouwingen. *Als bruikbare maat kunnen wij de verlaging van het humusgehalte per stijging van pH met een eenheid aannemen op 4% van het oorspronkelijke humusgehalte.*

Hiermede is ook te berekenen het verband tussen de hoeveelheid toegediende kalk en de hoeveelheid humus, die als gevolg daarvan verdwijnt. Immers, op 100 g humus verdwijnt per eenheid van pH-stijging 4 g humus. Per eenheid van pH-stijging is echter nodig 20%³⁾ van T aan kalk per 100 g grond.

³⁾ Zie voetnoot volgende blz.

(N.B. Hier is nog steeds sprake van pH-water; de nieuwere adviezen zijn aangepast aan het gebruik van pH-KCl).

Nu is T ruwweg gelijk aan $2,2 \times$ het humusgehalte, zodat op 100 g humus per eenheid stijging in pH nodig is $\frac{20}{100} \times (2,2 \times 100)$ m.e. kalk = 44 m.e. kalk = 2,2 g CaCO_3 .

Op 2,2 g CaCO_3 *verdwijnen dus 4 g humus of $1,8 \times \text{CaCO}_3$* . Met de correcties ³⁾, die op pag. 57-58 van Grondonderzoek (DE VRIES-DECHERING, Groningen 1948) gegeven worden voor kalksoort, fijnheid en gelijkmatige menging, kan men globaal zeggen, *dat er evenveel humus verdwijnt als er kalkmeststof wordt gegeven* ³⁾.

Welke daling in humusgehalte van de grond dit betekent hangt af van bouwvoordikte en volumengewicht, dus van het bouwvoorgewicht.

Het chemische van en de microbiologische processen betrokken bij deze omzettingen zijn niet bekend. Evenmin is het bekend of het geconstateerde effect uitgaat van pH-verhoging als zodanig, onverschillig hoe deze tot stand komt (dus ook b.v. met chilispeter) of dat dit effect verbonden is met calcium.

SUMMARY: THE INFLUENCE OF LIMING UPON THE HUMUS CONTENT

From a considerable number of field tests with lime those were selected that lent themselves for the studying of the influence of liming upon humus.

As appeared from the results, humuscontent decreased by liming. Theoretically there disappears an amount of humus equal to 1.8 times the dosis of CaCO_3 applied, which in practice means that the loss in humus is equal to the dressing with calciumfertilizer. The influence on humuscontent depends further on depth of topsoil and volumeweight.

A rise in pH of one unity caused by liming led to a fall in humuscontent with 4% of the initial content: the higher the initial level, the greater the rate of decreasing, (but on the other hand the more lime is needed).

The present material threw no light on the nature of the processes involved, nor on the question whether the results should have been the same if other pH-influencing agentia than calcium had been used.

The influence of lime on humus appeared to be of no great practical importance as in practice limedressings are not extremely high and the rise in pH by them not considerable.

So for soils low to medium in humus (say to 10%) it is a matter of tenths of percents (analytically hardly to be determined) while for humic (peaty) soils where the decrease in humuscontent can easily amount to a few per cent this does not materially alter the character of the soil.

³⁾ Volgens nieuwere inzichten is meer dan 20% van T aan kalk nodig om de pH met een eenheid te doen stijgen, maar zijn de correcties op de berekende hoeveelheid kalk geringer dan tot dusverre werd aangenomen.

Zodoende kan de (globale) uitspraak, dat er evenveel humus verdwijnt als er kalkmeststof wordt gegeven gehandhaafd worden.