

De invloed van de kalk op de omzetting van den humus in laagveengronden.

Door Dr. D. J. Hissink, Groningen.

Het is een bekend feit, dat de bemesting met kalk, hetzij in den vorm van calciumoxyd of van koolzure kalk, de omzetting van de organische stoffen in den grond bevordert ¹⁾. Op de processen, die zich hierbij afspelen en waarbij ook de bodembacteriën een rol spelen, ga ik niet nader in. Doel van dit artikel is alleen, deze omzetting aan een voorbeeld uit de praktijk toe te lichten en daar eenige beschouwingen aan vast te knoopen. Aangezien het voorbeeld op laagveengronden betrekking heeft, moge een korte beschrijving van dit bodemtype vooraf gaan.

De cultuurwaarde van de veengronden en van de met veen gemengde zandgronden ligt grootendeels in het hooge gehalte aan organische stoffen en het daarmee gepaard gaande hooge adsorptievermogen voor water en hooge stikstofgehalte. Verder is het kalkgehalte met het oog op den verzadigingstoestand van de humuszuren in deze gronden van groot belang ²⁾. Zoowel in het gehalte aan stikstof (N) als aan kalk (CaO) — doch vooral aan dit laatste bestanddeel — bestaan er groote verschillen tusschen hoogveen en laagveen en uit den aard der zaak ook tusschen de humusgronden, al naargelang ze uit de vermenging van zand met hoog- of met laagveen ontstaan zijn. Volgens Fleischer is zelfs het kalkgehalte het beste middel om de verschillende veenformatie's van elkander te onderscheiden. Fleischer noemt hoogveengronden die gronden, welke op droge stof (vrij van zand en andere verontreinigingen) hoogstens 0,5 pct. CaO bevatten, terwijl in laagveengronden minstens 2,5 pct. CaO. op droge stof (als boven) voorkomt. Dit zijn gehalten aan totaal-kalk (oplosbaar in zuren). Het verdient aanbeveling in plaats van het gehalte aan totaal-kalk het gehalte aan uitwisselbare kalk te nemen. Dit laatste bedraagt ongeveer 75 pct. van het gehalte aan totaal-kalk ³⁾. Als gemiddelde cijfers geeft Fleischer op, dat in 100 K.G. van de droge stof voorkomen in kilogrammen :

	laagveen	hoogveen
organische bestanddeelen	85	98
minerale "	15	2
stikstof (N)	2,5	1,0
kali (K_2O)	0,1	0,04
kalk (totaal- CaO)	4,0	0,25
uitwisselbare kalk (berekend)	3,0	0,19
phosphorzuur (P_2O_5)	0,2	0,07

De gehalten aan uitwisselbare kalk zijn uit de cijfers van Fleischer voor totaal-kalk berekend, door vermenigvuldiging met 0,75.

Beide grondtypen zijn dus arm aan kali en phosphorzuur. De gehalten aan stikstof en uitwisselbare kalk worden het best uitgedrukt in procenten op organische stof. Aangezien deze grootheden in dit artikel herhaaldelijk gebruikt worden, stel ik voor ze door afzonderlijke letters aan te wijzen en wel door K (uitwisselbare kalk in procenten op organische stof) en S (stikstof in procenten op organische stof). Deze laatste grootheid heb ik in mijn „Vechtrapport” door een P aangegeven ⁴). De gemiddelden zijn dus :

	K	S
Laagveen	3,53	2,94
Hoogveen	0,19	1,02

Aangaande de oorzaken van deze verschillen zij hier slechts opgemerkt, dat deze o.m. met den rijkdom aan plantenvoedende bestanddeelen van het water, waarin de verschillende veenplanten leven, in verband staan.

Uit den aard der zaak is dit slechts een globale indeeling. Er komen overgangsvormen voor, welke met den naam van *overgangsveen* bestempeld worden en welke òf dichter bij het laagveen òf dichter bij het hoogveen kunnen staan.

De grootheid K. Er bestaat verband tusschen het procentgehalte van de organische stoffen aan kalk (grootheid K) en den zuurgraad van de organische stoffen (grootheid pH), welke uit het volgende overzicht blijken kan. Bepaald is het gehalte aan uitwisselbare kalk. De monsters zijn volgens opklimmende waarden voor pH (dus afdalende zuurgraad) gerangschikt.

Tabel I.

Omschrijving.	B no.	Gehalte in % op droge stof aan		CaO in % op humus (K)	pH (zuur- graad.)
		humus.	CaO.		
Zandgrond, Noord-Brabant	1396	8,2	0,01	0,1	4,2
Onvergaan laagveen, onder- grond, Harkstede	1526/28	63,6	1,261	2,0	4,3
Dalgrond, proefveld Sappe- meer	1380	24,9	0,385	1,5	4,4
Laagveen, Harkstede . .	1277	52,7	0,770	1,5	4,4
Laagveen, Harkstede . .	1523/25	46,5	0,973	2,1	4,7
Laagveen, Harkstede . .	1610	41,9	1,071	2,5	4,9
Zandgrond proefveld Elema*	481	7,5	0,180	2,4	5,4
Dalgrond, proefveld Sappe- meer	1386	20,4	0,682	3,3	5,9
Laagveen, Groningen . .	1397	22,5	1,014	4,5	6,8
Zandgrond, proefveld Elema*, bekalkt	480	7,62	0,355	4,7	6,8
Laagveen, Harkstede . .	1609	35,3	ong. 1,8	ong. 5	7,1

* Zie Verslagen Proefstations, no. 24, blz. 215.

Behalve de monsters B 1526/27/28 (van één perceel) zijn het alle bovengronden, welke in cultuur zijn.

Het verband tusschen de grootheden K en pH treedt duidelijk aan het licht. Geheel parallel loopen deze grootheden evenwel niet. Er treden afwijkingen op. Bij een kalkgehalte (K) van 2 pct., hadden we bij monsters B 1526/28 een hogere, dat is minder zure pH dan 4,3 verwacht. Vermoedelijk is de oorzaak van deze afwijking in den nog sterk onvergaan toestand van dit laagveen te zoeken. De „humus” van B 481 bestaat voor een deel uit onvergane resten van wortels, enz. Het is misschien minder juist, voor dezen grond het cijfer van het gloeiverlies (7,5 pct.) als het gehalte aan humus aan te nemen. Wordt het iets lager dan 7,5 pct. genomen, dan stijgt het gehalte aan K iets hoger dan 2,4.

Uit deze opmerkingen volgt reeds, dat er wel verband bestaat tusschen den zuurgraad van den humus en het kalkgehalte (in procenten op humus, grootheid K), maar dat dit verband toch niet altijd eenvoudig is. Mogelijk speelt ook de soort van humus, beter gezegd: de *verweeringstoestand van den humus* mede een rol.

Gelet op de grenscijfers voor K (3,53 en 0,19) behooren alleen de veengronden B 1397 en B 1609 tot het echte laagveentype; de overige monsters, welke met den naam van laagveen bestempeld zijn, moeten onder de overgangsveenen gerangschikt worden.

Tevens kunnen we, op grond van de cijfers van onze tabel I, thans zeggen, dat de typische hoogveengronden (K hoogstens 0,2) sterk zuur zullen moeten reageeren, terwijl de zuurgraad van de typische laagveengronden zal zijn van af zeer zwak zuur (pH ongeveer 6 à 6,5) tot zwak alcalisch. De overgangsveenen reageeren dus van vrij sterk zuur tot zwak zuur. Het zal aan het slot duidelijk worden, waarom de aandacht op dit onderscheid gevestigd wordt.

De grootheid S. In mijn „Vechtrapport” heb ik eene uitvoerige beschouwing aan dit belangrijke onderwerp gewijd. Ik stip hieruit het volgende aan.

De snelheid, waarmede het humificatieproces van de veenstoffen bij ruime toetreding van luchtzuurstof verloopt, hangt onder overigens gelijke omstandigheden mede af van den aard van het veen, dat humificeert. De organische stof van hoogveen is zeer moeilijk ontleedbaar. Eerst bij ruime en krachtige toetreding van de zuurstof van de lucht en bij bemesting met kalkhoudende stoffen zetten de organische stoffen van het hoogveen zich langzamerhand in een zwarte, „aardige”⁵⁾ kruimelige grondmassa, in hoogveenhumus, om. De humificatie van de organische stoffen in laagveen verloopt sneller; eene toevoeging van kalk is in de meeste gevallen hier niet noodig. Uit den aard der zaak houdt dit verschil in de snelheid van het verloop van het humificatieproces tusschen de beide veensoorten verband met het verschil in de scheikundige samenstelling van de organische stof van hoog- en laagveen, meer in het bijzonder met het verschil in kalkgehalte. Overgangsveen zal ook in de snelheid van humificatie tusschen de beide andere veenvormen instaan.

Bij deze toetreding van de luchtzuurstof vinden oxydatieprocessen plaats, welke de samengestelde organische verbindingen in eenvoudiger verbindingen overvoeren; de eindproducten van deze ontleding zijn koolzuur (CO_2 , een gas) en water (H_2O). Tengevolge van deze oxydatie vindt dus eene vermindering van de organische stof in den grond plaats. Het is nu duidelijk, waarom kalkbemesting, die de humificatie bevordert, het gehalte aan organische stoffen doet verminderen.

Naarmate de organische verbindingen ontleden, komen ook de stikstofverbindingen beschikbaar; zij gaan over in

verbindingen, die in water oplossen en gedeeltelijk door de planten worden opgenomen, gedeeltelijk uit den grond uitspoelen. Bij de humificatie neemt dus ook de voorraad aan stikstof (N) in het veen af. Nu is echter gebleken, dat de koolwaterstofverbindingen uit de organische stoffen bij de humificatie in sterkere mate verdwijnen dan de stikstofverbindingen. Het gevolg hiervan is, dat het stikstofgehalte van den humus (de grootheid S) tijdens de humificatie stijgt. Het wil mij voorkomen, dat we dus in het procentgehalte van de organische stoffen aan stikstof (S) een middel bezitten, om althans iets over het ontledingsstadium van de organische stoffen in den bodem te zeggen. We zullen evenwel goed doen, hierbij gelijke typen met elkander te vergelijken, bijv. goed en minder goed of slecht vergaen laagveen, enz.

Ten slotte meenen sommige onderzoekers, dat de grootheid S ook een indruk geeft over de opneembaarheid van de stikstof voor de planten. Een laag gehalte zou dan op een slechte, een hoog gehalte op eene goede opneembaarheid van de stikstof wijzen.

In mijn „Vechtrapport” heb ik eenige cijfers gegeven. De humushoudende en venige gronden ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, met ongeveer 20—50 pct. organische stoffen, bevatten ongeveer 3,5 pct. stikstof op humus (S), terwijl in de bagger uit de plassen, welke ongeveer 65—75 pct. organische stoffen bevat, de grootheid S ongeveer 2,8—3,0 bedraagt. Soortgelijke grootheden werden ook in de gronden uit den Koekoek en in eenige gronden uit Spengen en Kockengen aangetroffen. De invloed van het kalkgehalte op de grootheid S is in enkele gevallen te constateeren.

Ik ga thans over tot de bespreking van een geval, waarin zeer duidelijk de invloed van de kalkbemesting op de omzetting van de organische stoffen valt waar te nemen en met eenige benadering onder cijfers te brengen is.

Het betreft een perceel onder Harkstede, eigenaar de heer P. Mulder Jzn. De bouwvoor, ter dikte van ongeveer 20 cM., bestaat uit zoogenaamd laagveen. Het humusgehalte (alle cijfers hebben op droge stof betrekking) van dit type gronden (zie in tabel I de nos. 1610, 1523/25 en 1277) bedraagt van ongeveer 40—50 pct. De rest is vrijwel enkel zand. Onder dezen bouwvoor komt een laag onvergaan veen voor, ter dikte van ongeveer 25—40 cM., (zie B 1526/28), waaronder zand. Het bedoelde perceel is één meter boven polderpeil gelegen en goed doorlatend. Ongeveer in het jaar 1903 werd een gedeelte van het betreffende perceel met schuimaarde

bemest tot een bedrag van niet minder dan 60.000 K.G. per H.A.

De eigenaar schrijft mij, dat men van deze bemesting met schuimaarde nimmer enig voordeel gehad heeft. Of veenkoloniale haverziekte voorgekomen is, kan men zich niet meer herinneren; in de laatste jaren werd geen haver verbouwd. De aardappelen waren steeds schurftig; de rogge tierde welig, doch werd bij eenigszins gunstig weer te geil. Als grasland gebruikt, was de zode veel te los geworden; er groeide hondsdrif en brandnetels, terwijl de grasopbrengst gering was. Het gedeelte van het perceel, hetwelk geen schuimaarde ontving, doch dat overigens precies dezelfde bemesting en bewerking in die 20 jaren genoot, was veel beter en verdiende zoowel als gras- als bouwland verre de voorkeur. Door een onderzoek volgens Comber was de aandacht van den eigenaar op het groote verschil in zuurgraad tusschen de beide gedeelten van het perceel gevallen. Dit gaf hem einde December 1923 aanleiding mij met dit geval in kennis te stellen en mij, op mijn verzoek, monsters bovengrond van de beide gedeelten van het perceel te verschaffen. Het monster B 1609 heeft betrekking op het gedeelte A, hetwelk schuimaarde ontving; B 1610 is de bovengrond van het andere gedeelte B van het perceel.

Reeds in het uiterlijk der beide grondmonsters valt een duidelijk verschil waar te nemen. De grond van het gedeelte A, hetwelk schuimaarde ontving (B 1609), is zwart getinte, goed vergane, meer aardachtige humus; de grond van het gedeelte B bezit meer een tint in het roode, is minder goed vergane, minder aardachtige humus.

Tabel II.

Het nummer B is het nummer uit de grondmonster-verzameling.	Gehalten in % op droge stof aan				Gehalten in % op humus aan			Zuurgraad van den grond (pH).
	organische stof.	uitwisselbare kalk.	stikstof	phosphor-zuur.	kalk (K)	stikstof (S)	P ₂ O ₅	
Gedeelte A, B 1609, schuimaarde	35,32	ong.1,8	0,949	0,350	ong.5	2,69	0,991	7,1
Gedeelte B, B 1610, geen schuimaarde	41,85	1.071	1,090	0,412	2.5	2,60	0,984	4,9

In de eerste plaats valt het vrij groote verschil in de gehalten aan organische stof op. Gezien de groote homogeniteit van elk van de beide deelen A en B van het perceel, kan er weinig bezwaar bestaan tegen de aanname, dat de beide deelen oorspronkelijk, dus vóór de bemesting met schuimaarde in het jaar 1903, dezelfde samenstelling bezeten hebben. Hiervan uitgaande, laat zich berekenen, hoeveel organische stof op gedeelte A verdwenen is, beter gezegd hoeveel op dit gedeelte meer verdwenen is, dan op gedeelte B van het perceel ⁶⁾.

Het volumegewicht van hetzelfde grondtype van een in de nabijheid gelegen perceel bedroeg 0,45; d.w.z. dat 1 dM³. van dezen grond in natuurlijken toestand aan droge stof bevatte 0,45 K.G. Dit monster werd genomen, toen het land in goed te bewerken toestand verkeerde en volstrekt niet den indruk van nat-land maakte. 100 dM³. van den grond in dezen natuurlijken toestand wogen 82,8 K.G. en bevatten 37,5 K.G. water, dus 45,3 K.G. droge stof; volumegewicht dus 0,453. Opmerkelijk is het hooge gehalte aan water in den oorspronkelijken grond, nl. ruim 45 pct., terwijl deze grond toch volstrekt niet den indruk van natten grond maakte. Op 45,3 K.G. droge stof bevatte deze grond (het was no. 1523/25) 21,1 K.G. organische stof, welke de 37,5 K.G. water wel grootendeels gebonden zullen hebben, dat is per 100 K.G. organische stof 170 K.G. water ⁷⁾.

De bouwvoor was ongeveer 20 c.M. dik, zoodat per H.A. in de bouwvoor aanwezig was $2 \times 1000 \times 1000 \times 0,45$ K.G. = 900.000 K.G. droge stof. Gedeelte A (B 1609) bevatte dus per H.A. $9000 \times 35,32$ K.G. = 317.880 K.G. aan organische stof tegen gedeelte B (B 1610), eveneens per H.A. in de laag van 0—20 c.M., $9000 \times 41,85$ K.G. = 376.650 K.G., zoodat er als gevolg van de schuimaarde-bemesting in den loop van 20 jaar verdwenen is 58.770 K.G. aan organische stof per H.A. in de laag van 0—20 c.M., dat is gemiddeld per jaar ongeveer 2900 K.G. Deze hoeveelheid staat ongeveer met 12000 K.G. stalmest gelijk, wat ongeveer met 16 voer overeenkomt.

Met de organische stoffen is nu tevens een gedeelte van de kalk, de stikstof en het phosphorzuur verdwenen.

Aangaande de kalk is geen berekening te maken, omdat niet bekend is, hoeveel kalk (CaO) in 1903 op gedeelte A gebracht is. Ik volsta dus met de opmerking, dat de sterke bemesting met schuimaarde het kalkgehalte op humus tot het hooge bedrag van ongeveer 5 pct. (K) opgevoerd heeft, tengevolge waarvan de grond thans vrijwel precies eene neu-

trale reactie bezit. De pH van B 1609 = 7,1, terwijl B 1610 zuur reageert (pH = 4,9).

De grond is rijk aan phosphorzuur. De gronden uit mijn „Vechtrapport” en evenzoo de gronden, waarop de gemiddelden van Fleischer betrekking hebben, bevatten vrij wat minder phosphorzuur. In hoeverre dit resultaat met de phosphorzuurbehoefte van deze gronden overeenkomt, zouden bemestingsproeven moeten uitmaken. Aan bodemphosphorzuur is in B 1610 aanwezig per H.A. (0—20 c.M.) 3708 K.G. en in B 1609 3150 K.G. Er is dus aan phosphorzuur (P_2O_5) op B 1610 meer verdwenen dan op B 1609: 558 K.G. in 20 jaar, dat is gemiddeld per jaar: 28 K.G., gelijkstaande met ongeveer 2 baal thomasslakkenmeel (van 14 pct.) Het gehalte van de organische stoffen aan phosphorzuur is vrijwel gelijk gebleven (0,991 tegen 0,984). Van bijzonder belang is het, het lot van de stikstofverbindingen na te gaan.

In de eerste plaats zij opgemerkt, dat het gehalte aan stikstof in procenten op organische stof (grootheid S uit tabel II) iets gestegen is van 2,60 in B 1610 tot 2,69 in het monster B 1609 van het gekalkte deel A van het perceel. Deze stijging is evenwel gering en ik wil er dan ook niet te vergaande conclusie's aan vastknoopen. Een feit is het evenwel, dat de humus van B 1609 ($S = 2,69$) op het oog beter gehumificeerd is dan de humus van B 1610 ($S = 2,60$), zoodat ook hier de betere humificatie met hoogere S-waarde gepaard gaat.

Niettegenstaande het gehalte van den humus aan stikstof (grootheid S) in B 1609 hooger is dan in B 1610, bevat het gedeelte A per H.A. in de bouwvoor toch minder stikstof dan het gedeelte B. Per H.A. is in de laag van 0—20 c.M. aanwezig 900.000 K.G. droge stof. Deze droge stof bevat op gedeelte A aan stikstof 0,949 pct., dat is 8541 K.G. stikstof; op gedeelte B aan stikstof 1,090 pct., dat is 9810 K.G. stikstof. Er is dus op het gekalkte perceel $9810 - 8541 = 1269$ K.G. stikstof meer verdwenen dan op het ongekalkte. Dat is per jaar gemiddeld 63,5 K.G. stikstof, welke hoeveelheid gelijk staat met ongeveer 4 baal chilisalpeter van 15,5 pct. stikstof. Een gedeelte van deze stikstof is door de planten opgenomen; de welige groei, o.a. van de rogge, is er een bewijs voor. De mogelijkheid, dat een gedeelte uitgelooft is met regenwater, bestaat, maar kan natuurlijk niet meer bewezen worden.

De bovenstaande cijfers geven tevens een mooi beeld van den grooten voorraad aan stikstof in deze gronden. Op perceel B 1610 (ongekalkt) is per H.A. in de laag van 0—20 c.M. niet minder dan 9810 K.G. stikstof aanwezig,

dat is eene hoeveelheid, welke voorkomt in ruim 630 baal chilisalpeter (van 15,5 pct.). Terwijl echter de stikstof in de chilisalpeter voorkomt in een vorm, die direct voor de planten opneembaar is (de nitraatvorm), is dit met de stikstof in het laagveen (de organische stikstofvorm) niet het geval. Taak van een goed geleid bedrijf is het, te trachten dezen enormen voorraad aan organische stikstof geleidelijk, al naarmate de planten er behoefte aan hebben, in opneembare stikstof om te zetten. Dat men door de enorme bemesting met schuimaarde in het jaar 1903 deze stikstofomzetting te krachtig bevorderd heeft, zal thans wel duidelijk zijn. Van groot belang voor deze laagveengronden lijkt mij de vraag, welke omstandigheden het gunstigst zijn voor eene zoo economisch mogelijke omzetting van de in het laagveen beschikbare organische stikstofverbindingen in een voor de planten opneembaren vorm. Het gegeven cijfermateriaal toont duidelijk aan, dat ook de kalkbemesting bij deze omzetting een rol speelt; een teveel kan hier, evengoed als een te weinig, ongunstig werken.

Ten slotte zou ik deze gelegenheid willen benutten om op een ander punt de aandacht van de praktijk te vestigen.

Toen ik in 1918/1919 mijn „Vechtrapport” bewerkte, heb ik van verschillende zijden adviezen ingewonnen aangaande de beste cultuurwijze voor de laagveengronden. Verschillende theoretici en practici bleken van meening, dat eene geregelde bemesting met stalmest, bijv. om de twee jaren, aan te bevelen was. Dit zou eene goede humificatie van den laagveenhumus in de hand werken en ook als stikstofbemesting noodig zijn.

Alvorens mijn Rapport te publiceeren, heb ik toen Professor Elema te Assen om advies gevraagd. Hij schreef mij het volgende: „Met het advies om de betreffende gronden geregeld — bijv. om het andere jaar — met stalmest te moeten bemesten, kan ik het niet eens zijn. Het wil mij voorkomen, dat men in dergelijke en soortgelijke gevallen van den beginne af aan met kunstmest uitstekende resultaten kan bereiken. Het bevorderen van de humificatie schijnt practisch toch al heel weinig noodig te zijn, tenminste in vele gevallen. Ook de bacteriën gevoelen zich blijkbaar reeds heel spoedig wonderwel thuis, getuige den goeden groei der klavers, enz.”

Ik heb mij indertijd te vergeefs afgevraagd, hoe ik dit verschil in opvatting verklaren moest. Hoewel ik volstrekt niet beweren wil, thans met zekerheid een uitspraak hier te kunnen doen, wil ik toch de volgende zienswijze aan het

welwillende oordeel van theoretici en practici onderwerpen.

Zooals uit de eerste in dit artikel gegeven tabel blijkt, bestempelt de praktijk met den naam van laagveengronden gronden, die — volgens de indeeling van Fleischer — gedeeltelijk tot het laagveentype, gedeeltelijk tot het overgangsveentype behooren. Bij de monsters zoogenaamd „laagveen” liggen de gehalten aan uitwisselbare CaO op humus (K) tusschen 1,5 pct. (pH = 4,4) in B 1277 en ongeveer 5 pct. (pH = 7,1) in B 1609 in. Het lijkt mij nu niet onmogelijk, dat de verschillende ervaringen, die men blijkbaar met bemesting met stalmest op „laagveen” heeft opgedaan, met deze verschillen in kalkgehalte op humus en de daarmee gepaard gaande verschillen in zuurgraad (pH) in verband staan. Mogelijk slaan de ervaringen van hen, die goede resultaten van stalmest gezien hebben, meer op de vrij zure laagveengronden, dus meer op het overgangsveentype, terwijl zij die andere resultaten verkregen, misschien meer op de echte laagveengronden, met zwakzure tot neutrale à zwak alcalische reactie gewerkt hebben. Tot dit laatste vermoeden hel ik des te eerder over, omdat prof. Elema spreekt van laagveengronden, waar de klavers direct goed willen groeien. Nu weten wij van het meest gewenschte zuurgraadgebied van verschillende planten op verschillende gronden nog slechts weinig af, maar er zijn toch voldoende gegevens, waaruit volgt, dat klavers op vrij zure laagveengronden (overgangsveen) moeilijk voort willen. De ervaringen van prof. Elema zouden dan meer op de laagveengronden met zwak zure tot zwak alcalische reactie slaan.

Ik heb in het bovenstaande slechts de richting willen aangeven, waarin mogelijk de oplossing gezocht moet worden. Bij voorkomende gelegenheden zal men goed doen met bovenstaande beschouwingen rekening te houden.

Groningen, 3 Februari 1924.

1) In een tropisch klimaat, waar om verschillende redenen juist op het behoud van humus is te letten, kan kalken zeer nadeelige gevolgen hebben. Zie Hissink, De Bodem, blz. 66.

2) Voor het begrip „verzadigingstoestand” zie Verslagen Proefstations, no. 24 (1920), blz. 181—190 en blz. 224.

3) Verslagen Proefstations, no. 24 (1920), blz. 175 en 217.

4) Voor het „Vechtrapport” zie Verslagen Proefstations, no. 24 (1920); § 17 behandelt de grootheid P.

5) Ik heb het Deutsche woord „erdig” hier misschien minder fraai vertaald. Bedoeld wordt, dat de aanvankelijk onvergane humus meer op teel-aarde gaat lijken. Misschien is het beter het woord „aardachtig” te gebruiken.

6) De hier volgende berekening is globaal; een geheel nauwkeurige berekening is niet meer te maken.

7) Nagenoeg ditzelfde cijfer vond ik indertijd in dalgronden uit Sappe-meer; Verslagen Proefstations, no. 24, blz. 213.