

63.41.22 : 63.415
63.415211

BIBLIOTHEEK

OVERDRUK

UIT HET LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT, MAANDBLAAD VAN HET NED. GENOOTSCHAP VOOR LANDBOUWWEETENSCHAP, April 1935.

47ste Jaargang No. 572.

SEPARAAT No. 281-a

De titratie van humus en humushoudende gronden en haar beteekenis voor de bekalking van den bodem

door

Dr. H. J. C. TENDELOO en Dr. C. A. NIERSTRASZ.

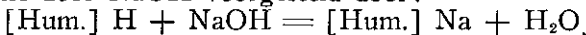
De zuurgraad van den grond is een factor van groote beteekenis; de bepaling van dien zuurgraad, m.a.w. de bepaling van de p_H van den grond, behoort tot de meest gewone bepalingen en zij geeft ons direct aan hoever de grond van het neutrale punt, p_H 7,0, af is. Zij kan ons dus aangeven hoeveel kalk wij bij een zuren grond moeten voegen om een neutrale reactie te verkrijgen. Het verband tusschen de p_H van den grond en den kalktoestand van den grond is pas onlangs uitvoerig door de Vries ¹⁾ uiteengezet. Wij achten ons dus ontslagen van den plicht hieróver thans uitvoerig mededeelingen te doen en wij mogen korthedshalve verwijzen naar de daarover bestaande literatuur.

Eveneens is dat het geval met de potentiometrische bepaling van den p_H met de chinhydron-elektrode, zooals ook wij die toepasten; de methode achten wij voldoende bekend.

In de derde plaats is bekend, dat een titratie van grond tot een zekere p_H anders uitvalt alnaarmate men titreert met NaOH of $Ca(OH)_2$.

De ervaring leert, dat bij titratie van grond met de chinhydron-elektrode tot een $p_H = 6,5$, de benoodigde hoeveelheid NaOH kleiner is, dan de hoeveelheid $Ca(OH)_2$. In sommige gevallen kan het verschil zoo groot zijn, dat tweemaal zooveel $Ca(OH)_2$ noodig blijkt te wezen als NaOH. Ook hiervoor verwijzen wij naar de titratiecurven, uit de literatuur bekend.

De verklaring van dit verschil meent men te vinden in de verschillende graden van hydrolyse der gevormde humaten. Stelt men de humuszuren voor door het symbool [Hum.] H, dan wordt de neutralisatie door NaOH voorgesteld door:



Aangezien er alle reden is om aan te nemen, dat de humuszuren zwakke zuren zijn, verloopt bovenstaande reactie onder (gedeeltelijke) hydrolyse van het gevormd natrium-humaat, waardoor een bepaalde p_H eerder bereikt wordt, dan het geval zou zijn, wanneer er geen hydrolyse zou plaats hebben.

Dit zelfde zou zich ook voordoen bij titratie met $Ca(OH)_2$, alleen met dit verschil, dat calcium-humaat minder oplosbaar zou zijn en minder gehydrolyseerd zou zijn. Het gevolg hiervan is, dat de p_H door de hydrolyse niet zoo sterk verhoogd wordt, en dat dus meer $Ca(OH)_2$ noodig is om eenzelfde p_H te bereiken, dan het geval is met NaOH.

Naar onze meening wordt bij deze redeneering geheel over het hoofd gezien, dat men bij de titratie van humuszuren te doen heeft met een proces, dat in kolloidaal milieu zich afspeelt.

¹⁾ Landbouwkundig Tijdschrift 46, 677, 1934.

Naast en behalve de boven beschreven zuiver chemische verklaring, die van kolloïdchemisch standpunt bezien weinig bevredigends bevat, is het derhalve zaak na te gaan of een nauwkeurig onderzoek meer licht in deze kwestie brengen kan.

Wij hebben daartoe de titratie van humuszuur en humushoudende gronden aan een onderzoek onderworpen en zijn daarbij tot het resultaat gekomen, dat wij op kolloïdchemischen grondslag een alleszins bevredigende verklaring der uitkomsten kunnen geven.

Wij hebben allereerst humus bereid uit laagveen; dit werd met loog geroerd en gedurende 24 uur aan zich zelf overgelaten. De massa werd daarna gefiltreerd, achtereenvolgens door neteldoek, watten en filtreerpapier. De humus werd dan neergeslagen door aanzuren met zoutzuur; nadat de humus was bezonken werd gedecanteerd en afgefiltreerd op filtreerpapier. De humus werd dan zoolang uitgewasschen met leidingwater totdat het aflopende waschwater denzelfden zuurgraad had als het oplopende. vervolgens werd de humus aan de lucht gedroogd, gepoederd en in een fleschje bewaard.

Voor de bereiding der oplossing werd 5 gram droge humus met 200 cc NaOH 0,1N gedurende 2 dagen bij 50° gepeptiseerd en dan aangevuld tot 500 cc in een maatkolf. Van deze standaardoplossing werden telkens 20 cc afgepipeteerd in uitgestoomde en gedroogde kolfjes. Hierin bevond zich dan 200 mgr humus. Hierbij werd een vaste hoeveelheid zoutzuur gevoegd; bij deze zure humusoplossing werd in stijgende hoeveelheid base toegevoegd en wel in de eene serie NaOH en in de tweede Ca(OH)₂.

Meestal werd dan na 24 uur de p_H met de chinhydron-elektrode gemeten. De titer van NaOH was 0,0940 normaal, die van Ca(OH)₂ 0,0448 normaal. Om nu de mengsels volkomen vergelijkbaar te maken werd telkens 2,1 maal zooveel Ca(OH)₂-oplossing als NaOH toegevoegd.

Voor de serie A en B is de begin p_H niet bepaald; voor de series C en D was de p_H : 5,86. In de volgende tabel zijn voor de series A, B, C, D, de gegevens verzameld.

Serie A

toegev. c.c. 0,0940 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.18	2.35	3.53	4.70	5.88	7.05
p _H na 1 dag	5.81	6.18	6.59	7.07	7.55	8.24

Serie B

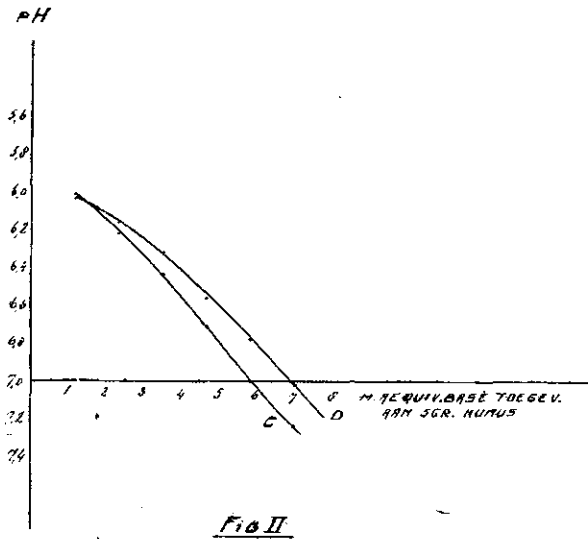
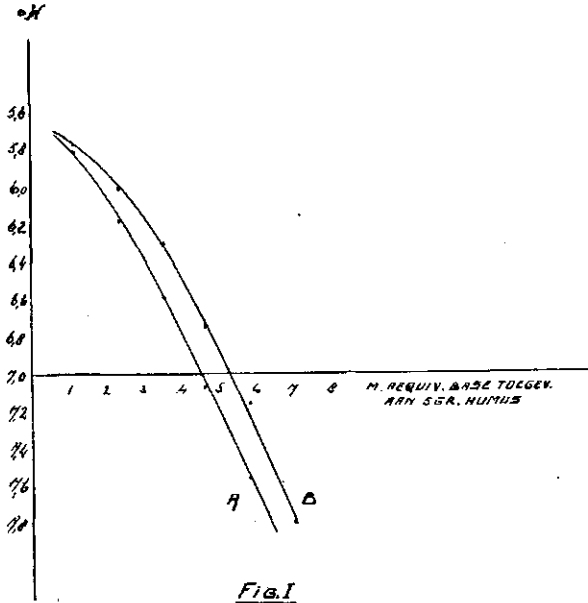
toegev. c.s. 0,0448 n. Ca(OH) ₂	1.05	2.10	3.15	4.20	5.25	6.30
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.18	2.35	3.53	4.70	5.88	7.05
p _H na 1 dag	5.77	6.01	6.30	6.75	7.16	7.79

Serie C

toegev. c.c. 0,0940 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.18	2.35	3.53	4.70	5.88	7.05
p _H na 3 dagen	6.01	6.21	6.43	6.71	6.99	7.24

Serie D

toegev. c.c. 0.0448 n. $\text{Ca}(\text{OH})_2$	1.05	2.10	3.15	4.20	5.25	6.30
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.18	2.35	3.53	4.70	5.88	7.05
pH na 3 dagen	6.03	6.15	6.32	6.56	6.78	7.02



In fig. I en II zijn deze resultaten grafisch voorgesteld, waarbij op de ordinaat de gemeten pH is uitgezet en op de abscis het aantal milliaequivalenten der toegevoegde base omgerekend op 5 gram humus. Zoals men ziet is er wel verschil tusschen de titratie met NaOH en $\text{Ca}(\text{OH})_2$, hoewel niet bijzonder groot.

Wij onderzochten vervolgens, of toevoeging van 1e bentoniet, 2e klei waaruit door behandeling met H_2O_2 de humuszuren verwijderd waren, invloed had op het verloop der curven.

Dit onderzoek opende geen nieuwe gezichtspunten; de verschillen waren wederom gering, doch niettemin merkbaar. Ter bekorting laten wij deze cijfers weg.

Belangrijker waren de proeven, die wij daarna hebben gedaan.

Wij bereiden een sol door 5 gram humuszuur te peptiseeren in 200 cc NaOH 0,1 normaal; daarna werd aangezuurd met 35 cc HCl 0,35 normaal.

Deze oplossing werd met gedestilleerd water gedialyseerd in een sterodialysator door een collodion membraan en wel zoolang totdat in het buitenwater geen chloorreactie meer optrad. Daarna werd weer tot 0,5 L aangevuld. Een op deze wijze bereid sol had steeds een $p_H \pm 4.6$. Van deze solen werden telkens 20 cc genomen, waarbij oplopende hoeveelheden NaOH of $Ca(OH)_2$ werden gevoegd. Den volgenden dag werd met de chinhydron-elektrode de p_H bepaald. De resultaten voor de series E en F vindt men in onderstaande tabel bijeen, terwijl figuur III de grafische voorstelling geeft.

Serie E

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.14	2.29	3.43	4.58	5.72	6.86	8.01
p_H na 1 dag	5.17	5.63	6.15	6.65	7.34	8.05	8.93

Serie F

toegev. c.c. 0.0448 n. $Ca(OH)_2$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.11	2.23	3.34	4.45	5.56	6.68	7.79	8.90
p_H na 1 dag	4.95	5.25	5.63	6.04	6.52	7.02	7.82	8.44

Serie G

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.14	2.29	3.43	4.58	5.72	
p_H na 2 dagen	5.86	6.44	7.03	7.66	8.19	

Serie H

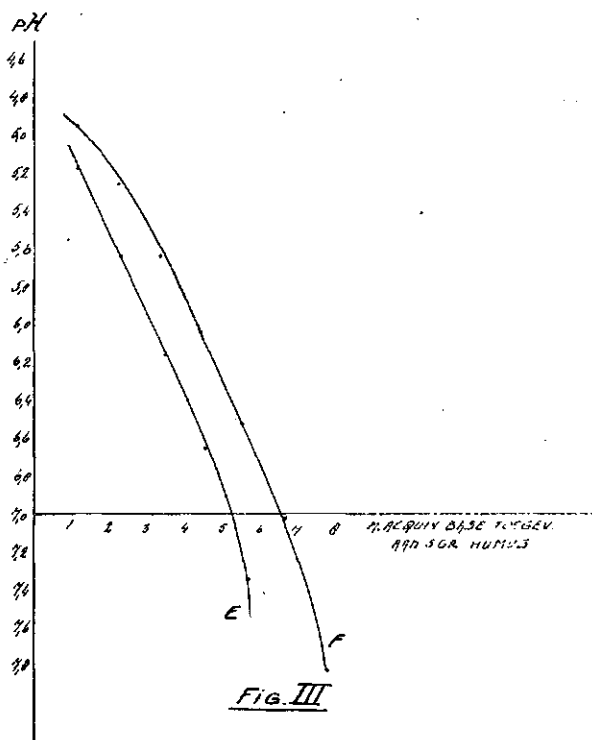
toegev. c.c. 0,0445 n. $Ca(OH)_2$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.11	2.23	3.34	4.45	5.56	6.68
p_H na 2 dagen	5.69	6.05	6.58	7.03	7.62	8.26

Serie I

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.14	2.29	3.43	4.58	5.72	6.86
p _H na 2 dagen	5.18	5.73	6.29	6.86	7.49	8.26

Serie K

toegev. c.c. 0,0445 n. Ca(OH) ₂	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.11	2.23	3.34	4.45	5.56	6.68
p _H na 2 dagen	5.11	5.56	5.99	6.53	7.11	7.64



Opvallend is, dat het verschil tusschen de curven veel grooter geworden is; zoo is bij p_H = 7.0 het verschil tusschen NaOH- en Ca(OH)₂-curven 1,4 milli-aequivalent per 5 gram humus. Het vermoeden lag voor de hand, dat de grootere verschillen voor den dag komen als de zouten door dialyse voorwijdert zijn. Omgekeerd dus ook, dat door toevoeging van zout de verschillen zouden moeten afnemen, resp. verdwijnen.

Om dit na te gaan, werd aan de oplossing een kleine hoeveelheid zout toegevoegd, en wel bij de series I en K telkens 2cc NaNO₃ 1,1N op 20 cc sol. De eindconcentratie van NaNO₃ is dus 0,1 normaal.

In de series G en H is geen NaNO₃ toegevoegd, overigens stemmen zij geheel met I en K overeen.

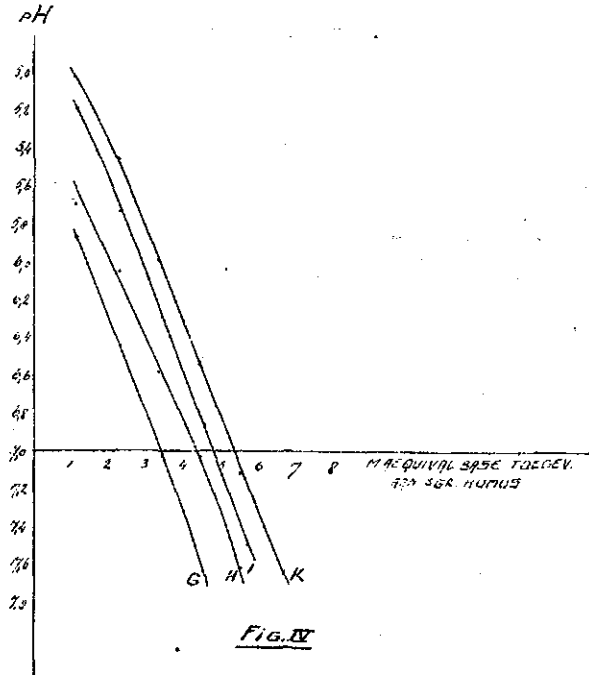


Fig. IV geeft de grafische voorstelling voor de series G, H, I en K; men ziet, dat na toevoeging van een zelfde hoeveelheid NaOH serie I steeds hoger ligt dan serie G; hetzelfde geldt voor H en K. Bovendien blijkt, dat het verschil tusschen G en H (zonder NaNO_3) grooter is dan tusschen I en K (met NaNO_3).

Toevoeging van $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ vertoonde het zelfde verschijnsel, doch veel meer uitgesproken.

In de series L t/m P zijn de resultaten verzameld. Wederom werd telkens 20 cc gedialyseerd sol (bevattend 0.2 gr humus) genomen; hieraan werd toegevoegd bij:

Serie L $2\text{ccH}_2\text{O}$ en getitreerd met NaOH

Serie M $2\text{ccCa}(\text{NO}_3)_2$ 0,285 normaal en getitreerd met NaOH

Serie N $2\text{ccCa}(\text{NO}_3)_2$ 0,57 normaal en getitreerd met NaOH

Serie O $2\text{ccH}_2\text{O}$ en getitreerd met $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Serie P $2\text{ccCa}(\text{NO}_3)_2$ 0,285 normaal en getitr. met $\text{Ca}(\text{OH})_2$

De volgende tabellen figuur V geven de resultaten.

Serie L

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.14	2.29	3.43	4.58	5.72	6.86
pH na 2 dagen	5.77	6.12	6.53	6.98	7.55	8.23

Serie M

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.14	2.29	3.43	4.58	5.72	6.86
pH na 2 dagen	4.65	5.05	5.42	5.87	6.39	6.95

Serie N

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.14	2.29	3.43	4.58	5.73	6.86	8.01
pH na 2 dagen	4.45	4.82	5.17	5.63	6.05	6.63	7.09

Serie O

toegev. c.c. 0,0445 n. Ca(OH) ₂	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.11	2.23	3.34	4.45	5.56	6.68
pH na 2 dagen	5.63	5.91	6.26	6.60	6.98	7.49

Serie P

toegev. c.c. 0,0445 n. Ca(OH) ₂	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	1.11	2.23	3.34	4.45	5.56	6.68	7.79
pH na 2 dagen	4.65	5.01	5.42	5.80	6.30	6.77	7.35

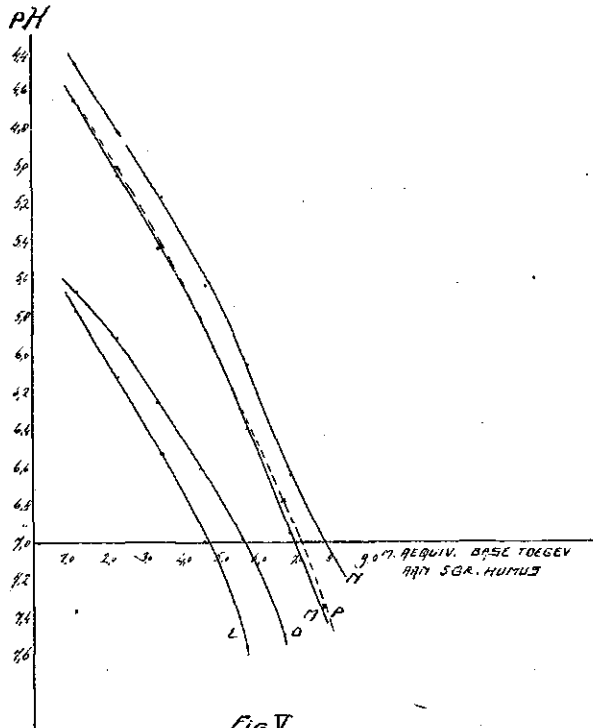


Fig V

Van belang hierbij is te vergelijken serie L met O, de curven voor NaOH en Ca(OH)₂ zonder Ca(NO₃)₂; het tusschen deze aanwezige verschil verdwijnt na toevoeging van Ca(NO₃)₂, series M en P. Uit serie N blijkt, dat toevoeging van meer Ca(NO₃)₂ de

p_H nog weer sterker doet stijgen. Bij toevoeging van een zout met driewaardig kation, n.l. $\text{Co}(\text{NH}_3)_6 \text{Cl}_3$ is het effect dermate versterkt, dat men den indruk krijgt, dat de titratiecurve die van een sterk zuur is. Door gebrek aan materiaal is deze proef niet volledig geweest, waarom wij er verder van af zien.

Vervolgens onderzochten wij een zandgrond van Kolham met een humusgehalte van 5,9 %.

Aan 8,47 gram luchtdroge grond, overeenkomende met 500 mgr humus, werd telkens 20 cc vloeistof in totaal toegevoegd, n.l. bij series Q en R achtereenvolgens xcc H_2O , daarna (20—x)cc NaOH, resp. $\text{Ca}(\text{OH})_2$; bij de series S en T achtereenvolgens x cc H_2O , (19—x) cc NaOH resp. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en 1 cc $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing 0,500 N. De series V en W stemmen overeen met S en T, de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -concentratie was echter 1.00 N.

Uit de volgende tabellen en fig. VI blijkt wederom, dat de reeds boven beschreven gedachtegang juist is.

Toch is er quantitatief verschil. In de eerste plaats is het verschil tusschen de titratie met NaOH en $\text{Ca}(\text{OH})_2$ voor het oorspronkelijk grondmonster veel grooter, dan wij tot dusver vonden voor ons humuspreparaat. Op grond hiervan mocht verwacht worden, dat vrij veel $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ toegevoegd moest worden alvorens dit verschil zou zijn verdwenen. Dit bleek inderdaad het geval; zelfs onze hoogste concentratie aan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ heeft het verschil nog niet geheel kunnen wegwerken. Vervolgens blijkt, dat de curven S en T, en V en W divergeeren, en wel begint deze divergentie bij een hoeveelheid toegevoegd $\text{Ca}(\text{OH})_2$, die zoodanig is, dat het aantal milliequivalenten calcium hierdoor ingebracht, belangrijk wordt t.o.v. het aantal milliequivalenten calcium reeds aanwezig door de toevoeging van $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Serie Q

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	0	0.46	0.92	1.37	1.83	2.29	2.75
p_H na 2 dagen	4.15	5.07	5.62	5.92	6.20	6.49	6.77

Serie R

toegev. c.c. 0,0445 n. $\text{Ca}(\text{OH})_2$	0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	11.0	13.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	0	0.45	1.34	1.78	2.23	2.67	3.12	3.56	4.01	4.90	5.79
p_H na 2 dagen	4.15	4.49	5.02	5.18	5.40	5.58	5.75	5.92	6.11	6.39	6.82

Serie S

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	8.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	0	0.92	1.83	2.75	4.58	5.49	6.41	7.32
p_H na 1 dag	3.59	4.18	4.69	5.08	5.82	6.21	6.55	6.94

Serie T

toegev. c.c. 0,0445 n. Ca(OH) ₂	0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	0	0.89	1.78	2.67	3.56	4.45	5.34	6.23	7.12	8.01
pH na 1 dag	3.59	4.16	4.57	4.96	5.28	5.53	5.81	5.99	6.21	6.48

Serie V

toegev. c.c. 0.0915 n. NaOH	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.5	5.0	7.0	8.5	10.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	0	0.46	0.92	1.37	1.83	2.29	2.75	3.20	4.12	4.58	6.41	7.78	9.20
pH na 2 dagen	3.47	3.73	3.99	4.25	4.49	4.69	4.86	5.00	5.31	5.44	5.99	6.41	6.87

Serie W

toegev. c.c. 0,0445 n. Ca(OH) ₂	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	19.0
toegev. m. aequiv. base omgerekend op 5 gr. humus	0	0.45	0.89	1.34	1.78	2.23	2.67	3.12	3.56	4.45	5.34	6.23	7.12	8.46
pH na 2 dagen	3.47	3.74	4.02	4.21	4.42	4.61	4.77	4.93	5.19	5.43	5.63	5.85	6.12	6.43

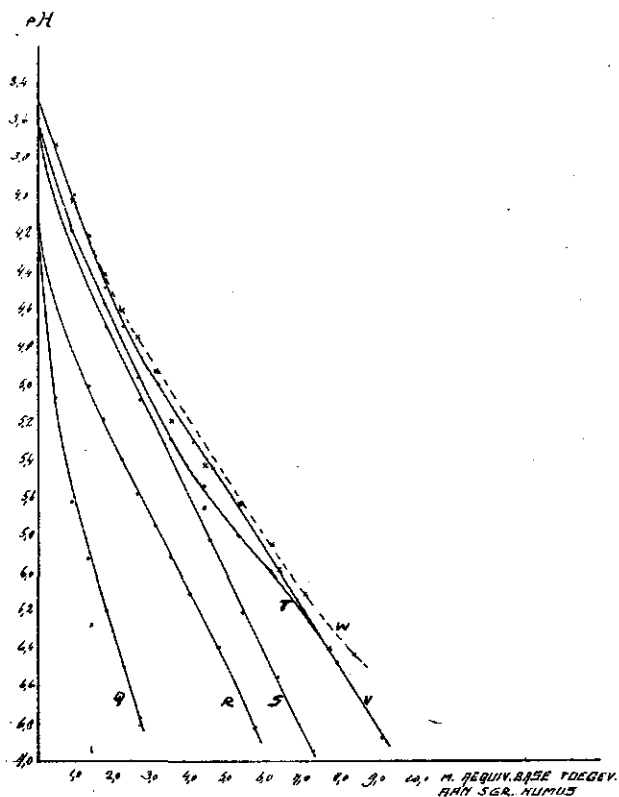
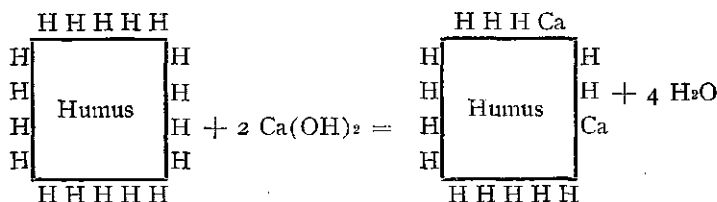
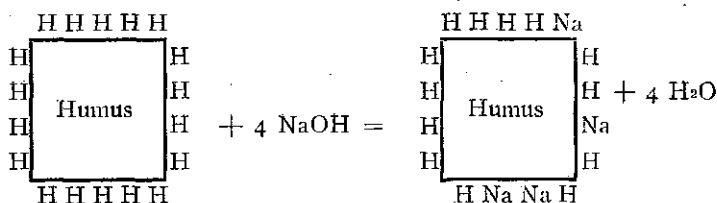


Fig. VI

Wij willen thans nog een oogenblik stilstaan bij de verklaring dezer verschijnselen.

Uit ons onderzoek blijkt duidelijk, dat titratie van humus méér is dan alleen het wegnemen van waterstofionen. Stellen wij ons voor, dat wij beginnen met een kolloidale oplossing van humuszuur (Humus) - H^+ , dan mogen wij allereerst vaststellen, dat de waterstofionen in het beweeglijke deel van de elektrische dubbellaag in een zekere concentratie aanwezig zijn, die verschillen zal van de waterstofionen-concentratie in de vrije vloeistof.

Hoe dit verband is kan in het midden blijven; maar zeker is, dat zij beide met elkaar in evenwicht zijn. Potentiometrisch bepalen we de p_H in de vrije vloeistof. Wordt deze verhoogd, n.t.a.w. voegen wij een base toe, in ons geval de sterke base NaOH of $Ca(OH)_2$, dan wordt automatisch de p_H in de dubbellaag verhoogd; dit kan alleen gebeuren als waterstofionen verdwijnen en op de vrijgekomen adsorptieplaatsen Na of Ca in de plaats treedt. Schematisch wordt dit voorgesteld op de volgende wijze.

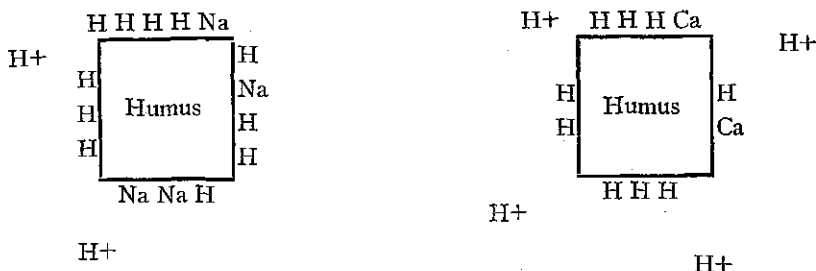


Bij toevoeging van een neutraal zout ($NaNO_3, Ca(NO_3)_2$) blijkt, dat de p_H van de oplossing, de p_H dus van de vrije vloeistof, ook afhankelijk is van de Na-, resp. Ca-ionenconcentratie. Ook de p_H in de dubbellaag is hiervan dus afhankelijk. Ook is de Na-, resp. Ca-ionenconcentratie in de dubbellaag afhankelijk van die in de vrije vloeistof, maar deze kunnen wij nog niet meten.

Uit het onderzoek blijkt, dat de humus *veel meer* waterstofionen kan opleveren, dan door titratie met sterke basen is te bepalen.

Dit meerdere komt eerst in titreerbaren vorm door de totale kationenconcentratie in de vrije vloeistof te verhoogden. Hoe hoger deze is, hoe meer zij in de dubbellaag treden, hoe meer waterstofionen uit de dubbellaag in de vrije vloeistof moeten gaan, hoe vollediger de humus geneutraliseerd kan worden.

Het is niets bijzonders, dat Na, als eenwaardig ion, zich in dit opzicht de mindere betoont van Ca, dat tweewaardig is. Een aequivalente bezetting door Na of door Ca heeft tot resultaat, dat in het eerste geval minder waterstofionen, die oorspronkelijk *niet* beweeglijk waren, gemobiliseerd worden, dan in het tweede geval. Hebben wij dus de beide gedeeltelijk in humaten omgezette humuszuren van hierboven, dan zal de ionentoestand b.v. worden weergegeven door



waarin dan schematisch tot uiting komt, dat Na-humaat 2 H-ionen beweeglijk heeft gemaakt, Ca-humaat daarentegen 4 H-ionen.

In het tweede geval daalt de p_H sterker dan in het eerste.

Er is dus meer base noodig om tot een bepaalde p_H te titreeren als er Ca-ionen aanwezig zijn, dan het geval is als er Na-ionen aanwezig zijn. De sterkte van de adsorptie van H-ionen wordt mede bepaald door de adsorptie van andere ionen. Worden die andere ionen sterk geadsorbeerd (Ca), dan wordt de H-ionen-adsorptie minder sterk en wordt de p_H van de oplossing sterker verlaagd dan bij aanwezigheid van minder sterk geadsorbeerde ionen zooals Na.

Wij laten gaarne aan meer deskundigen over de conclusies hieruit voor de praktijk te trekken, maar willen wel op het volgende wijzen:

Indien een bekalking gevolgd wordt door een bemesting met kunstmest, aangenomen dat deze een neutrale reactie heeft, dan zal blijken, dat de hoeveelheid opgebrachte kalk onvoldoende is om de p_H te bereiken, die men zich had gewenscht. Dit volgt uit onze proeven. (Heeft de kunstmest zelf een zure of basische reactie, dan moet men vanzelfsprekend van te voren hiermee reeds rekening houden).

Voor seriewerk in het laboratorium, waarbij advies gegeven wordt omtrent den zuurgraad van den grond, lijkt het ons alleszins wenschelijk, dezen zuurgraad te bepalen, nadat men de hoeveelheid meststof, die men van plan is toe te dienen, aan het grondmonster heeft toegevoegd.

Daar uit ons onderzoek blijkt, dat reeds kleine hoeveelheden zout de p_H belangrijk kunnen verlagen, is het zonder meer duidelijk, dat voor het bereiken van optimale omstandigheden met deze verlaging terdege worde rekening gehouden; zelfs titratie met $\text{Ca}(\text{OH})_2$ alleen zooals men die tot dusver uitvoert, geeft nog geen voldoende waarborg.

Wij verwijzen hiervoor speciaal naar onze tabellen Q—W en fig. VI, waar bij grond een meststof, nl. kalksalpeter, is toegevoegd, en waarbij blijkt, dat de p_H van den grond zeer sterk verlaagd is geworden; hierdoor wordt natuurlijk het neutrale punt eerst bereikt, nadat zeer veel meer base is toegevoegd, dan het geval is bij het ongemengde grondmonster.

Wij zijn thans bezig dit onderzoek met kleigronden uit te voeren.

Laboratorium voor
Physische- en Kolloïdchemie,
Wageningen.

December 1934.