

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT
TE GRONINGEN

OVER DEN KALIRIJKDOM VAN KLEIGRONDEN

DOOR

IR. W. C. VISSER

(Ingezonden 26 September 1942)

Het was in het jaar 1934, dat bij het Bedrijfslaboratorium voor grond-onderzoek een begin werd gemaakt met het bepalen van den rijkdom aan kali bij zware gronden, en dat daarmee tevens het begin werd gemaakt met de verzameling van een cijfermateriaal betreffende deze chemische eigenschap van den grond, dat een uitgebreidheid bezit zooals wel zelden een onderzoeker onder oogen zal komen. In de eerste jaren was het gebruik, dat de practijk van deze wijze van chemisch onderzoek van den grond maakte, wel is waar nog niet zeer groot, al werden toch nog eenige honderden monsters per jaar onderzocht; vooral in de jaren na 1937 nam de belangstelling al meer toe. Zodoende beschikt het Bedrijfslaboratorium in haar boeken thans over vele duizenden analyses van monsters uit alle gedeelten des lands en is een verzameling van gegevens ontstaan, die bij nadere bewerking op verschillende punten tot een verheldering van het inzicht betreffende de bodemkundige eigenschappen van den grond kan leiden, die op andere wijze niet dan met veel inspanning en kosten zou zijn te verkrijgen.¹⁾

Voor al het regionale onderzoek, dat in latere jaren ter hand werd genomen, en waarbij van een bepaald gebied in een groot aantal monsters een zelfde onderzoek werd verricht, is voor het leeren kennen van de bodemgesteldheid in zulk een gebied zeer waardevol. Indien dit onderzoek in den vorm van een volledige analyse van den grond wordt uitgevoerd, dan verschaft dit niet slechts inzicht over den rijkdom aan een bepaald bestanddeel, doch ook omtrent den invloed van verschillende eigenschappen van den grond op elkander. Voor al bij het in Groningen in 1937 uitgevoerde regionale grondonderzoek werd, ten gevolge van de inzending van vele practijkgegevens, een overzicht van den bodemtoestand verkregen, waarbij een groote volledigheid kon worden bereikt. Herhaaldelijk zal vooral dit onderzoek ter sprake komen. Doch ook uit andere gedeelten van ons land werden zeer volledige series analysecijfers verzameld, die in belangrijke mate tot het inzicht bijdroegen.

Het nadeel van het verzamelen van analysecijfers door een op commercieele basis werkend instituut is gelegen in de keuze van de te bemonsteren perceelen en de wijze waarop de aard van het onderzoek wordt vastgesteld.

¹⁾ Het bijeenzoeken, rangschikken en tot overzichten samenstellen van de analysecijfers, waarop deze publicatie steunt, werd met veel zorg en inzicht uitgevoerd door W. STRAATMANS, abiturient van de Middelbare Koloniale Landbouwschool te Deventer, in de periode dat hij als volontair aan het Rijkslanbouwproufstation werkzaam was.

Op de plaats, vanwaar het monster wordt genomen, kan men weinig invloed uitoefenen, zoodat herhaaldelijk van bepaalde gebieden zeer veel monsters worden genomen, van andere echter geen bemonstering plaats heeft, terwijl onder bepaalde omstandigheden ten behoeve van bestudeering van de cijfers het tegenovergestelde belangrijker zou kunnen zijn geweest. Ook bemerkt men de opkomende neiging, bij het onderzoek bepaalde eigenschappen buiten beschouwing te laten. Deze eigenschap wordt dan niet in onderzoek genomen waardoor in eerste instantie de analyse wel iets goedkooper wordt, doch dit gaat veelal ten koste van het inzicht, dat het onderzoek verschaft. Bij een zorgvuldige bestudeering van alle cijfers van een serie volledig onderzochte monsters betreffende de onderlinge verhouding van de verschillende eigenschappen kan men een wel zeer waardevol overzicht verkrijgen in de bodemtoestanden in een streek. Combineert men het onderzoek te velde hiermede, en legt men verband tusschen de resultaten die bij verschillende onderzoeken verkregen werden, dan zal ongetwijfeld blijken, dat het niet bepalen van eigenschappen als kalktoestand of het gehalte aan humus en afslibbare deelen aan het onderzoek een groote schade doet. Op deze nadeelen van een te beperkt gehouden onderzoek wordt hier de nadruk gelegd, aangezien bij de bewerking van het cijfermateriaal herhaaldelijk de bezwaren van het niet bekend zijn van het eene of andere analysecijfer als een groot gemis werd ondervonden. Moge onze ervaring mede een aansporing zijn om hen, die de praktijk adviseeren tot regionaal grondonderzoek over te gaan, er van te overtuigen, dat ook voor den boer de voordeelen van een volledig onderzoek, zoo niet direct, dan toch over eenige jaren, ruimschoots opwegen tegen de besparing van een weinig geld bij gedeeltelijk onderzoek.

Bij de studie betreffende den kalirijkdom van den grond komen een aantal punten naar voren, die de grootte van het analysecijfer beheerschen. Deze moeten de basis vormen voor het onderzoek van den samenhang tusschen de cijfers onderling. Zoo berust de oorspronkelijke toestand op den aard van het in den grond aanwezige kalimineraal en op de hoeveelheid waarin dit voorkomt. Ook de humus als basenbindende substantie is in dit opzicht van belang. De onttrekking van de kali is een vraagstuk van de uitloogingssnelheid, maar vooral van de hoeveelheden, welke door het gewas worden onttrokken. De aanvoer van kali, als gevolg van de bemesting, is afhankelijk van den bemestingstoestand en de wijze van gebruik. Van al deze kanten van het vraagstuk dient men eenig inzicht te hebben, wil men zich over den aard en den rijkdom van den grond een juisten indruk vormen. In de navolgende paragrafen zullen de verschillende eigenschappen, die den kalirijkdom beheerschen, aan een nadere beschouwing onderworpen worden.

Het weergeven van den kalirijkdom

Het weergeven van den kalirijkdom geschiedt volgens conventionele methoden. Bij dit onderzoek werd vrijwel steeds gebruik gemaakt van de K-HCl waarde, de hoeveelheid kali, die onttrokken wordt met $n/10$ HCl in een verhouding van 60 gram grond op 600 cc zoutzuur. Het conven-

tioneele van de methode bestaat in de sterkte van het zuur en de extractie- of schudverhouding, de verhouding dus, volgens welke men bij de extractie grond en vocht in de schudmachine zet. Verder kan het probleem gesteld worden, of het juist is, het kaligehalte te bepalen in een zekere hoeveelheid grond, dan wel of het geen voordeelen zal hebben, uit te gaan van een zekere hoeveelheid kalibindend materiaal.

Wanneer men zich een kleigrond voorstelt als een hoeveelheid fijne deeltjes, meest kalihoudende mineralen, gemengd met een hoeveelheid grof materiaal, grotendeels bestaande uit kwarts dat ten opzichte van de kalibinding inactief is, dan is het duidelijk, dat een dergelijke bepaling als chemisch evenwicht slecht omschreven is. Een goede chemische omschrijving zou ongetwijfeld gegrond worden op een constante verhouding van extractiemiddel tot kalibindend vermogen. Voor dit laatste kan men het totale basenbindende vermogen of het gehalte aan afslibbare deelen als benadering gebruiken. Over deze beide vraagstukken werden eenige gegevens verzameld, waarvan hier melding gemaakt wordt, aangezien bij de beoordeeling van de kaligehalten gebruik werd gemaakt van de kennis, die bij dit voorloopige onderzoek werd verkregen. Een uitgebreid onderzoek, dit punt betreffende, van de hand van Dr. JAC. v. D. SPEK, zal ongetwijfeld tot een dieper inzicht in dezen onderlingen samenhang leiden.

Als eerste belangrijke punt leek het gewenscht, na te gaan of de eigenschappen van den grond, zooals die voor de met $n/10$ HCl geëxtraheerde kali gelden, speciaal en alleen voor dit kaligehalte van belang waren, of dat men mag verwachten, dat ook voor op andere wijze verkregen kalicijfers, alhoewel in eigen maat uitgedrukt en met zekere modificaties, het gevondene eveneens een zekere geldigheid zal hebben. Nu is de behandeling met $n/10$ HCl een betrekkelijk zwakke extractie. Vergelijkt men deze extractie met wat de kiemplanten met de Neubauerproef uit den grond halen, of met het aantal milligrammen K_2O , dat volgens de Aspergillus-methode wordt gevonden, dan blijkt dit duidelijk. In het onderstaande tabelletje wordt dit voor enkele cijfers nader aangegeven:

TABEL 1

Methode	Kaligehalte in mgr/100 gram grond als gemiddelde voor gronden van opklimmenden rijkdom			
K-HCl	10	20	30	40
K-Neub	20	35	47	57
K-Asp	22	37	57	77

In tabel 1 vindt men de hoeveelheid kali weergegeven, welke bij vier trappen van kalirijkdom door de aangegeven methoden uit den grond wordt geëxtraheerd. De onder elkander weergegeven cijfers van elke kolom vertegenwoordigen het gemiddelde van de analysecijfers van een groot aantal monsters van het betreffende niveau van kalirijkdom.

Wanneer men aanneemt dat, wat voor het K-HCl cijfer gevonden

wordt, in het algemeen voor het direct voor de plant opneembare kali zal gelden, dan komt de vraag op, of voor het vaster gebonden kali, dat de voorraad voor de opeenvolgende gewassen vormt, hetzelfde zal gelden. Eenige indruk hierover kan verkregen worden uit den samenhang, die gevonden wordt tusschen het met $n/10$ HCl geëxtraheerde kali en het kali, dat met 5 % HCl in oplossing wordt gebracht. Een overzicht van den samenhang voor kleigronden uit Groningen vindt men in figuur 1 weergegeven.

De betrekking tusschen het K- $n/10$ HCl- en het K-5 % HCl cijfer blijkt vrijwel lineair te zijn. Slechts bij hooge waarden treden afwijkingen op, waarvan de oorzaak niet duidelijk is geworden. Hoewel niet bewezen is, dat binnen de variabiliteit, die men in de waarnemingen van figuur 1 aantreft, een verschil in samenhang met andere factoren geen plaats kan vinden, kan men toch reeds met vrij groote waarschijnlijkheid uit deze figuur afleiden, dat het verband tusschen het K-5 % HCl cijfer en verschillende eigenschappen van den grond practisch gelijkvormig moet loopen aan de curve, die men met $n/10$ HCl zou hebben verkregen. In zooveel te sterkere mate zal dit dan echter gelden voor het minder vastgebonden kali, dat men met de gebruikelijke methoden van grondonderzoek ten behoeve van den landbouw pleegt vast te stellen.

Het welbekende feit, dat de gevonden hoeveelheid kali zeer afhangt van de sterkte van het zuur, waarmee men werkt, wordt hier nog eens duidelijk gedemonstreerd. Uit een eenvoudige becijfering zal blijken, dat 5 % zoutzuur een 13,7 maal zoo groot gewichtsgedeelte als H-ion bevat,

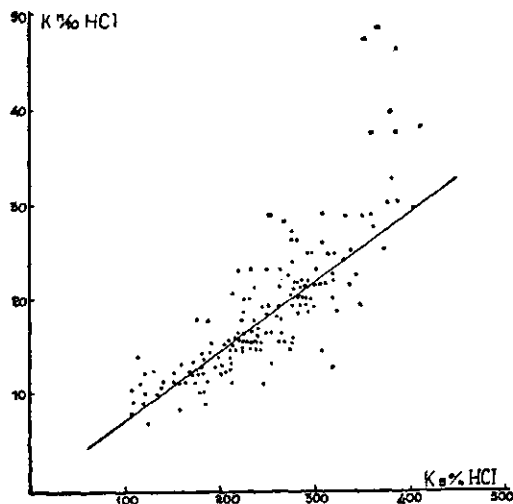


Fig. 1

Uit den vrijwel lineairen samenhang, welke tusschen de kalihoeveelheden, geëxtraheerd met $1/10$ n HCl resp. met 5 % HCl blijkt te bestaan, mag men afleiden, dat de samenhang gevonden tusschen de kalihoeveelheid, verkregen bij extractie met een zwak zuur en een willekeurige andere daarmee samenhangende eigenschap, over een breed gebied van extractiesterkte zal blijven gelden

als $n/10$ zoutzuur. In de grafiek blijkt, dat de hoeveelheid geëxtraheerde kali 13,4 maal zoo hoog uitvalt bij de extractie met het sterke zoutzuur, dan met de zwakke concentratie wordt verkregen. Of aan de gelijkheid van deze cijfers een bepaalde beteekenis moet worden toegeschreven, zal moeten blijken. Men kan er evenwel een eerste aanwijzing aan ontleenen, hoe de verhoudingen zich zullen wijzigen, indien men van de conventionele bepaling afwijkende analysemethoden toepast.

Een volgend punt, dat voor het weergeven van den kalirijkdom van groot belang is, is de kwestie van de schudverhouding, waarin de vraag verder werd betrokken, of men de bepaling op een gelijke hoeveelheid grond, dan wel op een gelijke hoeveelheid basenbindend vermogen zal moeten betrekken.

Teneinde in deze materie eenig inzicht te verkrijgen, werd bij een aantal gronden bij eenige verhoudingen van grond tot zoutzuur geëxtraheerd en de in oplossing gegane hoeveelheid kali vastgesteld. Men zou dit als een uitwisseling van kali tegen waterstof kunnen beschouwen, daarbij niet vergetende, dat andere ionen ongetwijfeld in veel sterkere mate in oplossing worden gebracht, dan juist de kali.

Hierbij werd getracht, gebruik te maken van de uitwisselingsformule van LORENZ WEISZ, een formule die aanzienlijk meer flexibel is, dan de vele andere uitwisselingsformules welke men in de literatuur aantreft. Geeft men deze formule van LORENZ WEISZ een vorm, die zooveel mogelijk aan het probleem is aangepast, dan kan men haar schrijven als:

$$\frac{(K-k)^n}{(H+S)} = C \left[\frac{k^n}{H^* - S} \right]^{1/p}$$

Links van het gelijktteken staan dan concentraties in den grond, rechts daarvan de concentraties, die in de extractievloeistof bij het evenwicht werden gevonden. Daarbij heeft K de beteekenis van de kaliconcentratie in het grondmateriaal, k die in de oplossing, H de actieve waterstof in het complex, S de hoeveelheid waterstof, die aan het complex geaddeerd is tengevolge van het uitloogen van de basen uit den grond door het zuur en H^* de hoeveelheid actieve waterstof uit het bijgevoegde zoutzuur.

In deze formule is nu k vermoedelijk klein tegenover K , en H klein tegenover S . Hiervan kan men bij eerste benadering gebruik maken, door de formule te schrijven als:

$$\frac{1}{c} K^{pn} = S^p \frac{k^n}{H^* - S}$$

Hetgeen voor het gelijktteken staat is nu een constante, die met de c versmolten kan worden tot een nieuwe constante, waarna de formule kan worden overgevoerd in:

$$\log (H^* - S) = n \log k + p \log S + A$$

Bij het materiaal, dat speciaal ten behoeve van het toetsen van deze formule werd geanalyseerd, bleek het onmogelijk te zijn de onbekenden n en p af te leiden, aangezien de gegevens zich niet in de juist afgeleide formule lieten voegen.

In een vroeger reeds geanalyseerde serie waarnemingen, waarin evenwel de S niet was bepaald, werd tusschen de logarithmen van k en H^* wel de ongeveer lineaire samenhang vastgesteld, die volgens de afgeleide formule verwacht mocht worden. Bij dit onderzoek werd de S vervangen door de k , om althans de boven weergegeven formule nog zooveel mogelijk te benaderen.

De helling van de zoo gevonden rechte lijn zou de waarde van de exponent moeten weergeven. Men kreeg den indruk, dat deze exponent een waarde in de buurt van 4 zal bezitten, en dat deze waarde hooger zal uitvallen, naarmate de k hooger is. De variabiliteit was evenwel buitengewoon groot, zoodat het niet mogelijk was de gestelde vraag verder op te lossen, uitgaande van de formule van LORENZ WEISZ.

Het vraagstuk betreffende het verband tusschen de schudverhouding en de geëxtraheerde hoeveelheid kali is blijkbaar bij grond niet zoo eenvoudig, en werd hier met veel te bescheiden middelen aangepakt. Als doel werd hier ook alleen gesteld, na te gaan, of men met de formule van LORENZ WEISZ een zeker verband tusschen de analysecijfers kon leggen. Dit bleek niet te gelukken. Dat is overigens niet te verwonderen, aangezien deze formule maar met twee elkander verdringende ionen rekening kan houden, terwijl in den grond dit aantal grooter is. Een formule, of zelfs maar een eerste poging tot formuleering van een evenwicht tusschen de belangrijkste basen, die in den grond voorkomen, of een gedetailleerd onderzoek betreffende de grondslagen, waarop het evenwicht bij de zoutzuur-extractie gebaseerd is, bestaat blijkbaar niet, een lacune in het onderzoek, die na de vele jaren, dat men met een tiende normaal zoutzuur als extractiemiddel de basen in grondmonsters analyseert, wel wat vreemd aandoet. Een grondlegend onderzoek naar de samengestelde evenwichten, die bij de zoutzuurextractie optreden, zou zeer gewenscht zijn.

Bij deze studie werd de vraag verder los van principieele uitwisselings-formules behandeld, door de logarithme van het aantal liters $n/10$ HCl per 100 milliliter totaal basenbindendvermogen en het aantal milligrammen kali tegen elkander af te zetten. Op deze wijze werden een aantal waaiervormig spreidende, ongeveer rechte lijnen gevonden voor de hoeveelheid kali, die bij de gebruikte schudverhouding in het eerste extract werd gevonden. Wanneer men deze lijnen door een procentueele verschuiving op één punt liet samenvallen, dan bleek verder, dat de lijnen over hun geheele lengte vrijwel samenvielen, zij het, dat er wel aanwijzingen waren, dat voor uitgemergelde gronden de lijn wel iets steiler zal loopen dan voor rijke gronden, hetgeen bewijst, dat de in kleine hoeveelheden zoutzuur reeds oplossende kali door de onttrekking is afgenomen. Voor dit blijkbaar los gebonden kali kan men moeilijk iets anders verwachten. Aangezien echter het geven van de kalibemesting tegenwoordig vrij goed aan de eigenschappen van grond en gewas is aangepast, zal deze invloed gemiddeld niet zooveel beteekenis krijgen, dat het werken met een enkele lijn van samenhang tot moeilijkheden aanleiding lijkt te zullen geven.

Na de procentueele verschuiving, die de lijnen voor opklimmende schudverhouding deed samenvallen, werd een stippenband verkregen, waardoor de gemiddelde lijn werd getrokken. Deze geeft nu een indruk van de

betrekking, die bestaat tusschen het kaligehalte bij de gebruikelijke extractieverhouding van 1 : 10 en een willekeurige andere verhouding. Het resultaat van deze bewerking vindt men in fig. 2 weergegeven.

De gevonden gemiddelde lijn bleek te kunnen worden weergegeven met de formule:

$$f = \frac{8}{3 \log \frac{1000}{T} + 2}$$

Het lag nu verder voor de hand, de willekeurige schudverhouding te fixeeren op een bepaalde verhouding van het basenbindend vermogen tot zoutzuur. Teneinde de cijfers min of meer op gelijke hoogte te brengen met het kaligehalte bij de gemiddelde kleigronden en met het kaligetal bij zandgronden, dat op 6,25 gram humus is betrokken, werd een verhouding van 10 millival T op 300 cc zoutzuur als basis gekozen. Een berekening leerde, dat het kalicijfer op 10 millival T betrokken, in het vervolg met K-10 T weergegeven, uit het K-HCl cijfer kon worden berekend volgens de formule:

$$K-10 T = 20 \frac{f (K-HCl)}{T}$$

De formule voor het op een constante hoeveelheid basenbindend vermogen betrokken kalicijfer wordt dus:

$$K-10 T = \frac{160 K-HCl}{(3 \log 1000/T + 2) T}$$

Hoewel dit een vrij onaangename formule is, om er berekeningen op te baseeren, is het gebruik er van weinig bezwaarlijk, aangezien er met weinig moeite een nomogram van kan worden gemaakt, dat de berekening overbodig maakt. Als figuur 23 vindt men dit nomogram achter in deze mededeeling weergegeven.

Van dit nomogram wordt nu reeds sinds eenige jaren gebruik gemaakt, om bij de Groninger kleigronden den invloed van het kleigehalte te elimineeren.

Deze voorloopige bewerking werd uitgevoerd onder gebruikmaking van een door Dr. C. W. G. HETTERSCHJ verzameld cijfermateriaal. Dit onderwerp is nog verder bij hem in studie. Een diepergaande beschouwing zal daarom hier achterwege worden gelaten.

Later onderzoek heeft twijfel doen rijzen of de nauwkeurigheid van den samenhang tusschen de geëxtraheerde hoeveelheid kali en de schudverhouding wel zoo groot is, als uit de spreiding van de stippen in fig. 2 kan worden afgelezen, en of deze samenhang voor alle kleitypen geldt. Veel zal bij het verrichten van een onderzoek hieromtrent bij een grooter cijfermateriaal afhangen van een statistisch juiste wijze van bewerken van de analyseresultaten en van een zorgvuldige keuze van de voor het onderzoek te gebruiken monsters. Aanwijzingen werden reeds gevonden, dat de extremen van zware bemesting of gevallen van gedurende vele jaren weg-

laten van de bemesting een divergentie van de waarnemingscijfers moet teweeg brengen.

Dat het op het basenbindend complex betrokken kaligehalte geen samenhang meer vertoont met de zwaarte van den grond, moge blijken uit de ligging van de uitgestipte cijfers in figuur 3, waarin 2000 monsters

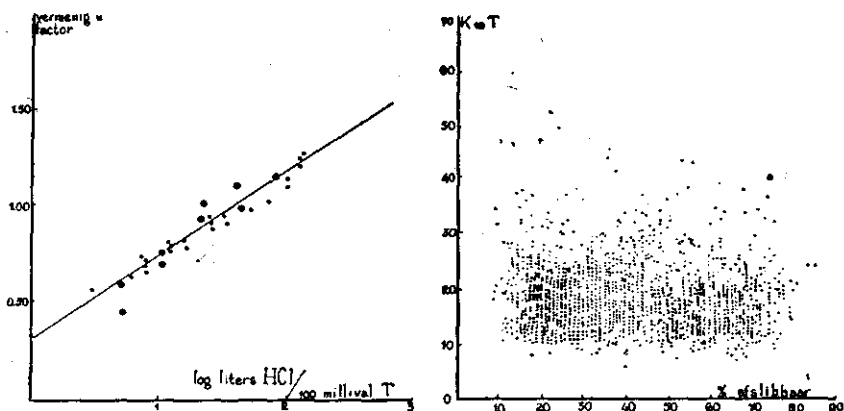


Fig. 2 en 3

De invloed van de extractieverhouding kan ongeveer door een vermenigvuldigingsfactor worden weergegeven. Voor sterk uitgeboorde gronden zal deze verhouding niet geheel gelden, zooals blijkt uit de ligging van de omringde stippen in fig. 2. Wanneer men echter van den gemiddelden invloed van de schudverhouding gebruikt maakt tot het corrigeren van de kaligehalten, welke bij constante verhouding grond: zuur zijn bepaald, en deze omrekent tot constante verhouding basenbindend complex: zuur, de K-10 T waarde, dan verkrijgt men een resultaat als in fig. 3, hetgeen aangeeft, dat het gehalte aan afslibbare deelen dan geen invloed meer heeft op de geëxtraheerde hoeveelheid kali

uit het Groninger kleigebied bijeen werden gebracht. Het blijkt, dat na de omrekening geen verband met het gehalte aan afslibbare deelen bestaat. Het K-10 T cijfer geeft de eigenschap van het afslibbare materiaal zelf aan, en behoudens een zekere variatiebreedte is dit materiaal overal in Groningen van een zelfden aard. Slechts de bijmenging van het inactieve zand stempelt den grond tot een lichte of een zware klei, het slib als zoodanig blijft hetzelfde.

Wel zal hierna worden aangetoond, dat in een deel van Groningen klei aanwezig is, die vermoedelijk wat andere eigenschappen bezit, terwijl ook zal blijken, dat het gehalte aan CaCO_3 , als maat voor den uitloogingsgraad, de mogelijkheid biedt de K-10 T waarde te differentieëren naar hoge waarden, die bij jonge gronden optreden, en lage waarden, die men bij den ouden kleigrond aantreft.

Afslibbaar deel en kalicijfer

De vrij nauwe samenhang, welke tusschen het kaligehalte en de hoeveelheid deeltjes kleiner dan 2 of 16 μ bestaat, werd reeds vele malen opgemerkt. Vooral de mineralogische kant van dit vraagstuk maakte onderwerp

van studie uit. Het grondonderzoek is eveneens in staat, iets over verschillende eigenaardigheden van den kalirijkdom van den grond uit te wijzen. Vooral het basenbindend vermogen van den grond en het daarmee nauw verbonden gehalte aan afslibbare deelen stellen in staat, tot een nader inzicht te geraken.

Op welke wijze het kaligehalte bij de kleigronden in Groningen samenhangt met het slibgehalte en het T cijfer, wordt door de figuren 4, 5 en 6 weergegeven.

Bij het gehalte aan in n/10 HCl oplosbare kali in figuur 4 merkt men een duidelijken lineairen loop op, die bij 60 % afslibbaar in een naar boven opbuigenden samenhang lijkt over te gaan. Dat dit inderdaad het geval moet zijn blijkt bij eerste overweging reeds. Wanneer men rekening houdt met de regelmatige korrelgrootteverdeling, die bij mariene sedimen-

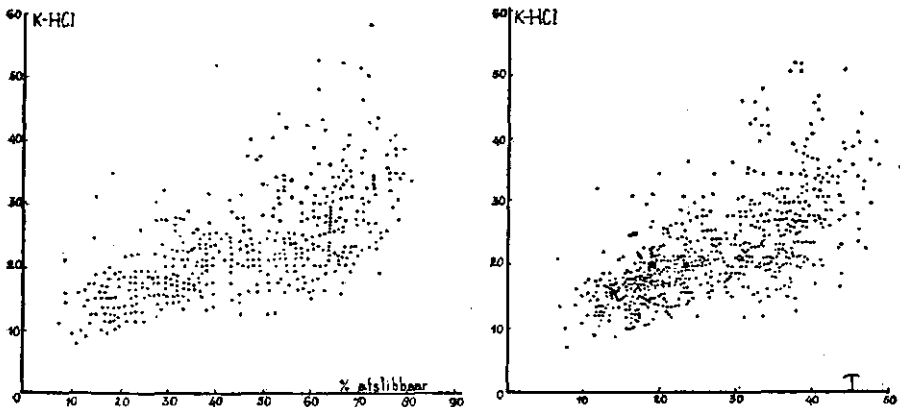


Fig. 4 en 5

De invloed van het gehalte aan afslibbare deelen op het K-HCl cijfer is over een groot gedeelte van het traject vrijwel lineair. Slechts bij hoog slibgehalte krijgt men in fig. 4 lichte aanwijzingen, dat het kalicijfer tengevolge van het sterk toenemen van het oppervlak van de gezamenlijke kleideeltjes, wat sneller gaat toenemen. Het verschil in den samenhang, dat men tusschen het kaligehalte en het gehalte aan afslibbare deelen eenerzijds en het kaligehalte en het T-cijfer anderzijds vindt, is zeer gering en wijst uit, dat de beteekenis van het eenvoudiger te interpreteren T-cijfer in feite weinig grooter is dan van het slibgehalte

ten gewoonlijk optreedt, dan zal het duidelijk zijn, dat een zavelgrond met een mediaanwaarde boven 16μ in hoofdzaak de afslibbare deeltjes vlak onder 16μ zal hebben. Bij een zware klei, met een mediaanwaarde die aanzienlijk beneden 16μ kan liggen, vindt men daarentegen direct beneden 16μ een gering aantal deeltjes. De groote hoeveelheid ligt daar bij een veel kleinere waarde voor de diameter, zoodat bij zware klei bij eenzelfde gewicht de afslibbare deeltjes een veel grooter activiteit zullen bezitten en dus meer kali zullen binden.

Het totale basenbindende vermogen is niet afhankelijk van de eigenschap, dat het gewicht van de fijne deeltjes niet identiek is met de activiteit. Het gewicht toch is evenredig met den inhoud in plaats van

met het oppervlak. De T waarde daarentegen geeft de eigenschap zelf, waarop men het kaligehalte moet betrekken. De samenhang tusschen het kaligehalte en de T waarde is dientengevolge wel lineair.

Voor de Groninger klei kan men met een eenvoudigen regel den samenhang tusschen deze eigenschappen van den grond met de volgende formules bij benadering weergeven:

$$K\text{-HCl} = \text{slib}/4 + 10$$

$$K\text{-HCl} = T/2 + 9$$

Zooals later zal worden aangetoond, geldt deze formule niet voor alle gronden. Andere formaties hebben een andere karakteristiek, en oude, uitgeloopte kleigronden verschillen van jonge, kalkrijke.

Ter volledigheid geeft figuur 6 nog een overzicht van het verband, dat

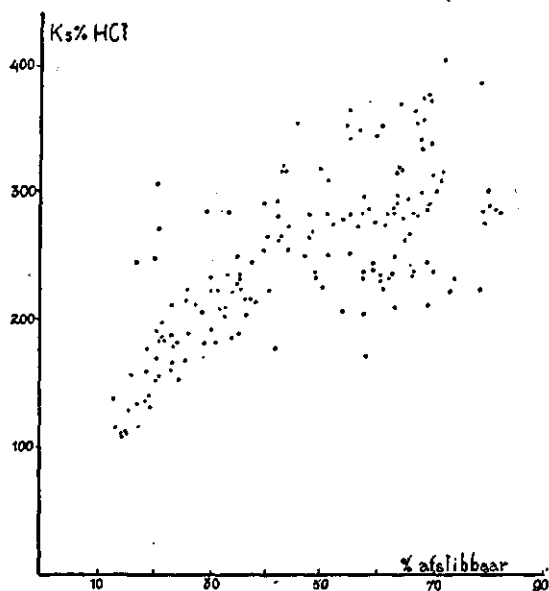


Fig. 6

Bij gebruik van een sterker extractiemiddel loopt het kalicijfer zeer snel op. Blijkens fig. 6 heeft hierbij het gehalte aan afslibbare deelen evenwel een invloed, zoodat ook voor sterkere extracties de schudverhouding niet zonder belang is

tusschen het gehalte aan afslibbare deelen en het gehalte aan in 5 % HCl oplosbare kali bij deze gronden wordt gevonden. Zooals reeds werd opgemerkt, is dit laatste gehalte 13 maal zoo hoog als het gehalte aan in n/10 HCl oplosbare kali.

Bij globaal uitmeten van de lijn in figuur 6 vindt men voor de waarde van K-5 % HCl uitgedrukt in het gehalte aan afslibbaar:

$$K\text{-5 \% HCl} = \text{slib} \times 4,5 + 65$$

Door het sterk afronden van deze cijfers komt de verhouding 1 op 13 hierbij niet tot uiting.

Terwijl de hiervoor besproken resultaten van het met elkander in verband brengen van analysecijfers speciaal voor de kleigronden in Groningen geldt, blijkt het, dat bij de op andere plaatsen afgezette kleien de verhouding geheel anders ligt. Zeer duidelijk komt dit uit bij de analysecijfers voor rivierklei, waarbij de kali-slib-lijn wel zeer sterk afwijkt van wat men bij zeeklei vindt. Een indruk van den samenhang, die bij bouwland op rivierklei werd gevonden, treft men aan in figuur 7, waarin de gegevens van grondonderzoek uit de Huizenbeemd in het Maasdal nabij Oss worden weergegeven. Dit gebied is gelegen binnen het vroeger vanuit de Beersche overlaat overstroomde gedeelte van het Maasdal, dat zich van andere rivierklei ongunstig onderscheidt door de groote armoede van den grond en den slechten cultuurtoestand.

Bij rivierklei in het algemeen blijkt het, dat het kaligehalte zeer laag is en nauwelijks toeneemt bij stijgend gehalte afslibbare deelen. Aangezien bij het chemisch onderzoek van grondmonsters de mineralogische samenstelling nog niet kan worden bepaald, is het niet bekend, welke verschillen in eigenschappen van den grond verantwoordelijk zijn voor het verschil tusschen rivierklei en zeeklei. Het mineralogisch onderzoek zal ongetwijfeld in staat zijn, licht te werpen op allerlei verschil in samenhang tusschen het afslibbaar deel en het kaligehalte.

Weer geheel anders vindt men den samenhang tusschen kaligehalte en het afslibbaar deel bij de lössgronden. In figuur 8 zijn een aantal gronden met een lössoïde natuur samengenomen, zonder dat van elk monster, waarvan de gegevens uit het aanwezige analysemateriaal werden ontleend, nauwkeurig werd nagegaan of dit nu typische löss was of niet. Veelal was niet meer na te gaan dan de benaming die de inzender gegeven had.

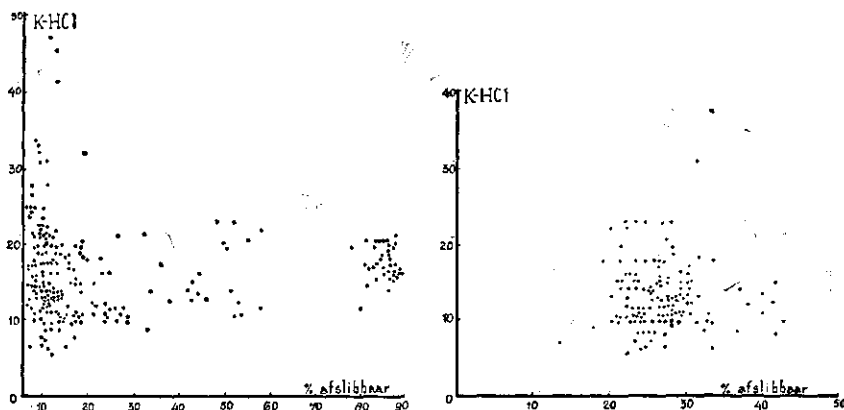


Fig. 7 en 8

Van groot belang voor de verhouding van geëxtraheerde kali tot het gehalte aan afslibbare deelen is de aard van den grond. Voor rivierklei is het typeerend, dat het kalicijfer vrijwel onafhankelijk is van het slibgehalte; voor löss, dat bij een zelfde slibgehalte het kalicijfer zoo aanzienlijk wisselen kan. Fig. 7 geeft dit voor rivierklei weer, terwijl de gedragingen van löss in fig. 8 tot uiting komen

Echter zijn hier wel steeds die monsters gekozen, waarvan eenige zekerheid bestond, dat de benaming met zorg was gegeven.

Het nauwe traject van gehalten aan afslibbare deelen maakt, dat het niet mogelijk is, een bepaalde lijn in den samenhang tusschen de kali- en slibgehalten vast te stellen. Daarbij komt dan nog, dat het kaligehalte binnen wijdere grenzen varieert, dan de zee- en de rivierklei dat binnen dezelfde grenzen van slibgehalte doen. Löss heeft dus, wat het kaligehalte betreft, een grootere variabiliteit dan de beide genoemde zware gronden. De enkele monsters met een wat hooger gehalte afslibbare deelen wijzen niet op het optreden van stijgende K-HCl cijfers met stijgend gehalte afslibbare deelen. De gehalten zelf wijzen uit, dat löss gemiddeld wat kaliarmer is dan wat voor even zware rivier- en zeekleigronden werd gevonden. Het andere type van grond brengt een ander type van kali-slib-curve mede. De verschillen zijn echter niet zoodanig, dat voor een enkel monster het type van den grond aan te geven is. Slechts als gemiddelde van een groot aantal monsters kan men het bestaan van de verschillen aantoonen.

Voor al in de zeekleien van Nederland treft men in den relatieven kali-rijkdom, waarmee in dit geval de rijkdom aan kali op afslibbaar betrokken wordt bedoeld, een aanzienlijke variatie aan. Van groepen grondmonsters van verschillende herkomst werd het kali- en het slibgehalte tegen elkander uitgezet en de gemiddelde lijn door de stippen bepaald. In figuur 9 wordt een overzicht van de zoo bij zeeklei, zoowel als bij rivierklei gevonden resultaten gegeven.

Uit figuur 9 blijkt, dat de kali-slib-lijn geenszins bij alle kleigronden een gelijk beloop bezit, noch zelfs is dit het geval bij alle mariene afzettingen. Ziet men even van de niet vergelijkbare gegevens van de juist drooggevalle Zuiderzeepoldergronden af, dan blijkt de klei in Zeeland het meest kali-rijk te zijn, waarna men die in Friesland en Groningen ziet volgen. De Zuid-Hollandsche eilanden splitsen zich in twee gebieden. De eilanden nabij de zee hebben een kali-slib-lijn die iets vlakker loopt dan die voor Zeeland. Meer landinwaarts vindt men evenwel een verhouding van kali tot slib, die nauw aansluit aan wat bij rivierklei wordt aangetroffen. Bij de zeeklei valt op, dat de kaliarmoede van het afslibbare gedeelte van den grond toeneemt, naarmate men noordelijker aan onze zeekust komt. In hoeverre dit geleidelijk verloopt, was niet na te gaan, aangezien voor het gebied, gelegen tusschen de Zuid-Hollandsche eilanden en Friesland geen K-HCl en slibgehalte-cijfers in voldoende aantal beschikbaar waren. Een verheldering in dit opzicht zouden wellicht analysecijfers van de IJpolders en de reeds lang ingedijkte Noord-Hollandsche Zuiderzeepolders kunnen opleveren, tenzij de Zuiderzeeafzettingen onder invloed van den IJssel eigenschappen mochten blijken te bezitten, die van de door de Noord-zee afgezette sedimenten afwijken.

De rivierklei bevat klaarblijkelijk aanzienlijk minder kleimineralen dan zeeklei, en in sterke mate doet zich bij dit bodemtype het verschijnsel voor, dat een grooter gehalte aan afslibbare deelen de hoeveelheid mineralen, waaraan kali zich laat onttrekken, niet of nauwelijks doet toenemen. Nu valt de diepere samenhang tusschen het K-HCl cijfer en de minera-

logische samenstelling van den grond niet te overzien, zoodat elke uitspraak daarover een speculatief element bevat. Men krijgt uit het beloop van de K-HCl-slib-lijn bij rivierklei sterk den indruk, dat de kali hier niet speciaal in het fijne materiaal aanwezig is, doch dat men meer met een algemeene

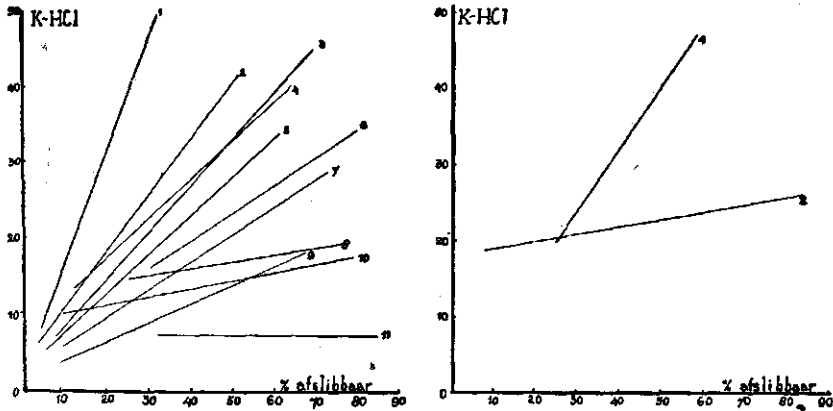


Fig. 9 en 10

De verhouding van het K-HCl cijfer tot het gehalte aan afslibbare deelen is in staat een differentiatie tusschen de verschillende typen van kleigrond te maken. In fig. 9 is de beteekenis van de weergegeven lijnen als volgt:

No.	Gebied	No.	Gebied
1	Wieringermeer 1930	7	Haarlemmermeer
2	Wieringermeer 1939	8	IJsselmonde
3	Zeeland	9	Krimpener Waard.
4	Goeree Overflakkee	10	Betuwe
5	Friesland	11	Biesbosch
6	Groningen		

Voor kleigrasland geldt echter een geheel andere samenhang dan voor kleibouwland. In fig. 10 geldt lijn 1 voor kleigrasland in Groningen, de door 2 aangegeven lijn voor grasland op rivierklei

eigenschap van het materiaal als zoodanig te maken heeft. Het zou bij voorbeeld kali uit het kristalrooster kunnen zijn, dat door het zoutzuur zoowel uit het fijne als uit het grove materiaal wordt geëxtraheerd. Een van het oppervlak van de gronddeeltjes afhankelijke eigenschap is dit kaligehalte naar het lijkt althans niet.

Welbeschouwd is het feit dat dit kaligehalte niet met het oppervlak van de deeltjes samenhangt en niet op de korrelgrootteverdeling reageert, een zeer zonderlinge en onbegrijpelijke zaak, waaraan, ter verkrijgen van een juist begrip van de beteekenis van het kalicijfer, het schenken van nadere aandacht zeker gewenscht zou zijn. Het valt bij voorbeeld op, dat alle lijnen van figuur 9 bij verlenging de kali-as ergens tusschen

K-HCl 5 en 7 zullen snijden. Zonder op de resultaten van de rivierklei te letten, zou men geneigd zijn, dit cijfer op te vatten als het kaligehalte van de deeltjes grooter dan $16\ \mu$ en er een afspiegeling in te zien van de hoeveelheid grove stukjes kleimineraal. Let men evenwel op het resultaat van de rivierklei, dan rijst de vraag, of men niet steeds bij de extractie met twee verschijnselen te doen heeft, waarvan één afhankelijk is van het oppervlak van de kalihoudende kleimineralen, welke factor bij rivierkleigronden blijkbaar van weinig beteekenis is en bij Zeeuwsche klei alles overheerscht, terwijl een andere factor bij de extractie van het oppervlak onafhankelijk is, een factor die bij rivierklei vrijwel de eenige belangrijke is, doch die bij zeeklei ook aanwezig moet worden geacht.

Deze vraag sluit aan bij een vraag, die bij de landbouwkundige beoordeeling van het kaligehalte steeds pleegt terug te komen, namelijk wat de oorzaak mag zijn, dat men vrijwel nooit gehaltecijfers aantreft, die beneden een bepaalde grens liggen, een grens die men bij de Groninger klei op 7 à 8 mag stellen. Tevens krijgt men den indruk, dat bij een gehalte, dat misschien slechts iets lager ligt, de kalirijkdom een zoo laag niveau heeft bereikt, dat er geen groei van het gewas meer kan plaats vinden. Men onttrekt dus met de n/10 HCl extractie kali aan den grond, die voor de plant niet toegankelijk is. Dit is opmerkelijk, want een K-HCl cijfer van 10 eenheden beteekent bij een doorwortelde grondlaag van 1 meter 1500 kg K_2O per ha. Zou hiervan een belangrijk gedeelte voor de plant ontoegankelijk zijn, b.v. de helft, dan zouden een oogst of vijf den grond geheel van alle opneembare kali hebben beroofd. Dat dit niet zoo is, heeft de practijk genoegzaam bewezen. Doch dat anderzijds de proefvelden voldoende duidelijk aanduiden, dat de wel opneembare kali slechts voor een gedeelte samenvalt met de met zoutzuur geëxtraheerde kali, staat eveneens voldoende vast. De plant kan ook kali onttrekken, welke men met n/10 HCl niet extraheert. Ook de groei van het gewas geeft dus een aanwijzing, dat de kali, die men in het grondmonster aantoot, op verschillende wijze gebonden moet zijn.

In hoeverre de opvatting over twee wijzen van binding van de kali juist is, zal diepergaand onderzoek dan het hier verrichte moeten leeren. Met de onderscheiding van uitwisselbaar tegenover niet uitwisselbaar komt dit verschil vermoedelijk niet overeen. Wij willen deze opvatting over verschil in binding en lokaliseering van de kali echter als bron voor nomenclatuur gebruiken en de kali onderscheiden in een van het slibgehalte afhankelijk en een niet van het slibgehalte afhankelijk deel.

Bij de zeeklei blijkt de aard van het van het slibgehalte afhankelijke deel te variëren en van zuid naar noord voortdurend af te nemen. Bij de rivierklei valt op, dat de niet van het slibgehalte afhankelijke kali in den Biesbosch een zeer lage waarde vertoont. Deze serie monsters is wel zeer arm, vooral indien men de gemiddelde lijn vergelijkt met wat men bij figuur 7 voor den zeer sterk uitgeboerden grond in den Huizenbeemd vindt. De Biesbosch is duidelijk met een rivierkleiafzetting bedekt, een feit dat door geologen reeds was opgemerkt. Bij IJsselmonde geeft de geologische kaart echter slechts voor een deel aan, dat het rivierklei zou zijn, namelijk het gedeelte ten oosten van de lijn van Hceerjansdam naar

de plaats IJsselmonde. Dit betreft slechts de helft tot een derde van het geheele eiland. In de met de slib- en kaligehalten verkregen grafiek bleek evenwel het overheerschende gedeelte van de monsters typische rivierkleieigenschappen te bezitten.

Teneinde dit nader te verifieeren werden de monsters, van het eiland IJsselmonde ingezonden, ingedeeld in eenige gebieden, n.l. het land om Rhoon en Pernis, dat het meest westelijk ligt, de Reierswaard, aan de oostzijde van het eiland gelegen, en ten slotte het land om Barendrecht, dat zich meer naar het zuiden uitstrekt. Van deze gebieden waren weliswaar niet veel analysecijfers aanwezig, maar het was voldoende om de gemiddelde lijnen door de waarnemingen aan te geven. In figuur 11 vindt men de resultaten weergegeven, tegelijk met die voor eenige omliggende gebieden.

In de lijnen 1 en 2 ziet men den samenhang voor Goeree en Overflakkee weergegeven, gesplitst naar jonge (1) en oude polders (2) met als scheiding het jaar 1700. Het verschil tusschen deze beide lijnen is van uiterst weinig belang, en men ziet hierin de lijn voor de Zeeuwsche klei in zuiveren vorm te voorschijn komen. De lijn 3 geldt voor de rivierkleigebieden van de Krimpenerwaard en noordelijk daaraan grenzende gebieden, de met 4 aangeduide lijn voor den Biesbosch. Deze beide lijnen staan geheel onder den invloed van de wijze van kalibinding van de rivierklei. Het valt echter op, dat de lijn voor de Krimpenerwaard wat meer helt, dan bij de Betuwe werd gevonden, terwijl de hoeveelheid van het slibgehalte afhankelijke kali bij den Biesbosch lager is dan bij eenig onderzocht gebied. Hetzelfde geldt hier voor de niet van het slibgehalte afhankelijke kali. Beide kalivormen zijn minder vertegenwoordigd dan zelfs bij het als uitgeboerd gesignaleerde gebied van den Huizenbeemd.

Geheel met den Biesbosch overeenkomend, hoewel wat kalirijker, is nu de bodem van de door de met 5 genummerde lijn weergegeven Reierswaard. Op de geologische kaart staat deze strook land als rivierklei aangegeven, en het blijkt wel, dat deze beoordeeling door het chemisch grondonderzoek geheel wordt ondersteund. De door 6 aangegeven lijn geldt evenwel voor het als zeeklei weergegeven gedeelte in het westen van IJsselmonde, en is moeilijk daarmede in overeenstemming te brengen. Deze lijn is nog geheel van het rivierkleitype. Men zou zich hier moeten afvragen, of de determinatie als zeeklei hier wellicht naar secundaire eigenschappen heeft plaats gehad. Ook is het denkbaar dat de geologische kaart met den ondergrond rekening houdt terwijl het grondonderzoek zich tot de bouwvoor beperkt. Slechts een nauwkeurige kennis van de determinatiekenmerken, waarvan men bij het vervaardigen van de geologische kaart zich heeft bediend, zal de elkander weersprekende resultaten van de beide beschouwingswijzen tot een juister geheel kunnen vereenigen.

Ook in het zuidelijk gedeelte, door lijn 7 weergegeven, treft men nog in hoofdzaak het rivierkleitype aan, al zou het wat steilere beloop hier een lichte vermenging met Zeeuwsche klei, en een toenadering tot de lijnen voor Goeree en Overflakkee kunnen doen vermoeden.

De vraag rijst dus, of niet een grooter gedeelte van de Zuid-Hollandsche eilanden de voor rivierklei typische eigenschappen heeft, dan op de geologische kaart als rivierklei staat aangegeven.

Duidelijk blijkt deze mogelijkheid ook uit figuur 12 waar alle analysecijfers voor de Zuid-Hollandsche eilanden bijeen zijn gebracht. De groote variatie in de ligging van de stippen wordt duidelijk, indien men dit opvat

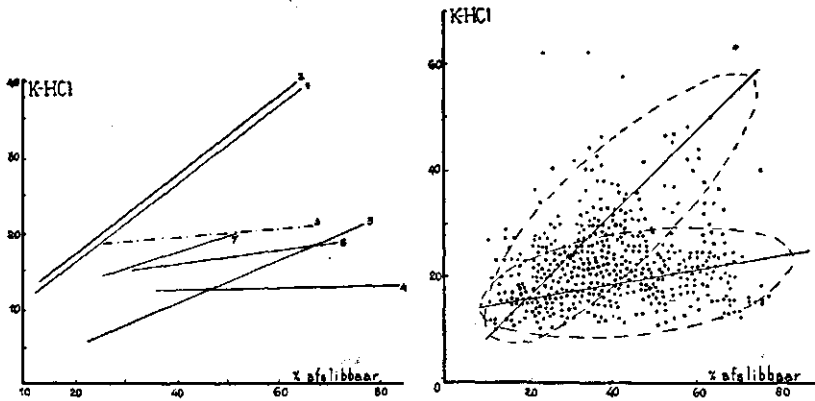


Fig. 11 en 12

In fig. 11 werd de mogelijkheid om rivierklei en zeelei door de kali-sliblijn te onderscheiden toegepast op de Zuid Hollandsche eilanden, met het doel, de grens tusschen deze beide kleiformaties te leeren kennen. De beteekenis van de weergegeven lijnen is als volgt:

No.	Gebied	No.	Gebied
1	Goeree en Overflakkee (jonge poldergrond)	4	Biesbosch
2	Goeree en Overflakkee (oude poldergrond)	5	Reierswaard
3	Krimpener Waard	6	Land van Rhoon en Pernis
		7	Land om Barendrecht

Een bewijs, dat de Zuid Hollandsche eilanden voor het overgrootste gedeelte uit rivierklei moeten bestaan, kan men ontleenen aan de stippenkaart in fig. 12, waarin alle op deze eilanden verrichte bemonsteringen werden samengebracht. Slechts een betrekkelijk gering gedeelte van de waarnemingen valt duidelijk binnen het gebied van de meest steile ellips, dat slechts voor zeelei geldt

als een rivierkleiachtig materiaal en een zeelei, waarvan de gebieden, waarbinnen de analyses moeten uitvallen, door ellipsen zijn aangegeven. Een overgroot gedeelte valt binnen de variatiebreedte van de rivierklei, zoodat men op grond van de willekeurig ingezonden monsters zeer veel rivierklei zou verwachten, en veel meer dan uit het oostelijke hoekje van IJsselmonde en de noord-oost punt van Beijerland, van Puttershoek tot Mookhoek, lijkt te kunnen worden verklaard. In figuur 12 werd een groot aantal monsters opgenomen van gebieden, die elk op zichzelf te klein waren om een aanduiding van den loop van de gemiddelde lijn te kunnen geven. In deze samenvatting komen ze echter nog wat tot hun recht.

Ook op andere plaatsen in den lande doen zich verschillen voor in den

samenhang tusschen het kali- en het slibgehalte, die een blijkbaar geologisch oorsprong hebben.

Zoo viel het bij het bewerken van de kalianalyses van in Groningen genomen monsters op, dat in het gebied tusschen Spijk, Appingedam en Delfzijl een afwijkend gedrag viel waar te nemen.

Terwijl voor geheel Groningen steeds een afhankelijkheid van het kali-eijfer ten opzichte van het gehalte aan afslibbare deelen wordt gevonden, die op de normale hoeveelheden niet van het slibgehalte afhankelijke kali wijst en op een afslibbaar materiaal, dat betrekkelijk een gering gehalte aan van het slibgehalte afhankelijke kali bezit, vindt men voor dit gebied van oude kleigronden een hoog gehalte aan van slib afhankelijke kali en een negatieve hoeveelheid niet van het slibgehalte afhankelijke kali. Figuur 13 geeft hiervan een indruk. De mineralogische samenstelling moet hier wel anders zijn dan in de rest van de provincie. De klei komt bij dezen grond in zijn gedrag bij de kali-analyse ongeveer overeen met de Zeeuwsche klei. En wanneer men als verklaring van het negatieve gehalte aan niet van slib afhankelijke kali zou willen veronderstellen, dat men door aanwezigheid van een inactief materiaal van een korrelgrootte beneden 16μ hier met een in verhouding wat te hoog gehalte aan afslibbare deelen werkt, dan zou deze klei zelfs nog rijker zijn dan de Zeeuwsche klei.

Dat men in de provincie Groningen een dergelijke afwijkende streek aantreft, is zeer opvallend. Aan den grond zelve werd door ons nooit iets afwijkend opgemerkt. Men kan ook vaststellen, dat naar den ouden Fivelboezem toe er een langzame overgang naar den normalen kalirijkdom optreedt. Als centrum van het afwijkend gebied stelden wij aan de hand van de aanwezige monsters het gebied vast, begrepen tusschen Tjamsweer, Krewerd, Nansum en Delfzijl. Het gebied ten noorden van de terpen Loppersum, Enum, Leermens, Krewerd, Holwierde, en ten zuiden van de lijn Zeerijp, Godlinze, Spijk, blijkt een kali-slib-lijn te geven, die reeds duidelijk vlakker loopt dan de lijn voor het gebied ten noorden van Appingedam, doch nog niet zoo vlak als de voor Groningen algemeen gevonden samenhang.

Men zou nu kunnen denken, dat deze afwijking zou kunnen samenhangen met de Eems. In hoeverre dat juist is, zou uit grondonderzoek aan den overkant moeten worden vastgesteld. Wel kan hier reeds worden opgemerkt, dat in het gebied van den Dollard de gebruikelijke samenhang tusschen het kali- en het slibgehalte wordt gevonden, en dat daar dus van een eventueelen invloed van de Eems geen sprake is. Ook ten noorden van Spijk vindt men de gebruikelijke kaligehalten met het gehalte aan afslibbare deelen samengaan. De eenige aanwijzing, dat men hier wellicht met een andere voorgeschiedenis te maken heeft, vindt men in mededeelingen van VAN GIFFEN over de terp van Wierhuizen, waar de terpzool uit in zoetwater afgezette klei bestaat, terwijl tevens DODO WILDEVANG gelijksoortige mededeelingen doet voor het land ten oosten van de Eems. De waarde van deze waarnemingen voor het verklaren van het hier gevonden verschillend gedrag van de klei in Vierburen lijkt evenwel twijfelachtig.

Een geologisch geheel andere afzetting is nog de oude zeeklei, een

marien sediment, uit het begin van het jong Holocene. Dit is het materiaal, dat men in de Hollandsche diepe droogmakerijen in den bouwvoor aantreft. Nu stonden van den Haarlemmermeer een aantal monsters ter beschikking,

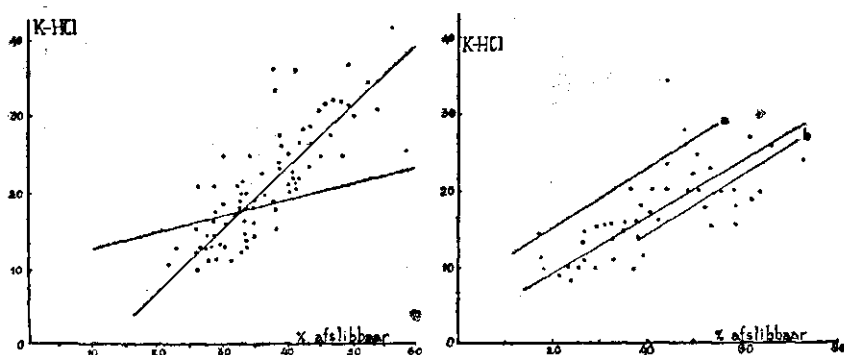


Fig. 13 en 14

Ook binnen meer homogene kleitypen blijken afwijkende formaties voor te komen. In Groningen in het Waterschap Vierburen ten Noorden van Appingedam vindt men klei, welke een veel steilere kali-sliblijn bezit. De voor deze gronden gebruikelijke, minder oplopende lijn, werd ter vergelijking in fig. 13 eveneens ingeteekend. In fig. 14 daarentegen blijkt, dat geologisch zeer verschillende gronden een zelfde kali-sliblijn kunnen hebben, zooals blijkt uit de lijn voor Oude klei uit het begin van het jong Holocene, welke in den Haarlemmermeer aan de oppervlakte komt. De daarvoor gevonden lijn werd vergeleken met de met a weergegeven lijn voor recente klei van de Uiterdijkslanden ten Noorden van Usquert en Uithuizen en met de lijn b, welke geldt voor recente klei uit het Oudland, een gedeelte van het Dollardgebied

welke hier dus, voor zooverre dat toelaatbaar mag worden geacht, een vorm van de oude zeelei representeeren. In figuur 14 vindt men in de stippenkaart weergegeven, hoe deze samenhang uitvalt.

Ter vergelijking werd in dezelfde figuur de lijnen uitgezet voor één van de rijkste gronden van Groningen, n.l. de Uiterdijkslanden achter Usquert-Roodeschol, waar bij een bepaald gehalte afslibbare deelen de hoogste kaliejfers werden gevonden, benevens die voor den kaliarmsten grond, die wij in een van de oude Dollard-inpolderingen aantreffen, n.l. het Oudland.

Gezien de ligging en de karakteristieke helling, die bij de Groninger klei optreedt, en waarvan de beide in figuur 14 mede opgenomen lijnen de uiterste grenzen vertegenwoordigen, die bij dit grondtype optreden, blijkt deze klei geheel vergelijkbaar te zijn met de oude klei uit den Haarlemmermeer. Dit gaat zelfs zoo ver, dat bij voorbeeld in een teekening de kali-slib-lijn voor de Scheemderzwaag vrijwel met de lijn voor den Haarlemmermeer zou zijn samengevallen. De oude klei is dus van de jonge klei op deze wijze niet te onderscheiden. Ook uit anderen hoofde werd het vermoeden wel uitgesproken, dat het verschil tusschen oude en jonge klei, dat men op geologischen grond maakt, mineralogisch van weinig belang zou zijn. Het resultaat van dit onderzoek draagt aan het bewijs van dit vermoeden zijn aandeel bij.

Bij de voorgaande beschouwingen was steeds sprake van monsters van bouwlanden. Een enkel woord dient hier nog gewijd te worden aan den samenhang tusschen het kali- en slibgehalte bij grasland. Over dit onderwerp valt echter weinig te zeggen, aangezien er bij grasland zoo weinig regelmaat in de analysecijfers blijkt te bestaan. Dit is een welbekend verschijnsel, dat eenzijdig zijn oorzaak vindt in de ophooping van voedingszouten in de bovenste paar centimeters van de zode, anderzijds vermoedelijk ook in de zeer wisselende beteekenis van de organische stof, die als humusgehalte op het analyseverslag wordt aangegeven. Soms is dit voor een groot deel het levende wortelstelsel van het gras, veelal ook is er veel juist afgestorven materiaal aanwezig, soms goed verteerd, soms echter in dikke viltlagen als slecht vergaen materiaal. Grasland is voor een bodemkundig onderzoek als het hier beschrevene een moeilijk en ondankbaar studieobject.

In figuur 10 vindt men de gemiddelde lijnen weergegeven voor het grasgebied van Groningen, vrijwel uitsluitend uit oude, uitgeloogde klei bestaande, en het grasland van den Huizenbeemd, een gebied dat eveneens uit uitgeloogde gronden bestaat. Terwijl de eerste lijn, met *a* aangegeven, voor grond geldt, die met het gebied van Vierendeel te vergelijken zijn, waarvan de curve in figuur 16 met 1 wordt aangegeven, is het grasgebied van den Huizenbeemd, met *b* aangegeven, te vergelijken met het bouwlandgebied uit hetzelfde onderzoek, dat in figuur 7 werd afgebeeld.

In de in dit artikel niet opgenomen stippenkaarten, waaruit deze gemiddelde lijnen werden afgeleid, blijkt de veel grootere variatie in de kaligehalten overduidelijk. Bij het grasland op de rivierklei is de spreiding van de kaligehalten minstens drie maal zoo groot als bij het bouwland. Bij de zeeklei treft men bij voorbeeld bij eenzelfde gehalte aan afslibbare deelen kaligehalten aan van 15 en 85 milligram per 100 gram grond. Ziet men van deze variatie even af, dan is er ook tusschen de gemiddelde lijnen een aanzienlijk verschil. De lijn voor het Groninger grasland loopt zeer veel steiler dan de gebruikelijke lijn voor bouwland. In plaats van een stijging van 2,5 à 3 eenheden kali per 10 % afslibbaar is dit hier ongeveer 8 eenheden. Bij de rivierkleigronden vindt men een vrijwel gelijke helling van de lijn, doch hier is het vooral het niet van het slibgehalte afhankelijke kaligehalte, dat met ongeveer 7 punten van gemiddeld 14 tot 21 toegevoegd is. In beide gevallen dus een waarde, die aanzienlijk meer bedraagt dan wat men bij bouwland vindt. Zooals reeds werd opgemerkt, zijn de individueele uitkomsten echter zoo verschillend, dat gemiddelde lijnen als in figuur 10 weergegeven, voornamelijk als illustratie van het groote verschil tusschen den kalirijkdom van gras- en bouwland moeten worden opgevat, zonder dat daaraan als kwantitatieve afbeelding veel beteekenis mag worden toegekend.

Invloed van de uitlooging op het kaligehalte

Een invloed die min of meer aansluit bij de geologische factoren, die hiervoor werden genoemd, vindt men in de veroudering van den grond. Naar mate een grond ouder is, en meer heeft blootgestaan aan uitlooging en aan onttrekking door het gewas, zal ook het kaligehalte gedaald zijn

en de rijkdom van den grond zijn afgenomen. Zooals elders werd opgemerkt, is het kalkgehalte bij niet te oude gronden een van de beste criteria voor den ouderdom van de Groninger klei. De veroudering van den grond en den invloed daarvan op het kaligehalte bestudeert men dan ook het beste op grond van den samenhang tusschen kalk en kali.

De uitlooging verloopt bij klei in twee sterk onderscheiden tempi, namelijk zeer snel vlak nadat de grond droog is komen te liggen, waarna een min of meer vaste toestand wordt bereikt. Na het bereiken van deze omstandigheden, waarin de grond tot een normalen cultuurgrond is geworden, schrijdt het verlies aan basen slechts langzaam voort.

Omtrent de eerste periode krijgt men een inzicht uit de daling van de kalicijfers van de monsters uit den Wieringermeer in negen jaren, volgende op het droogvallen ¹⁾. De lijnen 1 en 2 in fig. 9 geven hiervan een beeld.

De monsters van 1930 bleken een buitengewoon hoog kaligehalte te bezitten, dat bijna dubbel zoo hoog was als dat van de rijkste Zeeuwsche klei. Negen jaar later is nog steeds het gehalte hooger dan van alle overige gronden in Nederland, doch het verschil met de Zeeuwsche klei is tot een 20 à 25 % van den rijkdom van laatstgenoemde grondsoort gedaald. Deze gronden bevinden zich in de periode van zeer snel verlies van de basen. Hoe traag deze uitspoeling en onttrekking na eenige honderden jaren gaat verlopen, blijkt uit de analysecijfers van oudere gronden.

Welk resultaat men bij het uitzetten van het kaligehalte tegen het gehalte afslibbare deelen krijgt indien men de monsters groepeerst naar den ouderdom van reeds lang bestaande polders, waarin de bemonsterde akker ligt, wordt afgebeeld in de figuren 15 en 16. In figuur 15 vindt men vijf polders bijeengenomen van opklimmenden ouderdom, alle in het, wat betreft de ontstaanswijze, zoo eenvormige Dollardgebied gelegen. De data van inpoldering zijn achtereenvolgens:

1. polder nabij Nieuw Beerta	1550
2. Scheemderzwaag	1597
3. Oudland	1626
4. Oud Nieuwland	1665
5. Nieuwland	1701

Wanneer men de ligging van de kali-slib-lijn voor de laatste drie polders met elkander vergelijkt, ziet men duidelijk de hoogere kaligehalten bij den jongsten polder tot uiting komen. In 40 jaar tijd zou er bij deze ongeveer 200 jaar oude polders een daling van het kaligehalte van ongeveer 4 eenheden optreden. Dit bedrag lijkt wel zeer groot, en in figuur 16 vindt men een aanzienlijk lagere waarde voor deze daling. Neemt men de monsters uit den polder nabij Nieuw Beerta en de Scheemderzwaag ook in de

¹⁾ De analyses van de grondmonsters uit de Wieringermeer werden verricht door het Laboratorium voor Bodemkundig Onderzoek van de Landbouwkundige Afdeling der Directie van de Wieringermeer. De gegevens werden door den met de leiding van dit laboratorium belasten landbouwkundige DR. IR. A. J. Zuur welwillend voor opname in dit artikel afgestaan, voor welke aanvulling van het onderzoek de schrijver hier gaarne zijn dank betuigt.

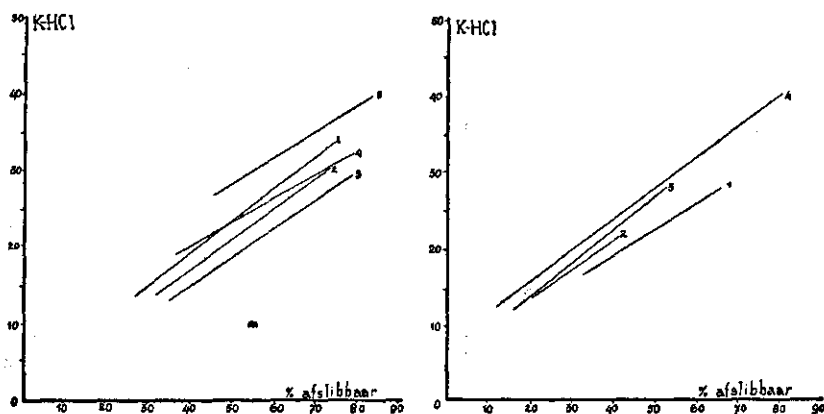


Fig. 15 en 16

Tengevolge van de uitlooiing neemt het kaligehalte van den grond af. De helling van de kali-sliblijn verandert daardoor echter weinig. Voor de zware klei uit het Dollard-gebied wordt dit aangetoond in fig. 15, voor de klei van het centrum van Groningen tot aan de kust blijkt dit uit fig. 16. Voor de beteekenis van de verschillende lijnen zij men verwezen naar de tekst op blz. 748 en 749.

beschouwing op, dan wordt het beeld minder fraai. Het valt moeilijk te zeggen, of deze beide polders monsters van afwijkende samenstelling opleveren, of dat de rangorde van de andere drie groepen monsters toevallig is. Bij de oudste gronden zal men evenwel steeds afwijkingen mogen verwachten. In deze streek heeft men bij voorbeeld nogal wat aan het delven van woelklei en het opbrengen van Dollardslib gedaan, terwijl in de Scheemderzwaag het weggraven van de bovenlaag van de klei voor de steenfabriek eveneens een storenden factor kan zijn, waarvan men den omvang zonder speciale terreinstudie niet direct kan overzien.

In figuur 16 namen wij de oudste gedateerde polders tegenover jongere polders in dezelfde streek, n.l.:

1. Vierendeel en land van Garmerwolde
en ten Boer 300 v.Chr. ²⁾
2. Koren en Zijldijkster polder 1444
3. Uiterdijkslanden van Uithuizen 1750
4. Jongere polders achter Uithuizen enz. 1770—1880

Ook in deze figuur ziet men bij eenzelfde gehalte aan afslibbaar materiaal den oudsten grond het laagste, den jongsten grond het hoogste kaligehalte bezitten. Hier daalde het K-HCl cijfer evenwel slechts twee tot drie punten in 400 jaar, en daarvan in de laatste 70 jaar nog meer dan in de eerste paar honderd jaren. Bij wijze van illustratie namen wij nog een lijn op van de gronden in Vierendeel en zuidelijk aangrenzend gebied, volgens KOOPER 300 v. Chr. bedijkt, over welken ouderdom echter verschil van

²⁾ Datering volgens J. KOOPER, Het Waterstaatsverleden van de Provincie Groningen. Bijdrage tot de kennis van de Provincie Groningen 1939.

meening bestaat. Deze met 1 aangegeven lijn zou een toestand representeren, die 17 eeuwen eerder was gefixeerd. Deze zeer lange tijd van uitlooiing heeft geen grooten invloed gehad op het kaligehalte. De waarde van deze aanwijzing is overigens gering, omdat men de wijze van gebruik en de uitlooiing niet maar zoo aan die bij jongere polders gelijk mag veronderstellen.

Het blijkt hieruit wel, dat het gebruiken van de kali-slib-lijnen als maat voor de snelheid, waarmee het kaligehalte daalt, soms moeilijkheden meebrengt. Allerlei plaatselijke omstandigheden en kleine geologische of mineralogische verschillen zullen vermoedelijk mede hun invloed hebben, en de goede volgorde van de lijnen verstoren.

Een methode, die beter voldaan heeft voor het aantoonen van den samenhang tusschen de mate van uitlooiing van den grond en den kali-rijkdom werd in een eerder artikel reeds besproken.¹⁾ Voor de veroudering van den grond kan men met goed succes de kalkonttrekking als karakteristiek nemen. Deze nu kan met voordeel door de lrb waarde worden weergegeven. Bij het uitzetten van het K-HCl cijfer tegen de lrb waarde zou men evenwel een storenden invloed van het gehalte aan afslibbare deelen ondervinden. Het is daarom noodzakelijk als vergelijkingswaarde een kaliwaarde te nemen, die onafhankelijk is van het slibgehalte. Nu werd er reeds in het begin van dit artikel op gewezen, dat het kaligehalte, bepaald bij een vaste schudverhouding van basenbindend vermogen op extractiemiddel, dat met de letter- en cijfercombinatie K-10T zal worden aangeduid, aan deze voorwaarde voldoet. Bij het beoordeelen van den invloed van de uitlooiing op het kaligehalte neemt men daarom het beste ditzelfde K-10 T cijfer om tegen de lrb waarde uit te zetten.

In de figuren 17 en 18 ziet men, op welke wijze de veroudering van den grond gepaard gaat met een daling van den kalivoorraad. In figuur 17 werden de omgerekende analysecijfers uitgezet, die voetstoots uit het materiaal voor de Groninger klei werden ontnomen. Opvallend is hier de groote spreiding, die vooral veroorzaakt wordt door de betrekkelijk groote variatie die in het K-HCl cijfer kan optreden. Bij het berekenen op 10 millival T ziet men de afwijkingen veelal versterkt tot uiting komen. Wanneer men evenwel de K-10 T cijfers boven 25 even buiten beschouwing laat, dan ziet men beneden die waarde een verdichting in de stippen optreden, die de gemiddelde lijn van samenhang omgeeft. Hieruit blijkt, hoe in het algemeen in Groningen bij een hooge lrb waarde het kaligehalte weinig afneemt, bij een lage lrb waarde daarentegen snel gaat dalen.

In de reeds genoemde publicatie¹⁾ werd het Dollardgebied als meer homogeen gebied uitgekozen om eens te laten zien, hoe daar de kali door uitspoeling en opname door het gewas verdween. In figuur 18 wordt ter afwisseling nog eens een materiaal bijeengebracht, ontleend aan in Schouwen en Duiveland genomen monsters.

Er zou alle aanleiding zijn om aan te nemen, dat het resultaat bij deze

¹⁾ W. C. VISSER. De kenschetsing van den kalktoestand door een combinatiecijfer: De lrb waarde. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, N°. 48 A, blz. 1—29, '42.

Zuid-Hollandsche klei geheel anders zou uitvallen. Wij wezen er reeds op, dat het kaligehalte in dit gebied bij een gelijk kleigehalte nogal wat hooger was, terwijl van deze gronden bekend is, dat de snelheid, waarmede de kalk uit de bouwvoor verdwijnt, aanzienlijk geringer is dan in Groningen

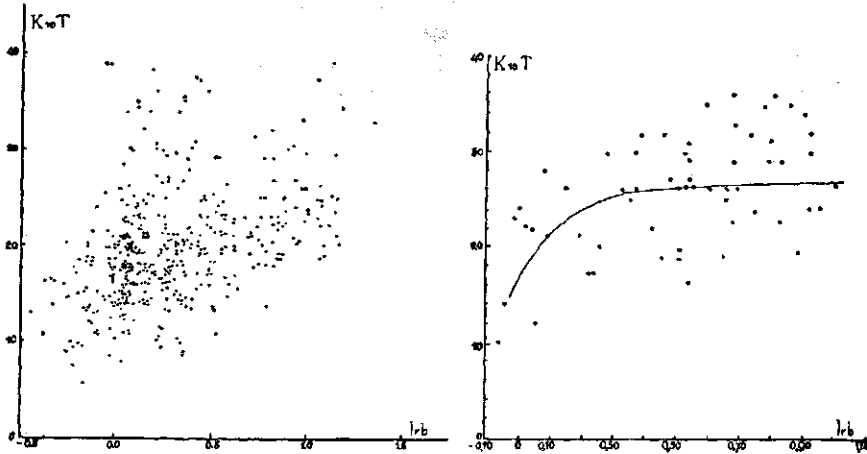


Fig. 17 en 18

De invloed van uitlooiing en onttrekking van de kali door het gewas kan men het meest nauwkeurig bestudeeren door het op gelijke hoeveelheid complex uitgedrukte kalicijfer uit te zetten tegen het op gelijke hoeveelheid complex uitgedrukte kalkgehalte. In fig. 17 wijzen de voetstoots uit een groot materiaal genomen waarnemingen van de K-10 T, welke tegen de lrb waarde werden uitgezet, voor de Groninger klei op een duidelijke daling van het kaligehalte bij veroudering. In fig. 18 is dit voor meer homogeen materiaal, afkomstig van Schouwen en Duiveland, voor een nauwkeuriger bestudeering toegankelijk gemaakt

kan worden vastgesteld ¹⁾. Bij een gelijke lrb waarde kan deze grond dus veel ouder zijn, en zou dan veel langer aan de onttrekking van het gewas zijn blootgesteld. Deze eigenschap doet dus een lagere ligging van de lijn verwachten, terwijl de grootere kalirijkdom een hogere ligging waarschijnlijker maakt. Het elkander tegenwerken van beide reacties levert mogelijk de verklaring voor de zeer groote overeenstemming, die bij de curven voor Schouwen-Duiveland en den Dollard werd gevonden. De K-10 T cijfers bij gelijke lrb waarde zijn voor Schouwen-Duiveland ongeveer 2 eenheden hooger.

Wanneer men aanneemt, dat voor het allergrootste gedeelte het verdwijnen van de kali samenhangt met de onttrekking door het gewas, dan kan voor dit verschijnsel een verklaring zonder moeite worden voorgesteld. Elders ²⁾ werd betoogd, dat vooral het kalkgehalte de kaliopname door

¹⁾ J. G. MASCHHAUPT. De cultuurgronden op IJsselmonde. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, N^o. 39 A, blz. 475—521, '33.

²⁾ W. C. VISSER. Een onderzoek naar de kali- en fosforzuurhuishouding van de Groninger klei- en zavelgronden. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, N^o. 48 A, blz. 87—345, '42.

de plant beheerschte. Zou deze oorzaak van onderlingen samenhang, die zijn oorzaak vindt binnen de plant, nu van de plant alleen afhangen, en niet van den grond, dan zou inderdaad verwacht mogen worden, dat voor alle gronden de K-10T-lrb lijn een ongeveer gelijke gedaante zal hebben. Van slechts een beperkt aantal kleitypen konden wij deze curve op betrouwbare wijze vaststellen. Niet steeds was het grondonderzoek voldoende volledig, maar vooral vindt men niet steeds zoowel hoge als lage lrb waarden. Bij Schouwen-Duiveland komen de sterk ontkalkte gronden reeds niet in die hoeveelheden voor, als wij ze in het Groninger analysemateriaal aantreffen, met het gevolg dat het sterk dalende deel van de curve door slechts enkele waarnemingen wordt aangeduid. Zou men een gebied onderzoeken, waar deze lage kalkgehalten niet voorkwamen, dan zal men uit het van voldoende met kalk verzadigde gronden afkomstige materiaal alléén, zeer weinig kunnen afleiden. De meer algemeene geldigheid, die wij, gegrond op plantenfysiologische argumenten, aan deze kalionttrekkingscurve min of meer zouden willen toeschrijven, geeft aan het nog onvoldoende uitgebreide materiaal een wat grooter beteekenis.

De invloed van humus op het kaligehalte

De belangstelling, die voor den samenhang tusschen het slib- en het kaligehalte bestaat, vond tot dusverre ten aanzien van het humusgehalte zijn equivalent niet. Hoewel men veelal rekent, dat voor de humus hetzelfde geldt als voor de afslibbare bestanddeelen, indien men maar met het verschil in basenbindend vermogen van beide componenten rekening houdt, is het geenszins vastgesteld, noch is het waarschijnlijk, dat kali in dit opzicht zich op een met kalk geheel te vergelijken wijze zou gedragen. Een onderzoek omtrent het gedrag van het kaligehalte bij opklimmend humusgehalte werd ingesteld, waarbij vooral monsters van humeuze kleigronden in de beschouwing werden betrokken.

Een eerste poging beoogde vast te stellen, of bij humeuze kleigronden voor de verhouding van het slib- tot het kaligehalte bij gelijk humusgehalte dezelfde samenhang werd gevonden als bij de gewone kleigronden. Eenzelfde wijze van bewerken, op de verhouding van het humus- tot het kaligehalte toegepast, zou dan de activiteit van de humus hebben kunnen geven, en de verhouding tot de activiteit van het afslibbaar materiaal zou dan een inzicht geven in de klei-humus verhouding voor kali.

Bij deze techniek werd de bewerking er op gebaseerd, dat de relatie van afslibbaar materiaal en humus tot het kalicijfer door een rechte lijn zou kunnen worden weergegeven. De klei-humus verhouding werd zeer wisselend gevonden en de betrouwbaarheid van de zoo verkregen uitkomsten kon niet hoog worden aangeslagen.

De oorzaak hiervan bleek te liggen in het niet lineair met het humusgehalte samenhangen van het kaligehalte. In figuur 19 wordt voor een groep slibgehalten, met het gehalte 37 % als gemiddelde, weergegeven, welke samenhang tusschen K-HCl en humus blijkt te bestaan. Bij hogere gehalten aan afslibbare deelen vindt men eenzelfde vorm van curve. Slechts treft men dan niet zulke hoge humuscijfers aan, om de overigens zeer begrijpelijke reden, dat, aangezien afslibbaar plus zand plus humus

gelijk honderd is, een hoog slijbgehalte een hoog humusgehalte uitsluit. Wel zijn bij een hooger gehalte afslibbare deelen de K-HCl cijfers gemiddeld iets hooger, en wel 1,5 punt voor elke 10 % die het gehalte aan fijnste deeltjes stijgt.

De stijging van het kaligehalte bij toenemend gehalte aan afslibbare deelen is bij deze humushoudende klei duidelijk minder sterk dan bij normale kleigronden. Teneinde na te gaan, of hier sprake was van een ander type van kleimateriaal, werd een onderzoek ingesteld naar de kali-klei curve van de direct noordelijk aan dit gebied van humeuze klei grenzende gronden van Bedum, St. Annen, ten Boer en ten Post, in figuur 16 weergegeven als lijn 1. Dit is een oud polderlandschap met vrij hoog slijbgehalte, dat in sterke mate ontkalkt is. Bij dezen kleigrond werd weer de normaal voorkomende stijging van het kaligehalte van 2,5 tot 3 punten per 10 % afslibbaar gevonden. Men moet wel tot de conclusie komen, dat tengevolge van de aanwezigheid van de humus een geheel andere wijze van uitspoelen van kali en van opnemen door het gewas optreedt, dan bij de gewone klei wordt gevonden. Het verschil komt er in hoofdzaak op neer, dat bij een laag gehalte aan afslibbaar materiaal het kalicijfer aanzienlijk hooger is, dan men bij deze oude polders zou verwachten. Bij hoog slijbgehalte komt de grootte van het K-HCl cijfer ongeveer overeen met wat men bij normale klei zou mogen verwachten. Het is niet duidelijk, wat de verklaring mag zijn van de hoge K-HCl cijfers bij gronden met een gering gehalte aan fijnste deeltjes. Deze verhouding van kali tot slijb geldt ook voor een laag humusgehalte, waar de klei-humus verhouding weinig verschilt van die bij de niet humeuze klei, waarbij het kaligehalte dus lager uitvalt.

Een opvallend verschijnsel is verder het dal in de kali-humus curve, dat tusschen een humusgehalte van 10 en 20 % het diepste punt vertoont. Nu behoort een humusgehalte van omstreeks 15 % bij een slijbfractie van 40 tot 50 % tot een van de kenmerken van het in Groningen voorkomende bodemtype, dat onder den naam van roodoorn als een zeer ongunstige bouwgrond bekend staat. Bekend was, dat men op deze gronden moeilijkheden ten aanzien van de kalk-, fosfaat- en waterhuishouding mag verwachten. Dat ten aanzien van de kali dit bodemtype eveneens een bijzondere plaats in zou nemen, was voor zoover bekend, nog niet opgevallen.

In figuur 19 komt evenwel tot uiting, dat gronden met voor roodoorn kenmerkende humusgehalten de meest kaliarme zijn. Of men hier in werkelijkheid met roodoorn te maken heeft gehad, was niet na te gaan. De bevolking noemt in de streek ten zuiden van het Damsterdiep grond reeds roodoorn, waar de bevolking uit het Dollardgebied, waar de meest kenmerkende vorm van roodoorn wordt gevonden, dit zeker niet zou doen. Wel komen in het hier onderzochte gebied, besloten tusschen lijnen, loopende van Groningen naar Delfzijl en Siddeburen, specifieke roodoorngronden voor. Grootendeels vindt men echter een minder ijzerhoudende variant, met opvallend hoge fosforzuurcijfers. Voor dit afwijkende type geldt de gevonden samenhang tusschen het kali- en het slijbgehalte.

Ten aanzien van den kwantitatieven samenhang tusschen het humusgehalte en de K-HCl cijfers kan men weinig meer doen, dan den ingewikkelde vorm van de gemiddelde curve constateeren. De verklaring zal

vermoedelijk samenhangen met de condities, waaronder de humeuze klei werd afgezet, het verschil in sterkte waarmee kali aan de slibfractie en

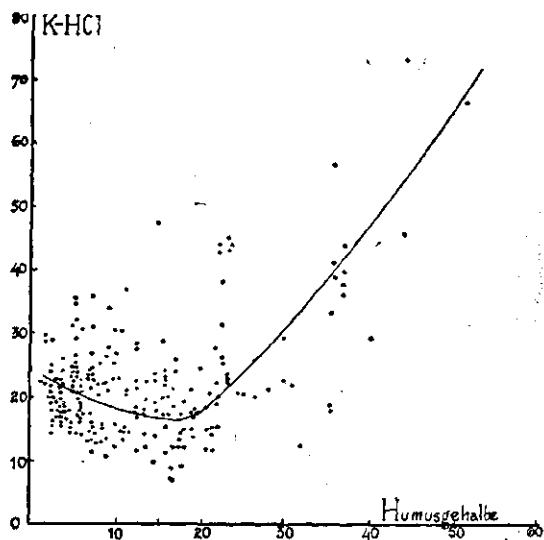


Fig. 19

Bij humeuze klei blijkt, dat het kaligehalte niet evenredig met het humusgehalte toeneemt. In fig. 19 werd van een aantal monsters van humeuze kleien uit het gebied ten Zuiden van het Damsterdiep het K-HCl cijfer na herleiding op gelijk gehalte aan afslibbare deelen tegen het humusgehalte uitgezet. Bij roodoornachtigen grond met 10 tot 20 % humus blijkt men den kleinsten kalirijkdom aan te treffen.

aan de humus wordt gebonden, en tenslotte de wijze, waarop in latere jaren deze grond door de bevolking werd gebruikt. Van een vaste verhouding tusschen de aan klei en aan humus gebonden kali, op een wijze, zooals men dit bij kalk wel veronderstelt, is blijkbaar geen sprake.

Den invloed van bemesting en onttrekking

In het voorgaande werd steeds het kaligehalte, zooals dat in een bepaald gebied gevonden werd, als een grootheid beschouwd, die een zekere afhankelijkheid tot de minerale of organische bestanddeelen vertoonde en de componenten, waaruit de grond is opgebouwd, tot op zekere hoogte kon representeren. De vraag moet evenwel onder de oogen worden gezien, of dit kaligehalte wel in zoodanige mate als vaste bouwsteen in de samenstelling van den grond mag worden beschouwd. Wanneer men kalicijfers van monsters, die van voor tuinbouw gebruikte akkers stammen, in verband brengt met het gehalte aan afslibbare deelen, dan valt dadelijk op, dat het kalicijfer door den mensch in sterke mate kan worden beïnvloed. Deze cijfers zijn soms buitengewoon hoog, duidelijk in samenhang met zeer groote giften aan kalibemesting, die men bij deze wijze van gebruik den grond pleegt te geven. Hiertegenover staat dan de vraag, in welke mate het

kaligehalte daalt, wanneer men gedurende een aantal jaren de bemesting geheel weglaat.

Leerzaam is in dit opzicht het analysemateriaal van het kaliproefveld Pr 80 op zwaren kleigrond, waar men een onbemest object gedurende geruimen tijd vergeleek met een object, dat de voor lichte gronden als normaal geldende praktijkbemesting kreeg, terwijl een tweede object drie maal zooveel kreeg als met deze normale, volledige praktijkbemesting overeenkomt. De klei is hier zeer zwaar, en in deze streek wordt over het algemeen betrekkelijk weinig kali gegeven. Ook de licht bemeste veldjes kregen dus meer, dan op deze gronden in den loop van de jaren een rendabele bemesting mag worden genoemd.

In figuur 20 valt allereerst op, dat er een zekere schommeling in het K-HCl gehalte te bespeuren valt. Deze variatie is geen gevolg van onnauwkeurigheden in de bemonstering en de analyse, doch berust op wezenlijke veranderingen in den grond, zooals elders reeds voor zandgronden werd aangetoond ¹⁾. Deze variaties zonder bekende oorzaak schommelen om een lijn, die bij het onbemeste veldje sterk den indruk geeft, een geleidelijke daling uit te beelden. In den loop van een goede tien jaren daalt het kaligehalte blijkbaar een punt of vijf. Door een elk jaar wederkerende bemesting van 150 kg K₂O per ha stijgt het kaligehalte ten opzichte van den grond van het onbemeste object met ongeveer 15 punten, zoodat de bemesting, die zooals reeds werd opgemerkt, voor deze zware klei hoog is, den grond na een jaar of tien nogal wat rijker heeft gemaakt. Stelt men een punt van het kaligehalte gelijk met 25 kg K₂O, dan zou in een bouwvoor van 20 cm het kalicijfer maximaal 80 punten hebben kunnen stijgen. Met 15 punten vindt men in de bemonsterde laag op dit proefveld dus een vijfde gedeelte terug. Bij het met 500 kg K₂O per ha elk jaar bemeste object is de stijging 80 punten, terwijl daar de maximum stijging op omstreeks 250 kalieenheden kan worden berekend. Hier werd dus een derde gedeelte teruggevonden. Zou het gelukken om aan te toonen, dat door de bemesting 75 kg K₂O meer door het gewas zou worden opgenomen, dan op het onbemeste veld, of dat deze hoeveelheid op andere wijze aan den bodem zou worden onthouden, dan zou men voor beide objecten een verrijking van den grond in de bemonsterde bovenlaag van 37 % van de gegeven hoeveelheid kali vinden. Dit cijfer hangt echter samen met de bemonsteringsdiepte. Zou men slechts tien cm diep bemonsterd hebben, dan zou een eenheid van het kaligehalte met 12,5 kg K₂O overeenkomen, en zou de berekening leeren dat men iets minder dan 20 % in de bemonsterde laag terugvindt.

Niet steeds loopen deze lijnen zoo fraai. In figuur 21 geven wij voor drie andere proefvelden de gegevens. Bij de onbemeste objecten ziet men ook daar een langzame daling, die in de helft van den tijd ook ongeveer de helft van de grootte bereikt van wat bij het vorige proefveld werd gevonden. Deze drie proefvelden liggen alle op lichte zavelgrond, hetgeen aan de snelheid van verlies van kali blijkbaar weinig afdoet.

¹⁾ F. v. D. PAAUW. Het kalivraagstuk op zand- en dalgronden. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, N°. 42 A, blz. 393—448, '36.

Het proefveld Pr 172 is in deze figuur vertegenwoordigd met een object, dat tot 1934 een kalibemesting ontving, daarna evenwel steeds onbemest werd gehouden. In 1937 blijkt het betrekkelijk geringe verschil in rijkdom,

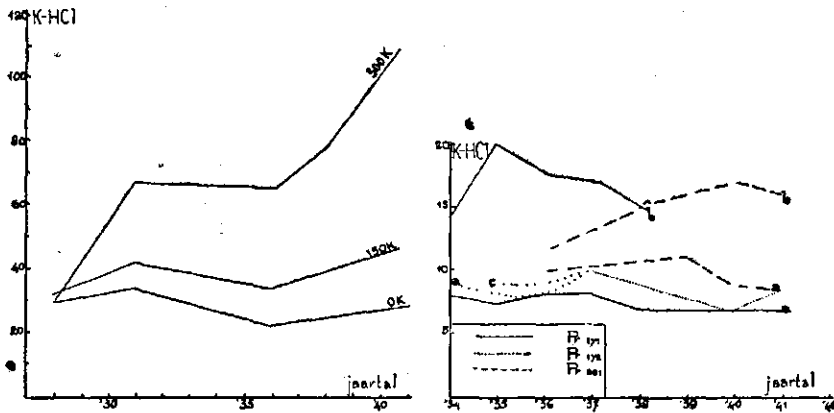


Fig. 20 en 21

Door bemesting is men in staat het K-HCl cijfer zeer aanzienlijk te veranderen. Uit fig. 20 blijkt echter, dat deze veranderingen bij de praktische bemestingshoeveelheden van ondergeschikt belang blijven. Slechts bij zeer groote hoeveelheden treedt een sterke stijging van het cijfer op. Terwijl in fig. 20 de resultaten van een proefveld op zware klei worden weergegeven, vindt men in fig. 21 proefvelden op lichte klei. In deze figuur zijn met a de analyses van de onbemeste veldjes weergegeven, met b die van de veldjes, welke 300 kg K_2O kregen, c geeft een object aan dat tot 1934 300 kg K_2O kreeg en daarna onbemest werd gelaten. De op gelijke wijze geteekende lijnen behoreen tot hetzelfde proefveld

dat door deze bemesting teweeg werd gebracht, reeds te zijn verdwenen. Verder vindt men steeds voor beide objecten een gelijk kaligehalte. De vroeger gegeven bemesting werkt blijkbaar niet lang na.

De 300 kg K_2O per ha die op een van de objecten van Pr 171 werd gegeven, levert een zeer grillige stijging van den kalirijkdom op. In 1935 vindt men een zeer groot verschil, dat in de opvolgende jaren afneemt. Aangezien na 1938 dit object volgens een ander plan bemest werd, bestaat geen gelegenheid, na te gaan hoe de kalirijkdom zich verder heeft gedragen. Wat bij dit proefveld den invloed van de bemesting op den bodemrijkdom is geweest, kan hier niet op bevredigende wijzen worden afgeleid. Duidelijker is in dit opzicht het proefveld 201. Na het bemesten van het hier te bespreken object met 300 kg K_2O per ha gedurende zes jaar is het kaligehalte acht punten gestegen. Een berekening, op dezelfde wijze als bij Pr 80 werd toegepast, leert, dat men hier in de bovenste laag een negende gedeelte van de sedert het begin van de proef gegeven bemesting terugvindt. Hierbij is wederom met een 20 cm dikke laag gerekend, waaruit de monsters werden ontleend. Dit zal wel weer een iets te groote waarde zijn, wat overigens aan de beteekenis van de gevonden uitkomst weinig verandert. Voldoende duidelijk blijkt, dat op dezen lichten zavel een veel grooter gedeelte van de gegeven kali uit de bouwvoor verdwijnt.

Uit deze cijfers van de besproken proefvelden mag men wel afleiden, dat door het geven van een bemesting of door het uitboeren van het land men zeker in staat is, het kalicijfer in aanzienlijke mate te veranderen. Men kan echter tevens afleiden, dat de normale bemestingspolitiek, die de praktijk als gemiddelde volgt, het kalicijfer vrij goed op dezelfde hoogte zal houden, zoodat de in theorie mogelijke veranderlijkheid van het kaligehalte in werkelijkheid niet van zooveel belang zal zijn, dat men bij het beoordeelen van de relatie tusschen kali en andere bodemconstanten hierdoor ernstige storingen zal behoeven te vreezen.

Een geheel andere mogelijkheid om den invloed van de bemesting op den kalirijkdom na te gaan kan men vinden in het met elkander in verband brengen van het K-HCl cijfer met de bemesting in de voorafgaande jaren. Als maat voor de gebruikelijke bemesting werd daarbij de gegeven hoeveelheid K_2O als gemiddelde over de laatste zes jaren genomen. De gegevens stammen weer van het grondonderzoek in de provincie Groningen, waarbij bij alle monsters door middel van vragenlijsten opgaven omtrent de bemesting in de voorafgaande jaren werden verkregen. In figuur 22 worden van slechts eenige gebieden uit de serie, die voor dit doel onderzocht werd, de gemiddelde lijn gegeven, die bij deze bewerking uit de waarnemingen kon worden afgeleid.

In den loop van de lijn komen verschillende eigenschappen van het K-HCl cijfer tot uiting. Wanneer de lijn voor het Marnegebied als voorbeeld wordt genomen, dan ziet men aan de naast de lijn bijgeschreven cijfers voor de grootte van de slibfractie, dat bij zware gronden met hooge K-HCl cijfers men geringe hoeveelheden kali pleegt te geven. Neemt de gemiddelde meststofgift toe, dan krijgt men met lichtere gronden te maken. Deze daling van het gehalte afslibbare deelen, hoewel bij hoogere meststofgiften nog steeds min of meer te constateeren, wordt bij nog maar betrekkelijk lage bemestingshoeveelheden van zoo weinig belang, dat deze invloed verder buiten beschouwing kan worden gelaten. Het gebruik, om zware gronden weinig te bemesten, is echter verantwoordelijk voor den dalenden tak van de curve, waarbij een grootere bemesting met een lager kaligehalte gepaard gaat. Aan dezen dalenden tak sluit zich een stijgende tak aan, die bij een vrijwel gelijk blijvend slibgehalte een samengaan van een hooger kaligehalte met een grootere bemestingshoeveelheid aantoonst. Hier heeft men blijkbaar met een geheel ander verschijnsel te maken en wel met het omhoogbrengen van het kaligehalte door de hooge bemestingsgiften. Bij de curve voor het Marnegebied is deze stijging niet zeer groot, en kan dat, gezien de reeds behandelde proefvelden ook moeilijk zijn, omdat het hier gaat om het effect van enkele tientallen kilogrammen K_2O . Het optreden van deze stijging bij een groot aantal monstergroepen maakt echter, dat de stijging als zoodanig wel vast staat. Niet steeds treedt de dalende tak op. Dit is dan ten deele het gevolg van een groote gelijkmatigheid in het gehalte afslibbare deelen in de betrokken streek, waardoor de invloed van een geringere bemesting wegens het rijk zijn van den bodem niet optreedt. In andere gebieden, vooral langs de kust, is het voorkomen van groote slibfracties echter welbekend, zonder dat de daling in de bemestingshoeveelheid, die hiermede pleegt samen te gaan in deze

grafieken tot uiting komt. Gedeeltelijk zullen deze kleirijke strooken aan den teen van den dijk hier te smal zijn, dat de bevolking bij de bemesting daarmede rekening houdt. Nauwkeurig onderzocht werd dit punt niet, daar het meer met de bemestingsgewoonten van de praktijk samenhangt, hetgeen hier niet tot onderwerp van studie is gemaakt.

Een ander, buiten deze studie vallend, onderwerp, dat hier echter even zal worden aangeroerd, is de vraag, of het diepste punt van de curve een zekere beteekenis voor de bemestingspolitiek kan worden toegeschreven. Bij het Marnegebied vindt men het laagste kaligehalte bij 80 à 85 kg K_2O per ha. Deze waarde geldt voor kleigronden met gemiddeld 18 %

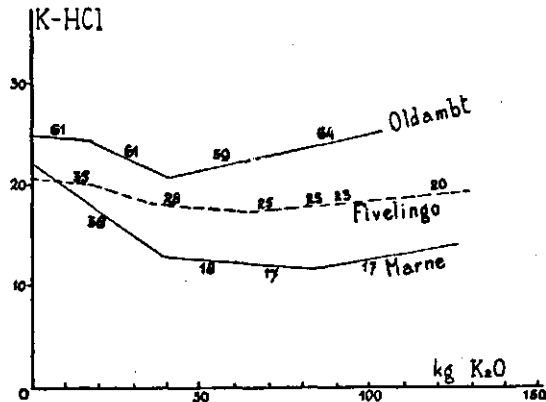


Fig. 22

In fig. 22 wordt aangegeven, welke kaligehalten men op perceelen vindt, die in de voorafgaande 6 jaar gemiddeld een bemesting kregen, als op de horizontale as werd afgezet. Voor drie gebieden uit de provincie Groningen, waarvan het verschillend gehalte aan afslibbare deelen door de cijfers bij de lijnen wordt weergegeven, vindt men een verschillenden invloed van de gegeven bemesting. Naarmate het gehalte aan afslibbare deelen hooger is, is een geringer hoeveelheid kali in staat het K-HCl cijfer te doen stijgen

afslibbare deelen. Bij een gemiddeld slibgehalte van 25 % vindt men voor het noordelijk gedeelte van Fivelingo en de aangrenzende wadpolders een minimum kaligehalte bij 60 tot 65 kg K_2O per ha. Voor het oude gedeelte van het Oldambt, globaal het gebied rondom Scheemda, vindt men voor 60 % slibfractie het laagste punt bij 40 kg K_2O per ha.

Een zekere aanwijzing is aan deze gegevens niet te ontleenen, omdat ons inzicht betreffende de vraag welke reacties in een dergelijk vrij ruw cijfermateriaal wel meespelen, niet ver genoeg is gevorderd. Het lijkt echter wel zeer verleidelijk hier te denken aan de hoeveelheid bemesting, die noodig is om de bouwvoor voor uitboeren te behoeden. Een gedeelte van de kali, die het gewas opneemt, wordt ongetwijfeld aan de diepere lagen ontleend, doch een groot deel zal door de sterk bewortelde bouwvoor moeten worden geleverd. De mislukkingen in het gewas, die optreden wanneer men deze hoeveelheid niet aanvult, zullen de praktijk er, gemiddeld genomen, ongetwijfeld toe gebracht hebben, deze gevallen door een zwaardere

bemesting te corrigeeren. De laagste cijfers, die hier optreden, zouden wellicht als de laagste grens voor de bemesting kunnen worden geïnterpreteerd, terwijl bij nog lagere giften een hooger kaligehalte van den grond het tekort in de totaal ter beschikking staande hoeveelheid meststofzout moet compenseeren. In dit verband zou duidelijk worden, dat het dal bij rijke kleigronden, waar de ondergrond meer kan leveren, bij lager bemestingsdosis moet optreden dan bij arme gronden. De gevonden waarden van 85, 65 en 40 kg K_2O komen daarbij overeen met de K-HCl cijfers 13, 17 en 21 waaruit dan mogelijk ook voor andere kaligehalten de benodigde meststofhoeveelheid tot het op peil houden van den kalirijkdom van de bouwvoor zou kunnen worden afgeleid.

De vraag, waarnaar hier evenwel meer de belangstelling uitgaat, is, met welke snelheid het kaligehalte toeneemt, wanneer men grootere meststofgiften gaat toedienen, dan de hier genoemde. Gemiddeld uit vele groepen monsters krijgt men den indruk, dat bij een meststofgift die met 100 kg toeneemt, een kaligehalte behoort, dat 6 punten hooger ligt. Volgens de reeds eerder gebruikte benaderende berekening zou 100 kg K_2O met 4 punten K-HCl per jaar overeenkomen. Verder mag men aannemen, dat in het groot gebruiken van kali pas stamt uit het einde der twintiger jaren, toen de lage prijs van zwavelzure ammoniak oorzaak was, dat de chilisalpeteer geheel werd verdrongen. Daardoor verviel de kalisporende werking van het natrium, en na eenige jaren zag men de kaligebrekverschijnselen snel in hevigheid toenemen. De lage prijs van eerst de Poolsche, en later de Spaansche kali maakte het geven van een kalibemesting in die jaren verder veel aantrekkelijker, zoodat men tusschen 1925 en 1930 in het groot begon kalibemesting te geven. De in de practijk voorkomende kalibemestingspolitiek is dan ook niet meer dan een jaar of tien toegepast op de in figuur 22 verzamelde gegevens. Men vindt hier dus van een mogelijke verhooging van omstreeks 40 punten 6 punten in de bemonsterde laag terug. Met een zevende is deze verhouding weinig verschillend van wat op de proefvelden op zavel werd gevonden, die in figuur 21 werden afgebeeld.

Overzicht en samenvatting

De kalirijkdom van kleigronden wordt in ons land in hoofdzaak vastgesteld door extractie van het grondmonster met $n/10$ HCl, bij een extractieverhouding van één gewichtsdeel grond op tien deelen extractiemiddel. Het zoo verkregen gehalte geeft maar een bepaalde blik op den rijkdom en er zijn ongetwijfeld gedeelten van het vraagstuk van de wijze van kalibinding, die door dat enkele cijfer niet worden gekenschetst. Wanneer men een dieper inzicht in de problemen, die met het kaligehalte van den grond samenhangen, wil verkrijgen, dan wordt het allereerst als een beperking gevoeld, dat men zoo slecht overziet, wat er bij een extractie met zoutzuur eigenlijk geschiedt, en welke invloed er van zuursterkte en extractieverhouding uitgaat op de evenwichten, die zich tijdens de extractie instellen. Het gemis van een uitwisselingsformule, die in staat is met meer dan twee componenten bij het evenwicht rekening te houden, voelt men sterk, en ook, dat ten aanzien van deze zoo gebruikelijke extractiewijze

zoo weinig fundamenteel theoretisch inzicht bestaat, maakt, dat men in de resultaten van het chemisch grondonderzoek wel verschillen ontdekt, zonder in staat te zijn, deze aan bepaalde mineralogische of andere oorzaken te verbinden.

Bij afwezigheid van een stevig fundament, om het kalivraagstuk op te baseeren, moet men den rijkdom, in plaats van zooals gebruikelijk deze weer te geven door een enkel cijfer, trachten te kenschetsen met behulp van andere eigenschappen van het grondmonster, op grond waarvan het kaligehalte zijn definitieve beteekenis kan verkrijgen. Een dergelijk inzicht geldt dan weliswaar slechts voor het K-HCl cijfer alleen, doch uit het vooronderzoek kon worden afgeleid, dat het waarschijnlijk was, dat de gevonden regels ook nog wel voor de kali zou gelden, die met wat sterkere of zwakkere zuren wordt geëxtraheerd. Voor de sterkte van het extractiemiddel kan men vermoedelijk wel een vrij breede marge toelaten, zonder dat de bij dit onderzoek verkregen kwalitatieve resultaten zich sterk zullen wijzigen. De kwantitatieve uitkomst is vanzelfsprekend wel geheel van de sterkte van het zuur en de extratieverhouding afhankelijk.

Het meest bekend is het verband, dat tusschen het gehalte aan afslibbare deelen en het kaligehalte bestaat. Dat een dergelijk verband moet optreden, lijkt vanzelf te spreken, want naarmate het slibgehalte hooger is, onderwerpt men een grotere hoeveelheid kalihoudend materiaal aan de extractie. Voor de Groninger klei wordt aangetoond, dat wanneer men hoeveelheden grond extraheert, waarvan het basenbindende vermogen steeds even groot wordt genomen, er geen invloed meer van het gehalte aan afslibbaar materiaal uitgaat. Dit cijfer wordt in dit artikel met de afkorting K-10 T weergegeven, en kan worden gedefinieerd als de hoeveelheid kali die met 300 cc zoutzuur geëxtraheerd kan worden uit de hoeveelheid van het monster, welke 10 millival basenbindend vermogen bezit.

Onderzoek bij kleigronden van verschillende herkomst wijst uit, dat tusschen het gehalte aan afslibbare deelen en het kaligehalte een verschillend type van samenhang kan optreden. Zeer rijk is de Zeeuwsche klei, minder rijk de Friesche, nog weer minder kali bevat de grond in Groningen, terwijl de rivierafzettingen het opmerkelijke beeld vertoonen, dat het kaligehalte niet of nauwelijks met het gehalte aan afslibbare deelen samenhangt. In gebieden, waar rivierklei en zeeklei aan elkander grenzen, krijgt men een zeer verward beeld van den samenhang tusschen kali en slib, te meer, daar blijkt dat een scheiding tusschen wat men tot dusverre als rivierklei en wat als zeeklei beschouwde, niet samenvalt met wat volgens het grondonderzoek tot het rivierklei- of het zeekleitype behoort. De vraag moet dan ook gesteld worden, of men de scheiding tusschen rivier- en zeeklei hier en daar niet zal moeten verleggen.

Terwijl bij het verschil tusschen rivier- en zeeklei men met bekende grondsoorten te doen heeft, waarvan het verschil in gedrag weinig verwondering baart, vindt men in een gedeelte van Groningen een klei met afwijkende eigenschappen, waarvan men geen vermoeden had, dat er een verschil zou bestaan. Hier lijkt een ander type klei te zijn afgezet. Aard en oorzaak van dit verschijnsel zijn nog niet bekend.

Een onderzoek, in hoeverre klei van geologisch oudere perioden

afwijkende eigenschappen zou kunnen bezitten, werd verricht aan grondmonsters uit den Haarlemmermeer, bij klei welke is afgezet in het eerste gedeelte van het jong-holocene. Deze klei toont een resultaat, dat geheel te vergelijken is met wat men bij de recente klei van Groningen vindt.

Bij grasland ligt de situatie geheel anders. Men vindt in de zodelaag zeer ver uiteenlopende gehalten en aanzienlijk hogere kalicijfers, dan men bij bouwland in de bouwvoor aantreft. Voor bodemkundig onderzoek leent grasland, door zijn wisselende samenstelling, zich slecht.

Van veel belang is verder nog de uitloogingsgraad. Bij vroeg ingedijkte landen vindt men de lijn, die de verhouding van kali tot afslibbare deelen weergeeft, bij een lager kaliniveau liggen dan bij pas ingepolderden grond. Echter komen er ook wel afwijkende lijnen voor, terwijl de ongelijke uitlooming binnen een polder oorzaak kan zijn van een zekere mate van variabiliteit, die storend kan werken. Een poging werd daarom gedaan om den uitloogingsgraad zelf te definieeren, waartoe de lrb waarde werd gebruikt, een in een vroeger artikel meer uitvoerig behandelde grootheid, waarmede de kalktoestand van kleigronden goed kan worden weergegeven. Deze waarde werd in verband gebracht met de voor dit doel speciaal ontwikkelde wijze van weergeven met de K-10 T waarde, waardoor de afhankelijkheid van het gehalte aan afslibbare deelen vervalst. Het blijkt dat, vooral nadat de koolzure kalk is verdwenen en de grond onverzadigd is geworden, de kali begint af te nemen. Gedeeltelijk werd dit vraagstuk reeds behandeld in het vroeger gepubliceerde artikel over de lrb waarde. De grafiek, welke toen voor gronden in Groningen werd vervaardigd, geeft een resultaat, dat vrijwel geheel overeenkomt met het ditmaal uitgewerkte voorbeeld voor Schouwen-Duiveland. Voor de kennis van den rijkdom van den grond is het lrb cijfer naast het K-HCl cijfer blijkbaar een belangrijk gegeven.

Zoodra de grond meer humus bevat dan men normaal bij een kleigrond aantreft, verandert de samenhang tusschen het gehalte aan afslibbare deelen en het kaligehalte geheel. Bij laag slijbgehalte is er aanzienlijk meer kali per gewichtseenheid afslibbaar bestanddeel aanwezig. De invloed van het humusgehalte op den kalirijkdom wordt weergegeven door een eerst dalende en later stijgende curve, die leert, dat kleigrond met 10 tot 20 % humus het minste kali bevat. Opmerkelijk is, dat in dit gebied de roodoorngronden liggen, waarvan ten aanzien van andere eigenschappen het landbouwkundig ongunstige karakter wel bekend is. Dat ook ten aanzien van de kali de grond arm zou zijn, was, voor zoover bekend, nog niet opgemerkt.

Tenslotte werd nog nagegaan, welken invloed men door middel van de bemesting op het kaligehalte kan uitoefenen. Het blijkt dat, door het niet geven van een bemesting, de daling per jaar ongeveer een half punt bedraagt gedurende de eerste jaar of tien. Dit resultaat werd zoowel op een proefveld op zware klei als op eenige velden op zavel gevonden. Bij het geven van vrij hooge bemestingsgiften werd gevonden, dat men op zware klei een derde tot een vijfde van de gegeven kali in de bouwvoor terugvindt, terwijl op zavel dit gedeelte dichter in de buurt van een tiende gedeelte ligt. Daardoor kan men, door gedurende langen tijd zware bemestingen te geven, het kalicijfer zeer belangrijk opvoeren.

De bemestingen, die de praktijk toepast, zijn in het landbouwbedrijf evenwel steeds van een dergelijke grootte, dat een stijging van veel belang niet te verwachten is, temeer daar men een dergelijke stijging zal moeten nemen tegenover de gemiddelde bemesting met kalizouten, die men in een bepaald gebied gewoon is te geven. Uit dergelijke praktijkgegevens werd een lichte aanwijzing verkregen, dat op zware gronden een bemesting van 40 kg K_2O per ha noodig is, om de bouwvoor voor uitboeren te behoeden, welke hoeveelheid bij lichte zavelen tot 85 kg K_2O zou stijgen. Slechts indien men hoeveelheden meststof geeft, die hier belangrijk bovenuit gaan, wordt het kaligehalte zoodanig gewijzigd, dat de in de voorafgaande beschouwingen behandelde gemiddelde vormen van samenhang niet meer opgaan. In tuinbouwgebieden en op voor dergelijke doeleinden gebruikte akkers komt dit inderdaad voor. Men zal de variabiliteit van het kaligehalte dus voor een deel wel aan dezen invloed mogen toeschrijven. Doch de regemaat, die in het landbouwbedrijf in de bemestingsgewoonten steekt, is zoo groot, dat de samenhang tusschen het kaligehalte en andere eigenschappen van den grond daardoor niet belangrijk zal worden verstoord.

Men mag dan ook uit dit onderzoek de conclusie afleiden, dat het grondonderzoek op kaligehalte, waarover in het uitgebreide materiaal van het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek een schat van gegevens op nadere bewerking wacht, waardevolle aanwijzingen vermogt te geven over den toestand van den bodem in geologisch zoowel als mineralogisch en landbouwkundig opzicht.

De waarde van deze gegevens wordt grooter, naarmate het onderzoek vollediger wordt uitgevoerd, en naarmate men meer praktische gegevens omtrent voorgeschiedenis en behandeling in het landbouwbedrijf, en aanwijzingen over tijdvak en wijze van afzetting en verdere bodemkundige eigenschappen verzameld heeft. Van direct belang zijn daarbij het gehalte aan afslibbare deelen en het humusgehalte, het totale basenbindende vermogen, het volledige kalktoestandsonderzoek en de bemesting en gewassen in de voorafgaande jaren. Bij het organiseren van regionaal onderzoek is het van veel belang juist met de groote waarde van een omvattende opzet van het onderzoek rekening te houden. Vooral die monsters zijn van belang, waarvan de plek, waar het monster werd genomen, op een kaart is vastgelegd.

De bestudeering van de gegevens komt het beste tot zijn recht, indien deze wordt uitgevoerd door iemand die het gebied landbouwkundig zoowel als bodemkundig goed kent. De algemeene resultaten, die in dit artikel werden bijeengebracht, kunnen bij een dergelijk onderzoek de eerste richtlijnen verschaffen.

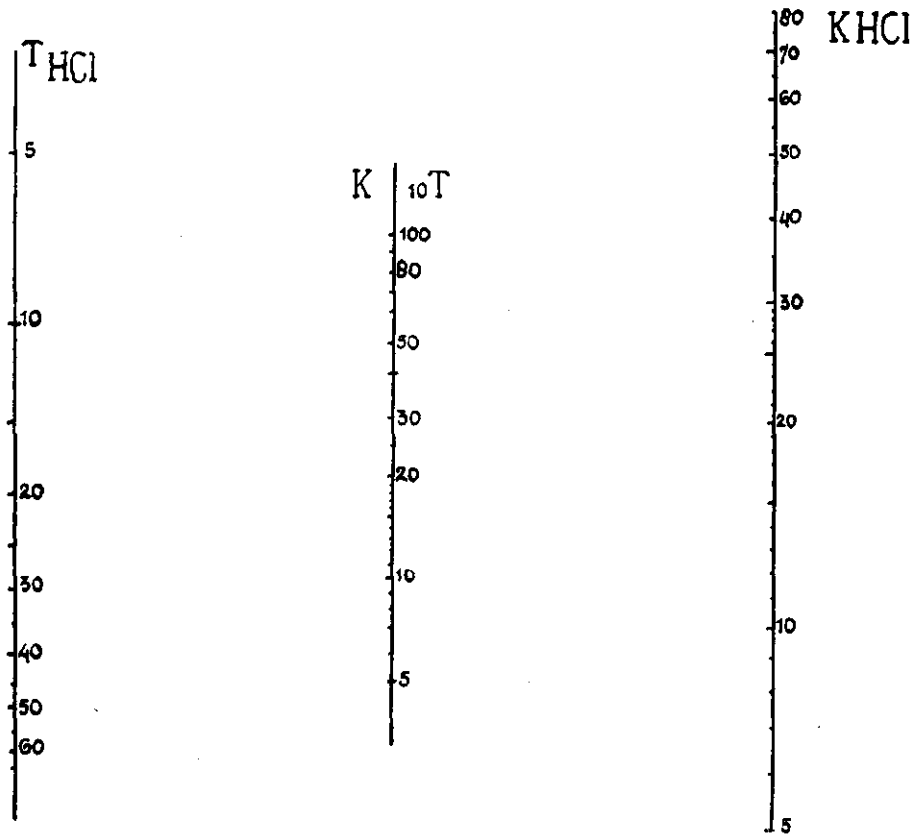


Fig. 23

Nomogram voor de voorloopige methode van omrekenen van kaligehalten bij constante verhouding van grond op extractievloeistof (K-HCl cijfer) op het kaligehalte bij constante verhouding van basenbindend vermogen op extractievloeistof (K-10 T cijfer). Wanneer men de in een monster bepaalde T-waarde door een rechte lijn met het kaligehalte verbindt, snijdt deze lijn de middenas bij het voor dien grond geldende K-10 T cijfer