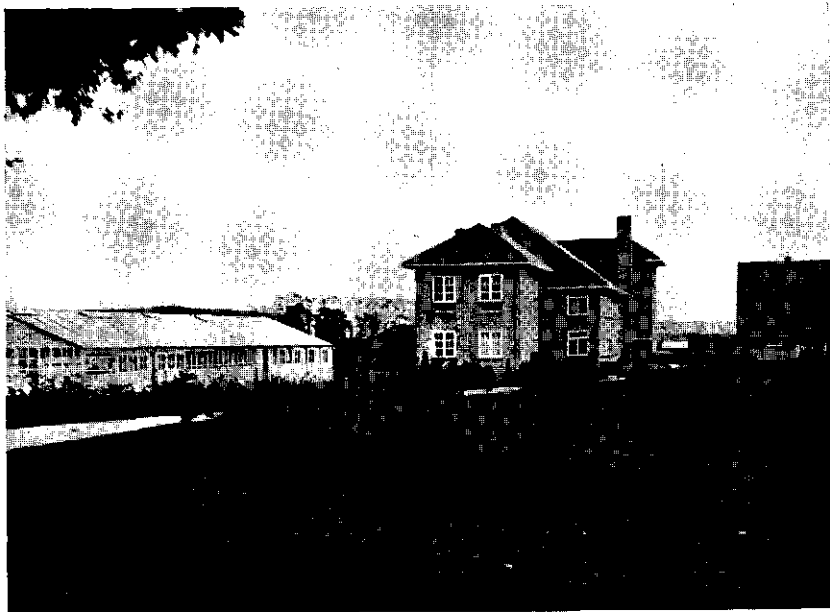
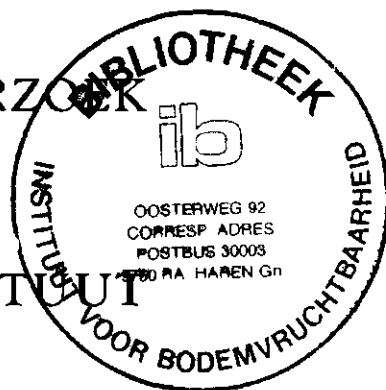


BODEMKUNDIG INSTITUUT GRONINGEN

TWINTIG JAAR
BODEMKUNDIG ONDERZOEK
(1916–1936)

TIEN JAAR
BODEMKUNDIG INSTITUUT
(1926–1936)



OVERZICHT TERREIN VAN HET BODEMKUNDIG INSTITUUT GRONINGEN
MET GEBOUW EN KAS

DRUKKERIJ GEBROEDERS HOITSEMA - GRONINGEN

VOORWOORD.

Bij het verschijnen van dit boekje past een persoonlijk woord ter inleiding.

Vanaf 1899 heb ik in mijn eerste drie ambtelijke functies — aan 's Lands Plantentuin te Buitenzorg (tot 1903) en aan de Rijkslandbouwproefstations te Goes (1903—1907) en te Wageningen (1907—1916) — onder de andere werkzaamheden door eenigen tijd voor bodemkundige onderzoekingen kunnen vinden. Op 1 Augustus 1916 verwisselde ik de functie van directeur van het Rijkslandbouwproefstation Wageningen voor die van directeur van de 3e afdeling van het gereorganiseerde Rijkslandbouwproefstation Groningen, destijds de afdeling voor algemeen bodemkundig onderzoek. Van dien datum af en in nog meerdere mate vanaf Juni 1926, toen deze afdeling in een zelfstandig Bodemkundig Instituut werd omgezet, kreeg ik gelegenheid mij geheel aan de studie van bodemkundige vraagstukken te wijden.

Ik heb gemeend deze twee feiten — twintig jaar bodemkundig onderzoek (1916—1936) en tien jaar Bodemkundig Instituut (1926—1936) — niet onopgemerkt te mogen laten voorbijgaan; ik meende tevens, dat het zijn nut kon hebben, een overzicht van het in deze perioden verrichte werk te geven, ook al mogen de opvattingen omtrent enkele vraagstukken in den loop van deze 20 jaar eenige wijzigingen hebben ondergaan.

Het was voorzeker geen gemakkelijke taak, al dit werk, dat over bijna 200 publicaties verdeeld is, in een overzichtelijk en ook voor niet-vakgenooten leesbaar geheel samen te vatten. Uit den aard der zaak heb ik mij hierbij tot het voornaamste moeten beperken; voor bijzonderheden wordt naar de betreffende publicaties verwezen. Alleen nieuwe onderzoekingen zijn soms wat uitvoeriger behandeld. Ook is in sommige gevallen de richting, waarin het onderzoek zich in de toekomst bewegen zal, kort aangeduid.

Alleen nog deze opmerking. Men neme dit boekje voor wat het wil zijn: een overzicht van het verrichte werk, waarin getracht is de verschillende onderwerpen zoo goed mogelijk te rangschikken. Een leerboek over bodemkunde, waarin de stof systematisch behandeld wordt, is het zeker niet.

Het is het scheepje, waarover mij nu twintig jaar geleden het commando werd toevertrouwd, niet steeds voor den wind gegaan. Met des te grooter dankbaarheid denk ik hier aan de harmonische samenwerking, die steeds onder de kleine bemanning geheerscht heeft. Wat in deze afgelopen 20 jaar bereikt is, is mede aan hun aller krachtige medewerking te danken. En dit slaat ook op het personeel van de Commissie-LOVINK, thans dat van de Directie van den Wieringermeerpolder, dat aan het Bodemkundig Instituut te Groningen gedetacheerd is of geweest is.

Ook past hier een woord van dank aan allen, die verder het bodemkundig onderzoek en het Bodemkundig Instituut Groningen in deze 20-jarige periode gesteund hebben. Ik hoop, dat zij bij het doorbladeren van dit boekje het gevoel zullen krijgen, dat hun steun niet misplaatst geweest is. Van hen allen noem ik hier slechts een tweetal, die de dood reeds van ons heeft weggenomen. Het zijn Ir. I. G. J. KAKEBEEKE, die als inspecteur van den Landbouwvoorlichtingsdienst aan de Directie van den Landbouw te 's-Gravenhage, en Ir. J. F. LIGTENBERG, die vooral in zijn functie van secretaris van de Commissie-LOVINK, het bodemkundig onderzoek steeds krachtig bevorderd hebben.

Groningen, einde Juni 1936.

D. J. HISSINK.

HISTORISCH OVERZICHT.

Tot het jaar 1916¹⁾ hadden 5 van de 6 Rijkslandbouwproefstations (Wageningen, Groningen, Hoorn, Maastricht en Goes) alle tot taak het onderzoek van meststoffen en voederstoffen, elk voor een gedeelte van het land; het Rijksproefstation voor Zaadcontrôle te Wageningen was voor het zaad-onderzoek over het geheele land aangewezen. Naast dit contrôle-onderzoek hield ieder der 6 proefstations zich verder min of meer met landbouwkundig onderzoek bezig. Bij Koninklijk Besluit van 6 September 1915, No. 387, vond eene reorganisatie plaats, waarbij de proefstations verdeeld werden in proefstations voor landbouwkundig onderzoek (Groningen, Hoorn) en proefstations voor contrôle-onderzoek Maastricht (meststoffen), Wageningen (veevoeder) en Goes (diversen; later opgeheven). De taak van het Rijksproefstation voor Zaadcontrôle te Wageningen bleef hierbij onveranderd (contrôlewerk en landbouwkundig onderzoek). Bij de reorganisatie van 1915 werd het proefstation te Hoorn aangewezen voor het verrichten van onderzoekingen en het leiden en uitvoeren van proefnemingen op het gebied van de zuivelbereiding en de veevoeding; het proefstation te Groningen voor het verrichten van onderzoekingen en het leiden van proefnemingen op het gebied van den akker- en weidebouw. Met ingang van 1 Mei 1916 werd het Groninger Station in vijf afdelingen ingedeeld, te weten:

- de eerste afdeling voor de cultuur op de klei- en zavelgronden;
- de tweede afdeling voor de cultuur op de zand- en veengronden;
- de derde afdeling voor het algemeen bodemkundig onderzoek;
- de vierde afdeling voor het bacteriologisch onderzoek;
- de vijfde afdeling voor het botanisch onderzoek.

Dr. D. J. HISSINK aanvaardde op 1 Augustus 1916 zijn functie als directeur van de derde afdeling van het Rijkslandbouwproefstation Groningen, de afdeling voor het algemeen bodemkundig onderzoek. Deze derde afdeling werd gevestigd in een woonhuis in de Herman Colleniusstraat No. 25 te Groningen.

¹⁾ Voor de geschiedenis vóór 1916 zie o.m.:

- a) De dienst der Rijkslandbouwproefstations, Gebr. J. en H. VAN LANGENHUYSEN, 's-Gravenhage (1907).
- b) De reorganisatie van het Proefstationwezen in Nederland door Dr. D. J. HISSINK, „De Indische Mercur” van 7, 14 en 28 Januari 1916.
- c) Gedenkboek uitgegeven bij gelegenheid van het vijftigjarig bestaan der Rijkslandbouwproefstations 1927, uitgegeven door de Directie van den Landbouw.

Tien jaar later, in 1926, werd een wijziging in de organisatie van het Rijkslandbouwproefstation Groningen gebracht. Bij Koninklijk Besluit van 29 April 1926, Staatsblad No. 109, werd in artikel 2 bepaald, dat in de Gemeenten Groningen, Hoorn, Wageningen en Maastricht proefstations gevestigd zijn; tevens is te Groningen een bodemkundig instituut gevestigd, dat onder den dienst der Rijkslandbouwproefstations ressorteert. Tegelijk met deze reorganisatie werd de bodemkundige afdeling van het Rijkslandbouwproefstation Groningen opgeheven en het aantal afdelingen van dit station tot vier teruggebracht. Met ingang van 7 Juni 1926 werd Dr. D. J. HISSINK tot directeur van het nieuwe Instituut benoemd. Volgens artikel 4 van het Koninklijk Besluit van 29 April 1926 is het *Bodemkundig Instituut te Groningen* bestemd voor het verrichten van natuurkundige en scheikundige onderzoekingen van bodemkundigen aard. De taak van het Bodemkundig Instituut werd bij Ministerieele Beschikking nader geregeld. De laatste desbetreffende Ministerieele Beschikking van 20 November 1931 omschrijft in artikel 2 de taak van het Bodemkundig Instituut als volgt:

De onderzoekingen aan het Bodemkundig Instituut bewegen zich op het gebied van de natuur- en scheikunde van den grond; zij dragen een fundamenteel karakter en hebben ten doel de vermeerdering van de kennis omtrent de natuurkundige en de scheikundige eigenschappen van den bodem als groeiplaats der cultuurgewassen.

Het Bodemkundig Instituut kan aan de hand van bovenbedoelde onderzoekingen desgevraagd voorlichting verleen, doch deze voorlichting bepaalt zich tot de natuurkundige en de scheikundige gesteldheid van den grond; het geven van voorlichting op cultuurgebied behoort niet tot de taak van het Bodemkundig Instituut.

In bijzondere gevallen, waar het een afgerond vraagstuk van meer algemeen belang betreft, kan van dezen laatsten regel worden afgeweken, doch niet dan na bijzondere machtiging van den met de zaken van den landbouw belasten Minister.

Het ligt voor de hand, dat het Bodemkundig Instituut deze taak alleen in samenwerking met den Landbouwvoorlichtingsdienst (Inspecteur Ir. D. S. HUIZINGA, 's Gravenhage) en het Rijkslandbouwproefstation Groningen (Hoofd-directeur Prof. Dr. O. DE VRIES) kan verrichten.

De werkzaamheden op bodemkundig gebied hadden zich in de jaren 1916—1926 dermate uitgebreid, dat reeds bij den overgang van de bodemkundige afdeling van het Rijkslandbouwproefstation in het Bodemkundig Instituut vergroting van de beschikbare ruimten dringend noodig was. Bij deze werkzaamheden voegden zich in het jaar 1927 de onderzoekingen in verband met

de inpoldering van de nieuwe Zuiderzeegronden. Bij beschikking van den Minister van Waterstaat van 7 Januari 1927 werd een Commissie ingesteld om te adviseeren omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den proefpolder nabij Andijk. Tot voorzitter van deze Commissie werd benoemd Dr. H. J. LOVINK; onder de leden werd ook de directeur van het Bodemkundig Instituut Groningen opgenomen. Reeds vanaf het eerste jaar van haar bestaan heeft de Commissie-LOVINK zich, naast den Andijker Proefpolder, met de onderzoekingen van de toekomstige Zuiderzeegronden beziggehouden. In den zomer van 1927 toch werd een vrij uitgebreide bemonstering van den toekomstigen Wieringermeerpolder uitgevoerd. Het ligt voor de hand, dat het uitgebreide onderzoek van het zeer groote aantal Zuiderzeegronden niet meer in de kleine en reeds overvulde woning in de Herman Colleniusstraat kon plaats vinden. In de Memorie van Antwoord voor de Staatsbegroting voor het dienstjaar 1928, verschenen in November 1927, komt de Minister van Binnenlandsche Zaken en Landbouw reeds tot de conclusie, dat de localiteit van het Bodemkundig Instituut te Groningen, welke reeds langen tijd nauwelijks toereikend was, nu de werkzaamheden door de nieuwe Zuiderzeepolders sterk toenemen en dit in de toekomst nog meer het geval zal zijn, noodzakelijk uitbreiding zal moeten ondergaan. Aanvankelijk werd nog in het gebrek aan ruimte eenigermate tegemoet gekomen, door van 1 Mei 1930 tot 1 Mei 1931 een benedenwoning in de Jozef Israëlsstraat te Groningen tijdelijk in gebruik te nemen. Evenwel verscheen reeds op de begroting voor het jaar 1929 als eerste termijn van het krediet voor den nieuwbouw van het Bodemkundig Instituut een bedrag van f 10000.—. Van het begin af aan is de bouw van het nieuwe Instituut ook door het Departement van Waterstaat en in het bijzonder door de Directie van de Zuiderzeewerken krachtig, ook in finantieel opzicht, gesteund.

Door den directeur van het Bodemkundig Instituut Groningen is in den zomer van het jaar 1928 dringend de wenschelijkheid betoogd, om het nieuwe instituut te vestigen in een centraal in Nederland gelegen plaats, waar een Universiteit of een Hoogeschool gevestigd is. Het Departement gaf evenwel de voorkeur aan het stichten van een nieuw gebouw te Groningen boven verplaatsing van het instituut.

Een uitstekend terrein, ter grootte van ongeveer 1.67.23 ha, werd gevonden in een gedeelte van de voormalige vestinggronden, gelegen achter het Sterrebosch te Groningen en eigendom van den Staat (Domeinen, Financiën).

De aanbesteding van het gebouw vond plaats den 17 Januari 1930. Het nieuwe gebouw van het Bodemkundig Instituut werd den 8sten Juli 1931 officieel door den Minister van Binnenlandsche Zaken en Landbouw geopend. Zijne Excellentie, de Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken

en Landbouw, Jhr. Mr. CH. J. M. RUYS DE BEERENBROUCK hield hierbij de volgende toespraak ¹⁾:

De nieuwe waardige huisvesting van het Bodemkundig Instituut, waarvan wij heden getuige zijn, heeft een voorgeschiedenis gehad, die voldoende verklaart, waarom het den Minister van Landbouw een voorrecht en een voldoening is dit nieuwe gebouw persoonlijk te mogen openen. Wij hebben gehoord, dat er in den loop dezer ontwikkelingsgeschiedenis tusschen dit instituut en het Departement van Landbouw banden zijn gelegd, die er op wijzen, dat de groote beteekenis van het werk, dat in het belang van onzen landbouw in dit Instituut wordt verricht, dezerzijds op hooge waarde wordt geschat. Aangenaam is het mij dan ook de verwachting te mogen uitspreken, dat de meer passende omgeving, waarin dit werk in het vervolg verricht zal worden, aan het resultaat daarvan zal ten goede komen.

Het was in December 1921, toen de drang van noodzakelijke bezuiniging mijn voorganger noopte een besluit tot opheffing van de toen nog bodemkundige afdeling van het Rijkslandbouwproefstation te overwegen.

Heden mogen wij er onze groote voldoening over uitspreken, dat dat besluit toen niet is uitgevoerd, omdat toen reeds de overtuiging sterker was, dat de opheffing dezer afdeling schadelijk moest worden geacht voor de ontwikkeling van onzen landbouw.

De dag van heden komt wel afdoende bevestigen hoe juist die overtuiging geweest is. Het Instituut heeft inmiddels een groeiproces doorleefd. Zoo spoedig, dat het zijn bestaansrecht en bestaansreden heeft bewezen.

Wat thans bereikt is — dit moet erkend — zoude niet verkregen zijn zonder de medewerking van mijn ambtgenoot van Waterstaat en diens helpers, de directie van de Zuiderzeewerken en van den Wieringermeerpolder. Toen toch de directeur van het Instituut in 1927 benoemd werd tot lid van de „Commissie van advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den proefpolder nabij Andijk” en daarmede tot taak kreeg het zeer omvangrijke onderzoek — niet alleen van den proefpolder — maar van alle Zuiderzeegronden, werd de huisvesting van het instituut onhoudbaar.

Behalve het personeel dat hier werkzaam is, en waarvan een deel onder het Departement van Waterstaat, n.l. de Commissie-LOVINK, ressorteert, werken onder den directeur van dit instituut aan het laboratorium eerst te Andijk, thans te Medemblik, nog een aantal wetenschappelijke en andere krachten.

Men zou zich een verkeerden indruk vormen van de werkzaamheden van

¹⁾ Zie de dagbladen van Woensdag, 8 Juli 1931.

dit instituut, indien men uit het voorgaande opmaakte, dat het te beschouwen is als een onderdeel van de droogmaking van de Zuiderzee.

Belangrijke bodemvraagstukken zijn thans bij het instituut in onderzoek.

Al vormt het instituut thans een geheel zelfstandige instelling, daarom is toch de samenwerking met het proefstation niet opgehouden. Integendeel; het verheugt mij dan ook zeer, dat de samenwerking met het proefstation, onder zijn hoofddirecteur prof. DE VRIES, de beste vooruitzichten biedt.

Ten slotte bepaalt de beteekenis van het instituut zich niet tot het eigen land.

De lijst van werkzaamheden van het instituut vermeldt eveneens het verrichten van wetenschappelijk onderzoek in samenwerking met buitenlandsche instituten en dat wel onder leiding en begunstiging van de internationale bodemkundige vereeniging, waarvan dr. HISSINK plaatsvervangend eerste voorzitter en algemeen secretaris-penningmeester is.

Een woord van dank en lof past nog ten slotte aan het Hoofd van den Rijksgebouwendienst en zijn helpers, daaronder begrepen den aannemer van het werk, voor de bij de totstandkoming van dit gebouw verleende medewerking en voor de alleszins doelmatige inrichting daarvan.

Onder het uitspreken van den wensch, dat het den werkers in dit nieuwe gebouw onder Gods hulp en zegen moge gegeven zijn het instituut in steeds wijder omvang aan zijn bestemming te doen beantwoorden en dat het nationale en internationale landbouwbelang daarmede in toenemende mate moge worden gediend, verklaar ik dezen nieuwen zetel van het Bodemkundig Instituut geopend.

Tegelijkertijd met de opening van het nieuwe gebouw vond de onthulling van de buste van wijlen Prof. Dr. JAKOB MAARTEN VAN BEMMELEN in de hal van het nieuwe Instituut door Dr. H. J. LOVINK plaats, waarbij Prof. Dr. W. REINDERS uit Delft een herdenkingsrede hield, waaraan het volgende ontleend is:

In 1852 kwam uit Leiden in Groningen de 22-jarige JAKOB MAARTEN VAN BEMMELEN om in het Scheikundig Laboratorium onder prof. P. J. VAN KERCKHOFF de plaats van assistent te vervullen. De scheikunde was nog in haar jeugd en dit laboratorium was het eerste onderwijslaboratorium van de Groningsche Universiteit.

De organische chemie was in opkomst en trok zeer veel belangstelling, zoodat het geen verwondering baart als wij hem aanvankelijk ook in deze richting zien gaan. Zijn dissertatie in Groningen onder VAN KERCKHOFF bewerkt, waarop hij in 1854 te Leiden promoveerde, liep over de stoffen, welke aan een Indische plant, de *Cibotium cuningii*, kunnen worden onttrokken;

en ook eenige volgende onderzoekingen waren van organisch-chemischen aard. Maar daarna komt er een wending.

In Groningen bestond toen ter tijd reeds de door prof. H. C. VAN HALL gestichte Landbouwschool, waaraan VAN BEMMELEN in 1856 als docent werd verbonden. Zodoende kwam hij in aanraking met den landbouw en met verschillende personen, die groote belangstelling hadden voor de problemen, welke de landbouw biedt.

De Commissie voor de Statistiek der provincie Groningen, waarvan ook prof. VAN KERCKHOFF lid was, droeg hem een onderzoek en de beschrijving van verschillende onvruchtbare grondsoorten in de provincie Groningen op. Als resultaat van dit onderzoek verscheen in 1863 in G. J. MULDER's Scheikundige Verhandelingen en Onderzoekingen een uitvoerig rapport, dat zoowel voor VAN BEMMELEN zelf als voor de bodemkunde van ons land van groote beteekenis is geweest. Voor VAN BEMMELEN, omdat hij zich daarmee had afgewend van de organische scheikunde en een eigen zelfstandige studierichting had gekozen, de bodemchemie, waaraan hij zijn verdere leven is trouw gebleven en waarvan hij zich slechts tijdelijk heeft afgewend om nauw daarmee verwante vraagstukken van kolloid-chemischen aard te onderzoeken. Voor de bodemkunde, omdat hij ten eerste een methode van scheikundig bodemonderzoek aangaf, die van groote waarde bleek te zijn. Ten tweede had hij de gelukkige gedachte, bij de groote verscheidenheid der grondsoorten, welke ook in de provincie Groningen bestaat en welke haar oorzaak vindt in verscheidenheid van oorsprong en verandering door uitloosing en plantengroei, zijne keuze voor een nader onderzoek te vestigen op de Dollardpolders.

Dit onderzoek van de Dollardpolders is in de bodemkunde een klassiek onderzoek geworden, dat men ook in de huidige leerboeken en literatuur telkens en telkens vindt aangehaald. VAN BEMMELEN toonde daarmee overtuigend aan, hoe groot nut een dergelijk onderzoek heeft voor het inzicht in de oorzaken van de vruchtbaarheid of onvruchtbaarheid van gronden en hoe daardoor de weg wordt gewezen tot verbetering daarvan.

VAN BEMMELEN werd directeur eener H.B.S., welke betrekking hem weinig tijd voor eigen onderzoek liet. Eerst in 1873, toen hij benoemd werd tot hoogleeraar in Leiden, was hij in staat zijn bodemscheikundige studies te hervatten.

Spr. beschreef uitvoerig de door prof. VAN BEMMELEN in de na 1873 volgende periode verrichte studiën.

Zijn rapporten en adviezen zijn steeds hoog gewaardeerd, wat moge blijken uit het feit, dat de tegenwoordige Commissie van Advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den proefpolder nabij Andijk, haar eerste rapport over de bodemgesteldheid van de Wieringermeer doet aanvangen met het verslag, dat VAN BEMMELEN in 1880 omtrent de gronden

van dit meer heeft uitgebracht. Na vergelijking met het moderne en rijk-gedocumenteerde onderzoek van het Bodemkundig Instituut in 1927, komt zij tot de conclusie, dat de bodemkundige kaart van VAN BEMMELEN uit het jaar 1880 vrij juist de gesteldheid van den bodem van de Wieringermeer ook volgens de thans heerschende begrippen weergeeft.

VAN BEMMELEN zou men den „Altmeister der Bodenchemie” kunnen noemen.

Zooals uit het volgend overzicht blijken zal, hebben de werkzaamheden van het nieuwe Bodemkundig Instituut zich vanaf 1926, en in nog meerdere mate nà het in gebruik nemen van het nieuwe gebouw in 1931, sterk uitgebreid. En dit betreft niet alleen de toename van reeds in gang zijnde onderzoeken, maar ook de uitbreiding met nieuwe gebieden van onderzoek.

Zoo heeft de karteerling van de nieuwe Zuiderzeepolders (Andijker Proefpolder, Wieringermeerpolder, Noordoostpolder) er veel toe bijgedragen, dat in verschillende streken van Nederland de wensch naar grondkarteerling naar voren is gekomen; op enkele plaatsen (Haarlemmermeerpolder, Traverse van de Beersche Maas, Peel, Noord-Groningen, Utrecht) is dan ook met de karteerling een aanvang gemaakt. Het is te hopen, dat dit werk voortgang zal vinden en dat het bij verdere uitbreiding eens tot een bodemkundige karteerling van geheel Nederland zal leiden, waarvan de geologische karteerling den grondslag vormt.

Bij de werkzaamheden als lid van de Commissie inzake wateronttrekking aan den bodem, welke Commissie vaak voor de vraag staat, of de door wateronttrekking in bepaalde streken teweeg te brengen grondwaterstandsverlaging voor de cultuur al dan niet van beteekenis is, blijkt steeds weer, hoe weinig er over dit vraagstuk en over de waterhuishouding in den grond in het algemeen, bekend is. Het was dan ook noodzakelijk, dit onderwerp in het werkprogramma van het Instituut op te nemen en er zijn dan ook heel wat onderzoeken op dit gebied (theoretisch onderzoek waterhuishouding, waterbeweging bollengronden) verricht of in gang.

De bodemkundige werkzaamheden in verband met de Zuiderzee-inpolderingen vinden gedeeltelijk in het Bodemkundig Instituut te Groningen, gedeeltelijk in het Bodemkundig Laboratorium eerst in den Andijker Proefpolder, thans te Medemblik, plaats. Aanvankelijk stonden deze onderzoeken onder de Commissie-LOVINK, in het bijzonder onder het lid van deze Commissie, den directeur van het Bodemkundig Instituut Groningen. Nà de opheffing van de Commissie-LOVINK per 1 Februari 1935 ressorteeren zij onder de Afdeling Onderzoek van de Directie van den Wieringermeerpolder, directeur: Ir. S. SMEDING. Door de harmonische samenwerking van deze Directie met

het Bodemkundig Instituut te Groningen is na 1 Februari 1935 in het wezen der zaak geen wijziging in de organisatie van het bodemkundig Zuiderzee-onderzoek ingetreden. Hierbij zij nog aangeteekend, dat de bodemkundige karteering van den toekomstigen Noordoostpolder (Urkerpolder) onder de Directie van de Zuiderzeewerken ressorteert.

Ook buiten de eigenlijke landbouwkundige vraagstukken wordt meer en meer de medewerking van het Bodemkundig Instituut ingeroepen.

Sinds jaren bestaat het noodige contact met het Staatsboschbeheer (Directeur: E. D. VAN DISSEL, Utrecht) en met den Rijks Geologischen Dienst (Directeur: Dr. Ir. P. TESCH, Haarlem); evenzoo is dit met den onlangs gestichten Cultuurtechnischen Dienst (Directeur: Ir. F. P. MESU, Utrecht) het geval. Verder worden hier de lidmaatschappen van de Corrosie-Commissies en de Boschplan-Commissie Amsterdam en de medewerking aan de inrichting van diverse sport- en vliegvelden genoemd. Ook is een begin van samenwerking met het laboratorium voor grondmechanica, Directeur Ir. T. K. HUIZINGA, te Delft, en met het Rijksproefstation en den Voorlichtingsdienst ten behoeve van de Klei- en Aardewerkindustrie, Directeur Dr. K. ZIMMERMANN te Gouda, in voorbereiding.

Ten slotte moge hier gememoreerd worden, dat Dr. D. J. HISSINK van af hare oprichting te Rome, in Mei 1924, plaatsvervangend voorzitter en honorair algemeen secretaris van de Internationale Bodemkundige Vereeniging is; van af dien datum is het Bureau van deze Vereeniging in het Bodemkundig Instituut ondergebracht.

HOOFDSTUK I.

SAMENSTELLING EN EIGENSCHAPPEN VAN DEN BODEM EN VAN ZIJN BESTANDDEELEN.

Uit een landbouwkundig oogpunt beschouwd is de bodem op te vatten als de woonplaats der planten. Overeenkomstig deze opvatting is de bodem een geheel van water, lucht en vaste deeltjes van verschillende grootte, hetwelk, voorzien van het noodige plantenvoedsel, als drager van een plantenvegetatie dienen kan. In de eerste plaats is noodig een studie van de bestanddeelen, die den bodem opbouwen en dat zoowel wat betreft hunne scheikundige samenstelling als hunne eigenschappen.

Tot nu toe is de bodemlucht te Groningen niet bestudeerd. De mikrobiologische en makrobiologische processen vallen buiten het gebied van het bodemkundig grondonderzoek, waarmede het Bodemkundig Instituut zich bezighoudt.

A. EENIGE BESTANDDEELEN, DIE IN DEN GROND VOORKOMEN.

De vaste bestanddeelen zijn te onderscheiden in koolzure kalk, de minerale bestanddeelen, dat zijn de verweeringsproducten van de gesteenten, en de organische bestanddeelen (humus), dat zijn de verweeringsproducten van de planten.

1. *Minerale bestanddeelen.* De minerale gronden worden ingedeeld in kleigronden, leemgronden en zandgronden, al naar gelang van hunne gehalten aan de stoffen klei, leem en zand. De volgende definities van deze drie stoffen sluiten zich bij de door de practijk gegeven eigenschappen van de zand-, klei- en leemgronden aan (173) ¹⁾. Onder *zand* worden verstaan de grovere minerale deeltjes, vrijwel geheel uit scheikundig nagenoeg onverweerde mineraalfragmenten bestaande; onder *klei* en *leem*, de kleinere deeltjes, zoowel minerale verweeringsproducten als scheikundig nagenoeg onverweerde mineraalfragmenten bevattende. De grens tusschen de grovere deeltjes (zand) en de kleinere deeltjes (klei-leem) behoudt altijd iets willekeurigs, doch is in overeenstemming met de opvattingen van de meeste onderzoekers op ongeveer 20 micron middellijn te stellen. De scheikundige samenstelling van het minerale

¹⁾ De nummers en letters tusschen haakjes verwijzen naar de lijst van publicaties (zie blz. 82).

verweeringscomplex in de stoffen klei en leem is bepaald volgens de methode VAN BEMMELEN en wordt dus weergegeven door de som van het door zoutzuur (en loog) ontleedbare verweeringssilikaat A en het door zwavelzuur (en loog) ontleedbare verweeringssilikaat B. Hoewel het aantal onderzochte monsters niet groot is, kan als voorloopige conclusie gezegd worden, dat de samenstelling van het minerale verweeringsproduct in de vier typen van zeer verschillend geologische herkomst: zeeklei (alluvium); rivierklei (alluvium); keileem (diluvium) en kleefgrond (verweeringsresidu van de krijtformatie) elkander niet veel ontloopt. De gemiddelde moleculaire samenstelling van A is: Al_2O_3 3.6 SiO_2 0.56 Fe_2O_3 2.9 H_2O + basen en die van B: Al_2O_3 2.4 SiO_2 0.05 Fe_2O_3 1.1 H_2O + basen; terwijl het gehalte aan B ongeveer de helft is van dat aan A. Zeer belangrijk is, dat een verdere verweering dan tot de bovenstaande samenstelling van het verweeringssilikaat A + B in de tot nu toe onderzochte Nederlandsche gronden niet geconstateerd is. Op grond van de resultaten van het onderzoek van buitenlandse grondmonsters is men geneigd de conclusie te trekken, dat in de stof klei de verweeringssilikaten (A + B), in de stof leem de onverweerde mineraalfragmenten, en daaronder waarschijnlijk vooral fijn kwartsmeel, meer op den voorgrond treden. Het onderzoek van Nederlandsche grondmonsters (293) heeft deze opvatting evenwel niet bevestigd. Onderzoekingen naar de verschillen tusschen klei- en leemgronden zijn nog steeds gewenst en vormen een onderdeel van het werkplan van het Bodemkundig Instituut.

Publicatie 173 betoogt onder meer de wenschelijkheid van een nader scheikundig onderzoek van de minerale gronddeeltjes van verschillende grootte. Dit heeft in de jaren 1934/36 voor een viertal gronden (zeeklei, rivierklei, leem, keileem) plaats gevonden (293). Bij dit onderzoek werden de fracties a (0.03—0.1 micron diameter)¹⁾, b (0.1—0.25 micron) en c (0.25—2.0 micron), samen vormende de fractie I (deeltjes kleiner dan 2 micron) en de fracties 2—8 micron, 8—16 micron en 16—43 micron onderzocht en wel de scheikundige samenstelling van de geheele fractie, van het silikaat A, van het silikaat B en van de rest (onverweerde mineraalfragmenten). In de eerste plaats valt weer op, dat de verschillen tusschen de vier bodemtypen onderling vrij gering zijn. In de onderstaande tabel worden de gemiddelde gehalten van de vier gronden (voor fractie 16—43 micron van 3 gronden) gegeven.

De kleinste fractie (a) lost nagenoeg geheel in zoutzuur (+ loog) op (92.8% silikaat A). Naarmate de deeltjes groter worden, bevatten ze minder silikaat A en meer onverweerde mineraalfragmenten. Het gehalte aan silikaat B stijgt

¹⁾ 1 micron is 0,001 millimeter.

	a 0.03 tot 0.1 micron	b 0.1 tot 0.25 micron	c 0.25 tot 2.0 micron	2—8 micron	8—16 micron	16 tot 43 micron (3 mon- sters)
Proc. Silikaat A	92.8	69.9	32.5	17.3	10.3	4.9
Proc. Silikaat B	6.4	24.9	31.4	22.6	12.7	6.6
Proc. Rest	0.8	5.2	36.1	60.1	77.0	88.5

eerst en neemt daarna af. De reeds zandige fractie 16—43 micron bestaat reeds voor 88.5 % uit onverweerde mineraalfragmenten. De scheikundige samenstelling van de drie kleine fracties a, b en c loopt weinig uiteen (3.6—3.2—4.1 SiO₂ op 1 Al₂O₃); daarna stijgt het gehalte aan kiezelzuur sterk (tot 20.8 SiO₂ op 1 Al₂O₃ in het fijnste zand). De verweeringssilikaten A bevatten van 4 tot 2 moleculen SiO₂; de silikaten B van 3 tot 2 moleculen SiO₂ op 1 molecule Al₂O₃.

2. *Humus en stikstof*. De onderzoeken betreffende de samenstelling van de organische stoffen in den grond (121, 147, 175, 208, 218, 242, 243, 244, 292) hebben zich beperkt tot de bepaling van het gehalte aan humus en aan stikstof, waaruit zich het cijfer S (grammen stikstof (N) op 100 gram humus), of de verhouding C : N (= 100 : 1.724 × S) laat berekenen. Hierbij is aangenomen, dat de humus voor 58 % uit C bestaat. Een hoog S-cijfer wijst op een goed ontledingsstadium van de organische stoffen en op een goede assimileerbaarheid van de stikstof voor de planten. Voor hoogveenhumus is het S-cijfer ongeveer 1; voor laagveenhumus ongeveer 3 à 3.5; voor de Nederlandsche cultuurgronden zijn S-cijfers van 5 à 6 tot 7 toe gevonden.

3. *Phosphorzuur en kali*. Het onderzoek heeft zich beperkt tot een bepaling van de gehalten aan deze voedingsstoffen in zuur-oplosbaren en in gemakkelijk opneembaren vorm, resp. oplosbaar in 12½ % salpeterzuur (P₂O₅) en in 5 % zoutzuur (K₂O) en in 1 % citroenzuur (P₂O₅), en in uitwisselbaren vorm (K₂O). De resultaten worden bij de verschillende bodemtypen besproken.

4. *Jodium*. Een groot aantal bodemtypen is in de jaren 1927 tot en met 1931 verzameld ter bepaling van de gehalten aan jodium. Het onderzoek op jodium vond plaats voor de Chemisch-Hydrologische Commissie van de „Strumavergadering” door den scheikundige van deze Commissie, Dr. J. F.

REITH. Groote verschillen treden voor den dag in de joodcijfers (uitgedrukt in gamma's, dat zijn duizendste milligrammen jodium per kilogram grond) van marine en fluviatiele afzettingen (bijv. zeeklei totaal jodium 10000 à 16000 gamma tegen rivierklei 3000 à 4000 gamma). Het totaal jodiumgehalte der zandgronden bedroeg van 2000 à 4000 gamma, terwijl de humusrijke gronden iets meer jodium bevatten. De resultaten van deze onderzoeken zijn te vinden in het rapport van de „Strumavergadering”, „Het Kropvraagstuk in Nederland”, uitgegeven door den Voorzitter van den Gezondheidsraad, 1932.

5. *Mangaan, koper, enz.* Een onderzoek naar de gehalten aan deze metalen in den grond heeft niet plaats gehad. Wel zijn aan Prof. Dr. D. H. WESTER enkele grondmonsters verschaft, om op mangaangehalte te onderzoeken.

6. *Radium.* Uit de grondmonster-collectie zijn monsters van verschillende bodemtypen afgestaan voor een onderzoek op hun radio-activiteit door den Heer C. P. KOENE aan het Natuurkundig Laboratorium der Vrije Universiteit te Amsterdam (Directeur: Prof. Dr. J. G. Sizoo).

B. HET ADSORPTIEVERMOGEN VAN DEN GROND VOOR BASEN.

1. *De grootheden S, T en V* (110, 111, 116, 118, 122, 135, 189, 205, 206, 209, 293). Bij behandeling van een grond met een oplossing van een neutraal zout, bijv. kaliumchloride, verdwijnt kali uit de oplossing; het maakt den indruk, dat de grond kali vastlegt. In de oplossing verschijnen evenwel andere basen uit den grond, in hoofdzaak gewoonlijk kalk. De grond bevat dus basen, die gemakkelijk tegen andere basen uitwisselen. Dit uitwisselingsproces vindt met groote snelheid plaats, wat er toe geleid heeft, de uitwisselbare basen te beschouwen als te zetelen op de oppervlakte van de gronddeeltjes, dus in geadsorbeerden vorm te verkeerren. De begrippen uitwisselbare basen en adsorptief gebonden basen zijn daarom als identiek te beschouwen; de adsorptie van basen door den grond is een uitwisselingsadsorptie. Als zetel van het adsorptievermogen moet de klei- en humussubstantie beschouwd worden.

De waarde S. Tot voor ongeveer twintig jaar had men zich bepaald tot de bepaling van de uitwisselbare kalk in den grond. In een aantal Nederlandse klei- en humusgronden zijn toen de gehalten aan uitwisselbare of adsorptief gebonden basen (CaO , MgO , K_2O , Na_2O) bepaald. De som van deze basen, uitgedrukt in milligramequivalenten per 100 gram grond, is S

genoemd. Een $S = 36$ van een zwaren Dollardkleigrond beteekent dus, dat 100 gram van dezen grond $36 \times 28 = 1008$ milligram kalk ($\text{CaO} = 28$), dus rond 1 gram kalk in uitwisselbaren vorm zou bevatten, als de uitwisselbare basen magnesium, kali en natron door kalk vervangen waren.

In de normale Nederlandsche gronden bleek de kalk onder de uitwisselbare basen verre de overhand te hebben. Per 100 moleculen uitwisselbare basen komen gem. ongeveer 79 mol. CaO , 13 mol. MgO , 2 mol. K_2O en 6 mol. Na_2O voor (122). Onder invloed van de bemesting met zouten (chilisalpeter, kaliumsulfaat) en vooral onder invloed van een overstroming met zeewater kunnen min of meer groote veranderingen in deze onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen optreden. Zoo is bijv. de onderlinge verhouding in het nog zoute stadium van de slikgronden (Andijker proefpolder; slik vóór den Carel Coenraadpolder) ongeveer $24 + 48 + 9 + 19$; in het eerste zoutvrije stadium van den grond van den Carel Coenraadpolder $42 + 30 + 7 + 21$.

De S -waarde bleek afhankelijk te zijn van de gehalten aan klei en vooral aan humus. Tegen de vroeger heerschende opvattingen in bleek het adsorptievermogen van den humus aanzienlijk grooter te zijn dan dat van de klei-substantie. Bij de ongeveer neutrale reactie ($\text{pH} = 7$) bleek 100 gram kleideeltjes (kleiner dan 0.016 millimeter diameter) in de zeekleigronden ongeveer 1 gram kalk (alle uitwisselbare basen op kalk = CaO omgerekend) te binden en 100 gram humus ongeveer 4.5 gram kalk. Bij een en denzelfden grond bleken de S -waarden ook uiteen te kunnen lopen; door bekalking stijgt de S -waarde. Met deze stijging gaat een daling van den zuurgraad, dus een stijging van de pH van den grond samen; er is verband tusschen de waarden S en pH van een grond. Dit heeft er destijds toe geleid om aan te nemen, dat er in den grond zuren, zoowel minerale als organische zuren, moeten voorkomen en dat de adsorptie van kalk door den grond in het wezen der zaak op een verzadiging van deze zoogenaamde bodemzuren neerkomt. De minerale zuren zullen waarschijnlijk een soort aluminiumkieselzuren zijn en kunnen kortweg kleizuren genoemd worden; de organische zuren staan bekend als humuszuren.

In waterige grondsuspensies zullen deze bodemzuren positief electrisch geladen waterstofionen het water instuwen, terwijl op de gronddeeltjes de negatief electrisch geladen anionen van de zuren achterblijven en deze deeltjes een negatief electrische lading geven. De positief geladen waterstofionen blijven het deeltje als een zwerm omgeven, zoodat deeltje en zwerm één neutraal geheel vormen. In de gewone cultuurgronden zijn de bodemzuren voor een deel met basen verzadigd. Bij de positief geladen waterstofionen in den zwerm voegen zich dus de kationen Ca , Mg , K en Na .

De waarden T en V . Reeds voor twintig jaar heerschte de opvatting, dat

de grond in meerdere of mindere mate met basen verzadigd kon zijn; een scherp omschreven definitie van het begrip „verzadigingstoestand” van den grond, die het veroorloofde dit begrip in cijfers uit te drukken en te bepalen volgens goed omschreven methoden, ontbrak evenwel. De verzadigingstoestand van den grond (V) is toen gedefinieerd als de verhouding tusschen het gehalte aan uitwisselbare basen, dat de grond bevat (S) tot het gehalte aan basen, dat de grond totaal kan adsorbeeren (T), beide grootheden S en T uitgedrukt in milligramequivalenten op 100 g grond. V wordt dus $100 S : T$. De moeilijkheid is de omschrijving van de grootheid T. Hierbij is uitgegaan van het idee, dat het betreft de bepaling van het verzadigingspunt van zeer zwakke zuren, mogelijk van de sterkte van boorzuur, welke alleen langs conductometrischen weg geschieden kan. De methode ter bepaling van T — of beter gezegd van T—S, dat is de hoeveelheid base, die de grond nog opnemen kan — is daarom aanvankelijk een conductometrische methode geweest, welke later, eenvoudigheidshalve, door een titratiemethode vervangen is. Het is geheel in overeenstemming met het gedrag van zeer zwakke zuren, dat het verzadigingspunt van de bodemzuren eerst bij hooge pH-waarden, van ongeveer 12, bereikt wordt.

Enkele voorbeelden mogen de beteekenis van deze nieuwe grootheden toelichten.

Zeekleigronden. De bovengrond van den Finsterwolderpolder (B 5268) bezat in 1932 de volgende gehalten aan uitwisselbare basen: 0.810 % CaO—0.052 % MgO—0.044 % K_2O —0.002 % Na_2O ; of in milligramequivalenten op 100 gram grond $33.0 + 3.0 + 1.0 + 0.1 = 37.1$ (S), overeenkomende met 1.039 g CaO. De onderlinge verhouding van deze basen is dus $88.9 + 8.0 + 2.8 + 0.3 = 100$. 100 gram van dezen grond kan nog binden 42.3 milligramequivalenten, dat is 1.184 g CaO (T—S). De T-waarde is dus $37.1 + 42.3 = 79.4$ milligram-equivalenten (= 2.223 g CaO), zoodat $V = 100 \times 37.1 : 79.4 = 46.7$. De pH van dezen grond is 7.8. Voor den bovengrond van den zeer ouden Dollard-kleigrond van den polder Simson (Proefboerderij te Nieuw-Beerta, perceel 11) zijn de waarden in milligramequivalenten per 100 g grond 21.2 (CaO) + 7.3 (MgO) + 0.6 (K_2O) + 0.9 (Na_2O) = 30.0 (S); T—S = 63.4; dus T=93.4 en $V = 100 \times 30.0 : 93.4 = 32.1$. De pH = 5.9. Er is verband tusschen de pH- en de V-waarden; de zure grond (pH = 5.9) bezit een V = 32.1. Verder is de onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen $71 + 24 + 2 + 3 = 100$; de kalk is afgenomen, de magnesia toegenomen.

Humusgronden. Aanvankelijk is voor humusgronden meestal alleen het gehalte aan uitwisselbare kalk (humuskalk) bepaald en niet de gehalten aan uitwisselbare Mg, K en Na. Het gehalte aan uitwisselbare kalk in grammen per 100 gram humus is de K(humus)-waarde genoemd. Waar het normale

bovengronden geldt, is de S-waarde uit het kalkgehalte bij benadering te berekenen, door aan te nemen, dat 80 % van de uitwisselbare basen uit Ca bestaan. Onder S(humus) wordt dan verstaan de hoeveelheid uitwisselbare basen (Ca, Mg, K, Na) in milligramaequivalenten per 100 gram humus. Verder is bij humusgronden bepaald, hoeveel gram kalk (CaO) de grond per 100 gram humus moet vastleggen om de neutrale reactie ($\text{pH} = 7$) te bereiken. Deze grootheid is de kalkfactor genoemd. Een grond met een $\text{pH} = 7$ heeft dus een kalkfactor = 0.

Er blijkt een verband tusschen de vier grootheden V, S(humus), pH en kalkfactor bij de humusgronden te bestaan (193). Naarmate de verzadigingstoestand van de humussubstantie daalt, daalt ook de hoeveelheid basen in den humus (in procenten op humus) en mede de zuurgraad van den grond (pH). Met deze daling gaat een stijging van de kalkfactor gepaard. Hoe meer dus de humussubstantie onderverzadigd is, des te zuurder reageert de grond en des te meer kalk moet de humussubstantie vastleggen om de neutrale reactie te bereiken. In den neutralen toestand, dus bij een $\text{pH} = 7$, bleken er bij de onderzochte humusgronden geen groote verschillen te bestaan tusschen hun verzadigingstoestanden (V-waarden) en eveneens tusschen hun S(humus)-waarden.

Met behulp van de grootheden S, T en V is het dus mogelijk de vroeger vage begrippen van adsorptievermogen en verzadigingstoestand van den grond uit te drukken in cijfers, bepaald met behulp van reproduceerbare methoden. De verkregen grootheden leiden tot gezichtspunten van algemeene strekking.

Zeekleigronden. Zoo laten de zeekleigronden zich, wat hun adsorptievermogen betreft, met behulp van deze grootheden onder één gezichtspunt brengen, wat uit het volgende blijken kan. 100 gram klei (deeltjes kleiner dan 0.016 mm diameter, dus de fracties I + II) kan totaal vastleggen 80 mE base ($T = 80$). Verder blijken de practisch goed met kalk verzadigde, jongere zeekleigronden een verzadigingstoestand van gem. 45 (V) te bezitten; dat wil dus zeggen, dat zij in dezen toestand per 100 gram klei (fractie I + II) een $S = 0.45 \times 80 = 36$ mE bezitten. Verder is gebleken, dat deze zeekleigronden per 100 gram klei (fractie I + II) gem. 70 gram fractie I (deeltjes met een diameter kleiner dan 2 micron) en 30 gram fractie II (deeltjes met een diameter van 2—16 micron) bezitten. Berekent men nu verder deze 36 mE op 100 gram zuivere klei (fractie I), dan vindt men, dat per 100 gram zuivere klei (fractie I) gebonden wordt $100 \times 36 : 70 = 51.4$ mE base; d.i. per gram zuivere klei 0.514 mE base, of, in CaO uitgedrukt, rond 14.4 mg CaO. Dit laatste cijfer is evenwel niet geheel juist, omdat ook de deeltjes grooter dan 2 micron nog basen adsorbeeren.

Humusgronden. In de humusgronden kan 100 gram humus totaal gem. ongeveer 580 mE base (T) binden. Verder is ook bij deze gronden een verband tusschen de pH- en de V-waarden geconstateerd. Bij pH = 6 bezitten de onderzochte humusgronden een verzadigingstoestand van ongeveer 25 ($V=25$); bij pH = 6.5, een $V = 30$; bij pH = 7, een $V = 37$. Hiermede zijn de humusgronden, wat hun adsorptie-eigenschappen betreft met behulp van deze grootheden onder één gezichtspunt gebracht.

Ook voor andere grondtypen (rivierkleigrond; leemgrond; diluvialen zandgrond; kleefgrond; lössgrond) dienen dergelijke onderzoeken verricht te worden.

De beteekenis, die de grootheden S, V en pH voor den plantengroei, in het bijzonder voor de bemestingsvraagstukken bezitten, kon in verschillende gevallen nader bestudeerd worden.

Bij een later onderzoek (293) is de rol van de verschillende fracties van de minerale bestanddeelen in het adsorptie-proces nader onderzocht. In de eerste plaats is hierbij gebleken, dat de vier onderzochte bodemtypen (zeekleigrond, rivierkleigrond, leemgrond, keileemgrond) zich nagenoeg gelijk gedragen. Van het totale adsorptievermogen zetelt gem. 63.2 % in de fractie a (deeltjes van 0.03—0.1 micron middellijn); 17.5 % in de fractie b (0.1—0.25 micron); 10.4 % in de fractie c (0.25—2 micron); dus totaal 91.1 % in de fractie I (= a + b + c, deeltjes kleiner dan 2 micron diameter); verder 6.2 % in de fractie II (2—16 micron diameter) en 2.7 % in de zandfractie (deeltjes groter dan 0.016 millimeter diameter).

In het onderzoek zijn verder betrokken deeltjes kwarts en kaolien, kleiner dan 2 micron diameter. Het adsorptievermogen van deze twee stoffen blijkt per zelfde gewichtshoeveelheid aanzienlijk lager te zijn dan dat van de gronddeeltjes kleiner dan 2 micron; resp. gem. = 12 tegen gem. = 90 (verhouding 1 : 7.5). Dit groote verschil in adsorptievermogen blijkt zijn oorzaak grotendeels te hebben in verschil in oppervlak; de gronddeeltjes zijn aanzienlijk kleiner, tot ongeveer 0.03 micron, terwijl de kwarts- en kaoliendeeltjes niet verder gaan dan ongeveer 0.13 micron middellijn. Op gelijke oppervlakken berekend is het verschil in adsorptie aanzienlijk minder (verhouding als 1 : 1.3).

Beschouwt men de V-waarden van de deeltjes kleiner dan 2 micron van de 4 gronden en van kaolien en kwarts bij verschillende pH-waarden, dan blijkt er in dit opzicht een groot onderscheid te bestaan, tusschen de 4 gronden en kaolien eenerzijds en kwarts anderzijds. Vanaf V-waarden van ongeveer 55 verdwijnt het verschil tusschen de beide groepen.

2. *Uitlokking* (106, 119). Een twintig jaar geleden werd aangenomen, dat de

negatieve lading van de gronddeeltjes in een waterige suspensie de stabiliteit van deze suspensie beheerschte. De uitvlokkingstheorie voor de suspensioïde systemen van HARDY, BREDIG en FREUNDLICH bleek ook op de kleisuspensies van toepassing te zijn; de verhouding van de concentraties, waarin de ionen Al, Ca en K en Na in een kleisuspensie nagenoeg even sterke uitvlokkingsgeven, is ongeveer als 1 : 8 : 500. De opvattingen omtrent lading, stabiliteit en uitvlokkingsgeven zijn in de laatste jaren nogal gewijzigd en het is zeer gewenscht, verschillende feiten in het uitvlokkingsproces van grondsuspensies aan deze nieuwe theorieën te toetsen.

3. *Bindingssterkte* (116). Bij behandeling van een grond resp. met oplossingen bijv. van kaliumchloride en calciumchloride verdwijnt meer kali uit de oplossing dan calcium. Dergelijke verschijnselen hebben indertijd aanleiding gegeven tot de opvatting, dat de sterkte, waarmede de grond de basen bindt, verschillend is en dat de volgorde in deze zou zijn: ammonia, kali, magnesia, natron en kalk; dat dus de kalk het zwakst gebonden zou zitten. Bij de verklaring van deze verschijnselen heeft men evenwel geen rekening gehouden met de adsorptief gebonden basen, die reeds in den grond aanwezig zijn. De zwakkere binding van de kalk uit de CaCl_2 -oplossing is slechts schijnbaar en vindt zijn verklaring in het feit, dat de grond zeer rijk is aan uitwisselbare kalk. Bij juiste proefnemingen is gevonden, dat de volgorde van de bindingssterkte van het kleicomplex voor de vijf kationen de volgende is: Mg, Ca, NH_4 , K, Na; waarbij een groot verschil tusschen Na en de andere kationen bestaat, terwijl het verschil tusschen Mg en Ca zeer gering is¹⁾.

C. PHYSISCHE GROOTHEDEN EN EIGENSCHAPPEN.

1. *Specifiek oppervlak (U) en soortelijke diameter (s.d.)*. Bij verkleining van de deeltjes van een stof wordt het oppervlak per eenheid van gewicht, groter. Zoo is bijv. het oppervlak van 100 gram bolvormige kwartskorrels met een soortelijk gewicht = 2.65 (of korrels van ander materiaal met hetzelfde soortelijk gewicht) van 1 cm middellijn gelijk aan 226.4 cm^2 en van 0.01 cm (= 100 micron) diameter 22640 cm^2 , dat is 100-maal groter. Van een verzameling bolvormige korrels van verschillende grootte is het oppervlak gemakkelijk en met voldoende nauwkeurigheid te berekenen, wanneer de uiterste middellijnen niet te ver uit elkander liggen (264, 290). Zoo is bijv. het oppervlak van 100 gram kwartskorrels (bolvormig; s.g. = 2.65) van 16–43 micron

¹⁾ Onlangs is door WIEGNER (Transactions of the Third International Congress of Soil Science, Oxford, England, 1935, Vol. III) een iets sterkere binding van Ca dan van Mg waargenomen.

diameter = $397 \times 226.4 \text{ cm}^2$; dat is dus 397 maal groter dan het oppervlak van deze 100 gram kwarts, bestaande uit enkel korrels van 1 cm middellijn. Het getal 397 wordt het specifiek oppervlak genoemd van de fractie 16—43; het wordt met behulp van een oorspronkelijk door ZUNKER opgestelde formule uit de middellijnen 16 en 43 berekend. Wanneer nu een zand (deeltjes van 16 tot 2000 micron) in een voldoende aantal fractie's gesplitst wordt en van elk van deze fractie's het gewicht en het specifiek oppervlak (U) bekend zijn, dan kan uit deze gegevens het specifiek oppervlak (de U-waarde) van het geheele zand berekend worden.

Onder den soortelijken diameter (s.d.) verstaat men het omgekeerde van U, dus $\frac{1}{U}$ in cm uitgedrukt; voor de fractie van 16—43 micron dus $\frac{1}{397}$ cm of 25.2 micron. Dat wil dus zeggen, dat 100 gram zandkorrels met een middellijn van 25.2 micron hetzelfde oppervlak U hebben als 100 gram van de fractie 16—43 micron.

Zoowel met de waarde U als met de waarde s.d. wordt de fijnheidsgraad van een zandfractie in één cijfer vastgelegd. Iets meer populair uitgedrukt bedoelt men daarmee, dat voor de betreffende zandfractie een zandfractie, met alle korrels van *dezelfde* doorsnede (s.d.) en dus met hetzelfde specifiek oppervlak U, in de plaats is gedacht, die dezelfde natuurkundige eigenschappen zou bezitten. Voor de doorlatendheid en de capillaire stijghoogte is dit gebleken inderdaad het geval te zijn en het is waarschijnlijk, dat dit ook voor meerdere eigenschappen zoo zal zijn.

Bij het mechanisch grondonderzoek (scheiding in klei- en zandfracties) wordt het zand (deeltjes van 16—2000 micron) door zeven in 12 fracties gesplitst. Zooals reeds is opgemerkt, geeft de som van de producten van de U-cijfers van de verschillende zandfracties en de gehalten van deze fracties het U-cijfer van het zand (te berekenen op 100 gram zand) aan. Naarmate het zand grover is, is U kleiner en s.d. groter; naarmate het fijner wordt, is U groter en s.d. kleiner. Tot de grofste tot nu toe aangetroffen zandgronden behooren wel de grove rivierzanden. Deze bezitten U-cijfers tot 20 toe (het grofste tot nu toe onderzochte zand had een U-cijfer van 18); dat is een s.d. van 500 micron. Het duinzand heeft een zeer gelijkmatige samenstelling; de U-waarden schommelen tusschen 50 en 70 in; de s.d.-waarden dus tusschen 200 en 143 micron. Heidezand uit Drente had — voor zoover onderzocht — een U-cijfer van ongeveer 100 of een s.d. van 100 micron. De zandfractie's van de meer dan eenige procenten klei of leem bevattende zandgronden hebben vaak U-cijfers van meer dan 100 tot meer dan 200, of dus een s.d. van 100—50 micron. De leem- en kleigronden bezitten zandfracties met zeer hoge U-cijfers, tot ongeveer 350 (s.d. van 29 micron).

Bij verdeling van de deeltjes kleiner dan 16 micron in een voldoende aantal fracties is het natuurlijk ook mogelijk het specifiek oppervlak van de kleileemfractie (fractie I + II) — dus met deeltjes kleiner dan 16 micron — te berekenen (290). Hiermede wordt dan het specifiek oppervlak van het totale korrelcomplex van den grond (deeltjes van 2000 micron tot gemiddeld ongeveer 0.03 micron; dat is zoo ongeveer de onderste grens van de gronddeeltjes) bekend. Het spreekt vanzelf, dat het U-cijfer van dit geheele korrelcomplex des te grooter is, naarmate de grond meer klei bevat. Zoo is het totale oppervlak van 100 gram van een zwaren Dollardkleigrond (68 % klei en 32 % zand) $53400 \times 226.4 \text{ cm}^2 = 12.1 \text{ are}$. Van dit oppervlak komt 99.1 % voor rekening van de 43.6 % deeltjes kleiner dan 2 micron; 0.7 % voor de 24.2 % deeltjes van 2—16 micron en slechts 0.2 % voor de 32 % deeltjes van 16—2000 micron (de zandfractie). De 20.4 % deeltjes van 0.03—0.1 micron leveren zelfs 80.5 % van dit oppervlak van 12.1 are. Voor 100 gram van een zeer zwaren leemgrond (82.8 % klei en 17.2 % zand) bedroeg het oppervlak zelfs $77200 \times 226.4 \text{ cm}^2 = 17.5 \text{ are}$. De maximum U-waarde van de Nederlandsche gronden zal wel tot ongeveer 90000 loopen; vanaf de grofste zandgronden (zonder grind) naar de zwaarste leem- of kleigronden loopt het specifiek oppervlak dus van ongeveer 18 tot 90 000.

2. *Gelijkmatigheid van het zand.* Het kan soms nuttig zijn de gelijkmatigheid van het zand aan te geven. Dit kan geschieden door deze gelijkmatigheid uit te drukken door een percentage of door een coëfficiënt.

Het gelijkmatigheidspercentage is het grootste percentage van een subfractie (dus van de fractie van 16—2000 micron), waarvan de grenzen der korrelgrootten zich verhouden als 1 : 2. Bedraagt dit percentage 80 %, dan wordt het zand voor 80 % gelijkmatig genoemd.

De gelijkmatigheidscoëfficiënt wordt bepaald door middel van de sommatiekromme van het zand en wel wordt daaruit afgelezen, welke theoretische zeven resp. 60 % en 10 % van het zand door zouden laten. Het quotient van de wijden der mazen of middellijnen der gaten van deze zeven is de gelijkmatigheids-coëfficiënt. Is b.v. voor de eerste zeef deze maaswijdte 98 micron en voor de tweede zeef 61 micron, dan is de gelijkmatigheidscoëfficiënt $\frac{98}{61} = 1.6$.

3. *Doorlatendheid voor water, capillaire opstijging voor water en hoeveelheid hangwater.* Bij beschouwingen over de waterbeweging in gronden, in verband b.v. met ontwaterings- en infiltratievraagstukken, speelt de kennis van de doorlatendheid van den grond voor water een belangrijke rol. De capillaire opstijging van het water is meer van uitsluitend belang voor de zandgronden,

doordat zij een belangrijke grootte is voor de bepaling van de waterhuishouding van deze gronden, n.l. in zooverre deze grootte de capillaire laag, d.i. in de laag tusschen het capillair oppervlak en het phreatisch oppervlak (= grondwaterspiegel), aangeeft. Deze capillaire laag kan totaal met water verzadigd zijn; in den natuurlijke toestand zal evenwel totale verzadiging door het optreden van lucht wel nooit bereikt worden. Het minimum watergehalte, dat de grond *boven* het capillair oppervlak kan vasthouden, wanneer geen verdamping zou optreden, wordt gegeven door de hoeveelheid hangwater. Deze hoeveelheid hangwater neemt toe met de fijnheid van het zand, met het klei- en met het humusgehalte.

Wat de doorlatendheid en de capillaire stijghoogte betreft, moet worden opgemerkt, dat voor de bepaling daarvan twee gevallen *scherp* moeten worden onderscheiden, n.l.:

- a. de grond heeft ook in de natuurlijke ligging een éénkorrelstructuur (voornamelijk zandgronden);
- b. de grond heeft in de natuurlijke ligging een van de éénkorrelstructuur afwijkende structuur, doordat in den grond scheuren, scheurtjes, wormgangen en wortelgaten, enz. voorkomen, waarvan de doorsneden groot zijn ten opzichte van de doorsnede der gronddeeltjes. Hiertoe behooren zandgronden, met veel humus en klei; verder de klei- en leemgronden.

De bepaling van de doorlatendheid en capillaire stijghoogte van de onder *a*. genoemde gronden kan op het laboratorium plaats vinden. De bepaling van de doorlatendheid van de onder *b* genoemde gronden moet in de natuurlijke ligging van den grond ter plaatse geschieden. Als bepalingsmethoden voor de doorlatendheid van gronden onder *b* genoemd dienen de z.g. boorgat-methode en de grondwaterstand-debiet-methode (zie blz. 71, alsmede de publicaties 264, 279, 281, *a* en *l*).

Om een idee te krijgen van de grootte van de capillaire stijghoogte (uitgedrukt in cm) en van de doorlatendheid (uitgedrukt in meters per 24 uur) voor zandgronden (groep *a*) zijn hieronder enkele cijfers gegeven. Deze grootheden zijn bij de capillaire stijghoogte aangegeven voor deze gronden met een poriënvolume van 35 volumepercenten en bij de doorlatendheid voor deze gronden met een poriënvolume van 35 volumepercenten, bij een temperatuur van het grondwater van 10° C en bij een luchtgehalte = 0.

Bij een ander poriënvolume dan 35 volumepercenten, bij een andere temperatuur van het grondwater dan 10° C en bij een ander luchtgehalte dan 0 moeten bovengenoemde grootheden daarop worden omgerekend. Verder kan nog worden opgemerkt, dat een toenemend kleigehalte de doorlatendheid

Zandgronden (groep a).

Benaming	U	s.d. in microns	Doorlaatfactor, in meters water per 24 uur	Capillaire stijg- hoogte, in cen- timeters
zeer grof zand	kleiner dan 40	grooter dan 250	grooter dan 15.6	kleiner dan 31
grof zand	40—67	250—150	15.6—5.5	31—52
matig grof zand	67—100	150—100	5.5—2.49	52—77
matig fijn zand	100—133	100—75	2.49—1.41	77—103
fijn zand	133—160	75—62.5	1.41—0.97	103—124
zeer fijn zand	160—200	62.5—50	0.97—0.62	124—154
uiterst fijn zand	grooter dan 200	kleiner dan 50	kleiner dan 0.62	grooter dan 154

snel doet afnemen en de stijghoogte doet stijgen. In dezelfde richting werkt een toenemend humusgehalte en in minder sterke mate een toenemend koolzure kalkgehalte.

Hier volgen nog de fysische constanten van Nederlandsche duinzanden en wel van het gemiddelde en van het grofste en het fijnste monster uit de collectie van het Bodemkundig Instituut; de doorlaatfactor (K, in meters water per etmaal) en de capillaire stijghoogte (H, in centimeters) zijn uit de U-waarden berekend voor een poriënvolume P van resp. 35 % en 40 %.

*Fysische constanten van het grofste, het gemiddelde, en het fijnste
Nederlandsche duinzand.*

Duinzand	U	s.d. in mi- crons	Hoofd subfractie (middellijn in microns)	Gelijkmatig- heidspercen- tage; verhou- ding korrel- grenzen 1 : 2	Uit U berekend			
					K		H	
					P ₃₅	P ₄₀	P ₃₅	P ₄₀
grofste	47	212	147—295	81.3 %	11.3	19.8	36	29
gemiddelde	59	170	147—295	73.2 %	7.2	12.6	46	37
fijnste	72	139	104—208	91.3 %	4.8	8.4	56	45

Hoewel op het oog weinig verschil in granulaire samenstelling van de Nederlandsche duinzanden valt waar te nemen, komen er toch nog verschillen in de U-waarden van 47 tot 72 voor. Bij een poriënvolume van 40 procent schommelt de doorlatendheid voor water tusschen 20 meter en 8 meter per 24 uur en de capillaire stijghoogte tusschen 29 en 45 cm. Dit laatste punt is in het bijzonder voor de bloembollencultuur van belang.

4. *Volumegewicht en soortelijk gewicht.* Onder volumegewicht wordt verstaan het gewicht aan bij 105° Celsius gedroogden grond in kg, dat 1 dm³ grond in zijn natuurlijken toestand bevat. Het volumegewicht van den bovengrond van de oudere, zware kleigronden (69 % klei, 4 % humus) bedraagt ongeveer 1.3; van humushoudende zandgronden (8 à 10 % humus) ongeveer 1.0; van dalgronden (ongeveer 30 % humus) 0.9 à 0.8; van veengronden, met ± 45 % humus, ongeveer 0.45 en met ± 60 % humus, ongeveer 0.35. Het volumegewicht van den grond hangt dus samen met zijn gehalte aan humus en met de meer of minder dichtere ligging van de gronddeeltjes. De kennis van het volumegewicht is noodzakelijk voor die berekeningen, waarbij het gewicht van den grond per ha en een zekere diepte bekend moet zijn. Ook voor de berekening van de inklinking van bovengronden of veenlagen van droog te leggen plassen kan van het volumegewicht gebruik gemaakt worden.

Het soortelijk gewicht geeft het gewicht per volume-eenheid stof aan. Het soortelijk gewicht van kleigronden varieert van 2.60 tot 2.68 van veengronden van 1.65 tot 1.87. Uit het volumegewicht en het soortelijk gewicht kan men het volume berekenen, dat de vaste stof (de bij 105° C gedroogden grond) in den natuurlijken toestand van den grond inneemt, uitgedrukt in volumeprocenten. Door dit getal van 100 af te trekken, wordt het volume, dat de poriën in den oorspronkelijken grond innemen, eveneens in volumeprocenten uitgedrukt, verkregen. Het poriënvolume schommelt in de Nederlandsche kleigronden tusschen ongeveer 71 % in zware kweldergronden en 38 % in oudere, zware kleigronden.

5. *Plasticiteit.* De plasticiteit is het verschil in vochtgehalte gevonden bij de vloeigrens en de uitrolgrens, beide grootheden bepaald volgens ATTERBERG en opgegeven in grammen water per 100 gram drogen grond.

Uit de tot nu toe verkregen cijfers is gebleken, dat gronden met minder dan ongeveer 20 % klei niet meer plastisch zijn. De gevonden plasticiteit-cijfers liggen tusschen 0 en ongeveer 21 % in.

Het onderstaande tabelletje geeft enkele cijfers van de in Nederlandsche gronden gevonden waarden voor de vloeigrens, de uitrolgrens en de plasticiteit.

Vloeigrens, uitrolgrens en plasticiteit in enkele Nederlandsche gronden.

No. B	HERKOMST	Percentage klei	Vloeigrens	Uitrolgrens	Plasticiteit
6214	Usquert (Groningen)	19.2	24.5	23.6	0.9
6213	idem	22.8	27.2	22.7	4.5
2515	Anna Paulownapolder (N.H.)	25.0	29.2	21.8	7.4
2517	idem	50.0	41.6	28.9	12.7
2530	IJpolder	77.6	55.6	35.4	20.2

Er blijkt dus verband te bestaan tusschen het kleigehalte en de plasticiteit. Sommige cijfers geven den indruk, dat de plasticiteit van de leemgronden kleiner is dan die van de kleigronden met even hoog gehalte aan deeltjes kleiner dan 16 micron. Dit onderzoek wordt voortgezet.

6. *Structuur.* Volgens de leerboeken wordt onder de structuur van den bodem verstaan de onderlinge rangschikking van de afzonderlijke bodemdeeltjes. Er wordt daarbij alleen onderscheid gemaakt tusschen de éénkorrelstructuur en de kruimelstructuur. De bindmiddelen van de bodemkruimels kunnen zijn water, humus, koolzure kalk en gels van kiezelzuur, aluminiumoxyde en ijzeroxyde. Reeds wordt in Nederland verdienstelijk werk op het gebied van het bodemstructuur-onderzoek gedaan (Ir. CLEVERINGA, Zutphen). Dit onderzoek is evenwel slechts van morfologischen aard; het is niet in staat de grootheid: *structuur van den grond* uit te drukken in cijfers, verkregen volgens goed reproduceerbare methoden. Het Bodemkundig Instituut heeft het onderzoek naar de structuur van den grond op zijn werkprogramma geplaatst en is dit onderzoek uit den aard der zaak aangevangen met aansluiting te zoeken bij het morfologisch onderzoek, zooals dit thans reeds geschiedt. Daarnaast wil het dan trachten methoden te vinden, die in staat stellen, de structuur onder cijfers te brengen; tot zoolang moeten wij blijven spreken van dat ondefinieerbare, waaraan men overeengekomen is den naam van structuur van den bodem te geven.

HOOFDSTUK II.

METHODEN VAN ONDERZOEK.

1. *Mechanisch grondonderzoek* (123, 179, 196, 265). Het mechanisch grondonderzoek heeft ten doel de grootte van de minerale gronddeeltjes te bepalen, beter gezegd de minerale gronddeeltjes in groepen (fracties) van verschillende afmetingen te vereenigen. Bij elke methode van mechanisch grondonderzoek wordt een vóórbewerking toegepast. Door de Internationale Bodemkundige Vereeniging zijn twee wijzen van vóórbewerking vastgesteld, resp. methode A (behandeling van den grond met waterstofsuperoxyde en verdund zoutzuur en afslibben met verdunde ammonia-natronloog) en methode B (vóórbehandeling met koud en kokend water). Het Bodemkundig Instituut Groningen heeft bij al zijne onderzoekingen de vóórbewerking A gevolgd.

Nà de vóórbewerking worden de deeltjes kleiner dan 0.016 millimeter diameter in cilinders (model ATTERBERG) met stilstaand water (aanvankelijk met ammonia) afgeslibd en indien noodig in meerdere fracties onderverdeeld (fractie I = deeltjes met een diameter kleiner dan 2 micron; fractie II = deeltjes met een diameter van 2—16 micron). Aanvankelijk was het plan de deeltjes grooter dan 0.016 mm diameter, dus de zandige deeltjes, in cilinders met stroomend water (model КОПЕЦКЫ) in verschillende zandfracties onder te verdeelen. Bij een microscopisch onderzoek bleken de grenzen van de op deze wijze verkregen fracties niet met de berekende grenzen overeen te stemmen (246); een stel zeven bleek voldoende nauwkeurige cijfers te geven (246, 264).

Het Bodemkundig Instituut Groningen heeft aan de verschillende besprekingen in de Eerste Commissie van de Internationale Bodemkundige Vereeniging over het vaststellen van de methode voor het mechanisch grondonderzoek deelgenomen [1926 Rothamsted; 1927 Washington; 1930 Leningrad-Moskou; 1934 Versailles (265)].

2. *Humusbepaling* (242, 243). Aanvankelijk geschiedde de humusbepaling alleen door het gloeien van den grond, waarbij het gloeiverliescijfer verminderd werd met het koolzuurgehalte van de koolzure kalk en het gehalte aan vastgebonden water in de kleisubstantie; dit laatste was op 6.3 % van de kleisubstantie (fractie I + II) gevonden. Later is ook de methode van ISTSCHEREKOW, die de humus door oxydatie met KMnO_4 bepaalt, ingevoerd. Een groote aanwinst was de invoering van de methode TER MEULEN (verbeterde methode

DENNSTEDT) voor grondonderzoek, waarbij de koolstof dus door verbranding tot koolzuur bepaald wordt. Het Bodemkundig Instituut Groningen bezit thans een installatie voor 4 verbrandingstoestellen, waardoor het mogelijk is, dat één analist per week 100 koolstofbepalingen verricht. Het humuscijfer wordt gevonden door het gehalte aan koolstof (C) met 1.724 te vermenigvuldigen. Hierbij is aangenomen, dat de koolstof 58 % van de organische stof bedraagt.

Bij massa-analysen van een groot aantal gronden van hetzelfde type worden nog de methoden 1 en 2 (gloeien en KMnO_4 -methode) toegepast, waarna dan bij bijv. 10 % van de monsters het humusgehalte volgens de koolstof-methode bepaald wordt.

Bij een internationaal onderzoek vonden de medewerkende instituten zeer groote afwijkingen in humusgehalte. In 1933 werd op de vergadering van de IIe Commissie van de Internationale Bodemkundige Vereeniging te Kopenhagen op voorstel van het Bodemkundig Instituut Groningen een commissie benoemd, om de methode voor het humusonderzoek te bestudeeren. Op het Congres in Oxford (1935) werd een volkomen bevredigend rapport betreffende de verrichte onderzoekingen uitgebracht (275)¹⁾.

3. *Bepaling van den zuurgraad van den grond (pH)* (130, 131, 194). Er is wel geen enkele methode van grondonderzoek, die in de voorbijgegangene 20 jaar zulke vorderingen gemaakt heeft als de methode ter bepaling van den zuurgraad van den grond.

Aanvankelijk geschiedde deze bepaling met behulp van de waterstofelektrode (132) of ook wel kolorimetrisch (149). Voor deze laatste methode had men een helder en liefst kleurloos extract van den grond nodig. Met water was in vele gevallen geen helder extract van den grond te verkrijgen. In plaats van water gebruikte men dan wel een oplossing van een neutraal zout. De zout-oplossing bleek met den grond evenwel een iets zuurder extract te geven dan het water. Bovendien bleek een water-extract van een grond in de meeste gevallen een iets alkalischer reactie te bezitten dan een water-suspensie van dien grond. De eenigste methode om den juisten zuurgraad van den grond te bepalen was aanvankelijk dus met de waterstofelektrode in een water-suspensie van den grond.

Met de waterstofelektrode konden destijds evenwel slechts enkele bepalingen per dag worden uitgevoerd, waarvan de resultaten soms nog weinig betrouwbaar waren.

Een groote vooruitgang was de invoering van de chinhydronelektrode voor de meting van de waterstofionen-concentratie door Prof. BILMANN te

¹⁾ Aan dit rapport heeft zoowel het Bodemkundig Instituut te Groningen als het Bodemkundig Laboratorium te Medemblik medegewerkt.

Kopenhagen. Op de te Groningen in 1926 gehouden vergadering van de 2e Commissie van de Internationale Bodemkundige Vereeniging werd aan Prof. BIILMANN en Dr. CHRISTENSEN (na diens overlijden vervangen door Prof. Dr. TOVBORG JENSEN) te Kopenhagen opgedragen een nauwkeurig voorschrift voor de methode-BIILMANN ter bepaling van den zuurgraad van den grond uit te werken. De chinhydronelektrode maakt het thans mogelijk, dat — gegeven een goed functioneerende installatie — één analist per uur een vijftig metingen kan verrichten.

Toen op de vergadering van de 2e Commissie van de Internationale Bodemkundige Vereeniging te Budapest, in 1929, bezwaren tegen de chinhydronelektrode geopperd werden, werd een pH-Comité, onder voorzitterschap van Dr. D. J. HISSINK gevormd, dat in 1930 op het Congres te Leningrad een verslag uitbracht. Er blijken inderdaad gronden te zijn, en wel voornamelijk mangaanhoudende gronden, waarbij de chinhydronelektrode foutieve resultaten geven kan; bij de metingen blijkt dit evenwel door het optreden van een sterk potentiaalverloop (drift) onmiddellijk na toevoeging van de chinhydronelektrode. Op de in 1933 te Kopenhagen gehouden vergadering van de 2e Commissie bracht Prof. BRADFIELD opnieuw dezelfde bezwaren tegen de chinhydronelektrode ter sprake en beval de toepassing van de glaselektrode aan. Het pH-Comité nam zijn taak opnieuw op en bracht op het Congres te Oxford (1935) een rapport uit, waarbij de resultaten van het eerste rapport bevestigd werden (276).

Op grond van al deze onderzoeken wordt thans de methode voor de pH-bepaling aan het Bodemkundig Instituut Groningen uitgevoerd met behulp van de chinhydronelektrode. De meting vindt onmiddellijk, d.w.z. binnen 10 à 15 seconden na toevoeging van de chinhydronelektrode, plaats. De Nederlandsche gronden vertoonen gewoonlijk geen potentiaalverloop, zoodat de meting rustig kan worden voortgezet (aflezing na 1 minuut). Treedt potentiaalverloop (drift) op, dan wordt de pH-bepaling met de glaselektrode verricht. De uitvoering van deze laatste bepaling is thans zoo verbeterd, dat zij ook voor gewoon onderzoek in het laboratorium bruikbaar is (289).

Een uitvoerig onderzoek naar de bruikbaarheid van de antimoonelektrode voor de pH-bepaling in grondsuspensies vond plaats (219). Deze elektrode bleek bruikbaar bij een pH van 2 tot 11 en heeft dus het voordeel boven de chinhydronelektrode, dat hiermede bepalingen tot veel hogere pH-waarden mogelijk zijn. In het gebied, waarin ook de chinhydronelektrode bruikbaar is, geeft deze laatste echter nauwkeuriger cijfers. Sinds het echter mogelijk is met de glaselektrode op eenvoudige en nauwkeurige wijze de pH tot 12 à 13 toe te bepalen, heeft de antimoonelektrode haar belang voor de pH-meting verloren.

4. *Methode Liechti* (151, 174). Een iets afwijkende kolorimetrische methode om den zuurgraad van den grond te bepalen is door LIECHTI toegepast. Bij deze methode wordt de luchtdroge grond geschud met een oplossing van KCl en een oplossing van azolithmine, de kleurstof van het lakmoes. Aangetoond is, dat deze methode geen juist beeld van den waren zuurgraad van den grond geeft, ten gevolge van de inwerking van het KCl zoowel op den grond als op de kolloidale azolithmine-deeltjes.

5. *Comber-reagens* (129, 134, 137, 140, 163, 181, 195). Prof. COMBER te Leeds heeft in 1920 een zeer eenvoudig reagens voor zure gronden aangegeven. Daartoe schudt hij den luchtdrogen grond met een alcoholische oplossing van rhodaankali (KCNS). Is de grond zuur, dan wordt de vloeistof rood. Het Bodemkundig Instituut Groningen paste in het jaar 1922 het COMBER-reagens toe op gronden van verschillende zuurgraad, waarvan de pH door meting met de waterstofelektrode nauwkeurig bekend was. Hierbij bleek de zuurgraad van den grond (pH) met behulp van de intensiteit van de roode kleur eenigszins te schatten te zijn. Verder bleken niet alleen neutrale en alkalische gronden, maar ook uiterst zwak zure gronden (pH tusschen ongeveer 6.5—7) een kleurloze vloeistof met het COMBER-reagens te geven. Het ontstaan van de roode kleur moet worden toegeschreven aan de vorming van ijzerrhodanide, waarvan de ongedissocieerde moleculen rood gekleurd zijn. Een grond moet dus voldoende ijzer bevatten, indien met het COMBER-reagens zijn juiste zuurgraad wil geschat worden. Slechts enkele zandige leemgronden bleken aan deze voorwaarde niet te voldoen. Ook sommige hoogveengronden, die nog veel onvergaan hoogveenhumus bevatten, gaven met het COMBER-reagens geschatte pH-waarden, die aanzienlijk hooger waren dan de pH-waarden langs electrischen weg gevonden. In enkele gevallen werden geen roode, maar gele of groene kleuren (vermoedelijke aanwezigheid van mangaan) verkregen. In deze gevallen is het COMBER-reagens niet te gebruiken, maar in de meeste gevallen is gebleken, dat het COMBER-reagens een waardevol hulpmiddel is om een voldoende vrij nauwkeurig beeld van den zuurgraad van den grond te verkrijgen, vooral indien het gaat om den zuurgraad van verschillende plekken van eenzelfde perceel onderling met elkander te vergelijken.

6. *Uitwisselbare basen*. De methode ter bepaling van de uitwisselbare basen is systematisch voor verschillende grondtypen uitgewerkt. Hierbij bleek, dat bij uitloogen van 25 gram grond met 1 L normaal keukenzoutoplossing voor de uitwisselbare CaO en MgO, en 1 L normaal NH_4Cl voor de uitwisselbare MgO, K_2O en Na_2O , alle uitwisselbare basen uit den grond uitgeloozd te zijn. Alleen in gronden met zeer hooge gehalten aan uitwisselbare CaO (o.a. neutrale

en zwak alcalische humusgronden met een hoog humusgehalte) moet 10 gram grond tot 1 Liter worden aangewend of 25 gram tot 2 Liter worden uitgeloozd. De som aan uitwisselbare basen (CaO , MgO , K_2O en Na_2O) geeft de grootheid S.

Bij het uitloogen van CaCO_3 -houdende gronden gaat een gedeelte van de kalk van de koolzure kalk in oplossing. Deze hoeveelheid bleek bij het uitloogen met een oplossing van NaCl in de eerste liter practisch evenveel te zijn als in de tweede liter. In CaCO_3 -houdende gronden wordt de uitwisselbare CaO thans bepaald door tot twee liter met NaCl uit te loogen en het CaO -gehalte van de eerste Liter met dat van de tweede Liter te verminderen.

Voor zoute, CaCO_3 -houdende gronden bestaat nog geen geheel nauwkeurige methode ter bepaling van de gehalten aan uitwisselbare basen. Het Bodemkundig Instituut Groningen heeft een benaderende methode uitgewerkt (122, 135, 143, 166, 230).

7. *Kalktitratie-methode.* Naast de bepaling van de reeds aanwezige basen in de klei-humussubstantie wordt bepaald, hoeveel basen de klei-humussubstantie nog opnemen kan. Voor beantwoording van de vraag, hoeveel kalk een zure grond nog opnemen moet, om de neutrale recatie ($\text{pH} = 7$) te bereiken, kan men dezen grond titreeren met oplossingen van loog, kalk of bariet, onder gelijktijdige bepaling van de pH -waarde van de grondsuspensie. Men krijgt dan z.g. titratiecurven, die voor elke pH -waarde beneden 7 aangeven hoeveel kalk de betreffende grond opnemen moet om die pH -waarde te bereiken. Voor een aantal humusgronden zijn deze titratiecurven met loog en met een kalkoplossing bepaald (185, 191, 199). De loogtitraties bleken andere uitkomsten te geven dan de titraties met kalk.

8. *Bepaling van T—S (bariet-methode).* De totale hoeveelheid base, die de klei-humussubstantie van een grond nog opnemen kan, dus de waarde T—S, is aanvankelijk met behulp van een conductometrische titratie (met bariet) bepaald, welke later door een gewone titratie vervangen is (167, 171).

De grootheden S (dat is de hoeveelheid base, die een grond gebonden bevat) en T (dat is de som van S en T—S, dus de totale hoeveelheid base, welke dien grond binden kan; beide grootheden uitgedrukt in milligramaequivalenten op 100 g grond) geven de grootheid V, dat is de verzadigingstoestand van den grond; $V = 100 S : T$.

9. *Methode Kappen.* Door verschillende onderzoekers zijn methoden aan-gegeven om te onderzoeken hoeveel kalk een grond onder bepaalde omstandigheden nog opnemen kan. Al deze methoden berusten hierop, dat een

bepaalde hoeveelheid grond met een bepaalde hoeveelheid van een oplossing van een kalkzout een bepaalden tijd geschud wordt, waarna het filtraat met zuur of met loog getitreerd wordt. Uit het titratiegetal wordt dan berekend hoeveel kalk de grond nog heeft vastgelegd. Voor deze kalkoplossing gebruiken HUTCHINSON en MACLENNAN calciumbicarbonaat, KAPPEN calciumacetaat, GEHRING en WEHRMANN verzadigde kalkoplossing. Deze methoden zijn voor een aantal gronden vergeleken met de kalktitratie-methode en met de bariet-methode (205). Hierbij bleek, dat een grond bij de drie bovengenoemde methoden verschillende hoeveelheden kalk opnam, zoodat de grond na de kalkopname verschillende pH-waarden bereikte, afhankelijk van de gebruikte methode; een grond dus ook verschillende verzadigingstoestanden bezat, afhankelijk van de methode, waarmede de verzadigingstoestand was bepaald. De hoeveelheid kalk, die bij bovenstaande methoden door den grond ge-adsorbeerd wordt, bleek afhankelijk te zijn van de verhouding grond : oplossing, die gebruikt werd. Deze afhankelijkheid is voor de methode KAPPEN nader bestudeerd (214). Volgens dit onderzoek hangt de hoeveelheid kalk, die uit een bepaalde hoeveelheid van een oplossing van kalk of een kalkzout wordt opgenomen, af van het gehalte aan klei en humus van den betreffenden grond en van de verzadiging van de kleihumussubstantie van den grond aan basen.

Volgens KAPPEN kon de bij zijn methode bepaalde hoeveelheid ge-adsorbeerde kalk met een voor practische doeleinden voldoende nauwkeurigheid dienen om die hoeveelheid kalk te bepalen, die een grond ter neutralisatie ($\text{pH} = 7$) noodig heeft. Daartoe werd het resultaat van de titratie met den factor 1.5 vermenigvuldigd. Gebleken is, dat deze factor bij zeer vele gronden grooter dan 1.5 is. Getracht is de methode KAPPEN zoodanig te veranderen, dat bij alle gronden na de kalk-adsorptie een pH-waarde van ongeveer 6.5 bereikt wordt (229). Voor dit doel zou men zooveel gram grond met 250 cc van een normaal calciumacetaatoplossing gedurende één uur moeten schudden, dat 50 cc van het filtraat ongeveer 10 cc 0.1 N NaOH bij de titratie verbruiken.

10. *Phosphorzuur-bepaling.* Uit een vergelijkend onderzoek van verschillende methoden om het bodemphosphorzuur in oplossing te brengen (172), zijn twee methoden A en B uitgekozen; A ter bepaling van het zuur-oplosbare phosphorzuur, waarbij de gegloeide, luchtdroge grond met $12\frac{1}{2}$ proc. salpeterzuur in een glycerinebad (temperatuur 105°C) gedurende 75 minuten wordt gekookt, en B ter bepaling van het in citroenzuur oplosbare phosphorzuur, waarbij de niet-gegloeide, luchtdroge grond gedurende 48 uur met een 2 proc. citroenzuur-oplossing bij kamertemperatuur wordt gedigereerd.

De relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur kan uit de resultaten van deze beide methoden worden berekend volgens de formule 100 B/A.

De 2 proc. citroenzuur-oplossing is later vervangen door een 1 procentige.

11. *Bepaling van de doorlatendheid, de capillaire stijghoogte en de hoeveelheid hangwater.* De methoden voor de bepaling van de doorlatendheid, de capillaire stijghoogte en de hoeveelheid hangwater in het laboratorium zijn opgenomen in publicatie (264).

De doorlatendheid wordt aangegeven door den doorlaatfactor, waaronder de laag water (uitgedrukt in meters per 24 uur) wordt verstaan, die door den grond vloeit, indien het verval 1 is. Voor zandgronden in een éénkorrelstructuur is deze doorlaatfactor afhankelijk van poriënvolume, luchtgehalte en temperatuur van het water. Tenzij uitdrukkelijk anders is vermeld, zijn de doorlaatfactoren bepaald bij een poriënvolume van 35 volumepercenten, lucht vrije poriën en een temperatuur van het water van 10° Celsius; of op deze waarden omgerekend.

Onder de capillaire stijghoogte wordt de maximale afstand (in centimeters) tusschen het capillair en het phreatisch oppervlak verstaan. Zij geeft dus de maximale dikte van de laag grond boven het phreatisch oppervlak aan, die geheel met water verzadigd kán zijn, in tegenstelling met de zich boven het capillair oppervlak bevindende zóne. Deze capillaire stijghoogte hangt af van het poriënvolume, waarom onder de capillaire stijghoogte van een zandgrond die capillaire stijghoogte verstaan wordt, die de grond zou hebben, indien het poriënvolume 35 volumepercenten zou bedragen, tenzij uitdrukkelijk anders is vermeld.

Is een bepaalde laag van een zandgrond oorspronkelijk volkomen verzadigd met water, dan zal uit deze laag water wegzakken, zoodra het phreatisch oppervlak zóó ver is verlaagd, dat deze laag zich bevindt boven het capillaire oppervlak. De maximale hoeveelheid water (uitgedrukt in grammen per 100 gram droge stof of in volumepercenten), die in deze laag achterblijft, indien geen verdamping optreedt, is de hoeveelheid hangwater.

Voor de bepaling van deze drie grootheden wordt naar publicatie (264) verwezen.

12. *Neubauer-onderzoek.* Een onderzoek van een groot aantal gronden van den Wieringermeerpolder op kali en phosphorzuur volgens de methode-NEUBAUER is in het Bodemkundig Laboratorium te Medemblik uitgevoerd (256, b).

13. *Internationaal vergelijkend onderzoek der gebruikelijke methoden.* Daar het gewenscht is, dat de verschillende laboratoria, over de geheele wereld

verspreid, met de door hen gevolgde methoden van onderzoek dezelfde resultaten verkrijgen, wordt door de Internationale Bodemkundige Vereeniging een collectie standaardmonsters van verschillende herkomst en bodemtype aangelegd, aan welke standaardmonsters de verschillende laboratoria hun methoden kunnen toetsen.

Deze standaardmonsters, waartoe voorloopig behooren een grondmonster uit Wad Medani, Soedan en twee uit de provincie Groningen (Reiderwolderpolder en Proefboerderij Nieuw-Beerta), worden in het Bodemkundig Instituut te Groningen bewaard.

HOOFDSTUK III.

BODEMTYPEN; NOMENCLATUUR EN CLASSIFICATIE; KARTEERING.

A. BODEMTYPEN.

1. *Mariene gronden.* Van alle bodemtypen is dat van de mariene gronden het beste bestudeerd. Het is gebleken, dat bij dit type de meest uiteenlopende kleigehalten voor kunnen komen (216, 288); van vrijwel 0 tot in een enkel geval bijna 100 % toe. Zeer weinig klei, hoogstens enkele procenten, bevatten de duingronden en ook enkele daarachter gelegen zeer zandige gronden (deelen van den Zijpe-, Koegras- en Anna Paulownapolder b.v.); ook gedeelten van de Wieringermeer zijn kleiarm. Overigens bevatten de meeste mariene afzettingen, voor zoover in cultuur, in den regel minstens 10 % klei; gewoonlijk van 20 tot 60 %.

Zooals reeds in Hoofdstuk I is medegedeeld, wordt onder klei verstaan deeltjes met een middellijn kleiner dan 16 micron. Het is nu bij mariene gronden merkwaardig, dat de hoeveelheid deeltjes kleiner dan 2 micron overal in een vrij constante verhouding staat tot die van 2—16 micron. De verhouding van de hoeveelheid deeltjes kleiner dan 2 micron tot die van 2—16 micron is ongeveer 1 : 0.4 (216); dat is per 100 gram klei dus ongeveer 70 gram deeltjes kleiner dan 2 micron tegen 30 gram deeltjes van 2—16 micron.

De granulaire samenstelling van het zand in de mariene gronden houdt verband met het kleigehalte; tenzij het door de cultuur vermengde lagen betreft, is het verband zeer regelmatig. Hoe hooger het kleigehalte is, des te fijner is het zand (288). In de zeer kleiarne duinzanden is het zand zeer grof (U vanaf 50); bij zeer zware kleigronden loopt U van het zand op tot boven de 300. Reeds bij de lichte zavelgronden bedraagt U van het zand in den regel meer dan 200.

Bij hun vorming bevatten de mariene gronden alle koolzure kalk; de echte kleigronden ongeveer 10 %; de zandige minder. Het hangt van den ouderdom van den betreffenden grond, benevens van een aantal andere factoren af (aard koolzure kalk, bodemprocessen, ontwatering; zie 153), hoe hoog het kalkgehalte op een zeker tijdstip is; oude gronden bevatten in het algemeen geen koolzure kalk meer.

De mariene gronden hebben verder dit eigenaardige, dat bij hun ontstaan

verschillende bestanddeelen en eigenschappen met het kleigehalte samenhangen (273). Zoo bedraagt het humusgehalte dan ongeveer 10 % van het kleigehalte, het stikstofgehalte 5.5 % van het humusgehalte (zoodat dus het N-gehalte ook van het kleigehalte afhangt), het kaligehalte ongeveer 0.8 % en het phosphorzuurgehalte 0.35 % van het kleigehalte (273). Na het in cultuur nemen wijzigen deze grootheden zich, afhankelijk van de cultuur. De meeste nemen af; bij de kleibouwgronden daalt het humusgehalte tot enkele procenten op drogen grond (er is dan nog wel een verband tusschen klei- en humusgehalte, maar veel zwakker); het stikstofgehalte van de organische stof heeft de neiging te stijgen; de phosphorzuur- en kaligehalten nemen af, tenzij de bemesting er in voorziet.

De mariene gronden zijn in hoofdzaak bestudeerd in de provincies Groningen en Noord-Holland en in de Zuiderzee; bij de verdere studie zullen vooral mariene gronden uit andere provincies onderzocht moeten worden.

2. *Rivierkleigronden.* Hoewel ook van de rivierkleigronden vele gegevens verzameld zijn, is dit type toch niet zoo uitvoerig bestudeerd als dat van de mariene gronden. Uit de publicaties, die er aan gewijd zijn (153, 197, *m*), blijkt, dat ook bij dit type alle mogelijke kleigehalten voorkomen. In tegenstelling met de zeekleigronden is de verhouding van de hoeveelheid deeltjes kleiner dan 2 micron tot die van 2—16 micron veel minder constant; zij schommelt bij het bekende materiaal van 1:0.2 tot 1:0.9. Men kan eigenlijk niet zeggen, of de rivierkleigronden gemiddeld relatief meer of minder van de fractie kleiner dan 2 micron bevatten dan de zeekleigronden.

Ook de grofheid van het zand is bij de rivierkleigronden veel wisselender dan bij de zeekleigronden. Bij deze laatste bedraagt de U-waarde van het zand, bij gehalten van meer dan 20 % klei, zoo ongeveer 300 (betrekkelijk gelijkmatig oplopend met het kleigehalte van 250 tot 350). Bij rivierkleigronden met ongeveer 46 % klei en liggende in eenzelfde gebied, zijn U-waarden van het zand aangetroffen van 97 (ongeveer zooveel als van een normalen eschgrond) en van 265. In het algemeen kan men zeggen, dat bij eenzelfde kleigehalte het zand van een rivierkleigrond hoogstens even fijn is als dat van een zeekleigrond met een even hoog kleigehalte, maar meestal veel tot zeer veel grover. Het ware mogelijk, dat dit verschil in grofheid van het zand mede verantwoordelijk is voor het verschil in structuur tusschen de zeeklei- en rivierkleigronden (197).

Ook de rivierkleigronden bevatten bij hun vorming rijkelijk koolzure kalk; het gehalte schijnt af te hangen van de rivier, die het slib aanvoert (197); er zijn gehalten van 5—15 % gevonden. Ook hier verdwijnt de koolzure kalk op den duur; zelfs de uiterwaarden kunnen er reeds vrij van zijn in de bovenlaag.

Het humusgehalte van het rivierslib is aanzienlijk hooger dan dat van marien slib; 10 % op droge stof bij 40 à 50 % klei is normaal (dus $2 \times$ zoo hoog als bij een zeekeigrond met 40 à 50 % klei). Ook hier neemt het humusgehalte op den duur af, althans op bouwland, waar het meestal slechts enkele procenten bedraagt.

Stikstof-, kali- en phosphorzuurgehalten zijn nog weinig in rivierkleigronden bepaald. Er is echter een onderzoek loopende, om dit cijfermateriaal aan te vullen.

3. *Veengronden.* De veengronden worden meestal onderscheiden in hoogveen- en laagveengronden. De meeste hoogveengronden, die in ons land in cultuur zijn, zijn dalgronden; deze zijn kunstmatig gemaakt door op den afgeveenden ondergrond de bonkaarde terug te storten en deze te bedekken met een laagje zand. Door menging van het zand met een laagje bonkaarde ontstaat een sterk humeuze bouwvoor, waarvan het humusgehalte afhangt van de verhouding, waarin beide gemengd zijn; 20 à 25 % is een veel voorkomende waarde (292).

In het algemeen is het hoogveen sterk zuur en arm aan voedingsstoffen; het bevat zeer weinig phosphorzuur, kali en kalk (tenzij dit gehalte door de bemesting verhoogd is). Het stikstofgehalte van de organische stof is ongeveer 1 %. In verband met het hooge gehalte aan organische stof zijn de hoogveengronden rijk aan stikstof, maar deze stikstof is weinig toegankelijk voor de planten.

De laagveengronden zijn in het algemeen minder zuur dan de hoogveengronden en rijker aan voedende bestanddeelen, vooral aan kalk en stikstof (ongeveer 3 % op humus), terwijl deze stikstof gemakkelijker toegankelijk is voor de planten. Het hooge stikstofgehalte van den humus en de rijkdom aan plantenvoedende bestanddeelen wordt zelfs vaak als een kenmerk van laagveengronden genoemd (121). De minerale bestanddeelen van laagveengronden bestaan vaak uit klei, zoodat zij ook uit dien hoofde van nature vruchtbaarder zijn. In verband met de wisselende hoeveelheden aan minerale bestanddeelen loopt het humusgehalte van de laagveengronden sterk uiteen; de vegetatielaag bevat meermalen 20—30 % humus (121).

4. *Diluviale zanden.* Van het belangrijke grondtype der diluviale zandgronden is tot nu toe weinig materiaal verzameld. Er is echter begonnen met een oriënteerend onderzoek, teneinde deze leemte aan te vullen.

5. *Bijzondere grondsoorten.* Verder is door het Bodemkundig Instituut een studie van enkele bijzondere grondsoorten gemaakt.

Katteklei. Aan de katteklei is een 2-tal publicaties gewijd (145, 267). Katteklei

is een kleisoort, waarin veel geel-gekleurd basisch ferrisulfaat voorkomt; mede door dit basisch ferrisulfaat is de klei sterk zuur en onvruchtbaar. Zij komt hoofdzakelijk voor in mariene afzettingen, waaruit de koolzure kalk verdwenen is en waarin zich veel zwavel en zwavelijzer hebben opgehoopt. Bij de oxydatie daarvan ontstaat het basisch ferrisulfaat. Deze klei is bekend uit de Haarlemmermeer, uit enkele andere plaatsen in Noord- en Zuid-Holland, uit de Wieringermeer en uit Groningen. Er zijn groote hoeveelheden kalk noodig, om deze kattenklei te ontzuren.

Kleefgrond. Een andere bijzondere grondsoort, waarvan studie gemaakt is, is de kleefgrond (80, 105). Dit is een grondsoort, die uitsluitend in Zuid-Limburg voorkomt; zij is, naar algemeen aangenomen wordt, ontstaan uit de verweering van het Krijt. Het Krijt bestaat in hoofdzaak uit Ca- en Mg-carbonaten, maar bevat toch ook een zekere hoeveelheid klei en zand (6—9 % in het onderzochte geval). In den loop van vele eeuwen verdwijnen de carbonaten door uitloosing door het regenwater en uit een zeer dikke laag Krijt ontstaat dan de minerale bodem. Deze grond heeft de bijzonderheid, dat hij vrijwel geheel oplosbaar is in kokend zwavelzuur; hij bestaat dus vrijwel geheel uit verweeringssilicaat A en B (zie publicatie 173). Mogelijk staan zijn sterk klevende eigenschappen met dit feit in verband.

Rood zand. Een derde grondsoort van locale beteekenis, waaraan bij het onderzoek eenige aandacht geschonken is, is het roode zand van de Veluwe (78, 90). Plaatselijk komt hier een bloedrood zand voor. Bij onderzoek bleek het te bestaan uit hoofdzakelijk kwartskorrels, omgeven door een dun laagje ijzerhydroxyde-aluminiumhydroxyde-kieselzuurgel (ongeveer 5 à 6 %). Door schudden met water wordt dit laagje verwijderd en blijven de nagenoeg kleurloze zandkorrels achter. Het is niet onmogelijk, dat dit roode zand ontstaan is in stuifzanden op dezelfde wijze als moerasijzererts ontstaan is in en onder groenlanden.

Zwarte klei. Publicatie (139) handelt over een eigenaardige zwarte grondsoort, die onder Thesinge is aangetroffen. Deze zwarte klei lijkt uiterlijk veel op potklei; een onderzoek, in samenwerking met BROCKMANN, heeft echter uitgemaakt, dat deze klei geen potklei is; vermoedelijk is het fluviaal verplaatste zeeklei.

B. NOMENCLATUUR EN CLASSIFICATIE.

Reeds in 1924 is betoogd (173), dat een juiste benaming van de gronden in ons land en een daarop berustende classificatie van groot belang is.

Evenals op menig ander gebied had ook de landbouwpraktijk zich op het gebied van de nomenclatuur en de classificatie van den grond reeds langen tijd

zelf geholpen. Deze praktische nomenclatuur en classificatie van de gronden heeft evenwel dit bezwaar, dat zij haar resultaten niet in cijfers laat vastleggen en dus steeds iets vaags en onzekers behoudt, zoodat de gronden zich met behulp van deze praktische benamingen toch moeilijk onderling laten vergelijken. Een grond, door een landbouwer in een streek met zware gronden reeds zandigen kleigrond genoemd, zal in een zandige streek onder de vrij zware kleigronden geclassificeerd worden. Bovendien is de praktische classificatie onvolkomen, doordat zij niet dieper in het wezen van de zaak doordringt en zonder meer over de eigenschappen van den grond geen verdere inlichtingen geeft.

Het Bodemkundig Instituut heeft zich dan ook tot taak gesteld, de benamingen en indeelingen van de practijk te standarizeeren en nauwkeuriger te definieeren en deze daarna te verdiepen en te verfijnen.

De gebruikelijke classificatie van de gronden in Nederland is wel deze, dat men onderscheidt kleigronden, leemgronden, zandgronden, humusgronden en kalkgronden, dat zijn dus gronden, die resp. zooveel klei, leem, zand, humus en koolzure kalk bevatten, dat dit bestanddeel zijn stempel op den betreffenden grond drukt en daarmee de soort bepaalt. Daar humus en koolzure kalk meer of minder goed gedefinieerde stoffen zijn, zijn naar analogie hiervan in (173) en volgende publicaties ook zand en klei als stoffen opgevat, die in de gronden zandgrond en kleigrond voorkomen, in die mate, dat zij het karakter van den grond bepalen.

Een van de in publicatie (173) gestelde vragen was, wat nu onder klei en zand is te verstaan. Als men van gronden, die door de practijk als zandgronden worden opgegeven, naar die, welke kleigronden genoemd worden, overgaat, constateert men, dat zoowel het aantal kleine deeltjes (kleiner dan 16 micron b.v.) als de hoeveelheid in zoutzuur en zwavelzuur oplosbaar materiaal toeneemt. Men kan als maat voor het kleigehalte van den grond dus beide grootheden nemen. De loop van het onderzoek heeft gemaakt, dat in het bijzonder het aantal deeltjes kleiner dan 16 micron als maat voor het kleigehalte en het aantal deeltjes grooter dan 16 micron als maat voor het zandgehalte genomen is. Een nieuwe studie van dit vraagstuk, waarbij ook het vraagstuk van de keileem en de leemgronden, dat hier verder zal blijven rusten, opnieuw in oogenschouw werd genomen, werd in den allerlaatsten tijd gemaakt (293).

In eerste instantie worden de gronden dus onderverdeeld in kleigronden, zandgronden, leemgronden, humusgronden en kalkgronden. De inpoldering en het in cultuur brengen van de Zuiderzeegronden hebben gemaakt, dat voor-

eerst de meeste studie gemaakt werd van de nadere indeeling der klei- en zandgronden en wel van die van het mariene-type. Deze worden door de praktijk in verschillende klassen onderverdeeld: zware kleigrond, lichte kleigrond, zware zavel, lichte zavel, zand, met welke namen zeer wezenlijke verschillen in kwaliteit en landbouwkundig gedrag worden aangeduid.

Voor deze nadere indeeling is in den Waard- en Groetpolder en in den Anna Paulownapolder een studie gemaakt van de benamingen, die door de landbouwers aan de gronden met verschillend kleigehalte gegeven worden (216, 217). De Anna Paulownapolder bestaat in het algemeen uit lichter grond dan de Waard- en Groetpolder en bij het onderzoek bleek dan ook hier weer, dat men in den Anna Paulownapolder eerder geneigd was, een grond kleigrond te noemen dan in den Waard- en Groetpolder. Naar aanleiding van dit onderzoek is de volgende indeeling der mariene zeekleizandgronden opgesteld:

Indeeling van de mariene gronden naar het kleigehalte.	
Benaming.	Kleigehalte (deeltjes kleiner dan 0,016 mm diameter) in % op minerale bestanddeelen (dus op klei + zand = 100).
Zandgrond	0— 10
Lichte zavelgrond	10— 20
Zware zavelgrond	20— 40
Kleigrond	40— 60
Zware kleigrond	60—100

Naar dezen maatstaf heeft de indeeling van de gronden van den Andijker proefpolder, de Wieringermeer en den Noordoostpolder dan ook plaats gevonden.

De nadere indeeling van de zandgronden werd ingeleid door een onderzoek (288) over de mariene zanden, waaruit bleek, dat deze gronden door de praktijk o.a. naar het kleigehalte en de fijnheid van het zand onderscheiden worden.

Voor de karakteriseering van deze fijnheid van het zand is het zoogenaamde specifieke oppervlak van het zand (264) van veel belang. Dit specifieke oppervlak vat de geheele granulaire samenstelling van de zandfractie, welke bepaald wordt door de hoeveelheden der verschillende subfracties, samen in één cijfer; hoe fijner het zand, hoe grooter het specifieke oppervlak. De betrekkingen, die er bestaan tusschen de fijnheid van een zand en zijn doorlatendheid en capillaire stijghoogte en gedeeltelijk ook zijn hoeveelheid hangwater —

een van de oorzaken, dat ook door de practijk de zandgronden naar fijnheid onderscheiden worden — bleken door middel van het specifieke oppervlak zeer eenvoudig in cijfers uit te drukken te zijn. Het lag dus voor de hand, de indeeling van de zandgronden naar fijnheid te baseeren op het specifieke oppervlak (de U-waarde) van de zandfractie of op den soortelijken diameter (s.d.), dat is $10000 : U$, uitgedrukt in microns.

Een concept-indeeling van de zandgronden naar het U- of het s.d.-cijfer is opgesteld door de Normalisatie-Commissie voor de classificatie en benaming van grondsoorten (Voorzitter: W. F. J. M. KRUL te 's-Gravenhage), waarin vertegenwoordigers van landbouw, geologie, hydrologie en techniek zitting hebben; het Bodemkundig Instituut vertegenwoordigt in deze Commissie den Landbouw. Hoewel de opdracht van de Commissie zeer algemeen is, heeft zij zich voorloopig beperkt tot een indeeling en benaming van de zandgronden en de grindgronden. Aangezien de betreffende Normaalbladen nog niet gepubliceerd zijn, kan hier niet nader op de resultaten van het werk der Commissie-KRUL worden ingegaan.

In hoofdzaak sluit de landbouwkundige indeeling van de Commissie zich echter aan aan die, welke door het Bodemkundig Instituut reeds sinds geruimen tijd wordt toegepast. Bij $U = 100$ (is tevens s.d. = 100) wordt een grens getrokken, waar beneden het zand grof (zij het met enkele nadere aanduidingen) en waarboven het zand fijn (eveneens met verschillende nadere aanduidingen) genoemd wordt.

Hoewel door de Commissie-KRUL reeds heel wat werk verricht is, is hiermede toch nog maar een eerste schrede op het gebied van de indeeling en de benaming der Nederlandsche gronden gedaan. Ook andere gebieden dan dat van de granulaire samenstelling moeten bij de indeeling der gronden in aanmerking genomen worden. Een van de punten van het werkprogramma van het Bodemkundig Instituut is dan ook, het gebouw van de indeeling en de benaming der Nederlandsche gronden verder op te trekken.

C. KARTEERING.

Bij de karteering wordt de verspreiding van de bodemtypen en bodemklassen op het terrein nagegaan en in kaart gebracht. De karteeringen van het Bodemkundig Instituut hebben tot nu toe in hoofdzaak verband gehouden met het vraagstuk van het in-cultuur-brengen van nieuwe gronden. Een karteering is hier om twee redenen gewenscht.

In de eerste plaats moet bij het opmaken van de desbetreffende plannen de vraag beantwoord worden, of het terrein, eventueel welke deelen van het

eerst de meeste studie gemaakt werd van de nadere indeeling der klei- en zandgronden en wel van die van het mariene-type. Deze worden door de practijk in verschillende klassen onderverdeeld: zware kleigrond, lichte kleigrond, zware zavel, lichte zavel, zand, met welke namen zeer wezenlijke verschillen in kwaliteit en landbouwkundig gedrag worden aangeduid.

Voor deze nadere indeeling is in den Waard- en Groetpolder en in den Anna Paulownapolder een studie gemaakt van de benamingen, die door de landbouwers aan de gronden met verschillend kleigehalte gegeven worden (216, 217). De Anna Paulownapolder bestaat in het algemeen uit lichter grond dan de Waard- en Groetpolder en bij het onderzoek bleek dan ook hier weer, dat men in den Anna Paulownapolder eerder geneigd was, een grond kleigrond te noemen dan in den Waard- en Groetpolder. Naar aanleiding van dit onderzoek is de volgende indeeling der mariene zeekleizandgronden opgesteld:

Indeeling van de mariene gronden naar het kleigehalte.	
Benaming.	Kleigehalte (deeltjes kleiner dan 0,016 mm diameter) in % op minerale bestanddeelen (dus op klei + zand = 100).
Zandgrond	0— 10
Lichte zavelgrond	10— 20
Zware zavelgrond	20— 40
Kleigrond	40— 60
Zware kleigrond	60—100

Naar dezen maatstaf heeft de indeeling van de gronden van den Andijker proefpolder, de Wieringermeer en den Noordoostpolder dan ook plaats gevonden.

De nadere indeeling van de zandgronden werd ingeleid door een onderzoek (288) over de mariene zanden, waaruit bleek, dat deze gronden door de practijk o.a. naar het kleigehalte en de fijnheid van het zand onderscheiden worden.

Voor de karakteriseering van deze fijnheid van het zand is het zoogenaamde specifieke oppervlak van het zand (264) van veel belang. Dit specifieke oppervlak vat de geheele granulaire samenstelling van de zandfractie, welke bepaald wordt door de hoeveelheden der verschillende subfracties, samen in één cijfer; hoe fijner het zand, hoe grooter het specifieke oppervlak. De betrekkingen, die er bestaan tusschen de fijnheid van een zand en zijn doorlatendheid en capillaire stijghoogte en gedeeltelijk ook zijn hoeveelheid hangwater —

een van de oorzaken, dat ook door de practijk de zandgronden naar fijnheid onderscheiden worden — bleken door middel van het specifieke oppervlak zeer eenvoudig in cijfers uit te drukken te zijn. Het lag dus voor de hand, de indeeling van de zandgronden naar fijnheid te baseeren op het specifieke oppervlak (de U-waarde) van de zandfractie of op den soortelijken diameter (s.d.), dat is $10000 : U$, uitgedrukt in microns.

Een concept-indeeling van de zandgronden naar het U- of het s.d.-cijfer is opgesteld door de Normalisatie-Commissie voor de classificatie en benaming van grondsoorten (Voorzitter: W. F. J. M. KRUL te 's-Gravenhage), waarin vertegenwoordigers van landbouw, geologie, hydrologie en techniek zitting hebben; het Bodemkundig Instituut vertegenwoordigt in deze Commissie den Landbouw. Hoewel de opdracht van de Commissie zeer algemeen is, heeft zij zich voorloopig beperkt tot een indeeling en benaming van de zandgronden en de grindgronden. Aangezien de betreffende Normaalbladen nog niet gepubliceerd zijn, kan hier niet nader op de resultaten van het werk der Commissie-KRUL worden ingegaan.

In hoofdzaak sluit de landbouwkundige indeeling van de Commissie zich echter aan aan die, welke door het Bodemkundig Instituut reeds sinds geruimen tijd wordt toegepast. Bij $U = 100$ (is tevens s.d. = 100) wordt een grens getrokken, waar beneden het zand grof (zij het met enkele nadere aanduidingen) en waarboven het zand fijn (eveneens met verschillende nadere aanduidingen) genoemd wordt.

Hoewel door de Commissie-KRUL reeds heel wat werk verricht is, is hiermede toch nog maar een eerste schrede op het gebied van de indeeling en de benaming der Nederlandsche gronden gedaan. Ook andere gebieden dan dat van de granulaire samenstelling moeten bij de indeeling der gronden in aanmerking genomen worden. Een van de punten van het werkprogramma van het Bodemkundig Instituut is dan ook, het gebouw van de indeeling en de benaming der Nederlandsche gronden verder op te trekken.

C. KARTEERING.

Bij de karteerling wordt de verspreiding van de bodemtypen en bodemklassen op het terrein nagegaan en in kaart gebracht. De karteerlingen van het Bodemkundig Instituut hebben tot nu toe in hoofdzaak verband gehouden met het vraagstuk van het in-cultuur-brengen van nieuwe gronden. Een karteerling is hier om twee redenen gewenscht.

In de eerste plaats moet bij het opmaken van de desbetreffende plannen de vraag beantwoord worden, of het terrein, eventueel welke deelen van het terrein, de moeite van het in cultuur nemen loonen.

Zoo is b.v. door het Bodemkundig Instituut een uitgebreid onderzoek ingesteld naar de grondgesteldheid in het gedeelte van de Zuiderzee, liggende tusschen Lemmer, Urk, Schokland en Kampen; bij dit onderzoek bleek, dat er in dit terrein zeer vruchtbare en minder vruchtbare gronden voorkwamen. Mede aan de hand van de van de grondgesteldheid vervaardigde kaart is de omvang en begrenzing van den toekomstigen Noordoostpolder bepaald (249, 259); zie hierover nader in Hoofdstuk IV, sub D (blz. 54).

Ook bij de plannen voor het droogmaken van plassen in het oude land en voor het ontginnen van woeste gronden is een dergelijke karteering op haar plaats; en herhaaldelijk is in dit opzicht de hulp van het Bodemkundig Instituut ingeroepen (zie Hoofdstuk IV, sub A).

In de tweede plaats speelt de karteering een rol bij het in cultuur brengen van den grond. De cultuurmaatregelen houden verband met de grondgesteldheid. Bij oudere gronden is deze wel zoozeer bekend, dat de cultuurmaatregelen in groote lijnen aangepast zijn aan de grondgesteldheid. Van pas in cultuur genomen gronden is de grondgesteldheid nog onvoldoende bekend, en een karteering naar de voor de cultuur belangrijkste eigenschappen van den grond is voor het bepalen van de te nemen cultuurmaatregelen van belang.

Sedert kort is het Bodemkundig Instituut ook begonnen gronden te karteeren, die reeds langer in cultuur zijn. In dit verband kan de karteering van het noordelijk deel van Groningen worden genoemd, terwijl plannen voor een karteering van de Haarlemmermeer en van een terrein onder de gemeente Barneveld, alsmede van De Peel (Limburg), aanhangig zijn.

HOOFDSTUK IV.

DE BODEMKUNDIGE GESTELDHEID VAN NIEUW IN CULTUUR TE BRENGEN GRONDEN.

A. VEENPLASSEN.

a. Algemeen gedeelte.

Op het diluviale zand ten Westen en ten Noorden van de Veluwe en het Gooiland, welk gebied door de rivieren Rijn, Utrechtsche Vecht, Hollandsche IJssel werd doorsneden, hebben zich in vroegere tijden lage venen gevormd. In de onmiddellijke nabijheid van deze rivieren hebben zich destijds onder en tusschen het veen lagen rivierklei afgezet. Op zeer vele plaatsen is het veen voor turfbereiding afgegraven of uitgeveend, waardoor kommen gevormd werden, die zich met water vulden. Aldus ontstonden er kleinere en grootere plassen, die door smalle strooken land, legakkers, damhoeken, ribben of zetwallen werden doorsneden. In den loop der tijden zijn deze veenplassen hier en daar weer gedeeltelijk met riet en waterplanten dichtgegroeid.

In later jaren is men begonnen deze veenplassen weer droog te maken. Uit een landbouwkundig oogpunt is het van belang het een en ander omtrent de bodemkundige gesteldheid van de gronden, die na de droogmaking van de plassen den bouwgrond zullen vormen, te weten, ten einde zich een idee omtrent de cultuurwaarde van den bouwgrond na de droogmaking en de rentabiliteit van de droogmaking te kunnen vormen.

Na de droogmaking van de plassen zal de bouwgrond bestaan uit een mengsel van hetgeen bij de vervening op den bodem is achtergelaten en het daaronder liggende zand, terwijl ook de grond van de legakkers, damhoeken, ribben of zetwallen hiervan deel zal uitmaken. Men zal dus zoowel van den bagger, als van den grond van de legakkers, enz. de bodemkundige gesteldheid moeten nagaan en, ten einde iets van de cultuurwaarde van den toekomstigen bouwgrond te kunnen zeggen, deze moeten vergelijken met de bodemkundige gesteldheid van reeds in cultuur zijnde gronden van hetzelfde bodemtype, die op dezelfde wijze ontstaan zijn. Tevens zal men dienen na te gaan of er bagger en grond van legakkers enz. in voldoende hoeveelheid aanwezig is, om — met het onderliggende zand vermengd — een bouwlaag van voldoende dikte te kunnen geven.

Onder de bodemkundige gesteldheid is ook begrepen de vraag naar het al of niet vrij zijn van de gronden van schadelijke bestanddeelen. Bij veengronden bestaat de mogelijkheid, dat het onderste laagje van het veen boven het zand zich gevormd heeft in brakwater, of dat het water in de uitgeveende plas door communicatie met het zeewater brak was, waardoor de randen van de plas door brakwater werden bespoeld. In deze gevallen kunnen zich in den grond op de door het brakke water bespoelde plaatsen schadelijke zwavelijzerverbindingen gevormd hebben. Deze zwavelijzerverbindingen kunnen, wanneer zij met de lucht in aanraking komen, in zure tot sterk zure verbindingen overgaan, die elk leven in den grond, waarin zij voorkomen, onmogelijk maken.

Ten slotte zal men dienen na te gaan of onder het veen een kleilaag, die het water afsluit, voorkomt, ten einde de mogelijkheid van kwel in den drooggelegden polder te kunnen beoordeelen.

De cultuurwaarde van de veengronden en van de met veen gemengde zandgronden ligt grootendeels in het hooge gehalte aan organische stoffen en het daarmee gepaard gaande hooge stikstofgehalte, dat deze gronden bevatten.

De cultuurwaarde neemt toe, naarmate de organische stoffen beter gehumificeerd zijn. Voor de humificatie is een goede toetreding van de zuurstof van de lucht noodig, die door een goede ontwatering wordt bevorderd. Bij deze toetreding van de luchtzuurstof vinden oxydatieprocessen plaats, welke de samengestelde organische verbindingen in eenvoudiger verbindingen overvoeren; de eindproducten van deze ontleding zijn koolzuur en water. Tengevolge van deze oxydatie vindt dus een vermindering van de organische stof in den grond plaats. Naarmate de organische verbindingen ontleden, komen ook de stikstofverbindingen beschikbaar; zij gaan over in ammoniak- en nitraatverbindingen en de voorraad aan stikstof neemt eveneens af. Nu is het echter gebleken, dat de stikstofvrije koolwaterstofverbindingen uit den humus bij dit ontledingsproces in sterkere mate verdwijnen dan de stikstof bevattende koolwaterstoffen. Het gevolg hiervan is, dat het stikstofgehalte van den humus tijdens de humificatie stijgt. Het stikstofgehalte, uitgedrukt in procenten op organische stof (S), geeft dus een indruk omtrent het ontledingsstadium van de organische stoffen, maar bovendien ook over de assimileerbaarheid van de stikstof voor de planten, aangezien de stikstofverbindingen in beter assimileerbare verbindingen overgaan, naarmate de organische stof ontleedt.

De humificatie van de organische stoffen geschiedt vermoedelijk met medewerking van verschillende bacteriën. Deze bacteriën verleen hunne medewerking evenwel alleen in volle mate onder bepaalde gunstige omstan-

digheden, waartoe ook een bepaalde zuurgraad behoort. Voor een goede ontleding van de organische stof mag de grond niet te zuur reageeren. Nu is gebleken, dat de zuurgraad van de humusgronden met het gehalte aan uitwisselbare kalk in de organische stof in verband staat. Hoe minder uitwisselbare kalk de organische stof bevat, des te zuurder reageert — onder overigens gelijke omstandigheden — de veengrond. Bij een hoog gehalte aan uitwisselbare kalk in de organische stof, zal men dus een goede ontleding van de organische stof mogen verwachten.

In verband met het bovenstaande lag het dus voor de hand de veenmonsters in de eerste plaats op de gehalten aan organische stof, stikstof en kalk te onderzoeken. Aangezien de veenformaties toch arm aan kali zijn, kan het tijdroovende onderzoek op kaligehalte achterwege gelaten worden. Wel is het gewenscht de monsters, hoewel ook arm aan phosphorzuur, op totaal phosphorzuur te onderzoeken, terwijl een onderzoek op schadelijke zwavelijzerverbindingen niet achterwege mag blijven.

In de tabel op blz. 45 zijn eenige cijfers betreffende de gemiddelde samenstelling van bagger- en grondmonsters uit de onderzochte veenplassen opgenomen (deze gegevens zijn aan de hier volgende publicaties ontleend).

b. Plassen, gelegen ten Oosten van de Utrechtse Vecht (121).

De baggers en de legakkergronden uit deze plassen zijn vergeleken met grondmonsters uit de aangrenzende, reeds in cultuur zijnde, Bethune- en Horstermeerpolders.

De legakkergronden bezaten gemiddeld in procenten op droge stof: 41.6 pct. organische stof, 43.2 pct. zand en 15.2 pct. klei; 1.43 pct. stikstof, 1.94 pct. totaal kalk en 0.18 pct. phosphorzuur. Voor de baggermonsters waren deze bedragen: 69.2 pct. organische stof, 16.2 pct. zand en 14.6 pct. klei; 2.03 pct. stikstof, 3.50 pct. totaal kalk en 0.13 pct. phosphorzuur.

Uit deze gehalten viel bij vergelijking met die uit reeds in cultuur zijnde polders af te leiden, dat de legakkergronden en de baggers een materiaal zouden leveren, dat over voldoende stikstof en kalk beschikte, dat echter te weinig phosphorzuur bevatte. Het gehalte van de organische stof aan stikstof, het S-cijfer, bedroeg voor de legakkergronden gemiddeld 3.4 pct. en voor de baggermonsters gemiddeld 3.0 pct., waarden, die er op wijzen, dat de organische stof van deze veengronden, zonder koolzure kalk, reeds in een goed ontledingsstadium verkeerden.

In alle Vechtmonsters kwamen in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen voor. Deze konden dus na de drooglegging in zure en daardoor schadelijke verbindingen overgaan. Het totaal kalkgehalte bleek bij alle

Gemiddelde samenstelling van bagger- en grondmonsters.

	Baggers				Gronden					Gronden in cultuur		
	uit de Utrechtsche plassen	bij legakkers in de Utrechtsche plassen	uit de Reeuwijksche en Sluipwijksche plassen	bij kraggen in het Waterschap Vollenhove	van legakkers in de Utrechtsche plassen	van damhoeken, enz. uit de Reeuwijksche en Sluipwijksche plassen	van zewallen in het Waterschap Vollenhove	van ribben in het Waterschap Vollenhove	van kraggen in het Waterschap Vollenhove	(venige grond)	(veengrond)	uit den polder Broekvelden
SAMENSTELLING.	Koolzure kalk	0	83.9	0	0	0.9	1.3	0	0	0	0	0.9
	Organische stof	74.4	14.6	56.9	41.6	49.9	49.2	70.9	88.4	48.1	77.5	61.0
	Klei	14.6	14.6	21.1	15.2	19.3	± 17.0	—	—	17.7	11.3	20.1
	Zand	11.0	21.5	12.7	43.2	29.9	± 32.5	—	—	34.2	11.2	18.0
	Op 100 deelen klei plus zand, deelen klei	57	40	62	26	39	—	—	—	34	50	53
Uitw. kalk	Stikstof	2.79*	2.80*	2.61	1.55*	2.30	1.5	1.5	1.2	1.92*	2.36*	2.07
	Phosphorzuur	2.14	1.92	2.00	1.43	1.89	1.7	2.3	2.0	1.70	2.17	2.13
	in procenten	0.12	0.14	0.18	0.18	0.27	0.24	0.22	0.16	0.20	0.15	0.24
	op droge stof											
Uitw. kalk	Stikstof	3.5	4.1	4.2	3.2	4.2	3.3	2.2	1 à 2	4.0	3.0	3.0
	Phosphor-	2.9	3.0	3.5	3.4	3.8	3.5	3.3	2.3	3.5	2.8	3.5
	centen	0.11	0.16	0.23	0.35	0.43	0.48	0.32	± 0.2	0.41	0.19	0.32
	op organ. stof											

*) Aangenomen is, dat 80 pct. van de totaal kalk in uitwisselbaren vorm aanwezig is.

Vechtmonsters evenwel het maximaal te verwachten gehalte aan totaal zwavelzuur te overtreffen. Direct gevaar voor het zuur worden van den bodem na drooglegging bestond er dus niet.

c. Polder Zuidveen (Waterschap Vollenhove) (155).

De onderzochte veengronden uit den polder Zuidveen bevatten van 2.0 pct. tot 2.9 pct., gemiddeld 2.6 pct. totaal kalk op organische stof. Dit cijfer ligt tusschen dat van laagveen (4.7 pct.) en van hoogveen (0.25 pct.) in. Op grond van hun kalkgehalte behooren de gronden uit den polder Zuidveen derhalve tot het overgangsveen, ook wel moerasveen genoemd.

Het gehalte van de organische stof aan uitwisselbare kalk varieerde van 1.9 tot 2.8 en in overeenstemming hiermede reageerden de veengronden van vrij sterk zuur ($\text{pH} = 4.3$) tot matig zuur ($\text{pH} = 5.7$).

Het stikstofgehalte op organische stof bedroeg voor enkele monsters van 2.7—3.6 pct., een cijfer, dat zich meer bij het laagveentype aansluit. Van een tweetal veengronden was het stikstofcijfer 1.6 à 1.7. Deze gronden bevatten 90 tot 94 pct. organische stof, die op het oog slecht gehumificeerd was. Het fosforzuurgehalte was laag.

De twee op in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen onderzochte monsters bleken niet onaanzienlijke hoeveelheden van deze verbindingen te bevatten.

Op grond van de verkregen resultaten kon gezegd worden, dat na de drooglegging de gronden dankbaar zouden zijn voor een kali- en fosforzuurbemesting en dat het aanbeveling zou verdienen het kalkgehalte te verhoogen, waardoor de reactie minder zuur zou worden. Deze kalkverhooging zou er tevens toe bijdragen, de stikstof van de organische stof in een voor de planten meer opneembaren vorm om te zetten. Bij de bepaling van de hoeveelheid kalk, die gegeven moet worden, zou men met de aanwezige schadelijke zwavelijzerverbindingen rekening moeten houden.

De onderzochte zandgronden waren arm aan kalk, stikstof en fosforzuur. Het kleigehalte was zeer gering, terwijl het zand van matig fijn tot matig grof was.

d. Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen (175).

Onder de onderzochte baggermonsters waren er enkele, die zeer rijk aan koolzure kalk waren, tot 32 pct. toe. Slechts enkele baggermonsters, alsmede de onderzochte grondmonsters, bevatten zoo goed als geen koolzure kalk.

De gehalten aan organische stof lagen tusschen 39.4 pct. en 66.8 pct. in.

Gemiddeld bevatten de baggermonsters 56.9 pct. organische stof, de grondmonsters 49.9 pct. en de grond uit den aangrenzenden polder Broekvelden 61.0 pct. De baggers waren dus iets minder rijk aan organische stof dan de Vechtbaggers, maar zij bezaten iets meer klei dan deze laatste.

De organische stof van de baggers en de gronden uit de plassen was goed van kalk voorzien ($K = 4.2$) en bezat in overeenstemming hiermede een nagenoeg neutrale tot zwak alcalische reactie. Het hooge kalkgehalte van de organische stof waarborgt tevens een goede omzetting van de organische stof na de drooglegging.

De organische stof van de baggers was rijk aan stikstof ($S = 3.5$ en 3.8). De hooge K- en S-cijfers wijzen op een goed ontledingsstadium van de organische stoffen en waarborgen tevens een goede opneembaarheid van de organische stikstof voor de planten.

De gehalten aan phosphorzuur in procenten op organische stof (P-waarden) waren aanzienlijk hooger dan de P-waarden van de Vechtmonsters, waarvan gezegd is, dat ze niet rijk aan phosphorzuur waren. Toch is het nog de vraag of deze gronden na een eventueele drooglegging het zonder phosphorzuurbemesting zullen kunnen stellen.

Zure plekken zijn in de baggers en de gronden niet aangetroffen.

Betreffende de inklinking van de baggermassa is op grond van het gemiddelde volumegewicht van de baggers (0.106) en dat van eenige gronden uit de omliggende polders (0.348) een benaderende waarde van 3 op 1 aangenomen.

De conclusie was, dat de baggers en de gronden in de Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen een uitstekend materiaal voor een goeden bouwgrond waren gebleken te zijn.

e. Polderafdeeling IV van het plan tot partieele bemaling van het Waterschap Vollenhove (218).

Ter beoordeeling van den toekomstigen bouwgrond moesten hier monsters onderzocht worden van de in dit gebied voorkomende ribben, zetwallen, kraggenland en baggers, die te zamen na de drooglegging den bouwgrond zouden vormen.

Van deze grondformaties bleken de zetwallen de beste gronden te zijn. Zij bezaten een hoog gehalte aan organische stof (gem. 49.2 pct. in den bovengrond), terwijl hiernaast nog gem. 19 pct. klei voorkwam. De organische stof was al vrij goed gehumificeerd. Het stikstofgehalte in procenten op organische stof (S-cijfer) bedroeg voor de bovengronden gem. 3.5 pct. Het gehalte aan uitwisselbare kalk in de organische stof was hooger dan dat in de andere

formaties, gem. 3.3 pct. Dienovereenkomstig reageerde de grond van de zetwallen het minst zuur ($\text{pH} = 5.5$).

De grond van de ribben was iets minder goed dan die van de zetwallen. Wel was het gehalte aan organische stof iets hoger (gem. 70.9 pct. in den bovengrond), maar de organische stof was iets minder goed gehumificeerd (S-cijfer = 3.3 pct.). Bovendien was de grond iets zuurder (pH gem. = 5.0).

De kraggen waren de slechtste gronden. Wel bezaten zij het hoogste gehalte aan organische stof (gem. 88.4 pct.), maar deze organische stof was maar voor een klein gedeelte gehumificeerd (S-cijfer = 2.3 pct.). Het gehalte aan uitwisselbare kalk op organische stof bedroeg gem. 1 à 2 pct., zoodat de grond vrij sterk zuur reageerde (pH gem. = 4.8).

De baggers stonden zoo ongeveer tusschen de gronden van de zetwallen en die van de ribben in.

Het kraggenland zou na de drooglegging een voornaam bestanddeel van den geslechten grond uitmaken. Na de drooglegging zou een kalkbemesting daarom hoogstwaarschijnlijk niet achterwege kunnen blijven. Deze bekalking zou bij een goede bemaling tot een goede omzetting van de organische stof, vooral van de zeer onvergane organische stof van het kraggenland, bijdragen. Tevens zou door deze bekalking de reactie van den grond minder zuur worden en zou de stikstof in een voor de planten meer opneembaren vorm omgezet worden.

f. Vinkeveensche- en Proostdijer-Polders en Botsholsche Plassen (295).

Volgens de resultaten van de onderzochte baggers en gronden uit de Vinkeveensche- en Proostdijer-polders zou de toekomstige bovengrond van deze polders na de drooglegging vermoedelijk niet veel van den grond uit den reeds in 1880 droog gekomen polder Groot Mijdsrecht verschillen. De bovengrond uit dezen polder bevatte geen koolzure kalk, 24.4 pct. minerale bestanddeelen (klei en zand) en 75.6 pct. organische stof, terwijl de pH -waarde 5.7 bedroeg. Deze bovengrond geeft weiland van behoorlijke kwaliteit, zoodat verwacht kan worden, dat de toekomstige grond van de Vinkeveensche- en Proostdijer-polders na de drooglegging hier niet voor onder zal doen. De sterk zure lagen, die in de Vinkeveensche- en Proostdijer-polders gevonden zijn, komen op een dergelijke diepte voor, dat ze vermoedelijk niet nadeelig voor de cultuur zullen zijn.

De bovengrond, die na een eventuele drooglegging van de Botsholsche plassen de teellaag vormt, zal op grond van de resultaten van het onderzoek in geen geval zuurder zijn dan de teellaag uit de Vinkeveensche- en Proostdijer-polders, na de drooglegging van deze plassen. De cultuurwaarde van de teellaag van beide polders zal niet veel van elkaar verschillen.

g. *Baggers* (141, 158).

Zooals gezegd, kunnen baggers zeer schadelijk zijn voor den plantengroei door er in voorkomende zure zwavelijzerverbindingen. Voor een tweetal baggers, bagger uit het Damsterdiep (141) en bagger uit Purmerland (158) is op hun nadeeligen invloed als bemesting gewezen.

B. KLEIGEBIEDEN.

a. *Zuid-Hollandsche Biesbosch* (153).

Het gebied van den Zuid-Hollandschen Biesbosch bestaat uit rivierkleigronden. Ter bepaling van de cultuurwaarde van de in te polderen gronden zijn deze gronden met in de omgeving op dezelfde wijze gevormde, doch reeds in cultuur zijnde, rivierkleigronden vergeleken. De bovengrond van de onderzochte gronden bleek van 20.3 tot 61.3 pct. zand, gemiddeld 39.2 pct., te bevatten. Het zand bestond voor het grootste gedeelte uit korrels met een diameter van 100 micron (0.1 mm); het zand is dus vrij fijn. Overeenkomstige cijfers werden in de monsters van de naburige poldergronden gevonden. Het koolzure kalkgehalte bedroeg van 6.4 tot 12.0 pct., gemiddeld 9.7 pct. Dit gehalte was in de poldermonsters, ofschoon afkomstig van polders, die reeds 1½ tot 3 eeuwen geleden ingedijkt waren, slechts weinig minder. Er zij hier op gewezen, dat in de bovengronden van de Dollardpolders, die 300 jaar geleden ingedijkt zijn, geen koolzure kalk meer gevonden wordt.

Het gehalte aan organische stof liep nogal uiteen in verband met de kortere of langere begroeiing met riet en griendhout. Het hoogste gehalte was 9.1 pct., het laagste gehalte 2.2 pct.; maar de grond, waarvan dit laatste monster afkomstig is, was al jaren als bouwland in gebruik. Ook bij de poldermonsters traden groote verschillen op in de gehalten aan organische stof. De groenlanden hadden het hoge gehalte, dat zij vermoedelijk bij de indijking al hebben bezeten, behouden (ongeveer 9.0 pct.); op het bouwland was de organische stof daarentegen sterk verminderd (ongeveer 4.0 pct.).

De Biesboschmonsters, die op totaal-stikstof zijn onderzocht, bleken rijk aan dit bestanddeel te zijn (gem. 0.26 pct. op droge stof); ongetwijfeld tengevolge van het hoge gehalte aan organische stof.

De bovengronden van de Biesboschmonsters bevatten gemiddeld 0.181 pct. totaal phosphorzuur en die van de poldermonsters gemiddeld 0.169 pct. De Biesboschmonsters zouden in den bovengrond dus gemiddeld iets rijker aan phosphorzuur zijn dan de poldermonsters.

Het onderzoek heeft niets aan het licht gebracht, dat zou kunnen doen verwachten, dat de Biesboschgronden na inpoldering bij de reeds bestaande polders ten achter gesteld zouden moeten worden.

b. Traverse van de Beersche Maas (m).

Stroomafwaarts van Grave ligt ten Zuiden van de Maas een gebied ter grootte van ongeveer 20.000 ha, dat door de jaarlijks plaats hebbende overstromingen in een zeer slechten cultuurtoestand verkeert.

Op verzoek van de Kamer van Koophandel te 's-Hertogenbosch en in overleg met het Provinciaal Bestuur van Noord-Brabant is onder leiding van Prof. L. VAN VUUREN, Hoogleraar aan en Directeur van het Geografisch Instituut der Rijks Universiteit te Utrecht, een onderzoek ingesteld naar den landbouwkundigen toestand van dit gebied, met het doel de cultuurmogelijkheden hiervan na te gaan, wanneer het bevrijd zou worden van deze regelmatig terugkeerende overstromingen. Voor dit onderzoek was ook een studie van de bodemgesteldheid van het betreffende gebied noodzakelijk, en voor dit onderzoek is de hulp van het Bodemkundig Instituut ingeroepen.

Op grond van de resultaten van het onderzoek van grondmonsters van een 26-tal plekken gelegen op 6 raaien, waarvan 6 plekken in het diluviale zandgebied en 20 plekken in het Maaskleigebied, kon omtrent de bodemgesteldheid het volgende gezegd worden:

De onderzochte monsters uit het diluviale gebied behooren tot de zandige gronden (van 5 % — 11 % klei, op klei + zand = 100). Het zand bezit een tamelijk gelijkmatige samenstelling (karakteristieke fractie tusschen 147—295 micron, vormende ongeveer 50 tot 60 pct. van de totale zandfractie) en staat op de grens van de middelkorrelige tot grofkorrelige zanden (U-waarde ongeveer 70, dus s.d. = 140). De humusgehalten liggen tusschen ongeveer 2 pct. en 4 pct. in. De reactie is van vrij sterk zuur tot matig zuur (pH ongeveer van 5 tot 6). Eén plek vormde hierop een uitzondering. De monsters van deze plek waren rijk aan humus (van 9 tot 13 %) en klei (van 21 tot 24 %), maar het zand had dezelfde eigenschappen als dat van de andere diluviale gronden.

Bij de onderzochte monsters uit het Maaskleigebied lopen de gehalten aan klei sterk uiteen; van 32.2 g tot 96.0 g klei (op klei + zand = 100). Ook in de onderverdeling van de klei en het zand lopen de monsters nogal uiteen, in tegenstelling met de zeekleigronden, die in dit opzicht veel gelijkmatiger zijn (zie mede blz. 35).

De humusgehalten van de laag van 0—10 cm varieren sterk, van rond 3 pct. tot 16 pct. toe.

Koolzure kalk komt in geen van de monsters voor (één monster uitgezonderd, dat bekalkt is). Alle monsters reageeren zuur, van $\text{pH} = 4.8$ tot $\text{pH} = 6.8$.

De bovenlagen van 0—10 cm bezitten zeer hoge gehalten aan stikstof van 0.6 pct. tot 0.3 pct., terwijl het stikstofgehalte op organische stof vrij hoog is, tusschen 4.8 pct. en 5.7 pct. in. De organische stof verkeert dus in een goed ontledingsstadium.

In vergelijking met andere kleigronden is het totaal phosphorzuurgehalte vrij matig, terwijl de relatieve oplosbaarheid zeer laag is (van 5.4 tot 1.9). Ook het kaligehalte, oplosbaar in 5 % zoutzuur, is laag, van 0.39 tot 0.32 g per 100 g klei.

Op grond van de verkregen resultaten kon dus gezegd worden, dat de onderzochte gronden behoefte hadden aan een bemesting met kalk, phosphorzuur en kali.

Een Commissie is benoemd om de plannen, zooals die door Prof. VAN VUUREN in zijn rapport zijn neergelegd, ten uitvoer te brengen. Nader en uitgebreider onderzoek van de bodemgesteldheid zal daarbij noodzakelijk zijn.

C. ONTGINNING VAN WOESTE GRONDEN.

De geschiktheid van woeste gronden voor ontginning wordt meestal nagegaan aan de hand van het profiel en van de natuurlijke begroeiing van deze terreinen; chemisch en physisch onderzoek vindt hierbij tot nu toe niet plaats.

Hoewel op deze wijze in het algemeen wel een voldoende inzicht in den aard van de woeste gronden verkregen wordt, is het voor een juiste waardeering toch gewenscht, de beoordeeling ook naar physische en chemische eigenschappen te doen plaats vinden. Bij het onderzoek van de Peel-gronden op geschiktheid voor akker-, weide-, en boschbouw, waarvoor de hulp van het Bodemkundig Instituut is ingeroepen, zal dan ook, behalve op het profiel en op de natuurlijke begroeiing, op de chemische en physische gesteldheid van den grond gelet worden; deze karteering zal dus met bodemonderzoek in engeren zin verbonden zijn.

D. NIEUWE ZUIDERZEEPOLDERS.

Het onderzoek ten behoeve van het in cultuur brengen van de jonge Zuiderzeepolders is tot 1 Februari 1935 deels in nauwe samenwerking met, deels als lid van de Commissie van Advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den proefpolder nabij Andijk (Voorzitter: Dr. H. J. LOVINK) verricht. Vanaf 1 Februari 1935 ressorteert het werk van deze Commissie onder de Directie van de Wieringermeer (Directeur: Ir. S. SMEDING). Zooals op blz. 9 is medegedeeld, is door deze reorganisatie in het wezen van de zaak

geen wijziging in de uitvoering van het bodemkundig Zuiderzeeonderzoek ingetreden.

Het aandeel van het Bodemkundig Instituut in het onderzoekingswerk der Zuiderzeegronden is moeilijk van dat der andere leden en afdelingen te scheiden, zoodat in dit overzicht een beeld van het geheele bodemkundige werk in verband met het in cultuur brengen der Zuiderzeegronden gegeven zal worden.

a. De Andijker Proefpolder (216).

Ten einde de practische toepassing van verschillende voor het in cultuur brengen der Zuiderzeegronden in aanmerking komende middelen op beperkte schaal aan de practijk te kunnen toetsen, alvorens deze in den eerst droog te maken Zuiderzeepolder in het groot zouden moeten worden toegepast, werd de Andijker proefpolder in de jaren 1926—1927 ingedijkt en drooggelegd.

In Augustus 1927 kwam deze, bijna 40 ha groote, polder droog en leverde toen een vrijwel onbegaanbaar terrein, dat door de z.g. maalsloot in twee gedeelten verdeeld was, een gedeelte benoorden en een gedeelte bezuiden de maalsloot.

De ondergrond werd gevormd door grijsgekleurde zeeklei-zandgronden, die talrijke stengels van een vroegere rietvegetatie bevatten. Op dezen ondergrond had zich een zeer pappige, zwartgekleurde slikmassa afgezet. Tusschen slikmassa en ondergrond kwamen plaatselijk schelplagen voor. Benoorden de maalsloot wisselde de dikte van de sliklaag van de in 1927 bemonsterde plekken van ongeveer 25 tot 80 cm; op sommige plekken is de sliklaag gebleken nog dikker te zijn, tot zelfs meer dan 1 meter. Bezuiden de maalsloot nam de dikte van de sliklaag in de richting van den ouden dijk af. Tegen den ouden dijk had zich zand afgezet, waaronder de resten van de oude veenformatie (overgangsvveen) gevonden werden.

De slikmassa bezat over den geheelen polder een zeer gelijkmatige samenstelling. Benoorden de maalsloot bevatte zij in het najaar van 1927 niet minder dan gemiddeld 172 g water (per 100 g droge stof). De slikken bezuiden de maalsloot waren in het najaar van 1927 reeds iets minder rijk aan water (109 g gemiddeld); vermoedelijk hield dit mede verband met hun lager kleigehalte. Deze zeer hoge watergehalten maakten de slikgronden aanvankelijk onbegaanbaar.

Het bodemwater van de slikken benoorden en bezuiden de maalsloot bevatte korten tijd na het droogkomen, gemiddeld 16 en 15 g keukenzout (NaCl) per liter. Dat was ongeveer evenveel als het zeewater daar ter plaatse gemiddeld bevat (14 à 17 g NaCl per liter).

De slikmonsters benoorden de maalsloot bevatten, in procenten op droge stof, gemiddeld ongeveer 12 pct. koolzure kalk, 5.5 pct. organische stof¹⁾, 59 pct. klei, 21 pct. zand en 2.5 pct. NaCl. Dit is op 100 g klei + zand (minerale bestanddeelen) rond 74 g klei. De slikmonsters bezuiden de maalsloot bevatten nagenoeg evenveel koolzure kalk en humus als de slikken benoorden de maalsloot, doch iets minder klei en iets meer zand, nl. 62 deelen klei tegen 38 deelen zand. Bij indrogen zou de slikmassa, zoowel benoorden als bezuiden de maalsloot, dus een zeer zwaren kleigrond geven, behoorende tot Hoofdgroep I, die rijk aan koolzure kalk zou zijn.

De minerale ondergronden en de niet-slikkige bovengronden bevatten minder organische stof; het keukenzoutgehalte bedroeg gemiddeld ongeveer 17.6 g per liter bodemwater en het koolzure kalkgehalte gemiddeld 17.9 pct. Het kleigehalte in de niet-slikkige gronden varieerde van 3.0 pct. tot 68.5 pct. Ten gevolge hiervan traden er groote verschillen in de gehalten aan water op, resp. van 28 g tot 108 g water per 100 g droge stof.

Bepaald grofkorrelige zandgronden kwamen, voor zoover onderzocht, in den Andijker Proefpolder niet voor. De zandgronden langs den ouden dijk behoorden tot de stuivende zandgronden, die gekenmerkt zijn door een zeer laag humusgehalte en door een gehalte van meer dan 60 pct. aan deeltjes met een diameter grooter dan 76 micron. Enkele van de meer zandige gronden behoorden tot de slempige gronden, maar geen van de bovengronden behoorde hiertoe.

Bij het indrogen van de slik- en kleigronden vindt een volumevermindering plaats, waarbij dus het volumegewicht toeneemt. Bedraagt het volumegewicht van normale zeekleigronden ongeveer 1.25, de pappige slikgronden bezaten een volumegewicht liggende tusschen 0.380 en 0.513. Bij de zware kleiondergronden lag het volumegewicht — voor zoover onderzocht — tusschen 0.661 en 0.755 en bij de zandgronden tusschen 1.19 en 1.60. Om dus een grond met een volumegewicht van 1.25 te geven moesten 100 cc van de slikgronden tot 30 à 41 cc inklinken, 100 cc van de onderzochte kleiige ondergronden tot 53 à 60 cc en 100 cc van de zandige gronden tot 95 à 100 cc (dus nihil). De inklinking veroorzaakt een daling van het niveau van de bouwvoor, die op sommige plekken vrij aanzienlijke afmetingen zal kunnen aannemen.

Zooals te verwachten was, bevatte de kleihumussubstantie van de Andijker slikgronden niet meer dan van 0.139 tot 0.230, gemiddeld 0.2 g kleihumuskalk per 100 g kleihumus; hiertegenover staan dan relatief hooge gehalten aan magnesia en natron. De ondergronden waren rijker aan kalk in de klei-

¹⁾ Oorspronkelijk is 3.5 pct. organische stof opgegeven en 61 pct. klei; zie in dit verband publicatie no. 242.

humussubstantie; zij bevatten van 0.206 tot 0.951 g kleihumuskalk per 100 g kleihumus.

De Andijker gronden, voor zoover onderzocht, bleken in vergelijking met jonge poldergronden rijk te zijn, zoowel aan zuur oplosbaar (totaal) phosphorzuur als aan citroenzuur oplosbaar phosphorzuur, terwijl de relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur zeer hoog was.

De op stikstof onderzochte slikmonsters bevatten gemiddeld 0.356 g stikstof en gemiddeld 5.8 g humus per 100 g droge stof. Het S-cijfer bedroeg dus gemiddeld 6.1, wat voor Nederlandsche gronden een normaal getal is (zie mede publicatie 242 en 244).

b. De karteering van de Zuiderzeegronden.

De eerste taak, die het bodemkundig onderzoek bij het in cultuur brengen der Zuiderzeegronden wacht, is het maken van een kaart van de grondgesteldheid van den zeebodem. Om verschillende redenen wordt niet de geheele Zuiderzee ingedijkt, maar moet er een groote wateroppervlakte, het IJsselmeer, blijven. Het is uiteraard gewenscht, de polders in de vruchtbaarste terreinen te leggen. Van den zeebodem wordt daarom een groot aantal monsters onder water genomen en op hun kwaliteit, die bij de mariene gronden in hoofdzaak bepaald wordt door de granulaire samenstelling (gehalten aan klei en zand) en het koolzure kalkgehalte, onderzocht. De aan de hand van de analyses vervaardigde kaarten vormen dan de basis voor de begrenzing van de polders.

Op deze wijze is voor de plannen van LELY indertijd een onderzoek naar de gesteldheid van den bodem van de Zuiderzee verricht door VAN BEMMELEN en MAYER. De Wieringermeer is ingedijkt met behulp van de oude gegevens van VAN BEMMELEN. Wel heeft in 1927, toen men reeds bezig was met het maken van den dijk, nog een vrij uitvoerig onderzoek van dezen polder plaats gevonden (217), maar dit is hoofdzakelijk gebeurd, om een nadere vergelijking te kunnen trekken tusschen de gronden van de Wieringermeer en die van den inmiddels drooggevallen Andijker Proefpolder.

Mede op grond van de in de Wieringermeer opgedane ervaringen werd het voor de begrenzing van den Noordoostpolder echter gewenscht geacht, niet af te gaan op de oude kaart van MAYER, maar een hernieuwd onderzoek in te stellen.

Dit onderzoek vond in de jaren 1931—1933 op verzoek van de Directie van de Zuiderzeewerken plaats en op grond van het onderzoek van ruim 2000 monsters kon een bodemkaart van het noordoostelijke gedeelte van de Zuiderzee ontworpen worden. Bij vergelijking van de nieuwe, in 1933 vervaardigde, kaart met de oude van MAYER bleek, dat de grond bewesten de lijn Urk—

Lemmer naar de huidige inzichten als minderwaardig beschouwd moest worden (vrij grof zand); mede op grond van deze bevinding is de dijk veel oostelijker gelegd dan het plan van LELY aangaf.

Verder bleek bij dit onderzoek (286), dat de oppervlakte van de verschillende grondsoorten in den toekomstigen Noordoostpolder, zooals die nu uitgevoerd zal worden, in procenten als volgt bedraagt (voor vergelijking zijn tevens de overeenkomstige cijfers van de Wieringermeer opgenomen):

Oppervlakte van de verschillende grondsoorten, in procenten van de totale oppervlakte, in den Noordoostpolder en in de Wieringermeer.

	Noordoostpolder	Wieringermeer
Zware klei, klei en zware zavel	59	44
Lichte zavel	21	16
Fijn zand	17	28
Grof zand	1	11
Overige grondsoorten	2	1

Hoe verleidelijk het ook zou zijn, om hier een even uitvoerige beschrijving van de grondsoorten van deze beide polders als van die van den Andijker Proefpolder te laten volgen, wordt hier korthedshalve naar de betreffende publicaties (249, 259, 286) verwezen.

Door deze onderzoekingen vóór het inpolderen wordt wel een algemeen beeld van de grondgesteldheid van den polder verkregen, maar dit beeld is toch niet gedetailleerd genoeg, om er het in cultuur brengen en uitgeven der gronden op te baseeren. Het is daarom gewenscht, zoo vlug mogelijk na het droogvallen over gedetailleerde gegevens dienaangaande te beschikken. Voor de Wieringermeer is dan ook in de jaren 1930—1933, dus onmiddellijk na het droogkomen, een uitvoerig onderzoek ingesteld naar de bodemkundige gesteldheid. De polder werd daartoe gekarteerd naar klei- en koolzure kalkgehalte. De vaststelling van het kleigehalte geschiedde in hoofdzaak op het oog en het gevoel; de bepaling van het koolzure kalkgehalte globaal door besprenkelen met zoutzuur. Een groot aantal analyses leverde een controle op de schattingen en een nader inzicht in den aard van den grond. Een overzicht van de verkregen resultaten, uitgegeven door de Directie van den Wieringermeerpolder, is onlangs verschenen (296).

c. Andere vraagstukken bij het in cultuur brengen van de Zuiderzeegronden.

1. *Zoutgehalte.* Een van de andere vraagstukken bij het in cultuur brengen van de Zuiderzeegronden, die een bodemkundige behandeling vragen, is het zoutgehalte van den grond. Doordat de bodem van de Zuiderzee onder zee gevormd is, of daar eeuwen onder gelegen heeft, is deze geheel doordrenkt met zeewater. Bij de Wieringermeer bedroeg het zoutgehalte van het bovenstaande zeewater — en dus ook van het bodemwater — ongeveer 20 g per liter. Bij een dergelijk zoutgehalte is geen cultuur mogelijk; en alvorens de grond ingezaaid kan worden, moet hij een groot deel van zijn zout verliezen. Dit geschiedt bij goede ontwatering op natuurlijke wijze door de uitloogende werking van het regenwater, maar met dit proces zijn enkele jaren gemoeid. Het is dus van belang, na te gaan, welke factoren deze ontzilting beïnvloeden, en vooral, op welke terreinen het zoutgehalte reeds zoover gedaald is, dat succesvolle inzaai mogelijk is. Elk jaar werden gedurende de ontginningsperiode dan ook talrijke monsters (in het topjaar 1933 ruim 8000) over den geheelen polder op zoutgehalte onderzocht; totaal zijn in de jaren 1931—1935 ongeveer 40 000 monsters op keukenzoutgehalte en vochtgehalte onderzocht. Dit onderzoek heeft plaats gevonden in het Bodemkundig Laboratorium te Medemblik.

2. *Natronklei.* De aanwezigheid van veel zeewaterzouten in het bodemvocht maakt, dat ook de verhouding van de hoeveelheden uitwisselbare basen in deze jonge gronden verre van normaal is; in tegenstelling met gewone cultuurgronden bevat het adsorptiecomplex veel uitwisselbare natron. Deze uitwisselbare natron kan onder bepaalde omstandigheden tot structuurbezwaren aanleiding geven (217), en het is gewenscht, het proces van de omzetting van de natronklei in de normale kalkklei te controleeren en zoo mogelijk te bespoedigen. Van dit vraagstuk is dan ook veel studie gemaakt.

3. *Ontwatering.* Een belangrijk vraagstuk, ook al in verband met de ontzilting, is de wijze, waarop de jonge gronden ontwaterd moeten worden. Vooral de kleigronden vragen in dit opzicht de aandacht. In het algemeen geschiedt de waterbeweging bij kleigronden niet door de poriën tusschen de afzonderlijke deeltjes, maar door grootere ruimten, scheuren, wortel- en wormgangen. Deze ontbreken in jonge gronden vrijwel nog geheel en de waterbeweging verloopt daardoor zeer traag. Door hun hoog vochtgehalte hebben zij echter wel een groote mogelijkheid tot indrogen, inkrimpen en daardoor scheurvorming. Op den duur ontstaat dus vanzelf een goede doorlatendheid. De wijze, waarop dit geschiedt, en de intensiteit, waarmede dit plaats vindt, zijn van

veel belang voor het effect van de ontwatering en voor de ontwateringssystemen, die toepassing kunnen vinden. Het vraagstuk van de indroging van den grond en van de wijze van ontwatering is dan ook uitvoerig bestudeerd. Deze studie heeft tot het inzicht geleid, dat de waterbeweging in de eerste jaren hoofdzakelijk in den bovengrond plaats vindt, van waaruit de scheurvorming begint, en dat een goed contact tusschen dezen doorlatenden bovengrond en het kanaal, dat het water naar de sloot afvoert (greppel of drain) moet bestaan (280). Bij greppels is dit contact altijd aanwezig; bij de gewone drainage, waarbij een sleuf, die met lossen grond wordt opgevuld, gemaakt wordt, althans in den aanvang ook. Molbuisdrainage, waarbij geen doorlatende sleuf aanwezig is, levert in den jongen polder dan ook slechte resultaten. Voor den jongen grond is het van zeer veel belang, dat de sleuf zijn doorlatendheid behoudt, totdat de indroging ook den ondergrond bereikt heeft.

4. *Infiltratie.* Een deel van de Wieringermeergronden bleek bij het droogvallen uit tamelijk grof zand te bestaan. Door kunstmatig verhoogen van den grondwaterstand is het mogelijk, de productiviteit van dergelijke gronden sterk op te voeren. Door een vergelijkend grondonderzoek tusschen de terreinen, waar in het oude land met succes infiltratie toegepast wordt en de betreffende grofzandige gedeelten van de Wieringermeer, is nagegaan, welke gedeelten van dit gebied voor infiltratie in aanmerking konden komen (288).

5. *Zure gronden.* Plaatselijk komen in de Wieringermeer aan de oppervlakte sterk zure gronden voor. Alvorens deze in cultuur genomen kunnen worden, moet de zuurheid van den grond door bekalking weggenomen worden. Van vele plekken is de kalkbehoefte dan ook onderzocht, terwijl op een aantal proefvelden, en door algemeene onderzoekingen, het vraagstuk nauwkeuriger is nagegaan (267). In deze zure gronden heeft een aanzienlijke beweging van het ijzer en het aluminium plaats. Voornamelijk het ijzer zet zich in en om de drains af, waardoor deze kunnen verstopen. Ook voor dit vraagstuk, dat zeer belangrijk is voor de Wieringermeer, wordt in bodemkundige richting een oplossing gezocht.

6. *Behoeftte aan plantenvoedende bestanddeelen.* Tenslotte rest nog de vraag van de behoefte van den grond aan plantenvoedende bestanddeelen. Voor de mariene gronden is men tot nu toe nog niet zoover, om met zekerheid met behulp van grondonderzoek te kunnen zeggen, met welke meststoffen en met hoeveel daarvan een grond bemest moet worden. Een afdoende beantwoording van deze vraag kan tot nu toe alleen aan de hand van proefveldresultaten geschieden. De resultaten van deze proefvelden worden echter wel

getoetst aan de methoden ter bepaling van de mestbehoefte van den grond, die op dit gebied bestaan, ten einde de bruikbaarheid van deze laatste na te gaan en op te voeren; een en ander in de hoop, deze methoden bij het in cultuur brengen der overige polders te kunnen gebruiken. Het is gebleken, dat de resultaten met een dezer methoden, de NEUBAUER-methode, zeer veelbelovend zijn; de gronden van alle bemestingsproefvelden worden dan ook volgens die methode op kali en phosphorzuur onderzocht. Reeds heeft bij wijze van proef een karteering van het phosphorzuur- en kaligehalte van de gronden in de Wieringermeer volgens die methode plaats gevonden (b).

HOOFDSTUK V.

DE VERANDERINGEN, DIE DE GROND ONDER INVLOED VAN KLIMAAT EN CULTUUR ONDERGAAT.

Onder invloed van het klimaat en van de cultuur ondergaat de grond veranderingen, die — gerekend over groote tijdsruimten — zelfs aanzienlijke wijzigingen in zijn samenstelling en in zijne eigenschappen kunnen brengen. Uit den aard der zaak behandelt dit hoofdstuk alleen de veranderingen in de Nederlandsche gronden, voorzover de onderzoekingen van het Bodemkundig Instituut Groningen daarop betrekking hebben.

a. Het verouderingsproces van de zwaardere zeekleigronden.

Dit proces is aan de zware kleigronden van de achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders bestudeerd (273). Het aanvangsstadium vormt het slik, dat zich aan de kusten van den jongsten Dollardpolder, dus thans van den Carel Coenraadpolder, afzet en dat in de laatste zes eeuwen het materiaal voor den opbouw van de sinds 1600 ingedijkte Dollardpolders heeft geleverd. In zijn sliktoestand is deze zware zeekleigrond gekenmerkt door een zeer hoog gehalte aan water (gemiddeld aantal grammen water op 100 gram klei in slap slik 350; in vaster slik 180; bovengrond kwelder 150; bovengrond oude polders (in natten toestand) hoogstens ongeveer 50 gram), waarmede een zeer laag volumegegewicht gepaard gaat (in de vier bovengenoemde stadia: 0.43—0.81—0.87—1.35). Dit waterrijke slik vormt aanvankelijk een vormlooze, structuurlooze, voor water nagenoeg ondoorlatende massa. Het kan nog niet als bouwgrond worden opgevat; het levert het materiaal voor den bouwgrond. Het eerste bodemvormingsproces, dat deze slikkige massa ondergaat, is het verlies aan water; het droogt in. Talrijk zijn de gevolgen van het uitdrogen van den grond. De grond scheurt, wordt doorlatend voor water. De regens krijgen dientengevolge gelegenheid door den grond heen te dringen en bij overigens goede afwatering van het terrein, de zouten van het zeewater uit te loogen. Het gehalte aan keukenzout, dat in de slikgronden (Dollard) nog ongeveer 16 à 18 gram NaCl per liter bodemvocht bedraagt, is in de bovenlagen van de kweldergronden reeds tot 9 à 10 g gedaald. Zes jaar na de indijking waren de bovenste 75 cm van de bemonsterde plekken van den Carel Coenraadpolder reeds geheel vrij van keukenzout. De diepte van de zoutgrens ligt in den

Reiderwolderpolder op 90 cm onder maaiveld en daalt tot 250 cm onder maaiveld in den polder Het Oudland (onderzoek 1932). Bij het indrogen dringt de lucht den grond binnen en oefent hare oxydeerende werking uit; de zwarte kleur van het ijzersulfide verdwijnt. Het volumegewicht stijgt; de grond klinkt in. Hand in hand met deze veranderingen in de physische gesteldheid van den grond verlopen de microbiologische processen.

Van groot belang is de overgang van het voor water nagenoeg ondoorlatende slik in den tot op groote diepte sterk doorlatenden grond van de jongere Dollardpolders. Dit proces vangt reeds in den kweldertoestand aan, zoodat de jonge poldergrond, onmiddellijk na de indijking, reeds tot op een diepte van 60 à 70 cm een groote doorlatendheid voor water blijkt te bezitten. Bij langer in cultuur zijn verbeterd deze toestand nog; nog 160 jaar na de indijking is de grond van den Oostwolderpolder zóó doorlatend tot op groote diepte, dat met een afwatering door slooten op afstanden van 50 meter kan worden volstaan. De oorzaak van deze goede doorlatendheid is in scheuren en ook in wortel- en wormgangen tot op diepten tot 1 meter, te zoeken. In oudere polders wordt de doorlatendheid minder (236); het eindstadium is de knik (254, *h*).

In dit verband moge worden opgemerkt, dat bij het in cultuur brengen van de jonge Zuiderzeegronden het kwelderstadium ontbreekt (zie hieronder, blz. 64).

Getracht is uit de volumegewichtcijfers de grootte van de inklinking bij benadering te berekenen. Voor den Carel Coenraadopolder blijkt de klink in een tijdsverloop van zes jaren (van 1924—1930) te zijn 13.9 %; d.w.z. dat de laag van 0 tot 100 cm dikte in den kweldertoestand, dus in 1924, in het jaar 1930 een dikte van 86.1 cm had. Voor den Reiderwolderpolder (70 jaar) bedraagt deze klink thans 32.5 %; voor den Finsterwolderpolder (113 jaar) 34.6 %; voor Het Oudland (306 jaar) 39 %. Verder blijkt de inklinking in de bovenste lagen grooter te zijn dan in de diepere; er komen evenwel kleine afwijkingen voor. In verschillende polders valt duidelijk een sterkere inklinking ter hoogte van de ploegzool waar te nemen. Waar mogelijk, is ook de klink van de diepere lagen getaxeerd; voor den Finsterwolderpolder wordt de klink op minstens 47 cm berekend. Met behulp van de verkregen gegevens laat zich de te verwachten klink van de jongere polders eenigermate schatten; bijv. voor den Carel Coenraadopolder, bij gunstige afwatering, een inklinking na 25 jaar, dus in het jaar 1949, van ongeveer 28 à 30 cm. Bij het aanleggen van drains kan met dit cijfer althans eenigermate rekening gehouden worden. Alle cijfers gelden alleen voor het type zware en zeer zware zeekleigronden. Naarmate het zandgehalte toeneemt, neemt de mogelijke inklinking af; vrijwel zuivere zandgronden klinken practisch niet meer in.

In den loop der eeuwen vindt ook eene wijziging van de scheikundige samenstelling van de zeekleigronden plaats. Aanvankelijk is het slik zeer rijk aan organische stof; het bevat niet minder dan 10 gram humus op 100 gram klei, een verhouding, die ook in het versche slik van den Andijker Proefpolder gevonden is. Reeds in de kwelderperiode vindt een daling van het humusgehalte plaats, tot ongeveer 6 gram humus op 100 gram klei; alleen in de eigenlijke graszode stijgt het tot 11.6 gram humus op 100 g klei. Na de indijking en na het scheuren van de graszode daalt het humusgehalte. Het profiel van den 6 jaar ouden Carel Coenraadpolder vertoont nog vrijwel hetzelfde beeld als dat van de kwelder. De overige polders, voorzooover zij in de laatste eeuwen als bouwland zijn aangewend, vertoonen alle het volgende beeld: de bovenlaag bevat ongeveer 5 humus tegen 100 klei; in de lagen van 25 tot 100 cm bewegen de humusgehalten zich tusschen ongeveer 3.5 tot 5 humus op 100 klei (gemiddeld is het kleigehalte van den Dollardgrond ongeveer 60 %; deeltjes kleiner dan 0.016 mm middellijn). Terreinen, die in vroegere jaren langen tijd groen gelegen hebben, kunnen hoogere humusgehalten in den bovengrond bezitten (tot 7 à 8 humus op 100 klei).

Het stikstofgehalte, uitgedrukt in procenten op humus (S-cijfer), is slechts aan geringe schommelingen onderhevig. Voor de slikken, de bovengronden van de kwelder en van den Carel Coenraadpolder is het gemiddeld 5.5; een gemiddelde dat vrijwel overeenkomt met het S-cijfer van de gronden van den Andijker Proefpolder, den Wieringermeerpolder en den toekomstigen Noord-oostpolder. In de oudere polders stijgt het S-cijfer in de bovenlagen tot iets boven de 6.

VAN BEMMELN heeft reeds op de afname van de gehalten aan koolzure kalk in de successievelijk ingedijkte Dollardpolders gewezen; in elke 25 jaar spoelt ongeveer 1 % koolzure kalk (CaCO_3) uit den bovengrond uit. Uit den aard der zaak oefenen verschillende factoren invloed op dit cijfer uit.

Groote veranderingen na de indijking ondergaan de gehalten aan uitwisselbare basen, dat zijn de basen, die in de klei-humussubstantie in een vrij gemakkelijk opneembaren vorm voorkomen. Bij benadering bevat het slik op 100 moleculen basen ongeveer 24 kalk (CaO), 48 magnesia (MgO), 9 kali (K_2O) en 19 natron (Na_2O). Mogelijk is dit kalkgehalte wat te laag en het magnesiagehalte wat te hoog. Daarom is uitgegaan van de laag van den Carel Coenraadpolder, die juist zijn zouten verloren heeft en in samenstelling het dichtst bij het kwelder- en het slikstadium komt (1e stadium); de verhouding is hier $42 + 30 + 7 + 21 = 100$. In den bovengrond van den Carel Coenraadpolder is het uitwisselbare natron grootendeels reeds verdwenen, terwijl ook het gehalte aan uitwisselbare magnesia al iets gedaald is. Het verdwenen natron en magnesia is door kalk uit de koolzure kalk vervangen

(2e stadium). De bovengrond van den Reiderwolderpolder bevindt zich in het 3e stadium; ook het magnesia is hier sterk afgenomen, zoodat de verhouding thans is $87 + 8 + 4 + 1 = 100$. De grond is overgegaan in een kalkkleigrond. Zoolang de grond nog koolzure kalk bevat, blijft hij in dit derde stadium; in den loop der jaren kan er kalk uit de kleisubstantie verdwijnen, maar deze kalk wordt door de kalk van de CaCO_3 aangevuld. Na het verdwijnen van de koolzure kalk wordt de kalk, die door het regenwater uit de kleisubstantie uitgeloogd wordt, aanvankelijk door magnesia vervangen (4e stadium). In dit vierde stadium is de verhouding ongeveer $79 + 18 + 2 + 1 = 100$. De uitwisselbare magnesia moet van de zuur-oplosbare magnesia afkomstig zijn. Ook in dit 4e stadium blijft de reactie van den grond nog zwak alcalisch (pH boven de 7). Ook de verzadigingstoestand (V) blijft, evenals het gehalte aan uitwisselbare basen (S op klei berekend), tot een ouderdom van goed 300 jaar (polder Het Oudland) op nagenoeg dezelfde hoogte (S op klei ongeveer 37 à 38 en V ongeveer 44). Bij verdere uitspoeling van kleikalk neemt het gehalte aan uitwisselbare magnesia nog wel iets toe (5e stadium: verhouding: $71 + 24 + 2 + 3 = 100$), maar de daling aan kalk is grooter dan de stijging aan magnesia, zoodat S (op klei) afneemt (tot ongeveer 30.0 in den grond van de proefboerderij onder Nieuw Beerta). Het gevolg hiervan is, dat ook de verzadigingstoestand daalt (tot $V = 32$) en de grond een zure reactie verkrijgt (pH = 5.9).

Naast basen in den uitwisselbaren vorm bevat de kleihumussubstantie ook basen in moeilijker oplosbaren vorm (zuur-oplosbare basen). Per 100 gram klei bevatten de gronden van de kwelder en van den jongen Carel Coenraadpolder ongeveer 0.8 gram in zuur oplosbare kali (oplosbaar in 5 % HCl), welk gehalte in de oudere gronden daalt tot ongeveer 0.66 % (op 100 gram klei). Ook het gehalte aan uitwisselbare kali neemt in de eerste jaren sterk af, van 0.138 gram (op 100 gram klei) in den Carel Coenraadpolder tot 0.069 gram in den Reiderwolderpolder en ongeveer 0.03 gram in de oudste polders.

Ook de gehalten aan phosphorzuur (P_2O_5) dalen vrij regelmatig van 0.36 in het kwelderprofiel tot 0.21 in het profiel van Het Oudland (grammen totaal P_2O_5 op 100 gram klei).

Bij eene beschouwing van de verschillende lagen van elk der onderzochte profielen blijken de gehalten aan kali en phosphorzuur van de eerste laag (0—25 cm) naar de tweede laag (25—50 cm) iets af te nemen, om daarna weer te stijgen. De vraag is gesteld, of deze afname ook aan onttrekking van phosphorzuur en kali door de plantenwortels aan de tweede, en ook eenigszins aan de derde laag, kan worden toegeschreven.

Het beginstadium van het bodemvormingsproces van de zware zeekleigrond-

De verschillende verweeringsstadia van de Dollardgronden in verband met hunne gehalten aan koolzure kalk en uitwisselbare basen en zuurgraad.

Gehalten aan uitwisselbare basen in milligram-equivalenten op 100 g klei (+ humus).	Onderlinge verhouding op som = 100.
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = \text{som (S)}$	$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$
Stadium I. Ondergrond van den Carel Coenraadpolder; 10 % CaCO_3 ; pH = 8.3.	
$15.9 + 11.3 + 2.6 + 8.0 = 37.8$	$42 + 30 + .7 + 21$
Stadium II. Bovengrond van den Carel Coenraadpolder; 8.7 % CaCO_3 ; pH = 7.7.	
$23.8 + 9.2 + 2.3 + 0.7 = 36.0$	$66 + 26 + 6 + 2$
Stadium III. Gemiddelde van de bovengronden van den Reiderwolder-, den Finsterwolder-, den Oostwolderpolder en Het Nieuwland. Gehalten aan CaCO_3 dalende van 8.1 % tot 2.3 %; pH = 7.7 à 7.8.	
$32.2 + 3.1 + 1.3 + 0.3 = 36.9$	$87 + 8 + 4 + 1$
Stadium IV. Gemiddelde van de bovengronden van den polder Het Oud Nieuwland en Het Oudland. Gehalten aan CaCO_3 0.1 % en 0 %; pH = 7.2 en 7.4.	
$30.4 + 6.9 + 0.7 + 0.3 = 38.3$	$79 + 18 + 2 + 1$
Stadium V. Bovengrond van het Binnenland onder Beerta; 0 % CaCO_3 ; pH = 5.9.	
$21.2 + 7.3 + 0.6 + 0.9 = 30.0$	$71 + 24 + 2 + 3$

den na het kwelderstadium wordt aan een aantal profielen in den jongsten Dollardpolder, den Carel Coenraadpolder, uitvoerig bestudeerd (273).

b. Het bodemvormingsproces van de jonge Zuiderzeegronden.

Aan de jonge Zuiderzeegronden wordt het bodemvormingsproces eveneens bestudeerd (241). Het verloop is hier eenigszins anders dan bij de Dollardgronden, omdat bij de jonge Zuiderzeegronden de kwelderperiode ontbreekt. Het vraagstuk van de ontwatering van dergelijke gronden wordt uitvoerig op het ontwateringsproefveld in den Wieringermeerpolder nabij Kolhorn (Kavel B 45) nagegaan (greppelvakken, drainvakken, vakken zonder detailontwatering). Wat deze jonge Zuiderzeekleigronden nog ontbreekt, is een stevige structuur. Om deze te verkrijgen, is in de eerste plaats noodig het indrogen van den grond. Maar verder moeten de natron (magnesia) kleigronden in kalkkleigronden worden omgezet. Deze omzetting is niet alleen van belang voor de kleisubstantie, maar eveneens — en misschien zelfs in nog hoogere mate — voor de humussubstantie. Zoolang de kleihumussubstantie van deze jonge kleigronden nog geen voldoende stevigheid bezit, wordt ze door het bodemwater gemakkelijk gepeptiseerd, dat wil zeggen, dat de door het uitdrogen gevormde kruimels door het regenwater weer gemakkelijk uiteenvallen. Vooral in zijn jeugdtoestand moet de zeekleigrond zeer omzichtig behandeld worden.

c. Diverse omzettingsprocessen in kleigronden.

1. *Overstrooming met zout water.* Ook de veranderingen, die bij de overstrooming van oudere zeekleigronden met zeewater optreden, zijn bestudeerd (114). Door de inwerking van het keukenzout van het zeewater vormt zich hier natronklei (humaat) en dat in gronden, die reeds ver zijn ingedroogd en waar groote scheurvorming dus niet meer mogelijk is. Het proces van de genezing (omzetting van natronklei in kalkklei) kan hier zeer lang duren; het kan door behandeling met in water oplosbare kalkzouten (gips) bespoedigd worden.

2. *Knikgronden.* In het zeer oude stadium, wanneer de koolzure kalk geheel en de kleihumuskalk ten deele verdwenen zijn, vallen de kleideeltjes gemakkelijk uiteen. De fijnste kleideeltjes in de bovenste kleilagen worden met het regenwater naar beneden gespoeld. Tegelijkertijd worden de zure humusstoffen en onder invloed hiervan ook een deel van de ijzerverbindingen uit de bovenste kleilagen meegevoerd. In de poriën van de diepere lagen zetten deze bestanddeelen zich weer af. Hierdoor ontstaat op zekere diepte onder het maaiveld een zeer dichte,

voor water ondoorlatende laag, die knik genoemd wordt. Deze kniklaag neemt in den loop der tijden naar boven in dikte toe. Dergelijke knikgronden zijn moeilijk te bewerken en daardoor minder geschikt voor bouwland, zoodat zij veelal groen gelegd worden. Nagegaan wordt in hoeverre het mogelijk is in dergelijke knikgronden de kniklaag naar de diepte te brengen en te vervangen door onder de kniklaag liggenden, koolzure kalkhoudenden grond (h).

3. *Sterk zure gronden (katteklei)*. Onder anaerobe omstandigheden (afsluiting van de lucht) kan onder bepaalde omstandigheden in gronden, die sulfaten (o.a. gips = CaSO_4) bevatten, onder medewerking van bacteriën, een reductie van die sulfaten plaats vinden. Hierbij ontstaat uit de sulfaten zwavelwaterstof, dat met het ijzeroxyde van de kleisubstantie zwavelijzer (FeS) vormt. Bij toetreding van de lucht gaat dit zwavelijzer door oxydatie over in ijzersulfaat (FeSO_4), een zuur reageerende stof. Bevat de grond nog koolzure kalk, dan vormt zich uit het ijzersulfaat en de koolzure kalk bij verdere oxydatie weer gips en bruin ijzeroxyde. In gronden, die geregeld met sulfaathoudend water (zeewater) gedrenkt zijn, kunnen zich, volgens VAN BEMMELEN vooral onder invloed van een rietvegetatie, in den loop der eeuwen groote hoeveelheden ijzersulfide in den vorm van pyriet (FeS_2) opgehoopt hebben. Deze gronden hebben tengevolge van een bedekking met een veenlaag of tengevolge van de sulfaat-reductie, waarbij veel koolzuur gevormd wordt, hun koolzure kalk verloren. Bij oxydatie van het pyriet door de zuurstof uit de lucht, waarbij ijzersulfaat en zwavelzuur ontstaan, is dus geen koolzure kalk voorhanden om deze zure bestanddeelen te neutraliseeren. Het gevolg is, dat deze zure bestanddeelen op het kleicomplex inwerken en hieraan in eerste instantie de uitwisselbare basen onttrekken, om vervolgens op het ijzer en het aluminium van het kleicomplex in te werken en aldus het kleicomplex aan te tasten. Daar waar de lucht zeer goed met den grond in aanraking kan komen, dus langs oude wortelgangen, greppel- en slootkanten, enz. ontstaat uit het ijzersulfaat het z.g. basisch ferrisulfaat, een gele zelfstandigheid, die zeer sterk zuur reageert. Tengevolge van de gele kleur en de soms zeepachtige hoedanigheid, die het basisch ferrisulfaat in den grond kan aannemen, heeft het in den landbouw den naam van katjesklei of katteklei gekregen. Gronden, die dit basisch ferrisulfaat bevatten, kattekleigronden dus, kunnen pH-waarden van 2 à 1 bezitten, zijn dus sterk zuur en geen leven is in dergelijke zure gronden mogelijk. De eenige remedie, om dergelijke gronden weer in een goeden cultuurtoestand te brengen, is ze te bekalken. Daarvoor kunnen zeer groote hoeveelheden kalk noodig zijn, tot soms 40 000 kg CaO per ha in de bouwvoor.

4. *Aantasting kleicomplex.* In het bovenstaande is er reeds op gewezen, dat het kleicomplex in zeekleigronden, waarin zich zeer sterk zure verbindingen kunnen vormen, wordt aangetast. In het algemeen zal het kleicomplex van de zeekleigronden bij zijn verandering in het Nederlandsch klimaat geen ingrijpende wijzigingen ondergaan en dit noch wat betreft zijn moleculaire samenstelling (verhouding $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2$), noch wat betreft zijn adsorptievermogen. In dit laatste opzicht is een merkwaardige uniformiteit in de Nederlandsche zeekleigronden geconstateerd; o.m. komt dit tot uiting in het totale bindend vermogen (T-waarde) per 100 gram klei (fractie I + II), dat in deze gronden gem. 80 milligramequivalenten basen bedraagt (293).

d. Verouderingsproblemen bij andere bodemtypen.

Loopende of gedeeltelijk reeds voltooid zijn onderzoeken als bovenbeschreven in gronden uit Friesland, rivierkleigronden, kleefgrond (105), boschgronden.

Bij boschgronden en heidegronden en in het algemeen bij gronden, die aan de inwerking van zure humusstoffen bloot staan, zullen bij het verouderen wijzigingen in het bodemcomplex verwacht kunnen worden. De zure humusstoffen zullen bij hun beweging naar diepere lagen aan de lagen, die zij passeeren, ijzer, aluminium en kiezelzuur onttrekken. De grond onder de humuslaag wordt op deze wijze uitgeloozd onder vorming van loodzand, beter gezegd „bleekzand”. De door de zure humusstoffen opgeloste stoffen zetten zich, onder verschillende invloeden, in diepere lagen weer af en vormen op die plaatsen doorlatende banken (oerbank, humuszandsteenlaag). Deze veranderingen worden aan verschillende profielen van bosch- en heidegronden, mede in samenwerking met een Commissie onder voorzitterschap van Ir. J. P. VAN LONKHUYZEN, nader bestudeerd. Het Bodemkundig Instituut is begonnen met het scheikundig en natuurkundig onderzoek van de verschillende lagen van enkele van deze profielen.

e. Omzettingen van de organische stoffen.

Zooals reeds is opgemerkt (blz. 43) spelen de bacteriën bij de ontleding van de organische stof een rol. Deze bacteriën zullen hun medewerking bij de ontleding pas ten volle kunnen geven in een alkalisch milieu. Vandaar dat een kalkbemesting de ontleding van de organische stoffen zal bevorderen. Een geval uit de practijk, waarin dit zeer duidelijk viel waar te nemen, moge hier kort gememoreerd worden (147).

Het betrof een perceel, waarvan de bouwvoor ter dikte van ongeveer 20 cm uit laagveen bestond, met een humusgehalte van 40 à 50 pct. Onder de bouw-

voor kwam een laag onvergaan veen voor, ter dikte van ongeveer 25 à 40 cm en daaronder zand. Een gedeelte van dit perceel was bemest geworden met schuimaarde tot een bedrag van niet minder dan 60 000 kg per ha. Berekend kon worden, dat door deze zware kalkbemesting, in den loop van 20 jaar ongeveer 59 000 kg aan organische stof per ha in de laag van 0—20 cm verdwenen was. Met de organische stoffen was tevens een gedeelte van de kalk, de stikstof en het phosphorzuur verdwenen. Op het bekalkte gedeelte was in 20 jaar per ha (0—20 cm) 558 kg meer phosphorzuur (P_2O_5) en 1269 kg meer stikstof verdwenen dan op het onbekalkte gedeelte. Uit deze cijfers viel duidelijk waar te nemen, dat een te groote kalkbemesting bij de omzetting van de organische stoffen ook ongunstig kan werken.

Uit de resultaten van het onderzoek van een andere proefveld op humushoudenden zandgrond (z.g. dalgrond) viel eveneens de invloed van den zuurgraad van den grond op de omzetting van de organische stoffen af te leiden (208).

f. Ontkalking van den grond onder invloed van de bemesting.

Niet alleen door klimatologische invloeden, ook onder invloed van de bemesting kan de grond kalk verliezen, aanvankelijk in den vorm van koolzure kalk, daarna van kleihumuskalk. De invloed van verschillende stikstofmeststoffen op den kalkvoorraad in den grond wordt op een proefveld op de proefboerderij te Nieuw-Beerta bestudeerd.

Ook een stalmestbemesting kan het gehalte van den grond aan kalk verlagen, zooals op een proefveld op humushoudenden zandgrond na een bekalking kon worden waargenomen (291).

g. Opname van kalk door den grond (162, 177, 178, 182, 186, 190, 192).

De vraag, wat er met de kalk bij eene kalkbemesting gebeurt, is op verschillende proefvelden (Dijkema—Wit—Atzema—Louters—v. d. Water—Gebr. ter Haar; proefboerderij Nieuw-Beerta en proefboerderij Heino) bestudeerd. Hierbij is gebleken, dat de gegeven kalk — afgezien van het gedeelte dat evtl. door de planten wordt opgenomen of door de regens wordt uitgespoeld — gedeeltelijk door de kleihumussubstantie als kleihumuskalk wordt vastgelegd en gedeeltelijk in den vorm van koolzure kalk in den grond achterblijft. Nu is het doel van de kalkbemesting in den regel de verhooging van het gehalte aan kleihumuskalk. De stijging van de grootheid S (gehalte aan uitwisselbare basen) en dus ook van het V-cijfer (verzadigingstoestand) en van het pH-cijfer (zuurgraad van den grond) zijn een gevolg van deze opname van kalk door de kleihumussubstantie. En de stijging van deze drie grootheden (S, V, pH) is weer van invloed op allerlei processen in den bodem, waarvan hier alleen op de verbetering van de structuur in zware kleigronden gewezen

wordt. Het gedeelte van de kalkbemesting, dat in den vorm van CaCO_3 achterblijft, is niet als waardeloos te beschouwen; voorloopig voldoet het evenwel niet ten volle aan het doel, waarmede het gegeven is.

De reden, waarom de gegeven kalkbemesting in twee vormen in den grond kan achterblijven, ligt in de omstandigheid, dat zoowel de z.g. klei- en humuszuren als het bodemkoolzuur zich van de kalk trachten meester te maken. Welk deel van de gegeven kalk in den eenen vorm en welk in den anderen vorm achterblijft, hangt in de eerste plaats van de vermenging van grond en kalkmeststof af; een innige menging van beide bevordert het vastleggen van de kalk als kleihumuskalk. Grootere rol speelt evenwel de reactie van den grond. In zeer sterk zure gronden zijn de kleihumuszuren, ook bij minder goede menging, in het voordeel. Wanneer de gegeven hoeveelheden kalk bij totale adsorptie de zuurgraad bijv. van pH 4 tot pH 5.5 zouden doen stijgen, dan wordt de gegeven hoeveelheid kalk, bij overigens goede menging, vrijwel geheel in den vorm van kleihumuskalk vastgelegd. Voor het verdere traject, dus voor de opname van kalk door de zwak zure gronden (van pH 5,5 tot 7), is de invloed van het koolzuur groot. Wanneer het hoeveelheden kalk betreft, die bij opname door de kleihumussubstantie den grond een neutrale tot zwak alcalische reactie zouden geven, valt een groote hoeveelheid van de gegeven kalk ten deel aan het bodemkoolzuur en gaat over in (of blijft in) den vorm van koolzure kalk. Om den neutralen toestand (pH = 7) in den grond te bereiken moet dus meer kalk (in bepaalde gevallen zelfs de 3-voudige hoeveelheid) gegeven worden dan bij het onderzoek in het laboratorium, waar het koolzuur buitengesloten is, gevonden is.

Dit alles was reeds in 1926 bekend en gepubliceerd (192). Later zijn nog onderzoekingen verricht over de vraag, van welke meststof de kalk het gemakkelijkst wordt opgenomen (285). Het betrof hier de opname van kalk door den zwak zuren, zwaren kleigrond (pH = 6) van het proefveld op perceel 11 van de proefboerderij te Nieuw-Beerta. Bij alle objecten steeg de pH van 6.0 tot 7.3 à 7.5. Van de schuimaarde werd rond 60 %, van de schelpkalkbloem 49 %; van de kluitkalk 43 % en van de mergel 30 % als kleihumuskalk vastgelegd. Reeds in 1925 (162) is op de oorzaak van de zeer gunstige werking van de schuimaarde gewezen. De koolzure kalkdeeltjes van de schuimaarde zijn voor verreweg het grootste gedeelte kleiner dan 0.02 mm middellijn; ook op het land blijft de schuimaarde deze fijnheidsgraad behouden. De koolzure kalk van de mergel bestaat grootendeels uit deeltjes groter dan 0.02 mm. De kluitkalk moet direct in het bodemwater oplossen en dan door de kleihumussubstantie worden vastgelegd; geschiedt dit niet, blijft de kluitkalk in kleine kluitjes in en op den grond liggen, dan vormt zich zeer spoedig een korst van koolzure kalk, waardoor het kluitje steenhard wordt.

HOOFDSTUK VI.

DE WATERHUISHOUDING VAN DEN GROND.

HET BODEMKUNDIG ONDERZOEK IN VERBAND MET DE WATERHUISHOUDING VAN DEN GROND.

De wijze, waarop het water in den grond gebonden voorkomt; de wijze, waarop het over de verschillende grondlagen verdeeld is; de wijze, waarop het zich in den grond beweegt, dit zijn wel de drie voornaamste vragen, die de bodemkundige zich met betrekking tot de waterhuishouding van den grond stelt. Hierbij komt dan nog de vraag, tot welken graad het bodemwater van de verschillende bodemtypen (klei, humus, zand) voor de planten opneembaar is, terwijl ook de vraag omtrent de wijze, waarop de planten het water tot zich nemen, zonder inzicht in bodemkundige vraagstukken wel moeilijk te beantwoorden zal zijn.

Eerst in de laatste jaren kreeg het Bodemkundig Instituut gelegenheid zich, zij het dan ook nog op bescheiden wijze, met onderzoekingen op dit gebied bezig te houden. Ook het feit, dat vooral in de laatste twee jaar talrijke vragen door de practijk met betrekking tot de waterhuishouding van den grond gesteld werden, heeft dit onderzoek bevorderd. Toch moet worden erkend, dat nog slechts een bescheiden stap op dit zoo belangrijke gebied van onderzoek gedaan is. Daardoor bestrijken de betreffende onderzoekingen van het Bodemkundig Instituut ook nog slechts een klein gedeelte van het geheele gebied van onderzoek. Een uitbreiding van dit onderzoek is zeer gewenscht.

Het is een bekend feit, dat de waterhuishouding van den grond in hooge mate beheerscht wordt door de samenstellende deelen van den grond; in zuivere zandgronden is zij geheel anders dan in zware kleigronden en in sterk humushoudende gronden. Groote verschillen bestaan er tusschen de hoeveelheden water, die humus, klei en zand kunnen binden. Belangrijk is de vraag, hoe de aard van deze binding is. Ook het niet of moeilijk opnemen van het water door sommige gronden eischt nadere studie. Verder is het bekend, dat het water van alle bodembestanddeelen ook niet in gelijken graad voor de planten opneembaar is; in humushoudende, zware kleigronden sterven planten af bij watergehalten, waarbij zij zich in lichtere gronden nog welig ontwikkelen. Verder zijn van invloed op de waterhuishouding toestanden in den grond, die men tracht uit te drukken door de woorden „enkelkorrelstructuur”,

„kruimelstructuur”, e.d. Een leerzaam voorbeeld van de veranderingen van de z.g. structuur van den grond in verband met zijn waterhuishouding levert de overgang van jonge slikkige, mariene afzettingen naar jonge en oude poldergronden en ten slotte naar de knikkige gronden.

Met de studie van vele van deze vraagstukken heeft het Bodemkundig Instituut reeds een begin gemaakt.

A. ONDERZOEKINGEN VAN MEER THEORETISCHEN AARD.

a. Natuurkundige grootheden van den grond, die met de waterhuishouding in verband staan.

Het Bodemkundig Instituut ving het meer systematisch onderzoek op dit gebied aan in het jaar 1930. In de eerste plaats werd getracht de geaardheid van den grond — voor zoover deze bij de waterhuishouding een rol speelt — onder cijfers te brengen, vastgesteld volgens goed reproduceerbare methoden. Hierbij doet zich dan direct de vraag voor, welke grootheden voor dit doel gekozen dienen te worden. Nu is het vraagstuk van de waterhuishouding zonder twijfel nauw met de natuurkundige eigenschappen van den grond verbonden en deze laatste kunnen het beste in de natuurkundige grootheden van den grond tot uiting gebracht worden. Twee grootheden treden hierbij op den voorgrond, n.l. de doorlatendheid van den grond voor water en de capillaire stijghoogte van het water in den grond. Hierbij komt dan nog b.v. het hangwater en meerdere constanten, die intusschen nog weinig onderzocht zijn, als plasticiteit en cohesie.

Een aanvang werd gemaakt met de doorlatendheid van den grond voor water (236). Aanvankelijk werd deze bepaald met behulp van de ringen van KOPECKY en wel — zooals trouwens reeds door KOPECKY was voorgeschreven — in den grond in zijn natuurlijke ligging. Bij dit onderzoek bleken zeer groote verschillen in de doorlatendheid van onmiddellijk naast elkander gelegen plekken op te treden. Vooral bij kleigronden is dit het geval, waar bijv. waarden van 0.001 naast 23.7 (doorgestroomde hoeveelheid liters water per etmaal) gevonden werden. In het geval van 0.001 liter sijpelde het water uiterst langzaam door de zeer nauwe poriën; in het geval van 23.7 liter vloeiende het snel door scheuren, wortelgangen, wormgangen.

Deze resultaten toonen nog eens duidelijk de juistheid van KOPECKY's opvattingen aan, dat de doorlatendheid voor water bepaald moet worden in den grond in zijn natuurlijke ligging; alleen bij zandgronden, met niet te groote hoeveelheden klei en mogelijk ook humus (n.l. met op droge stof berekend maximaal ongeveer 5—13 % klei, afhankelijk van den aard van de klei), is een bepaling in het laboratorium geoorloofd. Hierbij is, naast de

temperatuur van het doorstroomende water, alleen de meer of minder dichte ligging van het zand, die haar uitdrukking in het volumegewicht, resp. in het poriënvolume vindt, alsmede het luchtgehalte, van invloed. In de onderste tabel op blz. 25 zijn dan ook twee cijfers voor de doorlatendheid opgegeven, resp. voor 35 % en 40 % poriën.

In een tweede publicatie (264) zijn daarna de methoden voor de bepaling in het laboratorium van de doorlatendheid voor water (K), de maximale capillaire stijghoogte (H) en de hoeveelheid hangwater gegeven. Hierbij is tevens de samenhang van de grootheden K en H met de grootheid U (specifiek oppervlak) voor vrijwel zuivere zandgronden aangetoond. Voor deze gronden (n.l. tot een maximaal totaal gehalte aan klei, humus en koolzure kalk van ongeveer 3.5 %) kunnen de grootheden K en H (voor een bepaalde temperatuur en poriënvolume) met vrij groote nauwkeurigheid uit de U-waarden berekend worden (zie mede de tabel op blz. 23).

De doorlatendheid voor water van andere gronden dan zandgronden met een niet te hoog klei- en humusgehalte (zie onderaan blz. 70) loopt sterk uiteen naar gelang van de onderlinge rangschikking van de gronddeeltjes, de vorming van kruimels en klompen en de stevigheid van deze, het optreden van scheuren, het voorkomen van wortel- en wormgangen. Zooals reeds werd opgemerkt, heeft een bepaling van deze grootheid, evenals van de capillaire stijghoogte, in bovengenoemde gronden in het laboratorium geen zin.

Uit de resultaten van het boven reeds vermelde onderzoek (236) blijkt verder, dat voor andere dan de meer zandige gronden slechts van een gemiddelde doorlatendheid voor water van den grond van een bepaald terrein gesproken kan worden en het is dus de vraag, hoe deze gemiddelde doorlatendheid van een bepaald terrein te bepalen is.

b. Indirecte methoden ter bepaling van de doorlatendheid van den grond voor water.

De doorlatendheid van den grond voor water speelt o.m. een rol bij den afvoer van het water door den grond naar slooten, greppels, drains. Zij kan dan ook tot uiting worden gebracht in formules, die het verband tusschen dezen afvoer (het debiet), den grondwaterstand en den onderlingen afstand der ontwateringssystemen aangeven. Door van een terrein den waterafvoer (debiet) met de daarbijbehorende grondwaterstanden te meten, is het mogelijk uit deze en andere gegevens deze gemiddelde doorlatendheid van het terrein in kwestie te bepalen (grondwaterstand-debiet-methode). Daarvoor moest echter eerst de theorie van de kwantitatieve waterbeweging in ondiepe grondlagen van en naar greppels, drains, slooten, enz., geheel opnieuw worden uitgewerkt.

optreedt, hangt ook van de U-waarde van het zand af, maar kan hieruit niet berekend worden. Zij varieert in zandgronden, mede afhankelijk van het klei- en humusgehalte, van ongeveer 3 tot ongeveer 16 gram per 100 gram droge stof. Het hangwater in deze gronden geeft een goeden indruk van de maximaal beschikbare hoeveelheid water voor de planten in de lagen boven het capillaire oppervlak.

Voor de zandgronden met een hoog klei- en humusgehalte en voor alle andere gronden zijn de laatste twee grootheden (capillaire stijghoogte en hangwater) van minder belang en wel des te minder, naarmate de gehalten aan klei en humus toenemen.

Er bestaat ook verband tusschen de doorlatendheid van den grond voor water en de snelheid, waarmee het water in een boorgat, na uitpompen van dit water, weer opstijgt. Deze z.g. boorgat-methode — voor het eerst door DISERENS toegepast — opent de mogelijkheid, om van een groot aantal plekken van een terrein zeer snel de doorlaatfactoren te bepalen, waaruit dan de gemiddelde doorlaatfactor van het geheele terrein berekend kan worden.

In de eerste plaats was het nu noodig de beide bovengenoemde indirecte methoden voor de bepaling van de doorlatendheid van den grond voor water onder nauwkeurig te controleeren omstandigheden te bestudeeren. Dit geschiedt in de kas van het Bodemkundig Instituut (zie de foto achter den tekst). *Verslag de bestudering van de doorlatendheid van den grond voor water.*

B. VRAAGSTUKKEN UIT DE PRACTIJK.

Zooals reeds boven werd opgemerkt, hebben de talrijke vragen uit de practijk in de laatste jaren het onderzoek naar de waterhuishouding van den grond sterk bevorderd. Deze onderzoekingen kunnen worden ingedeeld in de volgende vier groepen:

- a. Onderzoekingen betreffende den afvoer van water (ontwatering);
- b. Onderzoekingen betreffende den toevoer van water (infiltratie, bevoeiing);
- c. Onderzoekingen betreffende het behoud van water in den grond (in verband met de grondbewerking; vele vraagstukken in verband met wateronttrekking door pompinstallaties ten behoeve van waterleidingen);
- d. Onderzoekingen betreffende den momenteele toestand in de waterhuishouding; o.a. in verband met de veranderingen, die daarin in verloop van tijd door verschillende oorzaken kunnen optreden.

Als methoden van onderzoek voor de bovengenoemde onderzoekingen worden in hoofdzaak dezelfde methoden, onafhankelijk van den aard van den grond, toegepast, n.l.:

1. de bepaling van het phreatisch oppervlak door middel van grondwaterstandsbuizen;
2. de bepaling van het vochtgehalte van den grond door middel van één of meer geregelde vochtbemonsteringen;
3. de bepaling van de granulaire samenstelling met behulp van de daartoe genomen grondmonsters.

Bij deze methoden sluit zich vaak aan een bepaling van den doorlaatfactor van den grond. Verder wordt in sommige gevallen het volumegewicht van den grond in zijn natuurlijke ligging bepaald en daaruit, met behulp van het specifiek gewicht, het poriënvolume en het lucht- en watergehalte berekend, terwijl in zandgronden met een niet te groot klei- en humusgehalte bovendien nog de capillaire stijghoogte en het hangwater in het laboratorium worden bepaald. Ook andere methoden van onderzoek worden voor ieder afzonderlijk geval aan de genoemde methoden toegevoegd.

a. Onderzoekingen betreffende den afvoer van water (ontwatering).

Hiertoe behooren de onderzoekingen betreffende de ontwatering. De voornaamste onderzoekingen daarover zijn wel verricht in de Wieringermeer en wel in samenwerking met de Commissie van Advies voor den Proefpolder Andijk en, na opheffing van deze Commissie, met de Directie van de Wieringermeer. Ze zijn in hoofdzaak verricht op het ontwateringsproefveld nabij Kolhorn (kavel B 45) en verder op de kavels K 5, 6, 7 en 8. Reeds zijn eenige voorloopige

publicaties over het proefveld op B 45 verschenen (239, 280, 282); een uitvoerig overzicht over de jaren 1930/1936 is in bewerking.

In het najaar van 1934 is een gedraineerd perceel zware kleigrond te Nieuwolda (provincie Groningen) als proefveld ingericht. Gedurende een viertal maanden zijn hier grondwaterstanden opgenomen en de bijbehorende afvoeren van het water (debiet) gemeten. Met behulp van deze gegevens kon de gemiddelde doorlaatfactor voor water van dezen ouden Dollardgrond in cijfers worden uitgedrukt (1).

Het is de bedoeling proeven als deze op verschillende typen van gronden in ons land uit te voeren. In het najaar van 1935 zijn voorloopige stappen voor den aanleg van een dergelijk proefveld op gedraineerden, zwaren rivierkleigrond in de nabijheid van Wijhe (provincie Overijssel) gedaan.

De boorgat-methode ter bepaling van den doorlaatfactor heeft reeds eenige toepassingen in de practijk gevonden. Een gedeelte van het terrein voor het toekomstige Amsterdamsche bosch werd volgens deze methode onderzocht. Met behulp van den gemiddelden doorlaatfactor konden adviezen met betrekking tot de drainage gegeven worden.

Verder werd advies gegeven betreffende den aanleg van sport- en vliegvelden te 's-Gravenhage (d), Leeuwarden (p) en Groningen. Het sportterrein in de laatste gemeente verdient afzonderlijk te worden vermeld (zie ook publicatie 236).

De grond bestond hier uit een dikke laag nagenoeg ondoorlatenden knikgrond. Op advies van het Bodemkundig Instituut werden hier drains op onderling korten afstand gelegd, waarbij de drainsleuf gevuld werd met grof zand. Hierop kwam een laag teelaarde (zand met eenige procenten humus) te liggen, welke laag aansloot bij de laag teelaarde, die op de kniklaag (bol gelegd tusschen de drainsleuven) tusschen de drains was gelegd, terwijl hier weer bovenop de afgestoken graszoden werden aangebracht. De ontwatering van het terrein is door deze maatregelen altijd uitstekend geweest; alleen is het in droge perioden in den zomer noodzakelijk om het terrein te besproeien.

b. Onderzoekingen betreffende den toevoer van water (infiltratie, bevoeiing).

Deze onderzoekingen hebben betrekking op de infiltratie en de bevoeiing van terreinen.

1. *Infiltratie.* De infiltratie van water in den grond vindt alleen toepassing in zandige gronden. Voor het Bodemkundig Instituut werd zij tot een object van studie, toen het noodzakelijk bleek een gedeelte van de zandige terreinen

in de Wieringermeer te infiltreren. Ter oriëntering op dit nieuwe gebied werd een uitvoerig onderzoek naar de praktische resultaten van infiltratie in diverse zandgronden in Noord-Holland ingesteld. Deze gronden werden onderzocht op hunne gehalten aan koolzure kalk, humus, klei en zand, terwijl tevens de fijnheid van het zand bepaald en in de grootheid U uitgedrukt werd (288). Reeds op grond van de resultaten van dit onderzoek kon eenigermate worden aangegeven, bij welke gehalten aan klei de gronden niet meer voor infiltratie in aanmerking kwamen en bij welke fijnheidsgraad van het zand ook de zandgronden minder dankbaar voor infiltratie werden. Hoewel een scherpe grens uit den aard der zaak niet bestaat, kan toch gezegd worden, dat zandgronden met U-waarden vanaf 100 reeds ondankbaar voor infiltratie worden en wel des te meer naarmate U groter wordt. In aansluiting aan deze onderzoekingen is door de Commissie-LOVINK een aantal infiltratieproefvelden in het zandige gebied van de Wieringermeer aangelegd en wel op zandgronden van verschillende fijnheid en waarvan de zandlaag verschillende dikte bezit.

De resultaten bij deze onderzoekingen verkregen, hebben het Bodemkundig Instituut in staat gesteld, de Commissie-VAN DISSEL (Commissie inzake wateronttrekking aan den bodem) te adviseeren met betrekking tot infiltratieproefnemingen in het Waterschap Drunen en den St. Oelbertspolder te Oisterwijk (N.Br.). In het eerste geval zijn de proefvelden reeds in het voorjaar 1936 aangelegd.

2. *Onderzoek van vloeivelden.* Er is een plan opgemaakt, om het afvalwater van Twente op vloeivelden onder Wierden te reinigen en tevens landbouwkundig te benutten. Een dergelijk vloeiveld moet aan bepaalde eischen, wat betreft de grofkorreligheid van den grond, voldoen. Het Bodemkundig Instituut ontving het verzoek, een oriënterend onderzoek op zich te nemen (o). Dit onderzoek beoogde niet, een definitief oordeel over de waarde der terreinen bij Wierden als vloeiveld uit te spreken, doch alleen te trachten de vraag op te lossen, of de kwaliteit van deze terreinen althans zoodanig is, dat het geheele plan waard is, nader bestudeerd te worden. Deze nadere bestudeering zal uiteraard ook een uitgebreider en vooral veelzijdiger bodemkundig onderzoek van vloeivelden in het algemeen en van die bij Wierden in het bijzonder moeten omvatten, ten einde de vraag van hare geschiktheid als vloeiveld definitief op te lossen.

c. Onderzoekingen betreffende het behoud van het water in den grond.

Het waterhoudend vermogen van den grond hangt samen met de granulair samenstelling en het humusgehalte. Naarmate de grond lichter is

en minder humus bevat, is hij voor een goede opbrengst meer afhankelijk van de watervoorziening. De vraag moet gesteld worden, op welke wijze in de behoefte van lichtere, humusarme, gronden aan water tegemoet gekomen kan worden. Hiervoor komen humusvermeerdering en grondbewerking in aanmerking. Voorloopig is het Bodemkundig Instituut met oriënteerende onderzoeken op dit gebied op de lichtere zandgronden begonnen. Hierbij wordt het bodemprofiel tot op vrij groote diepte bemonsterd en onderzocht, waarbij tevens grondwaterstanden worden waargenomen.

Met het waterhoudend vermogen van den grond houdt ook verband de vraag, bij welk waterhoudend vermogen een wateronttrekking, met het oog op de cultuur, niet meer geoorloofd is. Met dit vraagstuk komt de Commissie-VAN DISSEL telkens in aanraking; in het zeer korte bestaan van deze Commissie liggen reeds dergelijke vragen uit Haren, Voerendaal, Bennebroek, Kennemerland, Enschede, Empel-Meerwijk voor. Bij de beantwoording van de haar voorgelegde vragen moet deze Commissie steeds weer het gemis aan bruikbare gegevens over de vraag, of de grondwaterstand in een bepaald geval verlaagd mag worden, ondervinden en de Commissie kan de haar voorgelegde vragen dan ook slechts zelden met zekerheid beantwoorden. Meerdere gegevens over dit punt kunnen alleen verkregen worden door den aanleg van een aantal proefvelden met verschillende grondwaterstanden op diverse grondsoorten van uiteenlopend waterhoudend vermogen; op deze proefvelden moet dan de granulaire samenstelling en het waterhoudend vermogen van den grond en de oogstopbrengst bij verschillende grondwaterstanden bepaald worden.

Dat op deze wijze uitgevoerde onderzoeken goed bruikbare resultaten kunnen opleveren, heeft het onderzoek-Eindhoven bewezen. Het betreft hier de wateronttrekking door het diep in het bodemprofiel insnijdende scheepvaartkanaal van Eindhoven naar het Wilhelminakanaal. De resultaten van deze onderzoeken zijn neergelegd in een tweetal rapporten (g) en gedeeltelijk ook in een andere publicatie verwerkt (236). Het betrof hier een zeer fijnen zandgrond. Behalve door landbouwkundige waarnemingen en waarnemingen van den grondwaterstand, die van andere zijde zijn verricht, werden hier op de aangelegde proefveldjes geregeld monsters genomen voor de bepaling van het vochtgehalte in combinatie met bijzondere proefnemingen, waarvoor naar de betreffende twee rapporten kan worden verwezen.

d. Onderzoekingen betreffende den momenteele toestand in de waterhuishouding.

Het gaat hier om de wijze, waarop het water verdeeld in de verschillende lagen van het bodemprofiel voorkomt en over de veranderingen, die deze verdeeling tijdens de cultuur onder invloed van cultuurmaatregelen, plantengroei en regenval ondergaat.

In de eerste plaats moet hier genoemd worden het zeer uitgebreide onderzoek van den grond van den Andijker Proefpolder en van de Wieringermeer, dat tot nu toe geregeld jaarlijks heeft plaats gevonden en waarvan het hoofddoel is, de veranderingen in de gehalten aan keukenzout te leeren kennen. Tevens geven de resultaten van deze onderzoekingen uitsluitsel over het verloop van het indrogingsproces van de aanvankelijk slikkige gronden tot normale cultuurgronden (241).

Verder vallen hieronder de onderzoekingen betreffende den invloed van den grondwaterstand in verschillende typen duinzand op den groei van hyacinten, welke op verzoek van de Commissie-van DISSEL door Prof. Dr. A. H. BLAAUW te Wageningen, in samenwerking met het Bodemkundig Instituut, genomen worden ¹⁾.

De voorloopige resultaten van deze onderzoekingen wezen uit, dat reeds kleine verschillen in grondwaterstand van grooten invloed op de ontwikkeling van de bollen konden zijn. Dit heeft het Bodemkundig Instituut er toe geleid, met Ir. K. VOLKERSZ te Lisse het vraagstuk van de waterverdeeling in de bollengronden nader te bestudeeren. Deze verdeeling hangt — naast den regenval — af van den grondwaterstand en van de capillaire stijghoogte en deze laatste grootheid is weer een functie van de granulaire samenstelling van het zand, welke haar uitdrukking in de U-waarde vindt, alsmede van het poriënvolume. Op een proefterrein bij Lisse worden op geregelde tijden de watergehalten van de verschillende lagen bepaald.

Door de zeer aanzienlijke verdamping van een oud bosch zal de grondwaterstand verlaagd worden. Cijfers betreffende deze verlaging, ook in vergelijking met bouw- en weiland, staan niet ter beschikking. Toch is dit een belangrijk vraagstuk, vooral voor de Nederlandsche bosschen in terreinen met hooge grondwaterstanden. Op dergelijke terreinen kan een boschvegetatie zich, zonder ontwatering, niet normaal ontwikkelen. De intensiteit van deze ontwatering (afstanden en diepten van greppels en eventueel van drains) zal evenwel in vrij sterke mate van de verdamping van het bosch afhangen. De onderzoekingen omtrent de verdeeling van het water in de verschillende lagen van een boschprofiel, die gedeeltelijk in samenwerking met het Staatsboschbeheer geschieden, zijn tot nu toe meer van oriënteerenden aard geweest. Zij hebben zich beperkt tot het op geregelde tijden opnemen van grondwaterstanden in het Haagsche Bosch en tot een onderzoek van bodemprofielen en grondwaterstanden in enkele andere bosschen.

¹⁾ Voor deze en andere onderzoekingen, die de Commissie inzake wateronttrekking aan den bodem zijn voorgelegd en waarvan een gedeelte van het betreffende onderzoek door het Bodemkundig Instituut wordt verricht, kan verder worden verwezen naar het Jaarverslag van deze Commissie 1935; Departement van Landbouw en Visserij, Directie van den Landbouw, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage.

HOOFDSTUK VII.

VOORDRACHTEN, COMMISSIES, VERGADERINGEN.

A. VOORDRACHTEN.

In het tijdsbestek van 1916/1936 werden totaal 89 voordrachten gehouden, waarvan voor landbouwverenigingen 29, wetenschappelijke vereenigingen 21 en verder voor cursussen, consulenten, landbouwstudenten, hoofden van scholen en Landbouwweek (Zuiderzeedag), totaal 26. Verder werden voordrachten gehouden op de Internationale Bodemkundige Congressen te Praag (1922), te Rome (1924), te Washington (1927), te Leningrad-Moscou (1930) en te Oxford (1935); en op de vergaderingen van Internationale Commissies te Groningen (1926), te Rothamsted (1926), te Budapest (1929), te Groningen (1932), te Kopenhagen (1933) en te Versailles (1934).

In 1924 werd een inleidende voordracht gehouden over „Base Exchange” voor de Faraday Society, te Londen, en in 1936 over „Le complexe adsorbant du sol” voor de vergadering van het Institut International de recherches Betteravières, te Brussel.

B. COMMISSIES.

Gedurende meergenoemd 20 jarig tijdvak had de Directeur zitting in de volgende Commissies:

Chemisch-Hydrologische Struma-Commissie;

Voorzitter: Mr. G. JANNINK, (1924—1932).

Commissie voor het Boschplan Amsterdam;

Voorzitter: E. J. ABRAHAMS, (1929—1931 en van 1936 af).

Commissie van advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk;

Voorzitter: Dr. H. J. LOVINK, (1927—1935).

Deze Commissie werd 1 Februari 1935 opgeheven; haar werkzaamheden werden overgedragen aan de Directie van den Wieringermeerpolder (Directeur: Ir. S. SMEDING).

Commissie tot drooglegging van de Botsholsche plassen; (1931—1932).

Commissie voor den Vinkeveenschen- en Proostdijerpolder; (1931—1932).

Corrosie-Commissie II voor de bestudeering van buisaantasting door bodem-invloeden;

Voorzitter: Ir. F. F. M. WIRTZ, (van 1931 af).

Corrosie-Commissie III voor de bestudeering van kabel aantasting door bodeminvloeden;

Voorzitter: Prof. Ir. J. C. VAN STAVEREN, (van 1931 af).

Haagsche Bodem-Commissie voor Sport- en Speelterreinen;

Voorzitter: Dr. D. J. HISSINK, (1931—1932).

Normalisatie-Commissie 38 voor classificatie en benaming van grondsoorten;

Voorzitter: W. F. J. M. KRUL, (van 1933 af).

Commissie inzake wateronttrekking aan den bodem;

Voorzitter: E. D. VAN DISSEL, (van 1934 af).

Commissie voor bemestings- en grondverbeteringsproeven voor den Boschbouw;

Voorzitter: Ir. J. P. VAN LONKHUYZEN, (van 1913 af).

Maaskant-Commissie, ter verbetering van het welvaartspeil in het Maaskantgebied;

Voorzitter: Mr. Dr. A. B. G. M. VAN RIJCKEVORSEL, (van 1936 af).

Internationale Commissies, uitgaande van de Internationale Bodemkundige Vereeniging;

Zuurgraadscomitee;

Voorzitter: Dr. D. J. HISSINK (van 1929 af).

Algemeen Nomenclatuurcomitee;

Voorzitter: Dr. D. J. HISSINK (van 1935 af).

C. VERGADERINGEN.

Behalve de vergaderingen, die door vorenvermelde Commissies werden belegd, zijn nog de door de volgende lichamen gehouden vergaderingen geregeld door den Directeur of diens plaatsvervanger bezocht:

Groninger Maatschappij van Landbouw inzake proefnemingen op de Proefboerderij te Nieuw-Beerta.

Proefveld-Commissie voor Overijssel inzake proefnemingen op de Proefboerderij te Heino.

Koperen Grondleidingen-Commissie.

Commissie inzake Waterververontreiniging.

Voor de bezochte vergaderingen en congressen, welke in het buitenland belegd waren, zij verwezen naar de Voordrachten.

PERSONEEL

van het Bodemkundig Instituut Groningen.

Directeur: Dr. D. J. HISSINK.

Scheikundigen: Dr. JAC. VAN DER SPEK; Dr. S. B. HOOGHOUDT.

Analisten 1e klasse: A. DEKKER; M. DEKKER; Mej. H. OOSTERVELD.

Analist: F. A. OONK.

Ambtenaar van administratie: G. J. BOESJES.

Schrijfster 2e klasse: Mej. E. VAN DER ZEE.

Amanuensis: C. HOOGKAMER.

Bedienden: A. NIJDAM; A. KUIPERS.

PERSONEEL

bij de Directie van den Wieringermeerpolder,
gedetacheerd aan het
Bodemkundig Instituut Groningen.

Landbouwkundig ambtenaar: Ir. A. J. ZUUR.

Analist 1e klasse: G. BAKKER.

Analist: H. R. LUBBERS.

PUBLICATIES ¹⁾

Volledigheidshalve zijn hier van de vóór 1916 verschenen publicaties die opgenomen, welke bodemkundige of met de bodemkunde nauw verwante onderwerpen behandelen. Met uitzondering van de nummers 58 en 61, welke van de hand van wijlen Dr. G. H. LEOPOLD zijn, zijn zij geschreven door Dr. D. J. HISSINK in zijn functies van scheikundige bij de 8e Afdeling van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, Laboratorium voor Onderzoekingen over Delitabak (van 1899—1903) en van directeur van de Rijkslandbouwproefstations te Goes (1903—1907) en te Wageningen (1907—1916).

4. Grondsoortenkaart van een gedeelte van Deli (schaal 1 : 100.000), met Toelichting.
- 9, 10 en 16. Verslag van de op Deli (Sumatra) met betrekking tot de tabakscultuur genomen bemestingsproeven op proefvelden in het jaar 1900 (Deel I), 1901 (Deel II) en 1902 (Deel III; voorloopig verslag); Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin, Buitenzorg.
15. Eenige resultaten van tabaksbouw in Deli op met *albizzia moluccana* gereboiseerden grond; met plan voor het jaar 1903. Korte Berichten uit 's Lands Plantentuin, Teysmannia, Deel 13 (1903).
17. Onderzoek van Deligronden; Landbouwkundig Tijdschrift, 1903.
18. Verslag omtrent de op Deli in 1902 genomen bemestingsproeven en omtrent grondanalyses van Deligronden. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin, Buitenzorg, 1904.
20. Eene studie over Deli-tabak, naar aanleiding van de in 1900 en 1901 genomen bemestingsproeven op de onderneming Padang Boelan (Deli); Mededeelingen van het Departement van Landbouw (Nederlandsch-Indië), No. 1 (1905), blz. 1—78.
22. Kleine bijdrage tot de beteekenis van het scheikundig grondonderzoek; Landbouwkundig Tijdschrift, 1904.
24. Grondonderzoek; Chemisch Weekblad, Deel 1 (1903/1904).
28. Eine Studie über Delitabak; Journal für Landwirtschaft, Bnd. 53 (1905).
36. Kalkbepaling in den grond; Chemisch Weekblad, Deel 3 (1906).
38. Mededeeling naar aanleiding van de overstroming van 12 Maart 1906; Middelburgsche Courant, 20 April 1906.
40. De chemische en physische inwerking van zout water op den bodem; Chemisch Weekblad, Deel 3 (1906).
43. Het zoutgehalte van de op 12 Maart 1906 ondergelopen Zeeuwsche polders; Departement van Landbouw, 1907.
45. De invloed van verschillende zoutoplossingen op het doorlatingsvermogen van den bodem; Chemisch Weekblad, Deel 4 (1907).
49. De beteekenis van zeolietisch materiaal in de techniek; Chemisch Weekblad, Deel 6 (1909).
52. Verslag eener in den zomer van 1908 gemaakte studiereis naar Duitschland; V.L.O.R., No. 6 (1909).

¹⁾ V.L.O.R. = Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations.

53. Scheikundig bodemonderzoek; V.L.O.R., No. 6 (1909).
54. Bijdrage tot de kennis van de binding der ammoniak-stikstof door zeolietisch materiaal (voorloopige mededeeling); V.L.O.R., No. 6 (1909).
58. Over het keileem in het Nederlands diluvium; V.L.O.R., No. 8 (1910).
59. Over kaolienvorming; Chemisch Weekblad, Deel 7 (1910).
60. Die kolloidalen Stoffe im Boden und ihre Bestimmung; Verhandlungen der zweiten internationalen Agrogeologenkonferenz Stöckholm 1910.
61. Over het keileem in het Nederlands Diluvium; Verhandlungen der zweiten internationalen Agrogeologenkonferenz Stockholm 1910.
64. Bespreking van de internationale bodemkundige conferenties Budapest (1911) en Stockholm (1912); Cultura, 23ste Jaargang (1911).
66. Bodemkarteering en bodemonderzoek; Cultura, 24ste Jaargang (1912).
70. Einige Bemerkungen zu Dr. E. BLANCK'S Arbeit „Beiträge zur Kenntnis der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Roterden“; Journal für Landwirtschaft, Bnd. 70 (1912).
71. De binding van de ammoniakstikstof door permutiet en door kleigrond en de opneembaarheid van de permutietstikstof door de planten (met overzicht in de Duitsche taal; V.L.O.R., No. 13 (1913).
72. Die Festlegung des Ammoniakstickstoffs durch Permutit und Tonboden und die Zugänglichkeit des Permutit-Stickstoffs für die Pflanze; Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bnd. 81 (1913).
74. De Bodem; Dr. K. W. VAN GORKOM'S Oost-Indische Cultures; (1913), Deel I.
77. Mitteilung auf der Internationalen Kommission für die mechanische und physikalische Bodenuntersuchung in Berlin am 31. Oktober 1913; Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Band IV (1914), Seite 7—18.
78. Rooide zandgronden; Cultura, 25ste Jaargang (1913).
80. Eenige bodemvormings- en vervormingsprocessen (lateriet, terra rossa, Limburgsche kleefgrond); Verslagen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, Geologische Sectie, Eerste Deel (1914).
81. An die Teilnehmer der am 23/24. April 1914 in München tagenden Versammlung der internationalen Kommission für die chemische Bodenanalyse.
82. Ueber die Bedeutung und die Methode der chemischen Bodenanalyse mit starker heisser Salzsäure; Int. Mitt. für Bodenkunde, Band V (1915).
83. Bijdrage tot de kennis van het absorptievermogen van den bodem; Jaarverslag Natuurwetenschappelijk Gezelschap te Wageningen (1914—1915).
84. Beschrijving der grondsoorten van de terreinen in het rayon der onderafdeeling „Banjoemas“; Cultura, 27ste Jaargang (1915).
87. Het verweeringssilicaat B in den bodem; Archief voor de Suikerindustrie in Ned. Indië (1915).
88. De methode van het mechanisch bodemonderzoek; Handelingen van het vijftiende Natuur- en Geneeskundig Congres, 1915.
89. Het Bodemkalk-vraagstuk; Cultura, 27ste Jaargang (1915).
90. Rood zand; Verslagen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, Geologische Sectie, Tweede Deel (1915).
91. Het Bodemkalkvraagstuk; Jaarverslag Natuurwetenschappelijk Gezelschap te Wageningen (1915—1916).
96. De methode van het mechanisch bodemonderzoek; Jaarboeken Vereeniging „Studiebelangen“, Wageningen (1915—1917).

97. Die Einwirkung verschiedener Salzlösungen auf die Durchlässigkeit des Bodens;
Intern. Mitt. für Bodenkunde, Band VI (1916).
99. De inwerking van zout water op den bodem.
100. De methode van het mechanisch bodemonderzoek; Archief voor de Suikerindustrie
in Ned. Indië (1916).
101. Physisch bodemonderzoek; De Indische Mercur (1916).
102. D. J. HISSINK, De reorganisatie van het Proefstationwezen.
Mededeelingen en Berichten van de Geld. Ov. Mij.
v. Landbouw over 1916, II.
103. D. J. HISSINK, Bodemluchtverversching.
De Indische Mercur, 17 November 1916.
104. D. J. HISSINK, Lateriet.
De Indische Mercur, 15 en 22 December 1916.
105. D. J. HISSINK, Limburgsche Kleefgrond en Terra Rossa.
Verhandelingen van het Geol. Mijnbouwkundig Ge-
nootschap voor Nederland en Koloniën, Geologische
Serie, Deel II, 1917.
106. D. J. HISSINK, Pseudo-onregelmatige reeksen bij een bodemsus-
pensie.
Chemisch Weekblad, Deel 15 (1918).
107. D. J. HISSINK, De Bodem.
Dr. K. W. van Gorkom's Oost-Indische Cultures.
Tweede, veel vermeerderde druk (1917), Deel I.
108. D. J. HISSINK, Scheuren van grasland.
Landbouwbladen, Januari 1918.
109. D. J. HISSINK, Dry-farming.
De Indische Mercur, 8 Februari 1918.
110. D. J. HISSINK, Adsorptief onverzadigde gronden, I.
27ste Jaarverslag (1917—1918) v/h Technologisch
Gezelschap te Delft.
111. D. J. HISSINK, Bijdrage tot de kennis van het bodemadsorptie-
vraagstuk, II.
Chemisch Weekblad, Deel 15 (1918).
112. D. J. HISSINK, Vergelijkend onderzoek van eenige slijmzieke en niet-
slijmzieke gronden.
De Indische Mercur, 19 April 1918.
113. D. J. HISSINK, Over de thee gronden van Java en Sumatra.
De Indische Mercur, 19 Juli 1918.

114. D. J. HISSINK, De nadeelige gevolgen van eene overstrooming van zout water op kleigronden.
Provinciale Groninger Courant, 15 October 1918.
115. D. J. HISSINK, Iets over de Brownsche beweging in verband met het mechanisme van het uitvlokkingsproces.
Chemisch Weekblad, Deel 16 (1919).
116. D. J. HISSINK, Bijdragen tot de kennis van de adsorptieverschijnselen in den bodem.
III. Over de bindingssterkte van den bodem voor adsorptief gebonden basen.
IV. Opmerking over de wijze, waarop het ijzer in permutiet en in grond gebonden voorkomt.
Chemisch Weekblad, Deel 16 (1919).
117. D. J. HISSINK, Eenige losse opmerkingen.
Cultura, 31ste Jaargang (1919).
118. D. J. HISSINK, Bijdragen tot de kennis van de adsorptieverschijnselen in den bodem.
V. Een en ander over de beteekenis van het adsorptievermogen van den bodem voor de practijk.
Cultura, 31ste Jaargang (1919).
119. D. J. HISSINK, Autoreferaten.
I. Pseudo-unregelmässige Reihen bei einer Bodensuspension.
II. Die nachteiligen Folgen bei einer Salzwasser-Überschwemmung von Tonböden.
III. Beiträge zur Kenntnis der Adsorptions-Erscheinungen im Boden.
3) Ueber die Bindekraft des Bodens für adsorptiv gebundene Basen.
4) Bemerkungen über die Weise, auf welche Eisen in Permutiten und in Böden gebunden vorkommt.
Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Band X (1920). Mede Cultura, 32ste Jaargang (1920).
120. D. J. HISSINK, Proefboerderijen in de provincie Groningen.
Groninger Landbouwblad van 2 October 1920 (zie ook 16/10, 1920).
121. D. J. HISSINK, Onderzoek van grond- en baggermonsters uit polders en plassen, gelegen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, in verband met de plannen tot droogmaking

- van deze plassen. Bijdrage tot de kennis van de scheikundige samenstelling van laagveengronden. V.L.O.R., No. 24 (1920).
122. D. J. HISSINK, Bijdragen tot de kennis van de adsorptieverschijnselen in den bodem.
VI. De methode ter bepaling van de adsorptief gebonden basen in den bodem en de beteekenis van deze basen voor de processen, die zich in den bodem afspelen.
V.L.O.R., No. 24 (1920).
123. D. J. HISSINK. Die Methode der mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. für Bodenkunde, Band XI (1921).
124. D. J. HISSINK, De beteekenis van het physisch-chemisch grondonderzoek.
Chemisch Weekblad, Deel 18 (1921).
125. D. J. HISSINK, Het verouderingsproces van de zeekleiafzettingen in Nederland.
Demeter-Eugeia Almanak, 1922.
126. D. J. HISSINK, Untersuchung von Boden- und Baggererdeproben aus Poldern und Seen östlich der Utrechter Vecht, in Zusammenhang mit den Plänen zur Trockenlegung dieser Seen.
Beitrag zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von Flachmoorböden.
Intern. Mitt. für Bodenkunde, Band XI (1921).
127. D. J. HISSINK, Een en ander naar aanleiding van een bezoek aan den Anna Paulownapolder in Maart 1922.
Alg. Nederl. Landbouwweekblad, April 1922.
128. — Verslag van de derde internationale bodemkundige conferentie te Praag van 19—24 April 1922.
Chemisch Weekblad, Deel 19, blz. 226 (1922).
129. D. J. HISSINK, Eene eenvoudige en snelle methode, die ons in staat stelt een indruk van den zuurgraad van den grond te krijgen (methode Comber of Engelsche methode).
Landbouwbladen, 8 Juli (1922) en Chemisch Weekblad, Deel 19 (1922).

130. D. J. HISSINK, Eenige algemeene begrippen over den zuurgraad en de rol, die deze bij verschillende processen speelt.
V.L.O.R., No. 27 (1922).
131. D. J. HISSINK en De zuurgraad van den grond.
JAC. V. D. SPEK. V.L.O.R., No. 27 (1922).
132. JAC. V. D. SPEK, De inwerking van oplossingen van neutrale zouten op den bodem. Bijdrage tot de kennis van de bodem-aciditeit.
V.L.O.R., No. 27 (1922).
133. D. J. HISSINK en Verslag van het onderzoek naar de oorzaken van den
K. ZIJLSTRA, slechten stand van eenige gewassen in Zeeland.
V.L.O.R., No. 27 (1922).
134. D. J. HISSINK, De methode Comber.
Chemisch Weekblad, Deel 19 (1922).
135. D. J. HISSINK, Beitrag zur Kenntnis der Adsorptionsvorgänge im
Boden.
Methode zur Bestimmung der austauschfähigen oder adsorptiv gebundenen Basen im Boden und die Bedeutung dieser Basen für die Prozesse, die sich im Boden abspielen.
Intern. Mitt. für Bodenkunde, Band XII (1922).
136. D. J. HISSINK, De zuurgraad van den grond.
Groninger Landbouwblad, 23 December 1922.
137. D. J. HISSINK, Het schatten van den zuurgraad van den grond.
Ondervindingen uit de praktijk.
Groninger Landbouwblad, Jan. 1923.
138. — Verslag over de werkzaamheden van de Commissie voor bemestings- en grondverbeteringsproeven voor den boschbouw.
Tijdschrift der Nederlandsche Heidemaatschappij, 35ste Jaargang (1923).
139. CHR. BROCKMANN Der schwarze Ton von Thesinge (Provinz Groningen, und D. J. HISSINK Holland). Verhandelingen v/h Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, Geologische Serie, Deel VI, Februari 1923.
140. D. J. HISSINK, Eenige opmerkingen over de beteekenis van het schatten van den zuurgraad van den grond door en voor de praktijk.
Groninger Landbouwblad en Veldbode van 9 Juni 1923.

141. D. J. HISSINK, Bagger uit het Damsterdiep.
Groninger Landbouwblad, 30 Juni 1923.
142. — Kort Verslag van de werkzaamheden van de bodemkundige (3e) Afdeeling van het Rijkslandbouwproefstation Groningen, over het tijdvak 1 Mei 1916—1 Mei 1923.
Kort Overzicht van de werkzaamheden van het Rijkslandbouwproefstation, Groningen.
143. D. J. HISSINK, Method for estimating adsorbed bases in soils and the importance of these bases in soil economy.
Soil Science, Vol. XV (1923).
144. D. J. HISSINK Kurzer Bericht über die Sitzung des Internationalen und F. SCHUCHT, Bodenkundlichen Komitees in Zürich, 7. bis 10. Juni 1923.
Intern. Mitt. für Bodenkunde, Bd. XIII (1923).
145. — Zure gronden in Zuid- en Noord-Holland (Katteklei).
Vlugschrift Tentoonstelling Gouda, 20 Juli 1923.
146. D. J. HISSINK, Zuchtige gronden, slempige gronden en korstige gronden.
Demeter-Eugeia Almanak, 1923.
Ook Gron. Landb.blad, Januari 1924.
147. D. J. HISSINK, De invloed van de kalk op de omzetting van den humus in laagveengronden.
Groninger Landbouwbladen, 23 Februari en 1 Maart 1924.
148. D. J. HISSINK, Klei.
Landbouwkundig Tijdschrift, 36ste Jaargang (1924).
149. R. M. BARNETTE, De colorimetrische bepaling van den zuurgraad van F. C. GERRETSEN, den grond.
D. J. HISSINK en Chemisch Weekblad, Deel 21 (1924).
JAC. V. D. SPEK.
150. D. J. HISSINK und Die Bodenazidität.
JAC. V. D. SPEK, Extrait des Comptes Rendus de la III Conférence agropédologique à Prague 1922.
151. JAC. V. D. SPEK, Einige Bemerkungen über die Bestimmung der Bodenazidität (Die Methode-Liechti).
Extrait des Comptes Rendus de la III Conférence agropédologique à Prague, 1922.

152. R. M. BARNETTE, Some remarks on the determination of the hydrogen-D. J. HISSINK and ion concentration of the soil.
JAC. V. D. SPEK, Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas, Tome XLIII (1924).
153. J. G. MASCHHAUPT Onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in en D. J. HISSINK, den Zuid-Hollandschen Biesbosch.
V.L.O.R., No. 29 (1924).
154. D. J. HISSINK, De natuurskundige en scheikundige veranderingen, die kweldergronden na de indijking ondergaan.
V.L.O.R., No. 29 (1924).
155. D. J. HISSINK, Rapport betreffende de scheikundige en mechanische samenstelling van eenige grondmonsters, afkomstig uit den polder Zuidveen, uitgebracht op verzoek van de Commissie voor de partiele bemaling van het Waterschap Vollenhove.
V.L.O.R., No. 29 (1924).
156. D. J. HISSINK, Versuch einer Nomenklatur und Klassifikation der niederländischen Böden, nebst Beschreibung der Methodik.
Comité international de Pédologie. Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols.
Helsingfors 1924.
157. — Abstracts papers — The Netherlands.
Soil Science, Volume XVII (1924).
158. D. J. HISSINK, Onderzoek van eenige baggermonsters uit Purmerland (Noord-Holland).
De Veldbode en andere landbouwbladen, Aug. 1924.
159. D. J. HISSINK, Die physikalischen und chemischen Veränderungen von Marschböden nach der Eindeichung.
Biedermann's Zentrallblatt, 53 Jrg. (1924).
160. D. J. HISSINK, Kringen voor proefnemingen (Versuchsringe).
De Veldbode, 4 October 1924.
161. D. J. HISSINK, De zuurgraad van boschgronden.
Landbouwkundig Tijdschrift, 36ste Jaargang (1924).
162. D. J. HISSINK, De verzadigingstoestand van kleigronden, in verband met het proefveld bij den Heer Dijkema, Nieuw-Beerta.
Groninger Landbouwblad, 17 Januari 1925.

163. D. J. HISSINK, Quelques remarques sur la signification de l'estimation de l'acidité du sol pour et par la pratique.
Extrait de la Revue Internationale de Renseignements Agricoles. N.S., Vol. II. Oct.—Dec. 1924, No. 4.
164. D. J. HISSINK en Studie van en Proefnemingen op slempige gronden.
JAC. V. D. SPEK, Groninger Landbouwblad, 14 Februari 1925.
165. D. J. HISSINK, Slempige gronden.
Groninger Landbouwblad, 7 Maart 1925.
166. D. J. HISSINK, Base Exchange in Soils.
Transactions of the Faraday Society, No. 60, Vol. XX, part 3, April 1925.
167. D. J. HISSINK, Der Sättigungszustand des Bodens.
A. Mineralböden (Tonböden).
Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Teil A, Band 4 (1925).
168. D. J. HISSINK, Das Wesen, die Bedeutung und die Bestimmungsmethoden der Bodenazidität.
Z.f.Pfl.ernährung und Düngung, Teil A, Band 4 (1925).
169. D. J. HISSINK, Der Sättigungszustand von Tonböden.
Nach Versuchen auf dem Versuchsfeld von L. L. Dijkema.
Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft, Berlin, 1925, 2. Mai, No. 18.
170. D. J. HISSINK, „Klei”.
Verslagen der Geologische Sectie van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, 3e deel, 4e stuk, 1925.
171. D. J. HISSINK, De verzadigingstoestand van den grond.
A. Minerale gronden (kleigronden).
V.L.O.R., No. 30 (1925).
172. D. J. HISSINK met Vergelijkend onderzoek van eenige methoden ter medewerking van bepaling van het gehalte aan phosphorzuur in den grond.
M. DEKKER,
V.L.O.R., No. 30 (1925).
173. D. J. HISSINK, Bijdragen tot de nomenclatuur en de klassificatie van de minerale gronden in Nederland.
I. Definitie van de begrippen klei, leem en zand.
V.L.O.R., No. 30 (1925).

174. JAC. V. D. SPEK, Eenige opmerkingen omtrent de bepaling van den zuurgraad van den grond volgens de methode-Liechti.
V.L.O.R., No. 30 (1925).
175. D. J. HISSINK en Onderzoek van grond- en baggermonsters uit de JAC. V. D. SPEK, Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen, in verband m. medew. van: met de plannen tot droogmaking van deze plassen.
A. DEKKER, V.L.O.R., No. 30 (1925).
M. DEKKER en
H. OOSTERVELD.
176. D. J. HISSINK en Het wezen van den zuurgraad van den grond.
JAC. V. D. SPEK, Chemisch Weekblad, Deel 22 (1925).
177. D. J. HISSINK, De inwerking eener kalkbemesting op kleigronden.
Landbouwkundig Tijdschrift, 37ste Jaargang (1925)
178. D. J. HISSINK, De inwerking eener kalkbemesting op een roodoorn-grond.
Landbouwkundig Tijdschrift, 37ste Jaargang (1925).
179. D. J. HISSINK, Die Methode der mechanischen Bodenanalyse.
Mitt. der Intern. Bodenk. Gesellschaft, Neue Folge, Band I (1925).
180. D. J. HISSINK en Resultaten van het onderzoek van eenige kleigronden JAC. V. D. SPEK, uit de provincie Groningen (Nederland).
Groninger Landbouwblad, 12 en 19 Dec. 1925; De Veldbode, 12 December 1925.
181. — Voorschriften voor het schatten van den zuurgraad van den grond met het Comber-reagens.
182. D. J. HISSINK, De inwerking eener kalkbemesting op een tweetal laagveengronden.
Landbouwkundig Tijdschrift, 38ste Jaargang (1926).
183. D. J. HISSINK, Eenige opmerkingen over het kalkgehalte van hooi.
Groninger Landbouwblad, 20 Febr. 1926.

Comptes Rendus de la deuxième Commission de l'Association Internationale de la Science du Sol, Volume A, Groningen (Holland), 1926, waarin de volgende 4 verhandelingen vermeld staan:

184. D. J. HISSINK und Die pH Bestimmung des Bodens nach der Biilmann'-
JAC. v. D. SPEK, schen Chinhydronelektrode.
 185. D. J. HISSINK und Ueber Titrationskurven von Humusböden.
JAC v. D. SPEK,
 186. D. J. HISSINK, What happens to the lime when soil is limed?
 187. D. J. HISSINK, The relation between the values pH, V and S (humus)
of some humus soils. S (humus) and V of these soils
with pH = 7. The equivalent weight of the humus-
substance.
-
188. — Toelichting tot de Tentoonstelling Steenwijk, Sep-
tember 1926.
 189. D. J. HISSINK, Het adsorptievermogen van den grond.
Chemisch Weekblad, Deel 23 (1926).
 190. D. J. HISSINK, Enkele grepen uit het Bodemkalkvraagstuk.
Landbouwkundig Tijdschrift, 38ste Jaargang (1926).
 191. D. J. HISSINK en Titratiecurven van humusgronden.
JAC. v. D. SPEK, V.L.O.R., No. 31 (1926).
 192. D. J. HISSINK, Wat vindt er bij eene bekalking van den grond met
de kalk plaats?
V.L.O.R., No. 31 (1926).
 193. D. J. HISSINK, Het verband tusschen de pH, den kalkfactor, den
verzadigingstoestand en S (humus) van eenige hu-
musgronden.
V.L.O.R., No. 31 (1926).
 194. D. J. HISSINK en De potentiometrische methode ter bepaling van den
JAC. v. D. SPEK, zuurgraad van den grond (pH).
V.L.O.R., No. 31 (1926).
 195. D. J. HISSINK, De methode Comber voor het schatten van den
zuurgraad van zure gronden.
V.L.O.R., No. 31 (1926).
 196. D. J. HISSINK, De methode van het mechanisch grondonderzoek.
V.L.O.R., No. 31 (1926).
 197. D. J. HISSINK, Rivierkleigronden (Eerste mededeeling).
V.L.O.R., No. 31 (1926).

198. D. J. HISSINK, Het bodemkalkvraagstuk.
Prov. Groninger Courant, 22 Februari 1927.
- Comptes Rendus de la deuxième Commission de
l'Association Internationale de la Science du Sol,
Volume B, Groningen (Holland), 1927, waarin de
volgende 4 verhandelingen vermeld staan:
199. D. J. HISSINK and On titrationcurves of humus soils.
JAC. V. D. SPEK,
200. D. J. HISSINK, Die Bodenadsorption.
201. — Die physikalischen und chemischen Veränderungen
von Kwelderböden (Aussendeichböden oder Groden)
nach der Eindeichung.
202. — Der Verlauf der Verwitterungsprozesse in den Nieder-
ländischen Meerestonablagerungen.
-
203. D. J. HISSINK, Report on Soil Adsorption.
Proceedings and Papers of the First International
Congress of Soil Science. Washington, D.C., June
13—22, 1927. Second Commission.
204. F. C. GERRETSEN, Een onderzoek naar de oorzaken en de bestrijding
D. J. HISSINK, van het zgnd. van den wortel gaan van Narcissen
K. VOLKERSZ en en Hyacinthen.
K. ZIJLSTRA, V.L.O.R., No. 32 (1927).
205. D. J. HISSINK, Beiträge zur Frage der Bodenadsorption.
m. medew. van: Soil Research, Volume I (1928).
JAC. V. D. SPEK,
A. DEKKER,
M. DEKKER en
H. OOSTERVELD.
206. D. J. HISSINK, Contribution à l'étude de l'adsorption dans le sol.
Annales de la Science agronomique française et
étrangère, année 1928.
207. D. J. HISSINK, Indeling en benaming van de Nederlandsche zee-
klei-zandgronden, op grond van hunne mechanische
samenstelling (slibcijfers).
Groninger Landbouwblad, September 1928.

208. D. J. HISSINK, Zusammenhang zwischen der Azidität des Bodens und der Zersetzung der organischen Substanzen im Boden.
Festschrift Julius Stoklasa, 1928.
209. D. J. HISSINK, Soil Adsorption.
Proceedings and Papers of the First International Congress of Soil Science. Washington, D.C., June 13—22, 1927. Volume I.
210. D. J. HISSINK, Verandering van den zgn. kalktoestand van den grond na eene bemesting met natriumnitraat.
De Veldbode, 8 December 1928.
211. D. J. HISSINK, A short history of the International Society of Soil Science.
Proceedings of the International Society of Soil Science, Central Organ of Soil Science, Volume III (1927/28) p. 44.
212. D. J. HISSINK, De Nederlandsche Chemische Vereeniging tijdens mijn secretariaat.
Chemisch Weekblad, Deel 25 (1928).

Comptes Rendus de la deuxième Commission de l'Association Internationale de la Science du Sol, Budapest 1929, Volume A, waarin de volgende 3 verhandelingen vermeld staan:

213. D. J. HISSINK e.a., Bodenazidität und Bodenadsorption.
214. JAC. V. D. SPEK, Die Bestimmung der Kalkmenge, welche von einem Boden unter bestimmten Umständen adsorbiert wird, besonders nach der Methode Kappen.
215. D. J. HISSINK, Beiträge zur Frage der Bodenazidität und der Bodenadsorption.

No. I van de Mededeelingen van de Commissie van Advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk (Commissie-Dr. Lovink), waarin de volgende 2 verhandelingen vermeld staan:

216. D. J. HISSINK, De bodemkundige gesteldheid van den Andijker Proefpolder in het jaar 1927—1928.
 217. D. J. HISSINK, De bodemkundige gesteldheid van den toekomstigen Wieringermeerpolder volgens boringen in het jaar 1927.
-
218. JAC. V. D. SPEK, Verslag betreffende de scheikundige en mechanische samenstelling van eenige grondmonsters, afkomstig uit Polderafdeeling IV van het Plan tot partieele bemaling van het waterschap Vollenhove.
V.L.O.R., No. 35 (1930).
 219. S. B. HOOGHOUDT, De antimoon-electrode als een indicator voor de waterstofionen-concentratie in grondsuspensies.
V.L.O.R., No. 35 (1930).
 220. D. J. HISSINK, Report of the Committee on Soil Reaction Measurements.
Part I. Results of comparative investigations on the Quinhydrone electrode method. Soil Research, Volume II (1930).
 221. D. J. HISSINK en JAC. V. D. SPEK, Verslag van de bemonstering van de Proefboerderij „Jacob Sijpkens' Heerd”, onder Nieuw-Beerta en van het onderzoek van eenige grondmonsters (met kaart).
Verslag van de Ver. tot Exploitatie van Proefboerderijen in de klei- en zavelstreken van de Provincie Groningen over de jaren 1918 t/m 1929.
 222. D. J. HISSINK, Nota,
overgedrukt uit het verslag der Commissie, inzake het bestudeeren van de uitgifte der Zuiderzeegronden (Commissie-Vissering), October 1929.
 223. JAC. V. D. SPEK, Bodem, bemesting en scheikundige samenstelling van mede namens de oogstproducten.
D. J. HISSINK, Chemisch Weekblad, Deel 27 (1930) en Pharmaceutisch Weekblad, 1930.
 224. D. J. HISSINK, Het Tweede Internationale Bodemkundig Congres, Moscou, Juli—Augustus 1930.
Chemisch Weekblad, Deel 27 (1930).

225. D. J. HISSINK, Einige Bemerkungen zu der Arbeit:
Beitrag zur Frage der Bestimmung des Kalkbedarfs
saurer Böden auf Grund von Laboratoriums- und
Vegetationsversuchen von A. Kaufmann.
Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und
Bodenkunde, Teil A, Band 15 (1930).
 226. D. J. HISSINK, De beteekenis van Jakob Maarten van Bemmelen
voor de kennis van den grond.
Chemisch Weekblad, Deel 27 (1930).
 227. D. J. HISSINK e.a., Report of the Committee on Soil Reaction Measure-
ments.
Part II. Conclusions and Recommendations. Soil
Research, Volume II (1930).
- Proceedings and Papers of the Second International
Congress of Soil Science, Leningrad—Moscow, USSR,
July 20—31, 1930, waarin de volgende 5 verhande-
lingen vermeld staan:
228. D. J. HISSINK en S. B. HOOGHOUT, Die mikroskopische Bestimmung der Grösse der
Bodenpartikelchen.
 229. D. J. HISSINK, Einige Bemerkungen zu der Methode Kappen.
 230. D. J. HISSINK, Die Methode zur Bestimmung der austauschfähigen
Basen in den holländischen Böden, welche mit See-
wasser getränkt sind und CaCO_3 enthalten.
 231. D. J. HISSINK en S. B. HOOGHOUT, Untersuchung über die Reproduzierbarkeit der
Durchlässigkeitszahlen (nach Kopecky).
 232. D. J. HISSINK, Der Abschluss und die Trockenlegung eines Teiles
der Zuidersee, bodenkundlich betrachtet.
-
233. — Jakob Maarten van Bemmelen als bodemkundige.
Chemisch Weekblad, Deel 28 (1931).
 234. — Kort Verslag Bodemkundig Instituut, Groningen,
I Juni 1929—1930.
 235. D. J. HISSINK, Le dessèchement du Zuiderzée au point de vue agro-
nomique.
Annales agronomiques, nouvelle série, année 1932.

236. D. J. HISSINK en I. Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige
S. B. HOOGHOUDT, grootheden van den grond.
V.L.O.R., No. 37 (1931).

Transactions of the Sixth Commission of the International Society of Soil Science, Volume A, Groningen (Holland), 1932, waarin de volgende 3 verhandelingen vermeld staan:

237. D. J. HISSINK en Die Bestimmung des mittleren D-Wertes einer Boden-
S. B. HOOGHOUDT, schicht.
238. D. J. HISSINK, The reclamation of a part of the Zuyder Zee.
239. A. J. ZUUR, Von der Entsalzung des Bodens auf dem Entwässerungs-Versuchsfeld in der Nähe von Kolhorn.

240. D. J. HISSINK, Rapport van de Sub-Commissie voor bodemonderzoek,
flora en fauna voor het Boschplan Amsterdam, Mei 1931.

No. II van de Mededeelingen van de Commissie van Advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk, waarin de volgende verhandeling vermeld staat:

241. A. J. ZUUR, Over de ontzilting van den bodem in den Andijker Proefpolder.
242. D. J. HISSINK en Humusgehalten in verschillende typen grond, bij
C. SPITHOST, aanwending van verschillende methoden verkregen.
V.L.O.R., No. 38 (1932).
243. C. SPITHOST, De methodiek van de humusbepaling.
V.L.O.R., No. 38 (1932).
244. D. J. HISSINK en Het gehalte aan stikstof (N) van eenige Nederlandse
C. SPITHOST, cultuurgronden en van de nieuwe Zuiderzee-gronden.
V.L.O.R., No. 38 (1932).
245. S. B. HOOGHOUDT, Verslag eener in December 1931 gemaakte studiereis
naar Breslau, Praag en Zürich.
V.L.O.R., No. 38 (1932).

246. D. J. HISSINK, Physical soil constants.
Soil Research, Vol. III (1932).
247. D. J. HISSINK, K. K. Gedroiz (Nekrologie).
Proceedings of the Intern. Society of Soil Science,
Vol. VII (1932).
248. D. J. HISSINK, Improvements by Land Reclamation.
Londen, September 1931.
249. D. J. HISSINK, De bodemkundige vraagstukken, die zich bij de in-
poldering van de jonge Zuiderzeegronden voordoen.
Chemisch Weekblad, Deel 30 (1933), blz. 213.

Transactions of the Sixth Commission of the Inter-
national Society of Soil Science, Volume B, Gronin-
gen (Holland), 1933, waarin de volgende 6 verhande-
lingen vermeld staan:

250. D. J. HISSINK Die Melioration der Salztönböden und der Alkalitönböden.
m. medew. van:
A. J. ZUUR en
S. B. HOOGHOUTD,
251. — Die physikalischen und chemischen Veränderungen
von Kwallerböden (Aussendeichböden oder Groden)
nach der Eindeichung.
252. — Der Verlauf der Verwitterungsprozesse in den niederl.
Meerestonablagerungen.
253. D. J. HISSINK, Erläuterung zu dem Profil im Carel-Coenraad-polder
(jüngster Dollartpolder, eingedeicht 1924/1925).
254. D. J. HISSINK, Die Knickbildung in West-Groningen und Friesland.
255. A. J. ZUUR, e.a., Die Abschliessung und Teilweise Trockenlegung der
Zuidersee.

Transactions of the Second Commission and Alkali-
Sub-Commission of the International Society of Soil
Science, Volume A, Kopenhagen, 1933, waarin de
volgende 3 verhandelingen vermeld staan:

256. D. J. HISSINK en C. SPITHOST, Die Bestimmung der Phosphorsäurebedürftigkeit der Böden mit Hilfe der Zitronensäure- (Lemmermann), Keimpflanzen- (Neubauer) und Salpetersäuremethode (von 'Sigmond).
257. C. SPITHOST, Die Bestimmung der gesamten organischen Substanz des Bodens.
258. D. J. HISSINK, Die Salztonböden und die Alkalitonböden in der Niederlanden.
259. D. J. HISSINK, De bodemkundige vraagstukken, die zich bij het in cultuur brengen van de jonge Zuiderzeegronden voordoen.
Chemisch Weekblad, Deel 30 (1933), blz. 666.
260. D. J. HISSINK, The course of the weathering processes in the marine clay deposits of Holland.
„Mezőgazdasági Kutatások”, 'Sigmond-special-Number, Vol. VI (1933).
261. — Kort Verslag Bodemkundig Instituut Groningen, I Juni 1930—1 Juni 1931.
262. D. J. HISSINK, Het verouderingsproces van den grond.
De Nieuwe Veldbode, 6 Juli 1934.
263. — Kort Verslag Bodemkundig Instituut Groningen, 1 Juni 1931—1 Juni 1932.
264. S. B. HOOGHOUDT, 2. Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond.
V.L.O.R., No. 40 (1934).
265. D. J. HISSINK, Quelques remarques sur la méthode de l'analyse mécanique du sol.
Comptes Rendus de la Conférence de la Première Commission (Physique du sol), Versailles, 2—5 Juillet 1934.
266. S. B. HOOGHOUDT, Recherches sur quelques grandeurs physiques du sol.
(Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond).
Comptes Rendus de la Conférence de la Première Commission (Physique du sol), Versailles, 2—5 Juillet 1934.

267. JAC. V. D. SPEK, Bijdrage tot de kennis van de zure gronden in het Nederlandsch alluvium.
V.L.O.R., No. 40 (1934).
268. — Kort Verslag Bodemkundig Instituut Groningen,
1 Juni 1932—31 December 1933.
269. D. J. HISSINK, De verzadigingstoestand van den grond.
Correspondentieblad v/d Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst, No. 13, 10 December 1934.
270. D. J. HISSINK, De onderlinge verhouding van de uitwisselbare en adsorptief gebonden basen.
Correspondentieblad v/d Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst, No. 2, 21 Maart 1935.
271. D. J. HISSINK, Onderzoek van leemgronden en diluviale zandgronden.
Correspondentieblad v/d Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst, No. 3, 13 April 1935.
272. D. J. HISSINK en Kalkbemesting op oude, zware kleigronden.
JAC. V. D. SPEK, De Nieuwe Veldbode, 5 April 1935.
273. D. J. HISSINK, De bodemkundige gesteldheid van de achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders.
V.L.O.R., No. 41 (1935).

Transactions of the Third International Congress of Soil Science, Oxford, Juli—Aug. 1935, waarin de volgende 10 verhandelingen vermeld staan:

274. D. J. HISSINK, A study of the adsorption complex of mineral soils.
JAC. V. D. SPEK,
S. B. HOOGHOUTD,
275. E. M. CROWTHER, First Report of the Organic Carbon Committee.
276. D. J. HISSINK, Report of the Soil Reaction Committee on the investigation of the glass electrode method.
e.a.,
277. C. SPITHOST, Keimpflanzen-Methode nach Neubauer.
278. D. J. HISSINK, Some general remarks on the work of Commission V.
279. S. B. HOOGHOUTD, Versuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens mit Hilfe von Pumpversuchen.

280. D. J. HISSINK, Bericht über die Wirkung der Entwässerungsmassnahmen in den jungen Zuiderseeböden und den Polderböden des Dollartgebiets.
 281. S. B. HOOGHOUT, Die Beziehungen zwischen Wasserabfluss, Grundwasserstand, Dränentfernung und Wasserdurchlässigkeit. Kontrollversuche an Sandboden.
 282. A. J. ZUUR, Ueber die Entsalzung von Salzböden im humiden Niederländischen Klima.
 283. D. J. HISSINK, Der Basenaustausch im Boden.
-
284. D. J. HISSINK, Kalibemesting van rivierkleigronden.
De Nieuwe Veldbode, 25 October 1935.
 285. D. J. HISSINK en JAC. v. D. SPEK, Verslag van het bekalkingsproefveld op perceel 11, het ontkalkingsproefveld op perceel 3, meetje C, en het onderzoek van een bodemprofiel op perceel 11 van de proefboerderij „Jacob Sijpkens' Heerd" te Nieuw-Beerta.
Versl. v. d. Ver. t. Expl. v. Proefb. in de klei- en zavelstreken van de prov. Groningen 1930 t/m 1934.
 286. D. J. HISSINK, De bodemkundige gesteldheid van den Wieringermeerpolder en die van den toekomstigen Noordoosterpolder.
Landbouwkundig Tijdschrift, 47ste Jaargang (1935)
 287. — Kort Verslag van het Bodemkundig Instituut Groningen over 1934.
 288. C. KALISVAART, Over de mechanische samenstelling en de practische waardeering van een aantal Hollandsche zeezandgronden.
Een vergelijkend onderzoek van zandgronden uit den Anna-Paulownapolder, de Zijpe, Koegras, en de bloembollenstreek tusschen Haarlem en Leiden.
V.L.O.R., No. 41 (1935).
 289. JAC. v. D. SPEK, De glaselektrode en de bepaling van den zuurgraad van den grond.
V.L.O.R., No. 41 (1935).

290. S. B. HOOGHOUDT, Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond.
3. Bepaling van het uitwendige oppervlak van het minerale gronddeeltjescomplex.
V.L.O.R., No. 41 (1935).
291. D. J. HISSINK en JAC. V. D. SPEK, Eenige resultaten van het grondonderzoek van het bemestingsproefveld op zandgrond bij gebroeders ter Haar te IJhorst.
V.L.O.R., No. 41 (1935).
292. D. J. HISSINK en JAC. V. D. SPEK, Kort overzicht van de resultaten van het grondonderzoek in diverse jaren in het tijdvak 1923 tot en met 1934 van het vaste bemestingsproefveld in den Gemeentelijken Proeftuin te Sappemeer.
V.L.O.R., No. 42 (1936).
293. D. J. HISSINK, Der mineralische Bodenkomplex.
S. B. HOOGHOUDT, Bodenkundliche Forschungen, Band V (1936).
JAC. V. D. SPEK,
294. B. POLAK, Pollen- und Torfanalytische Untersuchungen im kuenftigen Nord-Oestlichen Polder der Zuidersee.
Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais, Vol. XXXIII (1936).
295. D. J. HISSINK en JAC. V. D. SPEK, Onderzoek van grondmonsters uit de Vinkeveense en Proostdijer-polders en uit den Noorder Polder of Botshol (Provincie Utrecht).
V.L.O.R., No. 42 (1936).
296. A. J. ZUUR, Over de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer. Directie van den Wieringermeerpolder, afdeeling onderzoek.

In manuscript gereed, dus nog niet gedrukt:

- a, S. B. HOOGHOUDT, Bijdrage tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond.
4. Bepaling van den doorlaatfactor van den grond met behulp van pompproeven; zal verschijnen in de V.L.O.R.
- b, C. SPITHOST, De kiemplantenmethode, toegepast op enkele gronden uit den Wieringermeerpolder; zal verschijnen in het Landbouwkundig Tijdschrift.

- c, B. POLAK, De botanische samenstelling van een reeks veenmonsters uit den toekomstigen N.O.polder, in den zomer 1933 verzameld door het Bodemkundig Instituut te Groningen, met een inleiding van Dr. D. J. HISSINK; zal verschijnen in het Nederlandsch Kruidkundig Archief, Deel 46, 1936.

In gecyclostyleerden vorm of in machineschrift zijn aanwezig:

- d, D. J. HISSINK, Rapport van de Bodem-Commissie betreffende de e.a., gemeentelijke sportterreinen te 's-Gravenhage, 1932.
- e, D. J. HISSINK, Report on Soil Acidity, Second Commission International Society of Soil Science, Copenhagen, 1933.
- f, M. DEKKER, Verslag van een onderzoek naar de verslemping van drainsleuven in den Wieringermeerpolder, ingesteld tusschen 9 en 28 April 1934.
- g, S. B. HOOGHOUDT, Bespreking van de resultaten van de onderzoekingen op de nabij *Eindhoven* gelegen proefveldjes. Eerste Mededeeling, Juli 1932 en tweede Mededeeling, Mei 1934.
- h, D. J. HISSINK, Rapport en Advies betreffende het in gesubsidieerde e.a., werkverschaffing verbeteren van knikgronden in centraal Groningen (1935).
- i, JAC. V. D. SPEK, Verslag van het grondonderzoek van de grondmonsters afkomstig uit Holysloot en uit Leiduin, Corrosie Commissie II, 1935.
- j, D. J. HISSINK, The base exchange phenomenon of the soil (from the Practical Point of View), Oxford 1935.
- k, — Toelichting tot de inzending van het Bodemkundig Instituut op de Landbouwtentoonstelling „Noorderlicht 1935” te Groningen.
- l, S. B. HOOGHOUDT, Mededeeling over grondwaterstand- en debietmetingen op een gedraineerd perceel zwaren zee-kleigrond te Nieuwolda; met een uiteenzetting van het doel, waarvoor deze bepalingen moeten dienen (1935).

- m*, D. J. HISSINK, Verslag van de resultaten van een voorloopig onderzoek van rivierkleigronden, genomen in de Maas-streek beneden Grave (Traverse van de Beersche Maas) (1935).
- n*, D. J. HISSINK en JAC. V. D. SPEK, Resultaten van het onderzoek van grondmonsters, genomen tijdens de eerste monsternamen na den aanvang der proefnemingen, dus einde 1930, op de Proefboerderij te Heino (1935).
- o*, A. J. ZUUR, Uitkomsten van het bodemkundig onderzoek, ingesteld op de vloeivelden te Tilburg en Enschede en op het eventueel aan te leggen vloeiveld bij Wierden (1935).
- p*, S. B. HOOGHOUDT, Rapport over de verrichte onderzoekingen op het toekomstige vliegterrein te Leeuwarden en het in verband hiermede te geven advies (1936).
- q*, D. J. HISSINK, Het uitwisselend en het bindend vermogen van het minerale bodemcomplex voor basen. Voordracht Landbouwkundigen Kring Groningen, 18 Februari 1936.
- r*, D. J. HISSINK, Einige vorläufige Ergebnisse der internationalen Gemeinschaftsarbeit zur Prüfung der Laboratoriumsmethoden zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens gegenüber Gefäß- und Feldversuch.

Uitgebracht werden:

- s*, *Corrosie-onderzoek*: 18 rapporten aan de Corrosie-Commissie en 55 rapporten betreffende de bestrijding van het corrosiegevaar.
- t*, *Normalisatie-Commissie* 38: 6 nota's, inleidingen, enz. inzake bespreking over nomenclatuur en classificatie van grondsoorten;
- u*, Verder is een aantal rapporten uitgebracht aan de Commissie inzake wateronttrekking aan den bodem en aan de Commissie voor bemestings- en grondverbeteringsproeven in den boschbouw.

I N H O U D.

VOORWOORD	Blz. 1
HISTORISCH OVERZICHT	3

H O O F D S T U K I.

SAMENSTELLING EN EIGENSCHAPPEN VAN DEN BODEM EN ZIJN BESTANDDEELLEN.

A.	Eenige bestanddeelen, die in den grond voorkomen	11
	1. Minerale bestanddeelen	11
	2. Humus en stikstof	13
	3. Phosphorzuur en kali	13
	4. Jodium	13
	5. Mangaan, koper, enz.	14
	6. Radium	14
B.	Het adsorptievermogen van den grond voor basen	14
	1. De grootheden S, T en V	14
	2. Uitvlokking	18
	3. Bindingssterkte	19
C.	Physische grootheden en eigenschappen	19
	1. Specifiek oppervlak (U) en soortelijke diameter (s.d.)	19
	2. Gelijkmaticheid van het zand	21
	3. Doorlatendheid voor water, capillaire opstijging voor water en hoeveelheid hangwater	21
	4. Volumegewicht en soortelijk gewicht	24
	5. Plasticiteit	24
	6. Structuur	25

H O O F D S T U K II.

METHODEN VAN ONDERZOEK.

1. Mechanisch grondonderzoek	26
2. Humusbepaling	26
3. Bepaling van den zuurgraad van den grond (pH)	27
4. Methode LIECHT	29
5. COMBER-reagens	29

	Blz.
6. Uitwisselbare basen	29
7. Kalktitratie-methode	30
8. Bepaling van T—S (bariet-methode).	30
9. Methode KAPPEN	30
10. Phosphorzuur-bepaling	31
11. Bepaling van de doorlatendheid, de capillaire stijghoogte en de hoeveelheid hangwater	32
12. NEUBAUER-onderzoek.	32
13. Internationaal vergelijkend onderzoek der gebruikelijke methoden	32

HOOFDSTUK III.

BODEMTYPEN; NOMENCLATUUR EN CLASSIFICATIE; KARTEERING.

A. <i>Bodemtypen</i>	34
1. Mariene gronden.	34
2. Rivierkleigronden	35
3. Veengronden	36
4. Diluviale zanden.	36
5. Bijzondere grondsoorten	36
B. <i>Nomenclatuur en classificatie</i>	37
C. <i>Karteering</i>	40

HOOFDSTUK IV.

DE BODEMKUNDIGE GESTELDHEID VAN NIEUW IN CULTUUR TE BRENGEN GRONDEN.

A. <i>Veenplassen</i>	42
a. Algemeen gedeelte.	42
b. Plassen, gelegen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht	44
c. Polder Zuidveen (Waterschap Vollenhove)	46
d. Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen	46
e. Polderafdeeling IV van het plan tot partieele bemaling van het Waterschap Vollenhove.	47
f. Vinkeveensche- en Proostdijer-polders en Botsholsche Plassen	48
g. Baggers.	49
B. <i>Kleigebieden</i>	49
a. Zuid-Hollandsche Biesbosch.	49
b. Traverse van de Beersche Maas.	50
C. <i>Ontginning van woeste gronden</i>	51

	Blz.
D. <i>Nieuwe Zuiderzeepolders</i>	51
a. De Andijker proefpolder	52
b. De karteering van de Zuiderzeegronden	54
c. Andere vraagstukken bij het in cultuur brengen van de Zuiderzeegronden	56
1. Zoutgehalte	56
2. Natronklei.	56
3. Ontwatering.	56
4. Infiltratie	57
5. Zure gronden	57
6. Behoeftte aan plantenvoedende bestanddeelen	57

HOOFDSTUK V.

DE VERANDERINGEN, DIE DE GROND ONDER INVLOED VAN KLIMAAT EN CULTUUR ONDERGAAT.

a. Het verouderingsproces van de zwaardere zeekleigronden . .	59
b. Het bodemvormingsproces van de jonge Zuiderzeegronden . .	64
c. Diverse omzettingsprocessen in kleigronden.	64
1. Overstroming met zout water	64
2. Knikgronden.	64
3. Sterk zure gronden (kattklei).	65
4. Aantasting kleicomplex	66
d. Verouderingsproblemen bij andere bodemtypen	66
e. Omzettingen van de organische stoffen	66
f. Ontkalking van den grond onder invloed van de bemesting. .	67
g. Opname van kalk door den grond	67

HOOFDSTUK VI.

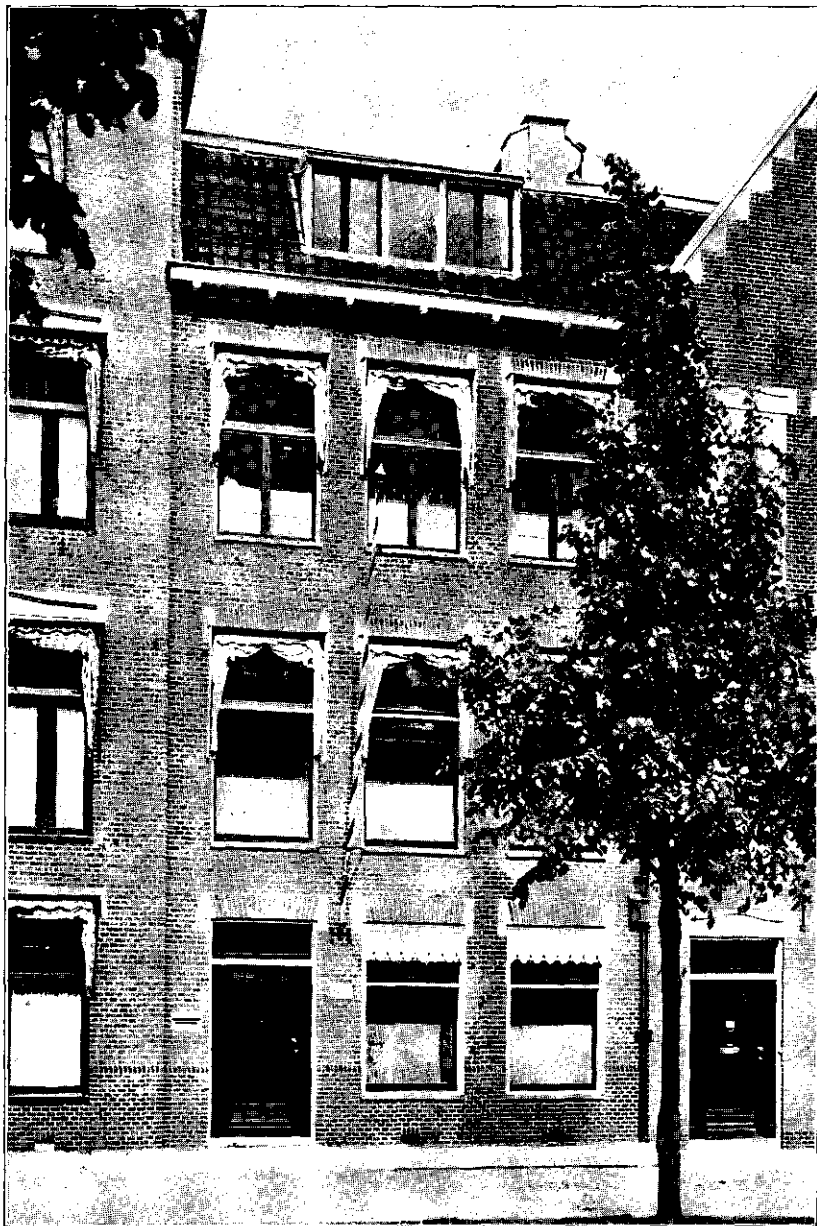
DE WATERHUISHOUDING VAN DEN GROND.

<i>Het bodemkundig onderzoek in verband met de waterhuishouding van den grond.</i>	69
A. <i>Onderzoekingen van meer theoretischen aard</i>	70
a. Natuurkundige grootheden van den grond, die met de waterhuishouding in verband staan	70
b. Indirecte methoden ter bepaling van de doorlatendheid van den grond voor water	71
c. De capillaire stijghoogte en de hoeveelheid hangwater	73
B. <i>Vraagstukken uit de practijk</i>	74
a. Onderzoekingen betreffende den afvoer van water (ontwatering)	74

	Blz.
<i>b.</i> Onderzoekingen betreffende den toevoer van water (infiltratie, bevoeiing)	75
1. Infiltratie	75
2. Onderzoek van vloeivelden	76
<i>c.</i> Onderzoekingen betreffende het behoud van het water in den grond.	76
<i>d.</i> Onderzoekingen betreffende den momenteeen toestand in de waterhuishouding	77

HOOFDSTUK VII.

VOORDRACHTEN, COMMISSIES, VERGADERINGEN	79
PERSONEEL	81
PUBLICATIES	82



Gebouw Herman Colleniusstraat No. 25, Groningen, waarin gedurende 15 jaar (1916-1931) het bodemkundig onderzoek heeft plaats gevonden.

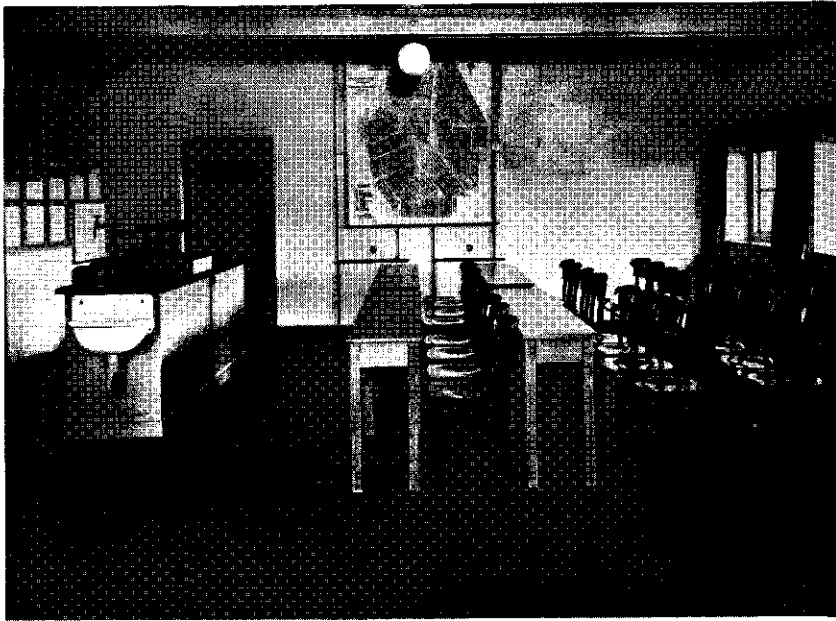


Bodemkundig Instituut, Groningen,
Verlengde Oosterweg 122 (achter het Sterrebosch).

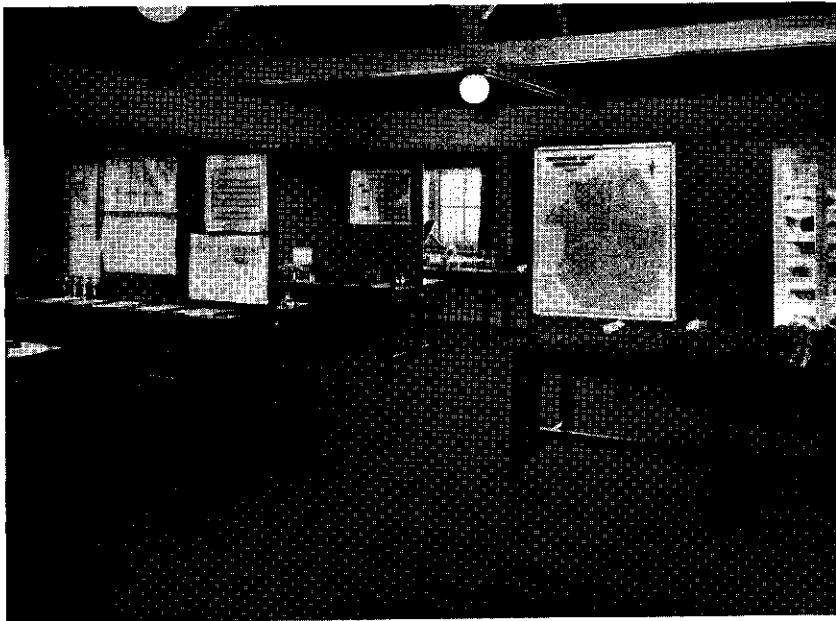


Buste Prof. Dr. J. M. van Bemmelen in de hal van het Bodemkundig Instituut.

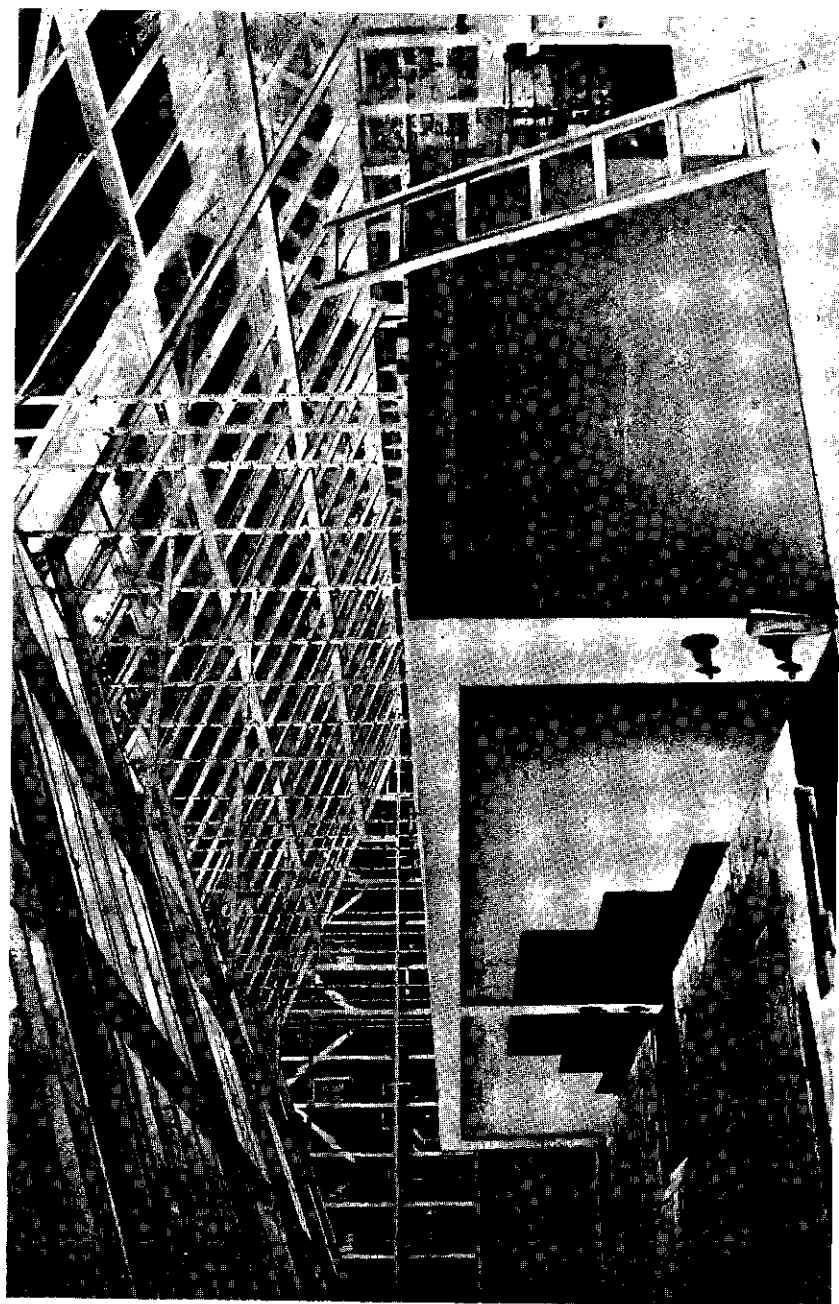
ZAAL VOOR HET HOUDEN VAN VOORDRACHTEN EN VAN
TENTOONSTELLINGEN



Gedeelte bestemd voor het houden van voordrachten.



Gedeelte ingericht als tentoonstelling.



Kas met betonnen bak voor het onderzoek over de waterbeweging in den grond.