

De inwerking van zout water op den bodem.

VOORDRACHT gehouden door **Dr. D. J. HISSINK**,
Directeur van het Rijkslandbouwproefstation Wageningen,
voor de Vereeniging tot Ontwikkeling van
den Landbouw in Hollands Noorderkwartier,
op **Woensdag 22 Maart 1916** te Berkhout.

Het water van de Noordzee bevat per liter 25.5 gram keukenzout (NaCl); verder 1.72 gram gips (CaSO_4), 1.77 gram zwavelzure magnesia (MgSO_4), 3.85 gram chloormagnesium (MgCl_2), 1.30 gram chloorkalium (KCl) en 0.37 gram broomnatrium (NaBr). Eenvoudigheidshalve heb ik bij mijne onderzoekingen alleen het chloorgehalte bepaald en dit op keukenzout (NaCl) omgerekend. Juist is dit laatste cijfer dus niet, maar onderling zullen de keukenzout-cijfers toch wel vergelijkbaar zijn.

Op deze wijze dan omgerekend, bevat het water uit de Noordzee ongeveer 31 gram keukenzout per liter.

Het water uit de Oosterschelde, dat in 1906 aldaar tal van polders overstroomde, bevat ongeveer 26 gram NaCl per liter; uit de Westerschelde, die zoet water van de rivier de Schelde ontvangt, in het nauw van Bath 14 gram en bij Walsoorden, meer naar zee dus, 20 gram per liter.

Het Zuiderzeewater is al zeer ongelijk van samenstelling. Dr. H. C. Rødøke, adjunct-adviseur in Visscherijzaken te Helder, was zoo vriendelijk mij op dit punt eenige gegevens te verschaffen. Gemiddeld over de laatste 20 jaren bevatte het zeewater in de maand December bij het Marsdiep per liter 27 gram keukenzout, bij Urk 9.8 gram, bij Marken 9.4 gram en bij Lemmer slechts 4.7 gram.

Ook bij het zeewater, dat Noord-Holland, Utrecht en Gelderland in Januari 1916 overstroomd heeft, zijn zeer groote verschillen in zoutgehalte te constateeren. Ik vond bij Hoogland in Utrecht en bij Nijkerk in Gelderland, ongeveer van 4—9 gram keukenzout per liter. Volgens analyses aan het proefstation te Hoorn verricht, bevat het water tusschen Purmerend en Amsterdam ongeveer 8 gram keukenzout per liter en het water in den Anna Paulownapolder ongeveer 22 gram keukenzout per liter.

Hoofdbestanddeel van het zeewater is wel het keukenzout en ik zal in het vervolg alleen met dit bestanddeel rekening houden. Ik moet intusschen erkennen, dat natuurlijk ook de andere bestanddeelen van invloed op den bodem en op de gewassen kunnen zijn. Onderzocht is dit niet. Hoe 't ook zij — de invloed van het keukenzout is in allen geval van overwegenden aard.

Bij eene overstrooming met zeewater dringt nu het water en met het water het keukenzout den bodem in. Komt de grond later droog, dan blijven de zouten van het zeewater in den

bodem achter. De hoeveelheid keukenzout, die in den bodem achterblijft, kan zeer verschillend zijn. Zij lag in 1906 bij de Zeeuwsche polders tusschen 3000 en 58000 K.G. keukenzout per H.A. in een laag van 0 tot 60 c.M. diep. Dit hangt wel in hoofdzaak af van twee factoren, n.l. van het zoutgehalte van het zeewater, dat den grond overstroomd heeft en van den aard van den bodem.

De invloed van het zoutgehalte van het water kwam in 1906 duidelijk aan den dag. De polders, overstroomd door de Westerschelde, bevatten aanzienlijk minder zout, dan die welke het water van de Oosterschelde kregen. Ook heeft men toen — evenals in vroegere jaren — kunnen constateeren, dat de zandgronden veel minder zout opnemen dan de kleigronden. Men moet zich niet voorstellen, dat de zandgronden het keukenzout minder vast binden dan de kleigronden; we zullen direct zien, dat dit niet het geval is. Het groote verschil in zoutgehalte tusschen klei- en zandgrond na eene overstrooming met zeewater is aan twee omstandigheden toe te schrijven. In de eerste plaats laat zandgrond het water beter door, zoodat het zout er vlugger uitspoelt en in de tweede plaats houdt zandgrond minder water gebonden dan kleigrond en dus ook minder zout water.

Bij het droog komen van de overstroomde landen blijkt het aldra, dat deze niet alleen zout bevatten, maar ook onder invloed van de overstrooming met zout water eene meer of minder ingrijpende verandering ondergaan hebben. Zoo schrijft Prof. Van Bemmelen in een rapport, in 1872 uitgebracht, het volgende: „De oude kleilanden bleven lang zeer vochtig en bij elken regen „nog meer; bij het betreden door menschen en vee spoten als „het ware kleine fonteintjes op. Na jaren sloeg het zout nog „den bodem uit. De bouwlaag wilde niet opdrogen en was voor „alle bewerking ongeschikt. Zij had het aanzien van toegemaakte „— dat is dus tot een pap aangemaakte — tichelklei en bleef „langen tijd voor elke bewerking ongeschikt.”

Vraagt men zich nu af, welke maatregelen na eene overstrooming met zout water genomen moeten worden, dan is het antwoord, dat in de allereerste plaats het zout zoo vlug mogelijk uit den bodem verwijderd moet worden en wel om twee redenen.

In de eerste plaats kunnen op zouthoudenden bodem — ook al zou die overigens in goeden toestand verkeerren — geen cultuurgewassen groeien. Reeds een gehalte van 0.2 % keukenzout in den bodem werkt in hooge mate storend op den plantengroei in. En in

de tweede plaats is het zout oorzaak van de ingrijpende veranderingen, die de bodem ondergaan heeft en de bodem kan niet weer in goeden staat teruggebracht worden, voor de oorzaak — het zout — er uit verwijderd is.

Nu behoort het keukenzout gelukkig tot die bestanddeelen, welke zeer gemakkelijk uit den bodem verwijderd kunnen worden. De bodem houdt het keukenzout niet vast; eenvoudig uitlooging met zoet water is reeds voldoende om ten slotte al het keukenzout uit den bodem te verwijderen.

Men moet goed begrijpen, dat het keukenzout hier een bijzondere plaats inneemt. Het is immers bekend, dat de bodem een groot bindend vermogen bezit, een groot absorptievermogen, zoowel voor water als voor talrijke voedende bestanddeelen. We kunnen ons van dit absorptievermogen van den bodem overtuigen, door het drainwater uit de draineerbuizen te onderzoeken. Dit water, dat dus langzaam door den bodem heen gefiltreerd is, bevat desniettegenstaande slechts zeer geringe hoeveelheden van de verbindingen, die in den bodem voorkomen. De bodem houdt deze verbindingen dus wel stevig vast. Maar — zooals ik reeds zeide — keukenzout vormt hierop eene uitzondering — en zooals u weet bijv. chilisalpeter ook — en zoo zult u dan straks, wanneer het zoete water den bodem uitloogt, in de draineerbuizen en in de afvoersloten een hoog gehalte aan keukenzout kunnen constateeren.

Dus goed en diep bemalen — dat is de eerste raad, dien men geven kan. Het zal u zeker bekend zijn, dat de Anna Paulownapolder na zijne indijking in 1847, eene heele lijdensgeschiedenis heeft doorgemaakt, in tegenoverstelling bijv. met de IJ-polders, die in 1872—1873 droog kwamen. Prof. Van Bemmelen schrijft dit verschil alleen aan de bemaling toe. De Anna Paulownapolder werd gebrekkig, door windmolens, bemalen; de IJ-polders van het begin af door stoomwerktuigen.

Ik vestig in het bijzonder de aandacht op dit groote nut van eene intensieve bemaling, omdat ik uit de dagbladen (zie Nieuwe Rott. Courant van 15 Maart 1916, Ochtendblad) den indruk krijg, dat op dit punt in den Anna Paulownapolder nog wel wat te verbeteren valt.

De snelheid, waarmede nu het keukenzout uit den bodem verdwijnt, hangt natuurlijk naast de bemaling, ook af van den regenval. Bij veel regen is er sterke uitlooging; een stroom water beweegt zich door den bodem van boven naar beneden en dit

water voert de zouten met zich mede. In droge, warme tijden daarentegen vindt het tegenovergestelde verschijnsel plaats. Dan stijgt het water uit den grond naar boven en verdampst daar. Deze opstijgende waterstroom voert de opgeloste zouten — en daaronder zooals we zagen in hoofdzaak het keukenzout — met zich mede en zoo zien we dan ook in warme, droge tijden het zoutgehalte in de bovenste lagen soms aanzienlijk toenemen. Deze toename van het keukenzoutgehalte in de bovenste lagen moet om allerlei redenen worden tegengegaan en ons staan daarvoor de volgende middelen ten dienste.

In de eerste plaats kan deze beweging van de zouten in den bodem van beneden naar boven worden tegengegaan, door de verdamping van het bodemwater zooveel mogelijk te beletten.

Dit kan geschieden door de bovenste laag van de bouwkruid eene ondiepe bewerking te geven, fijn te maken en los te houden en schoon van onkruid. Men verbreekt op die wijze de capillaire waterwegen, waardoor de verdamping tegengegaan wordt.

Bovendien brengt dit fijn maken van de bovenste laag ter dikte van enkele centimeters nog een tweeledig voordeel met zich mede.

In de eerste plaats wordt het onkruid verwijderd, wat op zich zelf al zeer nuttig is; maar bovendien verdampt dit onkruid, evenals elke plant, eene aanzienlijke hoeveelheid water; het trekt dus het water door de wortels uit de onderste lagen naar boven en met dit water gaan de zouten mede omhoog. En in de tweede plaats neemt de fijingemaakte bovengrond het regenwater gemakkelijker op. Dit laatste voordeel is niet gering te achten, wanneer men bedenkt, dat juist tengevolge van het zout, de grond hard wordt en ondoorlatend voor het opvallende regenwater. En als de grond niet opweekt, dringt het water wel door barsten en spleten en gaten omlaag, maar het loogt den bodem niet voldoende uit.

Er is nog een tweede middel, om het zout uit den bodem te verwijderen, wat men in droge tijden kan toepassen en dat is het toelaten van zoet water, altijd als dit mogelijk is. Men zal dan goed doen vooraf zoo diep mogelijk uit te malen, daarna het geheele land tot het maaiveld onder zoet water te zetten, dit eenige dagen met den grond in aanraking te laten, om ten slotte weer zoo diep mogelijk uit te malen.

Ik acht het zeer zeker zaak om dit laatste middel, als het mogelijk is, toe te passen, doch ik ben van meening, dat men dan het geheele land onder water zetten moet. En ik heb grond om den raad te geven, dit onder water zetten zóó tijdig te doen, dat zich geen harde, droge korst aan de oppervlakte van het

land kan vormen. Want mogelijk ligt — en ik kom hier straks op terug — in de vorming van deze harde korst een gevaar voor den bodem opgesloten. Kan men het land niet onder zoet water krijgen, dan zal men door de bovenste laag geregeld fijn te maken, het uitdrogen tot een harde korst moeten voorkomen. Ik heb mij zelfs de vraag gesteld, of het niet loonend zou zijn deze harde korst, die zeer rijk aan zout is en die gewoonlijk als losliggende scholletjes op den bodem ligt, van het land te verwijderen. Ik vermoed wel, dat dit wegens de hooge kosten niet practisch uitvoerbaar zal zijn. Maar ik zou toch wel eens een proef in deze richting op kleine schaal willen nemen. (Zie Discussie, sub I.)

Wanneer nu het zout uit den bodem verwijderd is — en dus geen nadeeligen invloed meer op de gewassen kan uitoefenen, is daarmede voor zandgrond het leed vrijwel geleden. De kleigronden zijn dan evenwel nog bij lange na niet weer voor de cultuur geschikt. De kleibodem blijkt eene diep ingrijpende verandering ondergaan te hebben en het zal nu in de eerste plaats noodig wezen een inzicht in deze verandering te krijgen. Zoolang we niet precies weten, op welke wijze het zoute water op den kleigrond inwerkt, zoo lang zullen we ook bij de maatregelen, die we nemen ter verbetering van deze gronden, in het duister tasten. Daarmede wil ik natuurlijk niet zeggen, dat de kennis van de veranderingen, die de bodem onder invloed van het zoute water ondergaat, ons onmiddellijk ook het geneesmiddel aan de hand zal doen, maar ik beweer alleen, dat die kennis noodig is, om dit voor de practijk toch wel belangrijke vraagstuk tot oplossing te brengen.

Ik heb in den zomer van het jaar 1906 eenige proeven genomen, ten einde te trachten wat meer inzicht in het verschijnsel te krijgen en ik meen goed te doen, u in het kort het resultaat van deze proeven mede te deelen. Deze proeven hadden ten doel den invloed van verschillende zoutoplossingen op het doorlatingsvermogen van den bodem na te gaan.

Men kan het doorlatingsvermogen of de doorlaatbaarheid van den bodem voor water bepalen, door te meten, hoeveel gram water de bodem bijv. per minuut doorlaat. Bij zandgronden vindt men dan eene groote doorlaatbaarheid, bij stijve kleigronden eene zeer geringe doorlaatbaarheid. Ik nam nu een gewoon lampenglas, sloof dit van onder af met een stukje linnen, bracht op het linnen een laagje zuiver zand van 50 gram en daarna 200 gram klei-

grond. Ik liet nu door dezen grond eene oplossing gaan bijv. van keukenzout, in sterkte overeenkomende met 10 gram NaCl per liter. Door andere lampeglazen liet ik even sterke oplossingen gaan van calciumchloride, kaliumchloride en ammoniumchloride en ik bepaalde nu hoeveel milligram vloeistof per minuut doorliep. Ik nam nog een vijfde lampeglas en liet daar zoet water door heen loopen.

Na enkele weken werden de oplossingen alle door zoet water vervangen en de doorlaatbaarheid opnieuw bepaald.

Ik kreeg nu de volgende resultaten: ¹⁾

1. De lijn zoet water.

De doorlaatbaarheid neemt gedurende de eerste dagen snel af, om daarna betrekkelijk constant te blijven. Deze vermindering is zonder twijfel in hoofdzaak toe te schrijven aan het dichtslibben van den grond. Daarna komt eene zwakke stijging, daarna een vrijwel gloeiend beloop.

2. Bij keukenzout neemt de doorlaatbaarheid af, bij 't begin wederom zeer sterk, daarna geleidelijk. De lijn voor keukenzout ligt nog iets lager dan die voor zoet water.

Bij vervanging van de keukenzoutoplossing door zoet water wordt de doorlaatbaarheid binnen twee dagen practisch gelijk nul. De grond is volkomen dichtgeslibd, er komt geen druppel water meer door.

3. De lijn kaliumchloride.

De doorlaatbaarheid voor eene oplossing van kaliumchloride is aanzienlijk grooter dan voor zoet water. Bij vervanging van de kaliumchloride-oplossing door zoet water heeft niet eene zoo volledige dichtslibbing plaats als bij keukenzout. Men verkrijgt nog dagen lang eenig filtraat, troebel en donkerbruin gekleurd.

4. De lijn ammoniumchloride.

Ook bij eene oplossing van ammoniumchloride is eene sterk stijgende doorlaatbaarheid waar te nemen, die daarna iets daalt.

Bij vervanging van de ammoniumchloride-oplossing door zoet water heeft evenals bij kaliumchloride, geen volledige dichtslibbing plaats; nog dagen lang krijgt men een vuil, in den aanvang geel-bruin, daarna donker-bruin gekleurd filtraat.

5. De lijn calciumchloride.

De doorlaatbaarheid neemt zeer sterk toe en bereikt nog aanzienlijk hoogere waarden dan bij kalium- en ammoniumchloride.

¹⁾ Een uitvoeriger overzicht van deze resultaten (in de Duitse taal) stel ik gaarne op aanvraag verkrijgbaar.

Bij vervanging van de zoutoplossing door zoet water, neemt ook hier de doorlaatbaarheid sterk af, om betrekkelijk snel constant te worden. Toch blijft het grootte verschil met de overige proeven bestaan; zelfs is deze grond doorlatender geworden dan die, welke van het begin af aan met zoet water behandeld is.

Hoe moeten deze verschijnselen nu verklaard worden?

Ik heb de proef opzettelijk zóó ingericht, dat ik eerst zout water door liet loopen en op zeker oogenblik dit zoute water door zoet water verving. In de natuur gebeurt het ná eene overstroming evenzoo en men meent nu, dat juist in die vervanging van het zoute water door zoet water het grootte gevaar schuilt. Dit blijkt ook inderdaad zoo te zijn. Zoo lang er nog eene oplossing van keukenzout door den grond loopt, gaat het met de doorlaatbaarheid. Het is reeds opmerkelijk, dat er zoo'n groot verschil bestaat tusschen natriumchloride (het gewone keukenzout) en de andere zouten. Bij vervanging door zoet water neemt de doorlaatbaarheid overal sterk af, bij het keukenzout wordt ze gelijk nul.

Eene bevredigende verklaring voor deze verschijnselen — en dus ook het verschijnsel van het dichtslibben van kleigronden ná eene overstroming met zout water — heb ik nog niet in de literatuur aangetroffen. Ik zelf heb in 1907 getracht de verkregen resultaten te verklaren — zij het dan ook niet ten volle — door aan te nemen, dat het scheikundige processen zijn, die hier een hoofdrol spelen.

Welke scheikundige omzettingen vinden nu plaats, wanneer op een kleigrond inwerkt bijv. eene oplossing van natriumchloride?

De bestanddeelen van kleigrond zijn klei, zand, humus, koolzure kalk. De zoutoplossing werkt nu in op de klei. Wat is klei? Men kan de klei opvatten als een aluminium-silikaat, dat gebonden houdt ijzer, kalk, magnesia, kali en natron en ook het phosphorzuur. Wanneer daar nu keukenzout op inwerkt, dan heeft er plaats, wat we noemen uitwisseling. Een gedeelte van het natron uit het keukenzout gaat zitten in de klei en drijft er wat kalk, magnesia en kali uit.

Laat men kaliumchloride op de klei inwerken, dan gebeurt iets dergelijks, maar nu is het de kali, die de kalk, de magnesia en het natron uit de klei drijft en zelf op hunne plaats gaat zitten. En als men calciumchloride laat inwerken, dan drijft de kalk op haar beurt de andere basen: kali, natron, magnesia, althans voor een deel, uit de klei.

Dat dit inderdaad gebeurt, is heel gemakkelijk aan te toonen. Men laat bijv. kaliumchloride op klei inwerken, filtreert en toont in het heldere filtraat de kalk uit den bodem aan.

Wat ik hier vertel, is trouwens niets nieuws en ook in praktische kringen wel bekend. Men weet immers, dat eene bemesting bijv. met natriumnitrat, d.i. chilisalpeter, ook eene indirecte kalibemesting is, omdat de natron van de chilisalpeter de kali gedeeltelijk uit de klei drijft.

Bij mijne proeven vormt zich dus, wanneer ik keuzenzout door den kleigrond gaan laat, veel natriumaluminiumsilikaat.

Om vreemde woorden te vermijden, zal ik in het vervolg zeggen, dat het keuzenzout vormt veel natronklei. Onder natronklei moet men dus verstaan klei, waarin een gedeelte van de vervangbare basen (kalk, kali en magnesia) door natron vervangen is. Gaat er kalk door den grond, dan vormt zich veel kalkklei, enz.

Nu heeft men die aluminiumsilikaten, waar het dus in de klei op aan komt, kunstmatig gemaakt en men heeft deze lichamen genoemd permutieten, omdat ze zoo gemakkelijk de bestanddeelen kalk, kali, natron tegen elkander uitwisselen. Welnu, men heeft nu gevonden, dat de natronpermutieten zeer slijmig waren en evenzoo de kalipermutieten. De kalkpermutieten daarentegen waren korrelig en droog. Waarop dit verschil tusschen de natrium- en kaliumaluminiumsilikaten en de calciumaluminiumsilikaten in het wezen der zaak op berust, kan ik hier niet uitvoerig uiteenzetten. Ik kom er straks bij de behandeling van de physische verschijnselen met een enkel woord op terug.

Ik kom dus tot de conclusie, dat in het ontstaan van deze natriumaluminiumsilikaten, dus in het feit, dat het natrium van het keuzenzout in de klei dringt en daar eene slijmerige massa vormt, zeer waarschijnlijk één der oorzaken van de nadeelige werking van eene overstroming met zout water gezocht moet worden.

Is deze opvatting juist, dan ligt althans één middel ter verbetering der zieke gronden voor de hand en dat is wel het middel, om de gevormde natronklei weer om te zetten in normale krummelige klei. Ben ik duidelijk in mijne uiteenzetting geweest, dan zal het u thans duidelijk zijn, dat we dit moeten kunnen bereiken door den bodem te kalken. De kalk zal dan op haar beurt in de natronklei dringen, de natron er althans voor een deel uit verdrijven en zelf op diens plaats gaan zitten. De kalk werkt daardoor tenslotte physisch gunstig op den bodem in; de bodem wordt poreuzer, minder ondoorlatend.

Wat zijn nu de resultaten van eene kalkbemesting na eene overstroming? Deze resultaten zijn zeer verschillend.

Zoo vermeldt de heer I. G. J. Kakebeeke in het bekende in 1906 uitgegeven Witboekje (op blz. 15—17), dat een bemestingsproef met kalk in den Zuiderpolder op Goeree, die in December 1894 ondergelopen was, zeer gunstige resultaten gaf. De met kalk bemeste perceelen lieten het water dadelijk door en sloegen bij regens niet vast in, terwijl op de andere perceelen dagen daarna nog groote plassen op het land stonden. De bieten op de kalkperceelen groeiden ook veel beter en hadden meer blad.

Na de overstroming van 1906 zijn evenwel andere resultaten verkregen. Zoo deelde de directeur van de Bathpolder mij bij gelegenheid van een bezoek op 6 Maart 1916 mede, dat de kalk op de proefvelden, indertijd hier aangelegd, niet het verwachte resultaat gehad had.

Ik heb mij afgevraagd, waaraan dit laatste resultaat is toe te schrijven. Eene afdoende verklaring kan ik er niet voor geven. Mogelijk, dat de zware gronden van de noordelijke Bathpolders nog te „ziek” waren, om reeds toen dankbaar voor eene kalkbemesting te kunnen zijn; anders uitgedrukt, dat het zeer zoute zeewater, dat deze polders maandenlang overstroomd heeft, eene zóo ingrijpende verandering in deze gronden teweeg gebracht had, dat eerst na jaren de goede werking der kalkbemesting zichtbaar wordt.

Eenige steun voor deze onderstelling vind ik in twee feiten. De gronden uit den Zuiderpolder op Goeree, ondergelopen in December 1894, die bij de proeven in 1896 de goede werking eener kalkbemesting te zien gaven, hebben een niet hoog zoutgehalte gehad. Zelfs zegt de heer Kakebeeke van het zoutgehalte in 1895 — dat is dus direct na de overstroming, dat het niet hoog was. En in 1896, toen de kalkproeven genomen werden, was het zoutgehalte van den bodem nog aanzienlijk lager dan in 1895.

En in de tweede plaats deelde de heer J. P. Krijger te Krabbendijke, die een gedeelte van den Karelpolder aldaar in bezit heeft, mij op 6 Maart 1916 mede, dat eene bekalking daar wel geholpen heeft. De Karelpolder nu stond in 1906 slechts enkele dagen onder zout water en heeft zich vrij spoedig hersteld.

Intusschen geef ik gaarne toe, dat we met de kalkbemesting nog voor een gedeeltelijk onopgelost vraagstuk staan en dat hierover het laatste woord nog niet gesproken is. Gaat men echter in de toekomst proeven in deze richting nemen, dan mag bij deze proeven een bodemonderzoek niet achterwege blijven, moet zelfs n.m.m. op den voorgrond staan.

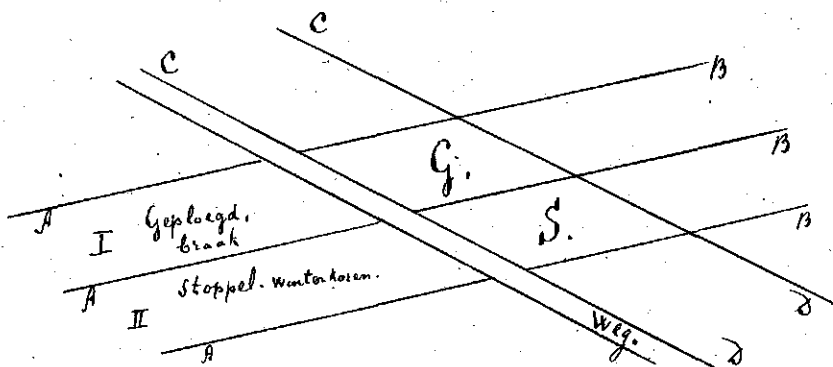
De invloed van het zoute water op den kleibodem, die ik tot nu toe besproken heb, is een scheikundige invloed, die intusschen den grond ook in physisch opzicht verandert. Immers, ik heb aangenomen, dat door het keukenzout het natrongehalte van den bodem sterk toenam, dat deze natronboderverbindingen slijmig waren en dat daardoor ook de bodem — op welke wijze liet ik in het midden — slijmig werd.

Ik heb zelfs in 1907 geschreven, dat de werking van zout water op den bodem wel in hoofdzaak van chemischen aard zou zijn. Ik ben van deze meening wel eenigszins teruggekomen. Ik meen thans, dat naast deze chemische ook physische werkingen mede een niet onbelangrijke rol spelen. Ik ben tot deze meening gekomen op verschillende gronden, die ik u thans in 't kort wil mededeelen.

Het is een bekend feit, dat een bodem na eene overstroming met zout water zoo weinig mogelijk bewerkt moet worden. Diep ploegen maakt den zieken grond nog slechter. En nu heeft het ploegen wel in hoofdzaak een invloed op den physischen toestand van den grond.

Verder is het een bekend feit, dat een braak liggend en geploegd terrein veel meer nadeel van eene overstroming met zout water ondervindt, dan een begroeid terrein. Ik heb dit nog onlangs bij mijn bezoek aan de Bathpolders op 6 Maart van dit jaar zeer duidelijk kunnen waarnemen.

Bij de overstroming in 1906 lagen verschillende stukken omgeploegd en waren andere stukken met wintergewassen begroeid



of lagen in den stoppel. Tot op heden kan men op de zware klei nog het verschil tusschen beide stukken duidelijk waarnemen.

En we hebben hier inderdaad te doen met een verschil als

gevolg van den toestand, waarin de grond tijdens de overstroming zich bevond en niet met een verschil, ontstaan door verschil in bewerking, cultuur, enz. in latere jaren. Immers na de overstroming zijn verschillende akkers omgelegd; vroeger lagen deze in de richting A.B., thans in de richting C.D. A.B.I. lag in Maart 1906 omgeploegd en braak; A.B. II in stoppel of met winterkoren. De toestand op 6 Maart 1916 was nu als volgt: Het had Vrijdag 3 Maart goed geregend; op Maandag 6 Maart 1916 was S droog, terwijl op G nog veel water tusschen de voren instond. De toestand is nu al heel wat beter dan eenige jaren geleden. Toen stond, zooals de directeur van de Bathpolders, de heer Koning, mij mededeelde, op het gedeelte G het water nog tot aan de kruin van de voren. Er is dus een groot verschil in doorlatendheid tusschen de stukken G en S. Ik moet wel aannemen, dat de scheikundige werking van het zeewater gedurende de vele maanden, dat het zeewater op dezen grond gestaan heeft, dezelfde geweest is en de grond moet dus ook wel in physisch opzicht veranderd zijn.

Reeds Reinders vermeldt in 1876 dit verschijnsel. Hij noemt de geploegde grond het meest dichtgeslibd. Ook stoppeland wordt dichtgeslibd, doch niet zoo erg; men ziet de stoppels van een stoppelveld boven den grond schijnbaar omhoog geheven. De gras- en klaverlanden zijn natuurlijk minder dichtgeslibd. Reinders geeft ook eene verklaring van dit verschijnsel. Hij neemt aan, dat de wortels van het winterkoren of van de zode den grond als een netwerk vasthouden en daardoor het dichtslibben tegen gaan.

Ik kan mij zeer goed bij deze verklaring neerleggen. In een dergelijken bodem, waarin tijdens de overstroming nog veel wortels voorkomen, zal na de overstroming bovendien meer kans zijn, dat de bodem — door de omzetting van deze organische massa — poreus gehouden wordt.

Nog een ander verschijnsel kan men op zieke kleilanden waarnemen, wat wel de vermelding waard is. Ik bedoel een blauwachtig gekleurd ondoorlatend laagje. De dikte van dit laagje wordt door sommigen beschreven als van 5 tot 10 c.M. (zie Kakabeke, Witboekje 1906, blz. 10); anderen noemen andere dikten. Het laagje komt voor op verschillende diepten onder het maaiveld. Eene commissie, benoemd door de afdeling Leens van het Genootschap van Nijverheid in de provincie Groningen (zie Kakabeke, Witboekje, blz. 8 tot 11) merkt in een verslag, uitgebracht na de overstroming van 1877, het volgende op (blz. 11): „Het duidelijkt was deze laag waar te nemen op landen, die in den herfst „meermalen waren geploegd, minder duidelijk op stoppelanden.

„Die blauw- en zwartkleuring der gronden is slechts het gevolg „van de ondoorlatendheid en deze weer gevolg van het dichtslibben”.

Bij mijn bezoek aan Zeeland nu onlangs op 6 Maart 1916, heeft men mij ook op dit ondoorlatende laagje gewezen. In den Karelpolder bij Krabbendijke zou het slechts een enkelen centimeter dik geweest zijn; in de Bathpolders dikker, misschien van 5 tot 10 c.M. In beide polders is geconstateerd, dat dit laagje gaandeweg naar beneden zakt. Het stond in de eerste jaren na de overstroming van 1906 in de Bathpolders vlak onder het maaiveld; thans bevindt het zich al vrij wat dieper. Men kon zich vroeger gemakkelijk van de aanwezigheid van deze ondoorlatende laag overtuigen, door op natte dagen, wanneer het land bijkans onder het regenwater stond, met zijn stok een gat in den grond te steken. Het kwam dan voor, dat het water door het gemaakte gat wegliep. Men had blijkbaar door de ondoorlatende laag heen gestoken in den doorlatenden ondergrond. Thans zit het laagje al dieper en gelukte het mij niet meer er door heen te komen.

Waar komt dit laagje vandaan? Hoe ontstaat het?

In Zeeland meent men met ebslib te doen te hebben; dat is het slib, dat zich bij eb op de schorren buitendijks afzet. Bij eene overstroming komt dit slib op het land. Men kan zich voorstellen, dat het door de poriën van den grond dringt en langzamerhand naar beneden zakt. Of deze verklaring juist is, laat ik in het midden. Men noemt in allen geval dit slibbige laagje in de zieke gronden „ebslib” en meent, dat dit ebslib ook in de greppels en slooten wegspoelt. Wegens de slechte werking op den physischen toestand van den bodem mag het ebslib vooral nooit op het land gebracht worden, doch moet zoo mogelijk buitendijks gebracht worden. Ook met het slib uit slooten en greppels moet uit den aard der zaak voorzichtig worden omgegaan.

Ik wil voorloopig niets afdingen op de hypothese, dat we hier met ebslib te doen hebben. Intusschen is het ook niet onmogelijk, dat dit laagje op andere wijze ontstaat. Het ligt althans voor de hand zich de vraag te stellen, of er analogie bestaat tusschen dit laagje en de ondoorlatende kniklaag, die men vaak onder zware, oude kleilanden aantreft. Vergelijkt men de mechanische samenstelling van zoo'n kniklaag met de bovenliggende lagen, dan zien we — zooals in bijgaande tabel — dat de kniklaag rijker is aan fijne deeltjes, dan de andere lagen.

Dergelijke ondoorlatende kniklagen vormen zich langzamerhand, in den loop van vele jaren, doordat de fijnere deeltjes uit de bovenlagen naar beneden spoelen en zich daar afzetten.

BOUWLAND (BETUWE).

Fractie.	Grootte der gronddeeltjes in millimeters.	Diepte in c.M.		
		15—25	50—60	75—100
I	2—0.1	13.7	7.5	1.8
II	0.1—0.02	26.7	28.2	8.2
III	0.02—0.002	31.0	35.0	41.0
IV	kleiner dan 0.002	23.0	23.9	41.3
Fractie III + IV		54	59	82

Het is nu maar de vraag, of ook op de overstroomde landen redenen aanwezig zijn voor het optreden van veel fijne deeltjes.

In de eerste plaats denken we hier aan de werking van het water zonder meer. Het is toch bekend, dat zelfs zoet regenwater den bodem kan dichtslibben, d.w.z. veel kleine deeltjes kan doen ontstaan, die tusschen de poriën van den bodem in gaan zitten en deze verstoppen. Maar uit het feit, dat we van eene overstroming met zoet water toch nooit die last hebben als van eene overstroming met zout water en dat zich juist alleen in dit laatste geval dat ondoorlatende laagje vormt, uit dit feit volgt wel, dat we hier met eene speciale werking van het zoute water te doen hebben.

Hoe moeten we nu deze werking verklaren?

Ik heb er reeds op gewezen, dat we hier staan voor de vorming van slijmige natriumverbindingen, die den bodem — op welke wijze liet ik in het midden — ondoorlatend maken. Mogelijk kunnen ook nog andere physische werkingen mede in het spel zijn, die dan misschien als volgt te verklaren zijn.

Wanneer men bij droog warm weer buitendijks op de schorren loopt, waar alleen een hooge vloed komen kan, dan treft men daar soms een wit beslag op den bodem aan. Reinders, die

dit verschijnsel al vóór 40 jaar beschreef, onderzocht dit beslag en vond, dat het voor een deel uit natriumcarbonaat (soda) bestond. En hij dacht zich deze soda ¹⁾ ontstaan door de inwerking van:

koolzure kalk (uit den bodem) + keuzenzout (uit het zeewater) =
 chloorcalcium + natriumsoda.

Is dit juist, dan zou dus ook op koolzure kalk-houdende gronden, die onder zeewater gestaan hebben, in droge, warme tijden, aan de oppervlakte eene vorming van soda kunnen plaats vinden en dan zou daarmede eene tweede verklaring voor het ontstaan van fijne kleideeltjes en van het ondoorlatende laagje te geven zijn.

Ik wil hier een oogenblik stil staan bij de wijzen, waarop men zich de verstopping van den bodem in het algemeen en de vorming van het ondoorlatende laagje in het bijzonder verklaren kan.

Het is u allen bekend, dat klei deeltjes van verschillende afmetingen bevat, waaronder kleine en zeer kleine deeltjes. Roert men klei in een hoog glas met water op, dan bezinken de grovere zandige deelen al heel spoedig en daarna volgen de kleinere deelen, al naar gelang van hunne grootte. Nu moet men deze kleideeltjes niet opvatten als massieve stukjes, zooals bijv. een zandkorrel. Deze kleideeltjes zijn meer te beschouwen als vlokjes van nog kleinere deeltjes en zelfs de kleinste kleideeltjes kunnen dus door bepaalde middelen in nog kleinere deeltjes uiteenvallen. Maar omgekeerd zijn ook weer middelen bekend, die de kleine vlokjes tot grootere samenballen.

Een zoodanig uitvlokkingsmiddel is bijv. de kalk. Onder invloed van de kalk ballen de kleine vlokjes zich tot grootere samen en deze grootere vlokken bezinken nu vrij spoedig. Men zegt, dat de kalk de kleisuspensie uitvlokt.

Er zijn, zooals ik reeds opmerkte, nu ook verbindingen, die juist andersom werken, die dus die kleine kleideeltjes nog kleiner maken, zoodat ze nog langer zwevende blijven. Een zoodanige werking oefenen bijv. ammonia en natronloog en ook natriumcarbonaat (soda) uit.

Kalk werkt dus uitvlokkend, terwijl natronloog en soda — zou men kunnen zeggen — ontvlokkend werken, d.w.z. deze laatste verbindingen doen de kleine vlokjes van de kleigronden in

¹⁾ In oplossing vindt dit proces slechts in zeer geringe mate plaats. (Zie Chemisch Weekblad 1907, blz. 669.)

nog kleinere vlokjes uiteen vallen. Men spreekt wetenschappelijk van de peptiseerende werking van de natronloog en de soda.

Nu ligt reeds in de vorming van de natronklei, waarover ik zooveen sprak, een oorzaak voor de verstopping van den bodem opgesloten. Natronklei zwelt met water meer op dan kalkklei. Maar bovendien splitst natronklei in water — hoe laat ik hier in het midden — natronloog af en deze laatste verbinding werkt, zooals we zagen, ontvlokkend op den bodem in; d.w.z. zij doet de kleine kleivlokken in nog kleinere vlokjes uiteen vallen. Ook de soda, wanneer zij zich aan de oppervlakte van een kleibodem vormt, kan een oorzaak voor de ontvlokking van de kleideeltjes zijn en daardoor medewerken tot de vorming van ondoorlatende lagen. (Zie Discussie, sub II.)

Welke onderstelling nu juist is; of het ondoorlatende laagje afkomstig is van ebslib of van de physische en chemische werkingen van het zout op den bodem, of dat mogelijk nog andere factoren mede in het spel zijn, moet natuurlijk door een nader onderzoek thans worden uitgemaakt. Ik hoop vooral, dat degenen onder u, die met de zieke gronden in de toekomst te maken zullen hebben, mij hunne ondervindingen op dit punt eens zullen willen mededeelen.

Intusschen heb ik nu al voldoende redenen aangegeven om u voor de harde korst, die zich in droge tijden aan de oppervlakte vormt, te waarschuwen.

1. Ten eerste concentreert zich in deze harde korst het keukenzout. Zoo vond ik in 1906 in den Kerkepolder op Tholen op 21 April 1.5 % keukenzout, op 9 Mei 2.9 % en op 28 Juli zelfs 3.4 % keukenzout in de laag van 0—1 c.M. In sommige gevallen steeg het zoutgehalte in de bovenste harde korst zelfs tot 4 %.

2. In de tweede plaats bevordert deze harde korst de verdamping door den bodem en gaat dus de uitspoeling van de zouten tegen, terwijl ze later bij regens het indringen van het regenwater belet.

3. In de derde plaats is er in deze korst door het Hooge zoutgehalte alle gelegenheid voor de vorming van de slijmige natronverbindingen, die den bodem later verstoppem.

4. En ten slotte is het mogelijk, dat zich hier in deze korst soda vormt en ook soda werkt in physisch opzicht zeer slecht op den bodem in.

Dat zijn dus vier redenen om de vorming van deze korst te vreezen en zooveel mogelijk tegen te gaan.

Ik gaf reeds eenige wenken op dit punt. Men zou de korstvorming kunnen voorkomen, door het land in droge tijden onder zoet water te zetten, waarbij ik nogmaals er op wijs, dat dit onder zoet water zetten vooraf gegaan en gevolgd moet worden door flinke, diepe bemaling.

Is het niet mogelijk het land onder zoet water te zetten, dan zou men kunnen overwegen, in hoeverre het practisch uitvoerbaar is, om deze korst van het land te halen. Men verwijderd daarmede veel keukenzout en voorkomt tevens de vorming van ondoorlatende lagen in den bodem. Gaat noch het een, noch het ander, dan dient de korst fijn gehouden te worden.

Verder volgt uit mijne beschouwingen, dat eene kalkbemesting goed werken moet, althans op den duur. Kalk zet de slijmige natronverbindingen, als zij zich in den bodem gevormd hebben, weer om in meer doorlatende kalkverbindingen, en bovendien werkt kalk ook in physisch opzicht gunstig op den bodem in. Het vlokt de kleine kleideeltjes uit en maakt den bodem poreuzer.

Ten slotte zij in dit verband ook gewezen op het gebruik, dat men maken kan van het zand, dat vaak bij eene overstroming op het land gekomen is. Eene vermenging van dit zand met de zware klei, zal deze in physisch opzicht ongetwijfeld verbeteren.

Ik heb u hiermede een beknopt overzicht gegeven van mijne kennis over het vraagstuk van de inwerking van zout water op den bodem. Het zal u opgevallen zijn, dat ik de werking van zeewater op veengrond onbesproken liet. Hierover is mij weinig bekend. Gelukkig zijn de veengronden ten Zuiden van Purmerend door weinig zouthoudend water overstroomt, terwijl ze bovendien in hoofdzaak in grasland liggen, twee gunstige omstandigheden, zooals we zagen.

Veel positiefs weet men dus nog niet; een goed inzicht in de veranderingen, die de bodem ondergaat vanaf het oogenblik der overstroming, totdat de gronden weer in normalen toestand gekomen zijn, heeft men nog niet. Wat ik meedeelde, waren vaak hypothesen, die nog nader bewijs noodig hebben en die zeer goed onjuist kunnen blijken. Toch heb ik gemeend een en

ander ter uwer kennis te moeten brengen, omdat het mij nuttig voorkwam, dat de practische landbouwer, die straks haast dagelijks voor al deze vraagstukken staat, ze ook met kennis van zaken kan beschouwen. Hij zal daardoor eerder in staat zijn, tot het oplossen van deze vraagstukken mede te werken. Ik hoop, dat gij mij later uwe bevindingen wel zult willen mededeelen.

Discussie.

I. Een groot gedeelte van de discussies, welke na afloop van mijn voordracht, plaats vonden, heeft over de mogelijkheid van het uitloogen met zoet water geloopt. Sommigen meenden, dat het inlaten van zoet water in groote hoeveelheden niet uitvoerbaar zou zijn, of zoo het al uitvoerbaar was, zeer hooge kosten met zich mede zou brengen. Men stelde de vraag, of het niet voldoende zou zijn, de slooten met zoet water te vullen. Ik kan hierop het volgende antwoorden. Men moet zich niet voorstellen, dat alleen het vullen van de slooten met zoet water van invloed zal zijn op het zoutgehalte van den bodem. In den drogen zomer van het jaar 1911 heeft men in sommige streken van Noord-Holland brak water in de slooten gelaten en het is toen gebleken — het was Dr. Die Bruijn die hierop ter vergadering de aandacht vestigde — dat het grondwater in het land steeds zoet bleef. Dit is een bewijs er voor, hoe langzaam het zoute water uit de slooten het land indiffundeert. Maar omgekeerd zal het zoete water uit de slooten slechts zeer langzaam het land indiffundeeren en daar het zout oplossen.

Ik zou nu willen aanraden om in de eerste plaats het land zoo spoedig mogelijk en zoo diep mogelijk uit te malen, daarna zooveel mogelijk zoet water in te laten en het uitmalen dan een oogenblik te staken. Heeft men het geluk, dat het onderwijl veel regent, dan is dit uitstekend. Het land zal zich dan met zoet water verzadigen en het zout oplossen. Men moet dan na eenigen tijd weer zoo diep mogelijk uitmalen. Uit den aard der zaak zal telkens het zoutgehalte van den grond bepaald moeten worden, om te zien, hoever het met de uitlooging van het zout staat.

Ik moet er tenslotte vooral op wijzen, dat de op- en neer-

gaande beweging van het keukenzout in den bodem zooveel mogelijk dient te worden voorkomen. Het keukenzout toch vindt bij deze reizen door den bodem telkens opnieuw gelegenheid op de kleiverbindingen in den bodem in te werken en — zooals ik reeds vóór 10 jaar opmerkte — is het juist in de vorming van de natronklei, dat de slechte werking van zout water bij eene overstroming opgesloten ligt.

II. Ter vergadering werd opgemerkt, dat — wanneer deze laatste werking (die van de soda) mede in 't spel ware — koolzure kalk-houdende gronden meer last zouden moeten ondervinden, dan gronden, waarin dit bestanddeel niet voorkomt. Dit lijkt niet waarschijnlijk, reden waarom de eerste verklaring (vorming van slijmige natronklei met daarop volgende afsplitsing van natronloog) mij juistert lijkt. Trouwens Reinders merkt reeds op, dat bij toetreding van water de gevormde soda zich weer met het calciumchloride in koolzure kalk en natriumchloride omzet. In allen geval zal bij het verdere onderzoek op het gehalte aan koolzure kalk gelet worden.

