

De invloed van verschillende zoutoplossingen op het doorlatingsvermogen van den bodem *).

Het is een in de praktijk overbekend feit, dat een bodem door eene betrekkelijk kleine toevoeging van in water oplosbare zouten korstig kan worden; men denke hier in de eerste plaats aan de soms schadelijke werking eener overmatige bemesting met chilisalpeter.

Tegenover deze nadeelige werking van chilisalpeter staat de even bekende gunstige werking van kalkzouten, juist ten doel hebbende de harde kleigronden lossen, krummeliger te maken; over te voeren van de enkelkorrelstructuur in de krummelstructuur **).

Sommige onderzoekers 1) meenen dit verschijnsel van de goede werking eener kalkbemesting in verband te moeten brengen met het feit, dat in water gesuspendeerde kleideeltjes door oplossingen van zouten, zuren en basen uitgevlokt worden; juist op dit verschijnsel berust volgens hen de mogelijkheid om de zware leem- en kleigronden, die in de enkelkorrelstructuur verkeeren, en daardoor ondoorlaatbaar zijn, door eene bemesting met kalk in de krummelstructuur over te voeren.

Men weet derhalve wel, dat niet alleen kalkzouten, doch ook bijv. eene keukenzoutoplossing, klei-suspensies uitvlokken, en

*) Deze mededeeling dient ter verklaring van de proeven, geëxposeerd op de Landbouwtentoonstelling, September 1907, 's Gravenhage.

Eene voordracht over dit onderzoek is reeds gehouden in de vergadering van het Genootschap ter bevordering der Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam, Sectie voor Natuurkunde, op Vrijdag 14 December 1906.

**) In 't kort kan de beteekenis der begrippen enkelkorrelstructuur en krummelstructuur als volgt worden uiteengezet. Indien alle deeltjes, waaruit de bodem bestaat, zoo dicht mogelijk tegen elkaar aangeleggen zijn, verkeert de bodem in de enkelkorrelstructuur, waartegenover staat de krummelstructuur, hierdoor gekenmerkt, dat meerdere deeltjes klompen of krummels vormen. Natuurlijk staan tusschen deze twee uitersten nog verschillende tusschengevallen.

keukenzout dus in dit opzicht als kalk werkt; maar men zoekt de oorzaak van het dichtslibben van den bodem (bijv. na eene overstroming met zout water), in de vervanging van het zoute water door zoet water 2). Het keukenzout — en de andere oplosbare zouten — worden vrij plotseling weggespoeld door het regenwater, in tegenstelling met de onoplosbare of minder oplosbare kalkzouten.

MITSCHERLICH wil in zijn onlangs verschenen werk 3) „Bodenkunde” van deze verklaring niets weten en verdedigt dit op de volgende gronden.

Onze kulturbodem bevindt zich in geheel andere omstandigheden, dan in water opgeslibde klei, en het uitvlokingsproces kan derhalve door eene bemesting met zout, enz. niet optreden. De kulturbodem toch bezit reeds de krummelstructuur en is dit niet zoo, dan zal eene zoutoplossing deze wel niet veroorzaken, omdat de afzonderlijke bodemdeeltjes niet zoo ten opzichte van elkaar verschuifbaar zijn, als bij eene klei-suspensie.

De werking van in water oplosbare zouten op den bodem stelt MITSCHERLICH zich dan als volgt voor (bladz. 148).

Wanneer het water den grond binnendringt, komen ook de in dat water opgeloste zouten in den grond. En aangezien het water in nagenoeg alle poriën indringt, zal dit eveneens het geval zijn met de zich in oplossing bevindende zoutdeeltjes (verschil met onoplosbare zouten). Wordt de bodem nu droog, dan zetten deze zoutdeeltjes zich tusschen de gronddeeltjes af. De kohesie tusschen de gronddeeltjes wordt, althans gedeeltelijk, opgeheven; er komt voor in de plaats eene adhesie tusschen zout- en gronddeeltjes. Bij toevoer van water (bijv. regen) lossen deze zoutdeeltjes weer op en de kohesie tusschen de gronddeeltjes (die juist de krummelstructuur veroorzaakt) is dus verminderd.

In de praktijk komt dit derhalve neer op het volgende. Wanneer op een met een in water oplosbaar zout bemesten bodem regen valt, zullen de krummels spoediger vernield worden, en zal de bodem derhalve sneller overgaan in de enkelkorrelstructuur.

De goede werking van in water onoplosbare en moeilijk oplosbare zouten (zooals bijv. de kalkverbindingen) op den bodem,

verklaart MITSCHERLICH (blz. 152) uit de omstandigheid, dat de kalkdeeltjes zich niet gelijkmatig tusschen de gronddeeltjes verspreiden; de kohesie tusschen de gronddeeltjes wordt derhalve niet zoo gelijkmatig opgeheven, als het geval is bij eene bemesting met een in water oplosbaar zout (keukenzout, chilisalpeteer). De bodemkrummels zullen nu juist op die plaatsen, waar zich kalkzouten bevinden, gemakkelijker barsten, met dit gevolg; dat grootere krummels gemakkelijker in kleinere uiteenvallen, dan wanneer de grond niet met kalk bemest was; deze kleinere bodemkrummels blijven echter als zoodanig bestaan.

Het groote verschil tusschen de werking van keukenzout, chilisalpeteer, e.d. aan den eenen kant en kalk aan den anderen op den physischen toestand van den bodem, is derhalve alleen te zoeken in het verschil in oplosbaarheid dezer stoffen.

In dit opzicht stemmen MITSCHERLICH en MAYER derhalve overeen 4).

In den zomer van 1906 zijn door mij talrijke proeven aangezet, ten einde den invloed van verschillende zoutoplossingen op het doorlatingsvermogen van den bodem nategaan.

De inrichting dezer proeven is hierachter afgebeeld.

In een lampegglas A B C (24 cM. lang en 4,5 cM. middellijn), dat van onder afgesloten is met een stukje linnen, wordt eerst een laagje zuiver zand (Z) gebracht (50 gram) en daarna 200 gram van den door een zeef van 1 mM. gezeefden grond (B C). Ten einde eene gelijkmatige vulling te verkrijgen, geschiedt het inbrengen van den grond lepel voor lepel, onder voortdurend, doch zachtjes, kloppen. De aantewenden vloeistoffen bevinden zich in breede flesschen (E) en staan door een hevel (D) met het lampegglas in gemeenschap. Door middel van een buisje treedt de buitenlucht in de flesch, terwijl een tweede buis voor bijvulling dient. De doorloopsels worden in bekerglazen (F) opgevangen en op bepaalde tijden gewogen. Het lampegglas hangt in een ring, welke door een houder H bevestigd is aan het tafeltje, waarop de flesch staat. Berekend is de hoeveelheid doorgeloopte vloeistof in mgr. per minuut (D).

Na eenige dagen is de oplossing vervangen door gedestilleerd water en D opnieuw bepaald.

De uitkomsten zijn graphisch voorgesteld in figuur 2. Op de T-as is uitgezet het aantal dagen, dat de proef duurde (1 dag = 4 mM); op de D-as het aantal milligrammen vloeistof, dat per minuut doorliep (5 mgr. = 1 mM).

De oplossingen zijn op verschillende tijden door water vervangen en wel: kaliumchloride na 5 dagen; natriumchloride na 19 dagen; ammoniumchloride na 17 dagen en calciumchloride na 22 dagen. Om echter de teekening overzichtelijk te houden is het oogenblik, dat gedestilleerd water wordt opgeschonken, voor alle proeven hetzelfde genomen (stippellijn).

De sterkte van alle oplossingen bedroeg 0,171 N, overeenkomende met eene 1 pCt. NaCl-oplossing.

Indien nu inderdaad oplossingen van electrolyten een gunstigen invloed uitoefenen op het doorlatingsvermogen van den bodem, zou men verwachten, dat gedurende het eerste gedeelte van de proefneming de doorlaatbaarheid toenam ten opzichte van gedestilleerd water. Misschien dat de kalk als tweewaardig ion in dezen eene sterkere werking uitoefende dan het Na, K of NH₄ ion, maar alle moesten dan toch ten opzichte van gedestilleerd water stijgende doorlaatbaarheid geven.

Bij de vervanging der zoutoplossingen door zoet water zou, aangezien alleen gemakkelijk oplosbare zouten zijn aangewend, overal dichtslibbing moeten intreden.

Volgens MITSCHERLICH daarentegen zouden gedurende het eerste gedeelte der proefneming geen verschillen mogen optreden tusschen de verschillende series (H₂O, NaCl, KCl, NH₄Cl en CaCl₂); bij vervanging van de oplossing door zoet water verwacht echter ook MITSCHERLICH dichtslibbing, aangezien CaCl₂ geen onoplosbaar of moeilijk oplosbaar kalkzout is.

De resultaten zijn echter geheel anders *).

*) Ten einde een indruk te krijgen van de fout, die gemaakt kan worden, zijn alle proeven steeds dubbel aangezet en soms enkele keeren herhaald. Op eene enkele uitzondering na, zouden de verschillen tusschen dezelfde serie proefnemingen in de graphische voorstelling zoo goed als niet in het oog vallen.

BESPREKING DER RESULTATEN.

I. De lijn H_2O (water).

De doorlaatbaarheid neemt gedurende de eerste dagen snel af, om daarna betrekkelijk constant te blijven. Deze sterke vermindering van D . is zonder twijfel in hoofdzaak toe te schrijven aan het dichtslibben van den grond. Mogelijk oefent ook de langzame verwijdering van de opgeloste zouten eenigen invloed uit. Bij de talrijke proeven, met gedestilleerd water genomen, heeft de lijn steeds na eenigen tijd een stijgend gedeelte vertoont. Eene poging tot verklaring van dit verschijnsel moet hier achterwege blijven.

II. De lijn $NaCl$ (keukenzout).

De doorlaatbaarheid neemt af, evenals bij I (H_2O); in het begin wederom zeer sterk, daarna geleidelijk. Een stijgend gedeelte vertoont deze lijn niet.

De filtraten zijn iets geler gekleurd dan bij I (H_2O), doch volkomen helder.

Bij vervanging van het keukenzout door gedestilleerd water, wordt D . binnen 2 dagen practisch gelijk nul.

III. De lijn KCl (kaliumchloride).

De doorlaatbaarheid is grooter dan bij I (H_2O). Bij vervanging van de oplossing door gedestilleerd water, heeft niet eene zoo volledige dichtslibbing plaats als bij II ($NaCl$); men verkrijgt nog dagen lang eenig filtraat, dat troebel en donker bruin gekleurd is.

IV. De lijn NH_4Cl (ammoniumchloride).

In den aanvang is de doorlaatbaarheid ongeveer even groot als bij water en keukenzout, doch neemt de eerste dagen sterk toe, om daarna te dalen. Bij vervanging van de oplossing door gedestilleerd water, heeft evenals bij III (KCl) geen volledige dichtslibbing plaats; nog dagen lang verkrijgt men een vuil, in den aanvang geel-bruin, later donker-bruin gekleurd filtraat.

In de graphische voorstelling vallen deze takken van III en IV samen.

V. De lijn CaCl_2 (calciumchloride).

De doorlaatbaarheid neemt zeer sterk toe; de D-lijn stijgt de eerste dagen verbaasd, om daarna vrijwel constant te blijven, al is ook eenige langzame daling ten slotte waar te nemen *).

De doorloopsels zijn al zeer spoedig volkomen helder en nagenoeg kleurloos en blijven dit gedurende de geheele proefneming.

Bij vervanging van de oplossing door zoet water neemt D. sterk af, om echter betrekkelijk spoedig nagenoeg constant te worden. Na 75 dagen is D. gedaald tot ongeveer 40 mgr. per minuut (dit punt komt niet meer op de graphische voorstelling voor).

Het ligt buiten het bestek van dit artikel hier eene verklaring te geven van de waargenomen verschijnselen. Ik hoop dit later te doen, wanneer de nog in gang zijnde proeven meer licht gebracht hebben.

Thans moet volstaan worden met in algemeene trekken mede te deelen, tot welke gevolgtrekkingen deze verschijnselen aanleiding geven, vooral in verband met de opvattingen van andere onderzoekers.

Het mag ongetwijfeld eenige verwondering baren, dat door nagenoeg alle aangehaalde onderzoekers de werking van verschillende zoutoplossingen op het doorlatingsvermogen van den bodem beschouwd wordt uit een physisch oogpunt, terwijl toch reeds sinds WAY 5) bekend is, dat hierbij diepingrijpende chemische omzettingen kunnen optreden. De enkelen, die tot voor korten tijd ook chemische omzettingen hebben aangenomen ter verklaring van het korstig worden van den bodem na toevoeging van zekere

*) De doorloopsels zijn geregeld gewogen om 9 uur 's morgens en gewoonlijk ook om 4 uur 's namiddags. Tengevolge van het verschil in temperatuur tusschen dag en nacht is er verschil in D. De lijn loopt zigzagsgewijze. Dit verschijnsel is bij alle proefnemingen waargenomen en staat in verband met de viscositeit. Ook bij de lijnen III en IV treedt dit verschijnsel op.

meststoffen, meenen de oorzaak hiervan te moeten zoeken in het optreden van koolzure soda.

KRÜGER 6) verklaart de nadeelige physische werking eener overmatige bemesting met chilisalpeter als volgt. Sommige planten nemen het natrium van het natriumnitrat (chilisalpeter) niet op, wel de stikstof. Het natrium nu gaat door het koolzuur, dat in een goeden kultuurbodem overal aanwezig is, over in koolzure soda, dat het dichtslibben veroorzaakt. Deze verklaring van KRÜGER is echter bij mijne proeven uitgesloten.

ROBERT SACHSSE en ARTHUR BECKER 1) o. a. meenen weer, dat het natriumnitrat door directe inwerking op de koolzure kalk van den bodem koolzure soda vormt.

Dit nu komt mij onwaarschijnlijk voor. Een voorloopig ingesteld onderzoek heeft althans geleerd, dat zelfs na weken lange inwerking van NaCl- en KCl- oplossingen op CaCO_3 , slechts zeer geringe sporen Ca in oplossing gaan.

Bovendien pleit tegen deze opvatting het volgende. De graphisch voorgestelde proeven zijn genomen met een zeer kalkrijken grond (10 pCt. CaCO_3); de resultaten der proefnemingen met een kalkarmen grond (0,1 pCt. CaCO_3 ; assimileerbare kalk MEYER 0,4 pCt.) zijn niet medegedeeld, omdat ze geheel dezelfde resultaten geven, als die met den kalkrijken grond. De D-lijnen vallen voor beide gronden nagenoeg samen. En dit niet alleen. De hoeveelheden Ca, die resp. tegen Na, K en NH_4 worden uitgewisseld, zijn voor den kalkrijken en voor den kalkarmen grond nagenoeg gelijk.

Om deze redenen meen ik, dat aan het optreden van koolzure soda, althans bij de hier vermelde proeven, niet gedacht kan worden.

Veel aannemelijker lijkt het mij, dat de verklaring, die GANS 7) geeft van het korstig worden van den bodem bij eene bemesting met chilisalpeter, ook hier van toepassing is.

G. J. MULDER 8) heeft het eerst op den voorgrond gesteld, dat als belangrijk bestanddeel der bouwaarde te beschouwen zijn de geleichtige stoffen, dat zijn de reeds door zoutzuur gemakkelijk te ontleden waterhoudende dubbelsilikaten, welke hij met den naam van „zeolithen” bestempelde. Volgens GANS 9) was

echter het analytisch bewijs voor de aanwezigheid van zeolithisch materiaal in den bodem nog niet geleverd. Hij meent dit bewijs nu onlangs geleverd te hebben; hij constateert althans gelijke samenstelling en gelijk gedrag in chemisch opzicht bij de zeolitische verbindingen van den bodem en van de gekristalliseerde zeolithen en wel in die mate, dat men gedwongen is aan te nemen, dat de uitwisselende verbindingen van den bodem uit zeolithen bestaan. *)

Bij dit onderzoek van GANS is nu verder een eigenaardig verschil aan het licht gekomen tusschen de alkali-zeolithen en de aardalkali-zeolithen, m. a. w. tusschen de aluminaat-silikaten van Na, K, NH₄ en van Ca, Sr, Ba, Mg.

Terwijl de laatste korrelig en gemakkelijk doorlatend zijn, vormen de eerste eene taaie, slijmige, moeilijk doorlatende massa.

GANS stelt zich de zaak nu zoo voor. Bij bemesting met K- en Na-zouten ontstaan uit de kalkhoudende zeolithische verbindingen van den bodem de slijmige, moeilijk doorlatende K- en Na-aluminaat-silikaten; wordt de hoeveelheid van deze laatste betrekkelijk groot bij eene overmatige bemesting met bijv. chilialpeter, dan verstoppen ze den bodem.

Deze door GANS aan het licht gebrachte feiten kunnen ongetwijfeld benut worden om te komen tot eene verklaring van het uiteenlopend gedrag van den bodem ten opzichte van verschillende zoutoplossingen, zooals dat hierboven beschreven is.

Wel blijven nog verschillende vragen ter beantwoording over, o. a. deze, waarom de keuzenzout-lijn direct daalt en de lijnen III en IV (kaliumchloride en ammoniumchloride) niet; en meerdere.

Hieraan moet nog worden toegevoegd, dat ook de humusachtige stoffen zonder twijfel een rol spelen in het proces 10).

Hoe het ook zij, de door mij verkregen resultaten toonen aan, dat de tot nu toe aangenomen verklaringen geen steek houden. Wel zullen de uitvlokkingsverschijnselen eenigen invloed hebben **)

*) Degeen, die meent, dat dit bewijs niet streng is, leze: De Scheikunde der bouwbare aarde door G. J. Mulder, 1860, tweede deel, biz 50—52.

**) Ik leid dit o.a. af uit het feit, dat de doorloopsels van kalk steeds helder zijn en van water opaliseerend.

— in dit opzicht verschil ik in meening met MITSCHERLICH — maar het verschijnsel van het dichtslibben van den bodem door de inwerking van zoutoplossingen is niet van enkel physischen aard; integendeel, het zijn misschien wel in hoofdzaak chemische processen, die een hoofdrol daarbij spelen.

Bij een zoo samengesteld medium, als de bodem is, zal het verdere onderzoek zeer vele moeilijkheden ondervinden. Bij dit onderzoek zal moeten worden nagegaan, welken invloed de verschillende zouten uitoefenen op den physischen en chemischen toestand van den bodem; en dit laatste niet alleen wat betreft de veranderingen, die het zeolithisch materiaal ondergaat, maar ook de rol, die de humusachtige stoffen daarbij spelen. Dit onderzoek, te *Goes* aangevangen, wordt thans aan het Rijkslandbouwproefstation *Wageningen* voortgezet.

WAGENINGEN, JUNI 1907.

LITTERATUUR.

- 1). Der Einfluss des Kalkes, der Salze, sowie einiger Säuren auf die Flockung des Thones, von Robert Sachsse und Arthur Becker; die landw. Versuchsstationen, 43, 15.
De verbetering van stijve kleigronden door gaskalk, door Dr. A. F. Holleman.
Lehrbuch der Agrikulturchemie von Dr. Adolf Mayer, II, Die Bodenkunde (Heidelberg 1901), 160—161.
Einfluss der Düngung und des Pflanzenwuchses auf Bodenbeschaffenheit und Bodenerschöpfung von Prof. Dr. W. Krüger; Landw. Jahrbücher, 1905, 34, 783—804.
- 2). Mayer, t. a. p., blz. 160.
- 3). Mitscherlich, Bodenkunde für Land- und Forstwirte, 1905.
- 4). Mayer, t. a. p., blz. 161.
- 5). On the power of soils to absorb manure, door Thomas Way; Journal of the royal agricultural society of England, n°. XXV, p. 313.
- 6). Krüger, t. a. p., blz. 803.
- 7). Zeolithe und ähnliche Verbindungen, ihre Konstitution und Bedeutung für Technik und Landwirtschaft, von Herrn R. Gans in Berlin, 1905.
Zie ook van denzelfden schrijver:
Die Bedeutung der Nährstoffanalyse in agronomischer und geognostischer Hinsicht, 1902; en Konstitution der Zeolithe, ihre Herstellung und technische Verwendung, 1906.
Alle artikelen zijn verschenen in het Jahrbuch der Königl. Preuss. Geologischen Landesanstalt und Bergakademie en afzonderlijk verkrijgbaar.
- 8). G. J. Mulder, De Scheikunde der bouwbare aarde, 1860, tweede deel, blz. 65—67.
- 9). Gans, t. a. p., 1905, blz. 181 en 197.
- 10). Ueber das Absorptionsvermögen humoser Medien. Von Alfred König; Landw. Jahrbücher, 1882, II, 1—56.

1:4



