



## Over de plasticiteit der kleigronden

DOOR

J. M. VAN BEMMELEN.

### INLEIDING.

In mijne verhandeling over de verschillende wijzen van verweering der silikaatgesteenten in de aardkorst, welke voorkomt in No. 48 van den jaargang van 1909, heb ik op blz. 954 vermeld, dat aan de Thonen meer of minder *plasticiteit* of kneedbaarheid toekomt, en dat men onderscheidt degene, die door hunne kneedbaarheid dadelijk geschikt zijn om de vormen voor de pottenbakkerij aan te nemen, en degene, die, zooals de echte Kaolin, eerst door eene voorafgaande behandeling deze kneedbaarheid moeten verkrijgen, maar dat ik op de eigenschap der *plasticiteit* later terug zou komen.

Ik wensch dat thans te doen, doch, ondanks het vele dat er over geschreven is, zijn wij er nog verre van verwijderd, dat die eigenschap reeds bevredigend verklaard zou zijn.

Ik moet mij dus tot de volgende punten bepalen:

- I. Eene beschrijving van de wijze, waarop de Thon water absorbeert, daardoor opzwelt, bij droging inkrimpt, en daarbij het water geheel verliest.
- II. Eene uiteenzetting hoe de Thon kolloïdaal-vloeibaar kan gemaakt worden („Verflüssigung” genoemd).

- III. Eene beschrijving van de structuur der lagen bij de Thon, namelijk de *korrel*- en de *kruiemel*structuur.
- IV. Een beschouwing over de chemische werkingen in den Thonbodem bij de beide structuren.
- V. Een overzicht van de verschillende meeningen en voorstellingen der schrijvers over de Plasticiteit.

#### I. Gedrag der plastische Thon met water.

##### a. *Absorbtie van water, swelling en krimpung.*

Wanneer de Thon in drogen toestand aan eene met waterdamp verzadigde lucht wordt blootgesteld bij de gewone temperatuur, dan absorbeert zij meer of minder dien waterdamp en houdt dat water sterk vast.

Wordt de Thon in drogen toestand met een zekere hoeveelheid water aangemengd, dan vormt zij met dat water eerst eene dunne brij, maar absorbeert het water spoedig en wordt dan stijf, taai en kneedbaar plastisch, zoodat men de massa door een zachten druk vervormen en zelfs tot draden trekken kan. Zij is des te plastischer, naarmate zij meer zwellbare stof bevat. Bij die absorbtie zwelt zij op. De waterdeeltjes dringen zich molekulair tusschen de Thondeeltjes in en doen de massa zwellen, totdat een *absorptiemaximum* en een *zwellingsmaximum* bereikt is. Dat maximum is van de zoogenaamde vetheid der Thon, dus van hare samenstelling afhankelijk.

De opname of absorbtie van het water gaat met eene snelheid, die allengs afneemt, naarmate er meer geabsorbeerd is, zoodat zij zeer lang duurt. Men kan (zooals NÄGELI reeds gezegd heeft) de klei in dien toestand van absorbtie en swelling eene *vaste oplossing* noemen. Door eene dalende temperatuur wordt de absorbtie en swelling grooter, door eene rijzende temperatuur neemt ze af. Daarom zwelt de Thon beter in koele kelders en wendt men die bij het rijpingsproces aan.

Bij de opzwellung heeft tevens eene zekere kontraktie of samen-trekking plaats, zoodat het volumen na die kontraktie kleiner is dan de som van het Thonvolumen en het geabsorbeerde watervolumen <sup>1)</sup>. Die kontraktie brengt natuurlijk eene warmteontwikkeling voort.

Het geabsorbeerde water kan door sterken druk niet weder uitgeperst worden, zoo sterk is het molekulair gebonden.

Het rijpingsproces van de Kaolin in koele kelders is onvoldoende

<sup>1)</sup> Zie SPRING, Annales Société géologique de Belgique 28, 117 (1901).

verklaard en dus niet geheel bekend. Maar zeker is het, dat de Kaolin daardoor *plastisch* wordt.

*b. Opdroging na absorbtie van water.*

Wanneer de Thon, na de absorbtie en zwelling, boven een water-aantrekkend medium geplaatst wordt, of aan de gewone lucht, die niet met waterdamp verzadigd is, wordt blootgesteld, zoo verliest zij allengs water en stelt zich met den heerschenden dampdruk in evenwicht. Zij krimpt daarbij in.

Eerst houden waterverlies en inkrimping elkander nauwkeurig bij, en ontstaan er dus geene kapillaire holten. Maar als het waterverlies een zeker bedrag bereikt heeft, houdt de inkrimping op en door een voortgezet waterverlies ontstaan er kapillaire holten in het Thonweefsel, als men de Thon met een weefsel vergelijken mag.

Door vermindering van den dampdruk kan men het waterverlies bevorderen, sneller nog door verhooging der temperatuur. Naarmate het water verdampt, komt het sterker en sterker gebondene aan de heurt, hetgeen toenemenden weerstand biedt. De temperatuur moet dus steeds hooger worden en tot gloeihitte stijgen, om water uit te drijven. Het laatste water kan eerst bij sterke gloeihitte uitgedreven worden.

Bij welk gehalte en bij welken graad van gebondenheid de kapillaire holten het eerst ontstaan en grooter worden, is nog niet te bepalen. In de mate, dat die holten grooter worden, wordt het weefsel poreuser.

*c. Graden der plasticiteit.*

ATTERBERG<sup>1)</sup> heeft de graden van Plasticiteit, welke de Thon door mengen met water achtereenvolgens doorloopt, onderscheiden en beschreven. Als de Thon eerst met eene ruime hoeveelheid water tot eene dunne brij is aangeroerd, en dan allengs dit water weder verliest, dan wordt zij gaandeweg een dikke brij. ATTERBERG neemt daarbij *zeven* grenzen aan, die de Thon achtereenvolgens bereikt. Zij zijn:

**Eerste grens, die der dikvloeibaarheid.** De Thon is ten slotte zeer dik geworden.

**Tweede grens. Onderste grens der dikvloeibaarheid;** deze valt samen met de *bovenste plasticiteitsgrens*. De Thon is nu vast maar nog vochtig.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Chem. Zeitung 1910, 369.

<sup>2)</sup> Deze grens wordt ook wel korthedshalve vloeibaarheidsgrens genoemd. Beter zou zij naar mijn inzicht heeten: de grens van den Soltoestand.

**Derde grens of kleefgrens.** Na de tweede grens komt allengs meer de plasticiteit op den voorgrond. Zoodra de Thon aan de vingers en aan de landbouwwerktuigen niet meer kleeft is de kleefgrens bereikt.

**Vierde grens of vormbaarheidsgrens.** Als de derde grens bereikt is en dus de kleefkracht heeft opgehouden, blijft echter de vorm van de Thon nog bewaard. De Thon is nog geschikt om haar in vormen te kneden. Zij heeft nog samenhangingsvermogen (normale consistentie). In dezen toestand is de Thon tot *bij de grens* nog geschikt om door werktuigen bewerkt te worden.

De **vijfde grens** is de *onderste plasticiteitsgrens*. De plasticiteit houdt hier op. De samenhang der gerolde stukken Thon neemt allengs af, en breekt.

De **zesde grens** of *samenhangsgrens*. Bij deze grens houden de stukken in het geheel niet meer samen. Daarna neemt het krimpen van de Thon bij verdere droging af en houdt ten slotte geheel op; dan wordt bereikt:

De **zevende grens** of *inkrimpingsgrens*. Het laatste waterverlies bij indroging gaat met geenerlei inkrimping meer gepaard.

Naarmate de Thonen humusrijker zijn, hebben de Thonen een hooger watergehalte. Zij kunnen tot verschillende klassen gebracht worden. **ATTERBERG** rangschikt ze in drie klassen. Zij die nog plastisch zijn, na gemengd te zijn met eene dubbele hoeveelheid zand, rangschikt hij tot de *eerste klasse*,  
 " " gelijke " " " " " " " *tweede* "  
 en dezulke welke niet meer plastisch zijn, als zij gemengd worden met eene gelijke hoeveelheid zand, rangschikt hij tot de *derde klasse*.

## II. De vervloeiing („Verflüssigung”) der Thone.

### a. Door een alkali of koolzuur-alkali. <sup>1)</sup>

De Thon in den toestand van *Hydrogel* kan door eene kleine hoeveelheid bijtend of koolzuur alkali in zweving gebracht worden, dus door eene verdunde oplossing daarvan in den toestand van *Hydrogel*, welke men gieten kan. Door die vervloeiing is de Thon dus gietbaar geworden. Die hoeveelheid is verschillend en neemt af in

<sup>1)</sup> FREUNDLICH. Dit verschijnsel is ontdekt door WEBER in 1902. Later is de methode om de vervloeiide Thon te gieten onderzocht door FÖRSTER en beschreven door SPANGENBERG (1906).

MARTIN BÖTTGER (1908) heeft het vervloeiingsverschijnsel nader onderzocht en gepubliceerd in zijne dissertatie. THOMAS, Weida i. Th. 1908.

deze orde: Na, Li, K, Rb, Cs. Dezelfde orde geldt voor bijtende als voor koolzure alkaliën. Er bestaat alzoo een Optimum voor de hoeveelheid, die de werking der vervloeiing uitoefent. De Thondeeltjes stooten elkander af, wijl zij met dezelfde elektriciteit beladen zijn, evenwel slechts binnen zekere grenzen. Zoodra die grenzen overschreden zijn, keert het verschijnsel zich om en gaat de suspensie in eene bezinking der deeltjes over.

Het geheele verschijnsel, én de lading met ééne elektriciteit (eene negatieve volgens FÖRSTER), én de vraag waar de tegenovergestelde elektriciteit blijft, zij zijn nog onverklaard.

Merkwaardig is het, dat de Ammoniak in zijn vermogen om suspensie te bewerken bij alle verhoudingen zich gelijk blijft. Volgens FRENZEL <sup>1)</sup> is eene waterige oplossing van  $H_3N$  zeer zwak elektrolytisch gedissocieerd. P. ROHLAND heeft echter eene Vervloeiing van Kaolin door toevoeging van een Alkali *niet* kunnen waarnemen. G. KEPPELER beweert dat deze uitspraak alleen geldt voor een grof vermageringsmateriaal van de Thone, maar niet voor de fijne keramische Thone. In de porcelein- en steengoedfabrieken wordt de daar gebruikte Kaolin door eene kleine hoeveelheid Alkali wel vervloeid.

Het verschijnsel van de „Verflüssigung der Thone“ is een zuiver physikalisch proces. Want dezelfde kleine hoeveelheden Alkali brengen zweving of suspensie bij koolpoeder voort als bij Thon en in dezelfde volgorde voor Natron, Lithion, Kali enz. Evenzoo werkt een alkali sterker dan een koolzuur alkali en is bij eene waterige oplossing van Ammonia de suspensie onafhankelijk van de concentratie.

#### b. Door het zoogenaamde Aanetsen (Anätzen).

Er bestaat nog eene methode om uit Hydrogels van  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $ThO_2$ ,  $Y_2O_3$  en zelfs van  $CoO$  kolloïdale Hydrosols te bereiden. Men vormt met een verdunde Alkalioplossing uit de oplossingen der zouten de Hydrogels, wast deze duchtig uit en verwarmt ze dan met kleine hoeveelheden sterk verdund zoutzuur, of met eene verdunde oplossing van  $Fe_2Cl_6$ , of van  $ThO_2 \cdot 2 N_2O_5$ , of van  $Cr_2O_3 \cdot 3 N_2O_5$ , onder herhaalde aanvulling van het verdampende water, gedurende langeren tijd. De Hydrogel gaat allengs tot slijmige klompen over en ten slotte tot een kolloïdale oplossing van den Hydrosol. Die oplossing is dan bestendig geworden, uitgenomen de kobaltoxydyle-hydrogel.

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. anorg. Chem. 32, 319.

<sup>2)</sup> Zeitschrift f. Elektrochemie 15, 781 (Aug. 1909).

De *Hydrogel* is dus volgens A. MÜLLER door de methode van het „Anätzen” tot een *Hydrosol* geworden.

### III. Strukturlagen bij de Thon.

#### a. Korrelstructuur. b. Kruimelstructuur.

De wijze, waarop de Thon bezonken is, geeft aanleiding tot verschillende structuur van hare lagen. Zoo onderscheidt men daarbij de korrelstructuur (a) en de kruimelstructuur (b). Zij zijn beide plastisch, maar zij zijn nog niet geheel bekend.

Bij de zware (vette) Thon komen die toestanden het duidelijkst en sterkst voor. Naarmate de Thon lichter (zandiger) is, komen die toestanden des te onvolkomenner voor.

De Thon in *korrel-* of „*einzel-*”-structuur bevat geene kanaaltjes of kapillaire holtten. De deeltjes zijn dicht aan elkander gelegen. De Thon *laat in den toestand a het water niet door*. De bodem is dichtgeslemt. Deze toestand komt o.a. in Groningen voor als zuchtgrond en de toestand wordt de *zucht* genoemd. De zucht maakt de gronden slechts tijdelijk onvruchtbaar, omdat zij ondoorlatend zijn, ofschoon zij tot 10% toe koolzure kalk bevatten.

De Thon in *kruimelstructuur laat het water wel door*. Deze structuur wordt voortgebracht door oplosbare zouten. Zij bevat kanaaltjes of kapillaire holtten, het minst door een natronzout, iets meer door een kalizout, veel meer door kalkzouten en door alkaliën, nog meer door oplosbare zuren. De Thon koaguleert dan in vlokken. Dit vlokken in kruimels is des te sterker, naarmate die oplossingen gekoncentreerder zijn. Zeer slappe oplossingen van zouten of zuren kunnen de Thon niet doen vlokken, zooals boven bij II (de Vervloeiing) is medegedeeld.

Een drenking van een Thonbodem met zoutwater *kan* dus soms **b** voortbrengen.

De vorst in den grond, het groeien der wortels (dus de wortelvorming), de ontwikkeling van het weefsel der bakteriën, maar bovenal regenwormen, kunnen in den grond kanaaltjes en dus den toestand **b** meer of minder voortbrengen.

#### Overgang van **b** in **a**.

Als eene zoutoplossing in den bodem vervangen wordt door zoet water, nog meer door regenwater, en als daarbij de bodem geroerd wordt (bijv. door een sterken regen), zoodat de kanaaltjes tusschen de vlokken werden vernietigd, dan wordt de kruimelstructuur **b** door de korrelstructuur **a** vervangen. Eene mechanische bewerking van den bodem, door spitten, ploegen en eggen daarentegen bevordert weder

den toestand **b**. Het mechanisch bewerken van den bodem bij nat weder, als de Thon geheel gedrenkt is, bevordert omgekeerd den toestand **a**, zooals in Groningen bemerkt is. Er ontstond dan *zucht* in de zware klei van de Dollardpolders.<sup>1)</sup>

De uitwassching met zoet water (en nog beter met regenwater) van een met regenwater gedrenkten grond door zoet water, en de overgang daardoor van **b** in **a**, heeft zich meermalen vertoond op de Zeeuwsche polders, onder anderen in 1904. Eene roering in den bodem door de kracht van het overstromingswater is voor de vorming van **a** bij die gelegenheid bevorderlijk.

De toestand **a** heeft het nadeel, dat hij de vrije luchtbeweging in den bodem belemmert. De *zucht* brengt die nadeelige gevolgen voor de ontwikkeling der gewassen voort. Gebrekkige luchtbeweging bevordert plantenziekten.

Het ontstaan der kanaaltjes in **b** vereischt arbeid, want de gronddeeltjes moeten ter zijde en opwaarts gedrukt worden, om plaats te winnen. Het overwinnen van dien weerstand houdt dus de **b**-vorming tegen.

#### IV. De chemische werkingen in den Thonbodem van de beide structuren.

Oplosbare zouten kunnen de oplosbaarheid van andere zouten verhoogen. Zoo verhoogt eene bemesting met keukenzout of met salpeter de oplosbaarheid van de gips. Beide tasten de silikaten in den bodem aan en brengen daardoor eene kleine hoeveelheid kali, natron, kalk en magnesia in oplossing. Ofschoon deze werkingen zeer langzaam en zeer gering zijn, zoo zal toch de bodem allengs *tijdelijk* armer aan deze oplosbare bestanddeelen worden. Zij zullen uit het bodemkapitaal slechts nog langzaam weder aangevuld worden, zoodat de bodem tijdelijk minder vruchtbaar is.

Keukenzout *kan* de kiemkracht der zaden in den bodem verminderen.

#### V. Overzicht van de verschillende meeningen en voorstellingen der schrijvers over de Plasticiteit.

De gewone klei is altijd plastisch bevonden en des te meer, naarmate zij minder zand ingemengd bevatte, maar de meeningen der chemici over de plasticiteitsoorzaken hebben altijd uiteengelopen.

Het volgende overzicht zij hierover gegeven:

<sup>1)</sup> Zie over de *Zucht* hoofdstuk VI, blz. 155–163 in mijne verhandeling „Bouwstoffen tot de kennis van de kleigronden in de provincie Groningen”, voorkomende in de Scheikundige Verhandelingen en Onderzoekingen, uitgegeven door G. J. MULDER, Derde deel, Tweede stuk. (1863).

I. **ATTERBERG** (zie blz. 003) heeft de plasticiteit der Thonen nagegaan en trachten te bepalen naarmate van hunne eigenschappen, kleefbaarheid, kneedbaarheid, samenhangingsvermogen, watergehalte, enz. maar onze kennis van de verklaring der plasticiteit niet vermeerderd.

II. **BISCHOFF** (1895) acht die oorzaak nog onbekend.

III. **LE CHATELIER** onderscheidt in de Thon (Argile):

1. eene kolloïdale plastische stof.

2. eene niet-plastische stof, die hij kaolien noemt. Als de laatstgenoemde een bezinksel kan afzetten, dan schrijft hij dit toe aan een gehalte van een Halloysiet (silikaat).

IV. **SCHLÖSING** <sup>1)</sup> onderscheidt:

1. eene „argile colloïdale”, die kneedbaar is en in alkalisch water zwevende blijft, dus een Sol vormt.

2. eene kristallijne stof, die bezinkt en kogeltjes vormt, welke enkelvoudige breking vertoonen.

V. **KASAI** verwerpt **SCHLÖSING**'s hypothese, want de kristallijne stof (a) vormt ook kaolinachtige schubbige aggregaten, die zwakke dubbelbreking vertoonen. Zeolitische nieuwvormingen zouden de plasticiteit voortbrengen.

VI. **RÖSLER** <sup>2)</sup> schrijft de plasticiteit aan de *fijnheid der deeltjes* toe. De echte kaolin is nog niet plastisch, maar wordt dit pas door met „Tagewasser” in aanraking te komen en door een rijpingsproces in de kaolinkelders te ondergaan; daardoor is zij plastisch geworden.

Het indringen van water acht hij nog als eene opvulling der poriën met water. De fijnheid der deeltjes, bevorderd door het roeren in de trommels, en de adhaesie dier fijnste deeltjes aan het water daartusschen acht hij een oorzaak der plasticiteit. Het is nog onzeker, op welke wijze de kaoliniet door den vorm zijner deeltjes (dunne tafeltjes) voor de plasticiteit gunstig is.

**ZSCHOKKE** <sup>3)</sup> heeft de grootte van het vervormingsvermogen van plastische Thonen bepaald en den vorm der deeltjes mikroskopisch gezien bij 1000-voudige vergrooting.

Sommige Thonen, zooals de Thon van Klingenberg, de Thon nr.10, en de kaolien vertoonden min of meer regelmatige rondachtige vormen. Daarentegen vertoonde juist de zeer zuivere Thon van Mühlheim

<sup>1)</sup> C. R. 74, 1407 (1872); 79, 376 en 473 (1874). Zie ook **HILGARD**, Soils, New-York, 1907.

<sup>2)</sup> **RÖSLER**, Bellage zum Neuen Jahrb. f. Mineral. u.s.w. Daarin komt ook eene beschrijving voor van de meeningen van **KASAI** en van **LE CHATELIER**.

<sup>3)</sup> **B. ZSCHOKKE**, Untersuchungen über die Plasticität der Thone, Stuttgart, **STÄHLE** u. **FRIEDL**, 1908.



polygonale figuren van allerlei vormen. Bij al de Thonen is van eene poreuse vertakte structuur (zooals OLSCHWYK aanneemt), niets te bemerken.

Het mikroskopische beeld vertoont onregelmatige vormen; nu eens meer rondachtige, dan eens meer hoekige, soms het beeld van een puinveld, soms van een afgeslepen of gerolde korrelhoop.

Dus: de uitwendige vorm der Thondeeltjes biedt geen zeker middel aan om de plasticiteit te verklaren.

De fijnheid der deeltjes acht ZSOKKE volstrekt niet de voornaamste faktor der plasticiteit. Het absorbtievermogen voor water, het *kohaesievermogen* van de gelijksoortige deeltjes, het *adhaesievermogen* der ongelijksoortige deeltjes (Thondeeltjes en ingesloten waterdeeltjes), de kleverigheid, vormen een kompleks van eigenschappen, waarvan het kwalitatieve en het quantitative verband nog bestudeerd moet worden.

VIII. WOLLNY<sup>1)</sup>, ADOLF MAYER<sup>2)</sup>. Deze hebben evenals later RÖSLER, de plasticiteit beschreven als een gevolg van de fijnheid der Thondeeltjes en onderscheiden de *Korrelstructuur* en de *Kruimelstructuur* van de Thon. Als de Thondeeltjes zich in kruimelstructuur bevinden, dan liggen zij nog in hoopjes of kruimels naast elkander en zijn door kleine tusschenruimten (op verschillende wijzen voortgebracht) gescheiden, zoodat zij vocht doorlaten.<sup>3)</sup> Maar als zij op verschillende wijzen geene tusschenruimten meer bezitten, dan laten zij het water niet meer door, zij zijn ondoorlatend geworden. Dit brengt (volgens ROHLAND en anderen) echter op zich zelf nog geene plasticiteit voort. Daarvoor is meer noodig.

IX. KOSSMANN neemt aan eene hydrolyse, waarbij de Thon plastisch wordt en zich zouden vormen een hydraat van  $\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$  met  $1 \text{ H}_2\text{O}$ , en een hydraat met  $6 \text{ H}_2\text{O}$ .

X. ROB. SACHSSE, ARTH. MÜLLER en A. F. HOLLEMAN wijzen er op dat kalk (of een kalkzout) de Thon doet vlokken en traebele vloeistoffen klaart. Bemesting met gebluschte kalk brengt dus den toestand **b** voort. Het uitwasschen der kalk kan daarentegen den toestand **b** in **a** doen overgaan.

XI. P. ROHLAND<sup>4)</sup>. ROHLAND acht Thonschiefer nog niet plastisch. Maar de Thonschiefer wordt dit, als daarin een hydrolytische werking plaats heeft gehad. Daarbij worden *Hydrosols* voortgebracht van  $\text{SiO}_2$ ,

1) E. WOLLNY, Forschungen a. d. Gebiete d. Agricult. Phys. 1891.

2) A. MAYER, Agricultur-Chemie, Bd. II, Abth. 1 (1902).

3) De aardwormen kunnen zich echter daardoor heen bewegen.

4) P. ROHLAND, Zeitschr. f. anorg. Chem. **31**, 158 (1902), **41**, 325 (1904); Chem. Industrie 1906, 1907, 1908.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ThO}_2$  en zelfs van een complex van  $\text{SiO}_2$  en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , van organische stoffen zooals zetmeel, dextrine, lijm, eiwit, enz., en tegelijk wordt eene *Alkalische Bases* afgesplitst. Er ontstaat daarbij eene elektrolytische ontleding en eene *Ionen*-vorming van een negatief en van een positief *Ion*, die eene positieve en eene negatieve lading bezitten.

De Hydrolyse brengt kolloïdale stoffen voort, zooals Hydrosols van  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , enz.; ook behooren daartoe slijmige organische stoffen. Het gehalte daaraan bepaalt de *plasticiteit* van de Thon.

De plasticiteit acht ROHLAND *niet* het gevolg van de aaneengeslotenheid der deeltjes, van de samenkleaving derzelve, dus niet aan hetgeen men genoemd heeft hare *Korrelstructuur*, in tegenstelling met de *Kruimelstructuur*. Hij verklaart dus niet waarom de kruimelstructuur het water kan doorlaten en de „korrelstructuur” het water *niet doorlaat*.

WOLLNY en ook ADOLF MAYER hebben volgens ROHLAND gemeend, maar ten onrechte, dat de filtratieweerstand oneindig groot is geworden, omdat er dicht aaneensluitende „reibende Flächen” waren.

De kolloïdale stoffen zijn eerst nog *latent plastisch* aanwezig; zij worden eerst plastisch, *als zij door de inwerking van een elektrolyt koaguleeren*. De elektrolyt moet daarvoor *elektrische lading* bezitten. (Positief of negatief?)

Er vormt zich dan een celachtig Net, met water geïmbibeerd, dat tot een zeker maximum is *gekweld*. Daarbij heeft tevens eene samentrekking (kontraktie) plaats; die kontraktie brengt *ontwikkeling van warmte* voort.

Dit Net verhindert aan sommige stoffen de diffusie, aan andere niet. Verzadigde koolwaterstoffen worden verhinderd, onverzadigde niet. Zuurstofhoudende stoffen, zooals water en alcohol worden geabsorbeerd; zuurstofvrije (zooals benzolen, zwavelkoolstof) niet.

Versch gegraven Thonen worden in koele kelders een tijdlang bewaard. Zij nemen daarbij water op en worden dan „*Grubenseucht*” en daarbij plastisch.

De Thonen worden door ROHLAND <sup>1)</sup> onderscheiden in *Hochplastische* en *Plastische*.

De „Hochplastische” zijn *Ondoorlatend* voor waterige oplossingen, en hebben naar gelang daarvan een osmotisch vermogen. Zoo zijn bijv. de Thonen van Strigau in Silezië ondoorlatend. De „plastische” zijn *Semipermeabel*. Zij laten *Kristalloïden* door, zooals alkalichloruren, sulphaten, alkaliphosphaten.

<sup>1)</sup> P. ROHLAND, Chem. Industrie 1906 en 1907, Kolloid-Zeitschr. 1906 en 1907. Zie ook CORNU, Kolloid-Zeitschr. 4, 304 (1909).

Voor *kolloidaal opgeloste* stoffen zijn zij impermeabel. Hun osmotische druk hangt af van de snelheid waarmee het weefsel, waarmee zij in aanraking worden gebracht, die stoffen in oplossing doorlaat. Dit bepaalt dus ook de snelheid, waarmee kristalloïdale voedingsstoffen der planten in de plant worden opgenomen. <sup>1)</sup>

In het Net, waarin een Elektrolyt de stolling der kolloïdale stoffen bij het zwellingsmaximum voortbrengt, kunnen allerlei *geabsorbeerde* stoffen, en ook vreemde stoffen, zooals kies, steentjes enz. ingesloten worden; dus ook de stoffen, waarmee men de vette Thonen meer of minder mager maakt. (Vermageringsmiddelen der Thonen).

Ook kan er verdichting of absorbtie op de oppervlakte van dat Net plaats grijpen, en wel te meer naarmate het meer oppervlakte aanbiedt.

Tot dusverre ROHLAND. Die heeft ook voor het eerst waarnemingen gedaan, eerstens: over het evenwicht dat zich instelt onder de bases bij de substitutie derzelve in de zeolitische verbindingen, welke men in de Thon moet aannemen, en ten tweede over den invloed van de vermenging der Thonen met allerlei stoffen van allerlei aard (organische stoffen, anorganische Ionen, kleurstoffen enz.) en met verschillende chemische samenstelling, op het *al* of *niet* doorlatend vermogen van de Thon.

Het lijdt geen twijfel, of deze en dergelijke onderzoeken zullen mettertijd over het wezen der Plasticiteit licht kunnen geven, al vermeederen zij voorshands slechts ons materiaal van verzamelde, doch nog niet logisch geordende feiten. <sup>2)</sup> Reeds kunnen wij het hoogstwaarschijnlijk achten, dat het verweerde aluminiumsilikaat, hetwelk aan de klei of kaolin ten grondslag ligt, uit zich zelf *niet* plastisch is, maar dit eerst wordt door eene vermenging met of inmenging van geleichtige stoffen. Daarom wordt de plasticiteit verhoogd door eene toevoeging aan de klei van kolloïdale stoffen, zooals de Hydrogels van  $\text{SiO}_2$ , van  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , en zooals dextrine, vele organische stoffen enz. Het is bovendien de vraag, in hoeverre de klei zelve kolloïdaal wordt, als zij water heeft opgenomen.

<sup>1)</sup> Dit komt in de Agrikultuur-Chemie te pas.

<sup>2)</sup> ROHLAND heeft reeds, door het al of niet doorlaten door Thon, scheidingen kunnen bewerken tusschen verzadigde en niet-verzadigde koolwaterstoffen, tusschen zuurstofhoudende en zuurstofvrije organische stoffen. Ook heeft hij individuele verschillen in dit opzicht waargenomen bij verscheidene Thonen, en ten tweede een elektief absorbtievermogen bij Thonen gestaafd. Hij vindt dat kleurstoffen het sterkst geabsorbeerd worden, als zij radikalen van eene ingewikkelde samenstelling bezitten. Daartoe behooren ook de rottende kolloïden der dierlijke faekalien. De kolloïden houden ook de Ionen van het Koolzuur en van het Phosphorzuur in hun weefsel vast, maar *niet* de Ionen  $\text{Cl}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ .

E. MITSCHERLICH deelt de meening niet van WOLLNY, ADOLF MAYER, R. A. SACHSSE, ARTHUR MÜLLER en A. F. HOLLEMAN, over de werking van zoutoplossingen op het doorlatend vermogen van de Thon en op de omzetting van de korrelstructuur in de kruimelstructuur en omgekeerd. Hoe of hij die werking evenwel verklaart, en zijne beschouwingen over de oorzaken van de vermindering der cohaesie tusschen de kleideeltjes zijn mij onverstaaubar gebleven.

D. J. HISSINK (Wageningen) en G. DEN BERGER (Batavia) hebben ook hunne denkbeelden over de plasticiteit van de Thon medegedeeld, op grond van vele waarnemingen en onderzoekingen over het doorlatend vermogen van de Thon. Zij onderzochten den invloed daarop van:

1. De laagsgewijze vorming;
2. Water;
3. Zoutoplossingen (van NaCl, NH<sub>4</sub>Cl, KCl, CaCl<sub>2</sub>);
4. Menging met humus;
5. De vervanging van eene zoutoplossing door water.

De kromme lijnen van het doorlatend vermogen werden gekonstrueerd met de koördinaten; als ordinaat het aantal milligrammen vloeistof die doorgelaten werden (1 mGr. = 1 mM.) en als abscis het aantal dagen, die de proef duurde (1 dag = 4 mM.). De oplossingen hadden eene sterkte overeenkomende met die van één procent NaCl.

DEN BERGER knoopte daaraan beschouwingen vast over het *diffusie-vermogen* dier zoutoplossingen in de Thon en in de kolloïden der Thon. Deze kolloïden zijn Hydrogel van kiezelzuur, van ijzeroxyde, van humusstoffen en van de zeolithische bestanddeelen des bodems. Deze zeolithen zijn chemische of absorbtieverbindingen van kiezelzuur met aluinaarde (ook ijzeroxyde en oxydule) en bases (kali, magnesia, kalk, natron), die in den bodem voorkomen.<sup>1)</sup>

GANS heeft ze voor het eerst in Duitschland aangenomen en kunstmatig bereid. Hij heeft met die zeolithen de ruilingen der bases, evenals G. J. MULDER (en later ik zelf), met de bouwaaarde verkregen, dus met veel NaCl de Magnesia, de Kalk en de Kali door Natron vervangen.

Bij die proeven is bemerkt, dat het gevormde natronzeolith den bodem het Doorlatend Vermogen kan ontnemen en dus den bodem verstoppen. Deze uitkomst is onverwacht en van het hoogste belang voor onze kennis van de doorlatendheid van de Thon.

<sup>1)</sup> G. J. MULDER heeft ze voor het eerst zoo genoemd, en RAUTENBERG heeft hunne werking beschreven. (Zie mijne verhandelingen over hun absorbtievermogen in Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Band XXI, 1877, S. 135—191.

Evenwel, de onderzoekingen van HISSINK en van DEN BERGER, hoe zeer in bijzonderheden afdalende, hebben te onzekere en onbesliste uitkomsten opgeleverd, om daaruit voor het doorlatend vermogen van de Thon en voor de verklaring van het wezen der plasticiteit zekere en afdoende gevolgtrekkingen te maken.

*Uit het bovenstaande overzicht (V) van de gevoelens der schrijvers over de oorzaken der Plasticiteit, blijkt ten duidelijkste, dat haar wezen nog verre van doorgründ is.*

Wel is het zeker, dat de Thon- of kaoliendeeltjes als Hydrogel stoffen in kolloïdalen toestand moeten bevatten, want alle bovengenoemde schrijvers stemmen daarin overeen. Maar noch de fijnheid of fijnverdeeldheid der deeltjes, noch de structuur der lagen, noch de chemische samenstelling der Thon, noch haar watergehalte, geven daarover het gewenschte licht; alleen de kolloïdale gesteldheid zou dat kunnen geven. Evenwel ook die verklaring is vooreerst niet voldoende.

Zoo blijft ons ten slotte als oorzaak der Plasticiteit alleen de voorstelling van ROHLAND over, dat zij wordt voortgebracht, *onder den invloed der elektriciteit, door een netvormig coagulum in de Thonzelfstandigheid.*

Evenwel: die voorstelling kan nog geen aanschouwelijk mechanisch beeld geven van de plasticiteit, noch van het rijpingsproces van de kaolin-thon in koelkelders, welk proces de Kaolin voortbrengt, die voor de porceleinindustrie geschikt is.

*Leiden, Juli 1910.*