



*V. d. W.*

## De Kaolienvorming

DOOR

J. M. VAN BEMMELEN.

In het Chemisch Weekblad van 19 Maart 1910 No. 12 deelt Dr. D. J. HISSINK mede, er op te moeten wijzen, dat de door mij in het Weekblad van 27 November 1909 voorgedragen theorie over de vorming van kaolien door pneumatolytische processen sinds den laatsten tijd niet meer algemeen erkend wordt. Hij haalt daarvoor een artikel aan van STREMME over „Kaolinbildung” in de „Zeitschrift für prakt. Geologie”, Jahrgang 1908, Seiten 122—128, en een artikel van STREMME en van GAGEL in het „Centralblatt für Mineral. u. s. w.”, Jahrgang 1909, Seiten 427 und 467. Ik geloof evenwel, dat deze mededeelingen tot vele bedenkingen aanleiding geven en niet als eenigszins bewezen aangenomen kunnen worden.

Deze artikels van STREMME, GAGEL en nog eenige van BARNITZKE en van RICHARD LANG, en mededeelingen van WÜST en SELLE, waren mij door Prof. GRUTTERINK, te Delft, reeds vóór eenigen tijd bekend geworden en zijn verwerkt in de Duitsche vertaling en omwerking van de verhandeling, welke reeds in het Chemisch Weekblad van 1909, No. 48, verschenen is. Deze vertaling en omwerking had ik reeds inge-

zonden aan de „Zeitschrift für anorganische Chemie” (uitgegeven door G. TAMMANN en RICHARD LORENZ). Zij zal eerstdaags in het licht verschijnen.

Het was mij daardoor reeds gebleken, dat de meeningen van STREMMER en anderen bestreden zijn en vele bezwaren opleveren, en dat zij de theorie van RÖSLER, die door STREMMER wordt afgewezen, niet wederleggen. Het zij mij daarom thans veroorloofd hier kortelijk mede te deelen, wat ik in de Duitsche omwerking over dien strijd heb aangevoerd.

STREMMER, WÜSTE en SELLE zijn (volgens de artikels in de „Zeitschr. f. prakt. Geol.”) tot de oudere theorie van RAMMANN teruggekeerd, die leert dat de kaoliniseering van het gesteente onder eene bedekking met eene veenlaag (van eocene of miocene bruinkolen uit de tertiairperiode) ontstaat door de inwerking van humuszuren en koolzuur. Zij meenen, dat daarbij eene gewone en normale verweering van boven naar beneden plaats heeft. Koolzuur zoude het hoofdmiddel der ontleding zijn. De veldspaten zouden de kaolien leveren als eene grauwe aarde. RÖSLER noemt dan ook deze theorie de grauwe aarde-theorie. STREMMER vermeldt, dat hij deze kaolienvorming waargenomen heeft in Saksen, bij Halle, Meissen en Bautzen; ook in het Erzgebirge, in de Rhön, in den Vogelsberg, in den Harz. Hij loochent de *pneumatolytische vorming en de vorming door Thermen*. Hij geeft wel toe, dat het ontstaan onder veenen niet alle gevallen van kaolienvorming verklaart, maar beweert toch dat in een veen (zoals de bruinkool) de meest geëigende factoren aanwezig zijn om  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , MgO, CaO en Alkalien uit het gesteente op te lossen en weg te voeren, totdat zich kaolien heeft gevormd.

De witte verweering van de Porphyren schrijven WÜSTE en SELLE aan eene kaolienvorming toe. STREMMER acht het als een sinds lang vastgelegd feit, dat kaolienbeddingen naar de diepte toe in vast gesteente overgaan, alzoo als eene van boven naar beneden allengs voortgaande verweering. Op eene diepte van 14 Meters meent dan ook WÜSTE een overgang van kaolien in oorspronkelijk gesteente waargenomen te hebben.

Evenwel, wat STREMMER voor een lang vastgelegd feit houdt, is volgens RÖSLER volstrekt niet bewezen.

BARNITZKE (die overigens STREMMER bestrijdt) voert eerst eenige gronden aan, die STREMMER's meening schijnen te bewijzen, bijvoorbeeld dat de Porceleinaarde in vlakke bedekkingen kan waargenomen worden, en allengs in onderliggend gesteente schijnt over te gaan, en ten tweede dat alle door RÖSLER aangenomene begeleidingsmineralen reeds in het oorspronkelijk gesteente zijn te vinden. Dit geldt vooral van de

*Graphiet.* Zelfs is deze in eene smalle sterk begrensde spleet (van 1-2 cm. dikte) waargenomen. Het ontstaan van graphiet uit koolwaterstoffen door reductie wordt dan ook het meest betwijfeld.

Tegen STREMMÉ, WÜSTE en SELLE voert echter BARNITZKE vele bezwaren aan. De witte verweering van de Porphyren, die door WÜSTE en SELLE is waargenomen, bestaat niet uit echte kaolien in den zin der Mineralogen, maar is een produkt van een allengs plaats hebbend uitloogingsproces. Sericit is dikwijls voor kaolien aangezien. De hangende kolen-moerassen in de bruinkolen-vlotten (Flöszten) bewijzen volgens BARNITZKE niets voor den kaolienthon onder deze omstandigheden, en wel des te minder, naarmate zij een jongeren ouderdom hebben. Evenzoo weinig bewijst het voorkomen van eenen met bruinkolen doorspikkelden kaolienthon in het hangende van een vlot, in de nabijheid van een bruinkolenrevier, iets voor eene kaolienvorming, zooals STREMMÉ zulks meent. De porceleinaarde is ouder dan de bruinkolen. Onder den bruinkolenhorizont liggen kapselthonen, die het aanwezig zijn van primaire kaolienbeddingen reeds vóór den tijd der bruinkolen bewijzen. Hunne vorming spreekt er voor dat de bedding der kaolien vóór de periode der bruinkolenvorming een tijdlang reeds gereed aan de oppervlakte gelegen heeft.

Evenzoo weinig als in Halle kan het onderzoek van het voorkomen van kaolien in Meissen de hypothese der kaolienvorming door daarboven liggende veenen steunen. Wel heeft BARNITZKE een infiltratie van humusstoffen in kaoliengroeven bij Halle waargenomen, waar het kolenvlot boven de porceleinaarde ligt, maar deze infiltratie acht hij hier duidelijk eerst na de kaoliniseering te hebben plaats gehad en niet daarvóór; zij is toen tot stilstand gekomen.

Bovendien liggen niet altijd bruinkolenlagen in de nabijheid van kaolienbeddingen.

Uit dit alles blijkt wel duidelijk hoezeer men dwalen kan bij de beoordeeling van de opvolging der lagen zoowel in den ouderdom als in het samenkomen van de kaolien met andere lagen.

Tegenover STREMMÉ, WÜST, SELLE blijft BARNITZKE een aanhanger van RÖSLER's theorie, ofschoon hij de zwakke zijden daarvan erkent, zooals boven uiteengezet is.

Hij heeft zich niet tot lokale beperkte en onvolledig bekende (wat den ouderdom der lagen betreft) waarnemingen, noch tot Bausch-analysen (zooals STREMMÉ) bepaald, maar weder proeven genomen over de inwerking van Fluorwaterstof op het gesteente. Hij heeft een oud

Porphier en Piksteen in een met Platina bekleden Autoklaaf, welke 200 atmosferen druk kon verdragen, verhit bij eene temperatuur van 200—365° (de kritische temperatuur van water) gedurende  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  uur. Het gesteente bij zijne proeven gebruikt was fijnpoeder of splijt-blaadjes of glasslijpsel. De  $\text{Flu}$ -oplossing had eene verdunning van 1 : 10. Eene meer gekoncentreerde oplossing mocht niet genomen worden, wijl zij het gesteente zou opgelost hebben. Bij de inwerking werd de dubbelbreking geheel opgeheven.

Was er  $\text{CaO}$  aanwezig, zoo werd zeer ligtelijk  $\text{CaFl}_2$  gevormd. Eene vorming van mineralen, welke RÖSLER tot de begeleidende rekent, werd niet waargenomen. Ook kaoliniet werd niet met zekerheid herkend. Soms werd amorph kiezelzuur afgescheiden. De uitkomst der proeven was dus niet zoo goed geslaagd als bij die van COLLINS met orthoklas.

Evenwel, alles wat omtrent het voorkomen van kaolien in Halle, Meissen, Bautzen, door STREMMER is gevonden, mag niet als algemeen geldend verklaard worden. De kaolien treedt volgens BARNITZKE in gansch anders gestelde ligplaatsen op. Daarom meent deze, dat de pneumatolytische vorming onvoorwaardelijk moet erkend worden.

Volgens de meening van verscheidene geologen heeft echter RÖSLER nog niet al de wijzen, waarop kaolien kan gevormd worden, en kan voorkomen, uitgeput. Volgens de laatste onderzoekingen van E. GAGEL <sup>1)</sup> zou kaolien nog op een veel eenvoudiger wijze door gewone verweering kunnen ontstaan.

Want GAGEL heeft voor korten tijd medegedeeld, dat hij in den zomer van 1908 te Geisshübel bij Karlsbad, op de plaats waar de Geisshübler mineraalwater-bron uittreedt (de Elizabethbron) eene plaats heeft waargenomen (toen de opruimingswerken rondom de plaats van uittreding der bron ondernomen waren, teneinde de bron op eene grootere diepte te vatten), waar de wanden van de schacht uit eene bijna sneeuw witte kaolien bestonden. Het gesteente was graniet, hetwelk volkomen in kaolien was overgegaan, maar nog de graniet-structuur tot eene diepte van 50 M. volkomen behouden had. Dieper was zij niet waargenomen. De kaolien was sneeuw wit, murf, slechts rood gevlamd door streepen van een waterarm ijzeroxyd. <sup>2)</sup> Het water van de bron heeft eene temperatuur van 14°.4 C. en is een zwak koolzuurhoudend mineraalwater met 9.411 % koolzuur in 100 c.c.

<sup>1)</sup> Centralbl. für Miner. u. s. w. Jahrg. 1909, 429—447.

<sup>2)</sup> Deze roode kleur bewijst volgens het onderzoek van v. BEMMELEN en van RUFF, dat het IJzeroxyd waterarm is (GAGEL, bladz. 475).

(= 27.55 %) en met 0.118 % zouten. De Thon van de Kaolien, na aftrek van 11.32 % onontlede silikaten en Kwarts (dus de *Kaoliniet*) bevat:

120 gew. d.  $\text{SiO}_2$  — 102 gew. d.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 37 gew. d.  $\text{H}_2\text{O}$  in roode Kaolien,  
 120 " " — 102 " " — 38 " " in witte Kaolien,  
 dus eene verhouding van:



hetgeen de samenstelling der Kaolien aangeeft.

De inwerking van het veen is door de ligging van de graniet ten eenen male uitgesloten. De Kaolien is zuiver sneeuwwit en niet grauw of vuilbruin, zooals dit het geval is bij het voorkomen onder veen. Hier zou alzoo, volgens GAGEL, het koolzuur als eenig en voldoende agens van de kaoliniseering bij de gewone temperatuur gevonden zijn.

Evenwel, het blijft de vraag of de bron niet uit een lateren tijd afkomstig is dan de kaolienvorming. Het is niet bewezen, dat het bovenste gedeelte der spleet en wat daarboven lag, niet afgerodeerd en verdwenen is, en of de bron niet veel later ontstaan is, en door de tegenwoordige schacht een weg gevonden heeft. Het blijft toch zeer onwaarschijnlijk dat koud water het vermogen gehad zou hebben om eene granietmassa volkomen in Kaolien om te zetten.

Het verst verwijdert zich RICHARD LANG van de pneumatolytische theorie van RÖSLER. Want hij neemt aan, dat de Kaoliniet zich uit eene waterige oplossing kan afzetten, en dus in dit geval niet meer als een rechtstreeksch verweeringsprodukt van een silikaatgesteente beschouwd kan worden. Hij heeft dit geval waargenomen in de Zwabische „Stubensandstein“, als de kalk uit dezen zandsteen door uitziepelingswater uitgeloozd is, terwijl intusschen de veldspaten van het gesteente ontleed worden. Daardoor moeten holle ruimten ontstaan zijn, en in deze ruimten moet het ontledingsprodukt na deszelfs oplossing weder afgezet zijn als bundels van Kaoliniet; zooals door het mikroskoop thans waar te nemen is. LANG voert dus, evenals GAGEL, de kaolinietvorming op eene inwerking van koud koolzuurwater terug.

Daardoor zou dan te verklaren zijn, dat deze vorming tegenwoordig nog plaats kan vinden en door LANG zoowel in het Diluvium als in het Alluvium gevonden is, als zijnde voortgebracht door indringing van doorziepelend water in de diepte.

1) 2 Mol.  $\text{H}_2\text{O}$  vereischen 36 gew. d.  $\text{H}_2\text{O}$ .

Is de Genesis van Kaolien volgens GAGEL reeds onwaarschijnlijk, nog onwaarschijnlijker is die volgens RICHARD LANG en nog problematischer.

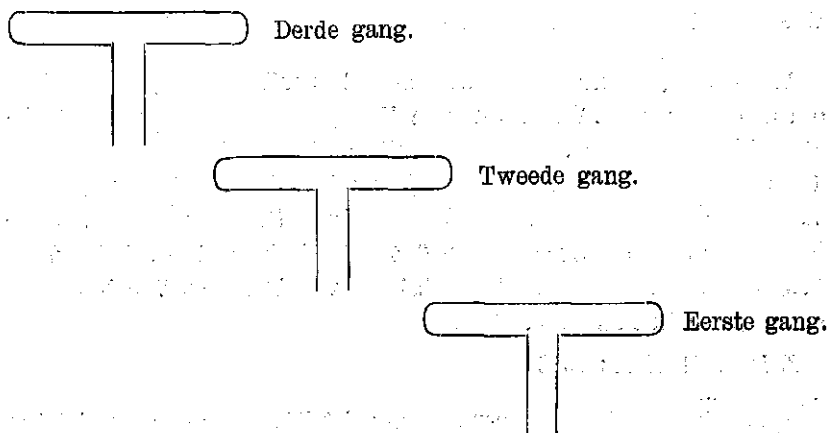
Hoe dit alles moge zijn, wij moeten aan de theorieën van STREMMÉ, WÜST, SELLE, GAGEL, RICHARD LANG enz. onze volle aandacht schenken en ons nog altijd afvragen of *Kaolien* ook door gewone verweering van boven naar beneden, uit graniet, kwartsporfier enz. kan ontstaan, al heeft daarnevens ook een pneumatolytische ontleding plaats. Wanneer eene gewone verweering plaats heeft, kan daarbij het oorspronkelijk gesteente ook een laagsgewijzen overgang in Kaolien vertoonen. Men kan niet altijd dadelijk bemerken of men met pneumatolytische ontleding dan wel met gewone verweering te doen heeft.

Het laagsgewijze voorkomen en de langzame overgang zijn eerstens mogelijk als werkelijk Kaolien zonder eenigen twijfel aangetroffen wordt, die door gewone verweering is ontstaan. In dat geval moet men geen Kaoliengang, dus geene met Kaolien opgevulde spleet, of geen overblijfsel daarvan in het gesteente vinden.

Ten tweede zoude men op eene sekundaire ligplaats in het gesteente hebben kunnen stuiten. Dan ligt de Kaolien niet meer in zijn oorspronkelijke ligging. Een plotselinge overgang van Kaolien in het gesteente of omgekeerd zou dan mogelijk zijn, en het is moeielijk te beoordeelen, welk geval van verweering men dan voor zich heeft.

Ten derde: als men in het gesteente een Kaoliengang ontdekt heeft, dan is eene pneumatolytische vorming wel waarschijnlijk. Maar wanneer deze nog niet ontdekt is, doch men is op overblijfsels daarvan gestooten, of op Kaoliennesten op geïsoleerde plaatsen, dan kunnen deze wel tot verschillende dwalingen aanleiding geven, maar toch nog eene verklaring vinden. Wanneer bijvoorbeeld de gassen in eene spleet van het gesteente ingedrongen zijn, dan kunnen zij het gesteente op deze plaats opheffen en zich horizontaal uitbreiden. Het doorbrokene gesteente kan daardoor eene vlakke tongvormige afzetting verkrijgen. Deze vorming kan zich op verschillende horizontale afstanden en vertikale hoogten herhalen, zooals onderstaande figuur *schematisch* aanwijst.

Deze afrodeering kan den samenhang tusschen de spleet en derzelve horizontale uitbreiding gedeeltelijk doen verdwijnen. Daardoor kunnen Kaoliennesten gevonden worden, die schijnbaar *niet* pneumatolytisch ontstaan zijn, en toch daartoe behooren. Deze kunnen op een niet onbeduidenden afstand van de oorspronkelijke spleet gevonden worden, zoodat zij schijnbaar geïsoleerd liggen.



De Kaolien in dezen gang of gangen kan van een mantel omgeven zijn, die een overgang vormt van het oorspronkelijke gesteente in Kaolien. Het gesteente is dan op zulke plaatsen slechts ten deele aangetaast, evenals bij de gewone verweering. Het geval van eenen overgang, die slechts schijnbaar tot de gewone verweering gerekend kan worden, zou op deze wijze te verklaren zijn.

Al deze beschouwingen mogen daartoe dienen om toe te lichten, dat het niet gemakkelijk is om uit te maken, of men met eene gewone of met eene pneumatolytische verweering te doen heeft, en om het verschil van meeningen te verklaren.

Welke verklaring men voor de Kaolienvorming ook aanneemt, in elk geval moet de oorzaak nog gevonden en toegelicht worden, waarom bij de gewone verweering nevens het silikaat **A** nog een kaolienachtig silikaat **B** ontstaat, welks samenstelling tusschen  $3$  en  $2 \text{SiO}_2$  schommelt, en die aan de formule  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2(\text{SiO}_2) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$  slechts nabij komt; terwijl toch de formule van Kaolien, zooals GAGEL nog onlangs bevestigd heeft, met deze formule nauwkeurig overeenstemt.

Bij den strijd der meeningen onder de Geologen over 1<sup>o</sup>. het voorkomen van de Kaolien, 2<sup>o</sup>. over den ouderdom en de opvolging der lagen, 3<sup>o</sup>. over de verschillende vormingswijzen, 4<sup>o</sup>. over de primaire of sekundaire ligging, kunnen wij slechts afleiden, dat de vorming van de Kaolien nog vele onzekerheden aanbiedt en mogelijkerwijze op verschillende wijzen heeft plaats gehad. Evenwel, eene pneumatolytische vorming volgens RÖSLER heeft nog altijd de grootste waarschijnlijkheid voor zich, zelfs in die gevallen waar de gewone ver-

weering tot nog toe aangenomen wordt. 1)

Aan het slot dezer beschouwingen is het mij een aangename plicht om den Heer A. L. W. E. VAN DER VEEN, konservator van het Geologisch Museum dezer Universiteit, mijn besten dank te betuigen voor de hulp en de inzichten die hij mij verschaft heeft, bij de bewerking van het hoofdstuk over de Kaolienvorming. De meeste ideën, welke ik vroeger bij de bewerking van § 4 (dit Weekblad 1909, bladz. 970—978) en vooral thans bij het schrijven van blz. 6 en 7 heb voorgedragen, heb ik hem te danken.

Leiden, 31 Maart 1910.

---

1) Het is voorzeker zeer merkwaardig, dat RÖSLER en STREMMER tot hetzelfde besluit zijn gekomen (*Zeitschrift für praktische Geologie*, Jahrgang 17, blz. 254 en 445). RÖSLER schrijft (blz. 259): *dass schliesslich STREMMER'S Theorie vor wie nach unbewiesen in der Luft schwebt*, en evenzoo schrijft STREMMER: *dass RÖSLER'S Theorie vor wie nach unbewiesen in der Luft schwebt*, dus met dezelfde vriendelijke (!) bewoordingen.