

afgestoken wanden en grote vierkante spelonken ontwaren, die de gedachte wekken aan een kerkhof voor reuzen. Met dat al is hier weer schoonheid grondig verknoeid.

Gelukkig is er nog wat anders gespaard gebleven. Als men van uit het Ahrdal stijgt voorbij Neuenahr, krijgt men links een prachtig uitzicht op de Eifel en waant men een Javaans landschap te zien met groene bergbellingen en mooie vulkaankegels, welke aan de horizon boven het vlakke leisteengebergte uitsteken.

Bij Maria-Laach opent zich een prachtig perspectief van water, groen en bergen: een hoge ringwal van afgebrokkelde vulkaanranden draagt aan de binnenzijde een krans van dennebossen, welke een helder spiegelend meer omzomen, de ruim twee km wijde Laachersee, welke een dubbele krater opvult.

Aan de oever bij de aanlegplaats der bootjes is het niet moeilijk een paar ietwat grauw uitzierende stukken puimsteen uit de bodem te krabbelen, als bewijs van vroegere vulkanische werkzaamheid.

Verderop in de Eifel zijn meerdere van deze met water opgevulde vulkaantrechters te vinden, welke daar Maare heten: de Weinfeldermaar of Totenmaar met duidelijke ringwal, de Wanzenboden met ringwal en bijkegel, de Gemündenermaar met mooie weerspiegelingen van aangrenzende bospartijen.

Over 't algemeen zijn de Maare slechts een halve km wijd en 20 tot 50 meter diep in 't midden. De trechtervormige verbreding ontstond door 't gewelddadig uitbreken van de gassen, die bij de grote druk massa's doorbroken gesteente wegslingerden en aan de randen, waar de minste weerstand was, nog effect sorteerden. De puinen en de vulkanische as vormden tuflagen, maar geen kegels als op Java, daarvoor was de werkzaamheid te kort: hoogstens werd een ringwalleetje gevormd.

Wie belangstelling heeft voor dergelijke fenomenen, kan er meer vinden: Pelm met de Wolfschlucht, welke door de Berlingerbeek in een lavastroom is ingesneden; Hohenfels, waar de lavastroomblokken van de Hochfelsvulkaan de huizen bijna raken; Bertrich met zijn z.g. Kaasgrot van verweerde kaasvormige bazaltblokken; Daun met ruim 500 minerale bronnen in de omtrek; en nog zoveel meer.

Hilversum, 1952.

ENKELE OPMERKINGEN OVER DE HERKOMST VAN LÖSS.

door

Dr D. P. ERDBRINK

Zoals de lezer, die zijn FABER (4) kent, wel weten zal, zijn de herkomst en de wijze van afzetting van onze Limburgse klei, welke ook wel löss wordt genoemd, nog steeds controversiale onderwerpen, al schijnt de strijdbijl te dien aanzien momenteel begraven te zijn. Reeds het feit, dat FABER (op. cit., p. 307) voorzichtig verklaart, dat het niet zeker is of „de Limburgse „klei” wel löss mag worden genoemd”, als men uitsluitend een grondsoort met een aeolisch ontstaan zo wil noemen, bewijst al, dat er vele uiteenlopende meningen over dit zo merkwaardige sediment bestaan. Vermoedelijk de meest omvattende en tevens de algemeenste definitie van hetgeen onder löss verstaan dient te worden, is te halen uit een combinatie van wat hieraangaande geformuleerd is door TESCH (9), GRAHMANN (7),

JENNY (8) en FLINT (5). Onder löss moet dan worden verstaan: een okergeel tot bruinachtig of rood, onverhard sediment, dat meestal nog aan de oppervlakte voorkomt en dan als een golvende deken de er onder liggende landschapsvormen bedekt, daarbij vooral aan de lijzijde van uitsteeksels de grootste dikte bereikend. Löss is voorts meestal ongelaagd, homogeen, zeer poreus, kalkrijk, en soms bevat het verticaal staande huisjes van iets harder aaneengekit materiaal, meestal verklaard als te zijn ontstaan rondom plantenwortels. De bekende lösspoppetjes, kalkrijke concreties, zijn een verschijnsel van ondergeschikt belang. De grote homogeniteit van löss veroorzaakt het blijven staan van steile wanden (bij insnijdingen, holle wegen, enz.) in de gebieden waar dit sediment voorkomt. Door de luchtige wijze, waarop de korrels in de löss opeengepakt zijn, is het sediment makkelijk oxydeerbaar; ongeoxydeerde löss heeft een grijsachtige kleur, doch men zal deze zelden aantreffen. Geel, oker, bruin, rood zijn de karakteristieke kleuren van löss. Mineralogisch bezien bestaat löss in de eerste plaats uit kwartskorreltjes, en verder uit bijkomstige bestanddelen, die nogal kunnen variëren in hun onderlinge verhoudingen, of zelfs gedeeltelijk afwezig kunnen zijn: veldspaten, glimmers, hoornblende, zirkoon, granaat, toermalijn, ertsen, calcië, dolomiet enz. Vooral het gehalte aan de laatste twee genoemde, carbonaat-mineralen, kan sterk variëren en derhalve het kalkgehalte van de löss beïnvloeden. De variabele mineralogische samenstelling van de löss zegt dus vaak vrijwel niets over de herkomst van het sediment. Toch is het, zoals ook reeds door FABER werd opgemerkt, bij het onderzoek (door DRUIF, EDELMAN, F. A. VAN BAREN, FAVEJEE en VAN DOORMAAL) van de zware fractie der Limburgse löss, wel gebleken dat de aldaar voorkomende zware mineralen in verhouding veel overeenkomst vertonen met die van het keileem uit onze Noordelijke provincies. Dit is dus wel een sterk argument tegen meningen als die, verdedigd door VAN RUMMELEN en anderen, als zou alle löss in Limburg ter plaatse zijn ontstaan uit de verwerking der locale Krijt- en andere gesteenten. Er zullen ongetwijfeld plaatsen zijn, waar VAN RUMMELEN's hypothese¹⁾ de enige juiste zal zijn: zoals waar een fossielhoudend laagje uit het onverwerde gesteente tot in de löss te vervolgen is. Ook FLINT (op. cit.) geeft enkele voorbeelden uit N.-Amerika, waaruit blijkt, dat löss plaatselijk moet zijn ontstaan vrij dicht in de nabijheid van het moedersediment (meestal rivierafzettingen van zand, grint en slib). Toch is men het er thans in het algemeen wel over eens, dat — behoudens dan deze locale uitzonderingen — *löss een typisch aeolische afzetting is, veroorzaakt doordat vrij constante winden fijne bestanddelen uit andere sedimenten hebben getransporteerd.*

De twee voornaamste leveranciers van löss zijn woestijngebieden en gebieden, waar door water- of ijstransport sedimenten worden afgezet en die nog niet door

1) Ook in het buitenland zijn dergelijke meningen af en toe verkondigd, al of niet gestaafd door bewijzen. BERG (1) en GANSSEN (6) betoogden, dat löss ter plaatse van haar afzetting gevormd is of wordt door verwerking van kalkafzettingen in een droog klimaat. GANSSEN legde er de nadruk op, dat in gebieden met matige regenval de gesteente-verwerking ongeveer ophoudt als de korrelgrootte bereikt wordt, die juist karakteristiek is voor löss, terwijl de veel kleinere deeltjes der kleicolloïden (van de oorspronkelijke kleiafzettingen) vaak worden geaggregeerd tot stabiele deeltjes eveneens van deze grootte. Een steun voor VAN RUMMELEN's opvatting wordt geleverd door JENNY (8), die de door BERG en GANSSEN verdedigde gang van zaken weliswaar niet van toepassing acht op de meeste der uitgestrekte löss-voorkomen (die zich voordoen als een aaneengesloten bedekking van allerlei andere gesteenten naast elkaar), maar een uitzondering maakt voor sommige lössafzettingen op kalksteen.

vegetatie kunnen worden beschermd tegen erosie. In beide gevallen is dus het ontbreken van plantengroei, gekoppeld aan een overheersen van een bepaalde windrichting, een vereiste. Daar dit laatste een klimaatkwestie is, is het niet te verwonderen, dat de gebieden waar, van het Pleistoceen af tot in het Holoceen toe, löss afgezet is, in de gematigde klimaatgordels liggen van het Noordelijk en Zuidelijk halfrond. En het is geen wonder, dat juist het Pleistoceen een tijd geweest is waarin veel löss gevormd werd; de grote gebieden, die door koude van hun plantengroei waren beroofd, waren ideale leverantie-terreinen van het sediment.

Mechanisch bezien, bestaat löss voornamelijk uit deeltjes, waarvan de grootte variëert tussen 60 en 4 micron (volgens FABER, voor de Limburgse löss: tussen 20 en 50 micron). Opvallend en in overeenstemming met de opvatting, dat (de hoofdzak van) de Limburgse löss ontstaan is uit de Noordelijker gelegen afzettingen van glaciële oorsprong, is het gemiddelde verloop der korrelgrootte, dat door TESCH (op. cit.) geconstateerd werd voor diverse löss-voorkomens in Nederland: de fijnste gemiddelden werden in het Zuiden gevonden. Trouwens ook het feit dat er zulk een duidelijk maximum van korrels van een bepaalde grootte te zien is bij löss, wijst op de selectie, welke door windwerking is veroorzaakt.

Tot dusverre werd door de Nederlandse auteurs over dit onderwerp meestal de nadruk gelegd op het ontstaan van de Limburgse löss uit keileem, wegens de overeenkomst aan mineralogische bestanddelen en wegens het kalkgehalte.

Mijns inziens is dat maar ten dele juist, evenals het totaal onjuist is (zoals trouwens ook door FABER werd opgemerkt) om VAN RUMMELEN's opvatting geheel over boord te gooien. Löss schijnt een zeer flexibel sediment te zijn, wat zijn oorsprong betreft; het is een min of meer uniform eindproduct van de vertering van allerlei verschillende gesteenten, terwijl het zowel ter plaatse als op min of meer grote afstand van deze moedergesteenten kan voorkomen. Het is trouwens een geconstateerd feit, dat löss uit oudere Pleistocene afzettingen zich vaak intensief, tot onherkenbaar wordens toe, vermengen kan met afzettingen uit de buurt, die er al eerder waren, of die er later boven op werden gedeponeed (zie FLINT, e.a.).

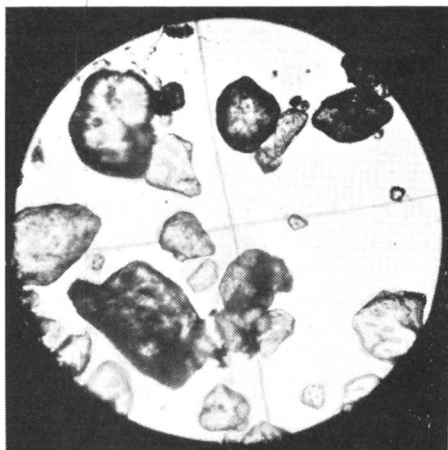
Het is een onomstotelijk feit, dat een groot gedeelte van hetgeen de gletschers hier in ons land aan sedimenten hebben gedeponeed, geen keileem is geweest, maar grover materiaal, neergelegd op de reeds aanwezige en gedeeltelijk opgestuwde delta-afzettingen der rivieren (dus óók zand en grint) en waarvan het residu de keibestrooiing is van de Geologische kaart van grote gedeelten van Utrecht, Gelderland en Overijssel. Haast van zelf duikt dan de vraag op, of de löss in ons land enkel afkomstig is uit de gebieden, waar echte keileem aan de oppervlakte ligt of heeft gelegen, of dat de zand- en grintafzettingen van glaciële en préglaciële herkomst er ook (letterlijk) het hunne toe hebben bijgedragen. Gezien de opvatting, welke door VON RICHTHOFEN in 1877 reeds verkondigd werd (voor het verklaren van het ontstaan van de löss in China uit het zand der Gobi-woestijn), laatstelijk nog gevolgd door FLINT, die uitdrukkelijk ook zandige rivierterrassen en puinkegels als bronnen van de löss noemt, moet het wel zeer waarschijnlijk geacht worden dat de zand- en grintafzettingen uit het midden van ons land, en de daaruit weer ontstane fluvioglaciële sedimenten, leveranciers van löss geweest zijn. Of de löss in Limburg (de lezer zal gemerkt hebben, dat ik niet aarzel de Limburgse klei aldus te betitelen; ze voldoet immers aan de vereisten, in het begin van dit artikel opgesomd) nu wel met absolute zekerheid kan worden geacht te zijn ontstaan uit de préglaciële, glaciële en fluvioglaciële sedimenten uit de Noordelijke helft van Neder-

land? Dat is blijkbaar door vroegere auteurs (althans waar het keileem betreft) voetstoots aangenomen, hoewel dit met zich zou brengen dat de overheersende windrichting, zowel tijdens als vlak na de Riss- en de Würm-ijstijd, pal Noord geweest zou zijn. Gegevens van elders uit Europa (zie o.a. FLINT, op. cit., pp. 184 e.v.) wijzen er echter op, dat de löss-transporterende winden tijdens de aanwezigheid van het landijs een NO.-richting moeten hebben gehad, terwijl de overheersende windrichting vlak na het terugtrekken van het landijs, althans in NW. Europa, Westelijk moet zijn geweest („the cyclonic planetary wind like those of to-day”). De door NO. winden aangevoerde löss zal later voor een groot deel weer naar het Oosten verplaatst zijn door deze Westenwinden, zoals trouwens in heel NW. Europa blijkt, daar hier de löss in het Oosten dikker en meer aaneengesloten voorkomt dan in het Westen.

Hoewel het dus mogelijk is, dat een deel van de löss in Limburg inderdaad van Nederlandse oorsprong is (doordat de löss eerst naar het ZW. geblazen werd, en toen weer, postglaciaal, verplaatst naar het Oosten), zal toch de Noordduitse laagvlakte wel een groot deel geleverd hebben van de in glaciële tijden afgezette löss, en de (toen gedeeltelijk droog liggende) bodem van de Noordzee een deel van de in interglaciële en postglaciële tijden afgezette löss. Gezien het onloochenbare feit, dat er verschillende ijsbedekkingen gedurende het Pleistoceen zijn geweest, dat wil dus ook zeggen verschillende malen een optimum voor het ontstaan van löss, ligt het voor de hand aan te nemen, dat in Limburg verschillende löss-niveaux moeten voorkomen, die elk met ieder dezer bedekkingen, of zelfs fasen daarvan (Riss I, Riss II, Würm I, II en III) te paralleliseren zijn; evenals men dat trouwens in het buitenland reeds lang heeft gedaan. Na de door FABER genoemde poging door J. VAN BAREN om nabij Smeermaas twee soorten löss van verschillende ouderdom te willen onderscheiden (bestreden door REINHOLD), heeft VAN DOORMAAL (3) later weer getracht althans één oudere (misschien twee) en één jongere löss in Limburg te onderscheiden. Hier ligt nog een uitgestrekt terrein braak voor adspirant-stratigrafen!

Komen wij tenslotte nog eens terug op de korrelgrootte van löss en de (niet te ontkennen) mogelijkheid, dat löss een uitblazingsproduct van zand, in plaats van keileem, kan zijn. Men zal zich herinneren, dat löss voor een groot deel bestaat uit fijne kwartssplintertjes. Deze zijn scherp en hoekig, en niet rond, als men ze onder het microscoop beziet (FABER meent dan ook, dat het wat ruw aanvoelen van löss, als men deze fijnwrijft, hierdoor wordt veroorzaakt). Dit scherp zijn der korrels is op zich zelf reeds een argument voor de aeolische ontstaanswijze van löss¹⁾. Men moet zich voorstellen, dat de scherpe kwartssplintertjes zijn ontstaan als „afval” bij de veelvuldige botsingen tussen de grotere korrels, in zand, dat door de wind werd voortgeblazen. Zowel de (gemutileerde) zandkorrels als de afvalsplintertjes zijn duidelijk te zien als een monster zand van een glaciële oppervlakte

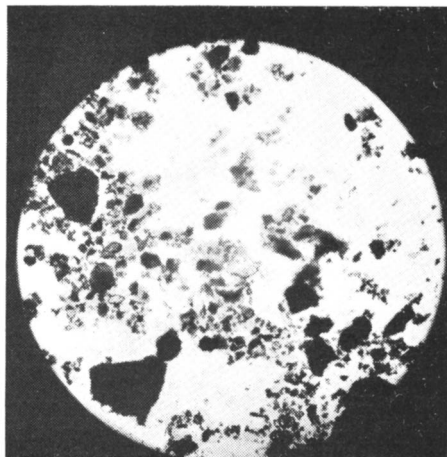
1) Tot dusverre noemde ik nog niet de oudere theorieën, welke aannamen dat löss een door water vervoerd, en in water bezonken, sediment was. Het voorkomen van lössafzettingen langs grote rivieren in Europa en N. Amerika (Rijn, Mississippi) was een der voornaamste argumenten ervóór. Het ontbreken der (in aquatische afzettingen) te verwachten gelaagdheid, behalve op enkele geïsoleerde kleine localiteiten, en het aanwezig zijn van resten van landslakken en landzoogdieren zijn tenslotte argumenten gebleken, waartegen de aquatische theorie het heeft moeten afleggen. Slechts in Rusland (stroomgebieden van Wolga en Dnjepr) schijnen lössafzettingen te zijn, waarvan te be- wijzen is, dat ze in water en over vrij grote uitgestrektheid zijn afgezet.



A



B



C

(bijvoorbeeld een stuwwal) onder het microscoop wordt gelegd (Fig. A). De korrels vertonen practisch niet meer de afgeronde vormen, die zo karakteristiek zijn voor zand dat door water getransporteerd is (rivierzand bijvoorbeeld, zie Fig. B), alhoewel men nog wel kan zien dat de grote korrels van het glaciale of préglaciale zand oorspronkelijk rond geweest, en dus door water (smeltwater wat betreft het glaciale zand, rivierwater wat betreft het préglaciale delta-zand) getransporteerd moeten zijn.

Dat het ontstaan van de scherpe kwartsplintertjes, die onder meer zulk een overheersend bestanddeel van löss vormen (zie Fig. C), uit het onderling botsen van zandkorrels geen kwestie is welke slechts tot het gebied der theorie behoort, is reeds lang geleden aangetoond in de thans vrij weinig bekende dissertatie van J. BOSSCHA (2). Deze ontwierp een toestel, waarmee hij proeven nam aangaande het effect van wind op zand. In een glazen buis van 1 vierkante cm doorsnede en

Foto A stelt voor: Zandmonster (overwegend kwarts) van de vlakte waarop de Kamper klippen rusten, genomen 100 meter ten N. van deze heuvelrug, langs de weg Heerde - de Dellen (Veluwe), 50 cm onder maaiveld. Duidelijk te zien zijn: de sterk verschillende korrelgrootte, en het scherpkantige uiterlijk der grote en kleine korrels. De allerkleinste kwartssplinters zijn even groot als de kwartssplinters in löss. De grootste korrels zijn oorspronkelijk afgerond geweest (hetgeen wijst op watertransport), maar door latere wind-activiteit zijn er scherven uit geslagen en breukvlakken op gekomen. Vergr. $32 \times$ lineair.

Foto B: Zandmonster (overwegend kwarts) van de bodem van het riviertje de Eem, nabij Eembrugge. De korrels (van een orde van grootte gelijk aan die der grootste korrels uit foto A) zijn duidelijk afgerond en van hun scherpe kantjes ontdaan door het transport van het water. Hier en daar zijn de korrels met een weinig detritus omgeven (zwarte verontreiniging langs de randen). $32 \times$ lin.

Foto C: Löss monster, Zuid Limburg. Fijne kwartssplinters, gedeeltelijk met een laagje kalk omgeven, en ander materiaal; alles hoekig, met scherpe kanten, hetgeen wijst op werking van de wind. $32 \times$ lin.

15 cm lengte kon een nauwkeurig regelbare windsnelheid worden opgewekt met behulp van een er op aangesloten gashouder, die met lucht was gevuld. Tegelijk werd een afgemeten hoeveelheid zand, van de buitenlucht afgesloten, geleidelijk aan in de luchtstroom gebracht, door de buis geblazen en aan het einde opgevangen in een kolf. Door vóór en na een aantal malen doorblazen van dezelfde portie zand, dit zand te zeven door een aantal fijnmazige zeven, bleek het, dat er weegbare hoeveelheden stoffijn kwartsgruis ontstonden. Als voorbeeld: Bij 30 maal blazen met een windsnelheid van 17,3 meter per seconde, dat is dus een windsnelheid overeenkomende met de benaming stormachtig (het K.N.M.I. te De Bilt noemt een windsnelheid van 18.3 m per seconde pas storm), ontstond ruim 0.05 gram kwartsgruis met een korrel-diameter van minder dan 116 micron, terwijl er overbleef 31.65 gram zand met een grovere korrelgrootte. De windsnelheid is zeker niet te hoog genomen; ongetwijfeld hebben felle stormen vaak boven de Pleistocene zandvlakten gewoed. Het onnatuurlijke element in de proef, namelijk de mogelijkheid tot botsen met de (overigens gladde, dus geen grote weerstand uitoefenende) glazen wand van de buis, wordt vermoedelijk ruimschoots opgeheven doordat in de natuur zelf bij een zandstorm de afgelegde weg der zandkorrels veel groter zal zijn dan 30×15 cm, en ook de kans op botsingen met de (hardbevoren, dus als een rotsbodem zich gedragende) bodem natuurlijk groot is.

Nog eenmaal terugkomende op de Limburgse löss, wil ik dit artikel besluiten met de opmerking, dat het mogelijk, zelfs uitermate waarschijnlijk, geacht moet worden dat tenminste een deel van deze löss uit diverse zandafzettingen en niet uit keileem is ontstaan. Het enige argument, dat ogenschijnlijk tegen deze opvatting zou pleiten, namelijk de relatieve kalkrijkdom van de meeste Limburgse löss (vergeleken met de aperte kalkarmoede der bedoelde Midden-Nederlandse zanden), terwijl het keileem in Nederland vrijwel overal rijk aan kalk is, kan worden ontzenuwd. Juist de veel grotere doorlaatbaarheid der zanden, en de geringere weerstand ervan tegen watererosie bij een permanent bevroren ondergrond, vergeleken met deze eigenschappen van het keileem, laten zeer goed de veronderstelling toe, dat oorspronkelijk deze zanden even rijk aan kalk konden zijn als het keileem. Smelt- en regenwater zullen de kalk echter vrij snel hebben weggespoeld en weggevoerd, terwijl de wegwaaiende löss er het hare van heeft meegenomen en met zich gevoerd. Plantengroei heeft verder Zuidelijk de löss vastgelegd en bestendiger tegen watererosie gemaakt dan de kale zandvlakten in het Noorden. De oorspronkelijke kalkrijkdom der glaciale zanden, en de door het landijs op de préglaciale zanden gebrachte kalkrijkdom (welke bij uitzondering bewaard gebleven is in de groeven der kalkzandsteen-fabrieken te Huizen, N.H.) wordt m.i. nog bewezen door de geïsoleerde plekjes keileem, her-afgezette keileem en préglaciale leembanden (warven of pseudo-warven), die men op vele plaatsen in Midden-Nederland kan aantreffen midden in de préglaciale en glaciale zanden, welke er de hoofdzaak van het landschap vormen. Deze leemsoorten, ten dele dus van gelijke herkomst als de zanden, zijn steeds rijk aan kalk.

Baarn, Juni 1953.

LITERATUUR

1. BERG, L. S. — Loess as a product of weathering and soil formation. *Pedology*, 2. USSR 1927.
2. BOSSCHA Jzn., J. — Beschouwingen over het zanddiluvium in Nederland. Proefschrift, Leiden 1879.

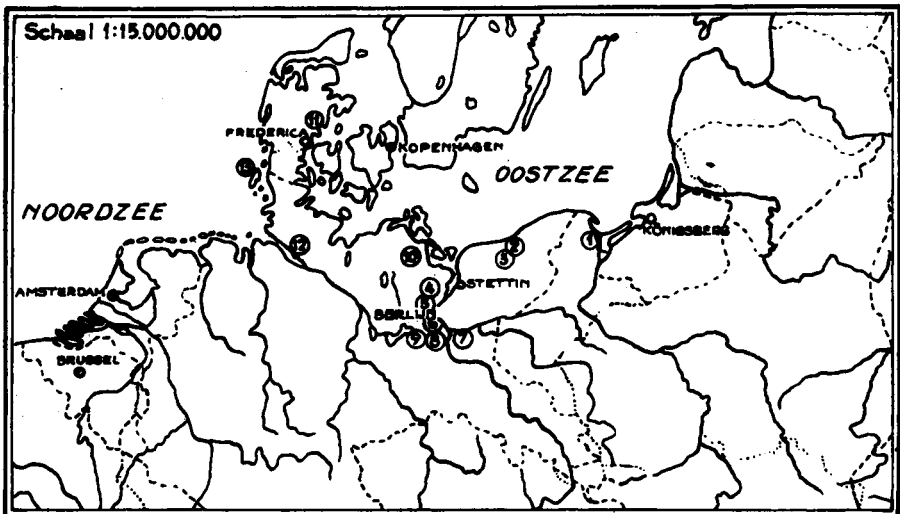
3. DOORMAAL, J. C. A. VAN — Onderzoekingen betreffende de lössgronden van Zuid-Limburg. Proefschrift, Wageningen 1945.
4. FABER, F. J. — Geologie van Nederland. III. Nederlandsche Landschappen. 2e druk. Gorinchem 1947.
5. FLINT, R. F. — Glacial Geology and the Pleistocene Epoch. 2nd ed. New York & London, 1948.
6. GANSSSEN, R. — Die Entstehung und Herkunft des Loess. Mitteilungen Lab. d. Preussischen Geologischen Landesanstalt, Heft 4, Berlin 1927.
7. GRAHMANN, R. — Der Löss in Europa. Mitteilungen d. Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig, Th. 51, 1930—31, Leipzig 1932 (pp. 5—24).
8. JENNY, H. — Factors of soil formation, a system of quantitative Pedology. New York & London, 1941.
9. TESCH, P. — Het begrip löss. Geologie en Mijnbouw, 16e Jaargang, 's-Gravenhage 1938.

LAVENDELBLAUWE VERKIEZELINGEN VAN SILURISCHE OUDERDOM ALS ZWERFSTEEN IN NEDERLAND EN DUITSLAND

door

W. F. ANDERSON

De in ons vorig artikel (Lit. 1) beschreven kaolienzanden van Sylt (13) hebben in Duitsland een grote verspreiding. Hucke (Lit. 2 en 3) beschrijft de volgende



voorkomens (zie nummers op kaartje): Danzig (1); in de provincie Hinter-Pommern: Gollendorf bij Köslin (2) en Belgard (3); in de provincie Brandenburg: Röpersdorf ten Zuiden van Prenzlau (4), Briest bij Passau en Welsow ten Noorden van Angermünde (5), vijf vindplaatsen bij Freienwalde aan de Oder (6), twee vindplaatsen bij Drossen (7), voorts Frankfurt aan de Oder (8), acht ontsluitingen in de buurt van Fürstenwalde aan de Spree (9); in de provincie Mecklenburg: Neddemin ten Noorden van Neubrandenburg (10). In Denemarken Grejsdal bij Vejle (11).