

PYRIETCONCRETIES

door

Dr P. KRUIZINGA

In het Midden-Oligoceen van de Achterhoek van Gelderland en in Twente worden geregeld pyrietconcreties gevonden in de groeven, waaruit leem voor de steenbakkerijen wordt gewonnen. Algemeen zijn deze bekend als markasietknollen of markasietconcreties; de bevolking in die streken kent ze o.a. onder de naam koperpillen, waarschijnlijk vanwege de kleur van het frisse mineraal; koper bevatten zij, zoals wij weten, niet. De enige die in de literatuur hierop een uitzondering maakt is STARING²¹⁾, die terecht spreekt van pyriet en pyrietklompen.

Waarom men ze daarna als markasietknollen of markasietconcreties is gaan aanduiden is mij niet bekend, maar misschien, omdat zij zo verbazend gemakkelijk gaan oxyderen en dan vooral in een vochtige atmosfeer. In korte tijd gaan zij daardoor in de regel te gronde. Markasiet is immers een labiele en pyriet is een stabiele, gekristalliseerde vorm van FeS_2 . Toch vervaardigt men van eerst genoemd mineraal sieraden, die jarenlang goed blijven.

In overeenstemming hiermede zegt SCHNEIDERHÖHN¹⁹⁾ in zijn bekend leerboek, dat markasiet onbepaald lange tijd goed te bewaren is, als slechts geen catalytisch werkende processen optreden en — bij lage temperaturen. Bij $400-450^\circ$ gaat het mineraal n.l. vlug over in pyriet, volgens sommigen reeds bij 350° .

Van dergelijke concreties verzamelde ik zelf een klein aantal in de bekende leemgroeve op de Kuiperberg bij Ootmarsum en verder werden mij enige gezonden door Ir W. GROOTERS uit die van de steenbakkerij de Vlijt bij Winterswijk en door de heer W. F. ANDERSON te Wierden uit de groeve bij Borne. Zij komen echter ook voor in andere jonge formaties van ons land en zo kreeg ik nog een kleine knol uit het Onder-Krijt afkomstig van de diepboring van de Bat. Petr. Mij. bij Delft.

De knollen hebben alle een onregelmatige vorm, variëren sterk in grootte en bovendien verschillen die van de ene vindplaats nog vaak vrij veel van die van andere. Soms zijn zij langgerekt, dan weer meer afgerond, maar ook dunne, vrijwel vlakke plaatjes (van Borne) zijn aanwezig. De zwaarste van de collectie zijn van Winterswijk afkomstig;

er is er één bij van ruim 1,7 kg en een van 1,3 kg, een andere van die vindplaats doet denken aan een geïncrusteerde klep van een grote mossel. Dit exemplaar heeft een oppervlak van $11 \times 12,5 \text{ cm}^2$ en weegt ruim 600 g. De langste weegt ruim 350 g en heeft een lengte van 20 cm. De vorm van deze laatste knol is die van een korte, iets gebogen staaf. Van Borne zijn alleen kleine knollen aanwezig, iets kleiner dan, tot even groot als die van Ootmarsum. Mogelijk is het enigermate toevallig, dat nu van één vindplaats vooral grote zijn verzameld en van de andere alleen maar kleinere. De persoon van de verzamelaar is hierbij natuurlijk ook een belangrijke factor, maar toch komt het mij voor, dat dit niet geheel aan het toeval is te wijten, omdat ik tot dusverre in de groeve van Ootmarsum en bij verschillende gelegenheden, nooit zulke grote vond als mij nu van Winterswijk werden toegezonden, kleine ontbreken daar natuurlijk evenmin.

Het oppervlak is vrijwel steeds zeer onregelmatig, soms zelfs grillig door tal van knolvormige uitwassen en druivetrosvormige aanhangsels en het wordt gevormd door een aaneengesloten massa van kleine kristalletjes van pyriet. Opvallend zijn ook de steeds voorkomende barsten, die geheel het karakter hebben van krimpscheuren en de holten, welke in alle onderzochte exemplaren bleken voor te komen. Op de wanden van deze holten zijn met de loupe, maar vooral met het binoculair microscoop, de octaëdervlakken en soms ook de hexaëdervlakken, of een combinatie hiervan, van pyriet waar te nemen, beter nog dan aan de oppervlakte.

De kleur is grauw met een enigszins groenachtige tint, als gevolg van de aanloopkleuren. Het frisse mineraal is gewoonlijk het best te zien op de breukvlakken. De enige uitzondering maakt hierop het knolletje van Delft. Dit vertoont in het geheel geen aanloopkleuren maar het werd ook eerst onlangs gevonden en op meer dan 600 m diepte, buiten het bereik van oxyderende invloeden.

Van concreties van alle vindplaatsen werden stukjes aangeslepen en gepolijst voor microscopisch onderzoek met opvallend licht. Voor zover zij op deze manier werden onderzocht bleken de knollen alle, op twee uitzonderingen na, geheel uit pyriet te bestaan. De twee uitzonderingen zijn een knol van ruim 300 g uit Winterswijk en het kleine exemplaar van Delft. In deze twee is plaatselijk markasiet aanwezig, maar voor verreweg het grootste gedeelte bestaan ook zij uit pyriet. Als regulair mineraal vertoont dit laatste geen verschijnselen van dubbelbreking, terwijl markasiet, dat rhombisch kristalliseert, zulks wel doet. Bij gekruiste nicols treden daarbij vooral bruinrode, groene en lichtgele tinten op, afhankelijk van de richting van de doorsnede door de kristallen, welke kleuren bij het draaien van de objecttafel wisselen. Terstond

vallen dan de waarschijnlijk volgens het vlak 110 als tweelingen ver-groeide kristallen van dit mineraal op.

Markasiet is bovendien zwak pleochroïtisch. In gewoon licht is dit mineraal ook reeds te herkennen doordat de tint bleker is dan van die van pyriet. Aanwijzingen voor de aanwezigheid van markasiet gaf deze Winterswijkse knol reeds, doordat op een paar breukvlakjes kleine kristalletjes te zien zijn van de gedaante en met de vlakkencombinatie van dit mineraal en die niet eigen is aan pyriet. De mogelijkheid bestond natuurlijk, dat de markasiet pseudomorf in pyriet zou zijn overgegaan, doch dit bleek door het onderzoek niet het geval te zijn.

In de knol van Winterswijk komt markasiet voor als vulling van krimpscheurtjes, welke mogelijk ten dele ongeveer de begrenzing volgen van de vele kleine klompjes pyriet die tezamen de grote hebben opgebouwd; de afzonderlijke markasietkristalletjes zijn meestal dwars op deze scheurtjes georiënteerd. Het Delftse knolletje is samengesteld uit een zeer klein aantal van dergelijke kleine klompjes, waarvan één grotendeels uit makroscopisch te herkennen markasietkristalletjes bestaat. In een paar van deze klompjes, welke zijn aangesloten, blijkt bovendien nog wat markasiet aanwezig te zijn. Waarschijnlijk zal men dan ook bij verder onderzoek zeker wel meer markasiethoudende knollen aantreffen, en de meeste kansen daartoe bieden, naar het mij voorkomt, in het algemeen vermoedelijk de grotere. Zij zijn evenwel uitzondering, want onder ruim 40 exemplaren van Winterswijk vond ik verder maar een meer.

De pyriet is bovendien nog interessant, omdat dit mineraal vrijwel steeds in twee gemakkelijk te herkennen vormen voorkomt, n.l. in een oude en een jongere generatie. De oude generatie is een zeer fijnkorrelige pyriet, die een poreuze massa vormt en daaruit bestaat steeds het grootste gedeelte. Onder het microscoop is zij bovendien te herkennen aan een enigszins bruingele kleur. In een knol van Ootmarsum werden in deze pyriet doorsneden van een aantal kleine foraminiferen aangetroffen, die tot verschillende geslachten bleken te behoren. Zij zijn geheel met pyriet gevuld, terwijl de kalkschaaltjes zijn opgelost. Vooral in een knol van Borne werden in pyriet van de oude generatie microscopisch kleine klompjes opgemerkt, die geheel bestaan uit uiterst fijn verdeelde pyrietkorreltjes (kuitstructuur), welke door SCHNELDERHÖHN¹⁶⁾ worden gehouden voor fossiele zwavelbacteriën, maar tegen deze opvatting heeft SCHOUTEN¹⁷⁾ onlangs, en naar het mij voorkomt, terecht bezwaren aangevoerd. Een fragment van een knol van Winterswijk bevat een stukje hout, zoals ook VAN DER LIJN¹⁵⁾ vermeldt. Plaatselijk zijn de cellen daarvan geheel met pyriet gevuld.

De jongste pyrietgeneratie is grofkorreliger dan de andere en in

het gepolijste vlak zien wij deze als aaneengesloten snoeren van kristalletjes. Evenals de markasiet vult ook deze pyriet scheurtjes. In de grotere kan zij soms de afscheiding vormen van de markasiet ten opzichte van de oude pyriet. Maar een paar keren werden nog dunne snoertjes daarvan in de markasiet waargenomen. De kleur is lichtgeel, in tegenstelling met die van de oude pyriet en de hardheid is iets groter (4.9—5.2). De hardheid van markasiet (4.65—4.88) is eveneens iets geringer dan die van de jonge pyriet. Groot is het verschil wel niet, maar het blijkt bij het polijsten. De jonge pyriet komt hierbij iets boven de rest uit te steken. Het verschil in hardheid tussen de markasiet en de oude pyriet is blijkbaar zeer gering. Waar die aan elkaar grenzen is bijna geen verschil in relief op te merken, al kreeg ik de indruk dat de oude pyriet het zachtst is.

Door de aanwezigheid van deze jongere sulfiden in de Winterswijkse knol is het verband in het centrale gedeelte veel hechter geworden dan in de buitenste zone. In het Delftse knolletje zijn geen scheuren opgemerkt en daarin is evenmin jonge pyriet gevormd. Ook in dit opzicht is het derhalve verschillend van de andere.

Uit ons land vermeldt STARING²¹⁾ alleen „markasiet die spoedig aan de lucht ontbindt” uit leem in het Akens zand en uit leem in het Hervens zand (l. c. deel 2 blz. 355 en 356). VAN BAREN²²⁾ noemt leem uit het Onder-Senoon met pyriet en markasietknollen van een groeve bij Hergenrath ten Zuiden van Aken, in Duitsland (l. c. deel 1 blz. 281). Van geen van deze plaatsen had ik materiaal ter beschikking, maar in verband met de resultaten van het onderzoek der oligocene knollen is het wel wenselijk dat ook van deze laatste plaatsen materiaal wordt onderzocht.

In verband met de verkregen resultaten werden op dezelfde manier nog een aantal markasietknollen onderzocht, merendeels van bekende vindplaatsen in het buitenland afkomstig n.l. uit het Cenomaan van Wettringen, ten Zuidoosten van Bentheim gelegen, uit het Alb van Saint-Pol en uit het Cenomaan van Kaap Blanc Nez, beide in de Boulonnais en één uit het Senoon van de omgeving van Amiens, maar bovendien nog enkele fossielen uit het Alb van Wissant (Boulonnais), n.l. *Hoplites* sp. en *Schloenbachia varicosa* Sow., *Plocoscyphia* sp. (een spons) uit het Cenomaan van Cran d'Escailles (Boulonnais) en uit de Lias van Whitby (Engeland) een exemplaar van *Oxynoticeras oxynotum* Sow.. Deze fossielen bleken alle te bestaan uit grofkorrelige pyriet en terecht spreekt men dan ook gewoonlijk reeds van gepyritiseerde fossielen.

Op twee uitzonderingen na zijn alle onderzochte „markasietknollen” eveneens geheel uit pyriet opgebouwd, dikwijls met een gelimonitiseerde korst.

Toch hebben zij alle een fraaie, radiaalstralige structuur, welke als typisch wordt opgegeven voor markasietknollen. HINTZE¹²⁾ vermeldt in zijn handboek van de mineralogie op blz. 829 onder meer juist het Cenomaan van Kaap Blanc Nez als vindplaats van deze knollen met duidelijke kristallen van „Speerkies”. SCHNEIDERHÖHN zegt evenwel op blz. 173 dat dergelijke knollen en ook die uit de jongere formaties uit pyriet bestaan, uit zogenaamde melnikovitische pyriet, die hierna wordt besproken. Deze uitspraak blijkt ook niet geheel juist te zijn.

De ene afwijkende knol is afkomstig van Wettringen en de oppervlakte wordt gevormd door gelimonitiseerde markasietkristalletjes. Om deze reden zullen bij nader onderzoek van de in Delft in de verzamelingen aanwezige exemplaren misschien nog een knol van die vindplaats en één van Kaap Blanc Nez hierbij kunnen worden geteld. Voor verreweg het grootste deel bestaat genoemde knol uit radiaalstralige pyriet. De kern wordt gevormd door korrelige pyriet, maar de buitenste zone van ongeveer 2 mm dikte bestaat uit markasiet en limoniet. De markasietkristallen liggen niet georiënteerd. Daar tussen komen plaatselijk pyrietkristalletjes voor als verlengstukjes van de radiaalstralige pyriet en enkele kristalletjes markasiet liggen nog in het buitenste gedeelte van de pyriet. Waarschijnlijk is hier markasiet pseudomorf overgegaan in pyriet. Een deel van de markasiet en voornamelijk de buitenste zone daarvan is omgezet in limoniet, doch ook nog iets van de pyriet, de kristalletjes vertonen namelijk duidelijk de tekenen van aantasting. De tweede uitzondering is een stuk van een radiaalstralige knol zonder verweringskorst en zonder vindplaats, maar mogelijk uit Engeland of de Boulonnais afkomstig. Dit stuk bleek geheel uit markasiet te bestaan.

In verschillende langgerekte knollen van Wettringen is behalve in de korst ook nog limoniet aanwezig om een centraal kanaal, dat ontstaan is door limonitisering van de oorspronkelijke kern, welke evenals bij de meer bolvormige, waarschijnlijk zal hebben bestaan uit korrelige pyriet. Sporen van organische resten of iets anders zijn niet gevonden, uitgezonderd gekristalliseerde calciet in één knolletje van Saint-Pol. Aan beide einden bleek zulk een kanaal afgesloten.

Duidelijk is te zien aan de gepolijste doorsneden hoe de limonietvorming langs de kristallen en door scheurtjes tot in de kern is doorgedrongen. Soms is het oorspronkelijke sulfide geheel omgezet of zijn slechts hier en daar nog enkele restanten overgebleven.

Een paar knollen met vuursteen van Caffiers (Boulonnais) met typische kristalvormen van markasiet zijn totaal in limoniet omgezet. Groepen van markasietkristallen zijn verder bekend uit de Gault-mergel van Folkestone en Dover. Microscopisch onderzoek daarvan wees uit, dat deze inderdaad daaruit bestaan.

Markasiet komt derhalve soms voor in de pyrietknollen van genoemde plaatsen, maar moet voor elk exemplaar worden aangetoond en ook markasietknollen ontbreken niet geheel. In verreweg de meeste gevallen is alleen pyriet aanwezig.

Een typische bijzonderheid van de oligocene pyrietconcreties uit de Achterhoek en Twente is, dat zij zo buitengewoon gemakkelijk beginnen te oxyderen en vooral in een vochtige omgeving, zowel in de groeven als in onze verzamelingen. In vrij korte tijd kunnen zij daardoor geheel vernietigd zijn. Ook aan STARING was dit reeds bekend. Knollen welke men enige dagen in huis heeft vertonen reeds een wit beslag van ferrosulfaat. Dit is b.v. nog duidelijk te zien aan enige door VAN DER LIJN¹⁵⁾ afgebeelde exemplaren, maar ook enkele polijstvlakjes demonstreren dit verschijnsel goed. Daar was reeds een dag, nadat zij bewerkt waren, op verschillende plekken een witte massa van ferrosulfaat te zien, die met de dag nog toenam. De kristalnaaldjes waaruit deze massa bestaat kunnen soms zelfs een lengte van 1 cm of meer bereiken, maar er worden ook wel eens waterheldere kristalletjes opgemerkt. In tegenstelling met gips lossen zij in water terstond op.

Bij deze oxydatie ontstaan in de eerste plaats ferrosulfaat en vrij zwavelzuur, waaruit ferrisulfaat gevormd kan worden. Het ferrisulfaat werkt eveneens sterk oxyderend en tast weer pyriet of andere sulfiden aan onder vorming van ferrosulfaat. Wanneer het oxydatieproces dan ook eenmaal is begonnen gaat het onherroepelijk door tot de gehele knol is verwoest.

Verder kan onder bepaalde omstandigheden het ferrisulfaat door hydrolyse overgaan in ijzerhydroxyde.

Blijven de concreties in de leemgroeven aan de oxyderende werking blootgesteld — en natuurlijk geldt dit ook voor de met pyriet gevulde slakkenhuisjes en mosselschelpen — dan ontstaan de bekende groepen van gipskristallen, doordat in het leem een beetje koolzure kalk aanwezig is. Het ijzer verdwijnt grotendeels, maar soms zijn de sporen daarvan nog over in de vorm van een iets bruingekleurde massa. Op het oppervlak van geheel fris uitzierende knollen, die misschien pas bloot gekomen zijn, zitten gewoonlijk reeds kleine gipskristalletjes of een korstje daarvan en zelfs binnen in de aanwezige holten worden zij gevonden.

De concreties van de andere vindplaatsen zijn bestendiger. Een aantal daarvan liggen reeds jaren in onze verzamelingen en hoewel sommige een paar flinke barsten hebben gekregen en in stukken uiteen dreigen te vallen, zijn andere zonder een spoor van vertering gebleven. Bij vele van deze exemplaren is het bij het oxydatieproces blijkbaar gekomen tot de vorming van ferrisulfaat en door hydrolyse daarvan

tot die van limoniet. Aan de knollen van de Nederlandse vindplaatsen is dit verschijnsel niet waargenomen. Het komt daar klaarblijkelijk niet tot de vorming van ferrisulfaat, misschien worden het gevormde zwavelzuur en ferrosulfaat hier direct weggevoerd. Welke reacties bij het oxyderen van de pyrietconcreties kunnen optreden hangt echter geheel af van de plaatselijke omstandigheden en kan van plaats tot plaats verschillen.

De reden waarom deze concreties zo gemakkelijk beginnen te oxyderen, kan natuurlijk niet aan de markasiet worden geweten, omdat dit mineraal in zeer vele knollen helemaal ontbreekt, maar aan de oude pyriet. Juist deze is zeer labiel en daar komt nog bij dat het mineraal voorkomt als een fijnkorrelige, poreuze massa waardoor het oppervlak en derhalve ook de aantastbaarheid zoveel groter zijn.

Deze pyriet wordt wel onderscheiden als melnikovitische pyriet, die door omkristallisatie is ontstaan uit melnikoviet, dat evenals pyriet een verbinding van FeS_2 is, maar met een zeker gehalte aan FeS en met bijna hetzelfde kristalrooster als pyriet. Als kristalvorm komt hierbij veelvuldig de octaëder voor. Melnikoviet is kryptokristallijn en kan een radiaalvezelige structuur bezitten en een concentrische gelaagdheid, wat in verband staat met de oorspronkelijke colloïdale toestand (gel). Dat de concreties uit een gel zijn ontstaan, toont reeds het uiterlijk met zijn soms grillige uitwassen. Vooral voor de binnenkant van mosselkleppen en in slakkenschelpen heeft deze stof een voorkeur om zich af te zetten en die exemplaren, welke wij daarvan in de groeven vinden, zijn nu dan ook met pyriet gevuld.

De structuur van melnikoviet is hier niet meer waargenomen en met enkele door Doss⁶⁾ opgegeven reacties kon deze stof ook niet worden aangetoond. De waargenomen kuitstructuren („zwavelbacteriën”) zijn evenwel ook reeds een zeer belangrijke aanwijzing voor deze wijze van vorming. Bij de overgang van de geltoestand in de kristallijne wordt het water afgescheiden, waardoor een belangrijke volumevermindering optreedt en krimpscheuren en holten kunnen ontstaan.

Het is wel opmerkelijk dat in een knol drie verschillende mineralen kunnen voorkomen, die dezelfde chemische samenstelling (FeS_2) bezitten. De omstandigheden waaronder deze ontstaan, zijn echter geheel verschillend. Voor de vorming van melnikoviet is klaarblijkelijk een basisch milieu nodig. Hoe precies de omstandigheden zijn waaronder dit mineraal dan tot (melnikovitische) pyriet gaat omkristalliseren, of welke factoren daarbij een rol spelen, is nog niet uitgemaakt. Temperatuur, druk en tijd spelen hierbij vermoedelijk ook een belangrijke rol. In elk geval moet de temperatuur laag zijn; opgegeven wordt een temperatuur van omstreeks 30—50° C.

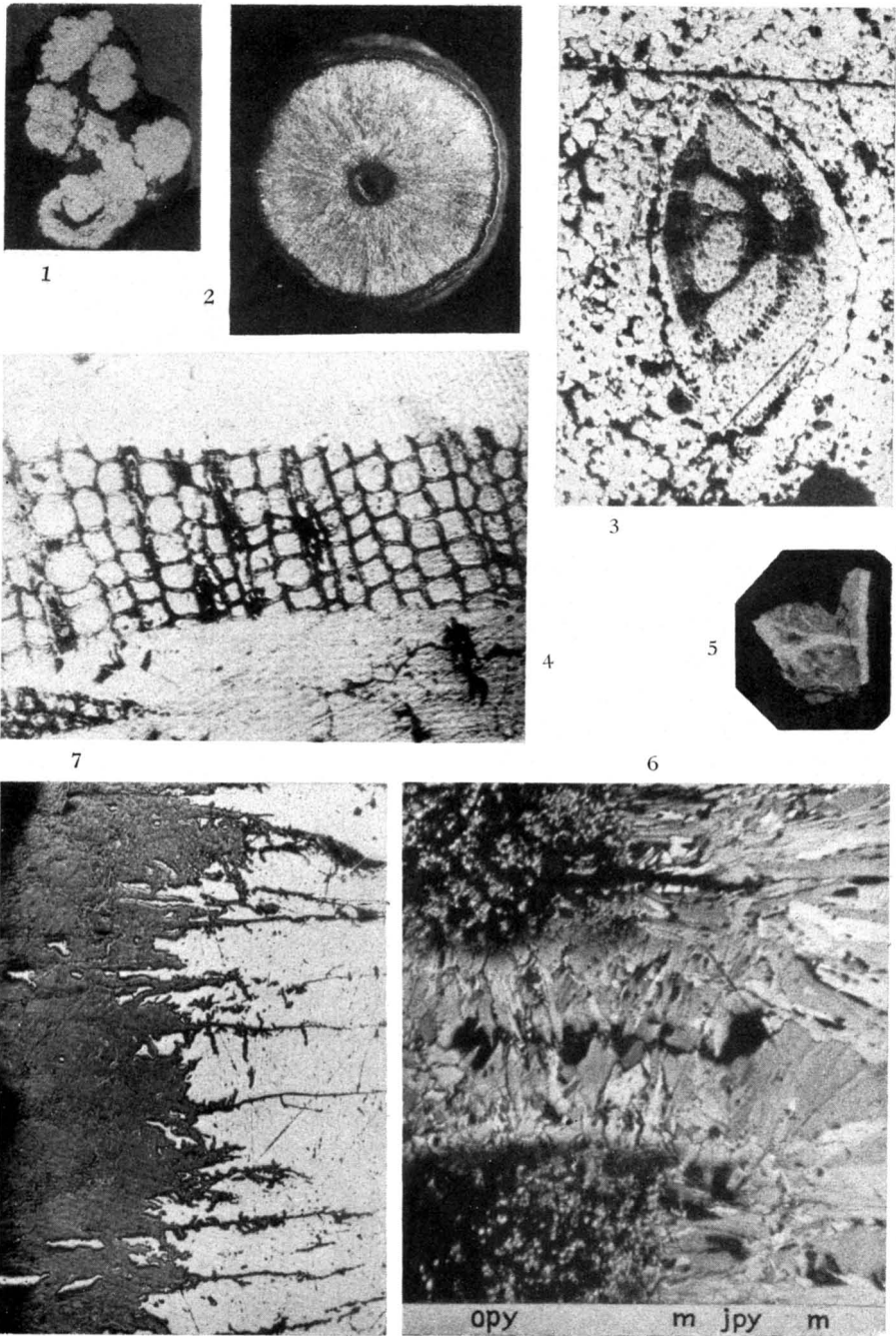
De kans voor de vorming van markasiet is volgens de literatuur-opgaven blijkbaar groter in een zuur milieu, die van pyriet eerder in een neutrale tot basische omgeving. De plaatselijke zuurgraad is hier dus een zeer belangrijke factor en het kan best zijn, dat de verschillen niet eens ver uiteen behoeven te liggen.

Ook omtrent de alleroudste stadia in de vorming der concreties bestaan nog tal van onzekerheden. Zeer waarschijnlijk hebben sulfaat-reducerende bacteriën of stoffen hieraan meegewerkt. Tot deze eerste stadia behoort dat, waarin het zwavelijzer als een colloidaal hydroxyde van FeS, zogenaamde hydrotroiliet voorkomt. Dit schijnt door water-verlies in een colloidaal ijzersulfide (troiliet-gel) over te gaan, dat door opname van zwavel tot een bisulfide wordt omgezet. Ook dit is eerst nog colloidaal, het melnikoviet-gel, dat door kristallisatie tot melnikoviet wordt.

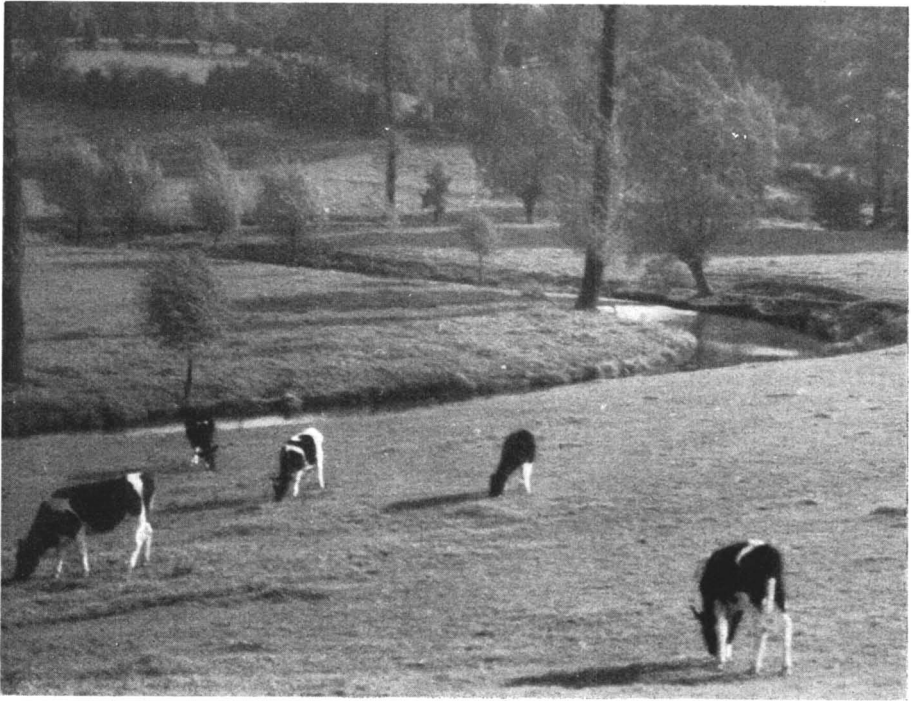
De voor dit onderzoek benodigde reagentiën stelde Mej. Ir A. C. W. C. BOT samen. Dr C. SCHOUTEN gaf mij voorlichting bij het microscopisch onderzoek en vervaardigde de microfoto's van de stukjes, welke door de Heer L. J. VAN DER VALK werden gepolijst en de heer C. VAN WERKHOVEN vervaardigde de overige foto's. Aan allen betuig ik hiervoor hartelijk dank.

LITERATUURLIJST.

1. BAREN, J. VAN - De morfologische bouw van het Diluvium ten Oosten van de IJsel. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 2e serie deel 27, 1910, blz. 40.
2. ——— - De bodem van Nederland, deel I, 1920, blz. 373.
3. BEMMEL, P. E. VAN - De leemgroeven van Winterswijk, *Natura* no. 348, jg. 1927, no. 9, blz. 170—173.
4. BERNINK, J. B. - Ons Dinkelland, 3e dr. 1926, blz. 11.
5. DAAMS, Mej. H. C. D. - Fossielen in het Midden-Oligoceen van Oost-Nederland. *Natura* no. 222, jg. 1917 no. 3, blz. 25.
6. DOSS, B. - Ueber die Natur und Zusammensetzung des in miocänen Tonen des Gouvernements Samara auftretenden Schwefeleisens. *Jahrb. f. Min. Beil. Bd. 33*, 1912, S. 662—713.
7. EHRENBERG, H. - Das auftreten und die Eigenschaften ehemaliger FeS-Gele, insbesondere auf metasomatischen Blei-Zinklagerstätten. *N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. Bd. 57 A*, 1928, S. 1303—1320.
8. ——— - Ueber eine Abart des Pyrits in metasomatischen Blei-Zinklagerstätten. *Z. f. Kristallographie Bd. 66*, 1928, S. 478—480.
9. FABER, F. J. - *Geologie van Nederland II, Historische Geologie* 3e dr. 1948, blz. 339.
10. ——— - *Geologie van Nederland III, Nederlandsche landschappen*, 2e druk 1947, blz. 248.
11. HANA, K. - Van dier en plant, water en land. 3e druk 1946, blz. 136.
12. HINTZE, C. - *Handbuch der Mineralogie*, Bd. I Abt. 1, 1904, blz. 829.
13. KOENDERINK, A. G. - Tet Tertiair van Twente. Jubileum uitgave van *Natura Docet*. 1936, blz. 60.



Afb. 60. 1. Pyrietknolletje, diepboring B.P.M. te Delft, gepolijst, $1\frac{1}{2} \times$ vergroot. 2. Pyrietknoel met limonietkorst en -kern van Wettringen met stralige pyriet, gepolijst, $1\frac{1}{2} \times$. 3. Gepyritiseerde foraminifeer in pyrietknoel van Ootmarsum, gepolijst, $60 \times$. 4. Gepyritiseerd hout in een knol van Winterswijk, gepolijst, $60 \times$. 5. Gangetje met jonge pyriet en markasiet in een knol van Winterswijk, gepolijst, $1\frac{1}{2} \times$. 6. Detail van no. 5 tussen + nicols, gepolijst, $55 \times$. De korrelige pyriet is de oudste. De markasiet vult de beide scheurtjes, de jonge pyriet vormt een dun snoetje tussen markasiet en oude pyriet en in de markasiet. opy = oude gener. pyriet, jpy = jonge gener. pyriet, m = markasiet. 7. Limonietkorst (donker) om een knol van Wettringen, gepolijst, $6 \times$, (de pyriet is kleurloos) en sterk aangetast door de limoniet.



Afb. 61. Het Geuldal bij Epen.

Foto v. Voskuylen.



Afb. 62. Excursie van de Nederlandse Geologische Vereniging in De Lutte, Ov. op 3 April 1948. Van l. naar r.: M. J. van Sambeek, mej. J. Roozendaal, A. J. Meijerink, G. J. Nijveldt, onze mascotte Ben Tilanus, P. Homan, P. van der Lijn, W. F. Anderson, J. C. Jansen, H. J. te Riele, drs. A. Brouwer, E. van Ewijk, dr. J. Reiding, J. A. W. Banning, H. Slot, E. R. J. Matulewicz. Dr. J. H. de Bruyn en nog twee van 't gezelschap in de auto, ontbreken op de kiek, evenals de fotograaf H. Krul.

14. KRUL, H. - Faciësverschillen in het Midden-Oligoceen van het Nederlands-Duitse grensgebied. Publicatie II v. d. Ned. Geol. Ver. 1947, blz. 25—28.
15. LIJN, P. VAN DER - Een Nederlandsch mineralentrio: markasiet-pyriet-gips. De Levende Natuur 1938, blz. 322—329.
16. MOLENGRAAFF, G. A. F. en W. A. F. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT - Nederlande, Handbuch der regionalen Geologie. Bd. 13, Heft 12, 1913, blz. 44.
17. SCHOUTEN, C. - The role of sulphur bacteria in the formation of the so-called sedimentary copper ores and pyritic ore bodies. Economic Geology, Vol. XLI no. 5, 1946, p. 517—538.
18. SLEEN, W. G. N. VAN DER - Geologie van Nederland. 1920, blz. 67.
19. SCHNEIDERHOHN, H. und P. RAMDOHR - Lehrbuch der Erzmicroskopie. Bd. 2, 1931.
20. SCHNEIDERHOHN, C. - Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers. N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. Beil. Bd. 47, 1923, S. 1—38.
21. STARING, W. C. H. - De bodem van Nederland, deel II, 1860, blz. 204.
22. STIGCHEL, J. W. B. VAN DER - Langs het spoor der eeuwen, 1942, blz. 109 en 112.
23. WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, W. A. J. VAN - Eindverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland. 1918, blz. 113 en 115.

KLIMAATVERBETERING BEVORDERT DE BOSONTWIKKELING

(Red. Skogen 20. 275. 1947)

door

J. H. A. VAN HEEK JHzn

De gletsjers en het drijfijjs in de Noordelijke IJszee nemen in de laatste 10 jaren gestadig af; dit verklaarde prof. Ahlmann in een lezing voor het Noors Aardrijkskundig Genootschap. Onderzoekingen hebben uitgemaakt, dat de gletsjers in Noorwegen jaarlijks aan ijs en sneeuw tussen $1\frac{1}{2}$ en 3 miljoen m^3 water op een vierkante km verliezen. Indien deze watervoorraden geheel zouden verdwijnen, zo zou men voordien in die streken reusachtige waterreservoirs moeten bouwen.

De oorzaak van de temperatuursstijging is transport van warmte uit het zuiden naar noordelijke landstreken. Een merkwaardig gevolg van de klimaatverandering is voor Skandinavië, dat de boomgroei zich snel over de oorspronkelijke boomgrens uitbreidt. Voor Noorwegen betekent dit jaarlijks een toename van 1 miljoen m^3 hout.

Een Noors-Zweeds-Britse expeditie naar de IJszeegebieden, heeft ten doel, de betekenis en zo mogelijk de oorzaken van de klimaatverandering op te sporen.

(Naar het „Nederlandsch Boschbouw tijdschrift”)