

METEORIETEN EN PSEUDO-METEORIETEN

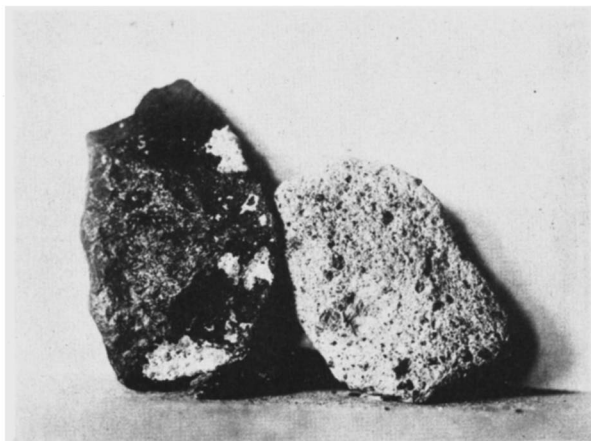
door P. van der Lijn

De mededelingen over de gewaande Meteoriet van Linde in Grondboor en Hamer no. 14 van december 1959, hebben de belangstelling voor deze begerenswaardige voorwerpen weer eens uit de sluimer wakker geschud.

Zo is schrijver er ook toe gekomen, in zijn verzameling de inventaris op te maken en er wat over te vertellen.

Aanwezig zijn:

een ijzermeteoriet van nabij de Diablo Crater, Arizona;
een Indiaans halssieraad van meteorijzer, Sunshine;
een fraaie, gave tektiet van Billiton, Indonesië;
een fragment van de steenmeteoriet van Ellemeet op Schouwen;
twee pseudometeorieten van de heide bij Buinen en Ees.



Sideriet van nabij de Meteor Crater en lithiet van Ellemeet op Schouwen. De witte plekken zijn aangesmolten aardse zandkorstjes. Ware grootte.

Foto P. van der Lijn.

Voor orientatie even enkele mededelingen. De naam meteoriet betekent hemelverschijnsel, naar meteora. Men onderscheidt: ijzermeteorieten of siderieten, naar sideros, ijzer; steenmeteorieten of lithieten, naar lithos steen; steenijzermeteorieten of lithosiderieten, overgangen, gemengd; glasmeteorieten of tektieten, met zeer hoog SiO_2 gehalte, tot 95%.

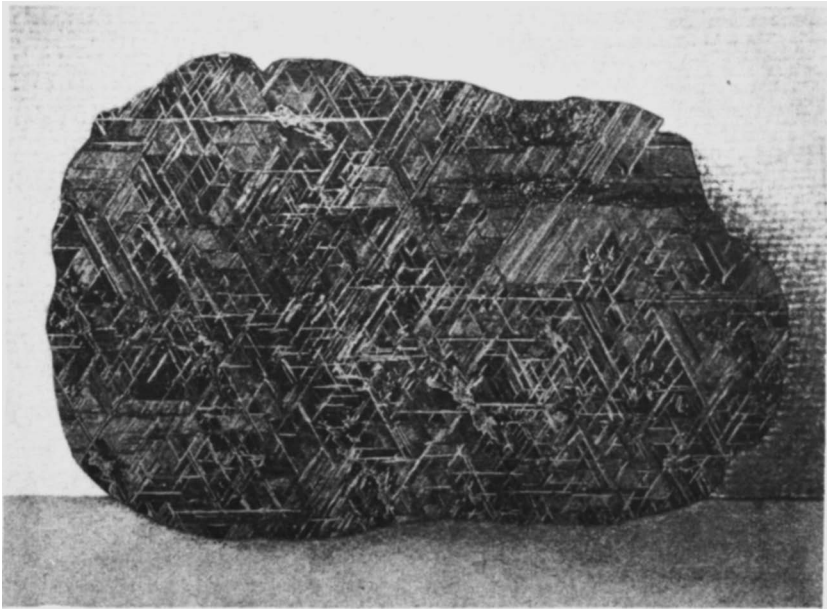
IJZER METEORIETEN

Dit zijn brokstukken metaal vanaf enkele grammen tot tienduizenden kilo's en toch kennelijk brokken, naar men aanneemt van een uiteen gesprongen planeet, die zich moet hebben bevonden tussen Mars en Jupiter. Geen van alle gevonden meteorieten is een afgerond geheel hoe groot ze ook zijn.

Miljoenen stukken wentelen nog door het wereldruim, we kennen ze als de periodieke sterrenregens, groepen, die in onze atmosfeer tot gloeiing geraken.

Dr Donald Menzel (Harvard observ.) meent, dat meer dan 100 ton per dag nog op aarde neerkomt, zodat deze reeds de laatste 2000 jaar 700 miljoen ton zwaarder is geworden, wat echter nog maar een miljardste deel van een fractie van één procent van het aardgewicht betekent, zodat we ons niet ongerust behoeven te maken.

Berekeningen en hypothesen hebben in de wereldconstellatie altijd een grote rol gespeeld, ook te dezen aanzien. De verleiding was groot naar het s.g. der aarde 5,2 en dat van de nikkelijzeren meteorieten van ± 8 , onze aardkern mede als van dit metaal te beschouwen en naar analogie van het s.g. onzer gesteentemantel van 2,7 de steenmeteorieten als afkomstig van de buitenste lagen der vroegere mysterieuze planeet, deels misschien van de komeet van Biela, die men in 1845 door de kijkers in tweeën zag breken.



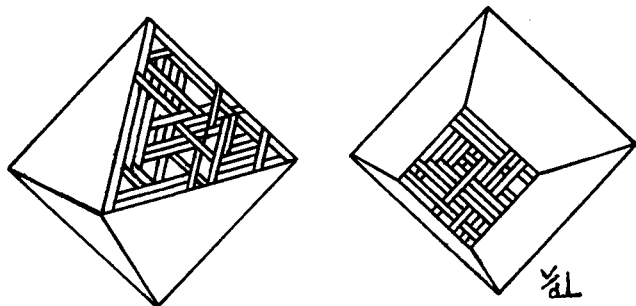
Widmannstättense figuren op
meteoorijzer van Tazewell.

De opbouw van de siderieten werd reeds in 1808 ontdekt door von Widmannstätten in Wenen, die bij verhitting van een gepolijste plaat van de meteoriet van Hraschina in zijn porceleinoven, mooie figuren zag verschijnen en bij etsing met salpeterzuur een reliefplaat verkreeg met een driehoekig lijnensysteem. De verheven lijnen bleken het minst aantastbaar, het meest nikkelhoudend te zijn; het ijzer was dieper weggevreten.

De Widmannstättense figuur was geboren. Met de verkregen reliefplaat vervaardigde men fraaie afdrukken. Maar het geheim van het lijnensysteem bleef anderhalve eeuw verborgen, tot men de microscopische opbouw der mineralen onder de knie kreeg.

Het magneetijzerkristal, een oktaeder of achthoek, vertoont lamellen, die elkander in vier richtingen kruisen; een doorsnede evenwijdig aan een zijvlak levert het driehoekenpatroon op, een doorsnede volgens vier ribben het beeld van vierkanten; dat men zelden in de literatuur aantreft, wellicht omdat het niet zo fraai wordt bevonden.

Men heeft en dat is zeer merkwaardig, de Widmannstättense figuren herkend op wapenen van hoge oudheid: op speerpunten, har-



Magneetijzerkristal op twee wijzen doorgesneden.

poenen, damasceener klingen. Ook op messen bij de Eskimo's, die Peary op het spoor brachten van de drie grote meteorieten van Groenland, waarvan de grootste de IJzerberg geheten, 35000 kg zwaar, naar New York werd verscheept.

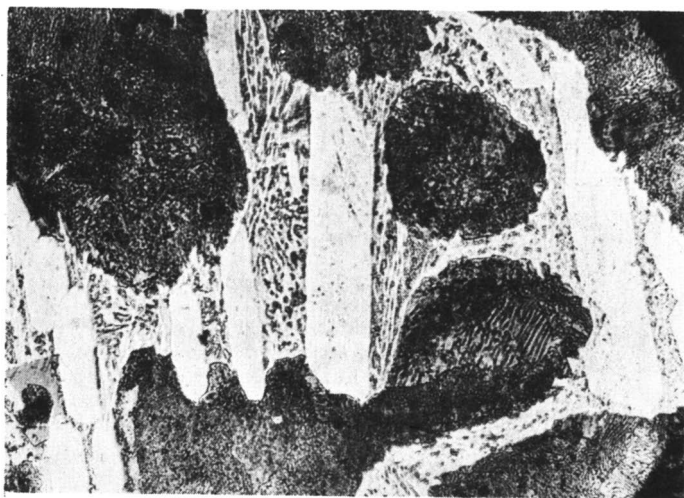
Men vraagt zich af hoe de mensen met primitieve middelen het harde kosmische ijzer konden

bewerken, temeer een raadsel, als we weten, dat Prof G.A.F. Molengraaff tevergeefs probeerde van de grote Transvaalse meteoriet in het veld een stuk te bemachtigen; de hardste houwelen, vijlen en metaalzagen zag men er stomp op worden.

Maar de Groenlandse zijn veel minder hard, wat zijn oorzaak vindt in het lager nikkelgehalte, dat zeer uiteen loopt, wel van 2 tot 30 procent; de cohesieverhoudingen variëren zodoende van week, gemakkelijk smeedbaar (messen en klingen) tot bros of uiterst taai en hard.

Ten aanzien van het magnetisme is het kosmische ijzer even uiteenlopend als het aardse, d.w.z. meestal niet magnetisch of zeer zwak. Ze te onderscheiden naar het s.g. is ook niet mogelijk, daar dit bij beide variabel is en zich beweegt tussen 7,5 en 8,5.

De ijzermeteoriet van Westerhaar, O. 17 maart 1934, gevonden door H. Krul en nog in diens bezit, is in zekere zin een zwerfsteen, daar hij bij het uithorren van grind te voorschijn kwam. Van een hoogwaardige staal-soort -onderzoek Stork Hengelomet een s.g. var 8,53, sterk magnetisme, grote hardheid, slechts plaatselijk oxydatie, (gedeeltelijke) Widmannstättense figuren op een slijpvlak, draagt dit 145 gram wegende ijzeren stuk de kenmerken van een echte sideriet.



De ijzermeteoriet van Westerhaar.
Microfoto op 100 x lineair.

Dat deze meteoriet nog een metaalglans aan de oppervlakte vertoont na een eeuwenlang verblijf in vochtige bodem, geeft hem wel

een keur, zonder bedenking: we weten hoe vatbaar gewoon ijzer is voor oxydatie. Opmerkelijk is, dat de 600 nikkelhoudende meteorieten in het Museum te Chicago heel weinig of geen roest vertonen.

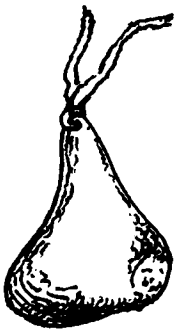
De heer Roding, directeur van het Natuurhist. Museum te Enschede, deelt mede, dat in het Museum een ijzermeteoriet ligt, in 1857 in Twente gevonden, 1150 gram wegende, met een s.g. van 8,5. Deze vertoont een typische kristalopbouw en aan beide zijden een smeltkorst. Naar de gegevens vermoedelijk wel een sideriet, maar zo lang hij niet is onderzocht, een dubium; nagenoeg roestvrij.

Ook het exemplaar van schrijver, maar een echt afgesprongen stuk, vertoont geen roest, hoewel het eeuwen op aarde moet hebben gelegen bij de grote Diablo Crater. Deze is ontstaan bij de inslag van een reusachtige sideriet, welke een kuil vormde van ruim een kilometer breed en bijna 200 meter diep, waarin of waarnaast, naar schatting, de honderden tonnen zware meteoriet onder de verbrokkelde zandsteen rust.

Een zwerm brokken heeft het grote monster vergezeld. Over een oppervlakte van 18 bij 13 km heeft Rinehart in 1958 op 700 plaatsen alles verzameld, ook zand gezeefd en 10.000 ton meteorijzer verkregen.

Al jaren lang hadden toeristen, geologen, Indianen en shopkeepers stukken opgeraapt en er soms sieraden van gemaakt, als de vorm er zich toe leende. Vooral stukjes aan een kleurig bandje om de hals opgehangen, waren bij de Hollywoodsterren zeer en vogue.

Bij de Indianen en in de shops waren ze te koop, vooral in Sunshine, maar later tot zelfs in het Grand Canyongebied.



Halssieraad.
Ex. van schr. Ware gr



Chondre excentrisch
radiaal opgebouwd.

dochts. W. Nieuwenkamp (thans professor) ze onderzocht; het grootste stuk berust in de Sterrenwacht.

De foto geeft een goed beeld van wat we als een aardse andesiet of tuf zouden kunnen denken, korrelig, grijs, met wat donkere mineraaltjes die, van hard maaksel, wat uit de grijze stof steken, maar hier deels magnetiet, deels olivijn blijken.

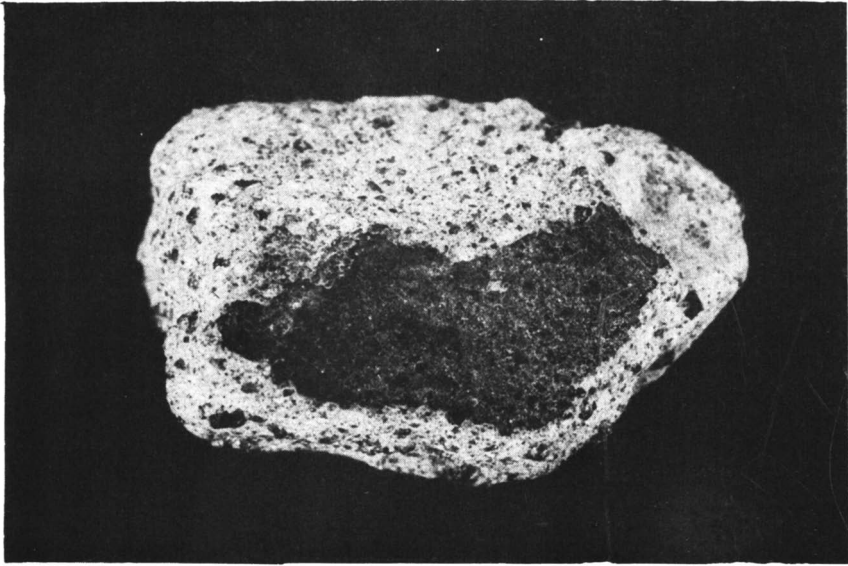
De fijnere gruismassa bestaat volgens Prof Nieuwenkamp uit korrels hyperstheen, pyroxeen en olivien, waarvan enkele goede kristalvormen te zien geven.

STEENMETEORIETEN

De lithieten of steenmeteorieten bestaan hoofdzakelijk uit gesteenteminerale met zeer weinig of zonder nikkelijzer. De gelijkenis met aardse gesteenten als porfier, andesiet, tuf e.a. is soms zeer treffend en aardse mineralen komen er geregeld in voor, maar daarnaast ook wel de typerende chondren (chondros = kogeltje), ronde mineraalaggregaten, vaak met excentrisch stralende opbouw. Komen er veel chondren voor in een lithiet, dan noemt men deze chondriet; de steen van Ellemeet mist ze, is een achondriet.

Het was op 28 augustus 1925, dat de mensen, die op het land bij Serooskerken op Schouwen aan het werk waren een fluitend of gierend geluit in de lucht hoorden en met enkele seconden tijdsverschil drie lichamen met doffe plof zagen neerkomen.

Van deze drie zijn er twee gevonden, een werd uit een halve meter diepte opgegraven en was in vijf stukken gebroken. Daarvan werd één stuk door de heer W.L. van de Linde met schrijver dezes geruild voor een systematische collectie zwerfstenen. De vier andere gingen naar Utrecht, waar



Steenmeteoriet de Ellemeet. Fragment op 1/1 met verbrandingskorst.
Foto: Prof W. Nieuwenkamp, Utrecht.

Chondren noch metallisch ijzer, kwarts of veldspaat komen in deze lithiet voor; het s.g. is 3,41 wat uitgaat boven dat van een gabbro met 3 en nog meer boven dat van andesiet met 2,6.

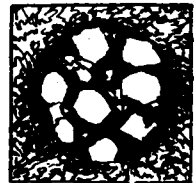
Het totale gewicht der vier Utrechtse stukken bedroeg 893 gram het stuk van schrijver weegt 38 gram.

Opmerkelijk is aan een der stukken nog de mm dunne brand- of smeltkorst behouden gebleven, zie het donkere vlak op de foto.

De steenmeteoriet van Blauwkapel bij Utrecht in 1843 neergevallen en in het Geol. Instituut te Utrecht liggende, vertoont precies hetzelfde beeld als die van de Ellemeet. Ook deze lithiet is bij het vallen waargenomen: door prof R. van Rees, die hem hoorde suizen benevens door een landbouwer, die hem zag neerploffen en de plek goed onthield, zodat hij kon worden uitgegraven uit het trechtervormig gat van een meter diepte: een steen van 7 kg zwaar.

Drie dagen later vond men op 3 km afstand in een gat nog een tweede steenmeteoriet van 2,7 kg, met hetzelfde andesietische uiterlijk en kennelijk met de vorige van één groot exemplaar afkomstig.

Het s.g. 3,5, boven dat van andesiet, graniet, zelfs van gabbro, deed vermoeden, dat er wel zware elementen in schuilden, wat ook bleek: 9,1 procent ijzer, deels als zeer kleine kogeltjes, met magnetiet, 25 augiet en amfibool, 5 troiliet, ijzer met zwavel, verder nog o.a. 48 olivijn - naar het onderzoek van prof E.M. van Baumhauer.



Dan is er een derde waarneming: in 1940 hoorden werklieden bij Uden N.Br. in de turfpoel een suizend geluid en een plof; in een diepe holte van een pad vond men een "nog hete" meteorietsteen die 0,690 kg bleek te wegen; een s.g. van 3,4 had, slechts 1,7 procent ijzer-nikkel bevatte, 37,9 magnetiet en amfibool een 55,2

Condre, die augieten bijeen houdt in ijzermedium.

olivijn, bovendien wat albiet; maar evenmin als de beide vorenstaande: kwarts. Een echte steenmeteoriet.

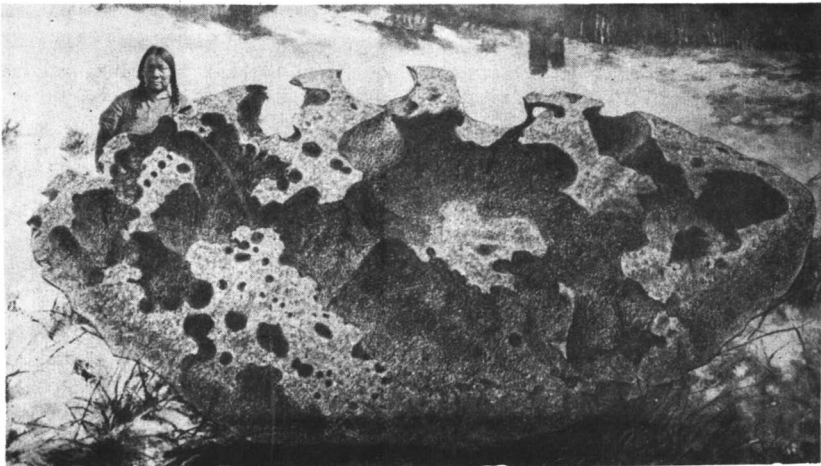
Van de meteoriet, die in 1939 bij Liende N.Br. in vijf brokken nederviel, is niets naders bekend. Vermoedelijk is het wel een lithiet, door verhitting in de lucht uiteen gesprongen, evenals die van Ellemeet.

STEENIJZERMETEORIETEN

Deze worden beschouwd als stukken van een diepere bolschaal, een overgang van de buitenste, de steenmantel, naar de nikkelijzeren kern, van beide regionen delen bevattend, in een zeer ongelijke verhouding.

Ze hebben nu eens een porfierachtig uiterlijk met chondren, dan weer schijnen silicaatkorrels of kristallen in een grondmassa van ijzer te zwemmen; ook wel lijkt het geheel een breksie, of een ijzeren spons met silicaten opgevuld.

Een prachtig voorbeeld van deze laatste is de grote Willamette van Oregon U.S., welke demonstratief is uitgeprepareerd, dank zij de miljoenen jaren ligging in weer en wind, waardoor de steenden volkomen verweerden en het nikkelijzer overbleef als een reusachtige spons.



De Willamette-meteoriet.

Potloodtekening van schrijver naar foto.

Compositie met landschap.

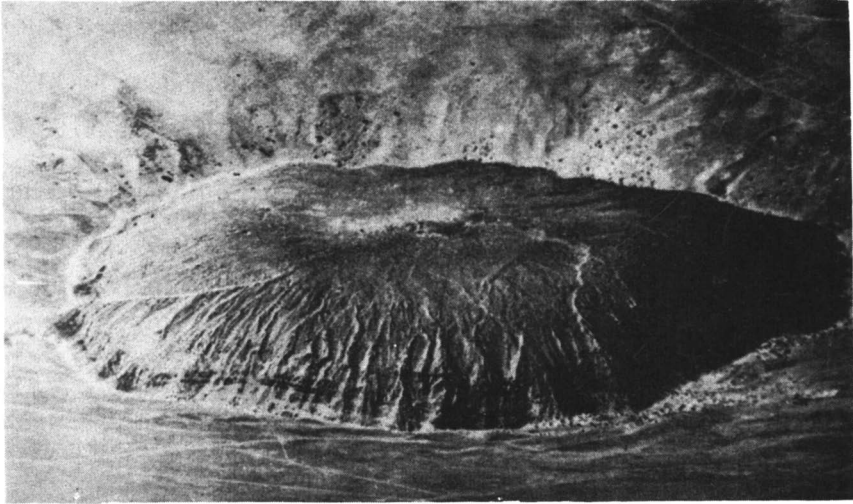
Hier dringt de vraag op naar de ouderdom der meteorieten. Lang heeft men vastgehouden aan de leeftijd van 20 à 30 duizend jaar, maar er zijn veel oudere knapen onder. Dat is gebleken toen men ze op radio-activiteit onderzocht.

Men nam aan, dat er van de thorium en uranium niets is verloren gegaan en kwam zo reeds tot hoge getallen; is er wel wat ontsnapt, dan zijn de verkregen uitkomsten niet maximaal.

Bij het onderzoek is Paneth gebleken, dat de alleroudste van de 26 onderzochte meteorieten minstens 2800 miljoen jaren oud zijn, terwijl er ook bij waren, die slechts 1000 miljoen jaren telden. De oudste naderen aldus de berekende leeftijd van ons planetensysteem, we zouden kunnen zeggen, dat ze familie van ons zijn.

Volgens van der Vlerk en Kuenen (zie Logboek) worden er fragmenten van kleine planeten gevonden, die 4500 miljoen jaren oud zijn, de minimale waarde voor ons zonnestelsel; m.a.w. die zijn

uit ons grote gezin; immers wordt ook de aardkorst op deze ouderdom gesteld. De uiteen lopende ouderdom wettigt het vermoeden, dat wel meermalen een geweldige katastrofe in het wereldruim plaats vond. De samenstelling der meteorieten leert ons daaromtrent niets, ook niet de aantallen. Bij de telling van duizend bekende exemplaren waren 80 siderieten, 50 lithosiderieten en 870 lithieten; de laatste zoals we reeds weten, veelal fraguenten in het kwadraat, de eerste groep met reuzen van 35.000 kg en nog veel groter, zij vormen de houdbaren, de beste archiefstukken van een nog op te helderen verleden.



De Diablo Crater bij Sunshine, 1100 m middellijn, ringwal 35 m hoog.
Foto: Oosthoek naar Geol. Servey.

De allergrootste is vermoedelijk de Toengoeska-sideriet die in Centraal Siberië volgens Prof Koelik in 1908 een gebied met bossen raseerde, bijna zo groot als Nederland.

De Diablo-Canyonmeteoriet met zijn 1100 meter wijde krater is waarschijnlijk niet zo groot al is het strooiveld der afgesprongen stukken wel 300 km². Het onder een scherpe hoek inslaan vordert kostbare boringen, om de ligging te constateren. En, het is lang geleden, dat de oude Indianen spraken van "een vurige hemelwagen".

De meteoriet, welke in 823 in Saksen meer dan 30 dorpen verwoestte met de enorme stukken, moet ook wel een reus zijn geweest.

De exemplaren van Jowa, China, Estland en de Povlakte zijn weer van iets lagere orde van grootte. De afgebeelde Willamette van Oregon wordt op 16.000 kg geschat, telt onder de groten van kosmische oorsprong nauwelijks mee, al is het een zeer interessant object.

PSEUDO-METEORIETEN

Bronnen van hoop, verwachting en teleurstelling, ja ook van mystificatie. Hoevelen vierden de dag van hun leven met het vinden van wat later onecht bleek te zijn! Een limonietknol; een ijzerslak, die vroegere bewoners bij hun primitieve smelterij op de Veluwe of elders nalieten; een porfier; een amandelsteen en nog andere vermeende aerolieten, waarmede schrijver de vinders moest teleurstellen tijdens zijn halve eeuw lange stenenstudie.

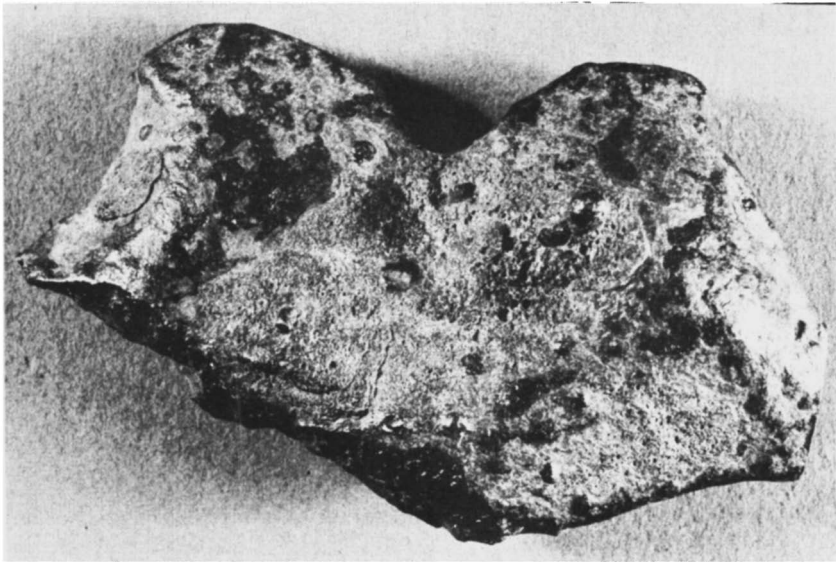
En hoevele zijn er niet gepresenteerd aan de Geologische Instituten? Gewoonlijk waren die al door krantenberichten bekend geworden of waren ze al in periodieken vermeld. Het kan zijn nut hebben er nota van te nemen.

Van de pseudo, in 1821 bij Harlingen en die in 1852 bij Wedde Gr. gevonden, ontbreken nadere gegevens. De pseudo van St Michiels-gestel N.Br. bleek bij onderzoek uit zand, stukjes kool te bestaan. Een te Gouda "bij het jongste onweer gevallen meteorsteen" was op de krantenfoto reeds als een granieten kei te herkennen, met recht een "dondersteen", wellicht door bovenburen in het bleekje geworpen! De Bilt werd er mee vereerd.

De meteoriet van Rolde, die door een "deskundige" voor 10 gulden was gekocht, bleek volgens prof Bonnema een doodgewone graniet van de hei met wat korstmoss er op!

De sideriet van Geulle L. gevonden door H.J. Beckers, is volgens prof Escher een ijzerslak met gasbelgaten; het s.g. is 3,38 en nikkelijzer ontbreekt.

De meteoriet van Heeswijk N.Br. gevonden door Pater van de Broek is eveneens een slak volgens prof Escher. IJzerstructuur met lamellen, geen nikkel, wel olivien, s.g. 3,699, in letterlijke zin voor sideriet te licht bevonden: die noteren een s.g. van ± 8 .



Pseudo-meteoriet van Buinen. De ronde punten zijn smeltkegeltjes.
Foto: Collet, Leiden. Iets vergroot.

De meteoriet van Linde Fr. door W. de Vries gevonden en aan L.B. Bos geschonken, werd door het onderzoek van prof F.J. Faber tot slak gedegradeerd: slakkenstructuur met ijzerbolletjes, olivien, magnetiet, geen nikkel.

Tot afsluiting van dit gedeelte nog een verhaaltje. In 1938 gelogerd zijnde in Borger, verzochten twee arbeiders, die wisten, dat ik stenen verzamelde, mij te spreken. Ze boden mij een tweetal "meteorieten" aan, van de heide bij Ees en Buinerveld.

Als geschenk, maar rekenende natuurlijk op een dikke fooi; met een matige trekken zij af. Mystificatie? Ongetwijfeld zware ijzeren voorwerpen, die bijzonder veel geleken op sommige echte siderieten van Chicago, waarvan ik foto's bezit. Ook met smelttepels, zie de foto. Bij onderzoek bleek het s.g. 6,81 (gietijzer 7,21);

op een slijpvlak waren geen Widmannstättense figuren te zien, maar roest ontbrak, een punt in het voordeel - of zouden de voorwerpen pas de ijzergieterij hebben verlaten? Met gieterijslak voor wegeaanleg in Drente? - Indien ik dadelijk met Maigret was gaan speuren zouden we er wel spoedig achter zijn gekomen. De heer Stork vond het maar een moeilijk geval: herkomst uit de machinefabriek? Wegaanleg met ijzergieterijslak? Haags stadsvuil in Drente verspreid? In elk geval merkwaardige voorwerpen, die ik zeer gaarne weer in mijn bezit zou zien.

TEKTIETEN

Tektieten zijn de geheimzinnige donkerkleurige ronde glaslichamen met een zeer typische sculptuur, die men na heel wat strubelingen over de herkomst, thans algemeen als van kosmische oorsprong beschouwt.

Veel is er van bekend, maar over allerlei problemen wordt nog gestudeerd o.a. door prof Koenigswald, bij wien schrijver dezes de enorme verzameling mocht bekijken.

Tektieten (tektos, gesmolten) zijn niet over de gehele aarde gevallen. Een groot gebied onder een ellips te vangen, heeft in het Bovenpleistoceen een zwerm van honderdduizenden tektieten zien nederdalen in Indo-China, Egypte, Indonesië met de Philippijnen en Australië, zoals op Java is gebleken in de tijd van de *Pithecanthropus erectus* uit de pleistocene Trinillagen, waar von Koenigswald ze vond in groten getale.

De tijd van de tektietenzwermen valt dus vanaf het oude Tertiair tot aan het jonge Pleistoceen. Nadien zijn deze kosmische lichamen blijkbaar niet meer gevallen; ook niet vóór het Tertiair een wonderlijke geschiedenis, die vele hypothesen schiep.

Maar laten we ze eens bekijken, ze zijn uitzonderlijk fraai in hun ronde, langwerpige en doosvorm; met gebogen groeven en navels, hun glanzende buitenkant en donkerbruine tot zwarte of groene kleur; de laatste bij de moldaviëten, waarvan een scherfje precies groen flesseglas lijkt.

Billitonieten en javanieten gelijken stoffelijk veel op obsidiaan, vulkanisch glas en men heeft dan ook wel aan vulkanische oorsprong gedacht, zo iets als de harde modderkogels, die schrijver niet ver van de Tankuban Prau op Java vond. De kosmische oorsprong staat echter vast.

Suess heeft in 1952 het idee geopperd, dat het resten zijn van kometen, die de zon zeer dicht hebben genaderd en de minst vluchtige bestanddelen in druppels naar de aarde hebben gezonden.

Naar zijn mening zou dit verschijnsel eenmaal in de 10 miljoen jaren kunnen voorkomen. Maar dan rijzen dadelijk vragen. Inderdaad hebben duizenden tektieten de druppelvorm, maar minstens even veel lijken miniatuur waterkruikjes, dadelpitten, generfde kogels, vulkanische bommetjes, etc.

Billitonieten wegen in de regel 10 à 30 gram, de tektieten van Malakka halen ruim 400 gram en vuistgrote knollen van wel een kilo van de Philippijnen zag schrijver bij von Koenigswald.

En dan de materie: een hoog SiO_2 gehalte, minmaal (bij Koomans) 70 procent, Al_2O_3 12 procent, FeO ongeveer 4%, enz. maar totaal de samenstelling van klei! Dus sedimenten en water in de verdeelde komeet? Nieuw raadsel, maar er zijn er meer.

De javanieten hebben niet die fraaie en diepe nervatuur van de billitonieten; de philippinieten zien er soms uit als met een mes diep ingekerfd. Voor de billitonieten meent men de oplossing te moeten zoeken in de bodemzuren der tinertsafzettingen, waarin ze worden gevonden. De australieten en moldaviëten zijn dientengevolge



Billitoniet.
Ex. van schr.
Op ware grootte

evenmin diep generfd, daar het fluorwaterstofzuur er ontbreekt en dus de etsing achterwege bleef.

Maar toch hebben ze overal groefjes en vele bezittin ook navels, welke men beschouwt als resp. luchtstromingsgroeven en smeltdruppels, vergelijkbaar met de stroomribbels en gerichte geultjes in de oppervlakte van sommige bekende meteorieten, b.v. de Long Island meteorite.

Hoewel er vele uit het luchtruim zijn gevallen, men schat b.v. op de Philippijnen wel 100.000, zijn ze moeilijk te verkrijgen. Omdat ze zo mooi en interessant zijn, hingen de dames van de billitonse ingenieurs ze gaarne aan een kettinkje om de hals als waardevol sieraad. Het afgebeelde exemplaar is er zo een, dat schrijver na een lezing werd aangeboden, indien hij kon vertellen, wat het voor voorwerp was. Geen moeilijke vraag.

U kent ze nu ook en zo hoop ik van harte, dat u er op deze wijze ook een verkrijgt.

Bennebroek, april 1960.

LITERATUUR

- Nieuwenkamp W. - The meteorite of Ellemeet. Kon. Akad. v. Wetenschap Amsterdam. 1927.
- van Rees R. - Zwei Neteorsteinfälle in Holland. 1843.
- von Baumhauer E.H. - Over meteoren en ontleding van de steen van Blauwkapel. 1845.
- Dez. Scheikundig onderzoek van de meteoriet van Uden. 1862.
- von Koenigswald G.H.R. - Tektites from Java. Kon. Ned. Akad. v. Wetenschap. 1957.
- van der Vlerk J.M. en Kuenen Ph. - Logboek der Aarde. Phoenix pocket. 1960.
- Farrington - Oliver Cummings - Meteorite studies I en II. Chicago 1907. Columbian Museum, Chicago.
- Farrington - New meteorites. 1914. Col. Museum.
- Meteorites. 1923. Col. Museum.
- Barringer D.M. - The Meteor Crater, Arizona.
- Further notes on Meteor Crater, 1915. Philadelphia. Academy of Sciences Proceedings.
- Jakosky, Wilson and Daly. - Examination of Meteor Crater, Arizona 1932. American Inst. of Mining. (Bovendien nog wel 20 stuks lit. over dit onderwerp).
- Faber F.J. - Geologie van Nederland, dl. 2 en 3. 1947, 1956.
- Escher B.G. - Algemene geologie. 1948.