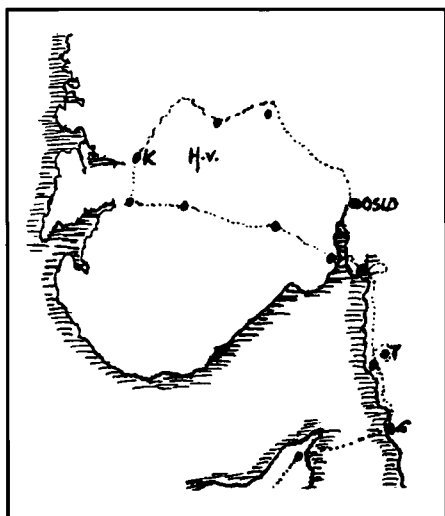


- Lorié, J. 1887. Beschouwingen over het Diluvium van Nederland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 4, p. 383-453.
- Maarleveld, G.C. 1953. Standen van het landijs in Nederland. Boor en Spade 6, p. 95-105.
- Maarleveld, G.C. 1981. The sequence of ice-pushing in the central Netherlands. Meded. Rijks Geol. Dienst 34, p. 2-6.
- Mark, D.M. 1973. Analysis of axial orientation data, including till fabrics. Geol. Soc. Am. Bull. 84, p. 1369-1374.
- Meyer, K.-D. 1988. Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000. Erläuterungen zu Blatt Nr. 3609 Schüttorf. 111 pp. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- Rappol, M. 1983. Glacigenic properties of till. Publ. Fys.-Geogr. Bodemk. Lab. Univ. Amsterdam 34, 225 pp.
- Rappol, M. 1984. Till in southeast Drente and the origin of the Hondsrug Complex, The Netherlands. Eisz. Gegenwart, 34, p. 7-27.
- Rappol, M. 1985. Enkele nieuwe resultaten en een overzicht van het onderzoek naar de aard van steenoriëntatie in keileem. Grondb. Hamer 39, p. 88-97.
- Rappol, M., S. Haldorsen, P. Jörgensen, J.J.M. van der Meer, & H.M.P. Stoltenberg, 1989: Composition and origin of petrographically-stratified thick till in the northern Netherlands and a Saalian glaciation model for the North Sea Basin. Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 26, p. 31-64.
- Richter, K. 1950. Die Entwicklungsgeschichte der Täler zwischen Lathen und Verden/Aller. Geol. Jb. 65, p. 641-656.
- Richter, K. 1958. Geschiebegrenzen und Eisrandlagen in Niedersachsen. Geol. Jb. 76, p. 223-234.
- Richter, W., H. Schneider & R. Wager 1950: Die Saaleeiszeitliche Stauchzone von Iltterbeck-Uelsen (Grafschaft Bentheim). Z. Deutsch. Geol. Ges. 102, p. 60-75.
- Ridder, N.A. de & A.J. Wiggers 1956: De korrelgrootte-verdeling van de keileem en het proglaciale zand. Geol. Mijnbouw N.S. 18, p. 287-311.
- Römer, J.H. 1972: Waarnemingen over de beweging van het landijs in Overijssel. Grondb. Hamer 26, p. 175-181.
- Römer, J.H. 1982: Over het ontstaan van de heuvelrug Oldenzaal-Enschede-Altstätte (geen stuwwal, geen verschubbing). Grondb. Hamer 36, p. 2-10.
- Römer, J.H. 1986. Solifluctie onder Enschede. Grondb. Hamer 40, p. 100-103.
- Schröder, E. 1978. Geomorphologische Untersuchungen im Hümmling. Gött. Geogr. Abh. 70, 113 pp.
- Schuddebeurs, A.P. 1982. Zwerfsteentellingen in Noord-Nederland. Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 19, p. 81-108.
- Schuddebeurs, A.P. 1990. De zwerfstenen van het Drentse Plateau. Grondb. Hamer 44, p. 120-127.
- Spaink, G., J.H. Römer en W.F. Anderson, 1978. Het Eoceen in de lokaal moraine van Losser. Staringia 4, 39 pp.
- Thome, K.N. 1959. II. Das Inlandeis am Niederrhein. Eisvorstoss und Flussregime an Niederrhein und Zuider See im Jungpleistozän. Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. 4, p. 197-246.
- Waard, D. de 1949. Glacigeeen Pleistoceen. Een geologisch detailonderzoek in Urkerland (Noordoostpolder). Verh. Ned. Geol.-Mijnb. Gen., Geol. Ser. 15, p. 70-246.
- Waard, D. de 1952. Direction of the Pleistocene ice-flow as determined by measurements on folds. Geol. Mijnbouw 14, p. 44-45.
- Wee, M.W. ter 1962. The Saalian glaciation in the Netherlands. Meded. Geol. St., N.S. 15, p. 57-76.
- Zandstra, J.G. 1983a. A new subdivision of crystalline Fennoscandian erratic pebble assemblages (Saalian) in the central Netherlands. Geol. Mijnbouw 62, p. 455-469.
- Zandstra, J.G. 1983b. Fine gravel, heavy mineral and grain-size analyses of Pleistocene, mainly glacigenic deposits in the Netherlands. In: J. Ehlers, ed.: Glacial Deposits in North-West Europe, p. 361-377. Balkema, Rotterdam.
- Zandstra, J.G. 1988. Noordelijke kristallijne gids-gesteenten. 469 pp. Brill, Leiden.
- Zonneveld, J.I.S. 1975. Zijn de Noordnederlandse stuwwallen overreden of niet? Ber. Fys. Geogr. Afd. Geogr. Inst. der R.U. 9, p. 3-14.

Een reis door Zuid-Scandinavië

G. Houtman

Eén van de mooiste kampeerreizen die mijn vrouw en ik maakten, was naar het zuiden van Zweden en Noorwegen. Oslo en omgeving was het doel.



De route die wij door Zuid-Noorwegen hebben gemaakt. G= Göteborg; T= Tanum; F= Frederikstad; K= Kinsarvik en H.V.= Hardanger Vidda.

We wilden op onze reis de rotstekeningen zien bij Tanum en Frederikstad, het Ordovicium bestuderen bij Oslo om het te vergelijken met wat wij er van hadden gezien op Öland. Verder wilden we in Oslo enkele musea bezoeken.

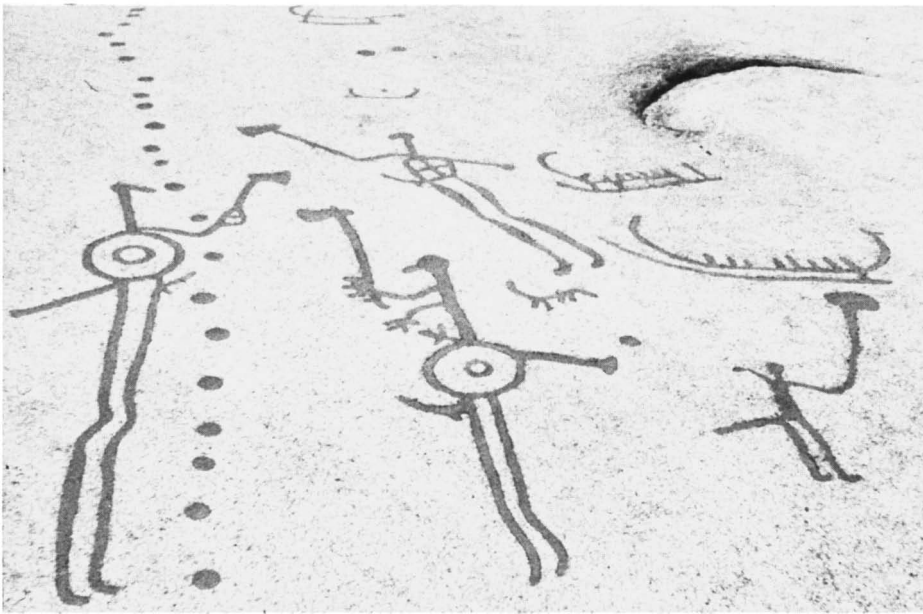
Langs Groningen, Hamburg en met het veer over de Elbe, kwamen we de eerste dag tot Glückstadt in Denemarken en de tweede dag in Aalborg. We maakten er onder andere een tocht naar de noordelijkste punt van Jutland, Kaap Skagen. Een vreemde ervaring, die zandtong uitstekend tussen het Kattegat en Skagerrak. Na de vier uur durende oversteek van Frederikshaven naar Göteborg vonden we bij Grebbestad een prachtige camping, waar we enige dagen bleven en de vele korstmossen zagen die de door het

gletsjerijs afgeronde rotsen wit, geel, grijs en zwart kleurden.

Rotstekeningen

We bezochten er alle plaatsen bij Tanum, Fossum, Tanusheden en Viltlycke, om de rotstekeningen (eigenlijk rot-sinscripties) te bewonderen. Een gidsje vormde een goede handleiding. In het kleine Hallristningsmuseum kregen we nog wat uitleg, maar Zweeds is moeilijk te verstaan.

Er zijn honderden figuren in de rotsen gegrift. Ten behoeve van de vele belangstellenden zijn ze met rode verf verduidelijkt. Menselijke figuren, schepen, werktuigen, dieren wapens en tot nu toe onverklaarbare inscripties zijn er te bewonderen. Duidelijk is te zien, dat vele mensen in opvolgende perioden



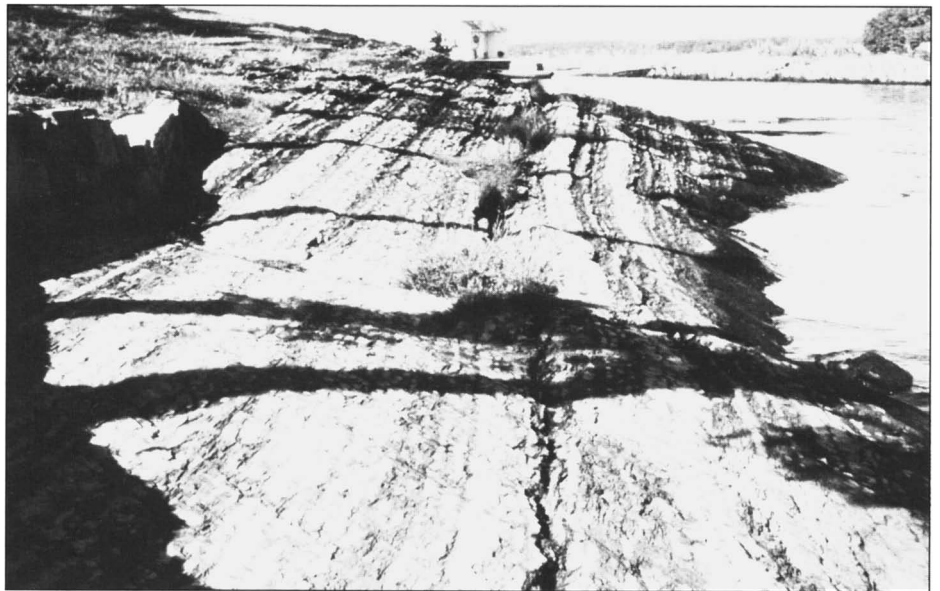
De mysterieuze rotstekeningen bij Viltlycke. Met behulp van rode verf zijn ze voor de bezoekers duidelijker gemaakt.

aan de afbeeldingen hebben gewerkt. De oudste tekeningen tonen dikwijls dieren. Ze stammen uit de jonge steentijd (3000-2000 voor Chr.), toen de jacht nog een hoofdrol speelde. De figuren gegrift tijdens de bronstijd (1500-500 voor Chr.) tonen schepen of hebben betrekking op de landbouw. Na de tijd van de rondtrekkende jagers kwam de periode van gevestigde landbouwers, die ploegden en vee hielden. Ik kan een ieder aanraden eens in deze streek rond te zwerven.

Naar Huk

Voor het geologisch deel van de vakantie hadden we als gids het boek 'Geological Guide to Oslo and District', waarin zo'n 15 excursies worden beschreven. Bij het boekje zit ook een uit-

gebreide geologische kaart. We begonnen bij Huk, een in een fjord uitstekend stuk land, dat praktisch geheel uit Ordovicische Orthocerenkalk en Boven-Cambrische leisteelsteen bestaat. (Cambrium 570 tot 500 en het Ordovicium 500 tot 430 miljoen jaar geleden). Prachtig waren hier de door het ijs afgesleten lagen, eerst horizontaal afgezet, dan 90° gekanteld en daarna door het ijs geboetseerd. Op de kaart staat Ampyxkalk, er kunnen dus nog trilobieten in voorkomen. We vonden er geen. Wel hebben we gehakt in de Ordovicische kalksteen. Hierin lag open en bloot een mooi Endoceras-fossiel, wel 40 cm lang. Op het Zweedse eiland Öland hebben we dit fossiel vele keren gevonden. Op Huk lieten we het zitten. Zijn 500 miljoenjarige rust wilden we niet verstoren. Wel vonden we hier een losliggende Phacops-trilobiet, die nog onze verzameling siert. We hebben geen graptolieten en trilobieten gevonden in de Didymograptus-leisteelsteen. Vol-



De kust van het uitstekende stuk land in het fjord bij Huk bestaat hier uit Ordovicische orthocerenkalk en Boven-Cambrische leisteelsteen.



Een fraaie Endoceras in de gesteenten bij Huk.

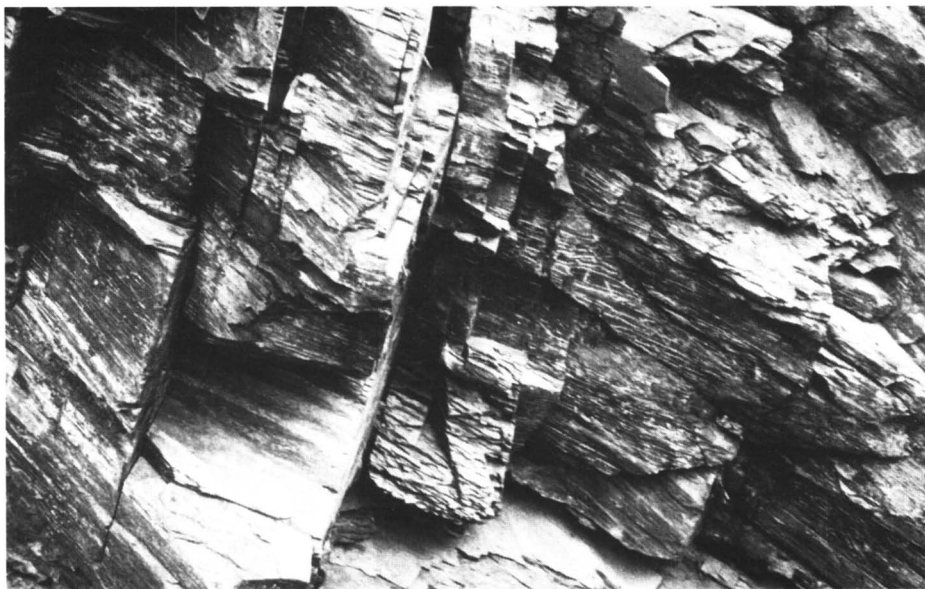
gens het boek moesten die er wel in voorkomen. Ondanks dat was het bezoek aan het schiereilandje Hukodden zeer de moeite waard.

Slemmestad

Een zeer bekende vindplaats van graptolieten was Slemmestad ten zuidwesten van Oslo. Dit gebied is ontstaan in het Midden-Cambrium. Men vindt er op veel plaatsen de zwarte aluinaarde, waarin enige soorten trilobieten voorkomen. We kenden deze afzetting uit Andrarum in Zuid-Zweden, waar we honderden kleine *Agnostus*- en *Olenus*-trilobieten konden verzamelen. Onze belangstelling ging echter uit naar de graptolietenvallei bij Slemmestad. In de gelaagde leisteen, ontstaan als een diepzee-afzetting, lagen vele stukken voor het oprapen. Daarin vele glinsterende gepyritiseerde graptolieten. De soorten *Phyllograptus*, *Didymograptus* en *Tetragraptus* vonden we zonder veel moeite. Het is jammer dat de vallei nu is volgestort met stadsvuil, de vindplaats is weg. Gelukkig zijn er in de buurt van Slemmestad nog verschillende fossielenvindplaatsen aangegeven op de kaart in het boek van Høltedahl. De door mij in dit gebied verzamelde graptolieten zijn te zien in het Natuurmuseum in Enschede. Op verzoek tonen ze u de laden wel.

De Hardangervidda

Van Oslo trokken we in twee dagen over de Hardangervidda naar Kinsarvik. De Hardangervidda is een groot, zeer ruig gebied dat alleen door wandelpaden wordt doorsneden. Het is de rest van het gebergte dat door de Caledonische plooïing in het Siluur (430-395 miljoen jaar geleden) ontstond. Door erosie is het afgesleten, de vlakte is tussen 1000 en 1200 meter hoog en ligt boven de boomgrens. Er zijn vele meren, waterrijke geulen, moerassen vol met wollegras, maar ook kale onbegroeide gedeeltes. In de begroeide delen vindt men wilgesoorten en ook allerlei planten die in ons land zeldzaam zijn, bijvoorbeeld lepeltesheide, zweedse kornoelje, eenbes, monnikskap, vetblad en mooie bospaardestaarten. Een plantenliefhebber kan hier zijn hart ophalen. 's Winters is de hoogvlakte ondergesneeuwd en zijn de wegen onbegaanbaar. We reden langs Gol, Geilo en Haugastøl. Bij Vöringsfossen bewonderden we de grote 163 m hoge waterval, waarna we al gauw Kinsarvik bereikten. We kampeerden met een prachtig uitzicht op het Hardangerfjord.



De gelaagde Midden-Cambrische leisteen bij Slemmestad waarin mooie gepyritiseerde graptolieten te vinden zijn.



De gepyritiseerde graptolieten liggen plaatselijk zo voor het oprapen in de 'graptolietenvallei' bij Slemmestad.



Het ruige landschap in de Hardangervidda heeft een ondergrond van Silurische gesteenten.

De weg terug

Van Kinsarvik reden we in zuidelijke richting, naar Odda, vandaar naar Seljestad langs de zuidrand van de Hardangervidda. Bij Haukeligrend vonden we aan de rand van een bos het langgezochte Linnaeusklokje in volle bloei. Via Hortten namen we het veer over het Oslofjord naar Moss. Bij Frederikstad kampeerden we nog enkele dagen. Bij de VVV aldaar kregen we een gratis beschrijving van de 'Saga-zeitweg'. We hebben genoten van onze tocht langs deze weg. Bij Hornes en Solberg enkele grote grafheuvels ge-

zien, waarbij vele mooie zwerfstenen lagen. Prachtige rotstekeningen bij Begby. De kale rotsen in het mooie landschap tonen landbouwers achter de ploeg, bespannen wagens, een boer bij zijn koeien, de hond erbij. Je ziet de boer naar zijn land gaan! Daarna langs Gotenburg, Hålsingborg, Helsingör, dwars door Denemarken terug in Holland. Ik kan u deze reis aanbevelen!

Adres van de auteur:

Draafsingel 36
1623 LB Hoorn

Literatuur

ANWB Reisgids door Noorwegen

Holtehadal, O en J.A. Dons, 1966. Geological Guide to Oslo and District. Universitetsforlaget.

Pannekoek, A.J. e.a., 1973. Algemene Geologie. Tjeenk Willink.

Rutten, M.G., 1967. The Geology of Western Europe, Chapter 2 and 3. Elsevier Publishing Comp.



De oermaterie van ons Zonnestelsel

Dr. J. van Diggelen

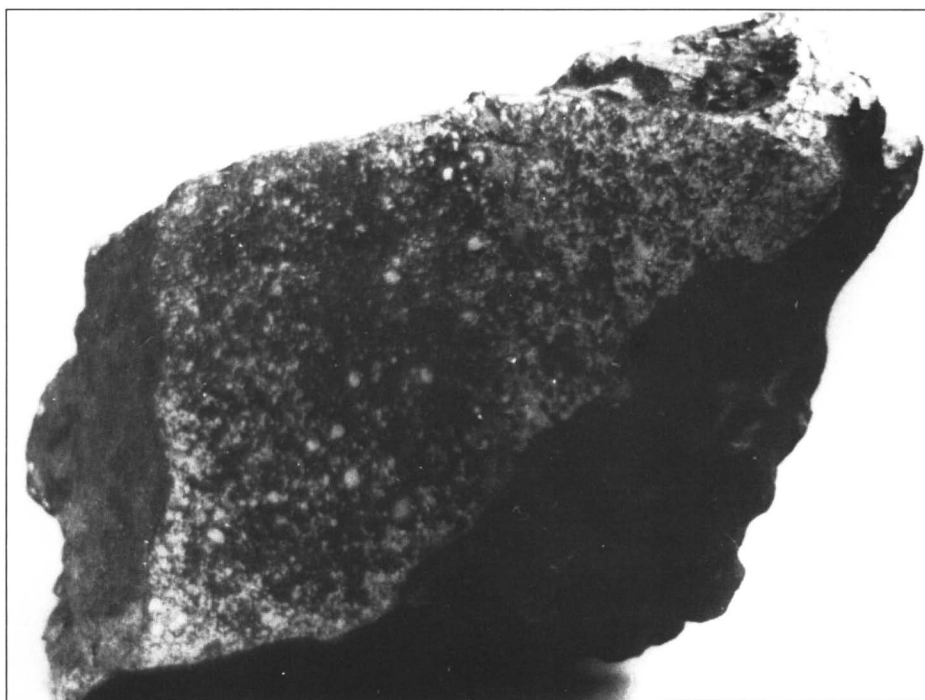
De alleroudste gesteenten die wij kennen, zijn niet van Aardse herkomst, maar komen uit de ruimte. Het zijn bepaalde soorten meteorieten chondrieten genoemd die een belangrijke plaats innemen bij het onderzoek naar het ontstaan en de eerste levensjaren van ons Zonnestelsel.

De naam van deze interessante groep meteorieten is afkomstig van het Griekse woord 'chondros', hetgeen korrel of zaadje betekent. Stenen van dit type bestaan inderdaad uit een matrixmassa, een soort 'deeg', waarin een groot aantal ronde insluitels zitten die chondrieten genoemd worden, precies zoals krenten in krentenbrood. Chondrieten zijn oud. Hun ouderdom bepaalt

men met behulp van rubidium-strontium isotopen. Het element rubidium komt deels voor in de vorm van het isotoop rubidium⁸⁷. Dat zijn radioactieve kernen, die na verloop van tijd uiteenvallen, waarbij strontium⁸⁷, een isotoop van het element strontium, ontstaat. Na ongeveer 49 miljard jaar is de helft van een hoeveelheid rubidium⁸⁷ uiteengevallen (dit tijdsverloop heet de

halveringstijd). Behalve het door dit proces ontstane isotoop strontium⁸⁷, zit er ook strontium⁸⁶ in het gesteente, dat niet door dit proces is ontstaan. Het is een stabiel element en daarom worden de hoeveelheden hiervan steeds ten opzichte van strontium⁸⁶ gemeten. De hoeveelheid strontium⁸⁷ neemt dus geleidelijk toe ten opzichte van strontium⁸⁶, terwijl de hoeveelheid rubidium⁸⁷ afneemt. Als we uitgaan van bijvoorbeeld een gesteente met twee mineralen erin waarvan een van de mineralen tijdens het ontstaan van het gesteente tweemaal zoveel rubidium⁸⁷ bevatte dan het andere (in beide mineralen ten opzichte van strontium⁸⁶). Na verloop van tijd zit er in het eerste mineraal dan ook tweemaal zoveel strontium⁸⁷ als in het tweede. Zetten we in een grafiek de hoeveelheid strontium⁸⁷ uit tegen de nog aanwezige hoeveelheid rubidium⁸⁷ voor de mineralen in dezelfde steen, dan liggen de meetpunten keurig op een rechte lijn. Zo'n lijn wordt isochroon genoemd.

Hoe ouder de steen wordt, hoe meer rubidium⁸⁷ er is omgezet en hoe meer strontium⁸⁷ er is gevormd. Het gevolg is dat alle meetpunten op de rechte lijn naar links en omhoog schuiven, maar de hogere meer dan de lagere, dus blijven ze op een rechte lijn liggen. Hoe steiler de lijn dus verloopt hoe ouder de steen is. Zo vinden we bijvoorbeeld een ouderdom van 4,52 miljard jaar voor de meteoriet van Tieschitz, een in Tsecho-Slowakije gevallen chondriet.



De Kediri is een gewone chondriet van het type L 4. Dit fragment is een stukje van de 70 brokken die in 1940 op Java bij Kediri vielen en waarvan de grootste steen (3,3, kg) in Amsterdam is onderzocht. (Collectie en foto Th. van Dijk).