

aus Zerrklüften der Schweizer Alpen und die Deutung ihrer regionalen Abhängigkeit. SMPM, p.221-236.

DEER W.A. et al. (1992) An introduction to the rock forming minerals, 2nd edition, 696 pp.

DESBUISSONS, L. (1909) La vallée de Binn (Valais). Lausanne, p.80.

GIERE R. (1993) Transport and deposition of R.E.E. in H₂S-rich fluids; evidence from accessory mineral assemblages. Chemical Geology, p.251-268.

GRAESER, S. et al. (1973) A solid solution series between xenotime and chernovite. Mineralogical Magazine, p.145-151.

GRAESER, S. (1972) Meta-Torbernit im Binntal. Schweizer Strahler, p.409-413.

GRAESER, S. (1995) Gischihorn (Pizzo Cornera) und Ritterpass. Lapis, juli-augustus, p.65-67.

HEINRICH C.A. et al. (1986) Thermodynamic predictions of the hydrothermal chemistry of arsenic, and their significance for the paragenetic sequence of some cassiterite-arsenopyrite-base metal sulfide deposits. Economic Geology, p.511-529.

KOENIGSBERGER, J. (1917-1919) Über alpine Minerallagerstätten. Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. 155 pp.

LUSTENHOUWER, W.J. (1988) De eerste phenakiet van Binn (Zw.). Gea, vol. 21, nr. 4, p.89-94.

MUMENTHALER, T. et al. (1986) Neue Mineralparagenese vom Gischi-gletscher (Binntal). Schweizer Strahler, p.330-334.

OPPLIGER, T. (1975) Suche nach Mineralklüften in den Alpen. Aufschluss april-mei, p.208-210.

POTY, P. et al. (1974) Fluid inclusions studies in Quarz from fissures of western and central Alps. SMPM, p.718-752.

SCHMIDT, C. (1907) Bild und Bau der Schweizeralpen. Basel.

SCHWANZ, J. et al. (1994) Das Binntal und seine Mineralien. Binn, 272 pp.

SCHWEIZER ALPEN-CLUB. Jahrbuch 1978, Walliser Alpen Band 5, vom Simplon zur Furka. p.110-111.

STALDER H.A. et al. (1987) Geochemische Untersuchungen an Mineralien der Crichtonit-Gruppe aus alpinen Zerrklüften. SMPM, p.93-102.

WENK E. (1962) Plagioklas als Indexmineral in den Zentralalpen. SMPM, p.139-152.

WIT, de F.C.A. (1996) Literatuurlijst van de regio Binntal en de groeve Lengenbach. 125 pp. (ongepubl.)

WIT, de F.C.A. (1995) Mineralogie van de regio Binntal, Wallis, Zwitserland. ca.1250 pp. in 9 delen (ongepubl.)

Alfabetische mineraallijst van de Gischi-gletscher

adulaar, agardiet-(Ca), aktinolit, albiet, allaniet-(Ce), almandien, anataas, anhydriet, aragoniet, asbecasiet, azuriet, biotiet, bismuthiniet, bismutiet, brookiet, cafarsiet, calciet, chalkopyriet, chernoviet-(Y), crichtoniet, epidoot, phenakiet, fluor-apatiet, fluoriet, gaspariet-(Ce), goethiet, goud, hematiet, hyaliet, jarosiet, kaliveldspaat, klei-mineraal (kaoliniet-dickiet), kwarts, magnetiet, malachiet, meta-autuniet, meta-torbernit, milariet, mimetesiet, pyriet, rhipidoliet, rutiel, senaet, sfaleriet, sideriet, stilbiet, synchisiet-(Ce), tennantiet, titaniet, toermalijn (schörl/draviet), wulfeniet, xenotiem-(Y) (52).

Weddelliet, een organisch mineraal, in South Georgia, Antarctica

door Drs. Bart Van de Vijver
Universitair Centrum Antwerpen,
Departement Biologie

Inleiding

Veruit de meeste mineralen zijn van zuiver anorganische oorsprong. Dat ook organische bestanddelen soms de gedaante kunnen aannemen van mineralen, van homogene bestanddelen van de aardkorst, wordt in dit korte artikel aangetoond door de ontdekking van microscopische kristalletjes van weddelliet, op het subantarktische eiland South Georgia.

South Georgia ligt in het zuidelijk gedeelte van de Atlantische Oceaan (afb. 1 A en B). Het eiland is zo'n 2300 km verwijderd van het Zuid-Amerikaanse vasteland en ongeveer 1500 km van het Antarctische schiereiland. South Georgia is voor meer dan 50 % bedekt met sneeuw en ijs en wordt doorkruist door gletsjers die tot aan de zee reiken. Het overige deel van het eiland bestaat uit diepe valleien en kustvlaktes (afb. 2), bezaaid met resten uit het glaciaal verleden van het eiland.

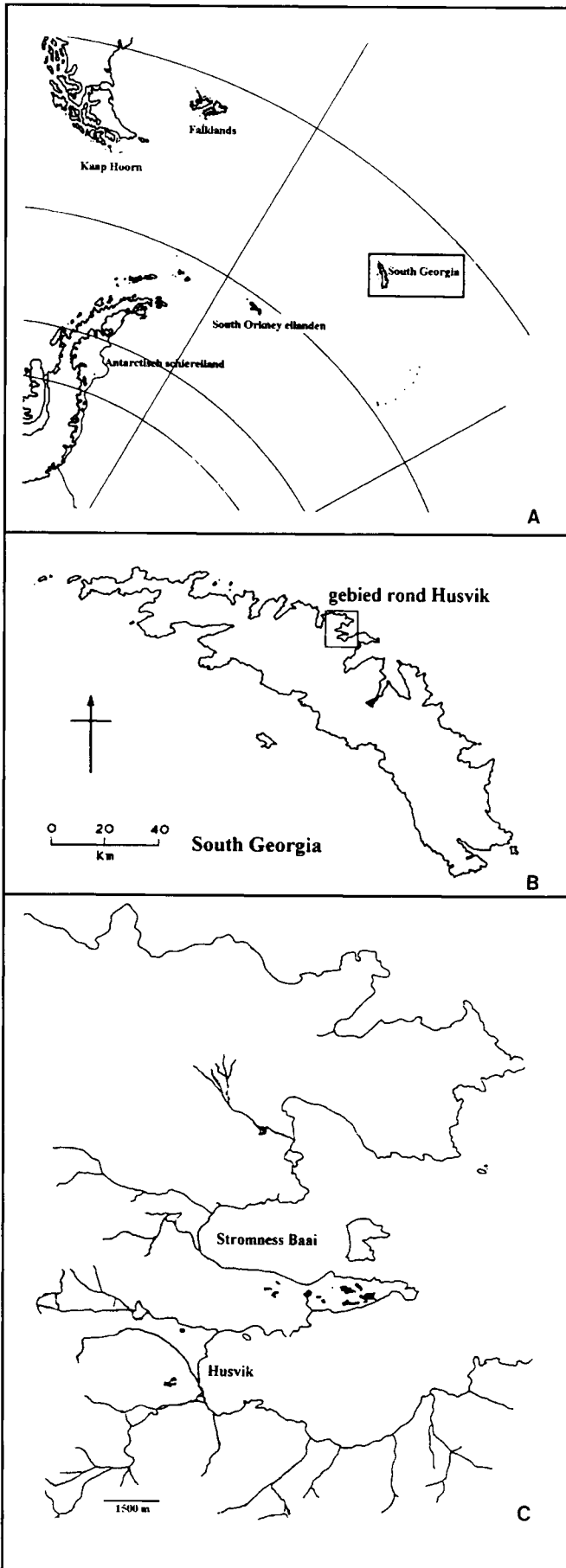
Op het eiland heerst een koud maritiem klimaat, dat alleen de ontwikkeling van een uitgebreide mosflora toelaat, die hier en daar doorbroken wordt door uitgestrekte grasvlakten. Struiken en bomen komen niet voor. Deze

vegetatie zorgde in de loop van de voorbije tienduizend jaar voor de ontwikkeling van enorme veenpakketten. Bij het onderzoeken van een boorkern, genomen in zo'n veenpakket, werden kleine kristallen van het zeldzame mineraal weddelliet, CaC₂O₄·2H₂O, ontdekt.

Hieronder volgt, na een overzicht van alle tot nu bekende vindplaatsen, een korte beschrijving van het mineraal en zijn eigenschappen, geïllustreerd met enkele licht- en elektronenmicroscopische foto's.

Ontdekking van weddelliet

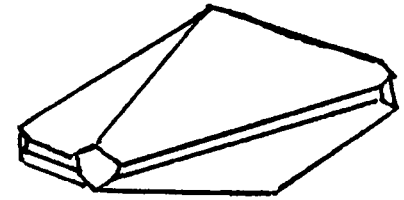
In 1902-1904 werden de bodemsedimenten van de Weddell Zee, een arm van de Antarctische Oceaan, aan een grondig onderzoek onderworpen. Bepaalde monsters van de genomen boorkernen bleken microscopisch kleine kristallen te bevatten, die veel weg hadden van kleine enveloppen (zie afb. 3). Veel aandacht werd aanvankelijk aan deze microkristallen niet geschonken. Daarom duurde het tot 1936 alvorens F. Bannister en M. Hey de kristallen konden identificeren als een nieuw calcium-oxalaatmineraal. Ze gaven het de naam **weddelliet** mee, naar zijn eerste vindplaats in de Weddell Zee. De kristallen werden chemisch en fysisch uitgebreid onderzocht. Het mineraal vertoonde grote overeenkomsten



Afb. 1 : A. Zuidelijk gedeelte van de Atlantische Oceaan met South Georgia, B. Het eiland South Georgia met het Husvikdal. C. Husvikdal.

met een niet nader omschreven calcium-oxalaat dat eerder was aangetroffen in plantenweefsel en (!) in galen nierstenen. X-stralen-onderzoek toonde aan dat het in beide gevallen om dezelfde substantie ging, met als structuurformule $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Zeven jaar later slaagden Franse wetenschappers erin om het mineraal synthetisch aan te maken.

Ondertussen werd weddelliet regelmatig waargenomen als hoofdbestanddeel in nierstenen. Maar andere vondsten in sedimenten werden niet gedaan. In 1954 suggereerde Arrhenius dan ook, dat het weddelliet van Bannister en Hey niet natuurlijk van oorsprong was maar dat het gevormd werd tijdens het bewaren en behandelen van de genomen boommonsters. Arrhenius kon absoluut geen kristallen vinden in nieuwe boommonsters van de Weddell Zee. In 1968 werd dit echter tegengesproken door een nieuwe vondst van weddelliet, opnieuw in de Weddell Zee, als hoofdbestanddeel van slakkenhuisjes van een Antarctische diepzeeslak. Het mineraal bleef geologisch gezien heel zeldzaam, tot in 1970 opnieuw een vindplaats werd gerapporteerd, ditmaal in enkele riviersedimenten van Canada. James Marlowe identificeerde de kristallen, gevonden in sedimenten van de St. Lawrence en de Saguenay rivier, als weddelliet. Hij suggereerde zelfs dat ze authigeen (ter plaatse van de afzetting) gevormd waren na ontbinding van allerlei houtvezels. Vondsten van weddelliet in de Japanse Zee (1975) en de Koraalzee (1979) bevestigden noch ontkenen deze suggestie. Daarvoor moet gewacht worden tot begin van de jaren '80. Waarnemingen van weddelliet uit de Verenigde Staten (Oregon 1983 en Florida 1984) bevestigen dan uiteindelijk de authigene afkomst van het mineraal. Weddelliet bleek in veenpakketten te ontstaan als gevolg van het ontbinden van plantenmateriaal. Sinds 1984 werden nog enkele andere vindplaatsen gerapporteerd, o.a. in Derbyshire, Groot-Brittannië. De nieuwe vindplaats op South Georgia mag dus gezien worden als de derde vondst in het Antarctisch gebied en ditmaal niet in zee. Hoogstwaarschijnlijk is weddelliet helemaal niet zeldzaam in sedimenten, maar zoals uit de morfologische beschrijving zal blijken, is de kans groot dat men het vaak over het hoofd ziet.



Afb. 3. Envelopstructuur van weddelliet.

Gevolgde werkwijze

Gedurende de zuidelijke zomer van 1992-1993 werden enkele boorkernen gemaakt in het gebied rond Husvik, een voormalig walvisvaartstation (afb. 1 C). Het omliggende Husvikdale bevatte grote pakketten veenmateriaal.

De kernen werden genomen in een zogenaamde *sinkhole* of *doline* (afb. 4 A en B), dit is een ronde depressie in een karstgebied. Uit de boorkern werden enkele monsters genomen, die in het laboratorium werden behandeld met H_2O_2 en KMnO_4 om al het aanwezige organisch materiaal te verwijderen. Tenslotte werd van elk monster een preparaat gemaakt om licht- en elektronenmicroscopisch onderzoek toe te laten. Om het mineraal eerst te identificeren, werd gebruik gemaakt van X-stralen-diffractie.

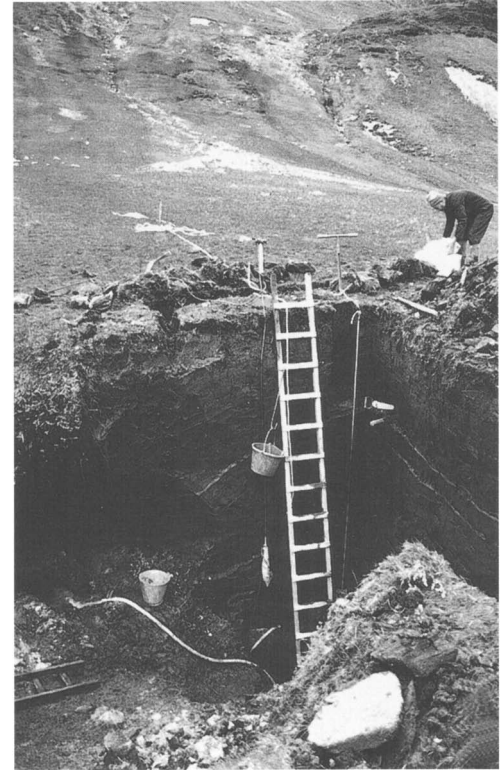
Beschrijving van de weddellietkristallen

Weddelliet vormt doorgaans zeer kleine kristallen. De op South Georgia waargenomen kristallen hebben slechts een lengte (c-richting) die varieert tussen 0,015 en 0,020 mm met een breedte (a-richting) die schommelt rond 0,0085 mm. In de literatuur werden wel grotere kristallen gerapporteerd. De grootste werden gevonden in Oregon (1983); deze zijn zo'n 40 mm groot. Gewoonlijk echter kan het mineraal niet waargenomen worden met het blote oog en zal dus een microscoop ingeschakeld moeten worden (afb. 5A-F). Onder de microscoop zijn de kristallen kleurloos en vaak opvallend transparant. Organische insluitels veroorzaken soms bruine, grijze of melkwhite vlekken. De weddellietkristallen



Afb. 2. South Georgia: Husvik Harbour.

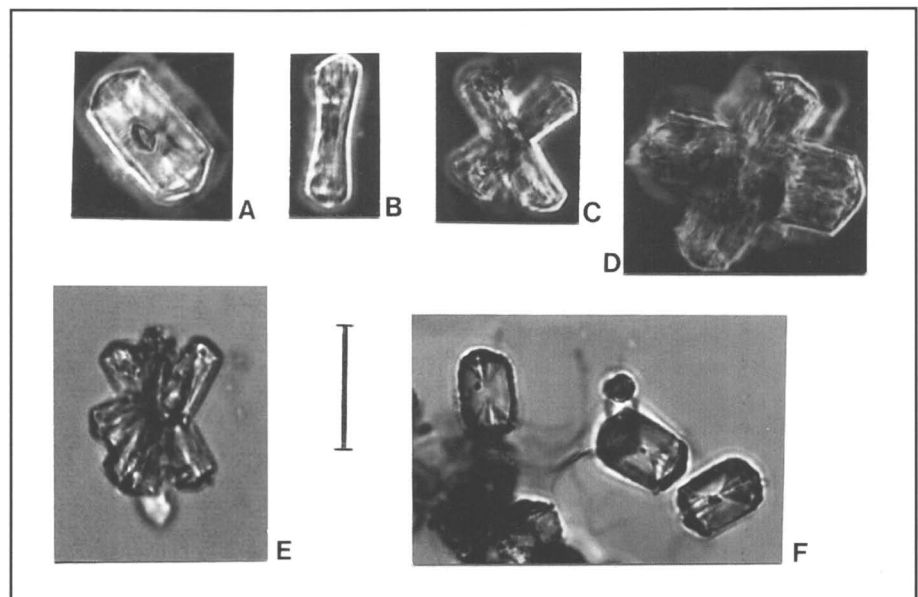
Afb. 4 A. (Onder) Husvikdal op de achtergrond met vooraan metingen in de sinkhole (doline). B. (Rechts) Veenbemonstering in de sinkhole.



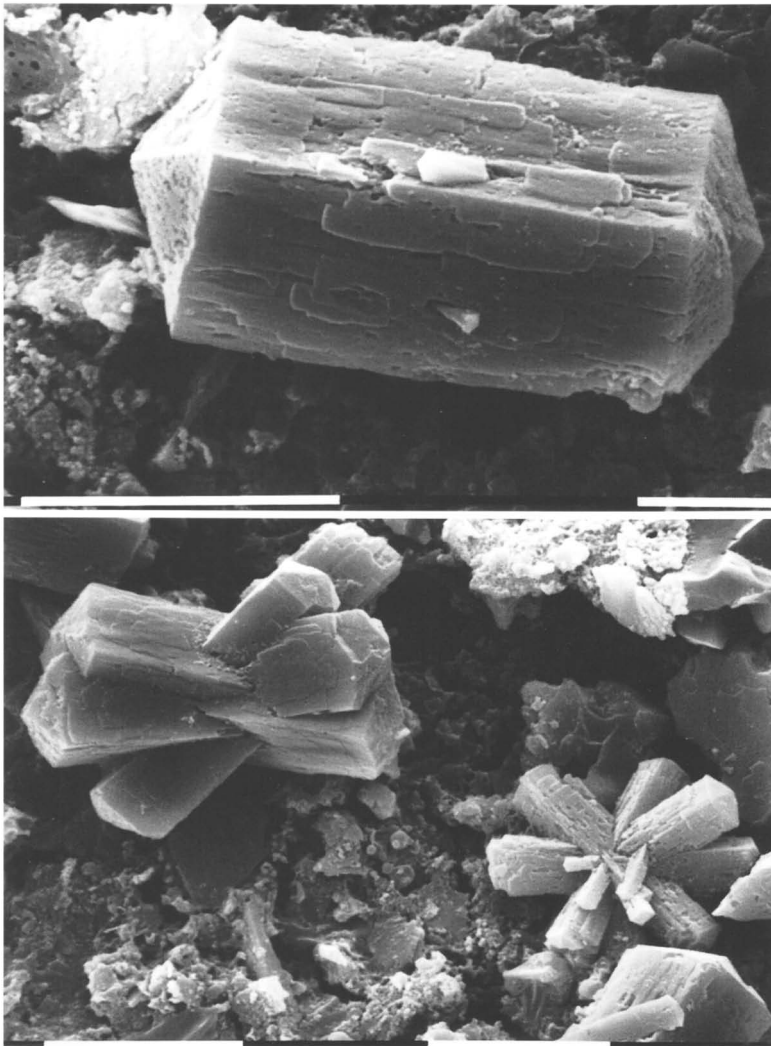
Natuurlijke oorsprong van weddelliet

Zoals eerder vermeld, wordt weddelliet veelvuldig aangetroffen in plantaardig en dierlijk weefsel. Het voorkomen van dit mineraal in de meer dan 5000 jaar oude sedimenten (de monsters moeten nog nauwkeurig gedateerd worden met behulp van de ^{14}C -methode) zou dus op twee manieren verklaard kunnen worden. Het is mogelijk dat de boorkern toevallig genomen werd op een plaats waar in het verleden vogels (in dit geval pinguïns) en zoogdieren (zeeolifanten en pelsrobben) veelvuldig pleisterden. De urine van deze dieren zou eventueel de aanwezigheid van weddelliet kunnen verklaren. Toch lijkt dit niet echt waarschijnlijk, daar

van South Georgia hebben de vorm van kleine tetragonale prisma's {110}, getermineerd door een bipiramide {111}. Deze habitus is vrij ongewoon voor weddelliet. Meestal wordt in de literatuur slechts melding gemaakt van de bipiramidale habitus (afb. 3). Het tussenliggende prismatische gedeelte wordt maar zelden aangetroffen. Vaak werden ook doorkruisings-tweelingen en zelfs veelingen waargenomen. Deze laatste hebben dan de gedaante van stralige rosetten. De zandloperfiguur, die vooral in sommige kristallen met prismatische habitus te zien is, kan te wijten zijn aan het optreden van doordringings-tweelingen (een links- en een rechtsdraaiend individu door elkaar heengegroeid). Kristalvorm en habitus komen ook goed tot uiting onder de SEM, zoals de prismatische habitus, bipiramidale terminaties, oppervlaketextuur (afb. 6 A) en tweelingvormen (afb. 6 B).



Afb. 5. Lichtmicroscopisch aspect van weddelliet. A, B. Prismatische habitus, C-E. Doorkruisings-tweelingen en veelingen, F. Doordringings-tweelingen. Let op de zandloperfiguur in de kristallen. De maatstaf is 0.01 mm lang.



Afb. 6. Elektronenmicroscopisch beeld van weddelliet. A. (Boven) Prismatische habitus, B. (Onder) Veel-lingen. Let ook op de opvallende oppervlaktetextuur die sommige kristallen bezitten. De maatstaf is telkens 0.01 mm lang.

Dankwoord

Voor het tot stand komen van deze studie was de hulp van enkele mensen onontbeerlijk. Ik wens dan ook vooreerst mijn promotor, prof. dr. L. Beyens, te bedanken voor het mij ter beschikking stellen van de boormonsters. Ook prof. dr. J. Geys en prof. dr. R. Vochten dank ik graag voor hun hulp bij het verkrijgen en analyseren van de resultaten.

Literatuur

- BANNISTER F.A. & HEY M.H. 1936. Report on some crystalline components of the Weddell Sea deposits. *Discovery Reports* 13, 60-69.
- GRIFFIN G.M., SAWYER R.K. & MELKOTE S.R. 1984. Weddellite occurrence in peats and other organic rich sediments of Florida. *Journal of sedimentary Petrology* 54 (3), 861-868.
- MARLOWE J.I. 1970. Weddellite in bottom sediment from the St. Lawrence and Saguenay rivers. *Journal of sedimentary Petrology* 40, 499-506.
- MANDARINO J.A. & WITT N.V. 1983. Weddellite from Biggs, Oregon, U.S.A. *Canadian Mineralogist* 21, 503-508.
- MATSUBARA S. & ICHIKURA M. 1975. Weddellite in bottom sediments from the Sea of Japan. *Journal of the geological society of Japan* 81(3), 199-201.
- VAN DER LINGEN G.J. 1979. Authigenic Weddellite in sediments from the Coral Sea Basin. *Sedimentology* 26, 731-735.

Geologische kaart van Nederland

Schaal 1 : 50.000, blad Gorinchem West (38 W) met Toelichtingen door J.H.A. Bosch en H. Kok, uitg. Rijks Geol. Dienst, Haarlem, 1994. Prijs f 45,— + f 6,— porto; aan te vragen bij de R.G.D., Richard Holkade 10, 2033 PZ Haarlem, telefonisch: 023 - 5300300 of 5300181 (mevr. Schooneveld, van 8.30 - 12.30 uur)

Dit blad van de geologische kaart werd in mei 1996 gepresenteerd. De kaart bestaat uit 4 kaartbladen: hoofdkaart; profielenblad 1 en 2 en een blad met twee bijkaarten: 1. met de bovenkant van de Pleistocene zandafzettingen 1 : 100.000 en bijkaart 2: de ouderdom van de Holocene stroomgordels.

Het gebied dat door de kaart wordt bestreken is een typisch Hollands riviereengebied. Op de hoofdkaart (de oppervlakte-kaart) staan voornamelijk Holocene afzettingen, deze reiken tot ongeveer 15 m diepte; in de Alblasserwaard en Krimpenerwaard komen ook Pleistocene zanden aan het oppervlak voor. Voor de profielen is gebruik gemaakt van de kennis van de geologie van de diepe ondergrond (Pre-Kwartair) die uit exploratiegegevens van de NAM verkregen is. De nadruk valt uiteraard op de Pleistocene en Holocene afzettingen.

De Toelichtingen bij de Geologische kaart zijn ook ditmaal vervaardigd in een boek van 15 x 29 cm, dat samen met de kaartbladen in een plastic omslag past. Dit boek beslaat 160 pagina's en beschrijft en beeldt af alles wat in het onderhavige gebied van geologisch belang is. Het boek bevat verder een beschrijving van de kaarten en profielen, een hoofdstuk Hydrogeologie en een uitgebreide Excursie. In 12 excursiepunten worden de markantste geologische punten aangedaan, een excursiekaart staat op de binnenkant van de achterflap van het omslag. Een literatuuroppgave en 13 Bijlagen met veel tabellen besluiten de Toelichting.

J.S.-v.B.

weddelliet bijna in de volledige boorkern voorkomt en er geen andere aanwijzingen zijn voor dergelijke vogel- en zoogdierkolonies op die plaats.

Veel plausibeler lijkt de plantaardige afkomst van het mineraal. Calcium-oxalaat vormt een natuurlijk bestanddeel van vele plantenweefsels. Als de zuurgraad van het gebied rond 7 ligt en er voldoende calcium aanwezig is, wordt weddelliet optimaal gevormd. Wanneer nu de vegetatie doorgroeit, zullen de afgestorven plantendelen gaan ontbinden. Gebeurt dit onder de waterspiegel, dan zal er al spoedig een zuurstoftekort optreden en wordt veen gevormd. In het gedeeltelijk ontbonden plantenmateriaal blijft het aanwezige weddelliet intact. Deze verklaring wordt ondersteund door de aanwezigheid van weddelliet in het niet-behandelde venig materiaal van South Georgia. Een grote hoeveelheid kristallen kon tussen het plantenweefsel waargenomen worden. Dit betekent dat de kristallen zeker niet als een artefact beschouwd mogen worden, gevormd na de verschillende chemische behandelingen. Een dergelijke verklaring kon ook worden teruggevonden in de literatuur rond dit mineraal. In 1984 meldden Amerikaanse onderzoekers dat de concentratie van weddellietkristallen in hun monsters toenam naarmate de hoeveelheid organisch materiaal groter werd. Hoewel zij geen waarnemingen deden van kristallen in plantenweefsel, gingen zij toch uit van de plantaardige oorsprong van het mineraal.

Conclusie

Weddelliet blijkt een belangrijke component te zijn in de boormonsters van Husvikdale op South Georgia. De gevonden kristallen hebben waarschijnlijk een plantaardige oorsprong.