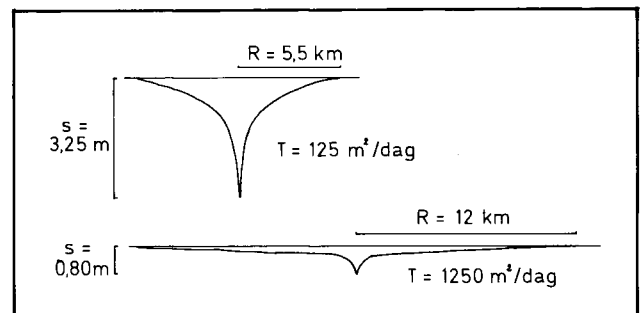


Afb. 6. Wanneer het grondwater naar de pompput toe wordt gezogen, stroomt het daarbij door concentrische cylinderoppervlakken, die kleiner worden naar de put toe. Ten gevolge daarvan neemt het piëzometrisch verhang toe, naarmate de afstand tot de put kleiner wordt.
 $Q = 2\pi r_m p l_1 = 2\pi r_w m p l_2$ of $r_1 l_1 = r_2 l_2$
 r is hierbij de afstand tot de pompput. Omdat $l = dh / dl$, impliceert dit een toename van dh , dus een verlaging van het piëzometrisch oppervlak ter plaatse.

Het putdebiet Q is het volume water dat per tijdseenheid door de put wordt afgegeven. Het wordt uitgedrukt in m^3/uur .
 Het rustpeil noemt men de stand van de waterspiegel in de put, wanneer geen water aan het reservoir onttrokken wordt. Het wordt aangegeven in m onder maaiveld.
 Het pompeil is de stand van de waterspiegel in de put, wanneer er gepompt wordt. Het wordt eveneens aangegeven in m onder maaiveld.

De neerslag of peilverlaging (s) is het verschil tussen het rust- en het pompeil, in m . Het stelt het drukverschil voor, dat ontstaat door de werking van de pomp. Dit drukverschil doet het water, door de aquifer, naar de pompput stromen.
 De specifieke capaciteit, of het specifiek putdebiet $Q : s$, is het putdebiet per eenheid van neerslag. Het wordt uitgedrukt in $m^3/uur/m$.

De invloedstraal R is de afstand van het centrum van de pompput tot het punt waar de invloed van de pomping zich nog net doet voelen.
 Zodra het pompen begint, ontstaat in de omgeving van de punt een onderdruk, waardoor het water uit alle richtingen wordt aangezogen. Naarmate dit water dichterbij de put komt, dient eenzelfde volume door steeds kleinere cilindervormige oppervlakten te stromen, om het debiet constant te houden. Uit afb. 6 met bijschrift blijkt, dat, indien de afstand tot de pompput afneemt, het piëzometrisch verhang in dezelfde mate moet toenemen. Met andere woorden: het piëzometrisch oppervlak daalt, naarmate men de pompput nadert. Het krijgt de vorm van een omgekeerde kegel: de depressiekegel of neerslagkegel. De vorm en de afmetingen ervan hangen af van het pompdebiet Q en van de transmissibiliteit T . In aquifers met kleine transmissibiliteit is de kegel scherp en heeft hij een kleine basis. Bij grote transmissibiliteit is de kegel sterk afgeplat met een brede basis (afb. 7).



Afb. 7. De vorm en de afmeting van de neerslagkegel en de invloedstraal zijn functie van de transmissibiliteit, en dus van het watervoerende gesteente.

Om de invloed van een proefbemaling op de omgeving na te gaan worden rondom de pompput, en op verschillende afstanden ervan, waarnemingsputten of piëzometers geplaatst. Hierdoor kan men de vorm van de depressiekegel vaststellen. Uitgaande van die gegevens kunnen transmissibiliteit en gemiddelde permeabiliteit van een aquifer berekend worden.

LITERATUUR

- Brouwer, H. (1978): Groundwater Hydrology, 480 p., Tokyo: McGraw-Hill & Kogakusha (0-07-066186-3).
 Freeze, R.A. & J.A. Cherry (1979): Groundwater, 604 p., Englewood Cliffs: Prentice Hall (0-13-365312-9).
 Matthes, G. (1973): Die Beschaffenheit des Grundwassers, 324 p., Berlin: Borntraeger (3-443-01006-7).

De Shetland-eilanden

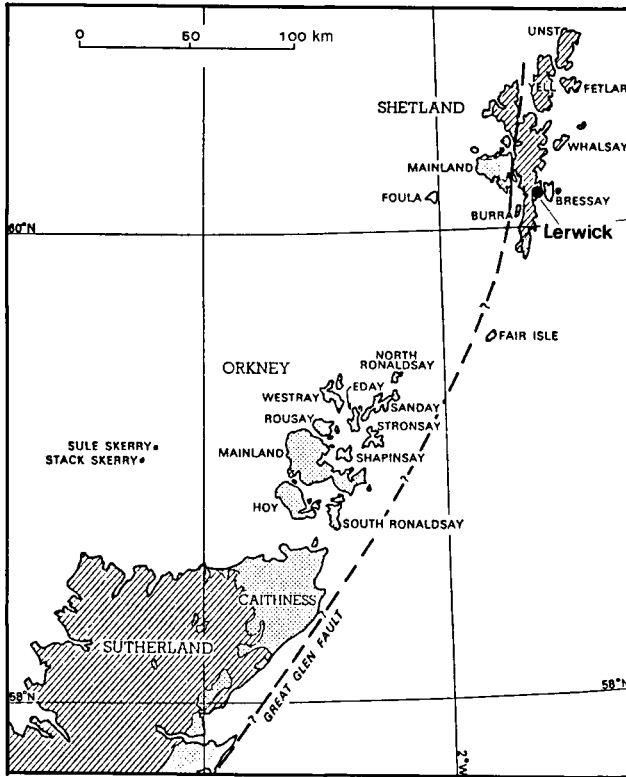
Geologische ervaringen van een Gea-lezer

door H. Perdeck

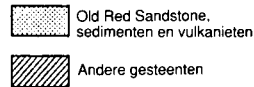
Enkele jaren geleden heb ik met een vriend een tiendaags bezoek aan de Shetland Isles gebracht. Op deze Schotse eilanden hebben we enkele tientallen vindplaatsen bezocht, vrijwel allemaal afkomstig uit de regionale gids Orkney and Shetland, en wel uit het gedeelte over economische geologie en excursiebeschrijvingen. De voornaamste reden voor dit bezoek was het voorkomen van een Devonische vis, die op Orkney en in de rest van Schotland ontbreekt. Ook wilden we de voorkomens van chroom- en nikkelmineralen, van stauroliet, magnetiet, kyaniet, granaat, serpentijn, talk etc. bezoeken.
 Vissen hebben we er niet gevonden, maar wel een aantal aparte en mooie mineralen. Hiervan zullen enkele vindplaatsen worden gegeven.

Ligging en bewoning

De 50 x 110 km grote eilandengroep ligt 165 km ten NO van het Schotse vasteland en 340 km ten W van het Noorse Bergen en is bereikbaar vanuit o.a. Aberdeen. Onze heenreis ging van Hull, via N-Engeland en Z-Schotland naar Aberdeen en per veerdienst naar Lerwick, de hoofdstad van Shetland. We gingen terug met een vrachtschip dat enige passagiers-accommodatie had naar Stromness (Orkney) en daarvandaan per veerboot naar Thurso op het Schotse vasteland.
 Er bestaat trouwens een bootdienst Hirtshals (Denemarken) - Schotland - Orkney - Shetland - Fär Öer - IJsland - Bergen (Noorwegen) - Hirtshals.



Afb. 1. Ligging van Shetland ten opzichte van het Schotse vasteland. (Naar W. Mykura, 1976)



Er zijn ruim 100 eilanden, met een totale oppervlakte van zo'n 1400 km², waarvan 13 bewoond door 20.000 mensen. Er zijn 10 x zoveel schapen, wat Shetland-ponies, zeeotters en vooral veel zeevogels. De plantengroei, een andere grote hobby van mij, was niet zo boeiend. Bomen hebben we helemaal niet gezien. Op archeologisch gebied zijn er wel een aantal interessante plaatsen, zoals de nederzetting Jarlishof.

Geologie

De geologische opbouw is zeer complex, een gedetailleerde beschrijving zal ik dan ook niet geven. Van de gesteenten is, qua oppervlakte, ongeveer 65 % metamorf, 18 % intrusief, 2 % vulkanisch en 16 % sedimentair. De afzonderlijke eenheden zijn voor een deel door grote breuken gescheiden. De belangrijkste breuk, de Walls Boundary Fault, wordt beschouwd als de voortzetting van de Great Glenn Fault in Schotland (afb. 1 en 2).

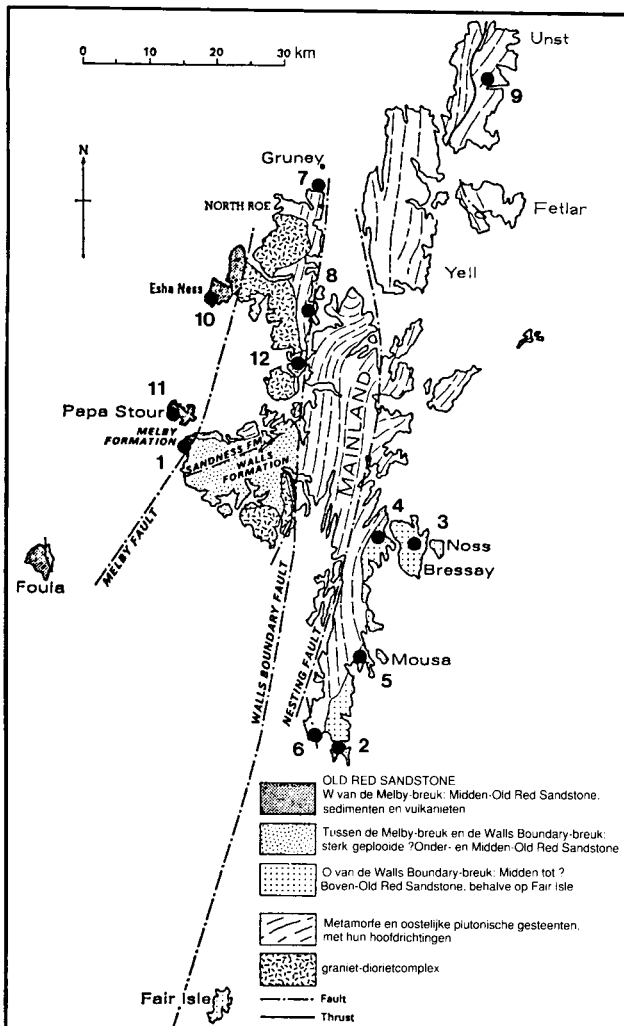
De metamorfose vond plaats tijdens de Caledonische plooingsfase (Cambrium - Devoon). Eventuele fossielen uit het Cambro-Siluur zijn door de metamorfose geheel verdwenen. Dit is ook dáár in Noorwegen en de Schotse Hooglanden het geval, waar de invloed van de Caledonische metamorfose optrad. Afgezien van de Kwartaire afzettingen zijn de niet-metamorfe sedimenten alle Devonisch van ouderdom. Veel Devonische sedimenten zijn geplooid, sommige zelfs erg sterk. Afb. 3. Ook de vulkanische gesteenten zijn Devonisch. De meeste intrusies van dieptegesteenten zijn Devonisch, sommige zijn iets ouder.

Rekening houdend met de continentendrift, past Shetland mooi in de Caledonische bergketen die Schotland, Noorwegen en Oost-Groenland omspande.

Fossielen

De sedimentaire gesteenten bestaan geheel uit Devonische zandstenen met enkele inschakelingen van kalkbankjes. Plaatselijk ligt aan de basis conglomeraat of breccie. Deze zandsteenformatie is een voortzetting van de Old Red Sandstone van Caithness (Schotland), Orkney en Zuid-Noorwegen en wordt beschouwd als een zoet- of brakwaterafzetting. Afb. 1. Hierin komen resten voor van planten, vissen en Eurypteriden (een groep uitgestorven Arthropoda, die iets op schorpioenen lijkt). Plaatselijk zijn hiervan complete exemplaren gevonden.

Afb. 3. De kust in het zuiden van Mainland: geplooidde lagen van Old Red Sandstone.



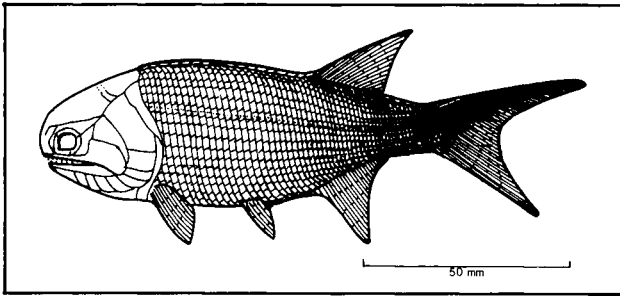
Afb. 2. Geologisch overzichtskaartje van Shetland. De nummers corresponderen met die in de tekst. (Naar W. Mykura, 1976)

Tabel I. Het Old Red Sandstone (Devoon) op Shetland

Famennien Frasnien	Upper O. R. S.	
Givetien	Middle O.R.S.	Bressay Flags Lerwick Sandstone Brindister Flags met Exnaboe Fishbed
Couvinien		Melby Formatie met Melby Fishbed Walls Formatie
Emsien Siegenien	Lower O.R.S.	Sandness Formatie
Gedinnien	—	

Vaak plaatst men de top van het Melby Fishbed op de grens Couvinien/Givetien.

Omdat correlatie met het mariene Devoon nauwelijks mogelijk is, is de stratigrafische positie van de meeste lagen niet exact bekend.



Afb. 4. Reconstructie van *Stegotrachelis finlayi* Smith & White (naar E.I. White)

In het museum van Lerwick zijn vissen uit het Melby Fishbed (afb. 2, vindplaats nr. 1) tentoongesteld. Deze vielen ons zwaar tegen, zodat we maar niet tegen de storm in naar Melby zijn gefietst om vissen te zoeken. Wel hebben we het iets jongere Exnaboe Fishbed (2) en enkele andere voorkomens bij de zuidpunt van Mainland opgezocht. Hier hoopte ik de straalvinnige *Stegotrachelis finlayi* te vinden. Van deze vis ken ik geen enkel museumexemplaar, wel tekeningen en een foto van eind vorige eeuw (afb. 4). De vissenlaag is echter vrijwel geheel verdwenen en voor de rest nagenoeg onontginbaar. Met veel moeite vonden we enkele schubben en plantenfossielen (Psilofyten). Ook in de Lerwick Sandstone speurden we tevergeefs naar vissen. Wel vonden we in groeven op het eiland Bressay (3) in de Bressay Flags wat plantenresten. Afb. 5.



Mineralen

In het museum van Lerwick zijn aardige mineralen tentoongesteld, al zijn die in het museum van Edinburgh mooier. In de zandsteen komen, evenals op Orkney, allerlei mineraalconcentraties voor. Het zijn vooral sulfiden van ijzer, koper, zink, lood, nikkel en arsenicum. Deze hebben we maar ten dele gevonden. We deden goede vondsten op Zuid-Mainland bij Lerwick, in een groeve in de Lerwick Sandstone [446425], 3 km NW van de hoofdstad (4): speculariet (een schubvormige hematietvariëteit) als blaadjes en naalden, vooral mooi in de kalklagen; verder vonden we wat calcietkristallen. Op de westoever van Aith Voe [349282] vonden we speculariet en kleine kristallen van chalcopryriet. Hier moet ook gersdorffiet voorkomen (5).

Mineralen in metamorfieten

(6) Nabij de zuidpunt van Mainland ligt Garths Ness [364113]. Hier komt een pyrrhotietens in hoornblendeschist voor. Er zijn alleen massieve stukken pyrrhotiet te vinden.
 (7) Op Fethaland, de noordpunt van Mainland ([374945] - [383934]), zochten we naar de 1 cm grote magnetietkristallen die er zouden voorkomen. Dat werden dus millimeters. Wel komen er mooie almandien-kristallen uit de groene schisten. Granaatschisten vonden we ook op het eiland Yell. Dit bestaat geheel uit gneis, zodat de schisten van elders aangevoerd moeten zijn.
 (8) Wat zuidelijker dan (7) ligt de Clothister Hill [341729] met een oude magnetietmijn. Op de storthopen vonden we massieve magnetiet, pyrietkubussen en granaatjes.
 Op de eilanden Fetlar en Unst komen de interessantste mineralen voor. We hebben alleen Unst bezocht. Hier ligt een groot serpentijngebied (9) met chroom- en talkvoorkomens. Ook zijn er schisten met kyaniet en stauroliet.
 - In de Queyhouse Quarry [612123] zijn te vinden: veel serpentijn en zeepsteen, maar ook dolomiet- en talkkristallen. De laatste komt voor als doorschijnend groene blaadjes op witte steen. Hier zijn schoenen met een zeer goed profiel nodig! Het materiaal is hier veel mooier dan dat uit de groeve bij Mustolahmutka (Kaajani, Finland). Afb. 6.
 - In de Hagdale Quarry [638102] kwamen we heel veel chroomietkorrels in serpentijnmatrix en ook (aangevoerde?) kalkstenen met aragoniet tegen.
 - Het interessantst vond ik de Nikka Vord Quarry [625103]: magnetiet-rhombendodekaëders van bijna 1 cm (!), uvaroviet van 1 mm, pyroauriet (?), leuchtenbergiet, kämmereriet (chroomchloriet), serpentijn, tremoliet, chromiet (ook massieve stukken). Zaratieet schijnt ook voor te komen, evenals pentlandiet. De Finse uvaroviet van Vuonos is overigens veel mooier.



Afb. 6. De talkgroeve "Queyhouse Quarry" op het eiland Unst.

Afb. 5. Old Red Sandstone bij Shingly Geo, iets boven de zuidpunt aan de oostkust. Geheel onderaan het profiel het dunne, gelaagde Exnaboe Fishbed.

Vulkanieten

De basalt-, andesiet-, rhyoliet- en tufvoorkomens op West-Mainland hebben we niet bekeken. Agaat en amethyst komen voor aan de ZW-kust van Esha Ness (10) en op het eilandje Papa Stour (11), maar men kan deze beter elders zoeken.

Intrusies van dieptegesteenten

Er zijn voorkomens van dioriet, gabbro, graniet, pegmatiet en porfirisch gesteente, met allerlei overgangen daartussen. De intrusies zijn mineralogisch gezien niet zo interessant. Wij bezochten alleen de Viridins Quarry [341683] nabij Mavis Grid (12), een dioriet-groeve. Hier komt scapoliet voor. Wij vonden er orthoklaaskristallen en epidoot.

Alle metaalmijnbouw op Shetland is lang geleden gestopt. Talk wordt nog gedolven in Queyhouse Quarry, afb. 6. De overige in bedrijf zijnde groeven werken vooral voor "roadstone" (harde zandsteen, graniet, gneis, dioriet). Mogelijk zijn er in fossielloze lagen nog open kalkgroeven.

Nu de infrastructuur vanwege de exploitatie van Noordzee-olie gemoderniseerd wordt komen er regelmatig nieuwe ontsluitingen voor. Op deze kale eilanden met hun lange kustlijn is er trouwens een overvloed aan ontsluitingen. Wij hebben er maar een fractie van bekeken.

LITERATUUR

- W. Mykura (1976): Orkney and Shetland (British Regional Geology), HMSO, London.
A. Smidth Woodward & E.I. White (1926): The fossil fishes of the Old Red Sandstone of the Shetland Isles; Trans.R.Soc.Edinb. (54), III, 12, 567-571.
J. Saxon (1978): The fossil fishes of the North of Scotland; Caithness Books; Thurso (Scotland).
T.S. Westoll (1937): The Old Red Sandstone fishes of the North of Scotland; Proc.Geol.Assoc. Vol. XLVIII p. 13.
T.S. Westoll (1951): The vertebrate-bearing strata of Scotland; Report 18th session Int.Geol.Congr. (Gt.Britain 1948).

Kaarten: Ordnance Survey 1 : 50.000 (Landranger Series) sheets 1,3,4;
Geological Survey 1 : 253440 (4 miles per inch), sheets 1, 2.



Bamble-mineralen

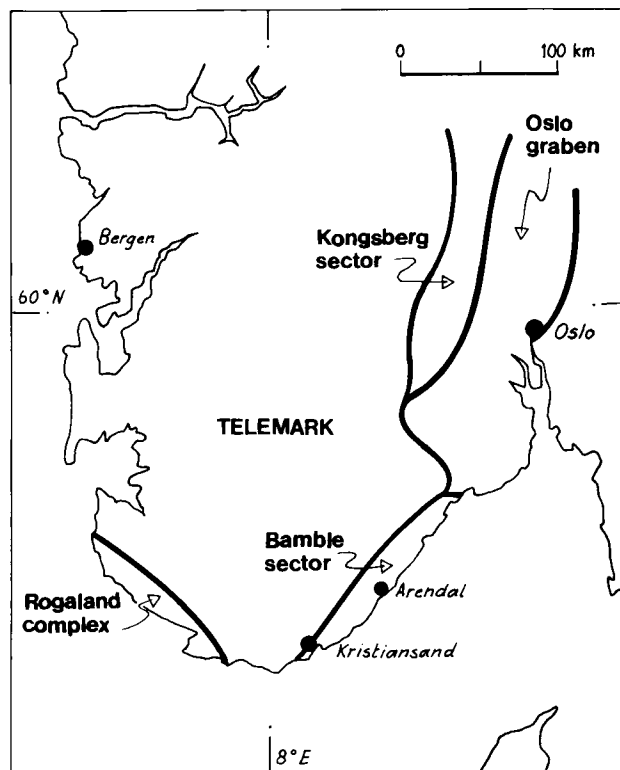
enkele vindplaatsen in Zuidoost-Noorwegen

door Natalie Hulzebos

Mocht u voor de komende zomer nog geen vakantiebestemming hebben gevonden dan kan ik u Zuidoost-Noorwegen warm aanbevelen. Hier bevindt zich namelijk een gebied, dat naast fraaie kusten, bossen en visrijke meertjes ook een interessante geologie bezit, de zogenaamde Bamble-zone (zie afb.1). Dit gemiddeld 30 km brede gebied strekt zich 150 km langs de kust uit. Het wordt van de rest van Noorwegen gescheiden door een grote breukzone, die van het Oslo-gebied tot aan Kristiansand loopt. De Precambri-sche, hooggradig gemetamorfoseerde gesteenten in de Bamble-zone hebben dan ook een heel eigen geschiedenis doorlopen. Afhankelijk van druk, temperatuur en samenstelling van het gesteente werden fraaie mineralen gevormd. Enkele interessante vindplaatsen zullen hieronder behandeld worden. Hun locaties zijn weergegeven in afb. 2.

1. Granaat-sillimaniethoudende gneizen bij Amblevika

U bereikt deze vindplaats door vanuit Arendal via Salstrød naar Eydehavn te gaan. Hier neemt u de weg nummer 410 naar Tvedestrand. U gaat de eerste weg links (dit is na ongeveer 2 km, zie ook afb. 3). U rijdt een brug over, passeert het dorpje Ablevika en komt op een vrij recht stuk weg. Na zo'n 600 m ziet u aan de linkerkant van de weg een hoop stenen (dankzij de wegaanleg). Tussen deze stenen en in de gesteenten in de omgeving zult u de granaat-sillimaniethoudende gneizen kunnen vinden. U wordt hierbij geholpen door de kleur van de granaat: zonder sillimaniet is hij rood, met sillimaniet echter rose. Zijn samenstelling benadert die van almandien ($Fe_3Al_2(SiO_6)_3$). De granaat komt vrij veel voor, voornamelijk als kleine, euhedrische kristallen. (Bij euhedrische, ook wel idiomorf genoemde kristallen is de eigen kristalvorm goed zichtbaar). De sillimaniet (Al_2SiO_5) is zeer goed ontwikkeld en komt voor in aggregaten van circa 1 cm lange naalden, georiënteerd in banden. Het gesteente kan verder helder witte kwarts, witgroene plagioklaas, witrose kaliveldspaat en biotiet bevatten.



Afb. 1. Overzicht van Zuidoost-Noorwegen met de Bamble-zone.