

Afb. H1. Doorsnede van het Ipswichian klif bij Sewerby.

de South Sea Landing, via Dane's Dyke naar Sewerby aflopen. Onder normale omstandigheden heeft men hier geen last van het getij. Langs deze hele kuststrook zijn, zij het mondjesmaat, belemnieten te vinden van het geslacht *Actinocamax* (afb. G2) en schelpen van het geslacht *Inoceramus*. De eerste 550 m bestaat de klifvoet uit de Hagenowia rostrata-zone, maar deze tulpebolvormige zeeëgel komt er zelf nauwelijks in voor.
Vanaf 550 m tot aan de landtong waar men Dane's Dyke in zicht krijgt, bestaat de klifvoet uit de Uintacrinus socialis-zone. Er komen slechts fragmentjes van deze zeelelie voor die, om het extra moeilijk te maken, niet eens op fossielen lijken (afb. G3).
Vanaf genoemde landtong tot 200 m voorbij Dane's Dyke treft men de Marsupites testudinarius-zone aan in de voet van de klif. Ook van deze zeelelie worden slechts fragmentjes gevonden en wel van de kelk (afb. G4). Van de zeelelie *Bougueticrinus* sp. worden in deze zone de steelleden gevonden (afb. G5).
Vanaf 200 m voorbij Dane's Dyke tot aan Sewerby bestaat het hele klif uit de Inoceramus lingua-zone. Behalve deze schelp (afb. G6) komen hier sponzen voor. Deze "Flamborough Sponges" zijn zeer bekend en met goed zoeken nog steeds te vinden. Enkele namen zijn: *Laosciadia planus* (afb. G7), *Siphonia koenigi* (afb. G8), *Rhizopoterion cribrosus* (afb. G9), *Amphithelion* sp. en *Isoaphinia texta* (afb. G10).

H. Sewerby: Boven-Krijt en Ipswichian

Een klein eindje voorbij de betonnen trap in Sewerby gaat het krijtklif plotseling over in een klif van klei. Wat we zien is eigenlijk een doorsnede van het klif uit het Ipswichian, zoals het Eemien in Engeland genoemd wordt (zie ook afb. H1). Ten westen van Sewerby lag de krijtkust destijds verder in zee, ten zuidoosten verder landinwaarts. Hier ter plaatse is het snijpunt van deze oude kustlijn met de huidige te zien.

Behalve een doorsnede van het oude klif is ook de doorsnede van het strand uit het Ipswichian te zien. Het lijkt als twee druppels water op het huidige: het was bedekt met afgeronde witte kalkstenen (1 m dikke laag, A). Het strand lag toen wel 1 m hoger dan het tegenwoordige strand. Nadat aan het einde van het Ipswichian de zeespiegel daalde door het uitbreiden van de ijskap, lag het strand droog en werden vers gevallen stenen niet langer afgerond. Ze bleven dus hoekig van vorm en vormden een eveneens 1 m dikke laag (B). Daarbovenop ligt 8 m fijn geel zand (C), dat door de wind is afgezet. Dit wordt weer bedekt met een laag kalkpuin, ontstaan door stukvriezen van kalkgesteente voordat het landijs kwam. En last but not least wordt het geheel overdekt met een flinke laag keileem.
In de lagen A, B en C zijn diverse fossielen gevonden. In laag A waren dat o.a. zeeschelpen en botten van vissen en zoogdieren (b.v. olifant, neushoorn, nijlpaard en waterrat), in laag B en C landslakken en botten van vogels.

Literatuur

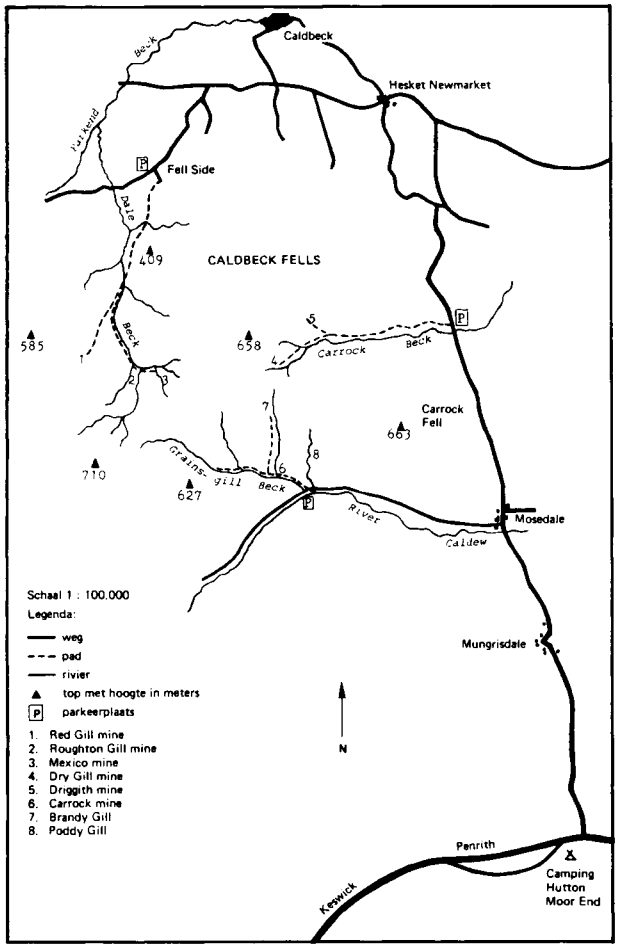
British Regional Geology: Eastern England from the Tees to The Wash, door Dr. P. Kent, London, 1980
Geology of the Yorkshire Coast, Whitby to Bridlington, door S. Young Dalesman, 1978
British Mesozoic fossils, British Museum (Natural History); Londen, 1975
Jurassic Geology of the World, door W. Arkell; Edinburgh, 1956
Jet Jewellery and Ornaments, Shire album 52; Aylesbury, UK, 1980
Jet, folder uitgegeven door de North York Moors National Park Committee, 1976
Alum, idem, folder
Ravenscar geological trail; North York Moors National Park, Helmsley.

Mineralen zoeken in de Caldbeck Fells (Lake District)

door drs. W. van den Berg

Inleiding

Groot Brittannië kent een aantal gebieden, waar men uitstekend mineralen kan zoeken, de Caldbeck Fells is er één van. Afb. 1.
De Caldbeck Fells ligt ten noorden van de plaats Keswick in het Lake District (Noordwest-Engeland). Het gebied wordt begrensd door de weg van Mungrisdale–Caldbeck in het oosten, door de rivier de Caldew in het zuiden en in het westen door Knott en Braefell. Per auto kan men vanaf Londen over de snelweg de Fells in ± 6 uur bereiken, Hull–Keswick kost slechts 2½ uur reistijd per auto.
Het landschap bestaat uit heuvels met af en toe een hogere top. Hoogste punten zijn Carrock Fell (663 m) en High Pike (658 m). Door diepe insnijdingen van de beken (gills of ghylls genoemd) komen plaatselijk grote reliëfverschillen voor, maar het vrijwel boomloze berglandschap maakt een overwegend glooiende indruk.
Het gebied is afgezien van de schapen leeg en onbewoond. De boerderijen en schilderachtige dorpjes, zoals Caldbeck, Mosedale en iets zuidelijker Mungrisdale liggen aan de rand van de bewoonde wereld tegen de Fells aan. De rust



Afb. 1. Kaartje van het Caldbeck Fells-gebied (Lake District).

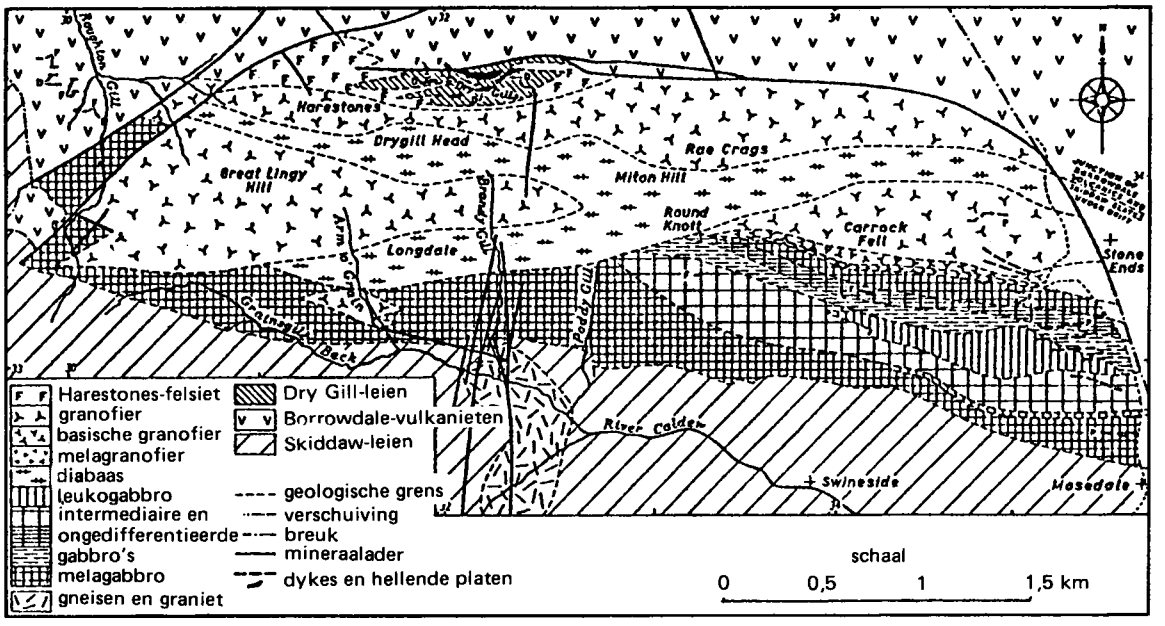
van de Caldbeck Fells vertoont een groot contrast met het toeristische – dus druk bezochte – zuidelijke deel van het Lake District met z'n meren. Hotels en campings zijn in de onmiddellijke nabijheid en in voldoende mate aanwezig. Een mooi gesitueerde camping vindt u bij Hutton Moor End. Tussen Mosedale en Caldbeck en langs de Caldbeck River kan wild worden gekampeerd.

De Caldbeck Fells is niet toegankelijk voor auto's. De oude mijnwegen dienen nu als wandelpaden. De mijnen, afgezien van de Carrock mine, kunnen dus uitsluitend lopend worden bereikt! Omdat men de Fells van meerdere kanten in kan, is voor het gemak op de kaart een aantal mogelijke parkeerplaatsen ingetekend. Men kan rekenen op wandelingen over de paden van ± 1-1½ uur vanaf de parkeerplaatsen naar de mijnen; deze wandelingen zijn overigens schitterend. Doorgewinterde wandelaars kunnen ook buiten de paden terecht, maar pas op, want sommige delen van het landschap zijn moerassig en men kan in het lege gebied gemakkelijk verdwalen.

Het grootste deel van de Caldbeck Fells behoort tot het Lake District National Park. Dit heeft onder meer tot gevolg dat er – sinds kort – enige beperkingen zijn opgelegd bij het zoeken van mineralen. Zo is het o.a. verboden ondergronds te verzamelen en de storthopen mogen niet ernstig worden verstoord. In de praktijk levert dat laatste geen problemen op, men bedenke hierbij dat er in Groot-Brittannië weinig mineralenverzamelaars zijn en het gebied niet veel wordt bezocht. Bovendien valt de Carrock mine met directe omgeving buiten de grenzen van het nationale park.
Wil men in dit gebied gaan zoeken dan is een aantal dingen onontbeerlijk:
Uiteraard hamer, beitel en loep. Ook een opvouwbaar schepje is aan te bevelen.
Gezien de lange wandeltijden van 2-3 uur per dag, goede wandelschoenen.
De Ordnance Survey map, kaartblad 90 – Penrith and Keswick – waarop veel details uit het landschap te vinden zijn, zoals paden, mijnen, hoogtelijnen e.d. Deze kaart met een schaal van 1:50.000 is een prima hulpmiddel. Temeer daar men in de Britse literatuur veel vindplaatsen aangeeft met behulp van "grid reference numbers". Door dit coördinatenstelsel kan men in heel Groot-Brittannië met het juiste kaartblad van de Ordnance Survey map een punt in het landschap op 100 meter nauwkeurig bepalen. Ook in dit artikel worden de vindplaatsen aangegeven door "grid reference numbers".
De bedoelde kaarten zijn verkrijgbaar bij elke goede boekhandel in Engeland, in Nederland bij Pied à terre, Singel 393, Amsterdam, in België bij de Vlaamse Toeristenbond, St. Jacobsmarkt, Antwerpen.

Geologische ontwikkeling

Het gedeelte van het Caldbeck Fells-gebied waarnaar onze speciale aandacht uitgaat, is de Carrock Fell, zie afb. 2.
De oudste geologische formatie die in dit gebied wordt gevonden is de Skiddaw Groep (Skiddaw Slates) uit het Onder-Ordovicium (Arenig, ± 500 miljoen jaar geleden). Deze gesteenteserie bestaat uit kilometers dikke kleiige en siltige gesteenten met inschakelingen van zandlagen. De sedimenten zijn in vrij diep water afgezet, de kleiige lagen bevatten vaak graptolieten. De gesteenten van de Skiddaw Groep worden gevonden als zwak metamorfe leien in het zuidelijke deel van de Caldbeck Fells. Het einde van deze sedimentaire serie wordt gekenmerkt door een intrusie van gesteenten met voornamelijk bazaltische samenstelling: het Carrock Fell Complex. Dit complex ligt tussen de gesteenten van de Skiddaw Groep en jongere vulkanieten uit het Midden-Ordovicium in en vormt een langgerekt lichaam van stollingsgesteenten. Onder meer komen voor melagabbro (een donkere gabbro) en leukogabbro, dit is een lichtgekleurde gabbro. Merkwaardig in deze laatste zijn micrografische vergroeiingen van kwarts en kaliveldspaat. Ook intermediaire gabbro's komen voor. Verder bevat het complex zuurdere gesteenten, zoals granofier, bestaande uit een fijnkristallijne massa van kwarts en kaliveldspaat met plagioklaas-fenokristen. Jongere gesteenten in dit intrusiecomplex zijn de "Harestones-felsiet", een microkristallijn gesteente, en een aantal diabaasgangen.
In jongere tijdvakken van het Ordovicium (Llandeilo en Caradoc, 470-450 Ma geleden) was er veel vulkanische activiteit, resulterend in de vorming van meer dan 5 km dikke pakketten lava's en tuffen van uiteenlopende samenstelling. Onder meer werden bazalt, andesiet en daciet gevormd. De zuurdere gesteenten zijn voornamelijk als gloedwolkafzettingen (ignimbrieten) ontstaan. Deze dikke serie vulkanieten wordt de Horrowdale Vulcanic Series genoemd en is nu te vinden in het noordelijke deel van de Carrock Fell.
Opvallend zijn de Dry Gill Shales, een serie leien van Ordovicische ouderdom, die in een klein gebied rondom de Dry Gill mine gevonden worden. Hierin komen o.a. trilobieten voor. Afzettingen uit het Siluur en Devoon worden in het Carrock Fell-gebied niet aangetroffen, dit is



Afb. 2. Geologisch kaartje van het Carrock Fell-complex (naar: British Regional Geology, Northern England).

elders in het Lake District wel het geval.
Aan het eind van het Siluur stond het Lake District onder invloed van de Caledonische gebergtevorming. Door de Caledonische orogenese werden de Skiddaw-gesteenten intensief geplooid, waarbij fraaie leiplaten ontstonden.
De Borrowdale-vulkanieten waren minder gevoelig voor de samendrukkende bewegingen, hier zien we ronde plooien van grote afmetingen.
De Caledonische fase werd beëindigd door een intrusie van grote granietlichamen, die de ondergrond vormen van grote gedeelten van het noorden en het midden van het Lake District. Deze granitische gesteenten treden nu over kleine oppervlakten aan de dag, onder meer in de vallei van de Cladew River ten Z van Carrock Fell. Deze zg. Skiddaw-graniet is een biotietgraniet met kleine plagioklaas-(oligoklaas)kristallen die vaak de kern in grotere orthoklaas vormen. De graniet heeft enkele pegmatiet- en aplietgangen geproduceerd, welke gangen een deel van de restsmelt van de graniet vertegenwoordigen. De activiteit van de restsmelt, een waterige oplossing, die overblijft als de graniet vrijwel geheel is gekristalliseerd, kan zowel plaatselijk de randzone van de graniet zelf als het nevengesteente sterk beïnvloeden. Zo ontstaan kwarts- en muscovietrijke gesteenten, die greisen genoemd worden. Ook heeft op uitgebreide schaal nieuwvorming van mineralen plaatsgevonden, zoals van hoornblende.
Welk deel van de nieuwvormingen veroorzaakt is door de invloed van de Carrock Fell-gesteenten en welk deel door de invloed van de Skiddaw-graniet is moeilijk te achterhalen.

Mineralisaties

Het Caldbeck Fells-gebied wordt doorsneden door vele grote en kleinere ertsvoerende aders, die uiteenlopende richtingen hebben en die waarschijnlijk in verschillende perioden ontstaan zijn. De grote aders zijn afgebeeld op afb. 2. Hierop ontbreken een aantal kleinere aders, zoals die bij de hierna beschreven Red Gill mine, de Upper Brandy Gill en de Poddy Gill.
Er bestaat een duidelijk verband tussen de richting die deze aders hebben en de mineralen die erin voorkomen. Zo is — kort samengevat — in oost-west lopende aders sprake van lood- en soms kopermineralen, zoals bij de Dry Gill mine, Upper Brandy Gill, Poddy Gill en de Carrock mine. De lange en brede noordoost naar zuidwest gerichte aders bevatten veel lood- en zinkmineralen met soms enig kopererts, bijvoorbeeld bij de Driggith mine, Roughton Gill mine en Mexico mine. Bij aders met een noordwest-tot zuidoostrichting is sprake van lood- en kopermineralen, aangevuld met geringe hoeveelheden zinkerts, zoals o.a. bij de Red Gill mine.
De hierboven beschreven aders hebben als gangmineralen kwarts en/of bariet, ze bezitten ook aanzienlijke hoeveelheden arseen- en mangaanverbindingen.
De primaire sulfidische mineralen werden op grote schaal geoxideerd, waardoor een uitlogingszone met bijbehorende "ijzeren hoed" kon ontstaan. In de Caldbeck Fells kan men hierin o.a. de volgende mineralen aantreffen: roodbruine kwarts; mangaanoxiden, waaronder veel psilomelaan; sulfaten, zoals linariet, brochantiet en anglesiet. De dieper geleden zone van oxidische aanrijking bevat oxiden; carbonaten zoals malachiet, cerussiet, caledoniet, leadhilliet; arsenaten, vooral mimetesiet; fosfaten, meestal pyromorfiet; vanadaten zoals vanadiniet, descloiziet en mottramiet. Een zone met een secundaire sulfidische aanrijking (cementatiezone) is — ondanks vele pogingen daartoe — tot nu toe niet in de Caldbeck Fells aangetroffen.
De Carrock mine vertoont een uitzondering op het tot nu toe geschetste beeld. De vele op de geologische kaart weergegeven noord-zuid lopende kwartsaders zijn ontstaan tijdens de vorming van de Skiddaw-graniet.
Tijdens het uitkristalliseren van de restsmelt ontstond in de pneumatolytische en hydrothermale fase een groot aantal voor deze paragenese kenmerkende mineralen. Ondanks het feit dat de betreffende aders dicht bij elkaar liggen hebben ze verschillende samenstellingen. Dit ten gevolge van de bij de vorming heersende temperatuur, die bepaald werd door de afstand tot de intrusiehaard. Naast wolframiet ontstonden een aantal sulfiden waaronder molybdeniet, aikiniet en bismutiniet, evenals enige elementen (bismut, goud) en carbonaten (ankeriet en calciet). De genoemde gesteenten en mineralen kan men alleen aantreffen in groeves, op storthopen en in de dalen, omdat

elders Pleistocene glaciale afzettingen en Holocene veenlagen de formaties bedekken.

De mijnbouwgeschiedenis

De eerste mijnbouwactiviteiten dateren waarschijnlijk uit de 12e eeuw. Tastbare bewijzen van de oudste mijnbouwperiode zijn sporadisch aanwezig en blijven beperkt tot kleine dagbouwontsluitingen, ingestorte mijnen en "hushes".
Hushes ontstonden als volgt: als men een ader aan de oppervlakte vermoedde, dan legde men hoger op de helling een stuwdammetje aan. Nadat het reservoir zich met water gevuld had, stak men de dam door, het water stroomde dan als een vloedgolf van de helling, waarbij de bodem en de vegetatie meespoelden. Daarna lag de ader open en bloot aan de oppervlakte. Zo niet, dan werd de gehele operatie herhaald. Hushes zijn op de hellingen te zien als geulen. Deze vorm van mijnbouw werd vroeger veel in Noord-Engeland en Wales toegepast. In de Caldbeck Fells liggen hushes bij Brae Fell (298354) en Carrock End (352339). Halverwege het pad naar de Roughton Gill mine is de eerstgenoemde hush aan de rechterkant goed zichtbaar.

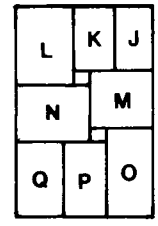
De grote bloei van de mijnbouw viel in de 18e en 19e eeuw. Een groot aantal kleine en een paar grote mijnen waren in bedrijf en het dorpje Caldbeck groeide uit tot een mijnbouwnederzetting van enige betekenis. Langs de beken verrezen smelterijen en andere bedrijfsgebouwen. De funderingen hiervan zijn soms nog zichtbaar, zoals o.a. bij Dale Beck en Carrock Beck.
Het eind van de 19e eeuw luidde de ondergang in van de lood-, koper- en zinkmijnen in de Fells. Eerst sloten de kleinere mijnen, zoals de Red Gill mine en de Dry Gill mine, later gevolgd door de twee grote mijnen: de Roughton Gill mine en de Driggith mine. In de meeste gevallen was een grote tegenvaller het ontbreken van ertsen in de aders op wat grotere diepte. Dit in tegenstelling tot de aders in het zuidelijk deel van het Lake District, waardoor die mijnen langer in bedrijf konden blijven.
In de 20e eeuw zijn in de Caldbeck Fells slechts twee mijnen produktief geweest, de Carrock mine en de Potts Gill mine.
De Carrock mine, waar wolfram werd geëxploiteerd, was tussen 1901 en 1982 van tijd tot tijd in produktie. De bedrijfsgebouwen worden op dit ogenblik nog goed onderhouden, men houdt waarschijnlijk rekening met een eventuele heropening, als de wolframprijzen stijgen. De Potts Gill mine, waar bariet werd gewonnen, is produktief geweest van ± 1920 tot in de jaren '40.

De vindplaatsen en hun mineralen

Op de storthopen en soms in ontsluitingen kan een groot aantal mineralen worden verzameld. Merendeels zijn dit micromounts, maar ook komen specimens voor met vrij grote kristallen.
Stelt u uw eisen niet te hoog, dan zult u bij goed zoeken niet teleurgesteld worden.

1. De Red Gill mine (295348)

De Red Gill mine verkreeg in de vorige eeuw internationale bekendheid door het voorkomen van een aantal – deels zeldzame – lood-kopersulfaten en carbonaten in mooie kristallen.
Sommige delen van dit mijntje, zoals de High Level, zijn zeer oud. Afb. 3.
De belangrijkste mijnbouwactiviteiten vonden plaats tussen 1861 en 1866 in de Top Level, de Old Dutch (!) Level en de Deep Level. In 1871 sloot men de mijn definitief, want de opbrengsten aan lood-, koper- en zinkerts bleken te gering.
Tot 1980 konden verzamelaars gemakkelijk dit mijntje in, maar nu is dat helaas verboden en de ingang heeft men laten instorten.
De attractieve mineralen kwamen vrijwel allemaal van de Old Dutch Level, maar zelfs in de mijn kwamen ze sporadisch voor.
Op de storthopen kunnen vondsten worden gedaan, maar mooie uitgekristalliseerde specimens komen weinig voor.
De beste storthoop ligt halverwege de noordwest-helling, beneden de schacht van de Old Dutch Level en is van verre zichtbaar.



bij de kleurenfoto's:

J. Linariet, *$PbCuSO_4(OH)_2$, helderblauwe prisma's op kwarts en galeniet. Beeldhoogte 2,5 mm. Red Gill mine, Caldbeck Fells.*
K. Hemimorfiet, *kleurloze rozetten, $Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$, met zwarte psilomelaan, een mangaanverbinding. Ook is iets gelige mimetesiet te zien, alles op een door limoniet gekleurde matrix. Beeldhoogte 3,5 mm, Roughton Gill mine, Caldbeck Fells.*
L. Rosasiet, *groene bolletjes, $(Cu,Zn)_2CO_3(OH)_2$, en kleurloze kristallen van hemimorfiet. Hoogte 5 mm, Roughton Gill mine, Caldbeck Fells.*
M. Pyromorfiet, *$Pb_5(PO_4)_3Cl$, in gele, hexagonale kristallen. De gebogen vlakken zijn typisch voor dit mineraal, de kleur kan variëren. Beeldlengte 4,5 mm, Roughton Gill mine, Caldbeck Fells.*
N. Groene campyliet, *variëteit van mimetesiet $(Pb_5[(PO_4),(AsO_4)]_3/Cl)$, op gele pyromorfiet. De groene kleur is bij campyliet zeer zeldzaam en voor zover bekend verder alleen nog op Sardinië gevonden. Beeldbreedte 10 mm, Mexico mine, Caldbeck Fells.*
O. Caledoniet *in helderblauwe prismatische kristallen, $Cu_2Pb_5(SO_4)_3(CO_3)(OH)_6$, met op de achtergrond lichtblauwe* leadhilliet, *$Pb_4(SO_4)(CO_3)_2(OH)_2$. Beeldhoogte 3 mm, Red Gill mine, Caldbeck Fells.*
P. Plumbogummiet, *$PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5.H_2O$, flauw lichtblauw, als "ondergrond" voor gele rosetten van* mimetesiet *$(Pb_5(AsO_4)_3Cl)$ en zwarte bolletjes van psilomelaan. Beeldhoogte 9 mm, Dry Gill mine, Caldbeck Fells.*
Q. Cerussiet-*veelling (zie de inspringende hoeken) op bariet. Beeldhoogte 4 mm, Brandy Bottle mine, Midlands, Yorkshire. Ook in de Caldbeck Fells komt op verscheidene plaatsen cerussiet $(PbCO_3)$ voor.*

Alle mineralen: collectie W. en C. van den Berg, Lelystad. Kleurenfoto's: P. Stemvers, Weesp.

vervolg op pag. 44



vervolg van pag. 42

De mineralen:
Chrysocolla. Dit mineraal komt hier veel voor in turkooisblauwe, lichtblauwe of groenblauwe kleuren. Meestal massief, maar ook botryoïdale vormen zijn aangetroffen (tot 6 mm).
Malachiet. Dit groene mineraal is gemakkelijk te vinden. Dit geldt met name voor massieve insluitingen in kwarts. Spaarzaam komen waaiertjes voor, bestaande uit naaldvormige half-transparante kristallen (tot 4 mm).
Cerussiet. Witte of kleurloze tabulaire kristallen (tot 5 mm). Ook tweelingen en naaldvormige kristallen zijn aangetroffen. In een paragenese bestaande uit galeniet, chalcopyriet, chrysocolla, malachiet en cerussiet worden door de secundaire mineralen vaak mooie micromounts gevormd. Zie kleurenfoto Q.
Brochantiet. Dit op deze vindplaats lichtgroen gekleurde mineraal is hier zeldzaam. Uitsluitend zeer kleine prismatische vlakkenrijke kristallen zijn te vinden (tot 1 mm). Verwarring met caledoniet is niet uitgesloten.
Linariet. In sommige musea kan men linarietkristallen van deze vindplaats aanschouwen. Deze in de vorige eeuw ontdekte specimens bevatten kristallen tot een grootte van 2,5 cm! Op de storthopen kunnen micro-kristallen tot 2 mm worden gevonden, maar massieve linariet in kwarts is meer gangbaar. De azuurblauwe, meestal tabulaire kristallen zijn transparant en bezitten mooie eindvlakken. Ook naaldvormige, niet begrensde kristallen zijn te vinden. Kleurenfoto J.
Caledoniet. De caledonietkristallen vertonen soms een lichtgroene kleur, kenmerkend is echter een licht zeeblauwe kleur (tot 2 mm). Dit mineraal komt in de Red Gill mine in uiteenlopende vormen voor. Behalve de meer bekende prismatische vlakkenrijke rhombische kristallen zijn ook op aurichalciet lijkende schubjes en tabulaire kristallen met beitelvormig eindvlak waargenomen. Caledoniet wordt samen met linariet en (in mindere mate) met leadhilliet aangetroffen in holtes van een sterk verweerde galeniet met rood-bruine kwarts. Afb. 4 en kleurenfoto O.
Leadhilliet. Dit mineraal is nog zeldzamer dan caledoniet en bovendien kijkt men er gauw overheen. Dit dankzij enige gelijkenis met bariet en cerussiet. Leadhilliet vormt maximaal 7 mm grote kristallen, regel is een grootte van 1 tot 2 mm. De kleur is wit of lichtgroen tot lichtblauw; kleurloze kristallen worden het meest aangetroffen. Afb. 4 en kleurenfoto O.
In verband met de moeilijke determinatie van leadhilliet een paar aanwijzingen:
De kristallen vormen doorzichtige of halfdoorzichtige pseudo-hexagonale plaatjes en hebben een perfecte splijting volgens het basisvlak. Veelal vertonen de leadhillietkristallen een parelmoerglans en een oranje fluorescentie. Ook prismatische en massieve voorkomens zijn bekend.
Anglesiet. Meestal als korrelige massa's in verweerde galeniet. Af en toe vormt dit mineraal kleurloze, langgerekte transparante, prismatische kristallen tot 2 mm.
Hemimorfiet. Zeer zeldzaam mineraal op deze vindplaats. De kleurloze tabulaire kristallen zijn tot waaiertjes (maximaal tot 3 mm) gegroepeerd. De kristalvlakken vertonen een streping in de lengterichting van het kristal. Dit mineraal komt samen voor met psilomelaan en pyromorfiet.
Ook de mineralen **bariet, chalcopyriet, sfaleriet, hydrocerussiet, plumbogummiet** en **cupriet** komen voor.

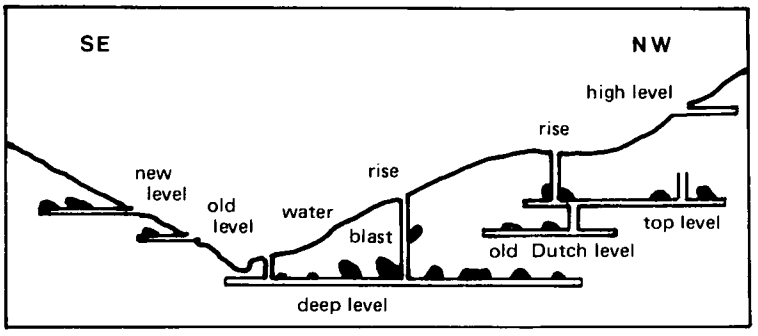
Wil men enig succes hebben bij deze unieke vindplaats, dan zal men de storthopen grondig te lijf moeten gaan.

2. De Roughton Gill mine (302346)
De Roughton Gill mine met zijn lange geschiedenis, die terugvoert tot de 12e eeuw, heeft van 1794 tot 1878 op grote schaal lood, zink en koper geproduceerd. De lagere niveaus in de mijn spelen nu een rol in de watervoorziening van een aantal steden, zoals blijkt uit het pomphuisje ter plaatse. In de mijn waren verschillende ertsaders ontsloten, zoals de Great South Lode, North Vein, Dobson's Vein en Silver Gill Vein. Het deel van de Roughton Gill mine bij de Silver Gill Vein noemt men ook wel de Silver Gill mine. De mijngangen en storthoopjes van de Silver Gill mijn zijn te bereiken via een smal pad, dat vanaf de grote storthoop steil omhoog voert langs de beek. Hoger in deze gill kan men linariet, pyromorfiet, cerussiet en andere mineralen vinden. De grote storthoop van de Roughton Gill mine levert vele mineralen op, maar het schijnt dat sommige mineralen alleen voorkomen op bepaalde delen. Spitten is een noodzaak, omdat boven op de storthoop alleen zeer fijn materiaal ligt. Afb. 5.

De mineralen:
Hemimorfiet. Blauwe botryoïdale korsten en transparante radiaalstralig gegroepeerde kristallen (tot 3 mm). Soms mooie handstukken, alleen in het noordelijk gedeelte van de storthoop. Kleurenfoto K.
Malachiet. Waaiervormige kristallen tot 1 cm en korstjes.
Cerussiet. Witte en transparante naalden of tabulaire kristallen, die tweelingen kunnen vormen.
Pyromorfiet-mimetesiet. Vaak moeilijk uit elkaar te houden, in kleur variërend van groen via geel naar wit. Ook op het pad naar de Roughton Gill mine toe kunnen kristallen in naaldvorm of als langgerekte prisma's met spitse top tot 1 cm worden gevonden. Kleurenfoto M.
Rosasiet. Groenblauwe tot turkoois gekleurde, bolvormige aggregaten tot 1 mm. Meestal op of in de buurt van hemimorfiet, waarmee het mooie micro's kan vormen. Kleurenfoto L.
Chrysocolla. Blauwe tot groene korsten, soms korrelig. Vaak samen met **psilomelaan.**
Verder is hier – deels in het verre verleden – gevonden: **kwarts, azuriet, linariet, chalcedoon, brochantiet, plumbogummiet, aurichalciet, caledoniet, leadhilliet** en **anglesiet.** Indrukwekkende vondsten van deze laatstgenoemde mineralen zijn niet te verwachten.

3. Mexico mine (307345)
Tussen Blea Gill en Clints Gill, ongeveer 500 m van de Roughton Gill mine, ligt de Mexico mine. Men ziet daar wat hoger op de helling een storthoopje en daarachter een kleine horizontale dagbouwontsluiting. Een ader (waarschijnlijk de Great South Lode van de Roughton Gill mine) ligt hier aan de oppervlakte, maar ook schachtbouw werd toegepast. Zowel op de storthoop als in de groeve kunnen prachtige vondsten van vooral micro's worden gedaan.

De mineralen:
Pyromorfiet. Prachtige goudgele hexagonale micro-kristallen zijn op de storthoop te vinden (tot 3 mm). In 1982 kwam zelfs een aantal handstukken tevoorschijn met kristallen tot 1 cm groot! In beide gevallen betreft het langprismatische kristallen, die aan het eindvlak of aan het eind- en basisvlak een vlakke begrenzing vertonen. De opvallende kleur wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een vrij hoog gehalte aan arseen van dit loodfosfaat.
Mimetesiet. Uit de wanden van de groeve kwam op sommige stukken bij de reeds genoemde pyromorfietkris-



Afb. 3. Dwarsdoorsnede van de Red Gill mine, schaal 1:3.600. Naar W.T. Shaw: Mining in the Lake Counties.

tallen een bleekgroen vlakkenrijk bolvormig mineraal voor (tot 3 mm). Een röntgen-diffractie toonde aan dat het hier gaat om de mimetesietvariëteit campyliet.*) Kleurenfoto N.
Volgens de literatuur kan hier ook worden gevonden: **malachiet, cerussiet, chalcosien, cupriet, chrysocolla, langiet** en **brochantiet.**

4. De Dry Gill mine (322345)
De Dry Gill mine, een mijntje uit de 19e eeuw, heeft bekendheid verkregen vanwege het voorkomen van campyliet, een fosforhoudende variëteit van mimetesiet. Dit mineraal kwam niet voor als een bijprodukt van galeniet, maar als te ontginnen erts!
Het blijft overigens raadselachtig waarom dit moeilijk verwerkbare fosforhoudende lood-arsenaat gedolven is. Aanwending van dit mineraal in de glasnijverheid voor het kleuren van glas is het meest waarschijnlijk.
De campyliet kwam overvloedig voor op deze vindplaats. Dit is inmiddels veranderd, omdat door onkunde de mijn in 1979 instortte, waarbij iemand van een wisse dood gered werd door middel van een grootscheepse reddingsactie. Jammer genoeg is de campyliet in de mijn niet meer bereikbaar, maar op de storthopen langs de Dry Gill kunnen goede vondsten worden gedaan, vooral als men een stukje doorloopt langs de beek en bovenop de noordelijke heuvel bij de twee omheinde schachten zoekt. Afb. 6.

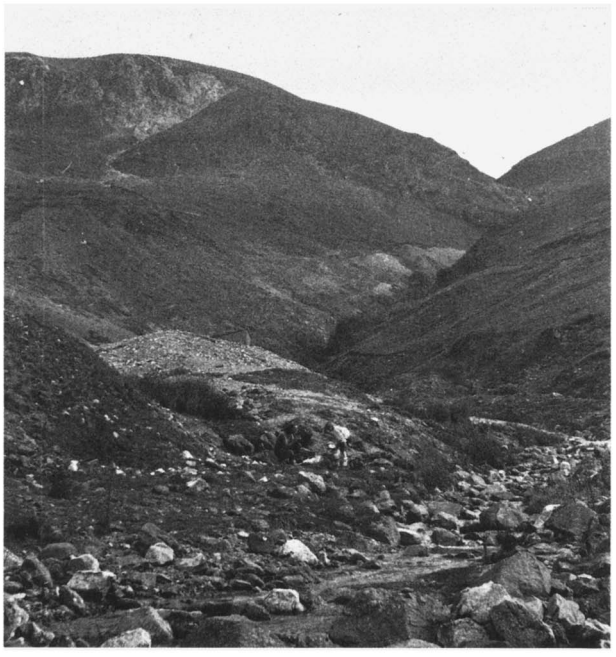
De mineralen:
Mimetesiet. Dit mineraal vertoont op deze vindplaats een groot aantal verschijningsvormen, waarvan het merendeel onder de microscoop of met de loep een lust voor het oog is. De micro-kristallen (tot ± 2 mm) komen voor in de kleuren wit, geel, groen en oranje. De oranje kristallen zijn het meest opvallend en vormen hexagonale ondoorzichtige of doorzichtige plaatjes of langprismatische kristallen met ofwel een zeer spitse ofwel een vlakke top. Meestal heeft een parallelvergroeiing van de dunne hexagonale plaatjes plaatsgevonden, waarbij de korte vlakken van de plaatjes aan elkaar gegroeid zijn.
De habitus van de variëteit campyliet bestaat hier uit vlakkenrijke ton- tot bolvormige kristallen tot 1 cm groot. De kleur varieert van oranje tot bruin. Zie de voorplaat.
De mimetesiet in alle genoemde vormen is makkelijk te vinden, indien men de moeite neemt van de brokken de zwarte "mangaanaarde" af te spoelen, waardoor op de kwarts de kristallen zichtbaar worden.
Plumbogummiet. Dit mineraal komt voor als transparante lichtblauwe enigszins op chalcedoon lijkende korsten met een wasachtige glans. Plumbogummiet wordt hier altijd aangetroffen met mimetesiet, het is op deze vindplaats zeldzaam. Kleurenfoto P.
Psilomelaan. De zwarte "aarde" en zwarte bolletjes, die beide overvloedig aangetroffen kunnen worden, bestaan uit dit mineraal.
Coronadiet. Een lood-mangaanoxide dat staalgrijze tot zwarte, naaldachtige, bolvormige structuren vormt met een zijdeglans.
Verder zouden voorkomen:
oliveniet, beudantiet, azuriet, galeniet en **bariet.**

5. De Driggith mine (327353) (incl. Sandbed mine)
De Driggith mine, een grote mijn, is in bedrijf geweest van 1790 tot 1905. Tussen 1905 en 1948 is een aantal pogingen ondernomen de mijn weer in bedrijf te stellen, hetgeen door instorting tengevolge van verrot mijnhout niet is gelukt. De spoorlijntjes en bedrijfsgebouwen, die in

Afb. 4. Langprismatische caledoniet en piramidale leadhillietkristalletjes, Red Gill mine, Old Dutch Level, Caldbeck Fells. Hoogte kristalgroep 4 mm. Tekening: J. de Rondt. Collectie W. en C. v.d. Berg.



*) Pyromorfiet en mimetesiet zijn eindleden van de pyromorfietgroep. Hierin is zuivere pyromorfiet – $Pb(Cl/(PO_4)_3)$ – het fosfaathoudende eindlid en mimetesiet of mimetiet – $Pb(Cl/(AsO_4)_3)$ – het arsenaathoudende eindlid. Tussen de uitersten zijn mengverhoudingen mogelijk, zodat zowel arsenaathoudende pyromorfiet als fosfaathoudende mimetesiet mogelijk is.
Zulk een fosfaathoudende mimetesiet is bekend uit de Dry Gill mine (en komt, zoals uit de determinatie bleek, ook in de Mexico mine voor). Deze variëteit van mimetesiet wordt in Cumberland "campyliet" genoemd en heeft als zodanig grote bekendheid. De "campyliet" heeft typische tonvormige kristallen, die gebogen, bolvormige aggregaten vormen, de kleur is vaak oranjerood, maar ook andere tinten (geelgroen in de Mexico mine) komen voor.



Afb. 5. De storthopen van de Roughton Gill mine (voorgrond) en Silver Gill mine (achtergrond).

1948 nog aanwezig waren, zijn vrijwel geheel verdwenen. Er kan worden gezocht op de omvangrijke storthopen en in een langgerekte, ondiepe groeve hoger op de helling.

De mineralen:
Pyromorfiet. In de groeve wordt nog steeds veel pyromorfiet gevonden. Dit mineraal vormt hier lichtgroene, matte, tonvormige kristallen, die veelal spits eindigen en een eigenaardige gedraaide vorm vertonen. Handstukken met kristallen tot 0,5 cm zijn gemakkelijk te vinden.
Op de storthopen kunnen de volgende mineralen voorkomen:
kwarts, bariet, galeniet, sfaleriet, cerussiet, smithsoniet, linariet, hemimorfiet, mimetesiet, malachiet, brochantiet, caledoniet, bayldoniet, aurichalciet, rosasiet, serpieriet, leadhilliet, beaveriet, carminiet en **beudantiet.** Het vinden van deze mineralen is niet makkelijk, geluk hierbij is onontbeerlijk.

6. De Carrock mine (321330)
Onlangs is de Carrock mine, een wolframmijn gesloten. Vooral de storthopen ten noorden van de Grainsgill Beck zijn de moeite waard vanwege hun mineralenrijkdom. In de gneisen wordt een groot aantal sulfiden en andere mineralen aangetroffen.Afb. 7.

De mineralen:
Molybdeniet. Zilverkleurige, enigszins verbogen, spiegelende plaatjes tot 1 cm.
Bismut. Zilverwitte insluitingen tot 1 cm.
Bismutiniet. Loodgrijze insluitingen, veelal met aanloopkleuren (tot 1,5 cm).
Wolframiet. Donkerbruine tot zwarte, bladerige aggregaten, tot ± 1 cm.
Arsenopyriet. Zilverkleurige insluitingen, soms kleine kortprismatische kristallen (tot 1 mm). Kenmerkend is de streping op de kristalvlakken.
Pyriet. Goudkleurige kubische kristallen tot 3 mm. Ook bij dit mineraal een duidelijke streping op de kristalvlakken.
Joseïet. Dit is een zeldzaam bismut-telluride. Het komt voor als zilverwitte, sterk spiegelende schubjes.
Stolziet. Witte tot beige plaatjes, meestal in ankeriet (tot 1,5 cm, in de regel veel kleiner).
Apatiet. Blauwe, hexagonale kristallen, tot 1,5 cm groot.
Scheeliet. Wit tot gele dubbelpiramiden, meestal kleine kristallen in kwarts met wolfram.
Aïkiniet. Een analyse van materiaal, gevonden in 1982 en 1983, toonde dit lood-bismut-kopersulfide aan. Het mineraal vormt staalgrijze haartjes, soms met blauwe aanloopkleuren, het lijkt veel op boulangeriet. Zowel handstukken als micro's kunnen worden gevonden.
Ankeriet. Bruine rhomboëdrische kristallen tot 2 mm.
Aragoniet. Spits eindigende, kleurloze naalden tot 3 mm.
Ankeriet en aragoniet worden ook gevonden op de storthopen ten zuiden van de Grainsgill Beck.
Afgezien van bovengenoemde mineralen komen voor: **chalcopyriet, galeniet, sfaleriet** en **gedegen goud**.
In de literatuur worden bovendien nog genoemd: **vanadiniet, gruenlichiet** en behalve het al behandelde **aïkiniet** nog een aantal "plumosieten": mineralen met staalgrijze, haarachtige naaldjes, zoals cosaliet, boulangeriet, zinkeniet en jamesoniet zijn op grond van uiterlijke kenmerken niet uit elkaar te houden.

7. De Brandy Gill mine (322338)
Tussen de storthopen van de Carrock mine mondt de Brandy Gill uit in de Grainsgill Beck. Een lastige wandeling omhoog over het soms moeilijk traceerbare pad langs de beek voert langs brede kwartsaders, oude mijngangen en watervalletjes. Na ongeveer 45 minuten bereikt u een aantal kleine storthopen in de bedding van de beek vlak onder te top. Afb. 8.
In de zomer van 1984 zijn deze storthopen en de in de buurt liggende mijngangen onderzocht door een groep amateur-mineralogen. Deze activiteiten zijn te danken aan het feit dat de grote noordzuid-ader (van de Carrock mine) gekruist wordt door een ongeveer oost-west verlopende ader, die lood, koper en arseen voert. Als gevolg hiervan is een aantal opmerkelijke mineralen aangetroffen:
Vanadiniet. Witte, geel of rood-bruine, zowel kortprismatische als tonvormige kristallen komen voor. De lichtgekleurde vanadiniet (tot 3 mm) is niet gemakkelijk te onderscheiden van mimetesiet.
Bayldoniet. Dit mineraal komt veelvuldig voor in licht- tot donkergroene botryoïdale korsten. Pseudomorfosen van bayldoniet naar hexagonale- en naaldvormige mimetesiet kunnen worden gevonden.
Duftiet. Het vormt korsten bestaande uit zeer kleine

Afb. 6. Dry Gill mine: storthopen, die zich naar rechts in het dal voortzetten.





Afb. 7. Carrock Beck (= bergbeek), vanaf parkeerplaats.

bolletjes met een smaragdgroene tot diep mosgroene kleur. Weinig voorkomend, moeilijk te onderscheiden van bayldoniet.
Mottramiet. Piramidale kristallen of botryoïdale vormen (tot 1 mm). Kleur kan geel-groen, olijfgroen of rood-bruin zijn. Van de oostzijde van Upper Brandy Gill kwam **descloiziet**, dat hoogstzelden op het meest noordelijk deel van de storthoop wordt gevonden. Descloiziet lijkt op mottramiet.
Cerussiet. Kleine tabulaire, witte of kleurloze kristallen (tot 2 mm).
Linariet. Naaldvormige azuurblauwe kristallen (tot 1 mm).
Wulfeniet. Oranje tabulaire kristallen tot 1 mm.
Mimetesiet. Vele verschijningsvormen, waaronder korenschoofachtige aggregaten, crème-kleurig, tot 8 mm, en prisma's tot 1 mm van gele tot bruine kleur.
Stolziet. Crème-kleurige plaatjes tot 1 mm. Altijd in de buurt van sterk verweerde galenieten en gele mimetesiet.
De literatuur vermeldt nog de volgende mineralen: **anglesiet, malachiet, devillien, arseniosideriet, carminiet, beudantiet, beaveriet, jarosiet, caledoniet** en het zeldzame mineraal **lindgreniet**. Lindgreniet, een koper-molybdaat, is op deze vindplaats slechts enkele malen gevonden in de vorm van op oliveniet lijkende naalden (tot 1 mm), samen met geel-groene **plumbogummiet**.
Hoewel de storthopen in de Upper Brandy Gill niet bepaald indrukwekkend lijken, is het de moeite waard de schep erin te steken.

8. De Poddy Gill (327331)
De nu te beschrijven vindplaats is een kleine natuurlijke ontsluiting aan de oostzijde van de Poddy Gill op ongeveer 10 minuten afstand van de weg. Er voert geen pad omhoog, dus men zal door de bedding van de beek of door de vegetatie moeten lopen. Dit vereist enige behendigheid.
De ontsluiting bestaat uit een gat van plm. 1-2 meter en is ongeveer 2 meter diep. In dit gat ziet men een kwartsader, die galeniet, cerussiet, pyromorfiet en wulfeniet bevat.

De mineralen:
Wulfeniet. De oranje tabulaire micro-kristallen (tot 1½ mm) zijn vrijwel onzichtbaar omdat ze zijn bedekt met keileem. Het beste kan men stukjes met groene pyromorfietkorsten meenemen en die thuis reinigen.
Pyromorfiet. Naaldvormige, lichtgroene kristallen (tot 3 mm).
Galeniet, Cerussiet vormen insluitingen in kwarts.
Toermalijn. Dit mineraal zou hoger in de Poddy Gill voorkomen.

Ten slotte

Op de Ordnance Survey map staan nog vele andere mijnen in de Caldbeck Fells aangegeven. Deze mijnen, vooral in het noordoostelijk deel van de Fells, zijn in mineralogisch opzicht van minder belang. Soms zijn de bijbehorende storthopen geheel verdwenen.
Op betrekkelijk korte afstand van de Caldbeck Fells is een aantal aantrekkelijke mineralogische vindplaatsen, zoals bijvoorbeeld in West Cumberland (hematiet), Weardale (fluoriet) en de Leadhills.
Mocht u ook nog andere dingen in uw vakantie willen doen; de streek heeft vele historische bezienswaardigheden, leuke stadjes en mooie meren in een prachtig landschap.
In Keswick is een grote mineralenwinkel met veel materiaal uit de streek. Bovendien is daar een permanente expositie van de verzameling van W.T. Shaw, een voormalig lokaal mijnkenner bij uitstek en auteur van het boek "Mining in de Lake Counties".
Mocht u op uw reis Londen aandoen, dan is een bezoek aan het British Museum of National History niet te versmaden. Op de mineralogische afdeling worden veel mineralen uit de Caldbeck Fells getoond.

Literatuur

Claringbull, G.F.: New occurences of duftite; Mineralogical Magazine, Vol. 29, 1952
Greg, R. & W. Lettsom: Manual of the mineralogy of Great Britain & Ireland, 1850 (heruitgave 1977)

Afb. 8. Gezicht vanaf Upper Brandy Gill naar het zuiden. Op de voorgrond één van de storthopen van deze mijn.



Kingsbury, A.W.G. e.a.: New occurences of vanadium minerals (mottramite, descloizite and vanadinite) in the Caldbeck area of Cumberland; Mineralogical Magazine, Vol. 31, 1956
Kingsbury, A.W.G. e.a.: Cosalite and other lead sulphosalts at Grainsgill, Carrock Fell, Caldbeck, Cumberland; Mineralogical Magazine, Vol. 31, 1956
Mosely, F.: The geology of the Lake District; Yorkshire Geological Society, 1978
Schöttler, G.: Roughton Gill mine, Cumberland, Lapis Nr. 2, jg. 4, 1979
Shackleton, E.H.: Geological Excursions in Lakeland; 1975
Shaw, W.T.: Mining in the Lake Counties; 1983
Taylor, B.J. e.a.: British Regional Geology, Northern England; 1971
Wolloxall, T.: Some micro minerals from the Red Gill mine; Mineral Kingdom, Vol. 1, no. 2, 1981.

Het ertsgebied in de Northern Pennines en zijn mineralen

door B. Young
British Geological Survey, Windsor Court, Windsor Terrace, Newcastle upon Tyne, Engeland.
Vertaling en bewerking: Drs. W.C.P. de Vries

Inleiding

Het gebied dat in dit artikel wordt beschreven omvat het noordelijke gedeelte van de Penniden, een heuvelgebied gelegen in het noorden van Engeland op enkele tientallen kilometers van de grens met Schotland. Daarnaast worden enkele ertsvoorkomens beschreven uit het oostelijk van de Penniden aansluitende steenkoolgebied van Durham.
Het Penninisch mijnbouwgebied ligt ten westen en zuidwesten van Newcastle upon Tyne en bestaat uit een golvend heuvellandschap, waarvan de algemene hoogte langzaam oploopt van het vlakke gebied langs de Noordzee ten zuiden van Newcastle tot een noordwest-zuidoost lopende rug die een aantal toppen bevat die boven de 800 meter reiken. De hoogste top van deze rand is de Cross Fell van 893 meter. De rand markeert een vrij steile helling naar het westen, de Penninische steilwand, die de oostelijke helling vormt van de Vale of Eden. De westelijke helling van deze 'paradijselijke' vallei vormt de oostelijke begrenzing van de domevormige opplooiing van het Lake District.
De belangrijkste rivieren van het noordelijke Penninisch gebied zijn de Tyne, Wear en Tees, die alle naar het oosten stromen en diepe dalen in dit plateaulandschap hebben ingesneden. De rivierdalen vormen de vruchtbare stroken grond in dit gebied en de bevolking is voornamelijk geconcentreerd in de dalen: Tynedale, Weardale, Teesdale en de Allendales, waarin een aantal kleine, doch belangrijke marktstadjes zijn gelegen zoals Alston, Hexham, Stanhope en Middleton (zie afb. 1).

Het noordelijke Penninisch gebied is bekend om zijn grote aantal ertsaders met lood, zink, ijzer en koper; onder de begeleidende adermineralen zijn van belang: fluoriet, bariet en witheriet. De mijnbouw van dit gebied is zeer oud en het is waarschijnlijk dat er reeds ertsen werden ontgonnen in de Romeinse tijd. De eerste beschrijvingen van de mijnactiviteiten dateren uit de 12e eeuw. In die tijd was het reeds bekend dat het looderts ook zilver bevatte en er bestaan verwijzingen naar de Bisschopszilvermijnen die opgetekend werden rond het jaar 1147. De mijnbouwactiviteiten hebben waarschijnlijk gedurende de volgende eeuwen vrijwel ononderbroken voortgang gevonden, doch grootschalige activiteit is pas op gang gekomen aan het einde van de 17e eeuw met de oprichting van twee mijnbouwondernemingen die de exploitatie gedurende twee eeuwen hebben beheerst. Het hoogtepunt van de mijnbouw viel in de tijd toen deze twee maatschappijen, de London Lead Company en de Blackett-Beaumont Company, in dit gebied werkzaam waren en het gebied systematisch werd onderzocht en ontwikkeld. De maatschappijen ontwikkelden in de loop van de tijd belangrijke nieuwe methoden van mijnbouw en smeltprocessen, die wereldwijd hun invloed op de loodindustrie hebben uitgeoefend.
In de loop van de 19e eeuw was het Penninisch gebied een van de meest belangrijke loodproducenten. Tegen het einde van de 19e eeuw zorgde een combinatie van sterk zakkende loodprijzen met het uitgeput raken van de gemakkelijk toegankelijke en rijke ertsaders tot een ineenstorten van de mijnbouwindustrie. De exploitatie van de ertsvoorkomens werd daarna op kleinere schaal voortgezet door een aantal kleine maatschappijtjes, die een grotere variatie van delfstoffen produceerden. Zo was in de eerste decennia van de 20e eeuw de vraag naar zink groot en werden daarnaast ook de gangmineralen als fluoriet, bariet en witheriet ten nutte gemaakt.- De vraag naar laatstgenoemde serie mineralen en ertsen deed de mijnbouw weer opleven, waarbij in eerste instantie de oude storthopen werden afgegraven, waarin zich de mineralen bevonden die voorheen als waardeloos werden weggegooid. Tot op de dag van vandaag gaat de mijnbouwactiviteit voort: fluoriet en bariet zijn het voornaamste, lood en zink zijn nevenprodukten.
Beschrijvingen van de geschiedenis van het gebied vindt u in Wallace (1980), Raistrick (1938), Raistrick & Jennings (1965) en Hunt (1970).

Geologische opbouw

De belangrijkste aspecten van de geologische opbouw van het gebied zijn aangegeven in afbeelding 1. De noordelijke Penniden vormen een domevormige structuur, waarvan alleen de oostelijke helft aanwezig is. In de kern komen Ondercarbonische gesteenten voor die naar het oosten gaande bedekt zijn door Bovencarbonische formaties. Aan de uiterste oostgrens van het gebied, nabij de kust, worden de Carbonische gesteenten discordant bedekt door gesteen-