

Mineraal-systematiek van het Emma/Hendrik-steenkoolveld (Limburg)

Hans Bongaerts

In dit artikel wordt de mineraal-systematiek van het Emma/Hendrik-steenkoolveld, en de aansluiting op de epigenetische mineralisaties in het westfalen (boven-carboon) van Erkelenz en het Ruhrgebied besproken.

Inleiding

Nederland staat niet te boek als een land, waar op grote schaal mineraal-associaties en -paragenesen ontstonden. Openbare en particuliere collecties zijn meestal opgebouwd uit mineralen van buitenlandse herkomst. Op weinig plaatsen in ons land zijn vaste gesteenten onderwerp van mineralogisch onderzoek geweest; een bekende uitzondering is de muschelkalk nabij Winterswijk (De Boorder et al., 1985). Authigene mineraalvorming in losse sedimenten is op diverse plaatsen waargenomen; voorbeelden zijn struviet (Kars et al., 1980), calciëet (Oenema, 1990) en vivianiet (Bongaerts, 1995b).

De meest gevarieerde mineralisaties zijn zonder twijfel in het boven-carboon gevonden. Vooral tijdens de productieve periode van de Limburgse mijnen bestond de mogelijkheid tot het aanleggen van grote mineralencollecties. Daarnaast hebben om economische redenen op kleine schaal verkenningen plaatsgevonden - in de vorm van boringen en proefgangetjes - naar het verloop van grotere concentraties lood- en zinkertsen in het gesteente.

Al sinds jaren wordt in de literatuur melding gemaakt van het voorkomen van sulfidische mineralen in het carboon van Limburg. Deze behoren tot lood/zink-verertsingen, die begeleid worden door diverse gangmineralen en secundaire mineralen. In het onder-carboon manifesteren de mineralisaties zich hoofdzakelijk als gelaagde afzettingen, terwijl de in het westfalen optredende mineralen bestaan uit idiomorfe kristallisaties.

Dat in het onder-carboon van het Geuldal ertsen voorkomen, was al vroeg bekend. Prospectie naar deze ertsen heeft onder andere te maken gehad met de uitgebreide erts-mijnbouw in de nabijgelegen streek rond La Calamine en Schmalgraf (Dejonghe & Ladeuze, 1994). Door De Jongh (1918) wordt een historisch overzicht gegeven van mijnbouw-activiteiten in de omgeving van Epen. Deze auteur heeft op diverse plaatsen relict en sporen gevonden die wijzen op zeer oude prospecties in de onder-carbonische kalkstenen.

Enkele jaren geleden zijn verertsingen in het dinantien aangetroffen in de Thermae-boringen te Valkenburg a/d Geul, waarbij door Friedrich et al. (1987) geochemisch onderzoek is verricht. Het karakter van deze verertsingen wijkt duidelijk af van de mineralisaties in het westfalen. De ijzer-, lood- en zinksulfiden bestaan hier uit ritmisch afgezette lagen in sedimenten.

Hoewel sinds het begin van deze eeuw mineralen in het westfalen van Limburg zijn verzameld, verschijnen aanwijzingen in de literatuur enkele decennia later. De mineralen zijn geconcentreerd op plaatsen waar storingszones in het gesteente voorkomen. Het meest recente samenvattende overzicht van de epigenetische mineralisaties in het Limburgse steenkoolgebied is dat van De Wijkerslooth (1949).

De laatste jaren is op het steenkoolveld van de mijnen Emma en Hendrik een grote hoeveelheid nieuw materiaal verzameld, dat als belangrijke informatiebron voor dit systematisch overzicht is gebruikt. Omdat beide staatsmijnen een zeer groot concessiege-

bied hadden, met daarin een aantal belangrijke tektonische structuren, geeft het beeld dat hier geschetst wordt ook een goede indruk van de mineralisaties in het westfalen in de rest van het Limburgse steenkoolgebied.

De steenkoolmijnen Emma en Hendrik

De staatsmijnen Emma en Hendrik waren gelegen in de oostelijke mijnstreek, met zetels respectievelijk in Treebeek (nabij Hoensbroek) en Brunssum. Met een concessie-grootte van 7.235 ha, bezat de Emma het meest uitgestrekte steenkoolveld in Limburg. Het werd in 1919 in productie genomen. De Hendrik bezat een concessie van 2.400 ha en was daarmee een van de kleinere steenkoolmijnen. Ondergronds waren beide mijnen door een gangenstelsel op 700 m diepte met elkaar verbonden. De verdiepingen van de Emma bevonden zich op 259, 325, 410, 546, 700 en 860 m; de Hendrik had verdiepingen op 272, 316, 401, 537, 636, 730 en 855 m. De steeds slechter wordende economische positie van de Nederlandse steenkoolmijnen maakte fusie van de Hendrik met de Emma noodzakelijk. Het ondergrondse steenkoolveld werd daarvoor verder samengevoegd met dat van de Emma. In 1966 kwamen de laatste steenkolen uit de Hendrik, een mijn die sinds 1917 in productie was geweest. Zoals bekend zijn korte tijd later alle andere Limburgse steenkoolmijnen gesloten. De productie van de staatsmijn Emma werd in 1973 stopgezet.

De bij de steenkoolmijnen behorende steenbergen, die door hun vaak im-

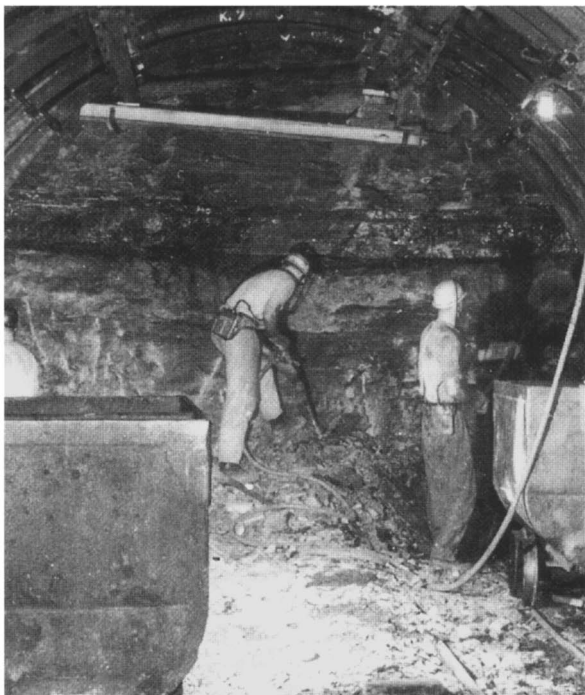


Fig. 1. Hoofddeengang op de 730 m verdieping van Staatsmijn Hendrik, 20 juli 1959.

neralen in een bepaald gebied en in bepaalde gesteentepakketten te analyseren. De Emma en Hendrik hadden een gezamenlijk stort ten oosten van Brunssum, grenzend aan opslagterreinen van AFCENT en uitgestrekte natuurgebieden. De totale oppervlakte van de voet van de berg bedroeg ongeveer 250 ha, de inhoud 40 miljoen m³. De gesteenten op het steenstort zijn gevarieerd en bestaan voornamelijk uit schalies, zandstenen, kwartsieten en in mindere mate uit breccies, conglomeraten en kleisideriet-concreties.

Tektoniek en geologische structuur in de omgeving van het Emma/Hendrik-steenkoolveld

mense grootte een markant element vormen in het landschap, bieden de mogelijkheid, het voorkomen van mi-

Door mijnbouw en een groot aantal boringen en ontsluitingen is veel over het paleozoicum in het gebied Luik-

Sittard-Aken bekend. Samenvattende overzichten van het paleozoicum in deze streek worden gegeven door Kimpe et al. (1978) en Bless et al. (1980). In het kader van het project "Tiefentektonik der Steinkohlen-lagerstätten Nordrhein-Westfalens" van het Geologisch Landesamt Nordrhein-Westfalen (Krefeld) geven Drozdowski & Wrede (1994) uitvoerige informatie over het Hercynisch gebergte in Noordwest-Duitsland en aangrenzende gebieden.

De geologische structuur van Zuid-Limburg is een complex geheel, dat in grote lijnen bepaald wordt door de nabije oude pre-devonische massieven, opwellingen (in literatuur als anticlinalen aangeduid) en vele actieve en niet actieve breuken. In de omgeving van het Limburgse steenkoolbekken is vastgesteld, dat de diepe ondergrond bestaat uit gesteenten die tijdens de caledonische orogenese zijn geplooid. Een gedetailleerd beeld hiervan hebben we nog niet.

Carbonaatgesteenten uit het Dinantien zijn in Limburg bekend uit diverse

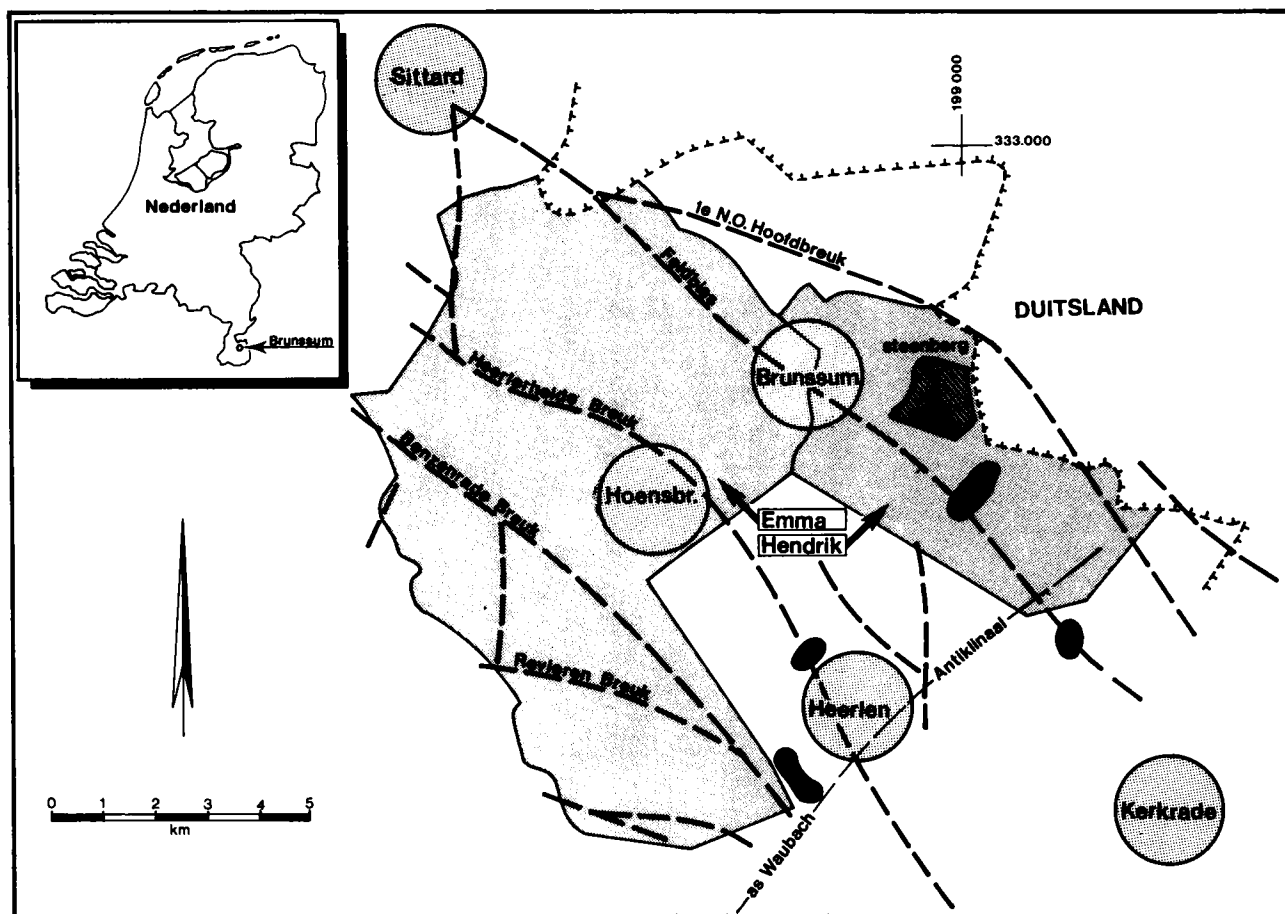


Fig. 2. Geografische situatie van de Emma/Hendrik concessievelden (raster). In het noordwesten de aansluiting met de staatsmijn Maurits, in het zuidoosten de steenkoolvelden van de particuliere mijnen Laura/Julia en de Oranje Nassau I, II, III en IV. Enkele breuken zijn ingetekend, alsmede de in de tekst genoemde mineraalconcentraties (zwart).

boringen en in de omgeving van Visé bestaan vele ontsluitingen waar deze afzettingen dagzomen. De kolenkalk uit het Dinantien wordt op veel plaatsen in Europa gekenmerkt door de lood/zink-mineralisaties die erin voorkomen. Dit geldt ook voor Limburg en omgeving. Het vroegste deel van het Boven-Carboon, het Namurien, wordt in het Limburgse steenkoolgebied vertegenwoordigd door zandstenen, kwartsieten en schalies, die in het dal van de Geul dagzomen.

Door de zeer intensieve mijnbouw in een groot deel van Zuid-Limburg konden de afzettingen uit het Westfalien gedetailleerd bestudeerd worden. Deze afzettingen vertonen een grote lithologische diversiteit en bestaan onder andere uit koolgesteenten en klastische sedimenten als zandstenen, schalies en conglomeraten.

Het Limburgse steenkoolgebied maakt deel uit van een uitgestrekte gordel van steenkoolbekkens uit het Boven-Carboon. Deze bekkens zijn aangetoond en (voor een deel) geëxploiteerd in Engeland, België, Noord-Frankrijk, Nederland en het Ruhrgebied. Het steenkool voerende boven-carboon dat binnen het concessieveld van de Emma/Hendrik in exploitatie genomen is, dateert uit het Westfalien A, B en C. De hierin aangetroffen epigenetische mineralisaties zijn gebonden aan de talrijke breuken en storingen die deze gesteenten doorsnijden. Het merendeel van deze tektonische structuren heeft een NW-ZO-oriëntering (fig. 2). Enkele structuren met een ZW-NO-richting worden toegeschreven aan de niet meer actieve hercynische tektoniek; ze zijn vooral in het uiterst zuidelijke deel van het Limburgse steenkoolgebied aanwezig. Aan de zuidgrens van het Emma/Hendrik-steenkoolveld bevindt zich de Waubach-anticlinal. Dit is een opwelling, waarvan de as parallel aan de hercynische structuren loopt. Onder andere door Kimpe et al. (1978) is aangetoond dat de Waubach-opwelling, evenals andere opwellingen in Zuid-Limburg (Visé-, Puth- en Ham-anticlinal en het Eys-Witterm-hoog), het karakter heeft van een horstachtige structuur, en in feite geen echte anticlinal is. Tussen de Waubach-anticlinal en de epigenetische mineralisaties bestaat een duidelijk verband.

Mineraal-systematiek van het Emma/Hendrik-steenkoolveld

De hier gepresenteerde gegevens zijn, behalve op de recentelijk verzamelde mineralen uit de collectie van de auteur, gebaseerd op in situ gevonden mineralen, waaronder het door Jongmans (1937) en De Wijkerslooth (1949) beschreven materiaal. Ander in situ-materiaal maakt deel uit van de goed gedocumenteerde collecties van de Rijks Geologische Dienst, District Zuid (Heerlen) en het Natuurhistorisch Museum te Maastricht, welke in hoofdzaak grotere kristalgroepen en aggregaten omvatten. Bij het veldwerk op de Brunssumse steenberg is speciaal gelet op de microscopische verschijningsvormen en nieuwvormingen. Steenberg-mineralen die werden geselecteerd voor röntgendiffractie (XRD) of chemisch onderzoek (EDX en XRF) zijn nu ondergebracht in de collecties van het Natuurhistorisch Museum te Maastricht. Omdat alle mijnbouwactiviteiten in Limburg gestaakt zijn, vormt het steenstort, op boorkernen na, de enige mogelijkheid om nieuwe mineralen uit carbonisch gesteente te isoleren. Een beperking van steenberg-vondsten is uiteraard, dat de exacte vindplaats niet meer te achterhalen is. De geografische herkomst van alle niet op het stort zelf ontstane mineralen wordt bepaald door beide concessievelden in hun maximale uitbreiding (fig. 2).

Onderstaand volgt een systematisch overzicht van de verschillende mineralen (inclusief nieuwvormingen) in het Emma/Hendrik-steenkoolveld. Het valt buiten het kader van dit artikel om uitvoerige beschrijvingen te geven. In verschillende andere artikelen werden en worden mineraalsoorten afzonderlijk beschreven (o.a. Kimpe, 1956, Bongaerts, 1995a, Bongaerts & Appeldoorn, 1996).

Fig. 3 is een grafische weergave van de mineraal-systematiek en van de frequentie waarin de mineralen optreden. Zoals uit deze grafiek blijkt, is de diversiteit aan mineralen iets groter dan in de door Jongmans (1937) en De Wijkerslooth (1949) gegeven overzichten. De grotere verscheidenheid is terug te voeren op het feit dat binnen het geologisch onderzoek dat in de mijnen verricht werd, de mineralogi-

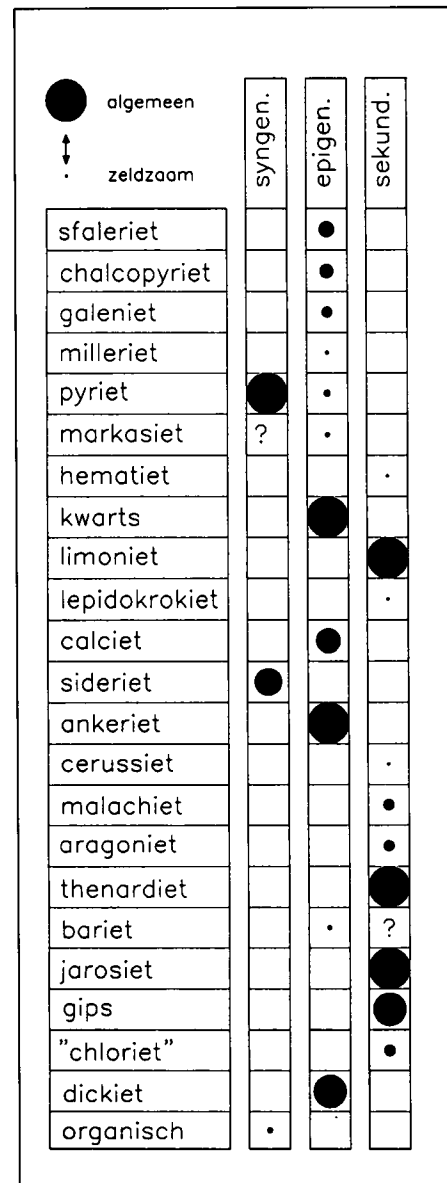


Fig. 3. Een overzicht van de mineraal-systematiek van het Emma/Hendrik-steenkoolveld en de frequentie per groep.

sche aspecten uiteraard niet de hoogste prioriteit hadden. Daarnaast is een aantal nieuwvormingen uit het gesteentemateriaal van de steenberg toegevoegd.

Sfaleriet, ZnS. Algemeen als idiomorfe kristallen en opvullingen van spleten en breuken. De kleur varieert van geelachtig tot vrijwel zwart. De kristallen, die incidenteel enkele cm groot kunnen zijn, zijn meestal roodbruin van kleur en worden gekenmerkt door vergroeiingen en gebogen vlakken. Ook in de scheuren en holten van kleisideriet-concreties komen goed ontwikkelde, geïsoleerde sfalerietkristallen voor. De kristallen zijn soms overdekt met zeer kleine chalcopryietkristallen.

Chalcopyriet, CuFeS_2 . Vrijwel uitsluitend als idiomorfe, maximaal 4 mm grote kristallen, meestal verspreid liggend op ankeriet. Veel chalcopyriet is geoxideerd, wat te zien is aan de donkere kleuren (soms ook aanloopkleuren) en malachiet-op-groei. Zoals gewoonlijk worden de kristallen gekarakteriseerd door vergroeiingen, waarvoor de indexering moeilijk is.

Galeniet, PbS . In situ is dit mineraal als kristallen en opvulling van breuken waargenomen. Jongmans (1937) meldt 20 cm dikke aders uit de steenkoolmijn Domaniale te Kerkrade. De galenietkristallen worden begrensd door {100} - en kleinere {111} -vlakken, de kristalgrootte bedraagt maximaal 10 mm. Meestal wordt galeniet begeleid door sfaleriet. Hoewel vrij algemeen, komt het in iets geringere hoeveelheden voor dan sfaleriet.

Milleriet, $\beta\text{-NiS}$. Een van de meest karakteristieke mineraalsoorten is milleriet, dat als naaldvormige kristallen gevonden wordt. Hierdoor kan het in het veld gemakkelijk herkend worden. Het is een zeer zeldzaam mineraal, waarvan de meestal tot bundels vergroeide kristallen gemiddeld 8 mm lang worden.

Pyriet, FeS_2 . Dit mineraal maakt een wezenlijk bestanddeel uit van koollagen en schalies, zowel macroscopisch als fijn verspreid. Deze syngenetisch of vroeg-diagenetisch ontstane pyriet manifesteert zich onder andere als aggregaten. Deze worden aan de buitenzijde meestal begrensd door goed ontwikkelde, tot 10 mm grote kristallen. De morfologie van de kristallen wordt uitsluitend bepaald door {100}, waarbij parketering een algemeen verschijnsel is. Deze pyriet oxideert op grote schaal, wat op de steenberg zichtbaar is door het optreden van heldergele jarosiet-vlekken. Epigenetische pyriet komt meestal als 3 mm grote hexaëders en octaëders voor. Soms zijn beide vormen gecombineerd, waarbij de eerstgenoemde vorm overheerst. Het optreden van Ni-pyriet ("bravoiet") is onzeker.

Markasiet, FeS_2 . Zeldzaam; alleen in de epigenetische paragenese vastgesteld. Euhedrische kristallen bezitten {001}-, {011}- en {110}-vlakken. Afgeronde vormen van de markasietkristallen ontstaan door het vloeiend overgaan van {001} en {011}. Door vergroeiing van de kristallen ontstaat de typische "Speerkies".

Hematiet, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Aan de oppervlakte van enkele geoxideerde ankerietkristallen is hematiet vastgesteld. De hematiet bestaat uit zwarte, metaalglanzende ronde vlekken en bolletjes met een doorsnede van ca. 0,5 mm. Behalve op ankeriet is dit oxide zeer incidenteel op kwarskristallen waargenomen.

Kwarts, $\alpha\text{-SiO}_2$. Een dominerend gangmineraal, dat vanaf de vroegste fase is gekristalliseerd. Het komt voor als gangopvulling en in breccieuze zones. Kwartskristallen zijn algemeen en bereiken lengtes tot 10 mm, hoewel ook kristallen van 6 à 7 cm bekend zijn. De kristalmorfologie is zeer eenvoudig; de kristallen worden begrensd door {10 $\bar{1}$ 0}, {10 $\bar{1}$ 1} en {01 $\bar{1}$ 1}. Het overgrote deel is troebel wit. In kleisideriet-concreties heeft de kwarts vaak een donkergrijze kleur die wordt veroorzaakt door zeer fijne koolachtige insluitsels.

Limoniet. IJzerhydroxiden komen zeer veel voor, door oxidatie van pyriet. Soms veroorzaakt dit uitvlokkingen op plaatsen, waar het uit de steenberg sijpelende water wordt opgevangen. Limoniet kan vermengd zijn met jarosiet, maar is meestal geconcentreerd in de splitsvlakken van schalies en om

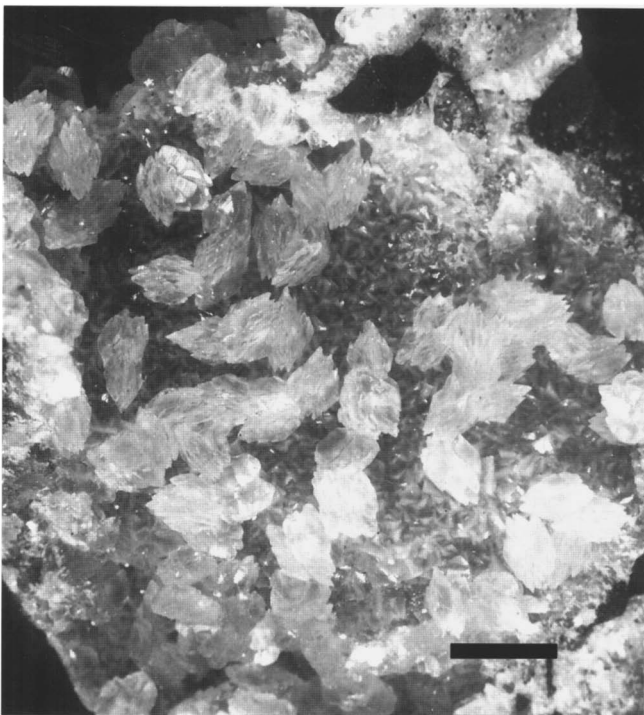


Fig. 4. Kwarts. Maatstreep 5 mm. Reg. nr 558

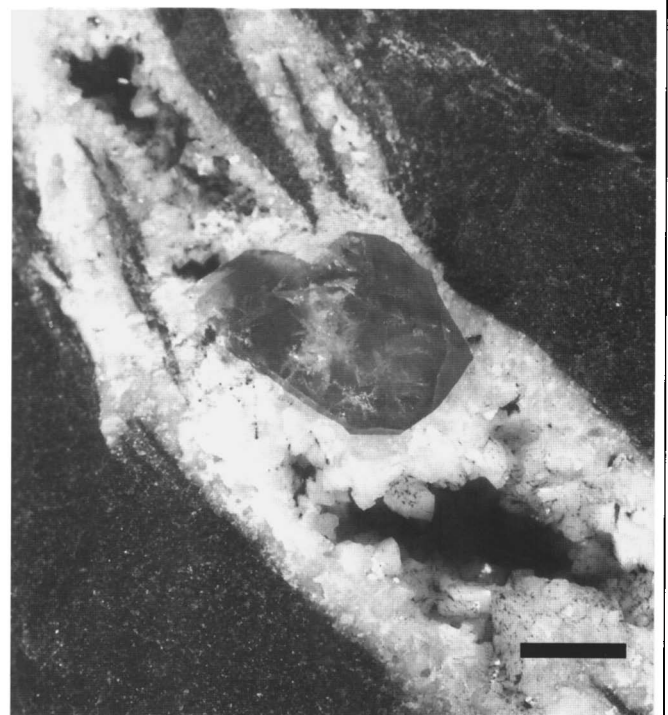


Fig. 5. Calciet op ankeriet in holte van een kleisideriet-concretie. Maatstreep 5 mm. Reg. nr 1307.

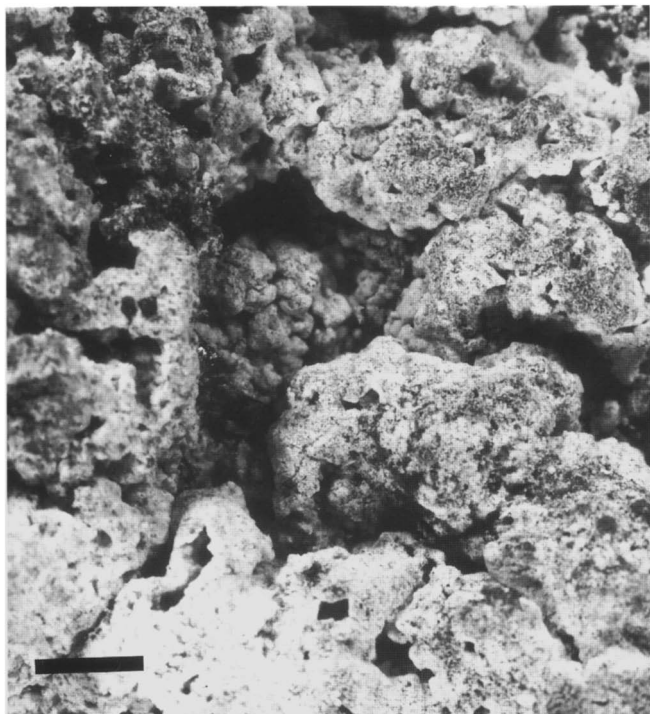


Fig. 6. Thenardiet. Maatstreep 5 mm. Reg. nr 395.

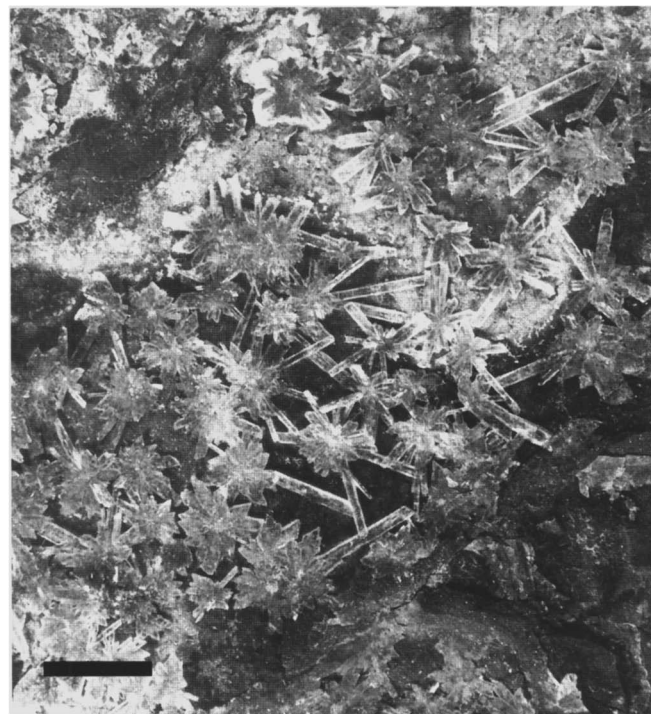


Fig. 7. Gips. Maatstreep 5 mm. Reg. nr 1245.

gesteentepuin. Zoals gewoonlijk bij limoniet zijn kleur en structuur zeer wisselend: van poederachtig en geelbruin tot donkerbruin en glasachtig glanzend. In deze laatste vorm heeft het meestal een niervormige habitus.

Lepidokrokiet, γ -FeOOH. Enkele geoxideerde ankerietkristallen zijn aan de oppervlakte overdekt met lepidokrokiet. Dit mineraal vormt helderrode vliezen. Ook sommige pyrietkristallen vertonen een opgroei van dit mineraal.

Calciet, CaCO_3 . Calciet komt als gangopvulling voor en als idiomorfe kristallen met uiteenlopende morfologie. Overheersend is de romboëder $\{01\bar{1}2\}$; verder komen $\{10\bar{1}0\}$ en $\{10\bar{1}1\}$ voor. De kristallen bezitten vaak fijne insluitels, wat resulteert in een donkergrijze kleur. De calciet is tijdens de laatste fase van de epigenetische mineralisatie ontstaan.

Sideriet, FeCO_3 . Het hoofdbestanddeel van de in de boven-carbonische sedimenten veelvuldig optredende kleisideriet-concreties is sideriet. Kimpe (1956) heeft dit vastgesteld bij XRD-analyse van concreties uit de staatsmijn Maurits. De kleisideriet-concreties zijn van syngenetische oorsprong. In veen- en moerasgebieden is siderietgenese een algemeen optre-

dend verschijnsel dat al geruime tijd wordt bestudeerd.

Ankeriet/Fe-dolomiet, $\text{Ca(Fe,Mg,Mn)(CO}_3)_2$. Een dominerend mineraal, waarvan het grootste deel voorkomt als gang- en spleetopvulling. Kristallen zijn algemeen en bestaan uit romboëders met een vrij constante grootte van ca. 4-5 mm en (meestal) gebogen vlakken. De dolomiet-serie wordt gekarakteriseerd door overgangen, waarbij binnen de dolomietstructuur in hoge mate Fe- en Mn-substitutie kan optreden. De kristallen die op de steenberg voorkomen, en vooral die, welke langere tijd aan de oppervlakte hebben gelegen, vertonen door oxidatie een bruinrode kleur. Hoewel veel van de sulfidische mineralen in het hydrothermale systeem "doorlopers" zijn, is door Radke & Mathis (1980) de bruikbaarheid aangetoond van zadeldolomiet als geothermometer, doordat de diagenese plaats vond binnen een temperatuurbereik van 60 tot 150 °C.

Cerussiet, PbCO_3 . Een groot deel van de galeniet op het steenstort is gecorrodeerd. Vooral aan de buitenzijde van gesteentefragmenten is het vaak voor een deel opgelost. Deze galeniet is in enkele gevallen overdekt met een dunne laag grijze cerussiet.

Malachiet, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. Malachiet komt als bolvormige aggregaten van 1-2 mm grootte voor op chalcopyrietkristallen.

Aragoniet, CaCO_3 . Er is vastgesteld, dat dit carbonaat als secundair mineraal zowel ondergronds als bovengronds vrij algemeen voorkomt. Jongmans (1935) vermeldt dikke kalkafzettingen op de vloer van buiten bedrijf zijnde mijngangen van de Emma. Deze recente vormingen zijn door de in het mijnwater opgeloste mineralen een algemeen verschijnsel. Ze komen soms als karakteristieke druipsteenachtige vormen voor, waarbij de hoofdfase meestal uit aragoniet bestaat. Op de steenberg komen metaalfragmenten voor die daar als afval gedeponeerd zijn. Waar dit metaal in aanraking kwam met schalie, zijn aragonietkorsten met zijdeglaans en wit doorschijnende euhedrische kristallen algemeen. De enkele millimeters grote kristallen, die afzonderlijk de vorm hebben van zeer steile piramiden, zijn vergroeid tot bolvormige aggregaten.

Thenardiet, $\alpha\text{-Na}_2\text{SO}_4$. Dit mineraal bedekt soms grote oppervlakten van de steenberg. Zouten als thenardiet zorgen vaak voor grote problemen bij recultivering van steenstorten. Doordat het wegzakken van het in de

steen berg circulerende water -dat uit-spoeling en transport van chemische bestanddelen bewerkstelligt wordt belemmerd, ontstaan er aan de voet van de berg grote plassen. Verdamping van dit water leidt tot het ontstaan van thenardiet. In veel mindere mate vormen zich dunne thenardietkorsten aan de wanden van de steenberg zelf. Door de grote oplosbaarheid wordt het ontstaan van thenardiet in hoge mate bepaald door weersinvloeden; vooral langdurige droge perioden zijn hierbij gunstig. Thenardiet vormt vrij dikke korsten over poreuze gesteenten (zoals geërodeerde schalies) en heeft een witte tot geelbruine kleur. Mede door de zeer snelle groei zijn de thenardietkorsten onregelmatig en ca-verneus.

Bariet, BaSO_4 . Een grote zeldzaamheid in het Limburgse steenkoolgebied. Het heeft meestal een compacte structuur en is lichtgrijs tot geelgrijs van kleur. Van de weinig voorkomende kristalvlakken zijn {001} en {101} overheersend. Opmerkelijk is radiaal-stralige, Sr-vrije bariet die op de 401 m verdieping in de Hendrik is gevonden. Deze bariet is voor een deel als idiomorfe kristallen ontwikkeld. Na de eerste publicatie van Bongaerts (1994) zijn in verschillende verzamelingen nog diverse stukken ontdekt, die aan dit voorkomen toegeschreven kunnen worden.

Jarosiet, $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$. Een algemeen voorkomend sulfaat dat op veel steenstorten ontstaat door oxidatie van de daar aanwezige Fe-sulfiden. Op zwarte gesteentecomponenten is het heldergeel gekleurde jarosiet gemakkelijk te herkennen. Het sulfaat vormt dunne korsten en niervormige aggregaten met een zeer fijnkorrelige structuur in de splijtvlakken van schalies en over het gesteentepuin. EDX-analysen tonen aan, dat veel jarosiet vermengd is met limonietachtige substanties, wat te zien is aan geelbruine tot bruine kleuren.

Gips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Gips komt als oxidatie-product van ijzersulfiden in goed ontwikkelde kristallen voor in de splijtvlakken van schalies en in de open ruimtes tussen het gesteentepuin van de steenberg, veelal in paragenese met jarosiet. De lengte bedraagt maximaal 3 mm. In de holten

en inspringende hoeken van kwartsieten zijn echter tot 25 mm grote kristallen aangetroffen.

Chloriet. Op kwarts en intensief geoxideerde ankerietkristallen komen dunne korsten voor van een chlorietachtig mineraal, waarvan de exacte structuur en samenstelling nog niet bekend zijn. De korsten bestaan uit dicht tegen elkaar aanliggende bolvormige aggregaten met een doorsnede van circa 0,3 mm. De kleur varieert van licht- tot donkergroen. Behalve in holten met de genoemde mineralen komt chloriet voor als impregnaties in zandsteen.

Dickiet, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Dickiet-massa's zijn algemeen in zandstenen, kwartsieten, kleisideriet-concreties en op splijtvlakken van zandige schalies. Ook worden kwarts- en ankerietkristallen vaak overdekt met een dunne laag dickiet. Deze is, wat structuur betreft, in twee typen te onderscheiden: poederachtig en compact. Het poederachtige type is vrijwel altijd wit, terwijl de compacte massa's wit tot geelgroen van kleur zijn. XRD-opnamen van beide typen laten duidelijke dickiet-patternen zien.

Organische verbindingen. Door Kimpe (1956, 1958) worden olie- en wasachtige substanties beschreven van 35 plaatsen in het westfalen A en B van de staatsmijnen Maurits, Emma en Hendrik. Deze substanties zijn zonder uitzondering in de scheuren en holten van kleisideriet-concreties aangetroffen. De vindplaatsen zijn stratigrafisch bepaald en hebben geen relatie met tektonische structuren in het gesteente. Op grond hiervan en van het milieu waarin ze werden aangetroffen, vermoedt Kimpe een (vroeg)-diagenetische ontstaanswijze. In de eerste publicatie (1956) geeft Kimpe de resultaten van een chemisch onderzoek, waaruit blijkt dat de geelachtig tot bruin gekleurde, olie-achtige substanties bestaan uit alkanen. De viscositeit ervan varieert van dun vloeibaar tot wasachtig of vast. In vaste toestand wordt het materiaal vaak aangeduid als "ozokeriet". Onlangs zijn wasachtige, organische substanties ook aangetroffen op het steenstort. Hier blijken in de krimpscheuren van kleisideriet-concreties dun vloeibare alkanen niet zeldzaam te zijn.

Zonder speciale maatregelen vervluchtigen deze echter zeer snel, wat gepaard gaat met een sterke oliegeur. In vaste toestand vormen ze helder gele tot roodbruine onregelmatige brokjes. Karakteristiek zijn oranje-rode, doorschijnende, glasachtige bolletjes met een doorsnede tot 5 mm.

Discussie

Het bovenstaande overzicht geeft de huidige stand van zaken weer met betrekking tot de systematische mineralogie van de Emma/Hendrik-steenkoolvelden, inclusief de nieuwvormingen waarvan de meeste bovengronds op de steenberg zijn ontstaan.

Resumerend kan gesteld worden dat in het Limburgse westfalen een hydrothermale mineralisatie voorkomt, die bestaat uit sfaleriet, chalcopryiet, galeniet, kwarts, calciet, ankeriet en dickiet. De overige mineraalsoorten komen slechts sporadisch voor. Door Kimpe et al. (1978) worden van diverse plaatsen in het Limburgse steenkoolgebied vondsten van tetrahedriet gemeld, waarvan de mineralogische karakteristieken nog niet geheel duidelijk zijn. Alle mineralen kunnen optreden in een idiomorfe habitus en zijn in breuken en breccieuze zones geconcentreerd. Met name zandstenen en kwartsieten fungeren vaak als dragers van de mineralisaties; in andere sedimenten zoals (zandige) schalies en koolgesteenten is de mineraalparagenese zeer arm en vrijwel uitsluitend beperkt tot calciet.

Naast de epigenetische mineralisaties zijn er enige mineraalsoorten van syn-genetische of vroeg-diagenetische oorsprong, die in steenkool en schalie voorkomen. Het belangrijkste mineraal binnen deze groep is pyriet.

Het ontstaan van nieuwvormingen en secundaire mineralen vindt nog steeds plaats op de steenberg, vooral door de oxidatie van pyriet van bovengenoemd type. De meeste secundaire producten bestaan uit sulfaten.

Door Kimpe et al. (1978) is een kaart samengesteld, waarop de belangrijkste sfaleriet-, galeniet-, tetrahedriet-, chalcopryiet- en barietconcentraties in het Limburgse steenkoolgebied zijn aangegeven. Hierop is duidelijk te zien, dat nagenoeg alle bovengenoemde mineraalconcentraties nabij de Waubach-anticlinaal voorkomen.



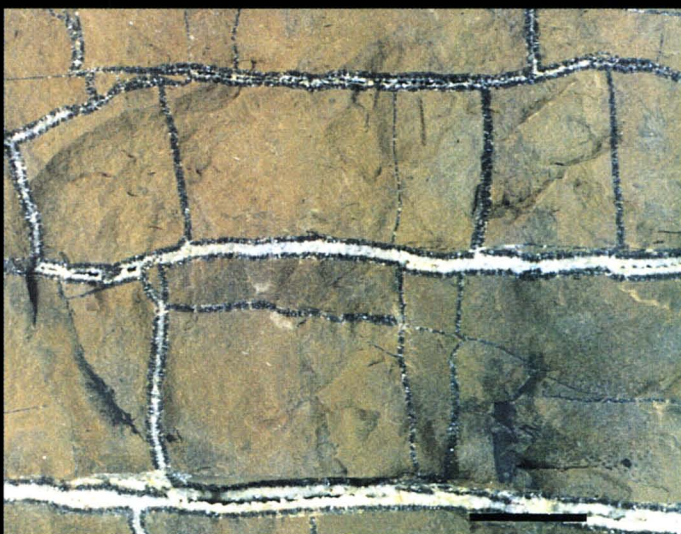
1. Sfaleriet op ankeriet. Maatstreep 0.5 mm. Reg. nr. 197.



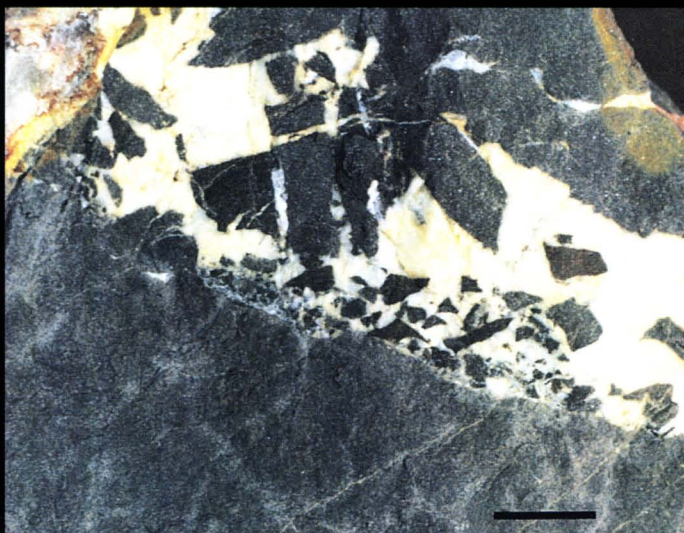
2. Pyriet, syngenetisch. Maatstreep 10 mm. Reg. nr. 178.



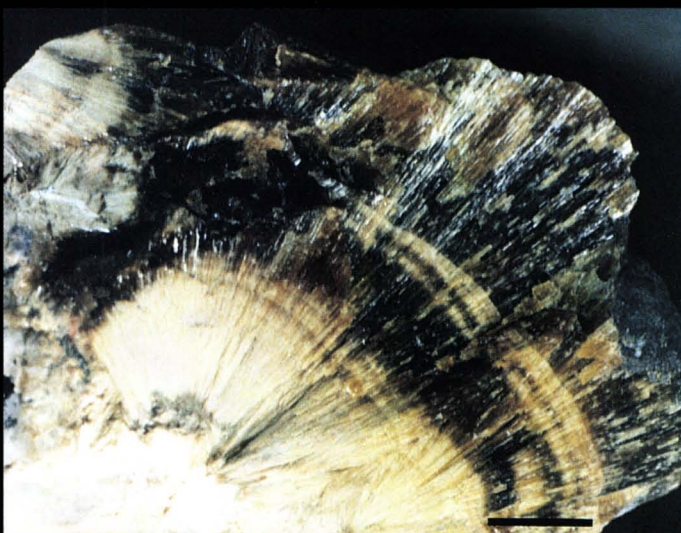
3. Calciet (wit) en chalcopyriet (roodbruine korrels) op ankeriet (oranjerood). Maatstreep 5 mm. Reg. nr. 618.



4. Kern van kleisideriet-concretie, spleten opgevuld met kwarts. Maatstreep 10 mm. Reg. nr. 918.



5. Breccie met ankeriet tussen de gesteentefragmenten. Maatstreep 10 mm. Reg. nr. 1281.



6. Bariet (het in de tekst genoemde "Sr-vrij"-type). Maatstreep 10 mm. Coll. Natuurhistorisch Museum te Maastricht. Reg. nr. NHMM-193.

In de aan het Limburgse steenkoolgebied grenzende bekkens van Erkelenz en het Ruhrgebied komen op grote schaal epigenetische mineralisaties voor. In monografieën van Buschendorf et al. (1957) en Stolze (1961), alsmede in een systematisch overzicht van Heinrichs (1991), wordt de mineralogie van het Ruhrgebied behandeld. Hier zijn op een drietal plaatsen grote ertslichamen aangetroffen: Auguste Victoria (Marl-Hüls), Christian Levin (Essen-Dellwig) en Graf Moltke (Gladbeck). Kleinere mineraalvoorkomens komen verspreid over het gehele Ruhrgebied voor. De epigenetische mineralisaties in het westfalen van het Ruhrgebied bestaan vooral uit idiomorfe sfaleriet, galeniet, pyriet, markasiet, kwarts, calciet en bariet. Galeniet maakt in vrijwel het gehele steenkoolbekken een algemeen bestanddeel uit van de paragenese, terwijl kwarts het meest voorkomende gangmineraal is.

Volgens Buschendorf et al. (1957) en Stolze (1961) is het optreden van sideriet als hoofdcomponent in de hercynische mineralisatie (Hein, 1993) uiterst wisselend. Op sommige plaatsen ontbreekt het, terwijl sideriet bijvoorbeeld in de Christian Levin een overheersend bestanddeel is. Genoemde auteurs hebben de determinatie van ankeriet en sideriet op basis van chemische analyses uitgevoerd.

Bariet laat eenzelfde beeld zien; op sommige plaatsen is het nagenoeg afwezig, terwijl het binnen andere mijnen de belangrijkste mineralisatie vormt. In Limburg zijn de schaarse bariet-vondsten vooral afkomstig uit de staatsmijn Hendrik. In deze mijn is op de 537 m verdieping (ter plaatse van de Feldbiss, fig. 2) een vrij grote barietconcentratie aangetroffen (Kimpe et al. 1978).

Het voorkomen van Sn- en Co-sulfiden is zowel in Limburg als in het Ruhrgebied in veel gevallen twijfelachtig. Het gaat dan uitsluitend om microscopische waarnemingen.

Vermeldenswaard is de mineralisatie van de Primus-breuk, die in het Ruhrgebied een bijzondere plaats inneemt. Deze belangrijke tektonische structuur is onder andere ontsloten in de steenkoolmijnen Pluto, Hannover en Consolidation. Vooral de dieper gelegen delen

van de Primus-breuk worden gekenmerkt door het op grote schaal voorkomen van chalcopryiet en ankeriet.

Het overzicht van Seeliger (1950) bevat een groot aantal mineralen uit de oxidatiezone van het Ruhrgebied. In de Limburgse mijnen kan het optreden van secundaire mineralen die hun oorsprong in het mineraalrijke diepe grond- en standwater hebben niet meer direct bestudeerd worden, als gevolg van de mijnsluitingen. Veel secundaire mineralen zijn zeer oplosbaar of uiterst kwetsbaar, waardoor ze op de steenberg niet aangetroffen worden.

In het westfalen rond Erkelenz en Velbert is een mineralisatie aangetroffen die eveneens veel overeenkomsten heeft met het Limburgse steenkoolgebied (Herbst & Stadler, 1971). Ook hier zijn sfaleriet en galeniet belangrijke sulfiden. Daarnaast treedt plaatselijk veel pyriet en markasiet op. Chalcopryiet is weinig aanwezig.

In de door Werner & Walther (1995) besproken ertsdistricten in de Rhenohercynische plooingszone wordt de geografische verbreiding van een aan

het Limburgse steenkoolgebied grenzend ertsdistrict gegeven. Dit ertsdistrict, het post-hercynische Erkelenz-Ruhrdistrict, wordt gevormd door de genoemde gemeneraliseerde steenkoolbekkens van het Ruhrgebied en Erkelenz. (Zie ook Walther, 1982.) Glasmacher (1994) onderscheidt op basis van post-hercynische, actieve hydrothermale stromingen twee NO-ZW georiënteerde lood/zinkdistricten in het noordelijk deel van het Rijnleisteengebergte ten westen van de Rijn. Deze zijn ontstaan tussen het Perm en het Kwartair. Eén van de twee, het Namen-Luik-Kerkrade-Stolbergdistrict, ligt gedeeltelijk binnen het Limburgse steenkoolgebied.

De in het Limburgse westfalen voorkomende mineraalparagenese is te correleren met de mineralisaties binnen het ertsdistrict van Werner & Walther (1995). Zoals uit fig. 8 blijkt, sluit de geografische verbreiding van het Limburgse deel aan op de zuidwestelijke grens van het Erkelenz-Ruhr-district. De onderlinge verhoudingen, waarin de sulfidische mineralen en gangmineralen optreden, kunnen lokaal binnen het district fluctueren.

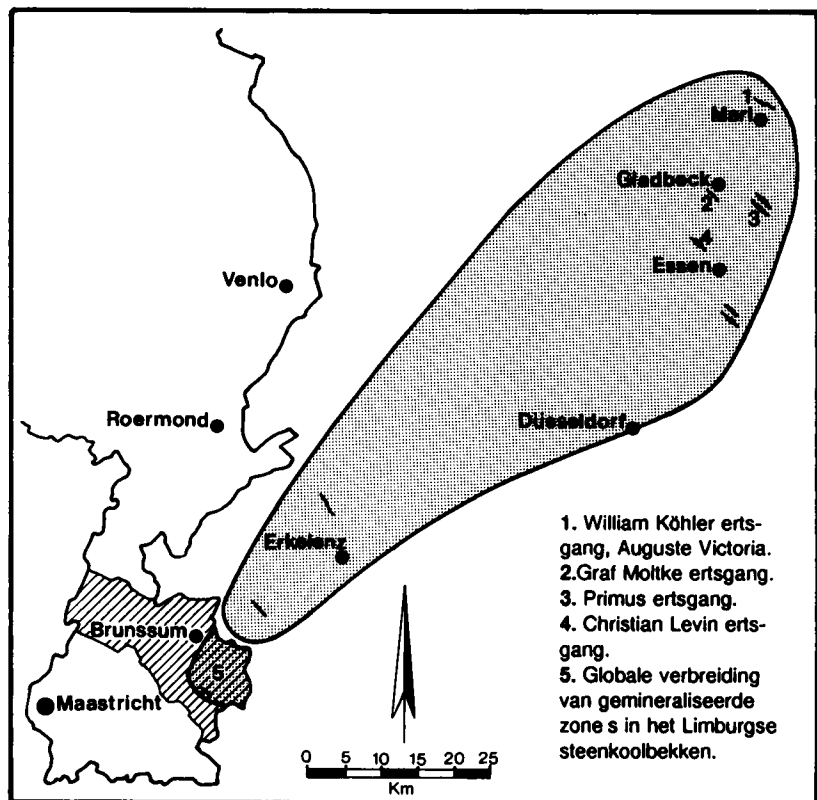


Fig. 8. Het post-hercynische Erkelenz-Ruhr-ertsdistrict, waarin enkele omvangrijke verertsingen zijn aangegeven. Ook is de verbreiding van de belangrijkste mineralisaties in het Limburgse steenkoolgebied naar Kimpe et al. (1978) ingetekend (5). Gearceerd is het in productie genomen westfalen.

De grote mineraalconcentraties van het Ruhrgebied zijn aangetroffen op plaatsen waar opwelvingen doorsneden worden door breuken. Hetzelfde zien we in Limburg; hoewel de mineralisaties vrijwel uitsluitend ter plaatse van de Waubach-anticlinaal voorkomen, tekent zich op de genoemde kaart van Kimpe et al. (1978) duidelijk een viertal concentraties af (fig. 2). Deze bevinden zich daar waar de Waubach-anticlinaal gekruist wordt door de Feldebiss, de Heerlerheide-breuk en Benzenrade-breuk. De diepte, waarop mineralen zijn aangetroffen, is over het gehele Limburgse steenkoolgebied vrij constant: gemiddeld ca. 350 m onder het maaiveld.

Door de huidige inzichten op basis van het intensieve onderzoek dat de laatste jaren naar de Hercynische orogenese is verricht, moeten de vroeger geaccepteerde opvattingen over de genese van de hieraan gebonden hydrothermale mineralisaties worden herzien. Drozdewsky en Wrede (1994), die de plooiing en tektoniek van het Hercynisch gebergte bespreken, geven vanaf de publicatie van Pilger (1956) een beknopt overzicht van onderzoekingen van de mineralisaties in dit gebied. De vroeger gangbare opvatting, dat het ontstaan van de mineralisaties gerelateerd was aan dieper gelegen plutonen, is niet meer houdbaar.

Door diverse auteurs wordt de mobilisatie van de elementen die tot het ontstaan van epigenetische mineralen hebben geleid toegeschreven aan reacties van zoutoplossingen op de in de ondergrond aanwezige sedimenten. Door Bless et al. (1980) zijn hiervoor directe aanwijzingen gevonden in het voorkomen van evaporieten in devonische en onder-carbonische sedimenten, soms geassocieerd met lood/zink-vererfsingen. Halietsporen zijn vastgesteld in de door Krahn et al. (1986) onderzochte lood/zink-vererfsing in het onder-carboon van de Albertsgrube (Stolberg-Werth). In dit verband is ook de waarneming van Kimpe (1963) interessant: binnen het gebied van de Waubach-anticlinaal is op een aantal plaatsen opstijgend zout water in breuken van Finefrau-sedimenten gevonden.

Dankwoord

Drs. Chr. Staudt (Rijks Geologische Dienst te Haarlem), drs. H.J.M. Pagnier en P.W. Bosch (Rijks Geologische Dienst District Zuid te Heerlen) wil ik bedanken voor alle faciliteiten die bestudering en bewerking van de mineralogische collectie van het Limburgse paleozoïcum mogelijk maken. Verder ben ik drs. J.W.M. Jagt (Natuurhistorisch Museum te Maastricht) zeer erkentelijk voor zijn hulp. H. Vink (DSM, Beek) verleende medewerking voor het verrichten van veldwerk op de Brunssumse steenberg.

Summary

Minerals occurring in Upper Carboniferous rocks in the Dutch mining district are concentrated along faults and in brecciated zones.

The minerals consist mainly of the sulfides sphalerite, galena and pyrite and the vein minerals quartz, ankerite and pyrite. In the present paper a systematic account of these mineralisations is presented, including also syngenetic/early diagenetic and secondary minerals. This survey is based on finds from the coal fields of the former state mines Emma and Hendrik, which together held the largest concession in Limburg. Following on a brief account of the geology and tectonics of this area is a systematic description of the various mineral species known from both collieries. In comparison with the above mentioned comparatively common species, the other epigenetic minerals recorded in the survey are rare. From the available data it is obvious that these mineralisations are part of a larger Pb/Zn district, which, from Limburg, extends to the northeast and comprises the coal fields of Erkelenz and the Ruhr area.

The minerals occur in an idiomorphic habit and are generally concentrated in the area of the Waubach Anticline, especially there where larger faults cut across the anticline. In recent years, the mechanism behind the genesis of Pb/Zn mineralisations in the Variscan orogenic belt of NW Europe has been extensively studied. It is quite possible that saline solutions have played an important part in this genesis. Remains of evaporitic deposits have been found at various localities where ores occur.

Adres van de auteur

Rector Van de Boornlaan 13
6061 AN Posterholt

Tenzij anders aangegeven, zijn alle afgebeelde mineralen uit de collectie van de auteur.

Literatuur

- Bless, M.J.M., J. Bouckaert & E. Paproth (red.), 1980. Pre-Permian around the Brabant Massif in Belgium, the Netherlands and Germany. Mededelingen Rijks Geologische Dienst 32: 1-179.
- Bongaerts, H., 1994. Revisie van bariet uit het Carboon (Westfalen) van Brunssum. Grondboor & Hamer 48 (3): 59-61.
- Bongaerts, H., 1995a. Milleriet (β -NiS) uit het Boven-Carboon van Limburg en omgeving. Grondboor & Hamer 49 (2): 37-40.
- Bongaerts, H., 1995b. Vivianite on Weichselian mammalian bones from Orvelte (Drenthe, The Netherlands). Contributions to Tertiary and Quaternary Geology 32 (1-3): 19-25.
- Bongaerts, H. & G. Appeldoorn, 1996. Een opmerkelijk kwartskristal van de Brunssumse steenberg. Natuurhistorisch Maandblad 85: 101-103.
- Boorder, H. de, J.E. Lutgert & W. Nijman, 1985. The Muschelkalk and its lead-zinc mineralization in the eastern Netherlands. Geologie en Mijnbouw 64: 311-326.
- Buschendorf, F., M. Richter & H.W. Walther, 1957. Der Blei-Erzgang Christian Levin in Essen-Dellwig und Bottrop. In: H. Schneider (red.), Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch 28: 1-163.
- Dejonghe, L. & F. Ladeuze, 1994. Schmalgraf: Un gisement plombo-zincifère dans le calcaire carbonifère de l'est de la Belgique. Bulletin de la Société belge de Géologie 103: 135-147.
- Drozdewski G. & V. Wrede, 1994. Faltung und Bruchtektonik-Analyse der Tektonik im Subvariscikum. In: Das Subvariscikum Nord-westdeutschlands. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen 38: 7-187.
- Friedrich, G., M.J.M. Bless, J. Vogtmann & A. Wiechowski, 1987. Lead-zinc mineralisation in Dinantian Rocks of boreholes Thiermae 2000 and Thiermae 2002 (Valkenburg a/d Geul, the Netherlands). In: Bless, M.J.M., J. Bouckaert, H.-R. Langguth & M. Streel (eds.), Upper Cretaceous and Dinantian geology and hydrogeology of the boreholes of Valkenburg aan de Geul (South-Limburg, the Netherlands). Annales de la Société Géologique de Belgique 110 (1): 59-75.
- Glasmacher, U., 1994. Variscan and Postvariscan fluid systems and thermal history in the northern part of the Linksrheinisches Schiefergebirge. Journal of the Czech Geological Society 39: 37-38.
- Hein, U.F., 1993. Synmetamorphic Variscan siderite mineralisation of the Rhenish Massif, Central Europe. Mineralogical Magazine 57: 451-467.
- Heinrichs, H., 1991. Streifzüge durch die Erzreviere des Ruhrgebietes und des

Niederbergischen Landes. Katalogus Mineralien-Museum Essen, 1-77.

Herbst, G. & G. Stadler, 1971. Blei-Zink-Vererzung im Revier von Aachen-Erkelenz. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen 19: 73.

Longh, W.H.D. de, 1918. Het voorkomen van lood-, zink- en ijzerertsen in Zuid-Limburg. Tijdschrift Nederlands Aardrijkskundig Genootschap 35 (2): 791-809.

Jongmans, W.J., 1935. Toelichting tot enkele der verzamelingen van het Geologisch Bureau te Heerlen. Mijnnummer 1935: 60-71 (Uitgave VVV Heerlen).

Jongmans, W.J., 1937. Mineralen in Zuid-Limburg. Mijnnummer 1937: 65-72 (Uitgave VVV Heerlen).

Kars, H., M.A.R. Wevers & R.D. Schuiling, 1980. Struvite, a mineralogical curiosity from an archaeological site. Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 30: 423-426.

Kimpe, W.F.M., 1956. Olie en aardwas in Bovencarbonische dolomietconcreties uit Zuid-Limburg. Geologie en Mijnbouw 18: 149-158.

Kimpe, W.F.M., 1958. Nieuwe vondsten van olie in concreties in het Boven-Carboon van Zuid-Limburg. Geologie en Mijnbouw 20: 113-120.

Kimpe, W.F.M., 1963. Géochimie des eaux dans le Houiller du Limbourg (Pays-Bas). Verhandelingen van het Koninklijk Nederlands Geologisch en Mijnbouwkundig Genootschap, 21: 25-45.

Kimpe, W.F.M., M.J.M. Bless, J. Bouckaert, R. Concil, E. Groessens, J.P.M. Meessen, E. Poty, M. Streel, J. Thorez & M. Vanguetaine, 1978. Paleozoic deposits east of the Brabant Massif in Belgium and The Netherlands. Mededelingen van de Rijks Geologische Dienst, 30 (2): 37-103.

Krahn, L., G. Friedrich, R. Gussone & V. Scheps, 1986. Zur Blei-Zink-Vererzung in Carbonatgesteinen des Aachen-Stolberger Raums. In: Hilden, H.-D. (red.), Geochemie und Vererzung im Rheinischen Schiefergebirge. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen 34: 133-157.

Oenema, S., 1990. Pseudogaylussiet in het Nederlandse en Duitse kustgebied. Grondboor & Hamer 44: 106-108.

Pilger, A., 1956. Über die Teufenlage der Plutone im Ruhrgebiet. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte 1956/2: 161-168.

Radke, B.M. & R.L. Mathis, 1980. On the formation and occurrence of saddle dolomite. Journal of Sedimentary Petrology 50: 1149-1168.

Seeliger, E., 1950. Pseudohydrothermale Pb-Zn-Erzgänge im Ruhrgebiet und im Gebiet von Velbert-Lintorf. Archiv für Lagerstättenforschung 80: 1-46.

Stolze, F., 1961. Die Mineralien im Blei-Zink-Erzgang der Zeche Auguste Victoria in Marl (Westfalen). In: H. Schneider (red.), Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch 40: 83-162.

Walther, H.W., 1982. Die varistische Lagerstättenbildung im westlichen Mitteleuropa. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 133: 667-698.

Werner, W. & H.W. Walther, 1995. Metallogenesis. In: Dallmeyer et al. (red.), Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe. Springer (Berlin, Heidelberg).

Wijkerslooth, P. de, 1949. Die Blei-Zink-Formation Süd-Limburgs und ihr mikroskopisches Bild. Mededelingen van de Geologische Stichting, Nieuwe Serie 3: 83-102.

Verklaring van enige termen

Doorlopers. Mineralen die in een breed druk/temperatuurgebied ontstaan, en die bijvoorbeeld in een hydrothermale omgeving in de oudste tot jongste mineraalafzettingen zijn te vinden.

Euhedrisch en idiomorf. Mineralen die aan alle zijden worden begrensd door kristalvlakken. De term idiomorf wordt vaak gebruikt om een mineraalvoorkomen in groter verband te karakteriseren. Euhedrisch wordt meestal gebruikt in een kristallografische context.

Finefrau-sedimenten. Deze afzettingen bestaan grotendeels uit karakteristieke, zeer verbrede zandsteenlagen die van groot

belang zijn voor stratigrafische doeleinden in het Limburgs steenkoolbekken.

Paragenesen. Een aantal mineralen dat bij elkaar voorkomt, tijdens dezelfde ontstaansfase is afgezet, en daarbij meestal hetzelfde type mineraalafzetting representeert.

Parketering. Een bij kristallen met een kubische symmetrie meestal goed herkenbare vorm van inwendige vergroeiing. De kristalvlakken bestaan dan uit rechthoekjes die ieder een iets verschillende hoek ten opzichte van elkaar hebben.

XRD. Analyse methode, waarmee gegevens van de kristalstructuur worden verkregen. Deze methode is zeer geschikt voor mineralogische identificatie.

XRF/EDX. Chemische analysemethoden op basis van röntgenstraling. Met EDX kan een zeer klein gedeelte van een monster worden onderzocht. Dit kan in combinatie met elektronenmicroscopie. XRF wordt meestal gebruikt bij grotere monsters.

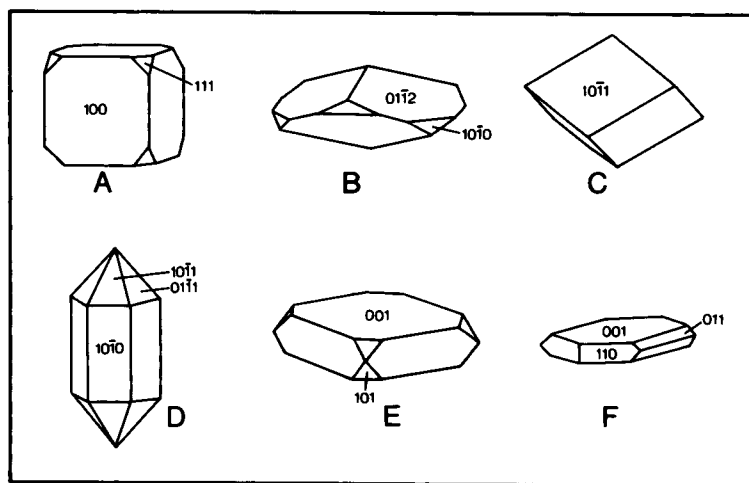


Fig. 10. Kristalvormen ter verduidelijking van de in de tekst genoemde Miller-indexen. De afbeeldingen geven een indicatie van de ligging van de vlakken. A: galeniet en pyriet. B en C: calciet. D: kwarts. E: bariet. F: markasiet.

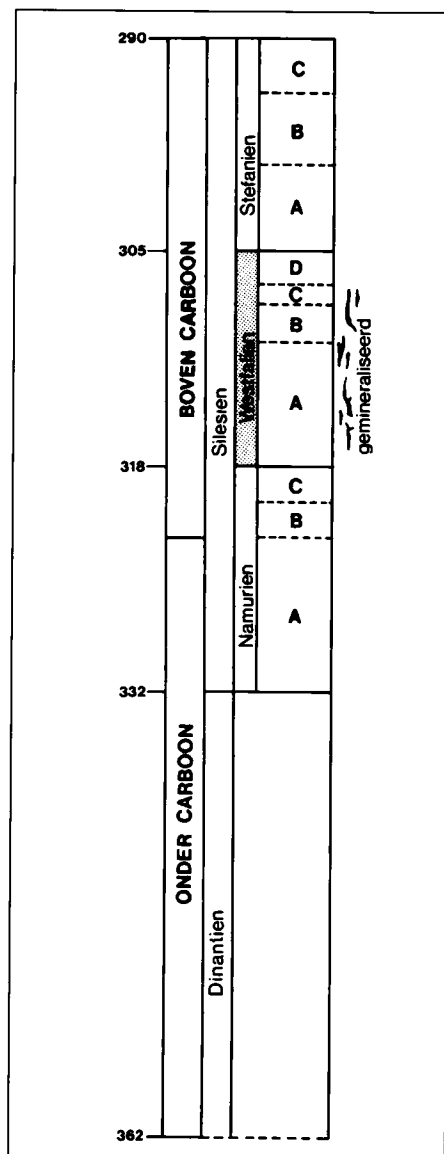


Fig. 9. Indeling van het Carboon voor de in de tekst genoemde gebieden, met absolute ouderdom in miljoenen jaren.