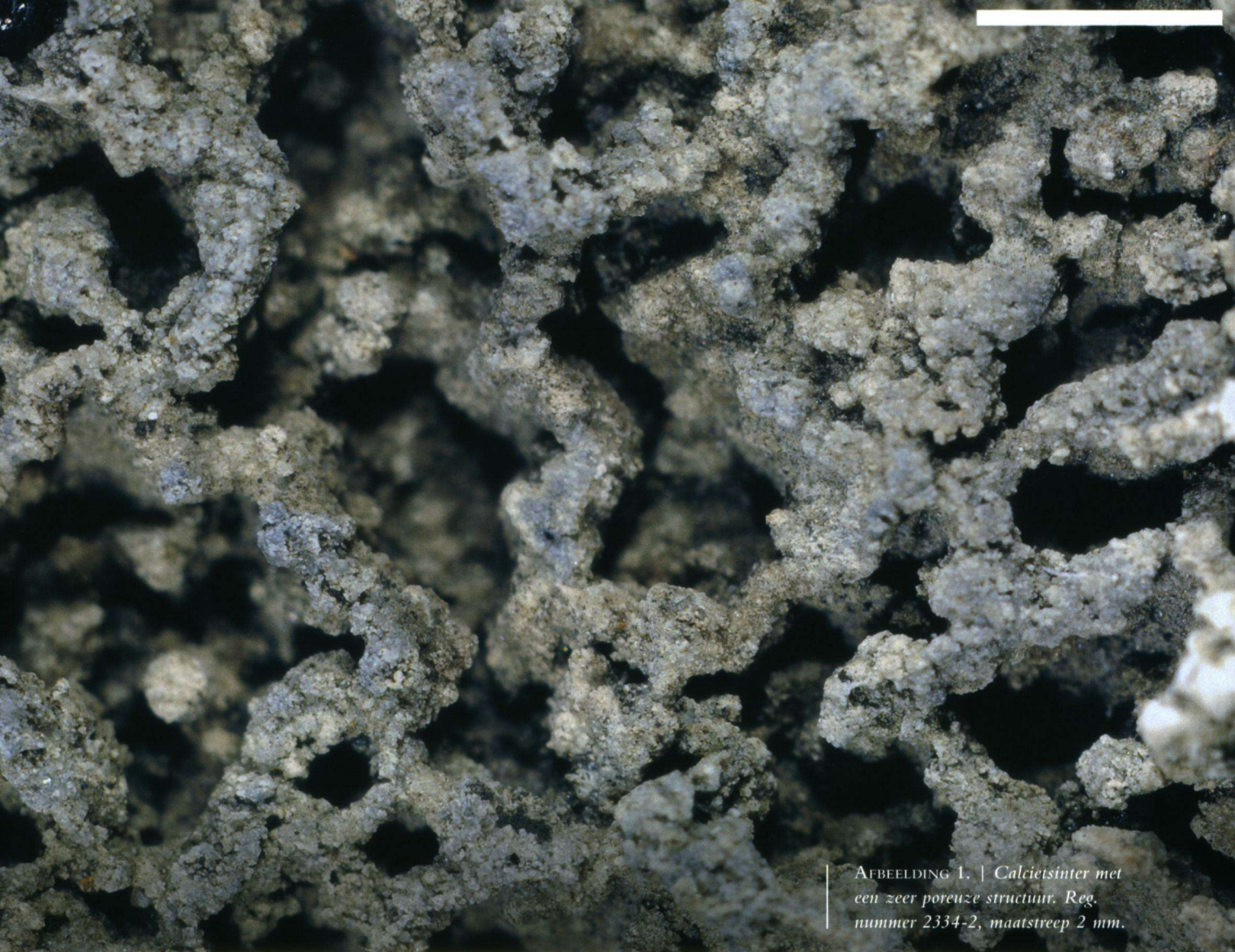




AFBEELDING 1. | *Calcietsinter met een zeer poreuze structuur. Reg. nummer 2334-2, maatstreep 2 mm.*

Calciet sintervorming op gesteentefragmenten van de Brunssumse steenberg

HANS BONGAERTS
ESDOORNLAAN 42
6077 CP ST. ODILIËNBERG
H.BONGAERTS@PLANET.NL

Sinds enkele decennia wordt op de steenberg van de voormalige steenkoolmijnen Emma en Hendrik in Brunssum mineralogisch onderzoek verricht. Dit onderzoek leverde enkele voor Nederland nieuwe mineraal-soorten op en droeg bij aan meer duidelijkheid over de samenhang van de mineralisaties in het Limburgse Laat-Carboon met deze in aangrenzende gebieden. Naast hydrothermale mineralen komen hier secundaire mineralen voor die grotendeels zijn ontstaan door oxidatie van pyriet. Tijdens het veldwerk op de Brunssumse steenberg werden gesteentefragmenten aangetroffen met kalkachtige overkorstingen van wisselende dikte en structuur. Ze vinden hun ontstaan in het neerslaan van kalk uit grondwater. In dit artikel volgt een nadere beschrijving van deze sinters.



De vindplaats

De steenberg bevindt zich ten oosten van Brunssum, ingeklemd tussen de natuurgebieden Brunssummerheide, Teverenerheide en Schinveldse Bossen. Het gesteentemateriaal is afkomstig van de vroegere steenkoolmijnen Staatsmijn Emma in Treebeek (1911-1973) en Staatsmijn Hendrik in Rumpen (1915-1963). Via spoorlijnen werd het onbruikbare gesteente van deze mijnen naar dit vroegere heidegebied getransporteerd en daar gedumpt. Meer dan 60 jaar storten resulteerde in een grote plateauvormige steenberg met een oppervlakte van 2,5 km². Door langdurige en grootschalige afgravingen is er nog maar een klein restant van overgebleven.

De meeste mineralen die hier voorkomen hebben een hydrothermale oorsprong en zijn aan breukzones gebonden. Belangrijke vertegenwoordigers zijn o.a. sfaleriet (ZnS), galeniet (PbS) en chalcopryiet (CuFeS₂). Ze behoren tot de westelijke zone van een vereringsgebied dat zich naar het noordoosten toe uitstrekt over de steenkoolbekkens van het Ruhrgebied en Aken (Werner & Walter in Dallmeyer, 1995). Behalve deze ertsen zijn door oxidatie van pyriet (FeS₂) op grote schaal sulfaten ontstaan in de vorm van gips (CaSO₄·2H₂O) en jarosiet (KFe₃(SO₄)₂(OH)₆). De gesteentefragmenten met sintervormingen werden verspreid over de gehele steenberg aangetroffen, zowel in de kern als aan de oppervlakte liggende lagen.

Sintervormingen in steenkoolmijnen

De mineralogische samenstelling van kalksinters bestaat uit CaCO₃ in de vorm van het trigonale calciet of orthorhombische aragoniet. Sinters in steenkoolmijnen zijn ontstaan als een direct gevolg van mijnbouwkundige werkzaamheden. Volgens de richtlijnen van de *Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification* (CNMNC) worden ze desondanks als mineraal beschouwd (Nickel, 1995). De aan mijnbouwkundig afval gerelateerde substanties zoals eerder door Bongaerts (2000) beschreven vallen echter buiten deze definitie.

Sintervormingen zijn bij het grote publiek bekend geworden door travertijnterrassen en druipstenen waarvan sommige door hun spectaculaire groottes en vormen tot toeristencentra zijn uitgegroeid. Aan de andere kant leidt sintervorming in industriële installaties vaak tot grote problemen, bijvoorbeeld door het dichtgroeien van leidingen.

In de steenkoolmijnen van Zuid-Limburg en de aangrenzende mijnbouwgebieden van Aken en het Ruhrgebied waren sintervormingen een algemeen verschijnsel, vooral in delen van de mijnen die aan het productieproces waren onttrokken. Het in water opgeloste kalk kon zich dan soms jarenlang ongestoord laagje voor laagje afzetten. Meest sprekend waren zonder twijfel de afzettingen op takkenbossen die destijds op de ondersteuning en betimmeringen van mijngangen werden gelegd als bescherming tegen steenval. Jongmans (1935) meldt uit Staatsmijn Emma de volledige bedekking van deze takken door kalkrijk water dat uit het dak sijpelde.

Opmerkelijk is de vermelding van sinters in "Knokenflip", een van de weinige Nederlandse mijnwerkersromans: *"Overall hingen aan het dak van de galerijen lange druipsteenfiguren. Het witte kristal schitterde in het licht der mijnlampen. De watergoot was op verschillende plaatsen door dezelfde kristallen bijna dichtgegroeid; 'n paar arbeiders waren bezig de goot open te houden. In een verlaten galerij had zich een druipsteengrot gevormd."* (Nolting, 1947). Pogingen om meer gegevens te achterhalen over deze schrijver zijn tot nu toe op niets uitgelopen (pers. mededeling prof. Wiel Kusters, Maastricht). Of deze vermelding is gebaseerd op een eigen waarneming of uit een andere bron stamt, blijft dus onbekend.

Uit Staatsmijn Hendrik beschrijft Rutten (1948) sinterafzettingen op de 401 meter verdieping die hij als 'travertijn' typeert. Het water waaruit de afzettingen ontstonden had met 120 mg/l een buitengewoon hoog calciumgehalte. Rutten wijst goed-oplosbare lagen in bovenliggende sedimenten uit het Laat-Krijt als bron aan. De kalkafzetting was hier zo sterk dat de waterafvoer alleen mogelijk was via open goten of afvoerbuizen met een grote diameter om te voorkomen dat de leidingen te snel zouden dichtgroeien.

Driessen (1962) beschrijft als enige op gedetailleerde wijze een *in situ* waarneming van kalkafzettingen in de Oranje Nassau II mijn (Schaesberg). In een mijngang op de 255 m verdieping die een aantal jaren was afgesloten en voor geologisch onderzoek weer werd geopend, bleek zich op de bodem een ongeveer 2 cm dikke kalkplaat te hebben gevormd. Op één plaats sijpelde water uit het dak dat over een breedte van 1,5 m over de licht hellende vloer naar beneden stroomde. Precies op de plaats waar het water op de vloer viel, waren zogenaamde *cave pearls* ontstaan; ronde tot ovale, concentrisch gelaagde bolletjes gevormd rondom een minuscule stukje steen. *Cave pearls*, die ook bekend zijn uit grotten, kunnen zich in water vormen dat continu in beweging blijft, hetgeen vastgroeien aan de bodem voorkomt. Door Hahne *et al.* (1968) werden deze *cave pearls* uitgebreid onderzocht in de steenkoolmijnen van het Ruhrgebied.

Calcietsinters van de Brunssumse steenberg

Sinterafzettingen kunnen hier voorkomen op kleine gesteentefragmenten van centimeter-grootte tot blokken van meer dan een halve meter. Ook wat betreft het soort gesteente bestaat er geen bepaalde voorkeur; ze zijn op alle aanwezige gesteentesoorten aangetroffen waarbij zandsteen- klei- en siltsteen het meest algemeen zijn. Er zijn voor zover bekend nooit sinterafzettingen op steenkool gevonden. De meest voor de hand liggende reden hiervan is dat steenkool direct na de winning naar de wasserijen werd getransporteerd om daar verder te worden verwerkt. De tijdsduur waarop de steenkool werd blootgesteld aan grondwater was daarom erg kort.



AFBEELDING 2. | Holte in een sinterafzetting met daarin sterk vergroeide kristallen. Reg. nummer 2417-2, maatstreep 1 mm.



Bovendien werd er op gelet, dat alle gewonnen steenkool op de transport-band of in de schudgoot werd geschept, omdat bij verspillng een boete kon worden uitgeschreven.

Het ontstaan van sintervorming op of in de steenberg door circulerend (regen) water is uitgesloten; de sintervorming beperkt zich namelijk tot specifieke gesteentefragmenten en strekt zich niet uit over naastgelegen fragmenten. Daarnaast zijn de vondsten willekeurig verspreid tot direct onder het oppervlak aangetroffen.

Door het Zuiveringschap Limburg is een onderzoek uitgevoerd naar het effect van uitloging en neerslag van stoffen van steenbergen door infiltrerend water, met nadruk op die van de Emma-Hendrik (Karssemeijer, 2000). Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor het ontstaan van kalksinters in of rondom de steenberg tijdens deze processen. De sinterafzettingen buigen soms met de breukvlakken van de fragmenten mee, hetgeen er op wijst dat ze een bepaalde periode in de mijn hebben gelegen voordat ze naar de steenberg werden overgebracht. De kleur van de sinters varieert weinig en is, met uitzondering van enkele door ijzeroxiden roodbruin gekleurde monsters, grijs tot helderwit. De structuur is bij enkele exemplaren zeer poreus en bij de overige compact; in alle gevallen zijn de monsters echter duidelijk als sintervormingen herkenbaar. Poreuze sinters zijn uitermate bros en hebben tijdens de afzetting verontreinigingen in de vorm van kleine gesteentefragmenten en stukjes steenkool opgenomen. De meeste sintervormingen zijn gelaagd, wat tot uitdrukking komt in een gering kleurverschil van de afzonderlijke laagjes. De totale dikte van de afzettingen bedraagt tussen de 1 mm en 10 mm.

De mineralogische samenstelling is onderzocht met XRD (röntgendiffractie, poedermethode) waarvoor zo zuiver mogelijke monsters uit de kern van compacte sinters werden geïsoleerd. Hieruit blijkt dat de sinters bestaan uit goed gekristalliseerd calciet met duidelijk afgetekende reflecties in het diffractogram (Tabel 1). Behalve één zwakke reflectie van kwarts (SiO_2) werden geen andere mineraalfasen aangetroffen. Met XRF (röntgenfluorescentie) is de oppervlakte van vijf sinters geanalyseerd waarvan Tabel 2

de uitkomsten laat zien. Afwijkingen in de chemische samenstelling zijn over het algemeen gering en gelijkmatig. Het verhoogde siliciumgehalte kan verklaard worden door verontreinigingen van nevengeesteente. In alle monsters is strontium gedetecteerd dat calcium in het kristalrooster kan vervangen $[(\text{Ca},\text{Sr})(\text{CO}_3)]$. Bij enkele monsters zijn in kleine holtes sterk vergroeide, ongeveer 0,5 mm grote, kristallen ontwikkeld (Afb. 2), sommige met gebogen vlakken. Op de doorsnede van de dikkere sinterkorsten is parallelgroei van prismatische kristallen te zien (Afb. 4).

Discussie

De kleur en structuur van de sintervormingen zijn vergelijkbaar met de sinters die door Driessen (1962) werden beschreven. Deze auteur heeft echter geen mineralogische analyse uitgevoerd waardoor onbekend is of het hier eveneens om calciet gaat. Dit is echter wel aannemelijk gezien de vergelijkbare omstandigheden waaronder de vorming heeft plaatsgevonden. De locatie van de door Driessen gepubliceerde sintervorming bevond zich ongeveer 92 m onder de top van het Laat-Carboon. De auteur kon ter plaatse vaststellen dat de sintervorming het gevolg was van neerslag van kalk uit grondwater. Het in deze zone voorkomende water rekent Kimpe (1980) tot het $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ type dat sterk is

Synth. calciet (JCPDS 5-586)		Nr. 1547		Nr. 2397	
I/I	D (Å)	2θ	I/I	D (Å)	2θ
12	3.86	23.210	21	3.829	23.240
100	3.035	29.590	100	3.016	29.630
14	2.495	36.180	24	2.481	36.230
18	2.285	39.630	29	2.272	39.690
18	2.095	43.390	26	2.084	43.460
5	1.927	47.310	14	1.9198	47.400
17	1.913	47.770	34	1.9024	47.850
17	1.875	48.760	33	1.8661	48.830
8	1.604	57.670	15	1.5971	57.750
4	1.518	60.900	13	1.5199	60.900

TABEL 1. | Röntgendiffractie-analyse van twee monsters van calcietsinters van de Brunssumse steenberg, vergeleken met synthetische calciet. Philips diffractometer, X'Pert systeem. CuKα röntgenstraling, 40kV/40 mA. Monsters uit de kern van compacte sinter. Weergave van de 10 sterkste reflecties.

	Nr. 2268	Nr. 2334	Nr. 2397-1	Nr. 2397-2	Nr. 2417
Ba	0.074	0.074	0.036	0.058	0.049
Ag	0.014	0.025	0.012	0.016	0.011
Sr	0.087	0.088	0.127	0.127	0.151
As	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Zn	0.004	0.004	0.008	0.019	<LOD
Cu	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ni	<LOD	0.008	<LOD	<LOD	<LOD
Fe	0.085	2.834	0.067	0.206	0.172
Mn	<LOD	0.286	0.008	0.025	0.026
Ti	0.010	0.042	0.013	0.051	0.033
Ca	37.588	29.723	38.490	35.100	34.909
K	<LOD	0.222	0.101	0.321	0.118
Al	<LOD	0.697	0.418	1.877	<LOD
Si	0.859	2.998	1.347	4.607	1.362
Cl	0.008	0.011	<LOD	<LOD	0.016
S	0.092	0.223	0.199	0.390	<LOD

TABEL 2. | Röntgenfluorescentie-analyse van vijf monsters van calcietsinters van de Brunssumse steenberg. Niton XL3t spectrometer, 50kV, focus 8mm. Oppervlaktetellingen in Wt% zonder preparatie, gloeiverlies niet bepaald. De getallen geven de percentages van de betreffende elementen weer. LOD: limit of detection (percentage te laag om te kunnen waarnemen).



beïnvloed door bovenliggende sedimenten uit het Laat-Krijt en dat naar de diepte toe, door toenemende mineralisatie overgaat in een NaCl type water.

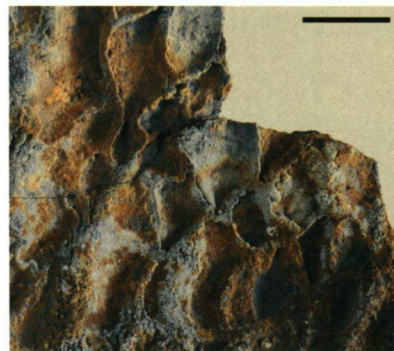
Een andere overeenkomst tussen Driessen's waarneming en de vondsten van de Brunssumse steenberg zijn *gours*, de gebogen randen die karakteristiek zijn voor afzetting uit grondwater op licht hellende vlakken (Afb. 3). Voor een uiteenzetting over het ontstaan van deze miniterrassen, die algemeen bekend zijn in grotten en travertijnafzettingen, wordt verwezen naar Goldenfeld *et al.* (2006).

De snelheid waarmee de sinters die op de Brunssumse steenberg zijn gevonden, zijn afgezet is onbekend. De groeisnelheid kan zeer uiteenlopen; Hahne *et al.* (1968) beschrijven extreem snelle sintervormingen op de Zeche Sachsen (Bad Hamm, Duitsland). Daar kwam grondwater onder hoge druk uit de schachtwand dat door de ventilatie werd verneveld, waardoor binnen enkele maanden alle wanden en installaties met een dikke laag kalk werden overdekt. De groei op de door Driessen onderzochte locatie heeft aanzienlijk langzamer plaatsgevonden. Uit het moment van afsluiting tot het weer toegankelijk maken blijkt dat enkele jaren nodig zijn geweest voor de vorming van een 2 cm dikke overkorsting, vooropgesteld dat gedurende die periode sprake was van een continu grondwaterdebiet.

De sinters die op de Brunssumse steenberg zijn gevonden zijn vergelijkbaar met diverse *in situ* waarnemingen in productieve steenkoolmijnen (Seeliger, 1950; Buschendorf *et al.*, 1957, Driessen 1962, Hahne *et al.*, 1968). Calciet was tot nu toe alleen bekend binnen de hydrothermale mineralisaties. Niet zelden als goed ontwikkelde, tot één cm grote kristallen. De uit grondwater ontstane calciet onder relatief lage temperatuur en druk in de vorm van sinter, neemt een afzonderlijke plaats in binnen de mineraalvoorkomens van het Limburgse steenkoolgebied.

Dankwoord

Voor zijn hulp bij dit artikel een woord van dank aan Ton Lupak van restauratieatelier Restaura (Haalen).



AFBEELDING 3. | Sinter met karakteristieke *gours*. Reg. nummer 2334, maatstrep 10 mm.



AFBEELDING 4. | Breukvlak van calcietsinter op zandsteen. Reg. nummer 2417-1, maatstrep 5 mm.

LITERATUUR

Bongaerts, H., 2000.

Mineralisaties op mijnbouwkundige relictten van de Brunssumse steenberg. *Natuurhistorisch Maandblad*, 89 (10): pp. 222-225.

Buschendorf, F., Richter, H. & Walther, H.W., 1957.

Der Erzgang Christian Levin in den Blei-Erz-Feldern König Wilhelm III/IV und Rheinstahl (Zeche Christian Levin in Essen-Dellwig und Prosper in Bottrop). Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, 28. Monographien der Deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 1, Lieferung 2; Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung.

Driessen, J., 1962.

Recente afzettingen in de Oranje Nassau Mijnen. *De Mijnlamp*, 22 (6): pp. 314-317.

Goldenfeld, N., Chan, P.Y. & Veysey, J., 2006.

Dynamics of precipitation pattern formation at geothermal hot springs. *Physical Reviews Letters*, 96: pp. 1-4.

Hahne, C., Kirchmayer, M. & Otteman, J., 1968.

“Höhlenperlen” (cave pearls), besonders aus Bergwerken des Ruhrgebietes. Modellfälle zum Studium diagenetischer Vorgänge an Einzeloiden. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 130: pp. 1-46.

Jongmans, W.J., 1935.

Toelichting tot enkele der verzamelingen van het Geologisch Bureau te Heerlen. In: *Mijnnummer 1935*: pp. 60-67. Heerlen: VVV/N.V. Maatschappij tot Exploitatie van het Limburgsch Dagblad, Heerlen.

Karssemeijer, P.L., 2000.

Inventarisatie mijnsteenproblematiek. Arnhem: CSO Adviesbureau voor milieuonderzoek.

Kimpe, W.F.M., 1980.

Hydrogeologie. In: Kuyl, O.S., Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000, pp. 132-142. Haarlem: Rijks Geologische Dienst.

Nickel, E.H., 1995.

The definition of a mineral. *The Canadian Mineralogist*, 33: pp. 689-690.

Nolting, G., 1947.

Knokenflip. Bindels, Kerkrade.

Rutten, M.G., 1948.

Geologie van het Limburgsche mijnwater. Mededeelingen van de Geologische Stichting, C-VI-4.

Seeliger, E., 1950.

Pseudohydrothermale Pb-Zn-Erzgänge im Ruhrgebiet und im Gebiet von Velbert-Lintorf. *Archiv für Lagerstättenforschung*, 80.

Werner, W. & Walter, H-J., 1995.

Metallogenesis. In: Dallmeyer, R.D., W. Franke & K. Weber (red.), Pre-Permian geology of Central and Eastern Europe, pp. 87-95. Berlin: Heidelberg Springer Verlag.

