

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 51

Leipzig 1977

Nr. 7

Erschienen am 30. Dezember 1977

Das Unterkambrium von Görlitz, seine geologische Erforschung und Fossilführung – ein Überblick

Von GÜNTER FREYER

Mit 1 Tabelle

1. Einleitung

Aufschlüsse kambrischer Gesteine, nach Fossilfunden zeitlich genau einstuftbar, sind im mitteleuropäischen Raum selten. Die durch große Steinbrüche zugängigen Kambriumsedimente des Görlitzer Schiefergebirges, welche räumlich zwar eng begrenzt, jedoch relativ mächtig sind, haben daher seit langem das Interesse geologischer und paläontologischer Bearbeiter gefunden. Intensive Studien, vor allem in stratigraphischer und paläontologischer Hinsicht, führten in den letzten sechzig Jahren zu zahlreichen neuen Erkenntnissen über die geologische Entwicklung des Unterkambriums im Gebiet zwischen Niederludwigsdorf und Kunnersdorf. Diesem Kambriumprofil kommt eine Schlüsselstellung bei regionalgeologischen Vergleichen mit den benachbarten paläozoischen Gebieten zu.

2. Die geologische Erforschung des Görlitzer Unterkambriums

Sieht man von den ältesten Beschreibungen der geologischen Verhältnisse des Paläozoikums in der Lausitz ab (u. a. CHARPENTIER 1778, LESKE 1785, B. COTTA 8145 und E. F. GLOCKER 1857), so erfolgte die erste eingehendere Gliederung des Görlitzer Paläozoikums 1908 durch E. ZIMMERMANN. Er unterschied, im Süden von der Granitgrenze ausgehend, fünf ihr gleichlaufende Gürtel, von denen einer (der 4., zwischen Unterkarbon und Silur nach damaliger Ansicht gelegen) den Ludwigsdorfer Kalkstein und Tonschiefer mit einzelnen Kalkknollen umfaßte. E. ZIMMERMANN fand in roten und violetten Tonschiefern aus dem Hangenden der Kalksteine des Dominalbruches Niederludwigsdorf und von der Halde des östlichen Oberneundorfer Kalkbruches eine größere Anzahl von Trilobitenresten. Die Trilobiten, es lagen meist Schwanzteile (Pygidien) vor, wurden von P. DIENST bestimmt, der sie als devonische Phacopiden oder Proetiden ansah. Die Niederludwigsdorfer Kalke wurden daher von E.

ZIMMERMANN in das Oberdevon eingestuft. Waren diese Untersuchungen von der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin, die für den schlesischen Anteil der Oberlausitz zuständig war, ausgegangen, so erfolgte unabhängig davon zur gleichen Zeit eine Kartierung des Görlitzer Paläozoikums durch das Sächsische Geologische Landesamt in Leipzig. Die dortigen Geologen, vor allem H. CREDNER, hatten in Zusammenhang mit der Erarbeitung der „Geologischen Übersichtskarte des Königreiches Sachsen“ 1:250 000 (1908) ein besonderes Interesse an der Bearbeitung dieses Gebietes, welches eng mit den geologischen Verhältnissen des nordöstlichen Sachsens verknüpft ist. So stellte 1909 in seiner Dissertation der Leipziger Geologe K. PIETZSCH „die geologischen Verhältnisse der Oberlausitz zwischen Görlitz, Weißenberg und Niesky“ dar. Er stufte die Ludwigsdorfer Kalksteine und die darüber lagernden rötlichen Tonschiefer in das Obersilur ein und verglich sie mit den Ockerkalken Thüringens und des Vogtlandes. Nach Kenntnisnahme der ZIMMERMANNschen Trilobitenfunde hielt es jedoch auch K. PIETZSCH nicht für ausgeschlossen, daß die Kalke dem Oberdevon angehören könnten.

In den Jahren nach dem 1. Weltkrieg bearbeiteten R. & E. RICHTER in einer breit angelegten Monographie die Trilobiten des Oberdevons und benutzten dafür auch das von E. ZIMMERMANN gesammelte Ludwigsdorfer Trilobitenmaterial. Sie erkannten, daß es sich nicht um eine oberdevonische, sondern um eine kambrische Fauna handelte und bestimmten unter den vorliegenden Stücken *Eodiscus* cf. *speciosus* (FORD), *Ptychoparinae* gen. sp. und *Mesonacinae* gen. sp. (R. & E. Richter, 1923). Damit war erstmalig in Deutschland der Nachweis einer kambrischen Fauna gelungen. Obwohl nach dem Auftreten von *Eodiscus* Oberkambrium ausgeschlossen, Unterkambrium dagegen sehr wahrscheinlich war, sprachen die Autoren, in Anbetracht der stratigraphisch-paläogeographischen Auswirkungen ihrer Feststellungen, zunächst nur von Kambrium schlechthin, ließen jedoch kaum einen Zweifel offen, daß es sich dabei um höheres Unterkambrium handele. K. PIETZSCH (1927) beließ allerdings die Kalksteine weiterhin im Oberdevon und verglich sie altersmäßig mit den Karbonaten des Elbtalschiefergebirges.

Obwohl das Kambrium von Görlitz nun mehrfach in der Literatur erwähnt wurde (u. a. BEDERKE, 1924, 1929) konnte doch erst durch M. SCHWARZBACH (1932, 1934) eine neuere Bearbeitung erfolgen, welche in diesem Falle vom Geologischen Institut der Universität Breslau ausging. Sie klärte vor allem die genauen Verbandsverhältnisse der fossilführenden Schiefer, gab weiteres Fossilmaterial bekannt und führte stratigraphische Vergleiche mit anderen Kambriumvorkommen Europas an. M. SCHWARZBACH kam noch nicht zu einer sicheren Gliederung der Kalke, die in einer Reihe von Steinbrüchen im Gebiet nordöstlich von Kunnersdorf bis zum Teufelsstein nördlich von Jedrzychowice (ehemals Hennersdorf) aufgeschlossen waren bzw. zum Teil noch sind. Er schätzte ihre Mächtigkeit auf etwa 100 m. Obwohl einige Kalkvarietäten unterschieden wurden (dolomitischer Kalk, flasriger Kalk), sah M. SCHWARZBACH von einer stratigraphischen Gliederung der Karbonate ab, da die tektonische Bearbeitung des Ludwigsdorfer Gebietes noch nicht durchgeführt worden war. Das kambrische Alter der Kalksteine wurde einmal durch ihre enge Zusammengehörigkeit mit den darüber lagernden rötlichen Schiefen (*Eodiscus*-Schiefer) als auch durch Funde von Archaeocyathinenähnlichen Fossilien gestützt. M. SCHWARZBACH trennte von den rötlichen, feinschichtigen *Eodiscus*-Schiefern

die darüber folgenden grauen, sandigen *Protolenus*-Schiefer ab. Beide enthielten zum Teil reiche Trilobitenfaunen, sowie seltener Brachiopoden und Hyolithen, die 1934 von M. SCHWARZBACH beschrieben wurden. Weitere Trilobitenfunde aus den *Protolenus*-Schiefern des Bruches 3 bei Oberneundorf machte der gleiche Autor 1939 bekannt. Nach den Trilobiten sind die *Eodiscus*- und *Protolenus*-Schiefer dem höheren Unterkambrium zuzuordnen. Während der Untersuchungsarbeiten SCHWARZBACHs waren im großen Niederludwigsdorfer Kalkbruch (Bruch 1) an der damals existierenden „Ringofenfahrt“ über den *Protolenus*-Schiefern rötlich- oder bläulich- und gelbgraue sandige Schiefer und Grauwackenschiefer aufgeschlossen. Sie gingen in Grauwacken mit cm-mächtigen Kalkbänkchen über und führten vereinzelt Brachiopoden (u. a. *Billingsella* cf. *romingeri* BARR.). Nach diesen hielt es SCHWARZBACH für möglich, daß wenigstens die oberen Teile der Grauwackenschiefer, vor allem aber die Grauwacken selbst in das Mittelkambrium gehören könnten. Das Hangende der Grauwacken blieb bisher unbekannt. Eine weitere Arbeit von M. SCHWARZBACH (1936), die sich vor allem mit Vergleichen zwischen dem Görlitzer Kambrium und dem Göry Kaczawskie (Bober-Katzbach-Gebirge) befaßte, erbrachte hinsichtlich der Kambrium-Gliederung nichts Neues.

Etwa in den gleichen Jahren wurden im gesamten Görlitzer Schiefergebirge durch CHENG-SAN LEE, einem Doktoranden des Geologischen Instituts der Universität Berlin, umfangreiche Untersuchungsarbeiten ausgeführt. Hatte M. SCHWARZBACH in seinen Arbeiten vor allem stratigraphisch-paläontologische Forschungen betrieben, so wandte sich LEE stärker als die früheren Bearbeiter der Lösung tektonischer Fragen zu. Er führte eingehende tektonische Kartierungen der wichtigsten Steinbrüche durch und kam zu der Auffassung, daß die Anlage des „Görlitzer Kalkhorstes“ auf NW gerichtete Störungen zurückzuführen sei, durch welche der kambrische Kalk soweit gehoben wurde, daß er heute im Abtragungsniveau liegt. Er stellte varistische, nach SW gerichtete Überschiebungen im Gegensatz zu N- oder NW-vergenten Schuppen, die er für kaledonisch angelegt hielt. LEE (1938) gelang es, eine eingehendere Gliederung der Kalksteine im Gebiet Niederludwigsdorf-Kunnersdorf vorzunehmen. Er unterschied einen grauen, dolomitischen Unteren Kalk (cb 1) von dem Oberen Kalk (cb 2), der seinerseits lokal durch ein Rotschiefermittel in eine Hangende Abteilung (Platten-, Knollen-, Flaserkalke) und eine Liegende Abteilung (dickbankiger Kalk) geteilt wurde. Darüber folgten als cb 3 der LEEschen Gliederung die *Eodiscus*- und *Protolenus*-Schiefer, als cb 4 (bereits Mittelkambrium) die Grauwackenschiefer mit Kalkbänkchen und schließlich als cb 5 ein z. T. konglomeratischer, roter Sandstein, den LEE bei Ludwigsdorf mit 20 m Mächtigkeit angab und den er als mögliches Oberkambrium ansah. LEE schätzte die Kalksteine auf 120 bis 160 m mächtig ein, die darüber liegenden Schiefer auf 16 bis 22 m und die Grauwackenschiefer auf 15 bis 20 m.

Mit der Arbeit von CH.-S. LEE war zunächst einmal die geologische Untersuchung des Görlitzer Kambriums abgeschlossen, da der Ausbruch des 2. Weltkrieges weitere kontinuierliche Arbeiten in diesem Gebiet verhinderte. Aus jenen Jahren liegt lediglich eine Arbeit von R. & E. Richter (1941) über die unterkambrischen Trilobitenfunde von Cala in Spanien vor, in der auch die Ludwigsdorfer Trilobiten einer Neubearbeitung unterzogen wurden. Neben der Beschreibung einiger Formen (u. a. *Eodiscus* [*Serrodiscus*] *silesius* n. sp.) kamen die Autoren zu der Auffassung, daß der überwiegende Teil der unter der Gat-

tung *Protolenus* aus dem Görlitzer Gebiet beschriebenen Trilobiten der neu aufgestellten Gattung *Lusatiops* (ein von Lusatia = Lausitz abgeleiteter Name) angehöre. Dementsprechend wurde nun auch in allen neueren Arbeiten anstelle von „*Protolenus*-Schiefer“ die Bezeichnung „*Lusatiops*-Schiefer“ verwendet.

Die nach Beendigung des Krieges einsetzenden gesellschaftlichen Veränderungen überführten die bisher in Privathand befindlichen Kalksteinbrüche bei Görlitz in Volkseigentum und faßten sie unter dem Namen „VEB Kalkwerke Ludwigsdorf“ zusammen. Um für dieses Werk eine ausreichende Vorratsbasis zu schaffen und im Zusammenhang damit auch ungelöste geologische Probleme bearbeiten zu können, wurden in den Jahren 1953 bis 1959 umfangreiche Erkundungsarbeiten (Bohrungen, Stollenvortrieb, Kartierungen) im Bereich der Kalkvorkommen von Niederludwigsdorf und Kunnersdorf durchgeführt.

Estes Ergebnisse dieser Arbeiten teilte G. FREYER (1958) mit. Sie betrafen vor allem die genauere Abgrenzung des Kalkzuges. Während im Nordosten der Kalkvorkommen Rotliegendes erbohrt wurde, konnte im südwestlichen Bereich des Bruches Kunnersdorf in einer Erkundungstrecke Silur der Zone 16 (nach LAPWORTH) auf Unterkambrium aufgeschoben nachgewiesen werden.

Im Rahmen seiner Arbeit über „Assyntische und variszische Baueinheiten im Grundgebirge der Oberlausitz“ behandelte G. HIRSCHMANN (1966) auch das Unterkambrium von Görlitz aus neuester Sicht. Gestützt auf reichhaltiges Beobachtungsmaterial entwickelte er neue Gedankengänge zur paläozoischen Trogbildung am Nordrande des Lausitzer Granit-Granodiorit-Massivs. So begann in diesem Gebiet nach magmatischen und tektonischen Vorgängen im Präkambrium eine langanhaltende und ungleichmäßige geosynklinale Absenkung. In einem schmalen Trogbereich kam es während des Paläozoikums sowohl zu starken als auch zu gleichmäßigen und langsamen Absenkungen mit gelegentlichen Transgressionen auf die Schwellengebiete. Die erste Absenkungsphase begann im Unterkambrium. G. HIRSCHMANN erkannte im mittleren Bereich des Unterkambrium-Profiles einen starken lateralen Fazieswechsel, doch wurde die von LEE (1938) erarbeitete lithostratigraphische Gliederung auch weiterhin als gültig betrachtet. Die Trogfüllung kambrischer Schichten nördlich von Görlitz besitzt einen asymmetrischen Aufbau, was für eine ungleichmäßige Absenkung des assyntischen Sockels spricht. Die geringste Absenkung erfolgte im SW längs der Innersudetischen Hauptverwerfung, die stärkste in NE entlang des Ludwigsdorfer Störungssystems. Den dolomitischen „Unteren Kalk“ (100–150 m mächtig) sieht G. HIRSCHMANN als einen Riffkomplex an. In seinem Hangende treten als „Oberer Kalk“ dünngeschichtete bis dickbankige Kalksteine auf, zwischen Ludwigsdorf und Charltenhof durch das 2–5 m mächtige „Rotschiefermittel“ in zwei Abteilungen gegliedert. Im Bruch 1 von Niederludwigsdorf erreicht die untere Abteilung Mächtigkeiten von 40 bis 60 m, weiter nach NW, im Zentrum der angenommenen Riffschwelle, reduziert sie sich auf z. T. nur 5 m. Die nach NW zunehmend dunkelfarbiger werdenden Kalke nehmen in dieser Richtung in stärkerem Maße dunkle Tonschiefer auf. Die hier von G. FREYER (1958) beschriebenen schwarzen Tonschiefer mit kieselligen Einlagerungen hält G. HIRSCHMANN für ein Äquivalent des „Rotschiefermittels“. Die obere Abteilung (plattige, flasrige oder knollige Kalksteine) ist im Bruch 1 noch 70 m mächtig, erreicht zwischen den Brüchen 1 und 2 nur noch 20 m und sinkt NW davon auf 5 m ab. Im Kunnersdorfer Gebiet liegen über

dem „Rotschiefermittel“-Äquivalent bis 80 m mächtige helle Kalksteine, die sich im Schwellenbereich (SW-Seite des Bruches) auf 20–30 m reduzieren. Seitlich von der „Riffzone“ ausgehend tritt eine stärker tonige Ausbildung auf, die sich in einer Wechsellagerung von roten Tonschiefern mit dünnen Kalksteinbänkchen äußert.

Die *Eodiscus*-Schiefer, besonders typisch bei Niederludwigsdorf entwickelt, sind hier starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen. Während in bekannten Bereichen 20 bis 30 m erreicht werden, können sie im Beckenrand lokal bis unter 1 m ausdünnen.

Die *Lusatiops*-Schiefer sind lithologisch stärker differenziert. So konnte G. HIRSCHMANN mehrfach in Brüchen und Bohrungen innerhalb dieser Sedimente kalzitische Lagen und Linsen nachweisen. Nach seiner Ansicht ist die stärker sandige Ausbildung der *Lusatiops*-Schiefer (z. T. handelt es sich um „Grauwackenschiefer“) an die Nähe der Riffschwelle gebunden. Die maximale Mächtigkeit in becken nahen Bereichen liegt zwischen 80 und 90 m.

Nordöstlich der Schwellenfazies nimmt G. HIRSCHMANN einen Beckenbereich an, dessen Fazies im wesentlichen aus tonigsandigen und vulkanogenen Gesteinen besteht. Zu dieser Fazies gehören auch die früher als mögliches Mittelkambrium angesehenen Sandsteine. Nordwestlich der Kunnersdorfer Brüche griffen die sandig-vulkanogenen Bildungen auf die Schwelle des Unteren Kalkes über. Die initialen Vulkanite (Diabasgesteine) in diesem Faziesbereich werden altersmäßig durch G. HIRSCHMANN als unterkambrisch belegt, nachdem sie von K. PIETZSCH (1909) als altersgleich mit den Kalken und von CH.-S. LEE (1938) als silurisch oder devonisch gehalten wurden. Mit dem Abklingen der Bodenunruhe im hohen Unterkambrium (*Eodiscus*- und *Lusatiops*-Schiefer) nahm auch der Diabasvulkanismus ab. Die Verlandung des paläozoischen Troges, die HIRSCHMANN in das Mittelkambrium, eventuell schon in das höchste Unterkambrium legt, zeigte den Stillstand der geosynklinalen Absenkung an. Für den Zeitraum vom Mittelkambrium bis zum mittleren Ordovizium fehlen im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges i. e. S. jegliche Anzeichen einer Sedimentation.

Mit den Untersuchungsergebnissen G. HIRSCHMANNs wurde ein heute noch geltender Stand der Kenntnisse des Unterkambriums von Görlitz erreicht. Aus einem dem Oberen Kalk von Niederludwigsdorf angehörenden Gesteinsstück machten ROSANOV, MISSERSHEVSKI u. a. (1969) bzw. A. ROSANOV (1973) eine kleine, schlecht erhaltene Mikrofauna bekannt, die aus Resten von Poriferen, Hyolithen und Fossilien noch unbekannter Stellung bestand. Ein Vergleich mit den gut durchgearbeiteten unterkambrischen Faunen der Sibirischen Tafel durch die Autoren führte ebenfalls zu einer Einstufung der Oberen Kalke bzw. der darüber folgenden Schiefer in das höhere Unterkambrium (oberes Atdaban bis unteres Lena).

3. Die Faunen aus dem Unterkambrium des Görlitzer Schiefergebirges

3.1. Unterer Kalk

Das stratigraphisch Liegende des Unteren Kalkes ist bisher nicht nachgewiesen worden. Eine im Bruch 1 bei Niederludwigsdorf angesetzte Bohrung wies unter dem Unteren Kalk eine Folge von Tuffen, Tuffiten und Porphyriten nach.

In den Tuffiten traten Pflanzenreste auf (u. a. *Linopteris neuropteroides* (GUTBIER), *Imparipteris oblique* (GOTHAN) und *Calamites cisti* (BRONGNIART), die von G. ROSELT (1959) bestimmt wurden. Sie belegen ein Oberkarbon Alter der Fundschichten, die dem Westfal B angehören.

Im Unteren Kalk wurden bisher keine Fossilien nachgewiesen. Die Riffnatur dieser Sedimente gründet sich nach G. HIRSCHMANN (1966) ausschließlich auf lithologische Gesichtspunkte, während für Riffgesteine typische strukturelle und organogene Relikte bisher nicht mit Sicherheit gefunden werden konnten. Ein genaueres Alter des Unteren Kalkes ist nicht nachweisbar. Sicher ist nur die Stellung im Liegenden des Oberen Kalkes und der Schieferfolge, was dazu führt, auch den Unteren Kalk in das Unterkambrium zu stellen.

3.2 Oberer Kalk

Im Oberen Kalk wurden bisher gefunden (Die Bruchbezeichnung folgt der Numerierung durch SCHWARZBACH.):

Archaeocyathinen? – SCHWARZBACH 1934, Bruch Kunnersdorf, nahe der SW-Wand

Burithes sp. (Klasse Hyolitha)

Chancelloria sp. (Schwammnadeln, Poriferen)

Helenia cancellata COBBOLD 1921 (incerta sedis)

Orthotheca sp.

Sulcavethidae gen. et. sp. indet. – alle schlecht erhalten aus Bruch 1 bei Niederludwigsdorf, bestimmt durch ROSANOV, MISSERSHEVSKI u. a. 1969

Außer den durch M. SCHWARZBACH (1934) veröffentlichten Funden wurden bisher keine den Archaeocyathinen ähnelnde Fossilien nachgewiesen. Die damalige Fundstelle wurde abgebaut. Das beschriebene Material, am Geologischen Institut der damaligen Universität Breslau (Wrocław) aufbewahrt, ließ sich nicht mehr ermitteln und muß als durch Kriegseinwirkung verschollen gelten.

Es sei darauf hingewiesen, daß M. SCHWARZBACH seine Bestimmungen mit großer Vorsicht ausführte und nur von Archaeocyathinen-ähnlichen Gebilden sprach. Die Bezeichnungen „Archaeocyathinen-Kalke“ oder „Archaeocyathinen-Riffe“, die seitdem für die Görlitzer Vorkommen in einer Reihe von Lehrbüchern oder übersichtlichen Darstellungen Eingang gefunden haben, sind daher abzulehnen. A. J. ROSANOV, dem der Verfasser die SCHWARZBACHschen Abbildungen vorlegte, hielt jene Fossilien nicht für Archaeocyathinen.

Gewisse oekologische Aussagen erlauben die Faunenreste, die von ROSANOV, MISSERSHEVSKI u. a. (1969) bestimmt wurden. Von ihnen kommt den Chancellorien (Poriferennadeln) besondere Bedeutung zu. Sie sind auf das Kambrium beschränkt. In einer Arbeit über paläozoische Kalkschwämme zitiert S. RIETSCHEL (1968) eine Mitteilung von B. DAILY (Adelaide), wonach die australischen Funde von *Chancelloria* stets aus marinen Flachwasser-Sedimenten stammen. Aus ZURAVLEVA & KORDE (1955), die sich auf sehr großes Material aus der Sibirischen Tafel stützen, sind der Ansicht, daß Chancellorien nur in Flachwasserbereichen auftreten, am häufigsten in der Fazies zwischen und neben Riffen und oftmals zusammen mit Bruchstücken von Archaeocyathina.

3.3 *Eodiscus*-Schiefer (*Serrodiscus*-Schiefer)

- Serrodiscus speciosus* (FORD) – Brüche 1 und 3 bei Niederludwigsdorf, Leitungsgraben etwa 150 m nö. Bruch Kunnersdorf, Bohrung L 4/58
- Serrodiscus speciosus silesius* R. & E. RICHTER – Bruch 1 (NE-Wand) und Bruch 3 bei Niederludwigsdorf
- Lusatiops lusaticus* (SCHWARZBACH) – Leitungsgraben etwa 150 m nö. Bruch Kunnersdorf, Bohrung L 4/58
- Lusatiops* sp.? – Bohrung L 4/58
- Protolenus* sp. – Bruch 3 bei Niederludwigsdorf
- Hyalithellus* cf. *micans* BILLINGS – Bruch 3 bei Niederludwigsdorf
- Hyalithus divaricatus* SCHWARZBACH – Bruch 3 bei Niederludwigsdorf
- Hyalithus* sp. – Haldenfunde und mehrere Bohrungen bei Niederludwigsdorf
- Rustella* sp. – Leitungsgraben etwa 150 m nö. Bruch Kunnersdorf
- Acrothele* sp. – Leitungsgraben etwa 150 m nö. Bruch Kunnersdorf
- Kutorgina* sp.?
- Acrothele* sp.?
- Lingulella* sp. – alle aus Bohrung K 9/58 im Gebiet Bruch Kunnersdorf (die Fundschichten werden von G. HIRSCHMANN (1966) als mögliches Äquivalent der *Lusatiops*-Schiefer im Gebiet von Niederludwigsdorf angesehen)

In ihrer Arbeit über die unterkambrischen Faunen von Cala in Spanien stellten 1941 R. & E. RICHTER die Untergattung *Eodiscus* (*Serrodiscus*) auf, der sie auch *Eodiscus* cf. *speciosus* FORD und die neu geschaffene Art *Eodiscus* (*Serrodiscus*) *silesius* (die Originale wurden im Bruch 1 von M. SCHWARZBACH gefunden) zuwiesen. ROSETTI (1952) begründete die Gattung *Serrodiscus* und stellte die von R. & E. RICHTER (1941) als *Eodiscus* (*S.*) cf. *speciosus* bezeichneten Stücke in die Synonymie von *Serrodiscus speciosus* (FORD). Es scheint daher angebracht, künftig von *Serrodiscus*-Schiefern anstelle von *Eodiscus*-Schiefern zu sprechen. Nach der Ausbildung der Pygidium-Randstacheln wurden *S. silesius* und *S. speciosus* als verschiedene Erhaltungformen der gleichen Art betrachtet. Da bei den amerikanischen Stücken jedoch mehr Spindelringe (12) als bei den europäischen (etwa 9) vorhanden sind, wurde von K. SDZUY (1962) vorgeschlagen, *silesius* als Unterart von *speciosus* zu behandeln. Während noch in den Arbeiten von M. SCHWARZBACH (u. a. 1934, 1939) im Niederludwigsdorfer Gebiet die Eodisciden den *Eodiscus*- und die Vertreter der Gattung *Lusatiops* den *Lusatiops*-Schiefern zugeordnet worden, konnte G. FREYER bei der Bearbeitung neueren Materials nachweisen, daß in rötlichgrauen, schwach sandigen Tonschiefern nördlich des Bruches Kunnersdorf die hier ge-

fundene Trilobitenfauna zu gleichen Teilen aus *Lusatiops lusaticus* (SCHWARZBACH) und *Serrodiscus speciosus* (FORD) besteht. Wie auch G. HIRSCHMANN (1966) betonte, ist die von M. SCHWARZBACH (1934) gegebene Gliederung der Schiefer des Görlitzer Unterkambriums nur eine lithofazielle, nicht eine biostratigraphische. Bei den angegebenen Brachiopoden, Muscheln und Hyolithen handelt es sich meistens um schlecht erhaltenes, oft stark verdrücktes Material. Die SCHWARZBACH'schen Funde gingen durch Kriegseinwirkung verloren, das neuere Untersuchungsmaterial bedarf einer Überarbeitung, die auch zu neuen ökologischen Aussagen führen könnte.

Etwa bis 1960, als die geologischen Untersuchungsarbeiten im Görlitzer Schiefergebirge in größerem Umfang begannen, wurden alle Rotschiefer in diesem Gebiet als Unterkambrium angesehen. Dementsprechend stellte auch G. FREYER (1957) Rotschieferfunde im Liegenden des Sproitzer Quarzites und aus Schürfen am Südrand von Ödernitz (ml. Mitteilung von H. BERGER) in das Unterkambrium. Erst durch neuere Bohraufschlüsse erwies es sich, daß derartige, durch Conodonten zeitlich einstuftbare Schiefer dem Oberdevon (meist „Obere Sproitzer Schichten“ i. S. von G. HIRSCHMANN) angehören können (G. FREYER, 1965, G. HIRSCHMANN, 1966).

3.4 *Lusatiops*-Schiefer

Serrodiscus speciosus (FORD)

Lusatiops lusaticus (SCHWARZBACH)

Lusatiops bederkei (SCHWARZBACH), (möglicherweise synonym mit *Lusatiops lusaticus*)

Lusatiops lusaticus spinosus (SCHWARZBACH), (nach R. & E. RICHTER 1941 wahrscheinlich synonym mit *Lusatiops lusaticus*)

Olenellus zimmermanni SCHWARZBACH

Olenellus s. str. HALL

Olenellus sp.

Wanneria cf. *walcottana* (WANNER)

Acrothele (?) sp.

Hyolithus sp.

Conchostraken (nicht näher bestimmbar)

Die gesamte Fauna stammt aus dem Bruch 3 (dem sogenannten „Trilobitenbruch“, heute mit Wasser gefüllt). Auch in den *Lusatiops*-Schiefern treten noch, nicht sehr häufig, *Serrodiscus*-Exemplare auf. Den Hauptbestandteil der Fauna, die in dieser Zusammensetzung bisher nur im Bruch 3 gefunden wurde, bilden Vertreter der Gattung *Lusatiops*. Die Brachiopoden, bisher als mögliche *Acrothele*-Exemplare angesehen, sind relativ häufig, in den meisten Fällen jedoch stark verdrückt und für eine genauere Bestimmung unbrauchbar.

3.5. „Grauwackenschiefer“ und „Grauwacken“ bzw. Sandstein

(i. S. von M. SCHWARZBACH (u. a. 1934) und CH.-S. LEE (1938), sandige Schiefer und Sandstein bei G. HIRSCHMANN (1966), von diesem Autor als Sedimente der Beckenfazies angesehen):

Acrothele sp.

Billingsella cf. *romingeri* BARR.

Kutorgina sp.

Lingulella sp.

Strenuella (?) sp.

Lusatiops sp.

Micmacca schwarzbachi R. & E. RICHTER

Hyalolithus sp. – alle Funde aus Bruch 1 bei Niederludwigsdorf, östlich der Ringofenfahrt-Störung. Fundorte heute nicht mehr vorhanden bzw. nicht mehr zugänglich.

Lusatiops lusaticus (SCHWARZBACH)

Protolenus sp.

Serrodiscus speciosus (FORD) – Bohrung L 4/58

Aus dem Bruch 1, nahe der ehemaligen Ringofenfahrt wurden durch CH.-S. LEE (1938) angegeben:

Archaeocyathus sp? oder *Orthoceras* sp.?

Von der durch M. SCHWARZBACH (1934) angegebenen Fauna aus der Nähe der ehemaligen Ringofenfahrt ist nur noch das am Senckenberg-Museum in Frankfurt/M. aufbewahrte Typus-Exemplar von *Micmacca schwarzbachi* R. & E. RICHTER zugänglich. Auch der Fund von CH.-S. LEE ist heute nicht mehr überprüfbar.

Sieht man von den wenigen ökologischen Deutungen ab, die auf Grund des im Oberen Kalk gefundenen Mikrofossil-Materials möglich sind, so haben auch die neuen Fossilfunde der vergangenen Jahrzehnte keine grundsätzlich neuen Gesichtspunkte erbracht, die über die schon in den Arbeiten von M. SCHWARZBACH und R. & E. RICHTER geäußerten Ansichten zur Ökologie der Faunen hinausgehen.

Vor allem die *Eodiscus*-(*Serrodiscus*-)Schiefer, doch auch die *Lusatiops*-Schiefer enthalten eine sehr artenarme Fauna, die in bestimmten, kalkreichen Horizonten individuenreich sein kann. In dem lebensfeindlichen Rotschlamm stellen die Vertreter der Gattung *Serrodiscus* etwa 95 % der angetroffenen Fauna. Die übrigen 5 % entfallen etwa zu gleichen Teilen auf Trilobiten, Brachiopoden und Hyolithen. Der überwiegende Teil der Fauna wurde im Gebiet von Niederludwigsdorf gefunden. Die *Serrodisciden* sind etwa gleichmäßig auf die ufernahen und uferfernen Sedimentbereiche verteilt, da diese Arten offenbar ein erhebliches Anpassungsvermögen an ein lebensfeindliches Milieu besaßen. Alle übrigen Faunenbestandteile konzentrieren sich auf die strandnahen Bereiche, in denen schon durch die Grundberührung der See ein größerer Sauerstoffanteil als im Beckeninneren zur Verfügung stand. Die *Lusatiops*-Schiefer, die allgemein als küstennahe Sedimente angesehen werden, bildeten sich in erheblich besser durchlüfteten Beckenbereichen bzw., nach G. HIRSCHMANN 1966, mit ihren sandigen Teilen wahrscheinlich in der Nähe von Riffen. Sie enthalten daher eine bedeutend artenreichere Fauna als die *Eodiscus*-(*Serrodiscus*-)Schiefer. Dem besseren Lebensmilieu entsprechend ist kein so einseitig-massenhaftes Auftreten weniger, aber dafür besonders wider

standsfähiger Arten zu beobachten. *Lusatiops lusaticus* (SCHWARZBACH) herrscht zwar vor, doch nicht in so starkem Maße wie die Gattung *Serrodiscus* in den *Eodiscus*-(*Serrodiscus*-)Schiefern. Insgesamt dürften die *Lusatiops*-Vertreter nicht mehr als etwa 60% der Faunengemeinschaft in den *Lusatiops*-Schiefern stellen.

4. Vergleiche mit weiteren Unterkambrium-Vorkommen Mitteleuropas

Das Unterkambrium von Görlitz besitzt, da der Entstehung nach an einen schmalen, sich in unregelmäßigen Abständen senkenden Trog gebunden, nur eine räumlich eng begrenzte Verbreitung. Auch seine Mächtigkeit ist mit 100–300 m Profilbereich nicht als besonders groß anzusehen. Die relativ reichhaltige Fossilführung erlaubt jedoch stratigraphische Vergleiche mit anderen Unterkambrium-Vorkommen, deren genauere zeitliche Einstufung vorwiegend auf Korrelationen mit dem Görlitzer Gebiet beruht.

K. SDZUY (1960) verglich nach der Trilobitenfauna die *Eodiscus*-(*Serrodiscus*-) und *Lusatiops*-Schiefer mit dem oberen Teil der *Holmia*-Schichten Nord- und Osteuropas. Bei Doberlug wurde in der Bohrung T 29 unmittelbar unter dem Tertiär ein hell- bis dunkelgrauer Kalkstein mit tonig-mergeligen Zwischenlagen erbohrt. Diese enthielten Trilobitenreste, die K. SDZUY (1962) als *Dolerolichia pretiosa* SDZUY bestimmte. Diese „*Dolerolichia*-Mergel“ sind sicher älter als die unterkambrischen Schieferbereiche von Görlitz und könnten dem Oberen oder auch dem Unteren Kalk zeitlich äquivalent sein (D. FRANKE 1968).

Die Bohrung Calau 4, zwischen Finsterwalde und Calau gelegen, traf ebenfalls Kalk, Dolomite und Mergel an (D. FRANKE 1968), in denen Kalkalgen und Archaeocyathiden vorkommen, die für ein unterkambrisches Alter sprechen. In der Bohrung Zwethau 1/65 bei Torgau wurden graue bis graurote Kalksteine und Dolomite, graue Schluff- und Mergelsteine, grüngraue und rötliche Tonsteine sowie Diabase angetroffen. Das nicht durchbohrte Profil ist mindestens 630 m mächtig (D. FRANKE 1968) und enthält ebenfalls neben Kalkalgen unterkambrische Archaeocyathiden. Nach den Bestimmungen von A. J. ROSANOV (1973) handelt es sich u. a. um *Sibirecyathus pseudocompositus* ROS., *Proto-pharetra stipata* (DEBRENNE) und *Robertocyathus* sp. ROSANOV stellt die fossilführenden Teile der Bohrung Zwethau 1/65 in das höchste Atdaban und in das Lena. Er hält sie, nach Vergleichen mit seinen Niederludwigsdorfer Mikrofossilfunden, für etwa gleichalt bzw. in den oberen Teilen für jünger als die *Eodiscus*-(*Serrodiscus*-) Schiefer und die *Lusatiops*-Schiefer, aber immer noch für Unterkambrium. Dies würde bedeuten, daß diese Sedimente des Görlitzer Gebietes wohl hohes Unterkambrium, doch nicht seine höchsten Teile vertreten.

Die kontaktmetamorph veränderten Kalksteine sowie die Tonsteine und Feinsandsteine aus dem Raum Delitzsch und die Dolomite und rotbraunen sowie grünlichgrauen dolomitischen Feinsand-, Schluff- und Tonsteine aus der Altbohrung Schladebach westlich von Leipzig gehören wahrscheinlich in das gleiche stratigraphische Niveau.

Im Erzgebirge werden nach den geologischen Forschungen der letzten Jahre, vor allem im Zusammenhang mit der Erarbeitung der Geologischen Übersichtskarte 1 : 200 000, eine Reihe von Karbonaten, Peliten und Quarziten, zusammengefaßt als „Keilberg-Serie“ bezeichnet, als Unterkambrium angesehen. Ih-

nen könnten im Oberen Vogtland und am Nordrand des Fichtelgebirges die tieferen Teile der Arzberger Serie (Zweiglimmerparagneis-Folge von Erkersreuth - Bad Brambach) entsprechen. Paläontologische Belege für diese durch Schichtenvergleiche gewonnene Annahme fehlen bisher völlig.

Unterkambrium könnte im Bereich des Schwarzburger Sattels auch in den Goldisthaler Schichten vorhanden sein, ebenso wie in den etwa 400 m mächtigen Sedimenten, die im Lobensteiner Horst durch im Gebiet von Heinersdorf gestofene Bohrungen unter der ordovizischen Frauenbach-Serie nachgewiesen wurden. Über einer Schiefer- bzw. Quarzit/Schiefer-Serie liegen hier 4 Kalkserien, die nach K. WUCHER (1967) als Kambrium angesehen werden. Sie führen lagenweise Mikrofossilien, von denen ein Teil, als Chancellorien bestimmte Formen (mdl. Mitteilung von H. BLUMENSTENGEL), auf die Zugehörigkeit wenigstens einiger Kalkbereiche zum Unterkambrium hinweisen könnten.

Stratigraphisch unklar ist die Stellung relativ geringmächtiger Quarzite und quarzitischer Schiefer im Schiefermantel des Granulitgebirges (Mittelsachsen) bzw. von Quarziten und Metadiabasen im Gebiet von Ruhla. Auch von diesen Gesteinen könnte ein Teil dem Unterkambrium angehören. Im Frankenwald werden sandig-quarzitisches, z. T. geröllführende Schichten (Tiefenbach-Sandstein, Nr. 2) nach ihrer Lage unter sicherem tiefem Mittelkambrium dem Unterkambrium zugerechnet. Fossilfunde liegen auch von hier nicht vor.

Vergleichende stratigraphische Tabelle für das Unterkambrium von Görlitz und benachbarter Gebiete

Stufe	Abt.	Görlitzer Schiefergebirge	Gebiet Torgau-Doberlug	Góry Kaczawskie
Unterkambrium	Lena	?	?	?
	Atdaban	Lusatiops-Schiefer Eodiscus- (Serrodiscus)-Schiefer, Sandstein-Diabas-Tuff-Serie Oberer Sandstein- Kalk Unterer Diabas- Kalk Tuff-Serie	Karbonatische Schichtenfolge mit Peliten und gröberklastischen Sedimenten, teilweise basischen Vulkaniten und Tuffen, im unteren Teil mit dunklen Kieselgesteinen	Schiefer mit Karbonaten Karbonatserie von Wojcieszów
	Tommot	?	? Rothsteiner Schichten (Kieselpelite, Schwarzschiefer)	?
Präkambrium		Lausitzer Grauwacke (Kamenzer Schichten)	Lausitzer Grauwacke	Schichten von Radzimowice

Das Görlitzer Unterkambrium setzt sich südöstlich der Lausitzer Neiße auf dem Gebiet der VR Polen nur noch eine kurze Strecke (ca. 1,5 km) fort. CH.-S LEE (1938) beschrieb die Kalksteinvorkommen am Teufelstein und die *Eodis*

cus-(*Serrodiscus*-)Schiefer mit Kalkalgen im Bahneinschnitt südlich davon. Auch BEREZOWSKI & CHOROWSKA (1967) erwähnen von dieser Lokalität Kalksteine mit rötlichen Schiefen, die von ihnen als phyllitisch angesehen werden. Wie weit nach SE hin, in Richtung der Góry Kaczawskie (Bober-Katzbach-Gebirge), eine Fortsetzung des Kambriums in Betracht kommt, wie es neben älteren Autoren auch G. HIRSCHMANN (1966) für möglich hält, muß noch ungewiß bleiben, da aus diesem Gebiet keine tieferen Bohrungen bekannt sind.

Im Westteil des Vorsudetischen Blockes wurden nach J. JERZMAŃSKI (1970) bisher keine Gesteinsfolgen angetroffen, die mit Sicherheit zum Kambrium gestellt werden können. Vermutlich stellte dieser Block im Kambrium ein gehobenes und der Abtragung unterworfenen Gebiet dar. J. JERZMAŃSKI erwähnt allerdings, daß nach mündlicher Mitteilung von J. MILEWICZ in der Bohrung Klepinka bei Zary in Kalken vermutliche Archaeocyathinen vorkommen. Eine Bearbeitung des Fossilmaterials ist bisher nicht erfolgt.

Vergleichsmöglichkeiten zum Görlitzer Kambrium bieten sich für die relativ weit verbreiteten Kambriumvorkommen der Góry Kaczawskie (Bober-Katzbach-Gebirge) dar, wo bei Wojcieszów (in der älteren Literatur Kauffung) eine bis 300 m mächtige Kalksteinsfolge abgebaut wird. Aus lithologischen Gründen waren diese Kalke von früheren Autoren (u. a. M. SCHWARZBACH 1933, 1936, F. DAHLGRÜN 1934, W. BLOCK 1938) in das Unterkambrium gestellt worden, obwohl aus diesen Kalken nur die stratigraphisch wertlose *Silesicaris nasuta* (ein Phyllocaride) von G. GÜRICH (1929) aus einem Bruch bei Lipa Górna (Leipe) beschrieben worden war. In jenem Aufschluß fand T. GUNIA (1967) in den gleichen dunkelroten Schiefen mit hellen Karbonatkonkretionen, die auch *S. nasuta* führten, Korallenreste (*Cambrotrypa sudetica* GUNIA). Obwohl die genaue zeitliche Einstufung der Fundschichten noch ungewiß bleibt, glaubt GUNIA, daß ein mittelkambrisches Alter gegenüber dem bisher vermuteten vorzuziehen sei da, die zuvor in Europa nicht bekannte Gattung in Nordamerika auf das Mittelkambrium beschränkt ist. Ähnliche Fossilien, die vermutlich auch zu *Cambrotrypa* gehören und bisher noch nicht eingehend bearbeitet wurden, fand J. SKALA bei Pilchowice-Zapora und bei Plawna. Sie treten in kleinen metamorphen Karbonatgesteinslinsen auf, die in Glimmerschiefen des Riesengebirgsvorlandes vorkommen und belegen zumindestens das Vorkommen von Kambrium.

Belegbares Kambrium ist nach Osten hin erst wieder in den Góry Świętokrzyskie (Heilig-Kreuz-Gebirge) zu finden, wo eine aus Tonschiefer und Sandstein bzw. Quarzit aufgebaute nahezu vollständige Kambriumabfolge von 2000 bis 3000 m Gesamtmächtigkeit auftritt. Sie reicht vom Wend bis zum Unteren Tremadoc, gleicht aber weder lithologisch noch paläontologisch dem Görlitzer Unterkambrium und tendiert zu den Vorkommen des baltisch-südkandinavischen Raumes.

5. Zusammenfassung

Es wird ein Überblick über den derzeitigen Stand der stratigraphisch-paläontologischen Erforschung des Unterkambriums im Gebiet von Görlitz gegeben. Alle bisherigen Fossilfundorte und die Zusammensetzung der Faunen werden angeführt und diskutiert. Im Gegensatz zu den Angaben früherer Veröffentlichungen wird betont, daß Archaeocyathinen im Görlitzer Unterkambrium bis

her nicht mit Sicherheit nachgewiesen wurden. Abschließend wird das behandelte Unterkambrium-Profil mit gleichaltrigen Vorkommen im mitteleuropäischen Raum korreliert.

6. Literatur

- BEDERKE, E.: „Das Devon in Schlesien und das Alter der Sudetenfaltung“ – Fortschr. Geol. Pal. II, 7, 1924.
- BEDERKE, E.: „Die varistische Tektonik der mittleren Sudeten“ – Fortschr. Geol. Pal. VII, 23, 1929.
- BEREZOWSKI, Z. B., & CHOROWSKA, M.: „Uwagi o utworach paleozoicznych na północ od Zgorzelca (Sudety Zachodnie)“ – Kwartalnik Geol., 10, Nr. 4, S. 259–269, Warszawa 1967.
- FRANKE, D.: „Kambrium“ in „Grundriß der Geologie der Deutschen Demokratischen Republik“. – Bd. 1, S. 102–117, Berlin 1968.
- FREYER, G.: „Neue Untersuchungsergebnisse im Bereich des nordwestlichen Görlitzer Schiefergebirges“ – Ber. Geol. Ges. DDR, 2, Berlin 1957.
- FREYER, G.: „Beitrag zur Kenntnis des Unterkambriums im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges“ – Ber. Geol. Ges. DDR, 3, 1, S. 18–29, Berlin 1958.
- FREYER, G.: „Conodontenfunde aus dem Paläozoikum der Lausitz“ – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 40, Nr. 5, S. 1–12, Leipzig 1965.
- GLOCKER, F. E.: „Geognostische Beschreibung der preußischen Oberlausitz“ – Abh. Naturf. Ges. Görlitz 8, 1957.
- GUNIA, T.: „*Cambrotrypa* (Tabulata) z metamorfiku Sudetów zachodnich“ – Roczn. Polsk. Tow. Geol., 37, 3, S. 417–428, Kraków 1967.
- HIRSCHMANN, G., & NEUHOF, G.: „Beziehungen zwischen Verwitterungsvorgängen und Lagerungsverhältnissen im Bereich des Ludwigsdorfer Unterkambriums (Görlitzer Schiefergebirge)“ – Geologie 13, S. 524–542, Berlin 1964.
- HIRSCHMANN, G.: „Assyntische und variszische Baueinheiten im Grundgebirge der Lausitz (unter spezieller Berücksichtigung der Geologie des östlichen Görlitzer Schiefergebirges)“ – Freiburger Forschungsh. C 212, 146 S., Berlin 1966.
- HIRSCHMANN, G.: „Ostteil des Görlitzer Schiefergebirges, Exkursion D im Exkursionsführer Alt- und Vorpalaäozoikum des Görlitzer Schiefergebirges . . .“, S. 73–77, DGGW, Berlin 1969.
- HIRSCHMANN, G., & GALILÄER, L.: „Geologie und Kalksteinlagerstätten im Kambrium zwischen Ludwigsdorf und Kunnersdorf, Exkursion E im Exkursionsführer Alt- und Vorpalaäozoikum des Görlitzer Schiefergebirges . . .“, S. 79–80, DGGW, Berlin 1969.
- HIRSCHMANN, G., & FREYER, G.: „Geologie und Biostratigraphie des Görlitzer Kambriums, Exkursion F im Exkursionsführer Alt- und Vorpalaäozoikum des Görlitzer Schiefergebirges . . .“, S. 81–82, DGGW, Berlin 1969.
- JERZMAŃSKI, J.: „Neue Ergebnisse im westlichen Teil des Biok przed-sudecki“. – Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A, 15, 3, S. 305–313, Berlin 1970.
- LEE, CH.-S.: „Schichtenfolge und Bau des Oberlausitzer Schiefergebirges“ – Geotekton. Forsch. 2, S. 1–55, Berlin 1938.
- PIETZSCH, K.: „Die geologischen Verhältnisse der Oberlausitz zwischen Görlitz, Weißenberg und Niesky“ – Z. Deutsch. Geol. Ges. 61, S. 35–133, Berlin 1909.
- PIETZSCH, K.: „Der Bau des erzgebirgisch-lausitzer Grenzgebietes“ – Abh. Sächs. Geol. Landesamt, 2, 1927.
- PIETZSCH, K.: „Geologie von Sachsen“ – Berlin 1962.
- RICHTER, R., & E.: „Eine cambrische Fauna im Niederschlesischen Schiefergebirge“ – Zbl. Min. etc., S. 730–735, Stuttgart 1923.
- RICHTER, R., & E.: „Die Fauna des Unterkambriums von Cala in Andalusien“ – Abh. Senckb. Nat. Ges. 455, Frankfurt/M. 1941.
- RIETSCHEL, S.: „Die Octactinellida und ihnen verwandte paläozoische Kalkschwämme (Porifera, Calcarea)“ – Paläont. Zeitschr. 42, S. 13–32, Stuttgart 1968.

- ROSANOV, A. J.: „Gesetzmäßigkeiten der morphologischen Evolution der Archaeozoyen und Probleme der Schichtgliederung des Unterkambriums“ (russ.) – Isd. Nauka, 164 S., Moskau 1973.
- ROSANOV, A. J., MISSERSHEVSKI, W. W. u. a.: „Das Tommot und Probleme der unteren Abgrenzung des Kambriums“ (russ.) – Trudy Geol. Inst. Ak. Wiss. UdSSR, Bd. 206, Moskau 1969.
- ROSETTI, F.: „Revision of the north-american trilobites of the family Eodiscidae“ – J. Paleontol. 26, S. 434–451, Tulsa 1952.
- ROSELT, G.: „Karbonische Pflanzenreste in einem Tuffit aus der Oberlausitz“ – Geologie 8, S. 778–787, Berlin 1959.
- SCHWARZBACH, M.: „Zur Stratigraphie des Cambriums der Oberlausitz“ (vorläufige Mitt.) – Cbl. Min., Abt. B, S. 452–455, Stuttgart 1932.
- SCHWARZBACH, M.: „Neue Trilobiten aus dem Cambrium der Oberlausitz“ – Cbl. Min., Abt. B, S. 586–593, Stuttgart 1933.
- SCHWARZBACH, M.: „Das Cambrium der Oberlausitz“ – Abh. Naturf. Ges. Görlitz, 32, 2, S. 7–54, Görlitz 1934.
- SCHWARZBACH, M.: „Oberlausitzer Schiefergebirge und Bober-Katzbach-Gebirge – ein stratigraphisch-tektonischer Vergleich“ – Abh. Naturf. Ges. Görlitz, 32, 3, S. 32–63, Görlitz 1936.
- SCHWARZBACH, M.: „Die Oberlausitzer Protolenusfauna. Weitere Funde aus dem schlesischen Kambrium und ihre allgemeine Bedeutung“ – Jb. Preuß. Geol. LA für 1938, 59, S. 769–785, Berlin 1939.
- SDZUY, K.: „Das Kambrium von Deutschland“ – Int. Geol. Congr., Rep. 21. Sess. Norden, 8, S. 102–112, Kopenhagen 1960.
- SDZUY, K.: „Trilobiten aus dem Unterkambrium der Sierra Morena (S.-Spanien)“ – Senck. leth. 43, 3, S. 181–229, Frankfurt/M. 1962.
- WUCHER, K.: „Ergebnisse der Kartierungsbohrungen Heinersdorf 1/60 und 2/62 (Thüringisches Schiefergebirge)“ – Jb. Geol. 1, S. 297–323, Berlin 1967.
- ZIMMERMANN, E.: „Das Paläozoikum bei Görlitz und die Auffindung devonischer Trilobiten daselbst“ – Z. deutsch. geol. Ges., 60, Monatsber., S. 163–171, 1908.
- ZURAVLEVA, N., & KORDE, K.: „Vorkommen von Chancelloria WALCOTT in Ablagerungen des Unterkambriums Sibiriens“ (russ.) – Dokl. AK. Nauk UdSSR, 104, 3, S. 474–477, Moskau 1955.
- AUTORENKOLLEKTIV: „Przewodnik XL Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Zgorzelec 24–27 sierpnia 1969.“

Verfasser:

Dr. Günter Freyer

DDR – 92 Freiberg

Franz-Kögler-Ring 21