Bergbau in Sachsen Band 15

Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau

Bergbaumonographie

Freistaat Sachsen
Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Oberbergamt

Impressum

Bergbau in Sachsen, Band 15
Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau

Titelbild:
Vertrauensschacht Zwickau an der Schneeberger Straße (Aufnahme datiert etwa 1904 bis 1910). - Steinkohlenbergbauverein Zwickau e.V.

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG);
August-Böckstiegel-Str. 1; 01326 Dresden;
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Sächsisches Oberbergamt
Kirchgasse 11, D-09599 Freiberg

Autoren:
HOTH, Klaus et al.
(s. auch Autorenverzeichnis)

Redaktion:
Dr. Klaus Hoth, Richard-Beck-Str. 11, 09599 Freiberg
Dr. Peter Wolf, LfULG, Referat Rohstoffgeologie
Halsbrücker Str. 31a, 09599 Freiberg
E-Mail: abt10.lfulg@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss: 12/ 2008

Druck: Druck- und Verlagsgesellschaft Marienberg mbH
Industriestrasse 3, 09496 Marienberg

Auflage: 600

Bezugsbedingungen:
Diese Veröffentlichung kann vom Zentralen Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung
Hammerweg 30, 01127 Dresden
Tel.: 0351 / 2103 671 oder -2103 672,
Fax: 0351 / 2103681
E-Mail: Publikationen@sachsen.de
gegen 25,00 € bezogen werden.

Hinweis:
Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie sowie des Sächsischen Oberbergamtes herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Ämter zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright:
Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind den Herausgebern vorbehalten.

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

L VI-4-1/15

Artikelnummer:
ISBN 978-3-9812792-1-4

Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau

K. Hoth, H. Brause, H. Döring, E. Kahlert, St. Schultka,
N. Volkmann, H.-J. Berger, Ch. Adam, M. Felix, M. Wünsche

Unter Mitarbeit von H.-J. Bautsch †, H. Herfurth †, M. Lapp,
J. Luckert, J.-W. Schneider, H. Schubert, M. Störr, A. Weise,
F. Witzmann, P. Wolf, M. Zeidler

Freiberg 2009

Vorwort

Seit der Gründung des „Geological Survey of Saxony“ 1872 war es das wesentlichste Anliegen dieses Geologischen Dienstes für eine naturraumgerechte und ökonomisch nachhaltige Landesentwicklung Sorge zu tragen. Schon 5 Jahre nach Gründung des Dienstes wurden zur Unterstützung der westsächsischen Steinkohlenindustrie „Geologische Profile durch das Kohlenfeld von Zwickau“ zusammengestellt und veröffentlicht. Das Ziel der Untersuchungen war die Einschätzung der weiteren Ergiebigkeit und damit Nachhaltigkeit des Vorkommens. Dabei war man sich neben der ökonomischen Bedeutung dieser Befunde, des Einflusses der Bergbau- und Hüttenproduktion auf Kultur, gewerbliche und industrielle Produktion bewusst und sah die genannten immateriellen Investitionen auch als Beitrag zur Entwicklung einer tragfähigen Nachfolgeindustrie.

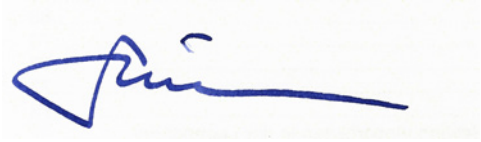
Im „Kohlenfeld von Zwickau“ ist die Nutzung und damit der Abbau von Steinkohle schon seit 1348 urkundlich belegt. Mit der Stilllegung des Martin-Hoop-Werkes 1978 ging daher eine mehr als 600-jährige Bergbauperiode zu Ende. Vier Mal wurde dieses westsächsische Steinkohlenrevier einer lagerstättenkundlichen Analyse unterzogen. Während bei C. A. GUTBIER (1834/35) und bei der Revierrevision Ende des 19. Jh. (O. E. ARNOLD et al. 1895-1900) selbstverständlich die geologisch-paläontologischen Lagerstättenverhältnisse als Grundlage einer effektiven Produktion im Vordergrund standen, verschob sich bei der Jubiläumsanalyse 1936 der Schwerpunkt der Darstellung eindeutig auf bergbauliche, bergwirtschaftliche, bergrechtliche und soziale Fragen.

Trotz einer späteren straffen Zusammenfassung der geologischen Verhältnisse durch PIETZSCH (1942, 1962) blieben grundlegende geologische Probleme in dieser klassischen intramontanen Lagerstätte ungeklärt und zahlreiche geologische Fragen unbeantwortet. Wegen dieses mangelhaften Kenntnisstandes wurde die deutsche Seite sowohl von der Internationalen Union für Geologische Wissenschaften (1973) als auch vom 8. Internationalen Karbonkongress (1975) aufgefordert, durch eine Revision des Kenntnisstandes über das hohe Oberkarbon in der Vorerzgebirgssenke diesen Mangel zu beheben. Dies konnte auch die bis 2000 durch den Steinkohlenbergbauverein Zwickau e. V. gefertigte „Abschlusszusammenfassung über das Revier“ auf Grund fast ausschließlicher Bergbauorientierung nicht erreichen. Diese Monographie ist allein eine ausgezeichnete Zusammenfassung über die geschichtliche und rechtliche Entwicklung des Bergbaus, die Geschichte der wichtigsten Steinkohlenwerke, die technische Entwicklung des Zwickauer Bergbaus, über Steinkohlenaufbereitung und -verkokung, die Kohlen- und Werksbahnen und die Lage der Bergarbeiter während der letzten 200 Jahre.

Mit vorliegendem Band der Schriftenreihe „Bergbau in Sachsen“ wird nun die Abschlussdarstellung des Steinkohlenbergbauvereins hinsichtlich der geologischen, d. h. also stratigraphischen, paläontologischen, kohlenpetrographischen, tektonischen und geoentwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse ergänzt.

Die verbliebenen Restvorräte im östlichen Teil des Reviers könnten bei fortgeschrittenen Technologien der Energiegewinnung (z. B. bei der Flözgasproduktion oder der mikrobiellen Verflüssigung) im regionalen Rahmen interessant werden. Zunehmendes Interesse finden die Bergbaufolgen, seien es Veränderungen der Oberflächenmorphologie, der Hydrogeologie oder Rekultivierungserfahrungen und Erdwärme-Nutzungsmöglichkeiten. Sie werden künftig ökologisch, ökonomisch und landeskulturell zunehmende Bedeutung erlangen.

Die 1994 begonnene neue Monographienreihe „Bergbau in Sachsen“, in der inzwischen 14 Bände über zahlreiche Erz- und Energierohstoffvorkommen erschienen sind, hat inzwischen mit zu einer deutlichen Belebung des wirtschaftlichen Interesses an einheimischen Lagerstätten beigetragen und zum Teil bereits zur Aufnahme von neuen Untersuchungsarbeiten geführt. So ist zu hoffen, dass den Bergbaumonographien ein ähnlicher wirtschaftlicher Einfluss zukommen wird wie ihren Vorgängern zu Erzen, Stein- und Braunkohlen rd. 100 Jahre zuvor. Diese hatten Anfang des 20. Jahrhunderts zu einer erheblichen Wertschöpfung in Sachsen beigetragen und u. a. dessen Wohlstand und seine führende Stellung unter den deutschen Bundesländern begründet.



Prof. Reinhard Schmidt
Präsident des Sächsischen Oberbergamtes

Norbert Eichkorn
Präsident des Sächsischen Landesamtes
für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung 6

Summary 8

1 Geologische Übersicht 11

2 Die wirtschaftliche Bedeutung der Steinkohlenlagerstätte Zwickau 14
2.1 Abriss ihrer wirtschaftlichen Entwicklung und der Erkundung des Mülsenfeldes 14
2.2 Steinkohlenförderung und Restressourcen in Zwickau 16

3 Sedimentation und Flözbildung im Oberkarbon von Zwickau 18
3.1 Kenntnisstandsentwicklung 18
3.2 Schichtenfolge und Beckenentwicklung 21
3.2.1 Untere Schedewitzer Schichten 22
3.2.2 Obere Schedewitzer Schichten 25
3.2.3 Marienthal-Pöhlauer Schichten 27
3.2.4 Oberhohndorfer Schichten 29
3.3 Kohlenpetrographie und Flözausbildung (mit 7 Flözkarten) 32
3.3.1 Flözcharakteristiken 34
3.3.2 Rohstoffqualität und Inkohlungsgrad 41
3.4 Die „Flözprobensammlung Zwickauer Revier“ im Bergbaumuseum Oelsnitz 44
3.5 Die Grobklastit-Horizonte im Zwickauer Oberkarbon 46
3.6 Das „Kümmelgebirge“ und Relikte des ältesten Bodens von Sachsen an der Basis des Oberkarbons 52
3.7 Pelitische Gesteine 55
3.7.1 Schiefertone und Schieferschluffe 55
3.7.2 Kohlentonsteine 56
3.8 Karbonatgesteine 61
3.9 Basaltoide / „Melaphyr“ 66
3.10 Das Profil an der Cainsdorfer Brücke 68

4 Paläontologie 72
4.1 Die Makroflora der Zwickau-Formation 72
4.1.1 Vorbemerkungen 72
4.1.2 Ausgewählte Elemente der Flora 73
4.1.3 Zur floristischen Sonderstellung des Zwickauer Karbons 84
4.1.4 Deutungsversuch der Flözbildungsbedingungen und Flözdeutung 85
4.1.5 Stratigraphische Einschätzung und Schlussfolgerungen 88
4.2 Sporenstratigraphische Untersuchungen in der Zwickau-Formation 90
4.2.1 Vorbemerkungen 90
4.2.2 Sporenpaläontologische Gliederung der Zwickau-Formation 90
4.2.3 Ergebnisse der sporenpaläontologischen Untersuchungen an Bohrungen im Mülsenfeld 91
4.2.4 Vergleich mit den sporenstratigraphischen Verhältnissen im Saar-Lothringer Becken 95
4.2.5 Vergleich mit den sporenstratigraphischen Verhältnissen weiterer euramerischer Oberkarbon-Becken 97
4.2.6 Chronostratigraphische Einstufung der Zwickauer Sporenzonen 98
4.3 Die Makrofauna der Zwickau-Formation 101

5 Untergrundverhältnisse des Lagerstättenbereiches 103

6 Tektonik 104
6.1 Das Bruchstörungsmuster im Lagerstättenbereich 104
6.2 Die Zeitlichkeit der bruchtektonischen Aktivitäten 107
6.2.1 Präoberkarbonische Bruchtektonik 107
6.2.2 Bruchtektonik während des Oberkarbons 108
6.2.3 Bruchtektonik während des Rotliegenden 110
6.2.4 Post-Rotliegend Bruchtektonik 113

6.2.5 Neoide bis rezente Bruchtektonik 114
6.3 Seismische Spezialmessungen zur Störungslokalisierung 114

7 Hydrologisch-hydrogeologische Verhältnisse und bergbauliche Wasserhaltung 119
7.1 Hydrologische Ausgangssituation 119
7.2 Hydrogeologische Verhältnisse 120
7.3 Bergbaueinfluss auf Wasserwegsamkeit und Wasserhaltung 121
7.4 Wasserbeschaffenheit 124

8 Bergbaufolgen 127
8.1 Bergbaubedingte Deformationen (Senkungen, Erdrisse, Hebungen) 127
8.2 Veränderungen der geohydraulischen und hydrogeologischen Verhältnisse 130
8.3 Berge- und Aufbereitungshalden 132

9 Rekultivierung der Halden des Zwickauer Bergbaus 133
9.1 Vorbemerkung 133
9.2 Haldenumfeld 133
9.3 Haldenausbildung 134
9.4 Haldensubstrate, Bodeneigenschaften und Kulturfähigkeit 137
9.5 Haldenbegrünung 140
9.6 Schlussfolgerungen 145

Autorenverzeichnis 148

Literatur (Auswahl) 148

Abbildungsverzeichnis 158

Tabellenverzeichnis 160

Verzeichnis der Tafeln im Anhang 160

Beilagenverzeichnis (Beilage 3-1 bis 8-1 auf beiliegender CD) **..... 160**

Anhang

Beilagen

Kurzfassung

Das letzte ostdeutsche Steinkohlenbergwerk „Martin Hoop Zwickau“ ist 1978 geschlossen worden. Damit ging der mehr als 600 Jahre währende Steinkohlenbergbau in Sachsen zu Ende. Die Lagerstätte Zwickau hatte einerseits wesentliche Bedeutung für die Wirtschaftsentwicklung im ehemaligen Königreich Sachsen, später auch in der DDR, andererseits ist sie ein wichtiges Beispiel für eine hochoberkarbonische Innensenke im mitteleuropäischen Variszischen Gebirge. Die bergbautechnischen Verhältnisse in der Lagerstätte Zwickau sind in zwei umfangreichen Monographien ausführlich dargestellt worden: 1936 von ECKHARDT & MAY und 2000 von DRESSEL et al. Für die geologischen Verhältnisse gilt das nicht in gleichem Maße. Insbesondere in den letzten 35 Jahren der Betriebszeit stand weniger die Gesamtlagerstätte als ihr Ostteil im Focus des Interesses. Daher ist die deutsche Seite gegen Ende der Betriebszeit international mehrfach aufgefordert worden, den geologisch-paläontologischen Kenntnisstand zu verbessern. Mit vorliegender Bergbaumonographie wird der Versuch unternommen, die bestehenden Kenntnislücken so weit als möglich zu schließen.

Nach einer knappen Darstellung des geologischen Rahmens der ehemaligen Lagerstätte (**Kapitel 1**) werden ihre wirtschaftliche Entwicklung in den letzten 130 Jahren, die abschließende Erkundungsetappe im Ostteil (Mülsenfeld) und die Bedeutung der Zwickauer Förderung für die gesamtsächsische Steinkohlenproduktion skizziert (**Kapitel 2**). Auf die Restressourcen wird hingewiesen.

In **Kapitel 3** schließt sich nach einer Übersicht über die geologisch-paläontologische Kenntnisstandsentwicklung eine Übersicht über den Werdegang dieses hochoberkarbonen Beckens an. Innerhalb der Zwickau-Formation werden 4 Subformationen unterschieden (Untere Schedewitz-Subformation, Obere Schedewitz-Subformation, Marienthal-Pöhlau-Subformation, Oberhohndorf-Subformation) und entsprechend den Vorgaben der Deutschen Stratigraphischen Kommission nach einem einheitlichen rd. 25-teiligen Schema ausführlich charakterisiert. Über das Gesamtprofil hin sind 25 z. T. mehrteilige Korrelationseinheiten ausgehalten und in drei beckenweiten Korrelationsprofilen dargestellt.

13 Flöze aus der 19-teiligen Flözfolge (von Segen Gottes-Flöz, Untere Abteilung, bis hin zu den Elligen Flözen) werden hinsichtlich der wichtigsten Rohstoffparameter (Verbreitung, Kohlenmächtigkeit, Bergeanteil, in den höheren Flözen auch Asche, Heizwert, Schwefel, petrographischer Flözaufbau, Reflexionsvermögen) charakterisiert und die sieben wichtigsten von ihnen auf Flözverbreitungskarten 1 : 25 000 dargestellt. Die Karten enthalten die Flözmächtigkeiten in den Abstufungen 0,4-1 m, 1-2 m usw., 4-6 m, 6-8 m, >8 m (max. 10 m) sowie die Kohle : Berge-Verhältnisse. Eventuelle Beziehungen zum koexistenten Störungsmuster werden abgeleitet.

Nach dem Inkohlungsgrad sind die Zwickauer Steinkohlen Gasflamm- bis Gaskohlen. Ein Einfluss hochoberkarbonischer Granite im südlichen Beckenanteil auf den Inkohlungsprozess ist nicht auszuschließen. Die abrupte und diskordante Beendigung mehrerer mächtiger Kohlenflöze (Kohlemaxima) zeigt an, dass erhebliche Teile des ehemaligen Paläomoores der hochstefanisch-unterpermischen Abtragung zum Opfer fielen.

Um auch zukünftig Forschungsarbeiten an Zwickauer Flözprofilen zu ermöglichen, sind im Bergbaumuseum Oelsnitz mehr als 1.400 Proben aus 42 Zwickauer Flözprofilen samt deren speziellen Profildokumentationen hinterlegt. Sie stammen aus den zu Ende der Betriebszeit noch zugänglichen höheren Zwickauer Flözen ab Rußkohlenflöz III.

Die innerhalb des Zwickauer Oberkarbons auftretenden Sandsteine und Konglomerate (ca. 20-40 Anteilsprozent, rd. 15 Horizonte) werden erstmalig differenziert betrachtet und entsprechend der verstreut vorhandenen Daten auch hinsichtlich ihrer Korngrößen und ihres Kornbestandes charakterisiert. Eine Analyse der Grobklastitanteile in der Fläche ermöglicht verbesserte Einblicke in den Ablauf der Beckenfüllung. Diese erfolgte - entgegen bisherigen Vorstellungen - bald vom nördlichen, bald vom südlichen Beckenrahmen her.

Im Anschluss an die Grobklastika werden die pelitischen Grundgesteine der Schichtenfolge (Schiefertone, tonige Schieferschluffe, feinsandige Schieferschluffe; Kohlentonsteine), außerdem nichtsideritsche und sideritische Karbonatgesteine sowie die im tiefsten Teil des Oberkarbonprofils auftretenden Basaltoide und ihre Tuffe kurz besprochen. Neben dem seit langem bekannten Lehestreifen (Kaolingraupen-Tonstein) im Lehekohlenflöz der Oberhohndorf-Subformation wurde im tieferen Teil des Oberkarbonprofils (?Obere Schedewitz-Subformation) ein dm-mächtiger „Graupen“-Tonstein nachgewiesen, der zu Dreiviertel aus Kaolinit besteht. Weitere Mineralanteile sind Illit (detritisch aus Phylliten) und Quarz. Mit den eingelagerten Geröllen, Schlammaggregaten und dem fossilen Pflanzenhäcksel ist dieser Tonstein ein polymiktes umgelagertes Schwemmsediment. Anteile an Splitterquarz und Kaolinitpseudomorphosen nach Feldspat sind sicher pyroklastischer Herkunft. Einige der lakustrinen Kalksteinlagen führen Algenreste.

Den Fließschuttdecken und Bodenbildungsrelikten an der Basis des Oberkarbons ist ein kurzes eigenes Unterkapitel gewidmet.

Mit einer Beschreibung des heute einzigen Tagesauf-

schlusses im Zwickauer Oberkarbon wird **Kapitel 3** abgeschlossen: Mittels 17 Beschreibungseinheiten wird das 250 m lange, im Jahre 2002 durch ein Muldehochwasser fast vollständig freigelegte Profil wiedergegeben. Es reicht vom Schichtensandstein im Hangenden von Rußkohlenflöz I bis zum basalen Basaltoid. Eine Kartenskizze ca. 1 : 1 500 unterstützt die verbale Darstellung.

Kapitel 4 stellt die Kenntnisfortschritte über den Fossilinhalt der Zwickau-Formation dar. Die ***Makroflora*** deckt stratigraphisch nur den höheren Bereich des Westfal D ab. Hinweise auf tieferes Westfal D oder gar höheres Westfal C fehlen völlig. Das Vorhandensein von Cantabrium kann nicht mit vollständiger Sicherheit ausgeschlossen werden. Interessant in diesem Zusammenhang ist das bisher tiefste stratigraphische Auftreten der Gattung *Dicranophyllum.*

Nachuntersuchungen der Bohrungen im Mülsenfeld sowie in den Sammlungen von Zwickau, Chemnitz, Dresden, Freiberg und Berlin zeigen, dass die von DABER (1957) dargestellte klare Trennung von *Linopteris neuropteroides* und *Linopteris brongniartii* nicht besteht. Die letztere Form verdrängt erstere kontinuierlich, wie das auch aus anderen Steinkohlebecken bekannt ist.

Die Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Endemiten kann nicht bestätigt werden; lediglich bei zwei (drei) Formen kann noch Endemismus vermutet werden. - Die Florenentwicklung weist auf einen Zeitraum mit katastrophalen Brandereignissen hin, was die Zusammensetzung der Pflanzenemeinschaften empfindlich störte.

Im Gegensatz zur Makroflora zeigt die ***Mikroflora*** innerhalb des Zwickauer Oberkarbonprofils eine deutliche Differenzierung. Es lassen sich vier Sporenabschnitte unterscheiden. Abschnitt WZ1, der den Bereich vom Unteren Segen Gottes-Flöz bis zum oberen Ludwig-Flöz abdeckt, wird nach intensiven Vergleichen mit der Sporenführung in europäischen und nordamerikanischen Profilen als tiefes Westfal D angesehen. Für den mangels Proben kaum untersuchten Profilteil unterhalb der Flözgruppe Segen Gottes kann daher ein hohes CwC-Alter nicht sicher ausgeschlossen werden. Die Sporeninhalte der Abschnitte WZ 2 und WZ 3.1 sprechen für mittleres und hohes Westfal D. Sporenabschnitt WZ 3.2 (Bereich der Elligen Flöze) enthält mehrere Sporenarten, die an der Saar und in weiteren euramerischen Profilen erst im Stefan A bzw. Cantabrium vorkommen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass dieser höchste Teil des Zwickauer Oberkarbons noch ins Hangende des Westfal D hinaufreicht.

Die bisher bekannte spärliche ***Makrofauna*** setzt sich hauptsächlich aus Insekten, Arachniden, Arthropleuriden und Chonchostraken zusammen. Fische fehlen offenbar. Hervorhebenswert ist das bisher stratigraphisch tiefste Vorkommen eines Dissophoriden, der neuerdings als Haldenfund entdeckt wurde.

Die Kenntnisse über den unmittelbaren präkarbonischen Untergrund der Lagerstätte sind seit PIETZSCH' „Geologie von Sachsen“ (1962) erheblich gewachsen. Eine Kartendarstellung 1 : 25 000 als Beilage zu **Kapitel 5** zeigt den durch Nachinterpretation von rd. 30 Bohrungen und durch Untertagekartierung erreichten Kenntnisstand. Die damit belegten Verhältnisse sind wesentlich für die Interpretation des verdeckten Ostendes des Vogtländischen Synklinoriums.

Kapitel 6 ist den speziellen tektonischen Verhältnissen im Lagerstättenbereich gewidmet. Steilherzynische (NW-SO gerichtete) Bruchstörungen im Zuge der überregionalen Gera-Jáchymov-Zone beherrschen das Bruchstörungsinventar. Die wichtigsten von ihnen sind tabellarisch erfasst und bezüglich ihrer z. T. beträchtlichen Abschiebungsbeträge charakterisiert. Sie sind der Grund, dass die Lagerstätte von ca. +30 m NN im westlichen Stadtfeld auf über -800 m NN im Mülsenfeld abfällt. Neben den herzynischen Störungen sind auch erzgebirgische (SW-NO streichende) Bruchstörungen vertreten. Deren Abschiebungsbeträge sind wesentlich geringer. N-S-Störungen der überregionalen Leipzig-Regensburg Störungszone sind in den Flözrissen kaum dokumentiert.

Die Zeitlichkeit der bruchtektonischen Aktivitäten wird ausführlich diskutiert. Neben intrawestfalischen Aktivitäten sind postoberkarbonische bis rezente Bewegungen nachweisbar und für manche der großen Störungen ist eine präwestfalische Anlage wahrscheinlich.

Die hydrologisch-hydrogeologischen Verhältnisse vor und während des Bergbaus sind kurz dargestellt (**Kapitel 7**). Nach allgemeinen Angaben zur hydrologischen Situation (Gebietsniederschlag, Reliefgliederung, Vorfluterverhältnisse, Grundwasserfließrichtung, Grundwasserflurabstand, Abflussspenden) wird das hydrogeologische Normalprofil des Revierbereichs besprochen. Grundwasserleiter treten im Quartär, lokal im Tertiär und im Rotliegenden vor allem in der Mülsen-Formation auf. Im Oberkarbon finden sich keine natürlichen Grundwasserleiter; das flözführende Gebirge ist abgesehen von seinen oberflächennahen Ausbissbereichen in aller Regel trocken.

Mit dem Fortschreiten des Bergbaus in die Teufe wuchs sein Einfluss auf Wasserwegsamkeit und Wasserhaltung. Insbesondere Muldenhochwässer - hervorgerufen durch Starkniederschläge im Erzgebirgsbereich des Muldeneinzugsgebietes - bereiteten mehrfach große Schwierigkeiten. Ihr Einfluss wurde durch die z. T. erheblichen Bergsenkungen im Bereich des Muldetals verstärkt. Für die Zuflüsse zu den

Wasserhaltungsschächten im Revier liegen detailliertere Angaben zwischen 1923 und 1954 vor.

Beim Schachtabteufen im Rotliegenden und Oberkarbon gab es im Allgemeinen keine besonderen Probleme mit Grundwasserzuflüssen.

Hinsichtlich der chemischen Wasserbeschaffenheit sind die Grundwässer im Känozoikum und in der Mülsen-Formation charakterisiert, ferner Schacht- und Sole-Grundwässer. Bezüglich der Salzherkunft wird ein störungsbedingter Zusammenhang mit den nordwestsächsisch-ostthüringischen Zechsteinvorkommen erwogen.

Kapitel 8 ist den Bergbaufolgen gewidmet. Von den bergbaubedingten Deformationen waren vordergründig zunächst die Bergsenkungen auffällig. Sie erreichten nach neueren computergestützten Untersuchungen nicht selten mehr als 10 m, max. 16 m. Bedeutende Bauwerksschäden sind bereits seit 1923 am Zwickauer Dom belegt.

Nach Einstellung der Grubenwasserhaltung kam es nach 1989/90 im Dom erneut zu Bauwerksschäden, diesmal hervorgerufen durch Hebungen im dm-Bereich infolge Quellung von tonig-schluffigen Gesteinen und hydraulischem Ausgleich.

Durch den Bergbau wurden ferner die geohydraulischen und hydrogeologischen Verhältnisse insbesondere des quartären Grundwasserleiters im Muldental irreversibel gestört. Dadurch wird die Mulde ihrer ehemaligen Vorfluterfunktion nicht mehr gerecht, Muldenwasser exfiltriert in die quartären Muldeschotter. Infolgedessen existieren im Stadtgebiet drei Problembereiche, die sich durch geringe Grundwasser-Flurabstände und Vernässungen auszeichnen, Zwickau-Schedewitz und Zwickau-Innenstadt, oder die durch artesisch austretendes (Misch-)Grundwasser charakterisiert sind, wie Zwickau-Bockwa. Durch ständiges Abpumpen werden in diesen Gebieten drei Grundwasserdepressionstrichter erzeugt.

Ein drittes Bergbaufolgen-Problemfeld sind die 59 Halden im Revier. Austretende Haldenwässer und zeitweise aktivierte Schwelbrände kontaminieren temporär Wasser, Boden und die Atmosphäre.

Im abschließenden **Kapitel 9** werden die in den fünfziger Jahren arbeitsintensiven Bemühungen um die Rekultivierung der Bergbauhalden gewürdigt. Die problematische Aufgabe der Wiedereingliederung der Halden in das Landschaftsgefüge wurde gelöst. Für die Entwicklung der Vegetation sind Haldenform, Haldenexposition, die bodenphysikalisch-chemischen Eigenschaften der Haldensubstrate und lokale Haldenbrände von elementarer Bedeutung. Die ungünstigen Standortverhältnisse der Halden erforderten den Anbau rauch- und trockenresistenter Baum- und Straucharten. Künftige Maßnahmen sollten auf die allmähliche Umwandlung der derzeitigen Baumbestände in eine der natürlichen Waldgesellschaft des Gebietes entsprechende Haldenbewaldung orientieren. Erhöhte Schutzfunktion der Haldenwälder, Wohlfahrtswirkung und Holzproduktion sind das endgültige Rekultivierungsziel.

Summary

The last East German coal mine “Martin Hopp Zwickau” was closed in 1978, bringing an end to more than 600 years of classical coal mining in Saxony. The deposit was of essential importance to the economic development of the Kingdom of Saxony, later also for the GDR, and is at the same time an excellent example of a High-Upper Carboniferous inferior-depression in the central European Variscian belt. The conditions of the mining technology in the deposit of Zwickau have been extensively described in two comprehensive monographs: by ECKHARDT & MAY (1936) and by DRESSEL et al. (2000). In contrast there is as yet no comprehensive monograph of the geological circumstances. In the final 35 years of the mine’s running time, the eastern section of the mine rather than the total deposit was the focus of interest. Towards the end of the running time, the German institutions were repeatedly asked by the international community to improve the level of geological and palaeontological knowledge. The mining monograph presented here is an attempt to fill in these gaps in knowledge.

Following a short account of the former deposit geological framework **chapter 1** gives an outline of the mine‘s economical development in the past 130 years, of the final stage of exploration in the eastern part (Mülsenfeld) and the importance of extraction in Zwickau to the total production of Saxon black coal (**chapter 2**). Residual resources are outlined.

After an overview about the development of the geological-paleontological knowledge in **chapter 3**, the process of formation of this High-Upper Carboniferous basin is summarised. Within the Zwickau formation there are four subformations (Lower Schedewitz subformation, Upper Schedewitz subformation, Marienthal-Pöhlau subformation, Oberhohndorf subformation) that are extensively specified according to the guidelines of the German Stratigraphy Commission in a uniform scheme consisting of 25 sections. There are 25 to some extent multi-part correlation units marked in the total profile that are described in three basin-wide correlation profiles.

Of the 19-part seam sequence, 13 seams (from the lower part of the Segen Gottes-Flöz to Ellige Flöze) were described according to the most important raw material parameters (ash, heating value, sulphur,

thickness of seam beds, portion of dirt beds, reflectivity) and the seven most significant are marked on maps of seam distribution on a scale of 1 : 25 000. The maps contain seam thickness graded 0,4-1 m, 1-2 m etc., 4-6 m, 6-8 m, >8 m (max 10 m) as well as the coal to dirt beds ratio. Possible relations to a coexistent fault pattern are pointed out.

According to the rank, the Zwickau black coal is gas-flame to gas coal. The possible influence of High-Upper Carboniferous granites on the coalification process in the southern framework of the basin cannot be ruled out. The abrupt and discordant end of several coal maxima shows that considerable parts of the former palaeoswamp were affected by a High Stephanien to Lower Permian erosion.

To enable future research on seam sections in Zwickau, there are more than 1400 samples from 42 Zwickau seam sections, including their special section documentation, in the Oelsnitz Mining Museum. They originate from the higher Zwickau seams from Ruß III and above, which were still accessible at the end of the mine's running time.

The sandstones and conglomerates (approximately 20-40 percent of clastics, about 15 horizons) from the Carboniferous of Zwickau are for the first time separately examined and described according to their granularity and component character, in compliance with the dispersed available facts. A coarse clastic portion analysis over the area enables a better insight into the course of the infilling of the basin. This happened, contrary to past beliefs, at times north and at times south of the basin framework.

Following the coarse clastics, the pelitic filling rocks of the stratigraphic sequence (mudstone, clayish mudstone, fine-sandy mudstone; tufoceous coaly mudstone) are discussed, as well as non-sideritic and sideritic carbonate rocks and basaltoids and their tuffs, which appear in the lowest part of the Upper Carboniferous profile. Besides the long-known Lehestreifen (kaolin granular mudstone) in Lehekohlenflöz of the Oberhohndorf subformation, a massive kaolin granular mudstone of dm thickness was detected in the lowest part of the Upper Carboniferous profile (Obere Schedewitz subformation), which consists three quarters of kaolinite. Further minerals are illite (detritus from phyllites) and quartz. This mudstone is a polymict reassorted alluvial sediment, with its embedded pebbles, pisoliths and fossil fragmental plant remains. The splint quartz and kaolinitic pseudomorphics from feldspar are certainly of pyroclastic origin.

Some of the lacustrine limestone layers contain algal remnants. A short sub-chapter is dedicated to the mollisal debris layers and the relicts of soil formation at the base of the Upper Carboniferous.

Chapter 3 finishes with a description of the only current outcrop in the Zwickau Upper Carboniferous, the 250 m long profile that was almost totally exposed by the flood of the River Mulde in 2002, accounted for by means of 17 description units. It reaches from sandstones of Schichtensandstein in the roof of Rußkohlenflöz I to basal basaltoids. A sketched map supports the verbal presentation.

Chapter 4 presents the progress of knowledge of fossil content in the Zwickau Formation. The ***macro flora*** covers stratigraphically only the upper part of the Westphalian D section. There are no indications at all for Lower Westphalian D or even Higher Westphalian C. Signs of the existence of Cantabrian cannot be ruled out completely. Interestingly in this context is the lowest stratigraphical appearance thus far of the *Dicranophyllum* genus.

The bore-hole samples post investigations in Mülsenfeld, as well as in the collections of Zwickau, Chemnitz, Dresden, Freiberg and Berlin, reveal no evident distinction between *Linopteris neuropteroides* and *Linopteris brongniartii,* as described by DABER (1957). The latter form has substituted the other continuously, as known from other coal basins. The number of endemits from the literature cannot be confirmed, only in two (three) forms is endemism suspected. The floral development indicates a geological span with disastrous fires, which disrupted the composition of the floral communities.

Unlike the macro flora, the ***micro flora*** inside the Zwickau Upper Carboniferous profile is clearly differentiated. There are four distinct spore stages. Stage WZ 1, ranging from Unteres Segen Gottes Flöz to Oberes Ludwig Flöz, is considered a lower Westphalian D, after intensive comparisons of the spore content with European and North American profiles. For lack of samples, the part of the profile underneath the seam complex Segen Gottes hasn't hardly been investigated. Therefore higher Westphalian C cannot be ruled out. The spore content of the stages WZ 2 and WZ 3.1 indicates medium and high Westphalian D.

Spore stage WZ 3.2 (Ellige Flöze area) contains several spore species, which are also found by the Saar and other euramenic profiles from Stefan A and Cantabrium respectively. Therefore, it cannot be ruled out that this highest part of the Zwickau Upper Carboniferous reaches to the hanging wall of Westphalian D.

The known ***macro fauna*** is scarce and consists of insects, arachnids, arthropleurids and chonchostracs. Fish are obviously absent. Worthy of note is the lowest stratigraphical appearance of a dissophoride, which was a recent dump discovery.

The level of knowledge about the direct precarboniferous underground of the deposit has increased significantly since PIETZSCH' "Geology of Saxony" (1962). A map of scale 1 : 25 000 (supplement to **chapter 5**) shows the level of knowledge attained by reinterpretation of 30 boreholes and underground mapping. These proven relations are essential for the interpretation of the buried eastern end of the Vogtländischen Synklinorium.

Chapter 6 is dedicated to special tectonic conditions in the deposit and its neighbourhood. Steep hercynian (NW-SE directed) fractures along the strike of the supraregional Gera-Jáchymov zone dominate the tectonic inventory. The most significant of them are captured in a table characterized with reference to their partly considerable downthrown sums. They cause the decline of the bed from approximately +30 m in western Stadtfeld to under -800 m altitude in Mülsenfeld. Besides hercynian oriented fractures there are also SW-NE striking (SW-NE directed) fractures present. Their downthrown fault sums are considerably lower. N-S faults of the cross-regional Leipzig-Regensburg fault zone are barely documented in the seam maps.

The temporality of the fault tectonic activities is extensively discussed. Besides intra-Westphalian activities, post Upper Carboniferous to recent movements can be proven. For some of the important faults, first formation in the pre-Westphalian is likely.

The hydrologic-hydrogeological circumstances before and during the mining period are presented in **chapter 7**. After some general hydrological data (area precipitation, topographical relief, receiving stream conditions, ground water flow direction, water level beneath surface, groundwater recharge) the hydrogeological profile of the district is outlined. Aquifers occur in the Quaternary, locally in the Tertiary and in the Rotliegend especially in the Mülsen formation. In the Upper Carboniferous there are no (natural) aquifers. The seam-bearing formation is dry.

The influence of mining on water migration and water drainage grew with the progression of mining into depth. Flood water of the Mulde River, caused by intensive rainfall in the drainage area of the Mulde River in the Erzgebirge Mountains, repeatedly created severe difficulties. Their influence was multiplied by considerable mining damage in the Mulde valley. There is detailed data concerning inflow water drainage shafts for mine pumping in the district between 1923 and 1954. In general, there were no special problems with ground water run-in when shafting in the Rotliegend and Upper Carboniferous.

The ground waters in the Caenozoic and in the Mülsen formation are characterized with reference to their chemical composition, the same applying for shaft and brine ground waters. Concerning the origin of salt, a fault-bound connection with occurrences of Zechstein in north-western Saxony and eastern Thuringia is considered.

Chapter 8 addresses mining consequences. In the first instance, mountain creep stands out from the deformations determined by mining. According to the latest computer-based investigations, the creeps often reached more than 10 m and up to a maximum of 16 m. Important damage to buildings is documented in the cathedral of Zwickau from 1923. After suspension of the pit water drainage after 1989/90 there was new damage to the cathedral building, because swelling of clayish silty rocks and hydraulic adjustment caused uplift between centimetres and a maximum of 145 millimetres.

Furthermore, the geohydraulic and hydrogeological conditions, especially those of quaternary aquifers in the Mulde valley have been irreversibly changed by mining. The River Mulde no longer fulfils its former receiving stream function because its waters exfilter into the Quaternary gravel deposits. Consequently, there are three problem zones in the municipal area, which are characterized by high underground water levels and wetness: Zwickau-Schedewitz and Zwickau-City, or by artesian run-out of (mixed) groundwater: Zwickau-Bockwa. Due to permanent pumping, three ground water lowering funnels are created in these areas.

A third post-mining problem in the area is the presence of 56 dumps. They endanger not only water and soil through leaking dump waters but also the air through smouldering fires.

In the final **chapter 9** the intensive efforts of the 1950s to recultivate the dumps are positively evaluated. The problematic task of re-integrating the dumps into the landscape was solved. For the development of vegetation, the form of dump, its exposition, the physical and chemical soil qualities of dump substrata and local dump fires are of essential importance. The unfavourable habitat conditions required cultivation of trees and shrubs resistant to smoke and dryness. Future measures should involve gradual transformation of present tree stocks into a natural woodland society of the region. Increased protective function of the dump woodland, common welfare function and production of wood are the final aims of recultivation.

1 Geologische Übersicht (H. BRAUSE)

Das steinkohlenführende Oberkarbon von Zwickau, dessen Geologie und Bergbaufolgen Hauptgegenstand der Betrachtung dieses Bandes sind, gehört zur geologischen Einheit der Vorerzgebirgssenke. Diese ist im Wesentlichen mit permokarbonischen Sedimenten, teilweise auch vulkanischen Gesteinen gefüllt und wird vom Erzgebirge, Granulitgebirge und von einer westlich der Linie Ronneburg-Greiz-Reichenbach gelegenen präoberkarbonischen Hochlage umgeben. In Abb. 1-1, einem Ausschnitt aus der „Geologischen Übersichtskarte des Freistaates Sachsen, 1:400.000, Karte ohne känozoische Sedimente“, überwiegen die hellbraunen Standardfarben des die Senke charakterisierenden Rotliegenden. Im südlichen Stadtgebiet von Zwickau ist ein kleines, grau gefärbtes Gebiet mit den dort oberflächennah ausstreichenden Oberkarbonschichten zu erkennen. Das sind die zutage ausstreichenden Gebiete der Zwickauer Lagerstätte bei Bockwa, Planitz und Cainsdorf, in denen der Steinkohlenbergbau begann.

Weiter im NO ist belegt, dass die Herausbildung und Füllung der Vorerzgebirgssenke nach der sudetischen Hauptfaltung mit der Hainichen-Subgruppe bereits im obersten Obervisé begann. Auf diese älteste Sedimentfüllungsetappe der postorogenen Weitungssenke folgte nach der sudetischen Hauptfaltung noch einmal eine weniger intensive Einengungsphase, in der die Schichten der Hainichen-Subgruppe mäßig stark gefaltet wurden. Dieser Faltungsvorgang wird allgemein als erzgebirgische Phase bezeichnet, er ist allerdings zeitlich nur wenig genau einzugrenzen.

Sedimente des Namurs und des Westfal A fehlen in der Vorerzgebirgssenke. In einem relativ kleinen Teilgebiet bei Flöha belegen Sedimente und vulkanische Gesteine des Westfal B/C eine weitere Füllungsetappe der Senke. Dabei dominieren teilweise NW-SO-Paläoreliefformen und Vulkanitförderspalten, die in der altangelegten Flöha-Zone nach SO in das Gebiet des Erzgebirgskristallins hineingreifen.

Nach einer weiteren Lücke folgen diskordant als weitere Füllung der Vorerzgebirgssenke die hier zu behandelnden Schichten des oberen Westfals (im Wesentlichen Westfal D), die wie ausgeführt, im Süden Zwickaus und ferner bei Lugau in kleinen Flächenanteilen oberflächennah anstehen, nach NW zu aber durch rasch mächtiger werdendes Rotliegend überdeckt werden. Das Westfal D nimmt heute in der Vorerzgebirgssenke auch untertage nur relativ kleine Flächen ein, da nach NW zu - an der Oberfläche nicht sichtbar - bald die Erosionsgrenze („Abwaschung“) durch das „Graue Konglomerat“ des Rotliegenden folgt.

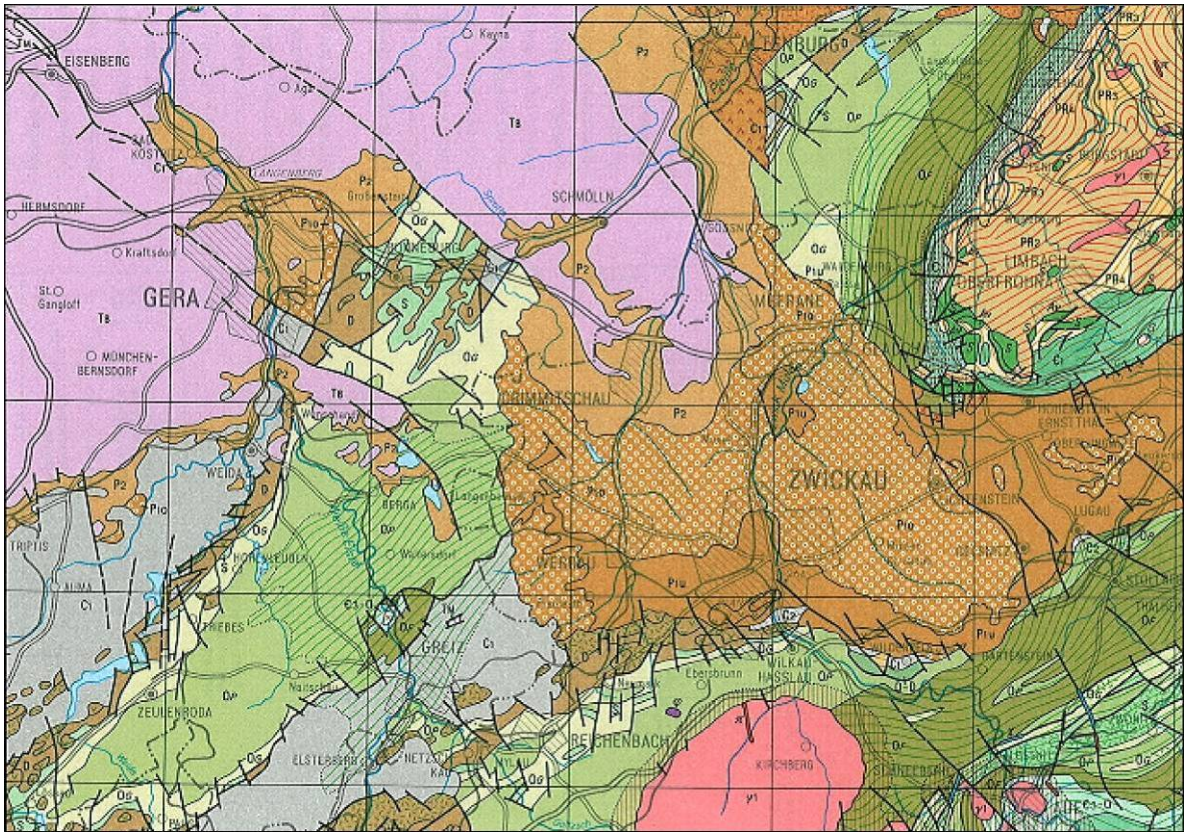


Abb. 1-1: Ausschnitt aus der Geologischen Übersichtskarte des Freistaates Sachsen 1 : 400.000, Karte ohne känozoische Sedimente (LEONHARDT, 1995)

Der präkänozoische Anschnitt, den Abb. 1-1 repräsentiert, widerspiegelt eine Vielzahl sedimentärer, tektonischer und geodynamischer Prozesse, die letztendlich zum dargestellten Bild geführt haben. Die Entzifferung vor allem der älteren Bewegungsabläufe hängt vom Kenntnisstand der Kartierung, aber auch von oft durch Autoritäten subjektiv geprägten Modellvorstellungen ab. Mit wachsender Detailkenntnis wurde nicht nur die geologische Karte diffiziler, auch die Modellvorstellungen wurden immer weiter verbessert.

Die geotektonische Interpretation der o. g. Senkensedimente hängt wesentlich von solchen Modellvorstellungen und der Position dieser Sedimente zur Hauptfaltung ab, die im Raum der Vorerzgebirgssenke zweifellos sudetisch (Grenze Unter-/Oberkarbon) ist.

Modellgemäß stellte man daher zunächst die deutlich weniger stark gefalteten, teilweise grob konglomeratischen Sedimente der Hainichen Subgruppe als „Molasse“ in eine Position nach der Hauptfaltung. Daraus folgte die Einstufung der Hainichen Subgruppe in das tiefe Oberkarbon. Als paläobotanische Befunde die Einstufung dieser „Molasse“ in das hohe Unterkarbon unausweichlich machten, kreierte man zur Behebung der begrifflichen Schwierigkeiten den Begriff „Frühmolasse“ für diese Bildungen.

Die theoretische Frage nach dem Beginn der postorogenen Molassesedimentation beschäftigt bis in jüngere Zeit zahlreiche Autoren. Die gegebenen Antworten hängen vorwiegend vom Verständnis des Gebirgsbildungsprozesses ab.

Die variszische Tektonogenese mit der sudetischen Hauptfaltung ist nach heutigem Verständnis ein Teilprozess der Bildung der Pangäa, also des globalen Vorgangs, bei dem sich mehrere große alte Kontinentalplatten (Gondwana, Laurentia, Baltica, Sibiria) einander stark annäherten und schließlich eine „Großerde“ bildeten, die „Pangäa“. Zwischen den großen alten Tafeln lag im Gebiet des heutigen Mittel- und Westeuropas ein relativ großer Raum mit zahlreichen kleineren Krustenschollen und sehr komplizierten Verhältnissen. BRAUSE (2002) hat unter Einbeziehung globaler Abläufe, regionaler tiefenseismischer Forschungsergebnisse, gravimetrischer Berechnungen, radiometrischer Altersdatierungen benachbarter Granite sowie Überlegungen zur Wanderung der Hauptkompressionswelle, der Paläowärmeverteilung, der Kompressionswärmeentwicklung und der dadurch bedingten Mobilitätsevolution der Paläolithosphäre eine komplexe geotektonische Deutung des inhomogenen mittel- und westsächsischen Altbaufeldes versucht, die hier nicht Gegenstand der Betrachtung sein kann.

Die Region um Zwickau ist ein wichtiges „Puzzleteil“ für die Entzifferung des Gesamtvorganges. Sie liegt im Grenzraum zwischen verschiedenen Krustenbaueinheiten.

Mit der Bildung der Pangäa-Konfiguration entstand auf dem Globus ein Massenungleichgewicht. Es musste in der Folge zu Ausgleichsbewegungen kommen. Dadurch stellte sich ein neues, angepasstes globales Rotationssystem ein, welches neue, zum Massenausgleich führende Driftrichtungen erlaubte. Ablesbar ist das u. a. an sich schnell verändernden „fossilen“ Richtungen der Polarität des erdmagnetischen Feldes im Permokarbon.

Für den Raum Zwickau bedeutete das, dass sich nahezu synchron zum Einengungshöhepunkt auch erste Spaltenbildungen, „schnelle“ Richtungsänderungen der regionalen Hauptdehnungen und eine „sehr rasche“ Verlagerung aus einer äquatornahen Paläoposition mit tropischen Sumpfwäldern in Regionen des Trockengürtels bei Paläopositionen um 20-30° nördlicher Paläobreite ergaben.

Bei vordergründiger Betrachtung des geologischen Kartenbildes (Abb. 1-1) fällt für die Umgebung des Raumes Zwickau die Dominanz von NW-SO-Störungen auf. Sie werden, wie die ausführlichen Flözrisse (Beilagen 3-5 bis 3-11) zeigen, im Untersuchungsraum von SW-NO-Elementen und von einigen S-N-Bruchstörungslinien gekreuzt. Die NW-SO-Elemente (Beckenachsen z. T., Bruchlinien weiter im Süden, die Intrusionszone von Eibenstock ...) gehören zusammenfassend zur Gera-Jáchymov-Zone. Die SW-NO-Elemente werden zum sog. Zentralsächsischen Lineament gerechnet, in dem sich auch der Hauptast der Vorerzgebirgssenke entwickelte. Die S-N-Bruchzone äußerte sich bis in die historische Zeit u. a. durch eine relative Erdbebenhäufigkeit.

Im sudetischen Höhepunkt der regionalen Hauptkompression, in unserem Untersuchungsraum bereits im oberen Obervisé, setzen Dehnungsschritte ein. Aus den sich zeitlich nacheinander entwickelnden Sedimentbeckenachsen innerhalb der Vorerzgebirgssenke sind dabei Unterschiede der Dehnungsrichtungen, die zu den Weitungsbecken führten, abzuleiten:

Hainichen-Subgruppe: Dehnung nach NNW;

Flöhaer Karbon: deutliche Dehnungselemente auch nach NO;

Zwickauer Karbon: Beckenhauptachse im tiefen Teil, vor allem beurteilt nach der Verbreitung des Segen-Gottes-Flözes und z. T. des Ludwig-Flözes, nahezu N-S; danach Umschwenken in SW-NO-Richtung; kräftige jüngere NW-SO-Brüche, daneben SW-NO-Weitungsbrüche;

Rotliegendes:

Härtensdorf-Formation: Beckenachse vorwiegend SW-NO, also überwiegend regionale Weitung nach NW;

Planitz-Formation: Die Vulkanitförderspalten entsprechen einer bevorzugten Spaltenöffnung nach NO;

Leukersdorf-Formation: Zunächst Weitungsrichtung nach NW mit Beckenlängsachse vorwiegend in SW-NO, danach Umschwenken zu Weitung nach NO, wahrscheinlich deutliche NW-SO-Weitungsbrüche;

Mülsen-Formation: Weitungsbewegungen vorwiegend nach NO.

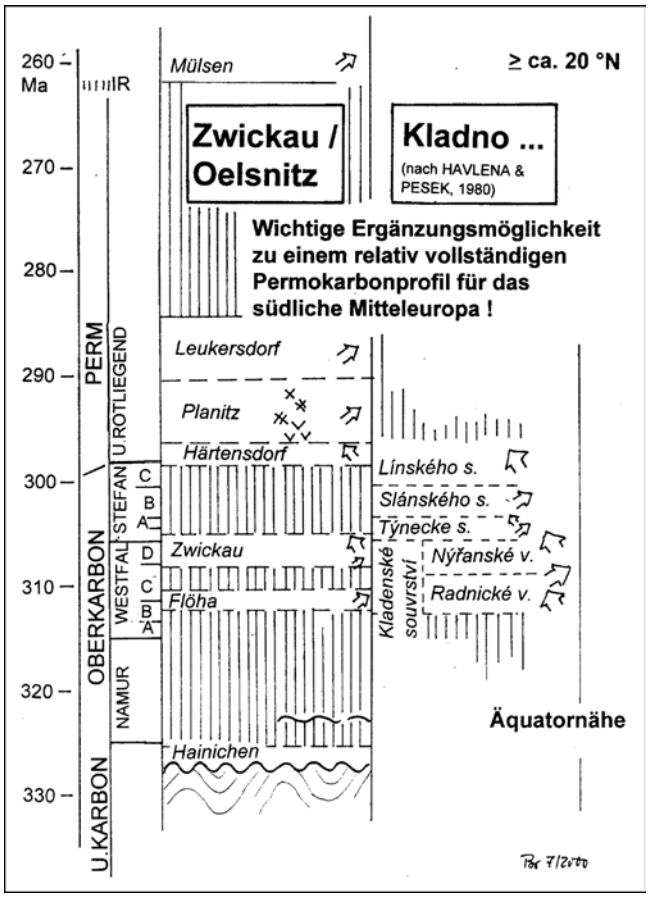


Abb. 1-2: Permokarbonprofil der Vorerzgebirgssenke im Vergleich zu Kladno/Nordwestböhmen. Die kleinen Pfeile geben schematisch die Hauptdehnungsrichtungen der Becken an.

Die in der Vorerzgebirgssenke nicht durch Sedimente belegten und daher nicht beurteilbaren Zeitabschnitte vor allem des Stefans sind bei Mitbetrachtung des NW-böhmischen Gebietes ergänzbar. Die oft die Dehnungsrichtung wechselnden Teilschritte der Weitungsbewegungen im Permokarbon, eigentlich der im Zuge des Pangäa-Zerfalls in Wechselschritten erfolgenden Verlagerung um ca. 20 Breitengrade nach Norden, lassen sich in der weiteren Umgebung des Untersuchungsraums auch an den wechselnden Vorzugsrichtungen der Granitaufstiegswege und der Vulkanit-Gangspaltengenerationen erkennen. Für die nicht mehr direkt aus Sedimentüberdeckungen beurteilbare postpermische Zeit lassen sich die Richtungen von Spaltenöffnungen in der Geschichte der hydrothermalen Gangmineralisationen analysieren (BRAUSE 2002). Unmittelbar an den Zwickauer Raum nach SO anschließend steht dafür im Erzbergbaugebiet der Zone Schlema-Schneeberg-Jáchymov ein umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung. Aus all dem ist zu schlussfolgern, dass es nicht, wie früher angenommen, nur einen Hauptakt der das Zwickauer Karbon betreffenden jüngeren Bruchtektonik gibt, sondern dass wahrscheinlich Dutzende von Teilbewegungen an der Ausgestaltung der im Zwickauer Bergbau aufgeschlossenen Weitungsbruchzonen mitgewirkt haben.

2 Die wirtschaftliche Bedeutung der Steinkohlenlagerstätte Zwickau

2.1 Abriss ihrer wirtschaftlichen Entwicklung und der Erkundung des Mülsenfeldes

(H. BRAUSE)

Die Anfänge der Steinkohlennutzung, der „brennbaren schwarzen Steine“, liegen im Dunkel von Legenden. Da die Steinkohlenflöze beiderseits der Mulde im Süden von Zwickau an der Oberfläche ausstreichen, waren erste flache Grabungen sicher schon frühzeitig erfolgt. Die Zwickauer Schmiedeartikel von 1348 regelten jedenfalls vor über 650 Jahren etwas, was schon im Gange war.

Die geschichtliche und technische Entwicklung des Steinkohlenbergbaus im Zwickauer Revier („Revier“ als Synonym zum bergmännisch erschlossenen Teil der Lagerstätte) wird sehr anschaulich und ausführlich in dem im Jahre 2000 erschienenen Buch des Steinkohlenbergbauvereins beschrieben (DRESSEL et al. 2000). Diese Ausführungen sollen hier lediglich ergänzt werden. Nach den in diesem Buch publizierten Tabellen ist auch die in Abb. 2-1 wiedergegebene Übersicht zur Gesamtfördermenge an Steinkohlen zusammengestellt.

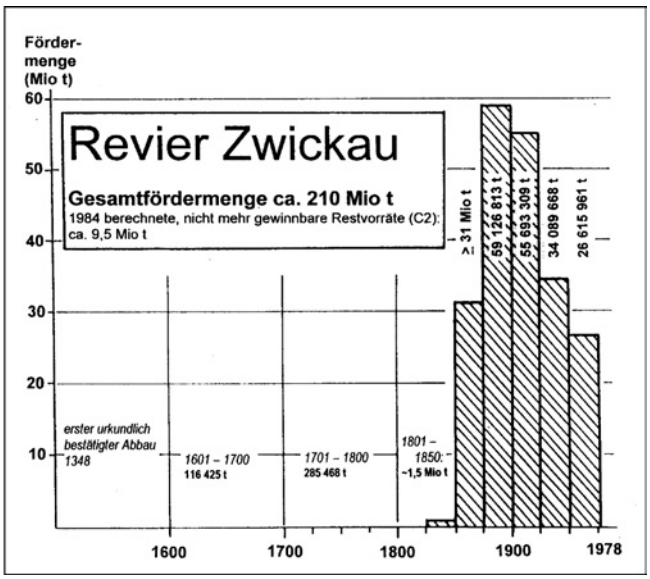


Abb. 2-1: Gesamtmenge der Steinkohlenförderung im Zwickauer Revier, nach Förderetappen

Bis über das Jahr 1800 hinaus war die jährliche Förderung gering. Der Bergbau bewegte sich dabei vom Ausstrichbereich des Oberkarbons im Süden der Stadt allmählich nach Norden hin zu noch nicht sehr großen Teufen. Nach der Erfassung des Steinkohlenbergbauvereins gab es dabei im Süden der Stadt über 400 vorwiegend kleinere Schächte.

Kaufbriefe von 1458 und 1493 belegen, dass der Vorstand der Zwickauer Marienkirche (Dom) einen in der Nähe der Bockwaer Kirche gelegenen Steinbruch aufkaufte, um aus diesem den für den Weiterbau erforderlichen Sandstein zu gewinnen. Diese Sandsteine aus dem Hangenden des Tiefen Planitzer Flözes wurden im Untertagebetrieb gewonnen.

Wissenschaftliche Begleitungen des Bergbaus lassen sich seit dem 16. Jahrhundert belegen. Der berühmte „bergmännische Schriftsteller“ GEORGIUS AGRICOLA war von 1519-1522 Rektor der griechisch-lateinischen Schule zu Zwickau. Er beschrieb 1546 frühe Aufschlüsse der kohleführenden Schichtenfolge.

Zu Anfang des 17. Jahrhunderts wurden für den Abbau in größeren Teufen auf der westlichen Muldenseite umfangreichere bergtechnische Arbeiten erforderlich. Der Besitzer des Planitzer Rittergutes, Heinrich von Beust, ließ 1604-1608 den 644,5 m langen Planitz-Bockwaer-Communstolln auffahren, der 1620 noch etwas verlängert wurde. Sein Mundloch befindet sich etwa 100 m flußab von der Cainsdorfer Brücke.

Der frühe Bergbau mit seinen zahlreichen Sauerstoff zuführenden Tagesöffnungen hatte oft mit Flözbränden Probleme. Die Entstehung des letzten größeren Flözbrandes bei Planitz ist von 1641 aus der Zeit des 30-jährigen Krieges belegt. Dieser Erdbrand hielt mehr als 200 Jahre an; 1837 wurde über dem Ausbiss des Erdbrandgebietes die Geithnersche Treibegärtnerei eingerichtet (Abb. 2-2).

Bei dem relativ geringen Umfang des Bergbaus bis zum Ende des 18. Jahrhunderts gab es neben innungsgerechten Regulativen keine größeren Erfordernisse zur staatlichen bergwissenschaftlichen Begleitung.

Erst nach dem Ende des Siebenjährigen Krieges befahl der Landesherr etwa 1764 dem Schneeberger Bergamt eine „Local-Revision“ des Zwickauer Bergbaus. Aus deren Ergebnis ist der bis dahin erreichte Umfang des Bergbaus ablesbar.

Auf Vorschlag des Sächsischen Oberbergamtes ordnete Kurfürst Friedrich August die „geognostische Landesuntersuchung“ Sachsens an, mit der ab 1790 Abraham Gottlob WERNER beauftragt wurde. Die nachfolgenden systematischen, vom sächsischen Staat finanzierten wissenschaftlichen Arbeiten beflügelten den Aufschwung auch des Zwickauer Steinkohlenbergbaus.

1799 stellte der Zwickauer Domherr Christoph von Arnim als erster Grubenbesitzer einen ausgebildeten Bergbeamten ein.

Mit der 1834 in Zwickau erschienenen „Geognostische Beschreibung des Zwickauer Steinkohlengebirges“ von A. V. GUTBIER erfolgte die erste lagerstättenkundliche Analyse des Reviers.

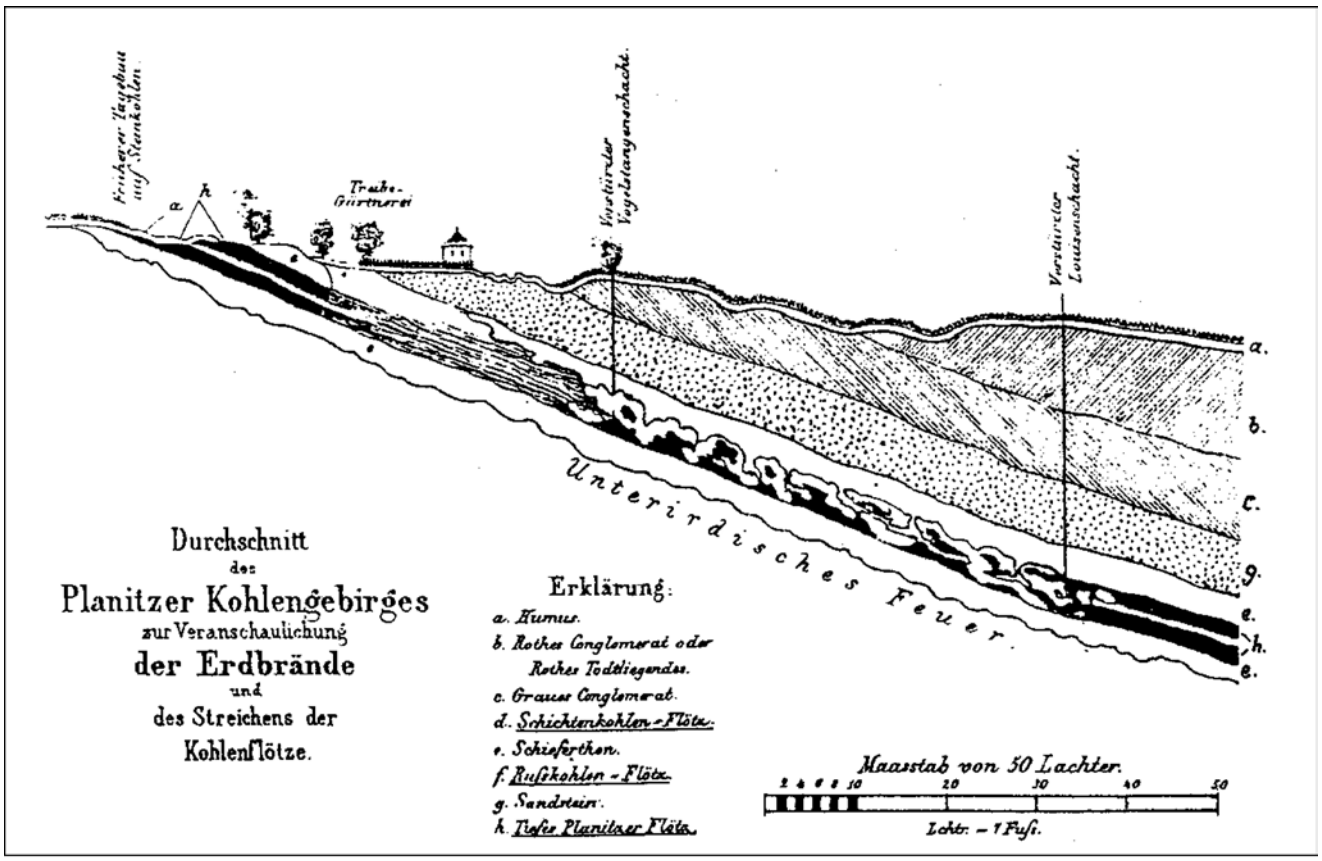


Abb. 2-2: Schematischer Schnitt zur Erläuterung der Erdbrandsituation bei Planitz nach HERZOG (1852)

1826 war im Zwickauer Revier die erste Dampfmaschine zur Wasserhaltung eingesetzt worden. Damit war der technische Weg zur Förderung auch aus größeren Teufen erschlossen. Auf der Basis der Publikation von GUTBIER starteten 1839 der Freiberger Bergkommissionsrat AMANDUS KÜHN zusammen mit dem Freiberger Professor AUGUST BREITHAUPT und dem Leipziger Bankhaus HARKORT mit dem „Zwickauer Steinkohlenbau-Verein“ eine erste größere Aktienfinanzierte Unternehmung zum Bergbau in größeren Teufen. Die weitere Entwicklung verlief stürmisch. 1862 überstieg die Förderung 1 Mio. t; 1871 wurde eine Förderquote von 2 Mio. t überschritten und 1913 das Fördermaximum erreicht. Es hatte die Zeit der umfangreichen Kohlenförderung begonnen. Der Kohlenabbau und die allmählich zunehmende Koksproduktion waren unabdingbare Komponenten für die sich revolutionär entfaltende sächsische Industrie.

Abb. 2-3 enthält die bei DRESSEL et al. (2000) entnommenen Jahresförderzahlen an Steinkohle im Zwickauer Revier, dazu auch die Angaben zu den Jahresproduktionen an Koks.

Die besonders ab 1960 gegenläufige, positive Entwicklung der Koksproduktion war ein Erfordernis des „Kalten Krieges“. Alle eigenen Reserven der seinerzeitigen DDR mussten entwickelt werden. Nach der Einstellung der Kohlenförderung dauerte die Koksproduktion mit Fremdkohle noch bis 1992 an.

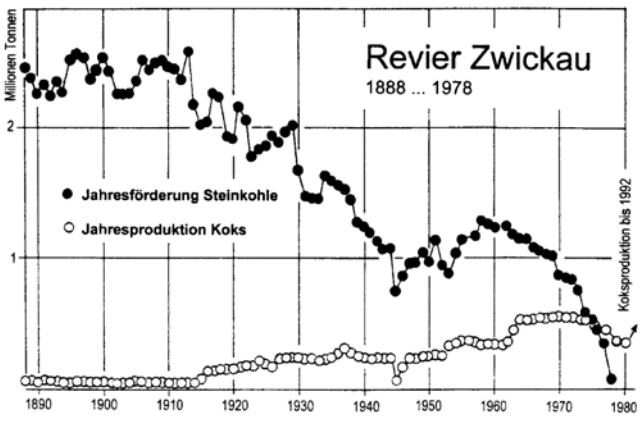


Abb. 2-3: Jahresproduktion an Koks im Vergleich zur Steinkohlenförderung

Mit dem erschöpfungsbedingten Schließen des Steinkohlenwerkes „August Bebel“ 1951 richteten sich die Hoffnungen auf größere Vorräte auf den tiefer liegenden Ostteil des Zwickauer Reviers. Hier waren schon seit längerer Zeit Vermutungen hinsichtlich größerer bauwürdiger Kohlenmengen geäußert worden. Gesucht war die Verbindung zwischen dem Zwickauer Revier und der Lagerstätte Lugau-Ölsnitz.

Bereits 1947 hatte die damalige Steinkohlenverwaltung die bohrtechnische Erkundung des Mülsenfeldes begonnen. Mit der Leitung war die Geologische Landesanstalt, Zweigstelle Sachsen, in Freiberg beauftragt.

Die geologische Position des Oberkarbons in der Umgebung des Mülsenfeldes (Bildmitte) skizziert Abb. 2-4.

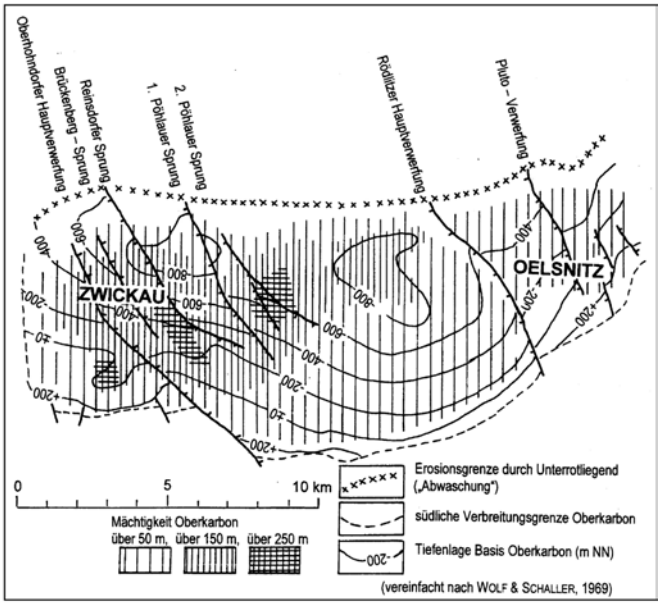


Abb. 2-4: Übersicht zur Verbreitung, Mächtigkeit und Tiefenlage des Oberkarbons im Raum Zwickau

Die Basis des Oberkarbons von Zwickau wird am Südrand des Reviers in Höhenlagen oberhalb 200 m NN in Oberflächennähe angetroffen. Sie sinkt im nördlichen Stadtgebiet auf unter -800 m NN ab, d. h. auf bis fast 1200 m unter Gelände. Die tiefsten Bereiche sind deutlich auf Weitungsbereiche zwischen den großen NW-SO-Störungen bezogen. Östlich des 1. Pöhlauer Sprungs steigt die Karbonbasis wieder etwas an, bevor sie weiter nach Osten zu wieder auf Tiefen unter -800 m NN absinkt.

Die Karbonverbreitung findet nach Norden zu eine erosive Begrenzung. Die Rotliegendschichten fallen etwas steiler als die Karbonschichten ein und schneiden das Karbon und damit auch die Steinkohlenverbreitung an der „Abwaschungsgrenze" ab. Das Zwickauer Oberkarbon hat damit eine N-S-Erstreckung von nur etwa 7 km im Stadtgebiet, etwas mehr im Ostteil. Die Steinkohlenverbreitung hat eine noch etwas geringere Flächengröße. In Abb. 2-4 ist mit schematischer Schraffur und Abstufung die Mächtigkeit des Zwickauer Oberkarbons eingetragen. Die Flächenanteile mit Mächtigkeiten über 250 m sind klein und auf stärkere Absenkungs- und tektonische Weitungsbereiche entlang von Störungen bezogen.

Die Aussichten auf eine Lagerstättenerweiterung waren dennoch nicht schlecht.

Nach ersten Teilerfolgen bei der Mülsenfeld-Erkundung wurde bereits 1953 mit dem Abteufen des Schachtes Martin-Hoop IX begonnen. Die angetroffenen Kohlenmengen waren jedoch insgesamt geringer als erwartet. Über die erreichten geologischen Kenntnisfortschritte berichtete BLÜHER (1954, 1956, 1957). Zusammenstellungen zur Lage der Erkundungsbohrungen und zu deren Ergebnissen sind in DRESSEL et al. (2000: 20-27) publiziert. Die nachgewiesenen Steinkohlenvorräte ermöglichten immerhin eine Förderung bis 1978.

2.2 Steinkohlenförderung und Restressourcen in Zwickau (P. WOLF)

Bis zur Einstellung der Gewinnung von Steinkohlen in Zwickau im Jahre 1978 kann von einer **sächsischen Gesamtfördermenge** von etwa 410 Mio. t (v. F.) ausgegangen werden. Daran ist die Lagerstätte Zwickau mit mehr als 53 % beteiligt.

Die Gesamtförderung teilt sich auf die sächsischen Lagerstätten wie folgt auf (wobei die untergeordneten Fördermengen aus den Klein- und Kleinstvorkommen von insgesamt <1 Mio. t vernachlässigt wurden):

- **Lagerstätte Zwickau**: Gewinnung bis 09/1978
  Gesamtförderung ca. 210 (220) Mio. t v. F.
  (davon ca. 32 Mio. t nach 1945);
- Lagerstätte Lugau-Oelsnitz: Gewinnung bis 03/1971
  Gesamtförderung ca. 140 Mio. t v. F.;
- Lagerstätte Freital-Döhlen: Gewinnung bis 1967;
  Gesamtförderung ca. 50 Mio. t v. F.
  (ab 1968 Wismutbergbau).

Diese Zusammenstellung stützt sich auf die jährliche Statistik „Entwicklung der Förderung im sächsischen Steinkohlenbergbau" mit detaillierten Angaben zur Zwickauer Lagerstätte im 1936 erschienenen Festband: „75 Jahre Gemeinschaftsarbeit der Sächsischen Steinkohlenbergwerke", in dessen Teil 3 ECKARDT & MAY (1936) ausführlich über „Die Entwicklung des Steinkohlenbergbaues im erzgebirgischen Becken" berichten.

Genannte Autoren veröffentlichten im Kap. VII, Statistischer Teil, sowohl Zahlenmaterial zur Förderung der „Frühzeit" (bis 1859), zur Menge, zum „Wert der Erzeugung" und u. a. auch jährliche Zahlenangaben sowie ein Diagramm zur „Entwicklung der Förderung" von 1859 bis 1934. Die darin enthaltenen Fakten und Daten sind für die industrielle Entwicklung des west- und gesamtsächsischen Raumes wesentlich und von erheblicher historischer Bedeutung.

Die beigegebene **sächsische Förderstatistik** (Abb.

2-5) bezieht sich maßgeblich auf diese Quelle, deren Primärdaten i. W. dem Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen entstammen. Für den Zeitraum nach 1936 unterstützten dankenswerterweise Herr K. HERTEL vom Steinkohlenbergbauverein Zwickau e. V. sowie Herr G. MILDE vom Förderverein Bergbaumuseum Oelsnitz/E. e. V. mit Datenbereitstellungen o. g. Statistik.

Durchgängig wird bei den statistischen Ausgangsdaten von verwertbarer Förderung (v. F.) ausgegangen. Zu beachten ist, dass insbesondere mit zunehmender Rationalisierung im Untertagebetrieb auch eine Veränderung der Eigenschaften der Förderkohle vonstatten ging. So betrug z. B. lt. „Bergbau-Handbuch“ (1994: 155) das Verhältnis von verwertbarer Förderung zur Rohkohleförderung 1960 69,2 v. H. und 1990 in den aktuell produzierenden Revieren Deutschlands 52,9 v. H.; gleichzeitig stiegen der Anteil der Körnung unter 0,5 mm und der Feuchtegehalt der Rohförderkohle an.

Ohne hier näher auf Einzelheiten der Entwicklung der Steinkohlenfördermengen aus den wichtigsten sächsischen Lagerstätten eingehen zu können, lässt sich folgendes feststellen: Für die erste Hälfte der „intensiveren“ sächsischen Gewinnungsperiode (1860 bis zum 1. Weltkrieg) zeichnet sich eine gewisse Kontinuität im Anstieg der Förderkurve der Lagerstätte Oelsnitz bzw. das Beibehalten eines erreichten Förderniveaus (Lagerstätten Zwickau und Freital-Döhlen) in Abb. 2-5 ab. Diese Entwicklung wird in der zweiten Hälfte der „intensiven“ sächsischen Gewinnungsperiode (1914-1945) von einem insgesamt wesentlich unruhigeren Verlauf abgelöst (Endphase des 1. Weltkrieges, Weltwirtschaftskrise, Arbeitskämpfe der Weimarer Republik, kurzer Anstieg während der Zeit des Nationalsozialismus, starker Einschnitt am Ende des zweiten Weltkrieges). Die Nachkriegszeit ist durch eine schwache Erholung der Förderung gekennzeichnet („Nachlesebergbau“). Der kleine Einschnitt 1952/53 in Zwickau hängt u. a. mit der Schließung des Steinkohlenwerkes „August Bebel“ zusammen.

Während der Zeit der DDR-Planwirtschaft folgen ab 1967 mehrere zentrale Wirtschaftsbeschlüsse, die zur Schließung der weitgehend ausgekohlten Lagerstätten bis 1978 führten.

Speziell in der Zeit nach 1945 waren die sächsischen Steinkohlenvorkommen und innerhalb dieser besonders die Lagerstätten von Zwickau und Oelsnitz neben den Braunkohlen eine wesentliche (Energie-) Grundlage für den Wiederaufbau im Osten Deutschlands.

Die letzte **Revision der Restvorräte** von ehemals über- oder untertage erkundeten Lagerstättenressourcen in sämtlichen Steinkohlenvorkommen der DDR erfolgte in den Jahren 1982 bis 1984. Diese Aufgabe wurde in vier Arbeitsetappen realisiert und zwar entsprechend den damals geltenden geologisch-technischen Vorgaben und Richtwerten (wie z. B. für Mindestmächtigkeiten, Mindestvorräte und entsprechende Kategorien der „Steinkohleninstruktion“ vom 20.06.1969, die u. a. die 4 Vorratsklassen A, B, C1 und C2 festlegte) sowie einer eigens für die Ermittlung des Rest-Ressourcenpotentials Steinkohle erarbeiteten Methodik, welche die geologisch-ökonomische Vergleichbarkeit der Einzelvorkommen untereinander gewährleistete (HOTH, WOLF 2007).

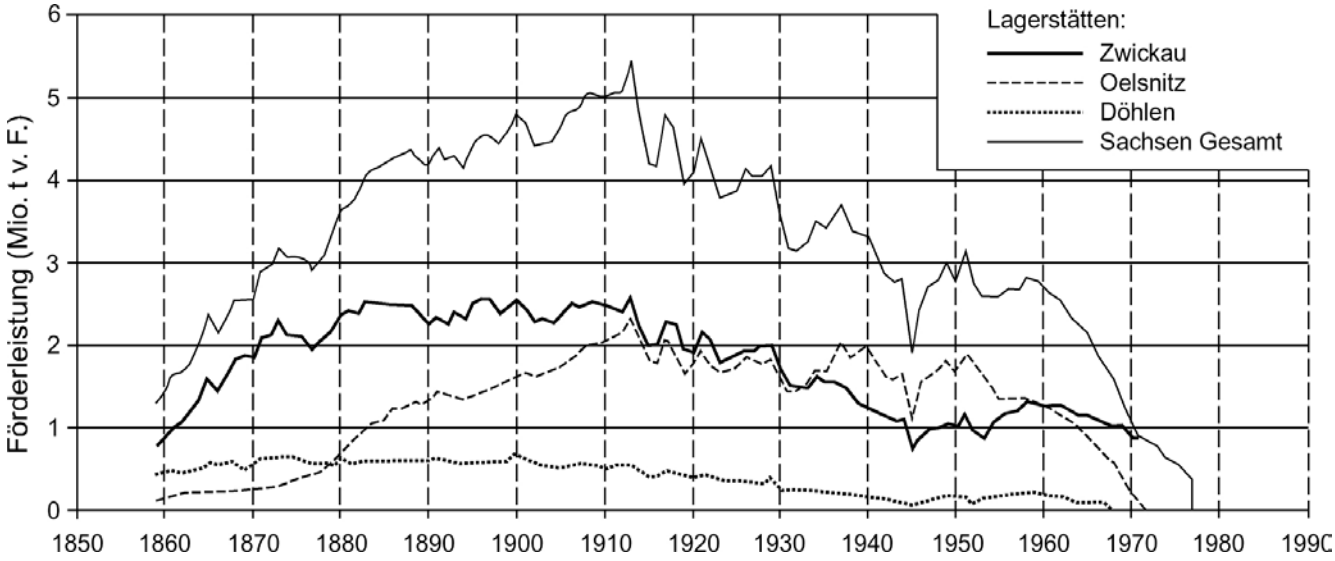


Abb. 2-5: Bedeutung der Zwickauer Steinkohlenförderung innerhalb von Sachsen

Nach einer geologischen Einschätzung aller Einzelvorkommen und geologisch-gewinnungstechnisch-ökonomischen Gesamteinschätzung ausgewählter Vorkommen nach einheitlichen Bauwürdigkeitskriterien erfolgten Schlussfolgerungen für weiterführende Untersuchungsarbeiten.

Im Ergebnis der geologisch-ökonomischen Gesamteinschätzung (WOLF, HOTH, MILDE 1984) kann im Freistaat Sachsen **insgesamt** mit ca. 10 bis 15 Mio. t Rand-, Rest- und Splittermengen an Steinkohle gerechnet werden, die sich noch in den vollständig bzw. weitgehend gefluteten Grubengebäuden der drei oben genannten Lagerstätten befinden und mit traditionellem Bergbau nicht mehr wirtschaftlich zu gewinnen sind.

In der **Lagerstätte Zwickau** wurde im Verlauf o. g. Revision aufgrund des weit fortgeschrittenen Abbaustandes in der Gesamtlagerstätte lediglich das bis zuletzt produzierende *Mülsenfeld* einer detaillierten Betrachtung unterzogen (= oberer Teil der Marienthal-Pöhlauer und Oberhohndorfer Schichten; vgl. Standardprofil). Damit bezieht sich der im Rahmen der Einschätzung ermittelte Umfang der vor 1978 abgeschriebenen („Rest-) Vorräte (WOLF, HOTH, MILDE 1984; Tab. 2) auf die im Mülsenfeld noch anstehenden Flöze Rußkohlenflöz I, Schichtenkohlenflöz II, Zachkohlenflöz II sowie im 2-Elligen und 3 ½-Elligen Flöz. Einen Eindruck von der Position und den Umfängen der Restmengen in den genannten Flözniveaus sowie in den 2003/04 ergänzten Niveaus des Segen Gottes Flözes, des Ludwig Flözes und des Amandus Flözes vermitteln die Flözverbreitungskarten in den Beilagen 3-5 bis 3-11.

Die ermittelten Gesamtmengen an verbliebenen Restressourcen decken sich weitgehend mit den Ergebnissen neuerer überschlägiger Berechnungen der Restressourcen durch den *Steinkohlenbergbauverein Zwickau e. V.* (frdl. Mitteilung K. HERTEL 1999): Einer Restmengenermittlung von insgesamt ca. 7,6 Mio. t (v. F.) von 1984 stehen ca. 8 Mio. t „gewinnbare“ Vorräte (Schätzung Steinkohlenbergbauverein) gegenüber. In beiden Fällen wurde die (theoretisch) für „weitere Untersuchungen“ betriebswirtschaftlich erforderliche Mindestmenge von 10 Mio. t nicht erreicht.

3 Sedimentation und Flözbildung im Oberkarbon von Zwickau

3.1 Kenntnisstandsentwicklung (K. HOTH)

Der heute vorliegende Kenntnisstand über den Inhalt, den Bau und die Bildung der ehemaligen Steinkohlenlagerstätte Zwickau ist das Ergebnis eines langen, Jahrhunderte währenden Erkenntnisprozesses zahlloser mit diesem Vorkommen aus verschiedensten Gründen befasster Interessenten. Bergleute und später auch Markscheider hatten einen existentiellen praktischen Bedarf an der Klärung der vertikalen und lateralen Ausbildung der Flöze und an ihren Lagerungsverhältnissen und das über Jahrhunderte hin. Ihnen verdanken wir z. B. die grundlegenden Kenntnisse über die spezielle Lagerstättenstratigraphie, d. h. über die Flözfolge im Revier (vgl. z. B. DRESSEL et al. 2000: 11-16). Geologieinteressierte und Geologen haben sich besonders um die Mitte und am Ende des 19. Jahrhunderts speziell mit der Lagerstätte befasst, bevorzugt allerdings in paläontologischer, d. h. orthostratigraphischer Hinsicht. Später fehlten ihnen der Anreiz und offenbar auch die Kraft, in Begleitung des Steinkohlenabbaus die lagerstättenkundlichen Gesetzmäßigkeiten im Gesamtrevier speziell zu untersuchen. Daraus resultieren zahlreiche Kenntnislücken, die heute nicht mehr geschlossen werden können.

Die Steinkohlen südlich von Zwickau am Planitzer Kohlberg östlich von Niederplanitz an der Hammerwaldstraße und in Bockwa an der Schneeberger Straße sind bereits im 15. Jahrhundert durch Kaufverträge und Belehnungen aktenkundig. Schon 1348 gebieten die Schmiedeartikel im Zwickauer Stadtrechtsbuch „*daz alle smide di inderthalp der mur sitzen mit nichte sullen smiden mit steinkoln*“. Darüber hinaus wird vermutet, dass schon um das Jahr 1000 den hier siedelnden Slawen der „brennende Stein“ bekannt war (HOFFMANN 1979: 4).

Erste geologische Nachrichten verdanken wir AGRICOLA, der 1505 dem ungeheures Aufsehen erregenden ersten Brand des Zwickauer Steinkohlenflözes (= Tiefes Planitzer Flöz) als 11-jähriger Schüler von Glauchau aus seine „*erste Berührung mit Steinen*“ verdankte. Später beschreibt er (AGRICOLA 1546: 236 = S. 98 von 1956) *auf dem berühmten Kohlenberg 2 ½ Meilen* (= 3 ¾ Kilometer) *von der Stadt Zwickau entfernt* ein Profil von einem *ausgedehnten Flöz weicher Kohlen, ungefähr 3 ½ Lachter* (= 7 m) *mächtig* (= Rußkohlenflöz), über *ein Gesteinszwischenmittel wiederum* zu *einem Flöz aber von harten Kohlen*, denen sie wegen der Schwärze und des Glanzes *den Namen Pech*(kohle) *gegeben haben* (= Tiefes Planitzer Flöz). *Unter diesem Flöz liegt bitumenhaltiger Galmei unter dem sich zerstreut ... Kohlen finden* (? Ludwig Flöz). *Da ... der Berg an manchen Stellen brennt, sind die Kohlen, die das Feuer verzehrt*, ... *in schwarzen Staub verwandelt*. Das beschriebene Profil weist einige Ähnlichkeiten zu dem noch heute aufgeschlosse-

nen Profil an der Cainsdorfer Brücke auf (vgl. Korrelationsprofil I, Beil. 3-2). Noch zu AGRICOLAS Lebzeiten sind die Kohlenlager in Oberhohndorf (1530) und auf Reinsdorfer Flur (1540) gefunden worden. Interessant ist, dass seit dieser Zeit - im Gegensatz zum Bergregal bei Erzlagerstätten - die Kohle jahrhundertelang Grundeigentum geblieben ist. Der Regelung der wirtschaftlichen Abläufe und der Innungsgerechtigkeiten auf den Kohlbergen dienten die sog. Kohlenordnungen, von denen allein 5 in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts belegt sind. Geologisch bemerkenswert ist, dass am 14. Mai 1541 beim Schachtsenken auf dem Planitzer Kohlberg zum ersten Mal eine offene *„Kluft betroffen wurde, in der das Wasser stets sofort verschwand"* (KRAUßE in HOFFMANN 1979: 51).

Die erste bekannte rissliche Darstellung (mit Kurzerläuterung) stammt von 1669 und zeigt das gesamte Grubengebäude an der Frauenbrunnenwiese am Planitzer Kohlberg, das unter den Einwirkungen des zweiten Planitzer Grubenbrandes von 1641 stand. Dargestellt sind sieben Strecken, davon vier vom Brand betroffene sowie zwei verstürzte und zwei intakte Schächte (HOFFMANN 1979: S. 18-20, 56, 65). Dieser zweite Flözbrand (?Rußkohlenflöz) dauerte mit wechselnder Intensität bis 1880 an.

Bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts waren offenbar nur zwei (oder ? drei) Steinkohlenflöze bekannt. CHARPENTIER (1778: 301 ff.) beschreibt ein vielleicht 20 Meter mächtiges Profil, in dem neben zwei 1,70 - max. 2,80 m[1] starken Flözen graue flöznahe Schiefer, Thon- und Lettenlager, sandreiche Letten, Trieb- und Feinsandsteine und gröbere Sandsteine mit großen Quarzgeschieben auftreten. Die damalige Tiefe der Schächte in der Planitzer Gegend wird mit max. 30-40 m[1] angegeben. Der Sandstein, *„der an vielen Orten die Ufer der Mulde ausmachet"* führt ca. 0,09-0,15 m[1] mächtige *„Tageflötze"* schlechter und schiefriger Steinkohlen. Die gewonnenen Kohlen waren von mehrerer Güte: *„Pechkohl werden ihre guten Kohlen genennet, ... die beste Art derselben Lehekohl, ... unten bestehet der Kohlenflötz aus den zähen Kohlen, ... Schirbelkohlen nennen sie die Kohlen, so in breiten nicht dicken Tafeln zu brechen pflegen."* Schichtenkohlen und Scheerenkohlen waren ebenfalls nicht reine, sondern mit Thon oder Schiefer mehr oder weniger vermischte Kohlen. - Die stratigraphische Stellung der damals bebauten Flöze und Sandsteine ist nicht sicher bekannt, zumal CHARPENTIER schreibt, dass der zweite gefährliche Brand besonders das zweite Kohlenflöz betroffen hat (1778, S. 303). Er weist weiter darauf hin, dass das Gebirge von verrückenden (Letten-)Gängen nach verschiedenen Richtungen durchschnitten wird, die bei Überfahrung durch Stolln das Wasser abgeben. - Etwa ebenfalls aus dieser Zeit mag der älteste Lageplan des Zwickauer Bergbaus stammen, der *„Geometrische Grundriß über die Gegend und Lage derer Steinkohlenberge zu Planitz, Buckwe, Oberhohendorf und Reinsdorf"* (ECKARDT und MAY 1936, Einlage S. 46; HOFFMANN 1979: 21-22). Die ausführlichen Anmerkungen zu diesem Riss weisen auf eine Zeit, in der die tiefsten Schächte bis 40 m tief waren. Die enthaltenen Datierungen über Grubenbrandereignisse sind merkwürdig unklar.

Von großer Bedeutung für den Kenntnisfortschritt im Zwickauer Steinkohlenrevier waren die Arbeiten von CHRISTIAN AUGUST von GUTBIER, der 1834 zunächst eine *„Geognostische Beschreibung des Schwarzkohlengebirges ..."* lieferte und 1835 eine Darstellung der *„Abdrücke und Versteinerungen* ..." folgen ließ. Diesem Offizier der Zwickauer Garnison, einem Geologieliebhaber, gelang nicht nur eine 60-seitige Beschreibung des *Flötz*gebirges (1834: 61-128), sondern auch eine Darstellung der *Flötz*ausstriche (1834, Fig. 7), die Konstruktion von Schnitten und eine für seine Zeit sehr ausführliche tabellarische Charakteristik von 10 *Flötzen* (vom Planitzer *Flötz* über Rußkohl sowie Schichten- und Lehekohl bis zur oberen Pechkohl), und zwar westlich und östlich der Mulde, soweit sie im Jahre 1833 durch den Abbau aufgeschlossen waren. Ebenso sind die Zwischenmittel der *Flötze* nach Ausbildung und Mächtigkeit grob charakterisiert (Abb. 3-1).

C. A. v. GUTBIER war der heutige Rußliegendsandstein ebenso bekannt wie der konglomeratische Überlehe-Sandstein. - Ihm gelang mittels des Grauen Konglomerats 1825 auch die Abtrennung des Rotliegenden vom Zwickauer Steinkohlengebirge, womit er das Freiberger Oberbergamt und das Bergamt Schneeberg überraschte, weil dadurch die Perspektivität in großen Teufen im Norden wesentlich hoffnungsvoller wurde. 1838 wurde GUTBIER in eine bergamtliche Überprüfungskommission berufen (ECKARDT & MAY 1936: 61).

Zwischen 1838 und 1844 regten der Freiberger Bergkommissionsrat AMANDUS KÜHN und der Mineraloge Prof. A. BREITHAUPT eine intensive Bohrtätigkeit im westlichen Teil des Stadtfeldes an, die zur Abgrenzung des kohlenhöffigen Bereichs im Westen des Reviers und u. a. zum Nachweis des Ludwig- und des Segen Gottes-Flözes in Niederplanitz führte (Stk ESTAV 3/1839). In diesen Jahren wurde auch die „Treibegärtnerei auf den Planitzer Erdbränden" an der Hammerwaldstraße begründet, die als „Geithnersche Treibegärtnerei" bis 1866 eine Sehenswürdigkeit von europäischem Ruf war. Der mehr als 200 Jahre währende 2. Planitzer Erdbrand erlosch zwischen 1860 und 1880.

[1] Originalangaben in „Fuß"

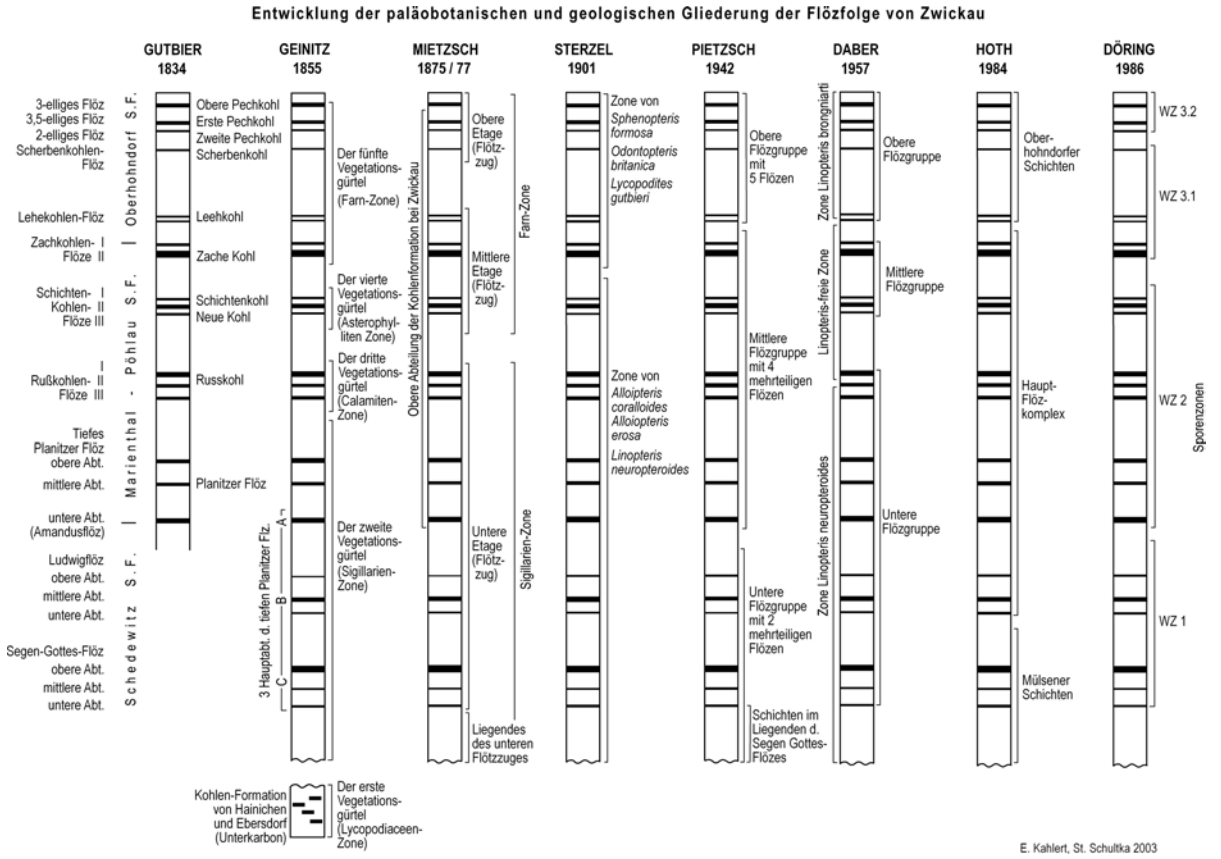


Abb. 3-1: Entwicklung der paläobotanischen und geologischen Gliederung der Flözfolge von Zwickau

1855 legte der Dresdener Geologe Prof. H. B. GEINITZ in seiner Arbeit über die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen u. a. eine Neubearbeitung über die Zwickauer Flora vor, der er 1856 eine geognostische Darstellung der Steinkohlenformation in Sachsen folgen ließ. Die Beschreibung bezüglich Zwickau ist knapper gefasst als bei GUTBIER, besonderer Wert wird gelegt auf die Beschreibung der Kohlen rechts (d. h. östlich) der Mulde, auf die Fortsetzung der Zwickauer Steinkohlenformation in das „Erzgebirgische Becken“ hinein, auf die Darstellung der inzwischen neu geteuften Schächte im mittleren Stadtfeld sowie auf eine Unterscheidung der Nebengesteine der Flöze: Schieferthone, Kohlensandsteine, arkoseartige Sandsteine, Conglomerate verschiedener Position. Es werden in Zwickau der 2. bis 5. „sächsische Vegetationsgürtel“ (vgl. Abb. 3-1) unterschieden, wobei der zweite Gürtel dem Bereich unter dem Rußkohlenflöz, der fünfte etwa dem Bereich der heutigen Sporenzone WZ3 entsprach. Die Übersichtskarte 1 : 12.000 nach H. KLÖTZER (1852) und B. HAYMANN (1855) auf Taf. I und die Schnitte auf Taf. II sind eine wertvolle Beigabe. Auch rötliche Schiefertone nahe der Sohle des Kohlengebirges waren GEINITZ aus dem Bereich des Bürgergewerkschaft-Schachtes bekannt (Basis Korrelationseinheit 8a?; Beilage 3-1). In dieser Zeit wurden auch die lagerstättenkundlich erfolglosen Bohrungen im Bereich des Reinsdorfer Schüttungsfächers unternommen.

Der wesentlichste Kenntnisfortschritt in der Geschichte des Reviers erfolgte mit der Revierrevision durch den Verein für bergbauliche Interessen zu Zwickau (ARNOLD 1900a, b; ARNOLD, OTTO et al. 1895 bis 1900) und durch die Geologische Landesaufnahme 1 : 25.000 (MIETZSCH 1877a, b; SIEGERT 1901; STERZEL 1901). Zu Beginn dieser Zeit (1862-1875) stieß der Bergbau in den Südost- und in den Nordostteil des Stadtfeldes östlich der Oberhohndorfer Hauptverwerfung vor; um die Jahrhundertwende dann auch in das Pöhlauer Feld. Damit war der größte Teil des Reviers nun bekannt. - Im Zuge der Revierrevision wurden durch Bergrat ARNOLD eine sehr detaillierte Feld- und Flözkarte i. M 1 : 8.000 mit ausführlicher Erläuterung vorgelegt, die grundlegende Flözkorrelation durchgeführt, die Flözbenennungen innerhalb der jetzt vollständig bekannten Flözfolge vereinheitlicht sowie ein ideales Gebirgsprofil aufgestellt. Gebirgsschnitte, eine umfangreiche Sammlung von *Flötz*profilen und Darstellungen wichtiger Verwerfungen komplettieren die Zusammenstellungen.

Ebenso wie in den Erläuterungen zur GK 25.000 wird nicht nur den Flözen, ihrer Ausbildung, Mächtigkeit und Veränderlichkeit erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet, sondern auch die Nebengesteine zwischen ihnen werden nach Möglichkeit differenzierter betrachtet, als bis dahin üblich.

In den Erläuterungen zur GK 25.000 sind weiter die Flöz- und Teufenzusammenstellungen der südlichen, mittleren und nördlichen Schächte (bis Brückenberg IV) und die Flözausstrichkarte über das Gesamtrevier besonders wertvoll. - Die Ansichten über die Gliederbarkeit der Zwickauer Steinkohlenformation haben sich während dieser Erkundungsperiode gewandelt. Während MIETZSCH (1877a, b) als paläontologisch-geologische Gliederung noch eine Zone der Sigillarien (sto1) sowie eine Zone der Farne (sto2) unterschied, erkannte STERZEL (1901: 112 f.) die paläobotanische Unhaltbarkeit dieser Zonierung (vgl. Abb. 3-1).

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts waren demgegenüber nur noch partielle oder punktuelle Kenntniszuwächse zu verzeichnen (STUTZER 1932: Rußkohlenpetrographie, 1934a: Lehestreifen, 1934b: Bogheadkohle, 1935: Korrelation zu Lugau-Oelsnitz; ZERNDT 1932: erste Mikrosporen). Von GOTHAN (1932: 11) wurde die Zwickau-Lugauer Flora im Vergleich zur Gesamtflorenfolge des Karbons und in Übereinstimmung mit STERZEL (1901) dem jüngsten Westfal zugewiesen. Alle Übersichten dieser Zeit (STUTZER 1936, PIETZSCH 1951) sind lediglich Kenntnisstands-Zusammenfassungen. Im Zuge einer Bestandsanalyse im deutschen Steinkohlenbergbau hat PIETZSCH (1942: 243-247, Anl. 24, 25) das Zwickauer Oberkarbon in 3 Flözgruppen gegliedert: Untere Flözgruppe mit Segen Gottes- bis Ludwig-Flöz (heute obere Schedewitzer Schichten), mittlere Flözgruppe mit Amandus- bis Zachkohlenflöz (heute Marienthal-Pöhlauer Schichten), obere Flözgruppe mit Lehekohlen bis 3elligem Flöz (heute Oberhohndorfer Schichten).

Einen weiteren Anstoß erfuhr die Erforschung des Zwickauer Reviers durch die Erkundungsarbeiten in seinem östlichsten Teil, dem Mülsenfeld, in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts (20 Tiefbohrungen bis reichlich 1200 m). Die Parallelisierung der in den Erkundungsbohrungen angetroffenen Flöze mit denen im Abbaufeld erwies sich als äußerst schwierig. Der Gliederungsansatz von BLÜHER (1954) auf Basis von Einzelaufschlüssen und mit Hilfe des sog. Sphärosideritschiefers, einem vermeintlichen Korrelationshorizont in den tiefsten Teilen des Karbonprofils, stellte sich als nicht geeignet heraus. Ein zu dieser Zeit unternommener Versuch von DABER (1955, 1956, 1957), detaillierter Horizontierungen mit Linopteriden-Zonen durchzuführen, erbrachte Ergebnisse, die in ihrer Konsequenz im Nachhinein so nicht bestätigt werden können. Die Parallelisierungsversuche zu Oelsnitz durch BLÜHER (1956, 1957) und DABER (siehe oben), die nach damaligem Kenntnisstand als Lösung des Problems erschienen, wurden wie andere ihrer Ergebnisse von PIETZSCH (1962: 225-235, 240-242, 246-257) zusammenfassend dargestellt.

Anfang der achtziger Jahre zwang die Erfassung des Rest-Ressourcenpotentials Steinkohle DDR auch in Zwickau zu einer Analyse des Kenntnisstandes im Gesamtrevier. Die dabei festgestellten Kenntnislücken wurden soweit als möglich zu schließen versucht. Nur so waren einigermaßen zuverlässige Aussagen über evtl. noch vorhandene Steinkohlenvorräte erreichbar. Die gewonnenen Kenntnisse liegen der folgenden Darstellung zu Grunde. Die jetzt nach langer Anlaufzeit durchgeführte Korrelation innerhalb und außerhalb des Reviers entspricht durch die enge Verbindung lithostratigraphischer und paläobotanischer Untersuchungen der Realität der geologischen Entwicklung dieser Ablagerungen am ehesten.

3.2 Schichtenfolge und Beckenentwicklung (K. HOTH)

Abgesehen von den historischen paläobotanischen Gliederungsversuchen im limnischen Zwickauer Oberkarbon hat dessen heutige lithostratigraphische „Schichten"-Gliederung ihren Ursprung bei PIETZSCH (1942: 246). Sein Differenzierungskonzept in 3 Flözgruppen (siehe Kap. 3.1) hat sich am Ende als das sedimentologisch und beckengenetisch akzeptabelste erwiesen, nachdem die paläobotanisch begründete Korrektur dieses Schemas durch DABER (1957: 45) aufgegeben werden musste und die Ausscheidung eines „Hauptflözkomplexes" als mittlere „Schichten-Einheit" durch HOTH (1984: 9) zu sehr aus der Ressourcensicht, weniger nach Gesichtspunkten der Beckenentwicklung erfolgte. Dieses ist, nach besserer Kenntnis der Nebengesteinsverhältnisse, inzwischen korrigiert.

Heute unterscheiden wir in der von SCHNEIDER, RÖßLER et al. entsprechend den Regeln der Stratigraphischen Kommission Deutschlands definierten **Zwickau-Formation** (Oberkarbon-Monographie, COURIER **254**: 453f., 2005) folgende Untereinheiten (von oben):

Oberhohndorf-Subformation bzw. Oberhohndorfer Schichten (HOTH 1984: 12; DÖRING et al. 1988: 19/20)

Marienthal-Pöhlau-Subformation bzw. Marienthal-Pöhlauer Schichten (SCHNEIDER, RÖßLER et al. 2005: 455)

Schedewitz-Subformation bzw. Schedewitzer Schichten (DÖRING et al. 1988: 19/20; bei HOTH 1984: 9 noch Mülsener-Schichten[2]).

Mit dem Fortschreiten der Kenntnisse über die spezielle lithostratigraphische Korrelation im gesamten Revier, über die paläobotanischen Aussagemöglichkeiten und über die Kohlenmoor- (nicht Flözabbau-) Verbreitung auch der tieferen Flözhorizonte erwies es sich außerdem als zweckmäßig, PIETZSCH' „Schichten im Liegenden des Segen Gottes Flözes" (1942: 246)

[2] Musste aus Gründen der Namenspriorität im Rotliegenden aufgegeben werden.

= „das Liegende des unteren *Flötz*zuges“ von MIETZSCH (1877: 5-7) als **Untere Schedewitzer Schichten** vom höheren flözführenden Hauptteil, den **Oberen Schedewitzer Schichten** abzutrennen. Die nicht sehr glückliche Benennung dieser tiefsten Schichteinheit muss in Kauf genommen werden, da im Bereich ihrer mächtigsten und vollständigsten Profile im Mülsenfeld keine geeignete Benennungs-Lokalität zur Verfügung steht.

Die genannte Gliederung ist aufgestellt im Stadtfeld und gilt auch im Pöhlauer Feld und im Mülsenfeld.

Im Bereich des Reinsdorfer Schüttungsfächers ist die Gliederung der bis zu 240 m mächtigen psammit- und psephitbetonten oberkarbonischen Schichtenfolge demgegenüber sehr viel problematischer. Von den Bohrungen aus der Mitte des 19. Jahrhunderts sind bisher kaum gliederungsrelevante Anhaltspunkte bekannt und die jüngsten Grundgebirgs-Kartierungsbohrungen der Wismut AG im südlichen Wurzelbereich des Fächers: (Kb) 3213/89, (Kb) 3215A/89 und (Kb) 3216/89 haben infolge zu wenig differenzierter Kernaufnahme im Karbon und magerer bohrlochgeophysikalischer Vermessung (lediglich Gamma) nur beschränkte Aussagekraft. Vor allem die im Scharungsbereich des Reinsdorfer Sprunges und der Pöhlauer Sprünge zeitweilig havarierte Bohrung 3215A/89 lässt sich kaum ausreichend gliedern und korrelieren und gibt mit rd. 80 m grobklastitreichem Oberkarbon(?)-Profil unterhalb der Rotfazieszone Rätsel auf. In den beiden anderen Bohrungen sind immerhin die Rotfazieszone im tiefen Teil der Profile (Korrelationseinheiten ? 3b-4), das Mülsenfelder Hauptkonglomerat, das „tiefe tonige Niveau“ (Korrelationseinheit 6) in unterschiedlicher Deutlichkeit, gelegentlich kohlige Zwischenlagen im Bereich Amandus, der „Doppelsandstein“ Amandus/Planitz und der rel. sandsteinarme, kohlige Lagen führende Bereich um die Rußkohlenflöze (Korrelationseinheiten 13c-15a) zu erkennen. Das erlaubt den Schluss, dass die Profile dort offenbar nicht über den mittleren Teil der Marienthal-Pöhlauer Schichten ins Hangende hinaufreichen. - Einzelheiten über den Aufbau der Grobklastit-Horizonte sind bisher unbekannt. Tiefe Profilteile, die Korrelationseinheit 3 im nördlichen Mülsenfeld entsprechen könnten, sind gröberklastisch als dort im Norden, was auf eine frühe Anlage des Reinsdorfer Schüttungsfächers deutet.

Die folgende kursorische Beschreibung des Gesamtprofils folgt den genannten lithostratigraphischen Einheiten in zeitlicher Reihenfolge.

3.2.1 Untere Schedewitzer Schichten
(Korrelationseinheiten 1-7, vgl. Beilage 3-1)

Mit einem 1-7 m mächtigen Paläoschutt, der diskordant einem spätestens unterkarbonisch konsolidierten Basement aus im Westen des Reviers anchimetamorphen silurisch-devonischen Schiefern und Vulkaniten, im Osten des Reviers aus ordovizischen Phylliten auflagert, beginnt die postorogene oberkarbonische Schichtenfolge von Zwickau. Dieses sog. „Kümmelgebirge“ der Altvorderen besteht vorwiegend aus Abtragungsprodukten von tiefgründig verwitterten anchimetamorphen Schiefern bzw. Erzgebirgsphylliten (s. Kap. 3.6), im Bereich oberdevonischer Diabase jedoch aus deren Aufarbeitungsmaterial („Basale Brekzie“). Im Florentin Kästner Schacht II (später Martin Hoop Schacht VIII) in Zwickau-Wilhelmshöhe folgen nach E. E. MÖCKEL (Schachtprofil 1 : 500, 1906) auf diese Brekzie ca. 0,5 m bunte Schiefer (Korrelationseinheit W1), dann ca. 19 m Tuff (Korrelationseinheit W2) und schließlich 23 m „Melaphyr“ (Erguss von Vielau-Reinsdorf, = Vertretung der beckenweiteren Korrelationseinheiten 3a und 3b (s. Beilage 3-1). Im Profil höher hinauf (max. bis Korrelationseinheiten 8-9), reicht der „Melaphyr“erguß von Cainsdorf. Dieser offenbar längere Zeit freiliegende Erguss war anscheinend einer intensiven Verwitterung ausgesetzt, so dass aus seiner Nachbarschaft bis mehrere Meter mächtige „bunte bolusartige Eisenthone“ bzw. „grünerdeartige Zersetzungsprodukte“ beschrieben wurden (MIETZSCH 1877a: 6). Als sog. „Sächsische Wundererde“ fanden sie als Heilmittel Verwendung. MIETZSCH beschreibt aus den Planitzer Schächten und einer Strecke zwischen Himmelsfürst und Segen Gottes Schacht auch selbständige grünerdeartige Lagen aus den untersten Schichten des Oberkarbons (?Relikte von Nachläufer-Effusionen). Tonige Zersetzungsprodukte von „Melaphyr“ sind ferner von DALMER (1884: 58) aus den Reinsdorfer Schächten südlich vom Schmelzbach erwähnt worden, also aus dem Bereich des Vielau-Reinsdorfer Ergusses.

Auf den Reinsdorfer „Melaphyr“ und dessen Zersetzungsprodukte folgen die Schieferschluffe, Konglomerate und Sandsteine, die die Unteren Schedewitzer Schichten im Wesentlichen zusammensetzen. Die tiefsten Korrelationseinheiten sind im äußersten Osten des Reviers in den dort vollständigsten Profilen entwickelt. Sie bildeten sich hier offenbar gleichzeitig mit den Vulkanitergüssen weiter im Westen.

Der Boghead-Schiefer (Korrelationseinheit 2), mit Ölalgen der Gattungen *Pila* und *Reinschia* (STUTZER 1924b, HORST 1954), der Mitte der fünfziger Jahre nur vom Ostrand des Mülsenfeldes bekannt war (Brg. Alberthöhe 1/48 und Heinrichsort 1/50; BLÜHER 1954: 838), wurde später auch im Mülsenfeld in den Bohrungen Mül 9/56 und Mül 20/59 gefunden. Er entspricht lithostratigraphisch wahrscheinlich dem Niveau des Boghead-Flözes im Lugau-Oelsnitzer Revier. Insofern ist BLÜHER zu bestätigen. Sein unbenanntes Flöz 1 hat sicherlich in den Kohlestreifen und -schmitzen der Korrelationseinheit 3b seine Entsprechung. Nicht bestätigt werden kann dagegen sein Leithorizont Sphärosideritschiefer, denn einerseits zeigt z. B. Brg. Mül 20 mehrere solcher Niveaus und anderer-

seits kommen solche Gesteine im Stadtfeld in mehreren höheren Korrelationseinheiten vor (Schacht Brückenberg III, Bahnhofsschacht; vgl. Tab. 3-7).

Weitere charakteristische Lithoeinheiten in den Unteren Schedewitzer Schichten sind das bis 15 m, max. 29 m mächtige vielgliedrige Mülsenfelder Hauptkonglomerat (Korrelationseinheit 5), das außer im Mülsenfeld auch im Pöhlauer Feld, im Reinsdorfer Schüttungsfächer und im östlichen Teil des Stadtfeldes verbreitet ist (vgl. 3.5) und das 6 m-15 m mächtige Unter-Segen-Gottes-Konglomerat (Korrelationseinheit 7), z. T. auch Pöhlauer oder Schedewitzer Konglomerat genannt, das offenbar im Pöhlauer Feld und im Nordwesten des Stadtfeldes seine Hauptverbreitung hat (vgl. Beilagen 3-2, 3-4). Für Korrelationseinheit 5 ist nach Kap. 3.5 vor allem eine starke Klastitzufuhr aus nördlichen Richtungen anzusetzen. Eine Schüttungsanalyse für das Unter-Segen-Gottes-Konglomerat ist nicht erfolgt, ein Umschlag des Sedimentationsregimes lässt sich aus der Mächtigkeitsentwicklung in den Korrelationsprofilen nicht herauslesen, so dass die Verhältnisse im Gebiet des Reinsdorfer Schüttungsfächers zu dieser Zeit im Gegensatz zu früheren Aussagen unklar bleiben.

Die Unteren Schedewitzer Schichten sind flözfrei; erste Kohlelagen (max. 25 cm) finden sich in den Korrelationseinheiten 3, 5 und 6. Hervorhebenswert ist auch ein besonders an Schieferton und Schieferschluff reicher Profilabschnitt zwischen den genannten Konglomeraten (= tiefstes toniges Niveau = Korrelationseinheit 6), der sich in einer Mächtigkeit von 6-30, max. reichlich 40 m (?) fast über das gesamte Revier erstreckt. Einzelheiten zeigen die Korrelationsprofile 1-3 (Beilagen 3-2 bis 3-4).

Die als auffällige Erscheinung in den tiefsten Oberkarbonschichten u. a. von PIETZSCH (1962: 227 und 233) erwähnten rötlichen, rotbraunen oder schokoladenfarbenen Schieferletten und Sandsteine (Rotfazieszone) bilden z. B. im nördlichen Mülsenfeld eine leicht diskordante Zone im Bereich der Korrelationseinheiten 3b bis 5 tieferer Teil (vgl. Beilage 3-4). Weiter südlich steigt die Rotfärbung in Korrelationseinheit 5 höher auf. Im Reinsdorfer Schüttungsfächer ist die Rotfärbungszone etwa im Bereich der Korrelationseinheiten 3b/4 angesiedelt. Im Stadtfeld sind gelegentlich andere Bereiche betroffen (Bürgerschacht I, Gebiet nordöstlich Himmelsfürstschacht: Korrelationseinheiten 7/8). Leider ist der Dokumentationsstand zu ungleich, um sichere verallgemeinernde Aussagen über diese Rotfazieszone(n) machen zu können.

Die stratigraphische Einstufung der Unteren Schedewitzer Schichten wird verschieden beurteilt. Die Untersuchungen auf Sporen erstrecken sich mangels Probenmaterials aus dem Stadtfeld kaum auf diesen Abschnitt, so dass die für Zwickau allgemein getroffene Altersaussage „Westfal D“ für diese Einheit nicht endgültig gesichert erscheint. DÖRING (Kap. 4.2) hält für seine Zone WZ1, im Hangenden der Unteren Schedewitzer Schichten gelegen, tiefes Westfal D für wahrscheinlich. Das Spektrum der einzigen Sporenfundstelle in den Unteren Schedewitzer Schichten bei Teufe 1215,7 m der Brg. Mül 18/58, das entspricht etwa Korrelationseinheiten 3c/4 (= ca. 1160-1165 m in Brg. Mül 9/55) lässt eine sichere Aussage nicht zu. *Granulatisporites* sp. und *Triquitrites* spp. sind stratigraphisch bedeutungslos, *Florinites mediapudens* tritt im Zeitabschnitt Westfal A-D mit Schwerpunkt im Westfal B/C auf, *Florinites ovalis* ist aus verschiedenen Gebieten bald im tieferen CwD, bald im Bereich CwD bis Stefan bekannt (vgl. Kap. 4.2). - Bei der von MIETZSCH (1877a: 12) aus dem Liegenden des Segen Gottes *Flötzes* beschriebenen *Sphenopteris elegans* (= (?)*Sph. odiantoides*) handelt es sich nach SCHULTKA und KAHLERT (frdl. Mitteilung) mit Sicherheit um eine Fehlbestimmung, da diese Art weitgehend auf das Namur A beschränkt ist. Makropaläobotanisch findet sich kein Anhalt für eine Einstufung in das Westfal C oder tiefere Westfal D. Der Nachweis einer Linopteride, die der *L. weigelii* nahe steht, in der Brg. Mül 18/58 bei Teufe 1208,0 m (= Korrelationseinheit 4), spricht eher für hohes Westfal D.

Wegen der nicht klaren Einstufung (unterschiedliche Deutung durch Mikro- und Makropaläobotanik) werden die Unteren Schedewitzer Schichten im Gegensatz zu den folgenden Einheiten als CwC?-D eingestuft.

Zusammenfassende Charakteristik der Unteren Schedewitzer Schichten:

Tiefster flözfreier Teil des Zwickauer Oberkarbons, Korrelationseinheiten 1-7 (im Sinne einer Zyklengliederung könnte Korrelationseinheit 7 alternativ auch als Basiskonglomerat der Oberen Schedewitzer Schichten angesehen werden).

Mögliche Symbolik: CwC(?)-D bzw. C_2Sch_1

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung**:** MIETZSCH (1877a: 5f.)
Erstdefinition**:** hier; (Schedewitzer Schichten insgesamt DÖRING, HOTH, KAHLERT 1988: 19-20).
Synonyme**:**

Das Liegende des unteren *Flötz*zuges (MIETZSCH 1877a: 5f.); Liegende Schichten des ältesten *Flötzes* (SIEGERT 1901: 22-23); Schichten im Liegenden des Segen-Gottes-Flözes (PIETZSCH 1942: 246); Mülsener Schichten (HOTH 1984: 8-9) zum Teil (nicht mehr benutzen! Begriff präokupiert durch Mülsen-Formation des Oberrotliegenden!); Schedewitz-Subformation entspricht z. T. (SCHNEIDER, RÖßLER et al. 2005).

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung: Nach Bürgerschacht II in Zwickau-Schedewitz.

Typusprofile: Im Raum zwischen Martin-Hoop-Schacht IVa und Bohrung Mül 20.

Lithologie:

Typusgesteine:

Konglomerate und Mittel- bis Grobsandsteine, Schieferschluffe und -tone, z. T. rotbraun; Basaltoide, örtlich Boghead-Schiefer.

Generelle lithologische Charakteristik:

Wechsellagerung von Konglomeraten bzw. Mittel- und Grobsandsteinen mit grauen Schieferschluffen und dunkelgrauen Schiefertonen, nahe der Basis mit Rotfaziesbereich; im äußersten Osten Boghead-Schiefer. Im Süden und Südwesten Basaltoide („Melaphyr").

Lithologische Zusammensetzung:

Schieferschluffe	30-50 %
Konglomerate	15-45 %
Mittel- (Ms) und Grobsandsteine (Gs)	10-30 %
Schiefertone	10-20 %
Feinsandsteine (Fs)	5-20 %
Boghead-Schiefer	<1 %
Steinkohle	<1 % .

Verbreitung:

Vollständige Abfolge im Mülsenfeld. Weitgehend vollständig im Pöhlauer Feld, im Stadtfeld nur höhere Teile, dort z. T. von Basaltoid vertreten.

Obergrenze:

Top des Unter-Segen-Gottes-Konglomerates (Korrelationseinheit 7) bzw. Basis des Flözkomplexes Segen-Gottes (Korrelationseinheit 8).

Bei Zyklengliederung Top von Korrelationseinheit 6.

Untergrenze (Basis):

Erosiv auf Grundgebirge: „Kümmelgebirge" bzw. „Basale Brekzie" (Paläo-Umlagerungsschutt aus aufgearbeitetem Grundgebirgsmaterial: meist Phyllit oder anchimetamorphe Schiefer).

Mächtigkeit:

Stark schwankend. In Gebieten mit vollständiger Ausbildung 50-80 m, max. 90 bis 100 m; in Gebieten mit unvollständigen Profilen 0-25 m, max. 50 m.

Spezielle stratigraphische Gliederung:

In den Korrelationseinheiten 1-7 (siehe Korrelationsprofil 3, Ostteil; Beilage 3-4) sind charakteristisch:

Korrelationseinheit 7:	Unter-Segen-Gottes-Konglomerat
Korrelationseinheit 6:	tiefes toniges Niveau
Korrelationseinheit 5:	Mülsenfelder Hauptkonglomerat
Korrelationseinheit 2:	Boghead-Schiefer.

Lithologische Zusammensetzung von Einzelgliedern:

siehe Korrelationsprofile 1-3 (Beilagen 3-2 bis 3-4).

Mächtigkeit von Einzelgliedern:

Korrelationseinheit 7:	(1-) 6-15 m
Korrelationseinheit 6:	6-30 m, max. ?43 m
Korrelationseinheit 5:	(5-) 15, max. 29 m
Korrelationseinheit 2:	1-2 m.

Besondere Korrelationshorizonte:

Unter-Segen-Gottes-Konglomerat (7)
Mülsenfelder Hauptkonglomerat (5)
Örtlich im äußersten Osten Boghead-Schiefer (2).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Fluviatile deltoide Schüttungsfächer, lokal Vulkanitströme und Pyroklastika. Schüttung des Mülsenfelder Hauptkonglomerats hauptsächlich von Norden.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Diskordanter Rotfaziesbereich im Mülsenfeld im Bereich der Korrelationseinheiten 3a-5 (unterer Teil). Im Stadtfeld auch in Korrelationseinheiten 7/8.

Magmatismus:

Basaltoider Vulkanismus (Vielau-Reinsdorfer und Cainsdorfer „Melaphyr") lokal im Bereich der Korrelationseinheiten 1-3 bzw. 1-8, max. 9; bei Reinsdorf (Brg. Zw-L 1/1861) mehr als 80 m mächtig; evtl. schichtförmige Nachläufer im Stadtfeld.

Fossilführung:

Es ist nur eine geringe Anzahl horizontiert entnommener Pflanzenfossilien überliefert. Bekannt geworden sind *Annularia sphenophylloides, Calamites suckowii, Sphenophyllum* sp. und *Linopteris cf. Weigelii*. Kaum Untersuchungen auf Sporen. Offenbar bisher keine Fauna.

Deformation und Metamorphose:

Keine Schieferung; noch Diagenese-Bereich (<200 °C).

Stratigraphisches Alter:

Liegendes der Sporenzone WZ1 (DÖRING et al. 1988); Einstufung nicht völlig gesichert, daher Westfal C(?)-D.

3.2.2 Obere Schedewitzer Schichten
(Korrelationseinheiten 8-11)

Mit diesem Profilabschnitt beginnt die Flözführung[3] im Zwickauer Oberkarbon. Sie ist zunächst auf den Westteil des Reviers, und zwar auf das spätere westliche Stadtfeld beschränkt *(Segen Gottes-Flöz* = Korrelationseinheit 8), wobei die Mächtigkeitsmaxima NW-SO gerichtet sind und Beziehungen zu synsedimentären Bruchstörungen nahe legen. Für diese Interpretation spricht auch die Position des isolierten, allerdings fraglichen Segen Gottes-Vorkommens ostsüdöstlich der Altgemeinde-Schächte (vgl. Flözkarte Segen Gottes = Beilage 3-5). Der *Flözkomplex Segen Gottes* bestand im Bereich um die Bürger-Schächte und um Segen Gottes- und Hilfe Gottes-Schacht aus einer unteren, einer mittleren und einer oberen Abteilung, wobei Flözmächtigkeiten zwischen 1 und 2 m festgestellt wurden. Nach Westen hin trat Flözscharung ein. Eine ausführliche historische Beschreibung des Segen Gottes-Flözes findet sich bei SIEGERT (1901: 23-26). Unterschiede in den Angaben zur Kohleführung in anderen Dokumentationen beruhen offenbar auf unterschiedlichen Berechnungsweisen der Kohle/Berge-Verhältnisse. Einzelheiten zur Flözausbildung, -verbreitung und zur Kohlequalität siehe Kap. 3.3.

Im Niveau des *Ludwig-Flözes* (Korrelationseinheit 10) hat sich die prinzipiell N-S gerichtete Flözverbreitung innerhalb des nördlichen Stadtfeldes schon deutlich nach Nordosten erweitert und z. T. verschoben (vgl. Beilage 3-6), teilweise wird das Pöhlauer Feld erreicht (Schacht Morgenstern III bzw. Martin Hoop III). Nach wie vor lag der Schwerpunkt der Kohlebildung im späteren Stadtfeld. Im Gegensatz zu Segen Gottes war das Ludwigflöz geschlossener und mächtiger. Es bestand in der Regel nur aus einer bis über 3 m mächtigen Flözbank ohne wesentliche Bergelagen. Eine wiederum recht ausführliche historische Beschreibung findet sich bei SIEGERT (1901: 27-29). Die heutigen Gesamtkenntnisse über Ausbildung und Aufbau der Flöze der Oberen Schedewitzer Schichten sind von VOLKMANN und HOTH in Kap. 3.3 und in den zugehörigen Flözkarten zusammengefasst.

Drei Grobklastit-Horizonte charakterisieren die Oberen Schedewitzer Schichten, nämlich die Korrelationseinheiten 9, 11a und 11c (vgl. Beil. 3-12). Der bekannteste von ihnen, das örtlich über 20 m mächtige Zwickauer Hauptkonglomerat (9) wurde im Wesentlichen aus nordöstlicher Richtung geschüttet, worauf auch die Granulitgerölle im nördlichen Stadtfeld weisen. Im südlichen Stadtfeld machen sich Schüttungen aus dem Gebiet des Reinsdorfer Schüttungsfächers bemerkbar. Für die tiefsten Konglomerate insbesondere in den südlichen Teilen des Stadtfeldes werden in den Ersterläuterungen zur GK 25 Melaphyrgerölle angegeben.

Der Ludwig-Sandstein (11a), im unmittelbaren Liegenden der wenig bedeutenden oberen Abteilung des Ludwig-Flözes (11b) positioniert, ist meist als Sandstein, selten als Konglomerat ausgebildet. Er nimmt mehr als das Zwickauer Hauptkonglomerat nach Osten an Mächtigkeit ab. Sein Mächtigkeitsmaximum liegt im Gebiet um den Glückauf-Schacht. Erwähnenswert ist die Nennung von Alaunschiefern in seinem Geröllbestand.

Mit dem Unteramandus-Sandstein (11c) beginnt ein Wechsel im Sedimentationsregime: Schüttungen aus dem Gebiet des Reinsdorfer Schüttungsfächers sind jetzt deutlich. Nur im nordwestlichen Stadtfeld muss noch mit nördlichen Einflüssen gerechnet werden. Das Auftreten von Granitoid-Geröllen im Mülsenfeld weist ebenfalls auf Transport aus südlicher Richtung hin.

Die stratigraphische Einstufung der Oberen Schedewitzer Schichten in das Westfal D ist gesichert. Die palynologische Datierung spricht für tiefes Westfal D (DÖRING, Kap. 4.2) während die makropaläobotanischen Befunde mit dem Nachweis von *Praecallipteridium subdavreuxii* eindeutig hohes bis höchstes Westfal D belegen (KAHLERT & SCHULTKA, Kap. 4.1).

Zusammenfassende Charakteristik der Oberen Schedewitzer Schichten :

Tiefste flözführende Einheit des Zwickauer Oberkarbons, Korrelationseinheiten 8-11.

Im Sinne einer Zyklengliederung könnte die liegende Korrelationseinheit 7 als Basiskonglomerat der Oberen Schedewitzer Schichten angesehen werden; Korrelationseinheit 11c dann als Basiskonglomerat der Marienthal-Pöhlauer Schichten.

Mögliche Symbolik: CwD_1 bzw. C_2Sch_2

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung**:** MIETZSCH (1877a: 8-10, nur sachlich, nicht begrifflich)
Erstdefinition**:** hier; Schedewitzer Schichten insgesamt DÖRING, HOTH, KAHLERT (1988, S. 19-20)
Synonyme**:**

Unterer *Flötz*zug zum Teil (MIETZSCH 1877a: 8f); Zone des Segen Gottes-*Flötzes* zum Teil und Zone des Ludwig-*Flötzes* (SIEGERT 1901: 23-30); Untere Flözgruppe (PIETZSCH 1942: 246, 1951: 53); Mülsener Schichten (HOTH 1984: 8-9) zum Teil (nicht mehr benutzen! Begriff präokupiert durch Mülsen-Formation des Oberrotliegenden!); Schedewitz-Subformation entspricht z. T. (SCHNEIDER, RÖßLER et al. 2005).

[3] Flöze ab ∓ 40 cm zusammenhängender Kohle

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung: Nach Zwickau-Schedewitz
Typusprofile: Schächte im Raum Schedewitz: Bürger I, Bürger II usw.

Lithologie:

Typusgesteine: Schieferschluffe und Schiefertone, Sandsteine, Konglomerate, z. T. mehrteilige Steinkohlenflöze.

Generelle lithologische Charakteristik:

Wechsellagerung von grauen Schieferschluffen und dunkelgrauen Schiefertonen sowie Konglomeraten, im Westen des Reviers Einlagerung von 2 Flözkomplexen.

Lithologische Zusammensetzung:

Schieferschluffe	20-50 %
Schiefertone	10-30 %
Sandsteine	10-30 %
(Fs ca. 65-50 %, Ms-Gs 35-50 %)	
Konglomerate	5-25 %
Steinkohle im Westteil des Reviers	5-10 %,
max. 15 % in unvollständigen Profilen (Segen-Gottes-Schacht);	
im Osten des Reviers	< 1 %).

Verbreitung: Gesamtes Revier.

Obergrenze:

Top des Unter-Amandus-Sandsteins (Korrelationseinheit 11c) bzw. Basis des Amandus-Flözes (Korrelationseinheit 12a). Im Sinne einer Zyklengliederung könnte die Obergrenze am Top von Korrelationseinheit 11b liegen.

Untergrenze (Basis):

Basis des Flözkomplexes Segen-Gottes (Korrelationseinheit 8) bzw. Top des Unter-Segen-Gottes-Konglomerats (Korrelationseinheit 7). Im Sinne einer Zyklengliederung könnte die Untergrenze an Basis von Korrelationseinheit 7 liegen.

Mächtigkeit: 45-95 m, max. 125 m (Bahnhofsschacht), am Südrand des Reviers 10-20 m.

Spezielle stratigraphische Gliederung:

In den Korrelationseinheiten 8-11 (siehe Korrelationsprofile 1-3) sind charakteristisch:

Korrelationseinheit 11c:	Unteramandus-Sandstein bzw. -Konglomerat
Korrelationseinheit 11b:	Ludwigflöz, obere Abt. und Begleitschiefer
Korrelationseinheit 11a:	Ludwig-Sandstein
Korrelationseinheit 10:	Flözkomplex Ludwig (historisch auch „Planitzer Flötz C“)
Korrelationseinheit 9:	Zwickauer Hauptkonglomerat
Korrelationseinheit 8:	Flözkomplex Segen-Gottes und Vertreter.

Lithologische Zusammensetzung von Einzelgliedern:

siehe Korrelationsprofile 1-3 (Beilagen 3-2 bis 3-4).

Mächtigkeit von Einzelgliedern:

Korrelationseinheit 11c:	2-6 m, max. 12-15 m (z. B. Bürger-Schacht II)
Korrelationseinheit 11b:	1-6 m, max. 10 m
Korrelationseinheit 11a:	1-8 m, max. 13 m (Glückauf-Schacht)
Korrelationseinheit 10:	2-11 m, max. 12 m (Flözmächtigkeit bis 3,50 m)
Korrelationseinheit 9:	(4-) 10-20 m, max. 22 m
Korrelationseinheit 8:	stark schwankend, 5-25 m, max. 40 m (Bahnhofschacht), Flözmächtigkeiten bis 2 m.

Besondere Korrelationshorizonte:

Flözkomplex Ludwig (10; nur im Stadtfeld)
Zwickauer Hauptkonglomerat (9)
Flözkomplex Segen-Gottes (8; nur im Stadtfeld).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Fluviatile deltoide Schüttungsfächer (braided river), örtlich limnische Bildungen und Moore. Schüttung des Zwickauer Hauptkonglomerats hauptsächlich von Norden und Nordosten, des Unter-Amandus-Sandsteins aus nördlichen und südlichen Richtungen.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Im Gebiet um den Reinhold-Schacht im Hangenden von Flöz Ludwig, obere Abteilung horizontgebundene synsedimentäre bis frühdiagenetische Siderit- und Dolomit(?)-lagen und -bänke.

Magmatismus:

Lokal basaltoider Vulkanismus (Cainsdorfer Melaphyr) im Bereich der Korrelationseinheiten 8 (-9).

Fossilführung:

Über 100 horizontierte Pflanzenfunde: häufig Artikulaten, meist Durchläufer, mehrfach Alloiopteriden als Nachläufergruppe aus Westfal C und tiefem Westfal D, alle drei bekannten Linopteris-Arten von Zwickau und die diverse Pecopteridenflora als Beleg für junges Westfal D; Sporengesellschaft der Sporenzone WZ 1; offenbar bisher keine Fauna bekannt.

Deformation und Metamorphose:

Keine Schieferung; noch Diagenese-Bereich (<200 °C).

Stratigraphisches Alter :

Nach Makroflora höheres bis höchstes CwD; nach Sporeninhalt tieferes Westfal D.

3.2.3 Marienthal - Pöhlauer Schichten
(Korrelationseinheiten 12-18)

Dieser flözreichste und damit produktivste Teil des Zwickauer Oberkarbons zeichnet sich durch rasch erlöschende Reliefenergie gegenüber den Schedewitzer Schichten aus. Infolgedessen herrschen als Nebengesteine der Flöze oft Pelite (Schieferschluffe und -tone) vor. Konglomerate sind absätzig und weit seltener; fluviatile Feinsandsteine überwiegen gegenüber den gröberen Varietäten. Ob die letztgenannte Aussage auch für das Stadtfeld gilt, lässt sich wegen des Mangels ausreichend aussagekräftiger Dokumentationen dort nicht beurteilen. Der Profilabschnitt ist der Hauptteil des von HOTH (1984: 9-12) ausgeschiedenen „Hauptflözkomplexes". 7-8 oft relativ mächtige Flöze (*Amandus* = Korrelationseinheit 12a, (?) *Tiefes Planitzer Flöz, obere Abteilung* = 13c, *Rußkohlenflöz III* = 14a, *Rußkohlenflöz I* =14e, *Schichtenkohlenflöz II* = 15a, *Schichtenkohlenflöz I* = 16, *Zachkohlenflöz II* = 18 tieferer Teil, *Zachkohlenflöz I* = 18 höherer Teil) und 2-3 geringer mächtige Flözhorizonte (*Tiefes Planitzer Flöz, mittlere Abteilung* = 13a und *(?) obere Abteilung* = 13c sowie *Rußkohlenflöz II* = 14c) sind über weite Teile des Reviers verbreitet. Die Einzelmächtigkeiten der Flöze erreichen 2,5-4 m. Bei Flözscharungen (Rußkohlenflöz im Stadtfeld) steigt die Mächtigkeit auf 6-8, max. 10 m an. Der Gesamtkohlenanteil liegt zwischen 5 und 12, max. 18 % der Schichtenmächtigkeit. In Teilen des Mülsenfeldes und an seinem Ost- und Südostrand sind die tieferen Flöze des Schichtenkomplexes, insbesondere *Amandus* bis *Tiefes Planitzer*, *obere Abteilung,* durch Kohlestreifen und -lagen führende Schiefertone (Flözvertreter) ersetzt.

Das im Gesamtrevier am weitesten verbreitete ***Rußkohlenflöz I*** wurde für die Korrelationsprofile als **Hauptkorrelationsniveau** verwendet und als „Paläo-NN" angesetzt. Von diesem Bezugshorizont aus erfolgte die jeweilige Konstruktion der Einzelprofile. Zur ausreichenden Vergleichsmöglichkeit mit den Schichtenverzeichnissen der Bohrungen und Schächte wurden die Teufen und die NN-Höhen der Basis und des Tops der jeweiligen Oberkarbonprofile mit angegeben. Eine generalisierte Zusammenfassung der entworfenen 6 Korrelationsprofile stellt das Standardprofil (Beilage 3-1) dar.

Einzelheiten der Flözausbildung sind nach dem jetzigen Kenntnisstand von VOLKMANN und HOTH in Kapitel 3.3 dargestellt. Dementsprechende Beschreibungen für das Mülsenfeld finden sich bei HERFURTH & SÜß (1964b: 16-24). Historische Beschreibungen hauptsächlich aus dem Stadtfeld finden sich z. B. bei SIEGERT (1901: 30-46).

Unter den Grobklastika der Marienthal-Pöhlauer Schichten herrschen weitflächig verbreitete „braided river"-Ablagerungen vor (Korrelationseinheiten 12b, 13b, 13d, 15b, 15d, 17). Feinsandsteine sind weit häufiger als im Liegenden und Hangenden, Konglomerate spielen nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Schüttungen erfolgten vielfach aus südlichen Richtungen mit Höhepunkt zur Bildungszeit des Rußliegend- (13d) und Unteren Schichtensandsteins (15b). Nur während der Bildung des Planitz-Sandsteins (13b) herrschte - quasi als Rückfall in frühere Verhältnisse - Sedimentlieferung vom nördlichen Beckenrahmen. Im Bereich des Reinsdorfer Schüttungsfächers war zur Bildungszeit der Marienthal-Pöhlauer Schichten die Grobklastit-Sedimentation recht intensiv. Die Moorverbreitung wurde nach Nordwesten, Norden und Nordosten abgedrängt und zeichnet so distale Fächerbereiche deutlich nach. Erwähnenswert sind auch mehr rinnenförmige Sandsteine wie der Rußsandstein (14b), die bei linearer Erstreckung stark wechselnde Mächtigkeit haben und oft deutlich diskordant ihrem Liegenden auflagern. Die Erosion greift möglicherweise teilweise bis auf Korrelationseinheit 13d hinab (vgl. Korrelationsprofil 3). Bei den Flözprofil-Aufnahmen war die erosive Basis des Russsandsteins gelegentlich auch direkt aufgeschlossen (vgl. Profile 35 und 36 im Anhang). Verstärkte Basiserosion kann lokal auch bei andern Sandsteinhorizonten beobachtet werden.

Der Korn- und Geröllbestand der Grobklastite in den Marienthal-Pöhlauer Schichten (MPSch) unterscheidet sich nur relativ geringfügig von dem der Schedewitzer Schichten. Immerhin ist der Gehalt an Hornsteinen und Eisenkieseln geringer, ebenso der Anteil an gelblichgrauen Phylliten. Feldspat und Hellglimmer sind offenbar häufiger und anscheinend auch der Gehalt an Glimmerschiefer, was auf ein tieferes Anschnittsniveau im Liefergebiet weist. Alaunschiefer waren wie in den Schedewitzer Schichten offenbar nur auf dem Weg aus nördlichen Liefergebieten angeschnitten, sie werden aus dem Planitz-Sandstein (13b) beschrieben.

Innerhalb der MPSch erreichen synsedimentäre Kalksteinhorizonte ihre größte Verbreitung. Auch Siderithorizonte als Knollenlagen und -bänke sind nicht selten. Allerdings ist der diesbezügliche Dokumentationsstand sehr unterschiedlich.

Die Gesamtmächtigkeit der MPSch ist relativ ausgeglichen und schwankt zwischen 75 und 115 m, nur um den Vertrauensschacht steigt sie infolge der Mächtigkeitszunahme im Planitz-, Schichten- und Unterzachensandstein bis auf knapp 150 m an.

Der Fossilinhalt dieser Schichtenfolge ist der bestbekannte im Zwickauer Karbonprofil. Neben einer sehr reichen Makro- und Mikroflora sind mehrfach Insekten, Crustaceen und Tetrapodenfährten gefunden worden.

Stratigraphisch gehört die Schichtenfolge weitgehend

zur Sporenzone WZ2 von DÖRING (s. Kap. 4.2) und damit in den mittleren Teil des CwD. Nur in Korrelationseinheit 18 (Niveau der Zachkohlenflöze) sind bereits spinose monolete Sporen ein häufiges Mikroflorenelement, weshalb diese Lithoeinheit bereits zur Sporenzone WZ 3.1 gehört, die als höheres CwD gilt. Die Makroflora weist mit hoher Diversität bei den Pecopteriden sowie verstärktem Auftreten von Odontopteriden und *Dicksonites pluckenetii* ebenfalls auf hohes wenn nicht höchstes Westfal D hin.

Zusammenfassende Charakteristik der Marienthal-Pöhlauer Schichten

Flözreichste Einheit des Zwickauer Oberkarbons im mittleren Teil des Profils, Korrelationseinheiten 12-18. Im Sinne einer Zyklengliederung könnte die liegende Korrelationseinheit 11c als Basiskonglomerat der Marienthal-Pöhlauer Schichten angesehen werden.

Mögliche Symbolik: CwD_2 bzw. C_2-*Pöh*.

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung: (sachlich): MIETZSCH (1877a: 10-15); SIEGERT (1901: 30-46).
Erstdefinition: SCHNEIDER, RÖßLER et al. (2005).

Definitionsergänzungen: Hier.

Synonyme:

Unterer *Flö*zzug z. T. bis fast vollständiger mittlerer *Flötz*zug (MIETZSCH 1877a: 10-15); Zone des Tiefen Planitzer *Flötzes* bis Zone des Zachkohlen*flötz*es; (SIEGERT 1901: 30-46); Mittlere Flözgruppe (PIETZSCH 1942: 246, 1951: 53, 1962: 231); Untere Flözgruppe zum Teil + Mittlere Flözgruppe (DABER 1957: 45, DABER in PIETZSCH 1962: 249); Hauptflözkomplex (HOTH 1984: 9-12); DÖRING, HOTH, KAHLERT (1988: 19-20).

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung: Nach Hauptverbreitungsgebiet Zwickau-Planitz, -Marienthal und -Pöhlau („Planitz“ präokupiert durch Planitz-Formation des Oberrotliegend I).
Typusprofile: Schächte zwischen Planitz, Marienthal und Pöhlau.

Lithologie:

Typusgesteine: Schieferschluffe und -tone, Steinkohle, Sandsteine.

Generelle lithologische Charakteristik:

Wechsellagerung von grauen Schieferschluffen oder dunkelgrauen Schiefertonen mit Sandsteinen und 6 Flözen bzw. Flözkomplexen.

Lithologische Zusammensetzung:

Schieferschluffe	15-35 %
	max. 50 %
Schiefertone	5-25 %
Sandsteine	20-40 %
	(Fs ca. 2/3, Ms-Gs 1/3)
Steinkohle	5-12 %
	max. 18%
örtlich Siderit und Karbonatgesteine	3-7 %
Konglomerate	1-5 %.

Verbreitung: Gesamtes Revier.

Obergrenze: Top des Zachkohlen-Flözkomplexes (Korrelationseinheit 18) bzw. Basis des Überzachensandsteins (Korrelationseinheit 19).
Untergrenze: Basis des Flözkomplexes Amandus (Korrelationseinheit 12a) bzw. Top des Unter-Amandus-Sandsteins (Korrelationseinheit 11c).

Im Sinne einer Zyklengliederung könnte die liegende Korrelationseinheit 11c als Basiskonglomerat der Marienthal-Pöhlauer Schichten angesehen werden.

Mächtigkeit: 75-115 m, max. 149 m (Vertrauensschacht).

Spezielle stratigraphische Gliederung:

In Korrelationseinheiten 12-18 (siehe Korrelationsprofile 1-3; Beilagen 3-2 bis 3-4).

Charakteristisch sind:

Korrelationseinheit 18:	Zachkohlen-Flözkomplex; örtlich weiter gegliedert, z. B. 18b: Zachensandstein
Korrelationseinheit 17:	Unterzachensandstein
Korrelationseinheit 16:	Schichtenkohlen-Flözkomplex I
Korrelationseinheit 15d:	Oberer Schichtensandstein
Korrelationseinheit 15b:	Unterer Schichtensandstein
Korrelationseinheit 15a:	Schichtenkohlenflöz II und Begleitgesteine
Korrelationseinheit 14:	Komplex der Rußkohlenflöze I-III mit Rußsandstein (14b), gegliedert in 14a-e
Korrelationseinheit 13d:	Rußliegendsandstein
Korrelationseinheit 13c:	Tiefes Planitzer Flöz, obere Abteilung und Begleitgesteine
Korrelationseinheit 13b:	Planitz-Sandstein
Korrelationseinheit 12b:	Amandus-Sandstein
Korrelationseinheit 12a:	Flözkomplex Amandus.

Lithologische Zusammensetzung von Einzelgliedern:

siehe Korrelationsprofile 1-3.

Mächtigkeit von Einzelgliedern:

Korrelationseinheit 18:	(7-) 10-15 (-18) m
Korrelationseinheit 17:	5-15 m, max. 18 m (Vertrauensschacht)

Korrelationseinheit 16:	5-15 m
Korrelationseinheit 15d:	0-10 m, max. 15 m
Korrelationseinheit 15b:	(1,5-) 5-15 m
Korrelationseinheit 15a:	1-7 m
Korrelationseinheit 14:	(0-) 5-15 m, max. 20 m (14b: 5- max. 20 m)
Korrelationseinheit 13d:	3-15 m, max. 20- ?25 m
Korrelationseinheit 13c:	(1-) 3-10 m, max. 13 m
Korrelationseinheit 13b:	1-10 m, max. 15 m
Korrelationseinheit 12b:	(1-) 5-12 m
Korrelationseinheit 12a:	3-10 m, max. 15 m (Vertrauensschacht).

Besondere Korrelationshorizonte:

Zachkohlen-Flözkomplex (18)
Rußkohlenflöz I (14e; als Hauptkorrelationsniveau benutzt)
Rußliegendsandstein (13d)
Flözkomplex Amandus (12a; im äußersten Osten problematisch).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Oft ausgedehnte Vermoorung infolge nachlassender Reliefenergie („Hauptflözkomplex"). An die Stelle von Konglomeraten treten mächtige fluviatile Sandsteinhorizonte (siehe oben). Die Marienthal-Pöhlauer-Schichten repräsentieren eine Zeit verstärkter Schüttung von Süden her (Ausnahme Planitz-Sandstein). Die Flözverbreitung zeichnet deutlich distale Fächerbereiche nach, so z. B. das Rußkohlenflöz I die NW-, N- und NO-Front des Reinsdorfer Schüttungsfächers.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Im Bereich der Schichtenkohlenflöze erreichen synsedimentär bis frühdiagenetisch gebildete Siderit- und Dolomithorizonte als Knollenlagen und Bänke die größte, oft horizontbeständige Verbreitung (z. B. Reinhold-Schacht, Vereinsglück-Schacht, Brg. Mülsengrund 16) Achtung! Dokumentationsstand sehr unterschiedlich.

Magmatismus: Keiner.

Fossilführung:

Annähernd 450 horizontierte Pflanzenfossilien: sehr unterschiedliche Zusammensetzung der Flora über den einzelnen Flözen, im höheren Abschnitt häufigstes Auftreten von Lycopsiden, zunehmende Diversität der Pecopteridenflora und häufigeres Auftreten von Odontoperiden sowie der Linopteriden spricht für höheres bis sehr hohes Westfal D; Sporengesellschaft der Sporenzone WZ 2 und im Zachen-Niveau WZ 3.1; Phyllopoden, Arachnoideen, Insekten, Tetrapodenfährten, (?)Fischkoprolithen.

Deformation und Metamorphose:

Keine Schieferung; noch Diagenese-Bereich (<200 °C).

Stratigraphisches Alter:

Nach Sporeninhalt Westfal D; nach Makroflora höheres bis höchstes Westfal D.

3.2.4 Oberhohndorfer Schichten
(Korrelationseinheiten 19-26)

Dieser höchste Abschnitt des Zwickauer Oberkarbonprofils ist infolge der hochkarbonisch-unterpermischen Abtragung auf zwei kleinere Verbreitungsgebiete beschränkt. Einmal treten die Oberhohndorfer Schichten im Südostteil des Stadtfeldes im Wesentlichen östlich der Zwickauer Mulde auf, zum anderen finden sie sich in den zentralen Teilen des Mülsenfeldes. Es handelt sich hier um einen maximal fünfmaligen Wechsel zwischen relativ grobklastischen Schüttungen konglomeratischer Sandsteine bis Konglomerate einerseits und 1-2,5 m mächtigen Flözen andererseits. Im Stadtfeld rund um Oberhohndorf fehlen Konglomerate fast völlig und pelitische Gesteine überwiegen weit. Der im Nordosten des Reviers charakteristische grobe rhythmische Wechsel des Sedimentationsregimes ist hier nur angedeutet. Dessen ungeachtet setzt die Subformation in beiden Feldesteilen mit dem Überzachen-Sandstein ein, der im Nordosten bis reichlich 50 % Konglomerate und Grobsandsteine enthalten kann (Martin Hoop-Schacht IX). Darüber folgt mit dem *Lehekohlenflöz* bzw. seinem Vertreter (Kohlemächtigkeit <0,40 m) das erste der fünf Flöze der Wechselfolge. Der auffällige durch Wiedererhöhung der Reliefenergie hervorgerufenen Sprung im Sedimentationsregime ab Basis Oberhohndorfer Schichten ist wahrscheinlich auch der Grund, weshalb diese stratigraphische Einheit seit PIETZSCH (1942) über DABER (1957) bis heute in ihren Grenzen nicht mehr verändert wurde.

Der Gesamtkohleanteil an der Schichtenfolge ist weiterhin hoch, er liegt bei 10 bis über 20 % und verteilt sich auf die folgenden Flöze:

- das schon genannte *Lehekohlenflöz* (Korrelationseinheit 20), das wegen des in ihm enthaltenen **Lehestreifens**, einer 1-3 cm mächtigen, 1,20 m über der Flözbasis gelegenen vulkanischen Kaolinitgraupen-Tonsteinlage, besonders bekannt ist; Kohlemächtigkeiten zwischen 0,50 und 2,20, max. 2,60 m;
- das wesentlich geringer mächtige *Scherbenkohlenflöz* (Korrelationseinheit 22) mit 0,40 bis 1,30, max. 1,95 m Kohlenmächtigkeit, das im Mülsenfeld oft nur in Form von Flözvertretern vorliegt;
- das *Ellige Flöz, Unterbank* (Korrelationseinheit 24a), das wahrscheinlich dem dreieinhalbelligen Flöz von Oberhohndorf entspricht, mit 0,60 bis 2,30 m, max. 3 m Kohlenmächtigkeit;
- das 1,25 bis 1,30 m Kohle führende *zweiellige Flöz* des Stadtfeldes (Grenzbereich zwischen Korrelationseinheiten 23 und 24a) gehört wegen der geringen Zwischenmittelmächtigkeit am ehesten zur Unterbank der Elligen Flöze;
- das *Ellige Flöz, Oberbank* (Korrelationseinheit 24c), das wahrscheinlich ein Zeitäquivalent des dreielligen Flözes des Stadtfeldes ist, enthält dort

max. 1,89 m Kohle und führt im Mülsenfeld 1,50 bis max. 3,00 m Kohle.

Die *Elligen Flöze* sind i. A. besonders schwefel- und aschearm, was mit dem Auftreten meist nur sehr feiner Pelitlagen in den Flözen korrespondiert. Einzelheiten der Flözausbildung sind von VOLKMANN und HOTH in Kap. 3.3 dargestellt. Beschreibungen aus den sechziger Jahren für das Mülsenfeld finden sich bei HERFURTH & SÜß (1964b: 24 ff., allerdings bezogen auf den stratigraphischen Kenntnisstand Mitte der sechziger Jahre). Historische Darstellungen aus dem Raum Oberhohndorf liegen bei DALMER (1884: 65-67) und SIEGERT (1901: 46-49) vor.

Die Grobklastite der Oberhohndorfer Schichten (Korrelationseinheiten 19, 21, 23, 24b und 25; Einzelheiten in Beilage 3-12 zu Kap. 3.5) lassen wegen ihrer geringen reliktischen Verbreitung paläogeographische Aussagen kaum noch zu. Eine Konglomeratanteil/Mächtigkeitsanalyse ist eingeschränkt nur noch für Korrelationseinheit 19 (ÜberzachenSandstein) möglich und ergibt für das Mülsenfeld einen Transport aus nördlichen Richtungen (vgl. Kap. 3.5). Für die einzelnen Sandsteinvorkommen im südlichen Stadtfeld: Schacht Saferts Erben und (?) südlich Oberhohndorf (SIEGERT 1901: 46) kommt dagegen wohl nur Sedimentzufuhr aus südlichen Richtungen in Frage. Dabei ist die Existenz von Rinnensandsteinen zu erwägen. Die Auswertung der wenigen Daten über die höheren Grobklastika wird dadurch erschwert, dass der entsprechende Restraum von postkarbonischen Rinnen zerschnitten ist.

Während der Bildung von Korrelationseinheit 21 (Überlehe-Konglomerat) ist für das Mülsenfeld ein Transport aus südlichen Richtungen unwahrscheinlich, Konglomerat- und Grobklastitführung steigen unstetig nach Nordosten. Im Stadtfeld sind infolge des Fehlens ausreichend guter Schachtdokumentationen im Raum Oberhohndorf die Verhältnisse undurchsichtig. Außer den bekannten mächtigen Sandsteinpaketen im Raum der Schächte Reinhold, Altgemeinde II (Saferts Erben), Falk und Forst werden von DALMER (1884: 65) auch Sandsteine mit vielen Einlagerungen von Konglomerat angegeben, allerdings ohne Fundortbenennung. Nur im Bereich von Morgensternschacht II (Martin Hoop Schacht II) sind schwache Konglomeratbänke belegt.

Korrelationseinheit 23 (Überscherben-Sandstein) ist nur im Nordosten des Reviers verbreitet. Im Raum Oberhohndorf treten im Niveau zwischen Scherbenkohlenflöz und den Elligen Flözen nach bisheriger Kenntnis nur Pelite auf. Im Mülsenfeld scheidet eine Sedimentlieferung aus südlicher bis östlicher Richtung aus, am wahrscheinlichsten sind dort nach der Konglomerat-/Pelitverteilung zungenförmige Fächerfronten von Nordwesten her.

Im Bereich des Ellenkonglomerats (Korrelationseinheit 24b) liegen bei jetzt linearer Verteilung die höchsten Grobklastit- und Konglomeratanteile im Nordosten, die Horizontmächtigkeit steigt ebenfalls in diese Richtung. Auch hier muss ein rinnenförmiges Auftreten des Konglomerats erwogen werden.

Die bisher vorliegenden Daten aus dem Niveau Überellen-Sandstein (Korrelationseinheit 25) schließen Sedimentlieferung aus südlichen Richtungen aus, sie weisen eher auf Transport aus Nordwesten hin.

Zusammenfassend ist damit festzuhalten, dass für die Grobklastite der Oberhohndorfer Schichten vorwiegend Sedimentschüttung aus nördlichen Richtungen - leicht bevorzugt aus Nordosten - anzunehmen ist. Transport aus südlichen Richtungen spielt nur untergeordnet eine Rolle; insofern ist HOTH (1984: 12) zu korrigieren.

Synsedimentäre Kalksteinhorizonte treten ebenso wie in den MPSch gelegentlich auf. Kurzbeschreibungen liegen aus den Korrelationseinheiten 20, 21 bis 23 vor. Es handelt sich hierbei meist um Nester sowie Bänke von Tutenmergel und um Kalzitschmitzen im Siltstein. - Die Sideritführung ist offenbar geringer als tiefer im Karbonprofil.

Die heute erhaltene Gesamtmächtigkeit der Oberhohndorfer Schichten wird von der späteren Erosion bestimmt und erreicht max. 40-43 m.

Im Bereich des Reinsdorfer Schüttungsfächers sind bisher keinerlei Anhaltspunkte für die Existenz der Korrelationseinheiten 19 bis 26 vorhanden, wenngleich ihr Auftreten in seinen nördlichen Teilen nicht ganz auszuschließen ist.

Der Fossilinhalt der Subformation ist ähnlich mannigfaltig wie im Liegenden. Neben einer reichen auf CwD weisenden Makroflora und zahlreichen Sporen sind Insekten, Crustaceen und Arthropoden nachgewiesen.

Stratigraphisch wird die Subformation den Sporenzonen WZ3.1 und WZ3.2 von DÖRING (s. Kap. 4.2) zugeordnet. Zur Zone WZ 3.1 gehört ihr gesamter unterer Teil bis hinauf zum Scherbenkohlenflöz, also die Korrelationseinheiten 19-22. WZ 3.1 gilt als oberes Westfal D (vgl. Kap. 4.2). - Für den höheren Teil der Oberhohndorfer Schichten, d. h. für die Korrelationseinheit 23-25, das ist der Bereich mit den Elligen Flözen, sind die Verhältnisse komplizierter. Neben zahlreichen Sporen, deren Hauptverbreitung an der Saar im höheren Westfal endet, treten mit *Punctatosporites obliquus*, *P. rotundus* und *Microsporites radiatus* bereits Sporen auf, die an der Saar in größeren Anteilen erst in der Sporenzone SL03, d. h. im tiefsten Stefan vorkommen (siehe auch DÖRING et al. 1988, Tab. S. 22). Für diesen hohen Profilabschnitt des Zwickauer

Oberkarbons könnte auf der Basis der palynologischen Untersuchungen stefanisches Alter in Erwägung gezogen werden. Die Makroflora hingegen zeigt keinen Hinweis auf Stefan, selbst Cantabrium lässt sich nicht schlüssig nachweisen.

Zusammenfassende Charakteristik der Oberhohndorfer Schichten

Höchste flözführende Einheit des Zwickauer Oberkarbons**,** (Korrelationseinheiten 19-25).

Mögliche Symbolik: CwD-(?)CsA bzw. C_2*Ohf*.

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung (sachlich): MIETZSCH (1877a: 15-16).
Erstdefinition: HOTH (1984: 12-13).

Definitionsergänzungen**:** DÖRING, HOTH, KAHLERT (1988, S. 19/20, 22); Hier.

Synonyme**:**

Mittlerer z. T. und Oberer *Flötz*zug (MIETZSCH 1877a: 15f.); Zone des *Lehekohlenflötzes* bis Zone der drei hangenden *Flötze*; (SIEGERT 1901: 46-49); Obere Flözgruppe (PIETZSCH 1942: 246; 1951: 53; 1962: 231; DABER 1957: 45).

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung: Nach dem ersten bekannten Verbreitungsgebiet dieser Einheit um Zwickau-Oberhohndorf.
Typusprofile: Bohrungen und Schächte im Bereich Mülsen St. Niclas, Schächte im Bereich Oberhohndorf (Dokumentationen allerdings bisher nicht aufgefunden).

Lithologie:

Typusgesteine: Konglomerate, konglomeratische Sandsteine, Steinkohle.

Generelle lithologische Charakteristik:

Rhythmische Wechsellagerung von Konglomeraten bzw. konglomeratischen Sandsteinen mit Steinkohle und ihren Begleitschiefern.

Lithologische Zusammensetzung:

Konglomerate	10-25 %
Feinsandsteine	10-25 %
Schiefertone	10-25 %
Schieferschluffe	10-20 %
Steinkohle	10-20 %
Mittel- bis Grobsandsteine	7-12 % .

Verbreitung:

Infolge der prä- und intrarotliegenden Erosion nur Restvorkommen bei Oberhohndorf (vgl. SIEGERT 1901: 44 und 46 f.) und Mülsen St. Niclas.

Obergrenze: Rotliegend-Erosionsfläche (Basis Graues Konglomerat).
Untergrenze: Basis des Überzachensandsteins (Korrelationseinheit 19) bzw. Top des Zachen-Flözkomplexes (Korrelationseinheit 18).
Mächtigkeit: 30-43 m (oft durch prä- und intra-Rotliegend-Erosion reduziert).

Spezielle stratigraphische Gliederung:

Korrelationseinheit 25: Überellen-Sandstein (nur Umgebung Martin-Hoop-Schacht IX und Brg. Mül 8).
Korrelationseinheit 24: Ellige Flöze (24a und 24c) mit Ellen-Konglomerat (24b)
Korrelationseinheit 23: Überscherben-Sandstein
Korrelationseinheit 22: Scherbenkohlenflöz und Begleitgesteine
Korrelationseinheit 21: Überlehe-Konglomerat
Korrelationseinheit 20: Lehekohlenflöz und Begleitgesteine
Korrelationseinheit 19: Überzachen-Sandstein.

Lithologische Zusammensetzung von Einzelgliedern:

(siehe Korrelationsprofile 1-3, Beilagen 3-2 bis 3-4)

Mächtigkeit von Einzelgliedern:

Korrelationseinheit 25:	4-6 m
Korrelationseinheit 24:	10-23 m
(Ellenkonglomerat	2-10 m)
Korrelationseinheit 23:	2-5 m
Korrelationseinheit 22:	(1-) 4-5 m
Korrelationseinheit 21:	3-6 m
(südwestl. Oberhohndorf	18-25 m)
Korrelationseinheit 20:	2-5 m
	max. ?8 m
Korrelationseinheit 19:	2-5 m
(bei Schacht Saferts Erben	max. 14 m).

Besondere Korrelationshorizonte:

Ellige Flöze, Unter- und Oberbank (24a und 24c)
Überlehe-Konglomerat (21)
Lehekohlenflöz (20)
Überzachen-Sandstein (19).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Vier- bis fünfmaliger Wechsel zwischen grobklastischen Schüttungen (Konglomerate bis oft gröbere Sandsteine vor allem vom nördlichen Beckenrand) und Vermoorungen vor den vorrückenden und zurückweichenden Fächerfronten.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Mehrfach karbonatische Horizonte (in Korrelationseinheiten 20 bis 23) meist als Tutenmergelnester und -bänke (vgl. Tab. 3-7).

Magmatismus:

Im Lehekohlenflöz tritt nahe dessen unterer Grenze ein i. A. 1-3 cm, max. 10 cm mächtiger hell gesprenkelter Kaolinitgraupen-Tonstein auf (SIEGERT 1901: 13, PIETZSCH 1962: 234, RÖßLER et al. 1967: 19ff.), der als Anzeichen einer kurzzeitigen Tufferuption gilt.

Fossilführung:

Etwa 280 horizontierte Pflanzenfossilien: ähnliches Bild wie im Bereich der Schedewitzer Schichten, Pecopteridendiversität nachweisbar höher, verstärktes Auftreten von *Praecallipteridium subdavreuxii*; Sporengesellschaft der Sporenzone WZ 3.1 und WZ 3.2 (Bereich der Elligen Flöze); Phyllopoden, Isopoden, (?)Bohrgänge von Insekten.

Deformation und Metamorphose:

Keine Schieferung; noch Diagenese-Bereich (<200 °C).

Stratigraphisches Alter:

Nach Sporeninhalt hohes Westfal D (-?)Stefan A);
nach Makroflora hohes bis höchstes Westfal D.

3.3 Kohlenpetrographie und Flözausbildung (N. VOLKMANN, K. HOTH)

Synsedimentär wirkende Veränderungen von Senkungsgeschwindigkeit und Beckengeometrie bewirkten, dass das bis zu 340 m mächtige Westfal D der ehemals im Abbau stehenden Zwickauer Steinkohlenlagerstätte sehr inhomogen ausgebildet ist. Der tiefste Teil der Abfolge (Untere Schedewitzer Schichten) ist flözfrei und rund 100 m mächtig. Er besteht vorwiegend aus Schiefertonen und Grobklastika. Flözführendes Oberkarbon beschränkt sich ausschließlich auf die 150-240 m mächtigen höheren Teile der Abfolge (Obere Schedewitzer bis Oberhohndorfer Schichten). Meist in Schiefertone eingebettet, sind hier bis zu 330 Kohlenlagen ausgebildet (vgl. DRESSEL et al. 2000: 10). Wie nachstehend ersichtlich, werden diese zu mehr als 15 Flözen (Mindestmächtigkeit 0,40 m), geordnet in drei Gruppen, zusammengefasst. Die Bezeichnungen der Flöze sind dabei historisch gewachsen (MÜLLER 1877, ARNOLD 1900: 24-28). Eine heute noch gebräuchliche Flözgruppen-Gliederung geht auf PIETZSCH (1942) zurück und umfasst vom Hangenden zum Liegenden die unten aufgeführten Einheiten. Im Gegensatz zum Stadtfeld sind im Mülsenfeld die gesamten Schedewitzer Schichten und meist auch die tieferen Teile der Marienthal-Pöhlauer Schichten flözfrei, wodurch sich dort die Anteile des „Flözleeren“ deutlich erhöhen.

Obere Flözgruppe mit

- Dreielligem Flöz (entspricht Elligem Flöz, Oberbank),
- Dreieinhalbelligem Flöz (entspricht Elligem Flöz, Unterbank),
- (Zweielligem Flöz),
- Scherbenkohlenflöz und
- Lehekohlenflöz;

Mittlere Flözgruppe (= i. W. Hauptflözkomplex; HOTH 1984), bestehend aus

- Zachkohlenflöz (2-teilig),
- Schichtenkohlenflöz (2-teilig),
- Rußkohlenflöz (I-III) und
- Tiefem Planitzer Flöz, sowie die

Untere Flözgruppe mit

- Ludwigflöz und
- Segen-Gottes-Flöz (3-teilig).

Einige der Flöze sind durch Mitteleinlagerungen in mehrere Bänke gespalten. Liegen Zwischenmittel-Mächtigkeiten von mehreren Metern vor, werden diese Flözbereiche oft als selbstständige Abteilungen und Flöze (z. B. untere Abteilung des Tiefen Planitzer Flözes = Amandusflöz) ausgehalten.

Hinsichtlich des kohlenpetrographischen Aufbaus existieren in der Literatur zum Zwickauer Steinkohlenbergbau zwei dominante, bergmännisch geprägte Begriffe: Rußkohle und Glanzkohle. **„Rußkohle“** bezieht sich eindeutig auf stark abfärbende Partien fossiler Holzkohle (makropetrographisch **Fusain**), weitgehend entstanden in Phasen intensiver Moorbrände. Der Begriff **„Glanzkohle“** ist hingegen als sehr grobe Verallgemeinerung im Gebrauch. Er umfasst sowohl die eigentliche Glanzkohle, den makropetrographisch erkennbaren Lithotyp (= Streifenart) **Vitrain** der internationalen petrographischen Nomenklatur (ICCP 1963, 1971, 1975, 1993), als auch die Mattkohle (makropetrographisch **Durain**) sowie die oft feinlamelliert erscheinende Mixtur zwischen Vitrain und Durain, den in der Regel schwach seidenglänzenden **Clarain** (makropetrographisch Halbglanzkohle).

Aus petrographischer Sicht sind sämtliche Flöze als fein- bis grobstreifige Glanzstreifenkohlen mit unterschiedlich hohen Rußkohlen-Beimengungen charakterisierbar (HARTLIEB 1964). Selbst das Rußkohlenflöz ist bei namengebend hohen Fusain-Gehalten im SO, im NW seines Verbreitungsgebietes arm an fossiler Holzkohle.

Auf Besonderheiten im mikroskopischen Feinbau der Kohlen wird, soweit Analysendaten verfügbar sind, bei der Besprechung der Flöze eingegangen. Nachstehende Übersicht informiert über die zum Verständnis dieser Aussagen notwendige kohlenpetrographische Nomenklatur (vgl. Tab. 3-1).

Als Macerale (STOPES 1935; Endsilbe *...init*) werden die kleinsten mikroskopisch homogenen Grundbe-

standteile der Kohlen bezeichnet. Mikrolithotypen (ICCP 1963, 1971; Endsilbe ...„it“) stellen typische Maceral-Vergesellschaftungen (= Maceral-„Paragenesen“) mit einer Mindest-Streifenbreite von 50 µm dar. Ihre Abgrenzung erfolgt weitgehend nach technologischen Gesichtspunkten. Detaillierte Beschreibungen der Mikrokomponenten sind u. a. zu entnehmen: ICCP 1963, 1971, 1975, 1993, STACH 1982, TEICHMÜLLER et al. 1998, VOLKMANN 1991.

Für die Zwickauer Steinkohlen gilt folgende grundlegende mikropetrographische Charakteristik:

Analog zur makroskopischen Dominanz von Glanzstreifenkohlen bestehen die Flöze vor allem aus Komponenten der Maceralgruppe Vitrinit (vgl. Tab. 3-1, Tafeln 3-1 bis 3-3 im Anhang). In der Regel handelt es sich dabei um völlig texturlosen Collinit (Tafel 3-1, Fig. 1; Tafel 3-2, Fig. 11, 12). Gewebeelemente zeigender Telinit (Tafel 3-1, Fig. 2) ist hingegen selten; eine mineralische Verunreinigung des Vitrinits außerhalb der Versteinungsbereiche untypisch. Gelegentlich findet sich im geschlossenen Flöz Pyrit im Vitrit (Tafel 3-1, Fig. 6). Der Mikrolithotyp Clarit (Tafel 3-1, Fig. 3, 4, 5; Tafel 3-2, Fig. 9, 10), vorwiegend bestehend aus Maceralen der Vitrinit- und Liptinit-Gruppe, ist hingegen oft durch Ton und Eisensulfide verunreinigt. Bis auf autochthone Algenkörper (= Alginit; Tafel 3-2, Fig. 10) erscheinen die meist in Form von Mikrosporen (= Sporinit; Tafel 3-2, Fig. 10) vorliegenden übrigen Liptinite eingeweht. Oft finden sich Anzeichen mechanischer Zerstörung, ggf. infolge mehrfacher Umlagerung.

Im Gegensatz zum Clarit des benachbarten Oelsnitzer Reviers mit dickwandigen sog. Crassi-Sporen, sind für die Zwickauer Teilsenke dünnwandige Mikrosporen typisch (= Tenuiclarit; HARTLIEB 1964). Auffallend selten treten Kutikulen auf (= Kutikulen-Clarit; Tafel 3-3, Fig. 13). Die Aussagen zum Clarit treffen auch auf Liptinit-Beimengungen im Mikrolithotyp Durit zu: Megasporen (Tafel 3-2, Fig. 9) sind selten, die Menge und Beschaffenheit der Mikrosporen (Tafel 3-3, Fig. 14, 15) ist sehr heterogen, wobei ausschließlich dünnwandige Tenui-Sporen unterschiedlicher Erhaltung vorliegen.

Die Maceralgruppe Inertinit ist vor allem durch Fusit-Fragmente (Tafel 3-2, Fig. 7,8; Tafel 3-2, Fig. 11), das ebenfalls thermische Natur-Produkt Mikrinit, sowie Sclerotinit repräsentiert. Flözspezifische Besonderheiten existieren kaum. Faziell bedingt sind Menge, Formenvielfalt und Destruktionsgrad der Inertinite äußerst variabel.

Tab. 3-1: Mikrokomponenten der Steinkohlen; nach ICCP 1963

Maceralgruppen und Macerale *(Mikro-Gefügebestandteile)*					
Maceralgruppe **Vitrinit**		*Maceralgruppe* **Liptinit**		*Maceralgruppe* **Inertinit**	
Telenit	pflanzliche Gewebe mit erkennbaren Zellstrukturen	**Sporinit**	figurierte und destruierte Phytobitumina unterschiedlichster Zuordnung	**Fusinit**	thermische bzw. mikrobielle Inkohlungsprodukte humoser und bituminöser Ausgangssubstanzen; figuriert oder als Detritus; sowie Pilzdauersporen
Vitrodetrinit	feiner Detritus; Gewebefragmente	**Cutinit**		**Semifusinit**	
Collinit	amorphe, ehem. Holzsubstanz	**Resinit**		**Sclerotinit**	
		Alginit		**Macrinit/Micrinit**	
		Liptodetrinit		**Inertodetrinit**	

Mikrolithotypen	am Aufbau beteiligte Maceralgruppen
monomaceralisch:	
Vitrit	Vitrinit
Liptit	Liptinit
Fusit	Inertinit *(außer Mikrinit)*
bimaceralisch:	
Clarit	Vitrinit + Liptinit
Durit	Inertinit + Liptinit
Vitrinertit	Vitrinit + Inertinit
trimaceralisch:	
Duroclarit	Vitrinit + Liptinit + Inertinit
Clarodurit	Inertinit + Liptinit + Vitrinit

In ihrer flächenhaften Verbreitung zeigen die Flöze größte Verschiedenheit (vgl. Beilagen 3-5 bis 3-11). Primäre Ursache dafür ist zunächst die Veränderlichkeit des oberkarbonen Vermoorungsgebietes. Beginnend mit der ältesten Flözbildung im Westteil der Lagerstätte (Stadtfeld), werden nachfolgend die zentralen, südlichen und östlichen Bereiche, bis hin zum sog. Übergangsgebiet im Mülsenfeld, einbezogen (HARTLIEB 1964, HORST 1956, BLÜHER 1954, 1956, HOTH 1984). Natürliches Ausstreichen des Oberkar-

bons - eine weitere, wesentlich die Flözverbreitung beeinflussende Größe - ist nur auf einem schmalen Streifen im Südwesten und Süden der Lagerstätte, im Raum Niedercainsdorf-Bockwa, im Zentrum von Vielau, südwestlich und westlich von Friedrichsgrün und nördlich des Schlosses Wildenfels vorhanden (SIEGERT 1901, HOTH 1984). Tagesausstriche existieren in einem relativ begrenzten Abschnitt zwischen Bockwa und Cainsdorf.

Von besonderer Bedeutung sind die Einflüsse durch die erosive Abwaschung, sowie das Versteinen und Vertauben der Flöze. Diese Phänomene kontrollieren nicht nur wesentlich die Verbreitungsgrenzen, sie sind auch im Hinblick auf die Qualitätsentwicklung der Kohlen (Aschengehalt, Berge-Anteil) von Interesse.

Die Abwaschung der Flöze begann bereits im ausgehenden Oberkarbon durch ein mit seiner Hauptstromrichtung dem Streichen der Vorerzgebirgischen Senke folgenden Flusssystem. Es erfasste das gesamte Zwickauer Teilbecken und stellt für nahezu alle Flöze die nördliche, oft auch die westliche Begrenzung dar (Ausnahme: Primäre Endschaft Rußkohlenflöz I, südwestlich des Friedrich-Nickolay-Schachtes; HOTH 1984). Das durchschnittlich mit 2-10° (im zentralen Lagerstättenteil max. 20-30°) nach Norden einfallende flözführende Karbon wird diskordant vom Unterrotliegenden überdeckt. Dabei sind insbesondere die jüngeren Kohlenbildungen großflächig von der fluviatilen Erosion betroffen (vgl. Beilagen 3-10 und 3-11).

Ein Vertauben liegt bei Mächtigkeitsrückgang der Flöze unter die Bauwürdigkeitsgrenze vor. Ursache ist eine syngenetisch zur Vermoorung bestehende erhöhte Sedimentzufuhr in das Becken. Ebenso wie beim Versteinen - der verstärkten Beimengung tonigschluffiger Komponenten in die Kohlengrundmasse - sind insbesondere die Randbereiche der Flözverbreitung betroffen.

3.3.1 Flözcharakteristiken

Das **Segen-Gottes-Flöz,** besser die Flözgruppe Segen-Gottes (erste Charakteristik bei SIEGERT 1901: 21-27 und PIETZSCH 1962: 233), stellt die älteste bauwürdige Kohlenbildung im ehem. Zwickauer Revier dar. Sie ist nur im Westteil des Beckens als geschlossenes Flöz entwickelt und erreicht hier eine Mächtigkeit von bis zu 4 m bei maximal 0,5 m Bergeanteil (DRESSEL et al., 2000: 11). In östliche und südöstliche Richtung schieben sich Zwischenmittel ein, die das Flöz in drei Bänke (= Abteilungen) spalten. Im Wesentlichen bleibt die Flözgruppe auf das Stadtfeld südwestlich der Oberhohndorfer Hauptverwerfung beschränkt (vgl. Beilage 3-5).

Die **untere Abteilung** ist im Zeitraum zwischen 1890 und 1945 in einem ca. 2.000 m x 500 m bis 700 m großen NW-SO gestreckten Bereich bebaut worden. Dieser erstreckte sich aus dem Gebiet nordwestlich der Schächte Segen- und Hilfe-Gottes bis in die Nähe des Vereinsglück-Schachtes (Rechteck-Signatur in Beilage 3-5). Dadurch wird ein Gebiet geschlossener Flözverbreitung abgegrenzt. Die Kohlemächtigkeiten (auf Beilage 3-5 nicht dargestellt!) liegen allgemein zwischen 140 und 190 cm. Maxima von 250-280 cm werden vor allem im Nordwesten und Norden erreicht. „Kohlelöcher“ oder Bereiche extremer Mächtigkeitszunahme („Kohleknoten“) sind nicht zu erkennen. Der Bergegehalt ist oft hoch und beträgt nicht selten 30 bis 40 % der Flözmächtigkeit. Signifikant für den internen Flözaufbau ist ein hoher Rußkohlen-Anteil (HARTLIEB 1964).

Für Areale außerhalb des Abbaugebietes existieren kaum spezielle Angaben zur unteren Abteilung, so dass detaillierte Aussagen im Hinblick auf die Flözentwicklung nur sehr eingeschränkt möglich sind:

Nach Osten zerschlägt sich das Flöz. Existierte im Bürgerschacht I noch eine Kohlenmächtigkeit von 76 cm mit 29 cm Bergen, so fanden sich im Brückenberg-Schacht III (= Karl-Marx-Schacht III) nur noch 12 cm Kohle (Korrelationsprofil 3; Beilage 3-4). Diese Entwicklung wird durch ähnliche Ergebnisse aus den Tiefbauschächten bestätigt (vgl. SIEGERT 1901: 83).

In Richtung Norden (Korrelationsprofil 1; Beilage 3-2) fällt die Kohlenmächtigkeit rasch unter 150 cm (Bürgerschacht II). Selbst mit Hilfe der überlieferten Fahrjournale aus der Zeit 1871-73 sind die Verhältnisse im Bereich des Bahnhofschachtes nur schwer rekonstruierbar. SIEGERT (1901: 26) beschreibt das Flöz hier als stark zerschlagen. Nach den vorhandenen Flöz-Übersichtsrissen 1 : 5.000 ist es in diesem Bereich auch nicht bebaut worden.

In Richtung Süden nimmt die Kohlenmächtigkeit ebenfalls deutlich ab: Betrug sie nach Streckenaufnahmen im Raum des Glückauf-Schachtes noch 149 cm mit 97 cm Bergen, so ist das Flöz 75 m nordwestlich des Vereinsglück-Schachtes bereits in mindestens zwei Bänke gespalten. Weiter südlich fehlen sämtliche Spuren. Im Westen wird das Flöz von der permokarbonen Abwaschungsgrenze gekappt.

Der bebaute Teil der **mittleren Abteilung** des Segen-Gottes-Flözes (in Beilage 3-5 nicht dargestellt) hat eine ähnliche Verbreitung wie die untere Abteilung (ca. 1.900 x 500 bis 1.000 m). Der Nordwest-Teil ist allerdings deutlich breiter und reicht bis an die Bürgerschächte. Die Kohlemächtigkeiten liegen - bei Bergeanteilen von 30-45 % im Flöz - zwischen 160-230 cm. Maximal werden 275 cm erreicht. Auch hier sind die Kenntnisse zur Flözentwicklung außerhalb des bebauten Areals außerordentlich gering: In Richtung Osten bewegen sich die Mächtigkeitsangaben im Bereich des Bürgerschachtes I zwischen 155/8 cm und 31/130 cm (Kohle/Berge). In den ehemaligen Tief-

bauschächten und im Brückenbergschacht III liegen nur noch ca. 30 cm Kohle vor. Nach Norden sinkt die Kohlemächtigkeit rasch unter 1 m. Für den Bürgerschacht II werden bei erheblichem Bergeanteil lediglich 66 cm Kohle angegeben und aus dem Bahnhofschacht sind nur noch Kohlelagen bekannt. Im Westen bildet wiederum die Abwaschung die Flözverbreitungsgrenze. In Richtung Süden sind nur gelegentlich geringmächtige Wechsellagerungen von Kohle mit Schiefertonen belegt.

Die **obere Abteilung** erreicht mit bis zu ≥ 3 m Mächtigkeit auch die größte flächenhafte Ausdehnung bis in den Bereich der Zwickauer Mulde.

Erstmals deutet sich hier eine Tendenz zur Ausbreitung der Vermoorung nach Osten an (Beilage 3-5).

Die Kohlemächtigkeit bewegt sich zwischen 100 und 190 cm, maximal werden 200 bis 300 cm erreicht. Der Berge-Anteil liegt bei durchschnittlich 20-30 %, im Maximum sind bis zu 40 % der Flözmächtigkeit extrem mineralstoffreich. Die Verhältnisse im Außenbereich sind aus Beilage 3-5 ersichtlich: Abgesehen von einem kleinen Gebiet im Bereich des Eichertfeld-, Berg- und Krückel-Schachtes ist eine bevorzugte NW-SO-Ausdehnung der Kohleverbreitung kaum mehr zu erkennen. Hier, wie auch für das am Segen-Gottes-Schacht gelegene Kohle-Maximum (>200 cm reine Kohle), kann ein Zusammenhang des Senkungsablaufes mit herzynischen und eggischen Störungen nicht ausgeschlossen werden.

An der Verbreitung des **Ludwigflözes** (Charakteristik bei SIEGERT 1901: 27-29 und PIETZSCH 1942: 247) ist außer einer Ausdehnung der Vermoorung nach Süden (Planitz-Cainsdorf) auch die Ausdehnung der Verbreitung nach Osten erkennbar. Mitteleinschaltungen gliedern es in zwei, örtlich in drei Abteilungen. Die bergbaulich nur wenig bedeutsame 0,8 m mächtige **obere Abteilung** keilt nach Westen zu aus (DRESSEL et al. 2000: 11).

Mittlere und untere Abteilung bilden das Hauptflöz. Sie sind durch ein nur geringmächtiges Schiefertonmittel voneinander getrennt. Die Verbreitung des Flözes reicht schon nennenswert über die Oberhohndorfer Hauptverwerfung hinaus, besitzt am Brückenberg- (Karl-Marx-) Schacht I immer noch eine Kohlemächtigkeit von 70 cm und hat am Morgenstern- (Martin-Hoop-) Schacht III ein unklares Verbreitungsgebiet höherer Mächtigkeit (vgl. Beilage 3-6). Auch die zwei Mächtigkeitsmaxima des in der Regel 120 bis 250 cm Kohle führenden Ludwigflözes - gemeint sind das 300- bis ca. 400-cm-Maximum ostnordöstlich des Hilfe-Gottes-Schachtes sowie das 300- bis 392-cm-Maximum nordöstlich des Himmelsfürst-Schachtes - sind WSW-ONO gerichtet. Im Süden des Verbreitungsgebietes, südlich der Linie Himmelsfürst-Fortuna-Reinhold, verdeutlicht der amoebenförmige Verlauf der 100-cm-Mächtigkeitslinie eine sich verringernde Senkungsaktivität. Hier deuten die lokalen Kohlenmaxima am Alten Alexander- und Altgemeindeschacht V noch auf Abhängigkeiten vom herzynischen Störungsmuster hin.

Der Bergeanteil im Ludwigflöz liegt zwischen 5 und 30 %. Im Bereich des zwischen den Bürgerschächten gelegenen nördlichen Mächtigkeitsmaximums, sind hingegen mit 3-10 % Bergen mineralstoffreiche Flözpartien deutlich weniger vertreten (Beilage 3-6). Hinsichtlich des petrographischen Flözaufbaus sind lediglich sehr alte Quellen verfügbar. Angaben von STUTZER (1936), nachinterpretiert durch HARTLIEB (1964), zeigen die Existenz einer Streifenkohle, bestehend etwa zu gleichen Teilen aus Fusain und Vitrain. PIETZSCH (1962: 233) gibt das Überwiegen von Rußkohle an.

Mit dem **Tiefen Planitzer Flöz** (Übersichten bei SIEGERT 1901: 30-35; HERFURTH & SÜß 1964b: 15-16, PIETZSCH 1962: 233) wird die Basis der wegen ihrer hohen Kohlemächtigkeiten ehem. wirtschaftlich sehr bedeutenden Mittleren Flözgruppe erreicht. Das in drei, über ihr gesamtes Verbreitungsgebiet in selbstständige Abteilungen gespaltene Flözpaket des Tiefen Planitzer Flözes, hat gegenüber den Kohlenbildungen der Unteren Flözgruppe eine deutlich erweiterte Flächenerstreckung.

Die als **Amandusflöz** bezeichnete **untere Abteilung** rahmt den präexistenten Reinsdorfer Schüttungsfächer bereits deutlich ein. Nach Westen und Norden wird es von der permokarbonen Abwaschung begrenzt. Es ist das erste Flöz, das in weiten Teilen der Zwickauer Lagerstätte bauwürdig vorliegt und erreicht im südlichen, westlichen und zentralen Teil Flözmächtigkeiten von 2 bis 5,4 m, mit bis zu 495 cm bergefreier Reinkohle. Der Bergbau ist bei Kohlemächtigkeiten von 120 bis 150 cm bis an den 1. Pöhlauer Sprung nach Osten ins Pöhlauer Feld vorgestoßen. Mit geringerer Mächtigkeit reicht die Flözbildung weiter nach Osten an das Mülsenfeld heran. Dennoch hat das Amandusflöz von allen Zwickauer Flözen seine größte Mächtigkeit im Stadtfeld. Das nach Nordosten durch zunehmende Bergelagen zerlappte Kohlemaximum größer 300 cm erstreckt sich von den Schächten Himmelsfürst und Wetter IX im Südwesten nach Nordosten bis kurz hinter den Reinsdorfer Sprung. Innerhalb desselben treten amoebenförmige Maxima größer 400 cm Kohle um den Neuen Alexander, den Brückenberg- (Karl-Marx-) Schacht III und nördlich Brückenberg-Schacht II auf. Im Bereich des Altgemeinde-Schachtes III liegt möglicherweise ein lokaler störungsbedingter „Kohleknoten“ mit einer Mächtigkeit von bis zu 7 m vor (in Beilage 3-7 nicht darstellbar). Beziehungen zwischen dem tektonischen Störungsmuster und der Flözentwicklung lassen sich ansonsten nicht sicher belegen. Der Bergeanteil des Amandusflözes liegt im Allgemeinen zwischen 5 und 30 %, innerhalb des Mächtigkeitsmaximums >300 cm zwi-

schen 4 und 15 %; steigt jedoch in Richtung Nordosten und in den Randgebieten am Südostrand bis auf 30 bis 40 % an. Hier versteint das Flöz zunehmend und wächst zu einer bis zu 20 m mächtigen kohleführenden Folge an, in der lediglich eine 0,7 bis 0,9 m mächtige Bank bauwürdig bleibt. (DRESSEL et al. 2000: 12). Im SW streicht das Flöz mit großer Mächtigkeit zu Tage aus. Über die Verhältnisse im südlichen Außensaum informiert Beilage 3-7.

Die **mittlere Abteilung** des Tiefen Planitzer Flözes war nur im Zentrum und nordwestlichen Teil der ehemaligen Lagerstätte bauwürdig vertreten und endet bereits westlich des Reinsdorfer Sprunges (HOTH 1984: 10). Im Stadtfeld, beiderseits der Zwickauer Mulde, erreicht es Mächtigkeiten von 60 bis 300 cm - maximal sind bis zu 15 % Berge beteiligt.

Die **obere Abteilung** bleibt im Wesentlichen auf den süd- und nordwestlichen Teil der ehemaligen Lagerstätte begrenzt und hat gelegentlich noch kohlige Äquivalente im Pöhlauer Revierabschnitt und im Mülsenfeld (HOTH 1984). Das Flöz erreicht eine Mächtigkeit zwischen 1 bis 4,1 m (bei maximal 3,8 m Kohle), vertaubt in östliche Richtung und streicht im Süden (Cainsdorf) zu Tage aus. Im Norden und Westen begrenzt die permokarbone Erosion die Flözführung.

Petrographisch bestehen die durch HARTLIEB (1964) untersuchten Bereiche von Amandusflöz sowie mittlerer und oberer Abteilung des Tiefen Planitzer Flözes vorwiegend aus den Mikrolithotypen Vitrit und Duroclarit. Letzterer besitzt 10 bis 25 rel.-% beigemengte Inertinite, insbesondere Fusinit und Sclerotinit. Während im Amandusflöz Vitrit und Duroclarit etwa gleichwertig (~43 %) am Flözaufbau beteiligt sind, dominiert in den Kohlen der mittleren Abteilung der Duroclarit. Die obere Abteilung ist der mittleren ähnlich, weist mit höheren Sclerotinit-Gehalten allerdings eine Tendenz zu verstärkter Inertinit-Führung auf.

Der im Hangenden folgende Komplex der **Rußkohlenflöze** (Charakteristik bei SIEGERT 1901: 35-41; HERFURTH & SÜß 1964b: 16-20) ist ebenfalls dreifach gegliedert.

Lediglich im Südwestteil der Lagerstätte (Stadtfeld: Cainsdorf, Oberhohndorf) tritt er als ungespaltenes Flöz mit 5 bis 15 m Mächtigkeit (4 bis 10 m reine Kohle) auf. Im Bereich Cainsdorf streicht er an der Zwickauer Mulde zu Tage aus. Nach Norden und Osten - hier ist eine Maximalmächtigkeit des Komplexes von 15 bis 20 m bekannt - gliedert sich das Flöz in mehrere Bänke. Vom Hangenden zum Liegenden werden sie als Rußkohlenflöz I, II und III (*kurz:* Ruß I, II, III) bezeichnet. Charakteristisch für den Gesamtkomplex ist eine, insbesondere nach NW und NO gerichtete, extreme Aschengehaltszunahme. Unbauwürdigkeit durch „Versteinen“ tritt hier bereits vor dem Erreichen der Permokarbon-Abwaschung ein.

Mit dem **Rußkohlenflöz I** hat die Paläomoor-Verbreitung im Zwickauer Revier ihre größte Ost-West-Ausdehnung erreicht (s. Beilage 3-8) [4]. Deutlich sind Zusammenhänge zwischen fluviatiler Sedimentation und oberkarboner Flözbildung erkennbar: Zwickauer und Mülsenfelder Vermoorungsbereich hängen über den Pöhlauer Revierabschnitt eng zusammen; im östlich gelegenen Mülsenfeld umschließt die Vermoorung den fluviatilen Reinsdorfer Schüttungsfächer nun auch an seiner Nordostflanke. Diese paläogeographische Differenzierung hat offensichtlich auch Einfluss auf die interne fazielle Ausbildung des Paläomoores. Aus Sporomorphenuntersuchungen rekonstruierte HORST (1954: 849) für das Rußkohlenflöz einen Wechsel von einer dominierenden Lepidophyten-Flora, insbesondere vertreten durch *Sigillaria* im Süden und Südwesten, zu den besonders im Norden und Osten vorherrschenden, höhere Wasserstände bevorzugenden Torfbildnern *Filiciales* und *Equisitales*. Im nordöstlichen Lagerstättenteil vereinigt sich das Flöz mit dem es überlagernden Schichtenkohlenflöz II zum sog. **„Flözpaket“** (vgl. Beilage 3-4).

Da die permokarbone Flözabwaschung nicht nur im Westen die Flözverbreitung kontrolliert, sondern besonders auch den Nordosten betrifft, ist eine primär möglicherweise vorhandene Verbindung mit dem Oelsnitzer Revier nicht belegbar. In den heute noch erhaltenen Arealen ist das Flöz bei einer Mächtigkeit von 1 bis 3 m geschlossen verbreitet. Mit einer Kohlenmächtigkeit von 4 bis 10 m hebt sich im westlichen Stadtfeld, südwestlich der Oberhohndorfer Hauptverwerfung, ein im Westen etwas zerlappter „Kohleknoten“ heraus. Den Einfluss des ± herzynischen und eines (?) erzgebirgischen Störungsmusters auf dieses dennoch flächenmäßig recht geschlossene Kohlemaximum zeigt Beilage 3-8 augenfällig. Ein ähnliches, jedoch deutlich kleineres Maximum existiert im Bereich der Schächte Ventilator und Alter Himmelfahrt. Das durch die Permokarbon-Erosion stark gekappte 300->400-cm-Maximum im Mülsenfeld ist hingegen amoebenförmig zerlappt. Im östlichen Stadtfeld sowie im westlichen Teil des Pöhlauer Feldes folgt die Mächtigkeitsstrukturierung vielfach ausschließlich dem ± herzynischen Teil des Störungsmusters.

Der Bergeanteil im Rußkohlenflöz I liegt im Allgemeinen zwischen 10 und 30 %, beträgt im Stadtfeld-Mächtigkeitsmaximum zwischen 2 und 10 % und ist am südöstlichen Rand der Flözverbreitung mit 15 bis 40 %, max. 50 %, deutlich höher. Aus allgemein rohstofflicher Sicht geben HOTH & WOLF (1984) für den Pöhlauer Revierabschnitt und aus der Erkundung des Mülsenfeldes eine Reihe orientierender Aschenge-

[4] Die **Karten der Kohlenführung,** Rußkohlenflöz I bis Ellige Flöze (Beilage 3-8 bis 3-11) wurden 1984 erstellt; die Karten für Segen-Gottes-Flöz, Obere Abt. bis Amandus-Flöz (Beilage 3-5 bis 3-7) dagegen erst 2001.

halts- und Gesamtschwefelwerte an. Danach ist der Mineralstoff-Anteil ($\mathbf{A^d}$) von Rußkohlenflöz I im Pöhlaer Revierabschnitt westlich des Pöhlaer Sprunges mit Gehalten von bis zu 17,2 % am höchsten, während er im östlich gelegenen Mülsenfeld auf moderate 2 bis 6 %, in Ausnahmen 10 bis 16 % zurückgeht. Eine vergleichbare Aussage lässt sich hinsichtlich des Gesamtschwefels ($\mathbf{S_t^d}$) treffen. Im Pöhlauer Feld ist der Schwefelanteil in der Kohle mit 3 bis 5 % im Maximum doppelt so hoch wie im Erkundungsgebiet des Mülsengrundes (0,4 bis 2,5 %).

Das im Liegenden befindliche **Rußkohlenflöz II** zeigt eine nahezu identische Verbreitung. Rußkohlenflöz I und z. T. II zählten im östlichen Grubenbereich zu den wirtschaftlich bedeutendsten Flözen, obwohl letzteres selten mehr als 1 m Mächtigkeit erreichte. (DRESSEL et al. 2000: 12). Im Mülsenfeld sind Rußkohlenflöz II und das tiefere **Rußkohlenflöz III** oft stark aufgesplittert und wurden schon 1984 keiner ökonomischen Betrachtung mehr für wert gehalten (HOTH 1984: 10). Allerdings wurde Rußkohlenflöz III in einzelnen Abbauen des Mülsenfeldes (Abbaue 745, 746, 753) noch 1976/77 bebaut.

Rußkohlenflöz II und Rußkohlenflöz III sind durch den 0,5 bis 1 m, örtlich >16 m Mächtigkeit erreichenden Rußsandstein getrennt. Das Flöz Rußkohlenflöz III war i. w. nur im Pöhlauer Feld der ehem. Lagerstätte mit bauwürdiger Mächtigkeit (150-180 cm Kohle) ausgebildet. Nur in der Bohrung Mül 8 traten noch einmal max. 242 cm Kohle in zwei Bänken mit einem Bergeanteil von max. 45 % auf.

Die namengebende Spezifik der Rußkohlenflöze, ein stark erhöhter Fusit-Anteil in den Streifenarten, ist für ihre Gesamtverbreitung nicht typisch. Faziell bedingt zeigt sich die petrologische Zusammensetzung der Kohlen sehr differenziert (HORST 1954, 1956, BLÜHER 1956). Im SW der Lagerstätte ist der Fusit- (= Rußkohlen-) Anteil unvergleichlich hoch und beträgt bis zu 45 % der Gesamtkohle (PIETZSCH 1942, STUTZER 1929a, b, 1932, HARTLIEB 1964). In den Flözen erreichen einzelne Fusit-Horizonte bis zu <30 cm Mächtigkeit (VOIGT 1957). Der Fusit zeigt in der Regel gut erhaltene Holzgewebe-Textur und wird im Abbau meist senkrecht zur Faserrichtung angeschnitten vorgefunden (= Faserkohle). Genetisch kann Fusit auf Biodegradation verholzter Gewebe zurückgehen, meist handelt es sich jedoch um ein thermisches Produkt aus Brandereignissen im Moorstadium (TEICHMÜLLER 1962).

Für viele Autoren ist das Problem extremer Fusitmächtigkeit mit der Zersetzungs- oder Waldbrandtheorie allein nicht erklärbar. MÁLAN (in HARTLIEB 1964) und DABER (1992) votierten bei der Zwickauer Russkohle für einen zusammengeschwemmten Brandfusit, hergeleitet u. a. von Bränden an den bewaldeten Hängen der Umgebung. STUTZER (1929a) sieht eine Entstehung aus „Heukohle“, (brand-)verkohlten Resten krautiger Pflanzen, als möglich an. Eine interessante Version geht auf REIBISCH (1934) zurück. Danach wären die lokal hohen Fusit-Mächtigkeiten im Rußkohlenflöz auf Schollenbewegungen im Zuge syngenetischer Tektonik zurückzuführen, bei der gehobene Bereiche stärker durch langandauernde Brandereignisse beeinflusst werden - allerdings fehlt weltweit bislang der Direktnachweis einer tektogen initiierten Fusitanreicherung.

Vielmehr ist aus Rezentbeobachtungen bekannt, dass Moorbrände bei 1000-1300 °C Oberflächentemperatur innerhalb eines Sommers im Torfkörper eine Tiefenerstreckung von mehreren Metern erreichen können (BANNIKOV et al. 2003, ZAIDELMAN et al. 2001). Eine hohe Fusitmächtigkeit bedarf somit nicht zwingend einer sehr komplexen genetischen Erklärung.

Mit dem bereits erwähnten Fusit-Rückgang im Nordwesten und Osten der Flözverbreitung nimmt die Kohle zunehmend den Charakter einer Vitrit-Durit-dominierten Streifenkohle an. Beispielhaft für Rußkohlenflöz I dokumentieren dies Angaben von HARTLIEB (1964), VOIGT (1957) und HOTH (1984): Existieren im Stadtfeld noch 30-45 % Fusit, sind es im Pöhlauer Revierabschnitt lediglich 6-8 %. Für das östlich gelegene Mülsenfeld werden maximal 2,5 % Fusit angegeben.

Mit dem Rückgang an Fusit einher geht ein weiteres, lediglich auf mikroskopischem Wege sichtbares Phänomen: Das Auftreten von Fein-Mikriniten (HARTLIEB 1964; vgl. Tab. 3-1), die als hoch reflektierende Säume den Sporinit umgeben. Genetisch handelt es sich hierbei - vergleichbar technisch hergestelltem Schwelteer - um teerpechähnliche Produkte, hervorgegangen aus den lipoiden Stoffen der Sporinite. Als eine der möglichen Ursachen wäre die mit der natürliche Inkohlung organischer Substanz einhergehende zunehmende Instabilität der Liptinite zu diskutieren, in deren Folge hocharomatisch strukturierte Bitumen-Produkte entstehen (TEICHMÜLLER 1974). Notwendig hierfür ist allerdings ein Rang nahe dem 2. Inkohlungssprung, dem Ende des Stabilitätsbereiches der Bitumina. Da der für Zwickauer Flöze bestimmte Inkohlungsgrad - wie später gezeigt - deutlich unterhalb dieser Marke liegt, kommt für die Mikrinit-Genese nur ein thermisches Ereignis an der Oberfläche des Paläomoores in Betracht: Bei den Mikriniten des Rußkohlenflözes dürfte es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um Produkte eines durch Torfbrand initiierten, maximal 450 bis ~500 °C erreichenden, natürlichen Pyrolyseprozesses handeln (DELLATTRE & MELLIAUX 1966, TEICHMÜLLER 1974, VOLKMANN 1991, 2000, BÖHLMANN & VOLKMANN 2001). Wenngleich für die Fusit-Genese wesentlich höhere Temperaturen (> 1000 °C; SCOTT & BAKER 1953) in Betracht zu ziehen sind, stützt die Existenz der mikroskopisch sehr markanten Fein-Mikrinite die Deutung der Rußkohle als Brandfusit.

Problematisch hinsichtlich der Zuordnung der verschiedenen Flözbänke in den einzelnen Revierteilen

sind die Verhältnisse im nächst höheren Flözkomplex, nämlich in den **Schichtenkohlenflözen**.

Hier ist die Korrelation zwischen Stadtfeld (Schichtenkohlenflöz) und den östlichen Teilen der Lagerstätte (Schichtenkohlenflöz I und II) dadurch problematisch, dass im Bereich des Pöhlauer Feldes die höchsten Teile dieses Komplexes (Korrelationseinheiten 15c-16) im Bereich einer tiefen permokarbonischen Erosionsrinne abgetragen sind, was die Korrelationssicherheit wesentlich mindert. Die Wiedergabe der Flözmächtigkeit in Beilage 3-9 folgt der Darstellung der Gruppenmarkscheiderei Zwickau auf den Flözübersichtsrissen „Schichtenkohlenflöz II 1 : 5 000“ und damit der dort angewandten Korrelation. Diese parallelisiert das oft zweiteilige Schichtenkohlenflöz des Stadtfeldes mit dem Schichtenkohlenflöz II des Pöhlauer und des Mülsenfeldes. Das ist insofern verständlich, als beide in ihren Bereichen das Hauptflöz des Komplexes sind. Allerdings muss bei dieser Korrelation das ungewöhnlich starke Anschwellen des Zwischenmittels zwischen Rußkohlenflöz I und Schichtenkohlenflöz II auf über 30 m (DRESSEL et al. 2000: 12) in Kauf genommen werden.

Auf die Problematik dieser Zusammenfassung weist aber schon das Standardprofil hin (Beilage 3-1). Dass diese Korrelation der Gruppenmarkscheiderei keineswegs richtig sein muss, zeigen einige Schachtdokumentationen westlich des Pöhlauer Feldes (vgl. Korrelationsprofile 1 und 3 = Beilagen 3-2 und 3-4), denn im Vereinsglückschacht und im Vertrauensschacht sind in Korrelationseinheit 15a mögliche Äquivalente des Schichtenkohlenflözes II der östlichen Revierteile dokumentiert („Neukohlenflöz“ bei GEINITZ und „Schichtenkohlenflöz II“?). Unter Berücksichtigung der Nebengesteinsverhältnisse hat daher die in den Korrelationsprofilen dargestellte Korrelation, die das Schichtenkohlenflöz des Stadtfeldes mit dem Schichtenkohlenflöz I des Mülsenfeldes korreliert, die größere Wahrscheinlichkeit.

Bei dieser Interpretationssituation ist es zweckmäßig, das Schichtenkohlenflöz des Stadtfeldes und die Schichtenkohlenflöze I und II der östlichen Revierteile getrennt zu charakterisieren.

Das **Schichtenkohlenflöz im Stadtfeld** hat im Allgemeinen eine Kohlemächtigkeit von 1 bis 3 m. Ein größeres 300 bis max. 435 cm-Maximum erstreckt sich mit zerlappter Verbreitung von den Altgemeinde Schächten über Reinhold- und Forstschacht bis an den Brückenberg-Sprung. Ein kleineres, ebenfalls SW-NO gerichtetes 300-375 cm-Kohlemaximum liegt zwischen Schwanenteich und Brückenberg-(Karl-Marx-) Schacht I. Dieses wird von der Permokarbon-Erosion abrupt gekappt - offensichtlich reichte das Paläomoor hier deutlich weiter nach Nordwesten.

Der Bergeanteil im Schichtenkohlenflöz liegt allgemein in der Größenordnung von 15 bis 35 % der Flözmächtigkeit; im Bereich des Zentrums des Mächtigkeitsmaximums um den Forstschacht ist er mit 10 bis 20 % etwas geringer und wie oft am Südrand dort deutlich höher (30 bis 40 %). In den südlichen, nördlichen und östlichen Randbereichen des Stadtfeldes ist das Flöz in zwei Bänke geteilt, während im Verbreitungszentrum nur geringmächtige Bergelagen auftreten.

Die Bezeichnung einer bis 2 m mächtigen Unterbank im südöstlichen Teil des Stadtfeldes (vgl. Beilage 3-9) als „**Schichtenkohlenflöz III**“ (DRESSEL et al. 2000: 13) trägt nicht zur Klarstellung der Verhältnisse bei. Dieses „Flöz“ versteint nach Osten rasch.

Das Äquivalent des Stadtfelder Schichtenkohlenflözes im Mülsenfeld = **Schichtenkohlenflöz I** hatte dort mit 0,9 m durchschnittlicher Kohlemächtigkeit (63 bis 80, max. 103-132 cm) keine nennenswerte wirtschaftliche Bedeutung. Das Flöz teilt sich nach Osten in zwei Bänke (Beilage 3-4) und wird bald von Brandschiefern vertreten. Nach Süden endet die Kohleführung eher abrupt (Beilage 3-3).

Das **Schichtenkohlenflöz II** ist das Hauptflöz des hier diskutierten Komplexes in den östlichen Revierteilen. Es hat etwa die gleiche Ausdehnung wie das Rußkohlenflöz I in diesem Bereich, insofern gelten alle diesbezüglichen generellen Aussagen auch hier. Schichtenkohlenflöz II folgt Rußkohlenflöz I oft unmittelbar im Hangenden, dadurch bilden beide Flöze das sog. **Flözpaket**. Die Kohlemächtigkeit von Schichtenkohlenflöz II liegt zwischen 1,3 und 2,4 m. Im östlichen Pöhlauer und nördlichen Mülsenfeld belegt die 200 cm-Linie eine bevorzugt erzgebirgisch ausgerichtete Paläovermoorung. Dabei können Beziehungen zwischen Moorbildung und syngenetischen Störungen vermutet werden. Im östlichen Mülsenfeld können solche auch zu syngenetischen herzynisch gerichteten Störungen bestehen. Für eine allgemeine Kontrolle der Flözentwicklung im Gesamtrevier durch das Störungsmuster existieren allerdings keine Anhaltspunkte.

Die Bergegehalte im Schichtenkohlenflöz II des Mülsenfeldes liegen in der Größenordnung von 2 bis 25 %, wobei die geringsten Bergegehalte (2-7 %) nahe der Abwaschungsgrenze auftreten, was auf eine ursprünglich weitere Erstreckung dieses Maximums nach Norden weist. Die Verhältnisse am südlichen Außensaum des Flözes lassen sich Beilage 3-9 entnehmen.

HOTH & WOLF (1984) geben aus Bohrungen im östlichen Mülsenfeld für das Schichtenkohlenflöz II Aschengehalte ($\mathbf{A}^{\mathbf{d}}$) in Höhe von ca. 4 bis 24 % an (Brg. Mül 2 bis Mül 20) und Gesamtschwefelwerte ($\mathbf{S}_{\mathbf{t}}^{\mathbf{d}}$) zwischen 0,7 und 3,2 %. Im Pöhlauer Revierabschnitt westlich des 1. Pöhlauer Sprunges liegen die

A^d bei 9 % bei einem S_t^d von 2,5 %.

Die Größenordnungen der Asche- und Gesamtschwefelwerte liegen für die Kohlen in den Abbauen des Mülsenfeldes bei A^d von 9,4 bis 11 % und bei S_t^d zwischen 1,2 und ca. 4 %; in Abbauen im Pöhlauer Feld westlich des 1. Pöhlauer Sprunges bei ca. 19 % A^d und bis zu 5 % S_t^d. Bohrungen aus der Erkundung des Mülsenfeldes weisen einen moderaten A^d des Flözes zwischen 5,1 % (Brg. Mül 9) und 8,8 % (Mül 7) bei Gesamtschwefelgehalten von 1,2 bis ca. 2,4 % auf (HOTH & WOLF 1984).

Petrologisch bestehen die Flöze im Schichtenkohlenflöz-Komplex vorwiegend aus Streifenkohle mit Dominanz des Vitrits (Glanzstreifenkohle). Clarit, Duroclarit erreichen meist ca. 30 %, in Ausnahmefällen (Mülsenfeld) sind bis zu 75 % möglich. Hingegen sind Durit und Clarodurit mit <20 % im gesamten Verbreitungsgebiet unterrepräsentiert. Letzterer zeigt im Vergleich zum Rußkohlenflöz eine deutlich geringere Inertinitbeimengung. Die Kohlen sind fusitarm (<10 %). Lediglich im Mülsenfeld können lokal bis zu 30 % Fusit hinzutreten (Angaben nach VOIGT 1957, HARTLIEB 1964, HOTH 1984).

Durch den Unterzachensandstein und Schiefertone ist das Schichtenkohlenflöz vom überlagernden **Zachkohlenflöz** getrennt (Charakteristiken bei SIEGERT 1901: 44-46; HERFURTH & SÜSS 1964: 23/24, PIETZSCH 1962: 233/234 und HOTH 1984: 11/12). Es handelt sich hierbei um die jüngste Kohlenbildung der mit dem Tiefen Planitzer Flöz beginnenden mittleren Flözgruppe. Das Flöz tritt in zwei Bänken auf, wovon die durch MIETZSCH (1877a: 10) als *Neukohlenflöz* bezeichnete Unterbank (= **Zachkohlenflöz II**) die größere wirtschaftliche Bedeutung besaß. Seine Hauptverbreitung liegt vor allem im südlichen und südwestlichen Lagerstättenbereich, wesentlich kontrolliert durch die Permokarbon-Erosion. Dabei konzentriert sich die fluviatile Abwaschung vor allem auf den Norden und Westen. Im Pöhlauer Revierteil, beiderseits des Schachtes Martin Hoop V, ist das Flöz mit <1 m Kohle in Nord-Süd-Richtung auf lediglich 100 bis 200 m erhalten. Dies hat zur Folge, dass westlicher und östlicher Revierteil nahezu vollständig voneinander getrennt sind.

Größere Erosionsreste existieren vor allem im Stadtfeld. Im Mülsenfeld sind hingegen nur geringere Flözflächen erhalten. Die primäre Flözverbreitung war offenbar recht geschlossen und hatte eine Mächtigkeit von 1 bis >3 m. Auf die Existenz syngenetischer steilherzynisch verlaufender Störungen weisen evtl. gleich gerichtete Bereiche erhöhter Kohle-Mächtigkeit (200 bis max. 355 cm) im östlichen Stadtfeld hin. Sie sind ebenso amöbenförmig ausgebildet wie andere kleinflächige Maxima, die unregelmäßig verstreut auftreten (vgl. Beilage 3-10).

Der Bergeanteil des Zachkohlenflözes II liegt im Stadtfeld zwischen 5 und 25, max. 35 %, ist im Pöhlauer Revierabschnitt etwas niedriger (5 bis 25 %) und beträgt am Südostrand des Verbreitungsgebietes zwischen 20 und 45 %.

Das **Zachkohlenflöz I** (im nördlichen Stadtfeld die Oberbank) ist deutlich geringer mächtig und unterschreitet meist die 1 m-Marke. Im Mülsenfeld enthält das Flöz - sofern nicht weitgehend ausgeräumt - 50 bis 75 cm, maximal 85 cm Kohle (HOTH 1984). Wirtschaftliche Bedeutung besaß es hier nicht. Im Stadtfeld wurden max. 105 cm Kohle erreicht.

Hinsichtlich des petrographischen Aufbaus sind keine exakten Analysendaten verfügbar. Offensichtlich weichen die Kohlen der Zachkohlenflöze jedoch deutlich vom Habitus einer vitritbetonten Glanzstreifenkohle ab. Nach groben Anteilsschätzungen (HOTH 1984; Tab. S. 15/16) und der Bemusterung von Archivprobenmaterial sind Duroclarit, Clarodurit und Durit dominant. Der Vitrit-Gehalt bleibt gegenüber den Durchschnittswerten des unterlagernden Schichtkohlenflözes nahezu unverändert, jedoch fehlt Clarit fast völlig (HARTLIEB 1964). Damit dürften meist Mattstreifenkohlen am Flözaufbau beteiligt sein. Teilweise wird auch Fusit als reichlich vorhanden benannt. Allerdings ist zu beachten, dass die Menge fossiler Holzkohle bei untertägiger Stoßbemusterung i. d. R. überschätzt wird (STUTZER 1929b, 1932). Auch ist ein Reichtum an Fusit mit vorhandenem Sammlungsmaterial nicht belegbar.

Bezüglich des Aschen- (A^d) und Gesamt-Schwefelgehaltes (S_t^d) geben HOTH & WOLF (1984) Orientierungswerte an. Danach erreicht das Zachkohlenflöz I in Bohrungen der Mülsenfeld-Erkundung A^d-Werte von 3,7 bis 10,6 % bei einem S_t^d-Gehalt von maximal 1,15 %. Im gleichen Bereich liegt Zachkohlenflöz II bei einem A^d von 7,7 bis maximal 40 % und Gesamtschwefelwerten von ~0,8 bis <3 %.

Als älteste Bildung der **oberen Flözgruppe** folgt das **Lehekohlenflöz** (kurze Flözcharakteristiken bei SIEGERT (1901: 46-47), PIETZSCH (1962: 234), HERFURTH & SÜSS (1964b: 24-26). Auffällig ist eine hellbraungraue, nur wenige Zentimeter mächtige tonige Lage, der von STUTZER 1934 benannte Lehestreifen. Seine ursprüngliche Deutung als vulkanische Aschenlage führte zu Überlegungen hinsichtlich der Parallelisierung des Neuflözes 3 aus dem Lugau-Oelsnitzer Revier mit dem Zwickauer Lehekohlenflöz (STUTZER 1935). HOEHNE (1948) und SCHÜLLER (1951) glaubten jedoch auf Grund relativ allgemeiner Betrachtungen die rein limnische Genese dieser Strate (sog. „Graupentonstein“ ohne weitaushaltende Horizontbeständigkeit) bewiesen zu haben. RÖSLER et al. (1967: 140) sprachen sich dagegen für den vulkanogenen Ursprung des Edukts aus.

Die Flözverbreitung ist allseits durch die fluviatile Per-

mokarbon-Abwaschung beeinflusst (= sog. erstes Inselflöz der Oberen Flözgruppe). Bei einer flächenhaft schon sehr eingeschränkten Verbreitung erreicht es im Südteil zwischen Zwickauer Mulde und Reinsdorf bauwürdige Mächtigkeiten von 127 bis 260 cm bei 90 bis 187 cm reiner Kohle und im Mülsenfeld 110 bis 260 cm bei einem Kohleanteil bis 155 cm. Der Bergeanteil liegt aber oft bei 30 bis 35 %. Da das an Pelitlagen reiche Flöz, wie die meisten Kohlen der oberen Flözgruppe, bereits in der Frühzeit des Zwickauer Steinkohlenbergbaus bebaut wurde, liegen detaillierte Angaben zur Petrographie nicht vor. Nach alten Aufzeichnungen (ARNOLD 1900, MÜLLER 1877) und vorhandenem Archivmaterial dürfte es sich hauptsächlich um eine Glanzstreifenkohle („Pechkohle“) gehandelt haben. HARTLIEB (1964) betont den im Gegensatz zum Zachkohlenflöz sehr hohen Clarodurit-Anteil und beschreibt das Lehekohlenflöz makroskopisch als „*...typische Glanzstreifenkohle mit viel Pyrit...*“.

Eine orientierende Zusammenstellung allgemein rohstoffqualitätsrelevanter Parameter (HOTH & WOLF 1984) gibt für das Lehekohlenflöz im Mülsenfeld einen durchschnittlichen Aschengehalt (A^d) von 5,5 bis 7 % bei einem S_t^d zwischen 1,4 und 2,6 % an. Im Pöhlauer Revierabschnitt steigt A^d auf <15 %, der S_t^d- Gehalt auf etwa 3,5 %.

Als weitere „Flözinsel“ der Oberen Flözgruppe folgt das **Scherbenkohlenflöz** (kurze Charakteristiken bei SIEGERT (1901: 48), und für das Mülsenfeld bei HERFURTH & SÜSS (1964b: 26-27). Seine bauwürdige Verbreitung bleibt im Wesentlichen auf die Ortslage Oberhohndorf beschränkt. Hier war es 0,9 bis 1,5 m, max. 3 m mächtig, wobei der Kohleanteil 70 bis 130, max. 195 cm betrug. Das Flöz enthält relativ zahlreich eingeschaltete Schieferton-Zwischenlagen, die einen hohen Aschenanteil der Förderkohle bewirkten. Nach SIEGERT (1901: 48) lag der Bergeanteil zwischen 10 und 35 %.

Petrologisch handelt es sich um eine Glanzstreifenkohle mit den Hauptkomponenten Vitrit und Duroclarit. Nach HARTLIEB (1964) ist für den Duroclarit eine vorwiegend aus Sclerotinit bestehende verstärkte Beimischung von Inertiniten (10 bis 25 %) sowie ein ungewöhnlich hoher Anteil des in Zwickauer Steinkohlen meist akzessorischen Cutinits charakteristisch. Im Mülsenfeld weisen Erkundungsbohrungen das Flöz mit deutlich geringerer Mächtigkeit aus (40 bis max. 190 cm mit Bergeanteilen von 0 bis 35 %). Zum petrologischen Aufbau in diesem Feldesteil existieren keine Angaben. Hinsichtlich der allgemeinen Qualitätsparameter Asche und Gesamtschwefel bewegen sich die Werte zwischen 3,9 und 7,2 % A^d bzw. sehr moderaten 0,4 bis 1,03 % S_t^d (HOTH & WOLF 1984).

Als jüngste Flözbildung des Zwickauer Steinkohlenreviers folgt im Hangenden das Niveau der **Elligen Flöze**. Bis auf den sog. „Inselbereich“ sind diese Flöze bereits im Permokarbon abgetragen worden. Im Hangenden liegt diskordant das „Graue Konglomerat“ des Unterrotliegenden auf. Beilage 3-11 gibt einen Überblick über die erosions- und abbaubedingt nur noch kleinflächige Restverbreitung von **Elligem Flöz Unterbank** (= (?)*Zweielliges und Dreieinhalb-Elliges Flöz*) und **Elligem Flöz Oberbank** (= *Dreielliges Flöz*). Im Bereich der Schächte Jung Wolfgang, Friedrich Ebert und Beschert Glück des südöstlichen Stadtfeldes war das von der Erosion verschont gebliebene Verbreitungsgebiet weniger als 1 km² groß. Hier ging der Bergbau bedingt durch die geringe Teufenlage bereits in der Frühzeit seiner Entwicklung intensiv um. Im Mülsenfeld sind etwa 2 km² von der Erosion verschont geblieben. Aussagen zur ursprünglichen Flözverbreitung sind daher kaum möglich.

Im Mülsenfeld sind Beziehungen zwischen eggischen Störungen parallel zum 2. Mülsener Sprung und den NNW-SSO gestreckten Maxima von Elligem Flöz Unterbank und Elligem Flöz Oberbank wahrscheinlich. Oberbank und Unterbank bzw. ihre Äquivalente im Stadtfeld werden durch ein 2 bis max. 12 m bzw. 3 bis 7 m mächtiges Zwischenmittel getrennt. Das *Zweiellige Flöz* ist dagegen nur 0,46 bis max. 2 m vom *3 ½-Elligen Flöz* entfernt (SIEGERT 1901: 49), also quasi eine Basisbank des letzteren.

Die Kohlemächtigkeiten der Unterbank und ihrer Äquivalente im Stadtfeld liegen zwischen 1 bis 2,30 m. Maximal werden 3,00 m bei einem Bergeanteil von 5 bis 20 %, max. 35 % im Flöz erreicht. Die Kohlemächtigkeit der Oberbank und ihrer Äquivalente bewegt sich in der Regel zwischen 1,50 und 2,45 m und erreicht bei einem Bergeanteil von 5 bis 20 %, max. 30 %, im Höchstfall 2,99 m.

Für das *Zweiellige Flöz* liegen kaum Daten vor. Wie in Beilage 3-11 ausgewiesen, erreichte die Kohlemächtigkeit 120 bis 130 cm (zwei Freiberger Bergellen ergeben 115 cm). SIEGERT (1901: 49) gibt bei einem Bergeanteil um 10 % maximal 129 cm Kohle im bis 144 cm mächtigen Flöz an.

Hinsichtlich der petrographischen Beschaffenheit der Flöze sind keine detaillierten Analysendaten verfügbar. HARTLIEB (1964) beschreibt sie nach Bemusterungsergebnissen aus Bohrungen des östlichen Mülsenfeldes (sog. Zwischengebiet), analog zu den Kohlen der übrigen Flöze der Oberen Flözgruppe, als Streifen- und insbesondere Glanzstreifenkohlen. Mikroskopisch dominieren Vitrit und Duroclarit, letzterer mit wechselnden Inertinit-Gehalten. Analog zu den Verhältnissen im Scherbenkohlenflöz setzt sich der Inertinit vor allem aus Sclerotinit mit hoher Formenvielfalt zusammen. Ferner gesellen sich im Liptinitanteil des Duroclarits zu den für Zwickau charakteristischen dünnwandigen Tenui-Sporen die sog. Crassi-Sporen, die für das benachbarte Oelsnitzer Revier als typisch angesehen werden (HARTLIEB 1964, ZERNDT

1932, HORST 1956).

Die Rohstoffparameter Asche und Gesamtschwefel erreichen in den Elligen Flözen des Mülsenfeldes - aus dem Stadtfeld sind keine detaillierten Angaben verfügbar - nachstehende Größenordnungen: Die Oberbank des Elligen Flözes besitzt in Erkundungsbohrungen und ehem. im Abbau stehenden Teilen einen Aschengehalt (A^d) zwischen 4 und etwa 11 %. Der S_t^d beläuft sich auf Werte zwischen 1,3 und 2,3 %. Im gleichen Lagerstättenbereich liegen die Orientierungswerte für das Ellige Flöz-Unterbank bei 2,5 und etwa 9 % A^d bzw. 0,4 und maximal 2 % S_t^d (Angaben nach HOTH & WOLF 1984).

3.3.2 Rohstoffqualität und Inkohlungsgrad

Einige **allgemeingültige Aussagen zur Rohstoffqualität** im vor etwa 50 Jahren erkundeten Teil des Mülsenfeldes gibt BLÜHER (1956). Danach variieren die wasserfreien (wf.) **Aschenwerte** in den Flözen naturgemäß in Abhängigkeit von der Distanz des Probenahmeortes zur Versteinungsgrenze: „... *Im günstigsten Fall sind ... Werte mit weniger als 3 % Asche ermittelt worden. Vorherrschend bewegen sich die Aschengehalte aber zwischen rund 5 und 10 %. In ungünstigen Fällen können die Gehalte* (auf) *bis zu 22 % ansteigen ...*“; BLÜHER (1956: 65).

Im Hinblick auf die zu erwartende **Koksqualität** wurden - bedingt durch die im Mülsenfeld generell geringeren Fusinit-Gehalte - günstigere Verhältnisse als im Zwickauer Kernrevier prognostiziert. Allerdings waren die möglichen Verbesserungen aus heutiger Sicht lediglich gradueller Natur, da die Güte eines hüttenfähigen Steinkohlen-Hochtemperaturkokses noch durch eine Reihe weiterer Faktoren bestimmt wird: Neben verfahrens- und anlagenspezifischen Einflüssen sind es vor allem petrographische Kennwerte wie Vitrinitreichtum bei deutlich geringeren Anteilen an Liptiniten und vor allem Inertiniten sowie niedrige Aschengehalte, insbesondere aber ein Inkohlungsgrad der eingesetzten Flözkohlen im bzw. nahe dem Fettkohlenstadium (MACKOWSKY 1982), die die Hochtemperatur-Formbeständigkeit und damit Güte metallurgischer Kokse positiv beeinflussen. Nach SÜSS (1963) handelte es sich bei den damals im Abbau stehenden Flözen um hochflüchtige mittelmäßig backende Gasflammkohlen bis Gaskohlen, die ein lediglich mittelmäßiges Verkokungsverhalten aufwiesen.

Der **Inkohlungsgrad** (Rang) erbohrter Flöze des Mülsengrundes wird aus der Bestimmung der Flüchtigen Bestandteile (33 bis 40 %; wasser- und aschenfreie Basis, *daf*), analog zu den tieferen Flözen bereits bebauter Lagerstättenteile, als Gas- bis Gasflammkohle, und damit unterhalb des Fettkohlenstadiums befindlich, angegeben (BLÜHER 1956: 64).

Hinsichtlich Heizwert oder Verbrennungswärme der Flözkohlen liegen nach Sichtung verfügbarer Archivalien keine aussagefähigen Angaben für ehemals in Betrieb befindliche Abbaue vor. Auch hier muss auf Untersuchungsergebnisse aus der Mülsenfeld-Erkundung zurückgegriffen werden (SÜß, BLÜHER, MEYER 1957, BLÜHER 1959, BLÜHER 1960). Danach liegt der kalorische Inhalt der Flöze (oberer Heizwert H_O; neu: H_S) im Intervall von 29,4 ... 33,8 MJ/kg (vgl. Abb. 3-2) und entspricht damit der für Gasflamm- und Gaskohlen bekannten Größenordnung.

Die Kenntnis des Inkohlungsgrades der Flöze ist nicht allein von grundlegendem geologisch-lagerstättengenetischen Interesse sondern besitzt einen wirtschaftlichen Hintergrund. Basierend darauf, dass der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff ($C_{org;}$ *auch:* Total Organic Carbon, TOC) mit zunehmendem Rang steigt, während die Flüchtigen Bestandteile (V^{daf}; *auch:* Volatile Matter, V. M.) abnehmen, erscheinen chemische Analysen der Flözkohlen prinzipiell geeignet, den Grad der Inkohlung widerzuspiegeln. Allerdings sind diese Bestimmungen dabei stets an einem Maceral, per Definition dem Vitrinit (ICCP 1963, 1971, 1975, 1993; vgl. Tab. 3-1), auszuführen. Eine Analytik der Gesamtkohle wäre, bedingt durch die Heterogenität ihrer maceralen Zusammensetzung, großen Toleranzen unterworfen.

Bereits 1923 publizierte O. STUTZER Daten, die auf eine von STEIN (1857) durchgeführte Probenahme und chemische Analyse zurückgehen. Allerdings handelt es sich hierbei um Durchschnittswerte der Gesamtkohle. Die Angaben wären aus heutiger Sicht für die Rang-Bestimmung kaum geeignet. Der Versuch, detaillierte Inkohlungsaussagen zu Zwickauer Flözen durch Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes zu treffen, geht auch auf HUNGER (1955a) zurück. Nach seiner Darstellung korrelieren Teufenlage der Flöze und Kohlenstoffgehalt zueinander recht gut, so dass eine *„... klare Zunahme des Inkohlungsgrades nach der Teufe zu erkennen* (ist) *und zwar ergibt sich pro 100 m Teufenzunahme eine Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes um ca. 0,4 %. ...“;* (HUNGER 1955a: 10). Allerdings zeigen die verwendeten Primärdaten für Schichtenkohlenflöz und Tiefes Planitzer Flöz (die Kohlen der Oberen Flözgruppe waren zum Zeitpunkt der Arbeiten bereits weitestgehend abgebaut oder im Mülsenfeld noch nicht zugänglich), dass der analysierte C-Gehalt auch flözintern großen Toleranzen unterliegt. Wiederum sind naturgemäß heterogen zusammengesetzte Flöz-Schlitzproben Basis der Untersuchungen. Nach heutigen Maßstäben wäre die Möglichkeit einer detaillierten Inkohlungsaussage damit nur sehr eingeschränkt gegeben. In Anlehnung an PIETZSCH, der die Kohlen des Erzgebirgischen Beckens generell in das Gasflammkohlen-Stadium stellt (in PIETZSCH 1962: 229: entsprechend dem Anteil der Flüchtigen Bestandteile der Gesamtkohle), bestimmt HUNGER für die unter seiner Leitung untersuchten Flözteile mit einem Gehalt von 80 bis 85 % Kohlen-

stoff (daf), das geringfügig höher inkohlte Gaskohlen-Stadium.

Erste mikroskop-photometrische Messungen des **Reflexionsvermögens des Vitrinits** - ein heute in der Routine angewandtes Verfahren zur Rangbestimmung von Kohlen und dispers in Sedimenten verteilten organischen Komponenten (ICCP 1963) - gehen für Zwickauer Steinkohlen auf ROHLEDER (1968) zurück. Darauf aufbauend untersuchte E. KÜNSTNER zu Beginn der 70er Jahre recht detailliert die Inkohlungsverhältnisse der seinerzeit zugänglichen Flöze (KÜNSTNER 1970, 1974). Aus dieser Zeit (ROHLEDER 1968, KÜNSTNER 1970) existiert ein vergleichsweise umfangreicher Datenfundus zur mittleren Vitrinit-Reflexion (Rm). Er umfasst den Bereich von den Elligen Flözen im Hangenden bis zum Tiefen Planitzer Flöz und dokumentiert bei einer stratigraphischen Teufendifferenz von ca. 240 m in einem Ost-West gerichteten Profil die Verhältnisse zwischen den ehem. Schächten Martin Hoop IX und III.

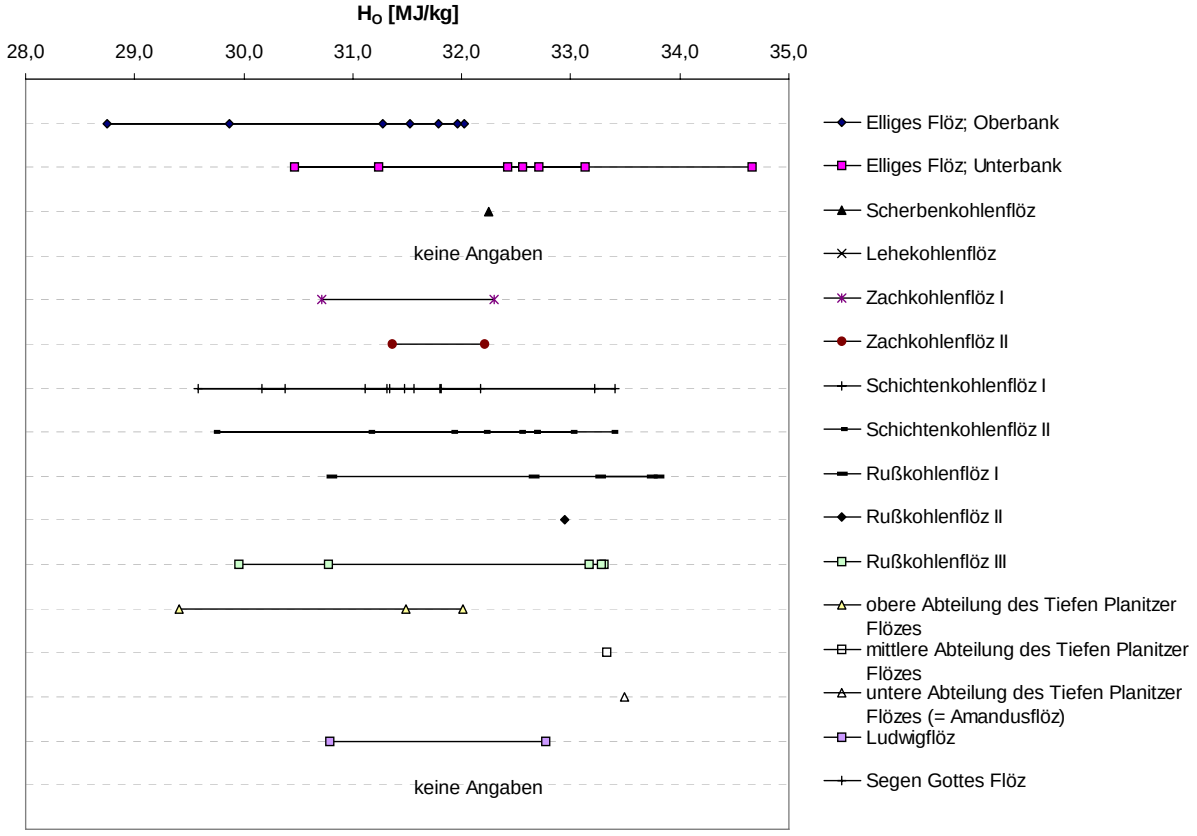


Abb. 3-2: Verbrennungswärme (H_O) der in den Bohrungen Mülsengrund VII bis XII und XIX angetroffenen Flöze (SÜß, BLÜHER, MEYER 1957, BLÜHER 1959, BLÜHER 1960).

Zusammenfassend sind diese Ergebnisse in nachstehender Graphik dargestellt (Abb. 3-3). Aus den Messwerten ergibt sich eine generelle Zunahme des Reflexionsvermögens um 0,079 % Rm pro 100 m bei bekannter Positionierung im Stadium der Gasflamm- und Gaskohlen. Damit gehören die Flöze im stratigraphischen Hangenden des Rußkohlenniveaus zu den Gasflammkohlen. Beginnend mit Rußkohlenflöz III sind die tieferen Flöze als Gaskohlen einzustufen. Aufschlussbedingt liegen für Kohlen unterhalb des tiefen Planitzer Flözes keine Reflexionsdaten vor. Für die Gruppe der Elligen Flöze wurden in genanntem zusammengesetztem Profil Reflexionswerte von 0,625 bis 0,706 % (jeweils als Mittelwert aus 100 Einzelmessungen) und für das Lehekohlenflöz zwischen 0,727 bis 0,780 % registriert. Die Rußkohlenflöze liegen zwischen 0,732 bis 0,841 % Rm, die mittlere Vitrinitreflexion des Tiefen Planitzer Flözes erreicht eine Größenordnung von 0,909 % Rm (Angaben nach ROHLEDER 1968, KÜNSTNER 1970).

Allerdings existieren zum Tiefen Planitzer Flöz im Datenfundus der TU Bergakademie Freiberg, Bereich Brennstoffgeologie, aus dem Zwickauer Karl-Marx-Werk (Sohle 701, 582 m Teufe; Probe 308 mit Rm = 0,74 % und = 0,75 %; Mittelwerte aus jeweils 100 Einzelmessungen; Analysenzeitraum August 1972) Angaben, die sich in o. g. Wertespektrum nicht unmittelbar einordnen.

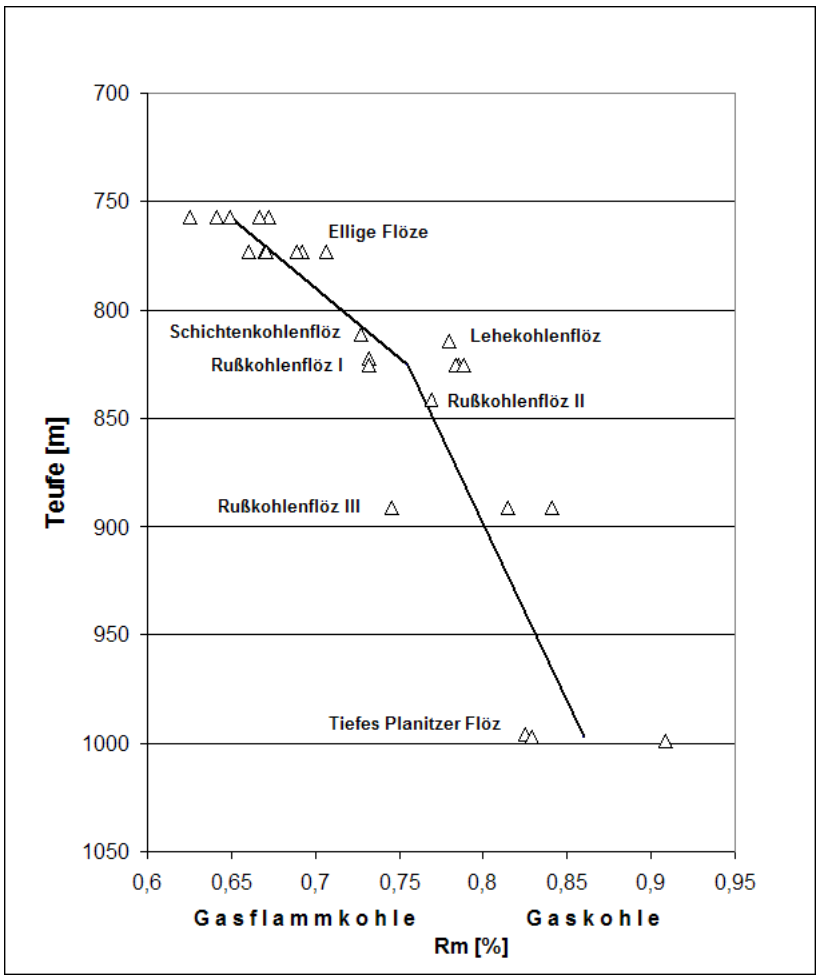


Abb. 3-3:
Teufenabhängige Veränderung des mittleren Reflexionsvermögens (Rm) des Vitrinits; nach KÜNSTNER (1970).
Apparative Randbedingungen (rekonstruiert): *Leitz*-Forschungsmikroskop Ortholux *pol*; Auflicht-Hellfeld, polierte Anschliffe, Oelimmersion; Objektiv-Vergrößerung 32fach; Photomultiplier-Messeinrichtung Fa. Knott Elektronik München; Durchmesser des Messfeldes ca. 20 µm, Reflexionsmessung bei einer Wellenlänge von 546 nm.

KÜNSTNER (1970) weist auf die mit zunehmender Teufe naturgemäß ansteigende Inkohlung sowie mit der Existenz des sog. „Inkohlungsknicks“ (vgl. Abb. 3-3), auf Veränderungen des Reifegradienten hin. Danach zeichnen sich die tieferen Flöze, bis einschließlich Rußkohlenflöz II, durch eine geringere teufenabhängige Inkohlungszunahme gegenüber den im Hangenden des Rußkohlenflözes befindlichen Kohlen (Rußkohlenflöz II bis Ellige Flöze) aus. Nach KÜNSTNER ist diese Veränderung mit tektonischen Auf- und Abschiebungen nicht erklärbar. Die Parallelität dieses Gradientenwechsels innerhalb der Rußkohlenflöze mit der paläobotanisch festgestellten Veränderung in den Linopteriden-Spezies (DABER 1957a: 45) führte seinerzeit auch dazu, einen möglichen Einfluss der Pflanzenfazies auf das Inkohlungsgeschehen nicht auszuschließen.

Aus heutiger Sicht zeigt sich das Bild etwas modifizierter: Zunächst erscheint die Toleranz der Reflexionswerte innerhalb eines Flözes mit nahezu konstanter Teufenlage problematisch. Repräsentanz der Werte vorausgesetzt, ist ein Gradientenwechsel ausschließlich mit mehrphasigen und unterschiedlich intensiven thermischen Ereignissen - wahrscheinlich aus dem Bereich der westerzgebirgisch-vogtländischen Granite herkommend - zu erklären. Nach Ablagerung des Rußkohlenflözes I haben Tiefes Planitzer Flöz und Rußkohlenflöz III bzw. II wahrscheinlich bereits ihren rezent anzutreffenden Inkohlungsgrad erreicht. Eine zweite weniger intensive thermische Phase erfasst später die jüngeren Flözbildungen im Hangenden von Rußkohlenflöz I und führt hier zu einem hohen teufenabhängigen Inkohlungsgradienten bei dennoch geringerem Absolutniveau der geothermischen Veränderung, die den Reifegrad der tieferen Flöze nicht weiter erhöht.

Abgeleitet aus geologischen Beobachtungen existiert hinsichtlich der zeitlichen Einordnung der Inkohlung in der Literatur die Meinung, dass der Prozess mit dem Ende des Oberkarbons bereits weitestgehend abgeschlossen war. Wichtigstes Indiz dafür ist nach PIETZSCH (1962: 257) die Existenz kantiger Steinkohlen-Bruchstücke in den basalen Rotliegendschichten, dem bis zu 45 m mächtigen „Grauen Konglomerat“. Ihre Vitrinit-Reflexion liegt nach Untersuchungen von KÜNSTNER (1970) zwischen 0,605 bis 0,655 % Rm und damit im Inkohlungsbereich der Elligen Flöze. Natürlich sind die eingelagerten Kohlen-Fragmente erosiven Eintrags. Ihr kantiger Habitus beweist jedoch lediglich, dass die materialliefernden, von der Erosion erfassten Flözteile, bereits die Plastizitätsgrenze erreicht haben. Dies ist bereits mit dem Braunkohlen-

Stadium gegeben (vgl. HUNGER 1955b). Als Indiz für einen zum Zeitpunkt der Klasten-Resedimentation bereits existierenden definierten Inkohlungsgrad ist diese Beobachtung damit wenig geeignet. Ein postoberkarboner Inkohlungsfortschritt ist nicht auszuschließen.

Nach paläobotanischen Untersuchungen (GOTHAN 1932, DABER 1955, 1957a, DYBOVÁ & JACHOVICZ 1957; vgl. KÜNSTNER 1970 und Kap. 4.1) sind die Zwickauer Oberkarbon-Ablagerungen dem Westfal D zuzuordnen. PIETZSCH (1962: 259) geht davon aus, dass vor Beginn der diskordanten Rotliegendüberdeckung lediglich eine Schrägstellung der Karbon-Schichten infolge Aufdringens der benachbarten westsächsisch-vogtländischen Granite erfolgte. DABER (1992) unterstützt diese Meinung und stellt sie in den nahe liegenden Kontext zur erzgebirgischen Phase der variszischen Orogenese.

Die Aussagen zum Zeitraum der Intrusion sind sehr widersprüchlich. Anhand von Untersuchungen der Spurenelement-Verteilungen in den Zwickauer Kohlen positionieren LEUTWEIN & RÖSLER (1956) die Bildung der Kirchberg-Eibenstocker Granitkörper als ein präbzw. syngenetisch zur Flözbildung erfolgtes Ereignis. Hinweise zur Mehrphasigkeit der Intrusionen sind gegeben. Beobachtungen WATZNAUER´S (in LEUTWEIN & RÖSLER 1956) sprechen für ein post-oberkarbones thermisches Ereignis hoher Intensität, sind die Schiefertone der Flöz-Zwischenmittel im granitnäheren Bereich doch deutlich härter. Ferner enthalten sie quer zur Schichtung stehende Biotit-Aggregate, was für eine kontaktmetamorphe Blastese spricht. Unter der Annahme, dass es sich hierbei um ein Ereignis mit regionaler Bedeutung handelt, dürfte die damit einhergehende Wärmeeinwirkung sämtliche früheren thermischen Phänomene überprägt haben. Im Ergebnis dessen wäre von einer steten Rang-Zunahme bei Annäherung an den Pluton und einem über das gesamte Profil gleich bleibenden Inkohlungsgradienten auszugehen - Angaben hierzu sind jedoch nicht verfügbar. Auch hätte der in Abb. 3-3 gezeigte Inkohlungsverlauf von den Elligen Flözen bis zum Tiefen Planitzer Flöz dann im besten Falle lokale Bedeutung.

Ebenso wenig eindeutig ist die Frage der Zeitdauer des thermischen Einflusses zu beantworten. Unter Annahme der von PIETZSCH (1962: 259) favorisierten Bedingung des Erreichens der rezent festgestellten Inkohlung im Oberkarbon stände zwischen dem flözführenden Westfal D und dem höheren Stefan, der Zeit der beginnenden fluviatilen Abwaschung, ein äußerst gering bemessener Zeitraum von 5, maximal 10 Millionen (*heute max. 3-4* Mio.) Jahren zur Verfügung (KÜNSTNER 1970), wobei zu beachten ist, dass die relativ geringe Dauer der Einwirkung innerhalb gewisser Grenzen durch erhöhte Gebirgstemperatur ausgeglichen werden kann.

Eine eindeutige Aussage zu thermischer Geschichte und Inkohlungsverlauf des flözführenden Zwickauer Oberkarbons ist aus den vorhandenen Daten nicht möglich. Hierzu bedarf es der Bearbeitung eines vollständigen Profils der gesamten Abfolge und einer darauf aufbauenden Rekonstruktion der Verhältnisse mittels moderner Methoden der Modellierung sedimentärer Becken.

3.4 Die „Flözproben-Sammlung Zwickauer Revier“ im Bergbaumuseum Oelsnitz

(K. HOTH, E. KAHLERT, H. DÖRING und H. HERFURTH †)

Als im Oktober 1973 durch einen Grubenbrand im Mülsenfeld des Zwickauer Reviers östlich des Martin-Hoop-Schachtes IX etwa 10 % des noch in Förderung befindlichen Grubenfeldes aufgegeben werden mussten und damit auch erhebliche Einbußen an Steinkohlen-Fördermöglichkeiten eintraten, wurde im Juni 1974 durch Regierungsbeschluss das Ende der Steinkohlenförderung im Martin-Hoop-Werk Zwickau, dem letzten Steinkohlenwerk der DDR, vorgezogen und auf Ende 1977 festgelegt. Allein für das werkseigene Kraftwerk war eine Restmengengewinnung auch noch danach für kurze Zeit möglich.

Etwa zur gleichen Zeit (September 1975) diskutierte man auf dem 8. Internationalen Karbonkongress in Moskau den weltweit unzureichenden Kenntnisstand im hohen Oberkarbon und bestätigte nachdrücklich die Notwendigkeit von verbessernden Forschungsarbeiten in solchen Bereichen.

Bereits auf dem Symposium für Karbonstratigraphie 1973 in Ostrava wurde von der Internationalen Union für Geologische Wissenschaften (IUGS) die Bitte an die DDR-Teilnehmer des Zentralen Geologischen Instituts (ZGI) gerichtet, die bislang ungenügenden Kenntnisse über die limnischen intramontanen Becken in Deutschland durch eine Revision des hohen Oberkarbons in der Vorerzgebirgischen Senke entscheidend zu verbessern. Für das Hohe Westfal der variszischen Innensenken sollte und wollte die DDR einen Beitrag leisten. Die auslaufende Steinkohlenlagerstätte Zwickau war das einzige diesbezüglich mögliche Objekt, um u. U. zur Lösung des Problems beizutragen.

Anlässlich der letzten Exkursion der Gesellschaft für Geologische Wissenschaften, Berlin, ins Mülsenfeld des Zwickauer Steinkohlenreviers im Herbst 1974 wurde der dort erreichte geologisch-paläontologische Erforschungsgrad eruiert und für unzureichend befunden. Trotz einer großen Anzahl von Schacht- und Bohraufschlüssen hatten in den letzten 4-7 Jahrzehnten immer nur Fragen der unmittelbaren Vorratsvorsorge oder des östlichen Teils des Reviers im Vordergrund des Interesses gestanden, nicht Bau und Bildung der Gesamtlagerstätte.

In Anbetracht der geringen noch zur Verfügung stehenden Zeit bis zur Schließung der Grube wurde auf der vom damaligen Leiter des Betriebsteils Freiberg des VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Dr. H. Richter, am 23.02.1976 anberaumten Anlaufberatung zur geologischen Endauswertung des Zwickauer Steinkohlenreviers von den zwei erstgenannten Autoren dieses Teilkapitels ein Arbeitsprogramm konzipiert. Ausgehend von dem allgemein akzeptierten Grundsatz: „650 Jahre Steinkohlenbergbau dürfen nicht ohne eine ausreichende geologische Schlussdokumentation beendet werden“, wurde von vornherein *eine für die geologische Öffentlichkeit zugängliche Endauswertung* ins Auge gefasst. Das war in damaliger Zeit bemerkenswert. Die notwendige Veröffentlichungsgenehmigung erfolgte im Juni 1980. Es war klar, dass dieses Endziel nur durch langfristige und enge Zusammenarbeit mehrerer Kooperationspartner zu erreichen sein würde. Dank dem Entgegenkommen des Martin-Hoop-Werkes und seines Leiters, Dipl.-Ing. G. Süß, waren Grubenbefahrung und Probenahme außerhalb der üblichen Förderzeiten möglich. Zu einem späteren Zeitpunkt (1978) folgte eine weitere Initiative, die dringend notwendigen Auswertungs- und Untersuchungsarbeiten mittels einer sog. Neuerervereinbarung (zum Datenbestand) voranzutreiben.

Als erste Arbeitsetappe wurde die Beprobung der noch zugänglichen Flöze und die Dokumentation und Beprobung des Tagesaufschlusses an der Zwickauer Mulde oberhalb der Cainsdorfer Brücke vorgesehen und dafür eine interinstitutionelle Arbeitsgemeinschaft gebildet. Beteiligt waren Mitarbeiter des ZGI Berlin - Hauptabteilung Bernau -, des Steinkohlenwerks Martin-Hoop in Zwickau, des GFE BT Freiberg und des Zentralinstitutes für Physik der Erde der AdW in Potsdam. Die koordinierte Probenahme-Aktion sollte zunächst einen Fundus schaffen für eventuell notwendige Untersuchungen aller Art in der ferneren Perspektive, sollte aber auch die damals aktuellen Untersuchungsmöglichkeiten der Mikropaläobotanik, der Kohlenpetrographie, der Makropaläobotanik und der Lithologie berücksichtigen.

Gleichlaufend war eine sporenpaläontologische Bearbeitung des Zwickauer Profils als Grundlage für die Klärung der stratigraphischen Verhältnisse zu beginnen und weiter eine Übersicht über die noch vorhandenen Proben- und Dokumentenbestände an den verschiedenen Standorten zu erarbeiten, was auch geschah. Dagegen stellte sich schon gegen Ende der ersten Arbeitsetappe heraus, dass die sporenpaläontologische Bearbeitung trotz wesentlich gekürzten Umfangs viel länger dauern würde, als ursprünglich geplant. So mussten schon aus diesem Grund die Nachfolgearbeiten weit in die Zukunft geschoben werden.

Im Weiteren werden einige Bemerkungen zur Entstehung der im Anhang dokumentierten Profile der Flözprobensammlung gemacht: Die Probenahme erfolgte grundsätzlich freiwillig und unentgeltlich an Wochenenden. Außer den Autoren waren daran beteiligt E.-A. KOCH, H.-J. PAECH, K. RUDOLPH, M. PLOBNER, W. KITTLER, W. STACKEBRANDT, B. RUGENSTEIN, H. FRÖHLICH, M. MENNING, J. SCHNEIDER, W. ALEXOWSKY, P. HOTH und G. BRAUSE, also Geologen, Bergleute, Markscheider und Praktikanten (Reihung nach Häufigkeit der Teilnahme). Der erste Probenahme-Einsatz fand am 24./25.04.1976 statt (Zachkohlenflöz im 5. Revier), der letzte dieser Einsätze erfolgte am 17.06.1978 (Rußkohlenflöz ebenfalls im 5. Revier). In den 15 beprobten Abbauen wurde stets eine ausreichend mächtige, möglichst durchgehende und hinreichend charakteristische Schiefertonlage graphisch dokumentiert „Z-Tonstein“ bis „L-Tonstein“ im Profil 2 bis 47 und über diese die einzelnen Flözprofile im jeweiligen Abbau miteinander korreliert. Der Transport der rund 1450 horizontierten Proben aus 47 Flözprofilen (vorwiegend „Tonstein“, Schluffstein und Steinkohle) erfolgte vom Abbau in den Rucksäcken der Arbeitsgemeinschaftsmitglieder. Auf diese Weise liegen in der Flözproben-Sammlung des Bergbaumuseums Oelsnitz Proben folgender Flöze als Bearbeitungsreserve vor (vgl. Profiltafeln 3-4 bis 3-12 im Anhang):

Elliges Flöz, Oberbank (Korrelationseinheit 24 c):	8 Flözprofile
Elliges Flöz, Unterbank (Korrelationseinheit 24 a):	4 Flözprofile
Zachkohlenflöz (Korrelationseinheit 18):	7 Flözprofile
Schichtenkohlenflöz II (Korrelationseinheit 15 a):	9 Flözprofile
Rußkohlenflöz I (Korrelationseinheit 14 e):	6 Flözprofile
Rußkohlenflöz III (Korrelationseinheit 14 a):	8 Flözprofile.

In dieser Aufstellung enthalten sind die Flözprofile 1-16, 18-41 und 46-47. Die Profile 17 (Ausbildung sehr ähnlich den Profilen 14-16 und 18) und 42-45 sind in der Sammlung nicht vorhanden, weil sie auf dem Weg von Zwickau ins Zwischenlager im Zentralen Geologischen Probenarchiv (ZGPA) Bernau (Lagerung dort 1976/78 bis 1988) und „zurück“ ins Bergbaumuseum Oelsnitz (Januar 1989) verschollen sind. An Profil 17 ist in Bernau eine mikropaläontologische Beprobung durchgeführt worden. Die Dokumentationen zu diesen Profilen befinden sich in den Akten „Schlussdokumentation Zwickauer Revier“ im Archiv des Sächsischen Geologischen Dienstes des Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Nicht mehr möglich war eine Probenahme einerseits im Scherben-, Lehe- und Schichtenkohlenflöz I, da im Probenahme-Zeitraum keine Abbaue mehr existierten, andererseits nicht mehr in den weit im Westen der Lagerstätte auftretenden Flözen Segen-Gottes, Ludwig und Amandus, die schon spätestens 1951 bzw. 1970 abgeworfen

worden waren.

Abgeschlossen wurde die Probenahme am 3.09.1978 im Tagesaufschluss an der Cainsdorfer Brücke, nachdem dieses damals 600 m lange Profil durch E. A. KOCH (und H.-J. PAECH) dokumentiert worden war. Die dort entnommenen 116 Proben sind am 25.10.1989 noch im ehemaligen ZGPA Bernau vorhanden gewesen. Ihr Verbleib danach ist unbekannt. Vermutlich sind sie in die Verantwortung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Außenstelle Berlin, gefallen. Ihre Zusammenführung mit dem Proben-Hauptbestand im Bergbaumuseum Oelsnitz wäre sicherlich zweckmäßig, zumal sie ein Profil vom Unteren Schichtensandstein (Korrelationseinheit 15b) bis in den Bereich des Zwickauer Hauptkonglomerats (Korrelationseinheit 9) belegen, der heute nicht mehr in dieser Vollständigkeit aufgeschlossen ist.

Im Sommer 2003 und 2004 sind auf der Grundlage der Dokumentation von SCHNEIDER und ZEIDLER im Profil an der Cainsdorfer Brücke Nachbeprobungen durchgeführt worden (Kennzeichnung dieser 2 bis 3 Proben-Sätzen mit „N“ ,z. B. „65 N“). Deren Proben sind ebenfalls im Bergbaumuseum Oelsnitz und im Geologischen Dienst in Freiberg eingelagert worden.

Wir geben die unter einigen Mühen geschaffene Flözprobensammlung Zwickauer Revier in die Hände unserer wissenschaftlichen Nachfolger, um sie im Bedarfsfall in die Lage zu versetzen, ergänzende oder auch revidierende Untersuchungen in den höheren Teilen des Zwickauer Oberkarbon-Profils durchführen zu können.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass im Kernarchiv des Geologischen Dienstes Freiberg 16 Kernkisten der Wismut-Bohrung 3216/89 und Kernreste der Wismut-Bohrungen 3215 A/89 und 3213 aus dem Bereich des Reinsdorfer Schüttungsfächers vorhanden sind. Sie enthalten lediglich Steinkohlenschmitzen.

3.5 Die Grobklastit-Horizonte im Zwickauer Oberkarbon (K. HOTH)

Am Aufbau der flözführenden Schichten des Zwickauer Oberkarbons sind überwiegend Schiefertone beteiligt (STUTZER 1936: 26-28; DRESSEL et al. 2000: 10). Das hat zu einer Unterbewertung der Grobklastika geführt (s. Beilage 3-12).

Ein Blick insbesondere auf die Korrelationsprofile 1 und 3 zeigt jedoch, dass auch Sandsteine und Konglomerate in bedeutendem Maße am Aufbau der Schichtenfolge beteiligt sind, in manchen Revierteilen überwiegen sie sogar (Anteil 20-40 %, maximal 50 %). Im Reinsdorfer Schüttungsfächer sind sie die weitaus vorherrschenden Gesteine.

Als „flözfernere Fazies“ galt den Grobklastit-Horizonten natürlich das Interesse der Bergleute kaum. Die bald tonigen, bald kieseligen, gelegentlich auch karbonatischen, oft Hellglimmer und Kaolin/Feldspat führenden Fein- bis Grobsandsteine wurden daher meist als mehr oder weniger unregelmäßige Einlagerungen in der Schichtenfolge angesehen, die auch in den letzten Jahren des Grubenbetriebes noch in Zwischenmittelkarten mit den übrigen Nebengesteinen zusammengefasst wurden. Erste die Grobklastite differenzierende graphische Darstellungen tauchen in der Literatur um 1900 in den randlich dargestellten Schachtprofilen zur Geologischen Specialkarte Section Zwickau-Werdau (Nr. 111) auf.

Allerdings sind schon früheren Bearbeitern einzelne offenbar charakteristische Grobklastika aufgefallen. So erwähnt GUTBIER (1834: 70) aus dem Bereich Oberhohndorf einen Sandstein oberhalb des *Lehekohlenflötzes*, der sich sehr dem Konglomerat nähert und bis fast an die Decke des *Lehekohls* reicht. Es ist dies die Korrelationseinheit 21, der heutige Überlehe-Sandstein bzw. das Überlehe-Konglomerat des Mülsenfeldes. Ihm war weiter der Komplex des Schichtensandsteins (Korrelationseinheiten 15 b-d) bekannt, den er als 20 Ellen-Sandstein im Hangenden des Rußkohlenflözes (ebenda) oder auch als Sandstein zwischen Rußkohlenflöz und Schichtenkohlenflöz erwähnt (ebenda, S. 75). Außerdem weist er auf einen fast in Konglomerat übergehenden Sandstein zwischen Zach und Schichten hin (wahrscheinlich Korrelationseinheit 17 Unterzachensandstein).

GEINITZ (1856: 14, 15, 21 und Taf. II-IV) nennt aus dem Bereich Niedercainsdorf-Schedewitz *graue und rote Conglomerate im Liegenden des Segen Gottes Flötzes* (die heutige Korrelationseinheit 7 = Unter-Segen-Gottes-Konglomerat) bzw. arkoseartige Sandsteine in dieser Position und ein ähnliches *Conglomerat im Grunde der Königin-Marienhütte*, das wohl am ehesten Korrelationseinheit 9 (= Zwickauer Hauptkonglomerat) im Profil an der Cainsdorfer Brücke entsprechen dürfte. In dieses Niveau gehören auch sein konglomeratischer Sandstein unter dem Ludwigflöz des Segen Gottes-Schachtes und unter der mittleren Abteilung des tiefen Planitzer Flözes seiner Nomenklatur, d. h. dem Ludwigflöz, im Kohlenwerk von Kraft & Lücke am linken Ufer der Mulde reichlich 100 m südwestlich der ehemaligen Königin-Marienhütte. Weiter nennt er mächtige Kohlensandsteine zwischen *tiefem Planitzer Flötz* und *Rußkohlenflötz*, die 10 bis 13 m mächtig sind und auch konglomeratisch werden können. Es handelt sich um Sandsteine im Bereich der Korrelationseinheiten 12b-14b. Auch hier erwähnt er „Conglomeratmassen“. *Grobkörnige arcoseartige Sandsteine und untergeordnete Conglomeratschichten* kommen seiner Beschreibung nach im Bereich Oberhohndorf zwischen Schichten- und Zachenflöz vor (Korrelationseinheit 17). Dieser Befund stimmt mit GUTBIERS Beobachtungen überein.

Um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert sind im Zuge der Geologischen Landesaufnahme (SIEGERT 1901) und im Zusammenhang mit der Revierrevision der Steinkohlenindustrie (ARNOLD 1900a, b) die Kenntnisse über die Grobklastika weiter verbessert worden. So war inzwischen bekannt, dass die Konglomerate in den oberen Niveaus der Zwickauer Steinkohlenformation (des Stadtfeldes) seltener sind als in den unteren und dass auch ihre Mächtigkeit nach unten zunimmt. Weiter beschreiben sowohl SIEGERT (1901: 14, 27) als auch ARNOLD (1900b: 23), dass das Konglomerat unter dem Ludwigflöz (d. h. das Zwickauer Hauptkonglomerat = Korrelationseinheit 9) ein über das ganze Revier verbreiteter Horizont ist, in dem im Tiefbauschacht I und später im Bürgerschacht II mehr oder weniger frische z. T. granatreiche Granulitgerölle beobachtet wurden.

In den folgenden Jahrzehnten hat es keinerlei Kenntnisfortschritt bezüglich der Sandstein- und Konglomeratverteilung mehr gegeben. Bei DABER (1957, Anl. 1) ist die Geröllführung nicht vollständig erfasst und eine Korrelierung der Grobklastite nicht erfolgt, weil sie nicht Ziel der Analyse war. PIETZSCHS (1962: 227-228) Ausführungen zu den Grobklastika im Zwickauer Oberkarbon zeigen deutlich den bis dahin immer noch unzureichenden Kenntnisstand. So gewinnt man z. B. den Eindruck, dass die Granulitgerölle in zahlreichen Konglomeraten der Flöz-Zwischenmittel auftreten, während sie in Wirklichkeit nur aus dem Zwickauer Hauptkonglomerat des nördlichen Stadtfeldes beschrieben sind.

Die 1983 im Zuge der Restressourcenermittlung auch im Zwickauer Revier auf 6 Profilen begonnene Korrelation der Gesamtschichtenfolge führte schließlich zum heute vorliegenden Kenntnisstand. Er ist in Beil. 3-12 dargestellt. Es lassen sich rd. 20 Sandstein/ Konglomerathorizonte unterscheiden, die bezüglich Ausbildung, Mächtigkeit, maximaler Korngröße und Geröllbestand charakterisiert sind. Die Angaben stützen sich außer auf die Korrelationsprofile auf die Schichtenverzeichnisse der Mülsenbohrungen und die darin enthaltenen Angaben der Kollegen, die die Bohrungen dokumentiert haben, sowie auf die Literatur, soweit darin enthaltene Angaben horizontbezogen zu interpretieren waren. Außerdem ist die Verbreitung der Horizonte angegeben und der Bereich, in dem der Horizont definiert wurde. Die **Bezeichnungen der Grobklastithorizonte** mussten mit geringen Ausnahmen, die sich auf die Hauptverbreitung der jeweiligen Einheit beziehen, z. B. Zwickauer Hauptkonglomerat oder Mülsenfelder Hauptkonglomerat, auf die Flöze und auf die Lage zu ihnen bezogen werden. Es entsteht dadurch eine z. T. etwas ungewöhnliche Nomenklatur. Begriffe wie Ellen-Konglomerat, Zachensandstein, Rußsandstein und Ludwigsandstein weisen dabei auf enge räumliche Beziehungen zu den betreffenden Flözen hin, während Überellen-Sandstein oder Unter-Segen-Gottes-Konglomerat allein die Position des Grobklastithorizonts benennen. Die Bezeichnung der Einheiten ging wenn möglich vom Stadtfeld aus.

Während die meisten Grobklastika offenbar braided river-Bildungen sind, handelt es sich bei einzelnen von ihnen um Rinnensandsteine. Das gilt z. B. für den Rußsandstein (Korrelationseinheit 14b), der besonders auf Korrelationsprofil 3 seinen erosiven Charakter zeigt. Bei den Flözaufnahmen im Mülsenfeld konnte an seiner Basis eine Erosionsdiskordanz belegt werden (Flözprofile 35 und 36).

Über **die Zufuhr** des in den Grobklastiten festgelegten **Materials** herrschen recht unterschiedliche, nur im Einzelfall gut begründete Vorstellungen. Wenn PIETZSCH (1962: 228) für die Konglomerate mit Granulitgeröllführung eine Materialzufuhr vom nördlichen Beckenrand, d. h. vom Granulitgebirge (von Nordosten!) her ableitet, geht er wahrscheinlich nicht fehl, nur gilt diese Aussage nur für das Zwickauer Hauptkonglomerat. Für das phyllitgeröllreiche Grundkonglomerat des östlich anschließenden Oelsnitzer Reviers rechnet derselbe Autor (ebenda, S. 235) mit Materialzufuhr von Süden her, während BLÜHER (1955: 102-104) für die Sandsteine und Konglomerate zwischen Grund- und Vertrauenflöz Sedimentzufuhr vom nördlichen Beckenrand ableitet.

Um verlässlichere und differenziertere **Aussagen zu möglichen Liefergebieten und Schüttungsrichtrungen** treffen zu können, wurde für das Zwickauer Revier eine Art „paläogeographische Analyse“ für Einzelhorizonte versucht. Erste Voraussetzung dafür ist bei dem ohnehin schon stark eingeschränkten Oberkarbonausstrich eine möglichst weite Verbreitung der Horizonte. Damit scheiden verschiedene Niveaus von vornherein für eine solche Analyse aus.

Klassische Methoden der Konglomerat- und Geröllanalyse (Maximalkorngrößenbestimmung, Bestimmung der Labil- und Stabilkomponentenanteile etc.) können nicht angewandt werden, da der Probenfundus und die Datenlage dafür nicht ausreichen. So blieb nur die Suche nach einer in diesem Falle noch gängigen Methode. Um vergleichbare Daten für die verschiedenen Aufschlusspunkte in einem Klastithorizont zu erhalten, muss die schlechteste Datenlage als Bezugsniveau, als kleinster gemeinsamer Nenner, angesetzt werden.

Im Stadtfeld und im Pöhlauer Feld sind die Schachtdokumentationen verschiedenster Steiger (kaum Geologen) aus 120 Jahren Bergbaugeschichte (1839-1959) die beste - weil einzige zeitgenössische - Quelle über die Ansprache der Nebengesteine. Die Bergleute haben in ihren Schachtteufjournalen oder in danach gefertigten graphischen Darstellungen Schiefertone, Sandsteine (meist fein- oder mittelkörnig), z. T. grobkörnige Sandsteine, konglomeratische Sandstei-

ne und Konglomerate mit wechselnder Genauigkeit unterschieden. Die Grenzen zwischen den drei letztgenannten Typen sind unscharf. So ergab sich nur die Möglichkeit unter Berücksichtigung der Horizontmächtigkeit in den Korrelationsprofilen eine Anteilsdifferenzierung in den drei petrographischen Klassen: 1. Grobsandsteine + Konglomerate (in Folge vereinfachend als Konglomerate bezeichnet), 2. Sandsteine und 3. Pelite zu versuchen. Die Horizontmächtigkeit wurde als Kreisscheibe dargestellt (logarithmischer Maßstab!), die Klassenanteile als Kreissegmente. Grobe Punkte kennzeichnen die petrographische Klasse 1, feine Punkte die Sandsteine, die Pelitanteile wurden mit waagerechter Strichlierung dargestellt.

Es ergab sich das folgende Bild der Zusammensetzung und der Schüttungsrichtungen der Grobklastite des Zwickauer Oberkarbons (vgl. Abb. 3-4 bis 3-11):

In den **Unteren Schedewitzer Schichten** ist das **Mülsenfelder Hauptkonglomerat** (Korrelationseinheit 5) für eine Konglomeratanteil-/Mächtigkeitsanalyse einigermaßen geeignet (Abb. 3-4). Im Mülsenfeld weisen die im Allgemeinen nach Norden steigenden Grobklastitanteile und auch die Konglomerathäufung in Richtung NO und NW auf eine Schüttung aus diesen Richtungen hin. Die im Mülsenfeld erwähnten Gneisgerölle sollten jedenfalls nicht aus dem Erzgebirge stammen. Im Stadtfeld sind die Verhältnisse mangels ausreichender Tiefenaufschlüsse unklar. Sowohl Schüttung aus nördlicher als auch aus südlicher Richtung ist denkbar.

Sollte die von BERGER im Bereich des Vielauer Waldes postulierte SO-NW verlaufende prä-permokarbone „Vielauer Rinne“: (Kb) Vio 2071/70 - (Kb) Zw 2110/70 - (Kb) Zw 2074/70 auch einen oberkarbonen Füllungsanteil enthalten, so kämen dafür in der Bohrung 2110 nur das rund 45 m mächtige graugrüne, selten schwärzlichgraue Mittel- bis Grobkonglomerat an der Basis der klastischen Folge infrage. Nach Position, Mächtigkeit und Geröllgrößen entspräche es am ehesten dem Mülsenfelder Hauptkonglomerat (Korrelationseinheit 5). Diese Einstufung würde mit der hohen Mächtigkeit des Konglomerates im Schacht Martin Hoop VIII (rund 30 m) korrespondieren. Südwestlich davon wäre der Grobklastit-Anteil mit rund 90 % noch deutlich höher. Das belegte für das südliche Stadtfeld Klastitzufuhr aus südlicher Richtung.

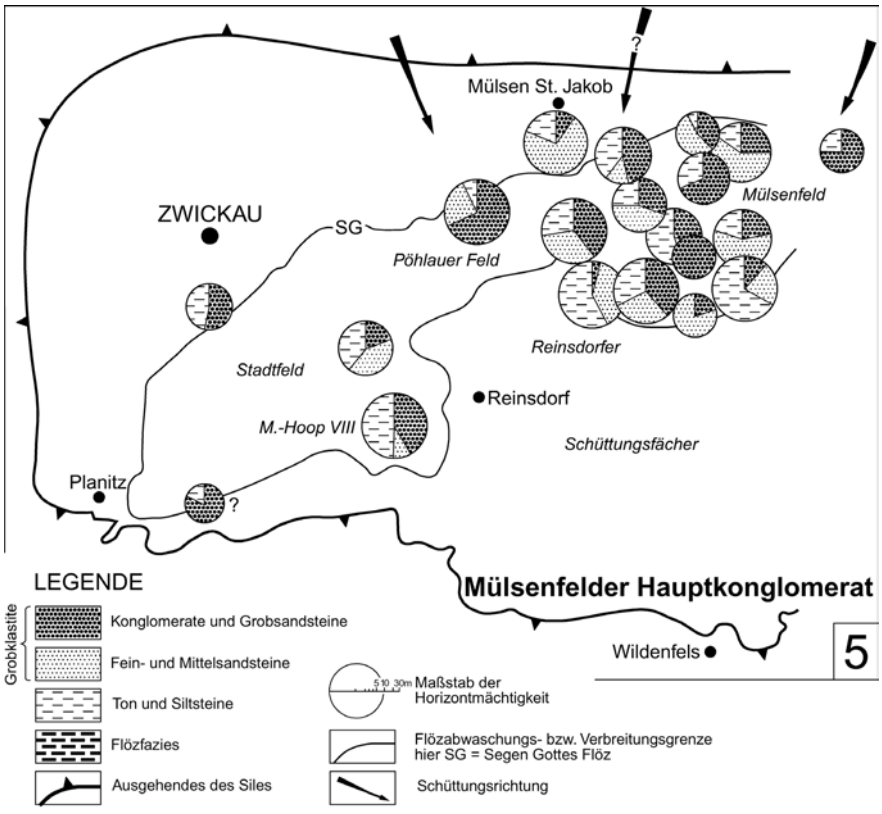


Abb. 3-4:
Mülsenfelder Hauptkonglomerat (Korrelationseinheit 5) Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen

Von den **Grobklastiten der Oberen Schedewitzer Schichten** wurden nach der Verbreitung die Korrelationseinheiten 9 und 11c für die Konglomeratanteil-/Mächtigkeitsanalyse ausgewählt.

Das **Zwickauer Hauptkonglomerat** (9), der bisher am besten bekannte Grobklastithorizont des Zwickauer Oberkarbons, zeigt in Abb. 3-5 im Mülsenfeld bei wechselnden Mächtigkeiten deutliche Grobklastitvormacht im NO und zugleich Zunahme des Konglomeratanteils in dieser Richtung, was auf die Zufuhr des Materials aus Nordosten weist. Im Stadtfeld sind die Verhältnisse weniger eindeutig. Im Bereich des

nördlichen Stadtfeldes (Gebiet um die Schächte Bürger I und II, Vertrauen, Tiefbauschächte, Brückenberg III und II) und im westlichen Pöhlauer Feld (Gebiet um Schacht Morgenstern III) lassen die Grobklastit- und Konglomeratanteile eine Zufuhr aus NO zu; das Ergebnis vom Brückenbergschacht I stützt diese Aussage allerdings nicht. Immerhin ist möglich, dass das Schachtprofil durch den Brückenbergsprung stärker gestört ist als bisher bekannt. Für das südliche Stadtfeld ist zusätzlich eine Zufuhr aus dem Gebiet des „Reinsdorfer Schüttungsfächers“ anzunehmen.

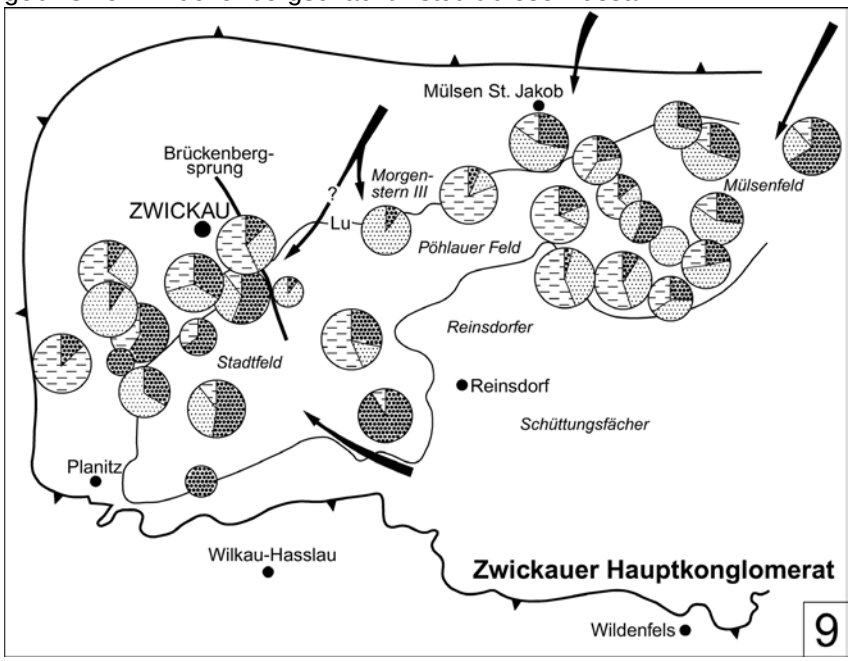


Abb. 3-5:
Zwickauer Hauptkonglomerat (Korrelationseinheit 9)
Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen

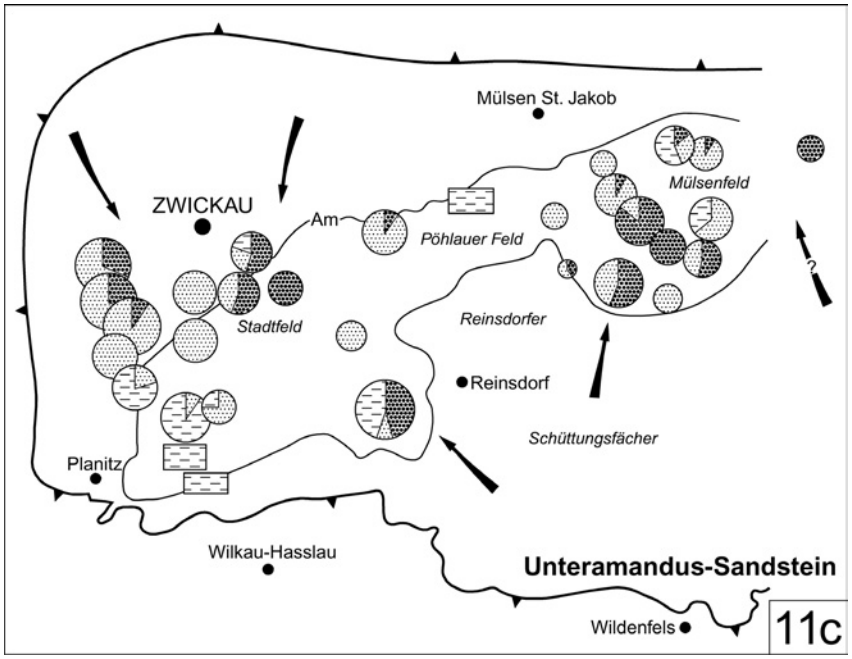


Abb. 3-6:
Unteramandus-Sandstein (Korrelationseinheit 11c)
Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen, Rechtecke entsprechen Profilen ohne entsprechende Grobklastite in diesem Niveau

Die Granulitgerölle sind bisher nur aus dem nördlichen Stadtfeld bekannt. Eine Herleitung aus dem Granulitgebirge liegt nahe.

Beim **Unteramandus-Sandstein** (11c) ist die später weit verbreitete Pelitfazies im Pöhlauer Feld schon schwach zu erkennen; im Mülsenfeld häufen sich die Konglomerate im Süden und die Mächtigkeit nimmt unstetig nach NO ab (Abb. 3-6), was für Schüttung aus südlicher Richtung spricht. Im nördlichen Stadtfeld ist der Konglomeratanteil hoch und im NW die Mächtigkeit der Grobklastite extrem. Beides spricht für Zufuhr aus nördlichen Richtungen. Für den Südosten des Stadtfeldes kann eine Schüttung aus dem Gebiet des „Reinsdorfer Schüttungsfächers“ nicht sicher ausgeschlossen werden.

Für die **Grobklastite in den Marienthal-Pöhlauer**

Schichten sind die Aussagemöglichkeiten ebenfalls gut. Auf Grund ihrer weiten Verbreitung wurden die Korrelationseinheiten 12b, 13b, 13d und 15b für die Konglomeratanteil-/Mächtigkeitsanalyse ausgewählt.

Für Korrelationseinheit 12b **(Amandus-Sandstein)** zeigt Abb. 3-7 zwei durch die Pelitfazies im Pöhlauer Feld deutlich getrennte Grobklastitverbreitungsgebiete. Im Stadtfeld stoßen mächtige sandige Schüttungen von Norden her gegen die Kohlenmoorfazies im Süden vor. Geringe Schüttungen sind auch von SO möglich. Im Mülsenfeld weisen die im Süden höheren Konglomeratanteile auf Zufuhr aus südlicher Richtung hin.

Die Verhältnisse im **Planitz-Sandstein** (13b) sind demgegenüber einheitlicher. Bei relativ ausgeglichenen Mächtigkeitsverhältnissen im Stadtfeld und deutlicher Mächtigkeitsabnahme in Richtung Süden im Mülsenfeld sowie Häufung der Konglomeratführung in den nördlichen Revierteilen liegt eine Zufuhr aus nördlichen Richtungen nahe (vgl. Abb. 3-8). Damit war das Sedimentationsregime der Unteren Schedewitzer Schichten kurzzeitig wiederhergestellt. Die im Mülsenfeld als Gerölle auftretenden Glimmerschiefer stammen damit aus dem Schiefermantel des Granulitgebirges. Außerdem sollten nordöstlich des Mülsenfeldes silurische(?) Alaunschiefer der Abtragung zugänglich gewesen sein.

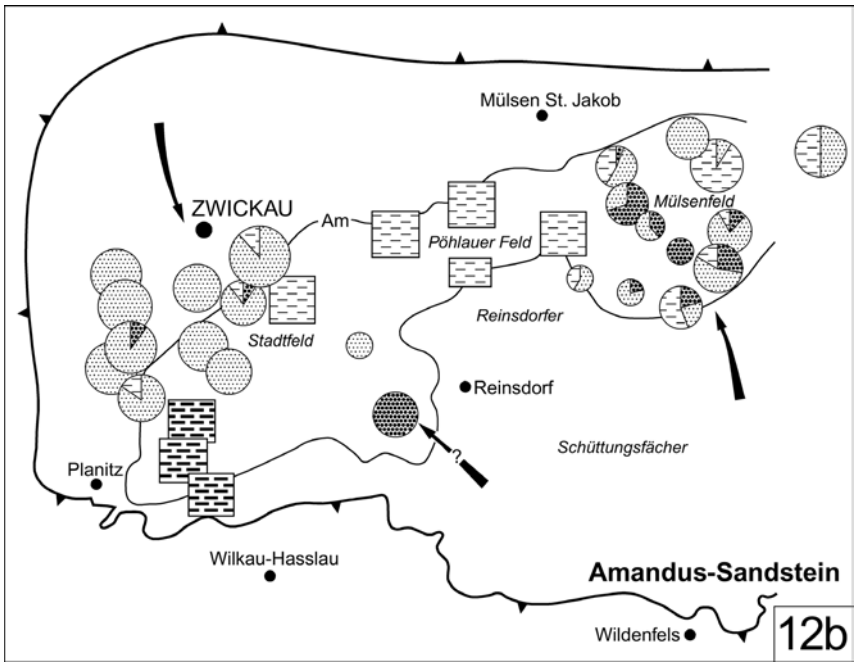


Abb. 3-7:
Amandus-Sandstein (Korrelationseinheit 12c) Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen, Rechtecke entsprechen Profilen ohne entsprechende Grobklastite in diesem Niveau

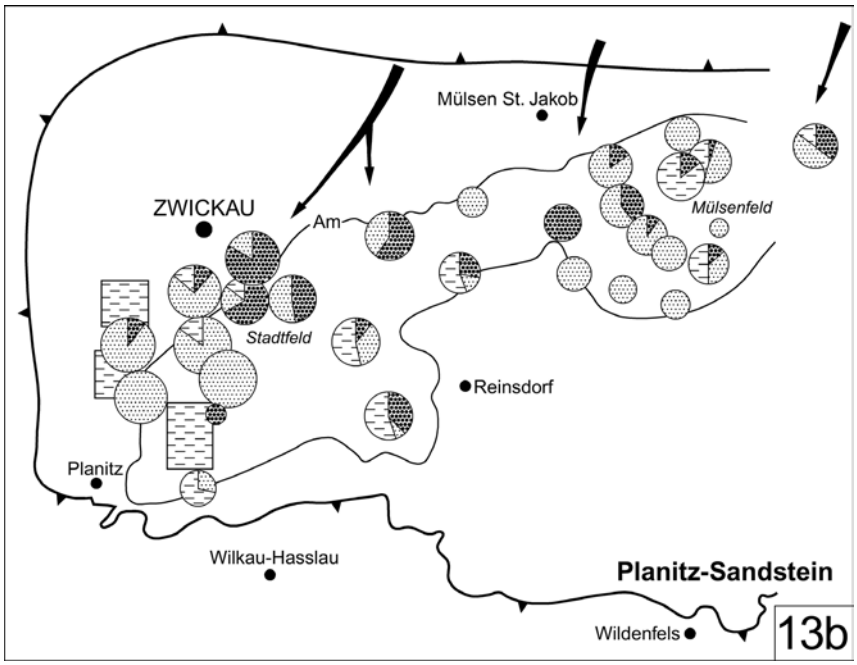


Abb. 3-8:
Planitz-Sandstein (Korrelationseinheit 13b) Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen, Rechtecke entsprechen Profilen ohne entsprechende Grobklastite in diesem Niveau

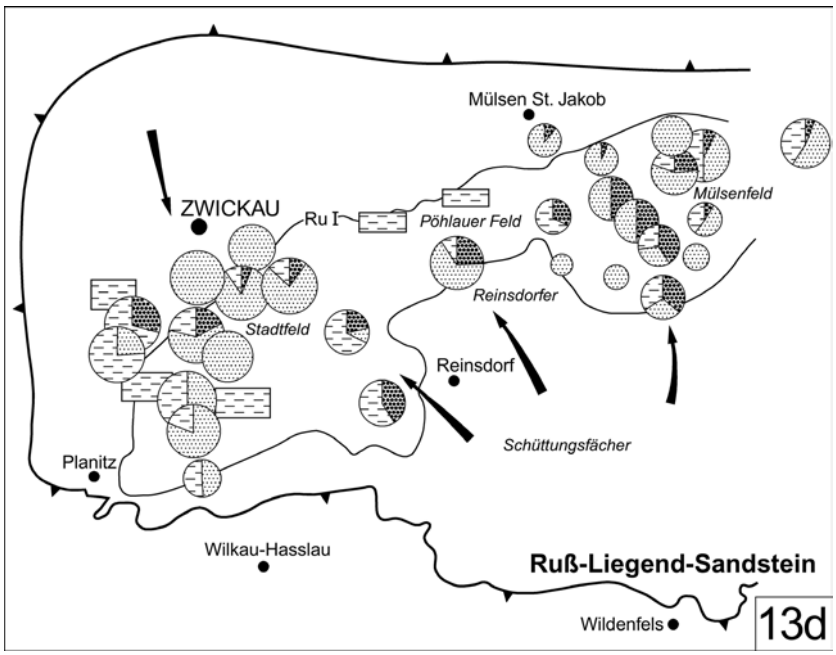


Abb. 3-9:
Ruß-Liegendsandstein (Korrelationseinheit 13d) Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen, Rechtecke entsprechen Profilen ohne entsprechende Grobklastite in diesem Niveau

Beim **Rußliegendsandstein** (13d) sind die Verhältnisse komplizierter (vgl. Abb. 3-9). Im Mülsenfeld nimmt der Konglomeratanteil von Süden nach Norden ab, was für Schüttung aus südlicher Richtung spricht. Auch im Pöhlauer Feld und im südöstlichen Stadtfeld zeigt sich diese Tendenz. Im nördlichen Stadtfeld sprechen der hohe Sandsteinanteil und eine gewisse Konglomeratführung in diesem Raum für eine Schüttung aus nördlicher Richtung.

Abbildung 3-10 zeigt für den **Unteren Schichtensandstein** (15b) eine starke Sandsteinkonzentration und hohe Mächtigkeiten im mittleren Stadtfeld, wobei Konglomerate in seinem südöstlichen Teil auftreten. Das spricht für Schüttung aus südöstlicher Richtung aus dem Kern des „Reinsdorfer Schüttungsfächers“.

Im Mülsenfeld nimmt der Konglomeratanteil nach NO ab und der Pelitanteil zu (im Bereich der Bohrung Mül 16 ist die Korrelation unsicher). Auch im Mülsenfeld ist eine Schüttung aus dem Kern des „Reinsdorfer Schüttungsfächers“ wahrscheinlich.

Zur Zeit der Korrelationseinheiten 14 bis 16, d. h. während des Optimums der Pelitsedimentation, des Maximums der Kalkstein- und Dolomitverbreitung, der weitesten Kohlenmoorausdehnung und des höchsten Wasserstandes, wurde die Zwickauer Senke direkt nach NW entwässert. Zu den meisten anderen Zeiten, zwischen Mülsenfelder Hauptkonglomerat und den Grobklastika der Oberhohndorfer Schichten war das oft nur auf Umwegen möglich.

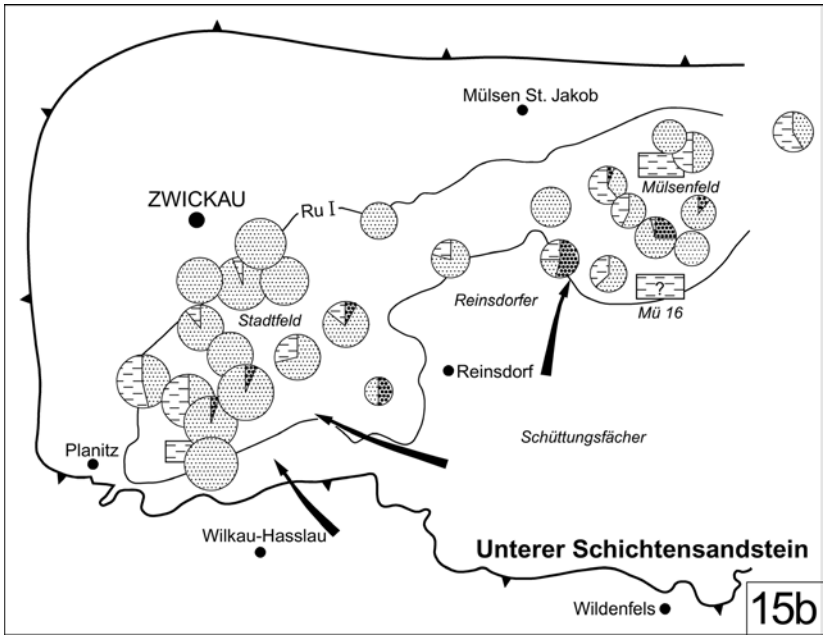


Abb. 3-10:
Unterer Schichtensandstein (Korrelationseinheit 15b) Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen, Rechtecke entsprechen Profilen ohne entsprechende Grobklastite in diesem Niveau

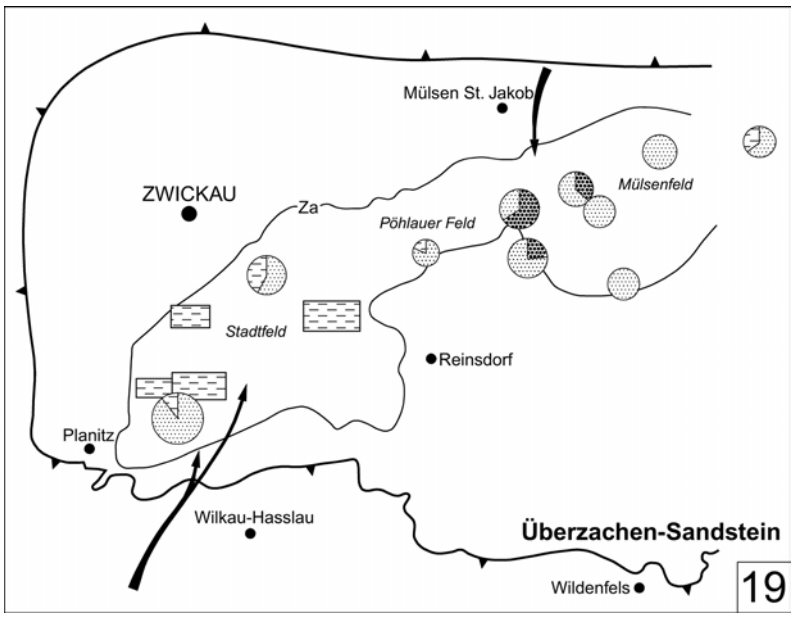


Abb. 3-11:
Überzachen-Sandstein (Korrelationseinheit 19) Zusammensetzung und abgeleitete Schüttungsrichtungen, Rechtecke entsprechen Profilen ohne entsprechende Grobklastite in diesem Niveau

Da die **Grobklastithorizonte der Oberhohndorfer Schichten** meist nur noch als gering verbreitete Erosionsreste im Mülsenfeld vorliegen, kommt nur der Überzachen-Sandstein (Korrelationseinheit 19) für eine Konglomeratanteil-/Mächtigkeitsanalyse in Frage. Zu den „hangenden Schichten" der höheren Flöze sind lediglich über die Angaben SIEGERTS (1901: 46, 48, 49) in Verbindung mit den Korrelationsprofilen 2 und 3 grobe Vorstellungen möglich (vgl. Kap. 3.2).

Für den **Überzachen-Sandstein** (19) ergibt Abb. 3-11 eine Häufung der Sandsteine und Konglomerate im westlichen Mülsenfeld (Transport aus (?)nördlichen Richtungen), während in den zentraleren Teilen des Reviers Pelite eine bedeutende Rolle spielen. Hoher Sandsteinanteil und große Mächtigkeit im Schacht SAFERTS Erben legen für den SW-Teil des Reviers einen Klastitstrom von SW nahe. Das wäre in Übereinstimmung mit SIEGERT (1901: 48) auch für Korrelationseinheit 21 zu erwägen.

Im Niveau des Überscherben-Sandsteins (23) und des Ellen-Konglomerats (24b) des Mülsenfeldes finden sich im Raum Oberhohndorf lediglich Pelite, während im Mülsenfeld auch Konglomerate vorhanden sind. Das trifft auch für das Überlehe-Konglomerat (21) zu, wobei dort im Osten des Stadtfeldes (Morgenstern II) schon schwache Konglomeratbänke auftreten (SIEGERT 1901: 48). Das spricht mindestens für den Zentral- und Ostteil des Reviers für eine Schüttung aus nordöstlicher Richtung. Diese Aussage könnte u. U. verifiziert werden, wenn ausreichend aussagekräftige Profile der alten Oberhohndorfer Schächte aufgefunden werden könnten.

Die „paläogeographische Analyse" zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Zufuhr des Klastitmaterials in wechselndem Umfang sowohl vom nördlichen als auch vom südlichen Beckenrand erfolgte. Schüttungen aus nördlichen Richtungen sind vor allem für die Zeiten der Korrelationseinheiten 5, 9, (11c), 13b, (19) und (21)-24 anzusetzen, wogegen während der Korrelationseinheiten 11c, 12b, 13d und 15b Zufuhr aus dem Erzgebirgsraum vorherrschte. Damit sind die Marienthal-Pöhlauer Schichten eine Zeit verstärkter Sedimentzufuhr von Süden her, der Reinsdorfer Schüttungsfächer hat in dieser Zeit die Konfiguration der Kohlenmoore weitgehend bestimmt. Die konglomeratreicheren Schedewitzer und Oberhohndorfer Schichten waren Zeiten starker Klastitzufuhr vom nördlichen Beckenrand.

Die spezielleren Verhältnisse im Reinsdorfer Schüttungsfächer können wegen der zu wenig differenzierten Dokumentationen in den Bohrungen Stk Zw-L 1/1861", (Kb) 3213/89, 3215A/89 und 3216/89 nicht geklärt werden.

3.6 Das „Kümmelgebirge" und Relikte des ältesten Bodens von Sachsen an der Basis des Oberkarbons (M. STÖRR, K. HOTH)

Die an der Basis des Zwickauer Oberkarbons auf Relikten des ältesten Bodens Sachsens liegende allochthone Verwitterungsdecke wird in der Literatur und in Aufschlussdokumentationen mit den verschiedensten Begriffen bezeichnet: Brekziöser Verwitterungs- bzw. Phyllitschutt, Schutt- oder Phyllitbrekzie, Verwitterungsbrekzie oder brekziöses Fanglomerat sind einige dieser Begriffe. STUTZER (1934b: 579) hat diese Verwitterungskruste entsprechend bergmännischem Gebrauch im benachbarten Oelsnitzer Steinkohlenrevier „Kümmelgebirge" genannt. Aus den Beschreibungen des „Kümmelgebirges" in rd. 15 Bohrungen des Mülsenfeldes (BLÜHER et al.) geht hervor, dass 2 Varietäten dieses Verwitterungsgesteins unterschieden werden können:

Das typische „Kümmelgebirge“ ist petrographisch eine tonige Feinbrekzie, (genetisch eine feinbrekziöse Schlammbildung), die in einer tonigen, gelegentlich „talkigen“, selten feinsandigen bräunlichgrauen bis dunkelgrauen Matrix wechselnd zahlreiche reis- bis erbsenkorngroße (5-8 mm), eckige bis kantengerundete Bröckchen von oft zersetztem grünlichem, bräunlichgrauem oder hellgrauem, z. T. aber auch rotbraunem oder violettem Phyllit enthält. Das Gestein hat dadurch teilweise ein charakteristisch grünscheckiges Aussehen. Weniger häufige Milchquarzbröckchen sind ein weiterer Bestandteil. Die allgemeine Bröckchengröße nimmt gewöhnlich nach der Teufe zu, übersteigt aber kaum 10 mm. Die Mächtigkeit dieser „Kümmelgebirgs“-Varietät liegt zwischen 0,25 und 2 m. Gelegentlich sind offenbar sandige Schiefertonlagen diesen tonigen Brekzien eingelagert.

Zur Teufe hin geht die tonige Brekzie in das grobe „Kümmelgebirge“, eine phyllitreiche Grobbrekzie (genetisch ein grobbrekziöser Gehängeschutt) über, deren Phyllit- und weniger Milch- und Fettquarzbrocken Größen zwischen 1 und 6, max. 10 cm erreichen. Die eckigen bis kaum gerundeten, oft auch flachen Brocken haben häufig regellose Lagerung. Auch hier sind die Phyllitbrocken oft gebleicht und verwittert, so dass bräunlichgraue, gelblichgrüne und grünlichgraue Farbtöne vorherrschen. Graugrüne Phyllitbrocken sind frischer. Rotbraune Varietäten gehen z. T. mit Quarzreichtum einher. Die Matrix dieser Schutte ist oft tonig-schluffig, teilweise tritt grießig-grusiges Phyllitzerreibsel auf, z. T. sind sehr hohe Sphärosideritgehalte charakteristisch. Hellbräunliche bis schmutzigbraune und dunkel- bis schwarzgraue Färbung wird angegeben, gelegentlich auch eine schwache Pyritführung oder das Auftreten feinsandiger Schieferton-Linsen. Die Mächtigkeit dieser Paläo-Gehängeschutte liegt zwischen 1,6 und 7,6 m, nahe der Erosionsgrenze deutlich darunter. Die Angabe von mehr als 16 m „Phyllitbrekzie“ in Bohrung Alberthöhe 1/48 ist sicherlich eine Fehlinterpretation von Kernschlag und Bohrklein. In Bohrung Mül 20/59 sollen diese Schutte in den Untergrund eingreifen. Verbreitung und Mächtigkeit beider „Kümmelgebirgs“-Typen zeigt Abb. 3-12.

Mitte der siebziger Jahre waren das „Kümmelgebirge“ und sein Liegendes im Bereich ostsüdöstlich des Schachtes Martin Hoop IX (im Querschlag 404, vgl. Abb. 3-12) unterhalb der Unteren Schedewitzer Schichten noch aufgeschlossen und es konnte das folgende Profil aufgenommen werden (LUCKERT 1977, STÖRR 1983):

5. >2 m Silt- und Tonsteine, mittel- bis dunkelgrau; Untere Schedewitzer Schichten (CwC?-CwD)
4. 0,1-0,9 m Brekzie („Kümmelgebirge“; intrakarbonisch
3. 2-3 m Phyllit, mürbe, blassgrau gebleicht
2. max. 10 m Phyllit, mürbe, rötlich bis rot, verwittert
1. >10 m Phyllit, grünlichgrau, wenig verwittert, fest, Ordovizium, (?) mittelpaläozoisch, metamorph.

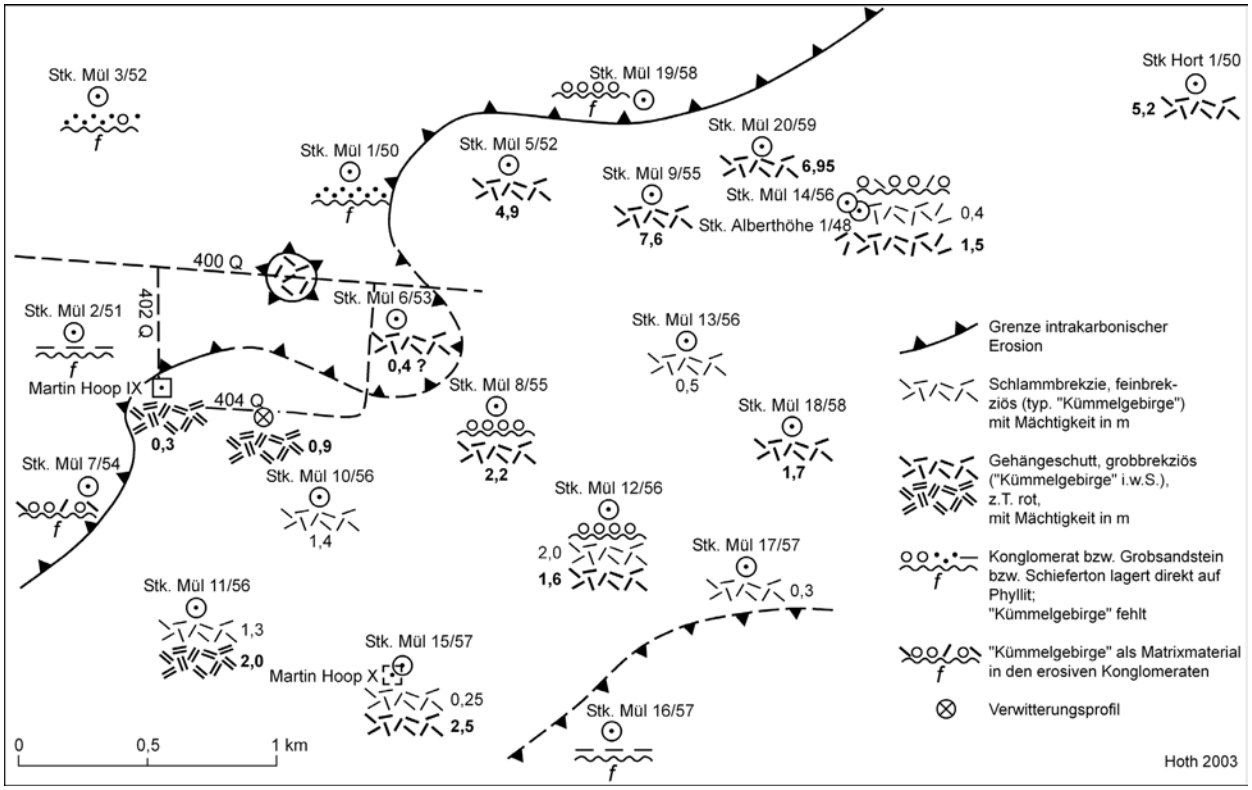


Abb. 3-12: Verbreitung des „Kümmelgebirges“ im Mülsenfeld

Tab. 3-2: Chemische Zusammensetzung (Masse-%) eines Verwitterungsprofils und der oberkarbonischen Deckschichten von Zwickau (Bereich Martin Hoop-Schacht IX)

	Phyllit grünlich (Z1)	**Phyllit rot (Z 2)**	**Phyllit gebleicht (Z 4)**	**Phyllit gebleicht (Z 9)**	**Brekzie (Kümmelgebirge (Z 15)**	**Siltstein (Z 9c)**
Fe_2O_3	4,98	5,93	6,20	4,47	14,01	6,65
TiO_2	0,32	0,43	0,40	0,36	3,90	1,20
CaO	0,27	0,13	0,26	0,16	0,32	0,14
MgO	1,44	0,46	0,68	0,51	0,95	1,39
K_2O	3,26	3,98	5,32	4,67	3,34	2,65
Na_2O	0,58	0,96	1,14	0,82	0,71	0,30
Dto., Spurenelementgehalte (mg/kg)						
V	100	90	100	110	140	180
Mo	<2	<2	<2	<2	<2	10
Ni	37	20	20	24	140	330
Co	7	15	20	7	40	>100
Sr	90	100	120	950	100	140
Mn	480	250	900	450	2300	750
Cu	80	130	>200	85	70	>200
Ba	300	550	650	650	550	700
B	<90	<90	<90	<90	<90	<90
Be	4	3	<3	<3	<3	6
Zr	180	180	140	110	320	190
Pb	<50	<50	<50	<50	<20	<50

Dabei stellen die Einheiten 3 und 2 Relikte einer „präkümmelgebirgischen“ Verwitterungskruste dar.

Der grünlichgraue weitgehend unverwitterte Phyllit (Probe Z 1 in Tab. 3-2) enthält den für die erzgebirgischen, besonders ordovizischen Phyllite typischen Mineralbestand: vorwiegend Hellglimmer (Muskowit), eisenhaltigen Chlorit, Quarz, untergeordnet Feldspat und manchmal wenig Kaolinit.

Das unmittelbare Liegende des „Kümmelgebirges“ wird von verwitterten, mürben, vorwiegend roten (Probe Z 2) und im obersten Teil gebleichten (Proben Z 4 und Z 9) Phylliten gebildet. Diese im Aufschluss ca. 12 m mächtige Verwitterungskruste ist dadurch charakterisiert, dass die instabilen Phasen Chlorit und Feldspat weitgehend zu Kaolinit als Verwitterungsneubildung umgewandelt wurden, wie es für intensive chemische Verwitterung charakteristisch ist. Die verwitterungsresistenten Hellglimmer und der Quarz sind in den Proben als Verwitterungsreste erhalten geblieben. Das bei der Verwitterung aus den abgebauten Mineralen freiwerdende Eisen wurde vornehmlich als Hämatit fixiert und bedingt die Rotfärbung der Verwitterungskruste, hierbei ist bei den untersuchten Proben nur eine schwache Anreicherung des Fe_2O_3-Gehalts von ca. 5 auf ca. 6 % merklich (Tab. 3-2). Diese kaolinitische Verwitterung ohne Eisenabfuhr ist charakteristisch für die unteren Teile von Lateritprofilen, wie sie von HARRASSOWITZ (1926) als siallitische Verwitterung beschrieben wurde und wie sie für warm-feuchte Gebiete typisch ist. Eine stärkere Desilifizierung und Bildung von Aluminium-Oxid-Hydraten als Ausdruck einer allitischen Verwitterung ist offenbar nicht erfolgt, auch weil in den Abtragungsprodukten der Verwitterungskruste Al-Minerale nicht festgestellt wurden, während Kaolinit weit verbreitet ist. Mangels chemischer Vollanalysen lässt sich der Grad der Desilifizierung nicht berechnen.

Die gebleichten obersten 2 bis 3 m des Verwitterungsprofils sind hell- bis dunkelgrau. Stellenweise sind konkretionäre Sideritausscheidungen vorwiegend in den Korngrößen von einigen Zehntelmillimetern bis einigen Millimetern vorhanden, wodurch der relativ hohe Eisengehalt in Probe Z 4 bedingt ist. Auffällig ist eine deutlich erhöhte Strontiumführung im höheren Teil dieser gebleichten Phyllite (Probe Z 5). Die Bleichung in diesen obersten 2-3 Metern der Verwitterungskruste könnte in Zusammenhang mit den vagabundierenden sauren oberkarbonischen Moorwässern stehen, die zur Mobilisierung des Eisens aus den obersten Bereichen der Verwitterungskruste führten. Dieses Eisen wurde dann sowohl in den mürben Phylliten selbst als auch in der Brekzie als Siderit ausgefällt und als braune Körner im „Kümmelgebirge“ eingelagert.

Die auf den verwitterten Phylliten aufliegenden karbonischen Sedimente, sowohl die Brekzie (4., s. o.) als auch die Ton- und Siltsteine (5., s. o.), enthalten wechselnde Anteile Kaolinit und Chlorit neben Hellglimmer und Quarz. In den Brekzien treten, wie bereits erwähnt, grünliche und unverwitterte neben rötli-

chen oder gebleichten kaolinisierten Phyllitbrocken auf. Es sind also sowohl kaolinisierte, als auch nicht kaolinisierte Bereiche im Einzugsgebiet des oberkarbonischen Sedimentationsraumes erodiert und umgelagert worden. Dies bedeutet, dass die lateritisch-kaolinitische Verwitterung vor der Ablagerung der Brekzie stattgefunden hat und wahrscheinlich einen verhältnismäßig langen Zeitraum dokumentiert.

Bemerkenswert in der Brekzie sind der hohe Fe_2O_3- und TiO_2-Gehalt sowie die deutlich erhöhten Werte für Mn und Zr.

3.7 Pelitische Gesteine

3.7.1 Schiefertone und Schieferschluffe

(K. HOTH, M. STÖRR)

0bwohl pelitische Gesteine wesentlichen Anteil am Aufbau des Zwickauer Oberkarbonprofils haben, sie sind mit 35-60 %, max. 70 % am Aufbau der Einzelprofile beteiligt, sind sie im Lauf der Erkundungs- und Abbaugeschichte nicht speziell untersucht worden. Daher ging der Kenntnisstand bisher kaum über den um die Wende des 19./20. Jahrhunderts erreichten Fortschritt (SIEGERT 1901: 12/13) hinaus. Auch die Bohrungsdokumentationen der fünfziger Jahre im Mülsenfeld brachten diesbezüglich keine wesentliche Änderung, da notgedrungen zu viele Bearbeiter unterschiedlicher Professionalität eingesetzt werden mussten. Bei der Nachaufnahme der reduzierten Kernbestände der Mülsengrundbohrungen 3, 4, 7, 8, 11, 18, 19, 20 und Heinrichsort 1 in den siebziger Jahren ist versucht worden, diesen Mangel ein wenig auszugleichen. Daraus resultierte eine Pelit-„Klassifikation“, die es erlaubte, auch die Dokumentationsansprachen der Altvorderen einzubeziehen und auf den Korrelationsprofilen vereinheitlicht darzustellen. Einige röntgenographische Untersuchungen (M. STÖRR, Tab. 3-3) an Probematerial aus nachdokumentierten Bohrungen sind erst in jüngster Zeit durchgeführt worden.

Die in Rede stehenden Pelite enthalten wechselnde Anteile von Kaolinit und Chlorit neben Quarz und Hellglimmer. Die Feldspatgehalte liegen generell zwischen 3 und 10 %, durchschnittlich 5,5 und 6,5 %, während die Sideritführung erheblichen Schwankungen unterliegt. Hinzu kommen gelegentlich noch Karbonate, die Kalzit und Dolomit als Zementmaterial umfassen.

Diese diagenetisch verfestigten Ton- und Schluffgesteine, die nicht geschiefert sind, spalten gelegentlich nach der Schichtungsebene, quellen unter dem Einfluss der Atmosphärilien und zerfallen zu blättrigem Grus. - Innerhalb der pelitischen Gesteinsgruppe lassen sich die eigentlichen Schiefertone (besser Tonsteine) und die Schieferschluffe (besser Grobschluff- oder Siltsteine) unterscheiden. Letztere sind deutlich häufiger als die Schiefertone. Wenngleich Übergänge zwischen Schiefertonen und -schluffen häufig auftreten, gibt es andererseits auch typische Wechsellagerungsverbände zwischen ihnen (vgl. Korrelationsprofile 2 und 3).

Tab. 3-3: Mineralbestand (röntgenographisch ermittelt) einiger pelitischer Gesteinsproben aus Bohrungen des Zwickauer Oberkarbons (Mülsenfeld)

Brg.	Teufe	Gestein	Quarz	Feldsp.	Glim.	Chlor.	Kaol.	Calz.	Dol.	Sid.	Unbekannt
20/59	1003,85	Tonst. siltig	20	3	12	15	36	-	-	14	
20/59	1067,2	Tonst. (siltig)	18	8	12	39	9	-	-	16	
20/59	1112,65	Tonst. siltig	15	9	14	42	8	-	-	9	+?
20/59	1150,0	Tonst. siltig	26	3	10	-	7	-	-	54	
20/59	1191,55	Tonst. siltig	19	9	10	16	8	-	-	38	
8/55	964,35	Tonst. (siltig), rötl.	29	5	28	26	12	-	-	-	
Arithmetisches Mittel			21,2	6,2	14,3	23,0	13,3			21,8	
20/59	975,95	Siltst. tonig	25	3	10	-	18	9	-	35	
20/59	1024,7	Tonst. siltig	21	4	16	15	21	1	2	16	+?
20/59	1039,0	Tonst. siltig	34	4	23	22	6	2	-	9	
19/58	1090,0	Siltst. tonig (fs)	41	11	27	-	21	-	-	-	
Arithmetisches Mittel			30,3	5,5	19,0	9,3	16,5	3,0	0.5	15,0	
20/59	969,7	Siltst. feinsandig	31	2	16	-	25	-	-	26	
8/55	1063,2	Siltst. feinsandig	18	6	26	12	22	-	-	16	
8/55	1065,65	dto., rötl. braun	29	6	21	19	22	-	-	3	(+)
8/55	1074,2	Siltst. feinsandig	13	12	24	12	28	-	-	-	+
Arithmetisches Mittel			22,8	6,5	21,8	10,8	24,3			11,3	

Die oft mehr oder weniger siltigen **Schiefertone** (siltigen Tonsteine) mit Siltgehalten von 15-25 % sind vorherrschend dunkelgraue bis z. T. mittelgraue, weniger grünlichgraue oder selten bräunlichgraue Gesteine mit überwiegend ebenem, weniger schwachwelligem Schichtungsgefüge (oft Mikroschichtung). Auch homogene Bereiche kommen vor. Linsig-flasrige Schichtungsbilder sind selten. Gelegentlich sind die ss-Gefüge durch Wurzelböden oder selten auch Grabgänge zerstört. Die Schiefertone führen z. T. Kohleschmitzen, -streifen und -schlieren, gelegentlich auch Tongallen oder gekröseartige Siltlagen. Pyrit ist selten. Sideritführung in Form von Körnern, Schlieren und Konkretionen ist verbreitet, mehrfach tritt auch Sphärosiderit auf. Verteilungs-Gesetzmäßigkeiten wie sie diesbezüglich BLÜHER (1954: 839 f.) angibt, sind nicht zu erkennen. Sphärosideritschiefer sind zumindest in den Unteren und Oberen Schedewitzer Schichten verbreitet, also im Bereich der Korrelationseinheiten 3 bis 11.

Demgegenüber sind die **tonigen Schieferschluffe** (tonige Siltsteinen) dunkel- bis mittelgraue, z. T. grüngraue Gesteine, deren Siltgehalte schätzungsweise zwischen 60 und 75 % liegen. Bei stark tonigen Typen übersteigen die Tongehalte 30 %. In den tiefen Profilteilen treten im Mülsenfeld auch bräunliche und rotbraune Varietäten auf (vgl. Korrelationsprofil 3). Wellige Schichtungsgefüge sind häufiger als ebene. Linsig-flasrige Schichtungsbilder sind weniger selten als bei den Schiefertonen. Auch diese Gesteine führen z. T. Kohleschlieren oder -butzen, gelegentlich treten kleine Quarzgeröllchen oder einzelne Zeilen eckiger Quarzkörner auf. Siderit findet sich etwas weniger häufig als bei den Schiefertonen; er tritt in Form von Körnern, Schlieren, Konkretionen und Knollen, aber auch lagen- oder bankweise als Toneisen- oder Kohleneisenstein auf, manchmal auch in Verknüpfung mit Karbonaten. Nach röntgenographischer Analyse liegen der Quarz-, Glimmer- und Kaolingehalt höher als bei den Schiefertonen, der Chloritgehalt ist deutlich geringer, hier ist auch eine gewisse Kalzit- und Dolomitführung hervorzuheben.

Den Übergang zu den Psammiten vermitteln **feinsandige Schieferschluffe** (feinsandige Siltsteine), deren Feinsandgehalte 15-30 %, maximal 40 % erreichen. Die Gesteine sind vorherrschend mittelgrau, z. T. grüngrau oder auch dunkelgrau. Bräunlichgraue und rötliche Typen finden sich in gleicher Verbreitung wie bei den tonigen Schieferschluffen. Wellige und linsig-flasrige Schichtungstypen herrschen vor, ebene Schichtung tritt zurück. Wurzelböden zerstören gelegentlich die ss-Gefüge. Kohlige Schmitzen sind seltener, dafür Tonschmitzen häufiger. Gelegentlich wurde schwache Kalzitführung beobachtet (die röntgenographisch untersuchten Proben sind dolomit- und kalzitfrei), sehr vereinzelt treten auch kleine Gipsnester auf. Hellglimmerführung ist häufiger als bei den tonigen Schieferschluffen. Zuweilen lassen sich kleine Geröllchen von Quarz, Kieselschiefer, Phyllit oder Sandstein beobachten. Auch Zeilen eckiger Quarzkörner kommen vor. Selten treten auch Grobsandstein-Linsen oder konglomeratische Schlieren auf. Die Sideritführung beschränkt sich gewöhnlich auf Sideritkörnchen oder -schlieren und ist relativ gering. - Die röntgenographische Analyse bestätigt die Aussagen für Hellglimmer und Siderit und weist einen erhöhten Kaolinitgehalt nach. Merkwürdig sind die geringen Quarzgehalte der 4 Proben (Tab. 3-3, unten).

Zusammenfassend ist bezüglich des Sedimentationsmilieus festzustellen, dass während der gesamten Sedimentationszeit stärkeres und weniger stark lateritisch-kaolinitisch verwittertes Material erodiert und in das Sedimentationsbecken transportiert wurde.

3.7.2 Kohlentonsteine

(J. LUCKERT und H.-J. BAUTSCH †)

Kohlentonsteine sind in Kohlenrevieren der Erde weit verbreitet (BURGER 1985). Auf Grund ihrer praktischen Bedeutung für die Parallelisierung der Kohlenflöze und den Abbau der Kohlenlagerstätten (BURGER 1982, 1992) waren sie seit mehreren Jahrzehnten Gegenstand intensiver Untersuchungen. Eine besondere Rolle spielten dabei die Untersuchungen zur Klärung der Herkunft des Sedimentmaterials und der Genese. Die im umfangreichen Schrifttum oft etwas einseitig in verschiedenen Richtungen geführten Deutungen (entweder mechanisch-organogen-sedimentär oder vulkanogen-sedimentär) führten zur allgemeinen Einsicht, dass Kohlentonsteine in ihrer jetzigen Form Umwandlungsprodukte eines primären Stoffbestandes infolge intensiver chemischer Verwitterung sind. Dieser Stoffbestand leitet sich zum überwiegenden Teil aus pyroklastischem Material her. Als Tonsteine (international auch Bentonite) bezeichnen wir Tonsteine mit Tonmineralen als Hauptkomponenten, geringem Verfestigungsgrad und schwacher diagenetischer Entwicklung. Aus ihrer Beziehung zu den Kohlenflözen, oft als Zeitmarken oder Leithorizonte, folgt die Bezeichnung als Kohlentonstein, wobei Kaolinit häufigstes Tonmineral ist.

In den sächsischen Steinkohlenrevieren Lugau-Oelsnitz und Zwickau wurde von STUTZER (1935) ein Kohlentonstein, der so genannte Lehestreifen, beschrieben. Aus der Beobachtung von zum Teil noch frischem Glas, kleinen Quarzsplittern und einigen anderen Merkmalen folgerte er, dass der Lehestreifen aus vulkanischer Asche entstanden ist, die auf ein Kohlenmoor niedergefallen war. Später glaubten HOEHNE (1948) und SCHÜLLER (1951) jedoch aufgrund relativ allgemeiner Betrachtungen die rein limnische Genese dieser Strate bewiesen zu haben.

Danach wurden noch weitere Kohlentonsteine aus den sächsischen Steinkohlenbecken beschrieben (KAHLERT 1964, RÖSLER et al. 1967). Letztere (1967:

140) sprachen sich dagegen erneut für den vulkanischen Ursprung des Edukts aus. Eine ausführliche Beschreibung des Lehestreifens im Mülsenfeld geben sie auf den Seiten 19-21 und 27-30 der genannten Arbeit.

Durch das August-Hochwasser 2002 wurde oberhalb der Cainsdorfer Brücke ein Profil im höheren Westfal D aufgeschlossen, das bis dahin z. T. durch Tribünenverbauungen unzugänglich war. An der Basis des Profils, knapp über dem „Melaphyr", tritt ein dm-mächtiger, durchwurzelter Horizont auf, der makroskopisch als zusammengeschwemmter Kohlentonstein angesprochen wurde (Abb. 3-13; Beschreibungseinheit LE 2 im Kap. 3.10). Die gegenüber den bekannten, schmalen Kohlentonsteinlagen deutlich mächtigere Schichteinheit wurde von KAHLERT und SCHULTKA 2003 horizontiert beprobt und den Bearbeitern zur Untersuchung übergeben. Es wurden - verteilt über die Gesamtmächtigkeit der Schichteinheit - sechs Dünnschliffe mit einer Gesamtfläche von etwa 25 cm^2 angefertigt. Jeweils eine Probe aus dem unteren und dem oberen Teil dieser Schichteinheit wurden für die röntgenographischen Phasenanalysen und die chemische Analyse der Haupt- und Spurenelemente verwendet.

Abb. 3-13: Ausschnitt aus dem Profil an der Cainsdorfer Brücke; rote Markierungen bezeichnen die Begrenzung der Basissedimente (LE 2) mit dem umgelagerten Kohlentonstein zwischen „Melaphyr" und dem Vertreter des Amandus- oder Ludwig-Flözes

Makroskopische Beobachtungen:

Das dunkelgraue Gestein ist deutlich geschichtet, leicht brüchig, mit einer leicht welligen Absonderung parallel zur Schichtung. Auf diesen Absonderungsflächen finden sich häufig inkohlte Pflanzenreste. Auffälliges Merkmal im Querbruch, deutlicher noch im Querschnitt, sind weißgraue, teils hellere, teils dunklere, linsenförmige Partikel mit Größen ihrer Längsachsen meist unter einem Millimeter, teilweise auch darüber. Die Größen- und Mengenverhältnisse variieren etwas über das Profil ohne erkennbare Tendenz. Diese Partikel entsprechen dem Bild der Graupen in den Kohlentonsteinen. Mit ihren Längsachsen liegen die „Graupen" im Mittel parallel zur Schichtung. Weitere makroskopisch auffällige Merkmale sind Einlagerungen von gröberen Geröllen mit guter Rundung und Größen bis zu vier Zentimetern, unregelmäßig geformten Tonaggregaten in Größen bis über ein Zentimeter und Quarzbruchstücken bis zu drei Millimetern.

Mikroskopische Untersuchungen:

In den Dünnschliffen, alle quer geschnitten zur Schichtung, zeigen sich die „Graupen" unter dem Mikroskop deutlicher. Sie haben eine kontinuierliche Größenverteilung von wenigen Zehner Mikrometern bis über ein Millimeter. Sie sind meist gut gerundet und etwa linsenförmig mit einem Längen- zu Höhen-Verhältnis um 3 : 1. Sie liegen mit ihren Längsachsen parallel zur Schichtung in einer überwiegend feinstkristallinen und z. T. durch Bitumen opaken oder dunkelbraunen Matrix (Abb. 3-14).

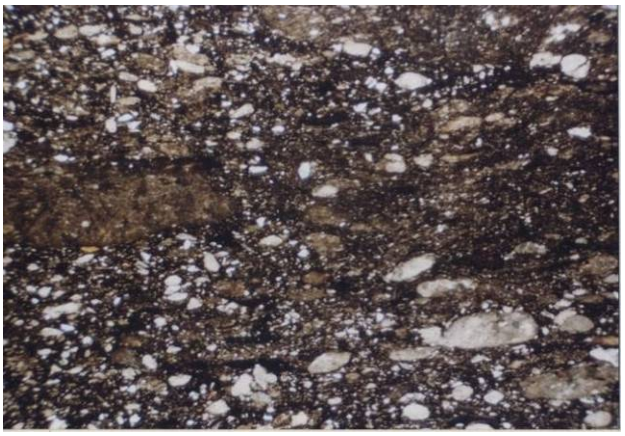


Abb. 3-14: Dünnschliffbild des „Graupen"-Tonsteins mit feinsten und gröberen (bis 1 mm) Kaolinit-„Graupen" sowie opakem Pflanzenhäcksel in kaolinitischer Matrix; Durchlicht - Hellfeld, Bildlängskante 6 mm

In ihrem morphologischen Umriss und ihrem inneren Aufbau sind die „Graupen" nicht einheitlich, so dass mehrere Typen unterschieden werden können. Ein deutlicher Unterschied besteht in der Färbung von farblos bis transparent braun, wahrscheinlich bedingt durch unterschiedlich absorbierte Bitumenanteile. Oft sind plastische Deformationen erkennbar mit schwanzförmigen Auslängungen, andererseits auch Brüche mit nachträglichen Abrundungen. Größere „Graupen" sind oft aus kleineren aggregiert.

Die „Graupen" sind in ihrer Grundsubstanz im Wesentlichen homogen und enthalten wechselnd zahlreiche feinste rötliche Pigmenteinschlüsse von 1-2 µm, die mikroskopisch nicht bestimmbar sind. Äußerst selten sind Apatitkörnchen von 30-50 µm eingeschlos-

sen. Ganz wenige „Graupen“ enthalten sehr dünne Rutilnadeln bis zu 40 µm Länge. Diese „Graupen“ weisen mittlere Werte der Lichtbrechung von 1,564 ± 0,004 auf. Sie haben insgesamt eine sehr geringe Doppelberechnung mit Gangunterschiedswerten von 50 bis 150 nm (bei einer Dünnschliffdicke um 30 µm) bei relativ negativem Charakter parallel zur Längsachse und damit zur Schichtungsebene. Aus den Werten wurde gefolgert, dass diese „Graupen“ aus Kaolinit bestehen, was eindeutig röntgenographisch bestätigt wurde.

Den Kaolinit-„Graupen“ morphologisch ähnliche Partikel, die allerdings nur untergeordnet zu beobachten sind, bestehen aus feinstschuppigem Illit oder feinstkörnigen Illit-Quarz-Verwachsungen. In ihrem strukturellen und texturellen Aufbau gleichen sie Bruchstücken von Phylliten, Sericitschiefern oder feinkörnigen Glimmerschiefern. Bei einem im Tonstein eingeschlossenen, gut gerundeten Geröll von vier Zentimeter handelt es sich um einen verwitterten Sericitschiefer, in dessen nächster Umgebung in der Matrix mehrere abgetrennte „Graupen“-ähnliche Partikel zu beobachten sind (Abb. 3-15, Abb. 3-16). Daneben finden sich auch vereinzelt einige andere transparente und opake Aggregattypen. Mineralogisch nicht näher definierbar sind die unregelmäßig geformten Einlagerungen von Pelitaggregaten. Sie sind inhomogen braun transparent bis opak, bilden schmale Schmitzen zwischen den „Graupen“, flexurartig oder turbulent verformte, bis 1 cm große Aggregate oder parallel zur Schichtung schwanzartig auslaufende Gebilde (Abb. 3-17, Abb. 3-18). Gemeinsam mit den Geröllkomponenten und den variablen Typen der Kaolinit-„Graupen“ unterstreichen sie den polymikten Charakter des Tonsteins.

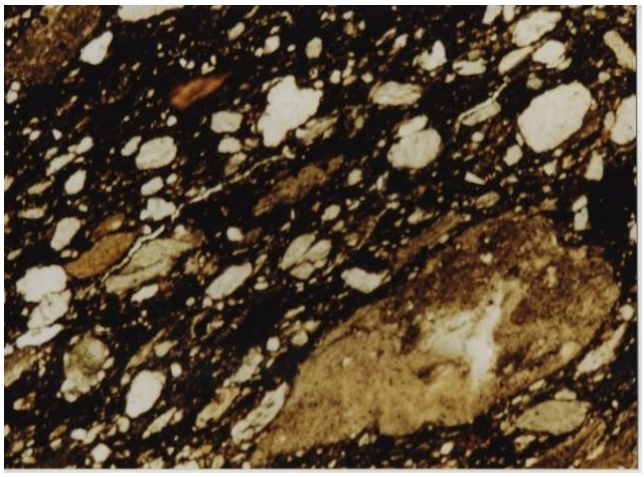


Abb. 3-15: Eine große Kaolinit-„Graupe“ und kleinere „Graupen“, durch Bitumen braun gefärbt neben zahlreichen kleineren Phyllitfragmenten mit Illit-Quarzverwachsungen, hell transparent; Durchlicht - Hellfeld, Bildlängskante 3,6 mm

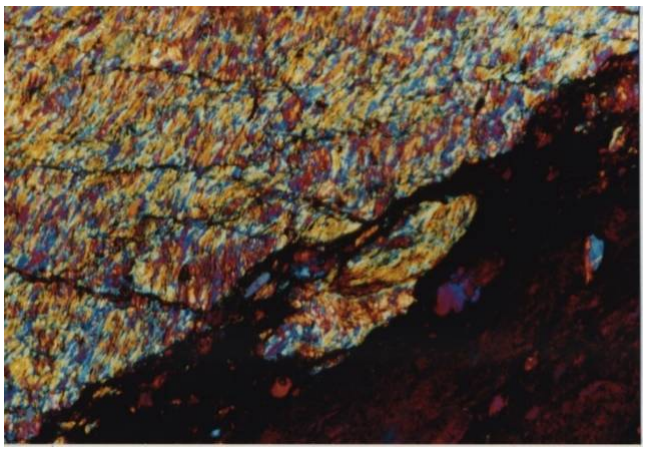


Abb. 3-16: Von einem größeren (4 cm) Geröll aus Sericitschiefer im Tonstein lösen sich kleine Bruchstücke, wie sie dann in der Matrix häufiger zu finden sind; Durchlicht - Hellfeld, + gekreuzte Polaroide, + Kompensator Gips Rot I, Bildlängskante 3,6 mm

Abb. 3-17: In „Graupen“-tonstein eingeschlossene Pelitfragmente, die durch kohlige Substanzen fast opak sind, zahlreiche feine Quarzkörnchen enthalten und beim Zerbrechen mit feinstem hell transparentem Schlamm durchsetzt werden. Durchlicht - Hellfeld, Bildlängskante 6 mm

Die Matrix zwischen den „Graupen“ und Einlagerungen liegt im Volumenanteil unter 50 %. Sie ist feinkristallin und besteht in ihrer Grundmasse aus Kaolinit. Verursacht durch Bitumenabsorbtion und feinste fossile Pflanzenhäcksel ist sie braun transparent bis opak und umschließt oder umfließt die „Graupen“ sowie anderen gröberen Einlagerungen. Bemerkenswert unter den zahlreichen feinkristallinen Mineraleinschlüssen sind splitterige Quarzbruchstücke bis zu Größen von 0,1 mm, wie sie in pyroklastischen Ablagerungen auftreten (Abb. 3-19). Neben dieser Art ist der Quarzanteil noch in isometrischen leicht gerundeten Quarzbruchstücken bis zu Größen von drei Millimeter und in den Fragmenten von Phylliten und

Glimmerschiefer vorhanden. Um die gröberen Quarzbruchstücke zeichnet die dichte Matrix oft eine ausgeprägte Fließtextur nach. Kleine Apatitkriställchen sind in der Zwischenmasse zu beobachten, kleinste untypische Zirkone nur in wenigen Einzelfällen. In etwas breiteren Partien fanden sich auch Fragmente von verbogenen wurmförmigen Kaolinitkristallen. Hervorzuheben ist auch noch das gelegentliche Auffinden von nahezu rechteckigen Fragmenten aus Kaolinit, die nach ihrer äußeren Form und den an Spaltrisse erinnernden inneren Konturen als Pseudomorphosen nach (Kali)feldspat anzusehen sind und dann wie die splitterigen Quarzkörnchen auf eine pyroklastische Herkunft weisen. Zwei weitere optisch bestimmbare Minerale sind ein Karbonat und feinster dendritischer Whewellit als vereinzelte kleinste Einwachsungen, die diagenetischer Entstehung sind.

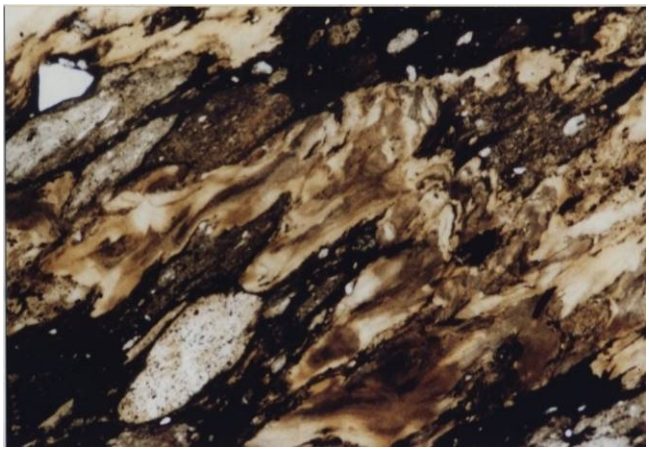


Abb. 3-18: Inhomogenes (schwarz-braun) größeres Schlamm-Aggregat mit Brüchen und flexurartigen Verformungen umschließt eine Kaolinit-„Graupe“ (unten links) und ein detritisches Quarzkorn (oben links); Durchlicht - Hellfeld, Bildlängskante 3,6 mm

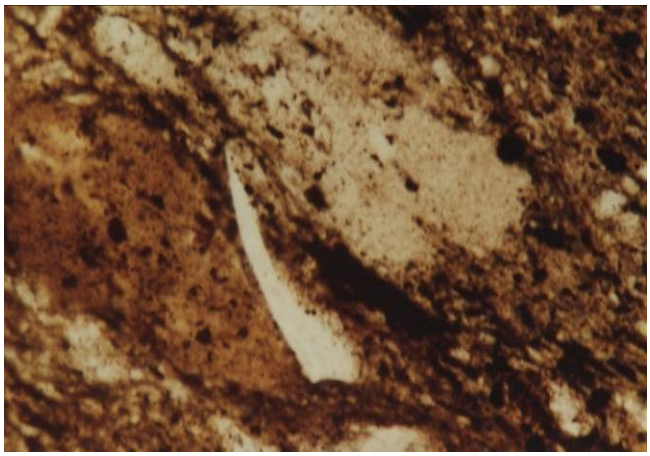


Abb. 3-19: Pyroklastischer Quarzsplitter in der Tonsteinmatrix; Durchlicht - Hellfeld, Bildlängskante 0,55 mm

Röntgenphasenanalyse:

Als Röntgengerät diente ein URD 63, modernisiert mit SEIFERT-Generator/Elektronik, XRD 3000 TT, betrieben mit einer Kupfer-Feinfokusröhre bei 40 kV/30 mA. Das Blendensystem bestand aus Festblenden (2 primär, 2 sekundär), Primärkollimator und Graphitsekundärmonochromator. Die Goniometerwerte wurden mittels Proportionalzählrohr nach dem Stepscan-Modus (Schrittweite 0,03 oder 0,04 2; Zählzeit pro Messpunkt 4 oder 5 Sekunden) ermittelt.

Von je einer Probe aus dem unteren und oberen Abschnitt der untersuchten Schichteinheit wurden ca. 10 g entnommen, per Hand in einem Sinterkorundmörser zerdrückt und jeweils 2 g davon auf kleiner 32 µm zerkleinert, abgesiebt und homogenisiert. Für die Herstellung der quantitativen Mischungen wurden 1 g Substanz, 50 mg Nickelpulver (<32 µm) und 40 mg Korkmehl (<200 µm) eingewogen, homogenisiert und in Langschlitzküvetten aus Glas (bestrahlbare Präparatfläche ca. 50 x 12 mm) im Winkelbereich von 3-52°2 geröntgt.

Für die Bestimmung der Tonminerale mussten Texturpräparate angefertigt werden. Dazu wurde das restliche Probenpulver (ca. 1 g, <32 µm) in etwa 5 ml destilliertem Wasser mittels Magnetrührer dispergiert und anschließend die Suspension auf 2 Objektträger (Abmaße 50 x 35 mm) aufgegossen. Die Texturpräparate wurden im lufttrockenen Zustand, nach Behandlung mit Ethylenglykol und nach Temperung bei 400 °C geröntgt.

Die Ermittlung der quantitativen Anteile der kristallinen Phasen erfolgte durch die Peakhöhenanalyse nach dem Verfahren mit Nickel als innerem Standard bei drei Aufnahmen je Probe mit einem relativen Messfehler von kleiner 5 %. Die Bestimmung aller nachweisbaren kristallinen Phasen erfolgte anhand von Eichkurven bei einer Nachweisgrenze von unter 1 bis 2 %. Indirekt abgeleitet wurde der Anteil der amorphen Phase als Rest zu 100 % der kristallinen Substanz.

Tab. 3-4: Ergebnisse der quantitativen Röntgenphasenanalyse der beiden Tonproben und des aus den chemischen Analysen berechneten normativen Mineralbestandes

Mineral	Röntgen		Norm	
	Probe 1	Probe 2	Probe 1	Probe 2
Anatas, Rutil	3,0	3,0	2,5	2,5
Apatit	2,0	1,5	2,1	1,5
Illit	7	7	7,2	6,8
Kaolinit	75	75	73,1	75,4
Quarz	9	9	13,5	11,9
Zirkon	-	-	0,1	0,1
Maghemit	-	-	0,8	0,9
Ankerit	-	-	0,8	0,9
$C_{organ.}$	4	4,5	(3,8)	(4,4)

Die Ergebnisse der quantitativen Röntgenphasenanalyse zeigen, dass die zwei genannten Proben nahezu identisch sind (Tab. 3-4). Außer Kaolinit und Illit sind keine weiteren Tonminerale vorhanden. Der festgestellte Kaolinit besitzt eine gut geordnete Struktur, da die intensitätsschwächeren hkl-Reflexe zwischen dem

001- und 002-Hauptreflex von Kaolinit in den Pulveraufnahmen als scharfe Peaks ausgebildet sind. Diese sind auch in den Röntgentexturaufnahmen (Abb. 3-20 und 3-21) noch gut erkennbar, da aufgrund der polarisationsmikroskopisch nachgewiesenen verbogenen Kaolinitwürmchen keine optimale Einregelung der Kaolinitblättchen erfolgte (Abb. 3-20 + 3-21). Bei Kaolinit sind jedoch auch Unterschiede hinsichtlich der Kristallstruktur und dem Chemismus zwischen beiden Proben vorhanden. So besitzt der Kaolinit der Probe 1 gegenüber dem der Probe 2 eine geringere Halbwertsbreite (Hwb) und eine höhere Intensität des 001-Hauptreflexes, was als eine Verschlechterung des Kristallinitätgrades vom unteren zum oberen Abschnitt der untersuchten Schichteinheit gedeutet werden kann. Die genannten Unterschiede zwischen den Kaoliniten sind nicht nur in den quantitativen Pulveraufnahmen sichtbar, sondern auch gut beim Vergleich der beiden abgebildeten Texturaufnahmen (Abb. 3-20, 3-21) erkennbar, wo der Wert der Halbwertsbreite des 001-Reflexes ergänzend mit angegeben ist.

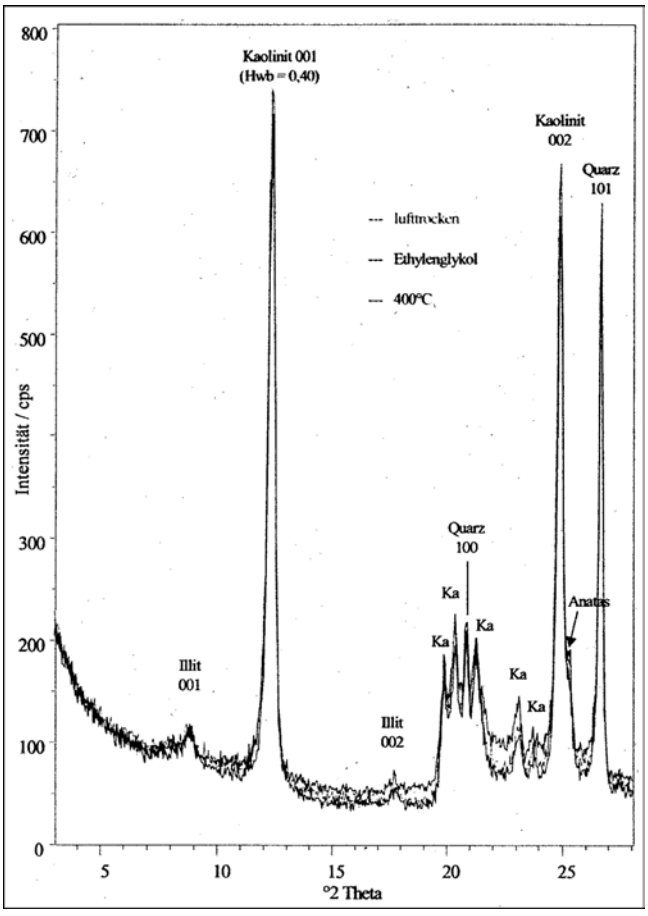


Abb. 3-20: Röntgentexturaufnahme der Tonsteinprobe 1 aus dem unteren Abschnitt der untersuchten Schichteinheit

Der röntgenographisch nachgewiesene relativ hohe Anatasgehalt wird durch die chemische Analyse bestätigt. Ein sehr schwacher Reflex bei 3,25 Å hat mehrere Koinzidenzen und wird nach dem polarisationsmikroskopischen Nachweis von Rutil diesem zugeordnet. Der Nachweis von Maghemit (-Fe_2O_3) unterhalb der röntgenographischen Nachweisgrenze (<0,5 %) erfolgte nach dem Dispergieren des Probenpulvers für die Herstellung der Texturpräparate, da die am Rührstäbchen magnetisch anhaftende Substanz sich röntgenographisch als Maghemit erwies. Der als Rest zu 100 % der kristallinen Substanz bestimmte Anteil der amorphen Masse erweist sich durch die chemische Verbrennungsanalyse als organischer Kohlenstoffanteil des Bitumens und der inkohlten Pflanzenreste.

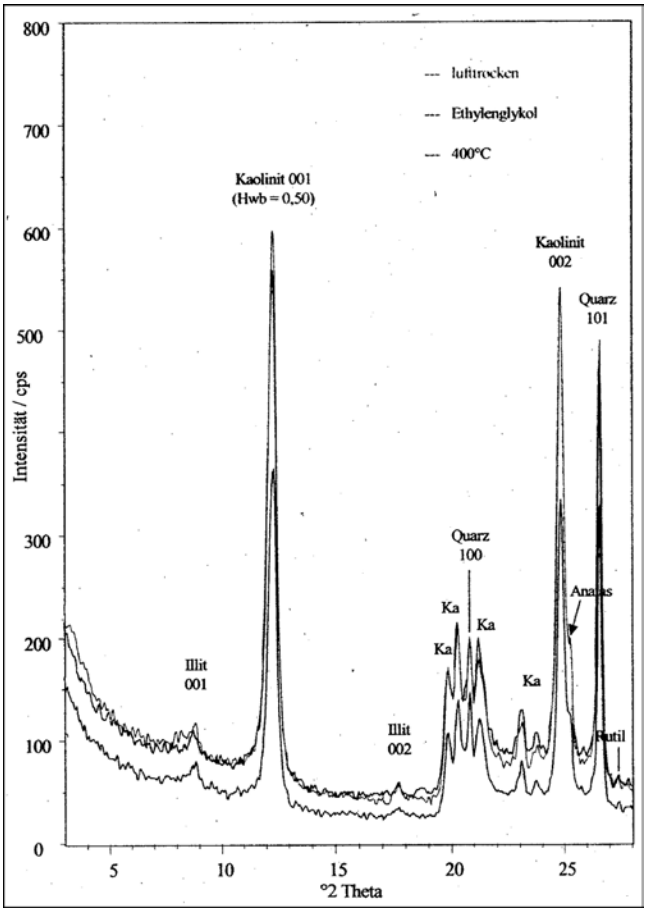


Abb. 3-21: Röntgentexturaufnahme der Tonsteinprobe 2 aus dem oberen Abschnitt der untersuchten Schichteinheit

Chemische Analyse:

Von den gleichen Proben, die für die röntgenographische Phasenanalyse verwendet wurden, sind röntgenfluoreszenzanalytisch zwei chemische Vollanalysen der Haupt- und Spurenelemente im Landeslabor Brandenburg; FB U3-Geochemie, Bearbeiter KRAUSE, angefertigt worden. Wie die Ergebnisse zeigen (Tab. 3-5), sind erwartungsgemäß auch in den chemischen Elementgehalten, sowohl bei den Haupt- als auch bei den Spurenelementen, die beiden Proben nahezu identisch. Die Werte entsprechen in den Hauptelementen den ermittelten Mineralanteilen, so dass eine Umrech-

nung der Analysenwerte in einen normativen Mineralbestand sehr gut mit dem modalen Mineralbestand übereinstimmt (Tab. 3-4).

Die detaillierte chemische Analyse soll als wesentliche Dokumentation dienen. Eine weitere Diskussion oder geochemische Interpretation ist nicht vorgesehen, jedoch kann auf einige auffällige Werte hingewiesen werden, wie z. B. die relativ hohen Werte an TiO_2 und Chrom.

Tab. 3-5: Chemische Analyse der Haupt- und Spurenelemente des Graupentonsteins

Hpt.-Elem.[1)]	Probe 1	Probe 2	Sp.-Elem.[2)]	Probe 1	Probe 2	Sp.-Elem.[2)]	Probe 1	Probe 2
SiO_2	47,01	45,66	As	4	13	Pb	35	44
TiO_2	2,92	2,93	Ba	365	392	Pr	<30	<30
Al_2O_3	29,7	29,96	Bi	<5	<5	Rb	41	41
Fe_2O_3	1,39	1,60	Ce	162	179	Sb	<40	<40
MnO	0,01	0,01	Co	50	36	Sc	39	39
MgO	0,23	0,24	Cr	893	849	Sm	53	30
CaO	1,05	0,81	Cs	<16	<16	Sn	<24	<24
Na_2O	0,05	0,04	Cu	<10	<10	Sr	172	179
K_2O	0,64	0,60	Ga	37	34	Ta	<5	<5
P_2O_5	0,80	0,59	Hf	24	23	Th	61	61
C[3)]	3,8	4,4	La	74	78	U	5	<4
GV[4)]	13,7	14,9	Mo	<3	<3	V	214	207
LOI[5)]	15,7	17,1	Nb	42	42	W	4	<4
			Nd	89	74	Y	145	101
			Ni	164	177	Zn	33	55
						Zr	746	819

[1)] in Masse-%; [2)]in ppm; [3)] nach trockener Verbrennung bei 1150°C unter O_2-Zufuhr; [4)] Glühverlust nach Veraschung bei 550°C; [5)] Glühverlust bei 1000°C bezogen auf die bei 105°C getrocknete Probe

Folgerungen

Die mineralogisch-petrographischen Beobachtungen und analytischen Ergebnisse zeigen, dass es sich bei den Proben um „Graupen"-Tonsteine handelt. Tonmineral in den „Graupen" und in der Matrix ist ausschließlich Kaolinit, der rund dreiviertel des Mineralanteiles ausmacht. Der Illitanteil resultiert reliktisch aus Muskovit- und Sericit-führenden Gesteinsfragmenten, die sporadisch als gut gerundete Gerölle im Tonstein eingelagert sind. Der Quarzgehalt von knapp zehn Prozent setzt sich aus feinkörnigen, für Pyroklastika typischen Splittern, etwas gröberen aus kristallinen Gesteinen abzuleitenden leicht gerundeten Relikten und den Quarz-Illit-Verwachsungen in Phyllitfragmenten zusammen.

Der Tonstein ist geschichtet ohne Graduierung oder Wechsel in der Korngrößenverteilung über das Profil. Auch im Mineralbestand und in der chemischen Zusammensetzung zeigt sich eine Konstanz. Mit den variablen Komponenten an Kaolinit-„Graupen", Gesteinsgeröllen und -fragmenten, turbulent und flexurartig geformten Pelitaggregaten sowie dem fossilen Pflanzenhäcksel handelt es sich bei dem Tonstein um ein polymiktes Sediment. Die dazwischen gelagerte dichte Matrix aus Kaolinit und feinsten fragmentarischen Einschlüssen zeigt deutliche Fließtexturen, so dass die texturelle Regelung der länglich geformten „Graupen" und Relikte durch die Fließvorgänge oder eine folgende Kompaktion entstanden sind. Eine pyroklastische Herleitung der Kaolinit-„Graupen" und der Kaolinit-Matrix ist nicht unmittelbar möglich, da weder Glasanteile vorhanden noch morphologisch deutbare umgewandelte Glasscherben-Relikte (BURGER 1992) erkennbar sind. Pyroklastischer Natur sind die splitterigen Quarzfragmente und wohl auch die rechteckigen Kaolinit-Pseudomorphosen nach (Kali-) Feldspat-Spaltstücken.

Als Fazit ergibt sich die Aussage, dass der untersuchte „Graupen"-Tonstein aus einem höher energetischen, wässrigen Strom in terrigener bzw. limnischer Umgebung abgelagert wurde. Die vulkanogene Ablagerung erfolgte lange vor der Umlagerung, da die pyroklastischen Anteile des „Graupen"-Tonsteins bei der Sedimentation bereits vollständig kaolinisiert waren und zusammen mit Abtragungsprodukten sowie Pflanzenresten abgelagert wurden.

3.8 Karbonatgesteine (K. HOTH, M. LAPP)

Entgegen bisherigem Kenntnisstand über das Auftreten von nichtsideritischen Karbonatgesteinen im Zwickauer Oberkarbonprofil (MIETZSCH 1877: 16; DALMER 1884 :61, 65 ,67; SIEGERT 1901: 13; PIETZSCH 1962: 225-235: solche Gesteine nicht erwähnt) sind Kalksteine und Dolomite weiter verbreitet als erwartet. Bei der Nachdokumentation der Rest-Kernbestände von 9 Mülsengrundbohrungen (vgl. Kap. 3.7.1) wurden mehrfach, und zwar in verschiedenen Bohrungen und verschiedenen Niveaus des Gesamtprofils solche

Karbonatgesteine nachgewiesen. Sie treten als Schmitzen und Lagen und als bis reichlich 1 dm mächtige Bänke auf. Die meist massigen, oft homogenen, dichten bis kleinkristallinen Kalksteine haben mittel- bis weißgraue, die oft gröberkristallinen Dolomite z. T. auch schwach rötliche bis bräunlichgraue Farbe, sind manchmal rötlich gefleckt und enthalten gelegentlich siltig-kohlige Tonsteinlagen. Der mehrfache Nachweis solcher Karbonatgesteine veranlasste eine erweiterte Nachsuche nach solchen Gesteinen in der Literatur und in zugänglichen Schachtdokumentationen. Das Ergebnis ist in Tab. 3-6 dargestellt. Danach zeigt sich, dass nichtsideritische Karbonatgesteine in allen lithostratigraphischen Einheiten des Profils auftreten, und zwar mit Schwerpunkt in den Marienthal-Pöhlauer Schichten. Damit fällt ihr Hauptauftreten mit dem Optimum der Tonpelit-Sedimentation in der Nachbarschaft der Flöze Schichten II und Ruß I, d. h. im mittleren CwD zusammen.

Mangels ausreichenden Probematerials (z. T. nur noch eingedeckte Dünnschliffe vorhanden) waren spezielle petrographische Untersuchungen nur noch in 2 Fällen möglich. Sie erfolgten durch M. LAPP. Die mächtigste bisher sicher bekannte nichtsideritische Karbonatgesteinsbank in Korrelationseinheit 15b aus der Bohrung Mül 20/59 (Abb. 3-22a/22b) liefert den eindeutigsten weil mikroskopisch und röntgenographisch (M. STÖRR) übereinstimmenden Befund. Bei diesem Gestein handelt es sich nach Alizarinrot-S-Anfärbung um einen fast reinen Kalkstein (Biomikrit, 90 % $CaCO_3$). In einer Grundmasse von submikroskopischem, relativ dunklem Biomikrit kalzitischer Zusammensetzung sind wenige helle Rekristallisate von Kalzit mit Größen um 1 mm zu erkennen (ca. 10-15 Vol %). Die einzelnen rekristallisierten Körner sind zwischen <0,1 bis 0,3 mm groß. Möglicherweise handelt es sich bei den hellen Rekristallisaten unregelmäßiger Form (tlw. länglich bis schlangenartig) um Zwickelfüllungen. Die Ränder sind in der Regel feinerkörnig als die Kerne der Füllungen. In schwankender Menge lassen sich Quarzbruchstücke mit einer Größe um 0,1 mm beobachten (Röntgen 2 %, GV 7,4 %). Der Röntgenbefund gibt außerdem Hinweise auf Glimmer (3 %) und Kaolinit (3 %).

Bezüglich des *Fossilinhalts* lassen sich unterscheiden (A. FRIEBE, Freiberg, frdl. Mitteilung):

- Zweischalige Objekte im Bereich um 0,5 mm, die entfernt Mollusken ähnlich sind. Dabei handelt es sich um phylloide, also blattähnliche Algen. Deren zweilagiger Aufbau besteht aus einer Schicht Palisadenzement und einer Blocksparitlage (Korngröße >0,01 mm). Die Algenklasten sind selten schwach inkohlt bis völlig kalzitisiert.
- Weiterhin finden sich agglutinierende Algen. Sie besiedeln Klasten und bilden rundliche, onkoidartige Komponenten.
- Erwähnenswert sind ferner weitere organische Reste, deren Genese noch unklar ist. Möglicherweise handelt es sich um algenartig organisierte Pflanzenreste, Sporen oder Einzeller.

Auffallend ist, dass keine marinen Invertebraten beobachtet werden konnten, was auf den limnischen Charakter der Kalksteine hinweist. Der Biomikrit stimmt im Grundsatz mit einem solchen aus der Bohrung Mül 11/55 überein, der bei 696,35 m dieser Bohrung im tiefen Rotliegenden auftritt. In diesem zuerst von BLÜHER bearbeiteten Kalkstein konnten LAPP und FRIEBE als fossile Reste allerdings nur Nadeln um 0,2-0,3 mm nachweisen.

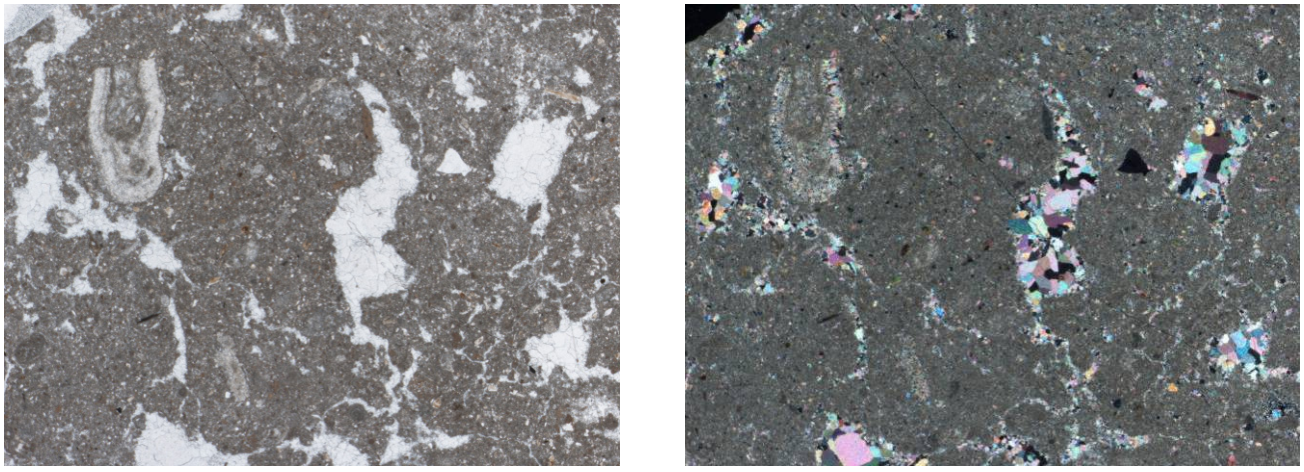


Abb. 3-22a/22b: Übersicht des biomikritischen Kalksteins aus Brg. Mül 20/59 mit den unter // Nicols zu erkennenden helleren Rekristallisaten und der submikroskopischen Kalzitgrundmasse. Außerdem ist Fossilinhalt in Form von phylloiden Algen, zweilagig aufgebaut zu erkennen. DS 112.232; // (3-22a) und x Nicols (3-22b), 3,7 x 5,4 mm. Foto: LAPP & FRIEBE 2003.

Tab. 3-6: Zusammenstellung der bisher aus dem Zwickauer Oberkarbon bekannten nichtsideritischen Karbonatgesteinslagen

Stratigraphische Position	Fundort	Ausbildung und Mächtigkeit	Quelle
Oberhohndorfer Schichten			
Korrelationseinheit 22/23	Raum Oberhohndorf nahe über Scherbenkohlenflöz bzw. zwischen Scherbenkohlen- u. 2-elligem Flöz; Stadtfeld	Nester und Bänke von Tutenmergel bzw. mergeliger Schieferton	DALMER 1884, Erl. GK 25: 125I, S. 65, 67; MIETZSCH 1877, Erl. GK 25: 111/I, S. 16; SIEGERT 1901, Erl. GK 25: 111/II, S. 13
Korrelationseinheit 21/22	Brg. Mül 7/54, 776,4 m; nahe unterhalb Scherbenkohlenflöz; Mülsenfeld	Schichtungsparallele Kalzitschmitzen bis 1 mm in Siltstein	MENNING, KAHLERT, HOTH 1979: Nachdokumentation Restkernmaterial
Korrelationseinheit 20	Umgebung von Oberhohndorf; im Lehekohlenflöz; Stadtfeld	Nester und Bänke von Tutenmergel	SIEGERT 1901, Erl. GK 25: 111/II, S. 13
Korrelationseinheit 20	Eberts Doppelschächte; zw. den beiden Abt. des Lehekohlenflözes; Stadtfeld	Nest von Tutenmergel	DALMER 1884, Erl. GK 25: 125/I, S. 61
Marienthal-Pöhlauer Schichten			
Korrelationseinheit 17	Reinhold-Schacht Bockwa, 117-125 m; unterhalb Zachkohlenflöz II; Stadtfeld	Karbonatgestein (δo) = (?) Dolomitlagen im (?) Sideritkomplex	ohne Autor, Rollriss Staatsarchiv Freiberg unter Nr. „112“ und Datenerfassung SCHIRN 1996
Korrelationseinheit 15c	Reinhold-Schacht Bockwa, um ca. 143 m; unterhalb Schichtenkohlenflöz I; Stadtfeld	wie oben	wie oben
Korrelationseinheit 15b	Brg. Mül 20/59, 1011,0 m; oberhalb Schichtenkohlenflöz II; Mülsenfeld	0,11 m biomikritischer Kalkstein, mittelgrau, rötlich gefleckt, massig, dicht bis z. T. deutlich körnig durch Kalzitrekristallisate. Einzelne sekundäre Kalzittrümchen	HOTH, KAHLERT, MENNING 1979: Nachdokumentation Restkernmaterial; LAPP, FRIEBE 2003: Dünnschliffansprache; STÖRR 2004: Röntgenanalyse
Korrelationseinheit 14c/d	Brg. Mül 19/58, 968,5 m; unterhalb Rußkohlenflöz I; Mülsenfeld	0,10 m sparitischer Dolomit, kalzitführend, eisenhaltig, weißgrau bis bräunlichgrau, massig, kleinkristallin	HOTH, MENNING 1979: Nachdokumentation Restkernmaterial; LAPP 2003: Dünnschliffansprache; STÖRR 2004: Röntgenanalyse
Korrelationseinheit 14a	Florentin Kästner-Schacht II (= Martin Hoop Schacht VIII), bei ca. 285 m; Stadtfeld	(?) Dolomit, keine Mächtigkeitsangabe	Schachtprofil 1 : 250 (E. E. MÖCKEL 1906)
Korrelationseinheit 13 c	Brg. Mül 8/55, 1005,1 m; nahe oberhalb der Äquivalente von Tf. Planitzer Flöz, ob. Abt.; Mülsenfeld	0,10 m sparitisches Karbonatgestein, mittelgrau, schwach rötlich, homogen, kleinkristallin, mit gefalteten siltig-kohligen Tonsteinlagen	Ch.. GÄRTNER, HOTH, KAHLERT 1979: Nachdokumentation Restkernmaterial; LAPP 2003: Dünnschliffansprache (Keine Differenzierung von Kalzit- u. Dolomit möglich.)
Korrelationseinheit 13c	Florentin Kästner-Schacht II (= Martin Hoop Schacht VIII) 295,3-297,0; Stadtfeld	Feinkörniger (?) Dolomit, in Sand übergehend	Schachtprofil 1 : 250 (E. E. MÖCKEL 1906)
Obere Schedewitzer Schichten			
Korrelationseinheit 11c	Reinhold-Schacht Bockwa um ca. 220 m; nahe unter Amandus-Flöz; Stadtfeld	Karbonatgestein (δo) = (?) Dolomitlagen im Sideritkomplex	ohne Autor, Rollriss Staatsarchiv Freiberg unter 112 und Datenerfassung SCHIRN 1996
Untere Schedewitzer Schichten			
Korrelationseinheit 4	Florentin Kästner-Schacht II (= Martin Hoop Schacht VIII), ca. 415 m; Mülsenfeld	(?) Dolomit, grau, 0,5 m (?) mächtig	Korrelationsprofil 4; Schachtprofil 1 : 250 (E. E. MÖCKEL 1906)

Tab. 3-7: Zusammenstellung der bisher aus dem Zwickauer Oberkarbon bekannten bedeutenderen Siderit-(Toneisenstein-)lagen/bänke und Sphärosiderit-schiefer-Horizonte

Stratigraphische Position	Fundort	Ausbildung und Mächtigkeit	Quelle
Oberhohndorfer Schichten			
Korrelationseinheit 22	Brg. Mül. 10/56, ca. 834,6-835,0 m	Toneisenstein, ca. 40 cm mächtig	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 18a	Brg. Mül. 16/57, bei ca. 910 m	Absätzige Sideritlage	Korrelationsprofil 2
Korrelationseinheit 18	Reinhold-Schacht Bockwa, zw. 115,6 u. ca. 116,0 m	Karbonatgestein grau (?Sideritbank), 45 cm	Korrelationsprofil 1; Aufschlussprofil 1 : 500, SCHIRN 1996
Marienthal-Pöhlauer Schichten			
Korrelationseinheit 17	Reinhold-Schacht Bockwa, zw. 116,2 u. 126,5 m	Mehrere (?) Sideritbänke in Verknüpfung mit Karbonatgestein (?Dolomit), dünnschichtigem Schieferton und Steinkohle. Bankmächtigkeiten 0,65-3,50 m	Korrelationsprofil 1; Aufschlussprofil 1 : 500, SCHIRN 1996
Korrelationseinheit 15c	Reinhold-Schacht Bockwa zw. 140,3 u. 144,8 m	(?) Sideritbänke in Verknüpfung mit grauem Karbonatgestein (?Dolomit), mit Steinkohlenschmitzen	Korrelationsprofil 1; Aufschlussprofil 1 : 500, SCHIRN 1996
Korrelationseinheit 15b	Reinhold-Schacht Bockwa, zw. 157,3 u. 158,8 m	(?) Sideritbank in Verknüpfung mit grauem Karbonatgestein (?Dolomit)	Korrelationsprofil 1; Aufschlussprofil 1 : 500, SCHIRN 1996
Korrelationseinheit 15, unterer Teil	Brg. Mül 16/57, zw. 935 u. 939 m	Sideritbänke	Korrelationsprofil 2
Korrelationseinheit 14	Im Felde östlich Fl. Kästner I (= Martin Hoop Schacht VII)	Kohleneisensteinbank, 80 cm mächtig	SIEGERT 1901: 15 u. 38
Korrelationseinheit 14	Brg. Mül 16/57, bei ca. 945 m	Sideritbank	Korrelationsprofil 2
Korrelationseinheit 13d	Brg. Mül 16/57, bei ca. 948 m	Sideritbank	Korrelationsprofil 2
Korrelationseinheit 13b	Brg. Mül 11/55, ca. 881,5 m	Sideritlage	Schichtenverzeichnis
Korrelationseinheit 13a	Brg. Mül. 19/58, ca. 985-987 m	Toneisensteinlagen	Schichtenverzeichnis
Korrelationseinheit 12a	Brg. Mül 12/56, bei ca. 1061 m	Absätzige Sideritlagen	Korrelationsprofil 3
Korrelationseinheit 12a	Brg. Mül 1/50, zw. 965,6 u. 999,75 m	2 Sideritbänke, tonsteinartig, bräunlichgrau	Korrelationsprofil 2
Obere Schedewitzer Schichten			
Korrelationseinheit 11c	Reinhold-Schacht Bockwa zw. 216 u. 235,5 m	Mehrere (?) Sideritbänke in Verknüpfung mit grauem Karbonatgestein (?Dolomit) mit Schmitzen von Steinkohle und Schieferton. NW-lich im Feld des Vereinsglück-Schachtes Förderung von Eisenstein. – Im Feld des Zwickauer Steinkohlenvereins (Raum zw. Fortuna-, Vereinsglück,-Glückauf- und Aurora-Schacht) wurden um 1900 bis 1300 t/a Sphärosiderit gewonnen u. an die Marienhütte geliefert	Korrelationsprofil 1; Aufschlussprofil 1 : 500, SCHIRN 1996; SIEGERT 1901: 15
Korrelationseinheit 11b/c	Brg. Mül 14/56, zw. 1070,75 u. 1071,1 m	Sphärosideritschiefer, max. 35 cm	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 11a	Brg. Mül 19/58, ca. 1030 m	Sphärosideritschiefer	Schichtenschnitt 1 : 500

Stratigraphische Position	Fundort	Ausbildung und Mächtigkeit	Quelle
Korrelationseinheit 11a	Feld des alten Bürgerschachtes	Kohleneisensteinbank, 3-40 cm mächtig	SIEGERT 1901:15
Korrelationseinheit 10	Brückenberg-Schacht III, zw. 648,6 u. 652,2 m	Sphärosideritschiefer in Verknüpfung mit Steinkohle	Korrelationsprofil 3
Korrelationseinheit 10	Brg. Mül 15/57, zw. 980,4 u. 991,0 m	Mehrere Toneisensteinlagen	Schichtenverzeichnis
Korrelationseinheit 8?	Brg. Mül 13/56, bei ca. 1185,5 m	Sphärosideritschiefer	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 8f-9	Neuer Alexander-Schacht	Eisenthon, 7,0 m mächtig	SIEGERT 1901:22
Korrelationseinheit 8a	Bahnhof-Schacht bei rd. 477 m	Kohleneisensteinbank (Sphärosiderit), 4-90 cm mächtig	Korrelationsprofil 1; SIEGERT 1901:15; Fahrjournal 1871
Untere Schedewitzer Schichten			
Korrelationseinheit 6c	Brg. Mül 19/58, ca. 1087 m	Toneisensteinlage (?)	Schichtenverzeichnis
Korrelationseinheit 6	Brg. Mül 18/56, ca. 1184 m	Sphärosideritschiefer	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 4-5?	Brg. Mül 14/56, zw. 1171,5 u. 1182 m	2 Sphärosideritschiefer-Horizonte, max. 1,6 m	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 4	Brg. Mül 16/57, ca. 1008 m	2 Sphärosideritschiefer-Lagen	Korrelationsprofil 2
Korrelationseinheit 4?	Brg. Mül 10/56, 1003,2 – 1003,4 m	Sphärosideritschiefer, 20 cm	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 4	Florentin Kästner-Schacht II (= Martin Hoop Schacht VIII), 421,5-426,7 m	„Schiefer, braun, eisenhaltig“ (?) 5,2 m	Korrelationsprofil 4
Korrelationseinheit 3c?	UT EStAV 4/58, 128,25-128,50 m	(?) Sphärosideritschiefer	Schichtenschnitt 1 : 500
Korrelationseinheit 3c	Brg. Mül 20/59, zw. 1170 u. 1178 m	Sphärosiderit-Bänke	Korrelationsprofil 3
Korrelationseinheit 3a/b	Brg. Heinrichsort 1/50, bei 1235 m	Sphärosiderit-Bank	Korrelationsprofil 3

Infolge des mangelhaften Dokumentationsstandes unvollständig!

Problematischer sind die dm-mächtigen sparitischen Karbonatgesteinsbänke der Bohrungen 8/55 (Korrelationseinheit 13c) und 19/58 (Korrelationseinheit 14 c/d). Im Sparit aus der Bohrung 8/55 war eine Differenzierung von Kalzit und Dolomit auf Grund fehlender Anfärbung nicht mehr möglich. Der Schliff zeigt ein sehr homogenes Rekristallisat von <0,1 mm kleinen, deutlich gelängten Körnern. Die Regelung wird durch einheitliche Auslöschung der Körner unterstrichen. Im Schliffausschnitt ist dadurch eine Vorzugsorientierung sichtbar, die durch eine ca. 1 cm breite Zone gleicher Kornform im spitzen Winkel durchschlagen wird. Beide Vorzugsrichtungen werden als tektonisch und nicht als sedimentär interpretiert. Fossilien sind im Schliff auf Grund der durchgreifenden Rekristallisation nicht vorhanden.

Der weiße bis bräunlichgraue sparitische Dolomit aus der Bohrung 19/58, in dem schon makroskopisch mehrere mm-große Körner zu erkennen sind, hat ein <0,1-0,3 mm Pflastergefüge, das mehrere mm-große Altkörner überwächst. In diesem rekristallisierten Pflastergefüge sind auch idiomorphe Karbonatneubildungen zu erkennen. Undulöse Auslöschung ist allgegenwärtig. Wenige Quarzbruchstücke (< 0,1 Vol%) mit bis in einem Fall 0,5 mm Größe treten auf, sonst sind die Bruchstücke immer deutlich kleiner. Sedimentationsgefüge oder Fossilinhalt konnten nicht beobachtet werden. Röntgenographisch wurde außer Dolomit nur etwas Quarz gefunden, Siderit wurde nicht gefunden. Die Karbonatgesteins-Vollanalyse weist dagegen auf einen gewissen Kalzit- und Eisenoxidgehalt (amorph?) hin. Das Gestein ist daher am ehesten als kalzitführender, eisenhaltiger Dolomit zu bezeichnen.

Die Verteilungsgesetzmäßigkeiten bedeutenderer Lagen oder Bänke von Siderit (Toneisenstein) bzw. mehr oder weniger charakteristischer Sphärosideritschiefer sind wegen des sehr uneinheitlichen Dokumentationsstandes ebenfalls nicht sicher zu erfassen. Tab. 3-7 gibt einen Überblick über den erreichten Stand. Immerhin zeigt sich, dass solche Lagen und Bänke über das ganze stratigraphische Profil verteilt sind, wenn auch ihr Schwerpunkt eindeutig in den Schedewitzer und Marienthal-Pöhlauer Schichten liegt.

Einzelheiten der Kluftmineralisationen in Sphärosideritkonkretionen sind bei PIETZSCH (1962: 228) zusammenfassend dargestellt.

3.9. Basaltoide / „Melaphyr“ (M. LAPP)

Am Südrand des Zwickauer Oberkarbons, treten nahe oder direkt an seiner Basis zwei Vulkanitkomplexe auf. Beide streichen an der Oberfläche aus und waren nach Norden nur unter Tage oder in Bohrungen aufgeschlossen. Dabei handelt es sich um den im Südwesten des Stadtfeldes auftretenden Planitz-Cainsdorfer „Melaphyr“ sowie um den das südöstliche Stadtfeld berührenden Vielau-Reinsdorfer „Melaphyr“ (siehe Beilagen 3-5 bis 3-8). Beide Vorkommen, das von Planitz-Cainsdorf im Westen und das von Vielau-Reinsdorf-Friedrichsgrün im Osten, „werden durch einen Zwischenraum getrennt, in welchem weder an dem Beckenrande bei Niederhasslau, noch in dem nördlich davon gelegenen alten Krückel-Schachte zwischen dem silurischen Grundgebirge und den tiefsten carbonischen Schieferthonen Melaphyr anzutreffen ist“ (SIEGERT 1901: 12). Nach Auswertung der Wismut-Bohrungen im Vielauer Wald: (Kb) Vio 2071/70, Zw 2074/70, Zw 2110/70 postuliert H. BERGER hier die NW-SO verlaufende prä-permokarbonische „Vielauer Rinne“ (vgl. Kap. 3.5). Weiter im Nordwesten ist der Planitz-Cainsdorfer „Melaphyr“ unter Tage nördlich vom Himmelsfürstschacht und weiter im Nordosten der Vielau-Reinsdorfer „Melaphyr“ im Jacob-Schacht angetroffen worden. Die von SIEGERT (1901: 12 und 23) im Vielau-Reinsdorfer Melaphyr erwähnte, über 80 m mächtige Vulkanitabfolge aus „Melaphyr“ und Pyroklastiten wurde südlich von Reinsdorf in Bohrung Stk Zw-L 1/1861 aufgeschlossen. Später erreichte man bei der Verteufung des Florian Kästner Schachts II (= Martin Hoop Schacht VIII) 1906 die Basis des „Melaphyr“/Tuff-Komplexes bei rd. 480 m, womit dort eine Mächtigkeit von ca. 42 m belegt ist. Erst in jüngerer Zeit modifizierten außer den schon genannten Wismutbohrungen die Bohrungen (Kb) 2017/71, 2035/71, 2082/71, 2096/71, 2113/69, 2120/71 und 2121/69 die Kenntnisse über die Basaltoidverbreitung weiter.

Entsprechend Standardprofil (Beilage 3-1) liegt der nahe der Basis der Schedewitzer Schichten positionierte Vielau-Reinsdorfer „Melaphyr“ auf geringmächtigen bunten Schiefern und auf 2 bis 7 Meter mächtigem Paläo-Phyllitschutt. Er wird von Sandsteinen, Schiefertonen und Konglomeraten der heutigen Korrelationseinheiten 3c bis 4 flach überlagert (DALMER 1884). Der Planitz-Cainsdorfer „Melaphyr“ hingegen nimmt eine höhere Position bis mind. hinauf zur Korrelationseinheit 8 ein. Möglicherweise vertritt er auch noch den Bereich des Ludwig-Flözes vollständig (SCHNEIDER & ZEIDLER 2003). Das Vielau-Reinsdorfer Vorkommen überlagert nach MIETZSCH (1877) die steil nach Norden einfallenden silurischen und devonischen Schichten diskordant. Das trifft auch an der Mulde zu, nur ist hier der altpaläozoische Schichtenkomplex überkippt und taucht nach Süden ab.

Historisch wurden veränderte, oft oxidierte und blasenreiche Basalte und Dolerite, speziell des Oberkarbons und Perms Mitteleuropas als Melaphyr bezeichnet. Bei dem vorliegenden „Melaphyr“ handelt es sich im frischen Zustand um einen festen, dichten, grünlichschwarzen Basalt. Während im Kern des Lavastroms eher massige Ausbildungen auftreten (Abb. 3-23), wird im Randbereich eine Mandelstein-Ausbildung beobachtet (Abb. 3-24, auch PIETZSCH 1962:

227). Die Mandeln beinhalten in einer oft grünen Delessit (Lepto-Chlorit)-Hülle Füllungen aus Kalzit, Quarz oder Talk. Die Mandelsteinausbildung kann in Brekziierung übergehen. Oft ist das Gestein durch die Verwitterung zersetzt. Wenig gerundete bis scharfkantige Bruchstücke des „Melaphyrs“ und seiner mandelsteinartigen Varietäten sind teilweise zahlreich in dem jeweils untersten Konglomerat des Oberkarbons enthalten, das von DALMER (1885: 39) dann als Melaphyrbrekzie bezeichnet wird. Diese erreicht bei Bockwa bis 1 m Mächtigkeit. Als eines der aufgearbeiteten und geschlämmten Zersetzungsprodukte des „Melaphyrs“ tritt ein geschichteter, sehr feiner, rotbrauner bis gelblicher, eisenhaltiger Ton im unmittelbaren Hangenden des Melaphyrs auf (MIETZSCH 1877: 6).

Bei den in Cainsdorf an der Zwickauer Mulde unterhalb der Tribüne an der Wildwasser-Kanustrecke aufgeschlossenen Gesteinen, deren massige, dunkle, liegende Anteile makroskopisch für einen „Melaphyr“ gehalten werden können, handelt es sich nach dem Dünnschliffbefund eindeutig um einen vitrischen Tuff, der von vulkanoklastischen Sedimenten überlagert wird (SCHNEIDER & ZEIDLER 2003).

In Dünnschliffen des Planitz-Cainsdorfer „Melaphyrs“ zeigt sich ein intersertales Plagioklasleisten-Gefüge mit porphyrischen Einsprenglingen (Abb. 3-25a, b). Plagioklas ist das dominierende Grundmassenmineral, daneben finden sich Augit, submikroskopische Substanz sowie Magnetit, vereinzelt auch Apatitnadeln. In einigen Schliffen wurde eine fluidale Einregelung der Plagioklasleisten der Grundmasse beobachtet. Als Einsprenglinge treten Plagioklas, Augit und auffallend häufig Olivin auf. KRAMER (1975) hat daher den Planitz-Cainsdorfer „Melaphyr“ als Olivin-Basalt bezeichnet. Meist sind diese Olivine im hoch-hydrothermalen Bereich umgewandelt worden (Iddingsitisierung). Die Alterationsprodukte liegen in Form eines submikroskopischen Mineralgemenges von Goethit, Tonmineralen, Chlorit u. a. vor. Auffallend ist die entlang von Spaltrissen verlaufende dunkle Verfärbung der Olivine.

Abb. 3-23: Cainsdorf-Planitzer „Melaphyr“ in massiger Ausbildung (RS 3976; Fundort: Steinbruch westlich von Cainsdorf));

Abb. 3-24: Cainsdorf-Planitzer „Melaphyr“ als Mandelstein (SS19348; Fundort: Planitz); Archiv LfULG-Freiberg

Handstückaufnahmen des Cainsdorf-Planitzer Melaphyrs

Abb. 3-25a, b: Übersichtsaufnahme des Cainsdorf-Planitzer „Melaphyrs“, mit II Nicols links (25a) und x Nicols rechts (25b). Zu erkennen sind die intersertalen Plagioklase mit einigen alterierten Olivinpseudomorphosen (DS: 124.71 - Fundort: Cainsdorf). Lange Bildkante jeweils 0,4 mm. Archiv LfULG-Freiberg

Insgesamt deutet neben den geologischen Verbandsverhältnissen dieser Vulkanite auch das mikroskopische Fluidalgefüge auf extrusive Lavaströme. Dafür sprechen auch die randliche Blasenbildung und Brekziierung. Dem „Melaphyr“ mit stark wechselnden Mächtigkeiten (schon DALMER 1884: 56) sind Tuffe assoziiert (SCHNEIDER & ZEIDLER 2003).

Im Hangenden des Zwickauer Oberkarbons, nämlich innerhalb der Planitz-Formation des Rotliegenden kommen weitere „Melaphyre“ vor, die sich sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch auf den ersten Blick kaum von den Karbon“melaphyren“ unterscheiden. Allgemein sind die „Melaphyre“ der Planitz-Formation makroskopisch etwas heller als die „Karbonmelaphyre“, wobei dunkle, rötliche und violette Farbtöne dominieren. Nach dem geochemischen Befund liegen alle Proben von KRAMER (1975, 1988) aus dem Zwickauer Raum (Karbon und Rotliegend) im binären Diagramm ($Na_2O + K_2O$) : SiO_2 von LE MAITRE (1989) im Feld von Basalten und Trachybasalten bis Shoshoniten. Leider wird von KRAMER (1988) nicht eindeutig zwischen Karbon- und Rotliegend-„Melaphyren“ unterschieden.

Nach KRAMER (1975) sind die Basalte jedoch auf den Karbonanteil („Melaphyr“ von Cainsdorf) beschränkt und werden als Olivin-Basalte bezeichnet. Diese Aussage deckt sich mit dem petrographischen Befund.

3.10 Das Profil an der Cainsdorfer Brücke
(J. W. SCHNEIDER, M. ZEIDLER)

Der einzige Übertageaufschluss von Flözen des Zwickauer Reviers liegt unmittelbar südöstlich des Bahnhofs Zwickau-Cainsdorf an den Ufern der Zwickauer Mulde, und zwar direkt oberhalb der Cainsdorfer Brücke. Die Lokalität ist der einzige noch zugängige Aufschluss von Flözen des Westfal im Osten Deutschlands. An beiden Ufern des Flusses war bis 2004 über oberkarbonischen Vulkaniten eine mehr als 50 m mächtige Sedimentfolge mit Steinkohlenflözen aufgeschlossen.

Das linke, das südwestliche Ufer befindet sich noch in relativ natürlichem Zustand, allerdings sind große Teile weitgehend von rezenten Flusssedimenten bedeckt (vgl. Abb. 3-26). Das rechte, das nordöstliche Ufer war lange durch einen Beton- und Steinwall geschützt und dadurch weitgehend verhüllt. Durch die Hochwässer in den Jahren 1954, 1977 und zuletzt 2002 ist dieser Wall wiederholt zerstört worden; zuletzt so erheblich, dass 2004/05 eine grundhafte Sanierung und Rekonstruktion des Uferschutzwalls durchgeführt werden musste. Sie führte allerdings zu einer weitgehenden Verbauung des rechten Ufers (Tribünenseite der Kanuregattastrecke). Alle genannten Hochwässer schufen gute temporäre Aufschlüsse. Die erste Beschreibung des rechten Uferprofils veröffentlichten HERBST & SEICHTER (1955); 1977 dokumentierte KOCH die neu entstandenen Aufschlüsse (42 Lithoeinheiten in 1 : 100); PAECH schloss im Folgejahr einzelne Beobachtungslücken und fügte einige sedimentologische Details hinzu (KOCH 1977/78, unpubl.). 1978 erfolgte anhand dieser Dokumentation eine Probenahme über den gesamten Profilbereich (vgl. Kap. 3.4). Wenig später wurde der Aufschluss auf der Basis der Daten von HERBST & SEICHTER von DABER (1979) kurz skizziert.

Besonders gut aufgeschlossen wurde das rechte Muldenufer bei Cainsdorf durch das sehr starke Hochwasser vom August 2002. Die anschließende Dokumentation erfolgte im Herbst 2002 und im zeitigen Frühjahr 2003 und wurde während der Rekonstruktionsarbeiten im Frühling 2004 erheblich ergänzt (SCHNEIDER & ZEIDLER 2003, SCHNEIDER et al. 2005). Die sehr detaillierte Dokumentation und die dabei entnommenen Gesteinsproben sowie Fotodokumentationen sind für weitere Untersuchungen an der TU Bergakademie Freiberg und beim Geologischen Dienst von Sachsen im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Freiberg verfügbar.

Die folgende kurze Beschreibung des Aufschlusses gibt im Vergleich zu HERBST & SEICHTER (1955) eine differenziertere Unterteilung der aufgeschlossenen Flözfolge. Sie basiert auf einer beckenweiten Korrelation durch HOTH (1984) als auch auf einer Neubewertung historischer Schachtprofile im Gebiet Cainsdorf und Niederplanitz durch BERGER (vgl. auch Beilage 3-2). Im Gegensatz zu HOTH (1984) wird der ca. 3 m mächtige Konglomerathorizont nahe der Basis des Profils (Korrelationseinheit 9) nicht mehr als Zwickau-(Haupt-) Konglomerat, sondern als lokale Erosionsrinnen-Füllung angesehen.

<u>Profilbeschreibung</u> (dazu als Beispiel Profilabschnitt D-C, Abb. 3-27):

Das 53 m mächtige Profil mit etwa 10° in nördliche Richtung fallenden Schichtflächen war auf eine Länge von ca. 250 m am rechten Ufer der Mulde aufgeschlossen. Es ist in zunächst 109 später 180 lithologische Einheiten differenziert worden; die kleinsten von ihnen haben eine Mächtigkeit von 1 bis 2 cm. Sie können wie folgt in größere Lithoeinheiten (**LE**) zusammengefasst werden:

Das Profil beginnt mit einem intermediären Glastuff (LE 1) von mehr als 3 m aufgeschlossener Mächtigkeit im Top des blasenreichen Cainsdorfer Basaltergusses („Cainsdorfer Melaphyr“). Der Aufschluss und diese Vulkanite sind positioniert an der östlichen Flanke einer N-S-gerichteten Paläoschwelle aus präkarbonischen Gesteinen, die zunehmend von Westfal-Sedimenten bedeckt wurde. In kleinerem Maßstab lässt sich dieses Paläorelief auch im Aufschluss beobachten. In einigen Dekametern lateraler Distanz verwandelt sich die Sedimentdecke auf dem Top der Vul-

kanite von einer 0,3 m mächtigen in situ- bis leicht resedimentierten Verwitterungskruste des Tuffs zu 0,75 m mächtigen durchwurzelten tonigen Kaolinitgraupenführenden Schluffsteinen mit Geröllen und Brandschiefern (LE 2), die direkt dem Vulkanit auflagern. Die Verwitterungskruste enthält Stigmarienwurzeln. Erosiv eingelagert sind dm-mächtige Schichten und kleine Rinnen (0,8 x 0,3 m) schlecht sortierter Konglomerate. Direkt im Top des Tuffs waren bis zu 3 m lange und 0.15 m breite Stigmarienwurzeln mit Appendices aufgeschlossen. In den Grobklastika wurden Sigillarien-Stämme von 1,2 m Länge und 0,1 m Durchmesser beobachtet, zusammen mit verschiedenen kleineren Stämmen und Pflanzendetritus, ebenso wie vertikal eingebettete Calamiten-Stämme von 0,3 m Höhe und 0,2 m Durchmesser.

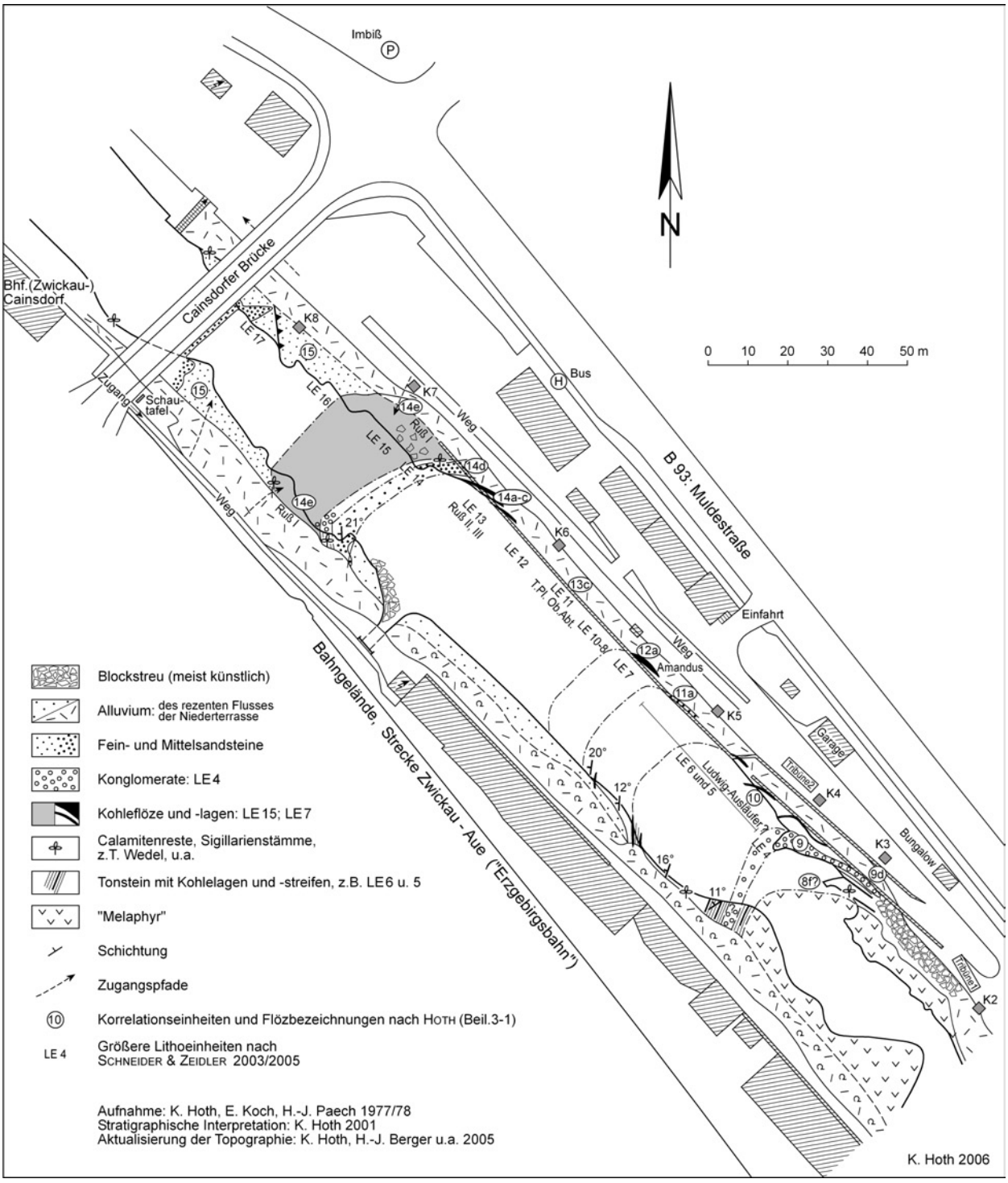


Abb. 3-26: Geologische Situation an der Cainsdorfer Brücke

Höher folgt eine 2,3 m mächtige Wechsellagerung von Klastika, Brandschiefern und cm bis dm mächtigen Kohlenlagen (LE 3). Sie wird von SCHNEIDER als **Äquivalent des Amandus-Flözes** angesehen. HOTH hält für diese Einheiten eine Zugehörigkeit zum obersten Segen-Gottes-Niveau, Korrelationseinheit 8f, für möglich (vgl. Beilage 3-2); die Äquivalente des Amandusflözes folgen nach seiner Meinung erst höher in (LE 7).

Mit erosiver Basis liegt auf LE 3 eine von groben Quarzgeröllen dominierte Konglomerat-Rinne von etwa 3 m Mächtigkeit (LE 4). Der mehr sandige basale Teil (0,6 m) ist durch Kiesbarren charakterisiert. Er wird erosiv durch unsortierte, matrixreiche und undeutlich geschichtete gröbere Konglomerate mit Geröllgrößen von 3-5, max. 10 cm überlagert. Dies zusammen mit den kantengerundeten bis gerundeten Quarz- und Metamorphitschiefer-Geröllen gleicht kanalisierten Schuttströmen („debris flows“) oder sehr liefergebietsnahen (proximalen) weit verzweigten verwilderten („braided“) Flusssystemen. Interessanterweise sind diese gestapelten Grobklastika nur am rechten Ufer aufgeschlossen; am linken Ufer fehlen sie (SCHNEIDER), was auf eine lateral begrenzte rinnenartige Ablagerung hinweisen würde. Nach Abb. 3-26 sind sie - vielleicht in verringerter Mächtigkeit - auch am SW-Ufer vertreten.

Die nächsten etwa 10 m des Profils (LE 5) sind durch das Auftreten von Siltsteinen, Tonsteinen, Brandschiefern und cm bis 0,2 m mächtigen Kohlenlagen charakterisiert (vgl. Abb. 3-27). HOTH hält diesen Bereich für Ausläufer des Ludwig-Flöz-Niveaus; = Korrelationseinheit 10. Im unteren Abschnitt dieser Einheit sind selten 0,5 bis 0,75 m mächtige Feinsandstein-Bänke eingelagert, im oberen Teil erscheinen einzelne Sandstein- und Feinkonglomerat-Rinnen von 0,25 bis 0,5 m Stärke und etwa 3 m lateraler Erstreckung. Die Tonsteine sind laminiert, Siltsteine und Sandsteine zeigen oft Flaser- und Rippelschichtung. Es erscheinen zahlreiche Stigmarienwurzel-Horizonte und grauweiße Gleyboden-Horizonte (= fossile Bodenhorizonte unter den Kohlelagen). Häufig sind Pflanzenreste, und zwar von mm-großem Detritus bis zu größeren Blatt- und Stammfragmenten, die in sideritischen Konkretionen manchmal sehr gut erhalten sind. Dieser Teil der Folge wird von SCHNEIDER als **Äquivalent der mittleren Abteilung des Tiefen Planitzer Flözes** betrachtet.

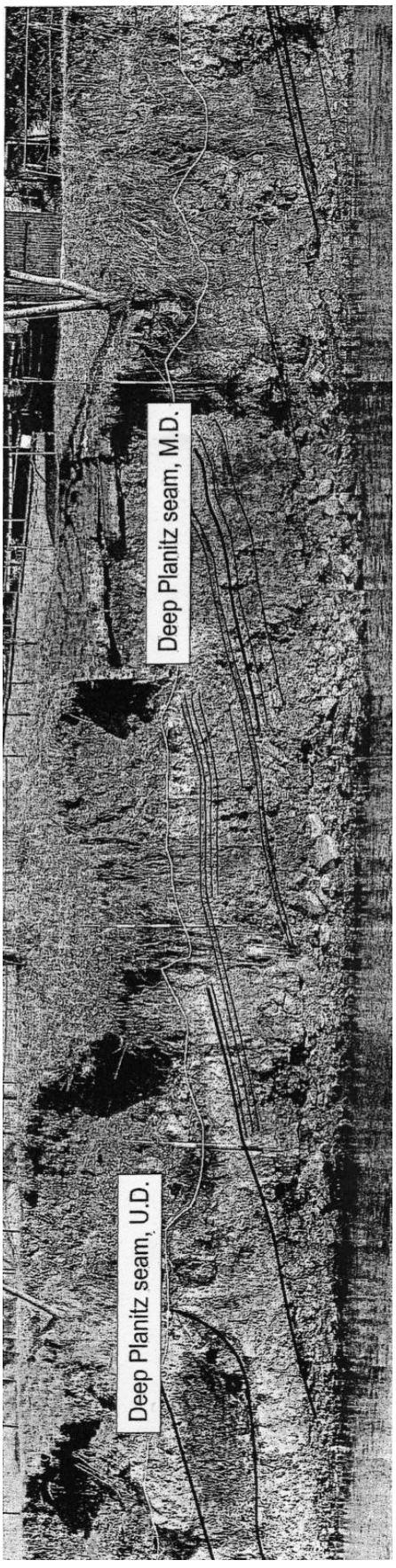


Abb. 3-27 (rechts): Profilabschnitt D-C, ca. 130 m bis 180 m südlich der Cainsdorfer Brücke; stratigraphische Interpretation: J. W. SCHNEIDER

Über reichlich 1 m mächtigen weißgrauen „Liegendletten“ (LE 6) ist ein 1.40 m mächtiges Kohlenflöz aufgeschlossen (LE 7); seine unmittelbare Basis bildet ein 0,20 m mächtiger grobkörniger lithischer Sandstein, der teilweise stark zementiert ist. Nach knapp 1 m Profil aus Siltsteinen und Feinsandsteinen (LE 8) und untergeordnet Tonstein im Top des Flözes folgt eine 1,40 m mächtige Wechsellagerung von 0,05 bis 0,20 m mächtigen Tonsteinen und z. T. Schluffsteinen mit 0.01 bis 0,05 m starken Lagen von Brandschiefern und Kohle (LE 9). Die Einheiten LE 6 bis LE 9 werden von SCHNEIDER als **Äquivalente der oberen Abteilung des Tiefen Planitzer Flözes** angesehen. Bei HOTH, vgl. Beilage 3-2, ist dies das ca. 1,40 m mächtige Amandus Flöz, = Korrelationseinheit 12a.

LE 10 war nicht komplett aufgeschlossen, aber Daten von PAECH und unsere Beobachtungen zeigen, dass in diesem 2,80 m mächtigen Abschnitt Feinsandsteine und Siltsteine dominieren. Eine Tonstein/Kohlenlagen-Wechsellagerung ist als 0,95 m mächtiger Horizont darin enthalten.

Das **Rußkohlenflöz III**, LE 11 (bei HOTH obere Abteilung des Tiefen Planitzer Flözes = Korrelationseinheit 13c; vgl. Abb. 3-26) beginnt mit einem 0,40 m mächtigen blassgrauen Wurzelboden auf den 4 Kohlenlagen von 0,45 bis 0,20 m folgen. Die Silt- und Tonsteine zwischen diesen Lagen sind teilweise gebleicht und durchwurzelt.

Die folgenden 4,80 m (LE 12) sind aufgebaut aus dezimeterstarken Lagen von Feinsandsteinen mit Siltsteinen und seltenen Brandschiefern. Häufig sind kleine Rinnen von 0,10 bis 0,45 m Mächtigkeit und 0,50 bis 1,15 m lateraler Erstreckung, die mit Feinsandstein bis Mittelkonglomerat gefüllt sind.

Die Basis der nächsten aufgeschlossenen Flözfolge (LE 13) wird von einem mehr als 1 m mächtigen weißgrauen Wurzelboden gebildet. In diesem Bereich stark verwitterter Tonsteine wird eine wahrscheinlich nach West einfallende Verwerfung vermutet. Es folgen zwei je 0,30 m mächtige Kohlenlagen, die durch 0,20 m fossilen Boden („seat earth“) getrennt werden (bei HOTH Rußkohlenflöz III; = Korrelationseinheit 14a). Nach etwa 1 m Wechsellagerung von dm starken Wurzelböden mit cm-starken Brandschiefern und Kohlenlagen folgt ein Flöz von 1,20 m reiner Kohle. Diese Lithoeinheit (LE 13) wird mit dem **Rußkohlenflöz II** korreliert (bei HOTH Korrelationseinheit 14c).

Die nächsten 2 bis 3 Meter (LE 14) werden von glimmerreichen siltigen Feinsandsteinen gebildet, die im 0,5 m-Maßstab mit cm-mächtigen Einzellagen sehr flach trogförmig schräggeschichtet sind. Diese Einzellagen sind intern im mm-Bereich flach schräg- bis rippel- und flaserschichtig. Die Schichtflächen enthalten Pflanzendetritus sowie Stammfragmente bis 0,10 m Länge. Diese Sandsteine wurden in sehr flachen aber weiten Flussrinnen im unteren Strömungsregime abgelagert. Die Feinsandsteine im Top der Folge sind von Stigmarien durchwurzelt. Sie bilden die Basis des folgenden 4,50 m mächtigen **Rußkohlenflözes I** (LE 15; bei HOTH Korrelationseinheit 14e), welches aus reiner Kohle ohne Zwischenmittel besteht.

Das Flöz wird von flach horizontal bis flaserig geschichteten, glimmerreichen und teilweise siltigen Feinsandsteinen bedeckt (LE 16; 1,40 m mächtig). Häufig sind darin rötliche Bänder und 1-3 cm große Knollen aus jetzt oxidiertem, primär sideritischem Zement sowie Sideritkonkretionen.

Die folgende LE 17 bis unter die Cainsdorfer Brücke besteht hauptsächlich aus oft glimmerreichen Feinsandsteinen, untergeordnet aus Siltsteinen und Mittelsandsteinen. Sehr auffällig ist flache Horizontal- bis flache Rippelschichtung und trogförmige Schrägschichtung im 0,5 cm bis 1 cm-Bereich. Einige Lagen mit Mächtigkeiten von 0,10 m und mehr sind gleichsinnig ebenschichtig schräggeschichtet. Häufig ist mm-großer Pflanzendetritus auf den Schichtflächen. Einer der Feinsandstein-Horizonte enthält eine Lage von Sideritkonkretionen bis zu 0,3 m Durchmesser. Die Feinsandstein-Folge wurde subaquatisch im unteren Strömungsregime eines kleinen Deltas abgelagert.

Höher hinauf im Profil, von der Brücke flussabwärts, sind - zeitweilig aufgeschlossen - subvertikal eingebettete Calamitenstämme beobachtet worden. Diese Sandsteine sind Teil des **Schichtensandstein**s im Liegenden des Schichtenkohlenflözes I.

Die gesamte im Cainsdorfer Profil aufgeschlossene Folge wird im Gegensatz zu HOTH (Beilage 3-2) ausschließlich in die Marienthal-Pöhlau-Formation eingeordnet.

Fossilführung im Aufschluss

Die einzigartige Möglichkeit zur Pflanzenaufsammlung nutzend, waren einige private Sammler, wie NINDEL (1955) und seit 2002 J. MEYER und ST. SCHUBERT in diesem Aufschluss sehr aktiv. Eines ihrer interessantesten Resultate war die Entdeckung einiger Stücke von *Dicranophyllum gallicum* im Bereich der Tiefen Planitzer Flöze.

Faunenrelikte sind selten: Ein trigonotarbider Arachnide und ein 5 cm großer Blattiden-Flügel (*Necymyclaris*) wurden in demselben Niveau gefunden. Interessanterweise fehlen typische Invertebraten-Fährten der Überschwemmungsebenen wie *Scoyenia* im aufgeschlossenen Abschnitt. Dieses Fehlen zeigt zusammen mit den häufigen Stigmarienwurzeln und den sideritischen Konkretionen einen hohen Paläo-Grundwasserspiegel an.

Die sehr detaillierten Untersuchungen auf Microsporen durch DÖRING (in: DÖRING et al. 1988; vgl. Kap. 4.2) an Proben aus dem Bereich der Depotzentren sollen durch Untersuchungen der Makro- und Mikrosporen des Cainsdorfer Uferprofils komplettiert werden, welches beckenrandnähere Faziestypen aufweist.

4 Paläontologie

4.1 Die Makroflora der Zwickau-Formation (E. KAHLERT, St. SCHULTKA)

4.1.1 Vorbemerkungen

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit fossilen Pflanzen hat im Zwickauer Raum eine lange Tradition. SCHULZEN (1755) beschreibt Kräuterschiefer aus Steinkohlengruben Zwickaus lange vor Begründung der wissenschaftlichen Paläobotanik 1820 durch SCHLOTHEIM und STERNBERG. Damit nimmt diese Flora neben den bereits 1709 von SCHEUCHZER abgebildeten pflanzlichen Resten aus dem Rotliegenden von Manebach/Thüringen eine hervorragende Stellung in der wissenschaftlichen Paläobotanik ein.

Erste grundlegende paläobotanische Arbeiten von überregional wissenschaftlichem Rang publizierten A. VON GUTBIER (1834) und H. B. GEINITZ (1855/56). STERZEL (1881, 1901) fasste erstmals das damalige Wissen über die Flora zusammen und entwarf unter Hinzuziehung umfangreicher neuerer, horizontierter Aufsammlungen und eigener Beobachtungen ein umfassendes Bild des Alters und der Zusammensetzung der Flora aus damaliger Sicht.

Obwohl bereits GOTHAN (1913: 208) auf die dringende Notwendigkeit weiterer Untersuchungen hinwies, kam es erst nach 1945 im Rahmen groß angelegter bergbaulicher Erkundungsarbeiten zu weiteren, vertiefenden paläobotanischen Untersuchungen, von denen aber nur wenige publiziert wurden. DABER (1955) veröffentlichte eine Übersichtsbearbeitung einiger farnlaubiger Pflanzenfossilien im Rahmen der damals laufenden geologischen Erkundungsarbeiten. Auch in der Folgezeit wurden nur wenige Untersuchungen zu einzelnen Florenelementen bzw. der Palynologie des Beckens publiziert (u. a. HORST 1954, 1957, DABER 1957, 1960, REMY 1960, DÖRING et al. 1988, RÖßLER & BUSCHMANN 1994). Vornehmlich wurden direkt für den Steinkohlenbergbau relevante Fragen bearbeitet, die zudem aufgrund der immer mehr zunehmenden Geheimhaltungsvorschriften zwischen 1950 und 1989 in den meisten Fällen nicht zugänglich waren.

Die Beckenablagerungen spiegeln in den vielgestaltigen Folgen von Sedimentation, Stagnation und Erosion eine bewegte tektonische Geschichte wider. Die Subsidenzraten sind in den einzelnen Beckenbereichen unterschiedlich; zumindest im östlich benachbarten Teilbecken von Oelsnitz nehmen sie vom Liegenden zum Hangenden ab (SPENGLER 1949, RÖßLER, frdl. mündl. Mitt. 2001); auch im Zwickauer Teilbecken nimmt zumindest teilweise die Reliefenergie vom Liegenden zum Hangenden hin ab (vgl. Kap. 3.2). Die fluviatile, auf engstem Raum stark wechselnde Sedimentation ist durch große Schuttfächer gekennzeichnet, die von den Beckenrändern her geschüttet wurden (SPENGLER 1949; vgl. Kap. 3.5) und vielfach eingeregelte Stammreste einschließen (z. B. Untertage-

Einmessungen von E. Kahlert 1963 im Martin-Hoop-Schacht, Querschlag 2103, hangender Sandstein vom Rußkohlenflöz II). Soweit das heute nachweisbar ist, hatten die tief greifenden und überregionalen tektonischen Ereignisse jedoch im Gegensatz zur lokalen Sedimentationsgeschichte keinen erkennbaren Einfluss auf die Florenentwicklung im Becken.

Als Folge großräumiger tektonischer Vorgänge ist der aktive Vulkanismus im Becken direkt anhand des Cainsdorfer und des Reinsdorfer „Melaphyrs“ und der Kaolinkohlentonsteine („Lehestreifen”), d. h. ehemaliger vulkanischer Aschen, nachgewiesen. Nach einer nicht unwidersprochenen Ansicht soll der „Lehestreifen“ für die Korrelation des „Lehekohlenflözes“ mit dem Neuflöz 3 des Lugau-Oelsnitzer Reviers von Bedeutung sein (STUTZER 1935, HOPPE 1966, RÖSLER et al. 1967). Eine Korrelation wird auch für das Bogheadflöz nahe der Basis der sedimentären Abfolge vorgenommen, das vornehmlich auf den Beckenteil von Oelsnitz beschränkt ist und - durch die Bohrungen Heinrichsort I, Mülsengrund 5, 9 und Mülsengrund 20 nachgewiesen - im Mülsenfeld auskeilt.

Anhand der vor allem im Vergleich mit STERZEL (1881, 1901) relativ wenigen, noch aufgefundenen, stratifizierten Proben sollen die Untersuchungsergebnisse STERZEL´s aus heutiger Sicht neu interpretiert werden. Es soll versucht werden, über den bisherigen Kenntnisstand hinaus mit Hilfe der Makroflora die Stratigraphie der fossilführenden Schichten genauer zu fassen. Darüber hinaus werden die Nachbestimmungen und Neubewertungen der Flora - unter Einbeziehung der Erkundungsbohrungen, die zu Beginn der 50er Jahre niedergebracht wurden - eingesetzt, um Hinweise auf die Entwicklungsgeschichte der Flora im Zwickauer Anteil des erzgebirgischen Beckens i. e. S. zu gewinnen.

Zur Problematik der Florenbestimmung

Um in terrestrischen Serien überhaupt stratigraphische oder paläoökologische Aussagen treffen zu können, ist eine ausführliche Berücksichtigung der Fundumstände (Taphonomie) und die möglichst genaue Bestimmung der einzelnen Formen Voraussetzung. Die bisherigen paläobotanischen Bearbeitungen erfolgten bisher fast ausschließlich unter ökonomischen Interessen und dies auch noch unter Zeitdruck. Daher unterblieben viele notwendige Detailuntersuchungen, die z. T. wegen der nicht mehr bestehenden Zugänglichkeit der Aufschlüsse auch nicht mehr nachgeholt werden können.

Zusätzlich ergeben sich in der Paläobotanik besondere Probleme bei der stratigraphischen Einstufung von Sedimenten. So liegen für die Bestimmung der ehemaligen Pflanzen nur selten zusammenhängende Pflanzenteile oder gar vollständige Pflanzen vor. Fast immer finden sich nur einzelne Organe, deren Variationsbreite bei den meisten Formen noch nicht einmal im Ansatz erfasst ist. Einen nicht zu unterschätzenden Einfluss haben auch standortbedingte Ursachen wie Wasserstand, Nahrungsangebot, Lichteinfall und andere Umweltfaktoren, die damit eine unterschiedliche Merkmalsdifferenzierung (z. B. Gigantismus, wie im Zwickauer Becken) bedingen. Daneben wird eine klare Unterscheidung verschiedener Formen bei vielen Pflanzen erschwert, weil sie zur Bastardisierung und zur Entstehung fortpflanzungsfähiger Hybriden neigen. Diese Erscheinung ist bei heutigen Pflanzen weit verbreitet und darf wohl auch für vergangene Zeiten angenommen werden. So gehen die meist durch rein morphologische Merkmalskomplexe charakterisierten Formen ohne scharfe Grenzen ineinander über, was eine Unterscheidung zwischen Variationsbreite und neuer, eigenständiger Form stark von der Interpretation einzelner Bearbeiter abhängig macht.

4.1.2 Ausgewählte Elemente der Flora

Im Vergleich mit der letzten publizierten Fossilliste (DABER 1992) konnten weit mehr als 40 Formen neu nachgewiesen werden. Bei den meisten dieser Formen handelt es sich um Pecopteriden, deren Bestimmung von vielen Autoren - so auch von uns - als sehr unsicher angesehen wird, wenn nicht zumindest fertile und sterile Organe sowie weitere Daten wie Zell- und Stomatamuster erhalten sind. Aussagen, die sich lediglich auf Umrissmorphologien und Aderungsmuster stützen, sind sehr kritisch zu sehen. Sie sind dann nur eingeschränkt für eine neuerliche, stratigraphische Auswertung brauchbar. Einige Formen sind aber doch sehr charakteristisch und in anderen Becken z. T. für die Stratigraphie herangezogen worden, weshalb wir sie kurz vorstellen bzw. zumindest abbilden.

Da das gering inkohlte Fossilmaterial ohne weitere Präparation (Mazeration) kaum biologisch relevante Daten für die Bestimmungsarbeit liefert, stützen wir uns im Rahmen dieser Arbeit nur auf vegetative Merkmale, auf die bereits BRONGNIART (1828-1836) sein bis heute noch - wenn auch eingeschränkt - gültiges Bestimmungssystem der Pteridophyten aufgebaut hat.

WAGNER (u. a. 1958) hat zuletzt versucht, diese Methode am Beispiel der Pecopteriden zu verfeinern und einem biologischen System näher zu bringen. Dabei ist einsichtig, dass mit Hilfe der rein vegetativ-deskriptiven Methode nur eine Formbestimmung möglich ist, die a priori keine näheren biologischen Beziehungen der einzelnen Taxa untereinander zulässt. Da aber gerade die Pecopteriden eine paläoökologische Gemeinschaft darstellen (MOSBRUGGER 1986) und stratigraphische Aussagen dadurch nicht beeinträchtigt werden, ist diese „unbiologische“ Methode in der Praxis trotzdem höchst brauchbar, wie das auch die Praxis der geologischen Erkundung über viele Jahrzehnte hin bewiesen hat.

Aus der Vielzahl der Formen in der Zwickauer Flora stellen wir einige exemplarische Taxa ausführlicher vor, wobei wir uns vor allem auf gut erhaltene, neu nachgewiesene, bzw. stratigraphisch oder anderweitig interessante Formen aus Platzgründen beschränken mussten. Somit stellen die im Folgenden näher beschriebenen Formen nur eine kleine, subjektive Auswahl dar.

Artikulaten

Funde von Calamitenresten gehören zu den besonders häufigen Pflanzenfossilien im Hangenden der Kohlenflöze des Karbons. Aufgrund ihrer Merkmalsarmut bilden die bekannten Formen oftmals nur Formgruppen, in denen sicherlich mehrere, ähnliche Formen vereinigt sind. Ein Beispiel dafür ist die im Zwickau-Oelsnitzer Raum häufige *Annularia spinulosa* (STERNBERG) BARTHEL (= *stellata* nach BARTHEL 2000) (Taf. 4-1, Fig. 6), von der REMY & REMY (1959) vermuten, dass es sich aufgrund der außergewöhnlichen Größe (Taf. 4-1, Fig. 6) und der Behaarung der in Zwickau auftretenden Individuen um eine eigenständige Form des höheren Westfal D handelt. *A. spinulosa* wird von GOTHAN (1951) als Charakterpflanze des Stefans angesehen, aber bereits aus dem Westfal C (ABBOT 1958) wie noch aus dem Rotliegenden (BARTHEL 1958) beschrieben. Neben der auffallend großen stratigraphischen Reichweite geben verschiedene Autoren mehrfach unterschiedlich erweiternde Merkmale dieser „Art" an, was darauf hinweist, dass es sich hier tatsächlich um verschiedene Sippenkreise oder Formen handelt, die unter dem Sammelbegriff *„Annularia stellata"* (heute *A. spinulosa*) zusammengefasst werden (REMY & REMY 1977).

Annularien

Annularia aculeata BELL (Abb. 4-1; Taf. 4-1, Fig. 1, 2) - Ähnlich wie mit dem „Sippenkreis *Annularia spinulosa"* verhält es sich mit der kleinblättrigen Gruppe um *A. galioides* (LINDLEY et HUTTON) KIDSTON, die inzwischen näher untersucht und stärker aufgegliedert wurde. Die bei DABER (1992) aus dem Zwickau-Oelsnitzer Karbon angegebene *A. galioides* wird von uns zu der zwischen Westfal- und Rotliegendformen vermittelnden *A. aculeata* gezogen.

Bei dem vorliegenden, dreifach gegabelten Achsensystem sitzen die Seitenachsen streng gegenständig mit einem Winkel von 30° bis 45° an und biegen dann zur Spitze des Systems hin um. Die 9 bis 12 Blättchen tragenden Wirtel sind locker gestellt und meist sternförmig flachgedrückt im Sediment überliefert. Die Blättchen im Bereich der Astabgänge an der Achse vorvorletzter Ordnung (?Hauptachse) können bis zu 20 mm lang werden. Alle anderen Blättchen weisen Längen von 3,5 bis 5,2 mm auf, bei Breiten von eindeutig weniger als 1 mm. Das Längen-Breiten-Verhältnis beträgt somit um 3 : 1 bis 5 : 1. Dabei liegt die größte Breite etwa in der Mitte der etwas bauchig gebauten Blättchen mit ausgezogener, kontinuierlich zulaufender, scharfer Spitze.

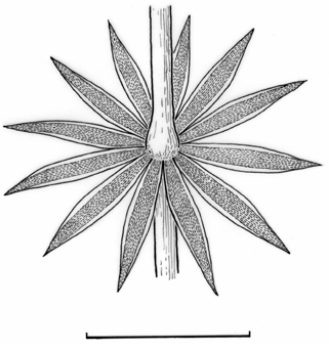


Abb. 4-1:
Wirtel von *Annularia aculeata*, Gersdorf, Schacht Pluto und Merkur
(MfNCh: F 1163; Kürzel der Sammlungen werden im zugehörigen Tafelteil erläutert), Maßstab: 5 mm

Solch kleinblättrige Formen der Calamitaceae treten gelegentlich ab dem Westfal A bis weit in das Stefan und Rotliegende im euramerischen Raum auf und werden u. a. als *Annularia asteris, A. galioides, A. aculeata* oder *A. spicata* (GUTBIER) SCHIMPER bezeichnet. Trotz der wenigen zur Verfügung stehenden Bestimmungskriterien führen die verschiedenen Bearbeiter z. T. sehr widersprüchliche Merkmale zu den verschiedenen Taxa an, sodass man die hier vorliegende Form je nach Autor der einen oder anderen oben genannten Form zuordnen könnte. Legt man neben dem L/B-Verhältnis ausgewachsener Blättchen auch das Merkmal „größte Breite in der Mitte der Blättchen" zugrunde, in Verbindung mit der absoluten Größe der Blättchen, der scharfen Spitze und der Anzahl von Blättchen im Wirtel, so trifft diese Merkmalskombination bei dem Material aus Zwickau nach ABBOTT (1958) am ehesten auf *A. aculeata* zu.

Die unklaren Verhältnisse bei der Bestimmung solch merkmalsarmer Beblätterungen führt folgerichtig zu extremen stratigraphischen Reichweiten („Durchläufer"). So werden *Annularia-galioides-ähnliche* Formen bereits aus dem Westfal A (JOSTEN 1991) wie noch aus dem Rotliegenden (SCHIRMER 1969) beschrieben.

Aculeata stammt aus dem mittleren Oberkarbon (Westfal A bis B) von Nova Scotia und wurde erstmals außerhalb des nordamerikanischen Raumes von JOSTEN (1991) und JOSTEN et al. (1999) im Westfal A/B des Ruhrkarbons angegeben.

Sphenophyllen

Von den Sphenophyllen sind in Zwickau bisher 10 Arten eingehend beschrieben worden, von denen zwei Arten stratigraphisch bemerkenswert sind.

***Sphenophyllum majus* (BRONN)** BRONN (Taf. 4-1, Fig. 5) - In einer Schiefertonfazies, die für hohe Wasserstände in möglicherweise sauerstoffarmem Milieu spricht, finden sich vereinzelt Wirtel von großblättrigen Sphenophyllen, die aufgrund der tiefen Zerteilung der

Blättchen sowie der etwa 14 bis 18 spitzbogigen Zähne am leicht bogigen Vorderrand zu *S. majus* gestellt werden dürfen. REMY (1962) weist ausdrücklich darauf hin, dass *S. majus* in Zwickau entgegen den Angaben in der Literatur nicht nachgewiesen sei. Die vorliegenden, sehr kompakt wirkenden Wirtel aus der Bohrung Mülsengrund 15 (Taf. 4-1, Fig. 5) dürften aber durchaus dem Typ entsprechen, wie er aus dem Westfal C des Saarlandes in der Arbeit von REMY (1962, Taf. 1, Fig. 2) dargestellt wurde.

S. majus gilt als typisches Element des höheren Westfal, es scheint die Westfal/Stefan-Grenze nicht zu überschreiten (REMY & REMY 1977). BOERSMA (1978) gibt ein *S. majus* aus der Illinger Flözzone des Saargebietes (Heusweiler Schichten, Stefan B) an, wobei die abgebildete Form nicht ganz dem *S. majus* im Sinne von REMY (1962) entsprechen dürfte, sondern insbesondere durch seine geschwungenen Blättchenränder etwas an *S. longifolium* (GERMAR) GUTBIER - eine typische Stefan-Form - erinnert.

Sphenophyllum angustifolium (GERMAR) GOEPPERT (Taf. 4-1, Fig. 3, 4) - In den Sammlungen des Museums für Naturkunde Chemnitz findet sich ein Stück aus Lugau, das als *S. angustifolium* bezeichnet ist (Taf. 4-1, Fig. 3, 4). Es zeigt den schmalen Blattaufbau, die tiefe, zentrale Lazerierung und die typischen 2 bis 4 scharf zugespitzten Zähne, die allerdings nicht so lang sind, wie bei REMY & REMY (1959) angegeben. STORCH (1966) bestreitet ausdrücklich das Vorkommen dieser Sphenophyllen-Form, die erst im höheren Stefan auftreten soll. Wir vermuten, dass es sich hier um einen frühen Vorläufer handelt.

Es wurde nur dieses einzige Stück in den Sammlungen gefunden. Kutikularanlytische Untersuchungen könnten hier möglicherweise mehr Klarheit schaffen.

Pteridophyllen

Pecopteriden

Eine Bestimmung der über 200 beschriebenen *Pecopteris*-Formen ist nicht nur wegen der recht einheitlich wirkenden Merkmale sehr schwierig, sondern auch weil nicht geklärt ist, welche Merkmalskomplexe als systematisch-taxonomisch relevant gelten können (MOSBRUGGER 1986). Als Beispiel sei eine Pecopteride mit klar abgrenzbaren Merkmalen erwähnt (Taf. 4-2, Fig. 5, 6), die einem Teil des Materials von *Pecopteris pseudovestita/vestita* bei WHITE (1899) entspricht. WHITE beschreibt das Material aus dem hohen Westfal Missouris ausführlich und bildet auch sehr viele Stücke ab. Aber eines dieser Stücke (WHITE, 1899: 93, Taf. 33, Abb. 4) stimmt in den Aderungs- und Umrissmerkmalen mit Material überein, das wir aus Zwickau kennen. Was grundsätzlich für eine hohe Variabilität der Form spricht, führt dazu, dass bis heute die späteren Bearbeiter zu keiner klaren Abgrenzung dieser Formen kommen konnten (JOSTEN & van AMEROM 1999). Ein weiteres Beispiel für die Vielgestaltigkeit der Pecopteriden im Zwickauer Karbon ist eine Form, die der *Pecopteris ambigua* (PRESL) CORSIN nahe zu stehen scheint (Taf. 4-5, Fig. 6 und 7), aber aufgrund der fragmentarischen Reste trotz guter Merkmale (Fiederchenumriss, Aderung etc.) nicht mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden kann.

Da nur sterile Stücke beschrieben werden, sind zur besseren Übersicht alle Taxa unter dem Gattungsnamen *Pecopteris* geführt, auch wenn sie auf der Basis fertilen Materials inzwischen in neue Gattungen gestellt wurden, wie z. B. bei NEMEJC (1940), WAGNER (1958) oder MOSBRUGGER (1986).

Pecopteris folchwillerensis CORSIN (Abb. 4-2, Taf. 4-2, Fig. 1, 2) - Als ein neues Element der Zwickauer Flora konnte die bisher nur aus dem Saarrevier bekannte *P. folchwillerensis* bestimmt werden. Möglicherweise verbirgt sich hinter dem bereits von GEINITZ (1855) als *Cyathites villosus* BRONGNIART beschriebenen Taxon diese Pecopteride.

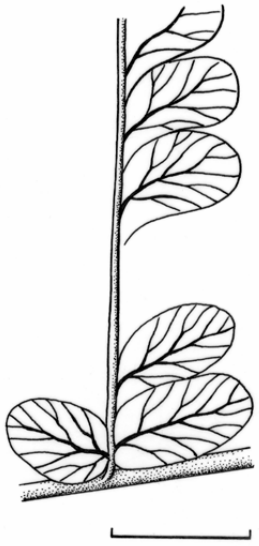


Abb. 4-2:
Pecopteris folchwillerensis, Zwickau, Ebert-Schacht IV SSLfULG: RS 14178), Maßstab: 5 mm

Die Fiederchen des gut erhaltenen primären Wedelteils haben eine zarte, durchscheinende Spreite, sitzen breit an, laufen an der Basis etwas herab und stehen auffallend dicht. Der Umriss ist zungenförmig bis oval bei einer Länge von 4 bis 5 mm und einer Breite von 2 bis 2,5 mm (L/B-Verhältnis etwa 2 : 1). Die Seitenadern treten in spitzem Winkel aus der gut markierten Mittelader heraus. Sie sind zur Mittelader hin breit gegabelt, oftmals gabelt sich die eine basale Seitenader kurz darauf noch einmal. Die Adern verlaufen in nur leicht geschwungenem Bogen und treffen in spitzem Winkel auf den Rand der Fiederchen.

Pecopteris folchwillerensis wurde erstmalig aus der „Zone de St.-Avold“ des Saarreviers, mittleres Westfal D, beschrieben.

***Pecopteris bredovii* GERMAR** (Abb. 4-3, Taf. 4-2, Fig. 3, 4) - Weit verbreitet, aber aus Zwickau bisher noch nicht bekannt, ist *P. bredovii*. Diese Pecopteride zeigt in besonders deutlicher Form die Zartheit der Blattspreiten dieser Pflanzengruppe, worauf bereits GERMAR (1845) bei der Erstbeschreibung der Form aus dem Stefan von Plötz-Löbejün hinwies.

Die Größe der Fiederchen schwankt zwischen einer Länge von 4 bis 6 mm und einer Breite von 3 bis 4 mm, woraus sich ein gedrungen ovaler Umriss der Fiederchen ergibt (L/B-Verhältnis etwa 1,5 : 1).

Die Form zeichnet sich durch eine lockere, deutliche Aderung aus. Die immer gut entwickelte Mittelader tritt zum Teil erhaltungsbedingt rechtwinklig, regulär aber in spitzem Winkel aus der Fiederachse aus und verläuft weitgehend gerade. Nur einige wenige Fiederchen zeigen einen leicht flexuosen Aderverlauf.

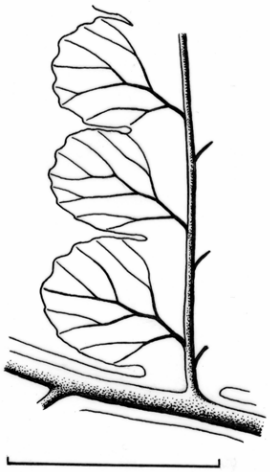


Abb. 4-3:
Pecopteris bredovii,
Oelsnitz, Ida-Schacht
(MfNCh: F 1179),
Maßstab: 5 mm

Die Seitenadern sind ein- bis zweifach, gelegentlich auch dreifach gegabelt. Jede Ader endet in einer stumpf-flachen Ausbuchtung („Zähnelung“) des Fiederchenrandes (Taf. 4-2, Fig. 4).

Nach CORSIN (1951) setzt die im gesamten euramerischen Karbon nachgewiesene und gut charakterisierte *P. bredovii* im Westfal D (Assise de la Houve) ein und reicht laut POTONIÉ (1893) bis in die Manebach-Formation (unteres Rotliegendes). Sie hat ihre größte Verbreitung im Stefan (REMY & REMY 1959).

***Pecopteris lamuriana* HEER** (Abb. 4-4, Taf. 4-3, Fig. 1, 2) - Diese Pecopteride wurde von HEER (1865) aufgestellt, aber nicht eindeutig beschrieben und abgegrenzt. Daher sammelte sich unter der Bezeichnung *'P. lamuriana'* eine größere Anzahl verschiedener Formen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass diese Form je nach Größe der Fiederchen eine etwas anders differenzierte Aderung entwickelt. Erschwerend für eine Bestimmung ist darüber hinaus die mehr oder weniger dichte Bedeckung der Blattunterseite mit einem Haarfilz. Erst GOTHAN (1941) trug zu einer besseren Abgrenzung der Form bei, die allerdings JONGMANS (1962) kritisch sieht. Möglicherweise sind auch hier immer noch verschiedene Formen unter einem Namen zusammengefasst.

Die Fiederchen aus Zwickau wirken mit einer Länge bis 15 mm und einer Breite von 3 mm (L/B-Verhältnis etwa 5 : 1) sehr schmal. Sie laufen an der Basis wenig herab, stehen mit etwa 20° schräg zur tragenden Achse und neigen zur Lobierung. Die Ränder verlaufen fast bis zur Spitze parallel, terminal sind sie eiförmig gerundet.

Die Nervatur ist vor allem bei naturmazeriertem Material an der Oberseite sehr gut sichtbar. Bei ausgewachsenen Fiederchen können sich die Seitenadern bis zu viermal gabeln. Sie biegen unterschiedlich stark um, sodass sie schräg bis fast senkrecht auf den Fiederchenrand auftreffen. Die Rachiden sind schwach längsgestreift und weisen vereinzelt Narben von Emergenzen auf.

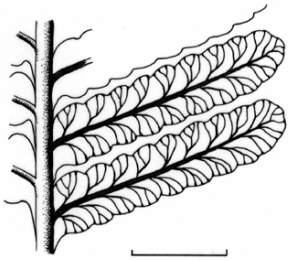


Abb. 4-4:
Pecopteris lamuriana,
Oelsnitz, Schacht Ida
und Helene
(MfNCh: F 807),
Maßstab: 5 mm

Folgt man der Literatur, scheint die stratigraphische Reichweite relativ groß zu sein. GOTHAN (1941) gibt ein erstes Auftreten von *Pecopteris lamuriana* in Westeuropa an der Grenze Westfal C/D an. WAGNER (1969) kann diese Pecopteride erst im höheren Cantabrium der nordwestspanischen Kohlebecken nachweisen. Dort überschreitet *P. lamuriana* die Grenze Stefan A/B nicht mehr. Das stimmt weitgehend mit CORSIN (1951) überein, der dieses Taxon als Charakterpflanze des tieferen Stefan bezeichnet.

***Pecopteris saraefolia* BERTRAND** (Abb. 4-5, Taf. 4-3, Fig. 3-6) - Ebenfalls zu den großblättrigeren Formen gehört *P. saraefolia*, deren fast parallelrandigen, etwas ungleichmäßig lange Fiederchen ein Längen-Breiten-Verhältnis von etwa 4 : 1 aufweisen. Von der Fiederchenoberseite her sind die stimmgabelförmig gegabelten Seitenadern kaum zu erkennen (Taf. 4-3, Fig. 4, 5). Die Fiederachsen tragen über 3 mm lange, kräftige Emergenzen (Taf. 4-3, Fig. 4), während die sehr breite Wedelachse dicht mit lanzettförmigen, über 5 mm langen und 1 mm breiten, aphleboiden Blättchen bedeckt ist (Taf. 4-3, Fig. 6). Dadurch ist diese Pecopteride auch bei schlechter Erhaltung eindeutig bestimmbar.

Stratigraphisch scheint diese Pecopteride auf das Westfal D beschränkt zu sein (CORSIN 1951).

***Pecopteris longiphylla* CORSIN** (Abb. 4-6, Taf. 4-4, Fig. 1, 2) - Wie *Pecopteris folchwillerensis* und *P. saraefolia* ist auch *P. longiphylla* bisher nur aus dem Saarrevier bekannt gemacht worden (CORSIN 1951). Die Fiederchen sitzen typisch pecopteridisch an, haben breit gerundete Apices und sitzen etwas schräg zur Rachis an. Sie stehen locker, sind schwach lobiert und parallelrandig. Mit einem L/B-Verhältnis von annähernd 6 : 1 sind sie sehr lang gestreckt (13 bis 14 mm lang und um 2 mm breit). Der basale katadrome Lobus ist leicht vergrößert.

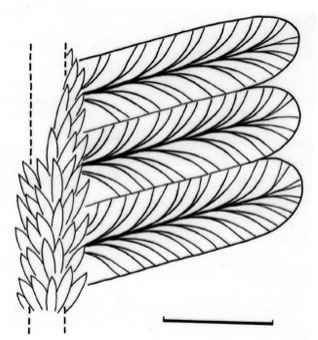


Abb. 4-5:
Pecopteris saraefolia, Oberhohndorf, Schacht Vereinigtfeld (MfNCh: F 757), Maßstab: 5 mm

Die Aderung ist schwer zu erkennen, sie markiert sich auf der Oberseite durch offensichtlich sklerenchymatisch verdickte ?Epidermiszellen. Von der Mittelader gehen die im weiten Bogen verlaufenden Seitenadern im Winkel von etwa 40° bis 50° ab und treffen dann in Winkeln bis zu 90° auf den Rand. Etwa auf der Hälfte zwischen dem Austritt aus der Mittelader und dem Fiederchenrand gabeln sie sich einmal, im Basallobus auch mehrfach.

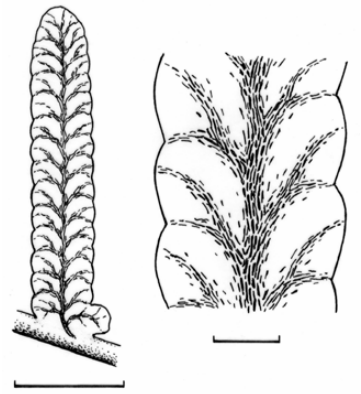


Abb. 4-6:
Pecopteris longiphylla, Oberhohndorf (MfNCh: F 830), Maßstab: 5 mm/1 mm

Pecopteris longiphylla wurde bisher nur aus dem Westfal D (Assise de la Houve) des Saarreviers beschrieben.

***Pecopteris koenigii* CORSIN** (Abb. 4-7, Taf. 4-4, Fig. 3) - Aus dem Saarkarbon wurde von CORSIN 1951 erstmals die Form *P. koenigii* beschrieben. Die parallelrandigen Fiedern tragen mehr als 15 Paare von Fiederchen, die breit und annähernd senkrecht an der Achse ansitzen. Sie haben einen zungenförmigen Umriss und sind etwa 7 mm lang und mindestens 3 mm breit. Sie berühren sich randlich, teilweise überlappen sie sich sogar. Die Nervatur ist sehr deutlich und locker. Die kräftige Mittelader tritt spitzwinklig aus der Fiederachse aus und biegt unmittelbar darauf um, so dass sie oftmals im rechten Winkel an der Achse anzusitzen scheint. Kontinuierlich wird sie zur Fiederchenspitze hin schmaler und endet in einer einfachen, bei älteren Fiederchen zweifachen Gabelung. Die Seitenadern gehen spitzwinklig ab, gabeln sich zweimal und laufen in weitem Bogen auf den Rand zu, den sie schräg bis fast senkrecht treffen. Unregelmäßig auf der Fiederchenspreite verteilt finden sich Haarbasen. Auch die Fiederachsen scheinen locker behaart gewesen zu sein.

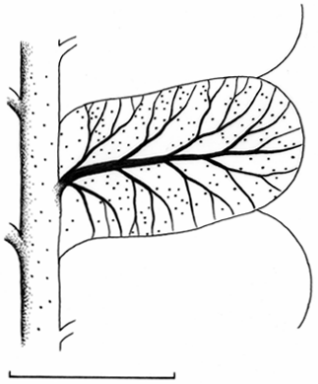


Abb. 4-7:
Pecopteris koenigii, Zwickau, Segen-Gottes-Schacht (MfNCh: F 827), Maßstab: 5 mm

Der Fundhorizont des Holotyps von *Pecopteris koenigii* ist nicht bekannt; die Steinkohlengrube Koenig, aus der das Stück stammt, baute allerdings ausschließlich im Westfal C/D (Sulzbacher bis Geisheck Schichten). JOSTEN & AMEROM (1999) stellen diese seltene Form eindeutig ins Westfal D. Das auf Taf. 4 abgebildete Stück stammt aus dem Segen-Gottes-Flöz, dem tiefsten Flöz des Zwickauer Karbons.

***Pecopteris densifolia* DAWSON** (Abb. 4-8, Taf. 4-4, Fig. 4, 5) **-** Ein etwas problematisches Taxon ist *P. densifolia*, das möglicherweise zu *Pecopteris oreopteridia* (SCHLOTHEIM) STERNBERG gehört (NEMEJC 1940). Auf jeden Fall scheinen mehrere verschiedene Formen unter dem Namen *P. densifolia* beschrieben worden zu sein (JONGMANS 1960). Die mindestens dreifach gefiederten Wedel tragen im Umriss stumpfkonische Fiederchen mit breit gerundeten Enden von 5 bis 9 mm Länge und 2,5 bis 4 mm Breite (L/B-Verhältnis etwa 2 : 1). Sie wirken etwas gedrungen, was durch eine schwache Wölbung unterstrichen wird. Dabei sitzen sie leicht schräg an der tragenden Achse an, stehen dicht, berühren sich aber nicht. Basal sind sie schwach verwachsen. Die Ränder sind glatt.

Die Nervatur ist auf der Oberseite deutlich ausgeprägt. Die Mittelader ist stark eingesenkt. Die Seitenadern können sich nahe der Mittelader gabeln und verlaufen schräg unter einem Winkel von annähernd 40° gegen den Rand. Die Unterseite ist dicht mit Emergenzen bedeckt, wodurch die Nervatur kaum er-

kennbar ist. Auf der Rachis sind ebenfalls Emergenzen nachweisbar.

Möglicherweise aufgrund der Zuordnung unterschiedlicher Formen zu diesem Taxon reicht das stratigraphische Auftreten vom Westfal D (Zone de la Houve) im Saargebiet (CORSIN 1951) über die vornehmlich stefanischen Becken Frankreichs wie Decazeville, Brive und Commentry - wo diese Pecopteride nicht selten ist (CORSIN & MONOMAKHOFF 1948, DOUBINGER & VETTER 1952) - bis in das Autun des Plauenschen Grundes bei Dresden (STERZEL 1893).

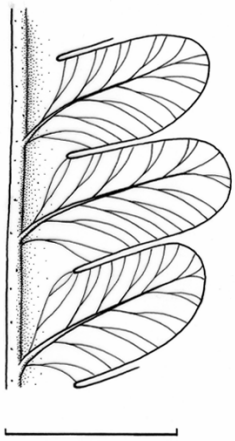


Abb. 4-8:
Pecopteris densifolia, Zwickau, Brg. Mülsengrund 7 (SSLfULG: RS 293), Maßstab: 5 mm

Pecopteris pectinata BRONGNIART (Abb. 4-9, Taf. 4-5, Fig. 1, 2) - Auffällig sind die schmalen und hochgewölbten Fiederchen von *P. pectinata*. Sie stehen dicht mit 30° bis 35° Neigung schräg an der tragenden Achse, berühren sich nicht und sind basal teilweise minimal eingezogen. Bei einer Länge von annähernd 10 mm werden sie höchstens 2,5 mm breit, d. h. das Längen-Breiten-Verhältnis liegt etwa bei 4 : 1. Die aus der Fiederachse entspringende Mittelader ist sehr massig entwickelt - sie kann annähernd 0,5 mm breit werden - und läuft fast bis in die Fiederchenspitze hinein. Die starr geradlinig verlaufenden, weitständigen und auffallend kräftigen Seitenadern bilden mit der Mittelader einen Winkel von etwa 35° bis 40°. Die Seitenadern sind grundsätzlich ungegabelt und treffen unter dem Winkel von ebenfalls etwa 40° auf den Rand. Nur gelegentlich scheinen sie sich einmal nahe an der Mittelader zu gabeln, wie bei CORSIN (1951) abgebildet.

Pecopteris pectinata wird von CORSIN (1951) aus dem mittleren Westfal D (Zone de St. Avold) Lothringens beschrieben. GERMAR & ENGEL (1986) bezeichnen dieses Taxon als Leitpflanze des höheren Westfal D (Heiligenwalder Schichten) im Saargebiet.

Pecopteris rotundifolia CORSIN (Abb. 4-10, Taf. 4-5, Fig. 3, 4) - Mehrfach im Zwickauer Profil finden sich Wedelreste einer Pecopteride mit relativ großen Fiederchen, die zu *P. rotundifolia* gehören. Die Fiederchen können bei Längen von mehr als 9 mm annähernd 5 mm breit werden (L/B-Verhältnis etwa 2 : 1). Sie stehen dicht, berühren oder überlappen sich jedoch nie. Dadurch erscheinen sie relativ kurz und gedrungen. Im Umriss sind sie zungenförmig bis oval. Die Blattspreite läuft an der Achse herab und verbindet die einzelnen Blättchen miteinander.

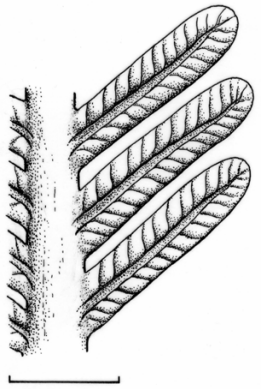


Abb. 4-9:
Pecopteris pectinata, Planitz (SNHSD. o. Nr.), Maßstab: 5 mm

Abb. 4-10:
Pecopteris rotundifolia, Oelsnitz, Schacht Ida und Helene (MfNCh: F 814), Maßstab: 5 mm

Die kräftig entwickelte Mittelader tritt im spitzen Winkel aus der tragenden Achse aus und biegt dann in Richtung der Spitzenregion um. Die Seitenadern gehen in offenen Winkeln von der Mittelader ab. Sie sind meist zweimal kurz hintereinander gegabelt und verlaufen in flachen Bogen zum Rand. Im Bereich des Randes sind die Seitenadern deutlich verdickt.

Die Achsen der zweiten und dritten Ordnung sind fein längsgestreift und weisen vereinzelt Emergenzen bzw. die von solchen Emergenzen herrührende Basen auf.

Stratigraphisch wird das Auftreten von *Pecopteris rotundifolia* bei CORSIN (1951) mit oberem Stefan (Zone de Dilsburg) angegeben. Diese recht typische Form ist erstmalig außerhalb des Saar-Lothringischen Karbons nachgewiesen.

Pecopteris obliquenervis CORSIN (Abb. 4-11, Taf. 4-6, Fig. 7) - CORSIN (1951) beschreibt ausführlich eine weitere Pecopteride unter dem Namen *P. obliquenervis*, die im Zwickauer Karbon ebenfalls mehrfach auftritt. Die Fiederchen dieser basal unterschiedlich stark verwachsenen Form werden etwa 5 mm lang und 2 mm breit und sitzen mit annähernd 45° schräg an der

tragenden Achse an. Sie sind weitgehend parallelrandig, die Spitze ist breit-bogenförmig gerundet (Taf. 4-5, Fig. 5). Die kräftig entwickelte Mittelader läuft nur schwach an der Rachis herab. Die spitzwinklig abgehenden Seitenadern gabeln sich höchstens einmal, laufen relativ gerade auf den Fiederchenrand zu und stehen sehr locker. Dadurch ergibt sich eine etwas starr wirkende Nervatur (Taf. 4-6, Fig. 8). Sehr auffällig sind die kompakten Sternhaare auf den Achsen (Taf. 4-6, Fig. 9), die bisher von dieser Form nicht beschrieben wurden. Annähernd bis zu einem Dutzend feinster, flexibler Haare strahlen von einem kräftigen, deutlich markierten Mittelpunkt aus.

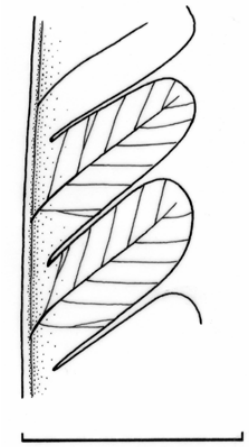


Abb. 4-11*:*
Pecopteris cf. *obliquenervis*, Zwickau, Brg. Mülsengrund 6 (MfN: 2003/1400), Maßstab: 5 mm

Pecopteris obliquenervis wird mehrfach in der Literatur erwähnt, jedoch ohne ausreichende Beschreibung und Abbildungen, was Zweifel an einer eindeutigen Zuordnung zu dieser Form aufkommen lässt (REMY & REMY 1959, WAGNER 1971). *P. obliquenervis* ist bisher gesichert nur aus dem Westfal D des Saargebietes (CORSIN 1951) bekannt.

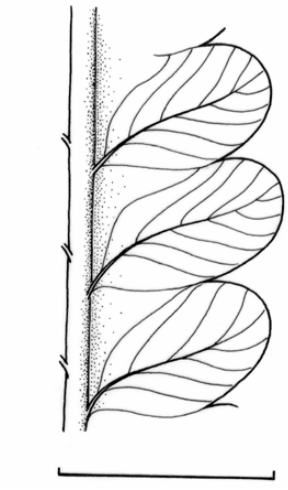


Abb. 4-12:
Pecopteris micromiltoni, Zwickau, Brg. Mülsengrund 6 (MfN: 2003/1399), Maßstab: 5 mm

Pecopteris micromiltoni BERTRAND (Abb. 4-12, Taf. 4-11, Fig. 5, 6) - Eine Pecopteride, die nach CORSIN (1951) zu den häufigsten im mittleren Westfal D des Saargebietes gehören soll, ist *P. micromiltoni*. Die relativ langen und schmalen Fiedern tragen kaum 5 mm lange Fiederchen, die bis zur Hälfte miteinander verwachsen sein können. Die Mittelader ist kräftig und meist gut erkennbar. Die Seitenadern sind sehr fein und gabeln sich nur ganz gelegentlich bei ausgewachsenen Fiederchen. Im Vergleich mit dem Material aus der Saarsenke (GERMER & ENGEL 1986) ist die Aderung auffällig weitständig.

Ab dem Westfal C im Saargebiet bekannt, ist dieses Taxon vor allem im höheren Westfal D des euramerischen Raumes weit verbreitet (LAVEINE 1989). Dass diese Form bis ins tiefere Stefan reicht (CORSIN 1951), wird von GERMER & ENGEL (1986) bestritten.

Pteridophyten

Neuropteriden i. w. S.

In der Zwickauformation ist das Fehlen einiger Formen bemerkenswert, die im gesamten euramerischen Raum weit verbreitet und stratigraphisch wichtig sind. Dazu gehören u. a. die bereits erwähnten *Neuropteris ovata* HOFFMANN sowie *N. scheuchzeri* HOFFMANN und auch *N. tenuifolia* (SCHLOTHEIM) STERNBERG soll dazu gehören. Diese Pteridosperme ist sehr schwierig von ähnlichen Formen wie der *N. heterophylla* (BRONGNIART) STERNBERG abzugrenzen, wenn nur kleine Fiederteile bzw. isolierte Fiederchen - möglicherweise noch juvenil - vorliegen. Dies könnte die Ursache sein, dass *N. tenuifolia* von verschiedenen Autoren anderen Formen zugeordnet oder auch gänzlich übersehen wurde. Umso mehr gilt das, wenn man bedenkt, dass viele Formen in Zwickau zum Gigantismus neigen und daher besonders schwer ‚normal' ausgebildeten Formen zuzuordnen sind.

So wird aus dem Westfal von Zwickau bereits bei GUTBIER (1835, 1843) eine *Neuropteris affinis* GUTBIER beschrieben, bei der es sich um eine außergewöhnlich großblättrige *N. tenuifolia* handeln könnte. Bei GEINITZ (1855) und STERZEL (1881) tritt diese Form dann auch unter dem Namen *N. tenuifolia* auf. GOTHAN (1951) vertritt allerdings die Ansicht, dass *N. tenuifolia* in Zwickau gänzlich fehlt, eine Auffassung, der sich DABER (1955) anschließt.

Neuropteris tenuifolia (SCHLOTHEIM) STERNBERG (Taf. 4-6, Fig. 1, 2, 3) - Aus mehreren Aufsammlungen liegen jetzt bis zu dreifach gefiederte Wedelteile von einer Neuropteride vor, die wir keiner anderen Art als *N. tenuifolia* zuordnen können. Neben ungewöhnlich großen Fiederchen mit über 22 mm Länge bei einer Breite von etwa 8 mm (Taf. 4-6, Abb. 1, 2, 3), die man ohne genaue Untersuchung kaum zu *N. tenuifolia* stellen würde, treten aber auch Individuen auf, wie man sie aus den paralischen Becken gut kennt. Diese Fiederchen sind leicht sichelförmig gebogen und an der Basis neuropteridisch eingezogen. Die Ränder der länglichen Fiederchen laufen leicht aufeinander zu, sind an der Spitze oval gerundet, etwa 8 bis 9 mm

lang und 4 mm breit. Die deutlich markierte Mittelader ist eingesenkt und bis kurz vor den Gipfel zu verfolgen. Von ihr gehen zwei- bis dreimal gegabelte, relativ dicht stehende Seitenadern ab, die bogenförmig schräg zum Rand hin verlaufen.

N. tenuifolia ist eine typisch kosmopolitische Form, die im gesamten Westfal des euramerischen Raumes nicht selten ist. Mit Ende des Westfal D dürfte diese Form aussterben (REMY & REMY 1977), scheint aber im Saar-Lothringischen Becken kaum über das höhere Westfal C hinauszukommen (LAVEINE 1989).

Linopteriden

In der Flora des Zwickauer Karbons spielen die Linopteriden eine besondere Rolle und sind im gesamten Profil relativ häufig. Gut charakterisiert, sind sie auf den ersten Blick scheinbar leicht bestimmbar. Aufgrund der bisher nicht näher untersuchten Variationsbreite ist es dann aber doch schwierig, die drei Formen *Linopteris neuropteroides* (GUTBIER) POTONIÉ (Taf. 4-7, Fig. 1, 2)*, L. weigeli* (STERZEL) DABER (Taf. 4-7, Fig. 4) und *L. brongniartii* (GUTBIER) POTONIÉ (Taf. 4-7, Fig. 3) in jedem Falle eindeutig auseinander zuhalten (Taf. 4-7, Fig. 8). Alle drei Formen scheinen morphologisch ineinander überzugehen, wodurch nur teilweise oder schlecht erhaltene Blattreste oftmals kaum einer bestimmten Form zugeordnet werden können (ZHANG et al. 1992).

Ähnliches gilt wahrscheinlich für fast alle Formen der Gattung *Linopteris* (u. a. WAGNER & LEMOS DE SOUSA 1982). So wurde z. B. *L. palatina* WAGNER aus den Becken Nordwestspaniens auch als *L. brongniartii* angesprochen (WAGNER 1969) und *L. linearis* WAGNER ist nur durch geringfügige Variationen der Maschengeometrie von *L. neuropteroides* var. *minor* POTONIÉ oder sogar von *L. obliqua* (BUNBURY) ZEILLER verschieden (WAGNER 1983). Genau genommen variieren eigentlich nur die Längen-Breiten-Verhältnisse bzw. die absoluten Größen. Grundlegende morphographische Unterschiede zwischen der „typischen" *L. obliqua* und der *L. brongniartii* sind nicht vorhanden oder nur sehr gering.

Vergleichbare Formen, die sich gelegentlich auch in den Folgen des Zwickau-Oelsnitzer Karbons finden, werden von uns in die Variationsbreite von *L. brongniartii* oder *L. neuropteroides* einbezogen, da wir keine Notwendigkeit sehen, aufgrund nur geringer Unterschiede einzelne eigenständige Taxa abzutrennen.

Linopteris neuropteroides (Taf. 4-7, **Fig. 1,2?**) - Typisch für *L. neuropteroides* sind längs gestreckte, sehr schmale Maschen (L/B_{max} ~23 : 1), die von meist sehr zarten Adern gebildet werden. So sind bei vielen Stücken die einzelnen Maschen nur sehr schwer erkennbar, wie z. B. auch beim Holotypus (vgl. Abbildung bei GEINITZ 1855, Taf. 28, Fig. 6). Die Umrissformen können nach REMY (1964) als schmal oblanzettlich angesprochen werden.

Linopteris brongniartii (Taf. 4-7, **Fig. 3?)** - Diese Linopteride zeigen sehr gedrungen wirkende, z. T. fast sechseckige Maschen (L/B_{max} ~9 : 1), die man grundsätzlich als elliptisch oval bezeichnen kann. Die Adern sind immer sehr kräftig und können bis zu 0,22 mm breit werden.

Linopteris weigeli (Taf. 4-7, Fig. 7) - Vor allem durch die Größe fällt die viel seltenere *L. weigeli* auf. Obwohl die Maschen bei dieser Form durchschnittlich länger sind, ergeben sich durch eine größere Breite der Maschen etwa gleiche L/B-Verhältnisse (L/B_{max} ~23 : 1) wie bei *L. neuropteroides*. Bei den Umrissformen der Maschen überwiegen linealisch gebaute Formen.

Alloiopteriden

Die Alloiopteriden sind eher ein Florenelement des höheren Namur und tieferen Westfal, im höheren Westfal scheint diese Gattung auszuklingen. Einige wenige Formen wie *Alloiopteris angustissima* STERNBERG sollen dabei vom Namur B bis in das mittlere Westfal D durchhalten (JOSTEN 1991, JOSTEN & AMEROM 1999). Vereinzelt scheinen im höchsten Abschnitt des Westfal auch noch neue Formen zu entstehen wie *A. robusta* DABER, die DABER (1955) erstmalig aus dem Zwickauer Karbon kurz beschreibt.

Alloiopteris robusta (Abb. 4-13, Taf. 4-10, Fig. 1, 2) - Neben den typischen alloiopteridischen Merkmalen sind die Fiedern dieser Form auffallend weitständig, die Fiederchen dagegen deutlich kompakter, was diese Form von den meisten anderen der Gattung unterscheidet.

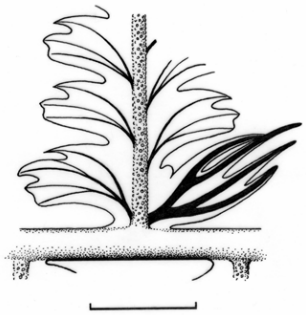


Abb. 4-13:
Alloiopteris robusta,
Zwickau (StMZ: 652),
Maßstab: 5 mm

Basal sind die Fiedern vollkommen asymmetrisch gebaut. Das basiskope Fiederchen ist leicht vergrößert und bildet vier Loben aus, während die folgenden Fiederchen nur drei Loben entwickeln. Die beiden ersten Loben sind sehr flach und apikal gerundet. Der dritte, etwas zurück gekrümmte Lobus überragt die beiden ersten und ist scharf zugespitzt. Ebenfalls spitz auslaufend ist der vierte, deutlich zurückgesetzte Lobus. Die Seitenadern entspringen in spitzem Winkel der

Hauptader und gabeln sich in schneller Folge je nach Anzahl der Loben bis zu drei Mal. Dadurch kann jeder Lobus mit je einer Ader versorgt werden.

Die akroskopen basalen Fiederchen sind Aphlebien-ähnlich ausgebildet (Taf. 4-10, Fig. 2). Sie sind tief vierfach lazeriert, wobei die ersten drei fingerförmigen, schmalen, spitz zulaufenden Elemente kontinuierlich länger werden, während das vierte, akroskope Element sichtbar kürzer ist. Eine auffallend breite, kräftige Ader tritt aus der Achsel zwischen Haupt- und Fiederachse aus und gabelt sich sehr schnell. Die resultierenden Adern gabeln sich ein weiteres Mal und ziehen, ohne wesentlich schmaler zu werden, bis in die Spitzen der vier Fiederchenelemente.

Der deutlich aberrante Bau der basalen Fiederchen und vor allem auch das Auftreten von stumpfen und spitzen Loben an einem Fiederchen unterscheiden diese Form deutlich von allen anderen bisher beschriebenen Alloiopteriden.

Nachgewiesen ist diese Form bisher nur aus dem Zwickauer Karbon.

Alloiopteris coralloides-grypophylla (Abb. 4-14, Taf. 4-10, Fig. 3, 4, 5) - Die taxonomische Geschichte der *A. coralloides-grypophylla* ist schwierig und muss im Detail einer späteren Bearbeitung vorbehalten bleiben, vor allem die Prioritätsfrage der Namen muss noch offen bleiben. GUTBIER (1835) beschreibt eine *Sphenopteris coralloides* GUTBIER und gibt dazu eine unzureichende Zeichnung. GEINITZ (1855) bildet ein offensichtlich dazugehöriges Stück unter dem Namen *Sphenopteris microloba* GEINITZ ab, spricht im Text aber nur von *Sphenopteris coralloides.* GOEPPERT (1836 in JONGMANS 1957b) stellt eine *A. grypophylla* (GOEPPERT) POTONIÉ auf, die STUR (1885) ausführlich beschreibt. Diese Form scheint mit den Merkmalen der später als *Alloiopteris coralloides* bestimmten Stücken aus dem Zwickauer Karbon sehr gut überein zustimmen. GOTHAN (1913) sieht beide Arten lediglich als Formen an und vereinigt sie zur *A. coralloides*. REMY & REMY (1957) sprechen von einer *A. coralloides* und einer *A. coralloides* f. *grypophylla* und trennen dann diese Form endgültig wieder in *A. coralloides* und *A. grypophylla*. JOSTEN (1991) führt die beiden Formen wieder zusammen.

Bei dem Material aus Zwickau stehen die bis 1 cm langen Fiedern fast senkrecht auf der Fiederachse vorletzter Ordnung (Abb. 4-14, Taf. 4-10, Fig. 3). Aus den Fiederachsen letzter Ordnung gehen kontinuierlich im Winkel von etwa 45° schmale, fast parallelrandige Fiederchen ab, die bis 3 mm Länge erreichen. Etwa auf der Hälfte der Gesamtlänge der Fiederchen gabeln sie sich in ein kleineres basiskopes und ein größeres akroskopes Segment. Jedes dieser Segmente gabelt sich ein weiteres Mal. Die resultierenden 4 Segmentlappen haben einen breit spatelförmigen Umriss und sind meist noch einmal deutlich mittig gekerbt (Taf. 4-10, Fig. 5), sodass 5 bzw. höchstens 8 kurze Endlappen gebildet werden.

Die Hauptseitenader läuft lang an der Fiederachse herab und kann sich 3-fach gabeln, d. h. jeder Endlappen wird von einer Ader versorgt. Die Aderung erscheint sparrig und ist sehr kräftig im Vergleich zur schmalen und zarten Blattspreite. Daher sind bei vielen Resten dieser Form nur noch das Aderngerüst erhalten (Taf. 4-10, Fig. 4).

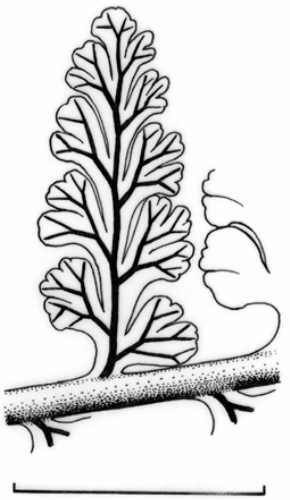


Abb. 4-14:
Alloiopteris grypophylla, Zwickau (SSLfULG: RS 14184),
Maßstab: 5 mm

Alloiopteris coralloides unterscheidet sich von *A. grypophylla* nicht nur durch die Größe, sondern vor allem auch durch den Bau der Fiederchen, die von JOSTEN (1991) als nur wenig eingekerbt bezeichnet werden. Sie sind wie bei *A. grypophylla* in zwei unterschiedlich große Segmente gegliedert, die wiederum höchstens 5 meist kaum erkennbare aber immer sehr kurze, gerundete Endlappen aufweisen. Dadurch wirken die Fiederchen auffallend kompakter und geschlossener als bei *A. grypophylla*. Darüber hinaus beschreibt JOSTEN (1991) eine deutliche Mittelader, die bei *A. grypophylla* von Zwickau nicht entwickelt ist.

Da *Alloiopteris grypophylla* nie klar gegen *A. coralloides* abgegrenzt wurde, ist eine überzeugende stratigraphische Einstufung dieser beiden Formen nicht möglich. So konnte auch GOTHAN (1913) keine stratigraphischen Unterschiede im Auftreten dieser Formen vom Westfal A bis D feststellen. Möglicherweise ist *A. grypophylla* - wie sie hier vorliegt - auf das höhere Westfal beschränkt, zumindest ist sie bisher nur aus Zwickau und dem Westfal D Niederschlesiens (Grube Amalie bei Waldenburg, Slg. MfN) eindeutig belegt.

Mariopteriden

***Fortopteris (Mariopteris) latifolia* (Zeiller) Boersma** (Abb. 4-15, Taf. 4-11, Fig. 4) - Mariopteriden fanden sich im Laufe der jetzigen Untersuchungen relativ sel-

ten unter dem reichhaltigen Fossilmaterial. Zudem sind die Reste häufig schlecht erhalten, d. h. offensichtlich waren sie eine Zeit lang vor der Fossilisierung Abbauprozessen unterworfen gewesen. Einige dieser Mariopteriden lassen sich eindeutig als *F. latifolia* bestimmen. Wie bereits HUTH (1912) beschreibt, ist die typische Zähnelung der Fiederchen-Ränder allerdings oft nicht erkennbar. Eine eindeutige Bestimmung ist dann nicht möglich. Der hier abgebildete Rest stammt von einer nicht voll ausdifferenzierten Fieder und zeigt daher die typischen Merkmale nur ansatzweise.

Abb. 4-15:
Fortopteris (Mariopteris) latifolia Brg. Mülsengrund 13, 1002 m (MfN: 2003/1398),
Maßstab: 5 mm

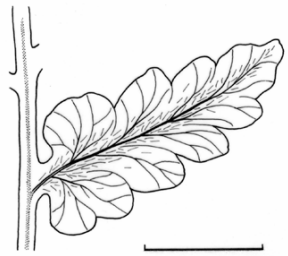


Abb. 4-16:
Mariopteris hirsuta, Zwickau
(StMZ 1376),
Maßstab: 5 mm

***Mariopteris hirsuta* CORSIN** (Abb. 4-16, Taf. 4-11, Fig. 1-3) - Neben der relativ klar erkennbaren *Fortopteris latifolia* finden sich auf einigen Stücken Mariopteriden, die der *M. hirsuta* mit der charakteristischen Behaarung vor allem im Bereich der Fiederachsen nahe stehen. Allerdings zeigen diese Formen weitgehend gerundete Fiederenden, während bei *M. hirsuta* die Fiederchen relativ spitz zulaufen und stärker kutinisiert sind (KRINGS & SCHULTKA 2002). Interessant ist, dass bisher keinerlei Hinweis auf die für die Mariopteriden typischen „Vorläuferspitzen“ gefunden werden konnten.

Während *Mariopteris hirsuta* schon im Westfal B erscheint und im Westfal D ausklingt, scheint *M. latifolia* im Westfal C sowie hauptsächlich im Westfal D aufzutreten.

Sphenopteriden i. e. S.

Die Sphenopteriden gehören zu den häufigeren Fossilien im Zwickauer Karbon, sind aber, da sie ebenfalls meist steril überliefert sind, wie die Pecopteriden oft nur schwer bestimmbar. Die fehlende Detailkenntnis bei vielen Formen erweckt den Eindruck, als könnten viele Formen dieser Gattung auf Zwickau beschränkt sein. Daneben treten aber auch bekannte Durchläufer auf, wie z. B. *Sphenopteris nummularia* GUTBIER, die im Zwickauer Becken 1835 von GUTBIER aufgestellt wurde und im gesamten euramerischen Raum verbreitet ist. Es muss allerdings weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, ob tatsächlich die von GUTBIER beschriebene Form mit der *S. nummularia* aus dem Namur B des Ruhrgebietes identisch ist.

Andere Sphenopteriden wie *Sphenopteris formosa* GUTBIER und *S. schatzlarensis* (STERNBERG) ZEILLER sind recht gut abgrenzbar und sprechen durch ihre Hauptvorkommen für ein hohes Westfal-Alter, sie scheinen aber bis in das höhere Stefan hinein eine weite Verbreitung zu besitzen.

***Sphenopteris* sp. (cf. *footneri*)** (Abb. 4-17, Taf. 4-10, Fig. 6, 7) - Schon bei der genaueren morphologischen Untersuchung des Zwickauer Materials zeigen einige Formen Besonderheiten, die bisher in dieser Kombination nicht beschrieben wurden. So zeigt z. B. die auf Taf. 4-10, Fig. 6 und 7 abgebildete Sphenopteride einen Habitus, der auf *Sphenopteris footneri* MARRAT hinweist. Der dreifach gefiederte Wedel zeigt leicht aufwärts gebogene, im Gegensatz zu *S. footneri* aber weitgehend parallelrandige Fiedern, die ovaleiförmige Fiederchen tragen. Diese sind in 3 gut gerundete Segmentpaare gegliedert. Die größte Breite etwa in der Mitte der Fiederchen beträgt 3 bis 4 mm. Sie sind 6 bis 7 mm lang. Sie stehen dicht in einem Winkel um 60 bis 65° an der Rachis, während die lockerer gestellten Fiedern mit der Achse einen stumpferen Winkel von etwa 45° bilden.

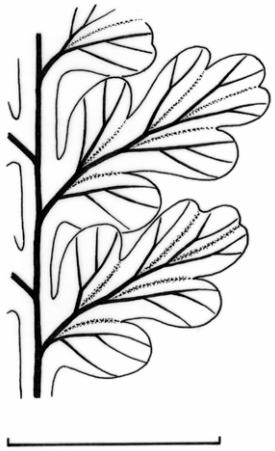


Abb. 4-17:
Sphenopteris sp. (cf. *footneri*), Zwickau
(StMZ 250),
Maßstab: 5 mm

Die feingliederige Aderung sowie die relativ dünne Blattspreite sprechen für eine sehr zarte Belaubung. Vom leicht flexuosen Mittelnerv verläuft jeweils eine bis zweifach gegabelte, leicht gebogene Seitenader in die gerundeten Fiederchensegmente. Auf der Blattspreite sind lineare, dunkler gefärbte Bereiche zu erkennen, die die Segmente begrenzen (Taf. 4-10, Fig. 7), was ebenfalls von *S. footneri* nicht bekannt ist. Möglicherweise handelt es sich hier um sklerenchymatisch verstärkte Zellbänder, die wohl zur starken Wölbung der Fiederchen beitragen.

Lycopsiden

Neuere Bearbeitungen der Zwickauer Flora gehen kaum oder gar nicht auf die Gruppe der Lycopsiden ein, obwohl sie einen beachtlichen Anteil an der Gesamtflora gestellt haben dürften. Das zeigt z. B. der einzige heute noch zugängliche Übertageaufschluss im Zwickauer Revier, oberhalb der Cainsdorfer Brücke, wo im Hangenden und Liegenden des Rußkohlenflözes massenhaft Sigillarien auftreten (eigene Beobachtungen 2001/2002, HERBST & SEICHTER 1955). Eine nähere Formbestimmung der Sigillarienstammreste ist nicht möglich, da sie fast ausschließlich in *Syringodendron*-Erhaltung vorliegen. Diese Beobachtung legt nahe, dass die Sigillarien aus eher „flözfernen“, besser drainierten Standorten eingeschwemmt wurden.

Obwohl Lycopsidenreste auch untertage zu den sehr häufigen Fossilien gehörten (eigene Beobachtungen 1963/64, E. K.), sind sie in den Sammlungen eindeutig unterrepräsentiert und meistens nur durch verschiedene Erhaltungszustände vertreten, die nicht näher bestimmbar sind. Selbst wenn bei besser erhaltenen Stücken eine Bestimmung möglich ist, sind aus der Morphologie kaum weiterführende Daten zur Stratigraphie oder Ökologie zu gewinnen, wie z. B. bei *Sigillariostrobus ciliatus* KIDSTON (Taf. 4-8, Fig. 1, 6). Insgesamt zeigen die bestimmbaren Stücke Formen aus dem üblichen Inventar des höheren Karbons wie z. B. das weit verbreitete *Lepidodendron obovatum* STERNBERG (Taf. 4-8, Fig. 3). Daneben finden sich Stammreste aus dem Formenkreis von *Sigillaria tesselata* BRONGNIART (Taf. 4-8, Fig. 2) und vor allem Vertreter von *Lepidodendron subdichotomum* STERZEL (Taf. 4-8, Fig. 4, 5), einer Form, die im Zwickauer Becken von STERZEL (1901) aufgestellt wurde. Während FISCHER (1904) die Selbständigkeit dieses Taxons anzweifelte und eine „Art“gleichheit mit *L. dichotomum* STERNBERG und *L. rimosum* STERNBERG annahm, belegte THOMAS (1970) aufgrund seiner Untersuchungen der Blattpolster sowie der Kutikulen die Gültigkeit von *L. subdichotomum* zumindest für einen Teil des von STERZEL beschriebenen Materials.

Cordaiten

Obwohl Cordaiten - Blattreste wie „Blütenstände“ (*Cordaianthus*, Taf. 4-6, Fig. 6) - im mittleren Karbon zu einem wichtigen Element der Pflanzengemeinschaften vieler ehemaliger Lebensbereiche gehören, sind sie in fast allen Sammlungen deutlich unterrepräsentiert, so auch in den Sammlungen von Chemnitz, Zwickau, Berlin und Dresden (BARTHEL 2007). Zudem ist eine Bestimmung bis zur „Art“ bei dieser Pflanzengruppe aufgrund der extremen Merkmalsarmut im Abdruck nicht durchführbar (ŠIMŮNEK 2007), auch wenn immer wieder angeblich eindeutige Bestimmungen in publizierten Pflanzenlisten auftauchen. Oftmals werden dabei Merkmale zur Unterscheidung herangezogen, die weitgehend von ökologischen Faktoren kontrolliert werden, wie z. B. die Aderungsdichte (ŠIMŮNEK 2007, BARTHEL 2007). Die stratigraphische sowie ökologische Aussage solcher „Arten“ ist daher sehr eingeschränkt. Eine der begründeten Gattungen kann aber doch zumindest Hinweise auf die Stratigraphie liefern.

Dies gilt für die Gattung *Poacordaites* sp. (Taf. 4-6, Fig. 4, 5). Der vorliegende Rest ist auf etwa 65 mm Länge erhalten. Die Breite nimmt kontinuierlich von 6 mm an der erhaltenen Blattbasis bis auf 12 mm zu. Die sehr regelmäßig über die Blattspreite verteilten „Adern“ verlaufen annähernd blattrandparallel.

Bedingt durch das relativ grobe Sediment können Blattadern und Baststränge, die die Blattspreite verstärken und dadurch ein Zerreißen der großen Blattflächen verhindern, nicht klar getrennt werden. Im Bereich der Basis können etwa 8 kräftigere Adern im Wechsel mit jeweils 2 schwächeren auseinander gehalten werden; im weiteren Verlauf erscheinen die „Adern“ relativ gleich stark entwickelt. In unregelmäßigem Abstand gabeln sie sich sehr spitzwinklig. Auf 1 cm Breite kann man über den gesamten Blattrest hinweg gleichmäßig 50 „Adern“ zählen, eine überraschend hohe Dichte für diese Gattung.

Nach CORSIN (1950) ist *Poacordaites* eine Charakterform des Stefans, die aber bereits im Westfal D Marokkos und Spaniens gelegentlich auftritt. SCHULTKA (1989) beschreibt diese Gattung von der Basis des Westfal D im Ibbenbürener Karbon und auch CROOKALL (1970) bestätigt das Auftreten von *Poacordaites* im Westfal D/Stefan A von Somerset und Glamorgan. Es sind allerdings immer nur seltene Einzelfunde. In den französischen Karbonbecken ist dieses Taxon dagegen bereits im tiefen Stefan häufig.

Koniferen

Dicranophyllum gallicum. Der erste Fund dieser interessanten Gymnospermen-Gattung im Jahre 1962 stammte von STORCH (BARTHEL 1977), weitere, umfangreiche Haldenfunde machte 1980 Sammler WOLF. Bedingt durch die guten Aufschlussverhältnisse nach dem Hochwasser 2002 am Muldenufer im Bereich der Cainsdorfer Brücke konnte erstmalig annähernd hori-

zontiertes Material von *Dicranophyllum gallicum* GRAND'EURY aufgefunden werden (DABER 2002, eigene Aufsammlungen). Die Stücke stammen aus dem basalen, kohleführenden Profilabschnitt, der dem Amandus- oder sogar Ludwig-Niveau entspricht. Es ist weltweit das tiefste Auftreten dieser Gattung überhaupt, die ihre Hauptverbreitung im Stefan und Rotliegenden hat (BARTHEL 1977, BARTHEL et al. 1998, BARTHEL 2007).

4.1.3 Zur floristischen Sonderstellung des Zwickauer Karbons

Bereits mit den ersten paläobotanischen Bearbeitungen der Pflanzenreste von Zwickau durch GUTBIER (1835) und GEINITZ (1855) wurden Formen beschrieben, die in anderen Karbonbecken nicht bekannt waren. Diese bezeichnete STUR (1875) im Vergleich mit anderen Binnenbecken als „sächsische Spezialitäten". 1915 charakterisierte GOTHAN das Zwickauer Karbon durch das Fehlen sonst häufiger Taxa und das Auftreten von Formen, die auf Zwickau beschränkt schienen. Mit der Zeit erhöhte sich scheinbar die Zahl der so genannten Lokalformen, so dass bis heute fast unwidersprochen etwa 23 endemische Taxa für die Zwickauer Flora genannt werden. Allerdings wies DABER (1992) darauf hin, dass einige „endemische Arten" das Zwickauer Becken „mit den gleichartigen böhmischen Becken verbinden", ohne aber näher auf diese Formen einzugehen oder sie auch nur zu benennen. Er folgt damit NEMEJC, der bereits 1941 einen „Endemiten" aus Zwickau, *Alloiopteris cristata*, im Kohlenbecken von Nyršan bei Pilsen nachgewiesen hatte.

Bei einer kritischen Auswertung der Literatur zeigt sich jedoch, dass allein 13 der so genannten Endemiten in den letzten 50 Jahren in anderen Karbonbecken nachgewiesen wurden. So konnte z. B. die bei STUR 1885 und auch noch bei DABER 1955 als typisch „sächsische" Form bezeichnete *Sphenopteris rutaefolia* GUTBIER inzwischen im Donetzbecken (KRYSTOFOWITSCH 1957), in Nordfrankreich (DANZÉ 1956), im Saargebiet genauso wie im nördlichen Spanien (ALVAREZ-RAMIS 1967) nachgewiesen werden.

Nach BOERSMA (1972) ist die 1955 neu aufgestellte *Mariopteris sphenopteroides* DABER homonym zu *M. neuropteroides* (LESQUEREUX) ZEILLER und conspezifisch mit *M. nobilis* (ACHEPOHL) KIDSTON, ein Taxon aus den englischen Karbonvorkommen.

Eigentlich als ungültig nach Artikel 38 des „International Code of Botanical Nomenclature" (1989) anzusehen sind die von DABER (1955) aufgestellten Formen *Palmatopteris nindeli, Sphenopteris pellucida, Pecopteris intercalata* und *Xenostrobus gothanii*, da diese Taxa nicht ausreichend beschrieben bzw. abgebildet wurden. Auch von *Palmatopteris membranacea* (GUTBIER) STERZEL und *Palmatopteris flexuosa* (GUTBIER) STERZEL sind bisher zu wenige Daten vorhanden, um eine ausreichende Basis für einen Vergleich mit ähnlichen Formen des Karbons zu haben. Ob es sich hier um Endemiten handelt, muss somit weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Im Gegensatz dazu erscheint der Nachweis von *„Alethopteris" subdavreuxii* STERZEL im Becken von Nýrany durch RYBA (1903, zitiert in JONGMANS 1957a), nicht gesichert. Diese „Alethopteride" darf daher noch immer als endemisch für Zwickau gelten.

Unklar bleibt die Stellung der *Sphenopteris lanceolata* GUTBIER, die zwar mehrfach in der Literatur erwähnt wird, es aber höchst fraglich erscheint, ob jeweils auch die Form gemeint ist, die in Zwickau erstmalig beschrieben wurde (GUTBIER 1835). DABER (2003) vergleicht diese Form mit *Sphenopteris coemansi* ANDRAE und weist auf die große Ähnlichkeit hin, betont aber die „art"liche Selbständigkeit beider Formen.

Damit können beim derzeitigen Kenntnisstand nur die Taxa *Alloiopteris robusta*, *Alethopteris pfeilstickeri* BECK (= *Neuropteris kuntzii* GUTBIER) und *Praecallipteridium subdavreuxii* (eingeschränkt auch *S. lanceolata*) als endemische Formen angesehen werden.

Neben den „Endemiten" als Besonderheiten der Zwickauer Flora wurde von GOTHAN (1915) erstmalig auch das Fehlen charakteristischer, weit verbreiteter Formen als bemerkenswert hervorgehoben. Er nannte dabei als wichtigste Beispiele *Alethopteris serlii* (BRONGNIRAT) GOEPPERT*, A. lonchitica* (SCHLOTHEIM) STERNBERG, die Gruppe der Lonchopteriden sowie die geläufigen Mariopteriden. 1951 wies er darüber hinaus auf das Fehlen weiterer Taxa wie *Neuropteris ovata, N. tenuifolia, N. heterophylla* und *N. gigantea* (STERNBERG) GOTHAN hin, sowie auf *N. rarinervis* BUNBURY (= *attenuata*) und *Reticulopteris münsteri* (EICHWALD) GOTHAN (GOTHAN 1952). DABER (1955) erweiterte diese Liste um eine ganze Anzahl weiterer Taxa wie *N. scheuchzeri*, *A. grandinii* (BRONGNIART) GOEPPERT*, A. costei, Palmatopteris furcata* (BRONGNIART) POTONIÉ*, Sphenopteris crepini* ZEILLER und *Eusphenopteris striata* (GOTHAN) NOVIK.

Das Fehlen einiger dieser Taxa kann auf die geographische Lage des Sedimentationsraumes von Zwickau-Oelsnitz zurückgeführt werden, da bekanntermaßen solche Taxa in allen Becken mit limnischer Entwicklung fehlen. Andere Formen werden bei genaueren Untersuchungen möglicherweise noch gefunden (oder wieder gefunden) wie die bereits von GEINITZ (1855) angegebene, von GOTHAN (1951) jedoch später als fehlend aufgeführte *N. tenuifolia*, in einer z. T. auffallend großen Varietät.

Das tatsächliche Fehlen einiger Formen, die aber sehr wohl in limnischen Becken des Westfals zu erwarten wären, könnte dadurch erklärt werden, dass

die geologische Entwicklung in Zwickau keine länger andauernde, kontinuierliche Florenentwicklung wie z. B. im Saargebiet zugelassen hat. Damit war es mehr dem selektiven Zufall überlassen, welche Florenelemente es schafften, während der relativ kurzen Sedimentationsgeschichte des höheren Westfal D im Zwickau-Oelsnitzer Raum in das Karbonbecken einzuwandern.

Auf besonders günstige Bedingungen scheinen u. a. die Linopteriden gestoßen zu sein, die sehr schnell zu einem besonders wichtigen Element der Zwickau-Oelsnitzer Flora wurden. DABER (1955, 1957) stellt die Gattung *Linopteris* in den Mittelpunkt seiner Flözidentifizierung und -parallelisierung zwischen Zwickau und Oelsnitz. Er gliederte die sedimentologisch gleichmäßig entwickelte flözführende Abfolge in einen liegenden Abschnitt mit *L. neuropteroides* (untere Flözfolge), eine *Linopteris*-freie Zone (mittlere Flözfolge) und einen hangenden Abschnitt mit *L. brongniartii* (obere Flözfolge). Mit Hilfe dieser Unterteilung postulierte er eine Korrelation zwischen den Zwickauer und den Lugau-Oelsnitzer flözführenden Abfolgen. Bei den Nachuntersuchungen konnte diese klare Trennung der beiden Formen durch die angeblich *Linopteris*-freie Zone nicht nachvollzogen werden, was den Befund von BEYER (1965) stützt, der *L. brongniartii* über dem Glückaufflöz in Oelsnitz (Basis der mittleren Flözfolge) nachwies.

Tatsächlich belegen die nachuntersuchten Bohrungen und älteren Aufsammlungen, dass im liegenden Abschnitt der Flözfolgen *L. neuropteroides* sehr stark dominiert, vor allem im Vergleich mit der hangenden Folge, wo sie von *L. brongniartii* ersetzt wird. Diese Verdrängung der *L. neuropteroides* durch eine andere Form verläuft kontinuierlich und zeigt somit einen ähnlichen Entwicklungsverlauf wie in anderen Kohlenbecken, wo *L. neuropteroides* ebenfalls durch *L. obliqua* (= *brongniartii*?) ersetzt wird. Die Korrelation einzelner Schichten oder geringmächtiger Schichtkomplexe anhand von Funden einzelner Linopteriden erscheint damit nicht ausreichend fundiert. Die Ausbildung von Mischformen (Taf. 4-7, Fig. 8) im gesamten Profil macht darüber hinaus eine exakte Bestimmung oftmals unmöglich und eine Korrelation noch schwieriger.

4.1.4 Deutungsversuch der Flözbildungsbedingungen und Flözdeutung

Flözbildungsbedingungen

Gestützt auf die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte darf man generell annehmen, dass viele Lycophyten als wichtigste Flözbildner im Westfal Staunässe bevorzugten. Auch die Filicophyten wuchsen offensichtlich vor allem in einem feuchten Umfeld und markieren daher ganz allgemein höhere Grundwasserstände. Die Artikulaten waren eher im freien Wasser und auf nassen, nicht anmoorigen Böden zu Hause, während die Pteridospermen vor allem auf gut drainierten Böden wuchsen und wechselnde Wasserstände tolerieren konnten (REMY & REMY 1977 u. a.). Die Cordaiten besiedelten offensichtlich staunasse wie trockenere Standorte und stellten Vertreter in der Kraut- wie der Baumschicht (WARTMANN 1969, RAYMOND 1988, ROTHWELL 1988).

Basierend auf GOTHAN (1919) wurde in vielen Karbonbecken verstärkt in den 60er Jahren versucht, pflanzensoziologische Untersuchungen durchzuführen (DRÄGERT 1964). Auch im Zwickau-Oelsnitzer Revier wurden 1963 solche Arbeiten durch den Seniorautor (E. K.) begonnen. Obwohl aufgrund der Kleinräumigkeit und der z. T. extremen Einflüsse von außen (z. B. Vulkanismus) im Becken sehr Erfolg versprechende Ergebnisse erzielt wurden, konnten die Arbeiten nie zu Ende geführt werden. So ließen sich die bei DABER (1992) genannten paläobotanischen Faziestypen im Einzelnen z. T. überraschend scharf voneinander trennen. Im Bereich des Tiefen Planitzer Flözes (mittlere Abteilung), damals aufgeschlossen durch die Kopfstrecke 853c und den Abbau 854c, konnte KAHLERT einen großen, weitgehend monotypischen Calamitenbestand in sandigen bis sandstreifigen Sedimenten auskartieren (Abb. 4-18). Einhergehend mit einer stärkeren Vertonung dieser sandigen Schüttungen setzten relativ abrupt Linopteriden ein, nur vereinzelt fanden sich noch Calamiten.

Möglicherweise handelt es sich hier um einen dicht mit Calamiten bestandenen Uferbereich. Im tieferen, ruhigen Wasser wurden dann die Linopteriden von einem anderen, stärker drainierten Standort eingeschwemmt und vor dem Artikulatengürtel sedimentiert.

Flözdeutung

Da direkte Beobachtungen nicht mehr möglich sind, soll versucht werden, über die Auswertung des Auftretens der verschiedenen Pflanzengruppen mit ihren bevorzugten Umweltbedingungen die Entwicklungsbedingungen der Flöze im Zwickauer Beckenteil ansatzweise zu rekonstruieren. Es können nur Tendenzen vermutet werden, da lediglich etwa 900 horizontierte Proben aus der gesamten Zwickauer flözführenden Folge zur Verfügung standen. Somit ist die Probendichte statistisch gesehen sehr niedrig und das Probenmaterial darüber hinaus durch die Sammler stark sortiert. Zudem konnten nicht einzelne, vollständige Individuen sondern nur die Vielzahl von Pflanzenorganen (bzw. oft nur Teile der Organe) in die Betrachtung einbezogen werden, was die Verteilung der Gruppen im Pflanzenspektrum - vor allem in seiner Häufigkeitsverteilung - erheblich beeinflusst und sicherlich verzerrt.

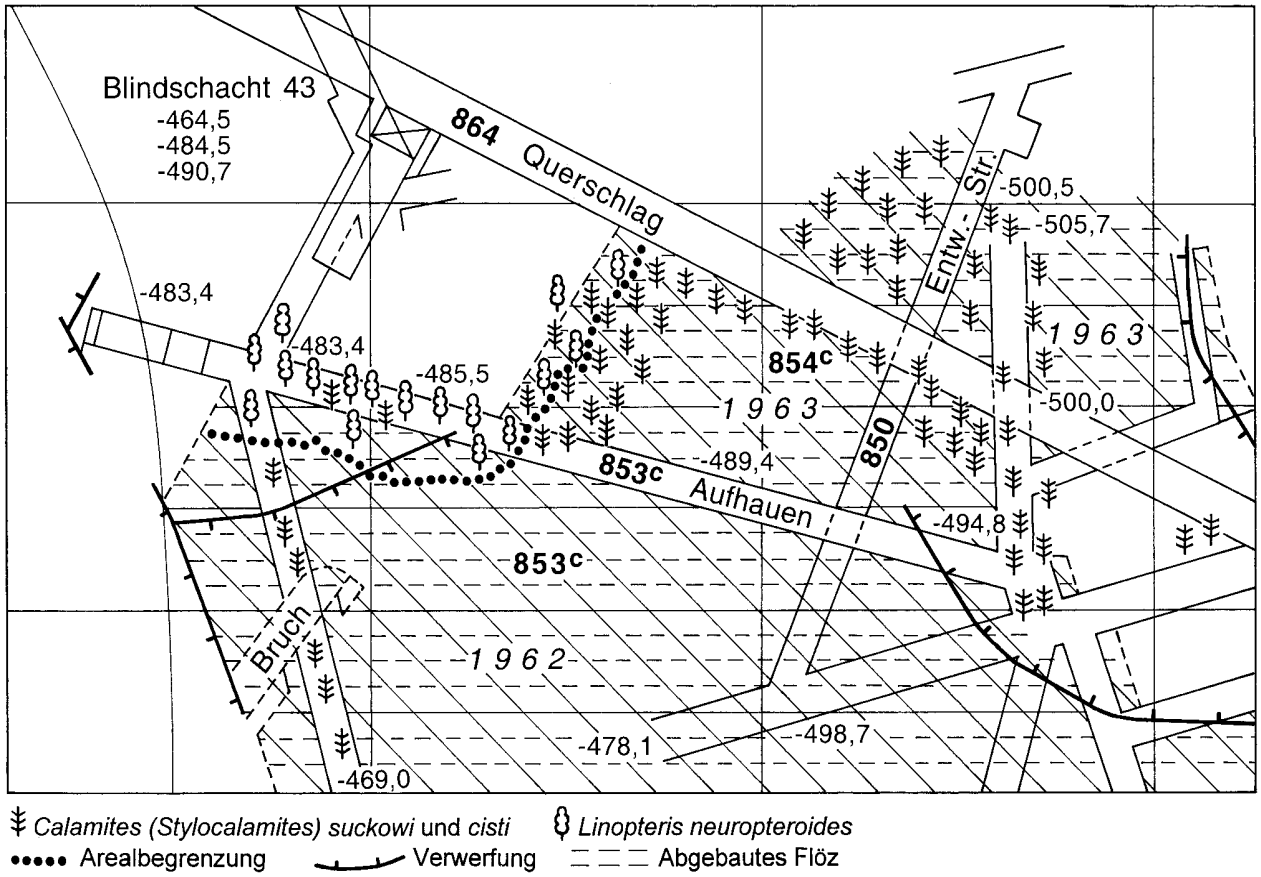


Abb. 4-18: Untertagekartierung der Pflanzenverteilung im Bereich der Abbaue 853^{c} und 854^{c} im Tiefen Planitzer Flöz, Aufnahme (1963)

Dies gilt besonders für die Cordaiten und Lycophyten, die in fast allen paläobotanischen Sammlungen deutlich unterrepräsentiert sind. Obwohl die Lycophyten im Zwickauer Teilbecken offensichtlich Bestand bildend waren - belegt durch Lycopsiden-Wurzelböden im Bereich aller Flöze und Flözniveaus - sind sie im vorliegenden Sammlungsbestand mit kaum 17 % vertreten. Dieser Anteil erscheint sehr gering, wenn man die publizierten Beobachtungen berücksichtigt wie z. B. bei HERBST & SEICHTER (1955), die im Hangenden des Rußkohlenflözes Massenvorkommen von *Lepidodendron* und *Sigillaria* neben *Neuropteris* beobachteten. Dies zeigt zudem, dass die flözbegleitend erhaltene Flora auch teilweise die flözbildende Flora repräsentiert, nur oftmals nicht angemessen aufgesammelt wurde.

Trotz all dieser Probleme der Probenentnahme, der Erhaltung, der Zugänglichkeit der Flöze, der Subjektivität von Aufsammlung und Bestimmung, des Verlustes von Material und der statistisch gesehen relativ geringen Probenzahl ergeben sich doch deutbare Tendenzen in der Florenentwicklung (Abb. 4-19), die allerdings entsprechend kritisch gesehen werden sollten.

In den liegenden Schichten ist eine klare Dominanz der Pteridospermen zu beobachten, wie es bei den meisten westfälischen Floren in den Binnenbecken wie im paralischen Raum erwartet wird. Der relative Anteil der Pteridospermen im Sammlungsmaterial schwankt in den liegenden Flözen (Segen Gottes-Flöz bis Rußkohlenflöz) um 40 % mit leicht fallender Tendenz. Im Rußkohlenflöz wird noch ein Anteil von 43 % erreicht, um dann im hangenden Schichtenkohlenflöz abrupt auf unter 20 % abzusacken. In der Folge steigt der Anteil dann wieder kontinuierlich an, ohne allerdings die früheren Maximalwerte ganz zu erreichen. Die Artikulaten stellen mit Werten meist um 30 % die zweithäufigste Pflanzengruppe dar. Im Rußkohlenflöz macht sie aber nur noch 23 % der Funde aus, um steil auf einen Anteil von 44 % im Bereich des Schichtenkohlenflözes anzusteigen. Im Hangenden nimmt der Anteil dann wieder stetig ab, bis er etwa das Ausgangsniveau (Bereich Segen Gottes-Flöz) erreicht hat.

Der Anteil der Filicophyten scheint vom Liegenden zum Hangenden hin stetig zuzunehmen, was nicht nur für die absolute Anzahl von Funden sondern gleichermaßen für die Zahl der bestimmbaren Formen zutrifft. Ob sich hier der für das ausgehende Karbon

typische Trend zeigt oder ob sich nur die ungünstige Datenlage widerspiegelt, kann nicht gesagt werden. Der in der graphischen Darstellung erkennbare „Farnpeak“ im Lehekohlenflöz fällt mit nachweisbar verstärkter vulkanischer Tätigkeit während der Entstehung dieses Flözes zusammen (Lehestreifen = umgewandelte Tuffite). Dieses Zusammentreffen könnte man vielleicht als Folge einer Wiederbesiedelung nach katastrophalen Brandereignissen werten.

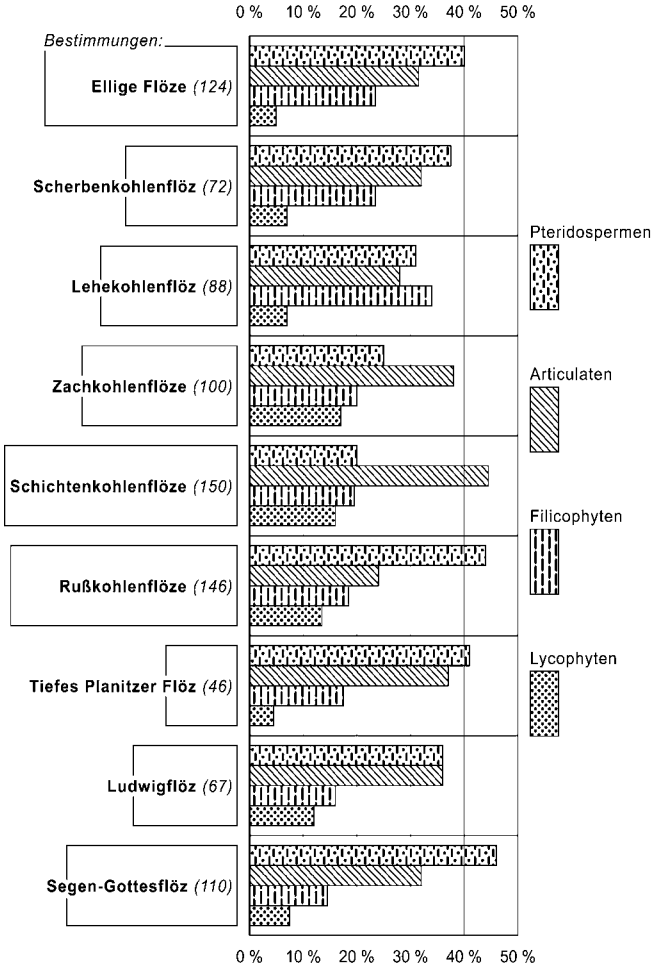


Abb.4-19: Prozentuale Verteilung bestimmbarer Pflanzenreste, die den bekannten Flözhorizonten zugeordnet werden konnten

Die graphische Darstellung des Anteils der Lycophyten an den Gesamtfunden ist kaum interpretierbar (s. o.). Alle anderen Pflanzengruppen, die bisher im Zwickauer Becken nachgewiesen werden konnten, sind lediglich durch wenige Einzelfunde belegt und entziehen sich damit einer verallgemeinernden Deutung.

Aus diesen Beobachtungen kann man versuchen, eine Tendenz in der Entwicklung der Grundwasserstände im Zwickauer Teilbecken abzulesen:

Nach anfänglich relativ ausgeglichenen Verhältnissen kam es während der Ablagerung des Rußkohlenflözes (Fusit!) zu deutlich trockeneren Bedingungen, u. a. belegt durch die auffällige Häufung von Sigillarienfunden in Verbindung mit einem hohen Anteil an Pteridospermen sowie einem im Vergleich dazu niedrigen Anteil an Artikulaten. Diese in der Literatur als brandgefährdete Vegetation bezeichnete Zusammensetzung der Flora (FALCON-LANG 1999) führte offensichtlich zur Zunahme größerer, z. T. sicherlich katastrophaler Brände. SCOTT (2000) sieht einen hohen Anteil an Fusit in der Kohle als Beleg für große Flächenbrände an. Dies dürfte auch für das Rußkohlenflöz gelten, das z. T. mehr als 25 % (STUTZER 1932, VOIGT 1957) Fusitanteil aufweist.

In geologisch relativ kurzer Zeit kehren sich diese Verhältnisse völlig um. Im Aufschluss an der Cainsdorfer Brücke sind in den hangenden konglomeratischen Sandsteinschüttungen über dem Rußkohlenflöz (Schichtensandstein) bereits eine Vielzahl von Calamiten in situ beobachtet worden (DABER 2002, eigene Beobachtungen 1975, E. K.). Dieser hohe Anteil an Artikulaten in der Florenzusammensetzung der Schichten um das Schichtenkohlenflöz spricht für vermehrt vorhandene freie Wasserflächen bzw. für frisch geschüttete Sande mit hohem Grundwasserstand. Diese etwas grobkörnigen Sedimente sprechen möglicherweise die für eine verstärkte Abtragung im Anschluss an die verheerenden Brandereignisse des vorangegangenen Zeitabschnittes (SCOTT 2000). Damit korreliert auch das deutlich seltenere Auftreten von Fusit in der weiteren Abfolge des Profils (SIEGERT 1901, HORST 1954). D. h. über dem Schichtenkohlenflöz zum Hangenden hin „normalisieren“ sich die Verhältnisse langsam wieder, so dass in den Elligen Flözen ähnliche Wachstumsbedingungen geherrscht zu haben scheinen wie im Bereich des Segen Gottes-Flözes, bei etwas höherem Farnanteil im Sammlungsmaterial.

Der höchst auffällige Wechsel in der Florenzusammensetzung im Bereich des Schichtenkohlenflözes im Vergleich zum Rußkohlenflöz findet in einem Zeitabschnitt statt, in dem aus sedimentologischer Sicht mit relativ geringer Reliefenergie gerechnet werden muss und gleichzeitig die größte Flözverbreitung dokumentiert ist (HOTH, in diesem Band). Regionale oder gar überregionale tektonische Vorgänge können somit kaum für den verstärkten gröberklastischen Eintrag im untersuchten Bereich herangezogen werden. WILLARD et al. (1995) beschreiben eine vergleichbare Umstellung der Flora aus dem hohen Westfal D Südwest-Indianas. Deren Deutung, dass eine Verbrackung der zufließenden Wässer die Umstellung der Flora verursacht haben könnte, ist im Falle der Zwickau-Formation kaum wahrscheinlich. So können nur weitere, detailliertere Untersuchungen der Lösung dieser Frage näher kommen.

4.1.5 Stratigraphische Einschätzung und Schlussfolgerungen

Zur besseren Einschätzung der Stratigraphie wurden in sieben großen Sammlungen (u. a. Chemnitz, Berlin, Freiberg und Zwickau) über 5000 Zwickauer Pflanzenfossilien gesichtet, nachbestimmt und 239 Originale genauer beurteilt. Leider konnten die meisten Proben keinem bestimmten Horizont zugeordnet werden. Lediglich etwa 900 Proben waren mit etwas genaueren Fundangaben beschriftet. Nur diese Funde wurden für die Darstellung der stratigraphischen Verbreitung im Profil von Zwickau herangezogen. Die daraus resultierende Florenliste (Beilage 4-1) ist nicht mit der letzten publizierten Florenliste (DABER 1992) vergleichbar, da sich diese vor allem auf Literaturdaten stützt. So finden sich z. B. in der jetzigen Liste kaum noch Lepidodendren und Calamiten, da Erhaltungszustände nicht mehr mit in die Listen aufgenommen wurden.

Insgesamt wurden 47 für Zwickau neue Taxa nachgewiesen, wobei es sich vor allem um Pecopteriden handelt. Diese Farngruppe war bisher weitgehend unberücksichtigt geblieben, da ihre Bestimmung - wie dargestellt - sehr problematisch ist. Trotzdem gibt die im Profil vom Liegenden bis zum Hangenden nachgewiesene Verteilung der Pecopteriden einen Hinweis auf die Alterstellung und -entwicklung der Schichten im Zwickauer Becken.

Erschwert wird eine belastbare, eindeutige stratigraphische Einstufung durch das Fehlen von Formen mit hohem Leitwert im Zwickauer Profil. So fehlt u. a. aufgrund der Sonderentwicklung des Beckens die für das gesamte euramerische Florengebiet so wichtige Westfal-D-Leitform *Neuropteris ovata.* Damit muss man sich vornehmlich auf die Maxima des Auftretens von so genannten „Charakterarten“ stützen. Diese Form der stratigraphischen Bewertung lässt allerdings in Grenzbereichen nur relativ ungenaue Aussagen zu.

Dass es sich bei den Schichten der Zwickau-Formation (FISCHER et al. 1992) um Oberkarbon handelt, ist seit langem bekannt und bereits durch MIETZSCH (1877) und STERZEL (1881, 1901) paläobotanisch eingehend belegt. GOTHAN (1928) nimmt ebenfalls zur Stratigraphie Stellung und schließt vor allem die Ausbildung von Äquivalenten der Ottweiler Schichten (Stefan) aus, obwohl einige Florenelemente dieses saarländischen hohen Oberkarbons nachgewiesen werden konnten. Auf der Basis der Beschlüsse des Heerlener Kongresses von 1935 wurden von JONGMANS & GOTHAN (1937) die Abfolgen des Zwickau-Oelsnitzer Karbons ohne weitere Kommentare in das Westfal D gestellt.

Eine Bearbeitung von Megasporen aus dem Zwickauer Raum durch ZERNDT (1932) ergab dagegen ein Westfal C-Alter, was DABER (1957) mit der fehlenden stratigraphischen Signifikanz von Megasporen erklärt. Für älteres Westfal könnten auch die Alloiopteriden sprechen, die vor allem im Bereich der tieferen Flöze des Zwickauer Teilbeckens nicht selten sind.

Spätere Untersuchungen der Mikroflora untermauern dann die Einstufung in das Westfal D (DYBOVA & JACHOWICZ 1957), wobei nicht ausgeschlossen wurde, dass sich an der Basis noch Anklänge an das Westfal C und im Top der Folge Stefan A finden könnten (DÖRING et al. 1988). Bereits STERZEL (1881) stellte eine stefanische Färbung fest, was GOTHAN (1932) bestätigt. Diese Mischung aus Elementen des Westfal C mit einzelnen Stefankomponenten und vielen Pecopteriden bezeichnet GOTHAN (1948) als typisch für das Westfal D.

1951 befasst sich GOTHAN noch einmal mit dem Erzgebirgischen Becken i. e. S. Dabei beschreibt er die Mischung westfälischer Formen wie *Sphenopteris nummularia, Sphenophyllum emarginatum* (BRONGNIART) BRONGNIART*, S. majus, S. cuneifolium* (STERNBERG) ZEILLER*, Annularia sphenophylloides* (ZENKER) GUTBIER, Alloiopteriden u. a. mit solchen, die im Stefan verbreitet sind, wie *A. spinulosa* (= *stellata*), *Odontopteris reichiana* GUTBIER und eine Vielzahl von Pecopteriden. Trotz des Fehlens einiger sonst im euramerischen Raum sehr allgemeiner westfälischer Formen wie *Neuropteris ovata, N. heterophylla* und *N. gigantea,* bestätigt er aber noch einmal ausdrücklich das Westfal D-Alter des Zwickauer Karbons. DABER (1955) schließt sich dieser Einstufung an.

Auch STORCH (1980) stellt das gesamte Zwickauer Profil in das Westfal D. RÖßLER & DUNLOP (1997) bestätigen unter Berufung auf SCHNEIDER et al. (1995) das Westfal D-Alter und vermuten sogar noch basales Stefan - möglicherweise mit einem geringen Anteil Cantabrium (im Sinne von WAGNER & WINKLER-PRINS 1979) in einem geringmächtigen Zwischenbereich. Nach diesen Aussagen wäre das gesamte Westfal D in den etwa 300 Metern kohleführenden Sedimenten repräsentiert.

Das geschlossene Gesamtbild der Zwickauer Flora zeigt unserer Meinung nach, dass in den Sedimentabfolgen des Zwickauer Karbons nur ein relativ kurzer Zeitraum dokumentiert sein dürfte. So ist im Entwicklungsstand der Flora zwischen dem tiefsten Flöz (Segen Gottes) und den hangendsten Schichten mit den Elligen Flözen kein grundsätzlicher Unterschied feststellbar. Abgesehen von lokal-ökologisch bedingten Änderungen kommt es zu keinem stratigraphisch bedingten, erkennbaren Umbau in der Flora.

Allerdings gibt es doch einige Entwicklungstendenzen in der Zusammensetzung des Fundmaterials. Aufsteigend im Profil treten vermehrt seltenere Formen auf (*Xenostrobus, Validopteris, Selaginellites*), die als Elemente der „upland-Flora“ gedeutet werden können.

Das könnte auf eine Einengung und damit verstärkte Differenzierung des Ablagerungsraumes mit vielfältigeren Lebensräumen hinweisen, eine Tendenz, wie sie im euramerischen Raum ab dem Westfal D allgemein bekannt ist.

Stratigraphisch weisen nur wenige Elemente der Flora auf ein Prä-Westfal-D-Alter. So scheinen die Alloiopteriden als Elemente einer eher älteren Westfalflora zum Hangenden hin abzunehmen. Im Gegensatz dazu deutet sich eine Zunahme der Pecopteridendiversität an, die mit über 15 Formen im Bereich der Elligen Flöze am höchsten im gesamten Profil ist. Bereits im Bereich des Segen Gottes-Flözes sind mindestens 10 Arten vertreten, was auch für die tiefsten Profilabschnitte auf mittleres wenn nicht sogar jüngeres Westfal D hinweist.

Ebenfalls zum Hangenden des Profils hin häufen sich die Funde von Odontopteriden, vor allem von *Odontopteris reichiana*, von *Neuropteris (Mixoneura) britannica* (GUTBIER), *Dicksonites pluckenetii* (SCHLOTHEIM) STERZEL oder auch *Saaria allosuroides* (GUTBIER) REMY, die zusammen mit der Vielzahl der Pecopteridenformen den sehr jungen Charakter der Zwickauer Westfalflora unterstreicht.

Bisher ist die Gattung *Dicranophyllum* - abgesehen von den Zwickauer Funden - nur aus stefanischen und unterrotliegenden Schichten bekannt geworden. Für das Autun ist diese Gattung sogar als „Charakterform“ anzusehen (REMY & REMY 1977). Erst kürzlich konnten mehrere Exemplare dieser sonst in Zwickau seltenen Gattung im Bereich des Amandusflözes (= Tiefes Planitzer Flöz, untere Abteilung) oder des Ludwigflözes geborgen werden (DABER 2002; freundliche mündl. Mitteilung MEYER, RÖßLER 2002; eigene Aufsammlungen 2003). Damit handelt es sich um das bisher tiefste stratigraphische Auftreten von *Dicranophyllum*.

Einen weiteren, sehr wichtigen Hinweis auf das genauere Alter der karbonen Ablagerungen gibt *„Alethopteris“ subdavreuxii*. Diese Alethopteride gehört aufgrund der Ausbildung von Zwischenfiedern zur Gattung *Praecallipteridium* im Sinne WAGNERS (1963), was schon WENDEL (1968) in ihrer Diplom-Arbeit vermutete. Bereits im Bereich des tiefsten bauwürdigen Flözes im Zwickauer Teil des Erzgebirgischen Beckens i. e. S., dem Segen Gottes-Flöz, tritt dieses endemische Taxon (Taf. 4-9, Fig. 1, 2) auf.

Erstmalig allgemein im Westfal D vermutet, ist diese Gattung nach WAGNER (1969) im höchsten Westfal D gesichert und charakterisiert das in Spanien mit annähernd 2000 m Sedimenten wohl vollständig entwickelte Cantabrium. Nach heutigen Vorstellungen entwickelt sich aus dieser Gattung das Taxon *Eucallipteridium*, das sich im Stefan zur *Callipteris* weiterentwickelt.

Bei der Entwicklung der Gattung *Praecallipteridium* wandert das erste basiskope Fiederchen von der Rachis der Fieder letzter Ordnung auf die Rachis der Fieder vorletzter Ordnung. Bei *P. subdavreuxii* sitzen die Fiederchen bereits etwas unterhalb der Stelle, wo die Fieder letzter Ordnung die tragende Rachis verlässt (Taf. 4-9, Fig. 1). Ein anderes Stück zeigt darüber hinaus bereits die Bildung von Fiedern in der Achsel zwischen tragender Rachis und Fieder letzter Ordnung (Taf. 4-9, Fig. 2). Es liegen also frühe Entwicklungsstufen der Gattung *Praecallipteridium* vor, wie man sie im hohen Westfal D auch vermuten würde.

Im Vergleich mit anderen Westfal D-Becken zeigt sich u. a. eine starke Ähnlichkeit in der Florenzusammensetzung mit dem Sydney-Becken in Nova Scotia (GASTALDO & ZODROW 1982). So wird dort eine erhebliche Zunahme der Pecopteridendiversität mit 19 bisher nachgewiesenen Formen beobachtet, in Zwickau konnten sogar insgesamt 27 Formen bestimmt werden, wobei die Formenvielfalt ebenfalls vom Liegenden zum Hangenden hin zunimmt.

Augenfällig ist im Sydney-Becken ein starkes Zurückgehen der Gattungen *Neuropteris, Alethopteris* und *Mariopteris*, was auch für das Zwickauer Karbon gilt. Ein deutlicher Rückgang von Lepidodendren wie im Sydney-Becken scheint nicht ausgebildet zu sein. Die Datenlage lässt allerdings eine belegbare Aussage nur ungenügend zu.

Das höhere Westfal D im nordamerikanischen Raum wird zudem durch das gemeinsame Auftreten von *Pecopteris unita* BRONGNIART und *P. polymorpha* BRONGNIART charakterisiert, wobei *P. polymorpha* sehr selten ist (BELL 1938, GASTALDO & ZODROW 1982), was sich mit den Verhältnissen in Zwickau gut deckt. Auch das gemeinsame Vorkommen der *P. miltoni, P. unita* und *P. hemitelioides* als typische Westfal D Gemeinschaft (GILLESPIE & PFEFFERKORN 1979) kann für Zwickau bestätigt werden. Für höheres Westfal D könnte das massenhafte Auftreten von *Dicksonites pluckenetii* sprechen, ein Taxon, das nach CLEAL (1984) frühestens im mittleren Westfal D auftritt. Auch das seltene Auftreten nur noch weniger Mariopteriden-Formen spricht für diese stratigraphische Position der Beckenablagerungen. Unterstrichen wird dies durch die Sphenopteriden, die zwar, wie *Sphenopteris rutaefolia*, noch im Stefan weit verbreitet sind, deren artliche Zusammensetzung aber eher für hohes Westfal D sprechen dürften.

RÖßLER & DUNLOP (1997) vertreten die Auffassung, dass auch Teile des Cantabriums in den Zwickauer Abfolgen enthalten sind. Da die Grenze vom Westfal D zum Cantabrium ohne weitgehend vollständige, lang durchhaltende Profile nur schwer zu fassen ist, kann diese Frage nicht sicher beantwortet werden. Das Vorhandensein von Cantabrium ist aber eher

unwahrscheinlich, auch wenn einige, diese Stufe charakterisierende Taxa tatsächlich dominierend an der Flora von Zwickau beteiligt sind wie *Dicksonites pluckenetii, Sphenophyllum emarginatum, Annularia spinulosa* (= *stellata*)*, A. sphenophylloides, Neuropteris (Mixoneura) britannica, Linopteris neuropteroides* und *Pecopteris unita.* Diese Arten sind aber ebenfalls für das gesamte euramerische Westfal D typische Elemente. Viele weitere, stratigraphisch wichtige Formen fehlen dagegen. Formen, die im Referenzgebiet des Cantabriums in der Cantabrischen Cordillere Nordwestspaniens erstmalig auftreten oder diesen Zeitabschnitt dominieren. So sind Alethopteriden, wenn sie überhaupt auftreten, sehr selten, darunter keine der sonst üblichen Formen wie *Alethopteris bohemica* FRANKE*, A. ambigua* LESQUEREUX*, A. lesquereuxii* WAGNER oder *A. grandinioides* KESSLER. Die Gattungen *Callipteridium* und *Pseudomariopteris* wurden bisher überhaupt nicht nachgewiesen, genauso wie viele weitere Formen, z. B. *Sigillaria brardii* BRONGNIART*, Lepidodendron scutatum* LESQUEREUX*, Sphenophyllum nagelii* GRAND'EURY*, Mixoneura raymondii* (ZEILLER) WAGNER und - besonders auffällig (wenn auch vielleicht ökologisch bedingt) die typischen leitenden Formen des höheren Karbons im gesamten euramerischen Raum - *Neuropteris ovata* sowie *N. scheuchzeri*.

Der Wert dieser Beobachtung wird aber wieder relativiert, wenn man in Betracht zieht, dass das Zwickau-Oelsnitzer Becken in vielerlei Hinsicht Besonderheiten aufweist, die einen Vergleich mit anderen Becken schwierig machen. Insbesondere das Fehlen einzelner Formen kann kaum als Argument für stratigraphische Schlussfolgerungen herangezogen werden. Das kann allerdings nicht gelten, wenn größere Komplexe von stratigraphisch charakterisierenden Pflanzen fehlen. Das trifft aber auf das Cantabrium und noch mehr auf das Stefan zu.

So erscheint die Einstufung in das Cantabrium oder das Stefan als nicht genügend belegbar, und die Sedimentabfolgen des Zwickauer Reviers sind daher nachvollziehbar vollständig ins hohe Westfal D zu stellen, wie das bereits STERZEL (1901) und GOTHAN (1928) annahmen.

4.2 Sporenstratigraphische Untersuchungen in der Zwickau-Formation (H. DÖRING)

4.2.1 Vorbemerkungen

Die von DÖRING, HOTH & KAHLERT (1988) präsentierte und mit dem Typusprofil in Saar-Lothringen korrelierte sporostratigraphische Standardabfolge mit 4 Sporen-Zonen (bzw. Teilzonen) für das höhere Westfal des Zwickauer Steinkohlenreviers wurde überarbeitet und wird präzisiert vorgelegt. Darüber hinaus werden hier palynologisch-stratigraphische Vergleiche mit weiteren Profilen des euramerischen Florengebietes durchgeführt.

Das Ziel der Arbeiten bestand letztlich darin, für Zwickau ein mikropaläobotanisches Referenzprofil zu erstellen, das eine genauere biostratigraphische Korrelation mit anderen Regionen, insbesondere mit dem Typus-Gebiet (Saar-Lothringen) ermöglichen sollte. Andererseits wurde durch die Ausweitung der sporologischen Untersuchung auf Flöze des östlich benachbarten Lugau-Oelsnitzer Reviers die Möglichkeit eines Vergleichs der Zwickauer und der Oelsnitzer Flözfolge geschaffen. Über die Ergebnisse in Oelsnitz wird gesondert berichtet (Geoprofil, in Vorbereitung).

Insgesamt sind die Resultate dieser Untersuchungen nicht nur für den sächsischen Raum von Bedeutung, sie sind auch wegen der nunmehr genaueren Korrelation mit Ablagerungen entfernterer intramontaner und paralischer Senken des euramerischen Florengebietes von wissenschaftlichem Wert.

Die Herkunft des untersuchten Probenmaterials ist in DÖRING (1989) im Einzelnen angegeben. Ein Teil der Präparate lag bereits vor Beginn der Untersuchungen vor (Mazerale der Sammlung HORST im ehemaligen Zentralen Geologischen Probenarchiv Bernau = Sammlungen BGR Berlin). Alle weiteren untersuchten Präparate sind von Proben hergestellt, die von der ,,Interinstitutionellen Arbeitsgruppe Zwickauer Revier" aus den verschiedenen Archiven zusammengetragen oder selbst untertage entnommen wurden.

4.2.2 Sporenpaläontologische Gliederung der Zwickau-Formation (vgl. Beilage 4-2)

Der gegenwärtige Stand der Untersuchung ermöglicht es, das Zwickauer Oberkarbon sporenstratigraphisch in vier Zonen bzw. Teil-Zonen (WZ 1 - WZ 3.2) zu gliedern (DÖRING et al. 1988).

Sporen-Zone WZ 1

Die Sporen-Zone WZ 1 reicht vom Segen Gottes-Flöz bis zum Ludwig-Flöz, obere Abteilung. Seine charakteristischen Elemente sind insbesondere:

Alatisporites trialatus [S][5]
Cadiospora magna [S]
Cingulizonates spp.(inkl. *C. loricatus*) [V]
Crassispora spp. [S]
Cristatisporites spp.(inkl. *C. indignabundus*) [V]
Densosporites sp. AZ [DÖR., Manuskr.] [V]
Endosporites zonalis [S]
Latensina trileta [M]
Punctatosporites granifer - P. granulatus-Gruppe [Z]
Thymospora obscura - T. thiessenii - Gruppe [M]
Torispora laevigata [Z]
Torispora securis (nur im Segen-Gottes und Ludwig-

[5] Kürzel für Häufigkeitsangaben:
V (vereinzelt) = <1 %; S (selten) = 1-3 %; M (mäßig häufig) = 3-5 %; H (häufig) = 5-10 %; Z (zahlreich) = >10 %.

flöz [Z], sonst [V])
Westphalensisporites clarus (= *Westphalensisporites irregularis* ALP.) [M]
Wilsonites spp. (*W. vesicatus* u. a.) [M].

Sporen-Zone WZ 2

Die Zone WZ 2 reicht vom Tiefen Planitzer Flöz (Amandus-Flöz) bis zum Schichtenkohlenflöz. Die untere Grenze ist durch das erstmalige Auftreten von *Punctatosporites rotundus, Torispora verrucosa und Schopfites* spp. sowie einen Anstieg von *Westphalensisporites constringatus* und *Savitrisporites camptotus* gekennzeichnet. Sie ist außerdem durch den Beginn des sehr häufigen Auftretens von *Vestispora fenestrata* und durch eine beträchtliche quantitative Verringerung von *Torispora securis* sowie *T. laevigata* markiert.

Die Sporen-Zone ist insgesamt durch das Vorkommen und z. T. häufige Auftreten folgender Sporen ausgezeichnet:

Calamospora pallida - C. breviradiata - Gruppe [Z]
Punctatosporites rotundus [V]
Punctatosporites granifer [Z]
Schopfites spp. [V]
Speciososporites minor H]
Torispora verrucosa [S]
Triquitrites sculptilis [Z]
Triquitrites spinosus [M]
Vestispora fenestrata [Z]
Westphalensisporites clarus (= *Westphalensisporites irregularis* ALP.) [H]
Westphalensisporites constringatus [H] .

Als ein sehr seltenes Element wurde *Spinosporites spinosus* ab Schichtenkohlenflöz im höheren Profilbereich des Abschnitts WZ 2 nachgewiesen.

Sporen-Teilzone WZ 3.1

Die Teilzone WZ 3.1 erstreckt sich vom Zachkohlenflöz bis zum Scherbenkohlenflöz. Die Untergrenze fällt mit einer relativ markanten Häufigkeitszunahme der *Triquitrites triturgitus - T. pulvinatus* - Gruppe, sowie von *Cirratriradites saturni* und *Latosporites* sp. zusammen. *Schopfites dimorphus* wurde hier ab Zachkohlenflöz erstmalig im Profil nachgewiesen. Im höheren Teil dieser stratigraphischen Einheit - ab Lehekohlenflöz - ist *Savitrisporites camptotus* stärker als im Liegenden vertreten, dagegen verringert sich hier der Anteil von *Triquitrites sculptilis* nach dem Hangenden hin beträchtlich. *Alatisporites* spp. kommt im Scherbenkohlenflöz relativ häufig vor. Kennzeichnend sind:

Alatisporites spp. [M]
Calamospora spp. [H]
Cirratriradites saturni [H]
Florinites ovalis [M]
Laevigatosporites vulgaris - L. desmoinensis – Gruppe [H]
Latosporites latus [H]
Lycospora spp. [Z]
Microreticulatisporites fistulosus [M]
Punctatisporites obliquus [S]
Savitrisporites camptotus [Z]
Schopfites dimorphus KOS. [V]
Spinosporites spinosus [M]
Thymospora thiessenii [S]
Triquitrites triturgitus - T. pulvinatus - Gruppe [Z]
Vestispora fenestrata [Z] .

Sporen-Teilzone WZ 3.2

Die Teilzone WZ 3.2 umfasst den Bereich der Elligen Flöze. Die Mikroflora stimmt weitgehend mit derjenigen des liegenden Abschnitts überein. Die sporenpaläontologische Abgrenzung von der liegenden Teilzone WZ 3.1 beruht auf dem Vorkommen von *Microsporites* (*Spencerisporites*) *radiatus* - relativ häufig [Häufigkeit: M] -, *Thymospora verrucosa* [V] und dem Auftreten von *Vesicaspora wilsonii* [V], *Lundbladispora gigantea* [S], *Punctatosporites pygmaeus* [Z] und *der Cirratriradites flabelliformis - C. annulatus* - Gruppe [V]. Charakteristisch für die Teilzone WZ 3.2 ist auch die Dominanz von *Punctatosporites rotundus* [Z] sowie das relativ häufige Auftreten von *Punctatisporites obliquus* [M] und *Schopfites dimorphus* [M]; alle drei sind in liegenden Profilbreichen zahlenmäßig nur sehr untergeordnet vertreten. Darüber hinaus kommt *Punctatosporites scabellus* [Z] in dieser Teilzone zahlreich vor.

Das Erscheinen oder das verstärkte Auftreten charakteristischer Sporen für das Stefan (und z. T. Unterperm) (*Lundbladispora gigantea*, *Punctatosporites pygmaeus*, *P. rotundus*, *Vesicaspora wilsonii*) legt nahe, dass die Sporen-Teilzone WZ 3.2 unmittelbar an der Obergrenze des Westfal D positioniert ist.

4.2.3 Ergebnisse der sporenpaläontologischen Untersuchungen an Bohrungen im Mülsenfeld

Bohrung Mülsengrund 6
(vgl. Korrelationsprofile 2 und 3, Beilagen 3-3 und 3-4)

Sporen-Zone WZ 1

Dieser Profilabschnitt konnte im Bohrungsbereich bisher nicht nachgewiesen werden.

Sporen-Zone WZ 2

Aus dem Teufenbereich 1.010-985,5 m wurden in sieben Proben insbesondere folgende Sporen nachgewiesen:

Calamospora pallida - C. breviradiata - Gruppe [M]
Latensina trileta [S]
Lycospora spp. [M]
Savitrisporites camptotus [H]
Speciososporites triletoides [M]
Triquitrites sculptilis [H]
Vestispora fenestrata [H]
Westphalensisporites clarus [Z] .

Bereits das relativ häufige Vorkommen von *Vestispora fenestrata* und *Triquitrites sculptilis* und die Abwesenheit der *Torispora securis - T. laevigata* - Gruppe und der für die obere Sporen-Zone (WZ 3) von Zwickau charakteristischen Mikroflorenelemente erlauben es, den Profilbereich von 1010 bis 985,5 m der Sporen-Zone WZ 2 zuzuordnen. Darüber hinaus spricht das sehr zahlreiche (!) Vorkommen von *Westphalensisporites clarus* sowie das Vorhandensein von *Latensinsa trileta* für eine Einstufung in den Bereich des Rußkohlenflözes; die zuletzt genannte Art ist im Zwickauer Profil bisher nie oberhalb des Rußkohlenflözes angetroffen worden. Diese sporenstratigraphische Einstufung stimmt mit der lithostratigraphischen Korrelation voll überein.

In zwei Proben aus dem Teufenbereich 975,45 bis 973,7 m wurden folgende Sporen häufig bis sehr häufig (zahlreich) nachgewiesen:

Punctatosporites granifer - P. granulatus-Gruppe [Z]
Speciosporites triletoides - S. minor - Gruppe [M]
Triquitrites sculptilis [H]
Vestispora fenestrata [H]
Westphalensisporites clarus [V] (sehr seltener Bestandteil!).

Die beiden Proben sind demnach in die Sporen-Zone WZ 2 des Zwickauer Karbons einzustufen, wobei eine Parallelisierung mit dem höheren Teil derselben (Schichtenkohlenflöz) sehr wahrscheinlich ist. - Die lithostratigraphische Korrelation weist hier Schichtenkohlenflöz I aus.

Sporen-Zone WZ 3

In drei Proben des Teufenbereichs von 956,1 bis 932,7 m wurden insbesondere folgende Sporen bestimmt:

Cyclobaculisporites sp. A [DÖR.: Manuskript] [S]
Dictyotriletes danvillensis [V]
Latosporites latus [S]
Punctatosporites granifer [H]
Savitrisporites camptotus [M]
Spinosporites spinosus [M]
Thymospora obscura [S]
Vestispora fenestrata [H] .

Das Vorhandensein von *Spinosporites spinosus* und das relativ häufige Auftreten von *Savitrisporites camptotus* einerseits und das Fehlen von *Westphalensisporites clarus* andererseits sprechen für eine Einstufung in die obere Sporen-Zone des Zwickauer Profils (WZ 3). Aufgrund des detaillierten Vergleichs (unter Berücksichtigung der Häufigkeiten) mit den einzelnen aufeinander folgenden Sporenassoziationen der Teilzone WZ 3.1 ist eine Zuordnung zum Bereich der Zachkohlenflöze sehr wahrscheinlich. Auch hier stimmt der palynologische weitgehend mit dem lithostratigraphischen Befund überein, der den Bereich 956,1-ca. 940 m dem Zachkohlenflöz II/I und den höheren Bereich bis 932,7 m dem Lehe- und Scherbenkohlenflöz zuweist.

Aus den Teufenbereichen 923,85-923,3 m und 910,0-908,7 m wurde jeweils eine Probe untersucht. Beide weisen nahezu übereinstimmende Sporengesellschaften auf, die jedoch hinsichtlich der Anzahl ihrer taxonomisch-systematischen Einheiten und der Individuen sehr arm sind. Beide Sporenassoziationen zeichnen sich aus durch das Auftreten von:

Cirratriradites saturni [H]
Punctatosporites granifer [V]
Savitrisporites camptotus [H] (in den übrigen Zwickauer Revierteilen ab Lehekohlenflöz stärker vertreten)
Thymospora obscura [V]
Torispora securis [V]
Triquitrites triturgidus - T. pulvinatus - Grp. [H]
Vestispora fenestrata [H].

Diese Mikroflora ist zwar für das Lehekohlenflöz und Scherbenkohlenflöz charakteristisch, reicht jedoch nicht aus, um eine entsprechende stratigraphische Zuordnung mit Sicherheit durchführen zu können. Lithostratigraphisch werden die Bereiche bisher den Elligen Flözen zugewiesen.

Insgesamt besteht damit für die im Mülsenfeld sehr beckenzentral gelegene Bohrung Mülsengrund 6 eine gute Übereinstimmung von mikropaläobotanischer und geologischer Einstufung.

Bohrung Mülsengrund 7
(Ergebnisse projiziert in Korrelationsprofil 3, Martin-Hoop-Schacht IX)

Sporen-Zone WZ 1

Aus einer Probe der Teufe 956,8 m wurde eine für die Sporen-Zone WZ 1 charakteristische Mikroflora nachgewiesen:

Densosporites spp. (*Densosporites anulatus* u. a.) [M]
Endosporites zonalis [S]
Latensina trileta [V]
Torispora securis [S]
Triquitrites sculptilis [V]
Westphalensisporites clarus [M] .

Darüber hinaus sprechen die stratigraphischen Vorkommen der angeführten Sporen (unter Berücksichtigung ihrer Häufigkeiten, vgl. Beilage 4-2) für eine Zuordnung in den höheren Bereich der Sporen-Zone WZ1 (Ludwigflöz). Die lithostratigraphische Korrelation weist diesen Bereich dem Segen Gottes-Flöz-Niveau zu, wobei das Mülsenfelder Hauptkonglomerat sehr mächtig und zweiteilig ist. Die paläontologische Einstufung ermöglichte die Reduzierung des Mülsenfelder Hauptkonglomerats auf ein Niveau und eine andere Fixierung der Äquivalente des Zwickauer Hauptkonglomerats und des Unter-Segen Gottes-Konglomerats. Sie führte andererseits aber zu einem viel unschärferen „tiefem tonigen Niveau“ und einer unbekannt hohen Schichtenmächtigkeit zwischen Ludwig- und Amandus-Flöz-Niveau.

Sporen-Zone WZ 2

Bereich Tiefes Planitzer Flöz bis Rußkohlenflöz

Aus zwei Proben, die aus den Teufen 834,06-834,00 m und 830,50-830,20 m stammen, wurden folgende Mikrofloren-Elemente bestimmt:

Cirratriradites sp. (cf. *C. saturni*) [V]
Latensina trileta [V]
Lycospora spp.[H]
Punctatosporites sp. [V]
Vestispora fenestrata [H]
Westphalensisporites clarus [V] .

Auf Grund detaillierter Vergleiche - auch unter Berücksichtigung der jeweiligen Häufigkeiten - mit den sporenstratigraphischen Abfolgen im Zwickauer Referenzprofil sind beide Proben in den Profilbereich Tiefes Planitzer Flöz bis Rußkohlenflöz zu stellen. Nach lithostratigraphischer Korrelation gehören die genannten Bereiche in das Niveau der Rußkohlenflöze.

Bereich Rußkohlenflöz

Im Teufenbereich von 820,75 bis 816,9 m tritt eine für den mittleren Sporenabschnitt des Zwickauer Oberkarbons (WZ 2) charakteristische Mikroflora auf:

Calamospora spp. (*C. pallida - C. breviradiata* - Gruppe u. a.) [V]
Latensina trileta [V]
Lycospora spp. [S]
Speciososporites triletoides - S. minor - Gruppe [V]
Triquitrites sculptilis [V]
Triquitrites triturgitus - T. pulvinatus - Gruppe [M]
Vestispora fenestrata [Z]
Westphalensisporites clarus [Z] .

Für die sporenstratigraphische Einstufung ist von Bedeutung, dass die für den Sporenabschnitt WZ 1 charakteristische *Torispora securis - T. laevigata* - Gruppe nicht vorkommt. Dagegen treten *Westphalensisporites clarus* und *Vestispora fenestrata* zahlreich auf. Außerdem wurde *Latensina trileta* nachgewiesen, die im Zwickauer Referenzprofil nur im Bereich Ludwig-Flöz bis Rußkohlenflöz vorhanden ist. Aufgrund der angeführten Verhältnisse ist eine Zuordnung zum Bereich des Rußkohlenflözes gegeben. Nach bisheriger lithostratigraphischer Korrelation (insbesondere der Korrelation des Martin-Hoop-Werkes) galt dieser Abschnitt als Schichtenkohlenflöz, das im Mülsenfeld dem Rußkohlenflöz sehr angenähert ist und dort das sog. Flözpaket bildet. Die Differenzen zwischen mikropaläontologischer und geologisch-stratigraphischer Einstufung sind auf alle Fälle sehr gering und lassen sich evtl. bei diffizilerer geologischer Korrelation noch ausräumen.

Bereich Ruß- bis Schichtenkohlenflöz

Aus dem Teufenbereich 816,3-815,1 wurden in einer Probe folgende Sporen nachgewiesen:

Calamospora spp. (*C. pallida - C. breviradiata* - Gruppe u. a.) [M]
Speciososporites triletoides - S. minor - Gruppe [H]
Triquitrites sculptilis [V]
Vestispora fenestrata [M]
Westphalensisporites clarus [H].

Auf Grund der geringen Anzahl der vorhandenen Sporen kann für die Probe als Alter nur der Bereich Ruß- bis Schichtenkohlenflöz angegeben werden.

Bereich Schichtenkohlenflöz

Im Teufenbereich 802,9-798,9 m konnte in drei Proben insgesamt die folgende Mikroflora nachgewiesen werden:

Calamospora spp. (*C. pallida - C. breviradiata* - Gruppe u. a.) [M]
Punctatosporites granifer [H]
Speciososporites triletoides S. minor - Gruppe [H]
Torispora securis - T. laevigata - Gruppe [V]
Triquitrites triturgitus - T. pulvinatus - Gruppe [M]
Vestispora fenestrata [M]
Westphalensisporites clarus [S] .

Das relativ häufige Vorkommen der *Speciososporites triletoides - S. minor* - Gruppe und der Art *Punctatosporites granifer* sprechen für eine Einstufung in den Bereich des Schichtenkohlenflözes. Auf diese Korrelation lassen auch das Fehlen oder das sehr untergeordnete Auftreten charakteristischer Sporen bzw. Dominanten des Rußkohlenflözes (*Westphalensisporites clarus*, *W. constringatus*) einerseits und andererseits der oberen Sporen-Zone (WZ 3) (*Spinosporites spinosus, Schopfites dimorphus, Punctatisposrites obliquus*) des Zwickauer Referenzprofils schließen. - Lithostratigraphisch wird dieser Bereich mit dem Zachkohlenflöz parallelisiert.

Sporen-Zone WZ 3

Bereich Scherbenkohlenflöz

In einer Probe des Teufenbereichs 772,8-772,35 m wurden folgende Sporen als Dominanten beziehungsweise relativ häufige Komponenten nachgewiesen:

Cirratriradites saturni [M]
Punctatosporites granifer [M]
Savitrisporites camptotus [Z]
Speciosporites triletoides - S. minor-Gruppe [M]
Triquitrites triturgitus - T. pulvinatus - Gruppe [H]
Vestispora fenestrata [M] .

Darüber hinaus treten auf:

Latosporites latus [V]
Microreticulatisporites nobilis [V]
Spinosporites spinosus [S].

Ein detaillierter Vergleich mit dem stratigraphischen Vorkommen (unter Berücksichtigung der Häufigkeiten) der genannten Sporen im Zwickauer Referenzprofil ergibt eine stratigraphische Zuordnung zum Sporenabschnitt WZ 3, wobei sehr wahrscheinlich der Bereich des Scherbenkohlenflözes (höherer Teil WZ 3.1) in Betracht kommt. Diese Zuordnung entspricht auch der lithostratigraphischen Parallelisierung. In einem früheren Bericht des Autors (DÖRING 1989) erfolgte eine Zuordnung zum Bereich des Zachkohlenflözes, was nunmehr zu korrigieren ist. Leider sind Erfolg versprechende Restproben aus den höheren Flözen zwischen ca. 759 und ca. 764 m (auch nach der Nachaufnahme) nicht mehr vorhanden, so dass eine eindeutige Klärung der Reichweite des Profils der Brg. Mülsengrund 7 nicht mehr erfolgen kann.

Fasst man die Ergebnisse von mikropaläontologischer und lithostratigraphischer Einstufung zusammen, so ergibt sich, dass diese auch in der an der NNW-Stirn des Schüttungsfächers um Reinsdorf gelegenen Brg. Mülsengrund 7 verhältnismäßig gut übereinstimmen. Korrekturen im tieferen Profilabschnitt nach der Mikropaläontologie sind u. U. günstig für die geologische Interpretation.

Bohrung Mülsengrund 18
(Ergebnisse projiziert in Korrelationsprofil 3, Beilage 3-4, Bohrung 9)

Die untersuchten Proben der Bohrung Mülsengrund 18 sind sowohl hinsichtlich der Anzahl der Sporenarten als auch der Individuen besonders arm. Für eine Korrelierung mit dem Zwickauer Referenzprofil ergeben sich nur zum Teil unmittelbare Anhaltspunkte.

Hinweise für eine genauere Altersdeutung liefern insbesondere Vergleiche mit Profilen anderer Regionen.

Sporen-Zone WZ 1 (?)

In der Probe bei Teufe 1215,7 m ist *Florinites mediapudens* relativ häufig [M] nachgewiesen worden. Die Art ist im euramerischen Florengebiet (vgl. u. a. SMITH & BUTTERWORTH 1967; BUTTERWORTH 1984) vereinzelt bereits im Westfal A vorhanden. Sie hat ihr Verbreitungs-Maximum im mittleren Westfal (B-C); sie kommt noch im Westfal D, jedoch in wesentlich geringerer Anzahl vor. Im Zwickauer Referenzprofil ist *Florinites mediapudens* nur in der Sporen-Zone WZ 1 vereinzelt nachgewiesen worden. - Eine weitere stratigraphisch bedeutende Sporenart in der oben genannten Probe ist *Florinites ovalis* [S]. Sie tritt im Westfal D und Stefan des Saarkarbons (BARTH 1962, BHARDWAJ 1957a) sowie im tieferen Westfal D von Rügen (DÖRING 1975a) auf. *F. ovalis* konnte auch in Vergleichsproben des Autors (unveröffentlicht) des unteren Westfal D Oberschlesiens nachgewiesen werden.

Die beiden außerdem noch vorhandenen Sporen-Gruppen aus der genannten Teufe, *Granulatisporites* sp. [V] und *Triquitrites* sp. [V], erlauben keine detaillierte Altersaussage.

Für die fragliche Probe bei Teufe 1215,7 m wird auf Grund der angeführten sporenstratigraphischen Verhältnisse tiefes Westfal D (WZ 1[?]) angenommen, wobei höheres Bolsovium (Westfal C) nicht völlig ausgeschlossen werden kann.

Sporen-Zonen WZ 1-WZ 2

In der Teufe bei rd. 1162 m sind vor allem nachgewiesen worden:

Triquitrites sculptilis [H]
Florinites mediapudens [M]
Vestispora fenestrata [S]
Verrucosisporites grandiverrucosus [V].

Triquitrites sculptilis tritt in einer relativ großen Anzahl auf. Die Art reicht im euramerischen Karbon vom höheren Oberen Westfal B bis ins Westfal D, wobei sie im höheren Teil des letzteren nicht mehr häufig ist (PEPPERS 1984; SMITH & BUTTERWORTH 1967).

Im Referenzprofil des Zwickauer Reviers ist *Triquitrites sculptilis* im tieferen Teil der Sporen-Zone WZ 1 (Segen Gottes-Flöz) nur vereinzelt, dagegen im höheren Teil derselben (Ludwig-Flöz, Ob. Abt.) und in der gesamten Sporen-Zone WZ 2 zahlreich vorhanden. In der Sporen-Zone WZ 3 kommt die Art nur noch als ein seltener Bestandteil vor.

Vestispora fenestrata ist in der oben genannten Teufe der Brg. Mülsengrund 18 nur als eine quantitativ un-

tergeordnete Komponente vorhanden. Sie tritt im Bereich Westfal B-D bzw. in dessen chronostratigraphischen Äquivalenten des gesamten euramerischen Gebietes auf. Als seltenes Element kommt sie allerdings auch noch im Stefan A vor, u. a. im Donezk-Becken (bis Karbonat-Horizont O_2, tiefster Teil der Avilovskaja-Formation). - Im Saar-Lothringer Becken tritt *Vestipora fenestrata* bereits im tieferen und mittleren Westfal C (Sulzbach-Fm. und im tieferen Bereich der Forbach-Fm.) sehr vereinzelt auf. Sie beginnt erst im höchsten Westfal C (etwas unterhalb des Tonsteins 200, ab Flöz 8) mit ihrem regelmäßigen Auftreten und hier zugleich auch mit einem schwach ausgeprägten Häufigkeitsmaximum. Im Westfal D Saar-Lothringens kommt die Art durchgehend, insgesamt jedoch nur als eine quantitativ untergeordnete Komponente vor. Schwach ausgeprägte Häufigkeitsmaxima befinden sich im mittleren Teil der St. Avold-Fm. (Grenzbereich der Sporen-Teilzonen 12/21) sowie im tieferen (höherer Bereich der Sporen-Teilzone 12) und oberen Bereich der Faulquemont-Fm. (Sporen-Teilzone 111). Sie ist in diesem Revier letztmalig im Stefan A (Göttelborn-Fm., Dilsburg-Fm.), und zwar nur noch mit sehr geringen Prozentanteilen vertreten. In den anderen Teilen des Zwickauer Reviers ist *Vestispora fenestrata* in der Sporen-Zone WZ 1 relativ selten, in den (Teil-) Zonen WZ 2 sowie WZ 3.1 zahlreich und in der Teil-Zone WZ 3.2 nur mäßig häufig vorhanden.

Verrucosisporites grandiverrucosus ist im gesamten Bereich des Westfal D (Luisenthal-Fm. und Heiligenwald-Fm.) des Saarkarbons nachgewiesen worden (BARTH 1962), wo die Art im Allgemeinen als ein seltener Bestandteil auftritt; nur im tieferen Teil dieser Stufe (Flöz Klügel) ist sie relativ häufig.

Die fraglichen Proben bei rd. 1162 m werden auf Grund der angeführten sporenstratigraphischen Verhältnisse dem Bereich der Sporen-Zonen WZ 1 - WZ 2 (tiefes bis mittleres Westfal D) zugeordnet.

Sporen-Zonen WZ 2-WZ 3

Auch der hangende Teufenbereich von rd. 1147,5 m bis rd. 1079,1 m enthält nur wenige Sporengruppen; eine detaillierte sporenstratigraphische Einstufung ist daher nicht möglich.

Bei rd. 1140 m wurde *Vestispora fenestrata* häufig nachgewiesen; danach ist eine Zuordnung der entsprechenden Probe in den Bereich der Sporen-Zonen WZ 2 - WZ 3 sehr wahrscheinlich.

Bei rd. 1079 m kommen vereinzelt *Microreticulatisporites nobilis* und *Triquitrites pulvinatus* vor. Im übrigen Zwickauer Revier ist *M. nobilis* im gesamten Profil als eine sporadisch beziehungsweise selten auftretende Komponente vorhanden. Im euramerischen Karbon hat er sein Verbreitungsmaximum im höheren Westfal B und im Westfal C. Im Westfal D kommt er nur noch in einigen Lokalitäten als ein quantitativ untergeordneter Bestandteil vor; er ist jedoch auch noch aus dem tieferen Stefan Saar-Lothringens beziehungsweise dem Missourian von Illinois bekannt (PEPPERS 1984).

Triquitrites pulvinatus hat in Illinois eine Reichweite vom höheren Abbott (mittleres Bolsovium) bis Carbondale (Westfal D) (PEPPERS 1970). Im Karbon Rügens kommt die Art im gesamten Westfal vor.

Auf Grund der Verbreitung der beiden genannten Arten und der sporostratigraphischen Abfolge im gesamten Bohrprofil wird die fragliche Probe bei rd. 1079 m dem Bereich der Sporen-Zonen WZ 2 - WZ 3 zugeordnet.

4.2.4 Vergleich mit den sporenstratigrapischen Verhältnissen im Saar-Lothringer Becken (vgl. Beilage 4-3)

Sporenpaläontologische Untersuchungen in den entsprechenden Abfolgen des Westfal D-Typus-Gebietes (Saar/Lothringen) haben BHARDWAJ 1955, 1957a; BARTH 1962; BRÜGGEMANN 1963; LAVEINE 1974 und CLEAL 1984 durchgeführt. Der Vergleich basiert insbesondere auf einer verhältnismäßig detaillierten sporenstratigraphischen Gliederung des höheren Westfal und des Stefan des Saar-Lothringer Beckens durch ALPERN et al. 1967, ALPERN et al. 1969. In der tabellarischen Darstellung der Korrelation (Beilage 4-3) sind außer den stratigraphischen Reichweiten der betreffenden Sporen im Oberkarbon von Saar/Lothringen und Zwickau (Referenzprofil) auch die von Lugau-Oelsnitz angeführt, wodurch eine breitere Grundlage für die altersmäßige Parallelisierung gegeben ist. Die speziellen Ergebnisse der sporenstratigraphischen Untersuchung im Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier sind Gegenstand einer eigenen Veröffentlichung (DÖRING et al., Zeitschrift Geoprofil, in Vorbereitung).

Der Vergleich ergibt, dass die untere Sporen-Zone in Zwickau (**WZ 1**) weitgehend der Sporen-Teilzone SL 21 des Saar-Lothringer Beckens entspricht. Übereinstimmende bzw. stratigraphisch wichtige Elemente sind folgende:

Cristatisporites spp.
Cingulizonates loricatus
Punctatosporits minutus
Punctatosporits granifer
Thymospora obscura
Torispora securis - Torispora laevigata - Gruppe
Vestispora fenestrata
Westphalensisporites clarus (= *W. irregularis*).

Im Detail können folgende Vergleiche durchgeführt werden:

- *Torispora securis* und *Punctatosporites granifer* treten im Saar-Lothringer Becken ab Sporen-Teilzone SL 223 (etwa bei Tonstein 280) als Dominanten auf (im Saarland wurde *T. securis* in der Sulzbach-Formation nachgewiesen, und zwar ab Tonstein 300 vereinzelt und ab Flöz 20 regelmäßig auftretend: CLEAL 1984). In Zwickau kommen in der Sporen-Zone WZ 1 *T. securis* und *P. granifer* mäßig häufig bis zahlreich (Segen Gottes-Flöz, Ludwig-Flöz) vor; letztere Art ist aber auch im gesamten Profil des Zwickauer Karbons gelegentlich zahlreich vorhanden.
- *Westphalensisporites clarus* und *Vestipora fenestrata* treten im Saar-Lothringer Becken etwas unterhalb des Tonsteins 200, ab Flöz 8, häufiger auf. In Zwickau kommen beide im unteren Bereich der WZ 1-Zone als seltene Komponenten vor; im höheren Bereich derselben (Ludwig-Flöz) ist *Westphalensisporites clarus* etwas zahlreicher vorhanden.
- Bei Tonstein 200 treten im Saar-Lothringer Becken erstmalig im Profil *Torispora verrucosa* und *Thymospora obscura* auf, jedoch nur als sehr seltene Elemente. (Ihre maximale Verbreitung erreichen sie erst ab Tonstein 60, im mittleren Bereich des Westfal D). *Thymospora obscura* ist in der gesamten WZ 1-Zone vorhanden, aber nur im Segen Gottes-Flöz relativ häufig. Dagegen ist *Torispora verrucosa* in Zwickau erst oberhalb der WZ 1-Zone nachgewiesen worden.
- *Cingulizonates loricatus* kommt im höheren Bereich der Sulzbach-Formation bis Tonstein 300 als ein sehr häufiges und bis zur Basis der Forbach-Formation nur noch als seltenes Element vor. In Zwickau ist die Art als eine vereinzelt auftretende Komponente im Segen Gottes-Flöz vorhanden.
- *Cristatisporites* spp. wurde im Saar-Lothringer Revier bis in den höheren Bereich der Forbach-Formation (zwischen Tonstein 200 und 100) als überwiegend häufige und darüber bis etwa in das untere Drittel der St. Avold-Formation hinein als seltene Gattung ausgewiesen. In Zwickau kommt *Cristatisporites* spp. nur im Segen Gottes-Flöz vereinzelt vor.

Der überwiegende Teil der noch im höheren Westfal C des Saar-Lothringer Reviers auftretenden Taxa (z. B. *Savitrisporites nux, S. concavus, Vestispora costata*) ist in den Zwickauer Profilen nicht vorhanden.

Die dargelegten Befunde belegen, dass **die Sporen-Zone WZ 1 höchstwahrscheinlich mit der Sporen-Teilzone SL 21 des Saar-Lothringer Beckens stratigraphisch gleichzusetzen ist** und somit dem unteren Westfal D zuzuordnen wäre. Mit Sicherheit liegt deren Untergrenze nicht unterhalb des Tonsteins 200 (also unterhalb Sporen-Teilzone SL 221), der sich allerdings bereits im höchsten Westfal C befindet.

Die **mittlere Sporenzone in Zwickau** (**WZ 2**) kann im Saar-Lothringer Becken mit der Sporen-Teilzone 12 und dem unteren Abschnitt der Sporen-Teilzone 112 insbesondere auf Grund des Auftretens folgender Sporen verglichen werden:

- *Westphalensisporites clarus* ist etwa bis zur oberen Begrenzung der Sporen-Teilzone SL 12 (Flöz 9) vertreten, fällt dann aus, um im mittleren Teil der SL 111-Einheit noch einmal als sehr seltenes Element zu erscheinen. Sehr vereinzelt ist er noch höher, und zwar in der tieferen Göttelborner-Formation (Sporen-Zone SL 03), anzutreffen. In Zwickau ist die Art in der Sporen-Zone WZ 2 bis Rußkohlenflöz I häufig, im oberen Bereich derselben (Schichtkohlenflöz I) sowie in der hangenden Sporen-Zone WZ 3 dagegen nur noch selten vorhanden.
- *Vestispora fenestrata* ist im mittleren Teil der St. Avold-Formation und im tieferen Teil der Faulquemont-Formation (diese Teile entsprechen dem Grenzbereich der Sporen-Teilzonen SL 21/12 bzw. dem oberen Bereich der Teilzone 12) relativ häufig (vgl. Pkt. 4.2.3: Brg. Mülsengrund 18). Die Art ist in den Sporen-(Teil-) Zonen WZ 2 und insbesondere WZ 3.1 sehr zahlreich vertreten.
- *Torispora verrucosa* kommt im Saar-Lothringer Karbon in einem höheren Teil der Forbach-Formation (ab Tonstein 200) sowie im Bereich höhere St. Avold-Formation bis Faulquemont-Formation [entspricht den Sporen-(Teil-) Zonen SL 221 sowie SL 12 und SL 11] vor. Sehr vereinzelt ist die Art noch höher, und zwar in der mittleren Göttelborn-Formation (Sporen-Zone SL 03), anzutreffen. Häufigkeitsmaxima treten jedoch nur im oberen Teil der St. Avold-Formation (sehr markante Epibole in der Sporen-Teilzone SL 12) - ab Tonstein 60 - und im mittleren sowie im höchsten Teil der Faulquemont-Formation (höchste Bereiche der Sporen-Teilzonen SL 112 und SL 111) auf. Eine Parallele zu dem ausgeprägten Häufigkeitsmaximum in der St. Avold-Formation dürfte in Zwickau das erstmalige Erscheinen dieser Art in der Sporen-Zone WZ 2 darstellen.

Aufgrund der insgesamt analogen sporenstratigraphischen Verhältnisse ist die **Zwickauer Sporen-Zone WZ 2 mit der Teilzone SL 12 und einem tieferen Bereich der Teilzone SL 112 des Saar-Lothringer Beckens zu korrelieren,** und damit dem mittleren CwD zuzuordnen.

Für die **obere Sporenzone in Zwickau (WZ 3)** ist in Korrelation mit dem Profil des Typusgebietes an der Saar der Beginn des regelmäßigen Vorkommens von *Spinosporites spinosus* von wesentlicher Bedeutung.

Spinosporites spinosus ist i. Allg. erst ab höherem Westfal D deutlich verbreitet. Im Saar-Lothringer Be-

cken wurde diese Art jedoch bereits mit wenigen Exemplaren im tieferen Westfal D (mittlere Avold-Fm.) nachgewiesen, fehlt jedoch im mittleren Westfal D völlig (oberer Bereich der Avold-Fm. und unterer Bereich der Faulquemont-Fm.) und wird erst ab höherem Westfal D (ab mittlerer Faulquemont-Fm. und ab Mitte der Sporen-Teilzone SL 112.) eine zahlreichere Komponente der Sporenführung. In Zwickau ist *Spinosporites spinosus* ab Zachkohlenflöz eindeutig und als ein relativ häufiges Element nachzuweisen. Es ist anzunehmen, dass diese stratigraphische Marke in beiden Regionen zeitgleich ist.

In der Sporen-Teilzone WZ 3.2 tritt *Microsporites radiatus* (IBR.) auf, der im Zwickauer Karbon nur in den Elligen Flözen gefunden worden ist, im 3 ½ Elligen Flöz sogar relativ häufig. In Lothringen kommt die Gattung *Microsporites* im gesamten Profil vor, allerdings mit mehrfachen längeren Unterbrechungen und meist in sehr geringer Anzahl. Nur im tiefsten Bereich des Stefans - nur wenig oberhalb des Holzer Konglomerats - ist sie quantitativ wesentlich stärker vertreten. Wenngleich diese Vorkommen in beiden Regionen sehr wahrscheinlich chronostratigraphisch nicht völlig identisch sind, so dürfte doch eine tendenzielle Übereinstimmung in der sporenstratigraphischen Abfolge bestehen.

Die Sporen-Zone WZ 3 wäre somit einem höheren Abschnitt der Teilzone SL 112 und der Teilzone SL 111, dem höheren Westfal D zuzuordnen. Ein Hineinreichen des Abschnitts WZ 3.2 (Ellige Flöze) in die Sporen-Zone SL 03 (unterer Teil der Göttelborn-Fm.) kann jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden, da z. B. die im höheren Zwickauer Karbon relativ häufig auftretenden Arten *Punctatosporites rotundus* und *Punctatisporites obliquus* im Saar-Lothringen-Revier erst in der Göttelborn-Fm. und Dilsburg-Fm. mit größeren Anteilen vertreten sind (vgl. Beilage 4-3). PEPPERS (1984) führt allerdings beide Arten in anderen Regionen des euramerischen Florengebietes als quantitativ untergeordnete aber regelmäßig vorkommende Elemente auch des tieferen Westfal D an (Beilage 4-4).

Zur chronostratigraphischen Position der Grenzen des Westfal D:

Zur unteren Grenze des Westfal D gibt es unterschiedliche Auffassungen. Im vorliegenden Beitrag wird die Basis der Biozone von *Neuropteris ovata* entsprechend der Festlegung des 5. Internationalen Kongresses für die Stratigraphie und Geologie des Karbons (2. Resolution, T. I. Paris 1963) als solche angesehen. In Lothringen beginnt das Westfal D mit dem Flöz Wohlwert (bzw. seinen stratigraphischen Äquivalenten; LAVEINE 1974), das sich zwischen den Tonsteinen 200 (Untergrenze der OT-Sporen-Zone, CLAYTON et al. 1977) und 100 befindet. Im Saarland ist der unterste Horizont dieser Stufe Flöz Serlo, das im höheren Teil der Luisenthal-Formation und ebenfalls zwischen den Tonsteinen 200 und 100 liegt (CLEAL 1984).

Kennzeichnend für den Westfal C/D-Grenzbereich im Saar-Lothringer Becken sind:

- Ende der „Epibole“ (Maximalverbreitung) von *Cingulizonates loricatus* etwa bei Tonstein 300;
- Beginn der Epibole von *Torispora securis* und *Punctatosporites granifer* bei Tonstein 280;
- erstmaliges Auftreten der Sporengruppe *Thymospora* spp.; deutliche Häufigkeitszunahme von *Westphalensisporites clarus* und *Vestispora fenestrata* etwa bei Tonstein 200 (bei Flöz 8);
- markante Reduzierung der Häufigkeit von *Cristatisporites* spp. unmittelbar unterhalb von Flöz Wohlwert.

Die mikropaläobotanischen Abgrenzung des Westfal vom Stefan ist im Saar-Lothringer Becken recht deutlich. Beckengenetisch ist die Westfal D-Obergrenze jedoch durch das Holzer Konglomerat markiert, was daher ihre genaue biostratigraphische Bestimmung erschwert. Die mikropaläobotanischen Abfolgen im Westfal D/Stefan-Grenzbereich anderer Regionen des euramerischen Florengebietes, die durchgehende Profile aufweisen (u. a. Asturien, Spanien; CHATEAUNEUF 1973), lassen sich zurzeit mit den sporenstratigraphischen Verhältnissen Saar-Lothringens im Detail nicht vergleichen.

4.2.5 Vergleich mit den sporenstratigraphischen Verhältnissen weiterer euramerischer Oberkarbon-Becken

(vgl. Beilage 4-4)

Zur Absicherung der getroffenen stratigraphischen Aussagen wurde der sporenpaläontologische Kenntnisstand in zahlreichen anderen europäischen und amerikanischen Oberkarbon-Becken ermittelt und zum größten Teil in Beilage 4-4 zusammengestellt (Literaturhinweise in der Legende). PEPPERS (1984) korrelierte Sporenzonen des Pennsylvaniens von Illinois mit denen des Oberkarbons W-Europas. Seine synoptische tabellarische Darstellung der stratigraphischen Verbreitung wichtiger Leitformen erlaubt gute Vergleiche mit den Verhältnissen weiterer Vorkommen in Mittel- und Osteuropa. Sie bildete z. T. die Grundlage für die Angaben der altersmäßigen Reichweite der Sporen in Beilage 4-4. In dieser Tabelle sind - ebenso wie beim Vergleich mit den sporenstratigraphischen Verhältnissen im Saar-Lothringer Becken (Beilage 4-3) - für die Korrelierung des sächsischen Karbons mit Profilen anderer Regionen sowohl die betreffenden Sporen von Zwickau (Referenzprofil) als auch die von Lugau-Oelsnitz angeführt worden, wobei hier ihre stratigraphischen Reichweiten zusammengefasst dargestellt sind.

4.2.6 Chronostratigraphische Einstufung der Zwickauer Sporenzonen

Chronostratigraphische Einstufung der Sporen-Zone WZ 1

Die markante sporenstratigraphische Grenze im Bolsovium/Westfal D-Grenzbereich des Saar-Lothringer Raums (bei Tonstein 200) - das Einsetzen (Basis der Biozone) von *Thymospora* spp. (*T. obscura, T. thiessenii*) im stratigraphischen Niveau der Basis der OT-Sporen-Zone bzw. der Zone 221 - ist auch in Illinois, Spanien, Großbritannien, N-Frankreich, Polen (Oberschlesien, Lublin) und im Donezk-Becken nachgewiesen worden.

Bis in das mittlere Westfal D hinein ist *Thymospora* spp. jedoch zahlenmäßig nur untergeordnet vertreten, um dann im höheren Bereich desselben (ab einem stratigraphischen Niveau, das in Lothringen in etwa dem Tonstein 60 entspricht) größere Prozentanteile aufzuweisen. In Tschechien wird die Gattung (*T. pseudothiessenii*) aus dem oberen Bereich des Westfal D und aus dem Stefan (Plzen- und Kladno-Rakovnik-Becken: Nevren-Gruppe, Kounov-Gruppe) angeführt (KALIBOVA 1972). Im Zwickauer Revier treten die Arten *T. obscura* und *T. thiessenii*; bereits in den untersten Flözen auf; erstere ist hier relativ häufig (Segen Gottes-Flöz).

In höheren Profilbereichen (WZ 2; WZ 3) kommen beide Arten nur noch vereinzelt bzw. selten vor.

Etwa im stratigraphischen Niveau des Tonsteins 200 setzen im euramerischen Florengebiet u. a. ein:

- *Cadiospora magna*: Das stratigraphische Vorkommen der Art reicht hier vom höchsten Westfal C bis Autun; sie ist aber nur im Westfal D relativ häufig. In Zwickau ist *C. magna* als ein vereinzelt bzw. selten auftretendes Element in der Sporen-Zone WZ 1 (ab Segen Gottes-Flöz) und in der WZ 3.2-Teilzone vorhanden.
- *Florinites ovalis* ist aus dem höchsten Westfal C sowie aus dem Westfal D, Luisenthal- und Heiligenwald-Fm. (BARTH 1962), und Stefan (BHARDWAJ 1957a) des Saarkarbons beschrieben worden; die Art konnte auch im tieferen Westfal D von Rügen sowie in Vergleichsproben des unteren Westfal D Oberschlesiens nachgewiesen werden (DÖRING 1975a). In Zwickau tritt die Art erst ab Sporen-Zone WZ 3.1 auf.
- *Guthörlisporites magnificus* ist aus dem oberen Westfal D (Nevren-Fm.) sowie aus dem Stefan B/C (Kounov-Fm.) Zentralböhmens (KALIBOVA-KAISEROVA 1972) sowie aus der Isajevskaja- und Avilovskaja-Fm. des Donezk-Beckens bekannt (INOSOVA et al. 1976). Im Saargebiet kommt er im Stefan B-C (BHARDWAJ 1955) und als sehr seltenes Element im unteren Westfal D (Luisenthal-Fm.) vor (BARTH 1962). Im Zwickauer Revier ist *G. magnificus* nicht nur in der Sporen-Zone WZ 1 (Segen Gottes-Flöz) sondern auch in der Sporen-Teilzone WZ 3.2 (3 ½ Elliges Flöz) vorhanden.
- *Lundbladispora gigantea* tritt in W-Europa vereinzelt bereits im höheren Westfal C und im Westfal D auf und wird hier im Stefan zu einem zahlenmäßig vorherrschenden Mikroflorenelement (CLAYTON et al. 1977). In Illinois ist *Lundbladispora simoni* - eine *L. gigantea* gestaltlich sehr ähnlich ausgebildete Sporengruppe - aus der McLeansboro Group bekannt (PEPPERS 1964). In Zwickau wurde *L. gigantea* in den 2 und 3 ½ Elligen Flözen als ein seltener Bestandteil nachgewiesen.
- *Mooreisporites inusitatus* beginnt mit seiner stratigraphischen Reichweite in Illinois und Großbritannien im höchsten Westfal C (bzw. seinem stratigraphischen Äquivalent) und kommt bis in das obere Westfal D hinein vor. In Virginia wurde *M. inusitatus* in der Kittaning-Fm. (etwa mittleres Westfal D) nachgewiesen. Die Art tritt im Zwickauer Revier ab Segen Gottes-Flöz als ein vereinzelter Bestandteil in den Sporen-Zonen WZ 1 und WZ 2 auf.
- *Schopfites* spp. kommt in Illinois bereits vereinzelt in der tiefsten Spoon-Fm. vor (PEPPERS 1970, 1984). Mit den Arten *S. colchesterensis* und *S. dimorphus* wird die Gattung in der höheren Spoon-Fm. und in der unteren Carbondale-Fm. (= CP-Sporen-Zone) ein regelmäßiger Bestandteil der Mikroflora. In Iowa (RAVN 1986) tritt *Schopfites* mit *S. carbondalensis* im höchsten Teil der Cherokee-Fm. und in der Marmaton-Fm. auf. In Großbritannien, W-Nordfrankreich und Oberschlesien ist *Schopfites* spp. im Westfal D vertreten, wenngleich in unterschiedlichen Bereichen. In Zwickau kann die Gattung ab Sporen-Zone WZ 2 aufwärts im gesamten Karbonprofil nachgewiesen werden, wobei sie jedoch überwiegend nur vereinzelt bzw. selten, im 2 Elligen Flöz dagegen häufig vorkommt.
- *Triquitrites minutus* ist aus Illinois bekannt, wo seine Verbreitung an der Basis der Spoon-Fm. (oberstes Westfal C) beginnt und bis zum mittleren McLeansboro (Stefan B) reicht (PEPPERS 1984); im Saargebiet kommt die Art in der Heiligenwald-Fm. (höheres Westfal D, BARTH 1962), in Großbritannien (BUTTERWORTH 1984) im mittleren und oberen Westfal D vor. Auf Rügen wurde diese Art in den Dornbusch-Sch. (unteres Westfal D) nachgewiesen. In Zwickau ist *T. minutus* bisher nur in der Brg. Mülsengrund 6 bekannt, und zwar im Bereich Lehekohlen- bis Scherbenkohlenflöz.
- *Triquitrites protensus* kommt in Illinois in der höchsten Spoon-Fm. und in der Carbondale-Fm. vor (PEPPERS 1970; der betreffende Profilbereich von Dekover Coal bis Danville (7) Coal entspricht dem mittleren und höheren Westfal D); in Großbritannien ist die Art im Westfal D (BUTTERWORTH 1984) nachgewiesen worden. In Zwickau tritt *T.*

protensus vereinzelt bis selten in den Sporen-Zonen WZ 1 (Segen Gottes-Flöz), WZ 2 (Rußkohlenflöz 2) und WZ 3 (Scherbenkohlenflöz) auf.

- *Triquitrites spinosus* kommt in Texas in der oberen Strawn-Stufe (entspricht dem Carbondale) vor. In Illinois ist er vereinzelt in der höchsten Spoon-Fm. vorhanden und wird nach dem Hangenden hin ab Carbondale-Fm. bis in die höhere McLeansboro Grp. hinein ein regelmäßiger Bestandteil (KOSANKE 1950, PEPPERS 1964, 1970). In Großbritannien ist die Art bereits selten im höchsten Westfal C und häufig im gesamten Westfal D anwesend (BUTTERWORTH 1984). *T. spinosus* ist auch im oberen Westfal D Nordwestdeutschlands (Region Mittelweser) nachgewiesen worden (DÖRING 1996). In Zwickau ist die Art in der WZ 1- und WZ 2-Zone vorhanden.
- *Vesicaspora wilsonii* kommt in Illinois von der mittleren Spoon-Fm. (etwa tieferes Westfal D) bis zur Hangendgrenze der Carbondale-Fm. (höchstes Westfal D) und ab einem höchstem Bereich der Modesto-Fm. (entspricht etwa dem oberen Barruelium) im gesamten höheren Karbon vor (PEPPERS 1984). In Virginia ist die Art aus der Kittaning-Fm. bekannt (HABIB 1966); letztere entspricht dem mittleren bis höheren Teil der Carbondale-Fm. (etwa mittleres Westfal D). In Zwickau kann die Art vereinzelt in den 3 ½ und 3 Elligen Flözen nachgewiesen werden.

Bei einigen Sporengruppen, die in Zwickau in den ältesten Flözen auftreten, endet die stratigraphische Reichweite in anderen Karbonvorkommen des euramerischen Gebietes in etwa an der Grenze Westfal C/D (beziehungsweise im stratigraphisch äquivalenten Niveau):

- *Cingulatizonates loricatus* kommt in Europa (Großbritannien, Saar-Lothringen, Niederlande, Oberschlesien) überwiegend bis zu einem stratigraphischen Niveau vor, das im höheren Bolsovium liegt, und sich zwischen den Tonsteinen 280 und 200 (Bereich der Sporen-Subzonen 223-222) Lothringens befindet. In einigen Karbon-Becken endet seine Reichweite jedoch auch etwas darunter (Ruhr), beziehungsweise darüber (Belgien, W-Nordfrankreich). In Illinois kommt *C. loricatus* bis in den höchsten Bereich der Abott-Formation (stratigraphisches Niveau zwischen den Tonsteinen 280 und 200 Lothringens) vor. In Zwickau tritt die Art nur im Segen Gottes-Flöz auf.
- *Cristatisporites indignabundus* reduziert in W-Europa unterhalb der Westfal C/D-Grenze markant seine Häufigkeit (im Saar-Lothringer Becken unter Flöz Wohlwert, d. h. etwa im Niveau des Tonsteins 200), die Art kommt als seltenes Element jedoch noch bis ins tiefere Westfal D hinein vor. Im Zwickauer Revier tritt *C. indignabundus* nur im Segen Gottes-Flöz auf.
- *Reticulatisporites polygonalis* ist aus dem tieferen Westfal (einschließlich Bolsovium) Nordamerikas und W-Europas bekannt (PEPPERS 1984). In Zwickau ist er sehr vereinzelt im Segen Gottes-Flöz (WZ 1-Zone) und im Zachkohlenflöz (WZ 2-Zone) nachgewiesen worden.

Obwohl die geschilderten sporenpaläontologischen Verhältnisse für eine chronostratigraphische **Zuordnung des Sporen-Abschnitts WZ 1 nicht völlig eindeutig** sind, ist ein **unteres Westfal D-Alter sehr wahrscheinlich**; auf keinen Fall kommt eine stratigraphische Einstufung unter der Sporensubzone 221 (Saar-Lothringen) in Betracht.

Chronostratigraphische Einordnung der Sporen-Zone WZ 2

In Profilbereichen, die dem mittleren Westfal D entsprechen - etwa Sporenzone 12 Saar-Lothringens - sind folgende sporenstratigraphische Verhältnisse bzw. Marken von Bedeutung:

- *Endosporites zonalis*: Die Art ist aus dem Bereich Westfal A bis tieferes Westfal D der meisten Vorkommen bekannt (u. a. Illinois, Großbritannien und W-Nordfrankreich). In Zwickau tritt *Endosporites zonalis* nur in der Sporen-Zone WZ 1 auf.
- *Schopfites dimorphus*: beginnt in Illinois an der Basis der Sporen-Zone CP (höchster Bereich der Spoon-Formation); gleichzeitig ist dies der Beginn des Vorkommens in Iowa, und zwar an der Basis der Swede Hollow-Fm. (Diese Formation ist der höchste Teil der Cherokee-Gruppe.; letztere und die Marmaton-Gruppe werden von RAVN (1986) mit der Carbondale-Fm. in Illinois stratigraphisch korreliert.) Die von Großbritannien bereits aus dem höchsten Westfal C angeführten und als *Schopfites dimorphus* bestimmten Sporen gehören möglicherweise nicht zu dieser Art (vgl. PEPPERS 1984). *Schopfites dimorphus* ist in Zwickau ab der Sporen-Zone WZ 3.1 vorhanden.
- Der Beginn der Verbreitung von *Spinosporites spinosus* ist für die chronostratigraphische Korrelierung der Grenze WZ 2/WZ 3 von besonderer Bedeutung (detaillierte Angaben erfolgen bei der Erörterung der Sporenzone WZ 3).
- *Thymospora* spp. zeigt keine „Epibole“ im Zwickauer Revier wie sie im Bereich des mittleren und oberen Westfal in anderen Becken des euramerischen Florengebietes deutlich erkennbar ist. Die Gattung (*T. obscura, T. thiessenii*) tritt in der WZ 1-Zone z. T. bereits mäßig häufig auf und ist in den höheren Profilbereichen auch nicht zahlreicher vorhanden. Jedoch kommt ab der Sporen-Zone WZ 2 (Amandus-Flöz) *Torispora verrucosa* erstmalig im Profil vor und da enge morphologische Beziehungen zwischen den Arten *Thymospora obscura* und *Torispora verrucosa* bestehen (vgl. z.

B. SMITH & BUTTERWORTH 1967, ALPERN et al. 1970), deuten sich ähnliche Verhältnisse an. Erst im höchsten Bereich des Zwickauer Profils - Ellige Flöze - tritt eine weitere Art der Gattung *Thymospora* (*T. verrucosa*) auf.

Chronostratigraphische Einordnung der Sporen-Zone WZ 3

Die stratigraphische Stellung der Sporen-Zone WZ 3 ist vor allem durch das Aussetzen präexistenter und das Einsetzen neuer Sporenarten definiert. Gegenüber Pkt. 4.2.4 (mittleres CwD) ergeben sich keine weiteren Erkenntnisse. In der Sporen-Zone WZ 3 treten Sporengruppen auf, die in jüngeren chronostratigraphischen Einheiten als Westfal D oder ihren Äquivalenten nicht mehr vorkommen, oder die nur in sehr vereinzelten Fällen noch im Stefan einiger Becken als seltener Bestandteil auftreten können:

- *Alatisporites* spp. kommt im gesamten euramerischen Raum im Bereich Westfal A bis D als ein regelmäßiger oder auch häufiger Bestandteil der Sporen-Gesellschaften vor (u. a. Illinois, Iowa, Spanien, Großbritannien, Polen: Oberschlesien und Lublin). In Asturien ist er auch noch im Grenzbereich Westfal/Stefan - mittlere Sorriego-Fm. - vorhanden. Als seltene Elemente wurden Arten dieser Gattung allerdings auch im Stefan (ALPERN 1958) und in permischen Ablagerungen S-Deutschlands (LESCHIK 1956) wie Nordamerikas (WILSON 1962) nachgewiesen. In Zwickau tritt die Gattung in der Sporen-Zone WZ 1 und in der Sporen-Teilzone WZ 3.1 mit z. T. größeren Häufigkeiten auf.
- *Dictyotriletes danvillensis* wurde in Illinois aus der höchsten Carbondale-Formation (Danville coal) beschrieben. Im Bereich des Zachkohlenflözes von Zwickau (auch Brg. Mülsengrund 6) ist die Art z. T. häufig vorhanden.
- *Triquitrites* spp. ist aus dem Westfal Tschechiens und Polens bekannt. Die Gattung kommt in Westeuropa vom oberen Westfal A bis einschließlich unteres Stefan (etwa bis Untergrenze der ST-Sporen-Zone; in Saar-Lothringen bis Tonstein C) als ein häufiges Mikrofloren-Element vor und ist in den hangenden Teilen des Oberkarbons nur noch selten anzutreffen. In stratigraphisch äquivalenten Bereichen tritt die Gattung im Donezk-Becken und in N-Amerika auf. Einige dieser Arten sind für den Bereich Westfal B bis Westfal D charakteristisch wie *T. sculptilis* und *T. exiguus.* Im Zwickauer Revier ist *Triquitrites* spp. im gesamten Oberkarbon-Profil mit einer größeren Anzahl an Arten - u. a. *T. sculptilis* und *T. exiguus* (Brg. Mülsengrund 7) - vorhanden, wobei diese hier eine unterschiedliche Verbreitung aufweisen und z. T. recht häufig sind.
- *Vestispora fenestrata* tritt im Bereich Westfal B - D bzw. in dessen chronostratigraphischen Äquivalenten des gesamten euramerischen Gebiets auf; allerdings kommt sie als sehr seltenes Element auch noch im Saar-Lothringer Stefan A vor. Über die stratigraphische Reichweite der Art wurde bereits ausführlich berichtet (vgl. Punkt 4.2.4 und 4.2.3: Brg. Mülsengrund 18). *V. fenestrata* kommt nahezu in allen untersuchten Zwickauer Flözen vor; sie ist in der Sporen-Zone WZ 1 relativ selten, in den (Teil-) Zonen WZ 2 sowie WZ 3.1 zahlreich und WZ 3.2 nur noch mäßig häufig vorhanden.
- *Vestispora foveata* kommt in Illinois vom oberen Teil der Spoon-Formation bis zur mittleren Teil der Carbondale-Formation und in Iowa von der Kalo-Formation bis Floris-Formation (entspricht in Illinois dem höchsten Teil der Abbott-Fm. und der Spoon-Fm.) vor. Im Saargebiet ist sie aus der Luisenthal-Fm. und Heiligenwald-Fm. bekannt (BARTH 1962). Im sächsischen Raum ist *Vestispora foveata* nur im Bereich des Zachkohlenflözes der Brg. Mülsengrund 6 nachgewiesen worden.
- *Vestispora profunda* wurde in Illinois in der Carbondale-Fm. (höheres Westfal D) (PEPPERS 1964), auf Rügen in den Dornbusch-Schichten (Westfal D, DÖRING 1975a) und im Donezk-Becken in der mittleren Moskva-Stufe (höheres Bolsovion bis tieferes Westfal D) (OWENS et al. 1978) nachgewiesen. In Zwickau ist die Art in den Sporen-Zonen WZ 1 und WZ 3.1 vorhanden, jedoch nur als ein sehr seltenes Mikrofloren-Element.

Eine weitere biostratigraphische Marke im Profil des Typusgebietes Saar-Lothringen ist der Beginn des regelmäßigen Vorkommens von *Spinosporites spinosus,* der hier im höheren Westfal D (ab mittlerem Bereich der Faulquemont-Fm.) erfolgt (vgl. Pkt. 4.2.4). Diese Marke ist auch für die **Liegendgrenze der Sporen-Zone WZ 3** Sachsens von wesentlicher Bedeutung. In Zwickau ist *Spinosporites spinosus* im obersten Flöz der Sporen-Zonen WZ 2 (Schichtenkohlenflöz 1) vereinzelt vorhanden, wird dann aber erst ab Basis WZ 3.1 ein regelmäßiger und relativ häufiger Bestandteil der Mikrofloren. (Im Lugau-Oelsnitzer Revier tritt die Art sehr sporadisch bereits im höchsten Bereich der Zone WZ 1 - Vertrauenflöz - und in der WZ 2-Einheit auf, ist aber auch hier erst in der WZ 3-Zone ein relativ häufiges Element). Die Art setzt ebenfalls in anderen Regionen im höheren Westfal D mit seiner Verbreitung bzw. mit seinen regelmäßigen Vorkommen ein (u. a. in Großbritannien, Donezk-Becken).

Die meisten Sporen, die mit ihrer stratigraphischen Verbreitung im Bereich Cantabrium/Barruelium bzw. in dessen stratigraphischem Äquivalent der euramerischen Becken nach bisherigem Kenntnisstand einsetzen, kommen in Zwickau nicht vor. Einige diesbezügliche Sporengruppen seien angeführt: *Vittatina* spp., *Cordaitina* spp., *Savitrisporites majus* BHARD., *Vesicaspora ovata* (BALME & HENN.), *Centosporites symmetricus* PEP.

Andererseits treten aber auch im Zwickauer und im benachbarten Oberkarbon einige Sporengruppen auf, die in anderen Becken erst im Stefan (bzw. in stratigraphischen Äquivalenten) auftreten: es sind dies „*Punctatisporites*“ *corona* (Zachkohlenflöz 1 bis Ellige Flöze) und *Punctatisporites variusetosus* (Zachkohlenflöz 1). Sie treten in Zwickau allerdings nur in der Sporen-Zone WZ 3 als seltene Mikrofloren-Elemente auf. Die genannten Arten sind aus der McLeansboro-Gruppe von Illinois beschrieben worden.

Insgesamt sprechen auch die hier dargelegten sporenstratigraphischen Verhältnisse für eine **Einstufung des Sporen-Abschnitts WZ 3 in das höhere Westfal D**. Ein Hineinreichen des Abschnitts WZ 3.2 (Ellige Flöze) in das Cantabrium bzw. tiefes Stefan ist sehr unwahrscheinlich, kann aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Gegenwärtig fehlen im Westfal D/Stefan-Grenzbereich noch spezielle Untersuchungen in Regionen mit lückenlos durchgehenden Profilen (Spanien, Donezk, Illinois, Indiana), die über die Möglichkeiten einer genaueren sporenstratigraphischen Abgrenzung des Westfal vom Stefan Auskunft geben könnten.

4.3 Die Makrofauna der Zwickau-Formation (WITZMANN, F.; KAHLERT, E. & SCHULTKA, ST.)

Im Vergleich mit anderen intramontanen Becken des euramerischen Karbons sind aus dem „Erzgebirgischen Becken i. e. S.“ relativ wenig Faunenreste bekannt. Besonders das weitgehende Fehlen von Fischfossilien ist auffällig. Nur ein einziges Mal werden Ganoidfischreste aus dem benachbarten Oelsnitzer Revier erwähnt (BECK 1917). Die Ursache dafür erklärt SCHNEIDER (pers. Mitteilung 2008) durch das Fehlen der beckenzentraleren Ablagerungen, die weiter im Norden zu erwarten wären, aber vollständig erodiert wurden. Der noch erhaltene Ablagerungsraum mit seinen stark wechselnden Sedimentationsbedingungen bot dagegen für eine entsprechende Fauna alle notwendigen Voraussetzungen zur Erhaltung, wenn auch hier im tiefsten Anteil des Profils, der Schedewitz-Formation, tierische Reste fehlen (SCHNEIDER et al. 2005).

Einhergehend mit der sehr frühzeitig einsetzenden paläontologischen Bearbeitung dieses Beckens, wurde bereits in der „Gäa von Sachsen“ (GEINITZ 1843) auf Insektengänge bei Sigillarien hingewiesen. In der Folgezeit sind von vielen Autoren eine Reihe unterschiedlicher Taxa aufgefunden, beschrieben oder nur nebenher erwähnt worden, wie die Schuppen von Ganoidfischen bei BECK (1915).

Dabei könnte auch manches Tierfossil falsch interpretiert und als Pflanzenrest angesehen worden sein. So bildet GEINITZ (1855: 3, Taf. 35, Fig. 1-3) vom Hänichener Steinkohlenwerk Dresden den Pilz *Gyromyces ammonis* GÖPPERT 1853 ab. Seine Fig. 1 und 2 lassen aber deutlich erkennen, dass es sich hier um den Steinkern eines Wurmbaues handelt, wahrscheinlich um die weit verbreitete Gattung *Spirorbis*. Solche Steinkerne sind nicht selten und so ist nicht auszuschließen, dass bei genauerer Untersuchung der Pflanzenreste des Erzgebirgischen Beckens auch diese Gattung sicher nachgewiesen wird.

Dass Funde von tierischen Resten auch heute noch möglich sind, zeigen die Haldenfunde von Spinnentieren, Estherien, Ostracoden und verschiedenen Insektenflügeln vor allem in den letzten Jahren durch Privatsammler (lt. freundl. mündl. Mitt. J. MEYER, Ebersbrunn, 2002). Stratigraphisch sind die meisten bisher gefundenen tierischen Reste ohne großen Wert, abgesehen von den Insektenresten. *Sooblatta sterzeli* (HANDLIRSCH 1909) spricht aufgrund seiner Verbreitung in Nova Scotia für Westfal D und die Gattung *Archimylacris* überschreitet die Westfal/Stefan Grenze nicht (SCHNEIDER et al. 2005). Zudem stellen die Funde aus der Zwickau-Formation weit entwickelte Formen dar, was als deutlicher Hinweis auf hohes bis höchstes Westfal D-Alter gedeutet werden kann.

Von der Halde des Schachtes Martin-Hoop IV stammt aus den 70iger Jahren der Fund einer etwa 3 cm großen, rundlich-ovalen ?Knochenplatte. Die Skulptur der Oberfläche besteht aus Gruben und Leisten, die radial von einer zentralen Erhöhung ausgehen (Abb. 4-20). Form und Struktur der Platte legen nahe, dass es sich hierbei um ein Osteoderm handelt, also um eine Hautverknöcherung, wie sie im Permokarbon von einigen Amphibien und Reptilien bekannt ist. Ungewöhnlich für ein Osteoderm ist jedoch die geringe Dicke der Platte, wie sie an der Abbruchkante zu sehen ist. Allerdings erscheint an dieser Stelle die Oberfläche erodiert und die Platte dürfte in Wirklichkeit dicker gewesen zu sein. Die zeitliche Einstufung der Fundschichten und die Morphologie der Platte machen eine Zuordnung zu den dissophoriden Amphibien am wahrscheinlichsten. Diese zumeist etwa einen halben Meter Körperlänge erreichenden Tiere besaßen auf dem Rücken einen Hautpanzer, der von zahlreichen Osteodermen gebildet wurde. Dieser Panzer könnte der Stabilisierung des Skeletts, aber auch als Schutzfunktion gegen potentielle Feinde oder das Austrocknen gedient haben.

Wenn unsere Interpretation richtig ist, handelt es sich hier erst um den zweiten Fund eines Dissophoriden in Mitteleuropa und um den geologisch ältesten Fund dieser Tiergruppe überhaupt. Weitere Funde aus dem Westfal D von Zwickau könnten daher sehr interessante Daten zur Entstehung dieser Tiergruppe beitragen. In diesem Zusammenhang ist das Vorkommen sehr seltener Fährten kleiner Amphibien (*Anthracopus saxoniae*) im Zwickauer Becken zu nennen, bei denen es sich um juvenile Dissophoriden handeln könnte.

Abb. 4-20 (links): Abdruck einer Dissophoriden-Knochenplatte, Zwickau, Halde Martin Hoop-Schacht IV, bedampft

Viele Bestimmungen in der folgenden Tabelle 4-1 sind veraltet, eine Revision und Neubestimmung wäre dringend erforderlich. Soweit möglich, wurden die heute gültigen Bestimmungen genannt, bei fehlender Information wurde ein (?) eingesetzt. Mit der Spalte „erste Erwähnung“ ist der erste Nachweis des betreffenden Fossils im „Zwickauer Revier“ gemeint.

Tab. 4-1: Bisher aus dem Zwickauer Steinkohlenrevier bekannte Faunenreste

Art	Fundort	Fundschichten	Erste Erwähnung
Merostomata:			
Arthropleurida:			
Arthropleura armata JORDAN 1854 (= *Halonia irregularis*)	Zwickau-Oberhohndorf	Scherbenkohlenflöz, Tiefes Planitzer Flöz	GEINITZ 1855
Arachnida:			
Kreischeria wiedei GEINITZ 1882	Zwickau-Reinsdorf, -Cainsdorf (Uferprofil)	Rußkohlenflöz, Tiefes Planitzer Flöz (mittl. Abt.) bis Amandus-Flöz	GEINITZ 1882
(?) Apanthomartus sp.	Zwickau	(?)	BARTHEL & RÖSSLER 1998
Paurometabola:			
Blattoidea:			
Sooblatta sterzeli (HANDLIRSCH 1909)	Zwickau, Halde Martin-Hoop-Schacht IV und Martin Hoop Werk	Schichtenkohlenflöz II,	SCHNEIDER 1983
Sooblatta lanceolata (STERZEL 1881), (= *Orthomylacris* bzw*. Blattina lanceolata*)	Zwickau, Halde Martin-Hoop-Schacht IV	(?)	SCHNEIDER 1983
Sooblatta boltoniana (BOLTON 1911), (= *Orthomylacris lanceolata)*	Zwickau, Halde	(?)	SCHNEIDER 1983
Mylacris moriensis (COPELAND 1957), (= *"Blattoidea" lobata*)	Zwickau, Martin-Hoop-Schacht IV; Zwickau-Reinsdorf	Schichtenkohlenflöz II, Rußkohlenflöz	SCHNEIDER 1983; HANDLIRSCH 1909
Archimylacris n.sp. 1	Zwickau	(?)	SCHNEIDER 1983
Necymylacris sp.	Zwickau-Cainsdorf (Uferprofil)	Tiefes Planitzer Flöz	SCHNEIDER et al. (2005)
Branchiopoda:			
Esteria freysteinii GEINITZ 1855, (= *Cardinia freysteini*)	Zwickau-Oberhohndorf	Scherbenkohlenflöz	GEINITZ 1855
Amphibia:			
Dissophoriden-Knochenplatte	Zwickau, Halde Martin-Hoop-Schacht IV	(?)	In diesem Band
Miscellanea (Fährten u. Fraßspuren):			
Salichnium heringii (GEINITZ 1885), (= *Saurichnites heringi*)	Zwickau, Bockwaer Communalwald	Zachkohlenflöz, Schichtenkohlenflöz	GEINITZ 1885
Cuniculonomus simplex MÜLLER 1982	Zwickau	(?)	MÜLLER 1982
Cuniculonomus subtilis MÜLLER 1982	Zwickau-Oberhohndorf	oberere Flöze	MÜLLER 1982
„Ichthyocopros“ (Rotliegend?)	Oberhohndorf, Schader-Hermann Schacht	(?)	GEINITZ 1855
Bohrgänge	Oberhohndorf	obere Flöze	GEINITZ 1843

5 Untergrundverhältnisse des Lagerstättenbereiches

(K. HOTH, H.-J. BERGER)

Nach dem bis PIETZSCH (1962: 226, 242-243) erreichten Kenntnisstand besteht das alte Schiefergebirge im Liegenden des Zwickauer Oberkarbons vorwiegend aus oberdevonischen und z. T. silurischen Bildungen sowie im Osten des Reviers, dem Mülsenfeld (= i. W. das Zwischengebiet von PIETZSCH, 1962) aus phyllitischen Gesteinen des Erzgebirgsrandes, die z. T. von ordovizischen Sedimenten abgeleitet werden können.

Die Nachaufbereitung, gelegentlich auch Nachuntersuchung der reichlich 40 Altaufschlüsse in diesem Raum, die Einbeziehung von Untertageaufschlüssen im Stadtfeld und Untertagekartierung im Mülsenfeld sowie die Aufwältigung der rd. 15 seit 1969 im südlichen Beckenrahmen niedergebrachten Kartierungsbohrungen der ehemaligen SDAG Wismut bestätigen zwar das grobe Bild von Anfang der sechziger Jahre, ergaben jedoch viele neue Einzelheiten.

Der äußerste **Südosten des Oberkarbon-Verbreitungsgebietes,** südöstlich von Friedrichsgrün und der A 72, wird vom Wildenfelser Deckenkomplex unterlagert. Die sogen. Kristallindecke (= obere Decke, entspricht WD 2 der Beilage 5-1) setzt sich aus einer Folge von phyllonitischen Glimmerschiefern und unterschiedlichen Metabasiten (Hornblende-Chloritschiefer, Chloritschiefer), ordovizisch datierten Orthogneisen (Augengneise, Muskowitgneise) und Paragneisen zusammen. Unterlagert wird diese Kristallindecke durch eine weitere Decke, die untere Decke (WD 1). Sie umfasst verschiedenste paläozoische Gesteine, insbesondere unterkarbonische Einheiten (Kohlenkalkolistolith mit Keratophyrtuff) und oberdevonische Karbonateinheiten sowie silurische Alaunschiefer als Gleitkörper. Diese Decke wiederum wurde in einer Vorphase auf ordovizische Einheiten der Erzgebirgsnordrandzone aufgeschoben. Begrenzt wird dieser Deckenkomplex auf seiner Nordwestseite durch die erzgebirgisch streichende Härtensdorfer Störung, die gleichzeitig die Grenze zwischen Erzgebirgsnordrandzone und Vogtländischer Synklinale darstellt.

Im **Gebiet südlich des Stadtfeldes**, das ist der Raum zwischen der Oberhohndorfer Hauptverwerfung bei Vielau, der Autobahnbrücke Wilkau-Hasslau und der Mulde bei Cainsdorf, liegt prinzipiell eine Abfolge von typischem Phycodenschiefer (O*Ph*2) im Süden über Gesteine der Gräfenthaler Gruppe (O*G*) bis hin zu tieferem und höherem Devon (D1-2, D3) im Nordwesten vor. Besonders bemerkenswert ist eine im Untergrund des Vielauer Waldes und nach SW darüber hinaus auftretende Schuppenfolge (SZS der Beilage 5-1) von mehr als 200 m Mächtigkeit, die aus Silur, Lederschiefer, Hauptquarzit und häufig eingeschalteten Diabasen besteht. Am westlichen Muldenufer im Bereich des Cainsdorfer Wehres setzt sich diese Schuppenzone nördlich der hier bereits überkippten Silurkomplexe im Untergrund des anstehenden Unterdevons (D1; Tentakulitenschiefer, Tentakulitenkalk) nach Südwesten in Richtung Stenn fort.

Im Untergrund des **Stadtfeldes** herrschen wie schon bei PIETZSCH beschrieben vulkanische und pelitische Bildungen des Oberdevons vor, gelegentlich ist auch Silur nachgewiesen. Im Norden ist in dem vom Bahnhofsschacht nach Osten ausgehenden Querschlag II über Bremsberg II und Querschlag III zum Bürgerschacht II Silur mit NW-SO-Streichen und nordöstlichem Einfallen als durch Störungen begrenzte Einschuppung in oberdevonischen Bildungen durchfahren worden. Den nördlichsten Nachweis für in Oberdevon eingeschupptes (?) Silur erbrachte die Brg. Pölbitz 2/48.

Diese für die Vogtländische Synklinale typischen Abfolgen sind allerdings in Nordost-Richtung nach derzeitigem Kenntnisstand nur bis an den NW-SO gerichteten Reinsdorfer Sprung, der südöstlichen Verlängerung der Crimmitschauer Störung, nachgewiesen.

Der zunächst relativ gleichförmig erscheinende Phyllitkomplex im **Mülsenfeld** lässt bei genauerer Betrachtung sowohl in den Bohrungen als auch in den vom Blindschacht 31 ausgehenden kartierten Strecken und Querschlägen 400, 401, 402, 404 und 440 und Gesteinsberg 441 verschiedene lithologische Gliederungsmerkmale erkennen: Neben Sandstreifigkeit bzw. Sandbändrigkeit zählen farbliche und lithologische Monotonie sowie Farbstreifigkeit von rot/grün dazu. Wesentlich war zunächst die Trennung von sandstreifigen und monotonen Phyllitbereichen. Dabei ergab sich, dass eine relativ homogene Rotfärbungszone, die von LUCKERT (1977) als Ausdruck einer lateritischen Verwitterung erkannt worden war, unterschiedliche Phyllitvarietäten betrifft. Es ergab sich weiter, dass diese Rotfärbung von den rot/grün gestreiften Phylliten um Brg. Mül 6/53 bis hin zu den Bohrungen Mül 18/58 und Alberthöhe 1/48 getrennt werden muss. Diese Rot-/Grünstreifung entspricht wahrscheinlich der Violettstreifigkeit der Frauenbach-Gruppe in der Erzgebirgsnordrandzone bzw. der Lobsdorf-Formation im Schiefermantel des Granulitgebirges (vgl. COURIER **200**: 184, 235; 1997). Durch die Differenzierung der Phyllite im Mülsenfeld ergab sich dort in Übereinstimmung mit den Schichtungs- und Faltenachsen-Daten das folgende Bild:

Von Osten her greift eine etwa 2 km breite, fast Ost-West-streichende Antiklinalstruktur auf das Kartengebiet über (Beilage 5-1). Diese besteht im Kern aus der genannten rot/grün gestreiften Phylliteinheit (O*Fr*2). Weiter im Osten sind durch BLÜHER im Karl Liebknecht- (= Kaiserin Augusta-) Schacht schräggeschichtete Quarzite vom Typ Gunzen, also *q*O*Fr*1 bekannt geworden. Die rot/grün gestreifte Einheit wird

im Norden, Westen und Süden von monotonen, graugrünen, homogenen und oft dickspaltenden Phylliten gerahmt, die Äquivalente des Phycodendachschiefers darstellen. Ihnen folgt nach außen ein breites Gebiet mit typischen meist grüngrauen, z. T. auch dunkelgrauen sandbändrigen Phycodenschiefern im Umfeld der Brg. Mül 19/58, Blindschacht 31, Brg. Mül 7/54, Mül 15/57 und Mül 16/57. Die Antiklinalstruktur wird auf der Südostflanke durch die SW-NO streichende Vielauer Störung, einem Parallelelement der Härtensdorfer Störung, begrenzt (Beilage 5-1).

Die geschilderten Verhältnisse insgesamt lassen auch eine prognostische Beurteilung der **aufschlussarmen Zwischengebiete** zu. Die in den Schächten Florian Kästner II (= Martin Hoop-Schacht VIII) und Zwickau Reinsdorf (= Drei Fritzen) angetroffenen Grundgebirgsgesteine, von denen nur ganz sparsame Beschreibungen vorliegen, müssen heute nicht mehr zwingend als Oberdevon angesprochen werden. Es kann sich eventuell auch um Äquivalente der im Untergrund des Vielauer Waldes auftretenden Schuppenfolgen mit Diabasen handeln, die hier bis an den Reinsdorfer Sprung reichen könnten. **Östlich des Reinsdorfer Sprunges** werden die Verhältnisse verschieden beurteilt: Nach BERGER bilden im Untergrund der Martin Hoop-Schächte III und V, bedingt durch die vorkarbonische Aufschiebung der östlichen Scholle, Gesteine der Phycoden-Gruppe den präkarbonen Untergrund. HOTH hält in diesem Raum, ebenso wie nördlich der Antiklinalstruktur im Mülsenfeld das Auftreten von Gesteinen der Gräfenthaler Gruppe für möglich (große Symbole mit Fragezeichen in Beilage 5-1). Der „Blindschacht Martin Hoop VII“ hat wie die anderen Schächte in diesem Raum die Unterlage des Oberkarbons nicht erreicht.

Wegen des Vorkommens von Alaunschiefern in einigen Grobklastiten des Westfal D (Mülsenfelder Hauptkonglomerat, Planitz-Sandstein, = Korrelationseinheiten 5 und 13b) rechnet HOTH bei dort nachgewiesener Klastitschüttung aus nördlichen Richtungen mit der Möglichkeit des Auftretens von Silur auch nordöstlich des Reinsdorfer Sprunges. Das korrespondierte mit dem Nachweis von Müllerosphäriden im vermutlichen Silur der Bohrung Pölbitz 2/48 durch H. WALTER. BERGER wendet ein, dass Silur erst bei Chemnitz und nordöstlich davon bzw. im Raum Altmörbis östlich Altenburgs bekannt ist. Dabei sollte man allerdings bedenken, dass PIETZSCH (1962: 226, 243) die Alaunschiefer im König Johann-Schacht bei Oberlungwitz für wahrscheinliches Silur hielt.

Insgesamt stellt sich der Bau des östlichen Endes des „Vogtländischen Synklinoriums“ heute viel komplizierter dar, als noch in den siebziger Jahren zu vermuten war (vgl. Erläuterung zur Geologischen Übersichtskarte 1 : 400 000, 1977).

6 Tektonik (H. BRAUSE, H.-J. BERGER)

Das Zwickau-Oelsnitzer Oberkarbonbecken ist in seiner Anlage ein durch die Wiederbelebung von bruchtektonischen Störungszonen kontrollierter Sedimentationsraum.

Dieser entwickelte sich posterzgebirgisch bis synasturisch im Kreuzungsbereich der NW-SO gerichteten Gera-Jáchymov-Störungszone, der SW-NO gerichteten Störungszone Zwickau-Chemnitz (Zentralsächsisches Lineament WATZNAUER 1964; „Detachement“ KRONER 1995) und der Ostflanke der N-S streichenden Leipzig-Regensburg-Störungszone (Störung von Taucha-Frohburg-Zwickau; vgl. Abb. 6-1). Syn- bis postsedimentär wurden die unterschiedlich gerichteten Störungszonen aktiviert. In Wechselwirkung mit den Störungszonen entwickelte sich ein Drainagesystem, welches nach GAITZSCH et al. (1998) ausgehend von den böhmischen Westfal-Becken über die Becken von Olbernhau-Brandov und Flöha nach Norden und Nordwesten, das Granulitgebirge umfließend, bis in die Subvariszische Vorsenke entwässerte. Nach KUSCHKA (2002) kommt es auch im Einflussbereich des **Zentralsächsischen Lineaments** zeitlich gestaffelt zu einer sich mehrfach wiederholenden SW-NO-Dehnung. In den kristallinen Bereichen des Erzgebirges herrscht hingegen eine Allrichtungsdehnung vor (ebenda).

6.1 Das Bruchstörungsmuster im Lagerstättenbereich
(K. HOTH, H.-J. BERGER, H. BRAUSE)

Das Zwickauer Revier ist tektonisch durch ausgeprägte Zerrungstektonik charakterisiert. Diese kommt schon in den Übersichtsrissen zur Flözverbreitung durch die breiten „flözleeren Zonen“ zum Ausdruck, die die großen NW-SO-Störungen begleiten (vgl. Beilagen 3-7 bis 3-10). Gelegentlich treten solche „flözleeren Zonen“ auch an erzgebirgisch streichenden Störungen auf.

Herzynisch bis eggisch streichende Bruchstörungen

Für Aufschluss und Abbau der Lagerstätte waren besonders die in Beilage 6-1 benannten NW-SO bzw. NNW-SSO streichenden Störungen von Wichtigkeit. Die vorliegenden Dokumentationen weisen für diese großen Störungen sowohl eine wechselnde Variation im Streichen, im Winkel ihres Einfallens als auch gelegentlich in der Einfallsrichtung aus. Die Sprunghöhen an ihnen ändern sich teilweise schon auf kurze Entfernungen. Die großen Abschiebungen unter ihnen sind dafür verantwortlich, dass die Untergrenze des Oberkarbons von z. T. +30 m NN im westlichen Stadtfeld auf z. T. <-800 m NN im Mülsenfeld, also um mehr als 800 m abfällt.

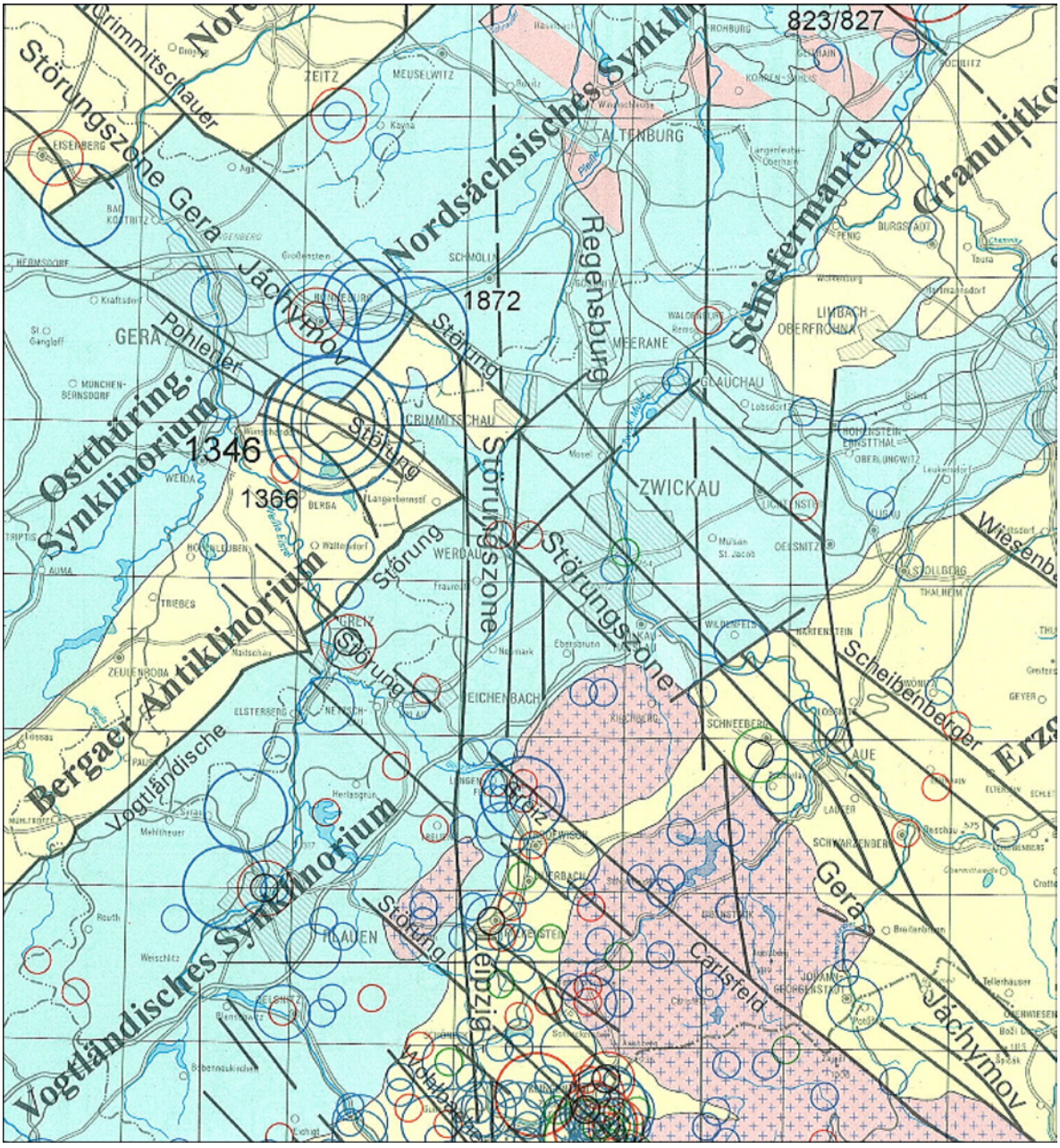


Abb. 6-1: Ausschnitt aus der Seismologischen Übersichtskarte des Freistaates Sachsen 1 : 400 000. Die Größe der Kreise bezeichnet die Stärke der bekannt gewordenen Erdbeben; rote, grüne und schwarze Farben mehrfache Beben mit gleichem Epizentrum

Wichtigste Vertreter dieser Störungen sind (von West nach Ost) die Oberhohndorfer Hauptverwerfung (OHV) mit einem generellen Einfallen nach NO, der Reinsdorfer Sprung (RSp), mit einem generellen Einfallen nach SW, der 1. Pöhlauer Sprung und die Randstörungen des Pfaffenteich-Grabens mit Verwerfungsbeträgen bis 100 m und z. T. darüber hinaus (vgl. Beil. 6-1 und 6-2).

Die OHV spaltet im Bereich Oberhohndorf/Schedewitz in einen Ost- und einen Westast auf. Beide werden bei jüngeren Bewegungen von der erzgebirgisch streichenden Schedewitzer Störung durchschlagen und auf der Nordwestseite dieser Störung nach SW versetzt. Nördlich der Schedewitzer Störung verliert der Ostast der OHV schnell an Bedeutung, d. h. die Versatzbeträge nehmen ab. Er zeigt zunächst an der Basis der rotliegenden Leukersdorf-Fm. direkt an der Schedewitzer Störung noch Versatzbeträge von ca. 90 m, die gegen Norden rasch auf 10 m absinken.

Der Westast der OHV endet am Kreuzungspunkt mit der Schedewitzer Störung. Nördlich dieser setzt die OHV West neu mit einem anderen Störungsmechanismus ein. Dieser neu einsetzende OHV West-Ast ist vor allem aus der Flözverbreitungskarte des Schichtenkohlenflözes rekonstruierbar. Er zeigt direkt an der Schedewitzer Störung Versatzbeträge von ca. 5 m, welche nach Norden sehr schnell bis auf 120 m für das Oberkarbon und ca. 150 m im Rotliegenden zunehmen.

Für den Westast der Oberhohndorfer Hauptverwerfung in Zwickau-Schedewitz belegen neuere Untersuchungen durch die 180 m tiefe Bohrung Schedewitz 1/2001 dessen Charakter als ca. 50 m mächtiges (flache Mächtigkeit) Störungsbündel, bestehend aus einem ausgeprägten Scherlinsensystem mit relativ konstantem Einfallswinkel von 65° nach NO und mit einer Sprunghöhe von ca. 120 m. Diese Scherlinsengroßstörung ist auf Grund der hydrologischen Tests als nicht wasserwegsame Abschiebung ausgebildet.

Bedeutung für den Abbau besaßen auch die zahlreichen kleineren Störungen dieser Streichrichtung wie z. B. die Bockwaer Störung, der Brückenberg-Sprung und die Mülsener Sprünge mit Verwerfungsbeträgen von 10-40 m. Zwei- bis dreifache Bauhöhenverwerfer wurden durch die Steinkohlenabbaue mit überwunden.

In der Regel sind alle diese Störungen Abschiebungen, wobei durch verzögerte Absenkung von Einzelschollen gelegentlich auch kleine Horste entstanden sein können (Paradiesbrücken-Horst). BEYER u. a. (1981: 15) weisen auf gelegentliche Überschiebungen an NW-SO-Störungen hin, z. B. im Grubenfeld Martin Hoop mit 45 m Schubweite und 6 m Schubhöhe. Nur gelegentlich und lokal wurde an diesen Störungen in Oberflächennähe Wasserführung nachgewiesen.

Erzgebirgisch streichende Bruchstörungen

Störungen dieser Richtung finden sich sowohl im Stadtfeld, als auch im Pöhlauer Feld bis hin zum Mülsenfeld und treten insgesamt in ihrer Intensität bezüglich der Sprunghöhen gegenüber den oben genannten Störungen deutlich zurück. Diese N- bis NW-fallenden Störungen sind oft absätzig und splittern häufig auf. Örtlich ist es an ihnen zu horizontalen Verschiebungen („Gleitungen“) und zur Bildung kleinerer Überschiebungen gekommen (DRESSEL et al. 2000: 17). Die wichtigsten Störungen dieser Richtung sind von N nach S: Die Eckersbacher Störung (Bahnhofschacht-Störung), die Kornmarkt-Verwerfung (Tiefbauschacht II-Störung?)**,** die Schedewitzer Störung (Glückaufschacht-Brückenberg II-Störung) und die Hoffnungsschacht-Störung. Von besonderer Bedeutung sind außerdem die südlich des Stadtfeldes außerhalb des Reviers verlaufende Vielauer Störung, die am Rande des Mülsenfeldes den Pfannenteich-Graben quert (vgl. Beil. 5-1), und die n och 2,5 km weiter südlich verlaufende Härtensdorfer Störung (ebenda).

Nach FELIX, BERGER & STEINBORN (2005) sind die erzgebirgisch streichenden Störungen z. T. jünger bewegt als die herzynischen Störungen. So konnte z. B. eindeutig ein Versatz der Oberhohndorfer Hauptverwerfung mit einer Seitenverschiebung des nordwestlichen Blockes nach SW an der Schedewitzer Störung festgestellt werden (vgl. Beil. 3-7). Andererseits macht BRAUSE (2002: 23) darauf aufmerksam, dass speziell die weniger großen SW-NO-Brüche nicht in allen übereinander liegenden Flözniveaus wiederkehren. Ältere Brüche können bereits während der Sedimentationsabfolge des Zwickauer Oberkarbons überdeckt worden sein, ohne später wieder nachzureißen. Er gibt dazu ein Beispiel (Abb. 6-2 und 6-3).

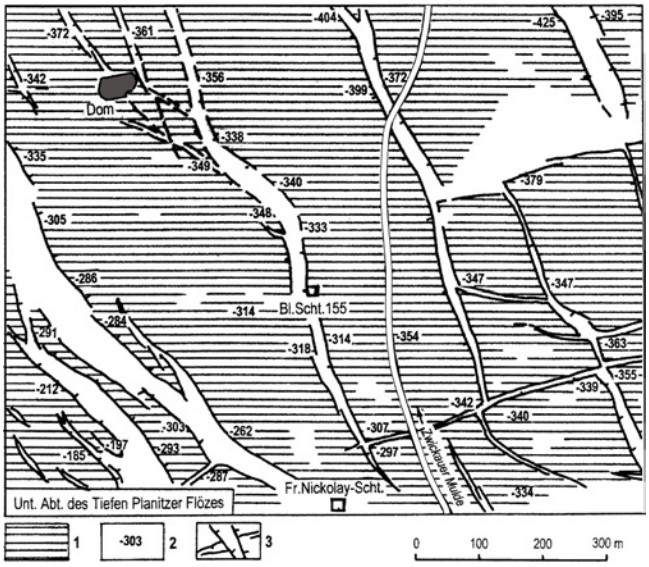


Abb. 6-2: Ausschnitt Flözriss Amandus-Flöz
1 - abgebaute Flözfläche; 2 - Höhenangabe (m NN) für Flözbasis; 3 - Bruchstörungszone, flözleer

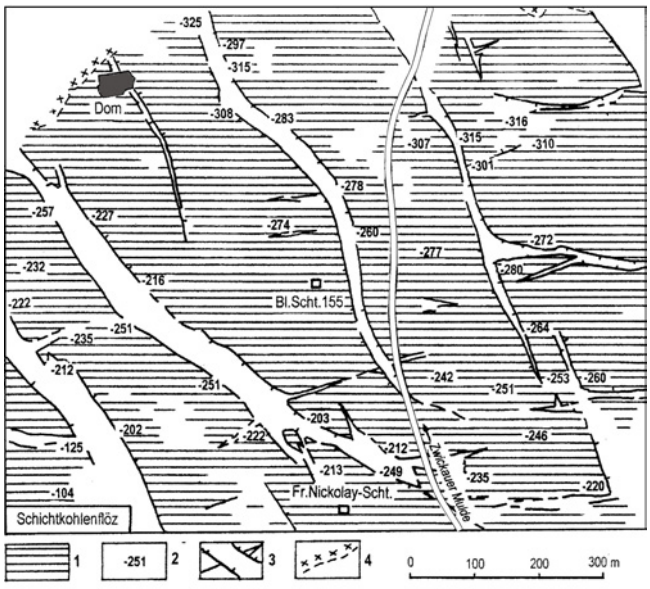


Abb. 6-3: Ausschnitt Flözriss Schichtenkohlen-Flöz
1 - abgebaute Flözfläche; 2 - Höhenangabe (m NN) für Flözbasis; 3 - Bruchstörungszone, flözleer; 4 - Erosionsgrenze („Abwaschung“)

Abb. 6-2 zeigt einen vereinfachten Ausschnitt aus den Flözrissen 1 : 5000 für die Untere Abteilung des Tiefen Planitzer Flözes (Amandus-Flöz). In der linken unteren Ecke der Abb. liegen die Oberhohndorfer Hauptverwerfung mit ihren großen vertikalen Verwerfungsbeträgen und den entsprechenden flözleeren

Zonen sowie zahlreiche Teilstörungen. Andere Störungen zeigen nur geringeren vertikalen Versatz. Bemerkenswert sind die zahlreichen kleineren Störungen unter dem Dom und in der SO-Ecke der Abbildung.

Abb. 6-3 zeigt hingegen die Flözverbreitung für das rd. 60 m höher liegende Schichtenkohlenflöz. Auch hier zeigen sich die großen NW-SO streichenden Störungen an Hand der Leerstellen in der Flözverbreitung. Wegen des schrägen Einfallens liegen sie hier je nach Einfallsrichtung seitlich nach Westen bzw. nach Osten versetzt. Sowohl im Südosten des betrachteten Ausschnitts als auch im Bereich des Domes setzen sich mehrere kleinere Störungen nicht in das obere Flöz fort. Die diese Teile des Amandusflözes betreffenden Spalten müssen also synoberkarbonisch und älter als die Bildung des Schichtenkohlenflözes sein, da sie von diesem überdeckt werden. Für die großen NW-SO-Brüche müssen wir dagegen mehrmalige Bewegungen annehmen.

Nord-Süd streichende Bruchstörungen

Meridionale Bruchstörungen finden sich in den Flözkarten nur relativ selten, so z. B. im Bereich des Segen Gottes-Flözes, ob. Abt., im Raum Bürger I-, Glückauf-, Vereinsglück-Schacht und westlich davon (vgl. Beil. 3-5), im Bereich Ludwig-Flöz, zwischen Hilfe Gottes- und Himmelsfürstschacht (vgl. Beil. 3-6) sowie im Bereich Amandus-Flöz ebenda. Es handelt sich nach BERGER um Teilelemente der Westrandstörung des Planitzer Grabens. Andere Nord-Süd-Störungen liegen außerhalb der Flözverbreitung. Besondere Zerrungsbeträge sind an diesen Störungen bisher nicht nachgewiesen.

6.2 Die Zeitlichkeit der bruchtektonischen Aktivitäten

(H. BRAUSE, H.-J. BERGER; red. K. HOTH)

Während in der Frühzeit der Erforschung der Lagerstätte von einaktiger i. W. postunterrotliegender Bruchbildung ausgegangen wurde (vgl. Kap. 1), haben PIETZSCH (1951: 54 f.) BEYER u. a. (1981) und DRESSEL et al. (2000: 16 f.) entweder saalische oder asturische Bildung der skizzierten Bruchtektonik favorisiert und meist an einer relativ kurzzeitigen Bruchbildung festgehalten. PIETZSCH (1962: 274/275, 812) hat allerdings schon 10 Jahre später darauf hingewiesen, dass die großen NW-SO-Störungen saxonisch, also im Zeitraum Jura bis Tertiär bewegt worden sind.

Eine erste ausführliche Analyse zur Zeitlichkeit des Bruchstörungsmusters im Zwickauer Raum und seinem Untergrund, und zwar vom tiefen Paläozoikum bis heute hat BRAUSE (2002) vorgelegt. Er stützte sich dabei auf ein weites regionales Umfeld (Vogtland, West- und Mittelsachsen, Erzgebirge, Granulitgebirge) und globale Zusammenhänge. Allerdings schätzte er selbst ein, dass die damit zusammenhängenden Fragen noch nicht erschöpfend bearbeitet sind. Das Fazit seiner Aussagen ist im vorliegenden Kapitel weitgehend berücksichtigt worden.

Neuere komplexe geologische Untersuchungen im Zwickau-Oelsnitzer Raum (BERGER et al. 2007) präzisierten die bisherigen regionalen Kenntnisse. Dennoch bleiben die Ansätze zur Beurteilung der Störungsgeschichte bei den einzelnen Autoren auch heute noch sehr unterschiedlich. Zwar ist man sich über die Vielaktigkeit der Störungsgeschichte weitgehend einig, aber die Ausgangsvorstellungen sind z. T. extrem unterschiedlich. Während BRAUSE den Raum von Vorerzgebirgs-Senke (Lineamentbereich), Erzgebirge usw. als ein auch vor dem Jungpaläozoikum mehr oder weniger zusammenhängendes Mosaik von Krustenblöcken mit einzelnen Fugenräumen betrachtet, rechnet BERGER mit einer in der Frühzeit völlig unterschiedlichen Entwicklungsgeschichte von Vorerzgebirgs-Senke (samt Zwickauer Untergrund) und Erzgebirge, quasi als unterschiedliche Mikroterranes.

6.2.1 Präoberkarbonische Bruchtektonik

Wie schon in Kap. 1 ausgeführt, gehören die herzynisch-eggisch streichenden Bruchstörungen im Lagerstättenbereich zur regional weit aushaltenden Gera-Jáchymov-Störungszone, die von Gera über Zwickau, Aue, Schwarzenberg und Tellerhäuser bis nach Jáchymov verläuft. Die gravimetrischen Verhältnisse in ihrem Umfeld belegen, dass diese Zone eine Schwereflanke ist, die das relative Schwerehoch des Annaberger Teilblocks im Nordosten vom ausgeprägten Schwereminimum Eibenstock-Nejdek im Südwesten trennt (Schwerekarte des Freistaats Sachsen 1993). Daher kann prognostiziert werden (BRAUSE), dass manche der in ihr enthaltenen Störungen weit in die Tiefe reichen und langlebig sind, also eine weit in die vorkarbone Vergangenheit hineinreichende Geschichte haben. Dafür könnte auch sprechen, dass sich zwischen dem mittelerzgebirgischen Präkambrium im Raum Annaberg-Hora Sv. Sebastiana und den heutigen westerzgebirgischen Granitmassiven eine etwa 15 km breite (Synklinal-) Zone mit mächtigen primär kambrischen Sedimenten erstreckt, die als frühpaläozoische Weitungssenke zum älteren Inventar der Gera-Jáchymov-Zone gerechnet werden könnte. Ob unter dem Zwickauer Raum oder westlich davon bzw. unter dem NW-SO-Ast der Vorerzgebirgssenke zwischen Zwickau und Schmölln solche frühpaläozoischen Weitungsbereiche lagen, ist unbekannt aber nicht unwahrscheinlich.

Während der nachfolgenden variszischen Geosynklinalphase (jüngerordovizische bis unterkarbonische Krustenentwicklung) sind gleichermaßen wahrscheinliche tiefe Bruchstörungen nicht zu erkennen, wenngleich der in Frage stehende Bereich eine relativ weitflächige thüringisch-vogtländische Entwicklung mit (?)

mobilerem Unterbau im Westen von einer engräumigeren und geringer mächtigen mittelsächsischen Entwicklung in den Fugen zwischen Altbaukrusten-Blöcken im Osten trennt. Daher ist mit tektonisch-metamorphen Sonderentwicklungen in diesem Grenzbereich zu rechnen. Während der variszischen Geosynklinalphase wanderte der gesamte Betrachtungsraum (Gebiet des Zwickauer Reviers und weiteres Umfeld) mit hoher Wahrscheinlichkeit von Süd nach Nord aus polarnahen Bereichen zur Zeit der Lederschiefer-Entwicklung (oberer Teil der Gräfenthaler Gruppe) über Bereiche mit Karbonatgesteinsreichtum und Rotverwitterung im Devon hin zu äquatornäheren Bereichen mit flözführenden Bildungen zur Zeit des Oberkarbon. Bei dieser Wanderung überwogen zunächst Dehnungseffekte im prä- und synexistenten Schollenfeld.

Die präoberkarbonische Bruchtektonik i. e S., die zeitlich im späten Oberdevon bis Unterkarbon angesiedelt ist, muss in engem Zusammenhang mit der polyphasen tektonischen Entwicklung des sogen. Krustenstapels des variszischen Grundgebirges gesehen werden (BERGER). Wesentlichen Einfluss übten hier die Grenzflächen zwischen den beiden Antiformen Granulitgebirge und Erzgebirge, sowie den westlich angrenzenden Synformen des Westerzgebirge / Vogtlandes (Westerzgebirgische und Südvogtländische Querzone) und der Vogtländischen Synklinale aus. Als markantes Strukturelement des Saxothuringikums gilt seit WATZNAUER (1964) eben dieses NO-SW streichende „Zentralsächsische Lineament“, das sog. „Detachement“ nach KRONER (1995). Bruchstörungen im Verlauf des Lineaments mit bedeutenden Bewegungstendenzen sind die Vielauer und die Härtensdorfer Störung (vgl. Beilage 5-1). Diese variszisch angelegten Störungen sind durch ihre mehrfachen Bewegungen für die spätere Beckenentwicklung von großer Bedeutung.

In den weitflächigen Geosynklinalräumen Mitteleuropas kam es im mittleren Karbon zum Aufstau in Form der bekannten Faltungswelle, und zwar fortschreitend von Süd nach Nord (BRAUSE). In Zusammenhang mit dieser variszischen Hauptkompression entwickelte sich in den genannten Fugenräumen ein anormales Paläotemperaturregime, in dessen Folge eine weitgehende Homogenisierung der mittleren und höheren Kruste durch Granitisierung stattfand. Tiefenreflexionsseismische Profile belegen, dass der Untergrund der Vorerzgebirgs-Senke und teilweise auch die Gera-Jáchymov-Zone solche Räume sind.

Den Untergrund im Zwickauer Steinkohlenrevier bilden SW-NO streichende Grundgebirgseinheiten der Vogtländischen Synklinale (vgl. Beilage 5-1). Im Verlauf der variszischen Deformation kam es zur Faltung und Verschuppung der in thüringischer Ausbildung vorliegenden ordovizischen bis oberdevonischen Synklinalfüllung. Das nordöstliche Ende der Synklinale wurde im Zuge des Aufstiegs des Granulitgebirges und der damit verbundenen Raumeinengung tektonisch beeinflusst. Von hier glitten nach BERGER Decken mit variszischem Grundgebirge nach SW in den Raum Zwickau ab, und zwar zunächst paläozoische Sedimente (Wildenfelser Decke WD 1) und später jungproterozoische Metamorphite (Wildenfelser Decke WD 2). Zu dieser Phase gehört auch die Aufschiebung der Bergaer Antiklinalzone entlang der Vogtländischen Störung. Außerdem ist damit die Anlage oder Ausgestaltung von N-S- und NW-SO-Störungen und ein Leistenschollenmosaik im Grundgebirge verbunden. Ein Beispiel ist die Störungszone von Taucha-Frohburg-Zwickau, die sich an der Ostflanke der N-S streichenden Leipzig-Regensburger Großstörungszone befindet. Einzelelemente dieser überregionalen N-S-Störungszone formen die Planitzer Grundgebirgsschwelle.

Eine besondere Bedeutung hat der bereits zu diesem Zeitpunkt aktive NW-SO streichende Reinsdorfer Sprung (einschließlich seiner NW-Fortsetzung), an welchem nach BERGER Gesteine vom Ordovizium bis zum (?) Unterkarbon von NO nach SW überschoben worden sind. Auch den Ausläufern des Roten Kamms können voroberkarbonische Aktivitäten zugeschrieben werden.

6.2.2 Bruchtektonik während des Oberkarbons

(H. BRAUSE, K. HOTH)

Da Sedimente des tieferen und mittleren Oberkarbons im Zwickauer Raum nicht abgelagert wurden, sind für die Zeit des Namur und tieferen Westfal direkte Aussagen zur Bruchtektonik nicht möglich. Es herrschten Erosion, Einebnung und flächige Abtragung der älteren gefalteten Gesteinskomplexe. Das heute unter dem Zwickauer Oberkarbon lagernde Paläorelief erfuhr seine letzte Formung. Einzige Zeugen dieser Prozesse sind die Paläo-Gehängeschutte der Unteren Schedewitzer Schichten (vgl. Kap. 3.2.1) und die Relikte der Bodenbildungen unter ihnen (vgl. Kap. 3.6). Im Osten der Vorerzgebirgs-Senke entstand in zunächst NW-SO, später NO-SW gerichteten bruchinduzierten flachen Becken das kohlenführende Westfal B/C von Flöha. Erste oberkarbonische Bruchstörungen bei Zwickau, wahrscheinlich an NW-SO streichende Spalten gebunden, sind durch den Vielauer und den Cainsdorfer Melaphyr markiert. BERGER rechnet schon zu diesem Zeitpunkt mit dem Einbruch von Leistenschollen im West- (nicht Zentral-) Teil der Zwickauer Senke.

Die ältesten abbauwürdigen Zwickauer Flöze im Flözhorizont Segen Gottes haben eine im Wesentlichen N-S gerichtete Verbreitung und NNW gerichtete Flözmaxima (vgl. Abb. 6-4 und Beilage 3-5). Das spricht für einen nahezu N-S gerichteten ersten hochwestfalischen Ablagerungsraum in Zwickau (vgl. 3.2.2).

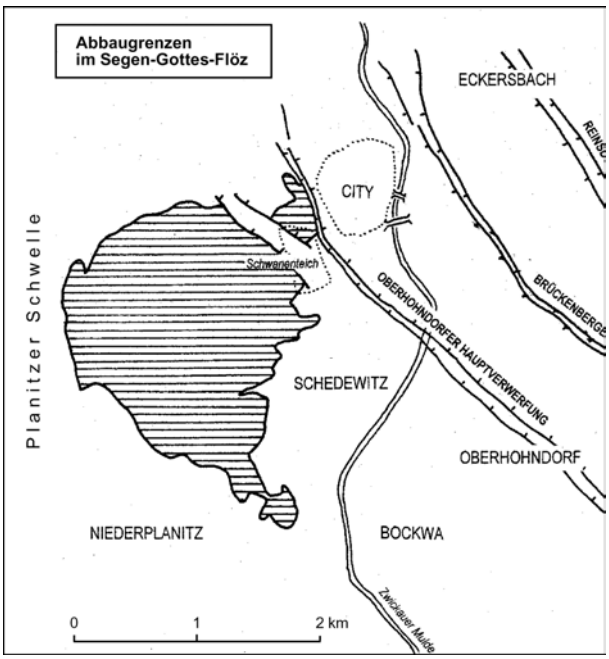


Abb. 6-4: Skizze Segen Gottes-Flöz

Auch das Ludwig-Flöz ist vorwiegend N-S orientiert bei einer gegenüber den Segen Gottes-Flözen nach Norden erweiterten Ausdehnung (vgl. Abb. 6-5). Allerdings kündigen die WSW-ONO gerichteten Flözmaxima (vgl. Beilage 3-6) bereits die bevorstehende Änderung der Beckenkonfiguration an. BERGER sieht die den Oberen Schedewitzer Schichten zugehörigen Flöze in einer N-S gerichteten Grabenstruktur sedimentiert, dem sog. Planitzer Graben, der die westlich davon gelegene langlebige Planitzer Grundgebirgsschwelle flankiert.

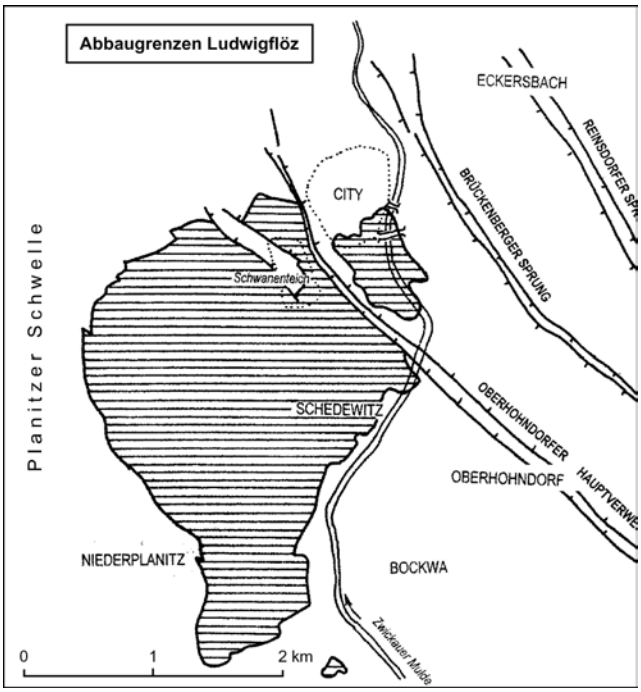


Abb. 6-5: Skizze Ludwig-Flöz

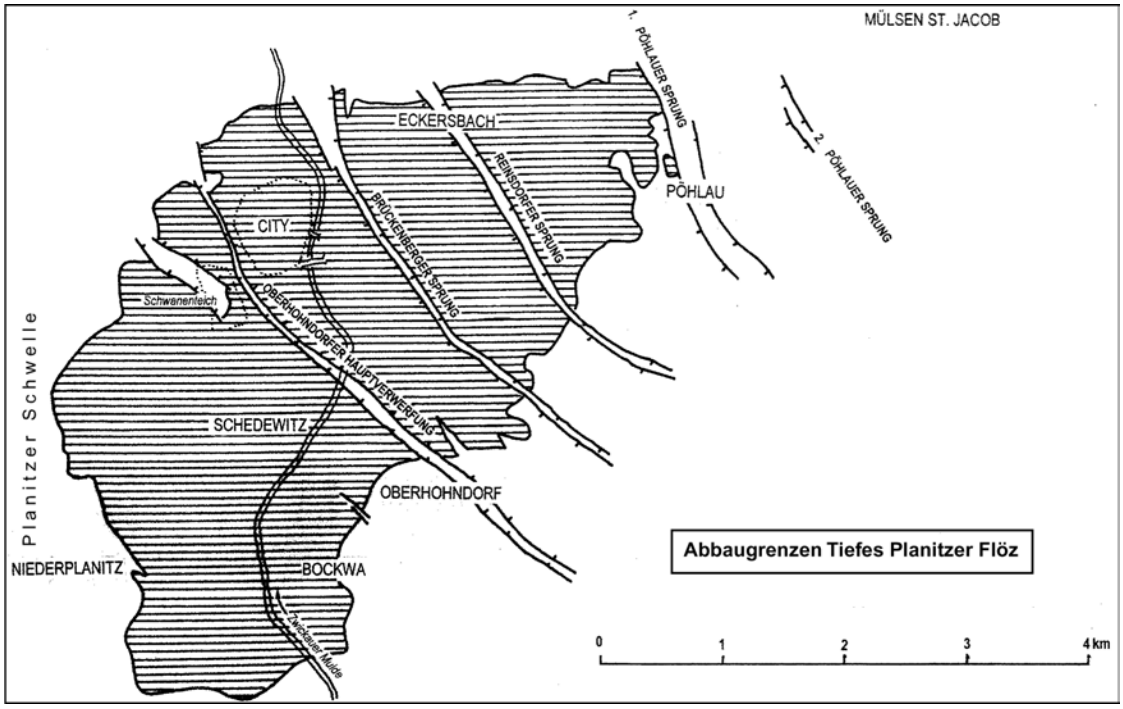


Abb. 6-6: Skizze Amandus-Flöz

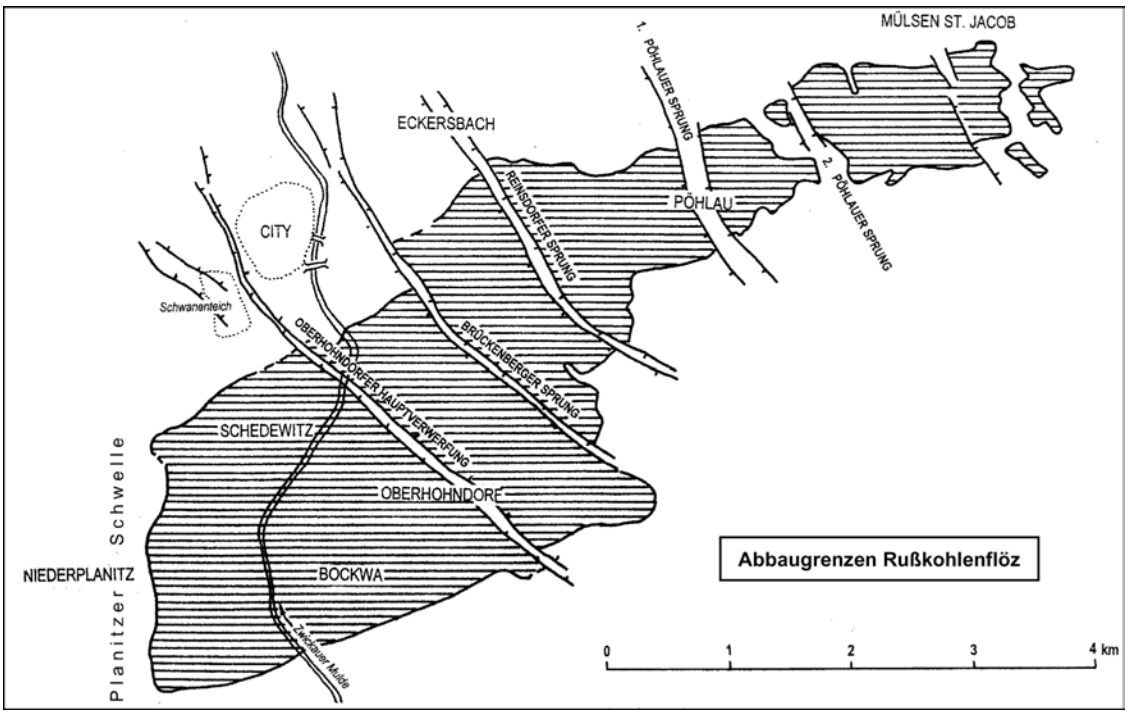


Abb. 6-7: Skizze Rußkohlenflöz (I?)

Infolge der im mittleren Westfal D von NO nach SW fortschreitenden tektonischen Aktivierung erzgebirgisch streichender Störungssysteme erfolgt eine Umstellung der Dehnungsrichtung und damit der Beckenkonfiguration von N-S auf NO-SW. Die östliche Grenze des Planitzer Grabens verliert an Bedeutung. Schon die Abbaugrenzen des Amandus-Flözes (= Tiefes Planitzer Flöz) deuten den Umbau zur neuen Beckenhauptrichtung an (vgl. Abb. 6-6).

Dieser Umbau in ein SW-NO orientiertes Becken, also der Umbau der regionalen Dehnungsrichtung auf NW-SO, ist mit dem Rußkohlenflöz I vollzogen. (vgl. Abb. 6-7).

Beilage 3-8, die Karte der Kohlenführung vom Rußkohlenflöz I, zeigt darüber hinaus intensive Schollenbewegungen an der Oberhohndorfer Hauptverwerfung während der Bildung dieses Flözes. Einzelheiten zu solchen hochwestfalischen Bruchstörungsaktivitäten sind in Kap. 3.3 angeführt.

Mindestens während des mittleren und höheren Stefan herrschte im Lagerstättenumfeld wieder Abtragung. BRAUSE (2002: 2) hat versucht, durch einen Vergleich mit den Hauptdehnungsrichtungen im Karbon des südlich gelegenen Beckens von Kladno (ČR) diese Wissenslücke zu schließen und prognostiziert auch für die Stefanzeit im hiesigen Raum Schwankungen der Hauptdehnungsrichtungen zwischen NW-SO und NO-SW (vgl. auch Abb. 1-2). BERGER hält diese Zeit für eine Phase mit relativer Bewegungsarmut.

6.2.3 Bruchtektonik während des Rotliegenden

(H. BRAUSE, H.J. BERGER; red. K. HOTH)

Nach ausgedehnter asturischer Lücke, die mindestens den Zeitraum zwischen ca. 305 Mio. Jahre (Cantabrium) und ca. 293 Mio. Jahre (mittleres Asselium) umfasst und in der weite Teile insbesondere der höheren Zwickauer Flöze abgetragen wurden, setzte die Sedimentation des Rotliegenden ein. Seine Gliederung geht aus Abb. 6-8 hervor. Die 3 tiefen Formationen des vorerzgebirgischen Rotliegenden gehören ins Unterrotliegende und nehmen einen Zeitraum von etwa 6 Mio. Jahren ein. Die nach bedeutender saalischer Lücke sedimentierte Mülsen-Formation wird dem höheren Oberrotliegenden zugeordnet. Die Bruchstörungsgeschichte während dieser gesamten Zeit war recht bewegt.

Noch während des Westfal D lag das Gebiet um Zwickau im Einflussbereich tropisch-humider Klimata, also in relativer Äquatornähe. Während der Zeit vom obersten Oberkarbon bis zum Ende des Rotliegenden müssen wir eine Verlagerung hin bis zum Extremverdunstungsbereich der Trockenzone um etwa 30° nördlicher Breite annehmen. Das bedeutet eine Ortsverlagerung um mehrere tausend Kilometer. Diese Verlagerung verlief nicht mit gleichmäßigem Tempo und nicht auf geradem Wege. Es gab wechselnde Paläospannungsverhältnisse. Einen Teil davon können wir für die durch Sedimente belegte Zeit entschlüsseln.

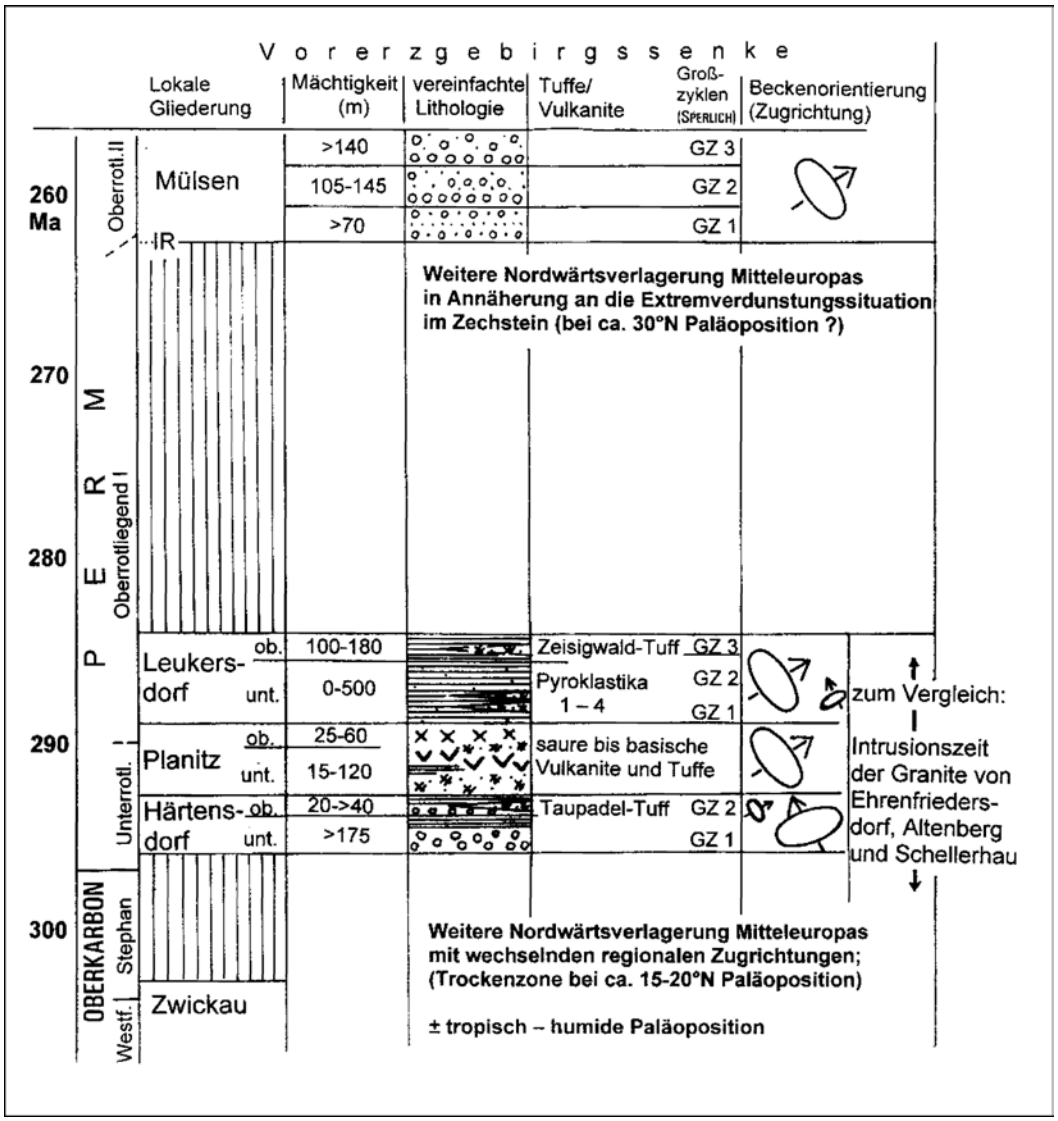


Abb. 6-8: Gliederung des Rotliegenden in der Vorerzgebirgssenke

Während der Unteren Härtensdorf-Formation bildet die Zone der größeren Sedimentmächtigkeiten das schon seit dem höheren Zwickauer Karbon bekannte SW-NO gerichtete Becken ab (Abb. 6-9). Erzgebirgisch streichende Bruchzonen hatten also weiterhin Bedeutung. Die Planitzer Grundgebirgsschwelle wurde randlich bis Werdau überwältigt. Die Sedimente der Unteren Härtensdorf-Fm. überlagern winkeldiskordant und erosiv auch das Oberkarbon.

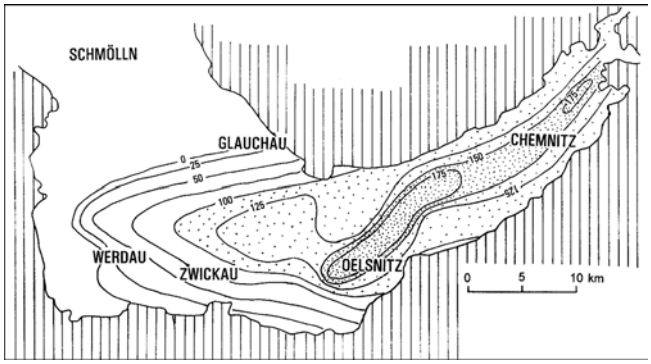


Abb. 6-9: Isopachen Untere Härtensdorf-Fm.

Während der Oberen Härtensdorf-Fm. entwickelte sich nordwestlich von Zwickau ein kleines Gebiet größerer Mächtigkeiten (60 bis über 100 m). Der NO-Teil des Chemnitz-Beckens (SCHNEIDER et al. 2005) verliert an Bedeutung (vgl. Abb. 6-10). Es beginnt der regionale Spannungsumbau (Richtungsänderung der regionalen Dilatation), was in der Folgezeit zu Brüchen in NW-SO-Richtung führt.

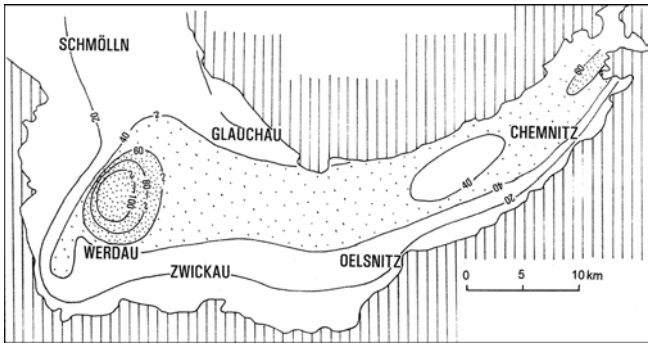


Abb. 6-10: Isopachen Obere Härtensdorf-Fm.

In der Planitz-Fm. ist der Beckenumbau relativ komplett vollzogen. Im NO des Beckens finden sich nur noch geringe Mächtigkeiten, die Hauptmächtigkeiten über 125 m liegen im nordwestlichen Beckenabschnitt (vgl. Abb. 6-11). Es zeichnet sich zunächst eine Wiederbelebung des Planitzer Grabens mit Bildung eines lokalen Moores (Niederplanitz-Horizont = ? „Wildes Kohlengebirge“ des westlichen Beckenteiles) ab (BERGER). Die Vulkanite der Planitz-Fm. belegen die Öffnung tiefer, Vulkanite fördernder Bruchspalten. Ein zweites Förderzentrum entsteht im Bereich des Pfannenteich-Grabens (Mülsenfeld) und in seiner NW-Fortsetzung.

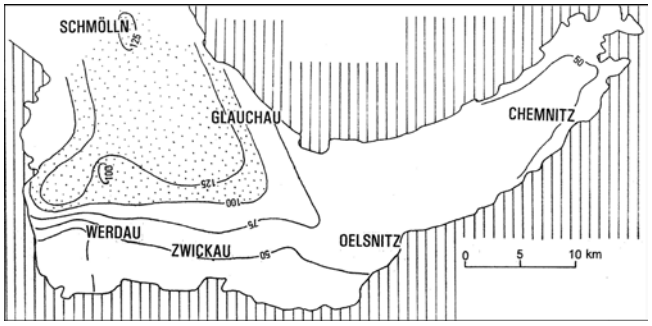


Abb. 6-11: Isopachen Planitz-Fm.

Zunächst werden intermediäre Schmelzen tieferer Schmelzbereiche („Melaphyre“) gefördert, dann saure Schmelzen, Tuffe und Schmelztuffe („Quarzporphyre“, „Pechsteine“ usw.). BRAUSE (2002: 31) weist auf eine eventuelle Grabenabsenkung im Bereich der Oberhohndorfer Hauptstörung hin.

In der Unteren Leukersdorf-Fm. ist die NW-SO-Orientierung der Beckenachse noch strenger als zuvor. Tektonische Aktivitäten am Pfannenteich-Graben führten dort zu hohen Sedimentationsraten (BERGER). Für den NO-Ast der Rotliegendsenke sind weiterhin geringe Sedimentmächtigkeiten charakteristisch (Abb. 6-12).

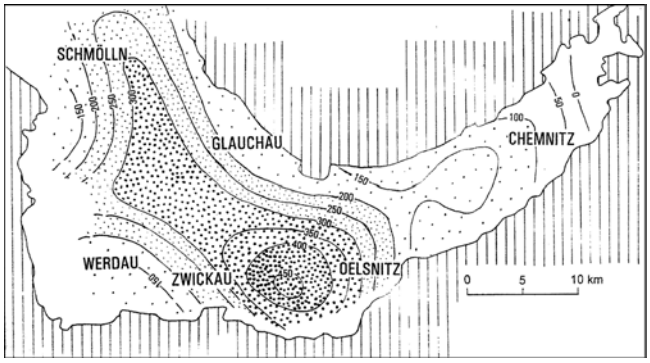


Abb. 6-12: Isopachen Untere Leukersdorf-Fm.

Das nächst größere tektonische Ereignis (saalische Bewegungen und eine entsprechende Lücke, vgl. Abb. 6-8) folgte nach FISCHER (1990) zwischen der Ablagerung von Leukersdorf-Fm. und der oberrotliegenden Mülsen-Formation. Letztere lagert mit deutlicher Erosionsdiskordanz auf den Gesteinen der Oberen Leukersdorf-Fm. Der oberrotliegende Sedimentationsraum wird durch synsedimentäre Bruchtektonik insbesondere am SW-Rand des Granulitgebirges kontrolliert (BERGER). Die enge Scharung der Mächtigkeitslinien zwischen Schmölln und Oelsnitz sowie die ausgeprägte NW-SO-Orientierung des nordöstlichen Beckenteils der Mülsen-Fm. (Abb. 6-13) belegen dies (BRAUSE).

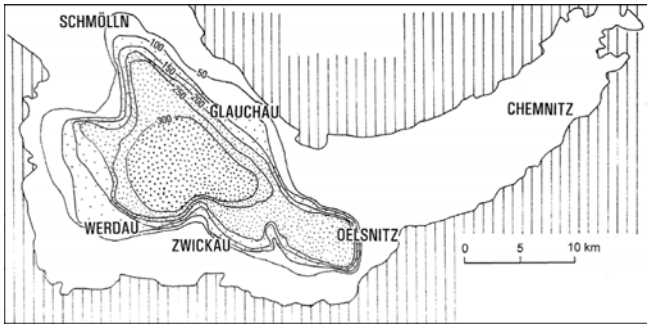


Abb. 6-13: Isopachen Mülsen-Fm.

Zusätzlich zu diesen Erkenntnissen hat BRAUSE (2002: 33-34) unter Bezug auf KUSCHKA (2002) versucht, über die Betrachtung von Granitintrusionszeiten und zeitlich nachgeordneten hydrothermalen Gangmineralisationen im südlichen und östlichen Umfeld von Zwickau tektonische Zerrungsrichtungen zu analysieren. Die betreffenden Weitungen sind die Folge von Differenzbewegungen in einem sich generell nach Norden bewegenden Bruchschollenfeld (vgl. Abb. 6-8). Er kommt für die ältere und mittlere Rotliegendzeit zu dem Schluss, dass zunächst NW-gerichtete, später NO-gerichtete Zerrung herrschten und bestätigt damit die durch die Beckenanalyse gewonnenen bruchtektonischen Erkenntnisse.

6.2.4 Post-Rotliegend Bruchtektonik

(H. BRAUSE; red. K. HOTH)

Vom höheren Oberrotliegenden an sind in der näheren Umgebung von Zwickau keine Sedimente bekannt, sieht man von paläogenen und jüngeren Bildungen beiderseits der Zwickauer Mulde ab. BRAUSE hat daher die Zerrungsrichtungs-Analyse der Erz- und Spatgangmineralisationen im südlichen und östlichen Umfeld von Zwickau auf die Zeitabschnitte höheres Oberrotliegendes bis Zechstein, untere Trias, tieferer und mittlerer Jura (Folgengruppe hm/ba), oberster Jura bis Unterkreide, tiefe und mittlere Kreide (Folgengruppe kr/sf/as) und tieferes Tertiär (Folgengruppe fl/ba/q) ausgedehnt (BRAUSE 2002: 34-39). Als Beispiel fungiere hier Abb. 6-14.

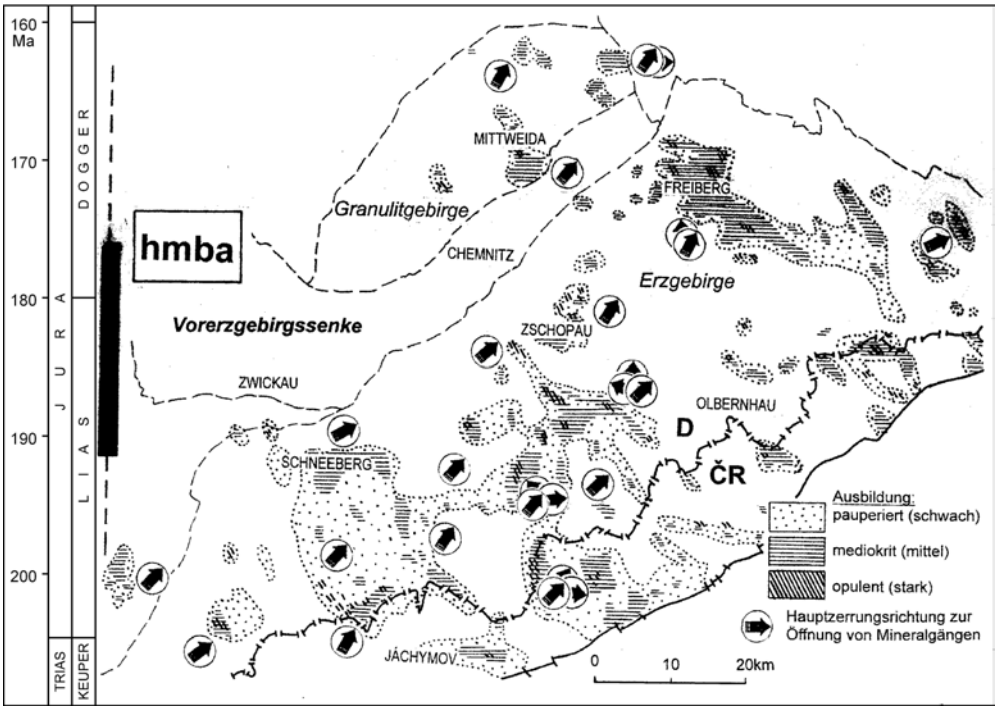


Abb. 6-14: Zerrungsrichtungs-Analyse für die Folgengruppe hm/ba (Hämatit-Baryt) nach KUSCHKA (2002)

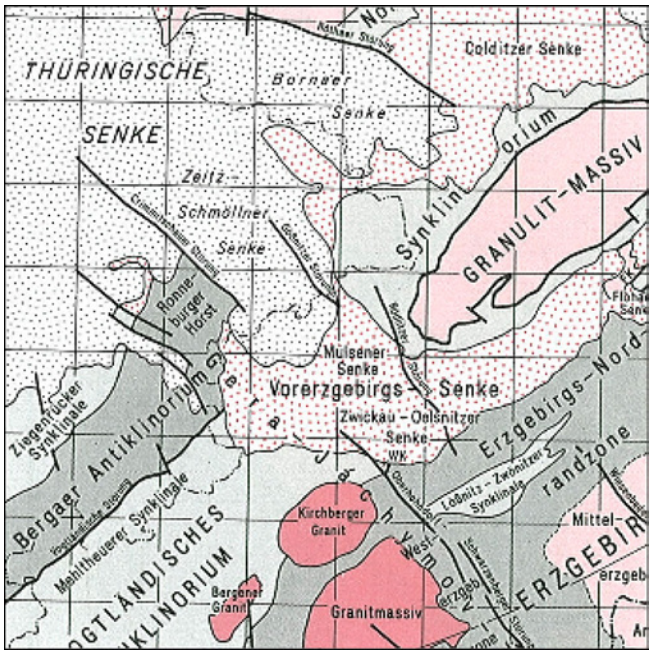


Abb. 6-15: Verbreitung von Zechstein und Buntsandstein in der Zeitz-Schmöllner Senke nordwestlich von Zwickau

In nahezu allen Fällen zeigten sich für die Gera-Jáchymov-Zone nach NO gerichtete tektonische Öffnungsbewegungen an den zahlreichen Gangstrukturen. Man geht daher nicht fehl, wenn man für den Zeitraum Postrotliegendes bis Mesozoikum auch in Zwickau Bewegungen an den herzynischen bis eggischen Störungen ansetzt. Wahrscheinlich sind auch die Salinarwässer, die im Zwickauer Steinkohlenbergbau angetroffen wurden, Ausdruck der immer wieder aufgerissenen stark mineralisierten Brüche in der Gera-Jáchymov-Zone.

Bekräftigt werden die genannten Bruchstörungsaktivitäten durch die Verbreitung der Zechstein- und Buntsandstein-Sedimente, die in der NW-SO gerichteten Zeitz-Schmöllner Senke heutzutage wenig nordwestlich von Zwickau enden (Abb. 6-15; vgl. auch Abb. 1-1).

6.2.5 Neoide bis rezente Bruchtektonik
(H. BRAUSE; red. K. HOTH)

Auch die jüngsten Mineralisations-Folgengruppen sf/kru (Oligozän/Miozän) und q/lm/mn (Miozän/Pliozän) belegen für das südliche und östliche Zwickauer Umfeld eine nach NO gerichtete Gangöffnung (BRAUSE 2002: 39).

Die Intensität der Deformation (Strain) in der Gera-Jáchymov-Zone wurde von BANKWITZ et al. (1993) untersucht. Im Ergebnis demonstriert Abb. 6-16, dass sich die maximale Deformation auf bestimmte einzelne Bereiche innerhalb der gesamten Störungszone konzentriert. Dabei zeigen die Isolinien gleicher Strain-Werte eine ausgeprägte NW-SO-Dominanz.

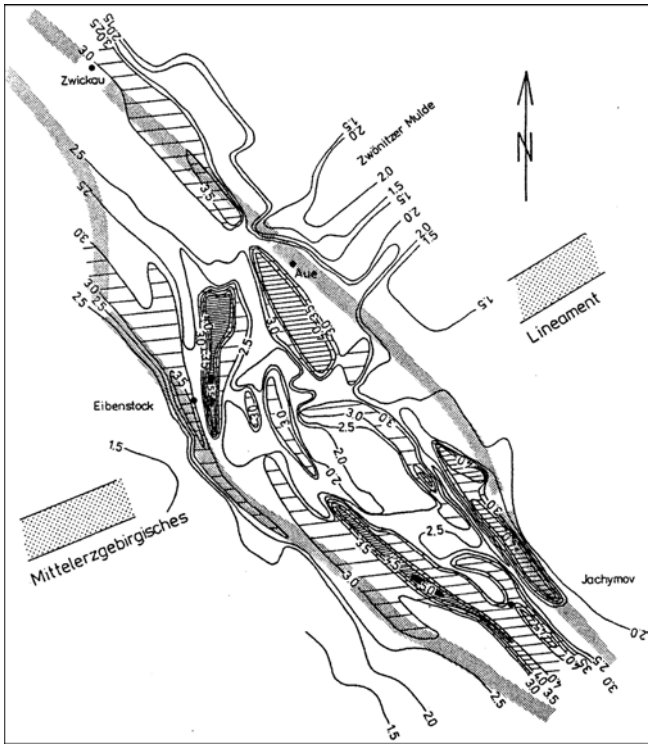


Abb. 6-16: Strainintensität in der Gera-Jáchymov-Zone (BANKWITZ et al. 1993)

Die vermutliche Tiefenreichweite dieser Störungszone bis in den Grenzbereich Unterkruste/Mantel lässt sich aus den Ergebnissen des tiefenseismischen Profils DEKORP MVE 90 ableiten. - Ausdruck der rezenten Wirksamkeit dieser überregionalen Störungszone sind zahlreiche Erdbeben (Intraplattenbeben), deren Epizentren sich auf die Gera-Jáchymov-Störungszone beziehen lassen (NEUNHÖFER et al. 1996, vgl. auch Abb. 6-1). Rezente Vertikalbewegungen an der Störungszone sind von BANKWITZ et al. (1993, Abb. 6) auf 3 Nivellementslinien zur Darstellung gebracht worden. Krustenbewegungen bis zu 1 mm/Jahr lassen sich an den Randstörungen nachweisen. Im Westerzgebirge hebt sich die NO-Flanke relativ gegenüber der SW-Flanke, während sich weiter nach Nordwesten der Bewegungstrend umkehrt.

Die bisherigen Maximalintensitäten der Einzelbeben im Zwickauer Raum überschritten die Stärke IV nach der Makroseismischen (MSK-)Skala nicht (das entspricht etwa Magnituden von ≤ 3 auf der Richter-Skala = „größtenteils wahrnehmbar“). Südöstlich davon sind die Beben etwas häufiger (vgl. Abb. 6-1) und ihre Intensitäten etwas höher (IV-V MSK = „wahrnehmbar bis stark wahrnehmbar“). Nordwestlich davon, im Raum Crimmitschau-Gera, wurden vereinzelt MSK-Intensitäten von VI-VIII (Magnituden von >4, d. h. “leichtere bis max. schwere Schäden“) erreicht (Ostthüringisches Beben von 1346, Mitteldeutsches Beben von 1872).

So bleibt abschließend festzustellen, dass zahlreiche NW-SO gerichteten Störungen im Zwickauer Steinkohlenrevier eine lang andauernde, oft mehrere 100 Mio. Jahre währende (auch von Ruhezeiten unterbrochene) Geschichte haben und dass es auch heutzutage noch echte endogen-tektonische Bewegungen geringer Größenordnung gibt.

6.3 Seismische Spezialmessungen zur Störungslokalisierung (H. BRAUSE)

In Fällen, in denen ein möglichst genaues Abbild des echten Strukturbaus des Gebirges nötig ist, und zwar zur Beurteilung von Standfestigkeitsfragen, Grundwasserdurchlässigkeiten oder von erdgebundenen Schadensfällen, kann ein solches Bild durch seismische Spezialmessungen gewonnen werden. Zur Überprüfung dieser Möglichkeit unter den konkreten innerstädtischen Bedingungen in Zwickau wurde 1997 ein erstes Testprofil gemessen. BRAUSE (2002: 43 ff.) hat die Begründung für solche Messungen und ihre Konzipierung ausführlich dargestellt. Für das Testprofil war eine weitgehend geradlinige Messstrecke von möglichst größerer Länge als der zu untersuchende Bereich auszuwählen; daher ist das Profil ZWT 01 entlang des Straßenzuges Reichenbacher Straße - nördlicher Innenstadtring gemessen worden (vgl. Abb. 6-17). Die Arbeiten wurden, um Störungen durch den Verkehr zu verringern, in den Nachtstunden ausgeführt. Die in den Boden einzubringenden Wellen wurden durch an Fahrzeuge montierte Schwingplatten realisiert und die reflektierten Wellen über Messgeräte in nur 2 m Abstand registriert und über ausgelegte Kabel in die Messwagen übertragen.

Durch den ausführenden Betrieb, GGD Leipzig, konnte schließlich ein beeindruckendes Ergebnis mit überraschend vielen Details vorgelegt werden (BAUER, HÄNIG & SEIDEMANN, 1997). Abb. 6-18 zeigt einen Ausschnitt des Ergebnisbildes.

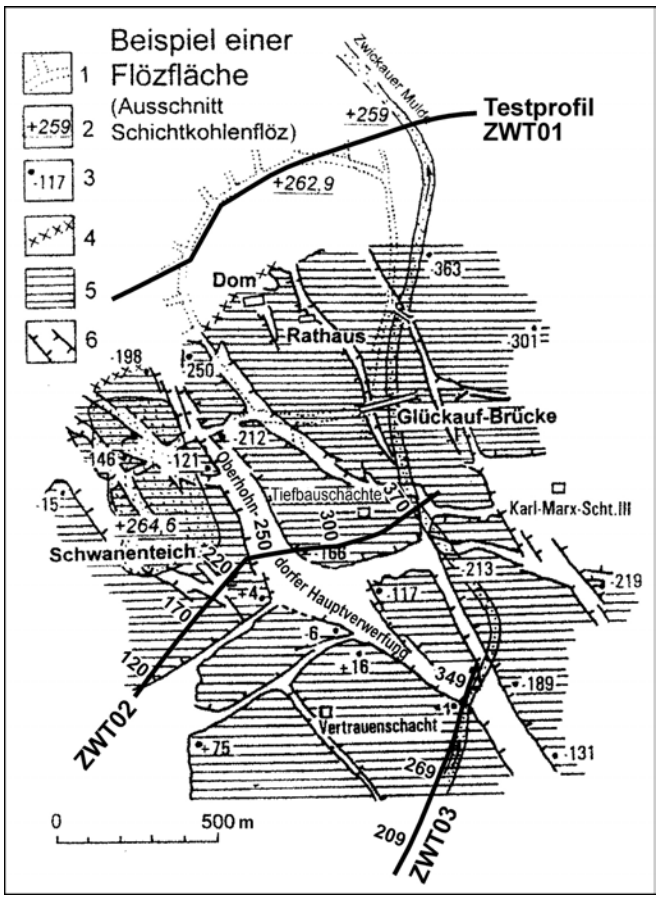


Abb. 6-17: Lage der Messprofile ZWT 01 bis ZWT 03
1 - Straßenzug Innenstadtring; 2 - Höhenangabe für Oberfläche (m NN); 3 - Höhenangabe der Flözbasis (m NN); 4 - Erosionsgrenze („Abwaschung“); 5 - abgebaute Flözfläche; 6 - Bruchstörungszone (flözleer ohne Schraffur)

Die feinen senkrechten Linien in Abb. 6-18 sind die zu den einzelnen Messgeräten gehörenden Grundlinien. Sie zeigen Ausschläge an Reflexionsgrenzen, beispielsweise an Schichtgrenzen mit deutlicheren Gesteinsunterschieden. Gemessen wird dabei die Laufzeit der Welle bis zu dieser Grenze und wieder zurück an die Oberfläche. Entsprechend ist der Tiefenmaßstab normalerweise keine echte Meterskala sondern die doppelte Laufzeit („sek TWT“). Der in Abb. 6-18 verwendete Metermaßstab wurde über die relativ gut bekannte Durchschnittsgeschwindigkeit der Wellenausbreitung berechnet.

Eine Reflexion ist dann sicher, wenn sie über mehrere oder besser viele benachbarte Spurlinien zu verfolgen ist. Im Messbild verstärken sich dann die stärkeren Amplituden der Einzelspuren zu dunkleren Bändern. Registrierbar sind naturgemäß nur Reflexionen von flachliegenden oder flachgeneigten Flächen. Steile Flächen, wie z. B. die gesuchten Bruchstörungen, können nur durch Interpretation gewonnen werden, und zwar aus dem Abbrechen und Versetzen von Linien, aus Neigungsänderungen, Knicken usw., wobei eine möglichst große Sequenz von übereinander liegenden Reflexionen mit verglichen werden muss.

Die Lesbarkeit der Ergebnisbilder kann auf Kosten einer gewissen Generalisierung durch die Darstellung als „Line drawing“ verbessert werden, wobei nur die über mehrere Spuren verfolgbaren Amplitudenausschläge vereinfachend von Hand als Striche nachgezeichnet werden. Natürlich ergibt sich dabei ein starker subjektiver Einfluss. Für genauere Auswertungen gibt es Rechenprogramme, mit denen Amplituden verstärkt oder abgeschwächt, Neigungsfilter eingebaut oder andere Auswahlkriterien einbezogen werden können. Allerdings treten auch hierbei Verzerrungen auf und auch dabei können wichtige Informationen unbeabsichtigt ausgeblendet werden.

Im Jahre 2001 wurden zwei weitere Messprofile realisiert, die vorwiegend der Frage nach dem Feinbau im Bereich der Oberhohndorfer Hauptverwerfung im südlichen Stadtgebiet galten. Solche Aussagen sollten möglichst auf Messprofilen senkrecht zur untersuchenden Struktur untersucht werden. Für das Messprofil ZWT 02 konnte ein geeigneter, d. h. befahrbarer Straßenzug gefunden werden. Zusätzlich wurde das Profil ZWT 03 in allerdings weniger günstiger Richtung vermessen.

Abbildung 6-19 ist eine interpretierte Line-drawing-Darstellung zum Ergebnis der Messungen auf dem Profil ZWT 02. Oben sind über der Grundlinie die Stationsbezeichnungen 120 ... 370 eingetragen. Zur Orientierung sind einige dieser Zahlen auch in Abb. 6-17 enthalten. Zwischen jeweils 2 solcher Stationen liegen 20 Einzelregistrierungen. Ein Reflexionselement wurde nur dann nachgezeichnet, wenn es auf mehreren benachbarten Spuren gleichartige Amplituden gab. Die dickeren und dünneren nur flach geneigten Striche sind solche Reflexionselemente, nämlich Reflexionen an Gesteinswechselgrenzen. Alle weiteren Eintragungen sind Interpretationen, deren geologische Logik jeder Leser nachvollziehen kann und teilweise auch noch ergänzen könnte.

In der linken Bildhälfte ist in mittlerer Teufe ein markanter Reflexionszug mit flachem Einfallen von SW nach NO zu erkennen. Es handelt sich um einen Reflexionsbereich in der Nähe der Karbonoberfläche. Er wurde durch dicke Punkte markiert und lässt sich bis zur Oberhohndorfer Hauptverwerfung gut verfolgen. Auch die Brüche zwischen den Stationen 170 und 220 sind gut zu erkennen (vgl. Abb. 6-19). Östlich Station (270), deutlich ab 320, liegt der markante Reflexionszug eindeutig tiefer.

Die Sprunghöhe an der Oberhohndorfer Hauptverwerfung beträgt in diesem Bereich für die Oberkarbonschichten (C2) ca. 150 m. - Bemerkenswert ist ein von SW nach NO ansteigender in Abb. 6-19 durch senkrechte Striche markierter Reflexionszug an der Unter-

grenze der Darstellung, der ebenfalls an der Oberhohndorfer Hauptverwerfung abbricht. Deutbar ist er als Oberfläche einer Grundgebirgseinheit des Prä-Oberkarbons.

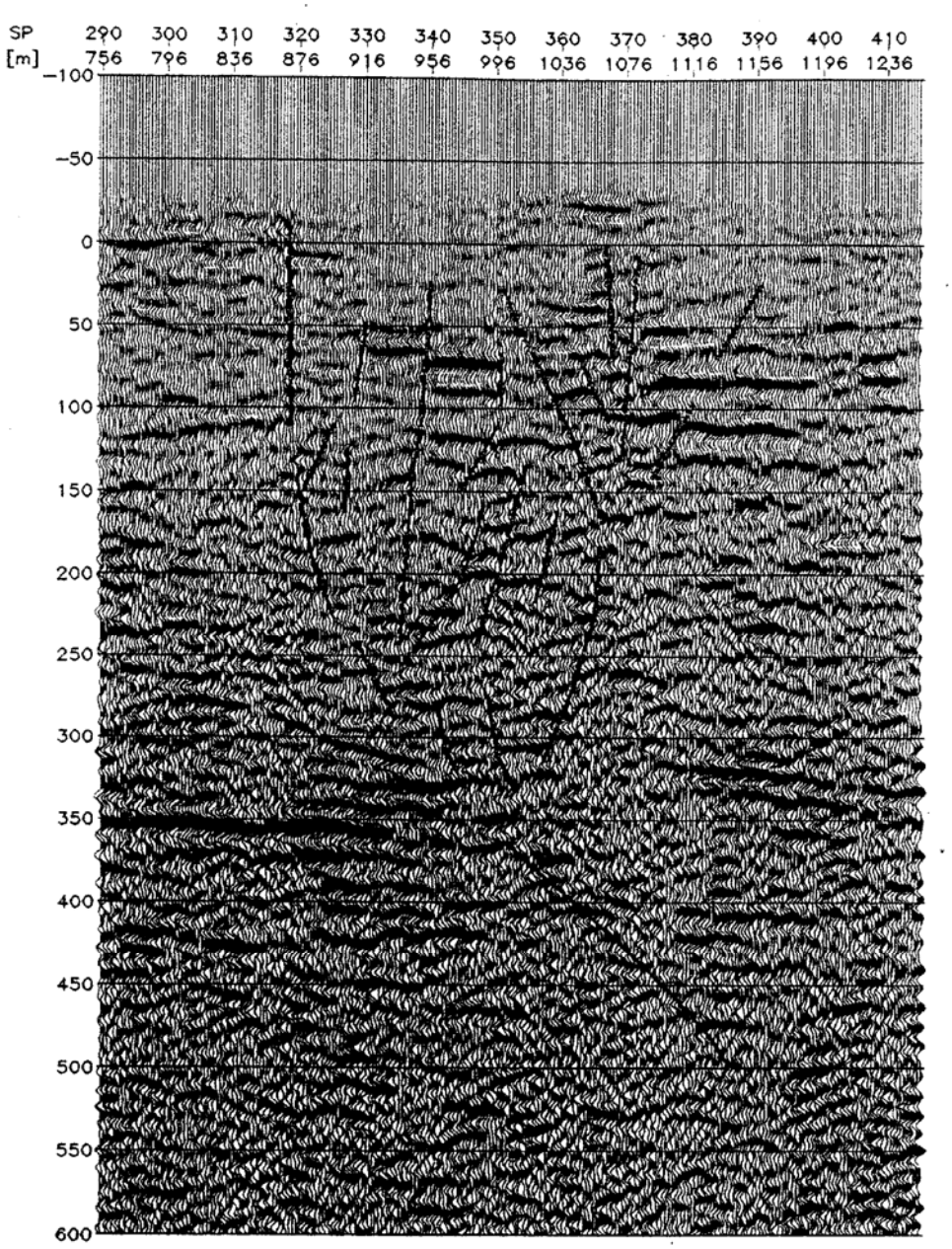


Abb. 6-18:
Ausschnitt des Ergebnisbildes des seismischen Testprofils ZWT 01

In der oberen Hälfte der Abb. 6-19 ist innerhalb der Rotliegend-Deckschichten (P1) ein markanter Reflexionszug zu erkennen, der mit schräggestellten Kreuzchen markiert ist. Mehr oder weniger parallele Reflexionselemente begleiten diesen Horizont oberhalb und unterhalb. Es ist sehr deutlich, dass es in diesem Tiefenbereich keinesfalls eine Fortsetzung der großen Sprunghöhe gibt, wie sie an der Oberhohndorfer Hauptverwerfung für das Oberkarbon gilt. Es lässt sich daher mit relativ hoher Sicherheit aussagen, dass der kräftige tektonische Versatz an der Oberhohndorfer Hauptverwerfung nicht wesentlich in das Rotliegend-Deckgebirge hinaufreicht. Die große Sprunghöhe muss schon bald nach dem Westfal D, also spätasturisch, angelegt worden sein. Der Störungsbereich riss zwar im Hangenden weiter, sehr wahrscheinlich oftmals, aber nicht als direkte Fortsetzung mit vergleichbaren Sprunghöhen (dies ist ein typisches Interpretationsproblem, denn sehr gut lässt sich der „Kreuzchenhorizont“ östlich von Station 240 auch 50-70 m tiefer interpretieren; Anmerkung HOTH). Die von der Oberhohndorfer Hauptverwerfung abscharenden Nebenstörungen sind typische Elemente tektonischer Weitungsbewegungen, die nach den häufigen nachfolgenden Bewegungen auch zu erwarten waren. Während unten rechts im Bild die auf das tiefe

Rotliegende beziehbaren Reflexionen wieder relativ ausgeglichen sind, liegt darüber im oberen Teufenbereich ein extrem zerhackter junger Hauptstörungsbereich. Die deutlichsten bergbauinduzierten Hebungen (vgl. Kap. 8) liegen über der Westflanke dieses jungen Störungsbereichs.

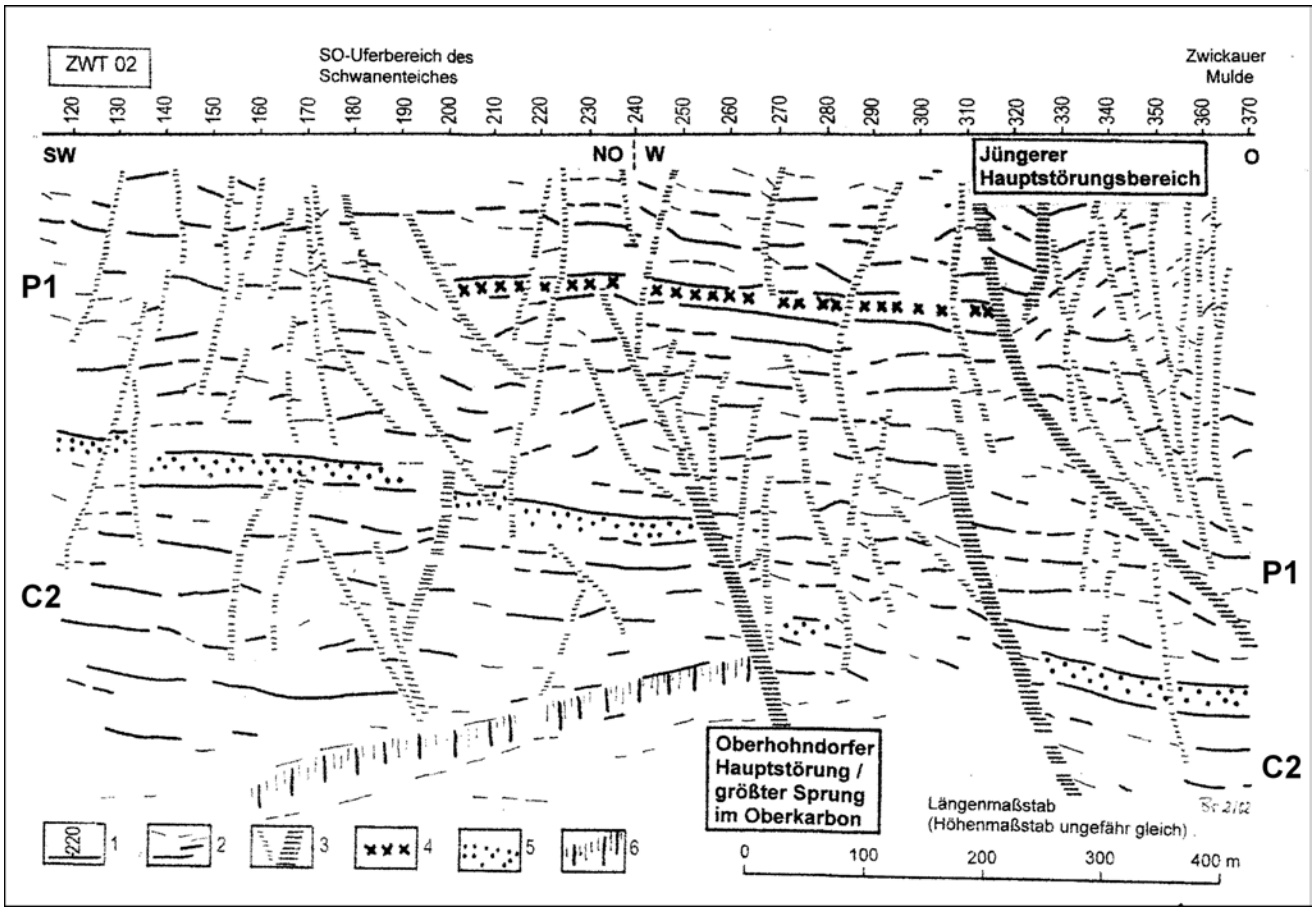


Abb. 6-19: Line-drawing-Darstellung des seismischen Profils ZWT 02
1 - Messprofil mit Stationsbezeichnung; 2 - Reflexionselemente; 3 - interpretierte Bruchstörungszonen; 4 - markanter Reflexionsbereich im Rotliegenden; 5 - markanter Reflexionsbereich nahe der Oberkarbonoberfläche; 6 - mögliche Reflexionen aus dem Liegenden des Oberkarbons

Abb. 6-20 ist die interpretierte Line-drawing-Darstellung zum Messprofil ZWT 03. Einigermaßen sicher ist die ungefähre Obergrenze des Oberkarbonkomplexes (C2), wieder mit den dicken Punkten markiert. Das Oberkarbon fällt nach Norden zu ein, seine Mächtigkeit ist hier im Süden der Stadt nicht sehr groß.

Im Liegenden der durch lange Reflexionsstriche gekennzeichneten Oberkarbonschichten ist als Grenze zu einem stärker bewegten Bau die durch senkrechte Striche markierte Oberfläche des voroberkarbonischen Grundgebirges eingetragen.

Überraschend sind die stark wechselhaften Neigungen im hangenden Rotliegend-Komplex (P1).

Die eingetragenen Bruchstörungen sind nicht ohne weiteres mit bekannten Kartierungen korrelierbar; allerdings bringt auch die ungünstige Profillage möglicherweise schwer zu interpretierende spitzwinklige Schnittlagen mit sich. Die Oberhohndorfer Hauptverwerfung wird am NNO-Ende des Messprofils im Gebiet ihrer Querung mit der Zwickauer Mulde als stärker gestörter Bereich erreicht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es durch spezialseismische Messungen gelingen kann, im Bedarfsfall auch einen komplizierten Gebirgsfeinbau mit vielen Details zu erfassen. Für praktische Belange ist es damit möglich, mehr Sicherheit für die Beurteilung komplexer erdgebundener Probleme sowie für die Planung komplizierter Bauvorhaben zu erlangen. Allerdings müssen immer die nicht unerheblichen Kosten und der subjektive Faktor bei der Auswertung ins Kalkül gezogen werden.

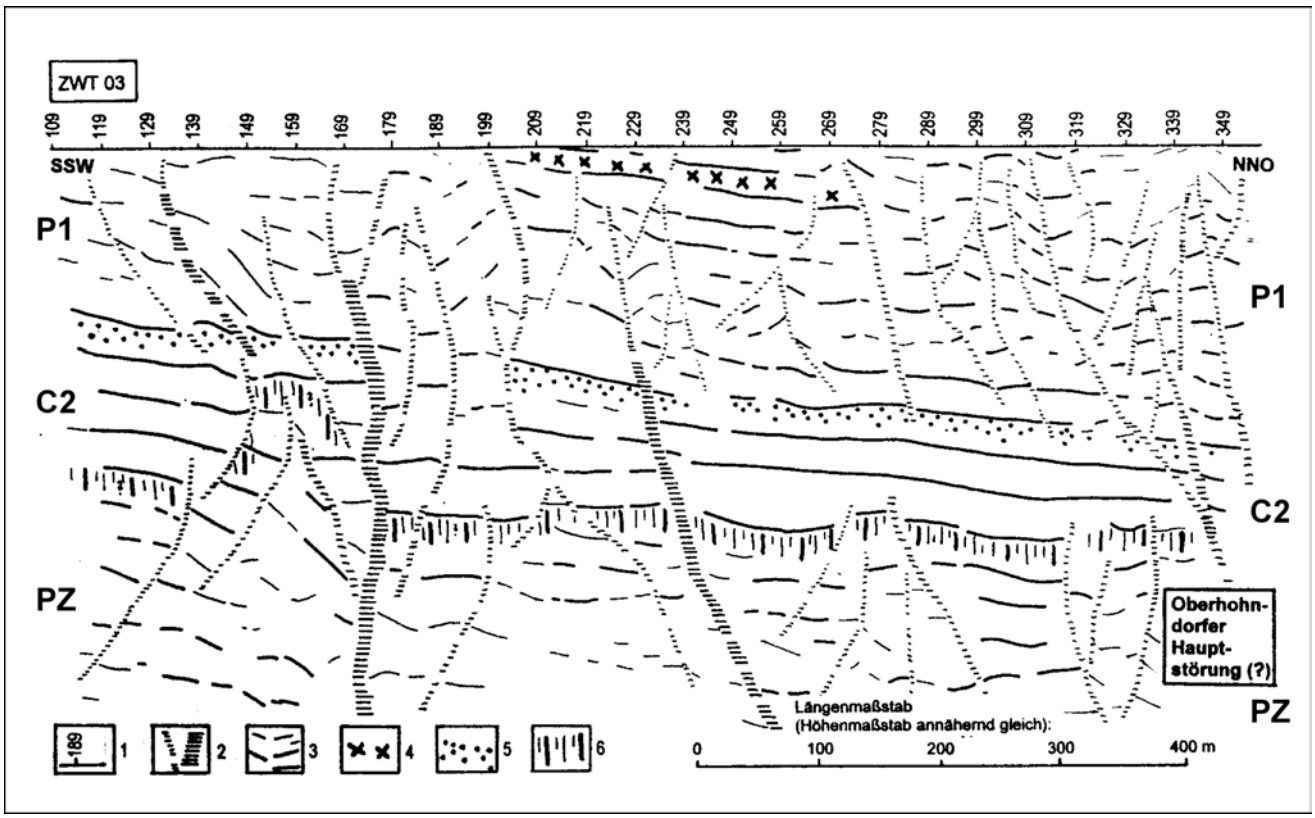


Abb. 6-20: Line-drawing-Darstellung des seismischen Profils ZWT 03
1 - Messprofil mit Stationsbezeichnung; 2 - interpretierte Bruchstörungszonen; 3 - Reflexionselemente; 4 - markanter Reflexionsbereich im Rotliegenden; 5 - markanter Reflexionsbereich nahe der Oberkarbonoberfläche; 6 - mögliche Reflexionen aus dem Liegenden des Oberkarbons

7. Hydrologisch-hydrogeologische Verhältnisse und bergbauliche Wasserhaltung

(Ch. ADAM)

7.1 Hydrologische Ausgangssituation

Das Zwickauer Steinkohlenrevier umfasst ein Areal von ca. 35 km², zwischen den Orten Werdau (im W), Crossen (im N), Lichtenstein (im O) und Wilkau-Hasslau (im S). Seine Oberfläche liegt vorwiegend im Niveau 300 bis 350 m NN, extrem zwischen ca. 245 m NN (Zwickauer Mulde bei Crossen) und wenig über 400 m NN (Anhöhen im S bei Planitz, im Zentrum bei Reinsdorf und östlich von Mülsen). Das Niveau des Mulde-Flussbettes südlich von Zwickau liegt bei ca. 265 m NN (Abb. 7-1), das Gelände des Stadtzentrums ca. 2 bis 3 m über dem Mulde-Mittelwasserstand.

Der **Gebietsniederschlag** beträgt im Mittel 700 bis 750 mm/a (Deutscher Wetterdienst, Messreihe 1961-90). Von UHLMANN u. GRÄBER (1984) werden konkret für Zwickau-Schedewitz und Thurm 719 u. 743 mm/a angegeben (Messreihe 1931 bis 1980).

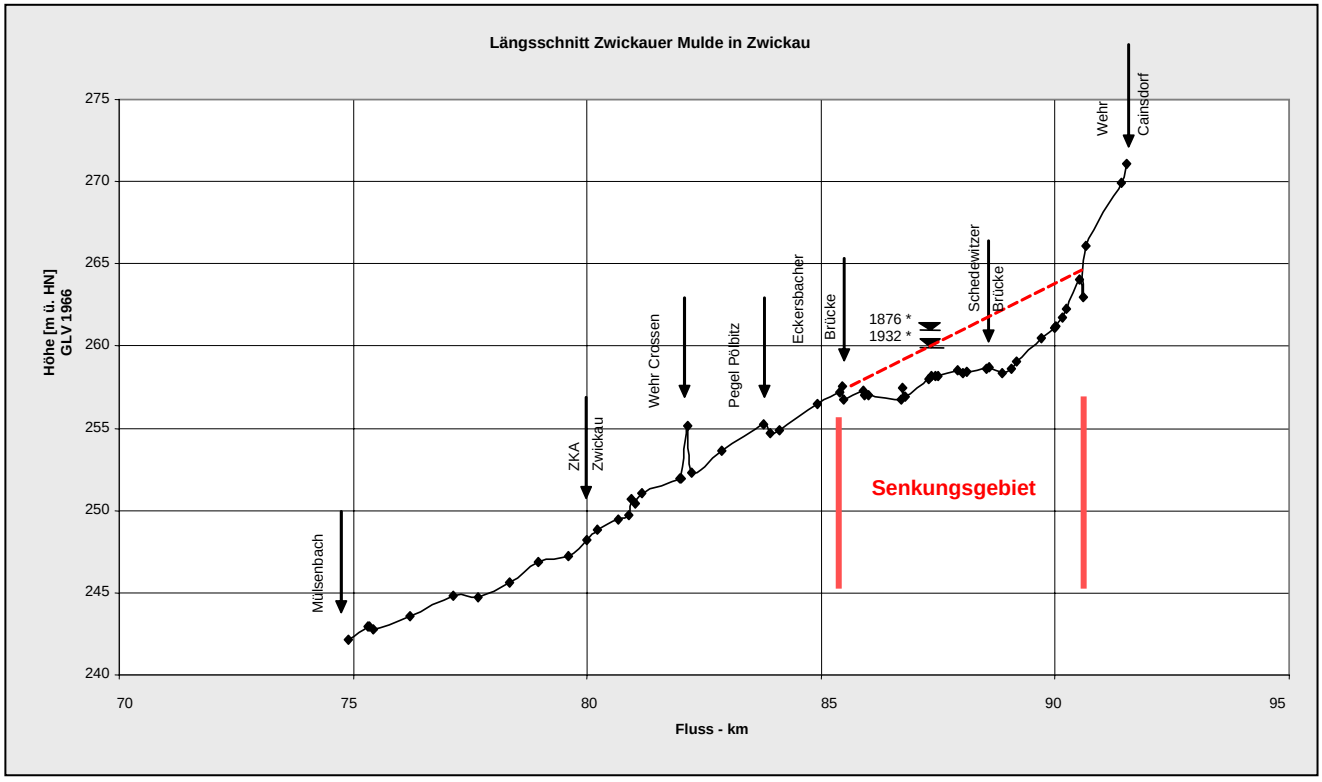


Abb. 7-1: Höhenlage der Zwickauer Mulde mit Bereich des Senkungsgebietes (nach SPRANGER & KLOSTERMEIER 2004)

Hauptvorfluter ist die Mulde im W-Teil des Reviers, hier mit einem mittleren Abfluss (MQ) von 14,3 m³/s (nach SIMON u. a. 2005). Sie hat im Oberlauf (vom Erzgebirgskamm bis Zwickau-Pölbitz) ein 1030 km² großes Einzugsgebiet. Daraus resultierten in früherer Vergangenheit sehr große Abflussschwankungen (vermutlich zwischen <0,5 und >500 m³/s). Im 20. Jahrhundert wurden im Oberlauf der Zwickauer Mulde 6 große Talsperren mit einem Stauraum von ca. 92,5 Mio. m³ errichtet, was zu einem Abflussausgleich geführt hat (MNQ 3,0 m³/s, bis MHQ 124 m³/s nach Jahresreihe 1928 bis 2000), allerdings ohne Bedeutung für den hiesigen alten Bergbau. Einfluss auf diesen hatten früher besonders Extrem-Hochwässer (s. Kap. 7.3).

Kennzeichnend für das Gebiet ist eine relativ starke Reliefgliederung durch den Einschnitt der Mulde in einer ca. 1 km breiten Talaue im Stadtgebiet von Zwickau (Verengung bei Bockwa) mit ihren vielen kurzen Seitentälern. In diesen Tälern mit generell nur wenige km² großen Einzugsgebieten, die ober- und unterirdisch praktisch identisch sind, fließen stark niederschlagsabhängig kleine Bäche.

Für Bäche im Känozoikum bei Schneppendorf wurden nach Untersuchungen von UHLMANN u. GRÄBER (1984) **Abflussspenden** von 2,9 und 4 l/(s·km²) ermittelt. Für solche Einzugsgebiete in der Größenordnung von 3 bis 12 km² entspricht das MQ-Werten zwischen ca. 10 und 40 l/s. Für die Kartenblätter Zwickau (5240) und Zwickau Ost (5241) haben RIEDEL u. SCHUBERT (2007) nach GEOFEM-2004 Gebietswerte (arithmetische Mittel) der GW-Neubildungsrate von 1,6 und 2,1 l/(s·km²)

errechnet. Im Hydrogeologischen Atlas von Deutschland werden hierfür sogar 2,6 und 2,8 l/(s·km²) angegeben. Diese Mittelwerte repräsentieren nicht speziell das Bergrevier, sondern auch dessen weitere Umgebung (Großgebiet) mit vorherrschendem Festgestein, wo Grundwasser flurnah vorwiegend im Verwitterungsbereich (Vergrusungs- u. Hackfelszone) und ansonsten in Kluftbereichen zirkuliert. Hier ist bei anhaltender Trockenheit ein Trockenfallen von Bächen mit sehr kleinen Einzugsgebieten zu verzeichnen. Die kleinen Bäche hatten nur anfangs Einfluss auf den oberflächennahen Steinkohlenbergbau. Sie sind im Stadtbereich inzwischen durch Untergrundzerrüttung infolge Bergbau und Kanalisation weitgehend verschwunden. Im einzigen größeren Seitental der Mulde im Revier fließt der Mülsenbach, wegen der dortigen Teufe der Steinkohlenflöze (über 800 m) jedoch ohne Belang für den früheren Abbau.

7.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Tabelle 7-1 gibt einen Überblick über das **hydrogeologische Normalprofil** im Zwickauer Revier. Daraus ist ersichtlich, dass das flözführende Karbon (das nur im SW an der Oberfläche ausstreicht) generell vom mehrere 100 m mächtigen Rotliegenden bedeckt ist. Der Hangend-Komplex hat unterschiedliche hydraulische Leitfähigkeiten, daraus resultieren lokal gespannte Grundwässer mit GW-Druckflächen bis >5 m über der GW-Oberfläche im Känozoikum.

Tab. 7-1: Hydrogeologisches Normalprofil Steinkohlenrevier Zwickau

Stratigraphische Einheit	**Gestein** Verbreitung, Besonderheit, (Mächtigkeit)	**Hydrogeol. Bezeichnung** Kennwerte: Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) in m/s; Transmissivität (T) in m²/s
Quartär		
Holozän	Löß, Lößlehm, auf Hochflächen (bis 5 m); Auelehm, Sand, Kies, lokal bindig, in Taleinschnitten von Zwickauer Mulde, Mülsenbach, Pleiße u. a., (wenige dm bis m)	GWS: k_f 10^{-5} bis 10^{-8}; **vorw. GWL**: k_f 10^{-4} bis 10^{-5}; T meist $4 \cdot 10^{-3}$ ($10^{-2...-5}$)
Pleistozän	Kiessand, an Talrändern u. auf Hochflächen; kaltzeitl. Terrassen, (wenige dm bis m)	**GWL:** k_f 10^{-3} bis 10^{-5}
Tertiär	Kiessand, z. T. etwas bindig, fluviatile Relikte, auf Hochflächen im N-Teil des Reviers, (oft 15 bis 25 m, in Rinnen lokal bis 50 m)	**GWL**, lokal GWGL: k_f 10^{-3} bis 10^{-5}; wenn stärker bindig: 10^{-4} bis 10^{-5}
Rotliegend		
Mülsen-Formation (*Diskordanz*)	Konglomerat mit Sandstein- u. Schluffstein-Lagen, im Großteil d. Reviers, (meist <150 bis 400 m), meist an Oberfläche; im Ausstrich von Störungen und in Störungskreuzungen stark klüftig; ungestörtes Sedimentpaket u. Verwitterungszone hydraulisch dicht	**lokal Haupt-GWL** bis GWGL im Festgestein: k_f 10^{-4} bis 10^{-5} (im Mittel), T bis $>10^{-2}$ in Störungen; GWS bis GWGL: k_f $<10^{-5}$ (10^{-7} bis 10^{-10}); T $<10^{-6}$
Leukersdorf-Formation	Schluff-/ Sandstein-Wechselfolge mit Lagen v. Pyroklas-tit, Konglomerat, Karbonat, (meist >100 bis 300 m), im S-Teil des Reviers oberflächennah lithofaziell stark differenziert; durch Verwitterung an alter Landoberfläche u. Störungsflächen oft hydraulisch dicht, deshalb lokal gespanntes GW	**lokal GWL:** k_f 10^{-4} bis 10^{-5}, T 10^{-3} ($6 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$), lokal GWS: kf 10^{-7} bis 10^{-10}
Planitz-Formation	meist Vulkanit (Tuff, Melaphyr, Pechstein), lokal Sand-/ Schluffstein; im NW u. S des Reviers oberflächennah, oft hydraulisch dicht (10 ... 70 m)	teils GWGL: k_f 10^{-5} bis 10^{-7} teils GWS (keine Kennwerte)
Härtensdorf-Formation (*Diskordanz*)	Konglomerat bis Schluffstein, mit Einlagen von Tuff, Kalk, z. . Kohle; mitunter Sole auf Kluftzonen, sonst praktisch „ohne GW“, feinkörn. Gestein quellfähig; (10 bis 120 m)	meist GWS, im Ausstrich GWGL: k_f 10^{-5} bis 10^{-7} (10^{-10}); T 10^{-4} bis 10^{-5}
Oberkarbon	Konglomerat bis Tonstein, mit bis zu 16 Steinkohleflözen (in Schiefertonen), lokal Karbonatsandstein; Sole auf Kluftzonen	vorw. GWGL bis GWS, stärkere GW-Zirkulation nur auf Kluftzonen;
Oberhohndorf-Subformation (SF)	mit bis zu 4 Flözen, (bis 50 m)	im Flöz-führenden Gebirge primär nur Gesteinsfeuchte; durch Bergbau (Grubengebäude, Auflockerungs- u. Versatzbereiche) resultieren künstl. GWL; Kluft-GWL („Melaphyr“);
Marienthal-Pöhlau-SF	mit bis zu 9 Flözen, (bis 120 m)	
Schedewitz-Subformation (*Diskordanz*)	oben mit bis zu 3 Flözen, (130 bis 170 m), unten „Melaphyr“, (80 m), an der Basis bindiger Zersatz (Kaolin)	
Devon ... Ordovizium	Tonschiefer und Phyllit	generell GWS k_f 10^{-7} bis 10^{-9}

Oberflächennah gibt es allgemein gute Grundwasserleiter (GWL) des Quartärs (und z. T. des Tertiärs) sowie lokal mäßig durchlässige Kluft-GWL (auch als GW-Geringleiter, = GWGL, bezeichnet) vorwiegend der oberen Rotliegend-Formationen (Tab. 7-1). In diesen GWL bzw. GWGL, die untereinander und mit den

Vorflutern kommunizieren, erfolgt unter natürlichen Bedingungen fast der gesamte unterirdische Abfluss.

Die Festgesteins-Schichten fungieren überwiegend als Grundwassergeringleiter (GWGL) bis Grundwasserstauer (GWS). Stärkere GW-Führung bzw. Durchlässigkeit ist in Störungszonen (klüftungsfreundlicher) meist grobklastischer und vulkanischer Gesteine zu erwarten, während größere Verwerfungen (Sprünge) in Schluff- und Tonsteinen oft zu GW-Stauflächen (Barrieren) geführt haben (s. Kap. 7.3). Als GW-Stauer fungieren auch die Verwitterungszonen toniger Gesteine (Bodenbildung) im Bereich größerer Diskordanzen (wie unter der Härtensdorf- und Mülsen-Formation).

Die **GW-Fließrichtung** im Raum Zwickau verläuft im ungestörten Zustand generell nach Norden, lokal zu den jeweils benachbarten Vorflutern. Während des Bergbaus waren die Absenkungstrichter der Wasserhaltungen Ursache für vom Naturzustand abweichende GW-Strömungen. Nach Ende des Bergbaus (1978) und anschließender Flutung des Grubengebäudes hat sich das ursprüngliche GW-Strömungsfeld (Fließregime) weitgehend wieder eingestellt. Ausnahmen davon sind die Senkungsgebiete im Stadtgebiet von Zwickau (Bockwa, Schedewitz, Innenstadt), wo eine erhebliche Infiltration von Muldewasser erfolgt (vgl. Kap. 8.2 und Abb. 8-5). Die Grundwasserneubildung in diesem Gebiet beträgt auf unversiegelten Flächen ca. 180 mm/a (GEOFEM-2000).

In den Niederungen hat das Grundwasser primär nur einen geringen Flurabstand (meist nur wenige dm bis m), was seine einfache Nutzung durch eine Vielzahl von Flachbrunnen ermöglicht hat. Im Bereich der Hochflächen liegt die GW-Oberfläche generell tiefer (teils >20 m), in gut durchlässigen GWL oft nur wenig über dem Niveau benachbarter Vorfluter. Bemerkenswert ist der langjährig kleine GW-Gang im Revier; nach MISCHALIK UND GALINSKY (2007) für die Messstelle Schneppendorf (Messzeitraum 1970 bis 2007) nur 1,4 m (Abb. 7-2).

Zur Lagerstättensituation sei noch bemerkt, dass die Festgesteinskomplexe im N-Teil des Reviers - bedingt durch 8 große sowie viele kleine, meist herzyn streichende Staffelsprünge - von W nach O auf 12 km Länge etwa 900 m abfallen (d. h. ca. 1 : 13). Hier gibt es Mächtigkeiten des Rotliegenden von meist 200 bis 1000 m und des Karbon von ca. 150 bis 250 m. Das N-S-Gefälle der Lagerstätte ist noch wesentlich steiler (s. Beilage 6-1).

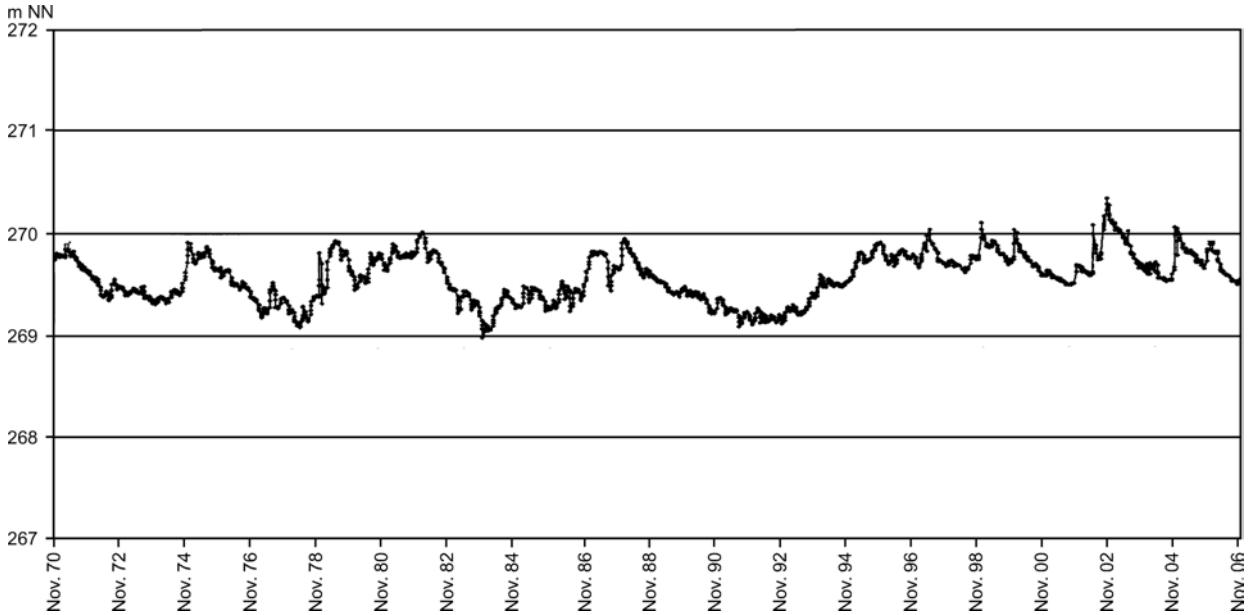


Abb. 7-2: Grundwassergang Schneppendorf

7.3 Bergbaueinfluss auf Wasserwegsamkeit und Wasserhaltung (Ch. ADAM; red. HOTH)

Der Steinkohlenabbau im Raum Zwickau erfolgte anfangs oberflächennah an Flözausstrichen bei Planitz, Bockwa, Oberhohndorf und Reinsdorf durch viele kleine Gruben (im Tagebau, über Stolln und seichte und Schächte, wovon 447 risskundig sind; davon 191 flacher als 20 m) oberhalb des Niveaus der Zwickauer Mulde. Zur Trockenhaltung solcher Kleinstabbaue, die praktisch nur durch Niederschlag behindert werden konnten, genügten Schöpfgefäße, Handpumpen und Entwässerungsgräben.

In der Folgezeit bildeten sich für den verstärkten Abbau zunächst kleine Partnerschaften und Gesellschaften, auch zur gemeinsamen Wasserhaltung mit Hilfe von Pumpenknechten. Vom 16. Jahrhundert an wur-

den erste **Entwässerungsstolln** zur Mulde angelegt, so rechts der Mulde der von 1550 bis 1623 vorgetriebene Bockwa-Reinsdorfer Stolln, mit 2250 m Länge und 48 m nutzbarer Teufe. Linksseitig der Mulde ist dann nach Westen der 1590 urkundlich belegte Cainsdorfer Stolln mit 700 m Länge und 40 m nutzbarer Teufe errichtet worden, der bis 1846 in Betrieb war (über weitere Entwässerungsstolln siehe DRESSEL et al. 2000: 398 ff.).

Im flözführenden Karbon, das vorwiegend aus quellfähigen Schluff- und Tonsteinen besteht, gibt es primär keine nennenswerte GW-Zirkulation, allenfalls in Klüftungszonen. Das frische Gestein ist hier bergfeucht und wird bei Luftzufuhr (Bewetterung) staubtrocken. In größeren Teufen wirkt sich zusätzlich die Gesteinstemperatur aus, die ca. 40 ºC bei 1000 m unter Gelände beträgt.

Auch durch Vergrößerung der Abbauflächen oberhalb des Muldeniveaus und fern der Mulde in tieferen Bereichen gab es zunächst keine besonderen GW-Probleme. Die anfallenden Wassermengen konnten bis zum Stolln-Niveau mit größeren Gefäßen, besseren Pumpen und Hunten gefördert werden. Um den Kohleabbau räumlich wesentlich ausdehnen und damit ökonomischer betreiben zu können, wurde 1826 die Oberhohndorfer **Dampfwasserhaltung** eingerichtet. Die erste Maschine (mit 12 PS) zur Gestänge-Wasserhaltung konnte 0,8 m³ Wasser pro Minute (ca. 13 l/s) 17 m hoch fördern und damit auch stärkeren Wasserzufluss bewältigen. Zuvor musste diese Aufgabe mit der Muskelkraft von 9 Pumpenknechten in täglich zwei zwölfstündigen Schichten bewältigt werden. Trotz dieser Neuerungen wurden aus energetischen Gründen weiterhin Stolln zur Entwässerung weiterbetrieben, der letzte bis 1902.

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte die **Entwässerung** größerer Grubenfelder mit verbesserter Technik dann **über tiefere Schächte**, davon ausgehende Strecken sowie Bohrungen aus diesen ins Hangende und Liegende. 1851 sind aus dem Wasserhaltungsschacht in Bockwa, der bis 170 m Teufe wirksam war, 2 bis 3 m³/min (33 bis 50 l/s) gepumpt worden.

Beim Schachtabteufen im Rotliegenden und Karbon gab es im Allgemeinen keine besonderen Probleme mit GW-Zuflüssen; Ausnahmen: Hoffnung- und Vertrauensschacht. Nach BLÜHER (1960) sind z. B. in der Härtensdorf-Formation (Sand-/Tonstein im unteren Teil) nur lokale Zuflüsse von 0,5 bis 0,6 l/s bekannt. In den hangenden Planitz- und Leukersdorf-Formationen beschränkten sich die minimalen GW-Zuflüsse auf klüftige Zonen sowie Konglomerat- und Sandstein-Schichten. Im Mülsenfeld (mit von W nach O steigendem Anteil sandig-konglomeratischer Fazies) brachte der neue Schacht Martin Hoop IX 4 bis 6 l/s. Bemerkenswert ist, dass sich im Zwickauer Revier (im Stadtfeld wie im Mülsenfeld) die Wasserhebung aus tiefen Brunnen und Schächten auf benachbarte Flachbrunnen ausgewirkt hat, so dass diese z. T. trocken fielen. Das weist auf eine Kommunikation zwischen Kluftgrundwasserleitern des Festgesteins mit den hangenden Lockergesteins-GWL hin.

Mit Ausweitung der Kohlegewinnung durch die Vereinigung von Abbaugemeinschaften sowie Feldabwärtsbau von den Flözausstrichen in immer größere Teufen (letztens bis über 1000 m), kam es zu weiten hydraulischen Vernetzungen mit zunehmenden Anforderungen an die Wasserhaltung.

Auch durch Änderung der Abbau-Methode vom anfänglich langsamen „Schachbrett-Abbau“ (Kammerbruch-Teilabbau mit Verbleib von mehr oder weniger standfesten Pfeilern), der wassergängige Brüche mit Bergschäden bis übertage verursachte, zum schnelleren Totalabbau (mit Strebbau als Bruch- oder Versatzbau bzw. Kammer-Pfeiler-Bruchbau), konnte der Wasserzufluss nicht wesentlich reduziert werden. Das gesamte Grubengebäude einschließlich der abgeworfenen Felder fungierte als einheitlicher guter GW-Leiter; an tiefen Stellen sammelte sich Standwasser.

Hier sei ferner noch auf die bergbaulich-wasserwirtschaftliche Bedeutung des **Spülversatzes** im 1. Viertel des 20. Jahrhunderts hingewiesen. Anfangs ist taubes Gestein durch Handversatz nur am Abbauort bewegt worden. Ab 1903 wurde Spülversatz eingeführt, wodurch zusätzlich große Wassermengen in die Grube eingebracht worden sind (vgl. Tab. 7-2). Erst ab 1930 wurde dann mit Blasversatz gearbeitet und damit auf zusätzlichen Wassertransport verzichtet.

Die **Wasserzuflüsse** ins Grubengebäude fernab der Mulde waren anfangs recht gering: zu einem der Brückenberg- (Karl-Marx-) Schächte z. B. nur 0,08 m³/min (= 1,3 l/s). Mit Annäherung des Kohleabbaus zur Mulde und dann durch den Bergbau direkt unter diesem Fluss stieg zwangsläufig auch der Wasserzustrom. Für die Hauptwasserhaltung 1923 im westlichen Revierteil geben DRESSEL et al. (2000: 405) Folgendes an (Tab. 7-2):

Tab. 7-2: Wasserhaltung im Stadtfeld (1923)

Wasserhaltung (Revier)	**Wassermenge (**m³/min)		
	Grubenwasser	Spülversatz-Wasser	Summe Revier
Bockwa	5,5	0,7	6,2
Schedewitz	2,7	1,5	4,2
Zwickau	0,9	0	0,9
insgesamt	9,1	2,2	11,3 (=188 l/s)

Interessant ist das Verhältnis Kohlegewinnung zur erforderlichen Wasserhebung im Zwickauer Revier. Es wird von ECKARDT u. MAY (1936) im Durchschnitt beziffert mit 1 t Steinkohle : 6,54 m³ Wasser.

In Tab. 7-3 hat KAULFUß (o. J.) die mittleren **Zuflüsse zu den Wasserhaltungsschächten** im Zwickauer Revier im Zeitraum 1937 bis 1941 dokumentiert.

Tab. 7-3: Wasserhaltung im Stadtfeld (1937-41)

Schacht	Teufe m NN	Zufluss m³/min
Altgemeinde	+98	4,5
Vertrauen	- 113	2,0
Fr. Nickolay	- 319	1,0
(Tiefbau-Schacht. I) Bürger II	- 308	1,5
Karl-Marx I	- 465	0,25
Karl-Marx II + III	?	0,045

Dieser Gesamtzufluss von ca. 9,3 m³/min (155 l/s) wurde ab ca. 1968 dem zentralen Wasserhaltungsschacht (Fr. Nickolay) zugeleitet.

Infolge von Feldes-Stilllegungen (1951 erfolgte die Einstellung des Kohleabbaus im Stadtfeld westlich der Mulde) waren die gehobenen Wassermengen später geringer (RICHTER et al. 1994: 116,6 l/s = ca. 7 m³/min in Spitzenzeiten; BRAUSE et al. 1996: 83,3 l/s).

Über den Einfluss der Zwickauer Mulde auf die Wasserhaltung im Steinkohlenrevier im Jahr 1954 bei Niedrigwasserführung (NQ) und (wohl mittlerer) Hochwasserführung (HQ) existieren die Daten in Tab. 7-4 (nach BLÜHER 1960: 916).

1966 wurde die Wasserhaltung im Hoffnungs-Schacht und 1980 die zentrale Wasserhaltung im Nickolay-Schacht beendet. Ab diesem Zeitpunkt begann der GW-Wiederanstieg, nach DRESSEL et al. 2000: 405/406 unter Zufluss von ca. 7 m³/min (Niederschlags-)Wasser von der Tagesoberfläche.

Die Bergbaufolgen aufgrund des Grundwasserwiederanstiegs werden im Kap. 8 behandelt.

Für den Grubenbetrieb im Endstadium interessant waren die „über lange Zeiten nahezu unverändert gemessenen Wasserzuflüsse aus den oberen Teufen von 16 Schächten des Zwickauer Reviers mit durchschnittlich 0,113 m³/min (Streubereich 0,01 bis 0,80 m³/min) und insgesamt nur 1,8 m³/min (= 30 l/s).

Frühere **Extrem-Hochwässer** der Mulde waren durch die Wasserhaltung nicht zu bewältigen, sie haben den Grubenbetrieb zeitweise lahm gelegt (DRESSEL et al. 2000):

- Das Hochwasser vom 31. Juli 1858 flutete Bockwa sowie sämtliche Gruben rechtsseitig der Mulde und verursachte Gebirgseinbrüche im oberflächennahen Abbau. Die Sümpfung bis zur Wiederaufnahme der Kohlegewinnung dauerte fast ein Jahr (bis 14. Juni 1859).
- Durch **abdichtende Baumaßnahmen** im Flussbett (1864 Pflasterung und später Betonierung), Bachverlegungen (wie der Schmelzbach, der bei Starkregen das Bruchfeld überflutete) sowie durch Errichtung von Hochwasserschutzdämmen in Abbaunähe konnte die Infiltration von Muldewasser ins Grubengebäude merklich vermindert werden (ECKARDT u. MAY, 1936: 231 ff.). So wurde rechts der Mulde 1866 bei Bockwa eine 100 m lange Ziegelmauer auf das anstehende Festgestein gegründet. 1882 folgte der Bau eines 200 m langen Beton-Dammes bis 2 m über Mulde-Mittelwasserstand (MW), 1883 eine 600 m Hartziegelmauer bis 1,3 m über MW. Der Wasserzufluss soll sich dadurch anfangs um 1,14 m³/min, später um 0,97 m³/min verringert haben.
- Noch mehr Schaden richtete das Hochwasser vom 30. Juli 1897 an, wodurch sämtliche Wasserhaltungsschächte abgesoffen sind. Das Flutwasser strömte durch verbrochene Abbaufelder, über offene Störungen und zerklüftetes Gestein (wie Melaphyr) sowie auch durch abgemauerte Durchörterungen der hier als Barriere wirkenden Oberhohndorfer Verwerfungszone. Der Grubenbetrieb konnte nach Hebung von 6,7 Mio. m³ Wasser erst 1899 wieder voll aufgenommen werden.
- Ein Hochwasser vom 13. September 1899 mit 11,25 m³/min (187,5 l/s) mittlerem Zufluss konnte indes durch aufgestockte Pumpenkapazität (bis 51 m³/min) problemlos beherrscht werden. Eine 1899 gebaute Ziegelmauer von 174 m Länge brachte dann noch eine Infiltrationsreduzierung um 0,5 m³/min.
- Nach dem Mulde-Hochwasser 1954 wurden die Deiche bei Schedewitz erhöht.

Die durch den Steinkohlenabbau resultierenden erheblichen Bergsenkungen (vgl. Kap. 8.1-8.2), haben auch die Mulde auf 5 km Länge (Abb. 7-1) erfasst. Im Flussbett erfolgte dadurch verstärkte Sedimentation.

Tab. 7-4: Wasserhaltung im Stadtfeld 1954

1954 Monate	**Mulde** Wasserführung	**Wasserhaltung –** Mittelwert (m³/min) Zentraler Wasserhaltungsschacht	Hoffnungs-Schacht	Bürger-Schacht II	Karl-Marx-Schacht III	Gesamtzufluss
01-06	NQ	1,4 (1,4-1,5)	2,1 (2,0-2,2)	1,3 (1,2-1,3)	0,17 (0,14-0,18)	4,97
07-10	HQ	3,7 (2,6-4,6)	2,7 (2,4-3,0)	1,4 (1,2-1,5)	0,24 (0,17-0,30).	8,04

7.4 Wasserbeschaffenheit

Zur Wasserversorgung der Zwickauer Region dienten primär die Grundwässer in den Lockergesteinen des Känozoikums. Insbesondere in den gut durchlässigen Talgrundwasserleitern des Quartärs mit oberflächennahem GW-Stand sowie potentieller Uferfiltration aus den benachbarten Vorflutern gab es vor der Beeinträchtigung durch Bergbau und Industrie generell keinen Wassermangel. Auch in den höher liegenden Flussterrassen des Pleistozäns und in den Kiessanden des Tertiärs konnten durch Hausbrunnen Trinkwässer erschlossen werden, allerdings meist nicht so oberflächennah.

Die känozoischen Grundwässer sind vorwiegend leicht sauer, mittel- bis leicht hart und haben eine relativ niedrige elektrische Leitfähigkeit (K), sofern keine lokale Versalzung oder anderweitige Kontamination vorliegt. Von RIEDEL u. SCHUBERT (2007) werden in den Erläuterungen zu den Hydrogeologischen Spezialkarten 5240 (Zwickau) und 5241 (Zwickau-Ost) folgende Parameter angegeben (in Tab. 7-5 z. T. gerundet).

Tab. 7-5: Beschaffenheit känozoischer Grundwässer

Parameter	**Quartär** bei Crossen	**Tertiär** bei Dänkritz
pH	6,8 (6,2-7,1)	6,4 (6,2-6,7)
GH (^{o}dH)	15 (10-22)	9 (8-10,5)
KH (^{o}dH)	8 (4-9,5)	3 (2,5-3,5)
K (µS/cm)	680 (450-800)	700 (640-800)

Zur groben Orientierung über weitere Inhaltsstoffe in den oberen GW-Leitern sollen zwei Einzel-Analysen vom Nordrand des Steinkohlenreviers dienen (Tab. 7-6).

Gegenüber den känozoischen Grundwässern ist das rezente Mulden-Wasser generell weich, es hat eine etwas geringere Inhaltsstoff-Konzentration als die Quartär-Grundwässer, mit denen es kommuniziert (Tab. 7-7).

Die Grundwässer im obersten **Rotliegenden**, der **Mülsen-Formation**, zirkulieren hauptsächlich in den Klüftungsbereichen des Festgesteins. Diese Kluftgrundwässer sind ebenfalls mittel- bis leicht hart; sie sind etwas geringer mineralisiert als die Wässer im Känozoikum. Tab. 7-8 zeigt einige Analysendaten von Grundwässern aus Schächten und Tiefbrunnen (nach BLÜHER 1960 sowie RIEDEL u. SCHUBERT 2007).

Weiterhin wurden u. a. folgende Inhaltsstoffe gefunden (Angaben in µg/l):

As 4,6 (2-6,8), Cd 0,25, Cs 0,5, Cu 1,6 (0,5-2), Pb 0,5, Ni 0,5, Hg 0,05, Zn 0,01-0,05; nach FELIX u. a. (2005) sind die (Spuren-) Gehalte von Li, Br, Ba, B u. Rb „erhöht".

Tab. 7-6: Analysen von Grundwasser im Känozoikum

a) Lokalität: Crossen (4/2007)

Parameter/ Element:	Inhaltsstoffe in mg/l	Parameter/Element:	Inhaltsstoffe in mg/l
pH	7,0	Fe	10
GH (^{o}dH)	18	Mn	0.75
K(µS/cm)	710	NH_4	0,13
HCO_3	200	NO_2	0,02
Na	34	NO_3	< 1
K	7,4	Cl	55
Ca	91	SO_4	160
Mg	21	PO_4	<0,1

b) Lokalität: Dänkritz (11/2000)

Parameter/ Element:	Inhaltsstoffe in mg/l	Parameter/Element:	Inhaltsstoffe in mg/l
pH	6,3	Fe	<0,02
GH (^{o}dH)	8,7	Mn	0,01
K(µS/cm)	650	NH_4	0,05
HCO_3	53	NO_2	<0,01
Na	48	NO_3	25
K	14	Cl	19
Ca	37	SO_4	190
Mg	15	PO_4	<0,1

Die Grundwässer im Oberkarbon sowie in der **Härtensdorf- und Leukersdorf-Formation** wurden bei Auffahrungen und Bohrungen mit hohen Salz-Konzentrationen angetroffen. Sole-Zuflüsse sind nach STORCH u. a. (2000) von folgenden Schächten dokumentiert:

- Bürger-Schächte (1852 bis 1861 zur Gewinnung von Kochsalz, KCl und Soda genutzt);
- Bahnhof- und Hoffnungs-Schacht;
- Karl-Marx-Schächte (bei über 600 m Teufe mit höchster Konzentration);
- Martin-Hoop-Schächte III u. IV (bei 1000 m Teufe);
- Martin-Hoop-Schacht X (bei 595-734 m Teufe);
- Nickolay-Schacht (bei 412 m Teufe in Härtensdorf-Formation sowie bei 530 m u. 600 m Teufe im Oberkarbon).

Über die chemische Beschaffenheit von Sole-Grundwässern im Zwickauer Revier gibt Tab. 7-9 Auskunft. Mit zunehmender Teufe wurden allgemein auch höhere Salz-Konzentrationen festgestellt. Über den Ursprung der Salze werden verschiedene Meinungen vertreten. SCHRÄBER (1968) leitet die Herkunft von Thüringer Zechstein-Vorkommen (Zeitz-Schmöllner Senke, vgl. Abb. 6-15) ab und nimmt an, dass die Migration (in geologischen Zeiträumen) über die Gera-Jáchymov-Störungszone erfolgt ist.

Tab. 7-7: Wasserbeschaffenheit der Zwickauer Mulde (6 km oberhalb von Zwickau-Cainsdorf), Probenahme: Nähe ehem. Uferfiltrat-Wasserwerk Wiesenburg, ZW-1, Obergraben

Analytik: Wasserwerke Zwickau GmbH, Labor (Mitteilung im Dez. 2007)

Untersuchungszeitraum		**01/2000-12/2003**			**01/2004-10/2006**		
Parameter/Einheit		**Anzahl**	**Mittelwert**	**Streubreite**	**Anzahl**	**Mittelwert**	**Streubreite**
pH		47	**7,3**	6,8-7,7	20	**7,3**	6,9-7,5
GH	°dH	47	**6,3**	3,6-11,1	20	**5,9**	2,0-10,1
M	µS/cm	47	**390**	210-670	20	**310**	110-560
Trübung	FNU	47	**3,7**	0,17-24,0	18	**4,4**	1,0-37,6
Basekap.	mmol/l	11	**0,32**	0,07-2,0	20	**0,19**	0,06-0,59
Säurekap.	mmol/l	11	**0,73**	0,53-0,89	20	**0,54**	0,29-0,92
Na	mg/l	16	**25,3**	8,7-46	4	**22,0**	12,2-46,6
K	mg/l	16	**3,6**	2,2-5,0	4	**3,0**	2,0-5,1
Ca	mg/l	47	**26,9**	13,6-45,7	20	**23,3**	9,6-36,1
Mg	mg/l	47	**11,2**	2,9-20,4	20	**10,5**	2,9-24,9
Fe	mg/l	51	**0,17**	0,05-0,81	4	**0,34**	0,28-0,37
Mn	mg/l	51	**0,12**	<0,02-0,37	4	**0,12**	0,08-0,15
NH_4	mg/l	44	**0,36**	<0,01-1,06	19	**0,27**	0,05-0,76
NO_2	mg/l	47	**0,16**	0,02-0,52	20	**0,08**	0,02-0,18
NO_3	mg/l	47	**11,6**	1,0-19,0	20	**10,6**	6,6-15,0
Cl	mg/l	47	**35,6**	13,8-69,5	20	**33,4**	9,2-63,6
SO_4	mg/l	47	**85,5**	44-141	19	**79,3**	27-184
Al gesamt	mg/l	16	**0,28**	0,10-1,37	4	**0,31**	0,22-0,39
P gesamt	mg/l	46	**0,20**	<0,05-1,59	19	**(1,0)**	<0,2-(15,4)

Tab. 7-8: Analysen von Grundwässern im Rotliegenden (Mülsen-Formation) aus Schächten und Tiefbrunnen (Inhaltsstoffe in mg/l, Werte z. T. gerundet)

Parameter/Element:	Tiefbauschacht (Nickolay) 1943:	Martin-Hoop-Schacht IX 1954:	5 Tiefbrunnen (Mittel u. Streubereich) 1968-1997:
pH	6,6	8,3	7,6 (7,5-7,8)
AR	16	11	10 (9,1-12)
GH (°dH)	1,0	7,0	
KH (°dH)			
K (µS/cm)			480 (390-560)
$KMnO_4$-V.	4,5	0,9	
CO_2, frei	13,0	2,2	
CO_2, aggr.	12,7	0	
CO_2, geb.	16,5	55	
HCO_3			160 (130-200)
Na			6,8 (4,1-10,5)
K			2,7 (1,6-4,7)
Ca			44 (38-49)
Mg			23 (16-26)
Fe	0,06	<0,1	<0,04 (0,01)
Mn	0	0	0,02 (>0,02-0,05)
NH_4	0	0	(0,01-<0,02)
NO_2	0	0	(<0,01)
NO_3	54	30	21 (<1-33)
Cl	170	18	20 (<5-42)
SO_4	49	28	58 (21-84)

Erhebliche Lösungsvorgänge, Migrationen und Wiederausscheidungen sind mit dem Medium Wasser bereits in kurzen Zeiträumen möglich, wie auch der Zwickauer Bergbau zeigt. So sind lokale kleine Soleaustritte durch Auslaugung von Gesteinen der näheren Umgebung denkbar, und zwar auch aus der Steinkohle (die „lufttrocken“ neben bis zu 7 % Wasser auch bis 0,7 % Cl enthalten kann). Die Anreicherung wird dann thermisch verstärkt. Analysen von stagnierenden Grundwässern (sog. „Standwässern“), die in abgeworfenen Feldesteilen über viele Jahre mit Gesteinsverbruch im Kontakt gestanden haben, belegen dies (Tab. 7-10).

Die Sulfat-Anreicherung in hiesigen Grundwässern dürfte teils auf Auslaugung von Alaunschiefer-Halden

der Umgebung durch Niederschlag und dessen Versickerung in den Untergrund zurückzuführen sein. Des Weiteren führt die Schwefelkies-Oxydation in verschiedenen Gesteinen des Gebirges (teils auch in der Kohle) im Zwickauer Raum zur Schwefel-Mobilisierung. Damit sind exotherme Reaktionen verbunden, die im Revier mehrfach Grubenbrände (und wohl auch Explosionen) ausgelöst haben. So sind trotz vorheriger Gruben-„Flutung“ durch Mulde-Wasser 1897 an 3 Orten (Felix- u. Dampfmühlen-Schacht sowie Lists-Erben-Feld) alte Brandherde wieder aufgeflammt. In einer Bohrung im Schichtkohlenflöz wurden 1903 (nach KAULFUß - o. J.) Temperaturen bis 70 °C gemessen.

Für den Zwickauer Bergbaubetrieb existenziell von Bedeutung war die Wasserhaltung und dabei speziell die Menge der in die Mulde abzuleitenden Grubenwässer. Obwohl die Konzentration der Inhaltsstoffe der Wasserhaltungswässer zu einem erheblichen Anteil von zusitzenden Hangend- und Oberflächenwässern (insbesondere der Mulde) geprägt worden ist, wurde ihre Ableitung in die Mulde seitens der Wasserwirtschaft von deren Wasserführung (Q) limitiert. Bei Niedrigwasserführung (NQ <5 m³/s) musste das abzuleitende Grubenwasser „nach Vorgabe“ erst zwischengespeichert (oder verdünnt?) werden. Ein Abschlagen von Standwasser oder Spülversatzlauge in die Mulde war dann nur bei Mittel- bis Hochwasserführung zulässig.

Tab. 7-9: Sole-Grundwässer im Zwickauer Revier (nach Analytik von 8 Proben im Zeitraum 1954-1967, nach SCHRÄBER (1968) u. STORCH u. a. (2000), Inhaltsstoffe in mg/l, z. T. gerundet)

Parameter	Mittelwert	Streubereich	Analysen
pH	6,3	5,5-8	7
GH (°dH)	1040	300-2460	5
KH (°dH)	5,6	0-19	4
Li	(2,3)		1
Na	(2300)		1
K	(73)		1
Ca	4620	1880-7350	2
Mg	1330	570-2080	2
Fe	150	1,5-500	6
Mn	45	0-90	2
Cl	29500	890-91200	8
Br	(25)		1
J	(0,04)		1
SO_4	1200	480-2400	4
HCO_3	(415)		1
CO_2, frei	153	150-156	2

Tab. 7-10: Analysen von Zwickauer Schachtwässern 1955 (nach KAULFUß - o. J.; Inhaltsstoffe in mg/l, z. T. gerundet)

Probe aus Herkunftsort: Parameter/Element	**Wasserhaltung (WH)** WH-, Hoffnung-, Bürgerschacht II), (3 Analysen)	**Standwasser** (Nickolay-Schacht, Karl-Marx-Schacht I+II), (3 Analysen)	**Spülversatzwasser** Martin-Hoop-Schacht (1 Analyse)
pH	6,9 (6,4-7,2)	6,0 (5,9-6,3)	3,8
GH (°dH)	71 (50-102)	940 (810-1030)	1580
$KMnO_4$-V.	9 (4-15)	230 (190-260)	515
Fe	4,4 (4,0-4,9)	280 (170-375)	170
Mn	1,9 (1,4-2,3)	17 (12-25)	28
Cl	660 (170-1400)	22000 (20400-23800)	38300
SO_4	340 (250-460)	750 (570-840)	1600

8 Bergbaufolgen

(H. BRAUSE, M. FELIX, H. SCHUBERT)

Die Bergbaufolgen im Steinkohlenrevier Zwickau lassen sich i. W. drei Problemkreisen zuordnen:

Der erste umfasst die bergbaubedingten Deformationen der Tagesoberfläche während des aktiven Bergbaus und danach.

Infolgedessen kam es zweitens zu Veränderungen der geohydraulischen und hydrogeologischen Verhältnisse (Höhenlageveränderungen des quartären Grundwasserleiters sowie der Sohle der Zwickauer Mulde; damit verbunden: Einschränkung der Vorflutfunktion der Zwickauer Mulde und Verringerung der Grundwasserflurabstände bis hin zu Wasseraustritten an der Erdoberfläche).

Der dritte Problemkreis umfasst die Steinkohlenbergehalden und die daraus resultierende Beeinflussung des Grund- und Oberflächenwassers sowie untergeordnet das Problem der Haldenschwelbrände.

8.1 Bergbaubedingte Deformationen

(Senkungen, Erdrisse, Hebungen)

Den Bergsenkungen nach dem Flözabbau ist in DRESSEL et al. 2000 ein ausführliches Kapitel gewidmet. Eine in Fläche und Höhe exakte Ermittlung der Absenkung setzt eine bereits vorhandene flächenhafte Höhenmessung bzw. Landesvermessung voraus, die aber erst Ende des 19. Jahrhunderts erfolgte. Beilage 8-1 stellt infolgedessen die bergbaubedingte Gesamtabsenkung im Revier im Zeitraum 1896-1980 nach BEYER (1981) dar.

Die Absenkungen über den oberflächennahen Abbauen vor 1896 vor allem im Süden des Stadtgebietes, die - zunächst noch mehr oder weniger ohne Versatz - bis zu 80-90 % der abgebauten Flözmächtigkeit betrugen, sind in dieser Darstellung nicht erfasst.

Diese in sich nicht homogenen Absenkungen sind abhängig von der Bergbauführung, damit von Besitzverhältnissen, von unterschiedlichem Versatz, von bei Grubenbränden umgangenen Flächen und vielen anderen Faktoren, die hier nicht näher behandelt werden können. In DRESSEL et al. (2000: 329 f.) ist auch die Geschichte der Versatzmethoden eingehend behandelt. Durch zunehmend verbesserte Methoden wurde versucht, den Bergsenkungen entgegen zu wirken.

Dass bedeutende Bergsenkungen aber schon vor Beginn der Reviernivellements 1896 vorhanden waren, zeigt Abb. 8-1.

In den Baugruben des Stadtgebietes lassen sich bergbaubedingte Senkungen und nachfolgend erfolgte Aufschüttungen häufig gut belegen (Abb. 8-2).

Senkungsmodellierungen unter Berücksichtigung des Abbaus vor Beginn des Reviernivellements und neuere geologische Untersuchungen im Bereich der Muldenaue ergaben im Grubenrevier Bergsenkungen bis max. 16 m (vgl. FELIX, SCHUBERT u. a. 2005).

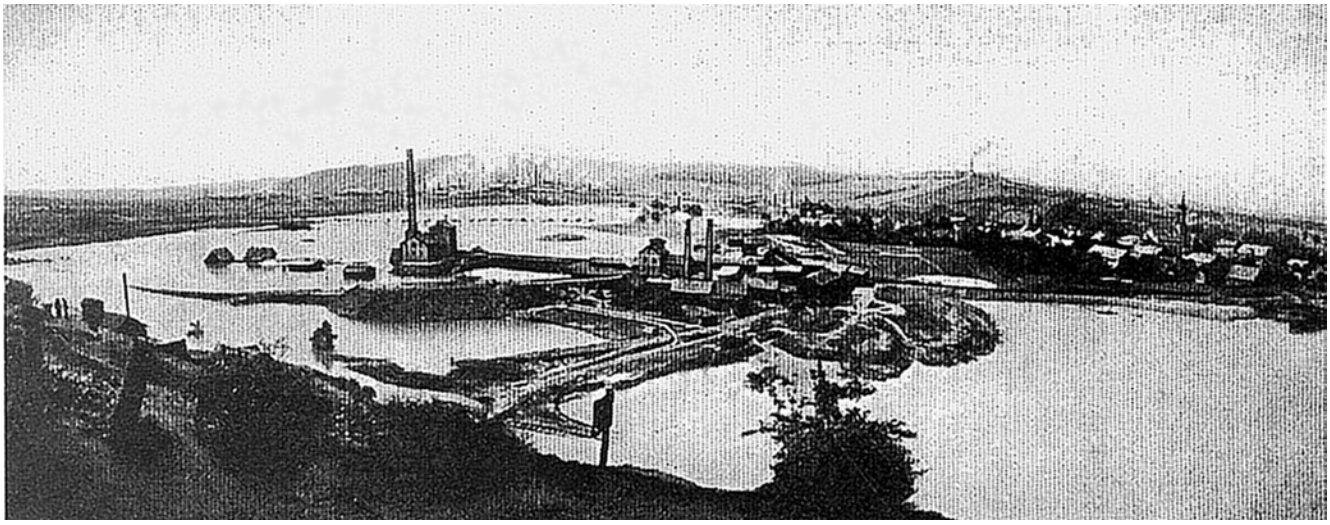


Abb. 8-1: Überflutung des Senkungsgebietes um Bockwa während des Hochwassers 1897 (Blick aus SW; Lehrpfaddokumentation Steinkohlenbergbauverein Zwickau e.V. 1996)

Spektakulär und mehrfach beschrieben sind die Folgen der Bergsenkung am Zwickauer Dom „St. Marien“. 1902 wurde in der Innenstadt ein Schutzpfeiler ohne Kohlenabbau angeordnet; 1911/12 wurde dieser wieder aufgegeben. Die seinerzeit vorausgesagten relativ geringen Absenkungen bei gleichmäßig geführtem Durchbau der Flöze unter dem Stadtzentrum mit dem Dom erwiesen sich als falsch. Statt der voraus-

gesagten knapp 0,6 m erreichte die Bergsenkung am Dom fast 4 m. Da es zudem zu ungleichmäßigen Absenkungen innerhalb des Dombauwerkes kam, erscheint es heute fast als ein Wunder, dass das Bauwerk noch steht und nutzbar ist (DRESSEL et al. 2000: 419-431; KÜHN 1995; 1997: 40-42; FENK 1998: 15-16; PFEFFERKORN 1998: 17-20).

Allgemein geltende Grenzwerte für die Baustatik wurden im Dom während der Hauptabsenkung wesentlich überschritten. In Abb. 8-3 ist die Zeit-Senkungs-Kurve für den Punkt 183 an der Ostseite des Domes (vgl. DRESSEL 2000: 424) dargestellt. Sie zeigt die über 20 Jahre andauernde stärkere Absenkungsphase und die lange Zeit des allmählichen Ausklingens der Senkung zwischen 1940 und 1976.

Eine diagonal durch den Dom in NW-SO Richtung verlaufende Zone besonders starker Bauwerksschäden führte bereits 1923 Prof. KÖGLER (Bergakademie Freiberg) zur Vermutung, dass sich hier die Bergsenkungen mit einer tektonischen Bruchzone überlagern (vgl. DRESSEL et al. 2000: 426-427). Neuere Auswertungen (FENK 1998) bestätigten die Beeinflussung der Bergsenkung durch eine tektonisch angelegte Störung.

Außerhalb der Talaue der Zwickauer Mulde mit dem historischen Stadtzentrum haben die Bergsenkungen im stärker reliefgeprägten Gelände (abgesehen von lokalen Schäden) eine vergleichsweise geringere Bedeutung. Auf Grund der geringeren Bebauungsdichte in diesem Bereich sind die senkungsbedingten Erdrisse dort besser rekonstruierbar (Beilage 8-1).

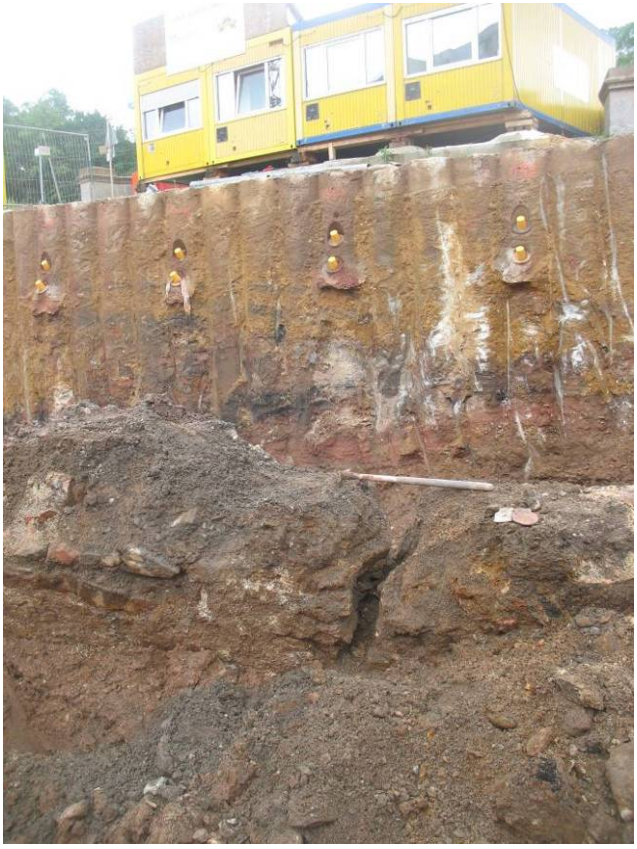


Abb. 8-2: Beim Bau des Tunnels der B 93 in Zwickau aufgeschlossene Stadtgrabenmauer, die durch bergbaubedingte Bewegungen auf der herzynisch streichenden „Paradiesbrückenstörung“ zerrissen wurde (Foto: SITTNER, G.U.B. Ingenieur AG)

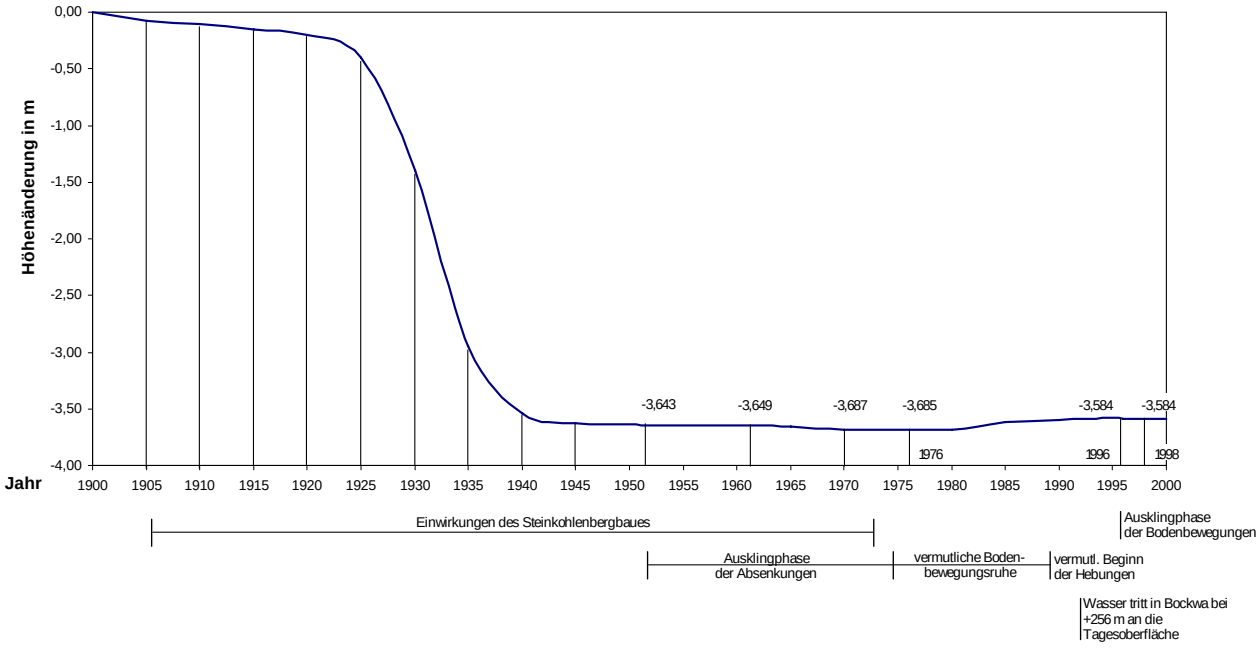


Abb. 8-3: Zeitsenkungskurve für den Pkt. 183 an der Ostseite des Domes (Zeitraum 1940 bis 1976; Quellenangabe im Text)

Mit Einstellung des Bergbaus 1978 galten die Bergsenkungen für das Stadtgebiet von Zwickau als abgeschlossen. Die Grubenwasserhaltung wurde 1980 in Zwickau eingestellt. Als 1989/90 erneut Risse im Dom sichtbar wurden, war die Ursache zunächst unbekannt. Bei den neuerlichen Bewegungen entstanden beispielsweise 1989 im Dom Scheitelrisse im Triumphbogen; es lösten sich Gewölberippen im südlichen Chorschiff und der Schlussstein zum Triumphbogen löste sich um 3 cm (KÜHN 1997: 42). Erste Nivellementmessungen 1991 zeigten, dass nun Hebungen eingetreten waren. Weitere Messungen und Auswertungen (HERTEL 1999) ergaben für das Gebiet des Stadtzentrums für den Zeitraum 1976 bis 1999 das in Abb. 8-4 dargestellte Gesamthebungsbild.

Es zeigt eine schmale sattelartige Zone stärkerer Hebung mit einer steileren Flanke im Westen etwa zwischen Innenstadtring und Schwanenteich. Diese Flanke lässt sich in etwa mit dem östlichen Teil der Oberhohndorfer Hauptverwerfung korrelieren. Eine weitere scharfe Flanke bzw. Isolinienscharung zeigt sich für die NO-Grenze des Stadtzentrums, die sich mit dem Ausbissbereich der Brückenberg-Störung) in Übereinstimmung bringen lässt. Damit bestätigt sich die Annahme, dass die jüngeren Hebungsbewegungen tektonische Vorzeichnungen benutzten und durch tektonische Bruchlinien modifiziert wurden (vgl. BRAUSE 2002, FELIX, SCHUBERT u. a. 2005).

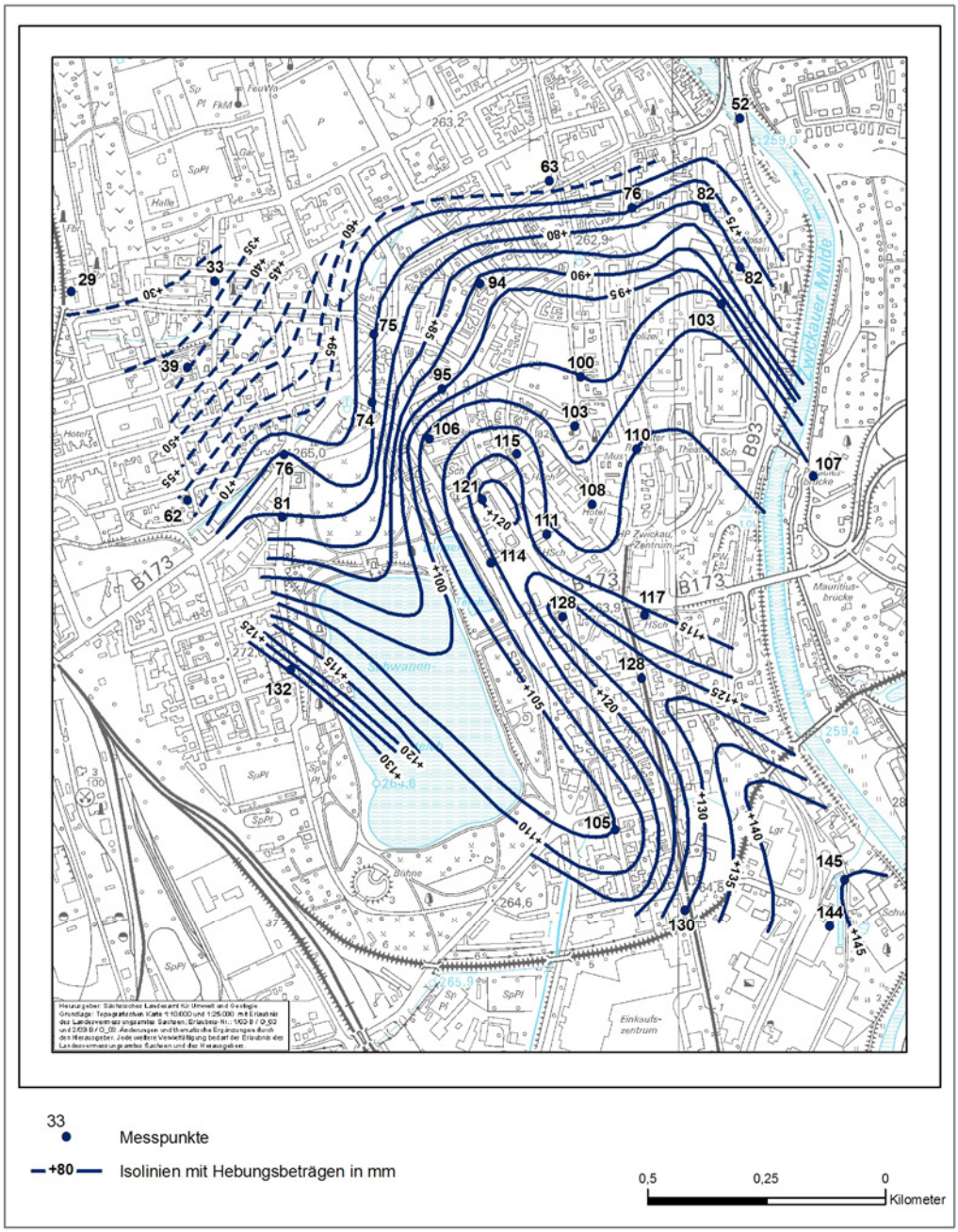


Abb. 8-4: Hebungen im Zwickauer Stadtzentrum (1962/1976-Herbst 1999)

Der Hebungsvorgang war im Innenstadtbereich ab 1982, also 2 Jahre nach der Einstellung der Grubenwasserhaltung nachweisbar und ist etwa um 1999/2000 für das Stadtgebiet Zwickau zum Ende gekommen. Im gesamten Grubengebäude Zwickau dauerten die Hebungsvorgänge ca. 20 Jahre an, wobei Maximalbeträge bis 146 mm nachgewiesen wurden.

Das Reviernivellement 2001 bestätigte das Ausklingen der Hebungen im Innenstadtbereich und zeigte für den Zeitraum 1996 bis 2001 nur noch im südlichen Teil des Grubenreviers geringe Hebungsbeträge im mm-Bereich.

Im Verlauf des vergangenen Jahrhunderts wurden durch die Bergsenkungen die Gefälleverhältnisse der Zwickauer Mulde für das Stadtgebiet stark verändert. So entstand im Süden der Stadt, südlich der Bahnhofsbrücke Cainsdorf über dem Rand des Kohlenabbaugebietes und der nachfolgenden relativ starken Bergsenkung, ein unnatürlich starkes Gefälle. Diese Gefällestrecke wird heute als Kanuregattastrecke genutzt. Die Gefälleverstärkung am Rand des Bergsenkungsgebietes führte zu einer Gefälleverringerung im Muldenabschnitt der Innenstadt. Die Zwickauer Mulde hat infolgedessen im Abschnitt des Stadtzentrums nur ein sehr geringes Gefälle. Die benachbarten, teilweise nur wenig höher gelegenen Stadtgebietsflächen sind durch Deiche vor Überflutungen in Hochwassersituationen geschützt. In Abb. 7-1 ist das Höhenprofil der Muldensohle dargestellt. Deutlich erkennt man zwischen Fluss-Kilometer 86 und 91 das bergbaubedingte Senkungsgebiet.

8.2 Veränderungen der geohydraulischen und hydrogeologischen Verhältnisse

Da nach Einstellung der Grubenwasserhaltung im Zwickauer Revier kein Monitoring erfolgte, sind der exakte Verlauf und der Endtermin der Flutung des Grubengebäudes unbekannt. Es wird davon ausgegangen, dass die Flutung im Zeitraum zwischen 1992 (artesischer Überlauf von Grubenwässern im Bereich Bockwa) und 1995 (Anstieg der Pumpraten im Abwasserpumpwerk Krebsgraben) vollständig abgeschlossen war.

Im Idealfall hätten sich die Grundwasserverhältnisse wieder so einstellen müssen wie vor Beginn des Bergbaus, als die Zwickauer Mulde den gesamten Talgrundwasserleiter entwässerte. Hierfür waren die bergbaubedingten Senkungen aber zu groß. Die ursprünglichen geohydraulischen und hydrogeologischen Verhältnisse insbesondere des quartären Grundwasserleiters wurden irreversibel gestört. Die Zwickauer Mulde wird ihrer ehemaligen Vorflutfunktion nicht mehr gerecht, sondern weist in ihrem Flussbett eine verstärkte Sedimentation auf, so dass vermehrt Muldenwasser in den quartären Grundwasserleiter exfiltriert. Es können drei hydraulisch voneinander getrennte Problembereiche im Stadtgebiet Zwickau ausgehalten werden, die sich durch niedrige Grundwasserflurabstände und Vernässungen auszeichnen (Abb. 8-5): Bockwa, Schedewitz und Innenstadt.

Durch den Abbau der Steinkohle in kleinen Tagebauen und oberflächennahen Gruben wurden die ursprünglichen hydrogeologischen Verhältnisse im Stadtteil **Bockwa** am stärksten gestört. Die ehemals getrennten Grundwasserleiter des Oberkarbons, des Rotliegenden und des Quartärs sind durch die Abbaue hydraulisch miteinander verbunden, so dass bereichsweise („Misch-“) Grundwasser artesisch austritt. Trotz der im Poldergebiet vorhandenen Deiche kommt es zusätzlich zur Infiltration von Muldenwasser in diesen Grundwasserleiterverbund, da Bockwa infolge der Bergsenkung teilweise geodätisch tiefer als die Zwickauer Mulde liegt und die Mulde aufgrund ihres geringen Gefälles eine längere Fließzeit aufweist. Bereits seit ca. 1940 muss deshalb Grund- und Oberflächenwasser kontinuierlich aus Bockwa abgepumpt werden, um eine Überflutung dieses Stadtgebietes zu verhindern. 1994 wurden die vorhandenen Teiche durch Überläufe miteinander verbunden und am Becherteich zusammengeführt. Dort gewährleistet ein vollautomatisches Pumpwerk, dass das gesamte Poldergebiet Bockwa ab einem Grundwasserstand von 255,8 m HN entwässert wird. Hierzu wurden bisher Wassermengen zwischen 3.500 und 11.000 m³/d (ca. 40 ... 130 l/s) in die Mulde gepumpt. Die durchschnittlichen Fördermengen betrugen 1994 ca. 4.000 m³/d und haben sich bis 1999 auf ca. 5.000 ... 5.500 m³/d (ca. 58 ... 64 l/s) erhöht. Für einen solchen Zufluss (in Größenordnung von 1/3 der Wasserhaltung des Bergbaus) durch GW-Neubildung wäre unter Annahme einer GW-Neubildungsrate von ca. 3 ... 4 l/s.km² ein Einzugsgebiet von 15 ... 20 km² erforderlich, was aber hier nicht vorhanden ist.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Stadtteil **Schedewitz** sind infolge der Bergsenkung ebenfalls gestört, aber in geringerem Maße als in Bockwa. Die Rotliegendschichten stellen einen wirksamen Grundwasserstauer dar, so dass kein direkter Kontakt zwischen dem quartären Grundwasserleiter und dem ehemaligen Grubengebäude besteht. Allerdings wird die Zwickauer Mulde auch in diesem Stadtteil ihrer ursprünglichen Entwässerungsfunktion nicht mehr gerecht. Insbesondere durch die „Aufsedimentation“ des Flussbettes kommt es zu einer Exfiltration von Muldenwasser in Richtung Schedewitz. Zusätzlich wird die Mulde von Grundwasser des quartären Grundwasserleiters von Oberhohndorf nach Schedewitz unterströmt. Diese Mechanismen führen in ihrer Gesamtheit dazu, dass sich im quartären Grundwasserleiter im Kernbereich von Schedewitz ein in sich geschlossenes trichterförmiges System ausbildet, dem

Grundwasser von allen Seiten zufließt. Diese Grundwasserdepression wird über Drainagen entwässert, die im Zuge der Bergsenkung des Gebietes angelegt wurden, um eine zunehmende Vernässung der Bausubstanz oder gar einen Oberflächenaustritt zu verhindern. Diese Drainagen münden momentan noch im städtischen Abwassersystem, so dass es zu einer Vermischung zwischen „reinem“ Abwasser, Grund- und Oberflächenwasser kommt. Gegenwärtig laufen Arbeiten zur nachhaltigen Trennung des Abwassers vom bergbaubedingt zu hebendem Grundwasser. Ziel ist es dabei, ein nachhaltiges System der Grundwasserabführung aus Schedewitz zu schaffen, welches einen Mindestgrundwasserflurabstand gewährleistet und eine Gefährdung der vorhandenen Bebauung ausschließt.

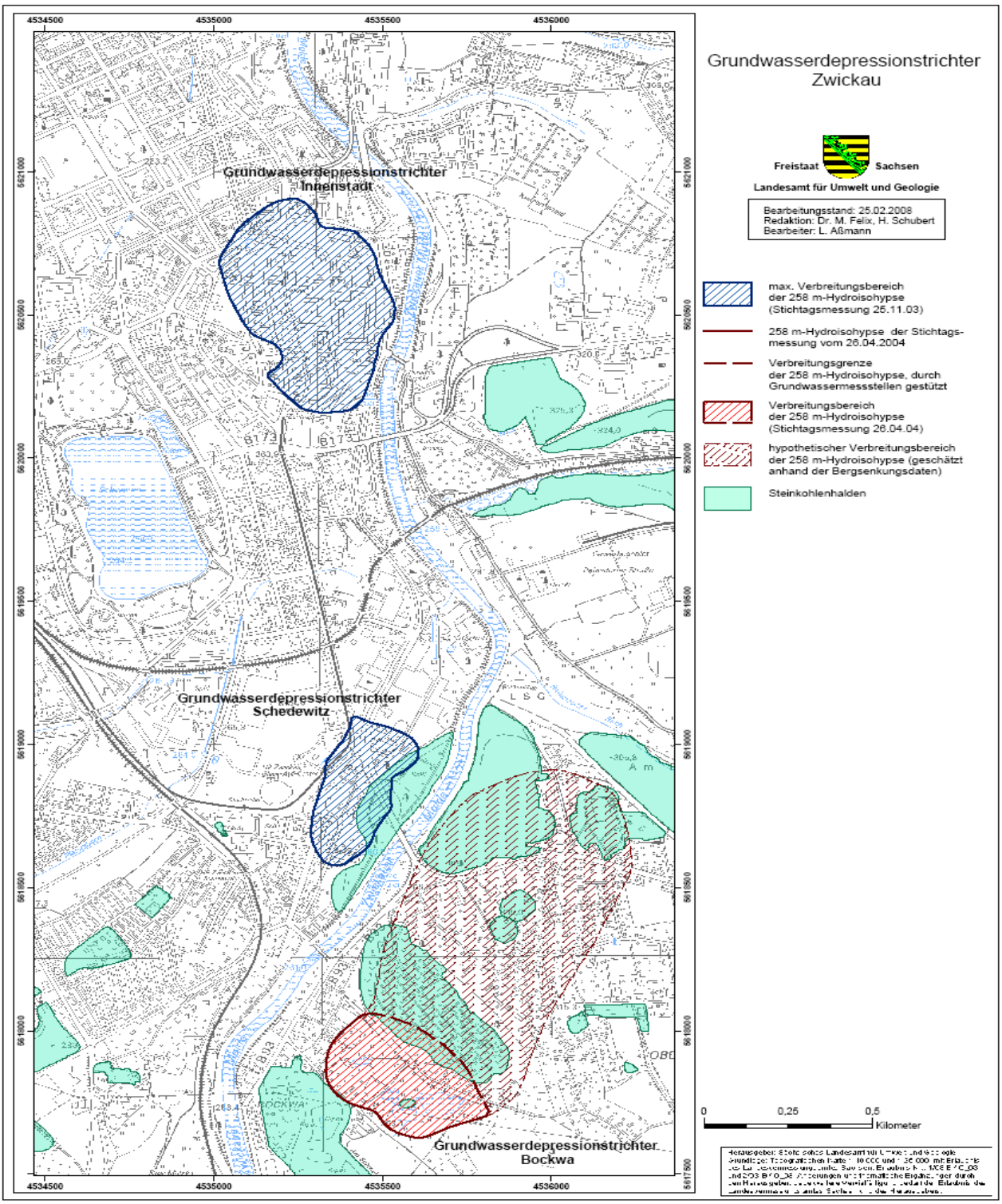


Abb. 8-5: Lage der Grundwasserdepressionstrichter in Zwickau

Auch in der **Innenstadt** von Zwickau hat sich infolge der Bergsenkung ein in sich geschlossener Grundwasserdepressionstrichter ausgebildet, dem aus allen Richtungen Grundwasser zufließt. Seine Konfiguration ist in Abb. 8-5 dargestellt. Die Grundwasserflurabstände in der Innenstadt sind größer als in Schedewitz, so dass die Gefährdung für die Bausubstanz geringer ist. Momentan laufen Untersuchungen zur Klärung des Entwässerungsmechanismus dieses Grundwasserdepressionstrichters.

8.3 Berge- und Aufbereitungshalden

Im Bergbaurevier Zwickau wurden im Verlauf der jahrhundertelangen Bergbautätigkeit 59 Halden angelegt (Beilage 8-1), die sich bis heute z. T. markant im Oberflächenrelief abzeichnen.

Die Steinkohlenbergehalden setzen sich im Wesentlichen aus Grob- und Waschbergen (anfallende Gesteinsmassen bei Teuf-, Vortriebs- und Abbauarbeiten sowie Rückständen der Trocken- und Nassaufbereitung der Kohle) zusammen (Abb. 8-6).

Abb. 8-6: Grob- und Waschberge, Halde Nr. 45, An der Planitzer Straße, Glückauf-Schacht (Foto: Frenzel, G.U.B. Ingenieur AG)

Auf den Haldenkörpern wurden teilweise auch Spülteiche für Kohlenschlämme angelegt (Abb. 8-7) sowie Kokereirückstände abgelagert. Nach dem Ende des aktiven Bergbaus im jeweiligen Schachtbereich nutzte man einige Halden auch als Deponien für Siedlungs- und Industrieabfälle. Andererseits entstanden auf anderen Halden Kleingartenanlagen, Sportplätze, Lagerplätze oder Industrieanlagen.

Die eigentlichen Grobbergehalden besaßen während der Haldenschüttung eine typische Kegelform, wurden aber später meist im Zusammenhang mit Rekultivierungsmaßnahmen abgeflacht bzw. umgestaltet (s. Kap. 9).

Abb. 8-7: Kohleschlamm, Halde 45, An der Planitzer Straße, Glückauf-Schacht, (Foto Frenzel, G.U.B. Ingenieur AG)

Aus der Sicht der Bergbaufolgen sind die Halden in Bezug auf die Gefährdungen für die einzelnen Schutzgüter Wasser, Boden und Luft zu betrachten. Die Notwendigkeit, die Steinkohlenbergehalden in ihrer Gesamtheit zu bewerten, resultiert aus dem breiten Spektrum der in den Halden abgelagerten Stoffe. Auch die Kohle selbst ist hier mit einzubeziehen, da sie aufgrund ihrer geochemischen Eigenschaften zum Beispiel zur Konzentration von Metallsulfiden führt.

Eine Besonderheit der Steinkohlenbergehalden ist, dass ihr Kohle- und Sulfidgehalt z. T. noch recht hoch ist. Da die Sulfide bei Luftzutritt exothermen Oxidationsreaktionen unterliegen, führte dies nicht selten zur Selbstentzündung der Halden und zu einem „vor sich hin-Brennen“, z. T. über Jahrzehnte hin. Diese sog. Schwelbrände sind auf den meistens Halden schon abgeklungen, auf wenigen setzen sich diese Brände bis heute fort (Abb. 8-8). Das Haldenmaterial erfährt durch die hohen Temperaturen Umsetzungsprozesse, bei denen Mineralneubildungen wie bei keramischen Prozessen hervorgerufen werden. Dabei werden graue Tonminerale in rötliche bzw. zum Teil weißlich gefärbte natürliche Silikate umgewandelt.

Die systematische Bewertung der Halden bezüglich ihres Gefährdungspotenzials und insbesondere des Schadstoffeintrages in den Wasserkreislauf war und ist bis heute Gegenstand von Untersuchungen (HERTWIG u. a. 2007).

Abb. 8-8: Schwelbrand auf der Halde am Forst- und Schaderschacht (Halde 23) (Foto: Frenzel, G.U.B. Ingenieur AG, 01.02.2005)

Abb. 8-9: Rot durchgebranntes Bergematerial, Halde 17 (Foto: Frenzel, G.U.B. Ingenieur AG, 2006)

Die Eindämmung von Haldenbränden erfolgte durch eine gezielte Abdeckung. Eine erste Reduzierung des Schadstoffaustrages wurde durch Rekultivierungs- und Wiederaufforstungsmaßnahmen erreicht (vgl. Kap. 9).

9 Rekultivierung der Halden des Zwickauer Bergbaus

(M. WÜNSCHE, A. WEISE)

9.1 Vorbemerkung

Der 1978 zu Ende gegangene Steinkohlenbergbau im Zwickauer Revier hinterließ eine Bergbaufolgelandschaft, in der unter anderem die jetzt größtenteils begrünten oder bewaldeten Halden besonders auffallen. Was heute wie ein natürlicher Waldgürtel erscheint, waren vor über 70 Jahren vielerorts noch „graue Haldensärge“. K. M. GRIMM (1930) beschrieb die „dunkle Bergbaustadt Zwickau“ u. a. wie folgt:

„Am trüben Fluss da unten liegt die Stadt,
die dunkle Brücken, dunkle Häuser hat.
Steil auf ragt Schlot an Schlot und Wand an Wand,
mißfarben ist der Himmel drüber ausgespannt.
Auf grauen Haldensärgen liegt die Not,
doch tief im Herzen Sonnenlicht und Brot. …..“

In den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts begannen intensive Bemühungen um die Haldensanierung. Im dicht besiedelten, waldarmen Ballungsraum mit seiner ausgeprägten Industrie- und Agrar-Infrastruktur war es notwendig, die kahlen, erosionsgefährdeten und Staubauswehungen unterliegenden Halden mit teilweise noch andauernden Schwelbränden mittels biologischer Lebendverbauung zu stabilisieren. Auf eine natürliche Pflanzenansiedlung konnte unter den gegebenen Bedingungen nicht gewartet werden. Ansaat- und Pflanzversuche erfolgten bereits in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts (DERNOSCPECK, 1924; HENTSCHEL, 1924; SCHWARTZ, 1934). Nach 1950 wurde beispielhaft eine im Wesentlichen forstliche Rekultivierung realisiert. Am Erfolg der Rekultivierung hatten grundlegende standorts- und bodenkundliche Haldenuntersuchungen maßgeblichen Anteil (WÜNSCHE 1957, 1963, 1968, 1973, 1997; WÜNSCHE et al. 1987; WEISE 1967, 1974). Heute sind vergleichende Bestandsaufnahmen der Haldenbewaldung möglich.

Voraussetzung für die Integration der Halden in die umgebende Landschaft sind Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen Naturraum und Haldengeotop. Geotope stellen räumliche und funktionelle Einheiten aus den Kompartimenten Morphotop (Relief), Litho-/Pedotop (Substrat/Boden), Hydrotop (Wasserregime) und Klimatop (Lokalklima) dar. Sie haben für das Waldökosystem der Halden als Standort, Nährstoff- und Wasserreservoir der Vegetation elementare Bedeutung.

9.2 Haldenumfeld

Die Steinkohlenlagerstätten Zwickau und Lugau-Oelsnitz gehören innerhalb der Vorerzgebirgs-Senke zur im Untergrund stark tektonisch gestörten, etwa

100 km^2 großen Zwickau-Oelsnitzer Senke (LEONHARDT et al. 1994). Zwischen den beiden Teilsenken Zwickau und Lugau-Oelsnitz liegt eine etwa 2 km breite flözleere Zone (vgl. PIETZSCH 1962). Die Permokarbonschichten lagern diskordant über dem älteren paläozoischen Grundgebirge. Nur lokal überlagern geringmächtige känozoische Schichten das Permokarbon.

Orographisch ist die Vorerzgebirgs-Senke zwischen der Erzgebirgsnordrandzone im Süden und dem Schiefermantel des Granulitgebirges im Nordosten eine etwa 10 km breite, flache Hohlform. Nach Nordwesten erfolgt in Richtung Crimmitschauer Pforte bzw. Zeitz-Schmöllner Senke ein allmählicher Hügellandsabfall.

Innerhalb der Zwickauer Teilsenke präsentiert sich die **Geländeoberfläche** aufgrund postglazialer Abtragungsvorgänge mit hoher Taldichte und mittlerer Reliefenergie von 50 bis 80 m/km^2. Asymmetrische Talquerschnitte mit linksseitig geringer und rechtsseitig stärkerer Hangneigung sind gebietstypisch. Außer exponierten Halden fehlen herausragende Erhebungen ebenso wie größere plateauartige Flächen (BERNHARDT 1986). Die Geländeoberfläche liegt im Zwickauer Revier zwischen 260 und 400 m über NN; sie entspricht der hochcollinen Stufe. Zwischen dem Zwickauer Stadtteil Bockwa und dem Stadtzentrum umfasst das Steinkohlenrevier auch die breite Aue mit den beiderseitigen Terrassenzügen im Tal der Zwickauer Mulde.

Nach der **Bodenausstattung** gehört das Gebiet zur Lößregion (WÜNSCHE et al. 1993; HUNGER et al. 2000). Löß-Pseudogley-, Löß-Parabraunerde-Pseudogley- und Löß-Parabraunerde-Böden nehmen einen beträchtlichen Flächenanteil ein. Daneben sind Böden mit Lößbeimengungen im Oberboden von Fließerden aus kiesig-sandigen oder schluffig-tonigen Verwitterungsprodukten der Rotliegend-Schichtenfolge großflächig vertreten. Lehm-Vega- und Auengley-Böden der Fluss- und Bachauen begleiten die Leitbodengesellschaften.

In der Zwickauer Teilsenke herrscht ein gemäßigt humides, subatlantisches **Klima**. Der Höhenanstieg vom Tal der Zwickauer Mulde bei Zwickau bis in die Nähe der Erzgebirgsnordrandzone bedingt die Abnahme der mittleren Jahrestemperatur von 8,3 bis auf 7,6 °C und eine Zunahme der mittleren Jahresniederschlagsmenge von 690 bis auf 840 mm (Beobachtungszeitraum 1951-1980; Amt für Meteorologie). Unterschiedliche Reliefpositionen sind mit vom Makroklima abweichenden meso- und mikroklimatischen Auswirkungen verbunden. Zwickau hat gegenüber seinem Umland, auch durch seine Tallage, ein wärmeres Stadtklima. Bei Inversionswetterlagen ist über dem Stadtgebiet häufig eine Dunstglockenbildung zu beobachten. Von überregionalen Einflüssen und örtlichen Emittenten gingen (und gehen) durch Abgase, Stäube und Abwässer Belastungen der Böden, Oberflächengewässer und des Grundwassers sowie Beeinträchtigungen der Vegetation aus.

Vor der Besiedlung war die **Naturlandschaft** von subborealen bis subatlantischen Waldgesellschaften bedeckt. Im hochcollinen Bereich bestockten Hainbuchen-Eichenwald sowie Eichen-Buchenwald und zum unteren Bergland hin osthercynischer Bergmischwald (Hainsimsen-Tannen-Fichten-Buchenwald) mit ihren Begleitgesellschaften das Gebiet. Vor allem die umfangreichen Waldrodungen im 11. bis 13. Jahrhundert verringerten den Waldanteil drastisch. In der heutigen **Kulturlandschaft** tragen die verbliebenen Waldflächen überwiegend von Nadelbaumarten bestimmte Forstgesellschaften.

9.3 Haldenausbildung

Wann die Steinkohle an den Flözausstrichen zwischen Planitz und Cainsdorf entdeckt und als nutzbarer Brennstoff erkannt wurde, ist nicht urkundlich belegt. Die Ersterwähnung erfolgte in der Zwickauer Schmiedeordnung von 1348.

Der alte, von den Flözausstrichen ausgehende Kohleabbau erbrachte aus kleinen Tagebaugruben und Schächten geringer Teufe nur bescheidene Fördermengen. Übertage hinterließ er wegen der überprägenden Folgenutzungen kaum Spuren.

Erst mit der im 19. Jahrhundert einsetzenden industriellen Revolution, dem damit verbundenen sprunghaft steigenden Kohlebedarf (vgl. Kap. 2) und dem bergtechnischen Fortschritt nahm der Steinkohlenbergbau rasch großen Aufschwung. Der Kohleabbau hielt bis zur weitgehenden Erschöpfung der Lagerstätte an und endete 1978.

In der produktiven Steinkohlenbergbauperiode von ca. 1850 bis 1978 entstanden jeweils in unmittelbarer Schachtnähe etwa 59 Halden mit einer Auflagefläche von ca. 206 ha. Die Auflageflächen der einzelnen Halden sind maximal etwa 14 ha und minimal unter 0,5 ha groß (Beilage 8-1, Tab. 9-1).

Verkippungstechnik und -technologie, Haldensubstrat sowie das zur Verfügung stehende Gelände waren ausschlaggebend für Form und Höhe der Halden. Die Formen der älteren Halden ähneln Tafelbergen. In der früheren Zeit wurden die Bergemassen mit Hilfe von Kipploren und Kettenbahnen auf die Halden gebracht. Durch ständige seitliche Verkippung und laufende Verlängerung der Gleise entstanden **Tafelberghalden** mit unterschiedlich breiten Plateauflächen, deren ältester Teil vom Haldenzentrum eingenommen wird. Bei dieser Art der Verkippung blieben die Haldenhöhen relativ niedrig bei ca. 8 bis 30 m (Abb. 9-1).

Abb. 9-1: Tafelbergförmige Halde mit Kleinterrassen (ca. 0,50 m) und spärlicher Birkennaturverjüngung (Foto: M. WÜNSCHE)

In den letzten Jahrzehnten der bergbaulichen Tätigkeit kamen in verstärktem Maße moderne Verkippungsmethoden mittels Seilbahnanlagen, Hängekippern, Absetzern mit schwenkbaren Auslegern sowie Terrakonikanlagen zum Einsatz. Sie führten lokal zu kegelstumpf- und **kegelförmigen**, bis etwa 50 m über Gelände ansteigenden **Haldenaufschüttungen**. Charakteristisch dafür ist die vormalige Doppelkegelhalde vom Schacht Martin Hoop IV, Zw 32 (Abb. 9-2).

Abb. 9-2: Kegelförmige Halde Zw 32 mit Haldenbrand (Foto: M. WÜNSCHE)

Die Mantelfläche der Halden ist im Durchschnitt etwa um 20-30 % größer als die Auflagefläche. Die Haldenböschungen blieben in der Regel ohne Terrassierung und Abflachung mit ihrem Schüttneigungswinkel von 30 bis 35° stehen.

Besonders hohe und lange **Böschungen** entstanden dort, wo vom Oberhang aus in Tallagen hinein verkippt wurde, z. B. im unteren Reinsdorfer Tal und im Tal der Zwickauer Mulde an der Halde des Schader-Schachtes Zw 23.

An den Halden unterliegen die südseitigen Böschungen einer höheren Einstrahlungsintensität. Hier wurden am vegetationsfreien Haldenoberboden Extremtemperaturen bis über 60 °C gemessen.

Über ihre Umgebung aufragende Halden sind insbesondere an ihren Westseiten stärkerer Windbeeinflussung ausgesetzt. Damit kommen zur Ungunst der Bodenbeschaffenheit und des geringen Wasserspeicherungsvermögens zusätzliche, das Pflanzenwachstum hemmende geländeklimatische Nachteile.

Schattseitig und windgeschützt liegende Böschungen und Einmuldungen sind dagegen Reliefpositionen, an denen Bodenfeuchterückhalt das Pflanzenwachstum und die Bodenbildung begünstigen.

Das Grobkorngerüst und das wasserdurchlässige Grobporenvolumen der Haldenberge gewährleisten überwiegend eine ausreichende Standfestigkeit, die Gefährdung durch Rutschungen weitgehend ausschließt. Von den auf **Grobberge-Halden** mit eingebrachten feinkörnigen Substraten (Waschberge, Kohleschlamm und Asche) sind bisher keine Destabilisationen der Haldenfestigkeit ausgegangen.

Primär boten die Formen der noch kahlen Halden bei extremen Niederschlagsereignissen große Angriffsflächen für die **Wassererosion**. Tiefe Erosionsrinnen an den Haldenkörpern und Schuttkegel an den Haldenfüßen waren die Folgen. Durch die als Lebendverbauung wirkende Begrünung oder Bewaldung konnte die Erosionsgefahr größtenteils gebannt werden.

Eine Besonderheit des Steinkohlenbergbaus sind **Haldenbrände** (Abb. 9-2). Die aus flöznahen Schichten und Zwischenmitteln stammenden Grobberge aus grauem Schieferton enthalten bis zu 20 % feinverteilte Kohlesubstanz und bis 2,5 % Gesamtschwefelgehalt. Durch Selbstentzündung, Blitzschlag oder andere Inbrandsetzung konnten Schwelbrandherde großen Ausmaßes entstehen, die auch lange andauerten. Auf mehreren Halden gibt es jetzt noch nach mehreren Jahrzehnten Standzeit Stellen mit Gas- und Rauchaustritt (Abb. 9-3). Nach grober Schätzung ist bisher etwa die Hälfte der Schiefertonberge durchgebrannt. Aufgrabungen sollten auf den Halden unbedingt unterbleiben, weil durch jede neue Belüftung fast erstickte Schwelbrandherde wieder entfacht werden können.

Nicht alle Haldenflächen sind durch Rekultivierung in die Folgenutzungsarten Wald, Grünanlage oder naturnahes Ödland überführt worden. Als Beispiele für Zwischennutzungen und sonstige Folgenutzungen werden genannt:

Halde Zw. 17	Erdstoffdeponie (noch nicht abgeschlossen)
Halde Zw. 10	Siedlungsmülldeponie über Waschberge-Spülhalde (abgeschlossen und saniert)
Halde Zw. 26	Sportstadion.

Tab. 9-1: Haldenverzeichnis

Nr. nach LfUG	Haldenbezeichnung	Auflagefläche in ha
1	An der Kokerei und Teerdestillation, Brückenbergschacht I	6,260
2	Am Brückenbergschacht I	4,352
3	An der Pöhlauer Straße, Brückenbergschacht III	7,075
4	An der Pöhlauer Straße, Brückenbergschacht II	7,233
6	Am Schacht IV des Brückenbergschachtes	11,029
8	Am Morgensternschacht I	9,605
9	Am Morgensternschacht II	1,630
10	Am Morgensternschacht III	11,180
11	Am Schacht V des Martin-Hoop-Werkes	0,544
13	Am Kästnerschacht I	7,071
14	Am Kästnerschacht II	1,233
15	Am Wilhelmschacht I, westlich	13,647
16	Am Wilhelmschacht I, nördlich	6,852
17	Halde 3 am Wilhelmschacht II	6,326
18	Halde 2 am Wilhelmschacht II	0,839
19	Halde 1 am Wilhelmschacht II	0,848
20	An den Arnim-Schächten	11,732
21	An den Altgemeinde-Schächten	12,901
22	Am August-Bebel-Werk, Malzinsel	6,526
23	Am Forst- und Schader-Schacht	12,998
24	Am Wasserhaltungsschacht	12,360
26	Am Westsachsenstadion, Vereinsglück-Schacht	7,160
27	Am Hilfe-Gottes-Schacht	0,422
28	Am Segen-Gottes-Schacht	2,350
29	Am Bürger-Schacht I, westlich	2,364
30	Am Neuen Alexander-Schacht	3,137
31	Am Augustus-Schacht	3,859
32	Am Martin-Hoop-Schacht IV	11,141
33	Am Martin-Hoop-Schacht IX	1,459
34	Am Martin-Hoop-Schacht X	0,948
35	Halde Birkenweg	0,093
36	Halde Helmholtzstraße	0,888
37	Halde Hofleite	0,295
38	Halde KGA Gartenfreunde/Halde 1 Oberhohndorf	0,557
39	Halde Comeniusweg/Halde 2 Oberhohndorf	0,805
40	Aurora-Schacht-Halde	1,783
41	Hoffnungs-Schacht-Halde	0,084
42	Sarfert-Schacht-Halde	0,575
43	Halde Eberts-Doppel-Schacht	0,442
44	Fortuna-Schacht-Halde	0,589
45	An der Planitzer Straße, Glück-Auf-Schacht	1,808
46	Halde am Steigerhaus Fritsche-Schacht	0,102
47	Halde Schacht Altgemeinde Bockwa, Am Hammerwald	1,316
48	Halde Tagesfallort 4	0,320
49	Halde Tagesfallort 2	0,519
50	Halde des Communschachtes (Nr. 88)	0,371
51	Halde am Bahnhof-Schacht	2,092
52	Halde am Himmelsfürstschacht	0,249
53	Halde am Bürger-Schacht II	1,610
54	Halde Beschert-Glück-Schacht (?)	0,358
55	Halde westlich Lindenstraße	0,568
56	Halde am Bürger-Schacht I, östlich	1,221
57	Am Wilhelmschacht III	0,799
58	Am Drei Fritzen Schacht	0,587
59	Am Wilhelmschacht (östlich)	2,860

Abb. 9-3: Vegetationsfreie Schwelbrandfläche auf der Halde Zw. 23 am ehemaligen Forst- und Schader-Schacht im Jahre 2001 (Foto: A. WEISE)

9.4 Haldensubstrate, Bodeneigenschaften und Kulturfähigkeit

Die **Haldensubstrate** bestehen an der Haldenoberfläche zu 70 % aus karbonischen Schiefertonen, vorwiegend aus den Zwischenmitteln zwischen den Kohlenflözen. Sie wurden als gröbere „Leseberge" und als zerkleinerte „Waschberge" verkippt. Etwa 20 % nehmen Kohlenschlamm als Rückstandsmaterial der Kohlenwäsche sowie Asche- und Kesselschlacke als Produkte der Kohleverbrennung ein. Teile der Plateau- und Böschungsflächen sind mit einer 0,5-1,0 m mächtigen Lehmdecke überzogen worden, die maximal 3-4 % der Haldengesamtfläche ausmachen. Unbedeutenden Anteil haben die beim Abteufen der Schächte angefallenen hangenden permokarbonischen Schiefertone, Sandsteine und Konglomerate. Die Komponenten der Haldensubstrate treten teils geschlossen, teils in kleinflächigem Wechsel miteinander auf.

Die Haldensubstrate unterliegen schon in relativ kurzer Zeit dem Einfluss bodenbildender Faktoren. Nach etwa 20- bis 40-jähriger Schüttungsruhe ließen sich bereits Bodenbildungsmerkmale belegen. Bodentypologisch sind auf exponierten, austrocknungs- und erosionsgefährdeten Oberhängen Halden-Rohböden (Lockersyroseme) als Initialböden mit geringer Akkumulation organischer Substanzen nachweisbar. Auf Plateau- und Unterhanglagen entwickelten sich Regosole mit deutlicher Gesteinsverwitterung und einem humosen Oberboden (Abb. 9-4).

Die **Kulturfähigkeit** der Böden aus **karbonischen Schiefertonen** wird maßgeblich von ihren **bodenphysikalischen Eigenschaften** bestimmt. Bezeichnend ist der allgemein rasche Zerfall des Bergematerials. Als Hauptursachen kommen hierfür Befeuchtungs-/Trockenwechsel, Temperaturwechsel und Frostsprengung infrage. Nach anfänglich in den ersten 5-10 Jahren sehr starkem Verwitterungseinfluss an der Haldenoberfläche nimmt der Gesteinszerfall zur Bodentiefe hin ab, entsprechend der Verringerung der Temperaturschwankungen.

Der Oberboden des Halden-Rohbodens zeigt bereits eine deutliche Zunahme an Feinboden (Sand, Schluff, Ton). Das Verhältnis Feinboden (unter 2 mm Korndurchmesser) zu Grobboden (über 2 mm Korndurchmesser) beträgt hier am Gesamtboden 40 : 60. Zum Unterboden und Untergrund hin nimmt der Grobbodenanteil (Grus, Steine, Blöcke) etwa 70-80 % des Gesamtbodens ein. Bis 60 cm Bodentiefe sind sichtbare Verfärbungen am Schüttungsmaterial und häufig eine mürbe Konsistenz zu beobachten. Der Zerfall der Schiefertonpartikel wird auf begrünten Haldenflächen durch den Einfluss von Wurzelsäuren gefördert.

Ein wesentlich wachstumsbegrenzender Faktor für die Haldenvegetation ist ihre **Wasserversorgung**. Der hohe Grobbodenanteil bedingt einerseits die niedrige Speicherung von Bodenwasser, andererseits kann das aus Niederschlägen stammende, bis in tiefere Bereiche gelangende Bodenwasser bei oberflächiger Austrocknung des Haldenbodens kaum kapillar aufsteigen. Ein erheblicher Wasseranteil versickert deshalb in den tieferen Untergrund. Nur eine geringe Wassermenge schlägt sich als im Grobporenraum aufsteigende Luftfeuchtigkeit im wurzelreicheren Unterboden als Kondenswasser am Filtergerüst nieder.

Mit zunehmendem Anteil an feinen Fraktionen und humosen Substanzen steigt die Menge an pflanzenverfügbarem Wasser und an Sorptionsträgern im Verlauf des Bodenbildungsprozesses an.

Für die **bodenchemischen Eigenschaften des Schiefertons** ergeben sich spezifische Unterschiede.

Der graue, nicht durchgebrannte Schieferton weist hohe Gehalte an feinverteilter kohliger Substanz (19,0 %) und an sulfidisch gebundenem Schwefel auf (1,38 %; als Markasit und Pyrit). Bei Kontakt mit Luftsauerstoff unterliegen die anaerob entstandenen Eisensulfide einer raschen Oxidation. Damit gekoppelt ist die Entstehung freier Schwefelsäure sowie hydrolisierbarer Eisen- und Aluminiumsulfate, die eine zunehmende Versauerung des Bodensubstrats bewirken. Dadurch erfolgt ein starker Angriff auf das Haldengestein, wobei Kationen (Ca, Mg, K, Na) aus dessen Verband herausgelöst werden und sulfatische Verbindungen entstehen. Mit den bereits ausgeschiedenen Eisen- und Aluminiumhydroxiden werden diese vom Sickerwasser in tiefere Schichten verlagert. In stärker verwitterten Ober- und Unterbodenbereichen sind deshalb an den Gesteinspartikeln rotbraune Beläge aus Eisenhydroxiden und Gips typisch.

Horizont	Tiefe (cm)	Substrat
L	+5	Laubstreu
F	+2	Grobzersetzte Streu
H	+1	Feinzersetzte Streu
Ah	0-10	Dunkelbraungrauer, lehmiger Sand, mittel grusig, stark humos, locker, Bröckel- bis Krümelgefüge, erdfrisch, mittel durchgewurzelt, Untergrenze deutlich wellig
(Bv-) jilCv	-30	Hellgraubrauner, lehmiger Sand, schwach bis mittel grusig, schwach verfestigt, Bröckelgefüge, erdfrisch, stark durchwurzelt, Untergrenze deutlich wellig
jilCv	-80	Blaugrauer, braunfleckiger, lehmiger Sand, schwach steinig, stark grusig, einzelne Kohlebröckel, schwach verfestigt, Einzelkorn- bis Bröckelgefüge, erdfrisch, mittel durchwurzelt

Abb. 9-4: Bodenprofil mit Regosol aus grauem Schiefertonsubstrat auf der Halde Zw. 15 am ehemaligen Wilhelmschacht I. Profillage ca. 320 m ü. NN am Fuß einer etwa 40 m hohen Böschung, Tallage, etwa 30° nach SW geneigt. Bodentyp: (Braunerde)Regosol, Humusform: moderartiger Mull (Foto: M. WÜNSCHE 2001)

In diesen Böden ist die pH-Entwicklung maßgeblich abhängig vom Vorrat an metallischen Kationen und dem Vermögen, freiwerdende Schwefelsäure zu neutralisieren. Die ermittelten durchschnittlichen Nährstoffgehalte des Haldensubstrats (0,52 % CaO, 0,24 % MgO, 0,05 % K_2O) reichen nicht zur Säureabpufferung aus. Dem entspricht das auf den älteren Halden nachgewiesene sehr stark saure Reaktionsmilieu mit pH-Werten von 3-4.

Die Böden verfügen in Abhängigkeit vom Schluff- und Tongehalt über eine geringe bis mittlere Kationenaustauschkapazität. Die stark inkohlte organische Substanz wird als Sorptionsträger kaum wirksam.

Mit zunehmender Versauerung werden ein- und zweiwertige metallische Kationen (z. B. K und Ca) von H-Ionen vom Sorptionsträger verdrängt. Darauf deutet die geringe Basensättigung (BS = 12 %) hin. Die Haldenböden sind Phosphormangelstandorte. Die Phosphate liegen als Al- und Fe-Phosphate in unlöslicher Form vor. Erst die Mineralisierung von Vegetationsrückständen im Halden-Regosol kann zur Anreicherung löslicher Phosphorverbindungen führen. Auch der fest gebundene Stickstoffvorrat in der feinverteilten kohligen Substanz ist nicht pflanzenverfügbar. Aus diesen Gründen sind die Böden aus grauem Schieferton meliorationsbedürftig.

Die durchgebrannten rotbraunen Schiefertone unterscheiden sich erheblich von den grauen Schiefertonen (Abb. 9-5). Nach dem Durchbrennungsvorgang weist das Substrat höhere Gehalte an Eisenoxiden sowie deutlich geringere Gehalte an kohliger Substanz (C_t = 1,4 %) und an Restschwefel (0,68 %) auf. Die Verbrennung der organischen Bestandteile bewirkte eine Zunahme an Kalzium (0,64 %) und Kalium (0,17 %) sowie einen Anstieg an sulfatischen Verbindungen. Infolge des höheren Basengehaltes können geringe Säuremengen neutralisiert werden. Darauf deuten die sehr schwach saure Bodenreaktion (pH = 5) sowie die mittlere Basensättigung (BS = 46 %) hin.

Die ermittelte Kationenaustauschkapazität (KAK_p = 10 $cmol_c$/kg) liegt im mittleren Bereich.

Abb. 9-5: Regosol aus rotgebranntem Schieferton-Substrat (Foto: M. WÜNSCHE)

Eine Sonderstellung nehmen die vereinzelt noch thermisch aktiven Haldenpartien ein, z. B. auf der Halde am Schader-Schacht (Zw. 23). Von den Schwelbrandherden im Haldeninneren gehen Gase und Dämpfe aus, die an den Austrittsstellen zu „Schwefelausblühungen“ und extrem saurer Reaktion führen (Abb. 9-6).

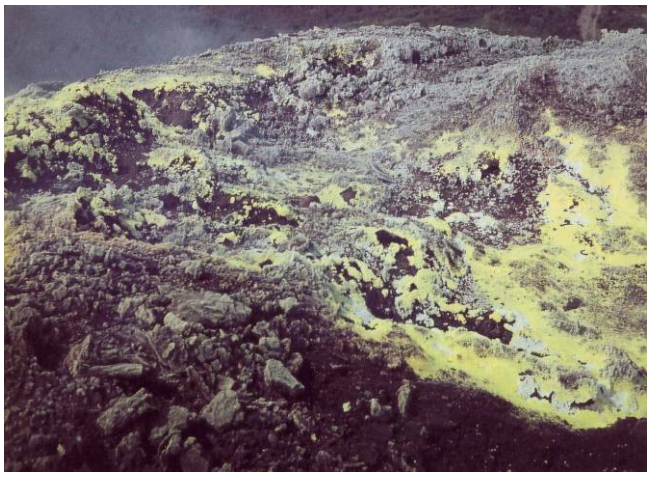


Abb. 9-6: Schwefelausblühung über Schwelbrandherd (Foto: M. WÜNSCHE)

Die auf Haldenplateaus in Reliefvertiefungen abgelagerte **Asche** verfügt über vorherrschende Feinsand- und Schluff-Fraktionen und eine durch den Einspülungsprozess und die wechselnde Beimengung von Kohlenpartikeln bedingte Bänderung. Unter dem Einfluss der Durchwurzelung geht diese Bänderung zunehmend verloren. In den oberen 10 cm des Substrates lässt sich nach mehrjähriger Streuverrottung ein schwach humoser Ah-Horizont belegen. Das Haldensubstrat weist ein hohes Feinporenvolumen, eine relativ gute Durchlüftung sowie eine ausreichende Menge an pflanzenverfügbarem Wasser auf. Charakteristisch ist die neutrale Bodenreaktion (pH = 7) und die hohe Basensättigung (BS = 70 %). Der relativ hohe Gehalt an Basen (0,79 % CaO, 0,34 % MgO, 0,17 % K_2O) sowie der niedrige Restschwefelgehalt (0,35 %) ermöglichen die Verwendung der Asche als basenhaltiges Meliorationsmittel. Bei sehr hohen Ca-Konzentrationen werden die geringen Mengen an Phosphor durch die Bildung von Ca-Phosphat festgelegt und stehen der Pflanze nur begrenzt zur Verfügung.

Kohlenschlamm weist pflanzenfeindliche Eigenschaften auf. Die dunkle Farbe führt bei extremer Sonneneinstrahlung zu überdurchschnittlicher Erwärmung, wobei der sehr hohe Anteil an kohliger Substanz (C_t = 31,0 %) bei Austrocknung einen starken Benetzungswiderstand bewirkt. Als nachteilig erweisen sich ferner die erheblichen Restschwefelmengen (1,46 %), die als organische und als anorganische Verbindungen auftreten. Durch das beträchtliche Säurepotential liegen extrem saure Bodenreaktionen (pH = 3) und eine geringe Basensättigung (BS = 3 %) vor. Der Basengehalt ist unzureichend (0,16 % CaO, 0,12 % MgO, 0,03 % K_2O) und kann freiwerdende Säuren nicht kompensieren. Um annähernde Voraussetzungen für das Pflanzenwachstum zu erreichen, sind bei dem sorptionsstarken Substrat (KAK_p = 16 $cmol_c$/kg) intensive Meliorationsmaßnahmen erforderlich.

Lehmabdeckung unterscheidet sich grundsätzlich von den anthropogenen Haldensubstraten. Die Bodenart ist ein schwach kiesiger, sandiger bis schluffiger Lehm (Lößderivat). Bodenphysikalisch gewährleistet die Textur hohe Mittelporenanteile und eine daraus resultierende mittlere bis hohe pflanzennutzbare Wasserkapazität. Bodenchemisch haben die aufgetragenen Lehmüberzüge eine mäßige Nährstoffbevorratung (0,11 % CaO, 0,06 % MgO, 0,10 % K_2O), eine hohe Kationenaustauschkapazität (KAK_p = 20 $cmol_c$/kg), eine mittlere Basensättigung (BS = 50 %) und eine mittelsaure Bodenreaktion (pH = 5). Der humose Oberboden (Abb. 9-7) ist biologisch aktiv, worauf der rasche Ab- und Umbau der rezenten organischen Substanz, das Bröckel- bis Krümelgefüge und die engen C/N-Verhältnisse verweisen. Phosphate liegen in pflanzenverfügbarer Form vor.

Auf einigen Halden konnten **Staubimmissionen** der Industrie in der Humusauflage und im Oberboden festgestellt werden. Diese führen zur Erhöhung des Nährstoffangebotes, der Bodenreaktion und der Kationenaustauschkapazität. Gleichzeitiger Eintrag von Schwermetallionen ist wahrscheinlich. Stark kohlestaubhaltige Immissionen bewirken hingegen eine Erweiterung der C/N-Verhältnisse und können die biogenen Prozesse zur Humusbildung nachteilig beeinflussen (Sonderhumusformen).

Abb. 9-7: Regosol aus Lehmüberzug über grauem Schieferton-Substrat (Foto: M. WÜNSCHE)

9.5 Haldenbegrünung

Natürliche Pflanzenbesiedlung

Sobald die Halden abgeworfen waren, das heißt nicht mehr mit Bergemassen beschickt wurden, begannen in der oberflächennahen Substratschicht mit Verwitterungsvorgängen und einsetzender Ansiedlung von Mikroorganismen die Initialstadien der Bodenentwicklung und Pflanzensukzession.

Der bisherige **Sukzessionsverlauf** lässt den Einfluss vieler, meist komplex wirkender Faktoren erkennen. Auf den Halden werden die Lebensbedingungen für Pflanzen, neben den wuchsgebietstypischen Verhältnissen, hauptsächlich vom Wasser- und Nährstoffangebot sowie der Durchlüftung der Haldenböden bestimmt.

Hemmend und störend wirken sich aus:

- ständige oder periodische Trockenheit, ausgelöst durch ein geringes Wasserspeicherungsvermögen von Haldensubstraten, lagebedingt durch eine aufheizende Einstrahlungsintensität sowie Verhagerung durch Wind;
- Nährstoffarmut, saure Bodenreaktion, Schadstoffeintrag durch Abgase und Stäube sowie anfängliches Fehlen von Humus;
- Wasser- und Winderosion;
- zumeist lang anhaltende Schwelbrände in Bergemassen aus kohlehaltigem grauem Schieferton;
- Luft- und Nährstoffmangel im dicht gelagerten feinkörnigen Kohlenschlamm.

Die Pflanzenbesiedlung wird begünstigt durch:

- Nährstoffeintrag aus der Luft in Form von Aerosolen und Stäuben (N-Zufuhr über Niederschläge, Flugasche, Düngemittelabtrift von Ackerflächen) sowie durch die vereinzelt direkt vorgenommene Düngung;
- geschützte Reliefpositionen (schattseitige Lagen mit fast ständiger Bodenfrische);
- Deckschichtenauftrag aus kulturfähigem, humosem Erdstoff (Lehmüberzug) und Rohbodenabdeckung mit Pflanzenresten (Kaff, Schilfmatten und dergleichen);
- Rekultivierungsmaßnahmen wie Ansaaten, Anpflanzungen und Hilfspflanzenanbau, die Rohbodendurchwurzelung und Beschattung flächendeckend in viel kürzerer Zeit herbeiführen als es die naturbelassene Sukzession vermag.

Während in der Bergbaubetriebszeit bis 1900 die kahlen, teilweise brennenden, wie „graue Särge“ in der Kulturlandschaft stehenden Halden größtenteils keinen Anlass zu Vegetationsaufnahmen gaben, begannen mit sichtbar werdender Pflanzenansiedlung floristische Beobachtungen. Die bisherigen Sukzessionsabläufe sind vor allem durch die Arbeiten von WÜNSCHE (1963) und KOSMALE (1976, 1983, 1989) bekannt, auf die hier Bezug genommen wird. Die für die Sukzession und ihre Beobachtung verfügbare Zeitdauer betrug auf älteren Halden über zwanzig Jahre und auf einer Teilfläche der Halde Zw. 32 (nach dem Auftrag von kulturfähigem Boden und Rasenansaat im Jahre 1999) drei Jahre. Dazwischen gibt es unterschiedliche Zeitspannen.

In der Anfangsphase der Sukzession folgen den niederen Organismen, wie Bakterien, Algen und Pilzen, auf dem Rohboden anspruchslose, Wassermangel, Nährstoffarmut und ungünstige mikroklimatische Bedingungen ertragende **Erstbesiedler**. Dazu zählen unter anderem die Moose *Pohlia nutans, Dicranella heteromalla* und *Polytrichum piliferum*. Auf grauem Schieferton-Substrat ist die Stetigkeit des Kleinen Sauerampfers (*Rumex acetosella*) auffällig. Pionierbaumarten vermögen zuerst an relativ geschützten Stellen der Haldenmantelflächen Fuß zu fassen. Die Hänge-Birke (*Betula pendula*) ist von ihnen am dominantesten. Sie breitet sich, von günstigen Stellen ausgehend, nach und nach zu einem lockeren und lichten Vorwald aus. Positionen mit extremen mikroklimatischen Einflüssen und/oder kulturfeindlichen Rohbodeneigenschaften werden dabei sehr lange oder völlig gemieden. Der Hänge-Birke folgen vereinzelt oder truppweise Aspe (*Populus tremula*), Sal-Weide (*Salix caprea*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*).

Im Schutz von aufkommendem Vorwald und mit beginnender Humusbildung nimmt der Artenbestand, ein bis zwei Jahrzehnte nach Einstellung der Haldenbeschickung, in der auflaufenden Kraut- und Moosschicht ständig zu. Unter den Grasarten sind Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*), Schaf-Schwingel (*Festuca ovina*), Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*) und besonders in den letzten zwei Jahrzehnten Land-

Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) mit teilweise hohem Deckungsgrad vertreten. Von krautartigen Pflanzenarten tauchen relativ häufig Habichtskrautarten auf (*Hieracium laevigatum, H. sabaudum, H. umbellatum*). Huflattich (*Tussilago fafara*) zeigt, wie üblich, zumindest schwach verlehmte Stellen an.

Anspruchsvollere Arten wandern erst unter Vorwaldschutz und fortgeschrittener Humusbildung sowie unter Auswahl von einigermaßen kulturfähigen Rohbodensubstraten ein. Zu ihnen gehören beispielsweise Wolliges und Weiches Honiggras (*Holcus lanatus, H. mollis*), Brombeere (*Rubus fruticosus*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Gemeines Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*).

Anzeiger für Bodenfrische sind Farne wie Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*), Gemeiner Frauenfarn (*Athyrium filixfemina*), Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) und Gemeiner Wurmfarn (*Dryopteris filixmas*). Wo diese Arten gedeihen, stellt sich auch Verjüngung von Baumarten wie Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Ahorn (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*), Linde (*Tilia cordata, T. platyphyllos*), Gemeine Esche (*Fraxinius excelsior*) sowie von Straucharten wie Holunder (*Sambucus racemosa, S. nigra*) und Faulbaum (*Frangula alnus*) ein.

Umgebungsbedingt siedelten sich mittlerweile Arten an, die von Wäldern, Feldgehölzen, Äckern, Wiesen, Gärten, Wegrainen und Schuttplätzen zu den Halden fanden. Als ein Vertreter ist beispielsweise das Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) zu nennen.

In den 60er Jahren kamen auf einigen Halden mit Getreidereinigungsabfällen Sämereien zum Auftrag, aus denen eine Reihe von Neubürgerarten (Neophyten) hervorgingen. Von ihnen gedeihen noch einige in kleinen Beständen im Umkreis von Erdwärme abgebenden Schwelbrandherden. Dazu zählen Grasarten wie die Blutrote Fingerhirse (*Digitaria sanguinalis*) und Kolbenhirse (*Setaria italica*). Auch der seit einigen Jahren in den Zwickauer Raum eingewanderte Gemeine Salzschwaden (*Puccinellia distans*) ist an zwei Haldenstellen gefunden worden.

Ein eigenartiges Artenspektrum und Pflanzenverhalten tritt im Umkreis von Schwelbrandherden auf. Von KOSMALE (1983) konnten Vegetationszeitverlagerungen in den Winter, Zwergwuchs, zeitiges Blühen und Fruchten, Überdauern von annuellen Arten und Rötungen infolge gehemmter Chloroplastenbildung beobachtet werden.

Auf den Halden gibt es auch einige wenige Fundpunkte von geschützten Arten. Während Rohbodenbesiedler wie Braunroter Sitter (*Epipactis atrorubens*), Nickendes Wintergrün (*Orthilia secunda*) und Großes Zweiblatt (*Listera ovata*) sich natürlich ausgesamt haben, dürften Exemplare von Gemeiner Akelei (*Aquilegia vulgaris*), Gemeinem Seidelbast (*Daphne mezereum*) und Straußenfarn (*Matteuccia struthiopteris*) aus Gärten eingeschleppt worden sein.

Um seltenen und schützenswerten Arten Raum zu geben, sollten kleine Haldenflächenanteile offen gehalten werden. Ein Trockenrasen-Biotop an der Halde Zw. 16 ist dafür beispielhaft.

In den ältesten Halden-Waldbeständen klingt das Vorwaldstadium aus und langlebige naturgemäße Baumarten wachsen nach. Dieser Prozess sollte ebenso wie die weitere Erfassung der Halden-Vegetationsentwicklung gefördert werden.

Rekultivierung

Schon in den zwanziger und dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden von den bergbautreibenden Werken an einigen Halden Rekultivierungsversuche unternommen. Sie hatten zunächst zum Ziel, den nur unbefriedigend langsam und spärlich natürlich aufkommenden Birkenanflug zu komplettieren und damit an Böschungen der Erosionsgefahr durch Lebendverbauung Einhalt zu gebieten. Nur auf wenigen kleinen Haldenflächen sind damals, nach Aufbringen einer kulturfähigen Lehmschicht, auch anspruchsvollere Baumarten wie Linde, Esche, Ahorn und Hainbuche angepflanzt worden. In der Notzeit nach dem 2. Weltkrieg gingen die stadtnahen Haldenanpflanzungen weitgehend durch Brennholzbeschaffung verloren.

Eine planmäßige und systematische Rekultivierung der Halden begann 1953 durch die Arbeitsgruppe Landeskultur beim Rat des Bezirkes Karl-Marx-Stadt (heute Chemnitz). Von 1958 bis 1968 oblagen Haldenrekultivierungen dem Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb (StFB) Zwickau und nach dessen Auflösung bis 1989 dem StFB Flöha. Für die Ausführung restlicher Rekultivierungsarbeiten sorgt jetzt die Gesellschaft zur Verwahrung und Verwertung stillgelegter Bergwerksbetriebe mbH (GVV) mit Sitz in Sondershausen und einer Filiale in Zwickau.

Den Aufforstungen gingen jeweils im Herbst **Bodenvorbereitungsmaßnahmen** voraus. An den Haldenböschungen wurden Kleinterrassen von etwa 50 cm Breite angelegt und auf den Plateauflächen Pflanzstreifen durchgehackt. An den Böschungsoberkanten bewährte sich das Aufschütten von etwa 1 m hohen Dämmen zur Verhinderung des oberflächigen Wasserabflusses. Bereits vorhandene Erosionsrinnen wurden mit Faschinen verbaut. Substratbedingte, eigentlich notwendige meliorative Maßnahmen wie Grundkalkung und -düngung konnten aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen nur in geringem Maße vorgenommen werden.

Für Saat und Pflanzung bot das zeitige Frühjahr mit nachwinterlichem Bodenfeuchterückhalt die günstigsten Bedingungen für das Keimen und Anwachsen.

Von 1953 bis 1956 wurde die Aufforstung versuchsweise mit zahlreichen Baum- und Straucharten in Gruppen- und Einzelmischung vorgenommen. Enger Pflanzenverband sollte besonders an den Böschungen zu möglichst schneller Bodenbedeckung führen (Abb. 9-8). Unter den zumeist ungünstigen standörtlichen Verhältnissen dauerten Anwachsen und Anpassen der Pflanzen mindestens vier Jahre. Erst dann wiesen einige Baum- und Straucharten befriedigendes Wachstum auf.

Abb. 9-8: Böschungsbepflanzung auf Kleinterrassen mit Stiel-Eiche, Birke und Schwarz-Erle (Foto: M. WÜNSCHE)

Nach diesen Anbauversuchen ließ sich folgende Anbaueignung für freiliegende Haldenrohböden ableiten:

Gut anwüchsig:
- Hänge-Birke (*Betula pendula*)
- Rot-Eiche (*Quercus rubra*)
- Pappel-Hybriden (*Populos robusta, P. berolinensis, P. trichocarpa*)
- Aspe (*Populos tremula*)
- Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*)
- Robinie (*Robinia pseudoacacia*)
- Eberesche (*Sorbus aucuparia*)
- Eschen-Ahorn (*Acer negunda*)
- Gewöhnliche Traubenkirsche (*Padus avium*)
- Kolben-Sumach (*Rhus thyphina*)
- Kartoffelrose (*Rosa rugosa*);

Mittel anwüchsig**:**
- Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*)
- Murray-Kiefer (*Pinus contorta*)
- Stiel-Eiche (*Quercus robur*)
- Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*)
- Trauben-Eiche (*Quercus petraea*)
- Grau-Erle (*Alnus incana*);

Schlecht anwüchsig:
- Wald-Kiefer (*Pinus silvestris*)
- Rot-Buche (*Fagus silvatica*)
- Hainbuche (*Carpinus betulus*)
- Eingriffliger Weißdorn (*Crataegus monogyna*)
- Blutroter Hartriegel (*Cornus sanguinea*)
- Roter Holunder (*Sambucus racemosa*).

Die besten Resultate demonstrierten stärkere Pflanzen. Dabei erwiesen sich Pflanzen aus Selbstwerbung vor Ort als besonders geeignet, während Pflanzenmaterial aus entlegenen Baumschulen die niedrigsten Anwuchsraten brachte. Die anfänglich hohen Pflanzenausfälle waren hauptsächlich auf starke Oberflächenerhitzung, Erosion an den Böschungen, Rauchgaseinwirkung sowie auf den Misserfolg auf Kohlenschlamm und durch Wildverbiss zurückzuführen.

Aufgrund eingehender standortkundlicher Untersuchungen erfolgte nach 1956 eine **zielgerichtete Rekultivierung**. Der Schwerpunkt lag dabei zunächst beim Anbau von Baum- und Straucharten, die gegen Trockenheit und Raucheinfluss relativ widerstandsfähig sind. In verstärktem Maße wurden angepflanzt:

- als Hauptbaumarten: Hänge-Birke, Rot-Eiche, Stiel- und Trauben-Eiche sowie Pappel-Hybriden;
- als Mischbaumarten: Schwarz-Erle und Grau-Erle.

Andere bewährte Baum- und Straucharten dienten im Wesentlichen zur Komplettierung der Haldenvegetation. Um eine standortsgerechte Vorwald- und Zielbestockung zu erreichen, wurde die Aufforstung weitgehend den Reliefverhältnissen, dem Haldensubstrat und der örtlichen Rauchbeeinflussung angepasst. An Böschungen kamen bevorzugt zwei- bis dreijährige Pflanzen mit kräftiger Bewurzelung zum Anbau, welche leichte Erosionsvorgänge gut überstanden. Auf Plateaulagen bewährten sich besonders Rot-Eichen-Saaten (Abb. 9-9). Die meist sehr dicht aufgelaufenen Saaten erlaubten Pflanzenentnahmen für weitere Aufforstungen.

Eingehend auf das Haldensubstrat lässt sich belegen, dass auf grauem Schieferton anspruchslosere Baumarten bevorzugt wurden, während rotgebrannter Schieferton bereits den verstärkten Anbau von Pappel-Hybriden und anspruchsvolleren Baumarten ermöglichte. Lehmüberzug bot die Voraussetzung zum Anbau von Edellaubbaumarten. Kohlenschlamm ließ sich hingegen nur nach Einbringung lockernden Haldensubstrats und Gaben von Branntkalk rekultivieren. Im Bereich thermisch aktiver, vegetationsfeindlicher Haldenpartien wurden Anbauversuche mit Japanischem Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*) durchgeführt, dessen rasche Ausbreitung aber zur Verdrängung der Forstpflanzen führte.

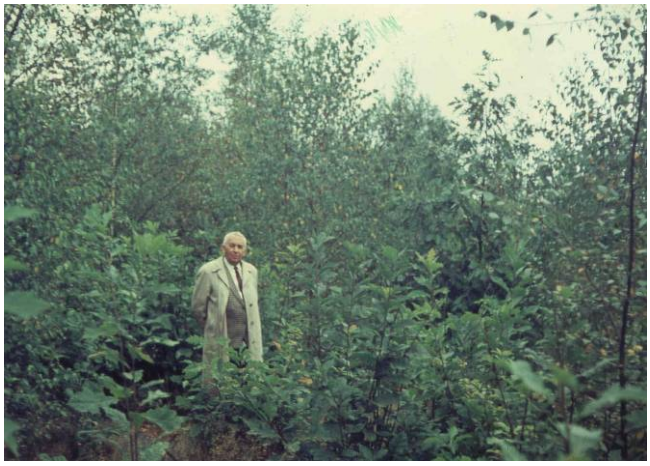


Abb. 9-9: Pflanzenbestand aus Roteichensaat mit Birkenvorwaldschirm (Foto: M. WÜNSCHE)

Pflanzenausfälle durch Rauchschäden waren hauptsächlich auf den Einfluss von Kokereiabgasen zurückzuführen. Akute Schäden durch SO_2- und SO_3-Gase traten vorwiegend an windexponierten Flanken von Halden im östlichen Zwickauer Stadtgebiet auf (Halden Zw. 1, 2, 3 und 6). Als relativ rauchresistent erwiesen sich hier Hänge-Birke, Rot-Eiche und der Pappel-Hybrid *Populus robusta*.

Für alle Haldenstandorte war der Anbau von Stickstoffsammlern, wie Schwarz-Erle, Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) und Weißer Steinklee (*Melilotus alba*) vorteilhaft. Sie konnten infolge Stickstoffanreicherung im Haldenboden das Wachstum benachbarter Pflanzen eindeutig fördern.

Ein besonderes Problem war die möglichst **schnelle Bodenbedeckung** der Haldenböschungen durch eine geschlossene Grasnarbe. Zur Lösung dieser Frage wurde in den letzten Jahren der Haldenbegrünung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. An jüngeren Halden konnten vorzügliche Ergebnisse durch Aufbringen von „Kaff“ erzielt werden. Es handelt sich hierbei um Rückstände der Getreidereinigung, die sich aus Spreu, Getreide- und Sämereiresten zusammensetzen. In 5 bis 10 cm mächtigen Kaff-Schichten keimten Sämereien bereits im gleichen Jahr. An Böschungen wurden Schilfmatten ausgelegt, um dem Kaff Halt zu geben. Nach kurzer Zeit bildete sich eine geschlossene Gras- und Krautschicht, die vor Erosion und Austrocknung schützte und die Humusbildung förderte.

Haldenbewaldung

Die Anpflanzungen sind heute größtenteils zu Baumbeständen herangewachsen, die das Vorwaldstadium überschritten haben. Ältere, über 45-jährige Bestände lassen in ihrer Beschaffenheit und in ihrem Wachstum den Einfluss von Reliefposition und Haldensubstrat erkennen. Es ist möglich, nach nunmehr 50 Jahren Bewertungen vorzunehmen, die für Folgearbeiten aber modellhaft auch für andere Altbergbaustandorte wesentlich sein können.

Die Hänge-Birke ist in den heutigen Baumbeständen meist die dominierende Hauptbaumart.

An sonnseitigen Hanglagen und windexponierten Böschungskanten weisen die Bestände häufig eine lückige Beschaffenheit auf. Hier wirken sich lagebedingt extreme mikroklimatische Einflüsse und geringes Wasserspeichervermögen des Haldenbodens besonders stark wachstumsmindernd aus. Astig-sperriger Baum-Kümmerwuchs, spärliche Bodenvegetation, ausbleibende Naturverjüngung und deutliche Verhagerung sind für diese Haldenpartien typisch.

Schattseitige und windgeschützte Böschungsbereiche zeigen dagegen besseres Baumwachstum, höhere Bestandsdichte, beginnende Naturverjüngung und eine Bodenvegetation, die einen mittleren bis hohen Deckungsgrad erreicht hat.

Auf Haldenplateaus ergeben die herangewachsenen Baumbestände bereits ein schützendes Waldinnenklima.

Die Kulturfähigkeit der Haldensubstrate und ebenso die geländeklimatischen Einflüsse werden am Wachstum der Baumbestände deutlich. Betrachtet man zunächst die Anbaueignung der Baumarten, so erweist sich die Hänge-Birke auf grauem Schieferton allen anderen Baumarten überlegen (Abb. 9-10). Bereits auf rotgebranntem Schieferton zeigen Stiel-, Trauben- und Rot-Eiche, Eberesche, Aspe und Salweide ebenfalls befriedigendes Wachstum. Auf gut kulturfähigem Lehmüberzug gedeihen Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn, Winter-Linde, Esche und Hainbuche als ziemlich anspruchsvolle Baumarten (Abb. 9-11, 9-12).

Um ein Urteil über das Leistungsvermögen der Baumbestände zu gewinnen, wurden in 40- bis 45-jährigen Birkenbeständen ertragskundliche Untersuchungen durchgeführt. Sie ergaben, dass die Massenleistung erwartungsgemäß auf grauem Schieferton am niedrigsten ist. Desgleichen sind auch die Schaft- und Kronengüte zu bewerten (Tab. 9-2). Weiterhin konnte ein merkliches Nachlassen des Höhenzuwachses ab den Stärkestufen 20 bis 25 cm nachgewiesen werden.

Die **Wurzelausbildung** der Bäume wird von der relief- und substratbedingten Wasserführung sowie den chemischen Eigenschaften der Haldenböden beeinflusst. Die fast ausschließlich auf Niederschlagswasser angewiesene Vegetation bildet generell ein starkes Wurzelsystem mit hohem Feinwurzelanteil aus.

Tab. 9-2: Ertragskundliche Daten 40- bis 45-jähriger Birkenbestände auf Halden des Steinkohlenbergbaus

Haldensubstrat	Grauer Schieferton	Gebrannter Schieferton	Lehm über grauem Schieferton	Flugasche
Baumart	Birke	Birke	Birke	Birke
Brusthöhendurchmesser des Mittelstammes in cm	14,0	20,0	20,0	20,0
Höhe des Mittelstammes in m	14,0	25,0	24,0	26,0
Stammzahl/ha	490	625	400	625
Volumen des Derbholzes in m³/ha	50	135	90	130
Schaftgüte in % A-B-C	0-52-48	14-72-14	8-62-30	58-39-3
Kronengüte in % A-B-C	0-47-53	5-76-19	0-77-23	61-36-3

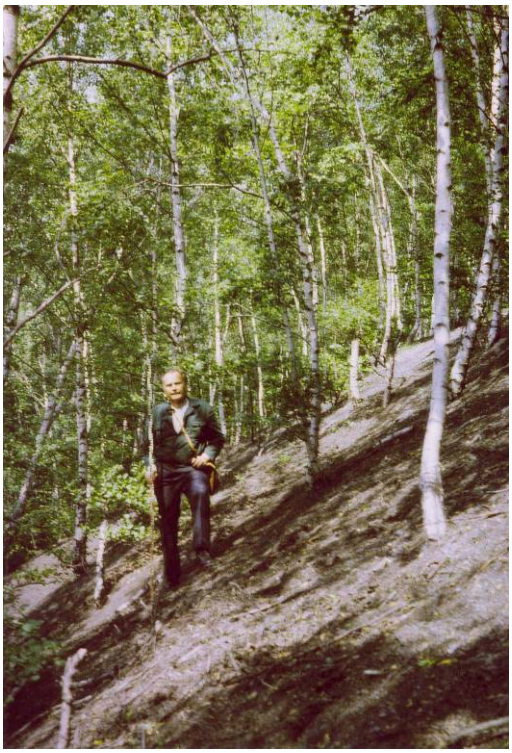


Abb. 9-10: Birkenvorwald an sonnseitigem Oberhang mit spärlicher Bodenvegetation und Verhagerung auf grauem Schiefertonsubstrat (Foto: M. WÜNSCHE)

Abb. 9-11: Birkenvorwald in Plateaulage mit natürlich angesamten Stiel-Eichen-, Linden- und Ahornaufwuchs auf Schiefertonsubstrat (Foto: M. WÜNSCHE)

An Böschungsflächen mit karbonischen Schiefertonen zeigen die Baumarten häufig ein flaches, bis in 40 cm Tiefe reichendes Wurzelsystem, das mit seinen weit reichenden und stark verzweigten Haupt-, Neben- und zopfartigen Feinwurzeln wesentlich zur Hangbefestigung beiträgt. Auf Plateauflächen hingegen sind bis in über 1 m Tiefe Herzwurzelsysteme ausgebildet, um das in vertikaler Richtung versickernde Wasser so weit wie möglich zu nutzen.

Auf Asche lässt sich ebenfalls ein tief reichendes und feinwurzelreiches Wurzelsystem belegen. Dabei ist es in Kohlenstoff führenden, gut durchfeuchteten Aschebändern zu Feinwurzelanreicherungen gekommen, und die Durchwurzelung führt zu allmählicher Auflösung der Ascheschichtung.

Im dicht gelagerten und schlecht durchlüfteten Kohlenschlamm ist nur ein geringmächtiger, durch Flugasche beeinflusster oder meliorierter oberer Bodenbereich durchwurzelt.

Aufgezogene, gut kulturfähige Lehmschichten werden von den Baumarten intensiv durchwurzelt. Über wenig kulturfähigem Substrat beschränkt sich die Wurzelmasse zumeist auf die Lehmschicht.

Auf den Haldenrohböden ist der **Aufbau eines Humuskörpers** durch Streuzersetzung, Anreicherung von organischer Substanz und damit gekoppelter Nährstoffspeicherung für den Stoffkreislauf zwischen Vegetation und Boden von zentraler Bedeutung. Der Humus als Gesamtheit organischer Stoffe auf und im Boden ist einem steten Abbau, Umbau und Aufbau

unterworfen. Auf den noch wenig entwickelten Haldenböden befindet sich der Humusbildungsprozess auch heute nach mehreren Jahrzehnten größtenteils noch in der Anfangsphase. Für anthropogen aufgebrachte Substrate wie Schiefertone, Asche und Kohlenschlamm sind einige Jahrzehnte nach der Aufforstung Auflagehumusformen mit deutlich ausgebildeter Streuschicht (L), Vermoderungsschicht (Of) und schwach entwickelter Humusstoffschicht (Oh) typisch.

Abb. 9-12: Edellaubbaum-Mischbestand am schattseitigen Unterhang mit artenreicher Bodenvegetation auf Lehmüberzug über Schiefertonsubstrat (Foto: M. WÜNSCHE)

Mit zunehmendem Baumbestandsalter vergrößert sich die Mächtigkeit der Auflageschicht gewöhnlich, insbesondere wenn diese der Flugstaubdeposition ausgesetzt war. Verlagerungen von Humusstoffen und C_t-reichen Flugstäuben in den oberen Mineralboden sind sichtbar als Ah-Horizonte. Als Humusformen herrschen Rohhumus und rohhumusartiger Moder vor. Lediglich in geschützter Lage, auf Lehmüberzug und bei Anfall von leicht zersetzlicher Streu ist es an wenigen Stellen zur Bildung der Humusformen mullartiger Moder oder Mull und deutlichen Ah-Horizonten gekommen.

Auf allen vergleichbaren Haldenstandorten sind unter Laubbaummischbeständen günstigere Humusformen als unter Reinbeständen oder Nadelbaumbeständen (Wilhelmschacht-Halde Zw. 16) nachweisbar.

Die **Hauptaufgaben der Haldenbewaldung** orientierten sich auf:

- eine möglichst rasche, geschlossene Begrünung zwecks Hangbefestigung und Windruhe;
- den Anbau von biologisch und wirtschaftlich bedeutsamen Baumarten, Straucharten und Hilfspflanzen;
- die Förderung des Bodenlebens sowie der Bodenfruchtbarkeit durch Humus- und Stickstoffanreicherung;
- die landeskulturelle Einbeziehung der Halden in die Kulturlandschaft.

Diese Ziele wurden im Wesentlichen erreicht.

Die heute auf fast allen Halden aufkommende **Naturverjüngung** mit Stiel-Eiche, Rot-Eiche, Berg-Ahorn, Esche, Winter-Linde und Schwarz-Erle gibt Hinweise für die künftige Zielbestockung. Damit zeichnet sich der Zeitpunkt einer allmählichen Umwandlung der älteren Birkenwaldbestockung in geotopgemäße Mischbestände ab. Pionierbaumarten wie Hänge-Birke, Aspe, Eberesche und Salweide bleiben für Vorwaldstadien und später als wertvolle Begleitbaumarten wichtig.

9.6 Schlussfolgerungen

Nach der erfolgreichen Erstbegrünung ist heute die Umwandlung der Haldenbewaldung in eine geotopgemäße Bestockung erforderlich, weil die vorherrschenden, nunmehr über 45-jährigen Birkenvorwälder lokal bereits Seneszenz und damit eine waldökologische Stagnation verzeichnen.

Die **künftige Bestockung** sollte gekennzeichnet sein:

- auf frischen, nährstoffreichen Standorten durch die Zielbestockung eines Eichenmischwaldes mit Eichen, Ahornen, Linden, Esche, Hainbuche und Buche;
- auf trockneren, nährstoffärmeren Standorten durch eine Vorwald- und Zielbestockung mit Birke, Aspe, Pappeln, Roteiche, Eichen und Erlen;
- durch einen angemessenen Anteil an Nadelbaumarten wie Lärche, Murray-Kiefer und Höhenkiefer in gruppen- und horstweiser Beimischung aus wirtschaftlichen Gründen.

Der **Umbau der Haldenbestockung** muss durch gezielte Verjüngung oder spezielle Pflegemaßnahmen vollzogen werden.

Die stärkere Strukturierung der Baumbestände kann mittels Anpflanzungen und Saat in den Bestandeslücken erfolgen. Die Lücken sind zu erweitern, so dass sich im Verlauf der Jahre eine gute räumliche und zeitliche Strukturierung einer stufig aufgebauten Haldenbewaldung ergibt.

Die unter dem Birkenvorwald bereits vorhandene Anflug- oder Aufschlagsverjüngung ist zu erhalten, soweit sie dem vorgegebenen Bestandsziel entspricht. Dabei kann sich die Anwesenheit von Samenbäumen fördernd auf die Vielfalt der Naturverjüngung auswirken. Ihnen ist eine erhebliche Bedeutung für den **Aufbau naturnaher**, stabiler und leistungsfähiger **Mischbestände** beizumessen. Diese begünstigen den raschen Streuabbau, die Humusqualität und damit einen besseren Nährstoffkreislauf.

Eine wesentliche waldbaulich-biologische Bedeutung kommt als Misch- und Pflegebaumarten der Schwarz- und der Grau-Erle zu, die vordringlich Aufgaben der Bodenverbesserung erfüllen. Mit Hilfe ihrer Knöllchenbakterien tragen sie zur Stickstoffanreicherung im Haldenboden bei. Sie unterstützen dadurch die Wuchsfreudigkeit benachbarter Baumarten durch Bildung von „mildem“ Humus, womit zugleich Vorbedingungen für ein aktiveres Bodenmikrobenleben geschaffen werden. Schwarz-Erle eignet sich besonders zur Komplettierung von Bestandeslücken (Abb. 9-13).

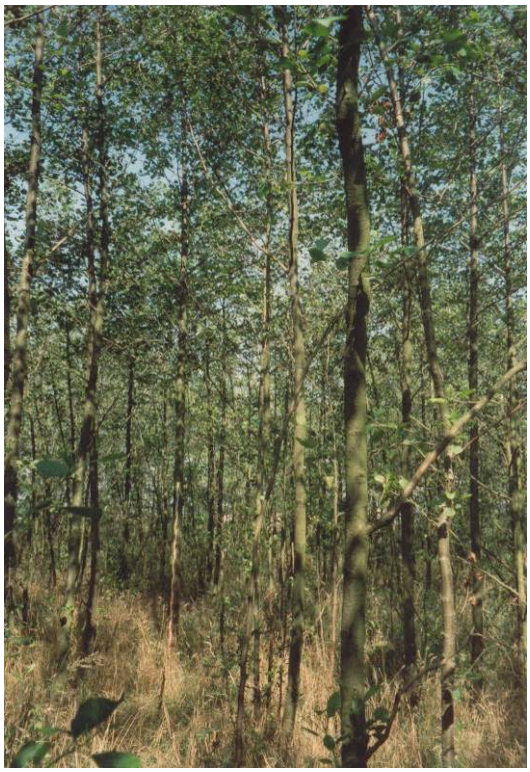


Abb. 9-13: Schwarz-Erlenbestand in Plateaulage auf Schiefertonsubstrat von Halde Zw. 32 am ehemaligen Martin-Hoop-Schacht IV im Jahre 2001 (Foto: A. WEISE)

Große Bedeutung für die **Bodenbildung** gewinnen verstärkt flächendeckende Einsaaten von Lupine, Steinklee oder Ginster. Die Vorzüge dieser Schmetterlingsblütler liegen neben der symbiotischen Stickstoffbindung in der Beschattung des Haldenbodens und in beschleunigter Humusbildung durch Verrottung der jährlich absterbenden oberirdischen Pflanzenteile. Die mit dem Hilfspflanzenanbau erreichbare Bodenbedeckung mindert ferner die Bodenaustrocknung und Erosionsgefährdung.

Durch Zufuhr von Laub- und Rindenkompost oder anderen geeigneten organischen Substanzen kann die Humusbildung wesentlich vorangebracht werden. Den Pflanzen bietet sich mit einem biologisch aktiven Humusvorrat eine langsam fließende Nährstoffquelle. Humusanreicherung führt weiterhin zur Verbesserung des Bodengefüges und des Wasserspeicherungsvermögens im Oberboden.

An besonders aushagerungsgefährdeten Reliefpositionen können Abdeckungen mit verrottbaren Abfällen wie Stroh, Gras, Kartoffelkraut oder Kaff in Mattenform geländeklimatische Ungunst mildern und Pflanzenanwuchs sichern.

Abb. 9-14: Murray-Kiefernbestand auf der Halde am Wilhelmschacht, Zw. 16 (Foto: M. WÜNSCHE 2001)

Vegetationsfeindliche, schwefelhaltige Substrate wie Kohlenschlamm sollen durch Einarbeitung von Kalk, gekoppelt mit einer NPK-Düngung in ihren bodenchemischen Eigenschaften aufgebessert werden. Der Ziel-pH-Wert liegt bei 5,0 bis 5,5. Als Kalkdüngemittel ist basenreiche Asche wegen ihrer lang anhaltenden, säurepuffernden Wirkung besonders gut geeignet.

Eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen des Bestandumbaus sind durchgreifende Maßnahmen

gegen Wildverbiss.

In den bereits vorhandenen Mischbeständen liegt die **Bestandespflege** in der Begünstigung wertvoller Bäume und im Aushieb schlechtwüchsiger sowie seneszenter Exemplare, um das Bestockungsziel zu erreichen.

Wichtig werden künftig die Pflege und der Schutz von Forstkulturen. Aus ökologischer Sicht ist zunächst jede Begrünung der Halden positiv zu beurteilen. Sie trägt zur Bedeckung und Beschattung der Haldenoberfläche sowie Befestigung, Erschließung und Entwicklung des Haldenbodens bei. Dadurch werden Insolation und Reflektion vermindert, und es lassen sich Schutzeinwirkungen gegenüber Hitze, Abkühlung und Evaporation belegen.

Diesen ökologisch günstigen Wirkungen für junge Forstpflanzen können an frischeren Haldenpositionen lokal ungünstigere Effekte durch Konkurrenz des Begleitwuchses (Gräser, Kräuter) entgegentreten. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte muss die Empfindlichkeit bzw. Schutzbedürftigkeit der geotopgerechten Baumarten in den ersten Jahren nach der Pflanzung differenziert beurteilt werden:

- permanent polyphote Baumarten (z. B. Kiefer) sind empfindlicher als juvenil-schattentolerante Baumarten (z. B. Ahorn, Esche);
- größere Pflanzen (Heister) setzen sich gegenüber der Begleitwuchskonkurrenz besser als kleine Pflanzen durch;
- regenerationsstarke Baumarten (Eichen) vermögen Begleitwuchskonkurrenz besser als regenerationsschwache (Kiefer) zu überwinden.

Mit großer Wahrscheinlichkeit kann angenommen werden, dass sich bei richtiger Wahl der Pflanzensorten kostspielige Pflegemaßnahen (Ausschneiden, Behäckeln) erübrigen.

Die bereits jetzt erfolgreiche Haldenbewaldung erfüllt zunächst weiterhin und hauptsächlich **Schutzfunktionen**. Sie verhindert weiteres Schwelen, Erosion und Staubauswehung, fördert die Bodenentwicklung und filtert Abgase und Staub aus der Luft. Die begrünten Halden sind umweltverträglich in die sonst waldarme Kultur- und Bergbaufolgelandschaft einbezogen und werden von der Bevölkerung bereits als Naherholungsorte genutzt. Nicht zuletzt bieten sie als renaturierte anthropogene Standorte zahlreichen Pflanzen- und Tierarten Zuflucht.

Die erreichten Erfolge beim Aufbau der Haldenbewaldung dürfen nicht leichtfertig aufs Spiel gesetzt werden, zumal diese Biotope ein mit Sachverstand aufgebautes und relativ empfindliches Schutzsystem darstellen.

Abb. 9-15: Bewaldete Halde, Zw. 8 (Foto: M. WÜNSCHE)

Die standortgerechte Haldenbewaldung soll künftig jedoch nicht nur landeskulturelle **Wohlfahrtsfunktionen** erfüllen. Sie kann später bei entsprechender Boden- und Bestandespflege auch in wirtschaftlicher Hinsicht als **Holzproduzent** von Bedeutung sein (Abb. 9-15 und 9-16).

Zur Erreichung dieser Ziele und bei der Realisierung der Empfehlungen bedarf es der dringlichen Klärung langfristiger Eigentumsverhältnisse und der damit verbundenen verpflichtenden Zuständigkeit.

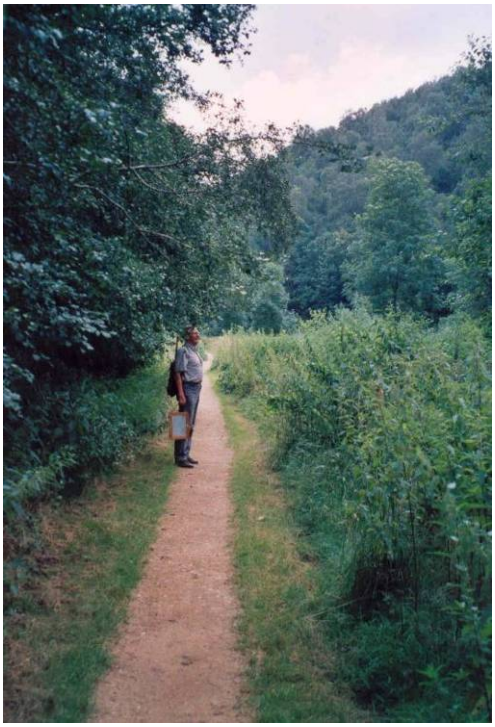


Abb. 9-16: Unterhang der Wilhelmschacht-Halde, Zw. 15 mit Laubmischwald (Foto: M. WÜNSCHE 2001)

Autorenverzeichnis

Dr. Ch. Adam (Dresden), 01309; Comeniusstr. 121 (7)
Prof. Dr. H. J. Bautsch † (Berlin), ehem.: Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin (3.7.2)
Dipl.-Geol. H.-J. Berger (Freiberg), Geologischer Dienst im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (5, 6.1-6.2.1, 6.2.3)
Prof. Dr. H. Brause (Parchim), 19370, Willi-Zarow-Weg 1 (1, 2.1, 6, 8)
Dr. H. Döring (Berlin), 13125, Mewestraße 31 (3.4, 4.2)
Dr. M. Felix (Freiberg), Geologischer Dienst im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (8)
Dipl.-Geol. H. Herfurth † (Zwickau), ehemals: Steinkohlenwerk Martin Hoop Zwickau (3.4)
Dr. K. Hoth (Freiberg), 09599, Richard-Beck-Straße 11 (S. 6-10, 3.1-3.7.1, 3.8, 5, 6.1, 6.2.2)
Dr. E. Kahlert (Berlin, Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin (3.4, 4.1, 4.3)
Dr. M. Lapp (Freiberg), Geologischer Dienst im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (3.8, 3.9)
Dr. J. Luckert (Kleinmachnow) Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (3.7.2)
Prof. Dr. J. W. Schneider (Freiberg), Technische Universität Bergakademie Freiberg (3.10)
Dipl.-Geoln. H. Schubert (Freiberg), Geologischer Dienst im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (8)
Dr. St. Schultka (Berlin), Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin (4.1, 4.3)
Prof. Dr. M. Störr (Usedom), 17406, Ostklüne 11 (3.6, 3.7.1)
Prof. Dr. N. Volkmann (Freiberg, Technische Universität Bergakademie Freiberg (3.3)
Dipl.-Forsting. A. Weise (Flöha), 09557, Am Park 1 (9)
Dr. F. Witzmann (Berlin) Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin (4.3)
Dr. P. Wolf (Freiberg) Geologischer Dienst im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2.2)
Prof. Dr. M. Wünsche (Freiberg), 09599, Friedmar-Brendelweg 21 (9)
Dipl.-Geol. M. Zeidler (Freiberg), Beak Consultants GmbH (3.10)

Literatur (Auswahl)

ABBOTT, M. L. (1958): The American species of *Asterophyllites, Annularia* and *Sphenophyllum*. - Bulletins of American Paleontology, **38**, 174: 289-390, 49 Taf., 5 Tab.; Ithaca, New York.

AGRICOLA, G. (1546): De natura fossilium 1956.

ALPERN, B. (1958): Description de quelques microspores du Permo-Carbonifère français: Rev. Micropaléont., **1**, 2, 75-86, Paris.

ALPERN, B., DOUBINGER, J. & LIABEUF, J. J. (1970): Basis logiques et données objectives de la classification des Monolètes. - VI. Congr. Int. Strat. Géol. Carb. Sheffield 1967, C. R., **2**: 377-387, 4 Taf.

ALPERN, B., LACHKAR, G. & LIABEUF, J. J. (1967): Le bassin houiller lorrain peut-il fournir un stratotype pour le Westphalien supérieur? - Rev. Palaeobotany Palynology, **5**: 75-91, Amsterdam.

ALVAREZ-RAMIS, C. (1967): Revision de los *Sphenopteris* del Estefaniense Cantabrico. - Madrid: Publicaciones de la Faculdad de Ciencies, 211 S. 125 Abb. [Tesis Doctoral].

ARNOLD, O. E. (1900): Erläuterungen zur Feld- und Flözkarte des Zwickauer Steinkohlenreviers. - Verein für bergbauliche Interessen Zwickau, Verlag Förster & Borries, 64 S. (zugehörig 1 Karte nebst Profilen, Flözprofile und ideales Gebirgsprofil), Zwickau.

BANKWITZ, P.; GROSS, U. & BANKWITZ, E. (1993): Krustendeformation im Bereich der Finne-Kyffhäuser-Gera-Jáchymov-Zone. - Z. geol. Wiss. **21**, 1/2, S. 3-20, Berlin.

BANNIKOV, M. V.; UMAROVA, A. B. & BUTYLKINA, M. A. (2003): Fires on Drained Peat Soils of Russia - Causes and Effects. - Russian Federation Fire 2002 Special. Intern. Forest Fire News (IFFN) **28**, S. 29-32, Moskow.

BARTH, G. (1962): Palynologisch-stratigraphische Untersuchungen im Westfal D (Heiligenwalder und Luisenthaler Schichten) des Saarkarbons. - Dissertation der Universität des Saarlandes, Saarbrücken 1962.

BARTHEL, M. (1958): Stratigraphische und paläobotanische Untersuchungen im Rotliegenden des Döhlener Beckens (Sachsen). - Jahrbuch des staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 1958: 6-59, 9 Abb., 15 Taf.; Dresden.

BARTHEL, M. (1977): Die Gattung *Dicranophyllum* Gr. Eury in den varistischen Innensenken der DDR. - Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, **2**: 73-86, 2 Abb., 4 Taf.; Gotha/Leipzig.

BARTHEL, M. (2000): *Annularia stellata* oder *Annularia spinulosa*? - Veröffentlichungen Naturkundemuseum Erfurt, 19: 37-42, 5 Abb.; Erfurt.

BARTHEL, M. & BETTAG, E. & NOLL, R. (1998): *Dicranophyllum hallei* REMY & REMY im oberen Rotliegend. - Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz, **21**: 5-20, 20 Abb.; Chemnitz.

BARTHEL, M. & RÖßLER, R. (1998): Brennende Berge - Flöz- und Haldenbrand-Gesteine als Matrix fossiler Pflanzen-Abdrücke und als Objekte der Wissenschaftsgeschichte. - Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz, **21**: 53-62, 9 Abb.; Chemnitz.

BAUER, M.; HÄNIG, D. & SEIDEMANN, O. (1997): Ergebnisbericht Stadtgebiet Zwickau: Geophysikalische Untersuchungen im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvertrages „Erforschung des rezenten Hebungs- und Senkungsmusters und der Horizontalverschiebung in der Region Oelsnitz-Zwickau“. -

Unveröff. Bericht, GGD Leipzig, 26 S. 10 Anl., 10.12.1997, Leipzig. (Im Archiv des LfUG Freiberg).

BECK, R. (1915): Über einen neueren Fund von Thierfärthen innerhalb der sächsischen Steinkohlenformation. - Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, **1914**: 49-51, 1 Abb., 1 Taf.; Dresden.

BECK, R. (1917): III: *Alethopteris pfeilstickeri*, ein neuer Farn aus dem Oberkarbon von Lugau-Ölsnitz. - Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, **1917**: 23-28, 3 Abb.; Dresden.

BELL, W. A. (1938): Fossil Flora of Sydney Coalfield, Nova Scotia. - Geological Survey of Canada, Memoirs, **215**: 334 S., 108 Taf., 2. Tab., Ottawa.

BERGER, H.-J.; GOTH, K.; HÜBNER, F.; JUNGHANNS, C.; WOLF, L., SCHNEIDER, J. (2007): Erläuterungen zu den Blättern 5240 Zwickau und 5241 Zwickau Ost, GK 25 Freistaat Sachsen, 3. Aufl., 183 S., 75 Abb., 17 Tab., Freiberg.

BERNHARDT, A. et al. (1986): Naturräume der sächsischen Bezirke. - Sächs. Heimatblätter, H. 4/5, Dresden.

BEYER u. a. (1981): Bergbauschadenkundliche Analyse „Raum Zwickau". - Unveröff. Bericht VEB Spezialbaukombinat Wasserbau, Kombinatsbetrieb Baugrund Berlin, Produktionsbereich Zwickau & VEB Steinkohlenkokereien „August Bebel", BT Martin Hoop, Zwickau 91 S., 20 Anl. + 5 Anlagenbände Dokumentationen Tagesöffnungen, Zwickau.

BEYER, C. (1965): Beitrag zur altersmäßigen Gleichstellung der Steinkohlenvorkommen von Zwickau und Lugau-Ölsnitz. - Geologie, **14**, 2: 211-216, 5 Abb.; Berlin.

BEYER, C.; SÜSS, G. et al. (1981): Bergschadenskundliche Analyse „Raum Zwickau". - Unveröff. Bericht, Spezialbaukombinat Wasserbau, Kombinatsbetrieb Baugrund Berlin, Produktionsbereich Zwickau & Steinkohlenkokereien „August Bebel", BT Martin Hoop, 91 S., 20 Anl., 5 Bände Dok. Tagesöffng., Zwickau.

BHARDWAJ, D. C. (1955): The spore genera from the Upper Carboniferous coals of the Saar and their value in stratigraphical studies. - Palaeobotanist, **4**: 119-149, 2 Taf., Lucknow/Indien.

BHARDWAJ, D. C. (1957): The palynological investigations of the Saar coals. - Palaeontographica B, **101** (5-6): 73-125, Stuttgart.

BLÜHER, H.-J. (1954): Beiträge zur Geologie des erzgebirgischen Steinkohlenbeckens. - Geologie, **3**, 6/7: 832-844, 7 Abb.; Berlin.

BLÜHER, H.-J. (1955): Flözausbildung und Zwischenmittelfazies im Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier. - Zeitschrift für angewandte Geologie, **1**, 3 / 4: 102-115, 7 Taf.; Berlin.

BLÜHER, H.-J. (1956): Ergebnisse geologischer Erkundungsarbeiten in den sächsischen Steinkohlenrevieren Zwickau und Oelsnitz. - Freiberger Forschungshefte, **C 30**: 57-65, 2 Abb.; Berlin.

BLÜHER, H.-J. (1957): Stand der geologischen Untersuchungen im Zwischengebiet Zwickau-Oelsnitz. - Freiberger Forschungshefte, **C 81**: 5-16, 7 Abb.; Berlin.

BLÜHER, H.-J. (1959): Kurzbericht über das Ergebnis der Steinkohlenbohrung Mülsengrund XX. - Geologischer Dienst (GD) Freiberg, Geol. Archiv im LfULG, EB 226, 7 S., 1 Anl., Freiberg.

BLÜHER, H.-J. (1959): Schichtenverzeichnisse der Mülsengrundbohrungen VII-XII und XIX, Geol. Archiv GD Freiberg.

BLÜHER, H.-J. (1960a): Ergebnisbericht über die geologischen und lagerstättenkundlichen Ergebnisse der in den Jahren 1957 bis 1959 niedergebrachten Tiefbohrungen auf Steinkohle (Mülsengrund XV-XX). - Geologischer Dienst Freiberg, EB 239, 36 S., 37 Anl., Freiberg.

BLÜHER, H.-J. (1960b): Zur Hydrogeologie des Oberkarbons und Rotliegenden im westlichen Erzgebirgischen Becken. - Geologie, **9**, 8, S. 909-929, Berlin.

BOERSMA, M. (1972): The heterogeneity of the form genus *Mariopteris* Zeiller - a comparative morphological study with special reference to the frond composition of West-European species. - Ph. D. Thesis, University Utrecht: 172 pp + atlas, Drukkerij Elinkwijk; Utrecht.

BOERSMA, M. (1978): A survey of the fossil flora of the "Illinger Flözzone" ('Heusweiler Schichten', Lower Stephanian, Saar, German Federal Republic). - Review of Palaeobotany and Palynology, **26**: 41-92, 2 Abb., 19 Taf., 1 Tab.; Amsterdam

BÖHLMANN, W. & VOLKMANN, N. (2001): Solid Residues of Lignite Hydrogenation: News from Petrography and NMR Spectroscopy. - Proc. 18th Annual Pittsburgh Coal Conference, Newcastle/NSW, Australia.

BRAUSE, H. (1983): Nutzen und Probleme des Zyklendenkens. Zu Bedingungen des Magmatismus am Ende des variszischen geotektonischen Zyklus. - Z. geol. Wiss., **11**, Heft 12, S. 1405-1416, Berlin.

BRAUSE, H. (1997): Geologie, Bergbau und Bergbaufolgeprobleme im Raum Zwickau-Oelsnitz. - Exkursf. u. Veröfftl. GGW, **199**, S. 7-13, Berlin.

BRAUSE, H. (1998): Ergebnisse aus dem Komplexuntersuchungsprogramm für den Innenstadtbereich Zwickau. - Informationshefte Dom St. Marien, **9**, 3-9, Zwickau; zugleich Exkursf. u. Veröfftl. GGW, **204**, Berlin.

BRAUSE, H. (Ed. 1999): Abschlußbericht zum Projekt „Komplexuntersuchung zu Auswirkungen des ehemaligen Steinkohlenbergbaus im Raum Oelsnitz-Zwickau". - Unveröff. Bericht der Sächsischen Staatministerien für Umwelt und Landwirtschaft und Wirtschaft und Arbeit …, im Geol. Archiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg, 134 S., 74 Abb., 3 Anl., 15.04.1999, Freiberg.

BRAUSE, H. (2002): Übersicht über den Bau der Vorerzgebirgssenke und über die Zeitlichkeit der bruchtektonischen Aktivitäten in West- und Mittelsachsen. - Bericht Geol. Dienst im LfULG, 55 S., 51 Abb., Freiberg.

BRAUSE, H.; FISCHER, M. et al. (1996): Komplexuntersuchung zu Auswirkungen des ehemaligen Steinkohlenbergbaus im Raum Oelsnitz-Zwickau. Abschlußbericht zur Phase 1. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie/Sächsisches Oberbergamt, 30.06.1996, 106 S., Freiberg, unveröff.

BRONGNIART, A. (1828-1836): Histoire des Végétaux Fossiles ou Recherches Botaniques et Géologiques. - Paris.

BRÜGGEMANN, K. (1963): Sporenführung im Westfal C des Saarkarbons und ihre stratigraphische Anwendung. - Arbeit aus dem Geol. Inst. d. Univ. d. Saarlandes; Saarbrücken.

BURGER, K. (1982): Kohlentonsteine als Zeitmarken, ihre Verbreitung und ihre Bedeutung für die Exploration und Exploitation von Kohlenlagerstätten. - Z. dt. geol. Ges. **133**, 201-255.

BURGER, K. (1985): Kohlentonsteine in Kohlenrevieren der Erde. - 10. Intern. Congr. Geol. Carbon. C.R. **1**, 155-174.

BURGER, K. (1992): Pyroklastika in den Kohlentonsteinen und ihre Prototypen im Ruhroberkarbon. - Geol. Jb. **A 139**, 3-65.

BUTTERWORTH, M. A. (1984): Pollen and spore biostratigraphy of the Phanerozoic in North-West Europe, Upper Carboniferous. - B. M. S. Palynology Group Meeting (p. 1-10), Cambridge 1984.

CHARPENTIER, VON J. F. W. (1778): Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande

CHATEAUNEUF, J.-J. (1973): Palynologie des faisceaus productifs du bassin central des Asturies (Espagne). - VII. Congr. Intern. Stratigr. Carbon., Krefeld 1971, C. R., **2**: 297-321; Krefeld.

CLAYTON, G., COQUEL, R., DOUBINGER, J., GUEINN, K.J., LOBOZIAK, S., OWENS, B. & STREEL, M. (1977): Carboniferous miospores of western Europe: illustration and zonation. - Meded. Rijks Geol Dienst; N. S. **29**: 1-71; Roermond.

CLEAL, C. J. (1984): The Westphalian D floal biostratigraphy of Saarland (Fed. Rep. Germany) and a comparison with that of South Wales. - Geological Journal, Vol. **19**, 327-351, London.

CLEAL, Ch. (1984): The recognition of the base of the Westphalian D Stage in Britain. - Geological Magazine, **121**: 125-129, 1 fig.

CORSIN, P. (1950): Les divisions paléontologiques du Stéphanien du Bassin de la Loire. - Comptes Rendus hebdomadaires des Scéances de L'Académie des Sciences, **230**: 117-119; Paris.

CORSIN, P. (1951): Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile, Pécoptéridées. Texte et Atlas. - Études des Gîtes Minéraux de la France, **4**: 175-370, 59 Abb., 2 Tab.; Loos-Nord.

COURIER 200 (1997): Stratigraphie von Deutschland II, Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum, Teil I: Thüringen, Sachsen, Ostbayern. - Courier Forschungsinstitut Senckenberg, CFS **200**, 437 S., Frankfurt.

COURIER 254 (2005): Stratigraphie von Deutschland V. Das Oberkarbon (Pennsylvanium) in Deutschland. - Courier Forschungsinstitut Senckenberg, CFS **254**, 477 S., Stuttgart.

CREDNER, H. (1892): The Geological Survey of the Kingdom of Saxony. - Giesecke & Devrient, Leipzig.

CROOKALL, R. (1970): Fossil Plants of the Carboniferous Rocks of Great Britain. - Memoirs of the Geological Survey of Great Britain, Palaeontology, **4**, 6: 793-840, 17 Abb., 9 Taf.; London.

DABER, R. (1955): Pflanzengeographische Besonderheiten der Karbonflora des Zwickau-Lugauer Steinkohlenreviers. - Geologie, Beihefte, **13**: 1-95, 6 Abb., 25 Taf.; Berlin.

DABER, R. (1957a): Parallelisierung der Flöze des Zwickauer und des Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenreviers auf Grund paläobotanischer Untersuchungen. - Geologie, Beihefte, **19**: 1-76, 11 Abb., 5 Taf., 2 Anl.; Berlin.

DABER, R. (1957b): Mitteilungen über die paläobotanische Bearbeitung des Zwickauer Steinkohlenreviers. - Berichte der Geologischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik, 2, 2: 113-116, 2 Abb.; Berlin.

DABER, R. (1960): Beispiele der Verbindung paläobotanischer Probleme mit der geologischen Praxis. - Forschen und Wirken, **2**: 309-327, 7 Taf., 4 Abb.; Berlin.

DABER, R. (1979): Exkursion D1/D2: Karbon der Zwickauer Mulde (Übertageaufschlüsse). - Exkursionsführer der Gesellschaft für Geol. Wiss. DDR, 26. Jahrestagung Karl-Marx-Stadt, S. 33-43, Berlin.

DABER, R. (1990): Arachnidenrest aus dem Westfal D von Zwickau-Oelsnitz. - Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, **18**: 679-682, 1 Abb., 1 Taf.; Berlin.

DABER, R. (1992): Die Geologie und die Entstehung der Steinkohlen von Zwickau und Ölsnitz. Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Reihe Mathematik/Naturwissenschaften, **41**, 1: 71-80; Berlin.

DABER, R. (2002): Ein wertvoller Fund - freigelegt durch das Augusthochwasser 2002 der Mulde in Zwickau. - Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz, **25**: 127-128, 2 Abb., Chemnitz.

DABER, R. (2003): *Sphenopteris coemansi* ANDRAE - neue, aussagefähige Funde. - Feddes Repertorium, **114**: 429-436, 3 Abb.; Berlin

DALMER, K. (1884): Section Kirchberg - Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen - Blatt 125, 85 S., W. Engelmann, Leipzig.

DALMER, K. (1885): Section Planitz-Ebersbrunn - Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen - Blatt 124, 68 S., W. Engelmann, Leipzig.

DANNENBERG, A. (1941): Geologie der Steinkohlenlager. - 2. Aufl. Bd. 1, T. 1, Berlin.

DANZE, J. (1956): Contribution l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères spénopteridiennes du bassin houiller du Nord de la France, 568 S., 86 Taf. - Imprimerie Doubriez-Bataille, Lille.

DELLATTRE, CH. & E. MELLIAUX (1966): Sur un aspect particular et sur une origine de la micrinite fine. -

Ann. Soc. Géol. Nord, 86, S. 187-188, Lille.

DERNOSCPECK (1924): Das Zwickauer Haldengebiet. - Wanderbuch für das Zwickauer Land-Nördlicher Teil. Verlag Kurt Eismann, 69-75, Dresden.

DÖRING, H. (1975a): Stand der sporologischen Untersuchungen im Oberkarbon von Rügen-Hiddensee und Nord-Mecklenburg. - Unveröff. Forschungsbericht, ZGI Berlin, 1-98; Berlin.

DÖRING, H. (1975b): Sporostratigraphische Untersuchungen im unteren Bereich des Siles („Graue Folge") aus dem Raum Nordhiddensee. - Z. geol. Wiss., **3** (7): 997-1015; Berlin.

DÖRING, H. (1989): Sporostratigraphische Untersuchungen im Westfal-Komplex von Zwickau-Oelsnitz. - Unveröff. Forschungsbericht, ZGI Berlin, Außenstelle Bernau, Bernau 1989.

DÖRING, H. mit Beitrag von WINTGEN, C. (1996): Abschlußbericht der Projektgruppe Palynologie des DGMK-Projektes 459/1/3 „Stratigraphie des Oberkarbons, Teilvorhaben Ia: Palynostratigraphie". - Unveröffentlichter Bericht, Univ. Göttingen, Textband 75 S. Anlagenband: 2 Taf., 30 Anl.; Göttingen.

DÖRING, H.; HOTH, K. & KAHLERT, E. (1988): Gegenwärtiger Stand der litho- und sporostratigraphischen Gliederung des Zwickauer Siles. - Freiberger Forschungshefte, **C 419**: 18-29, 3 Taf.; Leipzig.

DOUBINGER, J. & VETTER, P. (1952): Contribution l'étude du Stéphanien supérieur dans le Massif Central français. - Compte Rendu 3ime Congres International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifer, Heerlen 1951, **1**: 149-155, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Maastricht.

DRÄGERT, K. (1964): Pflanzensoziologische Untersuchungen in den mittleren Essener Schichten des nördlichen Ruhrgebietes. - Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, **1363**: 295 S., 22. Abb., 12 Taf., 4 Tab. Köln und Opladen.

DRESSEL, S.; MÜLLER, F. A.; SCHAWOHL, F.; UEBEL, H. et al. (2000): Der Steinkohlenbergbau im Zwickauer Revier. - Steinkohlenbergbauverein Zwickau e. V., 528 S., Verl. Förster & Borries, Zwickau.

DYBOVA, S. & JACHOWICZ, A. (1957): Das Alter des Zwickau-Lugauer Boghead auf Grund der palynologischen Analyse. - Geologie, **6**, 6/7: 674-689, 3 Tab., 6 Taf.; Berlin.

ECKARDT, A.; MAY, W. (1936): Die Entwicklung des Steinkohlenbergbaus im erzgebirgischen Becken. - Festschrift „75 Jahre Gemeinschaftsarbeit der sächsischen Steinkohlenbergwerke". - Hrsg. Fachgruppe Steinkohlenbergbau, S. 39-321, Förster & Borries, Zwickau.

FALCON-LANG, H. J. (1999): Fire ecology of a Late Carboniferous floodplain, Joggins, Nova Scotia. - Journal of the Geological Sopciety, London, **156**: 1237-148, 11 Abb.; Dorchester.

FELIX, M.; SCHUBERT, H.; BERGER, H.-J.; BAYER, J.; BÖHME, T. et al. (2005): Ausbildung und Wirkmechanismen der Grundwasserdepressionstrichter im ehemaligen Steinkohlenbergbaurevier Zwickau. - Abschlussbericht LfUG, 122 S., 59 Anl., Geol. Archiv des LfULG, Freiberg.

FENK, J. (1998): Bergbauinduzierte Bodenbewegungen im Bereich des Zwickauer Domes. - Informationshefte Dom St. Marien, **9:** 15-16, Zwickau, zugleich Exkursf. u. Veröff. GGW, **204**, Berlin.

FISCHER, F. (1990): Das Rotliegende des ostthüringisch-westsächsischen Raumes (Vorerzgebirgs-Senke, Nordwestsächsischer Vulkanitkomplex, Geraer Becken). - Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 172 S., unveröff.

FISCHER, F.; SCHNEIDER, J. & WIENHOLZ, R. (1992): Sedimentary facies pattern of the Rotliegend in the Fore-Erzgebirge Depression (Saxony). - 13th IAS Regional Meeting on Sedimentology, Excursion Guide-Book: 261-275; Jena.

GAITZSCH, B.; RÖSSLER, R.; SCHNEIDER, J. W.; SCHRETZENMAYR, St. (1998): Neue Ergebnisse zur Verbreitung potentieller Muttergesteine im Karbon der variszischen Vorsenke in Nordostdeutschland. - Geol. Jb. **A 149**, S. 25-58, Hannover.

GASTALDO, ROBERT A. & ZODROW, ERWIN L. (1982): Studies on North American Pecopterids. IV. Diversity and Stratigraphic Occurrence in the Sydney Coalfield. Nova Scotia. - in: Proceedings 3. North America Paleontological Convention, **1**: 193-198, 4 Abb.

GEINITZ, H. B. (1843): Gäa von Sachsen. - Arnoldische Buchhandlung, Dresden und Leipzig.

GEINITZ, H. B. (1855): Die Versteinerungen der Steinkohlen-Formation in Sachsen. - Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefakten-Kunde, **1855**: 625-632; Stuttgart.

GEINITZ, H. B. (1855): Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen. - 61 S., 36 Taf., Wilhelm Engelmann, Leipzig.

GEINITZ, H. B. (1856): Geognostische Darstellung der Steinkohlenformation in Sachsen mit besonderer Berücksichtigung des Rotliegenden. - 91 S., 12 Taf., Wilhelm Engelmann, Leipzig.

GEINITZ, H. B. (1866): Über *Arthropleura armata* JORDAN in der Steinkohlen-Formation von Zwickau. - Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefakten-Kunde, **1866**: 144, 1 Taf.; Stuttgart.

GEINITZ, H. B. (1882): *Kreischeria wiedei* H. B. GEIN., ein fossiler Pseudoscorpion aus der Steinkohlenformation von Zwickau. - Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **34**: 238-242, 1 Taf.; Berlin.

G.E.O.S & HGC (2000, 2001): Hydrogeologische Spezialkarte Sachsen 1 : 50 000, Blätter L 5340 und 5341, mit Gesamterläuterungen, Freiberg.

GERMAR, E. F. (1845): Die Versteinerungen des Steinkohlengebirges von Wettin und Löbejün im Saalekreis. - 3. Halle: Schwetschke und Sohn: 29-40, 5 Taf.

GERMER, R. & ENGEL, H. (1986): Beiträge zur Biostratigraphie des Saarkarbons. - Beihefte zur Geologischen Landesaufnahme des Saarlandes, **6**: 173 S., 76 Abb., 16 Taf.; Saarbrücken.

GILLESPIE W. H. & PFEFFERKORN, H. W. (1979): Distribution of common occurring plant mega fossils in the proposed Pennsylvanian System stratotype. - in: ENGLUND, K. J.; ARNDT, H. H. & HENRY, T. W. (Ed.): AGI Sel. Guidebook Ser., **1**: 87-96.

GOTHAN, W. (1913): Die Oberschlesische Steinkohlenflora. I. Teil. Farne und farnähnliche Gewächse. - Abhandlungen der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt, **N.F. 75**: 271 pp., 17 Abb., 53 Taf.; Berlin.

GOTHAN, W. (1915): Pflanzengeographisches aus der paläozoischen Flora mit Ausblicken auf die mesozoischen Folgefloren. I. Teil. - Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, 52, 3: 221-271; Leipzig.

GOTHAN, W. (1919): Das Alter der Karbonformation nördlich der Roer und Allgemeines über die Horizontierung im Karbon mit Hilfe der Flora. - Glückauf, 1919: 477, Essen.

GOTHAN, W. (1928): Die Limnischen Becken Deutschlands. - 275-287, 1 Tab., Compte Rendu 1. Congres de Stratigraphie Carbonifère, Heerlen, 1927; Liège.

GOTHAN, W. (1932): Die Altersstellung des Karbons von Flöha i. Sa. im Karbonprofil auf Grund der Flora. - Abhandlung des Sächsischen Geologischen Landesamts, **12**: 5-16, 2 Abb.; Leipzig.

GOTHAN, W. (1941): Die Steinkohlenflora der westlichen paralischen Steinkohlenreviere Deutschlands 4. - Abhandlungen der Reichsstelle für Bodenforschung, **N.F. 196**: 54 S., 25 Taf.; Berlin.

GOTHAN, W. (1948): Die Probleme der Paläobotanik und ihre geschichtliche Entwicklung. - Probleme der Wissenschaft in Vergangenheit und Gegenwart, **10**: 92 S., 40 Abb.; Berlin.

GOTHAN, W. (1951): Die merkwürdigen pflanzengeographischen Besonderheiten in den Mitteleuropäischen Karbonfloren. - Palaeontographica, **391**: 116-118; Stuttgart.

GOTHAN, W. (1952): Ueber einige pflanzengeographische Besonderheiten der mitteleuropäischen Steinkohlenbecken. - Compte Rendu 3ime Congres International pour l'avancement des Études de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Heerlen 1951, **2**: 244; Maastricht.

GRIMM, K. M. (1930): in: R. GROSS (2000): Zwickaus Platz in der sächsischen Geschichte. - Sächs. Heimatbl., **46**, 4/5, S. 190-195, Dresden.

GUTBIER, A. v. (1834): Geognostische Beschreibung des Zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebung. - 1-160, 7 Taf., Zwickau: G. Richtersche Buchhandlung.

GUTBIER, A. v. (1835): Abdrücke und Versteinerungen des Zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebungen. - 80 S., 11 Taf., Zwickau: G. Richtersche Buchhandlung.

GUTBIER, A. v. (1843): Mittheilungen an Prof. Bronn gerichtet. - Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefakten-Kunde, 1843: 578; Stuttgart.

HABIB, D. (1966): Distribution of spore and pollen assemblages in the Lower Kittanning Coal of western Pennsylvania. - Palaeontologie **9**: 629-666; London.

HANDLIRSCH, A. (1909): Über die fossilen Insekten aus dem mittleren Obercarbon des Königreichs Sachsen. - Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, **2**: 273-274, Stuttgart.

HARRASSOWITZ, H. (1926): Laterit. - Fortschr. Geol. Paläont., **4**, S. 256-566, Berlin.

HARRING, M. (2002): Unterlagen sächsischer Steinkohlenunternehmen im Bergarchiv Freiberg - Bestandsbildung, Bewertung und Erschließung. - Sächsisches Archivblatt **1**/2002 (u. a. Riss- und Zeichnungswerk für das Zwickauer Revier, Aktenbestände ESTAV und Zwickauer Steinkohlenbau-Vereine u. v. a. m.).

HARTLIEB, J. (1964): Kohlenpetrographie des Lugau-Oelsnitzer und Zwickauer Reviers im Erzgebirgischen Becken. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **12**, 429-450, Krefeld.

HEER, O. (1865): Die Urwelt der Schweiz. - Zürich: 622 S., 368 Abb., 11 Taf.,1 Karte.

HEITFELD, M.; ROSNER, P.; SCHETELIG, K. (2006): Nutzung aufgegebener Tagesschächte des Steinkohlenbergbaus für die Gewinnung von Erdwärme. - Glückauf, **142,** 10, (6 S.), Essen.

HENTSCHEL, M. (1924): Aus dem südlichen Teil des Kohlengebietes nach dem nördlichen Erzgebirgsrande. - Wanderbuch für das Zwickauer Land-Nördlicher Teil, Verlag Kurt Eismann, 75-86, Dresden.

HERBST, G. & SEICHTER, A. (1955): Geologische Beobachtungen an einem neuen Aufschluss im Zwickauer Oberkarbon. - Freiberger Forschungshefte, **C 21**: 93-100, 6 Abb.; Freiberg.

HERFURTH, H. & SUESS, G. (1964a): Berechnung der Steinkohlenvorräte im Grubenfeld des VEB Steinkohlenwerk Karl Marx Zwickau (Teilfeld der Steinkohlenlagerstätte Zwickau). - Unveröff. Bericht Steinkohlenwerk Karl Marx Zwickau: 196 S., 6 S. Anlagenverzeichnis, Sächsisches Bergarchiv Freiberg.

HERFURTH, H. & SUESS, G. (1964b): Berechnung der Steinkohlenvorräte im Grubenfeld des VEB Steinkohlenwerk Martin Hoop Zwickau-Pöhlau (Teilfeld der Steinkohlenlagerstätte Zwickau). - Unveröff. Bericht Steinkohlenwerk Martin Hoop Zwickau-Pöhlau: 179 S., 5 S. Anlagenverzeichnis, Sächsisches Bergarchiv Freiberg.

HERTEL, K. (1996): Steinkohlenbergbau Zwickau, Reviernivellement 1996. - Unveröff. Bericht: U. Haller & Partner, April 1996, 6 S., 14. Anl., Zwickau. (im Geol. Archiv des LfULG Freiberg).

HERTEL, K. (1997): Folgeerscheinungen des Steinkohlenbergbaus im Raum Zwickau. 1. Folgemessung des Reviernivellements September 1997. Bauwerkskontrollmessungen am Dom St. Marien in Zwickau. - Unveröff. Bericht: U. Haller & Partner, Zwickau, im Auftrag des Dompfarramtes (im Geol. Archiv des LfULG, Freiberg).

HERTEL, K. (1999): Folgeerscheinungen des Steinkoh-

lenbergbaus im Raum Zwickau. 2. Folgemessung des Reviernivellements September/Oktober 1999. Bauwerkskontrollmessungen am Dom St. Marien in Zwickau. - Unveröff. Bericht: U. Haller & Partner, Zwickau, im Auftrag des Dompfarramtes. (im Geol. Archiv des LfULG, Freiberg.)

HERTWIG, TH.; FRENZEL, M. et al. (2007): Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Gefährdungspotential Steinkohlenhalden Zwickau/Oelsnitz, Arbeitspakete 2 und 3". - Unveröff. Abschlußbericht Beak GmbH und GUB-IGmbH, Freiberg/Zwickau.

HERZOG, E. (1852): Geschichte des Zwickauer Steinkohlenbergbaus. - Dresden

HOEHNE, K. (1948): Die Entstehungsgeschichte der Tonsteine und ihre vermeintliche Abkunft von vulkanischen Gläsern, Aschen und Tuffen. - Glückauf, **83/84:** 422-429, Essen

HOFMANN, K. (1979): Der Zwickauer Steinkohlenbergbau von seinen Anfängen bis zum Beginn der kapitalistischen Industrialisierung. - Zwickauer Forschungshefte, 65 S., Hrsg. Haus der revolutionären Zwickauer Arbeiterbewegung, Zwickau.

HORST, U. (1954): Einige mikrostratigraphische Probleme des flözführenden Karbons des Erzgebirgischen Beckens. - Geologie, **3**, 6/7: 845-851; Berlin.

HORST, U. (1956): Sporomorphen und andere Stabilprotobitumina als stratigraphische Hilfsmittel bei der Flözgleichstellung im Erzgebirgischen Becken. - Freib. Forsch. H. **C 30**, 66-80, Akademie Verlag, Berlin.

HORST, U. (1957): Ein Leitfossil der Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenflöze. - Geologie, **6**, 1/8: 698-721, 1 Abb., 8 Taf.; Berlin.

HOTH, K. (1984): Ressourcenpotential Steinkohle DDR, 4. Zwickau-Mülsener Teilsenke. - Unveröff. Bericht VEB GFE Freiberg: 25 S., 8 Anl., Freiberg. Geol. Archiv des LfULG Freiberg.

HOTH, K. & WOLF, P. (1984): Ressourcenpotential Steinkohle DDR/Studie Steinkohlenressourcen DDR, Geologisch-gewinnungstechnisch-ökonomische Einschätzung (Orientierende Zusammenstellung rohstoffqualitätsrelevanter Parameter für die Lagerstätte Zwickau). Tab.: Angaben zur Kohlenqualität der höheren Zwickauer Flöze (Ellige bis Ruß I), Blätter 115-118 aus VD 33-GF2-11/84, VEB GFE Freiberg; Geol. Archiv des LfULG, Freiberg.

HOTH, K. & WOLF, P. (2007): Zum Ressourcenpotential der ostdeutschen Steinkohlenvorkommen 1983-1988. - Schriftenreihe für Geowissenschaften **16**, S. 187-193, 1 Tabelle, Ostklüne.

HUNGER, R. (1955a): Inkohlungsuntersuchungen im Oberkarbon des Erzgebirgischen Beckens. - Freib. Forsch. H. **C 21**, 7-11, Akademie Verlag Berlin

HUNGER, R. (1955b): Zur Frage der Inkohlung. Eine Auseinandersetzung mit dem neuen Inkohlungsschema von FUCHS. - Freib. Forsch. H. **C 21**, 12-23, Akademie Verlag Berlin

HUNGER, W.; WEISE, A. & WÜNSCHE, M. (2000): Die Böden im Freistaat Sachsen. - Atlas zur Geschichte und Landeskunde von Sachsen (Beiheft zur Karte A4), Sächs. Akademie d. Wiss. zu Leipzig und Landesvermessungsamt Sachsen, Leipzig, Dresden.

HUTH, W. (1912): *Mariopteris latifolia.* - 1-5, 3 Abb. in: POTONIÉ, H. (ed.), Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen **8**, 149, Berlin: Königlich Preußische Geologische Landesanstalt.

INOSOVA, K. I., KRUZINA, A. K. H & SHVARTZMAN, E. G. (1976): Atlas der Mikrosporen und Pollen des Ober-Karbons und Unter-Perms des Donezk-Beckens. - Nedra: 1-159, Moskau [in Russisch].

Internationale Kommission für Kohlenpetrologie (ICCP) (1993): Internationales Lexikon für Kohlenpetrographie. - 2. Ausg. Verl. C.N.R.S. Paris 1963, 1. Erg. zur 2. Ausg. Verl. C.N.R.S. Paris 1971, 2. Erg. zur 2. Ausg. Verl. C.N.R.S. Paris 1975, 3. Erg. zur 2. Ausg. Verl. C.N.R.S. Paris.

JONGMANS, W. J. (1957a): Fossilium catalogus, II. Plantae, 30: 169-170; 's-Gravenhage.

JONGMANS, W. J. (1957b): Fossilium catalogus, II. Plantae, 31: 190; 's-Gravenhage.

JONGMANS, W. J. (1960): Die Karbonflora der Schweiz. - Beiträge Geologische Karte der Schweiz, N.F. 108: 97 S., 58 Taf.; Bern.

JONGMANS, W. J. (1962): Fossilium catalogus, II. Plantae, 52: 2303-2305; 's-Gravenhage.

JONGMANS, W. J. & GOTHAN, W. (1937): Betrachtungen über die Ergebnisse des Zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie. - Compte Rendu 2ime Congres pour l'Avancement des Études de Stratigraphie Carbonifère, Heerlen Septembre 1935, 1: 1-40; Maastricht.

JOSTEN, K.-H. (1991): Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. Textband. - Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 36: 434 S., 232 Abb., 29 Tab.; Krefeld.

JOSTEN, K.-H. & VAN AMEROM, H. W. J. (1999): Die Pflanzenfossilien im Westfal D, Stefan und Rotliegend Norddeutschlands. - Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 39: 168 S., 39 Abb., 4 Tab., 25 Taf.; Krefeld.

KAHLERT, E. (1964): „Graupen"tonsteinhorizont (Lehestreifen) aus dem Neuflöz 3 und 4 des Oelsnitzer Steinkohlenreviers. - Monatsber. Akad. Wiss. **6**, 548-551, Berlin.

KALIBOVA-KAISEROVA, M. (1972): Distribution of the stratigraphically significant miospores in the Central Bohemian Carboniferous complex. - VII. Congr. Int. Strat. Géol. Carb., Krefeld 1971, C.R., **1**: 369-372; Krefeld.

KAULFUß, H. (o. J. mit Ergänzungen durch Dr. F. A. MÜLLER): Die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Zwickauer Steinkohlenrevier. - Steinkohlenbergbauverein Zwickau e. V., 18 S., Zwickau.

KAULFUß, H.; MÜLLER, F. A. (1999): Zur Geschichte der wichtigsten Schächte im Zwickauer Revier. - Dokumentation; limitierte Ausgabe für Mitglieder des Steinkohlenbergbauvereins Zwickau e. V.

KOCH, E. (1977/78): Uferprofil Cainsdorfer Brücke, 1 : 100. - Unveröff. Dokumentation VEB GFE Freiberg, Geol. Archiv des LfULG, Freiberg.

KOSANKE, R. M. (1950): Pennsylvanian spores of Illinois and their use in correlation. - Illinois State Geol. Survey, Bull. **74**: 1-128; Urbana/Ill., USA.

KOSMALE, S. (1976): Die Veränderung von Flora und Vegetation in der Umgebung von Zwickau, hervorgerufen durch Industrialisierung und Intensivierung von Land- und Forstwirtschaft. - Diss. Halle.

KOSMALE, S. (1983): Die Kohlenbrände bei Zwickau und ihr Einfluss auf die Vegetation. - Floristische Mitteilungen H. 5, Gesellsch. f. Natur und Umwelt, 24-32, Dresden.

KOSMALE, S. (1989): Die Haldenvegetation im Steinkohlenbergbaurevier Zwickau - ein Beispiel für das Verhalten von Pflanzen an Extremstandorten, Rekultivierung und Flächennutzung. - Hercynia N. F. **26. Jg.,** H. 3, 253-274, Leipzig.

KRAMER (Ingenieur- und Vermessungsbüro Kramer, Gera; 2001): Reviernivellement Zwickau 2001. - Unveröff. Bericht im Sächsischen Oberbergamt Freiberg.

KRAMER, W. (1975): Die metallogenetische Bedeutung varistischer postdeformativer Basite im Südteil der DDR (Dolerite, Lamprophyre und Latite des südlichen Saxothuringikums) unter Mitarbeit von Beuge, P. - VEB Geologische Forschung und Erkundung Betriebsteil Freiberg, Bergakademie Freiberg, 64 S. unveröff., Geol. Archiv des LfULG, Freiberg.

KRAMER, W. (1988): Comparative Geochemical Studies on Perm Silesian Basaltic Rocks from Northern Central Europe and their Geotectonic Significance. - Z. geol. Wiss. **16**; S. 969-978, Berlin.

KRINGS, M. & SCHULTKA, ST. (2002): Cuticles of *Karinopteris beneckei* (Potonie ex Huth) Boersma emend., a mariopterid seed fern from the Upper Carboniferous of Lower Silesia (Poland). - Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, **5**: 319-333, 1 Abb., 4 Taf.; Berlin.

KRONER, U. (1995): Postkollisionale Extension am Nordrand der Böhmischen Masse - die Exhumierung des sächsischen Granulitgebirges. - Freib. Forsch.H. **C 457**, 117 S., Leipzig.

KRYSTOFOWITSCH, A. N. (1957): Palaeobotanika. - Staatl. Wiss. Techn. Verlag für Erdöl und Brennstoffliteratur, 650 S., 444 Abb., Leningrad.

KÜHN, M. (1995): Ein Novum in der Bergschadensgeschichte. - Informationshefte Dom St. Marien, **7**, 3-20, Zwickau.

KÜHN, M. (1997): Bergbaubedingte Bauschäden am Dom „St. Marien" Zwickau. - Exkursf. u. Veröff. GGW, **199**, S. 40-42, Berlin.

KÜNSTNER, E. (1970): Inkohlungsuntersuchungen und geothermische Betrachtungen am Beispiel des Oberkarbons im Erzgebirgischen Becken unter besonderer Berücksichtigung des Reflexionsvermögens der Flözvitrinite. - Zeitschr. f. Angew. Geologie, **16**, H. 7/8, 359-366, Berlin.

KÜNSTNER, E. (1974): Vergleichende Inkohlungsuntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung mikrophotometrischer Reflexionsmessungen an Kohlen, Brandschiefern und kohligen Nebengesteinen. - Freib. Forsch. H. **C 287**, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig

KUSCHKA, E. (2002): Zur Tektonik Verbreitung und Minerogenie sächsischer hydrothermaler Mineralgänge. - Geoprofil **11**, S. 1-183, 70 Abb. Freiberg.

LAVEINE, J. P. (1974): Précisions sur la répartition des principales espèces végétales du Carbonifère supérieur de Lorraine. - C. R. Acad. Sc. Paris, t. 278, Paris.

LAVEINE, J.-P. (1989): Guide paléobotanique dans le terrain houiller Sarro-Lorrain. Texte et Atlas. - Houillers du Bassin de Lorraine: 154 S., 112 Abb., 65 Taf.

LEMAITRE, R. W. (1989): A classification of igneous rocks and glossary terms, Blackwell Scientific Publications, 175 S. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

LEONHARDT, D. et al. (1995): Geologische Übersichtskarte von Sachsen 1 : 400 000. - Karte ohne känozoische Sedimente. Sächs. Landesamt für Umwelt und Geol., Bereich Boden und Geol., 3. Aufl. Freiberg.

LESCHIK, G. (1956): Sporen aus dem Salzton von Neuhof (bei Fulda). - Palaeontographica**, 100 B**, 4-6, 122-142, Stuttgart.

LEUTWEIN, F. & RÖSLER, H. J. (1956): Geochemische Untersuchungen an paläozoischen und mesozoischen Kohlen Mittel- und Ostdeutschlands. - Freib. Forsch. H. **C 19**, Berlin.

LUCKERT (1977): Untersuchung der Verwitterungserscheinungen im Liegenden des Westfal D von Zwickau und eines Verwitterungsprofils im Kohlenkalk des Wildenfelser Schiefergebirges. - Unveröff. Dipl.arb. E. M. A.-Univ. Greifswald, 119 S., Greifswald.

MACKOWSKY, M. TH. (1982): The application of coal petrology in technical process. - In: STACH, E., MACKOWSKY, M. TH., TEICHMÜLLER, M., TAYLOR, G.H., CHANDRA, D. und R. TEICHMÜLLER (Ed.): Coal Petrology. - 3. Aufl., S. 413-474, Verl. Gebr, Borntraeger, Berlin-Stuttgart.

MICHALIK, I. & GALINSKY, F. (2007): Hydrogeologische Einschätzung für den Kiestagebau Schneppendorf. - Ingenieurbüro Geologie - Bergbau, Steine und Erden - Galinsky & Partner GmbH 17 S., 6 Anl., Großschirma.

MIETZSCH, H. (1877a): Section Zwickau: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. - Blatt 111: 55 S., W. Engelmann, Leipzig.

MIETZSCH, H. (1877b): Geologische Profile durch das Kohlenfeld von Zwickau. - Beiblatt und Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, 14 S., W. Engelmann, Leipzig.

MIETZSCH, H. (1877c): Section Lichtenstein: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. - Blatt 112: 60 S., W. Engelmann, Leipzig.

MOSBRUGGER, V. (1986): Zur Klassifikation der Pecopteriden: ein Vergleich traditioneller Gliederungen mit

den Ergebnissen einer Clusteranalyse. - Palaeontographica, B, **198**, 4-6: 75-99, 6 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.

MÜLLER, A. H. (1982): Über Hyponome fossiler und rezenter Insekten, erster Beitrag. - Freiberger Forschungshefte, **C 366**: 7-27, 7 Abb., 8 Taf.; Leipzig.

MÜLLER, C. O. (1877): Erläuterungen der Feld- und Flözkarte des Kohlenreviers Zwickau. - Verein für bergbauliche Interessen Zwickau (Hrsg.), 20 S., Verl. R. Zückler, Zwickau

NEMEJC, F. (1940): The Pecopterides of the coal districts of Bohemia. - Sborník Narodniho Musea v Praze, **2**, 1: 1-28; Prag.

NEMEJC, F. (1941): Palaeontologisch-stratigraphische Beiträge zur Kenntnis der Kohlenreviere am Nordrande des Pilsner Permokarbonbeckens. - Mitteilungen der Geologischen Anstalt für Böhmen und Mähren, **17**: 203-214, 1 Tab.; Prag.

NEUNHÖFER, A.; STUDINGER, M.; TITTEL, W. (1996): Erdbeben entlang der Finne- und Gera-Jáchymov-Störung in Thüringen und Sachsen. Fallbeispiel: Das Beben am 28.09.1993 bei Gera. - Z. angew. Geol. **42** (1), S. 57-61, Stuttgart.

NINDEL, F. (1955): Die Flora des Rußkohlenflözes an der Cainsdorfer Brücke bei Zwickau i. S. - Geologie **4**, 4, S. 460, Berlin.

OBERSTE-BRINK, K. (1940): Die Frage der Hebungen bei Bodenbewegungen infolge Bergbaus. - Glückauf, **76**, Nr. 18, S. 249-256, Essen.

OWENS, B., LOBOZIAK, S. & TETERJUK, V. K. (1978): Palynological subdivision of the Dinantian to Westphalian deposits of northwest Europe and the Donetz Basin of the U. S. S. R. - Palynology, **2**: 69-91; Dallas, USA.

PEPPERS, R. A. (1964): Spores in strata of late Pennsylvanian cyclothems in the Illinois Basin. - Illinois State Geol. Survey, Bull. **90**: 1-89; Urbana/Ill., USA.

PEPPERS, R. A. (1970): Correlation and Palynology of coals in the Carbondale and Spoon Formations (Pennsylvanian) of the northeastern part of the Illinois Basin. - Illinois State Geolog. Survey, Bull. **93**, 1-173, Urbana/Ill, USA.

PEPPERS, R. A. (1984): Comparison of miospore assemblages in the Pennsylvanian system of the Illinois Basin with those in the Upper Carboniferous of Western Europe. - IX. Congr. Int. Strat. Géol. Carb., Washington, 1979, C.R., **2**: 483-502; Washington, USA.

PFEFFERKORN, S. (1998): Der Einfluss des Steinkohlenbergbaus im Zwickauer Revier auf die übertägige Bausubstanz am Beispiel des Domes „St. Marien" zu Zwickau. - Informationshefte Dom St. Marien, **9**, S. 17-20, Zwickau; zugleich Exkursf. u. Veröfftl. GGW, **204**, Berlin.

PIETZSCH, K. (1942): Die sächsischen Vorkommen. - In: Der deutsche Steinkohlenbergbau, Bd. 1, S. 243-251, Anl.: Blatt 24 und 25, Verlag Glückauf, Essen.

PIETZSCH, K. (1951): Abriss der Geologie von Sachsen. - 160 S., 48 Abb., Volk und Wissen Verl., Berlin.

PIETZSCH, K. (1962): Geologie von Sachsen (Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig). - 870 S., 300 Abb., VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.

PLATTNER, C. F. (1852): Untersuchung der auf den Steinkohlenzechen zu Oelsnitz und Niederwürschnitz in der Umgebung von Stollberg vorkommenden Steinkohlen. - Freiberger Jahrbuch 1852: 157-162; Freiberg.

POTONIÉ, P. (1893): Die Flora des Rothliegenden von Thüringen. - Abhandlungen der königlich preußischen Geologischen Landesanstalt, **N.F. 9**, 2: 298 S.; Berlin.

PÖTTGENS, J. J. E. (1985): Bodenhebung durch ansteigendes Grubenwasser. - Vortrag ISM-Tagung Harrogate 1985, Tagungsband, S. 928-938.

RAVN, R. L. (1986): Palynostratigraphy of the Lower and Middle Pennsylvanian coals of Iowa. - Iowa Geol. Surv. Techn. Pap., **7**: 1-245; Iowa City/Iowa.

RAYMOND, A. (1988): The Palaeoecology of a coal-ball deposit from the middle Pennsylvanian of Iowa dominated by cordaitalean gymnosperms. - Review of Palaeobotany and Palynology, 3: 233-250, Amsterdam.

REIBISCH, P. (1934): Zur Entstehung der Rußkohle im Erzgebirgischen Becken. - Zeitschr. prakt. Geol., **5**, S. 65-68, Halle

REMY, W. & REMY, R. (1959): Pflanzenfossilien. Ein Führer durch die Flora des limnisch entwickelten Paläozoikums. - Akademie-Verlag, 285 S., 209 Abb., 3 Taf., Berlin.

REMY, R. & REMY, W. (1977): Die Floren des Erdaltertums. - Glückauf, 468 S., 248 Abb., Essen.

REMY, R. (1960): *Bowmanites nindeli* n. sp. - Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, **2**, 2: 122-125, 1 Taf.; Berlin.

REMY, W. (1962): *Sphenophyllem majus* Bronn sp., *Sphenophyllum saarensis* n. sp. und *Sphenophyllum orbicularis* n. sp. aus dem Karbon des Saargebietes. - Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften, **4**, 3/4: 235-246, 5 Abb., 4 Taf.; Berlin.

RIEDEL, P. & SCHUBERT, H. (2007): Hydrogeologische Verhältnisse. - Gesamterläuterungen zu Hydrogeologische Spezialkarte - Blätter Zwickau und Zwickau Ost. - LfUG Freiberg.

ROHLEDER, R. (1968): Beitrag zur Untersuchung der Zusammenhänge von lithofazieller Ausbildung und Inkohlung von Flözvitriniten sowie Vitriniten in Brandschiefern und kohligen Einlagerungen in Zwischenmitteln und Nebengesteinen. - Unveröff. Diplomarbeit, Bergakademie Freiberg

ROMER, A. S. (1947): Review of the Labyrinthodontia. - Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard College **99**: 1-368; Cambridge/Mass.

RÖSLER, H. J.; PÄLCHEN, W.; OSSENKOPF, W.; & TAUBERT, P. (1967): Die Kohlentonsteine aus den Steinkohlenbecken von Zwickau-Oelsnitz, Freital-Döhlen und Doberlug. - Freiberger Forschungsh. **C 211**: 9-146, 75 Abb., 9 Tab.; Leipzig.

ROSNER, P.; SAHL, H.; SCHETELIG, K. (2006): Erdwärme aus gefluteten Steinkohlenbergwerken - Perspektive einer Nachnutzung. - 6. Altbergbau-Kolloquium, 13 S., Aachen.

RÖßLER, R. & BUSCHMANN, B. (1994): Some herbaceous lycopods from the Westphalian D of Germany. - Review of Palaeobotany and Palynology, **80**: 259-275, 1 Abb., 8 Taf.; Amsterdam.

RÖßLER, R. & DUNLOP, J. A. (1997): Redescription of the largest arachnid - *Kreischeria wiedei* Geinitz 1882 from the Upper Carboniferous of Zwickau, Germany. - Paläontologische Zeitschrift, **71** (3/4): 237-245, 7 Abb.; Stuttgart.

ROTHWELL, G. W. (1988): Cordaitales. - In: BECK, C. B. (ed.): Origin and evolution of gymnosperms. - New York: Columbia University Press, 273-297.

SCHIRMER, B. (1969): Beitrag zur Kenntnis von *Annulaeria spicata* Gutbier und *Annularia galioides* (L. & H.) Kidston. - Geologie, **18**, 7: 844-860, 4 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Berlin.

SCHIRN, R. (1996): Datenerfassung Schachtprofile im Zwickauer Revier nach den verschiedensten Quellen. - Geologischer Dienst im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg.

SCHMIDT, H. (1928): Eine Stegocephalenfährte aus dem sächsischen Oberkarbon, *Cursipes saxoniae* n. sp. - Palaeontologische Zeitschrift, **9**: 176-178, 2 Abb.; Berlin.

SCHNEIDER, J. (1983): Die Blattodea (Insecta) des Paläozoikums. Teil 1: Systematik, Ökologie und Biostratigraphie. - Freiberger Forschungshefte, **C 382**: 106-145, 1 Abb., 3 Taf.; Freiberg.

SCHNEIDER, J. W. & ZEIDLER, M. (2003): Geologische Profilaufnahme des temporären Karbon-Aufschlusses an der Uferböschung Wildwasser-Kanustrecke Zwickau-Cainsdorf sowie Dokumentation von Bohrungen in diesem Bereich. - Unveröff. Untersuchungsbericht TU Bergakademie Freiberg, 25+68 S., Freiberg.

SCHNEIDER, J. W., HOTH, K. et al. (2005): Carboniferous stratigraphy and development of the Erzgebirge basin, East Germany. - Z. dt. Ges. Geowiss., **156** (3): 431-466, Stuttgart.

SCHNEIDER, J., RÖßLER, R. & GAITZSCH, B. G. (1995): Sedimentologie, Fazies und Stratigraphie des Permokarbon im Erzgebirge-Becken. - Sediment '95. 10. Sedimentologentreffen, Freiberg 1995, Exkursionsführer: 85-109; Freiberg.

SCHRÄBER, D. (1968): Zur Kenntnis der Sole im Zwickau - Oelsnitzer Steinkohlenrevier. - Z. angew. Geol. **14**, 8, Berlin

SCHÜLLER, A. (1951): Zur Nomenklatur und Genese der Tonsteine. - Neues Jahrb. f. Min., Mon. H.

SCHULZEN, CH. FR. (1755): Kurze Betrachtung derer Kräuterabdrücke im Steinreiche, worinnen dieselben so wohl in Ansehung ihres Ursprungs, als auch ihres eigenthümlichen Unterscheides und übrigen Eigenschafften, in Erwegung gezogen werden. - 1-76, 4 Abb., Dresden und Leipzig bey Friedrich Hekel.

SCHWARTZ (1934): Steinkohlengewinnung und -verwertung. - Wanderbuch für das Zwickauer Land-Nördlicher Teil, Verlag Kurt Eismann, 27-37, Dresden.

SCOTT, A. C. (2000): The Pre-Quaternary history of fire. - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **164**: 281-329, 33 Abb.; Amsterdam.

SCOTT, J. R. & BAKER O. J. (1953): Differential Thermal Analysis of Coal. - Fuel, 32, London

SIEGERT, TH. (1901): Section Zwickau-Werdau - Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. - Blatt 111: 142 S., 1 Karte, W. Engelmann, Leipzig.

SIMON, M. u. a. (2005): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet. Ein geographisch-hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Überblick. - Hrsg.: Internat. Komm. zum Schutz der Elbe (IKSE), Magdeburg.

SMITH, A. H. V. & BUTTERWORTH, M. A. (1967): Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. - Spec. Pap. Palaeont., **1**: 1-324; London.

SPENGLER, E. (1949): Über die Abtragung des varistischen Gebirges in Sachsen. - Abhandlungen der Geologischen Landesanstalt Berlin, **N.F. 212**: 102 pp., 5 Abb.; Berlin.

SPICKERNAGEL, H. (1975): Hebungen des Gebirges als Folgen des Bergbaus unter Tage. - Glückauf-Forschungshefte, **36**, S. 170-176.

STACH, E. (1981): Stachs Textbook of Coal Petrology. - Verl. Gebr. Borntraeger Berlin, Stuttgart, 3. Aufl.

STEIN, W. (1857): Chemische und chemisch-technische Untersuchung der Steinkohlen Sachsens. - Verlag W. Engelmann, Leipzig.

STERZEL, J. T. (1881): Palaeontologischer Character der Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenablagerung. Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Stollberg-Lugau. - Blatt 113, 10-14, W. Engelmann, Leipzig.

STERZEL, J. T. (1881): Palaeontologischer Charakter der oberen Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Erzgebirgischen Becken. - Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Chemnitz, **7**: 155-276; Chemnitz [N. Jb. Min. 1882. II. S. 78-85, Isis Dresden 1882 Sitzber. S. 5-6].

STERZEL, J. T. (1881): Über zwei neue Insektenarten aus dem Karbon von Lugau. - Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Chemnitz, **7**: 271-76, 1 Taf.; Chemnitz.

STERZEL, J. T. (1901): Palaeontologischer Charakter der Steinkohlenformation und des Rothliegenden von Zwickau. - Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen, Section Zwickau-Werdau, Blatt 111: 87-123, 1 Karte, W. Engelmann, Leipzig.

STOPES, M. C. (1935): On the petrology of banded bituminous coal. - Fuel, 14, London

STORCH, D. (1966): Die Arten der Gattung *Sphenophyllum* Brongniart im Zwickau-Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier. - Paläontologische Abhandlungen, **B 2**, 2: 195-326, 38 Abb., 27 Taf., 10 Karten, 8 Tab.; Berlin.

STORCH, D. (1980): S*phenophyllum* - Arten aus dem intramontanen Karbonbecken - pflanzengeographische Besonderheiten im mitteleuropäischen Karbon. - Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften, **16**: 171-273, 8 Abb., 7 Tab., 20 Taf.; Berlin.

STORCH, K.; JORDAN, H.; GLÄSSER, W. u. a. (2000): Mineral- und Thermalwässer in Sachsen. - Geoprofil **9**, LfUG Freiberg.

STÖRR, M. (1983): Die Kaolinlagerstätten der Deutschen Demokratischen Republik. - Schriftenr. geol. Wiss., **18**, S. 1-226, Berlin.

STUR, D. (1875): Reise-Skizzen. I. Dresden, d. 15. März 1874. - Verhandlungen der k. u. k. Geologischen Reichsanstalt für 1874, 6: 135-137, Wien.

STUR, D. (1885): Die Carbon-Flora der Schatzlarer Schichten. - Abhandlungen der k. u. k. Geologischen Reichsanstalt, **11**: 418 S., 48 Abb., 49 Taf.; Wien.

STUTZER, O. (1923): Kohle. - 2. Aufl., Borntraeger-Verl., Berlin.

STUTZER, O. (1929a): Fusit. - Schriften aus dem Gebiet der Brennstoffgeologie, Freiberg

STUTZER, O. (1929b): Rußkohle von Zwickau. - Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., **81**, S. 156-158, Berlin

STUTZER, O. (1932): Rußkohle von Zwickau. Eine zweite Mitteilung. - Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **84**, S. 222-229, 5 Abb., Berlin.

STUTZER, O. (1934a): Der Lehestreifen im Lehekohlenflöz des Zwickauer Steinkohlenbeckens. - Zeitschr. deutsch. geol Ges. **86**, S. 467-473, Berlin.

STUTZER, O. (1934b): Über das Vorkommen von Bogheadkohle im erzgebirgischen Steinkohlenbecken von Lugau-Oelsnitz in Sachsen. - Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **86**, S. 575-592, Berlin.

STUTZER, O. (1935): Mutmaßliche Übereinstimmung des Neuflözes 3 im Lugau-Oelsnitzer Bezirk mit dem Lehekohlenflöz im Zwickauer Bezirk. - Glückauf, **71**, S. 1229-1231, Essen.

STUTZER, O. (1936): Überblick über den geologischen Aufbau des erzgebirgischen Steinkohlenbeckens. - Festschrift „75 Jahre Gemeinschaftsarbeit der sächsischen Steinkohlenbergwerke“, S. 23-35, Fachgruppe Steinkohlenbergbau, Zwickau.

SÜSS, G (1963).: Bericht über Zustand, Charakteristik und Prognose der Kohlenvorräte in den Mitgliedsländern des RGW (Zuarbeit zum RGW-Thema 57/63). - Unveröff. Ber., Gruppenmarkscheiderei Zwickau, 8 S.; Zwickau 08.10.1963.

SÜSS, G.; BLÜHER, H.-J., MEYER, O. (1957): Ergebnisbericht über die geologische Erkundung der Zwickauer Steinkohlenlagerstätte, insbesondere des Mülsenfeldes 1950-1957 und Vorratsberechung. - Geol. Archiv Geologischer Dienst Freiberg, EB 161, 94 S., 18 Anl., Freiberg.

Teichmüller, M. (1940): Der Feinbau amerikanischer Kohlen im Anschliff und Dünnschliff. - Jahrb. d. Reichsamtes f. Bodenforschung, **61.**

TEICHMÜLLER, M. (1962): Die Genese der Kohle. - C. r. 4. Congr. Intern. Strat. Geol. Carbonifere Heerlen 1958, S. 699-722, Maastricht.

TEICHMÜLLER, M. (1974): Über neue Macerale der Liptinit-Gruppe und die Entstehung von Micrinit. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. **24**, S. 65-112, Krefeld.

TEICHMÜLLER, M., DAVIS, A., DIESSEL, C.F.K., LITTKE, R. & ROBERTS, P. (1998): Organic Petrology: A new handbook incorporation some revised parts of Stach`s Textbook of Coal Petrology. - Verl. Gebrüder Bornträger, 704 S., Berlin, Stuttgart.

THOMAS, B. A. (1970): Epidermal studies in the interpretation of *Lepidodendron* species. - Palaeontology, **13**, 1: 145-173, 6 Taf.; London.

UHLMANN, W.; SCHRÄBER, D. (1984): Ergebnisbericht mit GW-Vorratsnachweis VE Zwickau Ost. - VEB Hydrogeologie Nordhausen, 51 Blatt, zahlreiche Anl., Nordhausen.

VOIGT, G. (1957): Kohlenpetrographischer Flözaufbau und quantitative Bestandsanalyse der zurzeit im Zwickauer Revier gebauten Flöze. - Freiberger Forschungshefte, **C 37**: 47-88, 38 Abb.; Akademie Verlag Berlin.

VOLKMANN, N. (1991): Mikroskopie von Kohlen und Koks. - In: BAUMANN, L. und O. LEEDER: Einführung in die Auflichtmikroskopie. - S. 279-324, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

VOLKMANN, N. (2000): Zum Einfluss rohstofflicher Merkmale auf das Verhalten einheimischer Weichbraunkohlen in der katalytischen Hochdruck-Hydrierung. - Freib. Forsch. H. **C 484**; 138 S., Freiberg

WAGNER, R. H. & LEMOS DE SOUSA, M. J. (1982): Systematic and distribution of *Linopteris florini* Teixeira and *Linopteris gangamopteroides* (De Stefani) Wagner. - Commun. Serv. Geol. Portugal. **68**, 2: 247-256, 4 Taf., Lisboa.

WAGNER, R. H. & WINKLER PRINS (1979): The lower Stephanian of Western Europe. Palaeontological characteristics of the main subdivisions of the Carboniferous. - Compte Rendu 8. Congrs International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Moscou 1975, **3**: 111-140, 3 Abb.; Moscwa.

WAGNER, R. H. (1958): Some Stephanian Pecopterids from NW-Spain. - Mededelingen van de geologische Stichting, **N.S. 12**: 5-23, 3 Taf.; Den Haag.

WAGNER, R. H. (1963): Paléobotanique. - Sur les *Callipteridium* du Westphalien supérieur et du Stéphanien. C. R. Acad. Sc. Paris, 257: 719-721.

WAGNER, R. H. (1969): Proposal for the recognition of a new “Cantabrian” stage at the Base of the Stephanian Series. - Compte Rendu 6^{ime} Congres International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Sheffield 1967, **1**: 139-154, 1 Abb., 2 Tab.; Maastricht.

WAGNER, R. H. (1971): The Westphalien D Floras of the Olloniego and Esperanza Formations in the Central Asturian Coalfield. - Trabajos de Geología, **4**: 461-505, 1 Abb., 17 Taf.; Oviedo.

WAGNER, R. H. (1983): Late Westphalian D and Early Cantabrian Floras of the Guardo Coalfield. - in: WAGNER, R. H.; FERNANDEZ GARCIA, L. G. & EAGAR,

R. M. C. (Eds.): Geology and Palaeontology of the Guardo Coalfield (NE Leon - NW Palencia), Cantabrian Mts. - Ministerio de Industria y Energia, 57-92, 4 Abb., 48 Taf., Madrid.

WARTMANN, R. (1969): Studie über die papillenförmigen Verdickungen auf der Kutikule bei *Cordaites* an Material aus dem Westfal C des Saar-Karbons. - Argumenta Palaeobotanica, **3**: 199-207, 1 Taf.; Münster.

WATZNAUER, A. (1964): Stratigraphie und Fazies des erzgebirgischen Kristallins im Rahmen des mitteleuropäischen Varistikums. - Geol. Rdsch., **54**, S. 853-860, Stuttgart.

WEISE, A. (1967): Bodengeologisches Gutachten über die Halde Zwickau 10. - Unveröff. (Archiv Staatl. Umweltfachamt - Stelle für Gebietsgeologie, Chemnitz).

WEISE, A. (1974): Bodengeologisches Gutachten über den Kohleschlamm-Auflandeteich Nebenhalde Zwickau 10. - Unveröff. (Archiv Staatl. Umweltfachamt - Stelle für Gebietsgeologie, Chemnitz).

WEISE, A. (1974): Bodengeologisches Gutachten über die Halden Zwickau 15 und 23. - Unveröff. (Archiv Staatl. Umweltfachamt - Stelle für Gebietsgeologie, Chemnitz).

WENDEL, R. (1968): Zur Kenntnis der *Callipteridium-pteridium*-Pflanze. - Diplomarbeit am Institut und Museum für Paläontologie der Humboldt-Universität zu Berlin, 120 S., 51 Abb., 21 Taf.; Berlin [teilw. unveröffentlicht].

WHITE, D. (1899): Fossil Flora of the Lower Coal Measures of Missoury. - Monographs of the United States Geological Survey, **37**: 467 S., 73 Taf.; Washington.

WILSON, L. R. (1962): Permian plant microfossils from the Flowerpot Formation: Oklahoma Geol. Survey Circ. **49**.

WITZMANN, F. (im Druck): A dissorophid temnospondyl from the Upper Permian Kupferschiefer of Germany. - Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte; Stuttgart.

WOLF, P.; HOTH, K.; MILDE, G. (1984): Studie Steinkohlenressourcen DDR, (A 4.3) Geologisch-gewinnungstechnisch-ökonomische Einschätzung. - VEB GFE Freiberg, 43 S., 1 Anl., Geol. Archiv des LfULG, Freiberg.

WÜNSCHE, M. (1957): Bodenkundlich-forstliches Gutachten über die Halden des Steinkohlenbergbaus im Bereich der Stadt Zwickau. - Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie, Geol. Archiv, Freiberg.

WÜNSCHE, M. (1963): Die Standortverhältnisse und Rekultivierungsmöglichkeiten der Halden des Zwickau-Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenreviers. - Freiberg. Forsch.H. **C 153**, Leipzig.

WÜNSCHE, M. (1968) Haldenbegrünung des Steinkohlenreviers Zwickau-Lugau-Oelsnitz. - Z. f. Geol., Mineral., Paläontol. U. Speläol., Fundgrube H. 3/4, 78-86, Flöha.

WÜNSCHE, M. (1973): Rekultivierung von Halden des Steinkohlenbergbaus. - In: Thomasius, H.: Wald, Landeskultur und Gesellschaft, 166-172, Dresden.

WÜNSCHE, M. (1997): Halden und ihre Rekultivierung im Zwickau-Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier. - Exkursf. u. Veröff. GGW, **Nr. 199**, 37-39, Berlin.

WÜNSCHE, M., WEISE, A., SCHÜTZENMEISTER, W., DIETEL, M. et al. (1993): Übersichtskarte der Böden des Freistaates Sachsen 1 : 400 000. - Sächs. Landesamt f. Umwelt und Geol., Bereich Boden und Geol., 2. Aufl., Freiberg.

WÜNSCHE, M.; RANFT, H. & HAUBOLD, W. (1987): Wiedernutzbarmachung von Halden des Erz- und Steinkohlenbergbaus im Erzgebirge und Erzgebirgsvorland. - Z. Neue Bergbautechnik, Jg. **17**, H. 8; 311-314, Leipzig.

ZAIDELMAN, F. R., BANNIKOV, M. V. & A.P. SHVAROV (2001): Pyrogenetic forms as result of peat soil combustion - properties and fertility. - Eurasian Soil Science, **9**, Moscow.

ZERNDT, J. (1932): Megasporen aus dem Zwickauer und Lugau-Oelsnitzer Karbon. - Jb. Berg- u. Hüttenwesen Sachsen, **106**, A, S. 10-16, 4 Taf. Mit 18 Abb., Freiberg.

ZHANG, SH.; LAVEINE, J.-P. ET LEMOIGNE, Y. (1992): The Carboniferous Flora of the Zhongning District, Ningxia Region, North China. - Revue de Paléobiologie, Vol spec. **6**: 95-112, 11 Abb., 29 Taf.; Genève.

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1-1: Ausschnitt aus GK 400 o. KZ 11
Abb. 1-2: Permokarbonprofil der Vorerzgebirgssenke und Vergleich mit Becken von Kladno 13
Abb. 2-1: Gesamtmenge der Steinkohlenförderung im Zwickauer Revier (Brause) 14
Abb. 2-2: Schnitt zur Erläuterung der Erdbrandsituation bei Planitz 15
Abb. 2-3: Jahresproduktion an Koks im Vergleich zur Steinkohlenförderung (Brause) 15
Abb. 2-4: Verbreitung, Mächtigkeit und Tiefenlage des Oberkarbons 16
Abb. 2-5: Bedeutung der Zwickauer Steinkohlenförderung innerhalb von Sachsen (Wolf)..... 17
Abb. 3-1: Entwicklung der paläobotanischen und geologischen Gliederung der Flözfolge 20
Abb. 3-2: Verbrennungswärme Flöze Mülsengrund 42
Abb. 3-3: Teufenabhängige Veränderung des mittleren Reflexionsvermögens (Rm)..... 43
Abb. 3-4: Schüttungsrichtungen Mülsenfelder Hauptkonglomerat..... 48
Abb. 3-5: Schüttungsrichtungen Zwickauer Hauptkonglomerat..... 49
Abb. 3-6: Schüttungsrichtungen Unteramandus-Sandstein 49
Abb. 3-7: Schüttungsrichtungen Amandus-Sandstein 50
Abb. 3-8: Schüttungsrichtungen Planitz-Sandstein 50

Abb. 3-9: Schüttungsrichtungen Ruß-Liegendsandstein 51
Abb. 3-10 Schüttungsrichtungen Unterer Schichtensandstein 51
Abb. 3-11: Schüttungsrichtungen Überzachen-Sandstein 52
Abb. 3-12: Verbreitung des Kümmelgebirges im Mülsenfeld 53
Abb. 3-13: Durchwurzelter Kohlentonstein als Basissediment im Profil an der Cainsdorfer Brücke 57
Abb. 3-14: Dünnschliffbild eines „Graupen"tonsteins 57
Abb. 3-15: Kaolinit„graupen" und Phyllitfragmente verschiedener Größe 58
Abb. 3-16: Serizitschiefergeröll in „Graupen"tonstein 58
Abb. 3-17: In „Graupentonstein" eingeschlossene fast opake Pelitaggregate und Quarzkörner .. 58
Abb. 3-18: Inhomogenes größeres Schlammaggregat umschließt eine Kaolinit„graupe" und ein detritisches Quarzkorn 59
Abb. 3-19: Pyroklastischer Quarzsplitter in Tonsteinmatrix 59
Abb. 3-20 und 3-21: Röntgentexturaufnahmen von Tonsteinproben 60
Abb. 3-22a, b: Mikroskop. Aufnahmen von biomikritischem Kalkstein mit Fossilresten 62
Abb. 3-23: Massiger Cainsdorf-Planitzer „Melaphyr" 67
Abb. 3-24: „Melaphyr"-Mandelstein 67
Abb. 3-25a, b: Mikroskopische Übersichtsaufnahme des „Melaphyrs", mit II- und x-Nicols 67
Abb. 3-26: Geologische Situation an der Cainsdorfer Brücke 69
Abb. 3-27: Profilabschnitt D-C aus der fotografischen Dokumentation des Uferprofils südlich der Cainsdorfer Brücke 70
Abb. 4-1: *Annularia aculeata*-Wirtel 74
Abb. 4-2: *Pecopteris folchwillerensis* 75
Abb. 4-3: *Pecopteris bredovii* 76
Abb. 4-4: *Pecopteris lamuriana* 76
Abb. 4-5: *Pecopteris saraefolia* 77
Abb. 4-6: *Pecopteris longiphylla* 77
Abb. 4-7: *Pecopteris koenigii* 77
Abb. 4-8: *Pecopteris densifolia* 78
Abb. 4-9: *Pecopteris pectinata* 78
Abb. 4-10: *Pecopteris rotundifolia* 78
Abb. 4-11: *Pecopteris* cf. *obliquenervis* 79
Abb. 4-12: *Pecopteris micromiltoni* 79
Abb. 4-13: *Alloiopteris robusta* 80
Abb. 4-14: *Alloiopteris grypophylla* 81
Abb. 4-15: *Fortopteris (Mariopteris) latifolia* 82
Abb. 4-16: *Mariopteris hirsuta* 82
Abb. 4-17: *Sphenopteris* sp. (cf. *footneri*) 82
Abb. 4-18: Pflanzenverteilung im Tiefen Planitzer Flöz (Amandus-Flöz) 86
Abb. 4-19: Prozentuale Verteilung der Pflanzenreste in den Flözhorizonten 87
Abb. 4-20: Dissophoriden-Knochenplatte 102
Abb. 6-1: Ausschnitt Seismologische Übersichtskarte M. 1 : 400 000 105
Abb. 6-2: Ausschnitt Flözriss Amandus-Flöz 106
Abb. 6-3: Ausschnitt Flözriss Schichtenkohlen-Flöz (zum Vergleich) 106
Abb. 6-4: Skizze Segen Gottes-Flöz 109
Abb. 6-5: Skizze Ludwig-Flöz 109
Abb. 6-6: Skizze Amandus-Flöz 109
Abb. 6-7: Skizze Ruß (I?)-Flöz 110
Abb. 6-8: Gliederung des Rotliegenden in der Vorerzgebirgssenke 111
Abb. 6-9: Isopachen Untere Härtensdorf-Formation 111
Abb. 6-10: Isopachen Obere Härtensdorf-Formation 112
Abb. 6-11: Isopachen Planitz-Formation 112
Abb. 6-12: Isopachen Untere Leukersdorf-Formation 112
Abb. 6-13: Isopachen Mülsen-Formation 112
Abb. 6-14: Zerrungsrichtungs-Analyse nach KUSCHKA 113
Abb. 6-15: Zechstein und Buntsandstein nordwestlich von Zwickau 113
Abb. 6-16: Strainintensität in der Gera-Jachymov-Zone 114
Abb. 6-17: Lage der Messprofil ZW 01-ZW 03 115
Abb. 6-18: Ergebnis des Testprofils ZWT 01 (Ausschnitt) 116
Abb. 6-19: Line-drawing-Darstellung ZWT 02 117
Abb. 6-20: Line-drawing-Darstellung ZWT 03 118
Abb. 7-1: Höhenlage der Zwickauer Mulde im Senkungsgebiet Zwickau 119
Abb. 7-2: Grundwassergang Schneppendorf 121
Abb. 8-1: Überflutung des Senkungsgebietes Bockwa 127
Abb. 8-2: Riss in der Stadtgrabenmauer 128
Abb. 8-3: Zeitsenkungskurve Dom 128
Abb. 8-4: Hebungen Stadtzentrum 129
Abb. 8-5: Grundwasserdepressionstrichter in Zwickau 131
Abb. 8-6: Grob- und Waschberge, Halde Nr. 45 ... 132
Abb. 8-7: Kohlenschlamm, Halde Nr. 45 132
Abb. 8-8: Schwelbrand, Halde 23 133
Abb. 8-9: Rot durchgebranntes Bergematerial, Halde 17 133
Abb. 9-1: Tafelbergförmige Halde mit Kleinterrassen 135
Abb. 9-2: Kegelförmige Halde Zw 32 135
Abb. 9-3: Schwelbrandfläche, Halde Zw 23 137
Abb. 9-4: Bodenprofil mit Regosol, Halde Zw 15 .. 138
Abb. 9-5: Regosol aus rotgebranntem Schieferton 139
Abb. 9-6: Schwefelausblühungen über Schwelbrandherd 139
Abb. 9-7: Regosol aus Lehmüberzug 140
Abb. 9-8: Böschungsbepflanzung 142
Abb. 9-9: Pflanzenbestand aus Roteichensaat 143
Abb. 9-10: Birkenvorwald in Hanglage 144
Abb. 9-11: Birkenvorwald in Plateaulage 144
Abb. 9-12: Edellaubbaum-Mischbestand 145

Abb. 9-13: Schwarzerlenbestand in Plateaulage 146
Abb. 9-14: Murray-Kiefernbestand am Wilhelm-Schacht 146
Abb. 9-15: Bewaldete Halde Zw 8 147
Abb. 9-16: Unterhang Wilhelm-Schacht Halde.....147

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 3-1: Mikrokomponenten der Steinkohlen 33
Tab. 3-2: Chemische Zusammensetzung Verwitterungsprofil und Kümmelgebirge.....54
Tab. 3-3: Mineralbestand Pelite 55
Tab. 3-4: Röntgenphasenanalyse Graupen-Tonstein 60
Tab. 3-5: Chemische Analyse Graupen-Tonstein (Haupt- und Spurenelemente) 61
Tab. 3-6: Zusammenstellung von nichtsideritischen Karbonatgesteinslagen 63
Tab. 3-7: Zusammenstellung von Sideritlagen und Sphärosideritschiefer-Horizonten 64
Tab. 4-1: Zwickauer Faunenreste 102
Tab. 7-1: Hydrogeologisches Normalprofil.....120
Tab. 7-2: Wasserhaltung im Stadtfeld (1923) 122
Tab. 7-3: Wasserhaltung im Stadtfeld (1937-41) ..123
Tab. 7-4: Wasserhaltung im Stadtfeld (1954) 123
Tab. 7-5: Beschaffenheit känozoischer Grundwässer.....124
Tab. 7-6: Analysen von GW im Känozoikum 124
Tab. 7-7: Wasserbeschaffenheit der Zwickauer Mulde 125
Tab. 7-8: Analysen von GW im Rotliegenden 125
Tab. 7-9: Sole-Grundwässer im Zwickauer Revier.....126
Tab. 7-10: Analysen von Zwickauer Schachtwässern 1955 126
Tab. 9-1: Haldenverzeichnis.....136
Tab. 9-2: Ertragskundliche Daten 144

Verzeichnis der Tafeln im Anhang

Tafel 3-1 (Figuren 1 bis 6),

Tafel 3-2 (Fig. 7-12) und

Tafel 3-3 (Fig. 13-16) enthalten mikropetrographische Aufnahmen von Zwickauer Steinkohlenproben.

Tafeln 3-4 bis 3-12 enthalten die **Flözprofile 1-47** aus dem Mülsenfeld der Lagerstätte Zwickau.

Die Tafeln 4-1 bis 4-11 enthalten kurze Tafelerläuterungen und in 68 Figuren **Fotos und Detailaufnahmen der** in gen. Sammlungen aufgefundenen **Makroflora aus den Lagerstätten Zwickau und Oelsnitz/E.**

Verzeichnis der Beilagen

(Beilagen auf CD)

Beilage 3-1: Standardprofil
Beilage 3-2: Korrelationsprofil 1
Beilage 3-3: Korrelationsprofil 2
Beilage 3-4: Korrelationsprofil 3
Beilage 3-5: Flözkarte Segen Gottes Flöz-obere Abteilung 1 : 25 000
Beilage 3-6 Flözkarte Ludwig-Flöz 1 : 25 000
Beilage 3-7: Flözkarte Amandusflöz 1 : 25 000
Beilage 3-8: Flözkarte Rußkohlenflöz I 1 : 25 000
Beilage 3-9. Flözkarte Schichtenkohlenflöz II 1 : 25 000
Beilage 3-10: Flözkarte Zachkohlenflöz 1 : 25 000
Beilage 3-11: Flözkarte Ellige Flöze 1 : 25 000
Beilage 3-12: Charakteristik der Grobklastithorizonte im Zwickauer Oberkarbon
Beilage 4-1: Florenliste Zwickauer Oberkarbon
Beilage 4-2: Sporenerfassung Zwickauer Revier
Beilage 4-3: Sporenstratigr. Vergleich mit dem höheren Westfal von Saar/Lothringen
Beilage 4-4: Verbreitung stratigraphisch wichtiger Sporen im euramerischen Raum
Beilage 5-1: Karte der Untergrundverhältnisse
Beilage 6-1: Wichtige Bruchstörungen im Oberkarbon der Lagerstätte Zwickau
Beilage 6-2: Geologische Schnitte 1 und 2; Zwickau-Mülsener Teilsenke (aus: Ress.-potential Stk.)
Beilage 8-1: Bergbaubedingte Senkungen, Erdrisse und Steinkohlenbergehalden

Bergbaumonographie, Band 15

Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau

Anhang

Tafeln 3-1 bis 3-3

(Zu Teilkapitel 3.3; Kohlenpetrographie; mikropetrographische Aufnahmen von polierten Anschliffen des Zwickauer Reviers; Figuren 1 bis 16; Erläuterungen auf Tafel 3-3)

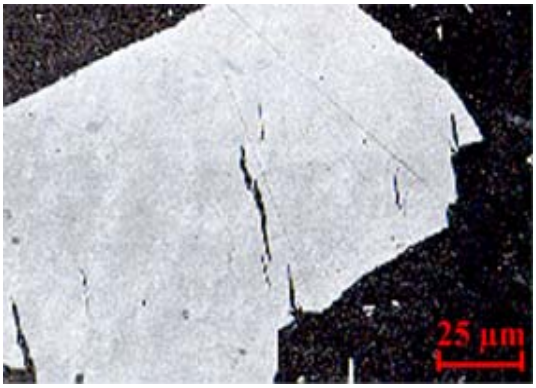


Fig. 1: Texturell homogener Vitrinit (Maceral Collinit*)*; Ludwigflöz

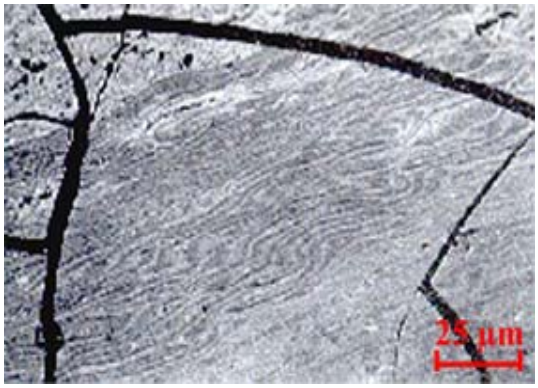


Fig. 2: Vitrinit mit Resten des ehem. Zellgefüges (Maceral Telinit*)*; Zachkohlenflöz

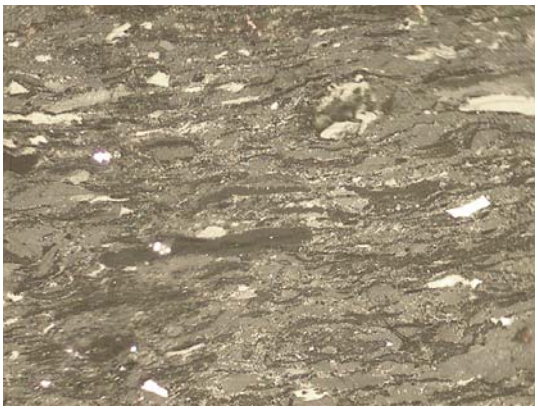


Fig. 3: Interner Aufbau einer makroskopisch als Lithotyp Clarain (Halbglanzkohle) eingestufte Streifenart. Im Mikrobild zeigt sich die innige Mixtur von Vitrinit (Collinit; mittelgrau), zahlreichen eingelagerten Liptiniten (meist Sporinit; dunkelgrau) und hellen Inertiniten (meist Fusinit); Ellige Flöze.

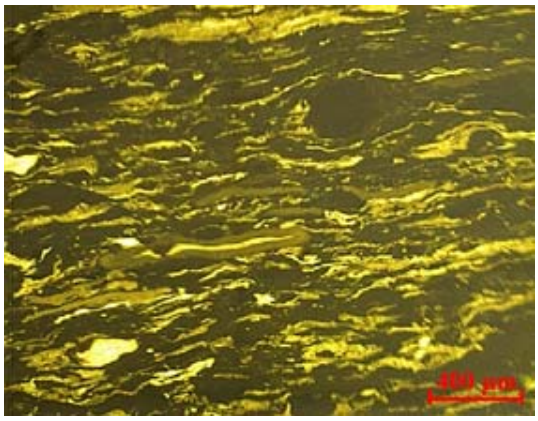


Fig. 4: Analoger Ausschnitt zu Bild 3; (Fluoreszenz). Dunkel: Vitrinit- und Inertinit-Macerale. Gelb, fädig: Sporinite (Mikrosporen), hellgelb Resinitpartikel.

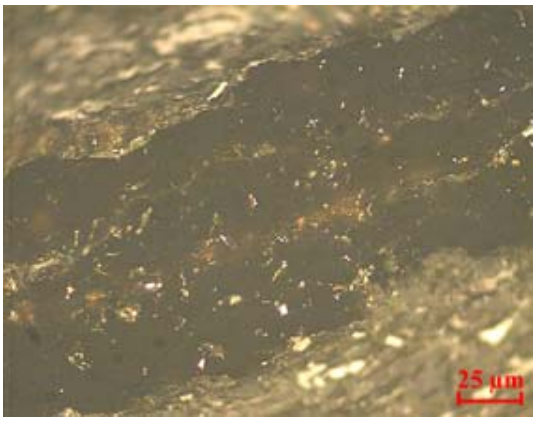


Fig. 5: Teil einer Megaspore (Sporinit*)* in claritischer Grundmasse; Mikrolithotyp bestehend aus einer Mixtur von Collinit und Liptodetrinit, akzessorisch sind Inertinit-Macerale (hell) beigefügt; Ellige Flöze

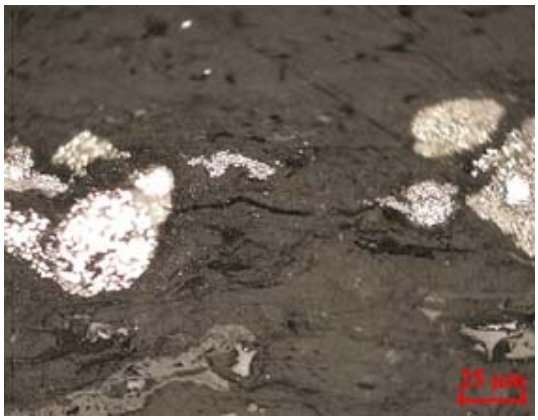


Fig. 6: Pyrit-Framboide (kaviarähnliche FeS_2-Agglomerate) in toniger Matrix (dunkel); eingelagert sind isolierter Vitrinit-Splitter (mittelgrau); Hangendes des Zachkohlenflözes

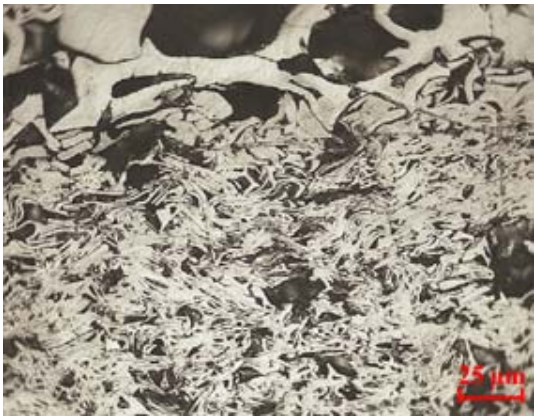


Fig. 7: Fusinit in unterschiedlicher Erscheinungsform. Oben: gut erhaltene dickwandige Zellen; darunter: Fragmente des ehem. Gewebeverbandes, Zell-Lumina sind stets leer (schwarz); Rußkohlenflöz

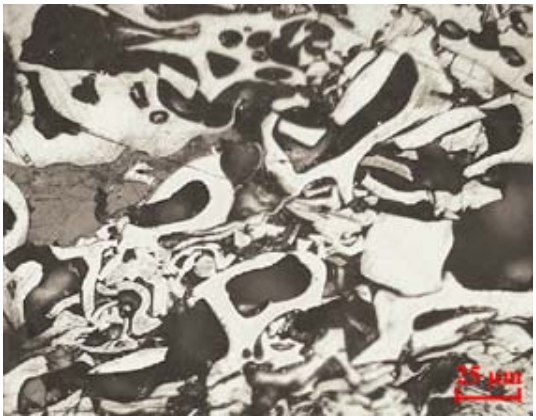


Fig. 8: Fusinit (hell), meist als dickwandige Zell-Fragmente und Vitrinit (mittelgrau, links), Lumina stets leer; Rußkohlenflöz

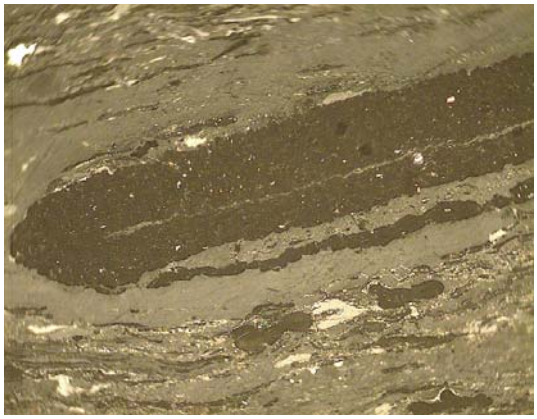


Fig. 9: Megaspore (Maceral Sporinit) in einer aus Collinit (mittelgrau) und Liptinit (dunkelgrau) bestehenden Grundmasse (Mikrolithotyp Clarit); dominierend in Halbglanzkohlen-Streifenart (Lithotyp Clarain). Akzessorisch sind Inertinit-Splitter (hell); Schichtenkohlenflöz II

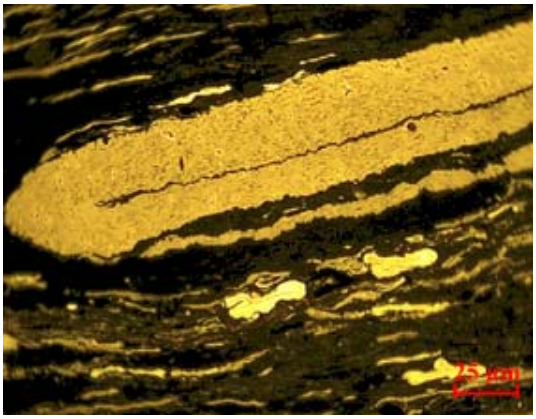


Fig. 10: Fluoreszenz-Analogon zu Bild 1: Ockergelb Sporinit (Mega- und Mikrosporen), hell goldgelb: Alginit *(Botryococcus sp.)*

Fig. 11: Vitrinit (Collinit; hellgrau) mit eingelagertem Cutinit (dunkel); weiß: Fusinit-Splitter. Schichtenkohlenflöz II

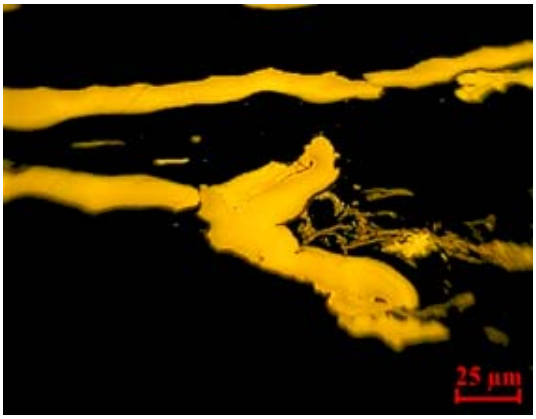


Fig. 12: Fluoreszenz-Analogon zu Bild 3: Ockergelb lumineszierender Cutinit und wenige fädige Mikrosporen, eingebettet in lumineszenzfreien Collinit

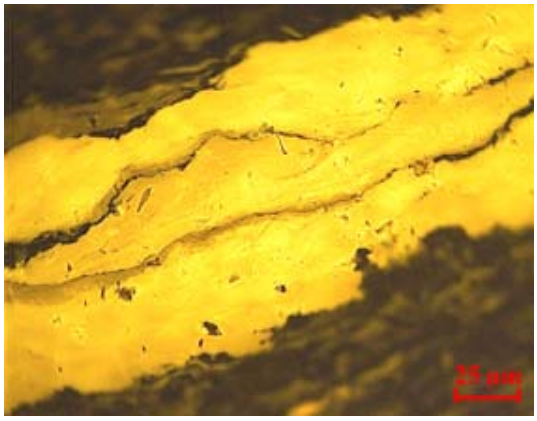


Fig. 13: Cutinit-Lagen (Mikrolithotyp Durit) in Vitrinit-Sporinit-Grundmasse (Mikrolithotyp Clarit); Tiefes Planitzer Flöz

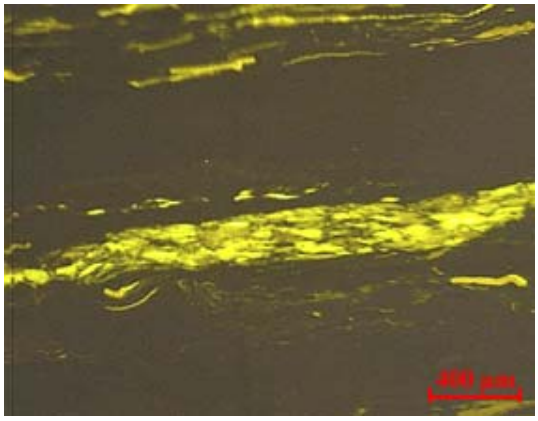
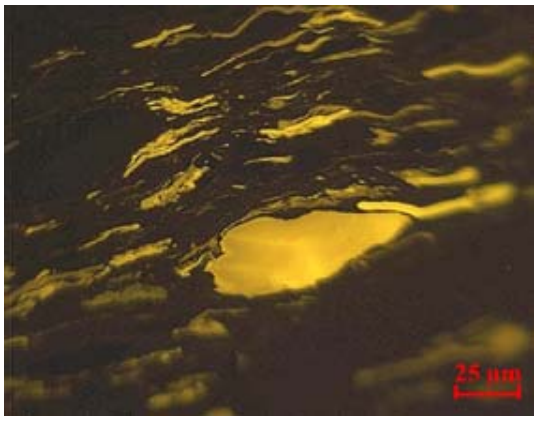
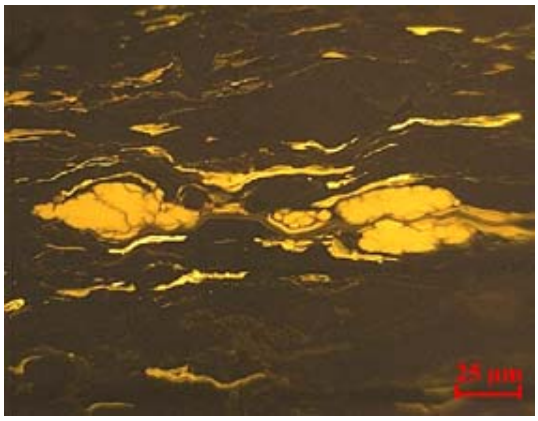


Fig. 14: Lumineszenzfreier Collinit mit eingelagerten fädigen Sporiniten (gelb) und goldgelb lumineszierenden Resinit führendem pflanzlichen Gewebe (Zentrum); Schichtenkohlenflöz 1





Figuren 15 und 16: Resinit-Körper und fädige Sporinite (beides gelb lumineszierend) im Collinit. Mikrolithotyp Clarit; Schichtenkohlenflöz 2

Bemerkungen:

Figuren 1-3, 5-8: Konventionelles Auflicht-Hellfeld, Oelimmersion

Figur 4: Auflicht-Hellfeld Fluoreszenzbeleuchtung (Breitband-Blau-Anregung), Oelimmersion; übrige Bilder: Auflicht-Hellfeld Fluoreszenzbeleuchtung (Breitband-Blau-Anregung), Oelimmersion.

Grundlage der Abbildungen bilden polierte Anschliffe; Aufnahmen erfolgten mittels digitaler Kamera CF 20 DXC *(Kappa)*, Mikroskop Leitz DM RXE (*Leica*).

Anschliffe entstammen der Präparatesammlung der TU Bergakademie Freiberg, Lehrbereich Brennstoffgeologie.

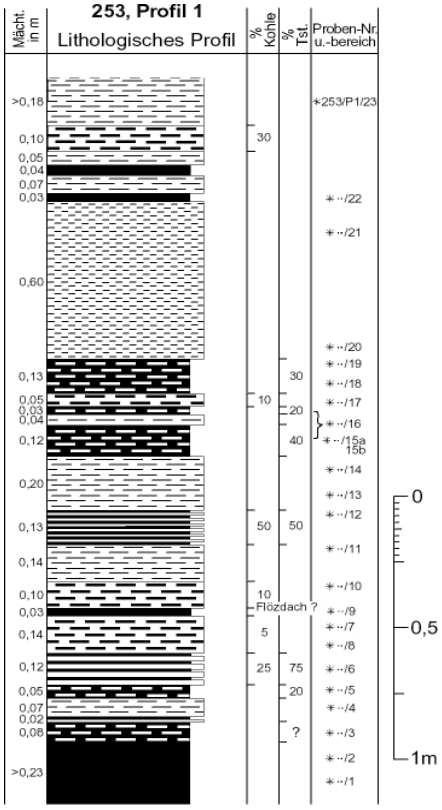
Bergbaumonographie, Band 15

Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau

Anhang

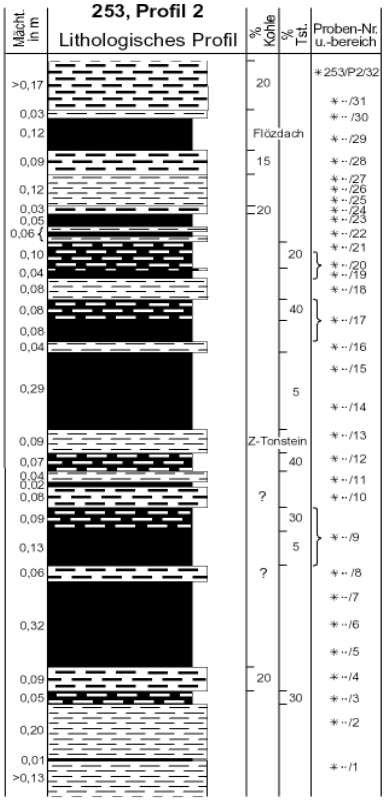
Tafeln 3-4 bis 3-12

(Zu Teilkapitel 3.4 „Die Flözprobensammlung Zwickauer Revier“; Legende)



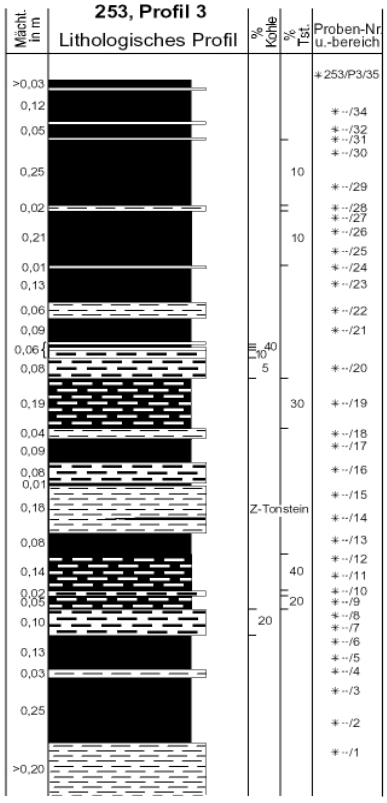
Flözprofil: Zachkohlenflöz, oberer Teil und sein Hangendes
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 1 (= Mitte Kopfstrecke)

Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, K. Hoth, 24.4.1976



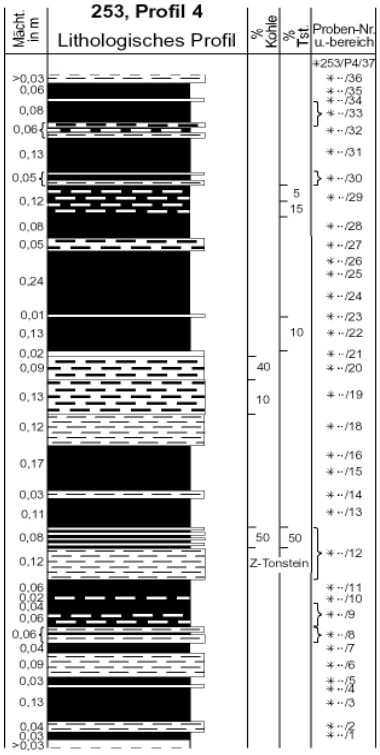
Flözprofil: Zachkohlenflöz
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 2 (ca. 10m SW Kopfstrecke)

Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, K. Hoth, H. Döring, E. Kahlert, W. Kittler
24.4.1976



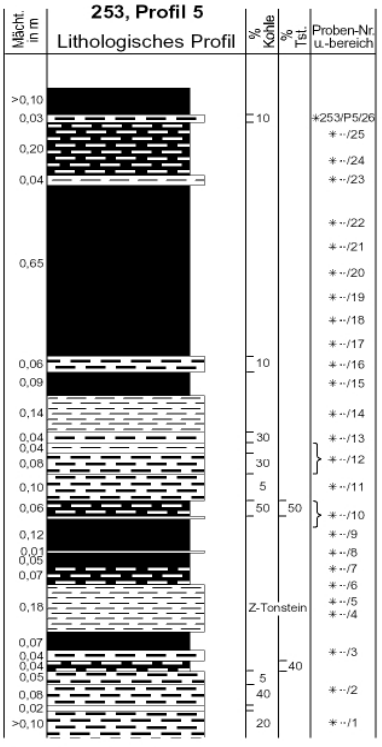
Flözprofil: Zachkohlenflöz
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 3 (ca. 20m SW Kopfstrecke)

Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, K. Hoth, H. Döring, E. Kahlert, W. Kittler, 24.4.1976



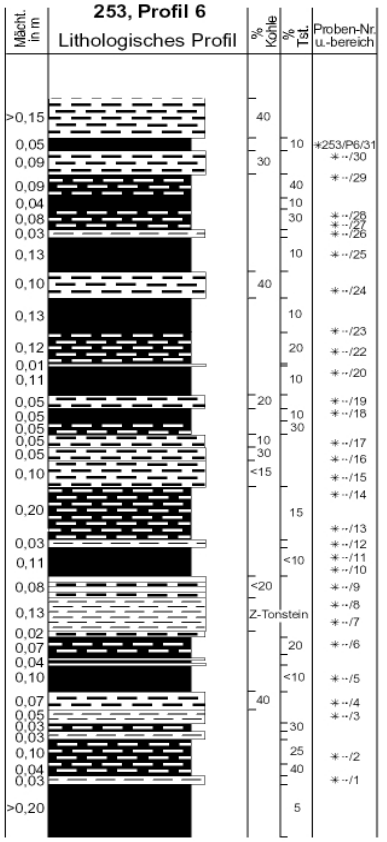
Flözprofil: Zachkohlenflöz
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 4 (ca. 90m SW Kopfstrecke)

Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, K. Hoth, H. Döring, E. Kahlert, W. Kittler,
24.4.1976



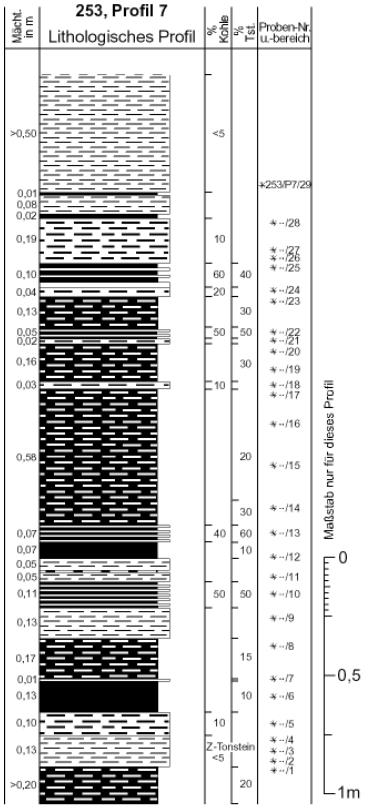
Flözprofil: Zachkohlenflöz
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 5 (=140m SW Kopfstrecke)

Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, H.-J. Paech, K. Hoth, H. Döring, W. Kittler
24.4.1976

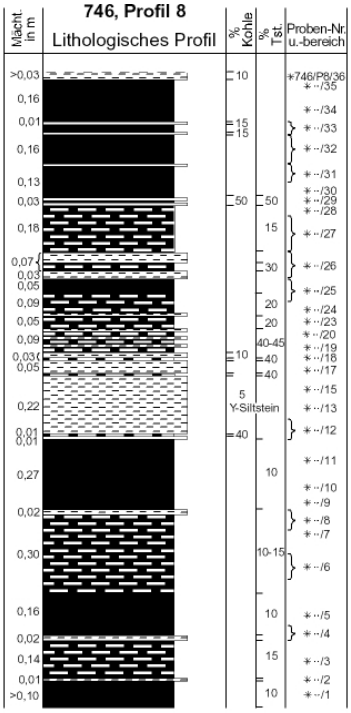


Flözprofil: Zachkohlenflöz
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 6 (ca. 46m SW Kopfstrecke)

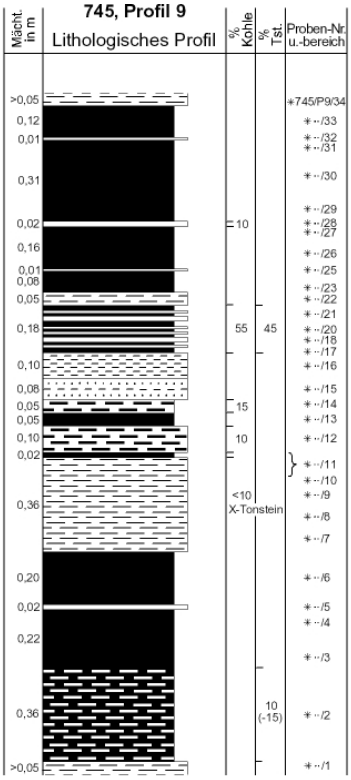
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, K. Hoth, W. Kittler, H. Herfurth, 19.6.1976



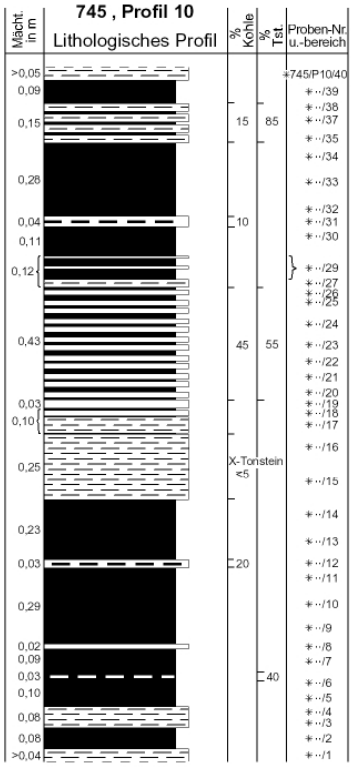
Flözprofil: Zachkohlenflöz
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 253, Profil 7 (ca. 110m SW Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, K. Hoth, W. Kittler, H. Herfurth, 19.6.1976



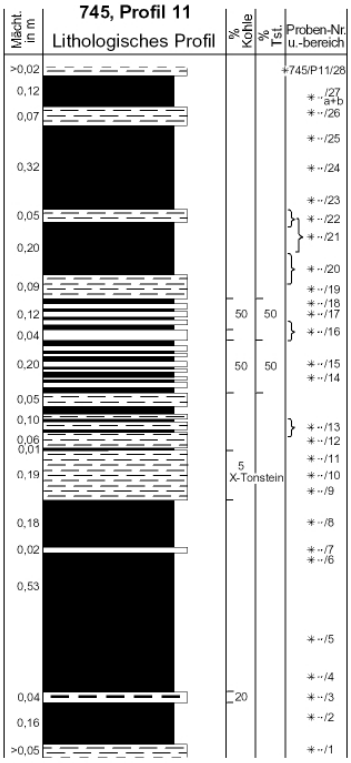
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
4. Revier, Abbau 746, Profil 8 (= 53-54m NE Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, W. Kittler, H. Herfurth, M. Plobner, (K. Hoth)
20.6.1976



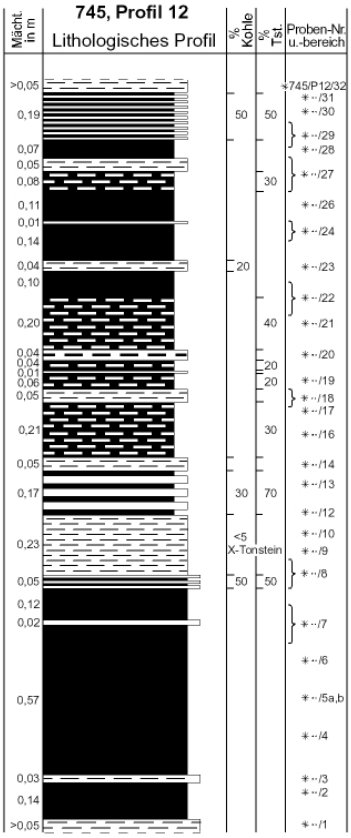
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
4. Revier, Abbau 745, Profil 9 (10m östlich Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, 4.9.76



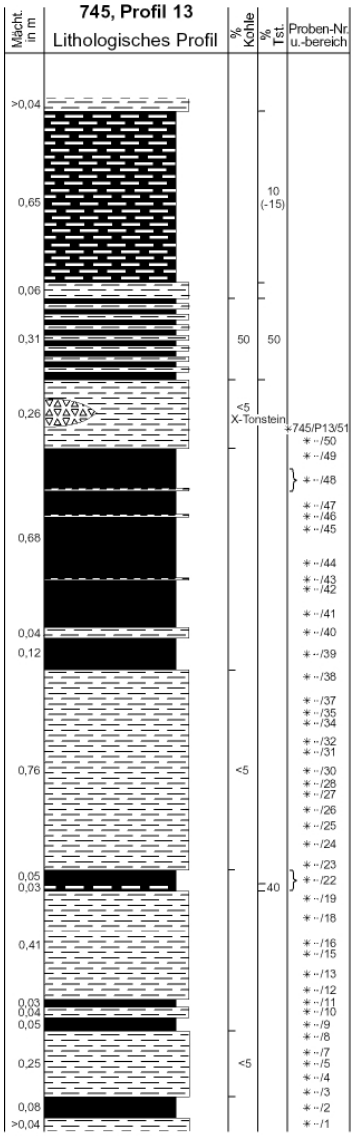
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
4. Revier, Abbau 745, Profil 10 (40m östlich Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, 4.9.76



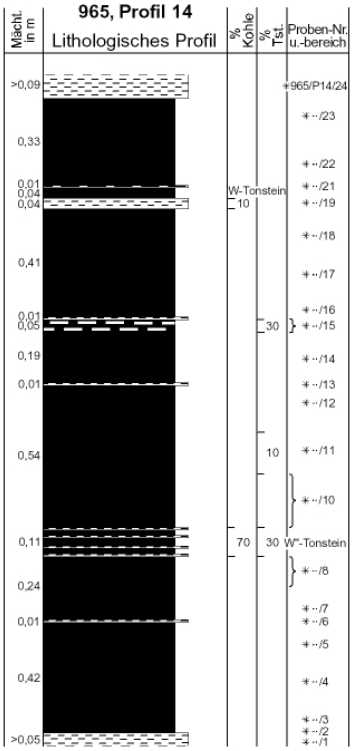
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
4. Revier, Abbau 745, Profil 11 (90m östlich Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, K. Rudolph, M. Menning
5.9.76



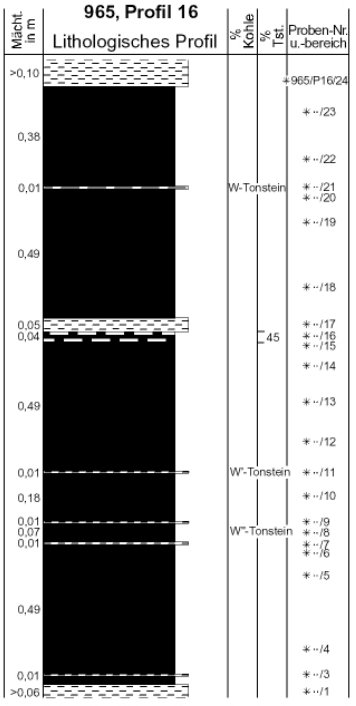
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
4. Revier, Abbau 745, Profil 12 (120m östlich Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, K. Rudolph, M. Menning
5.9.76



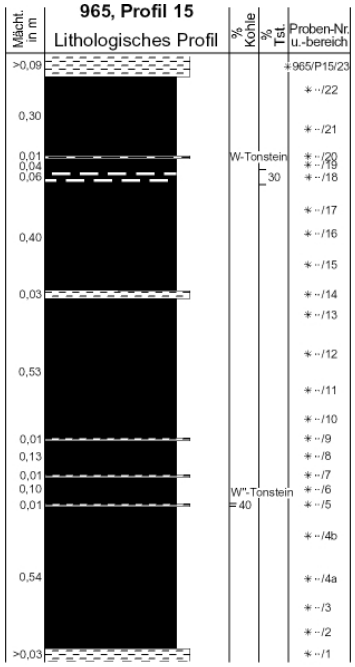
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
4. Revier, Abbau 745, Profil 13
(Fußstrecke =143m östlich Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Herfurth, 5.9.76



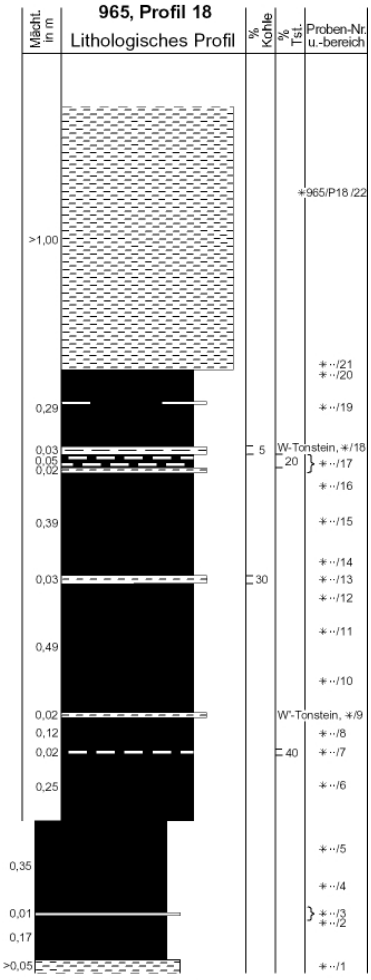
Flözprofil: Ellige Flöze, Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 965, Profil 14 (150m v. Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, K. Rudolph, 20.11.76



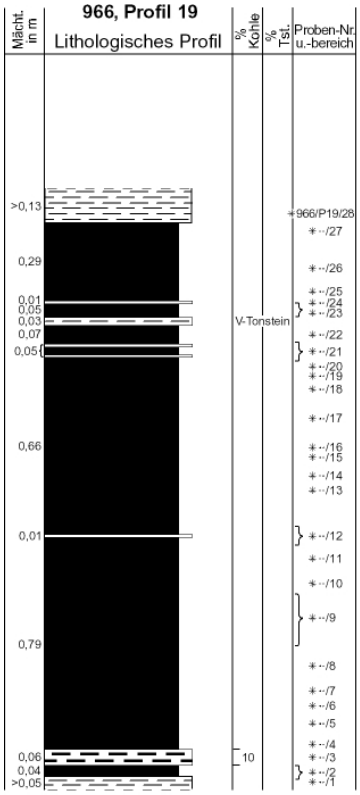
Flözprofil: Ellige Flöze, Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 965, Profil 16 (82m v. Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, K. Rudolph, 20./21.11.76



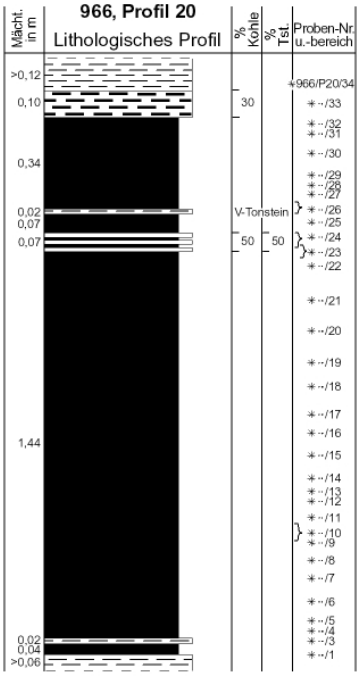
Flözprofil: Ellige Flöze, Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 965, Profil 15 (120m v. Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, K. Rudolph, 20./21.11.76



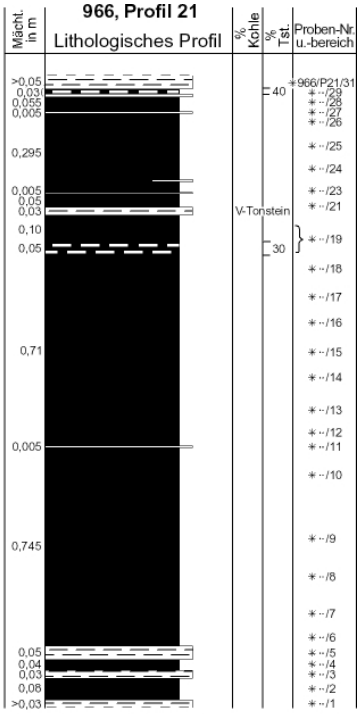
Flözprofil: Ellige Flöze, Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 965, Profil 18 (1m v. Kopfstrecke)
unterer Teil um ca. 5m nach Ost versetzt (östl. Kopfstr.)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, K. Rudoph 20./21.11.76



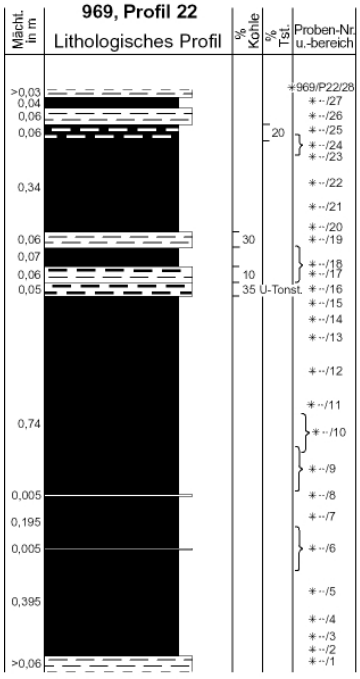
Flözprofil: Elliges Flöz Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 966, Profil 19 (= 15m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, E. Koch, H. Herfurth,
15.1.77



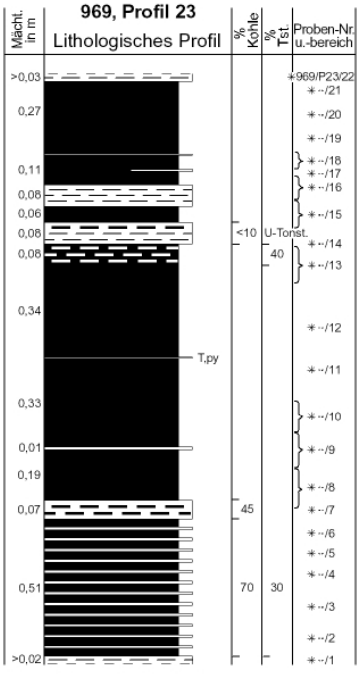
Flözprofil: Elliges Flöz Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 966, Profil 20 (= 50m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, E. Koch, H. Herfurth,
15.1.77



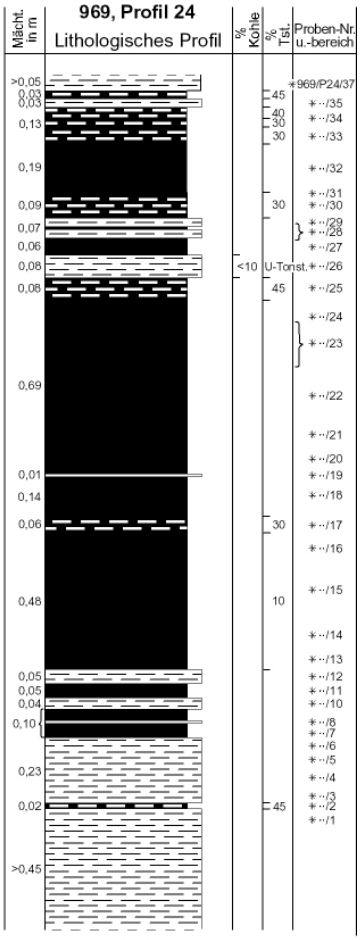
Flözprofil: Elliges Flöz Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 966, Profil 21 (95m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, 15.1.77



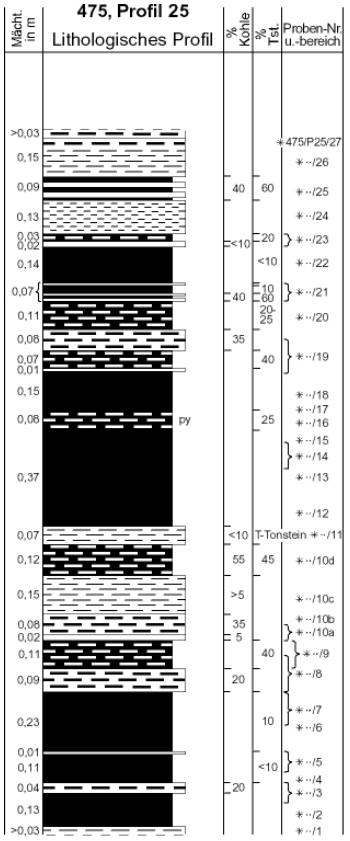
Flözprofil: Elliges Flöz Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 969, Profil 22 (3m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, E. Koch, H. Herfurth, W. Alexowsky
16.1.77



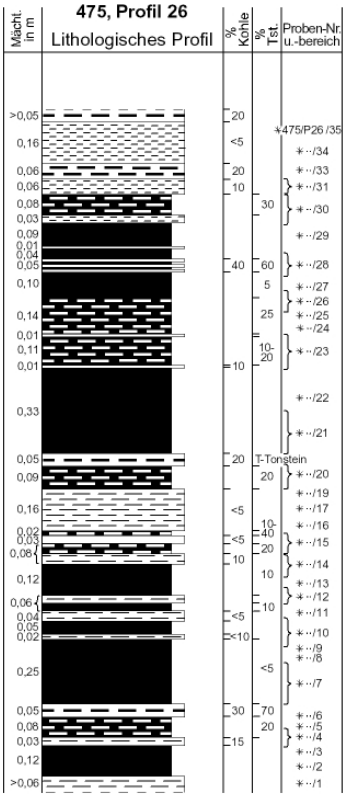
Flözprofil: Elliges Flöz Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 969, Profil 23 (40m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, E. Koch, H. Herfurth, W. Alexowsky
16.1.77



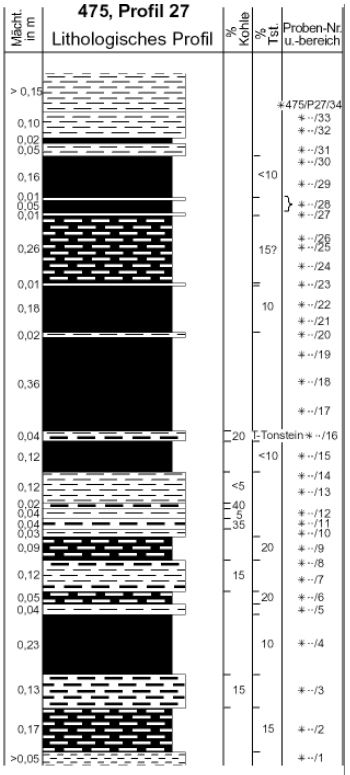
Flözprofil: Elliges Flöz Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 969, Profil 24 (Fußstrecke = 80m)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, M. Plobner, 16.1.77



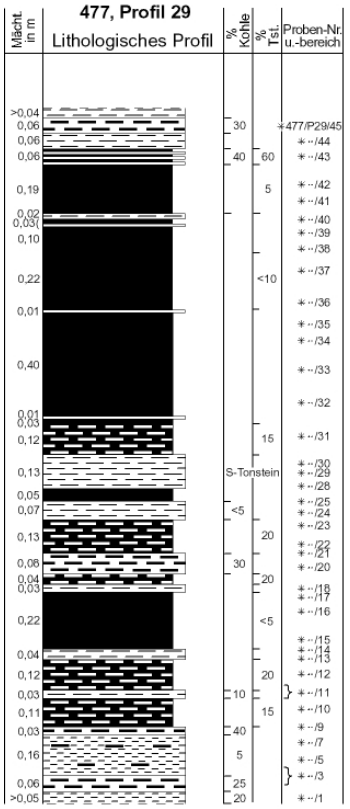
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 475, Profil 25 (an der Kopfstrecke=0m)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, E. Koch, W. Stackebrandt, B. Rugenstein,
K. Rudolph, 5.3.77



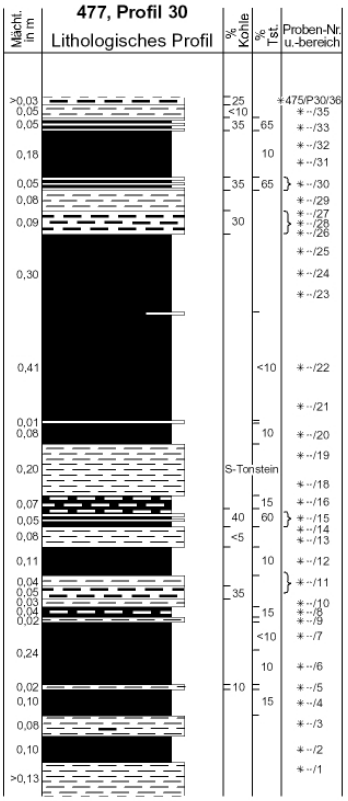
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 475, Profil 26 (=40m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier,
K. Hoth, E. Koch, W. Stackebrandt, B. Rugenstein,
K. Rudolph, 5.3.77



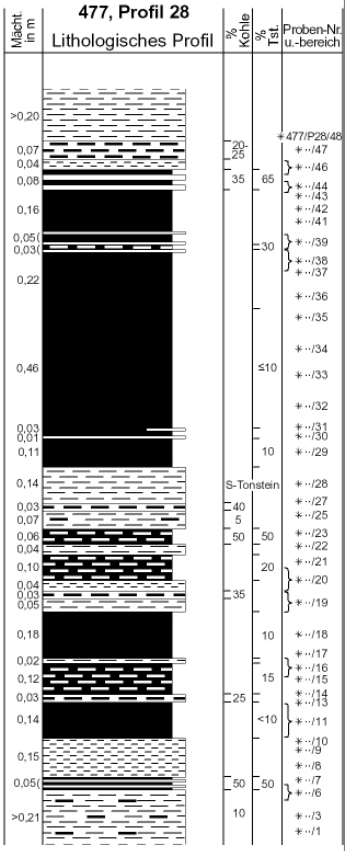
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 475, Profil 27 (84m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, W. Stackebrandt, H. Herfurth, 5.3.77



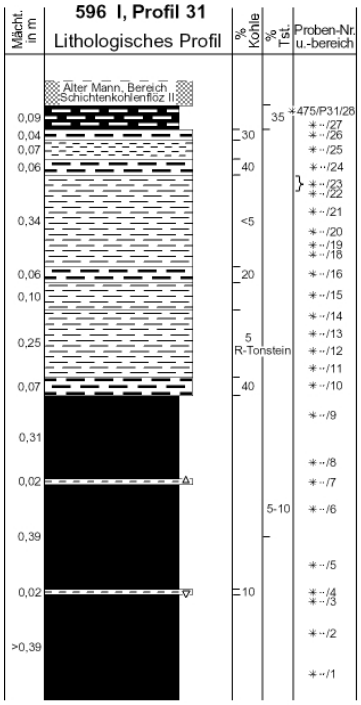
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 477, Profil 29 (=80m NE Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, E. Koch, W. Stackebrandt, B. Rugenstein,
K. Rudolph, 6.3.77



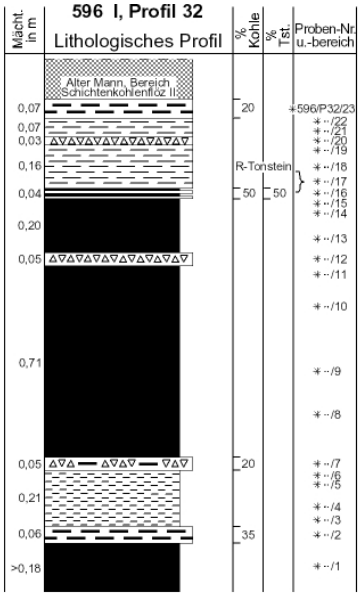
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 477, Profil 30 (=141m ENE von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, W. Stackebrandt, H. Herfurth, 6.3.77



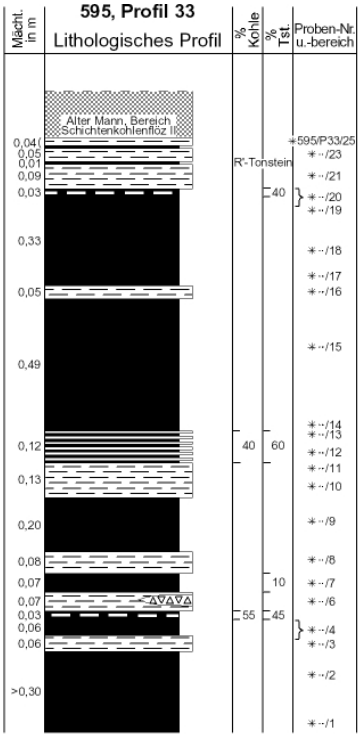
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 477, Profil 28 (=20m NE Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, E. Koch, W. Stackebrandt, B. Rugenstein,
K. Rudolph, 6.3.77



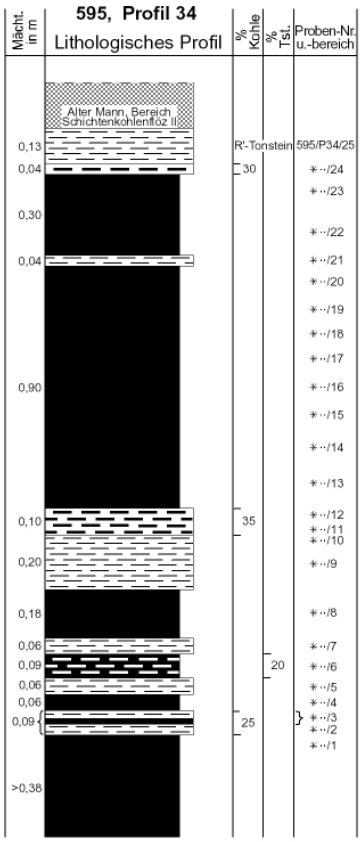
Flözprofil: Ruß I Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
9. Revier, Abbau 596 I, Profil 31 (= 64m WSW 496-Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, H. Fröhlich, H. Herfurth, M. Plobner, 14.5.77



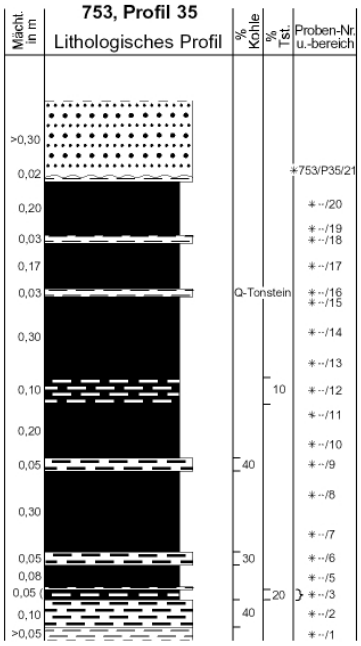
Flözprofil: Ruß I Oberbank, mit ob. Teil Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
9. Revier, Abbau 596 I, Profil 32 (= 17m WSW 496-Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, H. Fröhlich, H. Herfurth, M. Plobner, 14.5.77



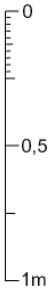
Flözprofil: Ruß I Oberbank, mit oberen Teil Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
9. Revier, Abbau 595, Profil 33 (= 97m SSE 495-Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Fröhlich, M. Plobner, H. Herfurth
15.5.77

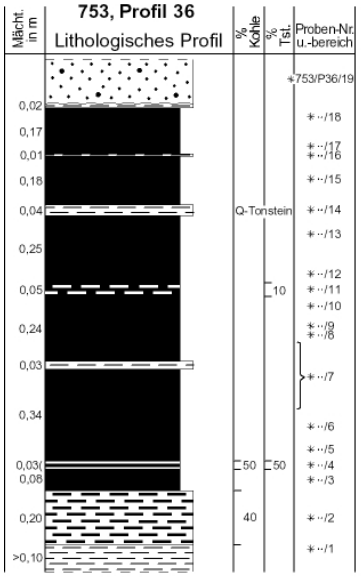


Flözprofil: Ruß I Oberbank mit oberen Teil Unterbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
9. Revier, Abbau 595 , Profil 34 (= 35m SSE 495-Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, M. Plobner, H. Herfurth, H. Fröhlich
15.5.77

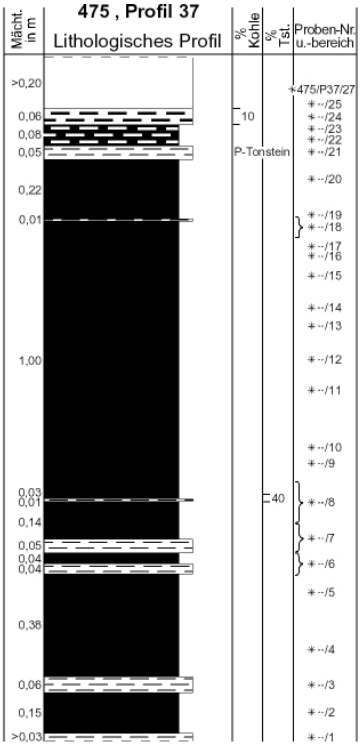


Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 753, Profil 35 (=70m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, 10.9.77

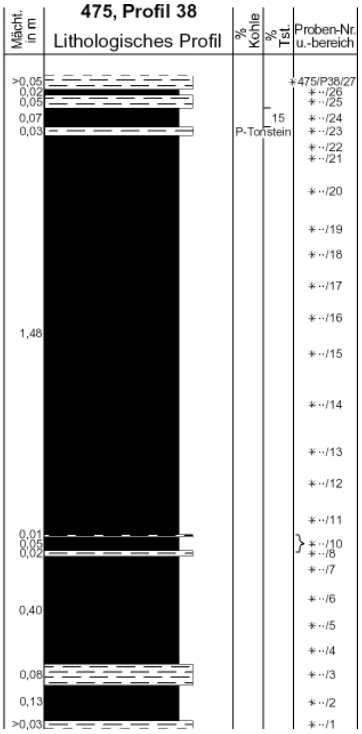




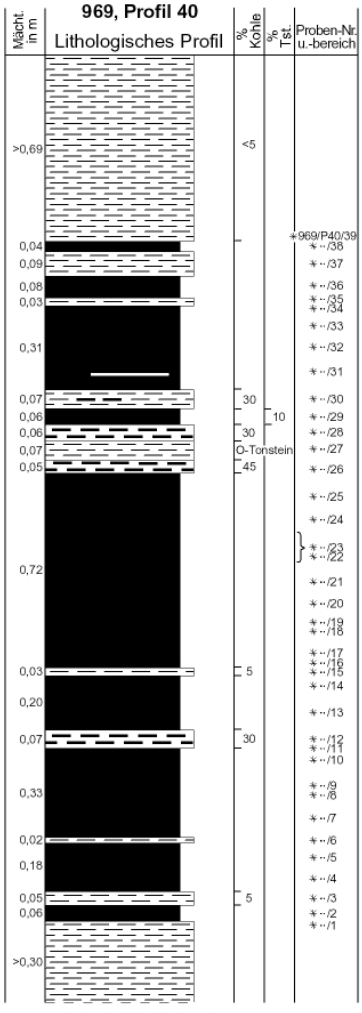
Flözprofil: Rußkohlenflöz III
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 753, Profil 36 (=20m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Herfurth,10.9.77



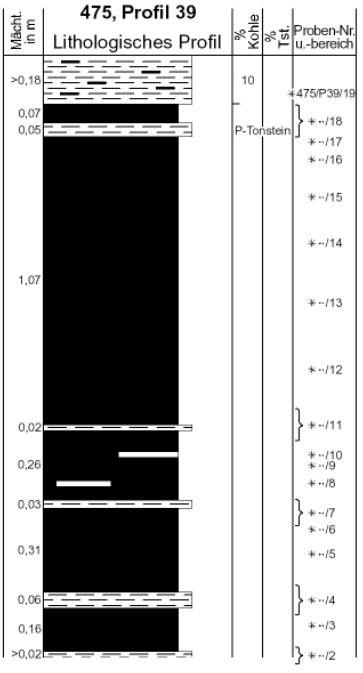
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 475/1, Profil 37 (7m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, E. Koch, H. Döring, H. Herfurth,10.9.77



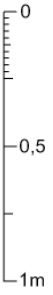
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 475/1, Profil 38 (38m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, E. Koch, H.-J. Paech, 26.11.77



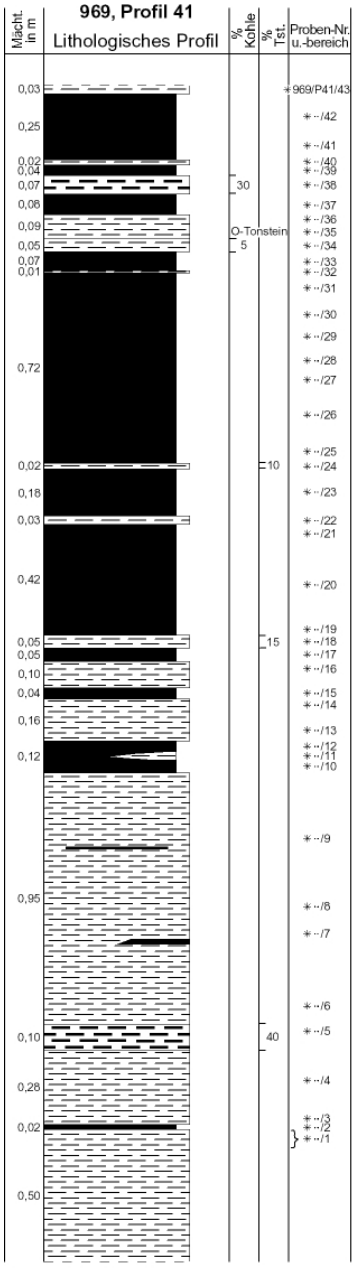
Flözprofil: Ellige Flöze Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 969, Profil 40 (969 Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, H. Döring, E. Koch, M. Plobner, 27.11.77



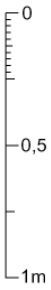
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 475/1, Profil 39 (84m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, 26.11.77

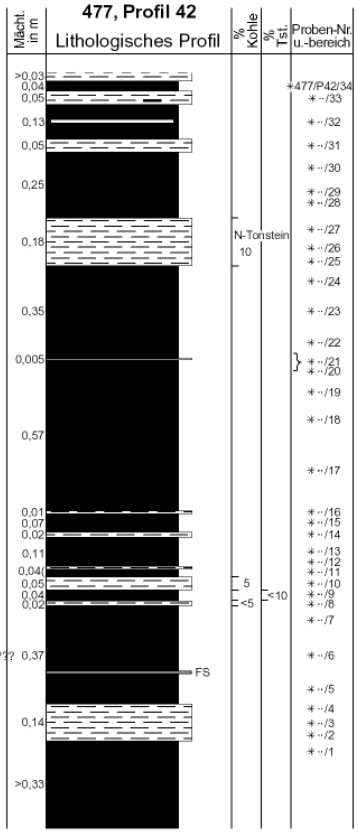


Tafel 3-10

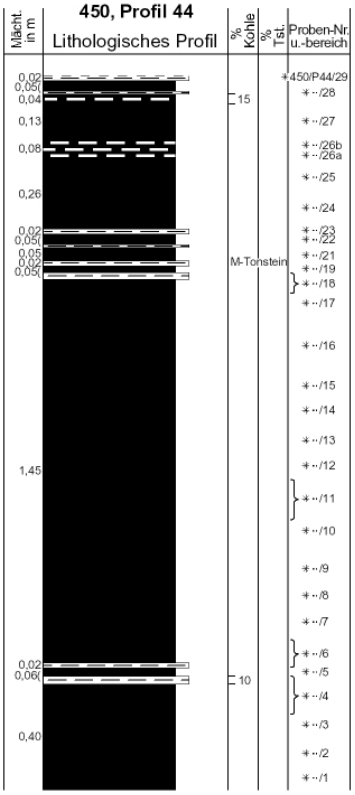


Flözprofil: Ellige Flöze Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
6. Revier, Abbau 969, Profil 41 (54m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
E. Kahlert, K. Hoth, E. Koch, H.-J. Paech, 27.11.77

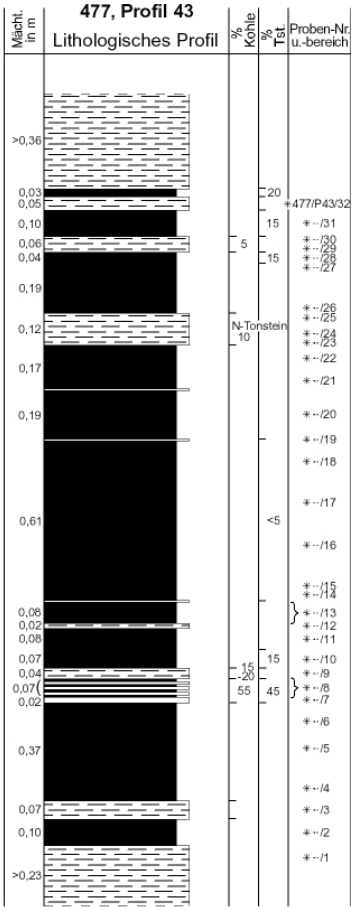




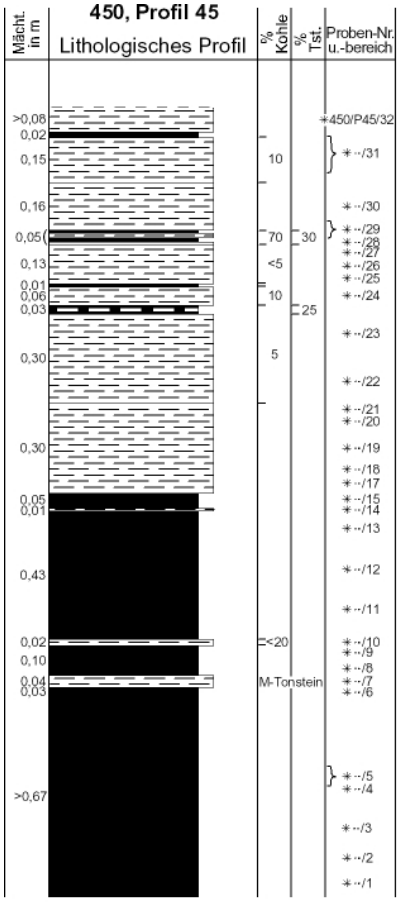
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 477, Profil 42 (12m von Kopfstrecke)
(486 Untersuchungsstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H. Döring, K. Hoth, E. Koch, J. Schneider, 4.3.78



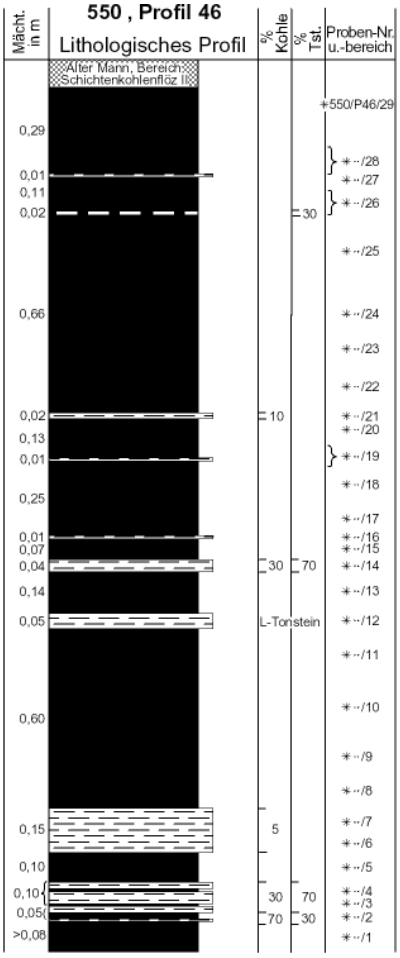
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 450, Profil 44 (48m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H. Döring, K. Hoth, E. Koch, J. Schneider 5.3.78



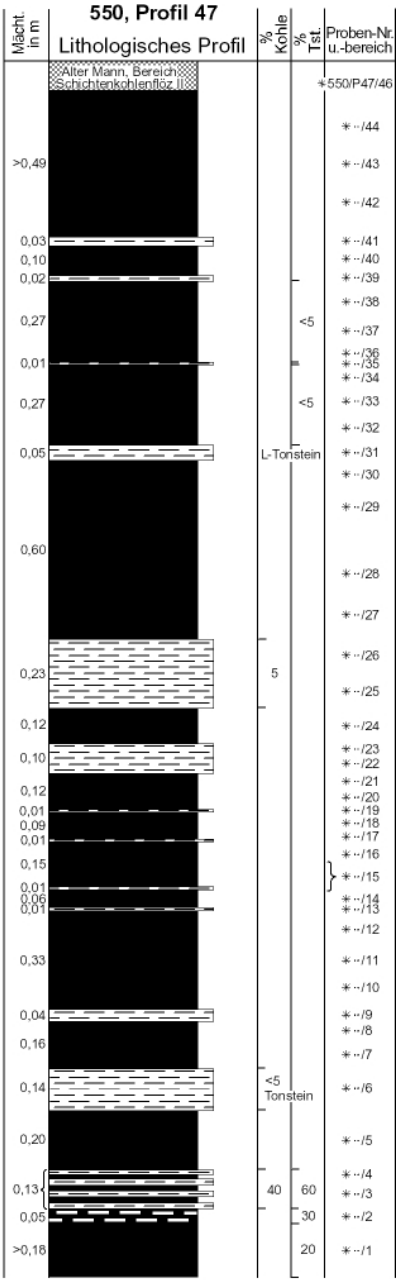
Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
7. Revier, Abbau 471, Profil 43 (67m von Kopfstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
K. Hoth, E. Koch, K. Rudolph, J. Schneider, 4.3.78



Flözprofil: Schichtenkohlenflöz II
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 450, Profil 45 (15m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H. Döring, K. Hoth, E. Koch, M. Plobner, 5.3.78



Flözprofil: Ruß I Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 550, Profil 46 (51m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H. Döring, K. Hoth, 17.6.78



Flözprofil: Ruß I Oberbank
Lokalität: Martin-Hoop-Werk Zwickau,
5. Revier, Abbau 550, Profil 47 (20m von Fußstrecke)
Arbeitsgemeinschaft Zwickauer Revier
H.-J. Paech, H. Döring, K. Hoth, 17.6.78

Kartographie: G. Eilers

Tafel 3-12

Bergbaumonographie, Band 15

Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau

Anhang

Tafeln 4-1 bis 4-11

(Makroflora, zu Teilkapitel 4.1)

Erläuterungen zu den Tafeln 4-1 bis 4-11 und zur Herkunft der in den nachfolgenden Tafeln und in den Textabbildungen (Kap. 4.1) dargestellten Fundstücke:

Alle Aufnahmen unretouschiert; soweit nicht anders vermerkt, alle Aufnahmen unter Immersion mit polarisiertem Licht. MfN = Museum für Naturkunde zu Berlin; MfNCh = Museum für Naturkunde Chemnitz; StMZ = Städtisches Museum Zwickau; BMO = Bergbaumuseum Oelsnitz; SSLfULG = Sammlung Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Freiberg; SNHSD = Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden; SBAKF = Sammlung der Bergakademie Freiberg.

Tafel 4-1

1 *Annularia aculeata*, 1:1, Pluto und Merkur/Gersdorf (MfNCh: F 1163)

2 wie 1., Einzelblättchen, 8:1

3 *Sphenophyllum angustifolium,* 1:1, Lugau (MfNCh: o. Nr.)

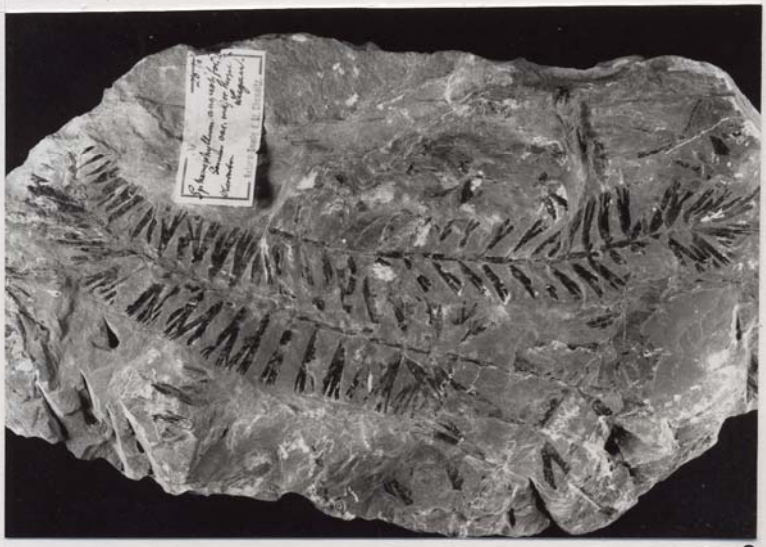
4 wie 3., Einzelblättchen, 3:1

5 *Sphenophyllum majus*, 1:1, Brg. Mülsengrund 15, 929,6 m (MfN: 2003/1402)

6 *Annularia spinulosa* (= *stellata*), 1:1, Carl-Schacht/Lugau (SNHSD: o. Nr.)

1

2



3

4

5

6

Tafel 4-2

1 *Pecopteris folchwillerensis*, 1:1, Ebert-Schacht IV, Zwickau (SSLfUG: RS 14178)

2 wie 1., Fiederchen mit deutlicher Aderung und leicht gewellten Rändern, 5:1

3 *Pecopteris bredovii*, 1:1, Ida-Schacht, Oelsnitz (MfNCh: F 1179)

4 wie 3., Fiederchen mit deutlicher Aderung, Adern in randlichen Ausbuchtungen endend, 5:1

5 *Pecopteris vestita* (pars), 1:1, 3 1/2ellige Flöze, Bockwa, (StMZ: 560)

6 wie 5., Fiederchen mit kräftiger Aderung, 3:1

1

2

3

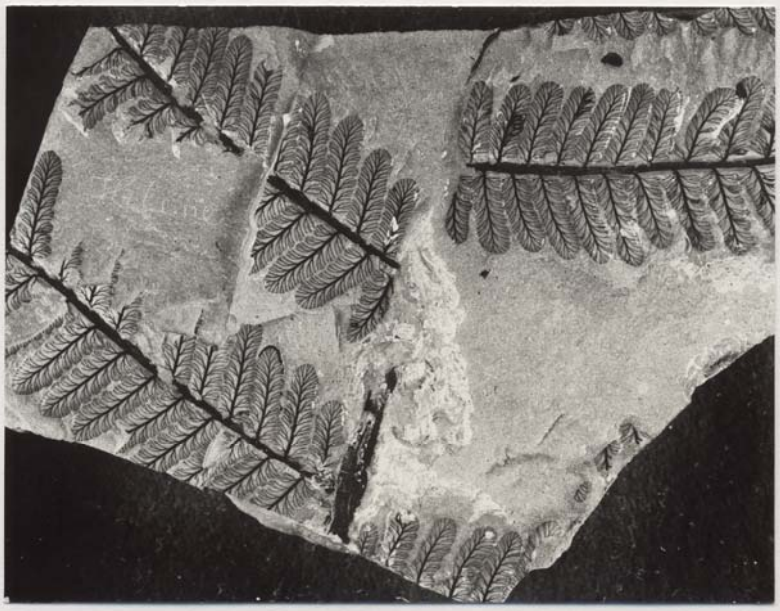
4

5

6

Tafel 4-3

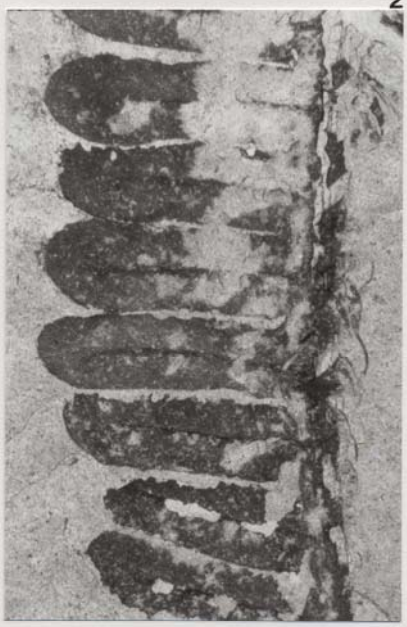
1 *Pecopteris lamuriana*, 1:1, Vertrauens/Hauptflöz, Ida und Helene/Oelsnitz (MfNCh: F 807)
2 wie 1., schräg an der Achse stehende Fiederchen mit z. T. viermal gegabelten Seitenadern, 5:1
3 *Pecopteris saraefolia*, 1:1, Oberflöz, Vereinigtfeld/Bockwa-Hohndorf (MfNCh: F 757)
4 wie 3., Fiederachse mit großen Emergenzen und fast rechtwinklig ansitzenden Fiederchen, 3:1
5 wie 3., Fiederchen mit teilweise deutlicher Aderung, 5:1
6 wie 3., aphleboide Bildungen an der Wedelachse, 5:1



1

2

3



4

5

6

Tafel 4-4

1 *Pecopteris longiphylla,* 1:1*,* Obere Flöze, Oberhohndorf (MfNCh: F 830)

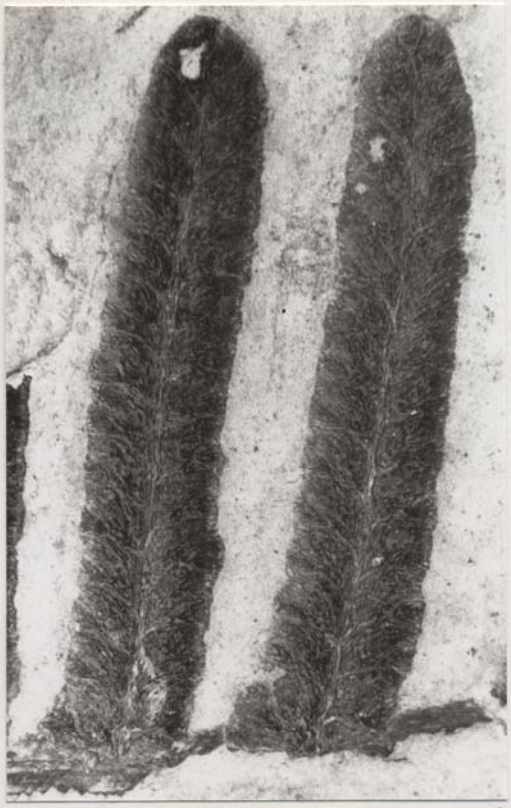
2 wie 1., Fiederchen mit typisch sklerotisierten Zellen auf der Oberseite, Aderung nur angedeutet, 8:1

3 *Pecopteris koenigii,* 1:1, Segen-Gottes-Flöz, Segen Gottes-Schacht/Zwickau (MfNCh: F 827)

4 *Pecopteris densifolia*, 1:1, Brg. Mülsengrund 7, 798,0 m (SSLfUG: RS 293)

5 wie 4., Fiederchen mit deutlicher Aderung, 10:1

1



2

3

4

5

Tafel 4-5

1 *Pecopteris pectinata*, 1:1, Planitz,(SNHSD: o. Nr.)

2 wie 1., Fiederchen mit sehr breiter Mittelader und starren Seitenadern, 3:1

3 *Pecopteris rotundifolia*, 1:1, Ida und Helene/Oelsnitz (MfNCh: F 814)

4 wie 3., Fiederchen mit deutlicher Aderung, Seitenadern am Fiederchenrand verdickt (Pfeile), 5:1

5 *Pecopteris* cf. *obliquenervis,* 2:1, Brg. Mülsengrund 6, 927,9 m (MfN: 2003/1400)

6 *Pecopteris* aff. *?ambigua*, 2:1, Zwickau, (MfNCh: F 2800)

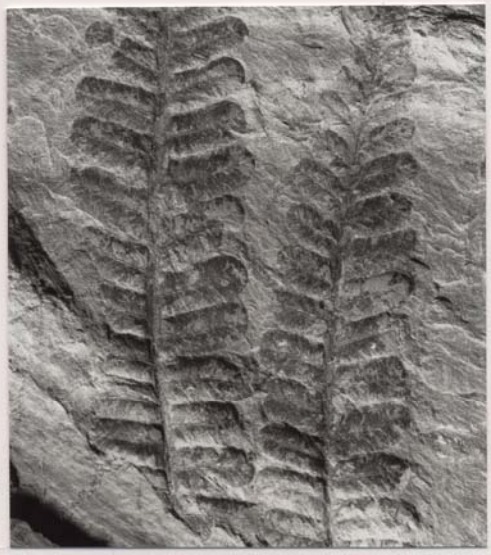
7 wie 6., Einzelfiederchen mit sehr zarter Aderung, 5:1

1

2

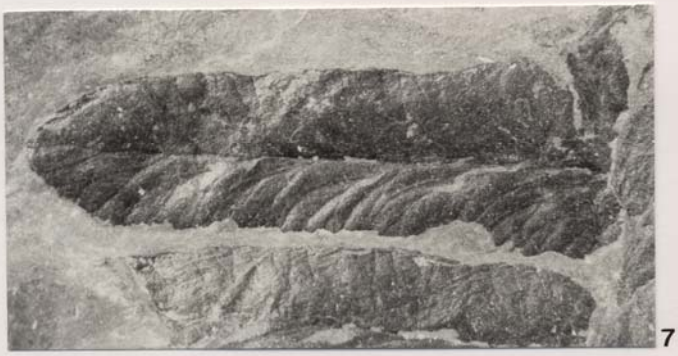
3

4



5

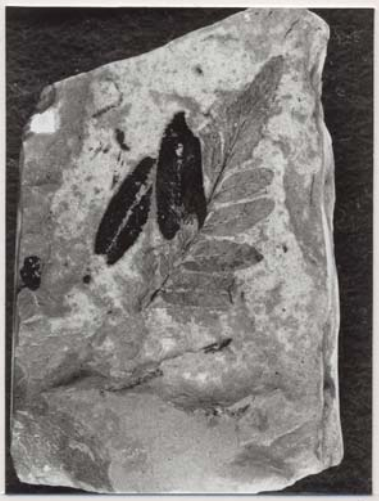
6



7

Tafel 4-6

1 *Neuropteris tenuifolia*, 1:1, Oberhohndorf (Original zu GEINITZ 1855, Taf. 27, Fig. 3) (SNHSD: o. Nr.)
2 *Neuropteris tenuifolia*, 3:1, Zwickau (MfNCh: F 12814)
3 *Neuropteris tenuifolia*, 5:1, Zwickau (SNHSD: o. Nr.)
4 *Poacordaites* sp., 1:1, Brg. Alberthöhe am Sauteich, 1018,9 m (SSLfUG: B 1027)
5 wie 4., Nervatur mit abwechselnd kräftigeren und feineren „Adern“, 5:1
6 *Cordaitanthus* sp., 2:1, Zwickau (MfNCh: F 2924)
7 *Pecopteris* cf. *obliquenervis*, 1:1, Brg. Mülsengrund 6, 927,9 m (MfN: 2003/1400)
8 wie 7., Spitzenbereich einer Fieder mit Aderung, 5:1
9 wie 7., Sternhaare auf der tragenden Achse, 10:1



1

2

3

4

6

5

7

8

9

Tafel 4-7

1 *Linopteris neuropteroides*, Holotyp (Original zu GEINITZ 1855, Taf. 28, Fig. 6), 2:1, Bürgerschacht/Zwickau (SNHSD: o. Nr.)
2 *Linopteris neuropteroides*, 2:1, Zwickau (SNHSD: o. Nr.)
3 *Linopteris brongniartii* (Original zu GEINITZ 1855, Taf. 28, Fig. 4), 2:1, Oberhohndorf (SNHSD: o. Nr.)
4 *Linopteris weigelii*, Holotyp (Original zu STERZEL 1881 o. Abb., DABER 1955 Taf. 19, Fig. 3), 1:1, Grundflöz, Gottes-Segen-Schacht/Lugau (MfNCh: o. Nr.)
5 wie 2, Maschen von schmal oblanzettlichem Umriss, 5:1
6 wie 3, Maschen von elliptisch ovalem Umriss, 5:1
7 *Linopteris weigelii* (Original zu DABER 1960, Taf. 4, Abb. 2), Maschen von linealischem Umriss, 5:1, Brg. Mülsengrund 6, 1007,0 m (MfN: 2003/1403)
8 *Linopteris* cf. *neuropteroides* ("Mischtyp"), 5:1, Brg. Mülsengrund 14, 1040 m (MfN: 2003/1404)

1

2

3

4

5

6

7

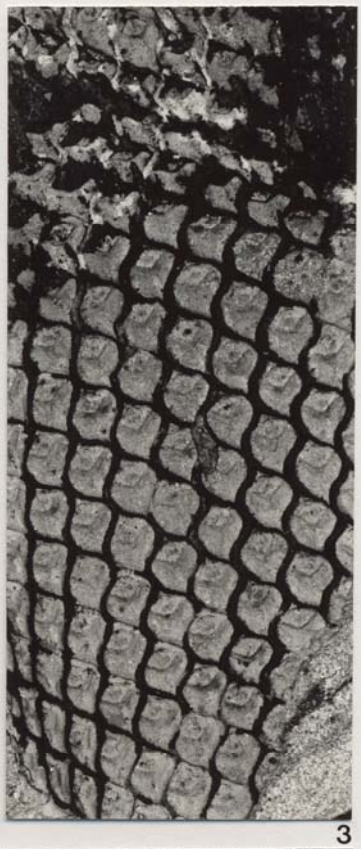
8

Tafel 4-8

1 *Sigillariostrobus ciliatus*, 1:1, Gühnes Maschinenschacht/Niederwürschnitz (SNHSD: o. Nr.)
2 *Sigillaria tesselata*, 1:1, Flöz Segen Gottes/ Zwickau **und?** Segen-Gottes-Schacht/Lugau (MfNCh : F 3965)
3 *Lepidodendron obovatum*, 1,5:1, Friedensschacht/Oelsnitz (SSLfUG: RS 13780)
4 *Lepidodendron subdichotomum*, Pfeile weisen auf Ligulargruben, 3:1, Otto-Schacht/Niederwürschnitz (MfNCh: F 3929)
5 *Lepidodendron subdichotomum*, mit Blattnarben und Rindenerhaltung, 1:1, Planitzer Flöz, Alexanderschacht/Zwickau (StMZ: o. Nr.)
6 wie 1., Zapfenschuppe mit seitlich ansitzenden Emergenzen, 10:1

1

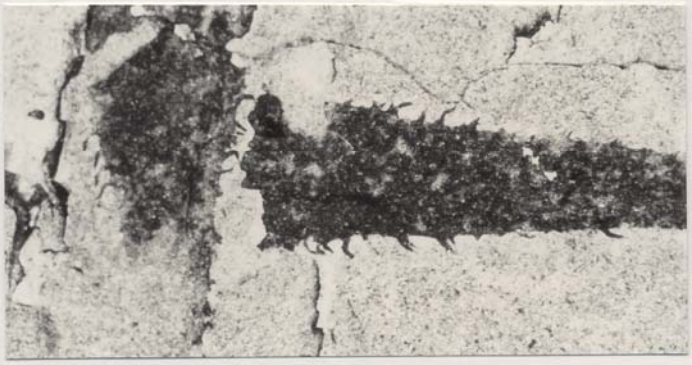
2



3

4

5

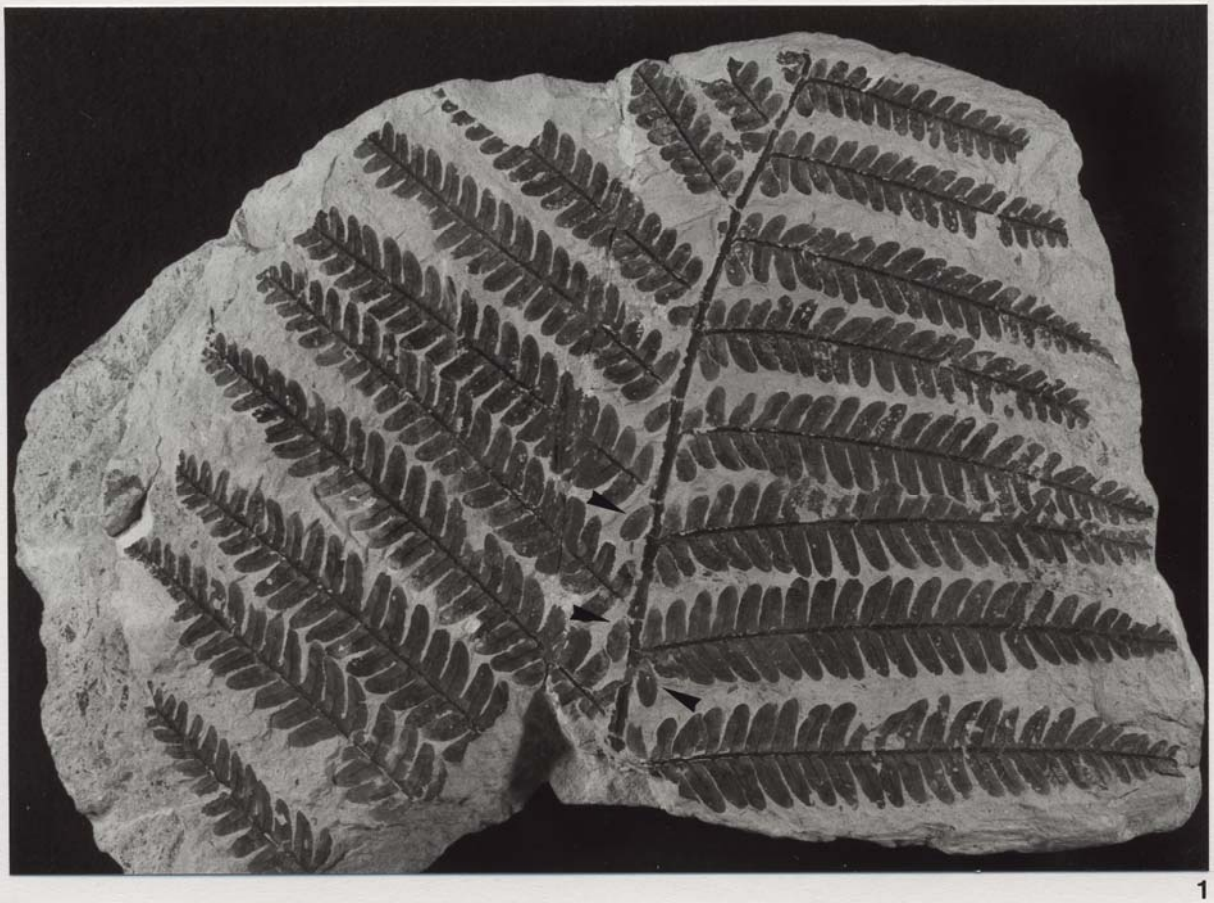


6

Tafel 4-9

1 *Praecallipteridium* (*Alethopteris*) *subdavreuxii*, 1:2, Oberhohndorf (Original zu DABER 1955, T. 21, Fig. 1) (SBAKF: 6050/97)

2 *Praecallipteridium* (*Alethopteris*) *subdavreuxii*, 3:1, ?Zwickau, (Original zu WENDEL 1968, Taf. 21, Fig. 4) (MfN: 2003/1401)

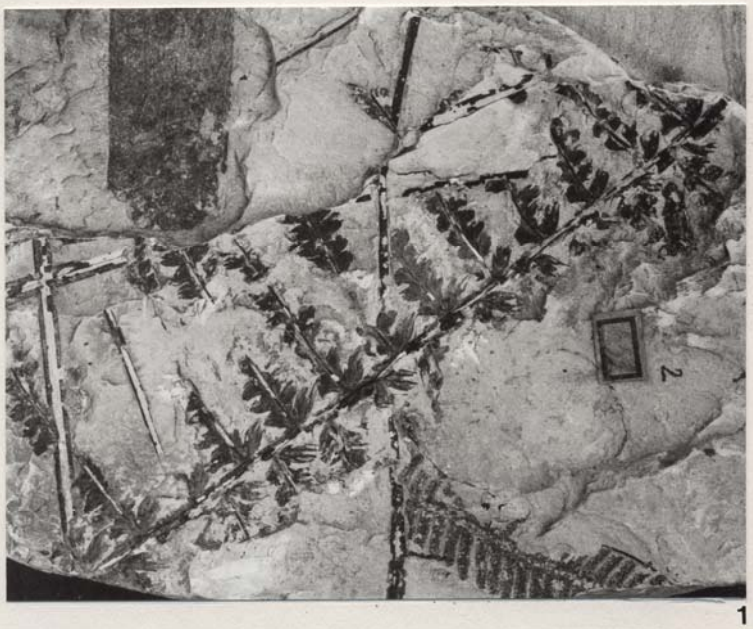


1

2

Tafel 4-10

1 *Alloiopteris* (*Saccopteris*) *robusta*, 1:1, Zwickau (Original zu DABER 1955, T. 5, Fig. 2) (StMZ: 652)
2 wie 1., aphleboide Blättchen im basalen Fiederbereich, 5:1
3 *Alloiopteris grypophylla*, 1:1, Zwickau (BMO: o. Nr.)
4 *Alloiopteris grypophylla*, Fiederchen mit stark abgebauter Blattspreite, 10:1, Zwickau, (Original zu DABER 1955, T. 25, Fig. 3) (SSLfUG: RS 14184)
5 wie 4., Fiederchen mit erhaltener Blattspreite, 10:1
6 *Sphenopteris sp.* (*cf. footneri*), Zwickau, 1:1 (StMZ: 250)
7 wie 6., Fiederchen mit Sklerenchymbändern in der Blattspreite (Pfeile), die die einzelnen Segmente markieren, 5:1



1

2

3

4

5

6

7

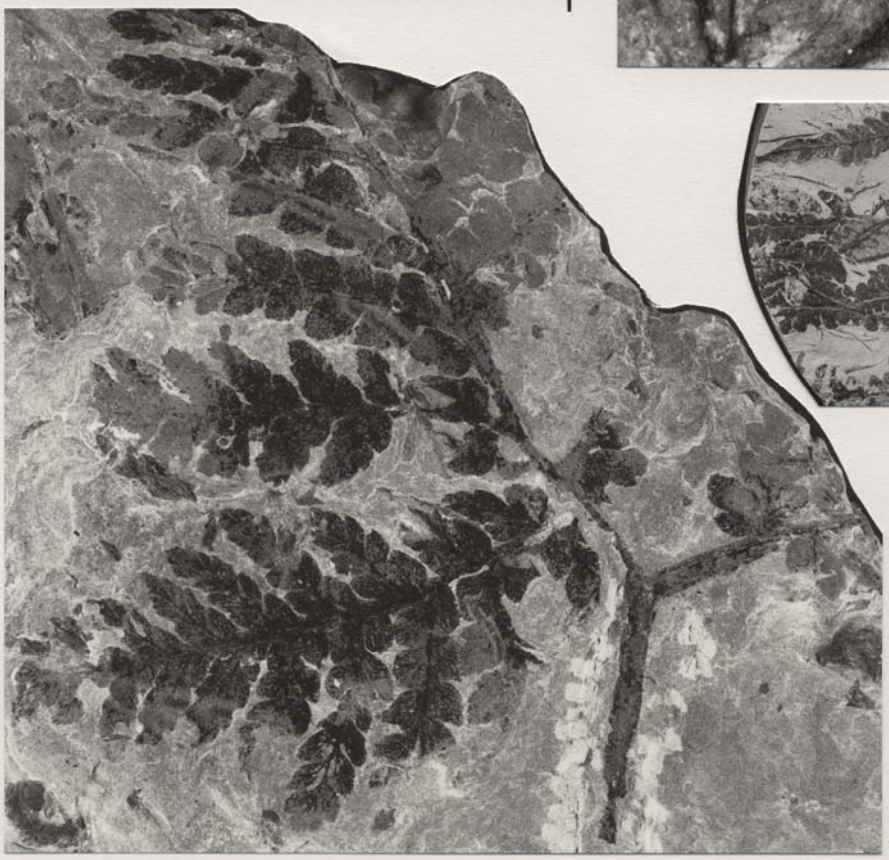
Tafel 4-11

1 *Mariopteris hirsuta*, 1:1, Zwickau (StMZ: 1376)
2 wie 1., Fieder mit Aderung, 5:1
3 wie 1., Fieder mit kräftiger "Behaarung" vornehmlich um die Hauptadern, 10:1
4 *Fortopteris (Mariopteris) latifolia*, 1:1, Halde Karl-Liebknecht-Schacht/Oelsnitz (MfN: 1980/131a)
5 *Pecopteris micromiltoni*, 1:1, Brg. Mülsengrund 6, 943,5 m (MfN: 2003/1398)
6 wie 5., Fiederchen mit Aderung, 5:1

1

2

3



4

5

6

Abteilung	Stufe	Teilstufe	Florenbereich	Sporen-Zonen Zwickau	Schichten	Korrel.einheiten	Lithologische Ausbildung: Graphische Darstellung	Lithologische Ausbildung: Verbale Kurzcharakteristik	Mächtigkeit in m	Fazielle Charakteristik des Sedimentationsgebietes	Fauna	Makroflora	Mikroflora	Magmatismus	Paläogeogr. tektonische Bemerkung
Rotliegendes	Autun														Erneute Absenkung und Sedimentation
															Fortdauer der Erosion.
	Stefan	CsA													Intensive Hebung (vor allem im Süden), bruchtektonische Bewegungen, Erosion
S	Stefan ?	CsA ?			Oberhohndorfer Schichten ▲ obere Flözgruppe DABERs	25	W (bzw. NW) – O (bzw. SO); P1; im Norden völlig erodiert; 3El	Überellen-Konglomerat	4…6	Wechsel von fluviatilen deltoiden Schüttungs-Körpern und Mooren	Bohrgänge von Insekten auf Sigillarien	Praecallipteridium subdavreuxii Neuropteris britannica Odontopteris reichiana Validopteris cf. integra u.a.	Microsporites radiatus Punktatosporites pygmaeus Punktatosporites rotundus Punktatosporites obliquus u.a.	kurzzeitige Tufferuption	Kurzzeitige rhythmische Hebungen vor allem im Bereich des nördlichen Beckenrahmens, bruchtektonik!
						24c	El,Oba	Elliges Flöz Oberbank (aschearm, und Ellen-Konglomerat	4…6 (max. 15; Flöz 1…3,5)						
						24a	El, Uba	Elliges Flöz Unterbank (aschearm Berge…10%) und Überscherben-Sandstein	5…7 (Flöz 1…2,5)						
						23		Scherbenkohlenflöz und Überlehe-Konglomerat	5…10 (max.…25; Flöz 0,4…3)						
						22	Sche	Lehekohlenflöz (z.T. 2…3 Flözbänke i.a. aschearm, Berge 20…40%)	0…2,5 (max. 5)						
						21		Lehestreifen							
						20	Le	Feinsandstein bis Mittelkonglomerat, z.T. mit Schieferschluff wechsel. (Überzachen-Sandstein)	5…15						
						19									
						18	Za I Za II	Zachkohlflöz I u. II (1…3 Flözbänke i.a. aschearm, Berge 20–50%)	3…6 (max. 15; Flöze 1…3)						
						17		Fein- bis (Mittel)sandstein, bereichsweise Schieferschluff, z.T. mit dolomitlagen (Unterzachen-Sandstein)	5…10 (max. 17)						
						16	Schi I	Schicht. kohl. flöz I (u.a. 3…4 Flözbänke, aschehaltig, Berge 20–40%)	5-10, max. 15; (Flöz 1-4)						
						15d									
						15b		Fein- bis Mittelsandstein, nach E Schieferschluff (Schichtensandstein)	5…20 (max. 35)						
						15a	SchiII								
						?		Schicht. Kohl. flöz II u. Rußkohl. flöz I bzw. Flözpaket (i.a. 2…4 Flözbänke, aschearm, Berge 25…45%)	5-12 (Flöze 1-4, Ruß I max. 10)						
						14e	Ru I								
						14c	Ru II	Rußkohlenflöz II und III oder Schieferschluff bzw. Rußsandstein	5…10 (max. 20; Flöze 2,3 … 2,4)						
						14b									
						14a	RuIII								
						13d		Feinsandstein, z.T. bis Konglomerat u. Schieferschluff, selten Schieferton; z.T. mit Kohlen- oder Dolomitlagen (u.a. Ruß-Liegendsandstein)	4…20						
						13c	TPl,ob.Abt	Tiefes Planitzer Flöz obere und mittl. Abteilg. oder Schieferschluff bis-ton; Planitz-Sandstein	5…12 (max. 30; Flöze 0,5–4 (0,6…3,6)						
						13b									
						13a	TPl,m.Abt	Fein- bis Grobsandstein, z.T. Konglomerat, z.T. Schieferschluff (Amandus-Sandstein)	5…18 (max. 32)						
						12b									
						12a	TPl,u.Abt	Amandusflöz (i.a. 2…3 Flözbänke, aschearm-aschehaltig, Berge…35%)	1,5…5 max. 7						
						11c		Fein-(bis Grob-)sandstein, z.T. Konglomerat; oder Schieferschluff z.T. sandig; z.T. Dolomitlagen (Unter-Amandus-Sandstein)	6…15						
						11b	Lu,ob.Abt	Ludwigflöz, obere Abt. (aschehaltig, Berge = 5…? 50%)	8…20 (max. 28…42, Flöz < 0,5…2)		Dicranophyllum sp. Linopteris weigeli Alloiopteris sternbergii u.a.	Wilsonites spp. Densosporites sp. AZ Torispora securis Torispora laevigata Westphalensisporites clarus Latensina trileta Punctatosporites granifer-P.granulatus-Gruppe Thymospora obscura T.thiessenii-Gruppe		
						11a		Ludwig-Sandstein z.T. Konglomerat; Schieferschluff							
						10	Lu	Ludwig Flöz (i.a. 2…3 Flözbänke, aschehaltig, Berge 15…45%)	2…4						
						9		Fein- bis Grobkonglomerat, z.T. zweigliedrig, örtlich durch Schieferschluff vertreten (Zwickauer Hauptkonglomerat)	<5…20 (max. 30–40)						
						8f		Schieferschluffe, z.T. -tone	5-18						
						8e	SG,ob.Abt	Flözhorizont Segen Gottes: örtl. 3 Flöze m. Schieferlonmitteln, sonst Schieferschluff u. Schieferton	10…max. 30 (Flöze 1,5…3)		Alloiopteris sternbergii Alloiopteris coralloides u.a.				
						8d									
						8c	SG,m.Abt	Fein- bis Mittelkgl., z.T.m. Schieferschluff wechselnd (Unter Segen Gottes-Konglomerat)	8…15						
						8b									
						8a	SG,u.Abt	Schieferton und Schieferschluff, z.T. wechsellagernd (Tiefes toniges Niveau)	7…20						
						7									
						6		Fein- bis Grobkonglomerate, z.T. mit Mittel- u. Grobsandsteinen wechselnd; als Zwischenmittel Schieferschluff, und Feinsandstein (Mülsenfelder Hauptkonglomerat)	5…15 (max. 30 !)						
						5	Unbenanntes Flöz								
						4b		Schieferton, schwarz	0-5 (max. 10)						
						4a		Schieferschluff, u. z.T. -ton, rotbraun bis bn/grau, untergeordnet Sandst. u. Kongl.	10…13						
						3 a-c		Feinkonglomerate, Fein- bis Mittelsandsteine, Schieferschluff	8…25						
								Basaltoid (Melaphyr) von Vielau – Reinsdorf	23…25 (max. mächt. 80)						
						2		Basaltoid-Tuff	19						
								Boghead-Schiefer	1…2						
						1		Schiefer, bunt bzw. Feinsandstein	<0,5…4						
						0		Phyllitschutt (Kümmelgebirge)	2…7						
								Schwellengliederung der Grundgebirgsoberfläche							
								Tonschiefer, Vulkanite Phyllite							

		? CwC - CwD ?	CwD	CwC / CwD-Grenze nach V. ICC 1963 Paris	Linopteris neuropteroides (Hauptverbreitung)	WZ 3.2	Oberhohndorfer Schichten ▲ obere Flözgruppe DABERs			Wechsel von fluviatilen deltoiden Schüttungs-Körpern und Mooren					Erneute Absenkung und Sedimentation
						WZ 3.1									Fortdauer der Erosion.
						WZ 2	Marienthal-Pöhlauer Schichten								Intensive Hebung (vor allem im Süden), bruchtektonische Bewegungen, Erosion
						WZ 1	Schedewitzer Schichten obere			Limnische Becken Molassebecken					Kurzzeitige rhythmische Hebungen vor allem im Bereich des nördlichen Beckenrahmens, bruchtektonik!
							Schedewitzer Schichten untere	Olivin-Basalt (Melaphyr) v. Cainsdorf							
		kaum untersucht													Verlangsamte Absenkung des Beckenbereiches. Nachlassen der grobklastischen Schüttungen. Maximum der Flözbildung. Bruchtektonischer Einfluß auf die Flözmächtigkeit
		Namur bis Westfal C													Nach Norden zunehmend rasche Absenkung. Klastische Schüttungen von NE und aus südlichen Richtungen. Anhalten der infrakarbonischen Bruchtektonik.
										Fluviatile deltoide Schüttungsfächer, örtlich mit Mooren				Am südlichen Beckenrand basischer Vulkanismus	
										Vulkanitströme und Pyroklastite			Florinites mediapudens Florinites ovalis		Infrakarbonische Bruchtektonik (u.a. Bildung von Eruptionsspalten), rasche kurzzeitige Hebung des südl. Beckenrahmens
		Oberdevon bis Frauenbach-Gruppe						D_3-fO)							Hochgebiet (Kaolinisierung des Untergrundes)

Legende

- Flöze (Kohlenmächtigkeit ≥ 0,4 m)
- Kohlelagen bzw.-streifen, selten Brandschiefer
- RuI, ZaI — Flözbezeichnungen
- Schieferton
- Schieferschluff
- Feinsandstein
- Mittel- und Grobsandstein
- Konglomerate
- Granulitgerölle
- Sedimentäre Brekzien (Kümmelgebirge)
- Basaltoid (Melaphyr)
- Basaltoid-Tuff
- Kaolin-Kohlentonstein (Tuff)
- Karbonatische Lagen
- Siderit- und Toneisensteinkonkretionen; kalzitischer Zement
- Diskordanz und Lücke
- Präsiles
- Reiche/arme Makroflora
- Einzelreste
- Linopteris brongniarti außerhalb der Hauptverbreitung
- Reiche/arme Sporengesellschaft
- Fischreste
- Saurierfährte
- Crustaceen, Arthropoden
- Insekten

Standardprofil des Zwickauer Oberkarbons

Maßstab ca. 1:1 000

Kenntnisstand: September 2004

Gesamtentwurf: K. Hoth 1983; Korrekturen und Ergänzungen 2003
Makroflora: E. Kahlert 1983/2004, St. Schultka 2004
Mikroflora: H. Döring 1983/2003
Fauna: J. Scheider 1983, E. Kahlert und St. Schultka 2004
Kartographie: I. Sykora 1983, G. Baumgart 2004

N

S

Westfal C?-D

Schedewitzer Schichten

unterer Sporenzone WZ 1

oberer Sporenzone WZ 2

Marienthal- Pöhlauer- Schichten WZ 3.1

Oberhohndf. Schichten WZ 3.1

Schnitt mit Profil 3

Rinne an der Perm-Unterfläche

Hauptkorrelationsniveau

Hauptkorrelationsniveau

Reinhold-Schacht Bockwa/1875
Rollriß, Staatsarchiv FG unter 112 (ohne Autor); R. SCHIRN 1996

Saferts Erben (Altgemeinde II/ 1875)
Rollriß Staatsarchiv FG unter 113 (ohne Autor) R. SCHIRN 1996

Bürgerschacht II/ 1872/75; 1894/95
W. HUNIG (1872/77 Rollriß 1:250)
Erl. GK 25; 2. Aufl. 1901
E. KAHLERT (Auszüge VVB Steink.)
R. SCHIRN 1996

Bürgerschacht I/ 1842-49
Rollrißkopie 1:1000 (ohne Autor)
Profil 1:25000 auf Bl. 111 (1900)
Erl. GK 25; 2. Aufl. 1901
E. KAHLERT (Auszüge VVB Steink.)
R. SCHIRN 1996

Vereinsglück 1839
R. SCHIRN 1996; Erl. GK 25, 2. Aufl.
1901; Bergschadenkundliche Analyse 1981
Übersichtsriß Ludwig und Segen-G. 1:5000

Glück Auf-Schacht/ 1855-60
Rollriß: Staatsarchiv FG unter 114 (ohne Autor); R. SCHIRN 1996

Bahnhofsschacht/1869/72- 1890
Erl Gk 25, 2. Aufl. 1901, MIETZSCH 1875, 1:10000
Fahrjournale WENZEL 1871/73; R. SCHIRN1996

Altgemeinde III/ 1937
Rollriß Kopie 1:1000
(ohne Autor); E. KAHLERT
(Auszüge VVB Steink.)

Aufschluss Cainsdorf/ Brücke
E. KOCH, H.-J. PAECH 1977

n. MIETZSCH (1877,S.10)
Neukohlenflöz

Überlehe- Sandstein

Überzachen- Sandstein

Zachen-Niveau

Schichten I-Niveau

Oberer Schichten-Sandstein

Unterer Schichten-Niveau der Rußflöze

Liegend-sandstein

Brückenpfeiler Sandstein

Treppe

Ruß-sandstein

Planitz-Liegend-Sandstein

Amandus-Sandstein

Unter- Amandus-Sandstein

Ludwig-Sandstein

Zwickauer Haupt-Konglomerat

Gottes- Kgl.

Unter- Segen-stein

tiefes toniges Niveau

Ludwig-Ausläufer

Zwickauer Hauptkgl.

Äquivalent Unter-vio,rbn Segen- Gottes- oder Mülsenfelder Hauptkgl.?

Mächtigkeit im Profil rd. 60 m

ca. 230 m

ca. 420 m

ca. 320 m

ca. 800 m

ca. 630 m

ca. 370 m

ca. 550 m

ca. 500 m

Störung schematisch, Verwerfungsbetrag unbekannt

Störungen schematisch Verwerfungsbeträge unbekannt

n. Grubenriss

n. Erl.GK 25, S. 80
75m NW Vereins-Glück-Schacht

schematisch!

1892: nach Geschäfts-bericht Förderung von Eisenstein (▵▽▵▽)

Profil GEINITZ weicht ab

n. SIEGERT (1901,S.23)
rot und grünlich nahe der Liegendgrenze

E.T. 603,8 m (1894)

E.T. 598,9 m (1890?)

E.T. 406m (auch 404,7m)

E.T. 286,8 m (auch 290,8 m)

E.T. 282 m

E.T. 1884

E.T. 230 m (auch 238)

E.T. 173, 8 m (auch 180,6)

E.T. 97,6 m

0

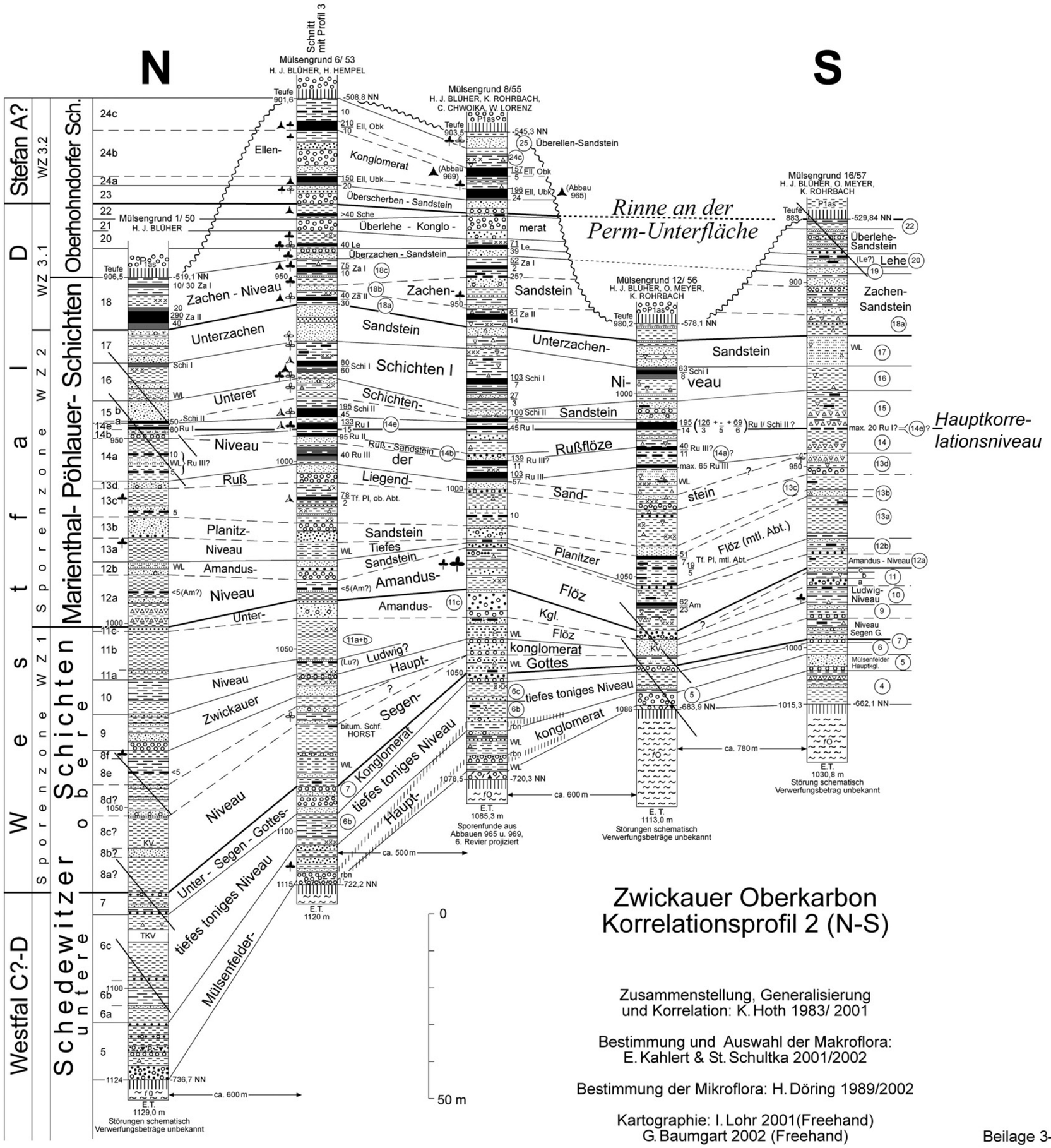
50 m

Zwickauer Oberkarbon
Korrelationsprofil 1 (N-S)

Zusammenstellung, Generalisierung
und Korrelation: K. Hoth 1983/ 2001

Bestimmung und Auswahl der Makroflora:
E. Kahlert & St. Schultka 2001/2002

Kartographie: I. Lohr 2001(Freehand)
G. Baumgart 2002 (Freehand)



Zwickauer Oberkarbon
Korrelationsprofil 2 (N-S)

Zusammenstellung, Generalisierung
und Korrelation: K. Hoth 1983/ 2001

Bestimmung und Auswahl der Makroflora:
E. Kahlert & St. Schultka 2001/2002

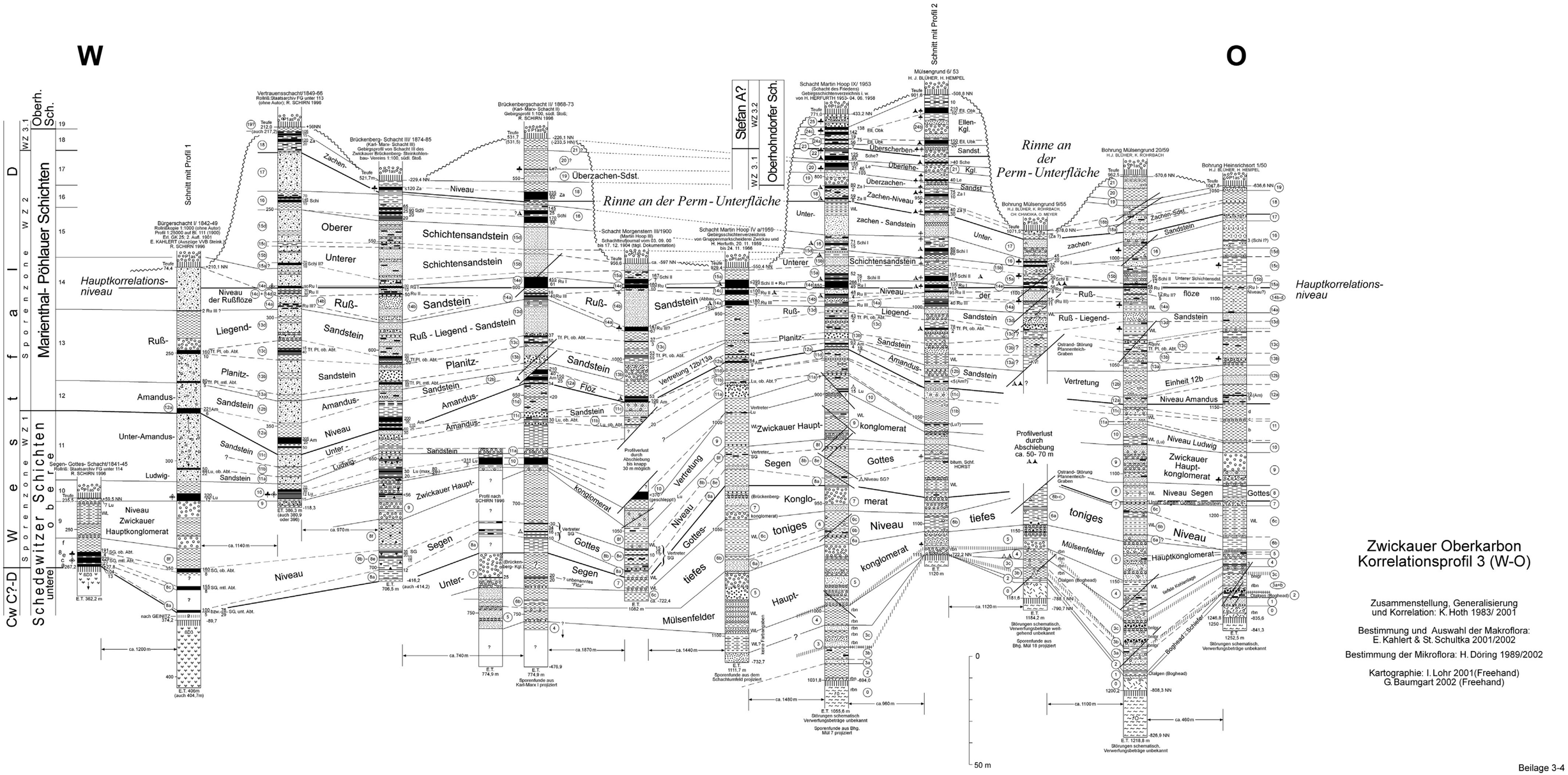
Bestimmung der Mikroflora: H. Döring 1989/2002

Kartographie: I. Lohr 2001(Freehand)
G. Baumgart 2002 (Freehand)

Beilage 3-3

Legende zu den Korrelationsprofilen 1 - 3

- 290 / 40 Kohlenflöz 290 cm Kohle, 40 cm Berge
- 35 Kohlenlage, z.T. mit Mächtigkeit in cm
- 20 Wechsellagerung Kohle/ Schieferton, z.T. mit Mächtigkeit in cm
- Kohlestreifen, Schmitzen, Brandschiefer etc.
- Ru, Za Flözbezeichnungen
- Wurzelböden (Auswahl; oft nicht dokumentiert)
- Schieferton, dunkelgrau oder grau, rein (Tonstein)
- Schieferschluff, grau bis hellgrau, ± feinsandig (Siltstein) oder ungegliedert (im Perm Schieferletten)
- Sandstein, ungegliedert oder fein- bis mittelkörnig
- Feinsandstein
- Mittelsandstein
- Grobsandstein
- Konglomerat
- Phyllitschutt ("Kümmelgebirge")
- Siderit, Sphärosiderit
- Sideritischer Toneisenstein (Geoden-Lagen)
- Kohleneisenstein-, ? Dolomit- Bänke
- Kalksteinlagen, Kalkführung
- WL Wechsellagerung
- Pflanzengruppen mit stratigraphischer Reichweite: Namur-Westfal; stefanische Vorläufer; Stefan
- Sporengesellschaft mit stratigraphischer Reichweite: WZ1= tiefes CwD, WZ2= mittl.CwD, WZ3 bzw. 3.1= hohes CwD, WZ3.2= höchstes CwD- ? CsA
- rbn, bnlgr Farbangaben: rotbraun, bräunlichgrau, usw.
- Begrenzung der "Rotfazies"
- KV; TKV Kernverlust; totaler Kernverlust
- (10) Korrelationseinheit
- Regionale Lücke
- Phyllit, i.w. Ordovizium
- Tonschiefer, i.w. Devon (Oberdevon)
- Diabas, i.w. Devon (Oberdevon)


W
O
Schnitt mit Profil 1
Schnitt mit Profil 2
Cw C?-D
Schedewitzer Schichten
unterer
oberer
Sporenzone WZ 1
Westfal D
Sporenzone WZ 2
Sporenzone WZ 3.1
Marienthal- Pöhlauer Schichten
Obern. Sch.
Stefan A?
WZ 3.2
WZ 3.1
Oberhohndorfer Sch.
Hauptkorrelations-niveau
Rinne an der Perm - Unterfläche
Zwickauer Oberkarbon
Korrelationsprofil 3 (W-O)
Zusammenstellung, Generalisierung und Korrelation: K. Hoth 1983/ 2001
Bestimmung und Auswahl der Makroflora: E. Kahlert & St. Schultka 2001/2002
Bestimmung der Mikroflora: H. Döring 1989/2002
Kartographie: I. Lohr 2001(Freehand) G. Baumgart 2002 (Freehand)
Beilage 3-4
0
50 m

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Amtsteil Freiberg

Zwickau - Mülsener Teilsenke

Karte der Kohlenführung

Segen-Gottes-Flöz, obere Abt.

1 : 25 000

1 0,75 0,5 0,25 0 1 km

Geologische Bearbeitung: K. Hoth 2001
Kartografische Bearbeitung: S. Görne 2003, L. Aßmann 2004 (ArcGIS)
Topografische Grundlage: TK 25; Bl. 5240, 5241, 5340, 5341

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

reale Lage 1000m östlicher
Stk.Hort 1/50

LEGENDE

Schächte und Bohrungen
- Flözführende Einheit nicht erreicht
- Flözführende Einheit angetroffen (Basis nicht erreicht)
- Flözführende Einheit angetroffen (Basis erreicht)
- Flözführende Einheit nicht vorhanden (primär oder sekundär), Basis erreicht
- Niveau des betreffenden Flözes sekundär nicht vorhanden
- Geologisches Profil nicht bekannt
- Stk Mül 10/56 — Bohrungsbezeichnung nach TGL
- Stk ESTAV U3/48 — Untertagebohrung, Bezeichnung nach TGL
- Bohrung mit geophysikalischer Bohrlochmessung, Meßverfahren vor/nach 1965

Darstellung der Flözflächen
- Ausgekohlte Flächen
- Flözleere Flächen infolge Zerrungstektonik
- Unverritzte Flözflächen mit wahrscheinlich hohem Anteil flözleerer Flächen infolge Zerrungstektonik
- Unverritzte Flözflächen, Mächtigkeit >40...100 cm Kohle
- " " " >100...200 cm Kohle
- " " " >200 cm Kohle

- Flözisopachen [cm Kohle]
- Flözausstrich
- Gesamtkohlenmächtigkeit [cm] / z.T. Anzahl der einzelnen Kohlenlagen Gesamtmächtigkeit Berge [cm]
- Tiefenlage der Basis des betreffenden Flözes in m NN

Darstellung der Flozrandflächen
- Randbereiche des betreffenden Flözes, Mächtigkeit 0...40 cm Kohle
- Verbreitung der betreffenden Korrelations-Einheit außerhalb der Floz- und Flozrandflächen
- Synoptisch weiteste Verbreitung des Siles außerhalb der betreffenden Korrelations-Einheit
- Außenrand der flözführenden Einheit (Siles)
- Permische erosive Grenze
- Störung, Verlauf sicher/unsicher
- Basaltoid (Melaphyr) oberflächlich anstehend
- Verbreitung des Basaltoides
- nur auf Ruß I dargestellt
- 1 — Schnittspur

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Amtsteil Freiberg

Zwickau - Mülsener Teilsenke
Karte der Kohlenführung
Ludwigflöz

1 : 25 000

1 0,75 0,5 0,25 0 1 km

Geologische Bearbeitung: K. Hoth 2001
Kartografische Bearbeitung: S. Göme 2003, L. Aßmann 2004 (ArcGIS)
Topografische Grundlage: TK 25; Bl. 5240, 5241, 5340, 5341

Legende siehe Beilage 3-5

1. Pöhlauer Sprung
1. Mülsener Sprung
Reinsdorfer Sprung
Hauptverwerfung
Oberhohndorfer

reale Lage 1000m östlicher Stk.Hort 1/50

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Amtsteil Freiberg

Zwickau - Mülsener Teilsenke
Karte der Kohlenführung
Tiefes Planitzer Flöz, untere Abtlg. (Amandus)

1 : 25 000

1 0,75 0,5 0,25 0 1 km

Geologische Bearbeitung: K. Hoth 2001
Kartografische Bearbeitung: S. Görne 2003, L. Aßmann 2004 (ArcGIS)
Topografische Grundlage: TK 25; Bl. 5240, 5241, 5340, 5341

Legende siehe Beilage 3-5

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

reale Lage 1000m östlicher

VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

RESSOURCENPOTENTIAL STEINKOHLE DDR

Zwickau – Mülsener Teilsenke

Karte der Kohlenführung

Rußkohlenflöz I

1 : 25000

1000 m 750 500 250 0 500 1 km

Bearbeiter K. Hoth 1984
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Kartographische Bearbeitung H. Fritzsche
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Topographische Grundlage: Montage von Teilen der Meßtisch – blätter 5240, 5241, 5340, 5341

Legende siehe Beilage 3-5

5240 | 5241

5340 | 5341

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

RESSOURCENPOTENTIAL STEINKOHLE DDR

Zwickau – Mülsener Teilsenke

Karte der Kohlenführung

Schichtenkohlenflöz II

1 : 25000

1000 m 750 500 250 0 500 1 km

Bearbeiter: K.Hoth, 1984
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Kartographische Bearbeitung: H.Fritzsche
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Topographische Grundlage: Montage von Teilen der Meßtisch – blätter 5240, 5241, 5340, 5341

Legende siehe Beilage 3-5

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

RESSOURCENPOTENTIAL STEINKOHLE DDR

Zwickau – Mülsener Teilsenke

Karte der Kohlenführung

Zachkohlenflöz II

1 : 25000

1000 m 750 500 250 0 500 1 km

Bearbeiter: K.Hoth 1984
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Kartographische Bearbeitung: H.Fritzsche
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Topographische Grundlage: Montage von Teilen der Meßtisch-blätter 5240, 5241, 5340, 5341

Legende siehe Beilage 3-5

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

RESSOURCENPOTENTIAL STEINKOHLE DDR

Zwickau – Mülsener Teilsenke
Karte der Kohlenführung
Ellige Flöze

1 : 25000

1000 m 750 500 250 0 500 1 km

Bearbeiter: K.Hoth 1984
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Kartographische Bearbeitung: H.Fritzsche
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Topographische Grundlage: Montage von Teilen der Meßtisch – blätter 5240, 5241, 5340, 5341

5240 | 5241

5340 | 5341

Montangeologische Ausgangsdaten für die Flözverbreitungskarten:
Flözrißwerk M. 1:5 000 der Gruppenmarkscheiderei Zwickau (1953 bis 1978)

LEGENDE

Schächte und Bohrungen

- Flözführende Einheit nicht erreicht
- Flözführende Einheit angetroffen (Basis nicht erreicht)
- Flözführende Einheit angetroffen (Basis erreicht)
- Flözführende Einheit nicht vorhanden (primär oder sekundär), Basis erreicht
- Niveau des betreffenden Flözes sekundär nicht vorhanden
- Geologisches Profil nicht bekannt
- Stk Mül 10/56 — Bohrungsbezeichnung nach TGL
- Stk ESTAV U3/48 — Untertagebohrung, Bezeichnung nach TGL
- Bohrung mit geophysikalischer Bohrlochmessung, Meßverfahren vor/nach 1965

Darstellung der Flözflächen

Elliges Floz, Oberbank bzw. im W „3 elliges Flöz"

- Primäre Verbreitungsgrenze
- Sekundäre Verbreitungsgrenze
- Ausgekohlte Flächen (summierte Darstellung)
- Flözleere Flächen infolge Zerrungstektonik
- Unverritzte Flözflächen mit wahrscheinlich hohem Anteil flözleerer Flächen infolge Zerrungstektonik
- Unverritzte Flözflächen, Mächtigkeit >40...100 cm Kohle
- " " " >100...200 cm Kohle
- " " " >200 cm Kohle
- 100 / 40 — Flözisopachen [cm Kohle]
- 210 / 10 — Gesamtkohlenmächtigkeit [cm] Gesamtmächtigkeit Berge [cm]

Elliges Flöz, Unterbank bzw. im W „3½ elliges Floz"

- Primäre Verbreitungsgrenze
- Sekundäre Verbreitungsgrenze
- 100 / 40 — Flözisopachen [cm Kohle]
- 190 / 24 — Gesamtkohlenmächtigkeit [cm] Gesamtmächtigkeit Berge [cm]

„2 elliges Flöz"

- Sekundäre Verbreitungsgrenze
- 125 / 3 — Gesamtkohlenmächtigkeit [cm] Gesamtmächtigkeit Berge [cm]
- Flözausstrich
- -608 — Tiefenlage der Basis des betreffenden Flözes in m NN

Darstellung der Flözrandflächen

- 40 / 0 — Randbereiche des betreffenden Flözes, Mächtigkeit 0...40 cm Kohle
- Verbreitung der betreffenden Korrelations-Einheit außerhalb der Flöz- und Flözrandflächen
- Synoptisch weiteste Verbreitung des Siles außerhalb der betreffenden Korrelations-Einheit
- Außenrand der flözführenden Einheit (Siles)
- Störung, Verlauf sicher/unsicher
- 1 — Schnittspur

Beilage 3-12: Charakteristik der Grobklastithorizonte im Zwickauer Oberkarbon

						Geröllbestand												
Horizont (mit Nr. d. Korrelationseinheit)	Verbreitung	Wo definiert	Ausbildung	Mächtigkeit	Max.-Korngröße	Qz	Kf	Hnst	Fe-Ki	fgn	f gegr	Tst, Sist	Tsch	Fsp.	Hellgli	Sdst	Krist	Sonstige
Oberhohndorfer Schichten																		
Überellen-Sandstein (25)	Mülsenfeld, Erosionsreste	Mülsenfeld, Bhg. 8/55	Fein- bis Mittelsandstein, z. T. kongl.	3 - 6 m	15 mm	+	x			x			x			x		Serizitschiefer
Ellen-Konglomerat (24b)	Mülsenfeld, Erosionsreste	Mülsenfeld, Bhg. 6/53	Fein- bis Mittelsandstein, Feinkgl.	0 - 11,5 m	40 mm	+	x			+		**+**		x		x		Siltstein, kohlig
Überscherben-Sandstein (23)	Mülsenfeld, Erosionsreste	Mülsenfeld, Bhg. 6/53, 8/55	Fein- bis Mittelsandstein, Feinkgl.	(0-) = 3,5 - 5 m	60 mm	+	+			+		+		+		+	Qzts	(Diabas, Porphyr) weiße mulm. Gerölle
Überlehe-Konglomerat (21)	Mülsenfeld, Erosionsreste	Mülsenfeld, Bhg. 6/53, 8/55	Fein- bis Grobsandstein, Fein- bis Mittelkonglomerat	(0-) 3 - 7 m	60 mm	+	+		x	+		x				+	Qzt, Epipsammit	
Überzachen-Sandstein (**19**)	Mülsenfeld, Pöhlauer Feld	Mülsenfeld	Fein- bis Mittelsandstein, z. T. Feinkgl.	1,5 - 6 m	15 mm	+	x			+		x				x		
Marienthal-Pöhlauer Schichten																		
Zachen-Sandstein (18b)	Mülsenfeld, (Stadtfeld)	Mülsenfeld	Fein- bis (Grob-)sandstein, z. T. kongl.	(0-) 1 - 8 m	20 mm	**+**	+			**+**				**+**	**+**		dkl. qzt. Gestein	
Unterzachen-Sandstein (17)	Mülsenfeld, (Stadtfeld)	Mülsenfeld	Fein- bis (Grob-)sandstein, z. T. Feinkgl.	(0-) 6 (- max. 18 m)	25 mm	**+**	+	x		**+**	**+**	**+**	x	**+**	**+**		Qzt, Glschf, Gneis	
Oberer Schichtensandstein (15d)	Gesamtes Revier	Stadtfeld, Pöhlauer Feld	Feinsandstein, z. T. grobsandig	(0-) 2,5 – 10 m	2 mm	+				+								
Unterer Schichtensandstein (**15b**)	Gesamtes Revier	Stadtfeld	Feinsandstein, z. T. mittelsandig, kongl., örtl. MK bis GK (Bhg. 18)	(0-) 4-15 m	6 mm (80?-150)	+	x			+		x				x	Epi-psammit	Kohle -50 mm, (Tst rot, Porphyr)
Ruß-Sandstein (14b)	Gesamtes Revier	Stadtfeld, Pöhlauer Feld	Fein- bis Mittelsandstein, z. T. kongl.	(0-) 2-15 m	30 mm	**+**	+			**+**		+	x				Qzts	
Ruß-Liegendsandstein (**13d**)	Gesamtes Revier	Stadtfeld	Fein- bis Mittelsandstein, Fein- bis Mittelkonglomerat	(0-) 4-20 m	30 mm	**+**	+	x		+		x		**+**	+	x		Kohle
Planitz-Sandstein (**13b**)	Gesamtes Revier	Stadtfeld	Fein- bis Grobsandstein, z. T. Mittel- bis Grobkonglomerat	(0-) 3-15 m	80 mm	**+**	**+**	x	x	**+**		+		**+**		+	Qzt, Qzts Glschf	Alaunschiefer, Vulkanit
Amandus-Sandstein (**12b**)	Stadtfeld, Mülsenfeld, Reinsdf. Schüttungsfächer	Nördliches Stadtfeld	Fein- bis Grobsandstein, z. T. Feinkgl.	(0-) 1-14 m	6 mm	**+**	+		x	+						+		
Obere Schedewitzer Schichten																		
Unteramandus-Sandstein (**11c**)	Gesamtes Revier	Nördliches Stadtfeld	Fein- bis Grobsandstein, z. T. Mittel- bis Grobkonglomerat	2-6 m, max. 15 m	40 mm	**+**	+	x	x	+	**+**	+	+	x		x	fq, Qzt Qzts	Kohle, Granitoid, Vulkanit
Ludwig-Sandstein (11a)	vorw. Stadtfeld, Pöhlauer Feld	Stadtfeld	Fein- bis (Grob-)sandstein, z. T. Konglomerate	(0-) 1-8 m, max. 13 m	40 mm	+	x	+		+						x	Qzt, Qzts	Alaunschiefer
Zwickauer Hauptkonglomerat (**9**)	Gesamtes Revier	Stadtfeld	Fein- bis Grobsandstein, Fein- bis Mittelkonglomerat	4-22 m	40 mm	**+**	+	x	x	**+**		+	x	**+**		+	Qzt, Qzts Granulit	Kohle – 15 mm
Untere Schedewitzer Schichten																		
Unter-Segen-Gottes-Kgl. (7)	vorw. Stadtfeld, Pöhlauer Feld	Nördl. Stadtfeld	Fein- bis Grobsandstein, Feinkongl.	(1-) 6 – 15 m	50 mm	**+**	+	+	x	**+**	**+**	x	+	+		x	Qzt, Qzts, Gneis	Diabas?, Diabastuff, Melaphyr,
Mülsenfelder Hauptkgl. (**5**)	Pöhlauer Feld, Mülsenfeld, Reinsdorfer Schüttungsfächer und sein Westrand	Pöhlauer Feld, Mülsenfeld	Fein- bis Grobsandstein, Fein- bis Grobkonglomerat	5 – 15, max. 29 m	95 mm	**+**	+	+	+	**+**	**+**	+	+	x		+	fq, Qzt, Qzts, Btgneis	Alaunschiefer, Tuff, Grauwacke, Geröllhohlräume - 40 mm
Sandstein und Konglomerate in Korr.einheit 3c	Nördliches Mülsenfeld, Reinsdf. Schüttungsfächer	Nordöstl. Mülsenfeld, Bhg. 20/59	Fein- bis Mittelsandstein, z. T. Feinkonglomerat	4 – 8, max. 15 m	50 mm	**+**	+		x	**+**	**+**	x					Qzts	Sist, robn
Sandsteine in Korr.einheit 3a	Nördliches Mülsenfeld, Reinsdorfer Schüttungsfächer	Nordöstl. Mülsenfeld, Bhg. 20/59	Feinsandstein, z. T. geröllführend	0- 9 m	?40 mm	+	x	x		+		x	+			+	Qzt, Chl-Qz-Verw.	Diabas, Diabastuff, Alaunschiefer, (Dolomit)
Sandsteine in Korr.einheit 1	Nordöstliches Mülsenfeld	Nordöstl. Mülsenfeld, Bhg. 20/59	Feinsandstein, z. T. basal geröllführ.	1 – 4 m	40 mm	+				+								fScherben – 2 x 5 cm

0 = Faziesvertretung!
x – vorhanden, + - häufig,, **+** - sehr häufig
Qz – Quarz; Kf – Kieselschiefer; Hnst – Hornstein; FeKi – Eisenkiesel, rot; fgn – Phyllit, grünl.; fgegr – Phyllit, gelblichgrau, fq – Quarzphyllit, Tst – Tonstein; Sist – Siltstein; Tsch – Tonschiefer; Fsp – kaolinisierter Feldspat; Hellgli – Hellglimmer; Sdst – Sandstein; Krist – Kristalline Schiefer; Qzt – Quarzit; Qzts – Quarzitschiefer, Glschf – Glimmerschiefer; Btgneis - Biotitgneis

Beilage 4-1: Florenliste Zwickauer Oberkarbon

Alphabetische Aufzählung der im Zwickauer Becken nachgewiesenen Arten													
Genus/ Art		Namur		Westfal					Stefan			Rotliegend	
			A	B	C	D	Cantabrium	A	B	C	Autun	Saxon	
Alethopteris	davreuxii *												
Alethopteris	pfeilstickeri												
Alethopteris (Praecallipteridium)	subdavreuxii												
Alloiopteris	coralloides-grypophylla												
Alloiopteris	cristata												
Alloiopteris	robusta												
Alloiopteris	sternbergii												
Annularia	aculeata												
Annularia	pseudostellata *												
Annularia	radiata												
Annularia	sphenophylloides												
Annularia	spinulosa = stellata												
Asterophyllites	equisetiformis												
Asterophyllites	grandis												
Asterophyllites	longifolius *												
Calamites	cruciatus												
Calamites	suckowii												
Calamites	?schützei-Gruppe												
Calamostachys	calathifera												
Calamostachys	tuberculata												
Cordaites	principalis												
Cordaitanthus	sp. *												
Desmopteris	longifolia												
Dicksonites	pluckenetii												
Dicranophyllum	gallicum												
Lepidodendron	aculeatum *												
Lepidodendron	obovatum												
Lepidodendron	ophiurus *												
Lepidodendron	subdichotomum												
Lepidophloios	laricinus												
Lepidostrobophyllum	hastatum *												
Lepidostrobophyllum	lanceolatum												
Lepidostrobophyllum	lepidophyllaceus *												
Lepidostrobophyllum	majus												
Linopteris	brongniartii												
Linopteris	neuropteroides												
Linopteris	weigelii												
Macrostachya	infundibuliformis *												
Mariopteris	hirsuta *												
Mariopteris (Fortopteris)	latifolia												
Mariopteris	nobilis/?neuropteroides (= sphenopteroides Daber 1955)												
Neuropteris	britannica												
Neuropteris	gigantea *												
Neuropteris	pseudogigantea *												
Neuropteris	subauriculata												
Neuropteris	tenuifolia *												
Odontopteris	minor *												
Odontopteris	reichiana												
Oligocarpia	gutbieri												
Ovopteris	formosa *												
Ovopteris	rutaefolia *												
Palmatopteris	flexuosa												
Palmatopteris	furcata *												
Palmatopteris	membranacea												
Palmatopteris	nindeli												
Pecopteris	affinis *												
Pecopteris	arborescens												
Pecopteris	bredovii *												
Pecopteris	candolleana												
Pecopteris	cyathea												
Pecopteris	densifolia												
Pecopteris	folchwillerensis *												
Pecopteris	hemitelioides												
Pecopteris	integra *												
Pecopteris	intercalata												
Pecopteris	koeningii												
Pecopteris	lamuriana *												
Pecopteris	lepidorachis *												
Pecopteris	longiphylla*												
Pecopteris	micromiltonii *												
Pecopteris	miltonii												
Pecopteris	obliquenervis *												
Pecopteris	paleacea												
Pecopteris	pectinata/longifolia u.a.												
Pecopteris	pennaeformis												
Pecopteris	platonii												
Pecopteris	plumosa												
Pecopteris	polymorpha *												
Pecopteris	pseudovestita *												
Pecopteris	rarinervosa *												
Pecopteris	rotundifolia												
Pecopteris	saraefolia												
Pecopteris	unita												
Poacordaites	sp. *												
Rhacopteris	asplenites												
Saaria	allosuroides												
Selaginellites	gutbierii												
Sigillaria	elongata												
Sigillaria	rugosa *												
Sigillaria	subdichotomum *												
Sigillaria	tesselata												
Sigillariostrobophyllum	ciliatum												
Sigillariostrobophyllum	rhombibracteatus *												
Sphenophyllum	angustifolium												
Sphenophyllum	cuneifolium												
Sphenophyllum	emarginatum												
Sphenophyllum	geinitzii												
Sphenophyllum	laciniatum												
Sphenophyllum	longifolium												
Sphenophyllum	majus												
Sphenophyllum	myriophyllum												
Sphenophyllum	orbicularis *												
Sphenophyllum	saarense *												
Sphenophyllum	saxifragaefolium *												
Sphenophyllum	saxonicum												
Sphenophyllum	verticillatum *												
Sphenophyllum	zwickaviense												
Sphenopteris	artemisiaefolioides												
Sphenopteris	artemisiafolia *												
Sphenopteris	bronnii												
Sphenopteris	cf. footneri *												
Sphenopteris	coemansii *												
Sphenopteris	formosa												
Sphenopteris	lanceolata												
Sphenopteris	macilenta												
Sphenopteris	nummularia												
Sphenopteris	obtusiloba *												
Sphenopteris	ovalis												
Sphenopteris	pellucida												
Sphenopteris	pseudocristata												
Sphenopteris	rutaefolia *												
Sphenopteris	schatzlarensis												
Sphenopteris	tenuifolia = sewardii *												
Sphenopteris	"alatus" *												
Sphenopteris	"stipulata" *												
Xenostrobus	gothanii												

neu nachgewiesene Arten mit * gekennzeichnet

Beilage 4-2

Sporenerfassung im Zwickauer Revier

Häufigkeitsangaben:

Z = zahlreich
H = häufig
M = mäßig häufig
S = selten
V = vereinzelt

| Stratigraphie | | Flöze bzw. Flözgruppen | Lf.-Nr. dto. Beil. 4-2 | *Crustatisporites* spp. [inkl. *C. indignabundus* (LOOSE)] | *Cirquilizonates* spp. [inkl. *C. loricatus* (LOOSE)] | *Thymospora thiessenii* (KOS.) | *Pericrotosporites* sp. A (DÖR., Manusk.) | *Punctatosporites granifer* POT. & KR. | *Punctatosporites granulatus* BHARD. | *Cyclobaculisporites grandivermiculosus* (KOS.) | *Calicospora magna* KOS. | *Densospora* spp. [incl. *D.* sp. AZ, DÖRING, Manusk.] | *Latosporites* spp. | *Reticulatisporites reticulatus* IBR. | *Torispora laevigata* BHARD. | *Torispora securis* BALME | *Torispora granulata* ALP. | *'Laevigatosporites' punctatus* KOS. | *Punctatosporites scabellus* (IMGR.) | *Endosporites zonalis* (LOOSE) | *Gluthoerilsporites incertus* (BARTH) | *Mooreisporites inusitatus* (KOS.) | *Alatisporites* spp. | *Alatisporites* punctatus KOS. | *Alatisporites triangulatus* KOS. | *Thymospora obscura* (KOS.) | *Westphalensisporites* spp. | *Westphalensisporites clarus* (DYB. & JACH.) | *Triquitrites* spp. | *Triquitrites tribullatus* (IBR.) | *Triquitrites protensus* KOS. | *Triquitrites triangulus* (LOOSE) - *T. pulvinatus* KOS. - Grp. | *Triquitrites spinosus* KOS. | *Triquitrites sculptilis* BALME | *Vestlspora fenestrata* (KOS.) WILS. & VENK. | *Crassispora* spp. | *Savitrisporites campstos* (ALP.) DOUB. | *Cirratriradites saturni* (IBR.) | *Microreticulatisporites nobilis* (WICHER) | *Microreticulatisporites fistulosus* (IBR.) | *Wilsanites* spp. | *Wilsonites 'verkutus* KOS. | *Florinites* spp. | *Laevigatosporites* spp. | *Laevigatosporites desmoinesensis* (WILS. & COE.) | *Lycospora* spp. | *Lycospora pusilla* (IBR.) | *Punctatosporites minutus* IBR. | *Reticulatisporites polygonalis* (IBR.) | *Vestlspora wanlessi* PEP. - *V. profundo* WILS. & HOFF. - Grp. | *Guthorlisporites magnificus* BHARD. | *Crassispora kosankei* (POT. & KR.) + *C. ovalis* (BHARD.) | *Florinites pumicosus* (IBR.) - *F. junior* POT. & KR. - Grp. | *Laevigatosporites vulgaris* IBR. | *Florinites mediapudens* (LOOSE) | *Latensina trilata* ALP. | *Specioasporites minutus* ALP. | *Westphalensisporites constringatus* BRÜGGEM. | *Raistrickia* sp. | *Granulatisporites granulatus* IBR. | *Cyclobaculisporites* sp. A (DÖRING, Manusk.) | *Calamospora* spp. | *Torispora verrucosa* ALP. | *Punctatosporites rotundus* BHARD. | *Punctatosporites* spp. | *Schopfites* spp. | *Specioasporites minor* ALP. | *Calamospora pallida* (LOOSE) - *C. brevirradiata* KOS. - Grp. | *Cyclogranisporites leopoldi* (KR.) | *Calamospora mutabilis* (LOOSE) | *Latosporites latus* (KOS.) | *Planisporites* sp., cf. *P. granifer* (IBR.) | *Cyclogranisporites aureus* (LOOSE) | *Endosporites ornatus* WILS. & COE. | *Granulatisporites* sp. B (DÖRING, Manusk.) | *Laevigatosporites maximus* (LOOSE) POT. & KR. | *Punctatosporites major* BHARD. | *Verrucosisporites verrucosus* IBR. | *Triquitrites exiguus* WILS. & KOS. | *Triquitrites tuberosus* BRÜGGEM. | *Florinites similis* KOS. | *Cyclogranisporites* sp. | *Raistrickia aculeata* WILS. & COE | *Thymospora verrucosa* (ALP.) | *Lundbladispora gigantea* (ALP.) | *Raistrickia major* BHARD. | *Apiculatisporis abditus* (LOOSE) - *A. grumosus* (IBR.) - Grp. | *Microsporites radiatus* (IBR.) | *Cirratriradites flabelliformis* WILS. & KOS. - *C. annulatus* KOS. - Grp. | *Punctatisporites rugmosus* IMGR. | *Vesicaspora wilsonii* (SCHEMEL) | *Punctatisporites* sp. 5 [PEP. 1964] | Flöze bzw. Flözgruppen |
|---|---|---

Beilage 4-3

Sporostratigraphischer Vergleich mit dem Saar-Lothringer Becken

West-/Mitteleuropa		Saar - Lothringen					Zwickau			Lugau - Oelsnitz[2*]
Gruppe (Stufe)	Sporen-Zone (CLAYTON et al. 1977)	Formation	Ton-stein	Wichtige Flöze bzw. Flözgruppen (unmaßstäblich)	Sporen-Zone (ALPERN et al. 1969)		Sporen-Zone (DÖRING et al. 1988)	Schichten	Flöze (Folgen unmaßstäblich)	
Stefanium (A)	ST	Dilsburg	L							1*In Flözen, die durch dünne Linien gekennzeichnet sind, wurden keine Mikrofloren nachgewiesen
(Barruelium)				1		02				2* Die detaillierte Sporenerfassungstabelle für Lugau-Oelsnitz ist in einer nachfolgenden Veröffentlichung des Autors enthalten.
			G							
			E	2						
			D		SL0					
		Göttelborn	C			03				
(Cantabrium)				o o o o o o o o o o o o o o Kgl.v. Holz						
							WZ 3.2		Ellige Flöze	
		Faulquemont		4		111	WZ 3.1	Oberhohn-dorfer Sch.	Scherbenkohlenflöz	Neuflöz 1
				5						Neuflöz 2
			20						Lehekohlenflöz	Neuflöz 3
Westfalium (D)	OT			6	SL1	11			Zachkohlenflöz 1	
									Zachkohlenflöz 2 .*)	
				7		112		Marienthal-		Neuflöz 4
							WZ 2		Schichtkohlenflöz 1	
				9					Schichtkohlenflöz 2	Oberflöz
								Pöhlauer	Ruskohlenflöz 1	
									Ruskohlenflöz 2	Hoffnungsflöz
									Ruskohlenflöz 3	
		St. Avold	40			12		Sch.	Tiefes Planitzer Fl.: Ob. Abt.	Glückauffflöz
									Tiefes Planitzer Fl.: Mittl. Abt.	
			60	Frieda					Tief. Plan. Fl.: Unt. Abt. (Amandus)	
									Ludwigflöz, ob. Abt.	Vertrauenflöz
				Kgl. v. Merlebach			WZ 1	Schedewitz	Ludwigflöz, unt. Abt.	Hauptflöz
				o o o o o o o o o o o o o						
			100		SL 2	21		Sch.	Segen-Gottes-Flöz, ob. Abt.	Zwischenflöz
		Forbach							Segen-Gottes-Flöz, mittl. Abt.	Grundflöz
										Kneiselflöz
									Segen-Gottes-Flöz, (Untere Abt.)	Unbenanntes Fl. I
				Wohlwert						Bogheadflöz
			200			221				Unbenanntes Fl. II
				8						
(Bolsovium)						222				
				16						
	SL		280			223				
Westfalium (C)		Sulzbach	300	20						
				J	SL3	31				
						32				

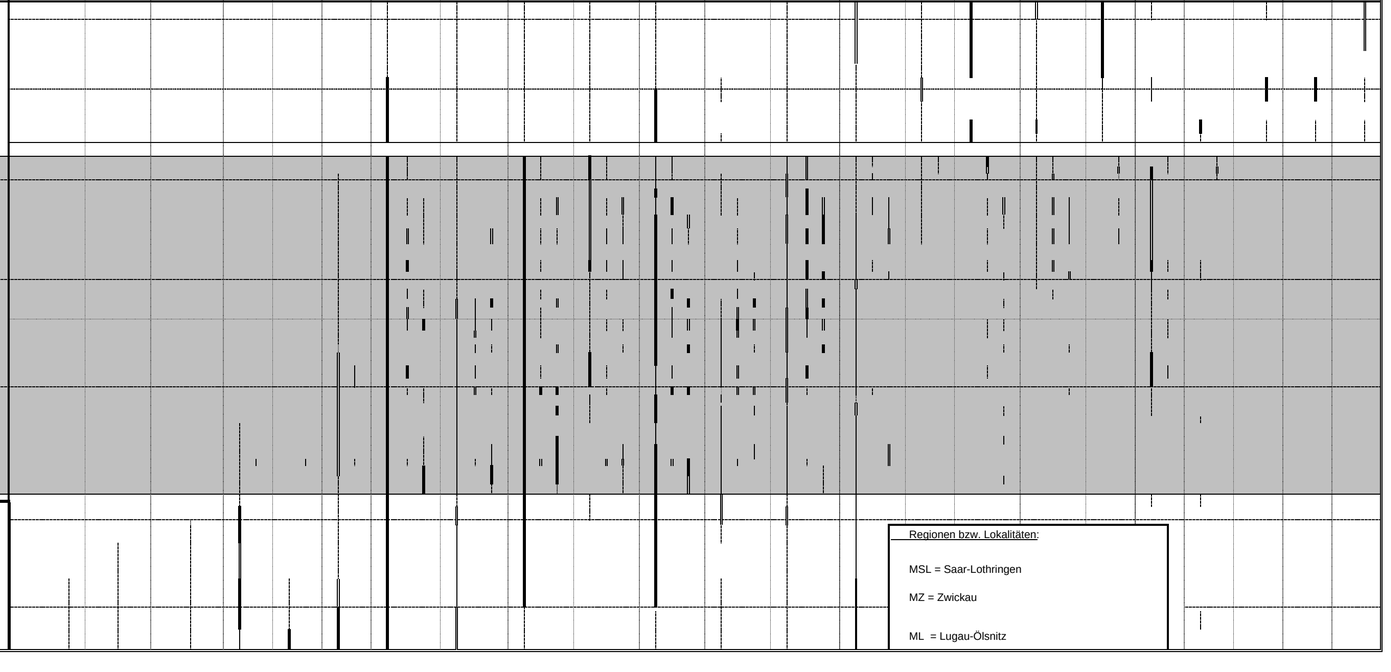
Häufigkeits-angaben

(> 5 %) = Z - H (zahlreich bis häufig)

(3 - 5 %) = M (mäßig häufig)

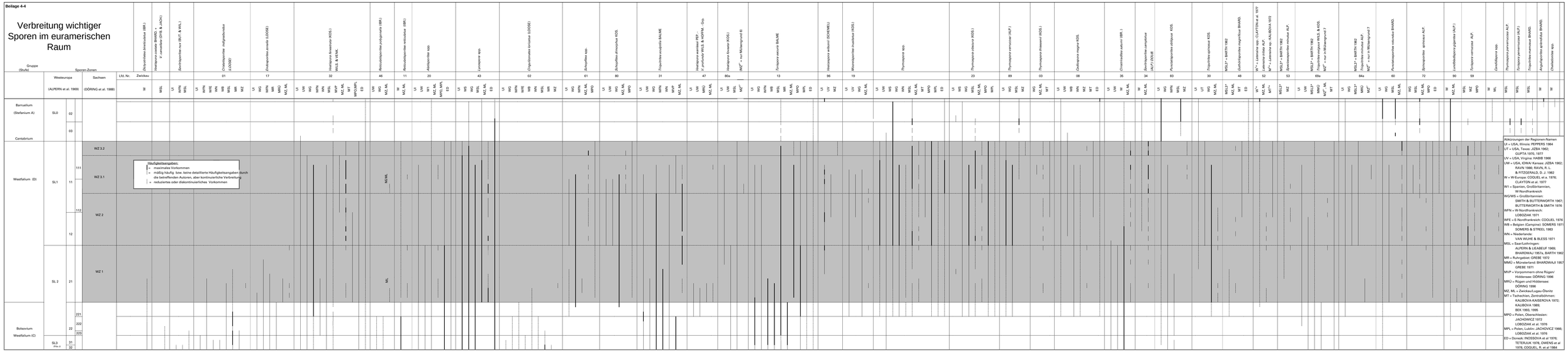
(1 - 3 %) = S (selten)

(0 - 1 %) = V (vereinzelt)



Beilage 4-4

Verbreitung wichtiger Sporen im euramerischen Raum



Zwickau - Mülsener - Teilsenke
Karte der Untergrundverhältnisse

Maßstab 1 : 25 000

1 0,75 0,5 0,25 0 1 km

Geologische Bearbeitung: K. Hoth und H.J. Berger 2004
Kartographische Bearbeitung: G.Baumgart (Freehand) 2005

4529000 4530000 4531000 4532000 4533000 4534000 4535000 4536000 4537000 4538000 4539000 4540000 4541000 4542000 4543000 4544000

5625000 5624000 5623000 5622000 5621000 5620000 5619000 5618000 5617000 5616000 5615000

Postoberdevonisch?-präoberkarbonische Rotfärbunszone (relativ homogen)
D3 Oberdevon: Petite, Grauwacken
D3 Oberdevon, karbonatisch: Knotenkalk, Flaserkalk u.a.
D3 Oberdevon, vulkanogen: Diabase, Diabastuffe
D1-2 Unter- und Mitteldevon: vorwiegend Tonschiefer
S Silur: Kieselschiefer, Alaunschiefer
Silur, karbonatisch: Ockerkalk, dkl. Dolomite u.ä.
Schüttungsbahnen in Teilen des Westfal D mit Alaunschiefer im Geröllbestand
SZS Schuppenfolge unter Beteiligung von Silur, Lederschiefer, Hauptquarzit u. oft Diabas
OG3 Lederschiefer: Geröllführ. Schluffschiefer
OG2 Hautquarzit
OG1 Griffelschiefer: Tonschiefer, dunkelgrau
OPh2 Phycodenschiefer: Phyllit bzw. Pelitschiefer, grüngrau, z.T. dunkelgrau, sandstreifig/-bänderig
OPh1 Phycoden-Dachschiefer: Phyllit, graugrün, homogen
OFr2 Frauenbach-Folge, höherer Teil: Phyllit, rot/ grün-streifig
f?, mf Phyllitglimmerschiefer
sh Hornblendeschiefer, -fels, -gneis, Metadiabas
G Rotgneis
im Wildenfelser Deckenkomplex

150 Profildarstellung bei längeren Profilen mit Angabe der Länge des aufgeschlossenen Präkarbon-Profils in Metern

Störungsmuster im Grubenbereich aus dem Niveau Rußkohlenflöz, d.h. rd. 80-180m über Grundgebirgsoberfläche

Störungen an der Oberfläche (Vielauer Störung, Härtensdorfer Störung)

Schacht, Bohrung im Grundgebirge (mit neuerer γ-Messung)
Schacht, Bohrung nur im Deckgebirge

Stk ESTAV 5/1843 D3 110 ?
Stk ESTAV 4/1842 D3
Stk ESTAV 2/1838 D3

Stk Zw Pölbitz 2/48 D3 S ? nur 38m ! (mit Müllerosphäriden)

S ? D3 S D ? D3 ? OG ? OPh2 ? OPh2 ? ? OPh1 (-OFr2 ?)

Im Geröllbestand des Mülsenfelder Hauptkonglomerats u.a. Alaunschiefer (? S)
Im Geröllbestand des Planitz-Sandsteins u.a. Alaunschiefer (? S)

Rot-grün-gestreifte Einheit (OFr2 bzw. OW2-3)
ca. 8 km östlich in Oelsnitz (K.L.= K.A.-Schacht) qOFr1

Rotfärbungszone (mehr homogen)

Prä-oberdevonische Basite sind heute nicht sicher auszuschließen !
(SIEGERT 1901, S.4 Beschaffenheit wie Segen Gottes Schacht 26 m Mächtigk. erteuft)

Stk Rst/Zw -/18857

Scht. Zwickau-Vielauer Aktienverein
Scht. Oberhohndf.-Vielauer Aktienverein

Zwickauer Mulde
Oberhohndorfer Brückenberg Sprung
Reinsdorfer Sprung
1. Pöhlaer Sprung
2. Pöhlaer Sprung
1. Mülsener Sprung
2. Mülsener Sprung
Pfannenteich Graben
Vielauer Störung
Vielauer Hauptverwerfung
Teil der OHV
Roter Kammscher Cultzscher Antiklinale Störung
Härtensdorfer Störung
Wildenfelser Deckenkomplex
WD1
WD2

Stk. Mül 3/52 · Stk. Mül 19/58 · Stk. Mül 20/59 · Stk. Mül 1/50 · Stk. Mül 5/52 · Stk. Mül 9/55 · Stk. Mül 14/56 · Stk Alberthöhe 1/48 · Stk Hort 1/50 · Stk Hort 2/53 · Stk. Mül 6/53 · Stk. Mül 13/56 · Stk. Mül 8/55 · Stk. Mül 18/58 · Stk. Mül 10/56 · Stk. Mül 12/56 · Stk. Mül 7/54 · Stk. Mül 11/56 · Stk. Mül 17/57 · Stk. Mül 15/57 · Stk. Mül 16/57 · Stk. Mül 2/51 · Blindscht. 31 · Blindscht. 17 · Martin Hoop IVa · Martin Hoop IV · Martin Hoop IX · Martin Hoop V · Martin Hoop X · Martin Hoop III · Blindschacht Martin Hoop VII · Martin Hoop II · Karl Marx I · Karl Marx II · Karl Marx III · Karl Marx IV · Fr. Nickolay · Vertrauen · Hermann · Forst · Hoffnung · Wilhelm I · Wilhelm II · Martin Hoop I · Martin Hoop VII · Martin Hoop VIII · Zwickau Reinsdf & Drei Fritzen · Oberhohndorf II · Beschert Glück · Oberhohndorf I · Fr. Ebert II · Wilhelm III · Eberts Doppelschicht · Vereinsglück · Himmelsfürst · Fortuna · Reinhold · Wasserhaltung · Jung Wolfgang · Hermannsgrube · Jacob · C.G. Kästner · Altgemeinde II · Altgemeinde III · Neuer Alexander · Alter Himmelfahrt · Neuer Heinrich · Cainsdorfer Brücke · Bahnhofscht. · Bürgerscht. II · Bürgerscht. I · Hilfe Gottes · Glückauf · Segen Gottes · Lg Zw 367/59 · Krücken · Berg · Bimbaum · (KB) 2754/82 · (KB) Zw 2112/69 · 183/68 · (KB) Zw 2113/69 · (KB) Zw 2121/69 · (KB) Zw 2123/69 · (KB) Vlu 2017/71 · (KB) Zw 2074/70 · (KB) Zw 2110/70 · (KB) Zw 2071/70 · (KB) 2096/71 · (KB) 2062/71 · (KB) 2035/71 · (KB) 3213/89 · (KB) 3215A/89 · (KB) Sön Zw 2/1855 · (KB) Sön Zw 12/55 · (KB) Sön Zw 14/55 · (KB) Sön Zw 25/55 · (KB) Sön Zw 30/55 · (KB) Sön Zw 13/55 · (KB) Sön Zw 15/55 · (KB) 3216/89 · (KB) Wife 36/55 · (KB) Wife 39/55 · Stk Hdrf. 27/09 · Stk Hdrf. 1/09 · Stk Hdrf. 77/- · Alter Versuchsscht. II · Kleiner Scht. I

5340 | 5341

Beilage 6-1: Wichtige Bruchstörungen im Oberkarbon der Lagerstätte Zwickau

Herzynisch bis eggisch streichende Bruchstörungen

Störungsbezeichnung	Auftreten	Streichen	Fallen	Mehrgliedrigkeit	Verwerfungsbetrag	Störungscharakter	Intrakarbonische Aktivitäten
*) Himmelsfürst - Hilfe Gottes-Störung	westliches Stadtfeld	NNW - SSO	NE	zweigliedrig, z. T. aufsplitternd	25 m bzw. 12 - 30 m	? Abschiebung, Ost-Scholle abgesenkt	?
Oberhohndorfer Hauptverwerfung (OHV)	mittleres Stadtfeld	NW - SO	50 - 70° NO (im SO z. T. bis saiger)	östlich Vertrauenschacht in 2 Hauptäste aufspaltend	75 - 130 m, max. 190 - 220 m	Abschiebung, NO-Scholle abgesenkt	z. Z. Russkohlenflöz-Bildung, verstärkte Senkung auf SW-Scholle (Flözmaximum)
Brückenberg-Sprung	östliches Stadtfeld (am Brückenberg-Schacht I (= K.M.I) 20 m mächtige Verwerfungsspalte)	NW - SO bis NNW - SSO	40 - 70° NO, z. T. bis saiger, z. T. SW	zahlr. Fieder und Begleitstörungen, ndl. Wilhelm II nach SO in zwei Hauptäste aufsplitternd	30 - 40 m, im Norden nach SIEGERT 1901: 100 m	Abschiebung, NO-Scholle abgesenkt	Mächtigkeitsstrukturierung im Zachkohlenflöz ± störungsparallel
Reinsdorf, Sprung (RSp)	Ostrand Stadtfeld	NNW - SSO bis NW - SO	(35-) 60° SW	Im SO des Stadtfeldes mehrere Begleitstörungen	60 - 70 m, max. 100 m	Abschiebung, SW-Scholle abgesenkt. Im Grundgebirge Überschiebung von NO nach SE (BERGER)	Mächtigkeitsstrukturierung im Russkohlenflöz, störungsparallel
1. Pöhlauer Sprung	Pöhlauer Feld	NNW - SSO, z. T. NW - SO	35 - 40° SW	nach SO mit 2. Pöhlauer Sprung zusammenlaufend	90 - 130 m, max. 180 m	Abschiebung, SW-Scholle abgesenkt	-
2. Pöhlauer Sprung	Pöhlauer Feld	NNW - SSO	55 - 70° SW	nach SO mit 1. Pöhlauer Sprung zusammenlaufend	50 - 85 m, max. 180 m	Abschiebung, SW-Scholle abgesenkt	-
1. Mülsener Sprung	etwa Westrand Mülsenfeld	NNW - SSO	45 - 55° SW	-	15 - 20 m, max. 70 m	Abschiebung, SW-Scholle abgesenkt	-
2. Mülsener Sprung	Mülsenfeld	NNW - SSO	65 - 75° SW ? z. T. saiger	Mehrere NO fallende Begleitstörungen im NO	10 - 20 m, max. 40 m	Bruch, SW-Scholle abgesenkt	Mächtigkeitsstrukturierung in Ellige Flözen und Schichtenkohlenflöz parallel zur Begleitstörungen
Östl. Parallelstörung zum 2. Mülsener Sprung	Mülsenfeld	NNW - SSO	50 - 70° NO	Nach SO mit einer Parallelstörung zusammenlaufend	30 - 50 m	Abschiebung, NO-Scholle abgesenkt	-
Westl. Randstörung Pfannenteich-Graben	Mülsenfeld	NNW - SSO bis NW - SO	50 - 65° NO, z. T. saiger	Einzelheiten nicht bekannt	35 - 80 m, max. 130 m	Abschiebung, NO-Scholle abgesenkt	?
Östl. Randstörung Pfannenteich-Graben	Etwa Ostrand Mülsenfeld	NNW - SSO	60 - 65° SW, z. T. saiger ?	Einzelheiten nicht bekannt	70 - 80 m	Abschiebung, SW-Scholle, abgesenkt	?

Erzgebirgisch streichende Bruchstörungen

*) Bahnhofschacht-Störung = Eckersbacher Störung	Nordwestliches Stadtfeld	WSW - ONO	45 - 50° N	nach W aufspaltend	10 - 15 m	Abschiebung, ? SO-Scholle abgesenkt	-
*) Glückauf-Brückenberg II-Störung = Schedewitzer Störung	mittleres Stadtfeld	WSW - ONO	50 - 75° N	i. A. zweigliedrig, Störungsabstand 100 - 200 m	15 - 50 m	Abschiebung, N-Scholle abgesenkt	-
*) Hoffnungsschacht-Störung	mittleres Stadtfeld	WSW - ONO	ca. 60° N	kaum mehrgliedrig	<20 - 30 m	Abschiebung, N-Scholle abgesenkt	-
*) Martin-Hoop V.- bzw. Morgenstern V-Störung	Pöhlauer Feld bis Mülsenfeld	SW - NO	NW	absätzig , im NO mehrgliedrig	?	?	-

*) Benennung nach der Nähe zu Schächten

Schnitt 1

W

O

m NN

Segen Gottes-Scht.

Schnitt 2

Ehem. Tiefbauschacht II

Fr.-Nickolay-Scht. I

Karl-Marx-Scht. III

Karl-Marx-Scht. II

Knick

Martin-Hoop-Scht. IV

Knick

Stk Mul 2/51

Schnitt 4

Stk Mul 8/55

Stk Mul 18/58

Oberhohndorfer Hauptverwerfung

Brückenberg-Sprung

Reinsdorfer Sprung

1 Pohlauer Sprung

2 Pohlauer Sprung

1 Mulsener Sprung

2 Mulsener Sprung

Pfannen-Teich-Graben

R o t l i e g e n d e s

TPlu, Lu, SGu, TPlo, TPlm, Sch, Za, Ru II, Ru I+II, Ru I, Ru III, Schi II, Schi II+Ru I, Schi I, Le, Ei, Ru III?, Za+Ru, Schi+Ru

Schnitt 2

NW

SO

Bahnhof-Scht.

Bürgerscht. II

Schnitt 1

Altgemeinde-Scht. II

R o t l i e g e n d e s

Le, Za I, Za II, Schi, Ru I, Ru II, TPlo, TPlm, TPlu, Lu, SGu, α

LEGENDE

Oberkarbon (Siles)

a b

Le, Ru I, Ru II, Ru III, TPlu, SGu

Siles ab Rußkohlenfloz II (Korrelationseinheiten 14c...24)

Siles ab Amandusfloz bis Basis Ruß II (Korrelationseinheiten 12a...14b)

Siles ab Flözhorizont Segen Gottes bis Basis Amandus (Korrelationseinheiten 8a...11e)

Siles unterhalb Flözhorizont Segen Gottes, bzw. Amandusfloz, bzw. Rußkohlenfloz II

α Andesitoid (Melaphyr)

Obergrenze des präsilesischen Grundgebirges

Störung, Verlauf sicher / vermutet

a – Darstellung im unüberhöhten Schnitt

b – " überhöhten "

0 1 2 km

VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

RESSOURCENPOTENTIAL STEINKOHLE DDR

Zwickau-Mülsener Teilsenke

Geologische Schnitte 1 und 2

Bearbeiter: H. Herfurth, K. Hertel, R. Schumann 1983
VEB Steinkohlenkokereien August Bebel Zwickau
Ergänzungen: K. Hoth 1984, VEB GFE Freiberg

Zeichnerische Bearbeitung: H. Fritzsche
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

Beilage 8 - 1

Bergbaubedingte Senkungen, Erdrisse und Steinkohlenbergehalden

Maßstab 1 : 25 000

Bearbeiter: M. Felix, M. Wünsche, L. Aßmann (2007)

- Linien der bergbaubedingten Senkungen im Zeitraum 1896 bis 1980, in m (nach BEYER, 1981)
- Erdrisse (nach BEYER, 1981)
- 12 Gesamtsenkungsbetrag einschließlich modellierter Senkung vor 1896, in m
- Halden nach HERTWIG u.a. (2005)

Halden-Nummer	Bezeichnung
1	An der Kokerei und Teerdestillation, Brückenbergschacht I
2	Am Brückenbergschacht I
3/5	An der Pöhlauer Straße, Brückenbergschacht III
4	An der Pöhlauer Straße, Brückenbergschacht II
6/7	Am Schacht IV des Brückenbergschachtes
8	Am Morgensternschacht I
9	Am Morgensternschacht II
10	Am Morgensternschacht III
11	Am Schacht V des Martin-Hoop-Werkes
12	nicht mehr vorhanden
13	Am Kästnerschacht I (MH VIII)
14	Am Kästnerschacht II (MH VIII)
15	Am Wilhelm-Schacht I, westlich
16	Am Wilhelm-Schacht I, nördlich
17	Halde 3 am Wilhelmschacht II
18	Halde 2 am Wilhelmschacht II
19	Halde 1 am Wilhelmschacht II
20	An den Arnim-Schächten
21	An den Altgemeinde-Schächten
22	Am August-Bebel-Werk, Melzinsel
23	Am Forst- und Schader-Schacht
24	Am Vilesenhaltungsschacht
25	nicht mehr vorhanden
26	Am Vilesbaschenstation, Vereinsglück-Schacht
27	Am Hilfs-Gottes-Schacht
28	Am Segen-Gottes-Schacht
29	Am Bürger-Schacht-I, westlich
30	Am neuen Alexander-Schacht
31	Am Augustus-Schacht
32	Am Martin-Hoop-Schacht IV
33	Am Martin-Hoop-Schacht IX
34	Am Martin-Hoop-Schacht X
35	Halde Birkenweg
36	Halde Helmholtzstraße
37	Halde Hofstatt
38	Halde Kläs Gartenfreunde/Halde 1 Oberhohndorf
39	Halde Comeniusweg/Halde 2 Oberhohndorf
40	Aurora-Schacht-Halde
41	Hoffnung-Schacht-Halde
42	Serfert-Schacht-Halde
43	Halde Eberts-Doppel-Schacht
44	Fortuna-Schacht-Halde
45	An der Planitzer Straße, Glück-Auf-Schacht
46	Halde am Siegmanus Fritsche-Schacht
47	Halde Schacht I Altgemeinde Bockwa, Am Hammerwald
48	Halde Tagesstollort 4
49	Halde Tagesstollort 2
50	Halde des Communschachtes (Nr. 88)
51	Halde am Bahnhof-Schacht
52	Halde am Himmelsfürst-Schacht
53	Halde am Bürger-Schacht II
54	Halde Beschert-Glück-Schacht ?
55	Halde westlich Lindenstraße
56	Halde am Bürger-Schacht I, östlich
57	Am Vilhelmschacht III
58	Am Drei Fritzen Schacht
59	Am Vilhelm-Schacht I (östlich)

Herausgeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Grundlage: Topographische Karte 1:10000 und 1:25 000 mit Erlaubnis des Landesvermessungsamtes Sachsen; Erlaubnis-Nr.: 1/03-9 / 0_00 und 2/09-9 / 0_00. Änderungen und thematische Ergänzungen durch den Herausgeber. Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Landesvermessungsamtes Sachsen und des Herausgebers.