

Geologie und Altbergbau im ehemaligen Zeitz-Weißenfelser-Braunkohlenrevier – Vom Pyropissit zur Kerze

Mit 12 Abbildungen und 6 Tabellen

HANS-JOACHIM BELLMANN; HENNY GERSCHEL und JOCHEN RASCHER

Abstract

BELLMANN, H.-J., GERSCHEL, H. & RASCHER, J: Geology and abandoned mining activities in the former lignite mining district of Zeitz-Weißenfels – From pyropissite to candles

About 150 years ago until the beginning of the 20th century, the lignite mining area of Zeitz-Weißenfels was an important location for the carbo-chemical industry based on brown coals. Because of significant deposits of bitumen-rich Tertiary lignites, numerous mines, low temperature carbonization plants and paraffin factories were established. Especially “pyropissite”, a whitish and valuable brown coal type, was interesting for the growing industry. Over time, private lignite mines and chemical factories were closed or joined newly formed stock companies, such as the “Riebeck’sche Montanunion“. Today, only one processing plant for brown coal dust and briquette remains in Deuben.

In the area of the active clay open pit mine near Grana one of the last remaining pyropissite occurrence is exposed. Selected results of a revised study regarding geology and petrology of this deposit is described in the present article. Based on that a genetic connection to glacial overprint is suggested.

Using the example of the field of the underground lignite mine „Marie Nr. 340 Aue“, being cut by the clay open pit mine near Grana, the aspects of mining work are explained (such as mining process, mine drainage and ventilation). Various rail fragments and wood pillars of the former mine were recovered. Besides a small mine gallery in the northern part of the mine, no signs for an open mine gallery could be found. Sinkholes of the mining by galleries or breaking reaching beyond the seam level were not found. The hollow mining cavities of the former mine galleries were filled with the hanging sediments, such like gravel, sand or Pleistocene boulder clay. Furthermore, an overview of the brown coal mines and exposures next to the coal mine “Marie Nr. 340 Aue” – being part of the “Central German Street of the Brown coal“ – is given.

Keywords: bitumen-rich lignite, central German lignite, historical mining exhibits, mining archaeology, paraffin industry, pyropissite

Zusammenfassung

Das Zeitz-Weißenfelser Braunkohlenrevier war vor etwa 150 Jahren, bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts, der bedeutendste Standort der carbochemischen Industrie auf Braunkohlenbasis. Die anstehende tertiäre Schmelzkohle, insbesondere der Pyropissit – ein weißer, besonders

hochwertiger und bitumenreicher Braunkohlentyp – führte hier zur Gründung zahlreicher privater Kohlengruben, Schwelereien und Paraffinfabriken, welche sich im Laufe der Zeit zu neu gebildeten Aktiengesellschaften, wie der Riebeck'schen Montanunion, zusammenschlossen. Heute besteht nur noch eine aktive Veredlungsanlage für Braunkohlenstaub und Briketts am Standort Deuben.

In der aktiven Tongrube Grana ist eines der letzten Pyropissitvorkommen aufgeschlossen. Mit vorliegendem Artikel werden ausgewählte Ergebnisse der geologisch-petrologischen Neubearbeitung vorgestellt, die eine genetische Verbindung mit glazigenen Alterationsprozessen nahelegen.

Am Beispiel des ebenfalls in der Tongrube Grana angeschnittenen Tiefbaufeldes der ehemaligen Grube „Marie Nr. 340 Aue“ werden deren bergmännischen Arbeiten, wie Abbauverfahren, Grubentwässerung, Wetterführung, Kohleförderung und Belegschaft erörtert. Als montanarchäologische Sachzeugen des ehemaligen Braunkohlentiefbaus konnten verschiedene Grubenhölzer sowie Stücke von Grubenschienen geborgen werden. Bis auf eine kleinere Entwässerungsstrecke im nördlichen Grubenbereich waren keine offenen Grubenbaue zu beobachten. Höhere, über das Flözniveau reichende Einbruchtrichter des ehemaligen Strecken- bzw. Bruchabbaus wurden nicht festgestellt. Die Hohlformen des ehemaligen Braunkohlentiefbaus sind mit Hangendsedimenten, wie Kies, Sand bzw. Geschiebelehm ausgefüllt. Darüber hinaus wird eine Übersicht zu den Braunkohlengruben und Aufschlüssen im Umfeld der ehemaligen Grube „Marie Nr. 340 Aue“ gegeben, die der „Mitteldeutschen Straße der Braunkohle“ zuzuordnen sind.

Schlüsselwörter: Bergbausachzeugen, Montanarchäologie, Paraffinindustrie, Pyropissit, Schwelkohle, mitteldeutsche Braunkohle

1 Einleitung

Im Dreiländereck zwischen Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen gelegen, war das Zeitz-Weißfelser-Braunkohlenrevier (Abb. 1) vor etwa 150 Jahren ein Zentrum blühenden Bergbaus und technologischen Fortschrittes. Die als westlicher Ausläufer der tertiären Leipziger Bucht (ehemals „Weißelsterbecken“) in dieser Region oberflächennah anstehenden, unter damaligen Bedingungen bauwürdigen Braunkohlenflöze mit ihren bitumenreichen, hellen Straten – insbesondere der nahezu weißen Varietät des „Pyropissits“ – bildeten die Grundlage des Bergbaus und galten als wertvoller Rohstoff für den sich damals rasant entwickelnden Industriezweig der Carbochemie. Doch heute existieren nur noch wenige Zeugnisse des einst florierenden Montanwesens. Zu den bekanntesten zählt die älteste erhaltene Brikettfabrik der Welt, der Zeitzer „Herrmannschacht“, sowie der aktive Veredlungsbetrieb Deuben.

Weniger augenscheinlich, aber geologisch-montanhistorisch mindestens ebenso interessant wie eben jene großtechnischen Anlagen, ist die Tongrube Grana bei Zeitz-Aue. Sie geht seit Jahrzehnten im Bereich des historischen Braunkohlen-Tiefbaufeldes der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ (Abb. 8, Pkt. 1) aus dem 19. Jahrhundert um und schließt neben verritztem Gebirge auch eines der letzten, originär erhaltenen Pyropissit-Vorkommen auf. Somit verbindet die Tongrube Grana einzigartige Belege für die ursprüngliche geologische Schichtenfolge direkt mit in-situ lagernden Bergbaurelikten, die vom einstigen Abbau eben jenes besonderen Rohstoffes zeugen.

In vorliegendem Artikel sollen kausal eng verknüpfte Aspekte der Rohstoffpetrologie und Lagerstättengeologie in Zusammenhang mit der Geschichte des Bergbaus in der Region und dessen Einfluss auf die gesellschaftliche Entwicklung dargestellt werden. Hierzu werden Ergebnisse der (1) geologisch-petrologischen Neubearbeitung des Pyropissit-Vorkommens sowie (2) der

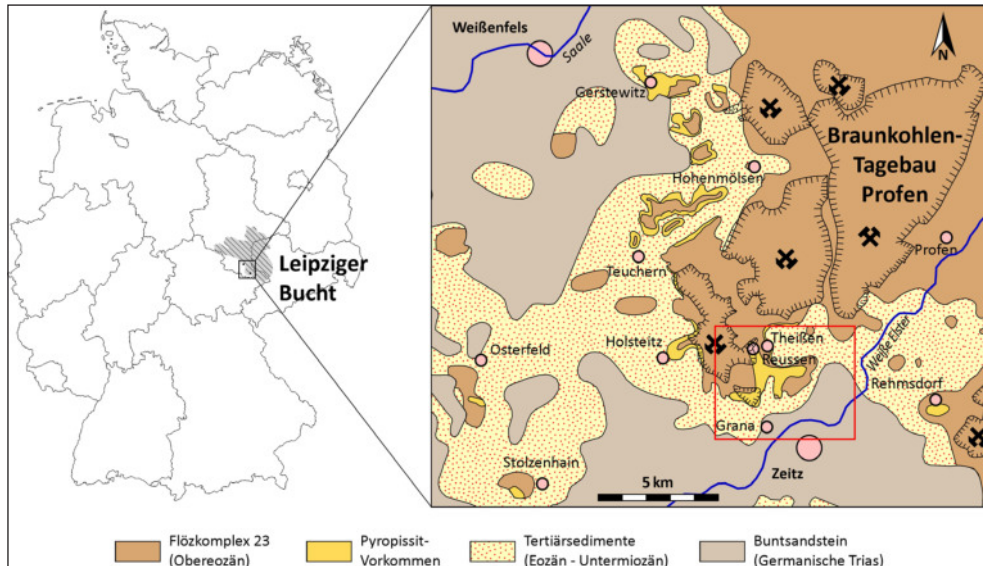


Abb. 1: Geologische Karte des Zeitz-Weißenfels Braunkohlenreviers am südwestlichen Rand der Leipziger Bucht, Quartär abgedeckt. Roter Rahmen: in Abb. 8 dargestellter Detailausschnitt. [Zeichnung: H. GERSCHEL, 2017; zusammengestellt nach STÖHR (1867), RAEFLER (1912), MARTIKLOS (2002) und RASCHER et al. (2005)].

montanarchäologischen Untersuchung und Dokumentation von Bergbau-Sachzeugen aus der Tongrube Grana gemeinsam mit Archiv-Recherchen zum Altbergbau betrachtet und in gesellschaftlichen Kontext gesetzt. Die interdisziplinäre Herangehensweise hat dabei besonders in methodischer Hinsicht allgemeine Bedeutung für die Regionalgeologie des mitteldeutschen Tertiärs, ebenso wie für die Montanarchäologie des Braunkohlenbergbaus. So zeigt die Arbeit deutlich, wie neue Aufschlüsse moderne, detaillierte Forschungsergebnisse zu historischen Bergbauaktivitäten ermöglichen. Die derzeitigen Braunkohlenreviere sollten deshalb auch nach der Stilllegung des Abbaus daraufhin beobachtet werden, ob und wo Aufschlüsse entstehen, die ähnlich dokumentiert werden können.

2 Die aktive Tongrube Grana bei Zeitz

2.1 Bergbauliche Entwicklung der Tongrube Grana

Der erste Hinweis auf obertägigen Bergbau im Bereich der heutigen Tongrube Grana geht zurück auf den Eintrag einer kleinen Kiesgrube auf dem geologischen Maßstischblatt Zeitz (Nr. 4998) aus dem Jahre 1904. Damals begann der Abbau zunächst an der Wegverbindung Grana-Reußen-Theißen und setzte sich später in östliche Richtung fort.

Seit 2005 wird die Tongrube durch die Firma SIBELCO Deutschland GmbH betrieben. Gegenwärtig befindet sich die Abbauoberkante etwa 500 m östlich der Bundesstraße 2 Zeitz-Gera (Abb. 8, Pkt. 1). Bezogen auf die Grubensole hat die Tongrube in NW-SE-Erstreckung eine Länge von etwa 600 m, eine Breite von etwa 300 m und die Tiefe bis zu 30 m (Abb. 2).



Abb. 2: Blick auf die östliche Abbauwand der Tongrube Grana, im Hintergrund ist die Stadt Zeitz zu erkennen (Foto: A. Struzina, März 2015).

Im Flözhangenden erfolgt die Abraumgewinnung mit Löffelbaggern. Die zur Böschungssicherheit angelegten Bermen sind durch schiefe Ebenen verbunden. Im nördlichen Teil der Grube wird nach Bedarf der Domsener Sand abgebaut. Die Sedimente und Restkohle im Bereich „Alter Mann“ (Bruchgebiet) werden – wie auch die Restkohlepfiler – auf der Innenkippe verstrützt.

Im Flözliegenden erfolgt der Tonabbau durch einen Löffelbagger, ebenso wie die Gewinnung der tertiären Liegendkiese.

Zur Rekultivierung der Hohlform wird Bauschutt verstrützt und Lehm aus dem Oberabraum aufgetragen.

2.2 Geologische Verhältnisse in der Tongrube Grana

Zur Schichtenfolge des Pleistozäns und Tertiärs sowie zur Montanarchäologie existiert als eine der wenigen zeitgenössischen Quellen die Geologische Spezialkarte, Blatt Zeitz, und das zugehörige Erläuterungsblatt (KÜHN & DAMMER 1908, Ausschnitt siehe Abb. 8). Spätere Arbeiten über die geologische Entwicklung der Umgebung von Zeitz stammen von VOIGT (1925), WAGENBRETH (1950/55, 1979) und BELLMANN (1965, 1969, 1997).

Die geologische Spezialkarte, Blatt Zeitz, zeigt als prägende obere Sedimentschicht den 0,5 bis 2,0 m mächtigen weichselglazialen Löss bzw. Lösslehm. Im Löss wurden „Lösskindel“ als Kalkanreicherungen festgestellt. Im Liegenden folgt ein 5 bis 12 m mächtiger, braungelber Geschiebelehm bzw. -mergel. Er ist der Saale-Kaltzeit zuzuordnen und enthält vor Ort relativ wenig größere Geschiebe und Kiessandlinsen.

An der Geschiebemergelbasis lagern 0,5 bis 2,0 m mächtige Grobkiese mit einem Durchmesser bis zu 15 cm. Der Quarzanteil der feuersteinfreien Kiese beträgt etwa 94 %. Die restlichen Anteile werden von Sandstein (Buntsandstein), Kieselschiefer und phyllitischem Quarz gebildet. Es wurde ein angewittertes Granitgeröll gefunden. Die Quarzkiese

überlagern diskordant den Domsener Sand und den Flözkomplex 23. Sie sind einem alten, präglazialen Elsterlauf zuzuordnen, der sich möglicherweise schon im Jungtertiär – in Folge tektonischer Hebungen im südlichen Hinterland – tief in das ältere Tertiär eingeschnitten hat.

Im Nordbereich der Tongrube steht auf einer Länge von 150 bis 200 m der obereozäne Domsener Sand (Zeitzer Sande) an (Abb. 2 / 3). Es handelt sich um weißgraue Fein- und Mittelsande, die im Abstand von 10 cm braune, kohleführende Lagen mit Verwerfungsbeträgen bis zu 10 cm enthalten. Für die Entstehung der Verwerfungen kommen Erdbeben (Schwarmbeben) in Betracht. Bemerkenswert ist das Vorkommen einer größeren Tertiärquarzitbank an der Oberkante des Domsener Sandes am nördlichen Sicherheitspfeiler der Grube. Sie belegt das am weitesten verbreitete Vorkommen von Tertiärquarzit im Hangenden der Domsener Sande im Zeitz-Weißenfelser Revier (BELLMANN 1997).

Der Flözkomplex 23 („Thüringer Hauptflöz“, vgl. STANDKE et al. 2010) steht mit einer Mächtigkeit von bis zu 7,0 m an, kann durch quartäre Erosion jedoch auf 2,5 m reduziert sein. Vor allem im südlichen Teil des Tagebaus finden sich im Flözhangenden lokal Pyropissit-Bildungen. An der ehemaligen, südlich gelegenen Lehmgrube Aue keilte die geschlossene Flözverbreitung aus (Abb. 8, Pkt. 5). Nach Westen und Süden schließen sich die – durch postgenetische Erosion isolierten – Braunkohlenvorkommen von Waldau, Weickelsdorf, Stolzenhain und Aga an (vgl. Abb. 1).

Der eozäne Liegendton des Hauptflözes, der sogenannte „Luckenauer Ton“, besitzt eine Mächtigkeit von 3 bis 5 m. Er ist grauweiß, durch Limonitbeläge auf Klüften z. T. gelblich gefärbt und unter dem Flöz mit Wurzelröhren durchzogen.

Das Tonflöz ist speziell in muldenartigen Senken in einen grauen, schluffig-fetten Hangendton-Horizont – den sog. „Blauton“-Horizont – und einen sandigen Liegendton-Horizont zu untergliedern. Der „Blauton“ diente in der Vergangenheit als hochwertiger Glashafenton im Jenaer Glaswerk Schott & Co., unter anderem zur Herstellung optischer Gläser (BELLMANN 1965, STEDINGK et al. 2005). Gegenwärtig wird der Luckenauer Ton als Feuerfestton abgebaut (BORBE 2008).

Die in den aktiven Braunkohlentagebauen als Grundwasserleiter (GWL) 5 bezeichnete, tertiäre Liegendkiesfolge beginnt mit einer rund 1 m mächtigen weißgrauen Quarzsandschicht. Es folgen 6 bis 8 m mächtige Kiessande. Sie sind hellgrau bis gelbbraunlich gefärbt, schrägschichtig und besitzen einen Quarzanteil von über 95 %. Wie Amethystgerölle und die vorkommenden Quarzvarietäten belegen, sind die Kiese Ablagerungen eines von Süden kommenden Flusses. Als ihr Herkunftsgebiet kommen das westliche Erzgebirge und das Vogtland in Betracht (BELLMANN 1969). Die sandigen Mittelkiese werden durch die Siebanlage der Firma SIBELCO Deutschland GmbH klassiert und als Bauzuschlagstoff vermarktet.

Den relativ hoch lagernden, prätertiären Untergrund im Gebiet bildet der Untere Buntsandstein (Trias). Die tertiären Liegendkiese lagern mit Winkeldiskordanz auf einer Wechsellagerung aus Schiefertone und geringmächtigen Sandlagen (WAGENBRETH 1979).

Wie es die Aufschlussverhältnisse in der ehemaligen Ziegeleitongrube Aue zeigten, bedeckt eine autochthone Verwitterungsschicht von mindestens 5 m die ungebleichten Sedimentgesteine des Buntsandsteins (Trias). Zersetzter weißgrauer bis graugrüner Schiefertone in Wechsellagerung mit weißem bis rostgelbem Sand sowie eingelagerte Toneisen-Konkretionen kennzeichnen die Verwitterungsschicht. Zusammen mit Löss und Geschiebelehm wurde der Buntsandsteinersatz in der Ziegelei Aue zur Ziegelherstellung genutzt.

Im tieferen Untergrund folgen – wie ein Plattendolomitaufschluss bei Wetterzeube und Bohrungen bei Deuben und Profen belegen – permische Ablagerungen des Zechsteins (u.a. KÜHN & DAMMER 1908, LEHMANN 1933).

2.3 Methodik der Geländearbeiten

2.3.1 Geologische Kartierung

Nach ersten Begehungen im Juli / August 2013 erfolgte im April 2015 eine detaillierte geologische Aufnahme des unverritzten Flözkörpers an der östlichen Abbauwand der Tongrube Grana im Bereich eines Pyropissit-Vorkommens. Hierzu wurden sämtliche makroskopisch unterscheidbare Braunkohlenschichten innerhalb des Flözes entsprechend des Ansprucheschemas nach SEIFERT et al. (1978) petrographisch charakterisiert und zur späteren kohlenchemisch-mikropetrographischen Untersuchung beprobt.

2.3.2 Montanarchäologische Feldstudien

Bereits seit den geologischen Profildokumentationen von 1944 und 1965/69 sind Hinweise auf den ehemaligen Braunkohlentiefbau im Abbaugbiet der Tongrube bekannt (BELLMANN 1965/69, WAGENBRETH 1979). In den Jahren 2013 bis 2015 erfolgten schließlich intensivere Beobachtungen, die Fotodokumentation sowie Vermessung und teilweise Sicherung von Sachzeugen des Altbergbaus.

3 Petrologisch-geologische Ergebnisse

3.1 Der Pyropissit als Braunkohle

Bedingt durch ihre Bildung unter ökologisch verschiedenen Voraussetzungen, die sich in den unterschiedlichen Moortypen und deren differenzierten Zersetzungsbedingungen widerspiegeln, weisen alle Weichbraunkohlenflöze eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Bänderung aus makropetrographisch unterscheidbaren Lithotypen auf. Die Bandbreite reicht dabei von stark geschichteten Gewebekohlen bis hin zu homogenen Grundmassenkohlen. Die Farbgebung schwankt ebenfalls deutlich. So sind zwischen schwarzen, hochgradig vergelbten, und gelblichen, bitumenreichen, Lithotypen (sog. „Schwelkohlen“) sämtliche Zwischenglieder zu beobachten.

Von seinem Erscheinungsbild her repräsentiert der Pyropissit das weißliche, hochgradig destruierte Endglied dieser kontinuierlichen Lithotypenreihe (GERSCHEL & RASCHER 2015). Er besitzt eine homogene, mikroskopisch feinkörnig bis amorphe Grundmasse, welche als überwiegend lipoid zu beschreiben ist. Darin finden sich lose eingelagert organische und mineralische Bestandteile. Zu ersteren zählen vor allem fossile Pflanzenharze („Retinit“) und Humusgelauflockungen („Gelinit“). Bei den anorganischen Beimengungen handelt es sich vorwiegend um tonig-sandige Verunreinigungen. Im frischen, bergfeuchten Zustand ist Pyropissit gelbbraunlich, fettig und plastisch knetbar und ähnelt somit habituell eher einem Ton oder Lehm als einer herkömmlichen Braunkohle (Abb. 4 A). Durch Trocknung hellt sich seine Färbung bis hin zu Weißtönen auf und seine Konsistenz wird mürbe und bröckelig (Abb. 4 B).

Aufgrund seiner petrographisch einzigartigen, stark bituminösen Zusammensetzung ist Pyropissit reich an Wasserstoff, wodurch sich der Anteil flüchtiger Bestandteile signifikant erhöht bzw. die spezifische Dichte deutlich reduziert (vgl. Tab. 1). Darüber hinaus ergeben die veränderten Elementarverhältnisse eben jene für die carbochemische Industrie bedeutsame Zunahme an Extraktions- und Schwelteerausbeuten.

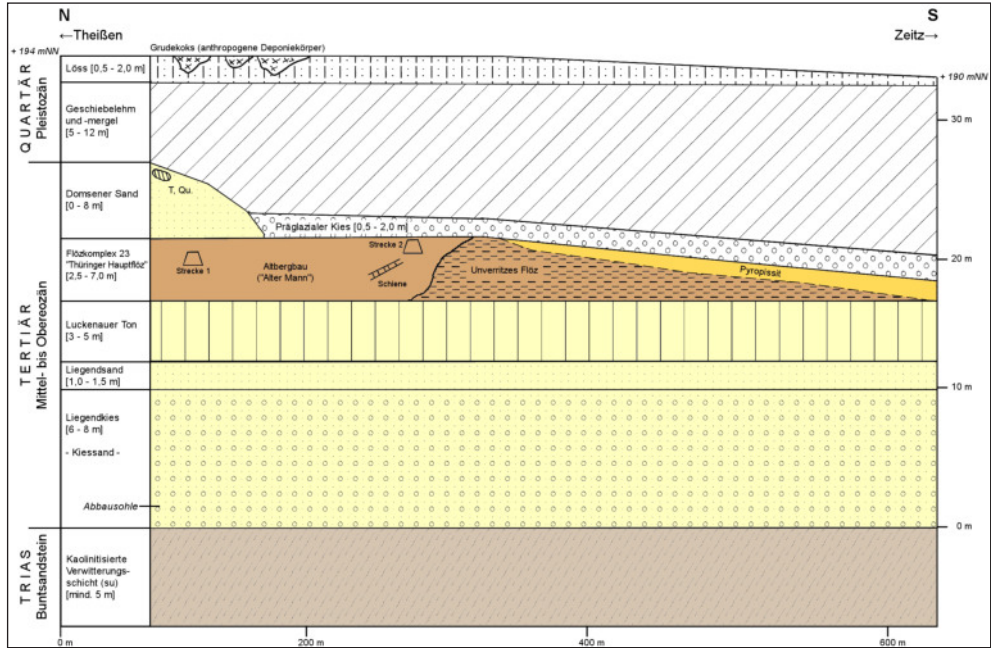


Abb. 3: Vereinfachter geologischer Schnitt entlang der östlichen Abbauwand der Ton- und Kiessandgrube Grana (Entwurf: H.-J. Bellmann & R. Hoppmann, 2015; Farbgebung in Anlehnung an die geologische Karte in Abb. 1).

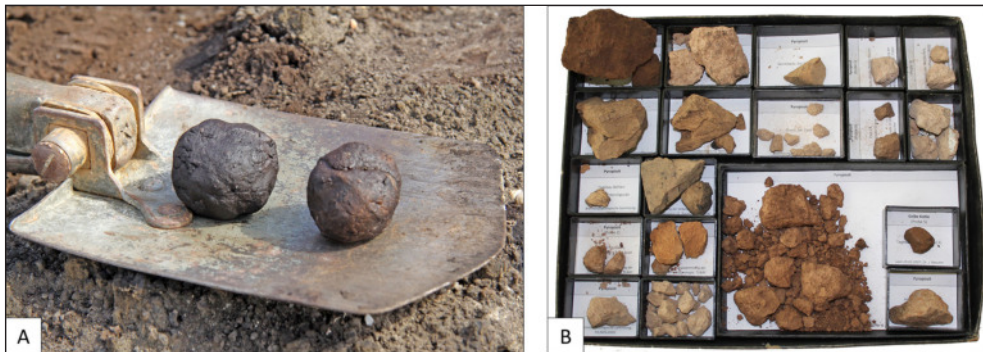


Abb. 4: Pyropissitproben in (A) bergfeuchtem und (B) getrocknetem Zustand (Fotos: J. Rascher & H. Gerschel).

Infolge seiner Zusammensetzung ist Pyropissit, insbesondere in getrockneter Form, bereits an der Kerze leicht entzündlich. Er verbrennt mit einer hellen, stark rußenden Flamme unter Abgabe eines schwach aromatischen Geruchs und lässt dabei brennende Tropfen – ähnlich wie Siegelwachs – fallen (VOIGT 1799). Bei vorsichtigem Erhitzen schmilzt Pyropissit zu einer pechartigen Masse und bläht sich auf. Dieses einzig bei diesem spezifischen Lithotyp zu beobachtende thermische Verhalten verlieh ihm auch seinen Namen (griech. pyr = Feuer, píssa = Pech oder Teer; nach KENNGOTT 1852). Eine für Braunkohlen ebenso ungewöhnliche Eigenschaft, die dem

Pyropissit eigen ist, ist seine geringe Dichte, die ihn selbst in bergfeuchtem Zustand auf Wasser schwimmen lässt (HEINE 1845).

3.2 Die Lagerungsverhältnisse des Pyropissits

Aufgrund der wirtschaftlichen Bedeutung wurden die Lagerungsverhältnisse des Pyropissits schon in der Vergangenheit eingehend untersucht. So konnte bereits STÖHR (1867) aus der geologischen Kartierung einer Vielzahl von Gruben im gesamten Zeitz-Weißenfelder Revier auf die prinzipiellen Merkmale der Pyropissit-Vorkommen schließen. Später skizzierte

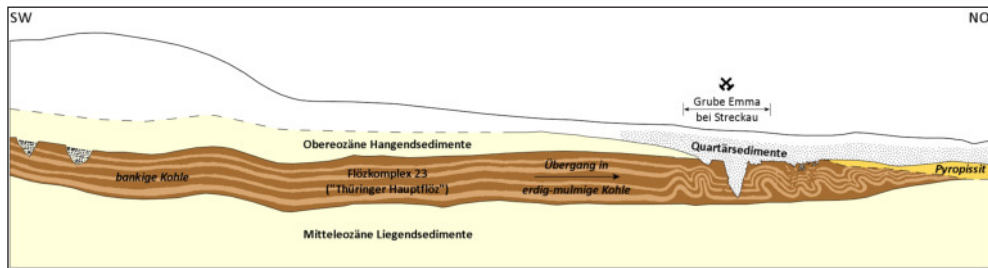


Abb. 5: Geologischer SW-NE-Schnitt im Bereich der Grube Emma bei Streckau zur Verdeutlichung der Lagerungsverhältnisse der Pyropissit-Vorkommen (nach RAEFLER 1912).

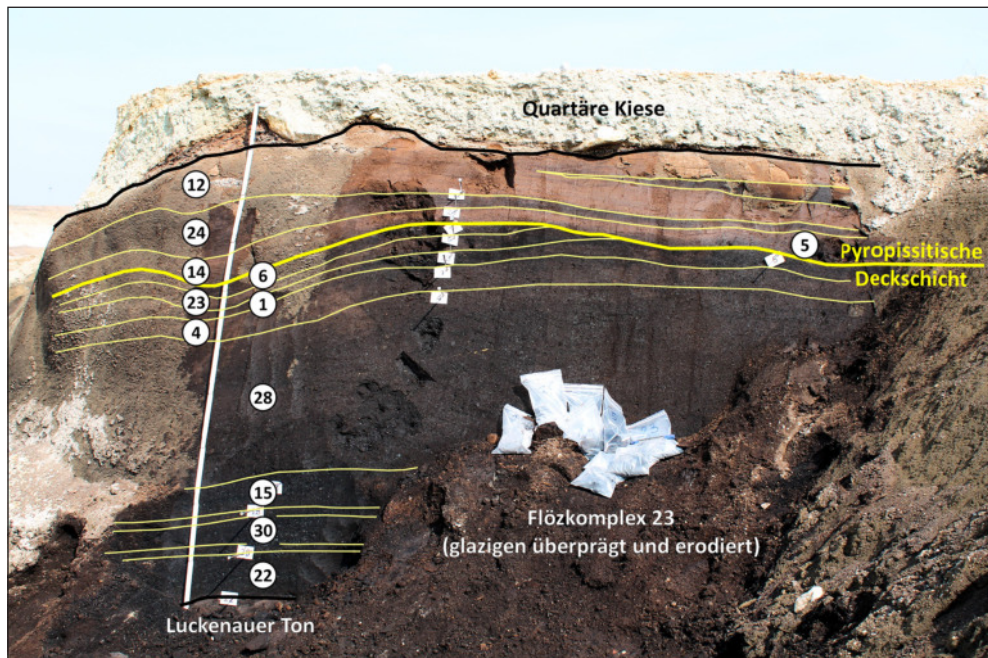


Abb. 6: Das in der Tongrube Grana kartierte Profil mit den makroskopisch ausgehaltenen und beprobten Schichten (Foto: H. Gerschel, April 2015).

RAEFLER (1912) ein SW-NO-Profil der Grube Emma bei Streckau, welches als allgemeingültiges Schema bis heute beispielhaften Charakter besitzt (vgl. Abb. 5, zur Lage der Grube Emma siehe Abb. 8).

Es lassen sich die folgenden lagerstättengeologischen Konditionen zusammenfassen, die auch in der aktuellen Kartierung Bestätigung fanden: Pyropissit tritt nur unter geringmächtigem Deckgebirge (< 20 m) auf, wobei die besten Qualitäten unter glazigenen Kiesen oder Sanden lagern. Darüber hinaus sind Pyropissit-Vorkommen auf Bereiche erosiv verringerter Flözmächtigkeit (max. 6 m) beschränkt, in denen die Kohlen Merkmale glazigener Überprägung (Mollisol-Diaporismus, Erosionsrinnen, Strukturstörung) zeigen. Das Flöz weist dabei die typische Lithotypenbänderung auf, tendenziell ist jedoch ein dreiteiliger Aufbau feststellbar; der Pyropissit bildet stets eine Deckschicht im Hangenden, während sich die gelben Kohlen eher auf den mittleren bzw. die dunkleren Varietäten vermehrt im unteren Flözbereich konzentrieren. Bei besonders geringmächtigem Flöz (< 2 m) kann der Pyropissit auch den gesamten Flözkörper einnehmen.

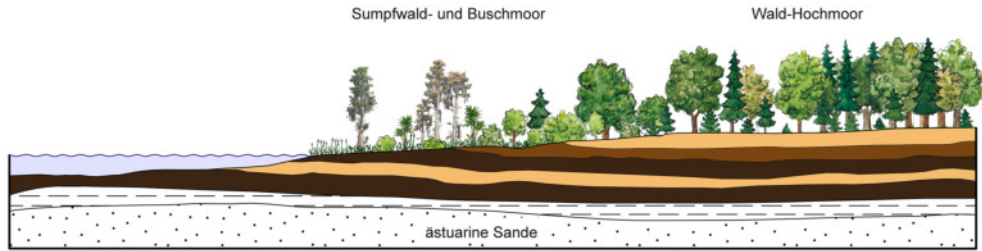
Bei der Neukartierung in der Tongrube Grana hat sich zudem gezeigt, dass die Pyropissit-Schicht diskordant zu den darunter lagernden Lithotypen verläuft. Darüber hinaus bildet der Pyropissit keinen einheitlichen Körper, sondern lässt vielmehr eine interne Farbbänderung aus helleren und dunkleren Straten erkennen (vgl. Abb. 6).

3.3 Rückschlüsse zur Genese des Pyropissits

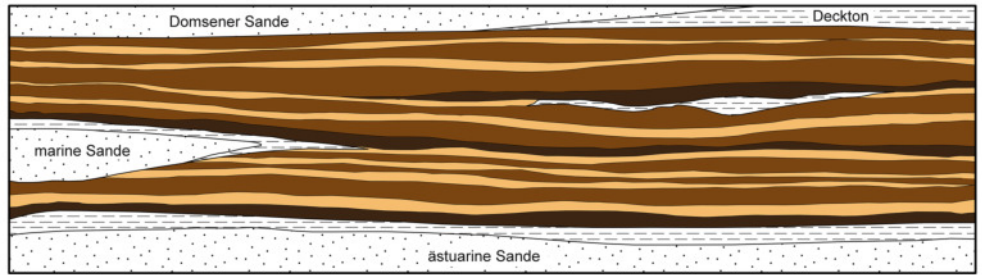
Zur Frage der Genese des Pyropissits entwickelten sich im Laufe seiner Erforschung verschiedene Hypothesen (VOIGT 1799, BRÜCKNER 1852, STÖHR 1867, GROTOWSKY 1876, von FRITSCH 1890, WITT 1902, KRAEMER & SPILKER 1902, POTONIE 1908, 1910, TILLE 1915). So wurden neben Pflanzenresten im Allgemeinen auch Grünalgen, Sporen von Farnwäldern, reine Harze oder auch Harzgemische unterschiedlicher Vegetationsgesellschaften als Ausgangsstoffe der Pyropissit-Bildung diskutiert. Darüber hinaus war der Bildungsprozess selber Gegenstand der wissenschaftlichen Debatte. Dabei wurden geochemische, aber auch thermochemische (z. B. Destillation) oder physikalische (z. B. Mazeration) Umwandlungsprozesse allochthon zusammengeschwemmter Ablagerungen in verschiedenen Bildungsräumen (z. B. salzarm-marin oder limnisch-terrestrisch) in Betracht gezogen.

Die bis heute gültige Theorie der generell autochthonen Kohlenbildung wurde erst um die Wende zum 20. Jahrhundert entwickelt (HERTER 1858; FIEBELKORN 1895; HEINHOLD 1905, 1906; HÜBNER 1906; RAEFLER 1912, 1920). Dabei fand auch der Einfluss unterschiedlicher Vegetationszonen und Zersetzungsbedingungen in Abhängigkeit vom Wasserstand im Paläomoor sowie die dichttrennungsbedingte Anreicherung wachs- und harzhaltiger Pflanzenreste in den Randgebieten des Moores Berücksichtigung. Zu dieser Zeit wurde die Pyropissit-Bildung noch auf bereits syngenetisch isolierte Becken mit besonders gestalteten Umweltbedingungen zurückgeführt, die eine Ansiedlung wachstproduzierender Pflanzengesellschaften förderten.

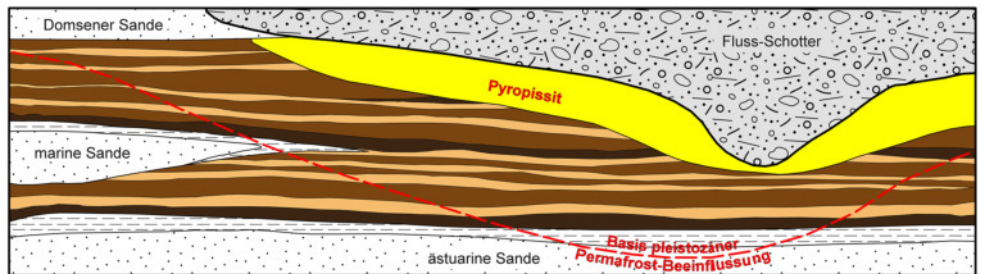
Die neuen lagerstättengeologisch-petrologischen Untersuchungen (GERSCHEL & RASCHER 2015, GERSCHEL et al. 2017) belegen jedoch einen Zusammenhang zwischen Pyropissit und glazigenen Ablagerungen. Nach dem hieraus abgeleiteten, neuen Genesemodell (vgl. Abb. 7) bildete sich der Pyropissit erst durch sekundäre Prozesse während des Pleistozäns. Diese Vorgänge setzten jedoch vermutlich nicht erst mit den Hauptvereisungsphasen (insbesondere Elster- und Saale-Glazial) ein, sondern begannen wahrscheinlich mit dem Unterpleistozän vor etwa 2,6 Ma oder sogar bereits im ausgehenden Tertiär. Von fundamentaler Bedeutung sind



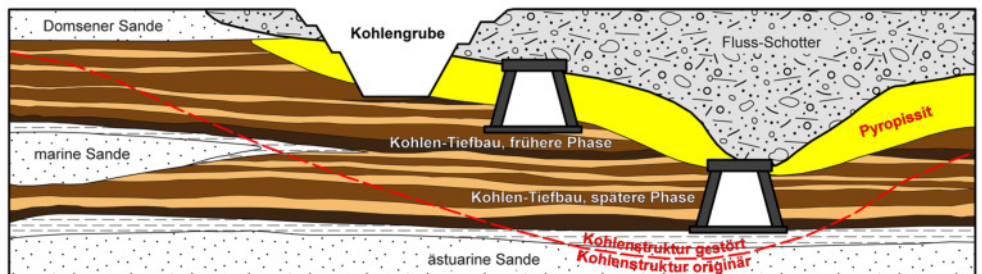
A. Jüngerer Obereozän: Syngenetisch-fazielle Anlage von Torfschichten im Paläomoor (vor ca. 35 Ma)



B. Jüngerer Obereozän: Diagenetisch verfestigter und inkohler Flözkörper (vor ca. 34 Ma)



C. Pleistozän: Glazigene Überprägung und Erosion (ab ca. 2,6 Ma)



D. 19. Jahrhundert: Bergbauliche Gewinnung des Pyropissits

Weichbraunkohlen-Lithotypen (mit durchschnittlichem Gehalt an Toluollöslichem B)			
 schwarzbraune Kohle (B: < 3 Ma-%waf)	 braune Kohle (B: 3 - 7 Ma-%waf)	 gelbbraune / gelbe Kohle (B: 7 - 25 Ma-%waf)	 Pyropissit (B: > 25 Ma-%waf)

Abb. 7: Modell zur Genese und Bergbauhistorie des Pyropissits im Zeitz-Weißenfesler Braunkohlenrevier (Entwurf: J. Rascher & H. Gerschel, 2015).

dabei der erosive Anschnitt oberflächennah anstehender Flöze infolge von Gletscherauflast und -bewegung sowie die kryogene Strukturstörung der Kohlen durch Frost-Tau-Wechsel (bis zur Permafrostgrenze im Periglazialbereich). Beide Prozesse schufen Zugangsmöglichkeiten für die Atmosphärlilien, welche die obersten Kohlenschichten der freigelegten Flöze alterierten. Insbesondere durch das Einsickern von sauerstoffreichen Oberflächenwässern kam es zur Oxidation und Auswaschung humoser Substanzen aus den obersten Schichten. Diese migrierten durch den Flözkörper, akkumulierten sich über dem im Liegenden als geochemische Barriere fungierenden Luckenauer Ton und trugen somit zum verstärkten Auftreten vergelter Lithotypen im unteren Bereich des überprägten Flözes bei. Durch die Wegführung der dunklen Huminstoffe hellte sich die Hangendpartie des Flözes hingegen auf und es reicherten sich die bituminösen, verwitterungsresistenten Bestandteile im entstehenden Pyropissit relativ an. In Abhängigkeit von der Lithotypenbänderung des originären Flözes sind somit die internen Farbunterschiede innerhalb der pyropissitischen Deckschicht erklärbar. Ihr diskordanter Verlauf wird auf die unterschiedliche Eindringtiefe der Atmosphärlilien und ihrer Wirkung zurückgeführt. Zudem ermöglichen Kies- und Sandlagen im Hangenden permanenten Wasserzutritt, wodurch die Überprägung des Flözes besonders intensiv bis hin zu einem hochqualitativen Pyropissit ablaufen konnte.

4 Montanhistorische und -archäologische Einblicke

4.1 Bergbauliche Entwicklung der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ bei Zeitz

4.1.1 Betriebszeit und Besitzverhältnisse

Grundlagen für die Beurteilung der bergbaulichen Entwicklung der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ bilden Literaturangaben zum Zeitz-Weißenfeler Revier sowie ausgewählte Betriebsunterlagen, die im Landeshauptarchiv Sachsen-Anhalt, Standort Wernigerode, archiviert sind. Zur Übersicht sind Betriebszeit und Besitzverhältnisse der Tiefbaugrube „Marie Nr. 340 Aue“ sowie nahegelegener Betriebsorte in Tab. 2 angegeben.

Nach kurzer Betriebszeit von Schneider und Co. ab 1862 wurde im Jahre 1864 die Firma Rossner, Schneider und Co. gegründet. Sie nahm im gleichen Jahr eine Schwelerei in Betrieb und fusionierte die Gruben 340, 381 und 451 zur Grube „Marie Nr. 340 Aue“.

Im Jahr 1884 ging dieses Unternehmen in die Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik AG über. Zu dem Unternehmen gehörten die Tiefbaugrube, die Schwelerei, die Paraffin- und Solarölfabrik sowie eine Ziegelei.

Die inzwischen rückläufige Schwelkohलगewinnung in der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ veranlasste den Betrieb 1885 die Grube „Neue Sorge“ zu übernehmen und die Grube „Carl Oscar Holstein“ zu eröffnen. Den auslaufenden Grubenbetrieb der Grube Marie übernahm im Jahre 1911 die A. Riebeck'sche Montanwerke AG und stellte diesen wegen Erschöpfung der Schwelkohlenvorräte im Jahre 1913 ein.

4.1.2 Grubenaufschluss, Abbauverfahren und Förderung

Untersuchungsbohrungen auf Braunkohle im Grubenfeld „Marie Nr. 340 Aue“, die im Jahre 1860 geteuft wurden, weisen ein Deckgebirge von 12,2 bis 15,9 m (max. 19,2 m)

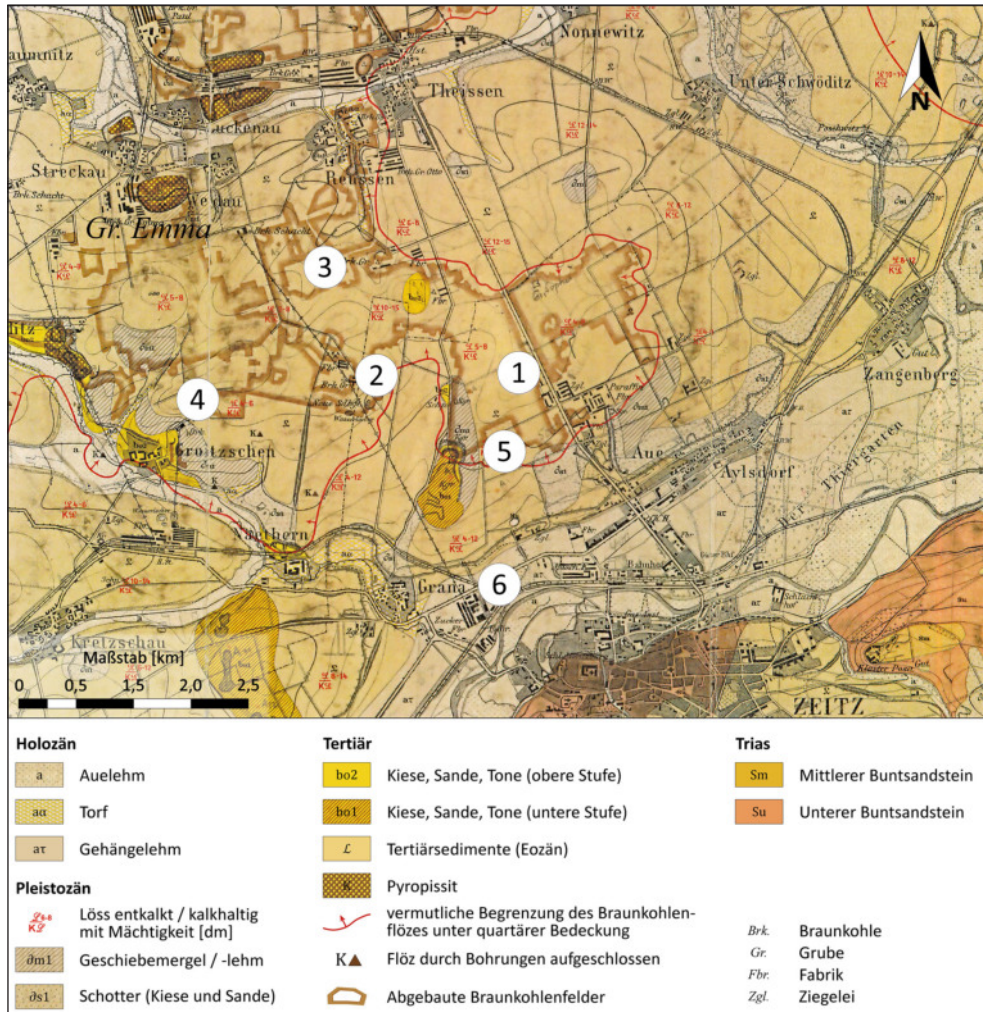


Abb. 8: Lageplan der beschriebenen Betriebsorte im südlichen Zeitz-Weißfelfer Revier (Kartenausschnitt: Geologische Karte von Preußen, Blatt Zeitz; KÜHN & DAMMER 1908). 1: Tongrube Grana und Abbaugbiet Grube „Marie Nr. 340 Aue“. 2: Tiefbaugrube „Neue Sorge“ bei Näthern. 3: Tiefbaugrube „Nr. 397 Reußen“ bei Theißen. 4: Tiefbaugrube Grotzschchen (Gr. H. Schaede) bei Kretzschau. 5: Ziegeleitongrube Zeit-Aue. 6: Brikettfabrik „Herrmannschacht“ Grana bei Zeitz.

bei einer Kohlenmächtigkeit von 4,4 bis 8,4 m aus (LHASA, MD, F79, IXb Nr. 2). Daraus ergibt sich ein Mächtigkeitsverhältnis von Deckgebirge zu Kohle von 1,8–2,8:1. Ein versuchter Abtrag des Deckgebirges zu Beginn der bergmännischen Arbeiten scheiterte dadurch und wohl auch durch zuzitendes Grundwasser. Man ging deshalb zum Tiefbau mit Haspelschacht und Streckenauffahrungen über. Laut Betriebsplan von 1867 erfolgte der Abbau in zwei Etagen von 1,5 bis 2,0 Lachter (3,1–4,1 m) (LHASA, MD, F79, IXb Nr. 11).

Es folgten bis zum Jahre 1870 ein ausgemauerter Fördermaschinen- sowie ein Fahr- und Wetterschacht. Der Förderschacht lag nach dem Situations-Riss 1:2.000 nördlich der Ziegelei, südwestlich der Zeitz-Weißfelfer-Chaussee. Zur Förderung dienten eine Dampfmaschine

mit 12 PS sowie drei Dampfkessel mit 36 PS. Im Betriebsjahr 1870 wurden 567.152 t Kohle gefördert. Die Flözmächtigkeit betrug 3,0 bis 3,5 Lachter, d. h. 6,3 bis 7,3 m (LHASA, MD, F79, IXb Nr. 11; darin Tab. 3).

Nach dem Betriebsplan von 1870 erfolgte die Gewinnung in Abhängigkeit von der Flözmächtigkeit vorrangig im Streckenbetrieb. „Bruchpfeilerwerfen und zwar im Oberbau erfolgte mittels Stoßstempel. Die Brüche wurden nach Verhältnis dreipaarig im Ober- sowie Unterbau mit Stempeln nach Bedürfnis versehen.“ Die gewonnene Kohle aus dem Oberbau wurde durch Fenster (Rolllöcher) in den Unterbau gestürzt und auf der Hauptförderstrecke zum Fördermaschinenschacht transportiert. „Die zum Verhau kommenden Pfeiler haben eine durchschnittliche Mächtigkeit von 2 bis 3 m. Die Größe der Brüche beträgt gewöhnlich 12–20 qm.“ Der Bruchbau war im Allgemeinen nicht schwierig; nur dort, wo Kiese im Hangenden der Kohle lagerten, bestanden Abbauschwierigkeiten.

Unter Tage wurde die Kohle in „Hunden“ auf 19 Zoll (entspricht in etwa 48 cm) breiten „Grubeneisenbahnen“ transportiert. Die Hunte (auch Hunde) im Oberbau fassten 2 t, im Unterbau 2,5 t. Im Zeitraum 1904/05 diente eine schiefe Ebene mit Kettenbahn zur Förderung der Kohle.

Im Zeitraum 1870 bis 1875 erreichte die Schwelkohlenförderung ihren Höhepunkt mit bis zu einer halben Million Tonnen Kohle (vgl. Tab. 3). Die gewonnene Kohle wurde für die Destillation (Verschwelung) der Firma Rossner, Schneider und Co., die Ziegelei sowie den Eigenbedarf und Kleinabgabe verwendet. In den letzten Abbaujahren nach 1900 wurde nahezu ausschließlich Feuerkohle für die Ziegelei gewonnen. Der Grubenbetrieb wurde im Jahre 1913 eingestellt.

Der Kohlenabbau der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ hinterließ beidseitig der Fernverkehrsstraße Zeitz-Weißenfels Bruchfelder, die durch Geländeauffüllung wieder landwirtschaftlich nutzbar gemacht wurden. Nach den Setzungsbeträgen östlich und westlich der Straße ergibt sich bei Abbauverlusten von etwa 50 % nach WAGENBRETH (2016, schriftliche Mitteilung) eine durchschnittlich abgebaute Flözmächtigkeit von 2 m. Als Beleg für diese Schätzung führt er den „in der Tongrube Aue beobachteten Mangel an Bruchstempeln [an]. Die wenigen aufgefundenen, als Bruchstempel zu deutenden Rundhölzer erreichen nur etwa 2,4 m Länge. Bruchstempel – wenn vorhanden gewesen – können zwar geknickt zu finden gewesen sein. Doch dann müssten beide Hälften noch Kontakt miteinander haben.“

Darüber hinaus lassen „die im Landeshauptarchiv erhaltenen Zeichnungen [...] zwar vermuten, dass man stellenweise ‚über sich‘ Kohle gehackt hat, doch zeigen sie keinen 2-Scheiben-Abbau. Ein solcher müsste aus den ehemaligen Abbauen Stempel von mindestens 6 m Länge liefern (3 m Höhe der Bruchkammern je Abbauscheibe). In Schichtenverzeichnissen von Kohlebohrungen werden zwar Kohlemächtigkeiten bis zu 7 m genannt [vgl. Tab. 3], doch kann das durch lokale Mächtigkeitsanschwellungen des Flözes erklärt werden. Auch können die größeren Kohlemächtigkeiten eventuell durch die Lage dieser Bohrungen im Nordteil des Grubenfeldes der ‚Marie‘ bedingt sein (Richtung Scherzau)“ (WAGENBRETH 2016).

4.1.3 Grubenentwässerung und Wetterführung

In Verbindung mit der bohrtechnischen Erkundung des Braunkohlenvorkommens wurden einzelne Bohrungen zur Ermittlung des Grubenwasserstandes als Pegel genutzt. Die prätertiäre Hochlage der Randgebiete des Zeitz-Weißenfelser Reviers

bedingte, dass der Grundwasserspiegel unter der Flözbasis lag. Es war dadurch möglich, die aus dem Hangenden anfallenden Grundwässer durch bis zu 5 Lachter (~ 16 m) tiefe Gesenkbohrungen – sog. „Senkschächte“ – in die Liegendkiese einzuleiten (LEHMANN 1933). Zum Teil wurden diese durch eine Stollenstrecke zu vorhandenen Schwelereibrunnen geführt und dort zu Tage gefördert.

Zur Wetterführung existierte ein ca. 160 m vom Hauptförderschacht entfernter Wetterschacht. Ferner dienten die parallele Hauptförderstrecke zum Förderschacht sowie Wetterlöcher, aber auch die später angelegte schiefe Ebene mit Kettenbahn der Grubenbewetterung.

4.1.4 Bergmännische Belegschaft und Förderung

In der Tiefbaugrube „Marie Nr. 340 Aue“ betrug die ausgewählte Belegschaftsstärke gemäß Tab. 3 bis zu 100 Bergleute. Davon waren als ständige Mit- und Vorarbeiter 16 bis 18 Berggenossen tätig. Die übrige Belegschaft im Sinne von Saisonarbeitern hatte mehr oder weniger gute Bergbaukenntnisse.

Die Bergleute gelangten durch einen Fahrschacht in die Grube und mussten laut Arbeitsordnung täglich zehn Stunden von früh 6.00 Uhr bis abends 18.00 Uhr unter Tage arbeiten. Die Leitungstätigkeit in der Tiefbaugrube unterlag ein bis zwei Betriebsführern, ferner war ein Rechnungsführer für die Finanzen verantwortlich. Die Arbeitsordnung mit Strafbestimmungen regelte auch das Verhalten der Bergleute im Betrieb.

4.2 Ergebnisse der montanarchäologischen Feldstudien

Die am nordwestlichen Sicherheitspfeiler sowie an der südöstlichen Abbaufrent der aktiven Tongrube Grana sichtbaren Strecken waren größtenteils durch den Gebirgsdruck



Abb. 9: Eingestürzte Grubenstrecke der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ mit frühpleistozäner Kiesfüllung und ca. 2 m mächtigem Hangendkies, östliche Abbauböschung der Tongrube Grana (Foto: H.-J. Bellmann, 2015).

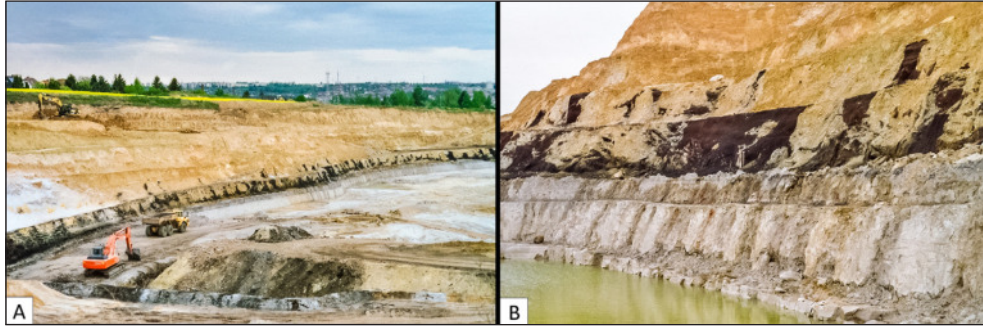


Abb. 10: Abbaukammern des Pfeilerbruchbaues der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ an der östlichen Abbauböschung der Tongrube Grana (Fotos: H.-J. Bellmann, 2015).

und nachstürzende Hangendschichten stark verformt. Eine Strecke am genannten Sicherheitspfeiler war offen und an steiler Böschung nur vom Hangenden her vermessbar (vgl. Tab. 4). Es traten geringe Mengen Grundwasser aus. Die Streckenhöhe von nur 1,3 m sowie die Kappenbreite von 1,0 m deuten auf einen Entwässerungsstollen hin. Dem gegenüber ist auf Abb. 9 eine „normale“ Abbaustrecke mit einer Türstocklänge von rund 1,9 m und übriggebliebenem Verzugsholz (Schwarte) erkennbar.

Von den in den Betriebsplänen genannten Bruchstempeln, die bei Bruchhöhen von 3,1 bis 4,2 m (1,5 bis 2 Lachter) verwendet wurden, konnten bisher keine geborgen werden.

Eine typische Kappe mit Blatt, die Türstöcke mit Axel sowie eine Grundsohle mit Blatt und Schienennägeln belegen den angewandten deutschen Streckenausbau (vgl. Tab. 5). Die Kappenlänge und Grundsohllänge sind im Vergleich zu mittleren Abmessungen von Grubenbauen bei Theißen und den dokumentierten Tiefbau der Braunkohlengrube Großstädteln bei Leipzig von geringerer Länge (BELLMANN & WAGENBRETH 1974).

Die Hölzer sind generell gut erhalten. Bei ihrer Lagerung außerhalb des feuchten Gebirges kommt es zu Rissbildungen. Die jeweils vier quadratischen Schienennägel (2 cm x 2 cm) sind stark verwittert. Ein geborgenes Schienenstück (Tab. 6) ist abschnittsweise gut erhalten bzw. stärker oxydiert.

Im abgebauten Gebiet (Alter Mann) sind zahlreiche Nachsackungsstrukturen mit Breiten von 2,8 m und Höhen von etwa 2,5 m vorhanden (Abb. 10). Sie markieren den Strecken- bzw. Pfeilerbruchabbau der Kohle und sind mit Kies aus dem Hangenden, der Fließstruktur zeigt, bzw. – wo dieser fehlt – mit Geschiebemergel gefüllt. Zwischen den Abbaukammern befinden sich 1,0 bis 2,4 m mächtige Kohlenpfeiler mit Grubenholzeinlagerungen. Im Liegenden wurde eine 1,0 bis 1,2 m mächtige Braunkohlen-Restscheibe stehen gelassen. Essenartige Bruchkanäle in Richtung Geländeoberfläche waren im Beobachtungszeitraum von 2,5 Jahren nicht erkennbar.

Bemerkenswerte Sachzeugen aus dem Schwelereibetrieb sind wannenförmige, mit Grudekoks gefüllte Deponiekörper im Löss bzw. Geschiebemergel (Abb. 3). Sie treten aneinander gereiht in den oberen 1 bis 2 m der Tongrube auf und werden durch die erste Abbaustrosse angeschnitten. Der sandartige, dunkel- bis hellbraune sowie graue Koks weist teils Fließstrukturen sowie knollenartige Verfestigungen auf. Diese anthropogenen Ablagerungen stammen aus der Zeit vor 1875, als für den Schwelereikoks noch keine Verwendung bekannt war.

4.3 Übersicht zu Braunkohlengruben und Aufschlüssen im Umfeld der Grube „Marie Nr. 340 Aue“

4.3.1 Gruben „Neue Sorge“ bei Grana und „Nr. 397 Reußen“ bei Theißen

In Sichtweite von der Grube Marie, ca. 1,2 km entfernt, lagen die Gruben „Neue Sorge“ bei Näthern (Abb. 8, Pkt. 2) und „Nr. 397 Reußen“ bei Theißen (Abb. 8, Pkt. 3). Beide Braunkohlengruben waren immerhin 60 bis 70 Jahre in Betrieb (Tab. 2) und verfügten über Förderanlagen und Schwelereien bzw. eine Mineralölfabrik.

Die Grube „Neue Sorge“ wurde vom Zeitzer Zuckerfabrikbesitzer R. Herrmann zur Versorgung der Zuckerfabrik in Betrieb genommen. Eine Seilbahn versorgte die nahegelegene Brikettfabrik Herrmann mit Rohkohle aus den Gruben „Neue Sorge“ und Luckenau-Weidau („Neue Sorge II“). Der Schwelkohlenrückgang in der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ veranlasste zur Übernahme der Grube „Neue Sorge“ im Jahre 1885 durch die Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik AG.

Von A. Riebeck, einem Pionier der Bergbau- und Montanwirtschaft im Zeitz-Weißenfesler Braunkohlenrevier, wurde im Jahre 1863 die Grube „Nr. 397 Reußen“ aufgeschlossen und mit beachtlichen Fabrikanlagen, wie Förder-, Fahr- und Wetterschacht, Schwelerei und Mineralölfabrik sowie Ziegelei erfolgreich betrieben (LEHMANN 1933).

In beiden Gruben erfolgte nach dem Tiefbau auch die Kohlegewinnung im Tagebau. Das mit Wasser gefüllte Restloch 397 existiert heute noch und ist durch dichten natürlichen Waldbewuchs umgeben.

Die geologischen Verhältnisse der genannten Gruben entsprechen weitestgehend denen der Grube „Marie Nr. 340 Aue“. In beiden Restlöchern konnten vor allem Domsener (Zeitzer-) Sande über dem Flözkomplex 23 festgestellt werden. Besonders im Restloch 397 dominierten die weißen Sande. Im Jahre 1965 bedingten im nördlichen Kippenbereich aufsteigende Grundwässer eine beachtliche Rutschung der verkippten, überwiegend gleichkörnigen Domsener Sande (BELLMANN 1965).

4.3.2 Grube Groitzschen bei Kretzschau

Die Grube Groitzschen lag etwa 1,3 km westlich der Grube „Neue Sorge“ (Abb. 8, Pkt. 4). Sie befand sich ebenso wie die Gruben „Marie Nr. 340 Aue“, „Neue Sorge“ und „Nr. 397 Reußen“ im Bereich der hochwertigen Schwelkohlenvorkommen am Rande der Leipziger Bucht (STÖHR 1867).

Der Kohlenabbau erfolgte zu Beginn im Tiefbau, später im Tagebau. Es bestanden ähnliche geologische Verhältnisse wie im Gebiet Grana-Aue-Theißen (Reußen). In der zur Grube gehörenden Schwelerei kamen zunächst liegende Retorten zum Einsatz. Von etwa 1891 an wurden die um 1870 vom Chemnitzer Rolle entwickelten, stehenden Rolleöfen mit kontinuierlichem Schwelbetrieb eingesetzt (WAGENBRETH & WÄCHTLER 1983).

Die ehemaligen Schwelanlagen sowie die Brikettfabrik sind weitestgehend abgerissen. Von der obertägigen Grube „Groitzschen II“ blieb der Kretzschauser See als Naherholungsgebiet erhalten (BERKNER 2016).

4.3.3 Ziegeleitongrube Zeitz-Aue

Bei ihrem Endstand lag die Ziegeleitongrube Zeitz-Aue nur etwa 200 bis 300 m südlich der Tongrube Grana (Abb. 8, Pkt. 5). Die Ziegelei Aue befand sich am Floßgraben südwestlich des Ortes in der Nähe der Betriebsanlagen der ZEMAG Zeitz.

In der Ziegeleitongrube standen unter pleistozänem Gehängelehm und Geschiebemergel die tertiären Luckenauer Tone und Liegendkiese, gefolgt vom kaolinisierten Buntsandsteinersatz, an. Dieser war in der für den Unteren Buntsandstein typischen Wechselfolge aus zersetztem Schieferton und dünnen Sandlagen ausgebildet. Als Einlagerung traten kopfgroße Limonit-Konkretionen auf. Der Aufschluss markierte das erosionsbedingte Auskeilen des „Thüringer Hauptflözes“ (Flözkomplex 23) am Südrand der Leipziger Bucht (BELLMANN 1965, WAGENBRETH 1979).

Zu erwähnen ist ferner die unmittelbar westlich der Ziegeleitongrube Zeitz-Aue liegende, ehemalige Mohrens'sche Kiesgrube, in der tertiäre Kiessande abgebaut wurden.

4.3.4 Museum Brikettfabrik Herrmannschacht

Als die älteste erhaltene Brikettfabrik der Welt ist die ehemalige Brikettfabrik Herrmannschacht (Abb. 8, Pkt. 6) ein wichtiges technisches Denkmal der Braunkohlenindustrie von Mitteldeutschland (WAGENBRETH & WÄCHTLER 1983)

Der ehemalige Leiter der Zuckerfabrik Zeitz, Richard Herrmann, ließ 1864 den Schacht „Neue Sorge“ zur Brennstoffversorgung teufen und im Jahre 1889 eine Brikettfabrik in unmittelbarer Nähe der Zuckerfabrik errichten. Schacht, Verladung und Brikettfabrik wurden durch eine Seilbahn verbunden.

Die Brikettfabrik produzierte bis 1959 Briketts für den Industrie- und Bevölkerungsbedarf. Heute ist sie als Industriemuseum ein Teil der „Mitteldeutschen Straße der Braunkohle“ (BERKNER 2016).

5 Zur Entwicklung des Zeitz-Weißenfelser Braunkohlenreviers

5.1 Von den Anfängen bis zur Entdeckung des Pyropissits (Periode der Bauerngruben)

Die Anfänge der Kohlegewinnung im Zeitz-Weißenfelser Revier gehen zurück bis auf den Beginn des 18. Jahrhunderts. Mit der einsetzenden Industrialisierung, insbesondere aber durch die Einführung der Dampfmaschine, wuchs der Brennstoffbedarf in dieser Zeit sprunghaft an. Aufgrund der damals bereits zurückgehenden Waldbestände konnte diese Nachfrage jedoch nicht mehr allein durch Feuerholz abgedeckt werden. Somit gewann die Braunkohle als höherenergetischer Brennstoff zunehmend an Bedeutung. Der Abbau erfolgte zunächst durch die Grundbesitzer – meist Bauern – in kleinen Tagebaugruben (sog. „Bauerngruben“) in oberflächennah anstehenden Flözbereichen (BARTHEL 1962, WAGENBRETH 2011, VULPIUS 2015).

Der Pyropissit als solcher war zu dieser Zeit allerdings noch unbekannt. Die generell erste schriftliche Mitteilung über Pyropissit kann auf das Jahr 1799 datiert werden, als J.C.W. VOIGT von der „bituminösen Holzerde“ von Helbra (südliches Sachsen-Anhalt) berichtete. Diese Entdeckung wurde im Zeitz-Weißenfelser Revier jedoch lange nicht zur Kenntnis genommen, sodass bis in die 1830er Jahre der Pyropissit aufgrund seines Habitus für Lehm gehalten und als unbrauchbarer Abraum verkippt wurde. Erst als Anfang der 1840er Jahre „Eine Hand voll davon zufällig auf den heißen Ofen gelegt [...] plötzlich an[fing] zu schmelzen und auseinanderzulaufen“ (STÖHR 1867), regte sich hieran Zweifel. Von nun an galt Pyropissit als unreife Braunkohle und wurde zusammen mit braunen Kohlenlithotypen („Feuerkohlen“)



Abb. 11: Karte der Pyropissit-Vorkommen zwischen Zeitz und Weissenfels von STÖHR (1867). Eingetragene Zahlen bezeichnen die Nummern der Gruben.

zu Handziegeln verstrichen und ins nahegelegene Leipzig verkauft. Dort wurden sie als „Gerstewitzer Weißkohlen“ aufgrund ihrer leichten Entzündbarkeit und guten Brennbarkeit schnell bekannt und beliebt. Im Jahre 1845 untersuchten WACKENRODER und STAFFEL den Pyropissit hinsichtlich seines chemischen Aufbaus erstmals wissenschaftlich. Ihnen folgte eine Vielzahl weiterer Bearbeiter (u. a. KENNGOTT 1852, BRÜCKNER 1852, FIEBELKORN 1895). Eine erste Karte zur flächenhaften Verbreitung der historischen Pyropissit-Vorkommen legte STÖHR (1867) vor (vgl. Abb. 11).

5.2 Der industrielle Aufschwung (Periode der Tiefbaue)

Basierend auf den geowissenschaftlichen Erkenntnissen zum Pyropissit als Rohstoff in Kombination mit den technologischen Untersuchungen über die Gewinnung von Paraffin, beginnend mit dem österreichischen Freiherr von Reichenbach in den 1830er Jahren, brach Anfang der 1850er Jahre ein wahrer „Braunkohlenrausch“ im Zeitz-Weissenfelder Revier aus (STRUZINA 2015). Nach dem Vorbild Englands – wo bereits um 1850 zahlreiche Fabriken auf Basis heimischer Kohlen erfolgreich Paraffin produzierten – wurden bis 1856 auch hier mehrere Mineralöl- und Paraffinfabriken errichtet. Um die steigende Nachfrage an schwelwürdigen Braunkohlen decken zu können, wurde der Braunkohlenbergbau ab 1855 vermehrt untertägig betrieben und

zahlreiche neue Tiefbaugruben in den Randgebieten des Reviers, den Pyropissit-Verbreitungen (vgl. Abb. 1), aufgeschlossen.

Doch während die englische Technologie der Paraffinherstellung aufgrund ihrer wirtschaftlichen Bedeutung streng geheim gehalten blieb, führte das lückenhafte Wissen und das fehlende, fachlich qualifizierte Personal im Zeitz-Weißenfeler Revier zu technischen Problemen und somit zu geringen Produktmengen mit einer allenfalls mittelmäßigen Qualität, sodass schließlich die Einsicht reifte, dass eine technologische Entwicklung effizienter Verfahren vonnöten war (GROTOWSKY 1876). Im Ergebnis mussten fast alle zuvor errichteten Fabriken grundlegend modernisiert oder sogar abgerissen und neu gebaut werden.

Um 1875 gelangte die Paraffinöl-Industrie im Zeitz-Weißenfeler Revier zu ihrer Blütezeit. So erreichte der noch immer durch Kleinbetriebe organisierte Abbau im Jahre 1872 ein Allzeithoch von 108 Gruben (REINHARDT 1925) und im unmittelbaren Bereich der Schächte arbeiteten dutzende Schwelereien und mehrere Mineralöl- und Paraffinfabriken (vgl. Abb. 12). Letztere veredelten den in den Schwelereien gewonnenen Teer zu Leichtöl („Solaröl“), Benzin und Paraffin, dem wichtigsten Grundstoff der industriellen Kerzenherstellung.

Herkömmliche Kerzen aus Walrat (Fett aus dem Kopf des Pottwals), anderen Tierfetten oder Bienenwachs waren zu dieser Zeit viel zu teuer für die breite Bevölkerung. Als Hauptbeleuchtungsmittel dienten daher Kienspäne, flach gespaltene Stücke harzreichen Holzes. Diese brannten mit flackerndem, unruhigem Licht und räucherten stark. Der Ruß setzte sich überall ab, sodass Gardinen, Tapeten und Teppiche nicht sauber zu halten waren und daher kaum Verwendung fanden. Darüber hinaus wiesen Kienspäne nur eine relativ kurze Brenndauer von etwa 20 min auf, während derer sie zudem gerichtet und „gepflegt“ werden mussten um die Lichtausbeute bzw. die Brenndauer zu optimieren. Die Beleuchtung mit Kienspänen ermöglichte daher allenfalls eine kurzfristige Verlängerung des Tages für Hausarbeiten, während intellektuelle Beschäftigungen wie Lesen kaum möglich waren. Paraffinkerzen auf Braunkohlenbasis hingegen waren das erste preisgünstige, saubere und massentaugliche Beleuchtungsmittel der Menschheit und schufen somit die Grundlage für eine neue private, wie auch wirtschaftliche, Gesellschaftsentwicklung (z. B. Ermöglichung privater Bildung, Verlängerung der Arbeitstage).

5.3 Der Wandel der Braunkohlenindustrie (Periode der Tagebaue)

Aufgrund des hohen wirtschaftlichen Bedarfs an schwelbaren Braunkohlen ging der Bergbau bis in die 1880er intensiv im Zeitz-Weißenfeler Revier um, sodass bereits Anfang der 1890er Jahre viele der lokal begrenzten Pyropissitvorkommen erschöpft waren und die verbleibenden Reserven stark zurückgingen. Daher verlagerte sich die Kohlegewinnung in die zentraleren, weiter nordöstlich gelegeneren Teile der Leipziger Bucht. In dieser Richtung nahmen zwar die Flözmächtigkeiten zu, aber zugleich auch die Anteile an bitumenreicher Schwelkohle ab. Mehrere Schwelerei- und Mineralölfabriken mussten daher ihren Betrieb einstellen.

Die vermehrt anfallende, dunklere und bitumenärmere „Feuerkohle“ wurde zunächst mechanisch zu Hand- und Nasspressteinen für Heizzwecke verarbeitet. Die Einführung der Dampfmaschine im Bergbau (1863 bei Reußen) zur Wasserhebung und Kohlenförderung sowie der Brikettierung der in großen Mengen anfallenden „Feuerkohle“ (1874 Grube Emma bei Streckau) ermöglichten wesentliche Produktionssteigerungen in der Montanindustrie. Durch den Bau der Eisenbahnstrecke Weißenfels-Zeitz-Gera (1857/59) konnten zudem große Mengen an Rohkohle, Briketts und chemischen Produkten abgesetzt werden.

Der weiter steigende Kohlenbedarf war mit den bis dahin aktiven Kleinst- und Kleinbetrieben nicht mehr abzudecken. Daher setzte zwangsläufig ein Erneuerungs- und Konzentrationsprozess der Besitzverhältnisse ein, in dessen Verlauf sich größere Unternehmen bildeten (REINHARDT 1925). Unter dem Einfluss von Großbanken und deren Ankauf von weiteren Betriebsflächen bildeten sich Aktiengesellschaften. Bereits vor Ausbruch des 1. Weltkrieges kontrollierten die beiden Konzerne A. Riebeck'sche Montanwerke AG und Werschen-Weißfelder AG 94 % der Gesamtproduktion im

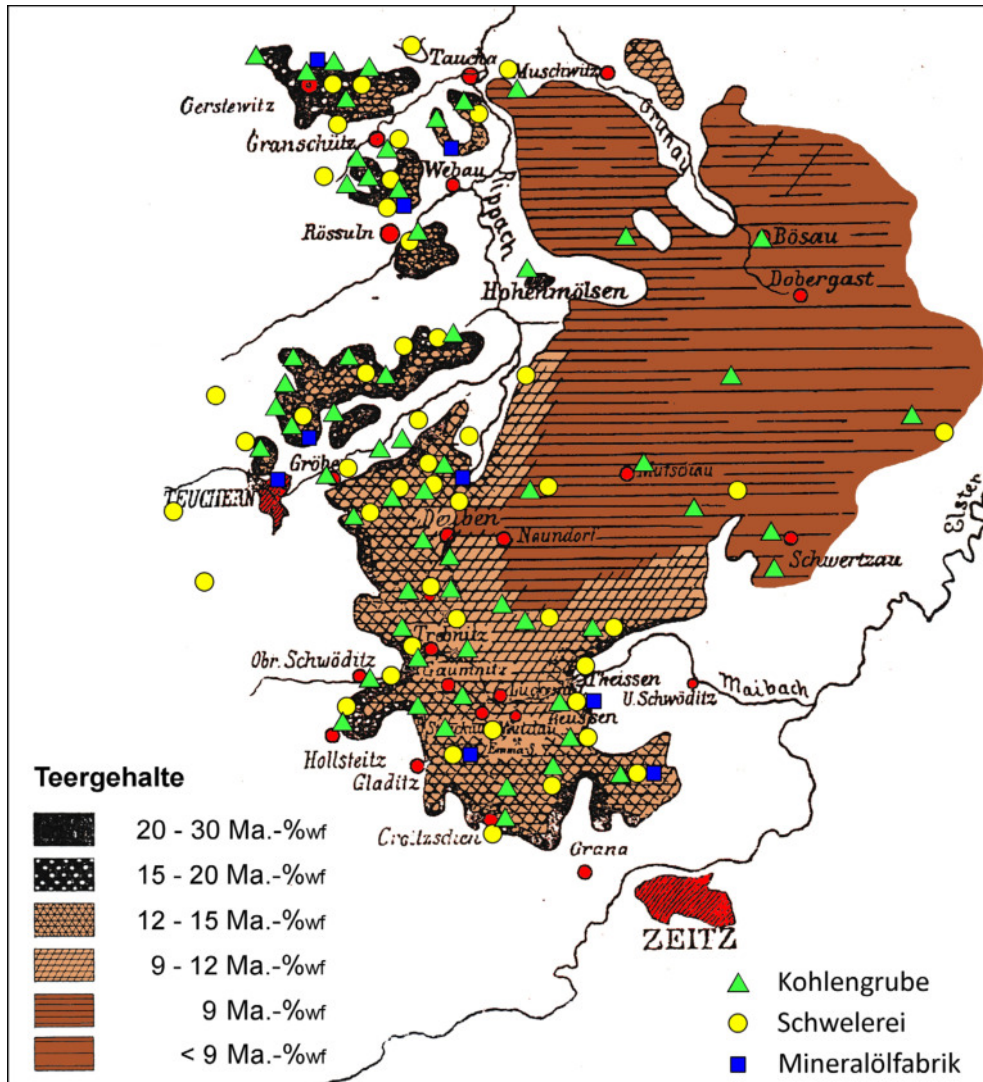


Abb. 12: Bergbau und Kohlenindustrie im Zeitz-Weißfelder Braunkohlenrevier um 1875 (Zeichnung RAEFLER 1912; Gruben und Industriestandorte nach FIEBELKORN 1895 und WAGENBRETH 2011).

Revier (BARTHEL 1962). Sie wurden im Jahre 1925 durch die IG-Farben übernommen (Tab. 2).

Der Übergang vom Tiefbau mit größeren Kohlenverlusten und aufwendigem Holzausbau zum Tagebau vollzog sich seit Beginn des 20. Jahrhunderts mit der Erzeugung von Elektroenergie und dem Ersatz der Kolbendampfmaschinen durch Elektromotoren. Es kamen Bagger zur Abraum- und Kohlegewinnung zum Einsatz. Der Zeitraum von 1920 bis zur Gegenwart wird deshalb als Periode der Tagebaugruben bezeichnet. Im Jahre 1925 wurde bei Deuben der erste Großtagebau im Revier aufgeschlossen. Gleichzeitig erfolgte der Aufschluss des Großtagebaues Böhlen im Leipzig-Bornaer Revier (BARTHEL 1962). Gegenwärtig gehen in den beiden Revieren nur noch die Großtagebaue Profen und Vereinigtes Schleenhain der Mitteldeutschen Braunkohlengesellschaft (MIBRAG) mbH, Zeitz, zur Versorgung der Großkraftwerke um. Die Brikettfabrik Deuben produziert je nach Bedarf Braunkohlenstaub und Briketts.

Dank

Die Autoren danken an dieser Stelle der Firma SIBELCO Deutschland GmbH, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. Heiko Sarodnik, für die Unterstützung und Ermöglichung der Geländearbeiten. Ebenso gilt Herrn Andreas Struzina Dank für den entscheidenden Hinweis auf das Pyropissit-Vorkommen in der Tongrube Grana und die dadurch angeregten geologischen Arbeiten. Weiterer Dank gebührt Frau Annett Bellmann, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Ökologischen Station Borna-Birkenhain, für Unterstützung bei den montanarchäologisch relevanten Feldarbeiten und Herrn Prof. Dr. habil. Otfried Wagenbreth (†) für Anregungen und wesentliche Hinweise zu den montanhistorischen Untersuchungen. Für gewährte Einsicht in ausgewählte Betriebsunterlagen der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ (neben den im Text aufgeführten Akten dienten ebenfalls die Altbergbauakten LHASA, MD, F79, IXb, 123 (Bd. 1), 196, 199, 235 und 237 der Recherche) danken die Autoren den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Landeshauptarchivs Sachsen-Anhalt (LHASA), Standort Wernigerode.

Literaturverzeichnis

- BARTHEL, H. (1962): Braunkohlenbergbau und Landschaftsdynamik. – Verlag H. Haack, Gotha.
- BELLMANN, H.-J. (1965): Sedimentpetrographische Untersuchungen tertiärer und pleistozäner Kiese und Sande am Süd- und Westrand des Weißelsterbeckens (Raum Weißenfels-Zeitz-Meuselwitz). – Unveröff. Diplomarbeit, M. Luther Universität Halle-Wittenberg.
- BELLMANN, H.-J. (1969): Untersuchungen über das Einzugsgebiet der tertiären Liegendschichten im Raum Zeitz. – Abh. u. Ber. Naturkundl. Mus. „Mauritianum“ Altenburg **6** (1): 37–48.
- BELLMANN, H.-J. (1997): Die Domsener Sande und die Funde von *Limulus decheni* Zinken bei Teuchern. – Hallesches Jahrb. Geowiss. B **19**: 115–119.
- BELLMANN, H.-J. & WAGENBRETH, O. (1974): Zur Geologie und Geschichte des Braunkohlenbergbaues südlich von Leipzig. – Sächs. Heimatblätter **20** (2): 68–74.
- BERKNER, A. (Hrsg., 2016): Auf der Straße der Braunkohle, Exkursionsführer. – Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau.
- BISCHOF, G. (1850): Brennwerte einiger Braunkohlen der Provinz Sachsen. – Bergwerksfreund **13**: 353–364.
- BOLTZE, H. (1877): Ueber die Art und Weise des Vorkommens von Schwälkohlern in der Provinz Sachsen. – Z. ges. Naturwiss. **49**: 173–214.

- BORBE, H. (2008): Steine und Erden. – In: BACHMANN, G.H.; EHLING, B.-C.; EICHNER, R. & SCHWAB, M. (Hrsg.): Geologie von Sachsen-Anhalt. – E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 475–485.
- BRÜCKNER, L. (1852): Über einige eigentümliche, wachshaltige Braunkohlen. – J. Prakt. Chem. **57**: 1–21. doi: 10.1002/prac.18520570101
- FIEBELKORN, M. (1895): Die Braunkohlenablagerungen zwischen Weißenfels und Zeitz. – Z. prakt. Geol. 1895: 353–365 & 396–415.
- GERSCHEL, H. & RASCHER, J. (2015): Pyropissit, die „weißlichgraue Erdkohle“, die Licht nach Mitteldeutschland brachte. – Spektrum MIBRAG GmbH **4**/2015, Leipzig.
- GERSCHEL, H.; RASCHER, J.; VOLKMANN, N.; LIGOUIS, B.; KUS, J. & BRETSCHNEIDER, F. (eingereicht): Lignite oxidation under the influence of glacially-derived groundwater: The pyropissite-deposits of Zeitz-Weißenfels (Germany). – Int. J. Coal Geol.
- GROTOWSKY, L. (1876): Der derzeitige Stand der Paraffin- und Mineralöl-Gewinnung in der Provinz Sachsen. – Z. Berg-, Hütten- u. Salinewes. **24**: 351–401.
- HEINE, G. (1845): Über die Zusammensetzung eines brennbaren Fossils von der Grube „Braune Caroline“ bei Helbra. – N. Jb. Min. Geogn. Geol. Petrefakt. **1845**: 149–152.
- HEINHOLD, M. (1905): Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Entstehung des Pyropissits und der Schwelkohlen. – Braunkohle **4**: 357–361 & 369–372.
- HEINHOLD, M. (1906): Über die Entstehung des Pyropissits. – Jb. königl. preuß. geol. L.-Anst. **27**: 114–158.
- HERTER, P. (1858): Beitrag zur Charakteristik der thüringisch-sächsischen Braunkohlenformation. – Abh. Naturforsch. Ges. Halle **4** (1): 40–85.
- HÜBNER, C. (1906): Beiträge zur Kenntnis der Schwelkohle. – Arch. Pharm. **224** (1–3): 196–215. doi: 10.1002/ardp.19062440124
- KARSTEN, C.J.B. (1850): Mitteilung über erdige Braunkohlen im Hangenden einiger Braunkohlenflöze zwischen Weißenfels und Zeitz. – Z. Dt. Geol. Ges. **2**: 71.
- KENNGOTT, G.A. (1852): Übersicht der Resultate Mineralogischer Forschungen in den Jahren 1850 und 1851. – Beil. Jb. königl.-kais. geol. Reichsanstalt **3** (4).
- KRAEMER, G. & SPILKER, A. (1902): Das Algenwachs und sein Zusammenhang mit dem Erdöl. – Ber. dt. chem. Ges. **35** (1): 1212–1223. doi: 10.1002/cber.190203501199
- KÜHN, B. & DAMMER, B. (1908): Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern mit Erläuterungen, Blatt 4938 Zeitz (alte Nr. 2874, Grad-Abtheilung 57, Blatt 59, Lieferung 146). – Preuß. Geol. L.-Anst. (Hrsg.), Berlin.
- Landeshauptarchiv Sachsen-Anhalt (LHASA): Altbergbauakten am Standort Wernigerode
 LHASA, MD, F79, IX_B Nr. 2
 LHASA, MD, F79, IX_B Nr. 11
 LHASA, MD, F79, IX_B Nr. 20
 LHASA, MD, F79, IX_B, Nr. 123 (Bd. 1)
 LHASA, MD, F79, IX_B, Nr. 196, 199, 237
 LHASA, MD, F79, IX_B, Nr. 235
- LEHMANN, R. (1933): Die geologischen Verhältnisse der Grubenfelder der A. Riebeck'schen Montanwerke. – In: A. Riebeck'sche Montanwerke (Hrsg.): Die Geschichte einer mitteldeutschen Bergwerksgesellschaft. Festschrift zu 25 Jahren Carl Adolph Riebeck und 50 Jahre A. Riebeck'sche Montanwerke Aktiengesellschaft. – Verlag F. Bruckmann, München: 213–252.
- MARTIKLOS, G. (2002): Geologische Übersichtskarte von Sachsen-Anhalt 1:400.000, Karte ohne quartäre Bildungen. – 1. Ausgabe, Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB), Halle / Saale.
- POTONIÉ, H. (1908): Zur Genesis der Braunkohlenlager der südlichen Provinz Sachsen. – Jb. preuß. geol. L.-Anst. **29**: 539–550.

- POTONÉ, H. (1910): Kaustobiolithe. – *Geol. Rundsch.* **1** (6): 327–337. doi: 10.1007/BF02332286
- RAEFLER, F. (1912): Die Entstehung der Braunkohlenlager zwischen Altenburg und Weißenfels. – *Braunkohle* **11**: 49–57, 67–70, 81–87, 99–102.
- RAEFLER, F. (1920): Gegen die Bodenfremdheit der sächsisch-thüringischen Braunkohlenlagerstätten. – *Braunkohle* **19**: (1) 1–6, (2) 20–23, (3) 33–37.
- RASCHER, J.; ESCHER, D.; FISCHER, J.; DUTSCHMANN, U. & KÄSTNER, S. (2005): Geologischer Atlas Tertiär Nordwestsachsen 1:250.000. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- REINHARDT, P. (1925): Rückblick auf die Konzentration der Besitz- und Betriebsverhältnisse im Zeitz-Weißenfeler Revier. – *Z. Gew. Verwert. Braunkohle* **1925**: 658–684.
- RIEBECK, E. (1880): Beiträge zur Kenntnis des Pyropissits. – Dissertation, Universität Freiburg.
- SCHWARZ, H. (1879): Über die Zusammensetzung des Pyropissits. – *Dingler's Polytechn. J.* **232**: 465–476.
- SEIFERT, A.; RASCHER, J. & ROSELT, G. (1978): Beitrag zur makropetrographischen Ansprache von Weichbraunkohlen. – *Z. Angew. Geologie* **24** (6): 250–256.
- STANDKE, G.; ESCHER, D.; FISCHER, J. & RASCHER, J. (2010): Das Tertiär Nordwestsachsens. Ein geologischer Überblick. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Dresden.
- STEDINGK, K.; UEBEL, M. & REICHE, D. (2005): Ergebnisse des EFRE-Projekts „Untersuchungen an ausgewählten Ziegelton-Rohstoffen Sachsen-Anhalts“. *Keram-technische Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen*. – *Mitt. Geol. Bergw. Sachsen-Anhalt* **9**: 85–90.
- STÖHR, E. (1867): Das Pyropissit-Vorkommen in den Braunkohlen bei Weißenfels und Zeitz (Preußische Provinz Sachsen). – *N. Jb. Min. Geol. Paläont.* **403**: 1–28.
- STRUZINA, A. (2015): Vor 160 Jahren „Massenstart“ Karbochemie, Die stoffliche Braunkohlenverwertung. – *Spektrum MIBRAG GmbH 2/3 2015*, Leipzig.
- TILLE, W. (1915): Die Braunkohlenformation im Herzogtum Sachsen-Altenburg und im südlichen Teil der Provinz Sachsen. – Königl. Preuß. Geol. L.-Anst., Arch. Lagerst.-Forsch. **21**, Berlin.
- VOIGT, E. (1925): Geographische Heimatkunde von Zeitz und seiner Umgebung. – In: WILCKE, M. (Hrsg.): *Zeitzer Heimatbuch*. – Sis-Verlag, Bd. **1**; Zeitz.
- VOIGT, J.C.W. (1799): *Kleine Mineralogische Schriften*. – Gebrüder Gädicke, Weimar.
- VON FRITSCH, K. (1890): Über die Entstehung der Braunkohlen, besonders der Schwelkohlen. – *Ber. 4. allg. dt. Bergmannstag*: 70–78.
- VULPIUS, R. (2015): Die Braunkohlenlagerstätten Deutschlands, ein Überblick. – GDBM Verlag GmbH, Clausthal-Zellerfeld.
- WACKENRODER, H.W.F. & STAFFEL, E. (1849): Über eine besondere Art erdiger Braunkohle und das darin enthaltene wachsartige Fett. – *Arch. Pharm.* **110**: 14–27. doi: 10.1002/ardp.18491100104
- WAGENBRETH, O. (1950/55): Die geologische Entwicklung der Umgebung von Zeitz. – *Zeitzer Heimat* **2**: 1–48.
- WAGENBRETH, O. (1979): Zur Paläomorphologie des Tertiärs im Weißelsterbecken. – *Z. geol. Wiss.* **7** (6): 719–734.
- WAGENBRETH, O. (2011): Die Braunkohlenindustrie in Mitteldeutschland – Geologie, Geschichte, Sachzeugen. – Sax-Verlag, Beucha.
- WAGENBRETH, O. (2016): Zur Korrelation von Kohlemächtigkeit und Geländesenkungen im Feld der Braunkohlengrube „Marie“ von Aue. – Unveröff. Briefanlage von Prof. Dr. habil. Otfried Wagenbreth an Dr. Hans-Joachim Bellmann vom 06.04.2016.
- WAGENBRETH, O. & WÄCHTLER, E. (1983): *Technische Denkmale in der DDR*. – Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

WITT, O.N. (1902): Rundschau (Zur wirtschaftlichen Bedeutung von Kohlen). – Prometheus **13** (630): 93–95.

Eingegangen am 30.10.2017

Dr. HANS-JOACHIM BELLMANN
Sonnesiedlung 23
D-04416 Markkleeberg

Dr. HENNY GERSCHEL & Dr. JOCHEN RASCHER
GEOmontan Gesellschaft für angewandte Geologie mbH
Am St. Niclas Schacht 13
D-09599 Freiberg
E-mail: h.gerschel@geomontan.de, j.rascher@geomontan.de

Anhang: Tabellen

Tab. 1: Vergleich der chemischen Zusammensetzung verschiedener Weichbraunkohlenlithotypen der Leipziger Bucht; zusammengestellt nach KARSTEN (1850), BISCHOF (1850), GROTOWSKY (1876), BOLTZE (1877), SCHWARZ (1879), RIEBECK (1880), RAEFLER (1912) und VULPIUS (2015).

	Weichbraunkohlenlithotypen der Leipziger Bucht		
	Braune Kohle („Kesselkohle“)	Gelbe Kohle („Schwelkohle“)	Pyropissit
<i>Immediatanalyse [Ma-%]</i>			
Rohkohlenwassergehalt W	55,0–63,0	55,0–63,0	60,0–68,0
Aschegehalt A^{wf}	8,0–16,0	12,0–16,0	5,0–15,7
Gebundener Kohlenstoff C_{fix}^{waf}	41,0–44,0	35,0–38,0	< 10,0
Flüchtige Bestandteile V^{waf}	56,0–59,0	61,0–64,0	> 90,0
<i>Elementaranalyse [Ma.-%]</i>			
Kohlenstoff C^{waf}	~ 64,0	~ 70,0	~ 74,0
Wasserstoff H^{waf}	~ 5,0	~ 6,0	~ 11,0
Sauerstoff O^{waf}	~ 25,0	~ 18,0	~ 14,0
Stickstoff N^{waf}	0,3–0,5	0,5–0,6	0,2–0,3
Schwefel, gesamt S_t^{waf}	8,0–9,0	~ 7,0	1,0–1,5
<i>Atomare Elementverhältnisse [-]</i>			
H/C	0,80–0,90	~ 1,0	1,60–2,00
O/C	0,20–0,30	0,15–0,20	0,11–0,14
<i>Veredlungsausbeuten [Ma.-%]</i>			
Bitumen (Toluollösliches) B^{waf}	2,2– 7,1	16,1–29,8	25,0–58,3
Schwelteer T^{wf}	7,5–10,7	8,6–14,3	30,0–40,0
Spezifische Dichte ρ [g/cm ³]	1,5	1,4	0,9–1,12

Tab. 2: Betriebszeit und Besitzverhältnisse Grube „Marie Nr. 340 Aue“ bei Zeitz und nahegelegene Betriebsorte im Zeitz-Weißenfelser Revier (ergänzt nach WAGENBRETH (2011)).

Lage (Abb. 8)	Grube / Werk	Betriebszeit	Eigentümer	Eigentümer ab 1925
1	Ton- und Kiessandgrube Grana	ca. 1904–2004	Privater und kommunaler Betrieb	
		seit 2005	SIBELCO Deutschland GmbH	
1	Tiefbaugrube „Marie Nr. 340 Aue“ bei Zeitz	1862–1864	Schneider & Co.	IG Farben
		1864–1883	Rossner, Schneider und Co.	
		1884–1910	Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik AG	
		1885	Übernahme der Grube „Neue Sorge“	
		1911–1913	A. Riebeck`sche Montanwerke AG Halle	
2	Tiefbaugrube und Tagebau „Neue Sorge“ bei Näthern	1864–1881	R. Herrmann und Co.	IG Farben
		1882–1911	Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik AG / Vereinigte Paraffin- und Solarölfabriken Halle	
		ab 1917	Tagebau „Neue Sorge“	
		1912–1945	A. Riebeck`sche Montanwerke AG Halle	
3	Tiefbaugrube und Tagebau „Nr. 397 Reußen“ bei Theißen	1863–1923	A. Riebeck`sche Montanwerke AG Halle	IG Farben
4	Tiefbaugrube und Tagebau Grotzsch (Gr. H. Schaeде) bei Kretzschau	1890–1945	Waldauer Braunkohlen-Industrie Verein AG, Werschen-Weißenfelser Braunkohlen AG (WW AG)	WW AG
5	Ziegeleitongrube Zeitz-Aue	ca. 1904–1970	Privater und kommunaler Betrieb	
6	Brikettfabrik „Herrmannschacht“ Grana bei Zeitz	1889–1959	R. Herrmann, Leiter Zuckerfabrik Zeitz	

Tab. 3: Ausgewählte Angaben zur Flözmächtigkeit, Förderung und Grubenbelegschaft der Grube „Marie Nr. 340 Aue“ (Auszüge aus LHASA, MD, F79, IXb Nr. 2/11/20).

Jahr	Flözmächtigkeit [m]	Kohlenförderung [t]	Gesamtbelegschaft	davon Berggenossen
1867	6,3–7,3	27.558	29	2
1868	4,2	----	--	--
1870	6,3–7,3	567.152	96	16
1872	----	415.566	70	18
1875	----	----	70	3 (Aufsicht)
1880	----	----	57	3 (Aufsicht)
1882	5,0	----	--	--
1907	5,2	----	18	1
1912			16	1
1914	--	Eingestellt	2	--

Tab. 4: Sachzeugen des Altbergbaus Grube „Marie Nr. 340 Aue“ bei Zeitz aus der Tongrube Grana: Angeschnittene Grubenstrecken.

	Anzahl	Streckenlänge [m]	Kappenlänge [m]
Offene Strecke (steile Böschung)	1	1,30	1,10
Zugebrochene Strecken	6	2014/15 beobachtet, nicht messbar	

Tab. 5: Sachzeugen des Altbergbaus Grube „Marie Nr. 340 Aue“ bei Zeitz aus der Tongrube Grana: Gefundene Grubenhölzer.

	Anzahl	Länge [m]	Durchmesser [cm]	Anmerkung
Kurze Rundhölzer	3	1,11 - 1,14	10,0–13,0	davon zwei Türstöcke, einseitig abgeflacht
Lange Rundhölzer	6	1,88–1,94	10,0–17,0	davon. drei Türstöcke
Kappe	1	1,14	13,0	Blatt 10–12 cm
Grundsohle	1	1,13	11,0	Blatt 10-11 cm (je vier Schienennägel)
Schwarten	2	0,85–1,00	12,0–14,0 breit	Stärke 2,0-3,5 cm

Tab. 6: Sachzeugen des Altbergbaus Grube „Marie Nr. 340 Aue“ bei Zeitz aus der Tongrube Grana: Aufgenommene Schienenstücke.

	Anzahl	Länge (m)	Detaillierte Beschreibung
Schienenstück A	1	1,22	2,5 cm obere / 4,0 cm untere Breite, 4,5 cm Schienenhöhe
Schienenstück B	1	ca. 1,30	nicht messbar, weil an steiler Böschung aus Strecke ragend