

Biostratigraphische Analyse von Subrosionsstrukturen in erzgebirgischen Kalken

Auftraggeber:



TU Bergakademie Freiberg
Akademiestraße 6
09596 Freiberg
Institut für Geologie
Prof. K. P. Stanek
Vertrag vom 28.05.2013

Auftragnehmer:



Am St. Niclas Schacht 13
09599 Freiberg
freiberg@geomontan.de · www.geomontan.de

Freiberg, den 11.11.2013

Thema: Biostratigraphische Analyse von Subrosionsstrukturen in erzgebirgischen Kalken.

Auftraggeber: TU Bergakademie Freiberg
Akademiestraße 6
09596 Freiberg
Institut für Geologie
Prof. K. P. Stanek

Bestellung: Vertrag vom 28.05.2013

Auftragnehmer: **GEO**montan
Gesellschaft für angewandte Geologie mbH
Am St. Niclas Schacht 13
09599 Freiberg

Bearbeitung: *Probenahme, Geologie und Auswertung:*
Dipl.-Geol. Marion Geißler (**GEO**montan GmbH Freiberg)
Dipl.-Geol. Dr. Jochen Rascher (**GEO**montan GmbH Freiberg)

Probenpräparation:
Dr. Heike Schneider
Friedrich-Schiller-Universität
Institut für Geographie
Löbdergraben 32
07743 Jena

Palynologische Bearbeitung:
Dr. Horst Blumenstengel
Am Gänseberg 13
07749 Jena

Bearbeitungszeitraum: 02/2013-11/2013

Seitenzahl: 23

Tabellen: 1

Abbildungen: 8

Anlagen: 4

Freiberg, am 11.11.2013



Dr. Rascher
Geschäftsführer

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Anlagenverzeichnis.....	4
1 Aufgabenstellung und methodische Vorgehensweise	5
2 Methodik der klimaökologischen Sporenstratigraphie i. S. v. KRUTZSCH.....	6
3 Literaturlauswertung zur biostratigraphischen Datierung tektonischer Ereignisse	8
4 Das „Neue Lager“ der Lagerstätte Lengefeld: Ausbildung, Tektonik und Karstbildungen	10
5 Durchgeführte Arbeiten und Untersuchungsergebnisse	13
5.1 Probenahme.....	13
5.2 Palynologische Untersuchung und Alterseinstufung der Schlottenfüllungen	13
6 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.....	15
6.1 Alterseinstufungen der Schlottenfüllungen	15
6.2 Schlussfolgerungen zur Hebungsdynamik der Erzgebirgsscholle.....	17
7 Verwendete Quellen und Literatur	20

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Stratigraphische Hauptgliederungsmethoden für tertiäre Schichtenfolgen und deren fazielle Anwendungsbereiche (aus KRUTZSCH et al. 1992)
- Abb. 2: Auswahl an tertiären Palynomorpha (1: Süßwasserplankton-Zyste *Planctonites stellaris*, Mitteleozän, Ton zwischen Flöz 1u und Flöz 1o, Tgb. Profen; 3: Marker E102: *Pseudospinaepollis pseudospinosus*, Mitteleozän, Flöz 1, Kohlenfeld Lützen; 2: marines Phytoplankton *Areosphaeridium pectiniforme*, Flöz 4, Unteroligozän, Tgb. Profen; 4: Marker E116: *Mediocolpopollis compactus*-Gruppe, Obereozän, Flöz 23, Kohlenfeld Lützen), Bestimmung und Fotos: H. BLUMENSTENGEL, Jena; mit freundlicher Genehmigung MIBRAG mbH Zeitz)
- Abb. 3: Lithologische und stratigraphische Gliederung der mittel- und ostdeutschen Tertiärabfolge mit den stratigraphischen Reichweiten der Sporomorphenzonen SPP und SPN (aus STANDKE 2008); rot eingrahmt: Palynologische Reichweite der Schlottenfüllungen von Lengefeld
- Abb. 4: Geologische Karte der Region Lengefeld mit den schematisch dargestellten fünf Dolomitmarmor-Lagern (nach GEOMIN 2010)
- Abb. 5: W-E Schnitt durch die Dolomitmarmor-Lagerstätte Lengefeld (aus GEOMIN 2010)
- Abb. 6: Paläogeographische Situation im tieferen Mitteleozän (SPP 15) nach STANDKE (2008)
- Abb. 7: Paläogeographische Situation im höheren Mitteleozän (SPP 16) nach STANDKE (2008)
- Abb. 8: Intensitätsverlauf der Subrosion in der Leipziger Bucht (nach EISMANN 1994)

Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Karst-Literatur

Anlagenverzeichnis

- Anl. 1: Übersichtsrise zu den Probenentnahmestellen i. M. 1:500 bzw. 1:1000 (Probenahmekampagnen 2011 und 2013) und Probenliste Beprobung 2013
- Anl. 2: Fotodokumentation der Entnahmestellen der Probenahmekampagne 2013
- Anl. 3: Ergebnisbericht zu den palynologischen Untersuchungen der Probenahmekampagne 2013
- Anl. 4: Ergebnisbericht zu den palynologischen Untersuchungen der Probenahmekampagne 2011 und Fotos der Entnahmestellen der Probenkampagne 2011

1 Aufgabenstellung und methodische Vorgehensweise

Im Rahmen aktueller Arbeiten zur Hebungsdynamik des Erzgebirges sollen biostratigraphisch-palynologische Untersuchungen an Schlottenfüllungen in erzgebirgischen Kalkgesteinen zur zeitlichen Datierung der Subrosionsvorgänge genutzt werden.

Es wurde folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Auswertung von geologischen Unterlagen zum Auftreten und der Ausbildung von Schlottenstrukturen in den Kalklagerstätten Lengefeld und Hammerunterwiesenthal der Firma GEOMIN Erzgebirgische Kalkwerke GmbH Lengefeld.

Anmerkung: Im Ergebnis dieser Recherche wurde für eine Konzentration der Untersuchungen auf die Lagerstätte Lengefeld entschieden.

2. Prüfung der Probenahmemöglichkeiten durch Übertagebohrungen in Schlottenfüllungen auf der Basis der seitens GEOMIN durchgeführten gravimetrischen Untersuchungen im Bereich des Neuen Lagers (Lagerstätte Lengefeld).

Anmerkung: Im Ergebnis der Auswertung mußte festgestellt werden, dass die Festlegung eines Bohransatzpunktes, um eine Schlottenfüllung von Übertage aus anzubohren, mit hinreichender Sicherheit und vertretbarem Aufwand nicht möglich ist. Deshalb wurde die untertägige Beprobung von Schlottensedimenten bevorzugt.

3. Schichtorientierte Entnahme von Sedimentproben aus den Schlottenfüllungen auf den einzelnen Abbausohlen in der Lagerstätte Lengefeld.
4. Palynologische Untersuchung der in der Lagerstätte Lengefeld entnommenen Proben und Alterseinstufung nach der klimaökologischer Sporenstratigraphie i. S. v. W. KRUTZSCH (KRUTZSCH et al. 1992, KRUTZSCH 1967, 1970, 2000, 2008, 2011).
5. Literaturrecherche zur biostratigraphischen Altersdatierung von Karststrukturen.
6. Erstellung eines zusammenfassenden Ergebnisberichtes einschließlich der Aussagen zur Altersdatierung in Bezug zur Karstmorphogenie- und dynamik.

2 Methodik der klimaökologischen Sporenstratigraphie i. S. v. KRUTZSCH

Alle Sedimente des mittel- und ostdeutschen deutschen Tertiärs sind, bis auf die unteroligozänen Rupelschichten, entkalkt. Sie enthalten deshalb kaum oder keine kalkhaltigen Mikro- und Makrofaunen, die stratigraphisch ausgewertet werden können (Abb. 1).

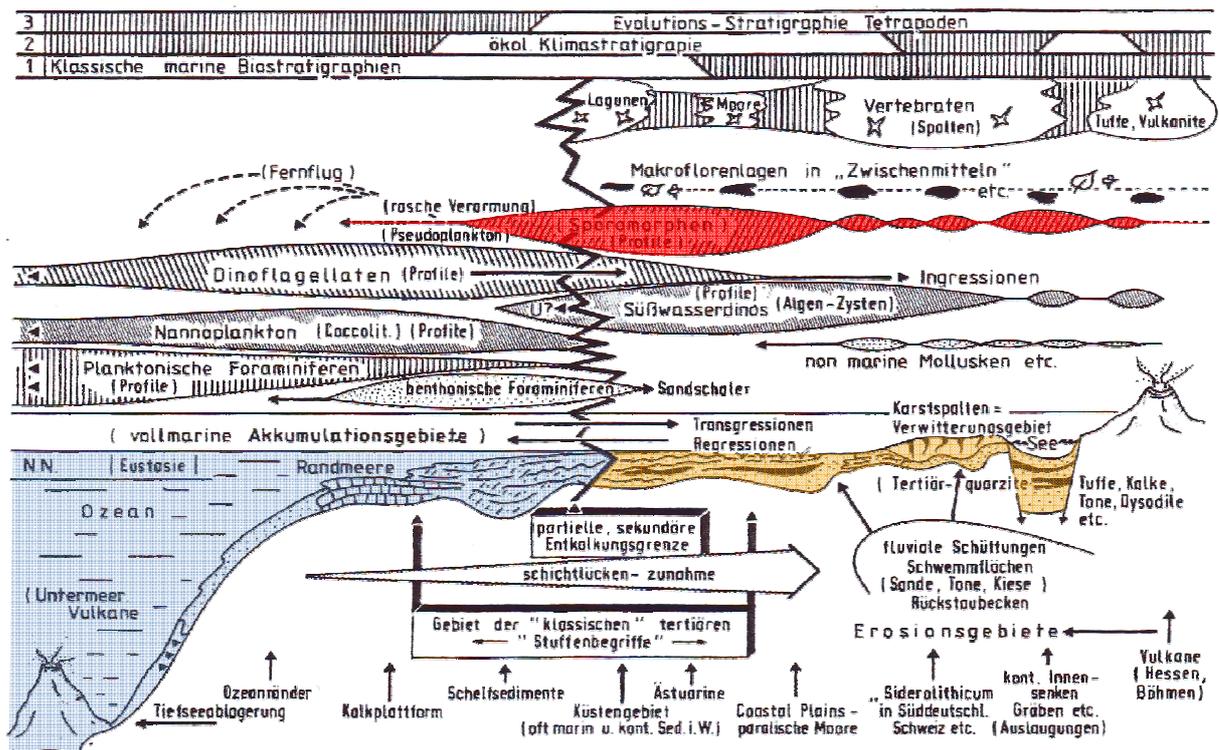


Abb. 1: Stratigraphische Hauptgliederungsmethoden für tertiäre Schichtenfolgen und deren fazielle Anwendungsbereiche (aus KRUTZSCH et al. 1992)

Aus diesen Gründen hat sich seit fast fünf Jahrzehnten eine stratigraphische Einstufung tertiärer Schichten in sog. Sporomorphenzonen auf der Basis von Untersuchungen der im Sediment enthaltenen Palynomorpha bewährt. Dabei hat sich methodisch die sporenstratigraphische Analyse i. S. v. KRUTZSCH (KRUTZSCH et al. 1992, KRUTZSCH 1967, 1970, 2000, 2008, 2011) bewährt. Es handelt sich dabei um eine ökologische Klimastratigraphie, die das klimatisch bedingte Einsetzen und/oder Verschwinden von bestimmten Florenvergesellschaftungen und Leitformen (Marker, vgl. Abb. 2) als Basis einer stratigraphischen Einstufung nutzt. Der Vorteil der Methode ist, dass sie auf Sedimente aus terrestrischen, marinen und ästuarinen Ablagerungsräumen anwendbar ist. Die stratigraphisch-zeitliche Auflösung kann deutlich unter 1 Mio. Jahren liegen.

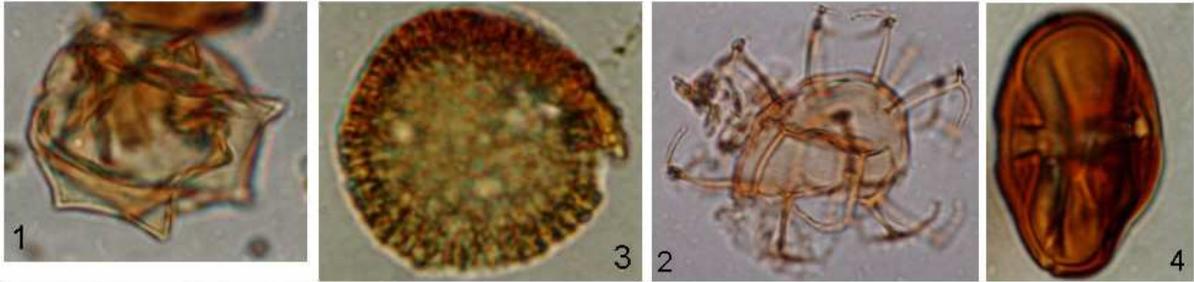


Abb. 2: Auswahl an tertiären Palynomorpha (1: Süßwasserplankton-Zyste *Planctonites stellarius*, Mitteleozän, Ton zwischen Flöz 1u und Flöz 1o, Tgb. Profen; 3: Marker E102: *Pseudospinaepollis pseudospinosus*, Mitteleozän, Flöz 1, Kohlenfeld Lützen; 2: marines Phytoplankton *Areosphaeridium pectiniforme*, Flöz 4, Unteroligozän, Tgb. Profen; 4: Marker E116: *Mediocolpopollis compactus*-Gruppe, Obereozän, Flöz 23, Kohlenfeld Lützen), Bestimmung und Fotos: H. BLUMENSTENGEL, Jena; mit freundlicher Genehmigung MIBRAG mbH Zeitz)

Im mittel- und ostdeutschen Tertiär können die „Sporomorphenzonen Paläogen“ (SPP) 11 bis 20 sowie die „Sporomorphenzonen Neogen“ (SPN) I bis XVI auftreten. Die stratigraphische Zuordnung dieser Sporomorphenzonen zur tertiären Schichtenfolge geht aus Abb. 3 hervor.

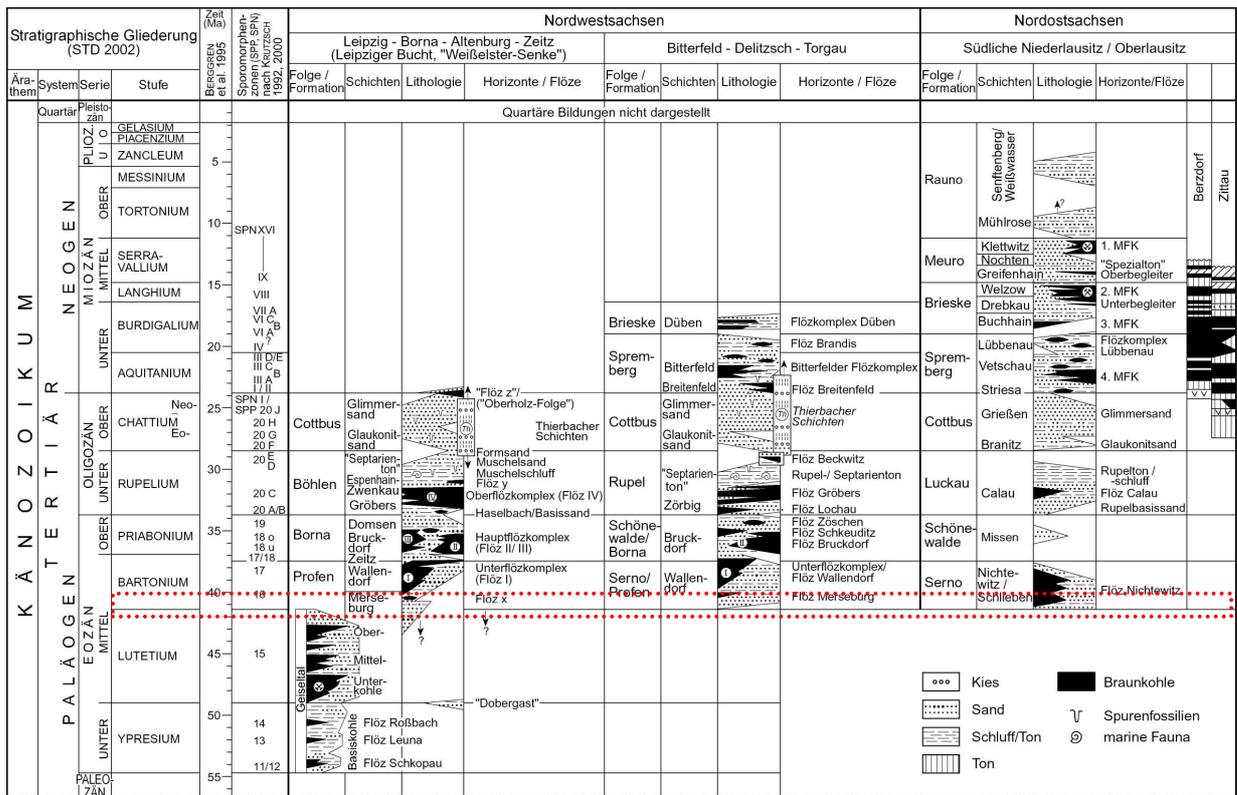


Abb. 3: Lithologische und stratigraphische Gliederung der mittel- und ostdeutschen Tertiärabfolge mit den stratigraphischen Reichweiten der Sporomorphenzonen SPP und SPN (aus STANDKE 2008); rot eingerahmt: Palynologische Reichweite der untersuchten Schlotenfüllungen von Lengfeld

3 Literaturoauswertung zur biostratigraphischen Datierung tektonischer Ereignisse

Die gesichtete Literatur zur Anwendung biostratigraphischer Datierungsmöglichkeiten an Karstfüllungen und deren Nutzen hinsichtlich Aussagen zu tektonischen Ereignissen bzw. Rekonstruktion von Paläolandschaften ist in Tab. 1 zusammengestellt:

Tab. 1: Karst-Literatur

Autor (Jahr)	Untersuchte Lokalität	Aussagen (hinsichtlich Klima und Karstbildung)
TODTMANN (1951)	Unterirdischer Karst in der Kreide von Lägerdorf bei Itzeho	unter diluvialen Sand und Grundmoräne ist die Oberfläche der Kreide durch Lösung der Kreide von Dolinen zernarbt; in der Kreide selbst sackartige Hohlräume und Kanäle (Schlotten) von wenigen cm bis 30 cm Durchmesser, die mit dunkelbräunlicher und schwärzlicher Substanz gefüllt sind; Wandungen sind rundlich und mit mm-dünner Brauneisenkruste bezogen; dunkelbraune Füllung ist häufig wandparallel von Brauneisenbändern durchzogen, teils deformiert; Pollen waren nicht zu finden, jedoch gelegentlich Kreidefossilien; Interpretation als Rückstandsbildungen von Karbonaten und Auffüllung mit amorpher, humus und wasserhaltiger Substanz (Humuskolloide); vermutet werden zwei Phasen der Verkarstung
RUTTE (1963)	Karst bei Kehlheim-Donau	Karst- und Kieselbildungen in Jura-, Kreide- und Tertiärgesteinen: bis > 100 m tiefer Karst der Unterkreide (sog. Schutzfels-Schichten) tritt im Jura auf; Füllung besteht aus Sand, Kies und blutrotem/violettem Ton, teils mit Eisen und Blattresten; von mariner Oberkreide überlagert; präobermiozäne Verkarstung (jünger als Kreide), fossilfrei, meist Sand und toniger Sand als Füllung; in Jura-Arealen Karst (Alter: Eozän, Oligozän, teils Miozän) mit Füllungen aus rotem Bolus und Bohnerz; „primäre“ Kieselbildungen (rundliche bzw. linsenförmige Kieselkonkretionen sowie Kieselimprägnationen) treten im Niveau Jura und Kreide auf; „sekundäre“ Kieselbildungen in Form von bis einige m mächtigen Einkieselungen der Landoberfläche in der terrestrischen Phase im Alt- und Mitteltertiär (präobermiozän); diese Kieselgesteine wurden nachträglich als bis zu mehrere m ³ -große Bruchstücke (sog. Kallmünzer, außen meist braun, schwärzlich, im Bereich Frankenalb mit Eisenrinden) oder stärker zerkleinert als helle, gelblichgraue Komponenten in der Oberem Süßwassermolasse umgelagert

Autor (Jahr)	Untersuchte Lokalität	Aussagen (hinsichtlich Klima und Karstbildung)
HERRMANN (1968)	Vorelsterzeitliche Karsttaschen mit Terra-fusca-Füllung in Kreide von Meerdorf bei Braunschweig	<p>bis 3 m tiefe sack- und trichterförmige Taschen auf mergeligen Kalken der Mucronatenschichten, durch Auflösung von Kalkstein entstanden (Karst);</p> <p>Oberfläche der Mucronatenschichten ist insgesamt zerfurcht und narbig, da bis 1,5 m tief in cm große Stücke zerfallen; wird fast flächenhaft von bis 20 cm mächtigem, braunem Ton bedeckt, der adernetzartig in Bruchbereich eingreift; Ton ist dicht, plastisch, kalkfrei, enthält Toneisensteingeoden und hat parallelepipedisches Gefüge; er kleidet auch die Taschen aus; im Querschnitt ergibt sich eine konzentrische Anordnung von hell- bzw. ockerbraun (außen) und dunkelbraun (durch Humusgehalt, innen), die durch Schrumpfung teils wandparallel schalig absondert; gelegentlich sind Kalksteinbruchstücke enthalten; Füllung der Taschen mit braunem Ton als Rückstandsbildung hat Charakter einer Terra fusca (Bodenbildung auf Kalkstein), die gleichzeitig mit Eintiefung entstand; inneren Kerne der Taschen sind mit Geschiebesand aus Vereisungszeit gefüllt; flächige Überlagerung mit drenthezeitlicher Grundmoräne</p>
KÖNIG et al. (2011)	Karsthohlformen auf Hochflächen bei Elbingerode (Mittelharz)	<p>isolierte Vorkommen von Sanden, Braunkohlen und Tonen in Karsthohlformen auf den Hochflächen bei Elbingerode; kombinierte biostratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen zeigten bevorzugt Flächenbildung gegenüber Karst; seichter Karst deutet auf verstärkte jüngere Hebung des Harzes im Pliozän</p>
HENNIGER et al. (2011)	Karstschlotte im Unteren Muschelkalk von Karsdorf an der Unstrut (Sachsen-Anhalt, Burgenlandkreis)	<p>durch Subrosion des Rötalinars entstanden; Fossilführung von Tetractinella- bis zur Cycloides-Bank (Oberer Muschelkalk); Versturzmassen sind nicht entkalkt und lieferten Karpoflora, Mollusken und Vertebratenreste, die enge Beziehungen zu Geiseltal (Lutetium) zeigen; Einstufung der Füllung in Mitteleozän ist nahelegend; karpologische Belege deuten auf Beginn Schlottenbildung im Untereozän, eventuell auch früher, hin</p>

4 Das „Neue Lager“ der Lagerstätte Lengefeld: Ausbildung, Tektonik und Karstbildungen

Die Kalklagerstätte Lengefeld (Abb. 4) beinhaltet Dolomitmarmore, die lithostratigraphisch der Raschau-Formation innerhalb der Keilberg-Gruppe zugeordnet werden und damit ca. 530 bis 540 Ma alt sind (GEOMIN 2010).

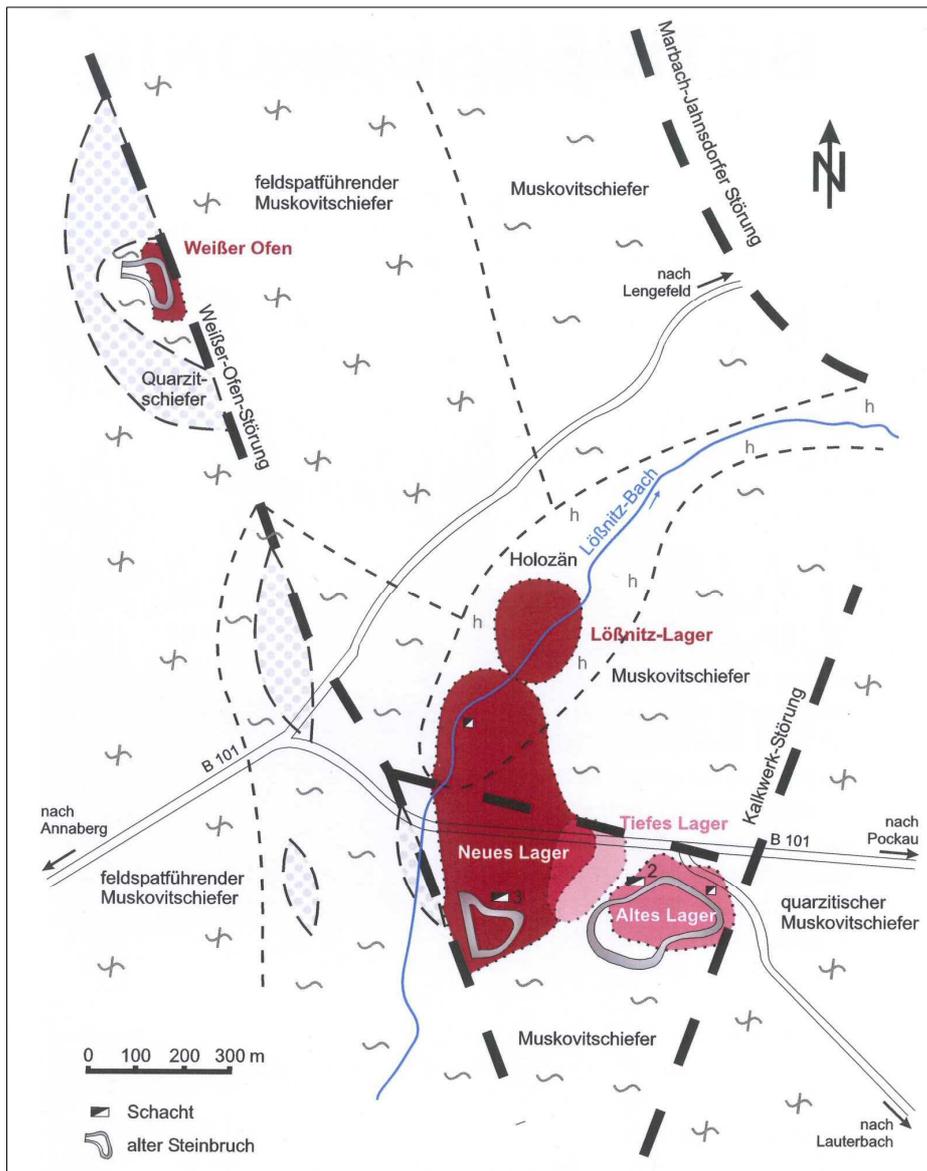


Abb. 4: Geologische Karte der Region Lengefeld mit den schematisch dargestellten fünf Dolomitmar-Lagern (aus GEOMIN 2010)

Die Konfiguration der Lagerstätte Lengefeld und damit die Abbauführung werden wesentlich durch die Bruchtektonik bestimmt. Eggisch und rheinisch, also NNW-SSE bis NNE-SSW (160-30 Grad) strei-

chende Störungen, die vorwiegend 70-80 Grad NE fallen, teilen die Lagerstätte in die in Abb. 4 dargestellten Lager. Die eggischen Störungen und Begleitbrüche stellen Parallelelemente zur regionalen Marbach-Jahnsdorfer Störung dar, die hier das östlich von ihr gelegene Gneisgebiet vom Glimmerschiefergebiet Zschopau-Neunzehnhainer Talsperre scheidet.

Die östliche Lagerstättenbegrenzung wird durch eine rheinisch (20 Grad) streichende Störung, die Randstörung des „Alten Lagers“ gebildet, die 40-45 Grad nach NW fällt (Kalkwerk-Störung). Außer den genannten Brüchen treten flacherzgebirgische Störungen (70 Grad, 70-85 Grad NW-fallend) auf, die das „Neue Lager“ und auch das „Tiefe Lager“ nach Süden begrenzen. REINISCH (1931) hat aus dieser vermutlich großen Scherzone Talk-Chloritschiefer beschrieben. Eine andere flacherzgebirgische Störung, die zentrale Neulager-Störung, trennt den Nord- vom Südteil dieses Lagerabschnitts.

Das „Neue Lager“ streicht im Wesentlichen E-W und fällt flach bis mittel steil in nördliche bzw. in südliche Richtung ein. Es lassen sich zwei etwa NE-SW streichende Mulden-/Sattelachsen diagnostizieren. Intensivere Makrofaltung tritt insbesondere im Südteil des „Neuen Lagers“ auf (HOTH et al. 2010).

Der Karbonatkörper des „Neuen Lagers“ wird in seiner gesamten Mächtigkeit von Karstschloten durchsetzt. Dabei ist besonders der nördliche Teil der 3., 4. und 7. Abbausohle von Hohlräumen gekennzeichnet, die im Durchmesser bis mehrere Meter erreichen können. Entsprechend der Lage des Lößnitzbaches (Abb. 4) in einem morphologisch höheren Niveau werden die Karsterscheinungen im Dolomitkörper des „Neuen Lagers“ dem „tiefen Karst“ zugeordnet.

Besonders relevant für Verkarstungserscheinungen ist die oben genannte Neulager-Störung, an die mehrere - bis einige Meter große - Karsthohlräume gebunden sind. Darin treten nach SCHILKA (2003) vermutlich fluviatil verschleppte Basaltgerölle in Teufen bis zu 90 m auf. Verkarstungsbereiche im „Neuen Lager“ (Abb. 5) sind dem entsprechend vorwiegend an NW-SE- und NE-SW- Bruchstrukturen gebunden, jedoch können auch N-S- und W-E-streichende Elemente betroffen sein. Eine verstärkte Karstintensität ist im Nordfeld des „Neuen Lagers“ zu beobachten, welche sich möglicherweise mit der geringeren - vor Korrosion schützenden - Überdeckung mit Muskovitgneisen erklären lässt.

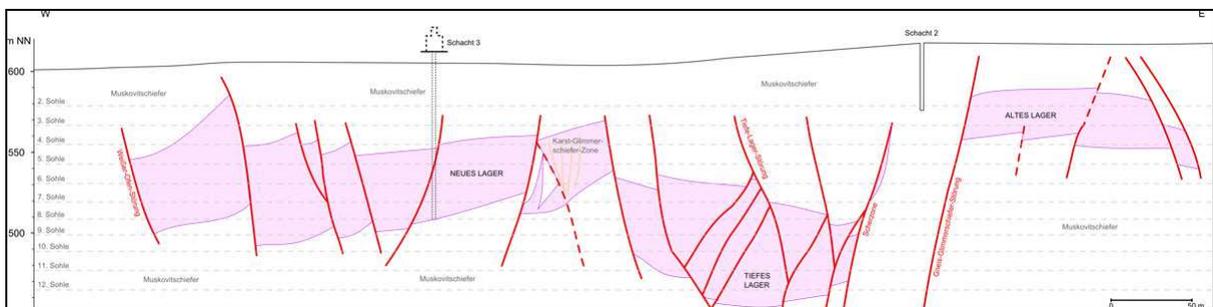


Abb. 5: W-E Schnitt durch die Dolomitmarmor-Lagerstätte Lengefeld (aus GEOMIN 2010)

Die zum großen Teil mit Sediment gefüllten Schlotten zeigen häufig eine Internschichtung, die durch Differenzierung der Inhaltsstoffe in einzelne Lagen entstand (s. Anl. 2). Vorherrschend sind rötlich-braune tonige Bestandteile als auch Glimmeraggregate des Hangenden, Karbonatsplitter und -körner sowie karbonatische Sekundärkristalle (FLEISCHER 1994).

Nach FLEISCHER (1994) kam es beim Anschnitt von Karstschlotten in tieferen Niveaus kurzzeitig bzw. bis wenige Tage zu verstärkter Wasserschüttung und gleichzeitig zum Versiegen der Wasserführung im Bereich der oberen Sohlen, was auf ein zusammenhängendes Karstsystem schließen lässt. Einzelheiten zu den hydrogeologischen Verhältnissen können bei BRETTSCHEIDER (1987) nachgelesen werden.

5 Durchgeführte Arbeiten und Untersuchungsergebnisse

5.1 Probenahme

Bereits 2010/2011 wurden auf Initiative der Firma **GEO**montan GmbH Freiberg 5 Proben im Kalkwerk Lengefeld durch den Grubengeologen Herrn L. GEISLER entnommen und palynologisch analysiert. Damals wurden die Sohlen 4, 5 und 6 beprobt. Der palynologische Untersuchungsbericht ist als Anl. 4 beigegeben.

Die zweite Probenahmekampagne im Kalkwerk Lengefeld wurde am 29.04.2013 durch Berichterstatter durchgeführt. Es wurden insgesamt 41 Proben aus 4 Schloten der 6. Abbausohle und aus 7 Schloten der 4. Sohle des „Neuen Lagers“ entnommen. Dabei wurden die verkarsteten Klüfte auch eingemessen (s. Anl. 1). Der palynologische Untersuchungsbericht ist als Anl. 3 beigegeben.

Die Lage aller Probenahmestellen und die Kurzansprache der 2013er Proben sind Anl. 1 zu entnehmen; die Stellen der Beprobung 2013 sind außerdem in Anl. 2 fotografisch dokumentiert.

5.2 Palynologische Untersuchung und Alterseinstufung der Schlotenfüllungen

Am Institut für Geographie der Friedrich-Schiller-Universität Jena erfolgte die Aufbereitung der entnommenen Proben. Die dort gebräuchliche Aufbereitungsmethodik lehnt sich an MOORE et al. (1991) an und umfasst die folgenden Arbeitsschritte (freundliche Mitteilung H. SCHNEIDER):

- Entnahme von Untersuchungsmaterial aus den Proben
- Flusssäureschritt
- Ultraschall-Behandlung
- KOH-Schritt
- Acetolyse
- Neutralisierung und Überführung mit Glycerin für Tertiärproben
- Herstellung der Flüssigpräparate für die Mikroskopie.

Die Durchlichtpräparate wurden von Herrn Dr. BLUMENSTENGEL palynologisch untersucht. Detailergebnisse sind den Anl. 3 und 4 zu entnehmen.

Die aus beiden Untersuchungskampagnen erhaltenen Alterseinstufungen der Schlotenfüllungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Untersuchungen 2011 (Anl. 4):

- Proben mit auswertbarer Flora: 2 Proben von insgesamt 5 entnommenen Proben
- Alter: Mitteleozän (Sporomorphenzonen 15D bis 16, d.h. Lutetium bis tieferes Bartonium, s. Abb. 6 und 7)

- Mikroflora: 35 Formspezien, Kohlenmooranzeiger fehlen, d.h. keine Kohlenmoorfazies, sondern Flora der offenen Landschaft in feuchtwarmem, humidem Klima

2. Untersuchungen 2013 (Anl. 3):

- Proben mit auswertbarer Flora: 2 Proben von insgesamt 41 entnommenen Proben
- Alter: Mitteleozän (höhere Lutetium - tiefere Bartonium, entspricht etwa 40 – 42 Ma), d. h. die Alterseinstufung aus der Untersuchung 2011 konnte bestätigt werden
- Mikroflora: „Zu der bereits 2011 nachgewiesenen Leitform von *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* konnte noch ein weiteres Exemplar gefunden werden, so daß wir jetzt von einem „subhercynicus-Maximum“ ausgehen können. Damit ist die Flora **nicht jünger als SPP-Zone 16** nach KRUTZSCH (1967/70). Das Vorkommen von E90 *Eocaenipollis pentacolpatus* und E112 *Tricolporopollenites abbreviatus* weist darauf hin, daß **ein höheres Alter als Mitteleozän auszuschließen ist**. Eine **Einstufung in einen nicht genauer belegbaren Abschnitt von SPP-Zone 15D bis 16** erscheint ... als gerechtfertigt.“ (s. Abb:3). „Faziell weist die Flora auf einen Nyssa-Sumpfwald in einem parapalustrischen Raum hin, wie das Vorkommen von Nyssa und von kleinen tricolporaten „cingulum-Formen“ belegt. Die häufig vorkommenden Formen von *Platycarien* und myricoiden Vertretern sowie andere Formengruppen sprechen für trockenere Klimabedingungen und würden so eine dysodile Zwischenphase anzeigen.“

„Paläogeographisch gesehen fügt sich das in einer Schlotte erhaltene Tertiärvorkommen von Lengefeld gut in das bis jetzt bekannte Bild des mitteldeutschen Raumes im Mitteleozän ein. Es ist aber am weitesten nach SE exponiert [s. Abb. 6 und 7] und stellt **das älteste Tertiärvorkommen in diesem Raum** dar. Es belegt auch die noch nicht vorhandene Heraushebung dieses erzgebirgischen Raumes und macht es in etwa nach seinem Alter mit den Schlottenfüllungen des Elbingeröder Komplexes vergleichbar.“ (vgl. Anl. 3)

6 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

6.1 Alterseinstufungen der Schlottenfüllungen

Die Schlottenfüllungen in der Kalklagerstätte Lengefeld/„Neues Lager“ können nach den palynologischen Befunden (Anl. 3 und 4, Kap. 5.2) einem Zeitabschnitt innerhalb der Sporomophenzone SPP 15D bis zur Zone SPP 16 (s. Abb. 5 und 6) zugeordnet werden (höheres Lutetium bis tieferes Bartonium), d. h. etwa einem absoluten Alter von ca. 40 bis 42 Ma vor heute (s. Abb. 3).

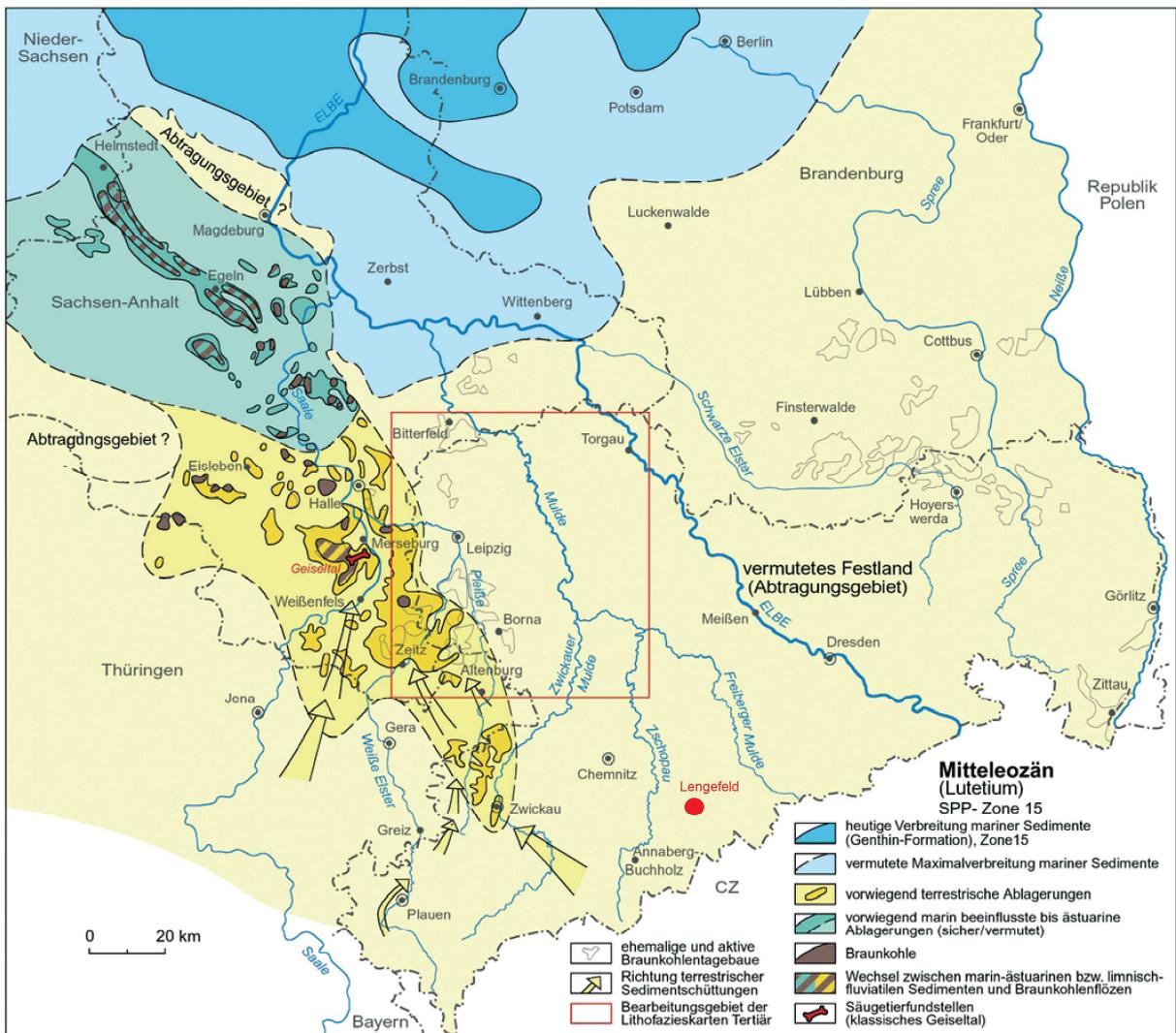


Abb. 6: Paläogeographische Situation im tieferen Mittelozän (SPP 15) nach Standke (2008)

Dieser Zeitabschnitt wird im mitteldeutschen Tertiärgelbiet als Merseburg-Schichten der Profen-Formation Formation (STANDKE et al. 2005, STANDKE 2008, s. Abb. 3) bzw. Merseburg-Formation (BLUMENSTENGEL & KRUTZSCH 2008) definiert. Er besteht dort aus einer bis 40 m, in Subrosionsgebiete-

ten auch bis teilweise 100 m mächtigen Schichtenfolge von vorwiegend limnisch-palustrischen und fluviatilen Sedimenten, die sich offensichtlich in einer Alluvialebene abgelagert haben. Im jüngsten Abschnitt dieser Schichtenfolge drang bereits aus dem Raum Helmstedt die Paläo-Nordsee zeitweilig nach Südosten bis in die Gegend der heutigen Braunkohlenlagerstätte Profen vor und hinterließ gezeitenbeeinflusste Sedimente des Küstenbereiches. Das war der Beginn einer ästuarinen Entwicklung in einem NW-SE-streichendem Areal zwischen Helmstedt und Zeitz/Altenburg (STANDKE et al. 2010).

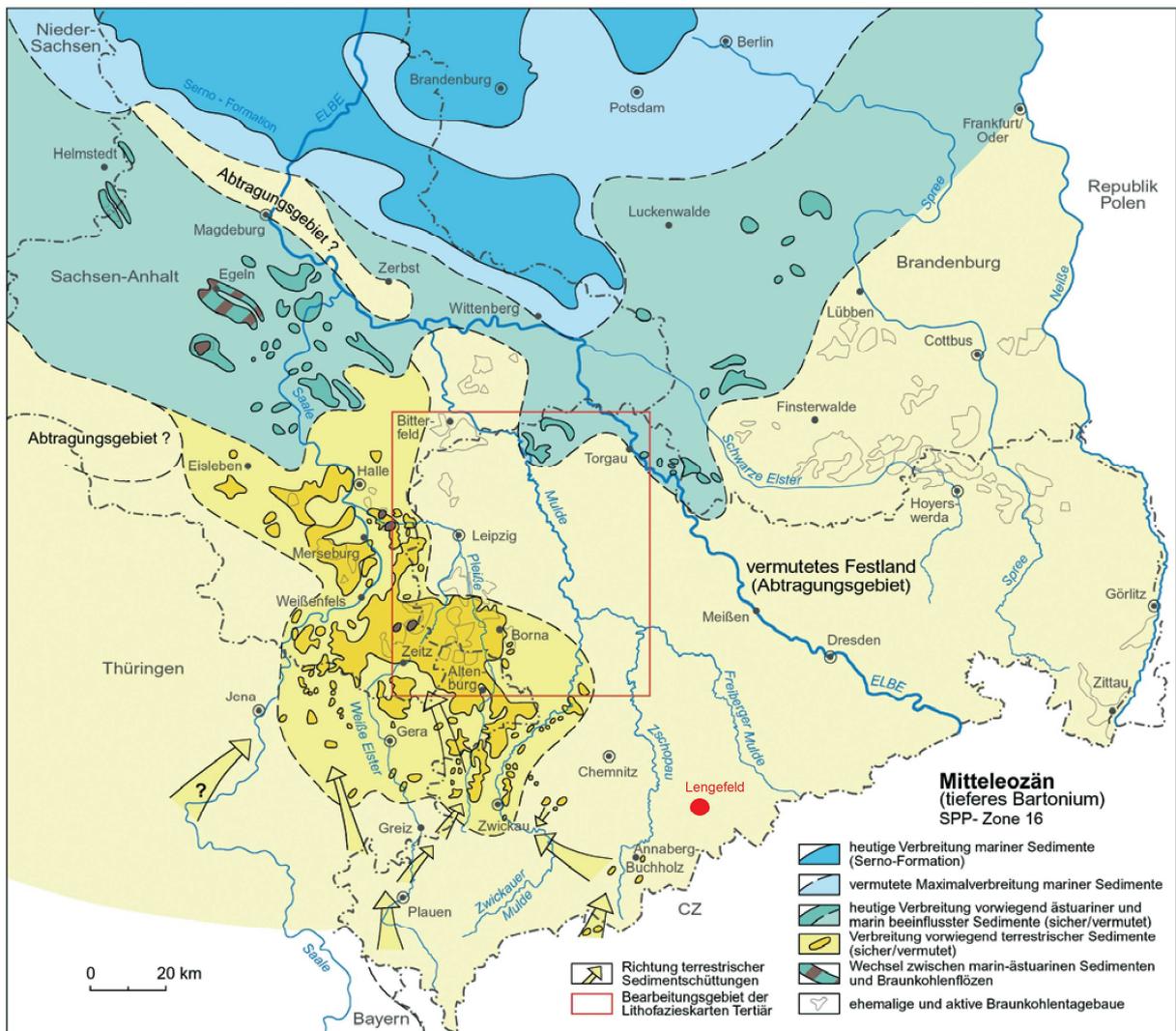
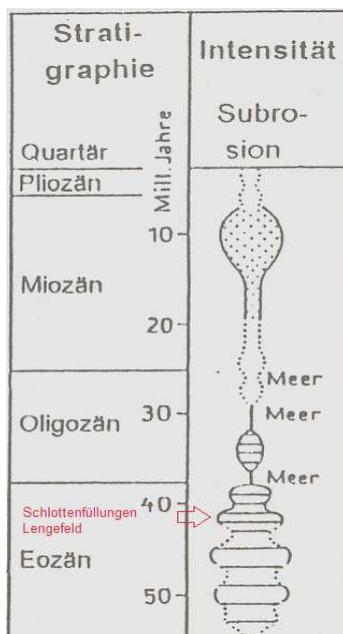


Abb. 7 Paläogeographische Situation im höheren Mitteloazän (SPP 16) nach STANDKE (2008)

Die Schüttung des klastischen Materials der Merseburg-Schichten erfolgte vermutlich ausschließlich von Süden bzw. Südwesten (AHRENS et al. 1974) her in Richtung der Leipziger Bucht. Die südlich gelegenen, bis in das heutige Böhmen reichenden mesozoischen bis alttertiären Verebnungsflächen lieferten hauptsächlich den Quarzdetritus für die im Süden und Südosten vorwiegend grobklastischen (Fein- bis Grobkiese) Ablagerungen, die nach Norden und Nordwesten immer feinklastischer werden.

Der aus dem Erzgebirge und dann über den Raum Mosel-Zwickau kommende sog. Zwickauer Fluss („Ur-Pleiße“, STANDKE 2008) erreichte bei Altenburg die Leipziger Bucht, durchströmte diese in nordwestliche Richtung und floss im Nordwesten im Bereich der Werben-Domsener Pforte nach Norden ab (LAUER 1984). Obwohl biostratigraphische Belege für ein obereozänes Alter des Flusslaufes sprechen, kann aus sedimentologischen Untersuchungen der Merseburg-Schichten (DOLL 1982) geschlossen werden, dass der Flusslauf sicherlich bereits im Mitteleozän vorhanden war. Eine fluviatile Verbindung von Nordböhmen zur Leipziger Raum ist demnach zur damaligen Zeit als sicher anzunehmen (u. a. KRUTZSCH et al. 1992, SUHR 2003).



Das festgestellte Alter der Schlottenfüllungen im Lengefelder Kalklager passen recht gut mit der ersten intensiven Subrosionsphase des Gipskarstes in der Leipziger Bucht im Sinne von EISMANN (1984, 1994) zusammen (Abb. 7).

Abb. 8: Intensitätsverlauf der Subrosion in der Leipziger Bucht (nach EISMANN 1994)

6.2 Schlussfolgerungen zur Hebendynamik der Erzgebirgsscholle

Von den in 11 Karstschlotten entnommenen Proben lieferten nur etwa 10% stratigraphisch auswertbare Palynomorpha. Insgesamt wurden 45 tertiäre Taxa festgestellt. Quartäre Formen konnten nicht zweifelsfrei identifiziert werden.

Die palynologisch positiven Proben konzentrieren sich auf zwei Störungsrichtungen:

- Schlotten 1 und 2 auf Sohle 6 (Beprobung 2013): Streichen SW-NE bis WSW-ENE, mit Einfallen 36 – 40° NW, sowohl laminierte als auch relativ massig ausgebildete Sedimente
- Schlotte Probe 5 auf Sohle 5 (Beprobung 2011): Streichen NW-SE, mit Einfallen 54° NE, laminierte Sedimente

Diese überwiegend laminierten Ablagerungen erbrachten mitteleozänes Alter (höheres Lutetium bis tieferes Bartonium) und zeigen damit einen Zeitraum zwischen etwa 40 bis 42 Ma vor heute an. Somit ist eine bevorzugte Bindung an Störungsrichtungen NW-SE und SW-NE pausibel, da erst im Zuge der Erzgebirgshebung auch W-E und N-S Richtungen aktiviert wurden.

Die Kalklagerstätte Lengefeld liegt am westlichen Rand der Flöha-Zone (bzw. Flöha-Querzone), die sich als eine NW-SE streichende, generell nach NE einfallende 4 bis 8 km breite Zone mit Tiefenstörungscharakter von Flöha - Augustusburg im NW bis Hamr bei Litvínov (Tschechien) erstreckt. Nach Befunden von Apatit-Spaltspuren in LANGE et al. (2008) ist davon auszugehen, dass die Karbonatgesteine von Lengefeld bereits ab der Unterkreide in Oberflächennähe lagen. Das wiederum hat zur Folge, dass man für diesen Bereich auch eine relativ frühzeitig beginnenden Verkarstung vermuten kann. Entsprechend dem Subrosionsgeschehen in der tertiären Leipziger Bucht muss von einer Verkarstung schon während des gesamten Eozäns ausgegangen werden (EIBMANN 1985, 1994). Die ermittelten Alter der Lengefelder Schlottenfüllungen liegen im oberen Bereich des ersten (alttertiären) Subrosionszyklus (Abb. 8).

Dafür sprechen auch die klimatischen Bedingungen, die u. a. von sehr hohen Temperaturen an der Wende Paläozän/Eozän gekennzeichnet waren (Paläozän-Eozän-Temperatur-Maximum). Man geht von seltenen Niederschlägen in Form von saurem Regen aus, welcher bei insgesamt niedrigem Grundwasserstand sehr massive Karstbildungen in der vadosen Zone verursachen kann.

Ein großer Teil der beschriebenen rotbraunen schluffig-tonigen Karstschlottenfüllungen (s. Anl. 2) mit schwärzlichen Lagen kann als Rückstandsbildung massiver Verkarstung betrachtet werden. Diese waren schon vor der Einspülung der gefundenen Pollen und Sporen in den Schlotten quasi in-situ vorhanden. Es ist also auch nicht verwunderlich, dass nur spärliche Pollen- und Sporenfunde in einigen Schlotten möglich waren. Die Karstfüllung ist sicherlich auch später weiter gegangen bzw. bis fast rezent anhaltend, was jüngere Wassereintrübe beim Kalkabbau belegen.

Zur Öffnung der verkarsteten Bereiche nach oben konnte es erst im Zuge der tektonischen Bewegungen in Verbindung mit der Bildung des Eger-Rifts kommen. Nach ULRICH et al. (2011) lassen sich dessen die vulkano-tektonischen Ereignisse in folgende Zeitfenster einstufen:

- 1) **Prä-Rift Phase** (späte Kreide bis Mitteleozän/Ypresium, 79 - 49 Ma),
kompressives Spannungsfeld
- 2) **Syn-Rift Phase** (Mitteleozän/Lutetium bis Mittelmiozän/Burdigalium, 42 - 16 Ma),
tensionales Spannungsfeld
- 3) **Post-Rift Phase** (16 – 0,26 Ma)
 - 3.1) Mittelmiozän/Burdigalium bis Obermiozän (16 - 6 Ma), kompressives Spannungsfeld
 - 3.2) Obermiozän - Altpleistozän (6 – 0,9 Ma), tensionales Spannungsfeld

3.3) Altpleistozän - Jungpleistozän (0,9 – 0,26 Ma), kompressives Spannungsfeld.

Die palynologisch ermittelten Alter würden dementsprechend an den Beginn der Syn-Rift Phase zu stellen sein.

Die eigentliche morphologische Grabenbildung mit markanten Bruchstufen setzt erst im höheren Oligozän, vermutlich sogar erst im Untermiozän ein (KÄMPF et al. 2011). Darauf weisen Faziesmuster der Sedimente (ELZNIC et al. 1998) und Ablagerungen auf den gehobenen Grabenflanken, teilweise unter Vulkaniten erhalten, hin. Erst in diesem Zeitraum dürfte sich der subsequest zum Graben orientierte Verlauf der Eger herausgebildet haben.

Vulkanische Aktivität setzt im Bereich des östlichen Egerriffs (Böhmisches Mittelgebirge) bereits in der späten Kreide/ im frühen Tertiär ein (ULRYCH & PIVEC 1997; ULRYCH et al. 2003), so dass hier die Rift-entwicklung möglicherweise früher beginnt.

Bis mindestens Obereozän bestand die Landschaft Nordböhmens aus einem Flachland mit Flüssen, Seen, Maaren und mittleren vulkanischen Erhebungen (flaches Hügelland) (KVAČEK 2002). Es existierte ein fluviatiles Drainagesystem vom heutigen Böhmisches Mittelgebirge über Böhmen und Sachsen in Richtung Ur-Nordsee (s. Abb. 6 und 7). Sedimente eines verflochtenen Flusssystemes (braided river) sind an mehreren Stellen unter Augit-Nephelinit-Bedeckung erhalten geblieben (Pöhlberg, Bärenstein, Scheibenberg). Von SCHILKA (2003) wurden Basaltgerölle aus dem Kalkwerk Lengefeld erwähnt, die möglicherweise durch derartige fluviatile Ablagerungen in die Schlotten eingespeist werden konnten.

Im Hangenden der Grobklastika sind am Scheibenberg noch feinklastische Sedimente erhalten, welche ebenfalls in einer Senke, Talung oder großflächigen Ebene abgelagert wurden. Diese werden mit Ablagerungen des Unteroligozän dlichen Rand der NW-Europäischen Tertiärsenke korreliert (SUHR 2003). Hohe Titanitgehalte werden einem Eintrag von Airfall-Ablagerungen, vermutlich aus dem Duppauer Gebirge, zugeschrieben (STANDKE & SUHR 2008). Diese feinklastischen Gesteine können somit als Beleg dafür gelten, dass das Erzgebirge zu dieser Zeit noch nicht als Pultscholle existiert haben kann. Analog zu den Grobklastika unter den Augit-Nepheliniten von Pöhlberg, Bärenstein und Scheibenberg wurden auch im Raum Boží Dar (LOMOZOVÁ & MRŇA 1967) und einigen anderen Bereichen auf tschechischer Seite Sedimente in dieser Position gefunden. Auch das spricht für eine größere braided-river-Fläche vor Platznahme (Ausfließen) der Nephelinite. Auch das Maar von Hammerunterwiesenthal, welches mit 30,5 Ma (Dr. HEß, Heidelberg) datiert ist, kann aufgrund der heftigen explosiven Natur nur in einer Tieflage mit Wasserfüllung (See oder Flusssystem) entstanden sein. Floren-funde in den oberen Teilen der Füllung sprechen für ein unteroligozänes Alter. Nachträglich kam es zur Intrusion von Leuzitit, Phonolith (28,4 Ma, PFEIFFER et al. 1984), und Tephrit (22,8 Ma, BALOGH 1985).

7 Verwendete Quellen und Literatur

- AHRENS, H., LOTSCH, D., ROHDE, G. & STEINKE, K. (1974): Zur Herkunft der Sedimentschüttungen des westelbischen Tertiärs auf der Basis von Schwermineraluntersuchungen. - Unveröff. Bericht Zentrales Geol. Inst. Berlin, 1-40.
- BALOGH, K. (1985): K/Ar dating of Neogene volcanic activity in Hungary. Experimental technique, experience and methods of chronological studies. - ATOMKI Report D/1, Debrecen, 277–288.
- BLUMENSTENGEL, H. & KRUTZSCH, W. (2008): Tertiär. - In: BACHMANN, G.H.; EHLING, B.-C.; EICHNER, R. & SCHWAB, M. (Hrsg.) (2008). - Geologie von Sachsen-Anhalt, 267-292.
- BRETTSCHNEIDER, R. (1987): Vorratsberechnung Neubewertung Kalk Lengefeld 1985-1987. - VEB Zuschlagsstoffe Karl-Marx-Stadt, 1-113, 6 Anl.
- DOLL, G. (1982): Zur geologischen Entwicklung des zentralen Weißelsterbeckens unter besonderer Berücksichtigung der Braunkohlenfelder Peres, Groitzscher Dreieck und Schleenhain. - Unveröff. Diss., Karl-Marx-Universität, Leipzig.
- EIßMANN, L. (1984): 50 Millionen Jahre Subrosion - über Persistenz und Zyklizität von Auslaugung im Weißelsterbecken. - Geophys. Geol. III (2): 31-65; Berlin.
- EIßMANN, L. (1994): Subrosion. - In: EIßMANN, L. & LITT, T. (Hrsg.): Das Quartär Mitteleuropas. Ein Leitfaden und Exkursionsführer. Mit einer Übersicht über das Präquartär des Saale-Elbe-Gebietes. - Altenburger naturwiss. Forsch., 7: 46-47.
- ELZNIC, A., ČADKOVÁ, Z. & DUŠEK, P. (1998): Palaeogeography of the Tertiary sediments of the North Bohemian Basin. - Sbor. Geol. Ved. Geol. 48: 19-46.
- FLEISCHER, R. (1994): Lagerungsverhältnisse des schieferummantelten Karbonatkörpers („Neues Lager“) von Lengefeld. Mineralisations- und Karsterscheinungen sowie Tektonik im duktilen und Sprödstadium. - Unveröff. Dipl.-Arbeit, TU Bergakademie Freiberg.
- GEOMIN (2010): Kalkwerk Lengefeld. - GEOMIN Erzgebirgische Kalkwerke GmbH, 1-14.
- HENNIGER, M., LEDER, R.M. & MÜLLER, A. (2011): Paläogene Fossilien aus einer Karstschlotte im Unteren Muschelkalk von Karsdorf an der Unstrut (Sachsen-Anhalt, Burgenlandkreis). - Z. dt. Ges. Geowiss., 162/3: 317–332.
- HERRMANN, R. (1968): Vorelsterzeitliche Karsttaschen mit Terra-fusca-Füllung in der Kreide von Meerdorf im Landkreis Braunschweig. - Eiszeitalter und Gegenwart, 19: 183-189.
- HOTH, K., KRUTSKÝ, N., SCHILKA, W. & SCHELLENBERG, F. (2010): Marmore im Erzgebirge.- Bergbau in Sachsen, Bergbaumonographie, 16: 1-224.

- KÄMPF, H., PETEREK, A., FLECHSIG, C., BRÄUER, K., STRAUCH, G. & SCHUNK, R. (2011): Junge Tektonik, Vulkanismus, aktive magmatische Prozesse und CO₂-Geo-Bio-Wechselbeziehungen in der Schwarmbebenregion des westlichen Eger Rifts. - Exkursionsf. Thür. Geol. Verein e. V., 1-56.
- KÖNIG, W., KÖTHE, A. & BITZ, I. (2011): Die marine Beeinflussung der Subherzynen Senke und der Mittelharzhochfläche im Oligozän - Biostratigraphische und sedimentpetrographische Analysen tertiärer Sandvorkommen. - Z. geol. Wiss., 39(5/6): 387-431.
- KRUTZSCH, W. (1967b): Der Florenwechsel im Alttertiär Mitteleuropas auf Grund von sporenpaläontologischen Untersuchungen. - Abh. Zentrales Geologisches Institut, Paläont. Abh., **10**: 17-37; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1970): Die stratigraphisch verwertbaren Sporen- und Pollenformen des mitteleuropäischen Alttertiärs. - Jahrbuch Geologie, **3** für 1967: 309-379, 16 Taf.; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (2000): Stratigraphische Tabelle Oberoligozän und Neogen (marin-kontinental). - Berliner geowiss. Abh., E: Paläontologie, 34: 53-165.
- KRUTZSCH, W. (2008): Fimmenite aus dem Mitteleozän des Geiseltales. - Acta Musei Nationalis Praeue, 64(2-4): 139-147.
- KRUTZSCH, W. (2011): Stratigraphie und Klima des Paläogens im Mitteldeutschen Ästuar im Vergleich zur marinen nördlichen Umrandung. - Z. dt. Ges. Geowiss., 162/1: 19-46.
- KRUTZSCH, W., BLUMENSTENGEL, H., KIESEL, Y. & RÜFFLE, L. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mitteleozän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphien - paläobotanisch-ökologische Klimastratigraphie - Evolutions-Stratigraphie der Vertebraten). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 186(1/2): 137-253.
- KVAČEK, Z. (2002): Late Eocene landscape, ecosystems and climate in northern Bohemia with particular reference to the locality of Kučlín near Bílina. - Bulletin of the Czech Geological Survey, 77(3): 217-236.
- LANGE, J.-M., TONK, C. & WAGNER, G.A. (2008): Apatitspaltspurdaten zur postvariszischen thermotektonischen Entwicklung des sächsischen Grundgebirges - erste Ergebnisse. - Z. dt. Ges. Geowiss., 159/1: 123-132.
- LAUER, D. (1984): Analyse der faziellen Entwicklung des Känozoikums im Weißelsterbecken zur Ableitung eines Genesemodells für das Leipziger Braunkohlenrevier. - Diss., TU Bergakademie Freiberg, 1-156.
- LOMOZOVÁ, V. & MRŇA, F. (1967): Relicts of Tertiary sediments in the vicinity of Ryžovna in the Krušné hory Mountains. - Věst. Ústř. Úst. geol., 42: 345-352.

- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. (1991): Pollen analysis. - Oxford, 1-216.
- PFEIFFER, L., KAISER, G. & PILOT, J. (1984): K-Ar-Datierungen von jungen Vulkaniten im Süden der DDR. - Freiburger Forschungshefte, C 389: 93-97.
- REINISCH, R. (1931): Geologische Karte von Sachsen 1 : 25.000, Blatt Lengefeld (Nr. 116) und Erläuterungen, Leipzig.
- RUTTE, E. (1963): Karst- und Überdeckungsbildungen im Gebiet von Kehlheim-Donau. - Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000.
- SCHILKA W. (2003): Kalkwerk Lengefeld. - Erzgebirgische Heimatblätter, **25**, 3, 9-13, Marienberg.
- STANDKE, G. (2008): Paläogeografie des älteren Tertiärs (Paleozän bis Untermiozän) im mitteldeutschen Raum. - Z. dt. Ges. Geowiss., 159/1: 81-103.
- STANDKE, G. & SUHR, P. (2008): 4.5.4 Isolierte sedimentäre Tertiärvorkommen. In: PÄLCHEN, W. & WALTER, H. (Hrsg.): Geologie von Sachsen. - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 401-418.
- STANDKE, G.; ESCHER, D.; FISCHER, J.; RASCHER, J. (2010): Das Tertiär Nordwestsachsens. Ein geologischer Überblick. - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.): 1-156, Dresden.
- STANDKE, G., BLUMENSTENGEL, H. & VON BÜLOW, W. (2005): Das Tertiär von Ostdeutschland in der stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. - Newsl. Stratigr., 41(1-3): 323-338.
- SUHR, P. (2003): The Bohemian Massif as a Catchment Area for the NW European Tertiary Basin. - Geolines, 15: 147-159.
- TODTMANN, E.M. (1951): Unterirdischer Karst in der Kreide von Lägerdorf bei Itzehoe. - Schriften des Naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein, 25: 124-130.
- ULRYCH & PIVEC (1997): Age-related contrasting alkaline volcanic series in North Bohemia. - Chem. Erde, 57: 311-356.
- ULRYCH, J. & BALOGH, K. (2000): Roztoky Intrusive Centre in the České středohoří Mts.: Differentiation, emplacement, distribution, orientation and age of dyke series. - Geol. Carpath., 51(6): 383-397.
- ULRYCH, J., DOSTAL, J., ADAMOVIČ, J., JELÍNEK, E., ŠPAČEK, X., HEGNER, E. & BALOGH, K. (2011): Recurrent Cenozoic volcanic activity in the Bohemian Massif (Czech Republic). - Lithos, 123: 133-144.

ULRYCH, J., LLOYD, F. E. & BALOGH, K. (2003): Age relations and geochemical constraints of Cenozoic Alkaline Volcanic series in W Bohemia: a review. - Geolines, 15: 168-180.

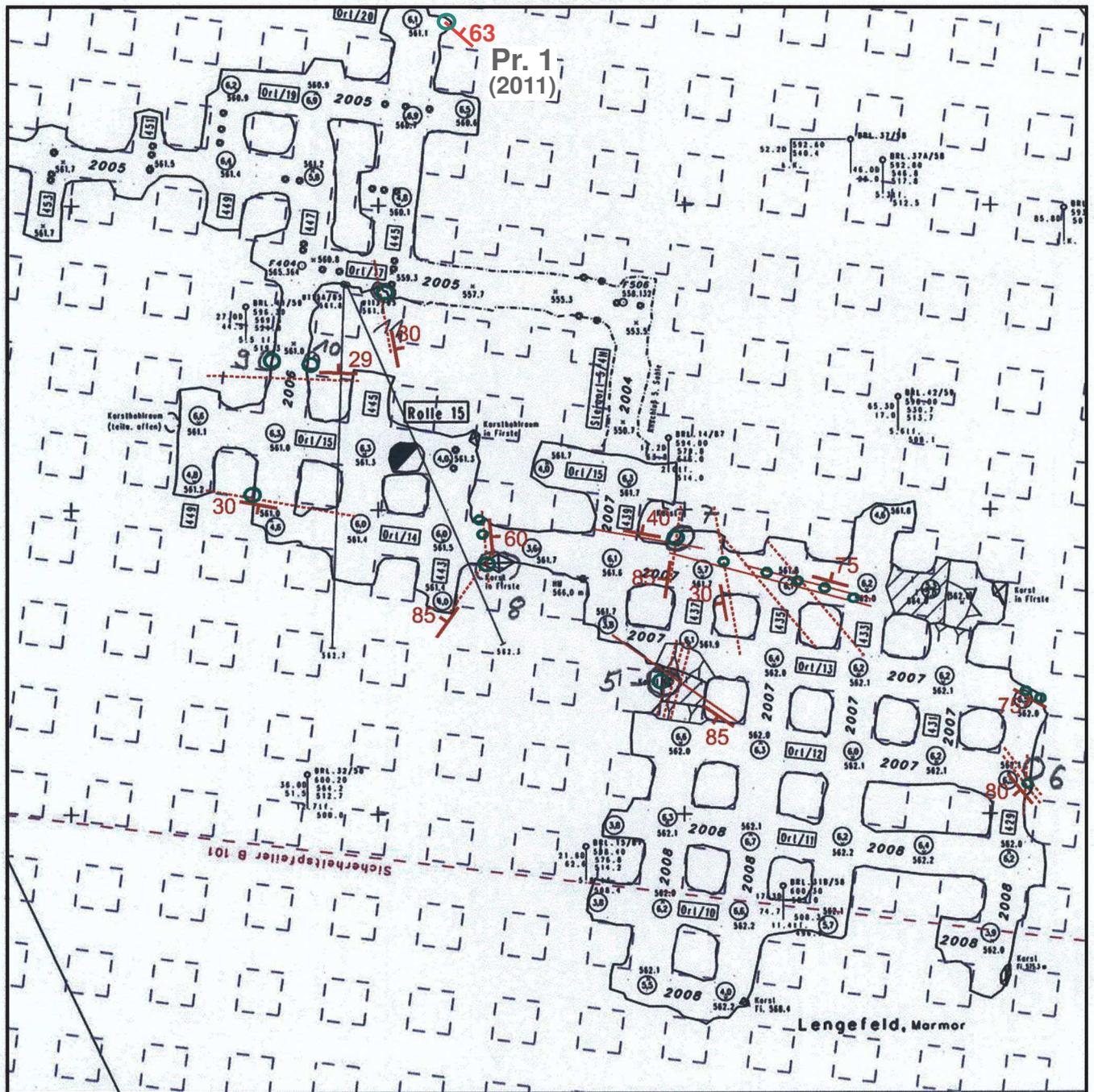
Anlage 1

Übersichtsrisse zu den Probenentnahmestellen

i. M. 1:500 bzw. 1:1000 (Probenahmekampagnen 2013 und 2011)

und

Probenliste der Beprobung 2013



Probenliste von Lengfeld (Probenahme 29.04.2013, Geißler/Gäpel, GEOMontan GmbH Freiberg)

Probennummer	Aufschluss	Position im Aufschluss	Kurzansprache
S6_01-01	Schlotte 1A	oben	laminierte Füllung
S6_01-02	Schlotte 1A	Mitte	
S6_01-03	Schlotte 1A	unten	
S6_01-04	Schlotte 1B	Mitte	undeutlich laminierte Füllung
S6_02-01	Schlotte 2A	oben	Profil von kalkreichem Gestein (oben) über deformierten, laminierten Bereich zu massigerer Füllung (unten)
S6_02-02	Schlotte 2A	oben	
S6_02-03	Schlotte 2A	oben, li.	
S6_02-04	Schlotte 2A	li.	
S6_02-05	Schlotte 2A	oben, re.	
S6_02-06	Schlotte 2A	re.	
S6_02-07	Schlotte 2B	oben	glimmerreiche, undeutlich bis nicht geschichtete Füllung
S6_02-08	Schlotte 2B	unten	
S6_02-09	Schlotte 2C	links	rel. glimmerreiche, nicht geschichtete Füllung (hinter 2A)
S6_02-10	Schlotte 2C	rechts	
S6_03-01	Schlotte 3A	oben	schräg einfallende Schlottenfüllung an Decke; undeutlich geschichtet
S6_03-02	Schlotte 3B	Mitte, re.	
S6_03-03	Schlotte 3C	unten, hinten	
S6_03-04	Schlotte 3C	unten, vorn	
S6_04-01	Schlotte 4A	li., in Decke	undeutlich geschichtete Füllung in Decke, neben 4B
S6_04-02	Schlotte 4B	oben, li.	laminierte, deformierte Füllung, teils mit glimmerreichem Material
S6_04-03	Schlotte 4B	re., oben	
S6_04-04	Schlotte 4B	re., unten	laminierte, deformierte Füllung
S6_04-05	Schlotte 4C	oben, li.	undeutlich laminierte Füllung
S6_04-06	Schlotte 4C	unten, re.	
S4_05-01	Schlotte 5		ausgeflossener Karst
S4_06-01	Schlotte 6	oben	kleinräumige Füllung in Wand
S4_06-02	Schlotte 6	unten	
S4_07-01	Schlotte 7	oben	kleinräumige Füllung in Wand
S4_07-02	Schlotte 7	unten	
S4_08-01	Schlotte 8	A	Sammelprobe aus Schlottenfüllung
S4_08-02	Schlotte 8	B	
S4_09-01	Schlotte 9A	li., oben	kleine Schlottenfüllungen, überwiegend laminiert
S4_09-02	Schlotte 9A	re., oben	
S4_09-03	Schlotte 9A	re., unten	
S4_09-04	Schlotte 9B	oben	
S4_09-05	Schlotte 9B	unten	
S4_10-01	Schlotte 10	oben	oben laminierte, unten massiger ausgebildete Schlottenfüllung
S4_10-02	Schlotte 10	Mitte	
S4_10-03	Schlotte 10	unten	
S4_11-01	Schlotte 11	oben	Schlottenfüllung in Wand, oben geschichtet bis flaserig laminiert, unten massig auf Kalkstein
S4_11-02	Schlotte 11	unten	

Anlage 2

**Fotodokumentation der Entnahmestellen
der Probenahmekampagne 2013**

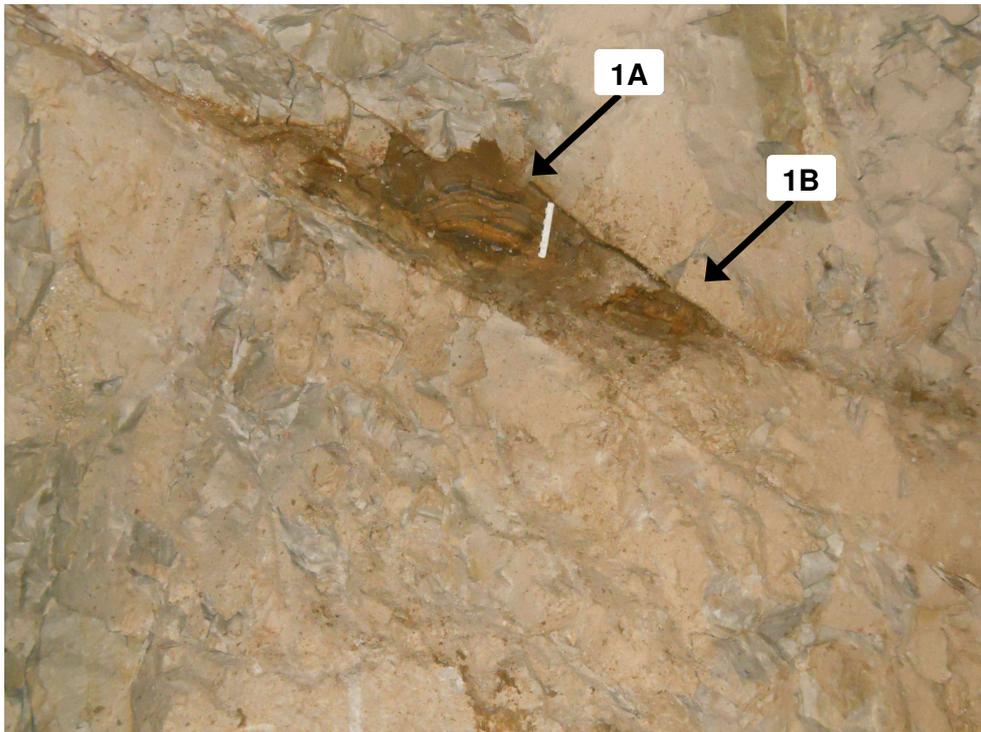


Foto 1.1: Überblick Sohle 6, Schlotte 1, nach NNE einfallende Kluft

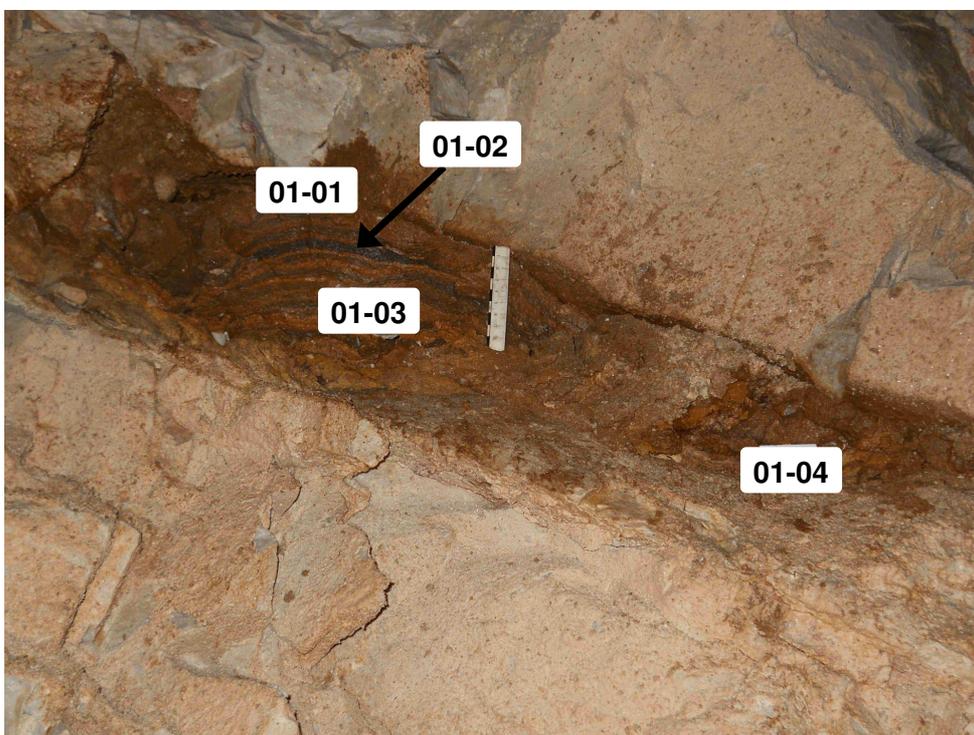


Foto 1.2: Füllung Schlotte 1, Teil 1A und 1B mit Probennummern

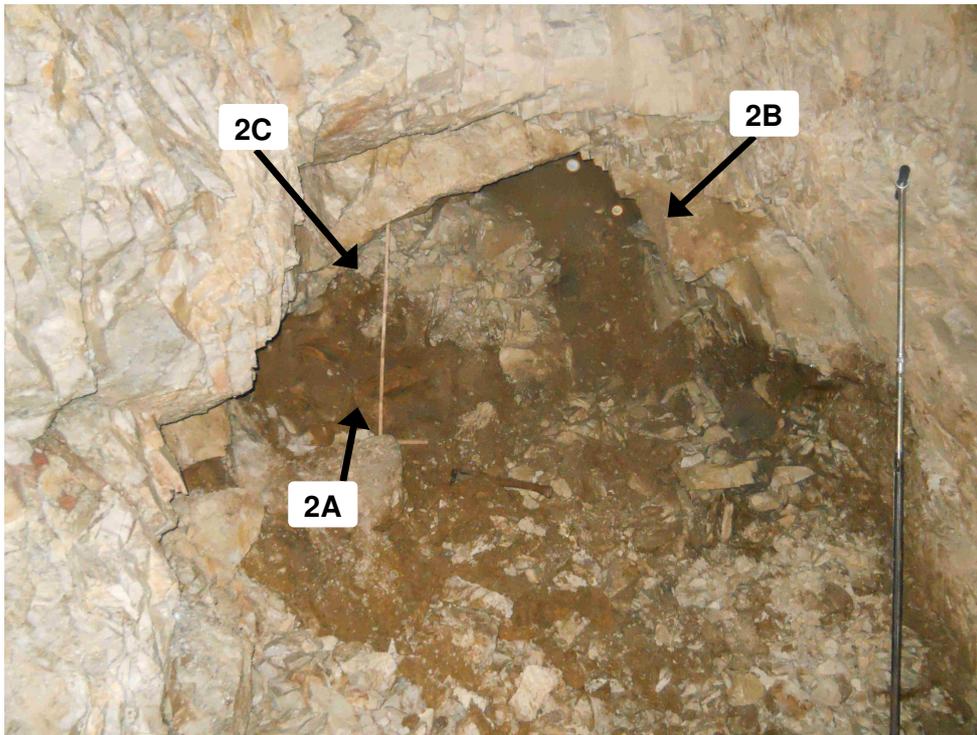


Foto 2.1: Überblick Sohle 6, Schlotte 2 mit Teilbereichen

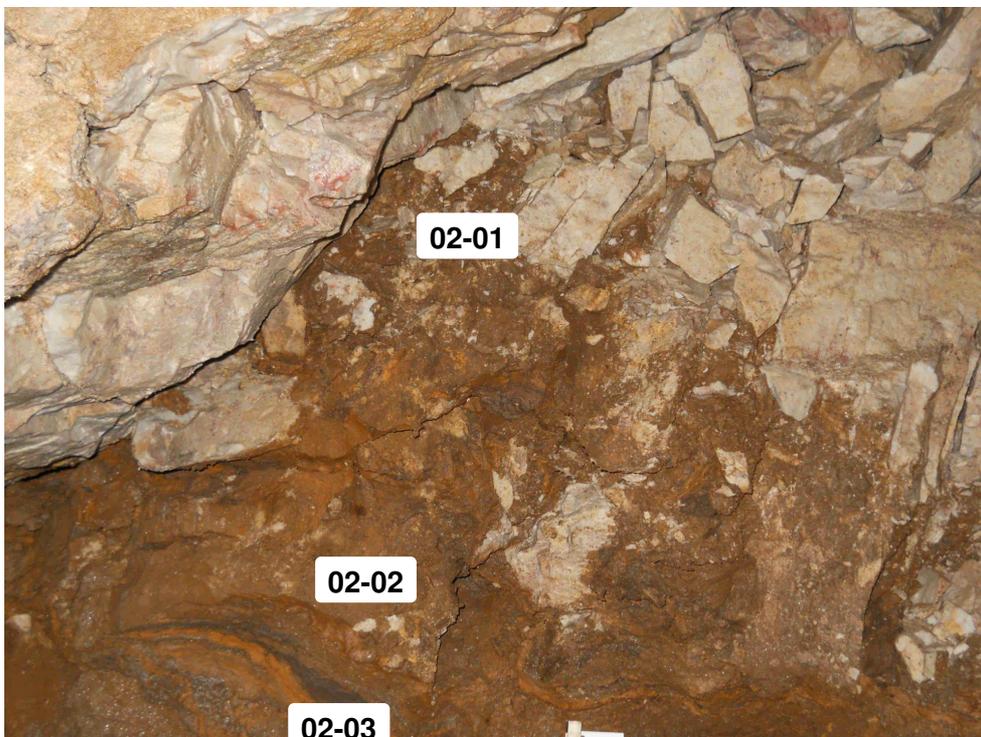


Foto 2.2: Füllung Schlotte 2, Teil 2A, oben, mit Probennummern

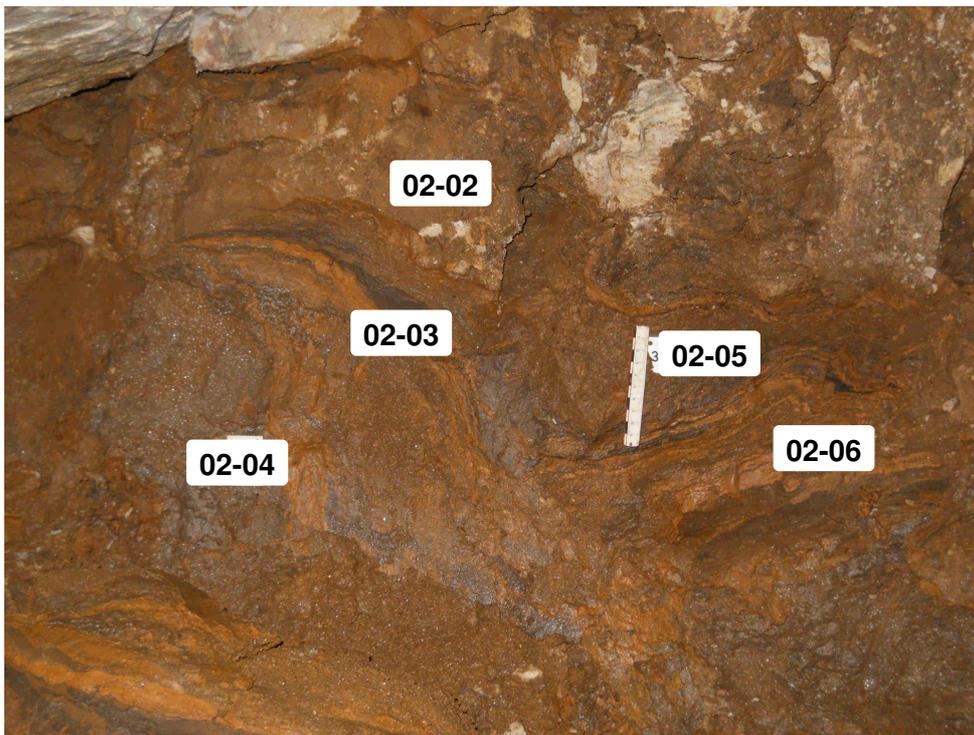


Foto 2.3: Füllung Schlotte 2, Teil 2A, unten, mit Probennummern

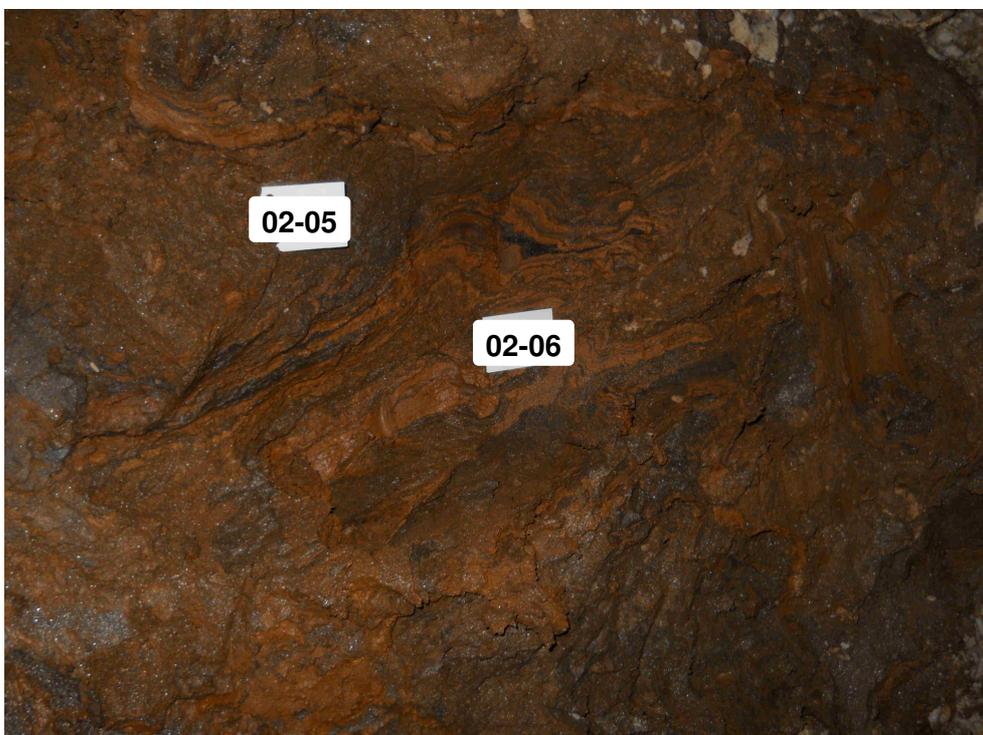


Foto 2.4: Füllung Schlotte 2, Teil 2A, Detailaufnahme mit deformierter Schichtung



Foto 2.5: Füllung Schlotte 2, Teil 2B, mit Probennummern

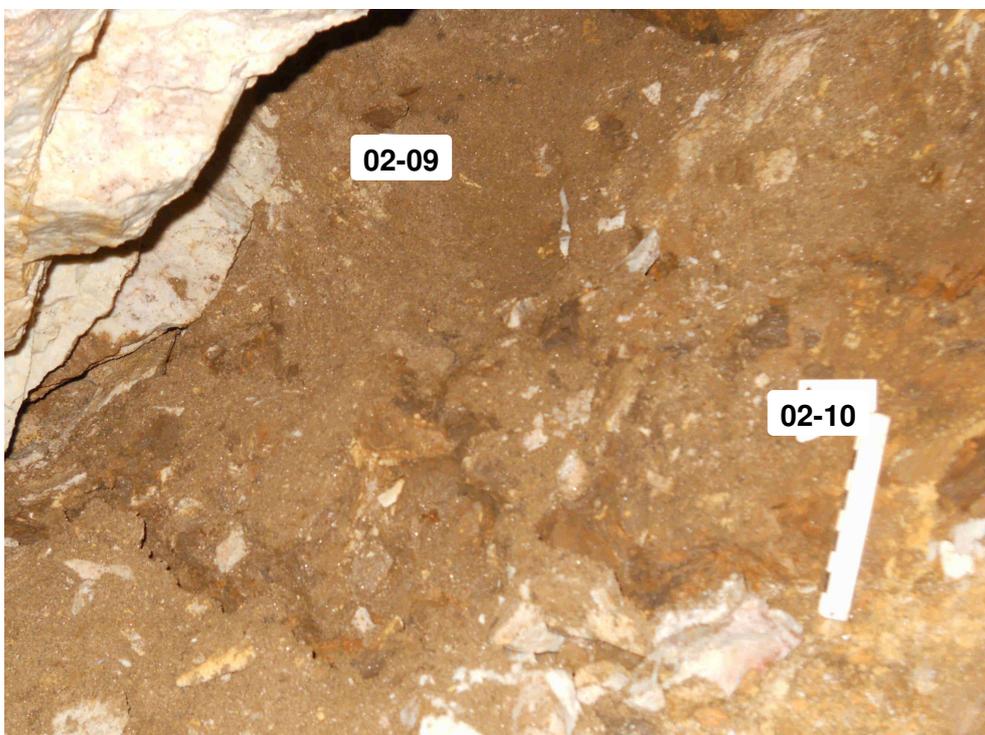


Foto 2.6: Füllung Schlotte 2, Teil 2C (hinter Teil 2A, s. Foto 2.1) mit Probennummern

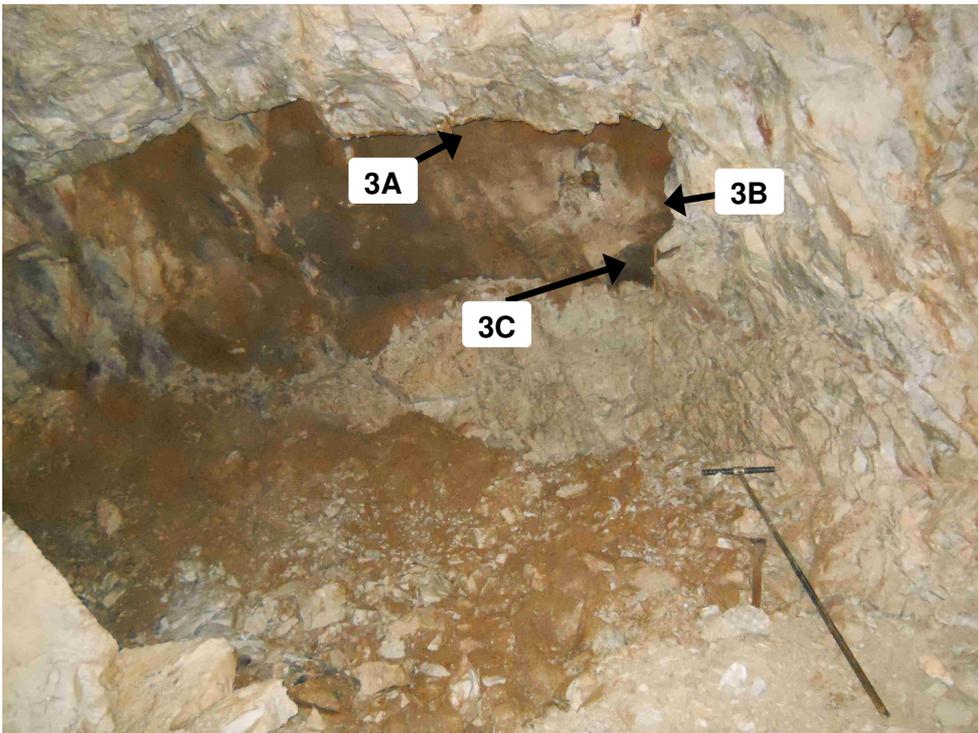


Foto 3.1: Überblick Sohle 6, Schlotte 3, Blick von unten, Kluft fällt flach nach NW ein

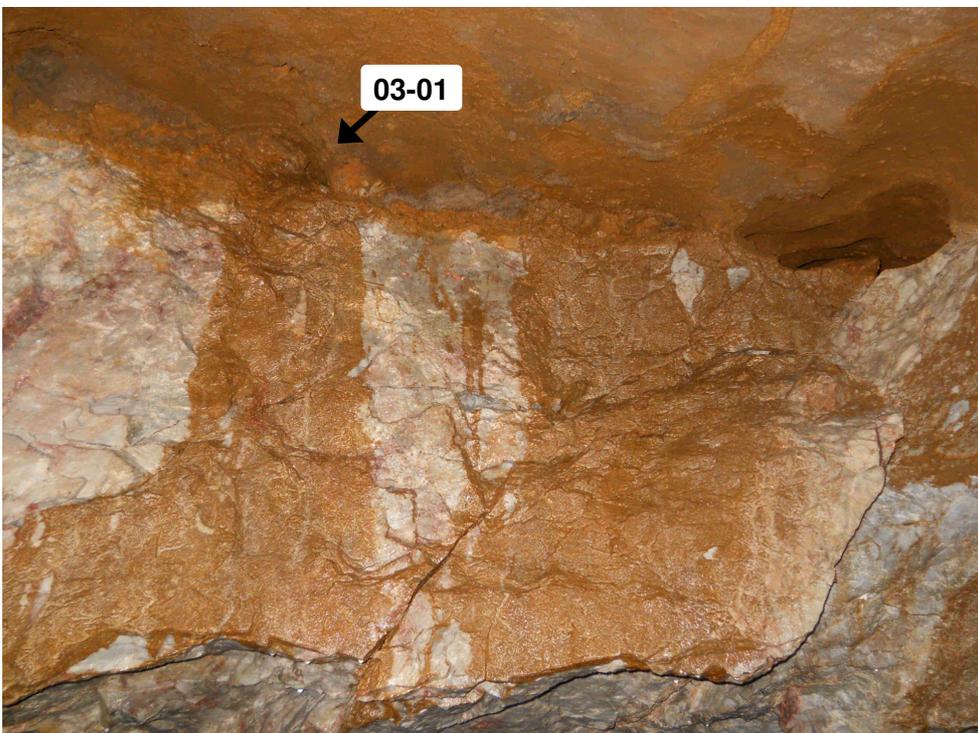


Foto 3.2: Füllung Schlotte 3, Teil 3A, oben an Decke, Blick Richtung E



Foto 3.3: Füllung Schlotte 3, Teil 3B, Blick Richtung NNE

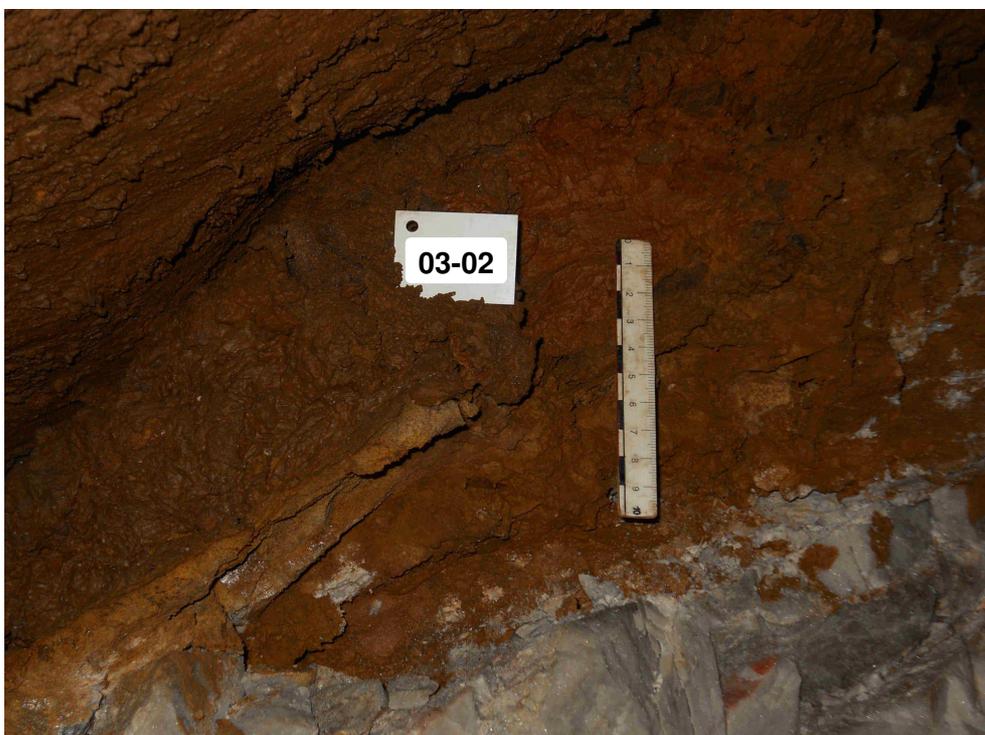


Foto 3.4: Füllung Schlotte 3, Teil 3B, Detail von Foto 3.3



Foto 3.5: Füllung Schlotte 3, Teil 3C, mit Probennummern

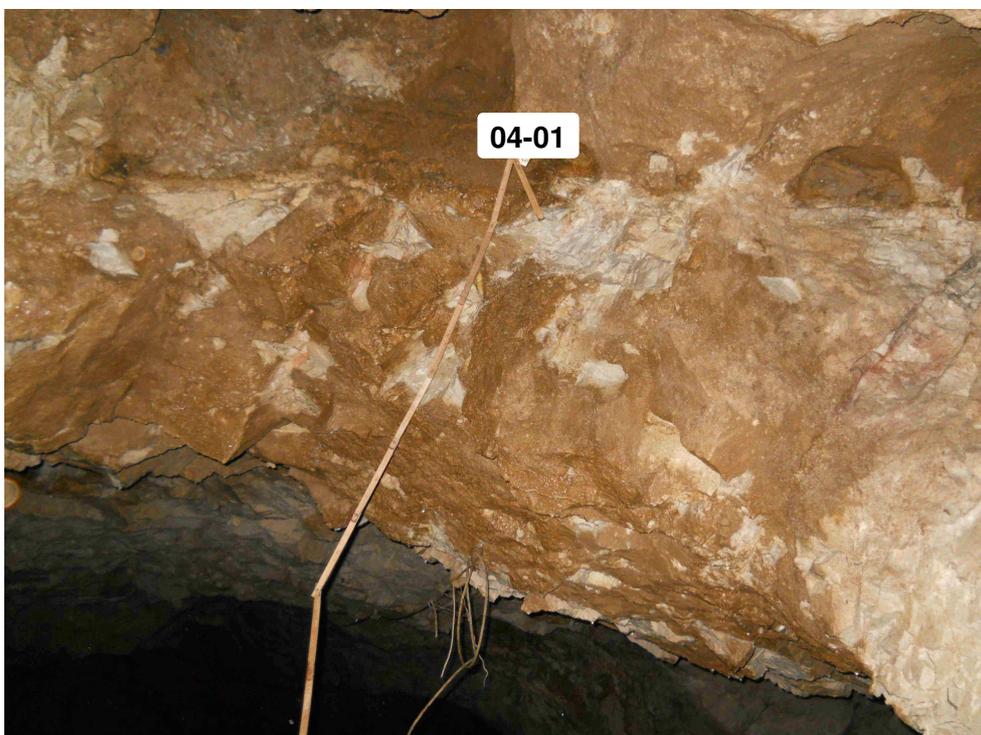


Foto 4.1: Sohle 6, Schlotte 4, Teil 4A, oben an Decke, Blick Richtung ESE



Foto 4.2: Übersicht Füllung Schlotte 4, Teil 4B

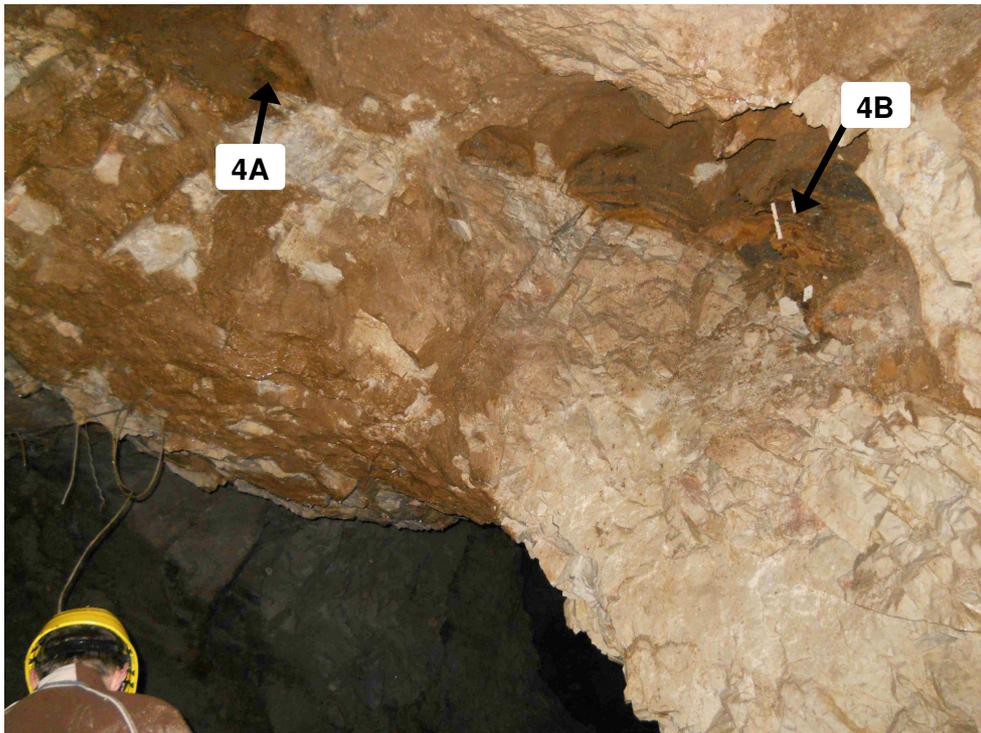


Foto 4.3: Übersicht Füllung Schlotte 4, Teil 4A und 4B

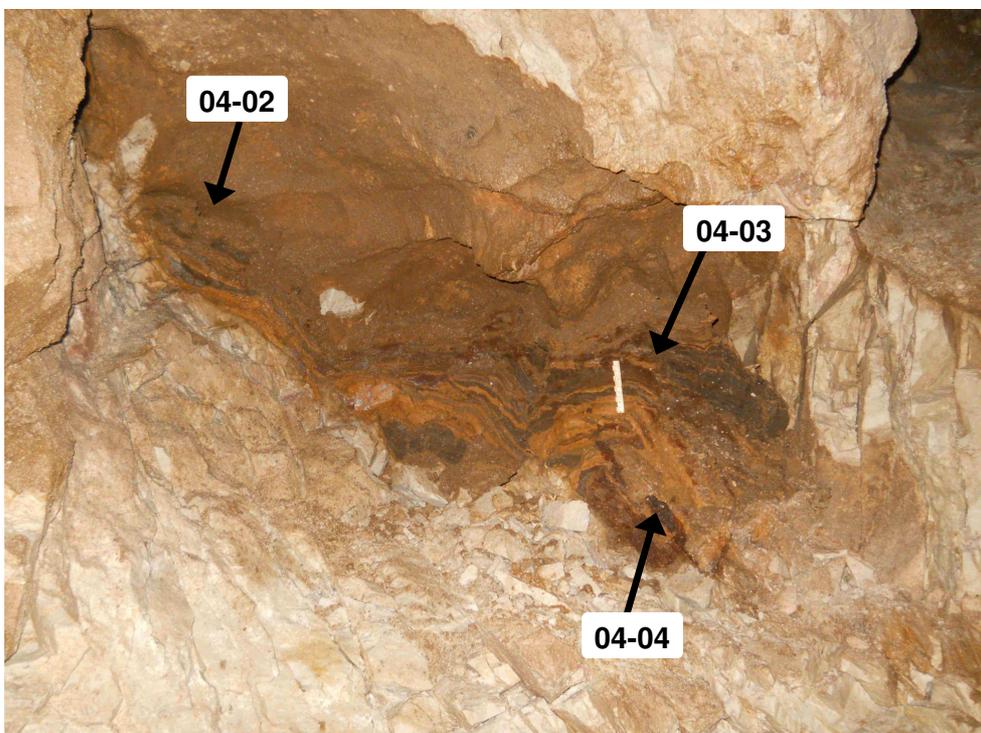


Foto 4.4: Füllung Schlotte 4, Teil 4B, mit Probennummern

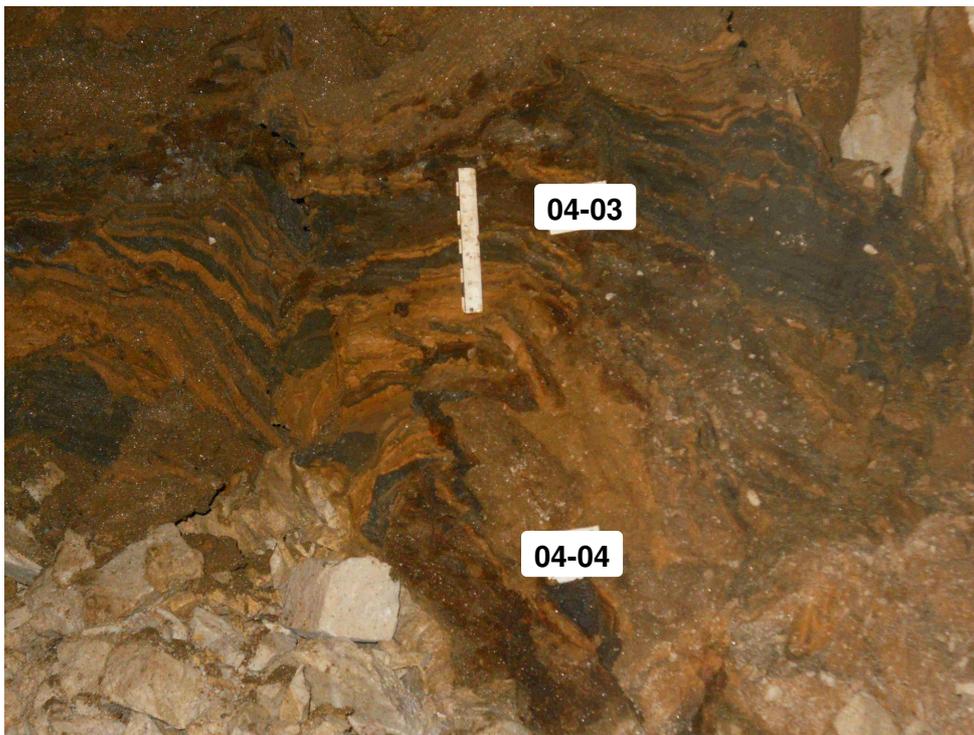


Foto 4.5: Füllung Schlotte 4, Teil 4B, Detail von Foto 4.4



Foto 4.6: Füllung Schlotte 4, Teil 4C, rechts unterhalb 4B, mit Probennummern



Foto 5.1: Übersicht Sohle 4, Schlotte 5, offener Karst



Foto 6.1: Übersicht Sohle 4, Schlotte 6

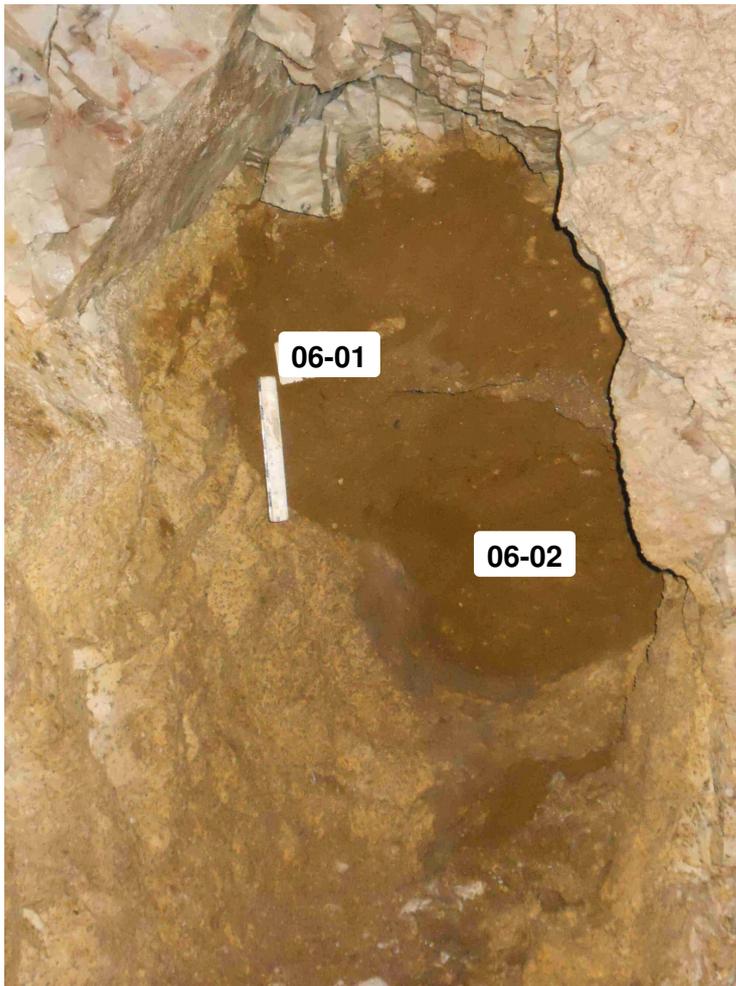


Foto 6.2: Füllung Schlotte 6, Detail mit Probennummern



Foto 7.1: Übersicht Sohle 4, Schlotte 7

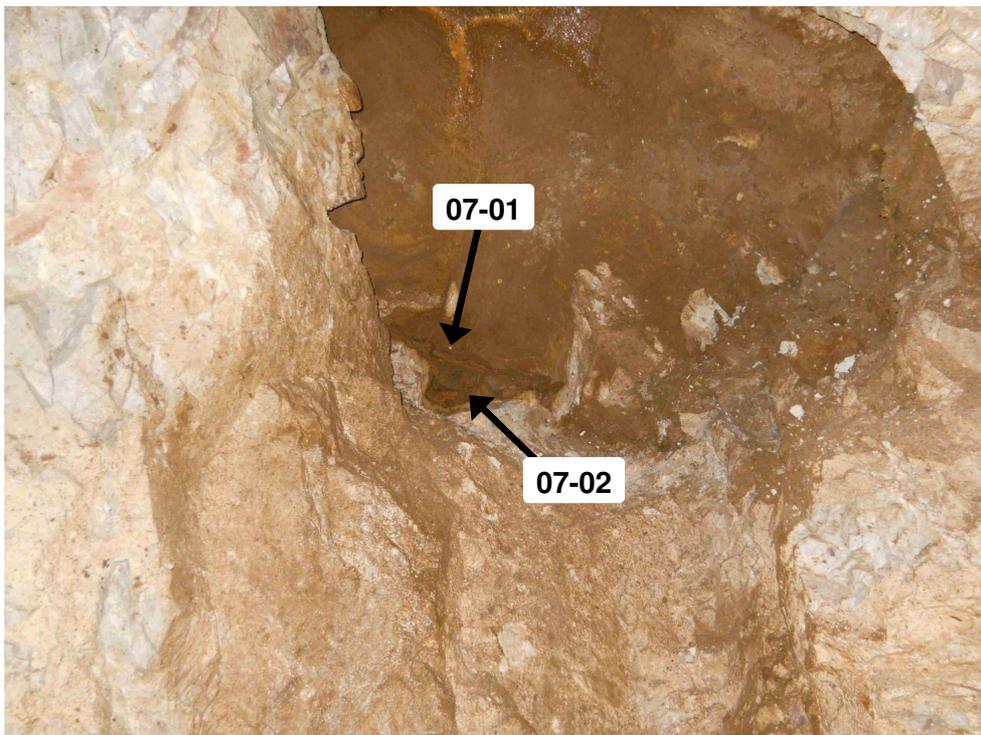


Foto 7.2: Füllung Schlotte 7, mit Probennummern

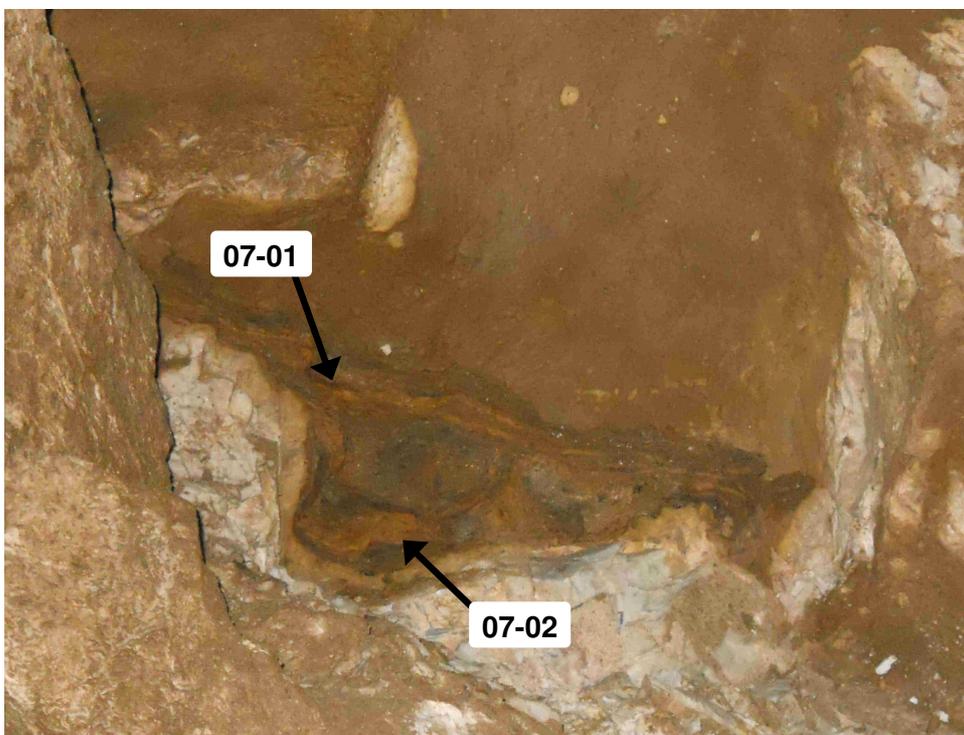


Foto 7.3: Sohle 4, Schlotte 7, Detail von Foto7.2



Foto 8.1: Übersicht Sohle 4, Schlotte 8, Sammelprobe

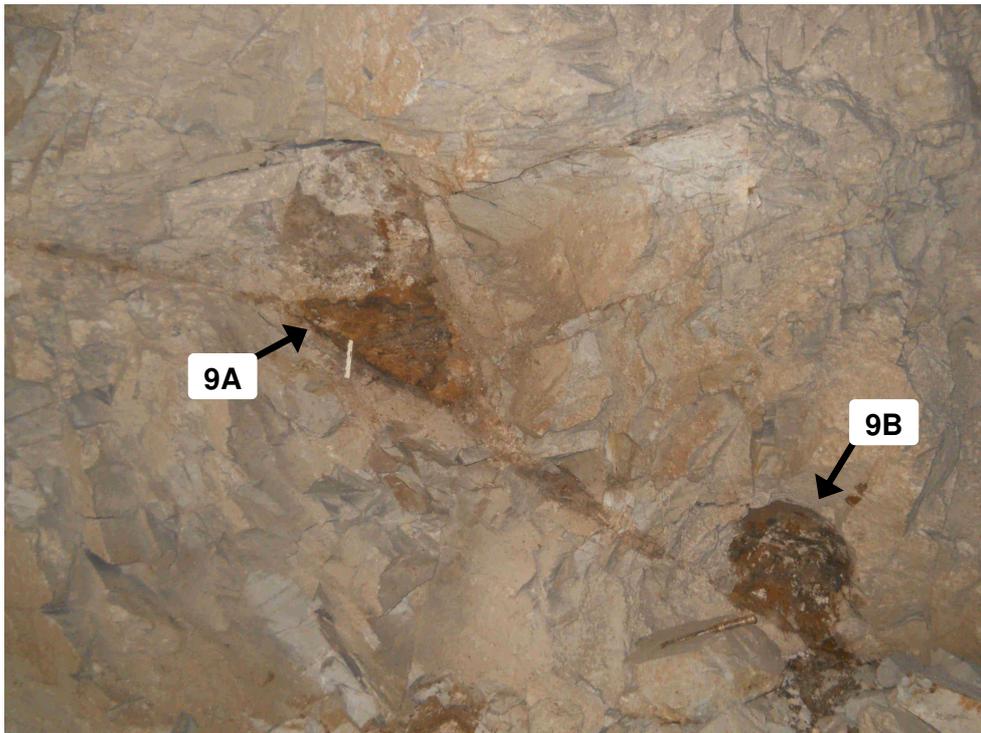


Foto 9.1: Übersicht Sohle 4, Schlotte 9 mit Teilbereichen

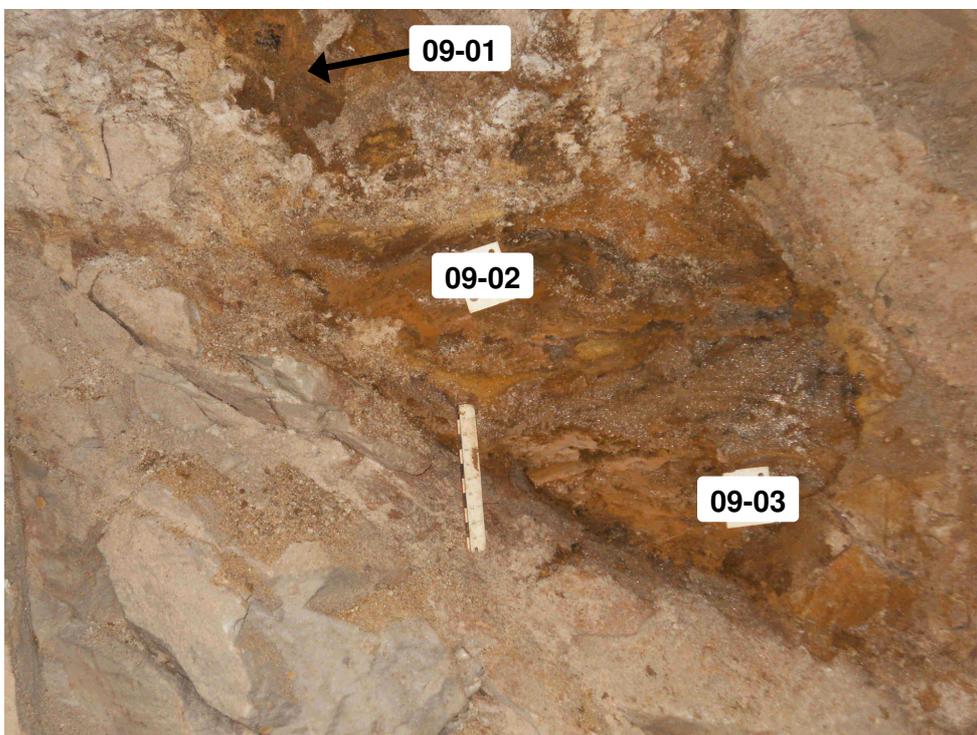


Foto 9.2: Sohle 4, Schlotte 9, Teil 9A, mit Probennummern

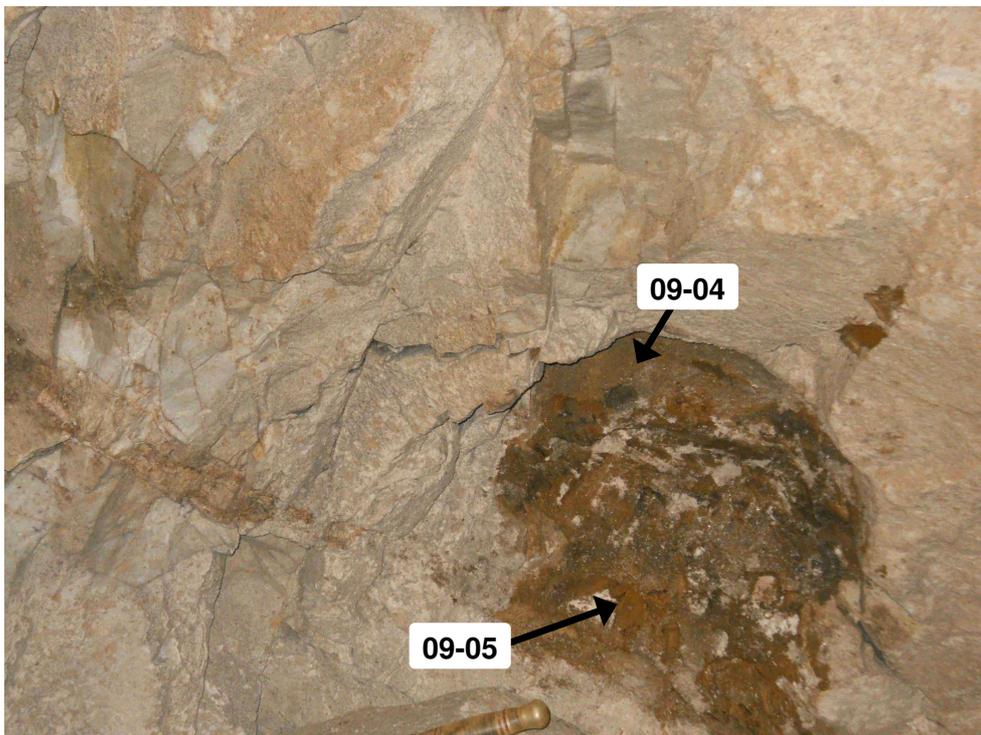


Foto 9.3: Sohle 4, Schlotte 9, Teil 9B, mit Probennummern

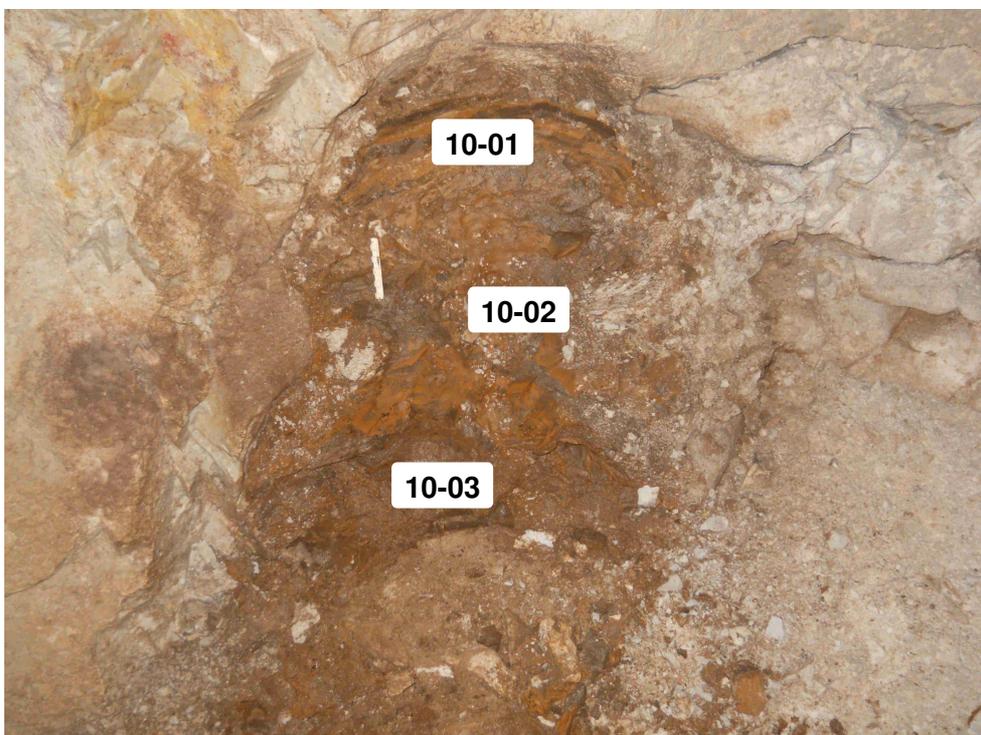


Foto 10.1: Sohle 4, Schlotte 10, mit Probennummern, Blick Richtung E



Foto 11.1: Übersicht Sohle 4, Füllung Schlotte 11, mit Probennummern

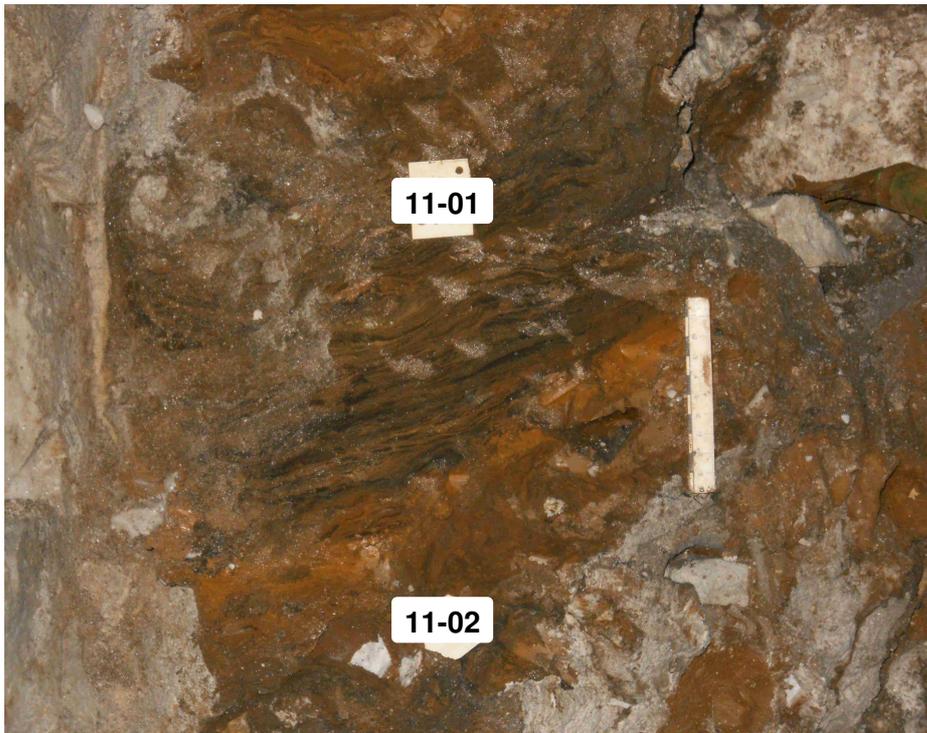


Foto 11.2: Sohle 4, Schlotte 11, Detail von Foto 11.1

Anlage 3

**Ergebnisbericht zu den palynologischen Untersuchungen
der Probenahmekampagne 2013**

Palynologische Untersuchung von Proben aus Schlottenfüllungen vom Kalkbruch Lengefeld (2013)

Bearbeiter : Dr. H. Blumenstengel, Jena

Labor: Dr. Heike Schneider, FSU Jena

Einleitung

Nachdem 2011 erstmalig eine Serie von sechs Proben palynologisch erfolgreich untersucht worden war (siehe Bericht H. Blumenstengel 2011) wurde nun in diesem Jahr eine weitere Probenserie (41 Proben) getestet. Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse dieses Testes. Die Aufbereitung der 41 Proben erfolgte im Geographischen Institut der FSU in Jena, zur mikropaläobotanischen Untersuchung lagen drei Festpräparate pro Probe vor. Diese wurden im Durchlichtmikroskop untersucht, die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Tabellen 1-3 zusammengestellt. Wie die Ergebnisse zeigen, war die Ausbeute hinsichtlich der angetroffenen Palynomorpha wesentlich geringer als bei der ersten Untersuchung. Damals waren in vier von sechs untersuchten Proben einigermaßen stratigraphisch verwertbare Pollen/Sporen-Vergesellschaftungen angetroffen worden, wobei die Probe 5 besonders „reich“ in Erscheinung trat. Dieses positive Ergebnis konnte nicht wiederholt werden, denn die Ausbeute war wesentlich geringer. Aus diesem Grunde wurden noch einmal neue Präparate von den Proben 5 und 6 der ersten Untersuchungsserie angefertigt. Die dabei angetroffenen Palynomorpha wurden in die hier vorliegende Untersuchung einbezogen. Für die Unterstützung bei Fotoarbeiten und der Anfertigung einiger weiterer Präparate ist Frau Dr. Höfer vom Geographischen Institut der FSU besonders zu danken.

Ergebnisse der Untersuchungen

Palynomorpha konnten nur in etwa einem Viertel der Proben nachgewiesen werden und das mit wenigen Einzelfunden, die insgesamt nur etwa 10 mehr oder weniger gut bestimmbare Taxa erkennen lassen (siehe Tabelle 2). Fusit wurde in über der Hälfte der Proben nachgewiesen, organische Reste von Kutikeln etwa waren ausgesprochen selten (in 15% der Proben), ebenso häufig aber auch fanden sich Reste von Retinit. Fusit und Retinit weisen sicherlich auf eine tertiäre Bildung hin. Bei den Pollen/Sporen ist das nicht so eindeutig erkennbar, hier sind sicherlich die nyssoiden Formen, tricolporate indet und *Araucariacidites* tertiären Ursprungs, aber ohne biostratigraphischen Leitwert. Ein Teil der Pollen, vor allem die hellen Formen, sind sicherlich von quartärer oder rezenter Herkunft, möglicherweise laborbedingte Verunreinigungen.

Weil sich die neuen Proben weniger erfolgreich als die bereits untersuchten erwiesen, wurden, um das Gesamtergebnis noch zu verbessern, die alten Präparate noch einmal untersucht und von Probe 5 und 6 konnten noch drei weitere Präparate angefertigt werden, die die bisher bekannte Flora noch erweitern und bestätigen, sowohl in ihrer faziellen und

altersmäßigen Aussagekraft. Es wurden auch noch einmal neue Fotos angefertigt, so dass jetzt insgesamt vier neue Fototafeln und eine leicht veränderte „Alttafel „ vorliegen.

Insgesamt weist der Kenntnisstand jetzt etwa 45 tertiäre Taxa an Sporen/Pollen aus, dazu 5 Planktonformen sowie wenige fragliche von rezenten ober quartären Beimischungen. Die Flora aus Probe 5 der ersten Untersuchung ist die reichste und umfassendste, sie konnte durch die neuen Präparate noch ergänzt und erweitert werden und bildet die Grundlage für eine biostratigraphische und fazielle Auswertung. Die Flora aus Probe 6 mit einigen typischen *Carpinus*-Formen könnte wesentlich jünger sein (auch Quartär oder rezent).

Biostratigraphische Auswertung der Probe 5 (2011)

Zu der bereits 2011 nachgewiesenen Leitform von E99 *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* konnte noch ein weiteres Exemplar (Taf. 1, Fig.1-2) gefunden werden, so dass wir jetzt von einem „*subhercynicus* -Maximum“ ausgehen können. Damit ist die Flora nicht jünger als SPP-Zone 16 nach Krutzsch (1967/70). Das Vorkommen von E90 *Eocaenipollis pentacolpatus* und E112 *Tricolporopollenites abbreviatus* weist darauf hin, dass ein höheres Alter als Mitteleozän auszuschließen ist. Eine Einstufung in einen nicht genauer belegbaren Abschnitt von SPP-Zone 15D bis 16 erscheint auch nach eingehender Diskussion mit Prof. Krutzsch/Berlin als gerechtfertigt. Die Flora von Probe 5 kann so einigermaßen sicher in das höhere Lutetium bis in das tiefere Bartonium eingestuft werden, das entspricht einem absoluten Alter von etwa 40-42 Millionen Jahren. Lithostratigraphisch entspricht das der Merseburg-Formation (Blumenstengel et al. 1996) oder dem höheren Teil der Geiseltal-Subgruppe, etwa aus dem Bereich der Oberkohle bzw. einem entsprechenden „Mittel“ aus dieser Zeit.

Faziell weist die Flora auf einen Nyssa-Sumpfwald in einem parapalustrischen Raum hin, wie das Vorkommen von Nyssa und von kleinen tricolporaten „*cingulum*-Formen“ belegt. Die häufig vorkommenden Formen von Platycarien und myricoiden Vertretern sowie andere Formengruppen sprechen für trockenere Klimabedingungen und würden so eine dysodile Zwischenphase anzeigen. Ein Exemplar von *Spinizonocolpites* würde auf marin bedingte Gezeiten hinweisen, ist aber sehr fraglich.

Paläogeographisch gesehen fügt sich das in einer Schlotte erhaltene Tertiärvorkommen von Lengefeld gut in das bis jetzt bekannte Bild des mitteldeutschen Raumes im Mitteleozän ein. Es ist aber am weitesten nach SE exponiert und stellt das älteste Tertiärvorkommen in diesem Raum dar. Es belegt auch eine im Mitteleozän noch nicht vorhandene Heraushebung dieses erzgebirgischen Raumes und macht es in etwa nach seinem Alter mit den Schlottenfüllungen des Elbingeröder Komplexes im Harz vergleichbar (Blumenstengel, König et al. 2005, Blumenstengel 2012) vergleichbar.

Tabelle 1

Probe-Nr.	Mikroflora	Bemerkungen
S6 01-01	2 rezente Pollen, <i>Betula</i>	Fusit
S6 01-02	<i>Ericipites</i> u.3 <i>Betula</i> -Pollen	Fusit
S6 01-03	1 disaccater Pollen u. <i>Araucariacidites</i> ? und zwei Pollen indet (Quartär ?)	---
S6 01-04	---	---
S6 02-01	---	Fusit
S6 02-02	<i>Pityosporites</i> hell (rezent)	Fusit, Retinit
S6 02-03	---	Fusit
S6 02-04	---	Fusit, Retinit
S6 02-05	---	Fusit, Retinit
S6 02-06	---	---
S6 02-07	---	Fusit
S6 02-08	---	Fusit, wenig org. Mat.
S6 02-09	Nyssoider Pollen	Fusit, Retinit
S6 02-10	<i>Platycarya</i> ?	Fusit
S6 03-01	1 Pollen, rezent	Fusit
S6 03-02	1 monolete Spore	Fusit
S6 03-03	2 Pollen (E137, <i>T</i> aff. <i>exactus</i>)	Fusit
S6 03-04	---	Fusit
S6 04-01	Pollen s. Tafel 4	Fusit, Retinit, Kutikeln
S6 04-02	---	---
S6 04-03	---	---
S6 04-04	---	---
S6 04-05	E92, 152, trilete Sporen, triporate, SW-Pl.	---
S6 04-06	---	---
S4 05-01	---	---
S4 06-01	---	Fusit
S4 06-02	---	Fusit
S4 07-01	1 Pollen indet	Kutikelrest
S4 07-02	---	---
S4 08-01	---	Fusit
S4 08-02	---	Fusit
S4 09-01	---	Fusit
S4 09-02	---	Wenig org. Reste
S4 09-03	---	Fusit
S4 09-04	---	Fusit, wenige org. Reste
S4 09-05	?	Fusit
S4 10-01	---	Fusit, Retinit, wenige org. Reste
S4 10-02	2 tricolporate Pollen	Org. Fetzen, Fusit
S4 10-03	---	Fusit
S4 11-01	---	Fusit ?
S4 11-02	---	Organische Fetzen, Fusit

Tabelle 2 : Taxa in den untersuchten Proben

Taxa	Tertiär	Quartär-rez.
<i>Araucariacidites</i>	+	
Betuloide Pollen	+	+
<i>Ericipites</i>	+	
Monolete Spore	+	+
Nyssoider Pollen	+	
<i>Pityosporites</i> (Disaccate)		+
<i>Platycaryapollenites</i> ?	+	+
<i>Plicapollis plicatus</i>	+	
<i>Tricolporopollenites</i> fsp. indet	+	
<i>Tricolporopollenites</i> aff. <i>exactus</i>	+	
Pollen indet	+	+

Tabelle 3: Verbreitung der vorkommenden Taxa

1	3	4	5	6	2013	Fossilbestimmung
						Standard-Formen
			Aff.			E10
				Aff.		E75
			o			E79
			+			E90
			o		+	E92
			o			E99
		o	?			E106
			+			E112
			+			E123
			o			E125
			o			E130
			o		+	E137
			+			E144
			o			E145
				o	o	E146
		+	?			E148
				+	o	E152
					o	E153
				o	+	E155
					+	E170
			+			E183
						Zusatzformen:
					?	<i>Araucariacidites</i>
		+	+			Compositoide Form
			+		+	<i>Ericipites</i>
					+	Monosulcate Form
			o			Myricoide Form

			o		+	Nysoide Form
			+			<i>Olaxipollis</i>
					+	Platanoide Form (<i>ipelensis</i> -Gr.)
	+	+	o		+	<i>Platycaryapollenites</i> fsp.
			+			<i>Polycolpites</i> fsp.
				?		<i>Spinizonocolpites</i> fsp.
		+	o	+	o	<i>Tricolporopollenites</i> fsp.
+			+			<i>T. exactus</i> - Gruppe
			+			<i>T.</i> , feinretikulat
			+			<i>T. granulat</i>
			+			<i>T. verrucatus</i>
			+			<i>T. vegetus</i>
			o		o	Triporate indet
						Sporen:
		+				<i>Laevigatosporites</i>
			+			<i>L. discordatus</i>
					+	Monolete indet
			+			<i>Toroisporis</i>
			+		+	Trilete indet
						Plankton:
		+	+	+	+	SW-Plankton indet
			o			<i>Botryococcus</i>
					+	Prasinophyceen
				O		<i>Sigmopollis</i> sp.
						Quartär oder rezent:
				+		<i>Epilobium</i> (Weidenröschen)
					+	Tilioide Form
			+	+	+	indet
						Organische Reste:
			o	o	o	Retinit
			o	o	o	Fusit
		+	+	+	o	Blattkutikeln

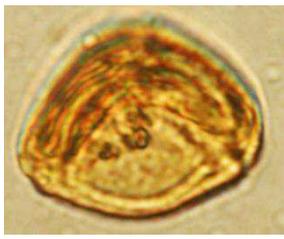
Erläuterung:

+ = vereinzelt bis selten

o = verbreitet

O = häufig (in über 50% der Proben)

Tafel 1



1



2



3



4



5



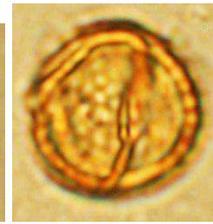
6



7



8



9



10



11



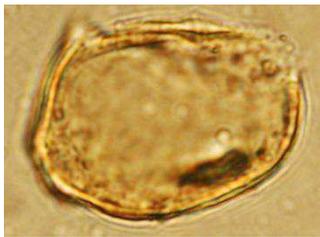
12



13



14



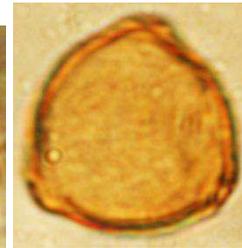
15



16



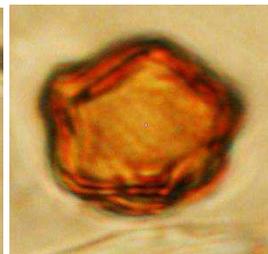
17



18



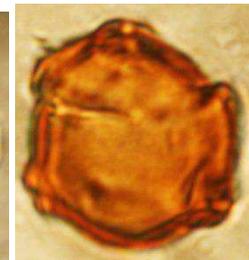
19



20



21

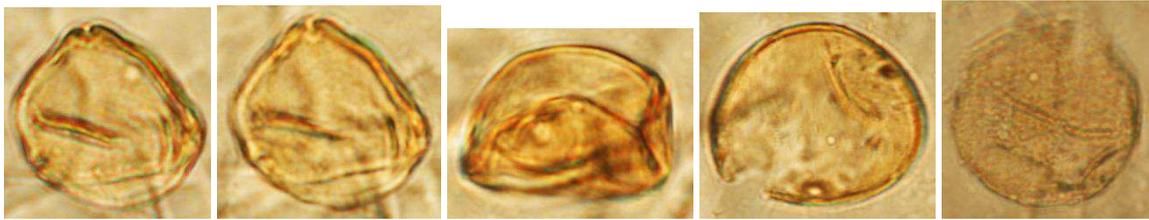


22

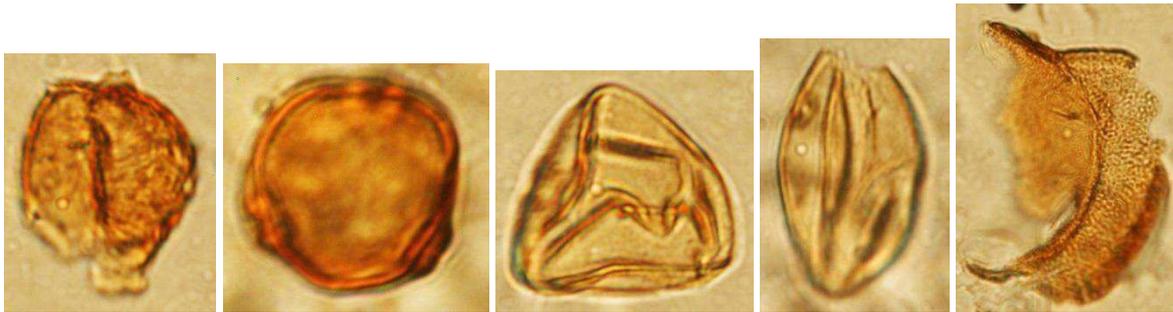
Erläuterung Tafel 1 (Vergrößerung ca. 1:1000)

Fig.	Fossilbestimmung	Probe
1	E99 <i>Pompeckjoidaepollenites subhercynicus</i>	5/1
2	"	5/2
3	E130 <i>Pentapollenites</i> fsp.	5/1
4	E137 <i>Plicapollis plicatus</i>	S6 03 03/2
5	<i>Ericipites</i> fsp.	5/2
6	Platanoider Pollen	S6 04 01
7	<i>Tricolporopollenites</i> aff. <i>exactus</i> - Gruppe	5/1
8	"	5/1
9	<i>Tricolporopollenites</i> , feinretikuliert (oleoid?)	5/2
10	Nyssoider Pollen	5/1
11	"	5/1
12	<i>Tricolporopollenites</i> fsp., verrucatus	5/2
13	"	5/2
14	"	5/2
15	<i>Olaxipollis</i> fsp.	5/2
16	E79 <i>Porocolpopollenites orbis</i> (<i>Symplocospollenites</i>)	5/1
17	"	S6 04 01
18	E92 <i>Tripoporopollenites granifer</i> - Gruppe	S6 04 05
19	E152 alnoider Pollen	S6 04 01
20	"	S6 04 01
21	"	S6 04 01
22	"	S6 04 05

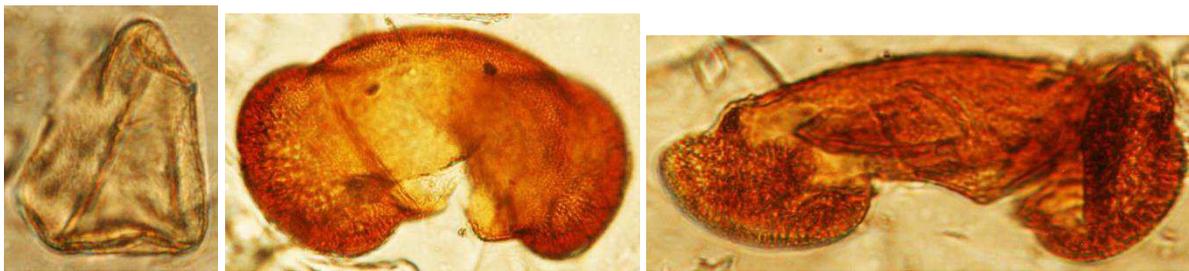
Tafel 2



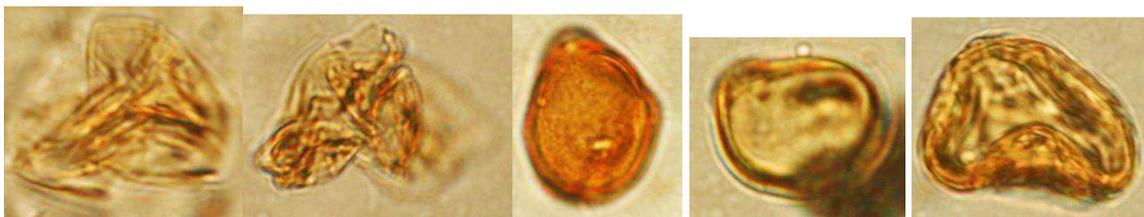
1 2 3 4 5



6 7 8 9 10



11 12 13



14 15 16 17 18

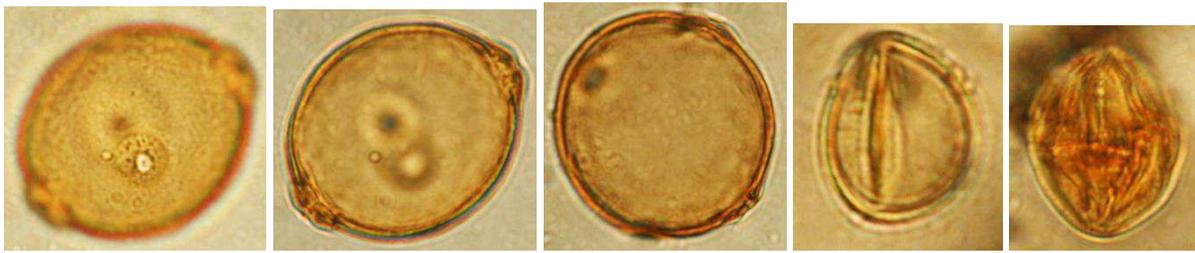


19 20 21 22 23 24

Erläuterung zu Tafel 2

Fig.	Fossilbestimmung	Probe
1	<i>Platycarya</i> fsp.	S6 04 01
2	"	S6 04 01
3	E170 gramineoider Pollen	S6 04 05
4	Triporater Pollen, zart	S6 04 05
5	Triporater Pollen indet	S6 04 05
6	Triporater Pollen ?	S6 04 05
7	Carpinoider Pollen	S6 04 01
8	Trilete Spore indet	S6 04 05
9	Monosulcate Form (<i>Cycadopites</i>)	S6 04 05
10	E146 <i>Pityosporites</i> indet	S6 04 05
11	SW-Plankter, feinpunctat	S6 04 05
12	E146 <i>Pityosporites</i> fsp.	S6 04 05
13	"	S6 04 01
14	Trilete Spore indet	S6 04 01
15	"	S6 04 01
16	Triporater Pollen (Palaeobetuloide Form)	S6 04 01
17	"	S6 04 01
18	Trilete Spore, verrucata	5/2
19	E145 <i>Tricolporopollenites cingulum</i> –Gr.	5/4
20	E144 edundoide Form (Mastixioidee)	5/2
21	<i>Tricolporopollenites</i> , verrucata	5/2
22	E112 <i>Tricolporopollenites abbreviatus</i>	5/2
23	Nyssoider Pollen	5/1
24	<i>Tricolporopollenites</i> indet	5/1

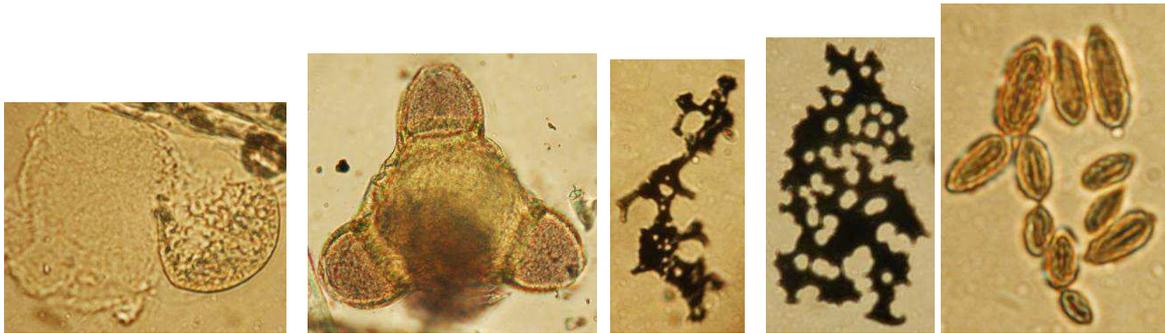
Tafel 3



1 2 3 4 5



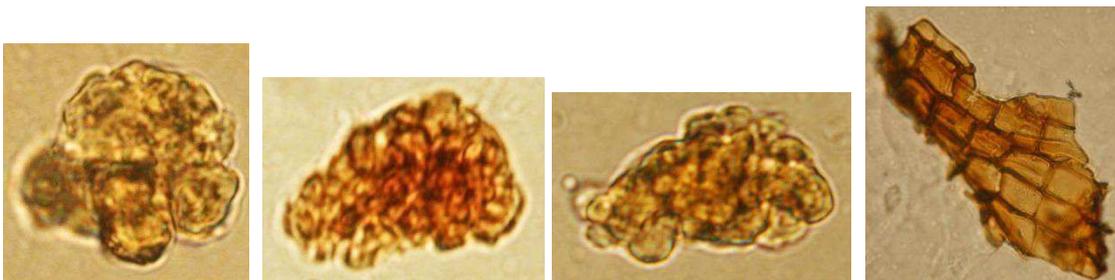
6 7 8 9 10



11 12 13 14 15



16 17 18 19



20 21 22 23

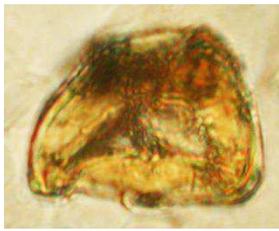
Erläuterung zu Tafel 3

Fig.	Fossilbestimmung	Probe
1	Carpinoider Pollen	6/1
2	"	6/1
3	"	6/1
4	<i>Tricolporopollenites</i> ? fsp.	6/1
5	<i>Tricolporopollenites</i> aff. <i>mansfeldensis</i>	6/1
6	<i>Tricolporopollenites vegetus</i>	5/1
7	"	5/1
8	<i>Tricolporopollenites</i> , Pollage	5/1
9	<i>Spinizonocolpites</i> ?	6/3
10	Prasinophyceae	6/1
11	Disaccater Pollen indet, rezent	6/1
12	Epilobium (Weisenröschen), rezent	6/1
13	Fusit	5/2
14	Fusit	5/1
15	Fimmenit: kleine tricolporate indet	5/6
16	Retinit	S6 02 05
17	"	S6 02 05
18	"	S6 04 06
19	"	5/2
20	<i>Botryococcus</i>	5/2
21	"	5/5
22	"	5/2
23	Blattkutikel	S4 07 01

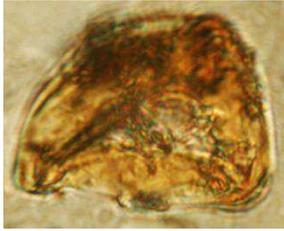
Tafel 4



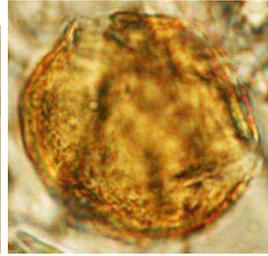
1



2



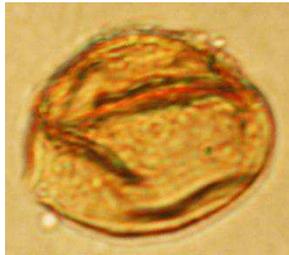
3



4



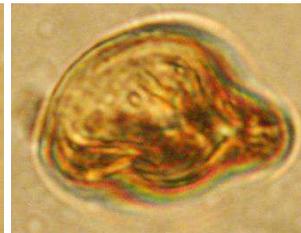
5



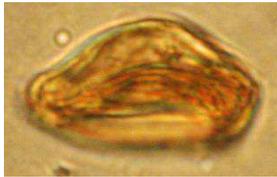
6



7



8



9



10



11



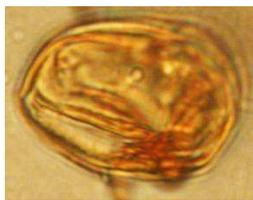
12



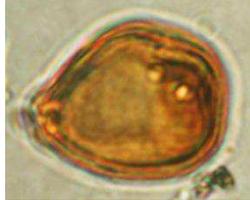
13



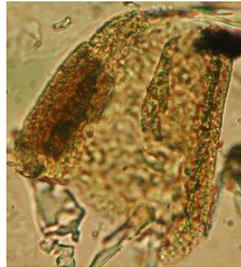
14



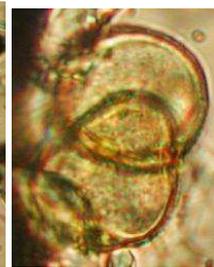
15



16



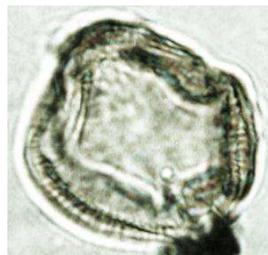
17



18



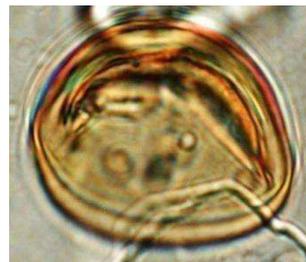
19



20



21



22

Erläuterung zu Tafel 4

Fig.	Fossilbestimmung	Probe
1	Nyssoider Pollen	S6 02 09
2	Trilete Spore indet	5/2
3	"	5/2
4	<i>Tricolporopollenites</i> , Pollage	S4 10 02
5	E148 sapotaceoide Form	5/1
6	aff. <i>Olaxipollis</i> fsp.	6/1
7	Trilete Spore indet	6/1
8	Palaeobetuloide Form	6/1
9	"	6/1
10	<i>Tricolporopollenites</i> indet	6/2
11	E123 <i>Tricolporopollenites cognitus</i>	5/2
12	<i>Tricolporopollenites</i> fsp. ?	5/2
13	"	S6 04 01
14	Großporige tricolporate	5/2
15	Triporater Pollen indet	5/2
16	Palaeobetuloide Form	S6 01 01
17	<i>Araucariacidites</i>	S6 01 03
18	?, rezent	S6 01 03
19	<i>Ericipites</i> indet	S6 01 02
20	<i>Tricolporopollenites</i> , baculat	5/1
21	Kräuter - Pollen ?, rezent	S6 01 01/2
22	Monolete Spore	S6 03 02/1

Anlage 4

Ergebnisbericht zu den palynologischen Untersuchungen

und

Fotos der Entnahmestellen

der Probenahmekampagne 2011

Dr. H. Blumenstengel

Am Gänseberg 13

07749 Jena

04. 12. 2011

Bericht über die Ergebnisse palynologischer Untersuchungen von Schlottenfüllungen im Kalkwerk Lengefeld

Im Auftrag von Geomontan Freiberg wurden 6 Proben zur palynologischen Untersuchung übergeben. Die Aufbereitung der Proben erfolgte im Pollenlabor des Instituts für Geographie der FSU Jena, eine Rechnungslegung dafür erfolgte am 03. 06. 2011.

Nach Erhalt der Präparate (3 Probe) wurden diese im Durchlichtmikroskop untersucht.

5 Proben enthielten Pollen und Sporen, allerdings waren die angetroffenen Mikroflora relativ arm, lediglich Probe 5 lieferte eine etwas reichere Flora. Die Ergebnisse der Fossilbestimmungen und deren Auswertung sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt.

Insgesamt wurden in allen Präparaten zusammen nur ca. 85 Pollen/Sporen-Exemplare angetroffen. Bemerkenswert ist aber die hohe Diversität der Mikroflora, es konnten etwa 35 Formspezies unterschieden werden. Erhaltung und Formenbestand deuten darauf hin, dass es sich um eine relativ einheitliche Vergesellschaftung aus dem Mitteleozän handelt und größtenteils nicht um eine umgelagerte Mischflora. Allerdings kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass einige Formen auch umgelagert wurden. Die Diversität der Flora und das Fehlen von Kohlemooranzeigern lässt darauf schließen, dass wir es hier nicht mit einer Kohlemoorfazies zu tun haben, sondern mit der Flora einer offenen Landschaft mit feuchtwarmem humiden Klima.

Alterseinstufung: Das Vorkommen von E99 und einem Maximum von *Platycarya* schließt ein Obereozänes Alter aus. Da auch eindeutige untereozäne Marker nicht nachgewiesen werden konnten, gilt ein Mitteleozän-Alter als relativ sicher. Nach der SPP-Zonengliederung ist eine Zuordnung in die Zonen 15 oder 16 möglich, also Lutet bis tieferes Barton.

Tabelle 1: Untersuchte Proben und Ergebnisse

Probe-Nr.	Floren-inhalt	Bemerkungen zur Flora	SPP-Zone	x-Wert	Stratigraphie
1	4 - 1 -	Sehr arme Flora		-	?
2	?	Keine Palynomorpha		-	
3	2 ? 1 -	Sehr arme Flora		-	
4	8 - ? -	Arme Flora	15-17	0,25	Mitteleozän
5	28 - ? -	Relativ reiche Flora	15-16	1	Mitteleozän
6	7 - ? -	limnisch		0,25-	?
Summe		Zusammen ca. 85 Exemplare	15-17	1,5x	

Tabelle 2: Fossilverbreitungstabelle

1	2	3	4	5	6	Fossilbestimmung
				+		aff. E 10 <i>Beaupreaidites</i>
				+		E49 <i>Palaebetuloides</i>
				+		aff. E70 <i>Polycolpites</i>
				+		E99 <i>Pom. subhercynicus</i>
			o	?		E106 <i>Compositipoll. rhizophorus</i>
				+		E112 <i>Tricolp. abbreviatus</i>
				+		E125 <i>Monocolp. tran. verrucatus</i>
				+		E130 <i>Pentapollenites</i>
				+		E137 <i>Plicatopollis plicatus</i>
				+		E139 <i>Monocolp. tran. trnanquillus</i>
					+	E146 <i>Pityosporites</i>
			+			E148 Sapotaceoide Form
			+			E152 Alnoide Form
				+		E153 Betuloide Form
			+			E182 compositoide Form
				+		E183 umbelliferoide Form
						<i>Arecipites</i> (rauhe Palmenpollen)
				+		E90 <i>Eocaenipollis pentacolpatus</i>
				+		<i>Ericipites</i>
			+			<i>Laevigatosporites</i> fsp.
				+		<i>Laevigatosporites discordatus</i>
				+		Myricoide Pollen
				+		Nyssoide Pollen
		o	o	+		<i>Platcaryapollenites</i> fsp. 1
				+		„ 2
				+		„ 3
				+		„ 4
				+		„ 5
					+	<i>Plicapollis</i> ?
				+		<i>Toroisporis</i>
			+	+	+	<i>Tricolporopollenites</i> fsp.
				+		„ reticulat
				+		„ feinreticulat
+				+		„ <i>megaexactus</i> - Gruppe
				+		„ glatt
		+			+	„ große Form indet
+		+	+	o		Triporate Formen
						Plankton:
o		+			o	<i>Sigmopollis</i>
			+			SW-Plankton ?
			+	+		Blattkutikeln, Fusit, Pilzsporen

Tafel 1



1 E137 *Plicatopollis plicatus*, Probe 5/1
subhercynicus

2 E99 *Pompeckjoidaepollenites*



3 *Monocolpopsis* ? fsp.

4 E125 *Monocolp. tran. verrucatus*

5 *Arecipites* fsp.



6 *Platycaryapollenites*

7 *Platycaryapollenites*

8 E137 *Plicatopollis plicatus*

Alle Objekte aus Probe 5, Vergrößerung ca. 600x

Tafel 2



1 nyssoider Pollen



2 E90 *Eocaenipollis pentacolpatus*



3 *Tricolporer reticulater* P.



4 *Toroisporis* fsp.



5 triporater granulater Pollen



6 E49 *Palaebetuloides* fsp.



5 Palaeobetuloide Form



6 betuloide Form

Alle Objekte aus Probe 5, Vergrößerung ca. 600x.

Tafel 3



1 *Bombacacidites* fsp. oder trilete Spore ?
Probe 3/3, Vergrößerungen ca. 600x.

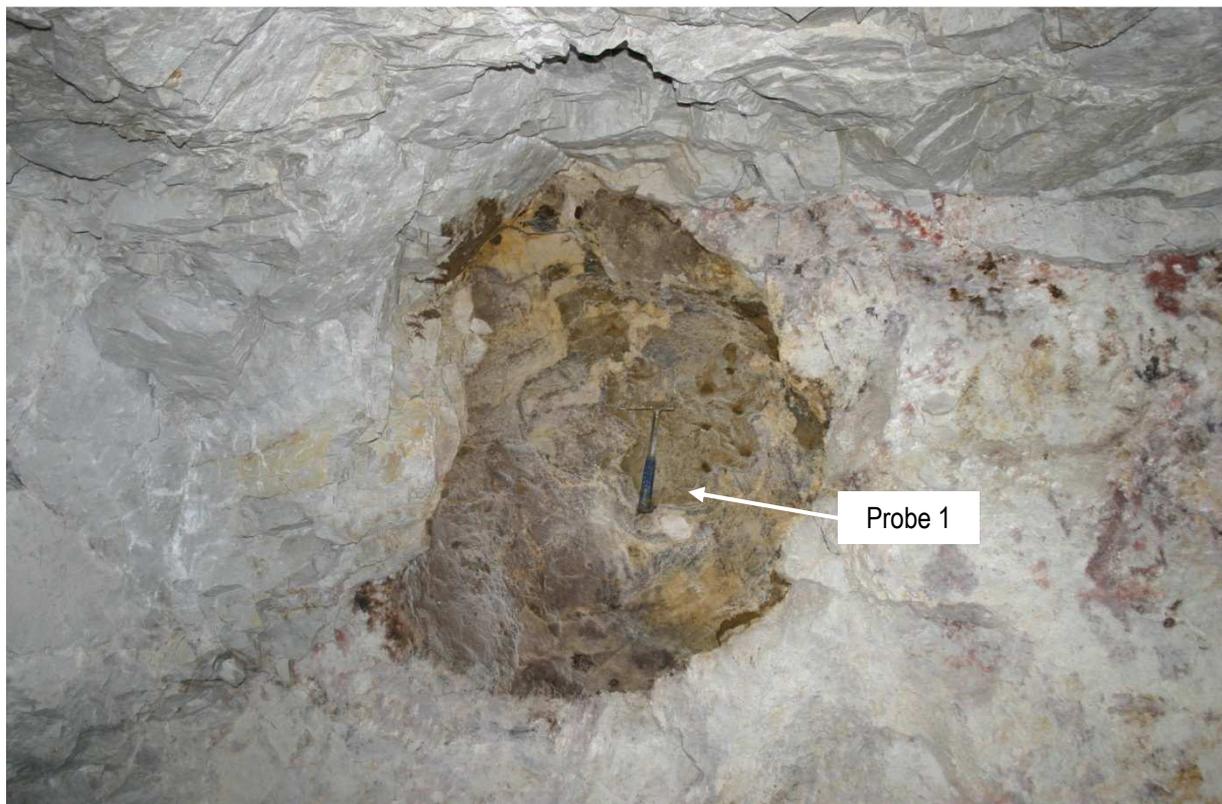
2 E130 *Pentapollenites* fsp. Probe 5/2

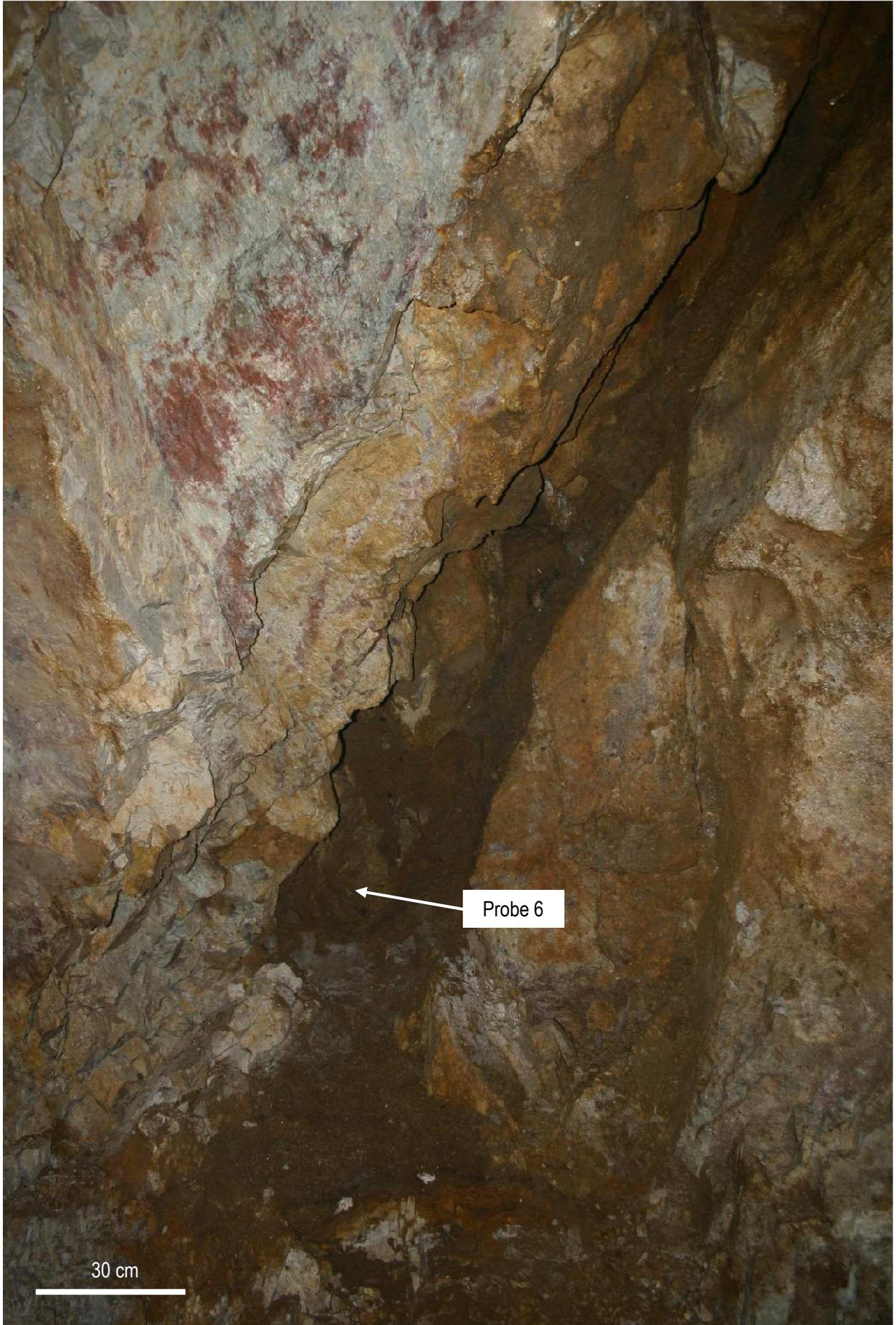
Für Mithilfe bei der Anfertigung der mikroskopischen Fotos ist Frau Dipl.-Geogr. Steffi Meschner vom Institut für Geographie der FSU Jena recht herzlich zu danken.

Probenliste Schlottenfüllung Kalkwerk Lengefeld

Probenehmer: Lutz Geißler
Probenahmedatum: 07.01.2010
Probenempfänger: GEOmontan GmbH Freiberg
Probenübergabe: 07.01.2010, Freiberg

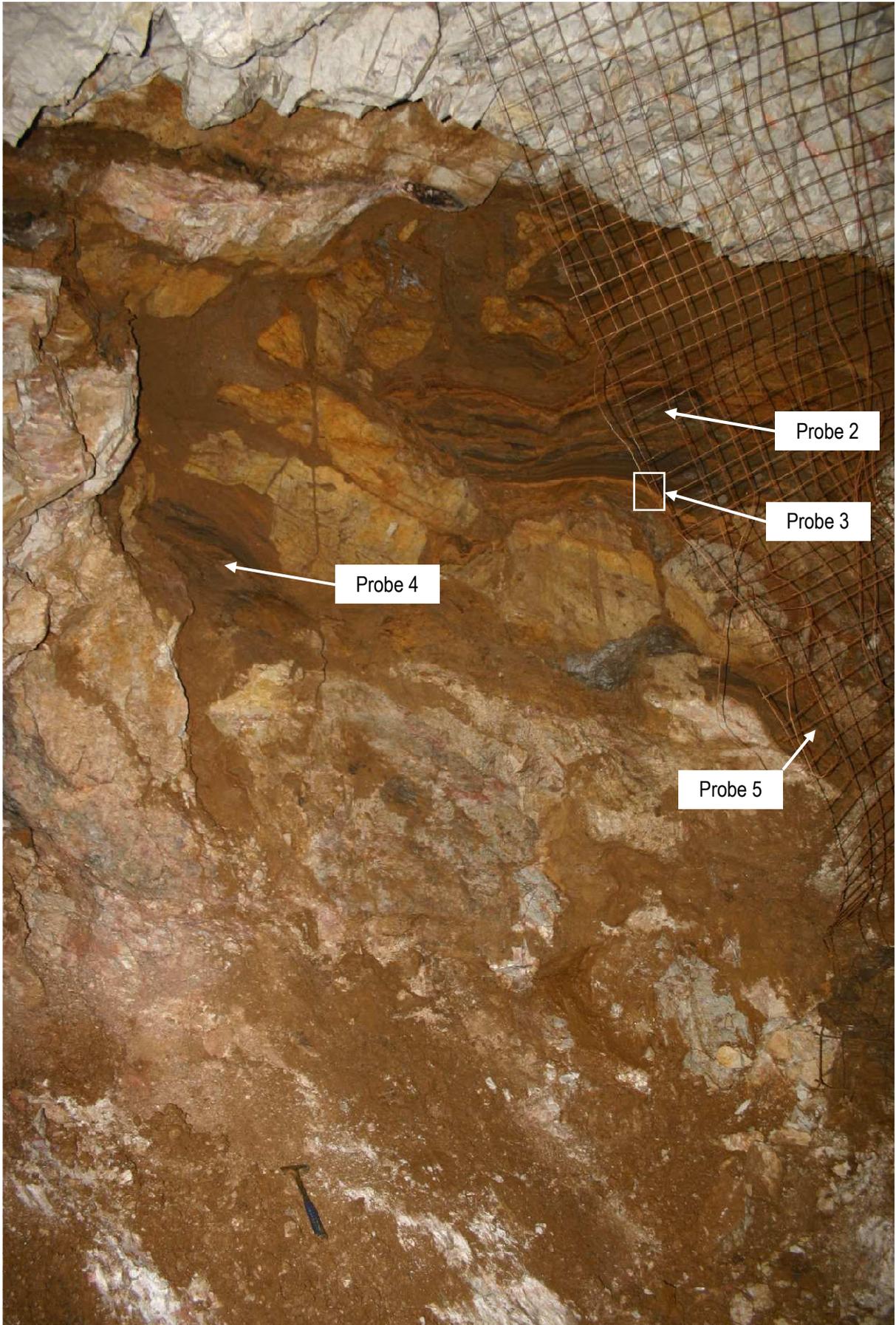
Probe	Sohle	Ort	Bemerkungen
1	4.	445/...20 W	trocken
2	5.	555/...11 S	feucht
3	5.	555/...11 S	feucht
4	5.	555/...11 S	feucht
5	5.	555/...11 S	feucht
6	6.	661/...11 N	nass





Probe 6

30 cm



Probe 2

Probe 3

Probe 4

Probe 5