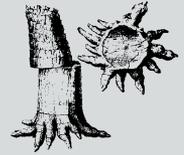


200 Jahre *Tubicaulis solenites* (SPRENGEL) COTTA.
Sammlungsgeschichte, Paläobotanik & Geologie
eines oberkarbonischen Baumfarn-Unikats
aus dem Schweddey-Ignimbit
vom Gückelsberg bei Flöha



**Frank Löcse, St. Egidien; Ulf Linnemann, Dresden; Gitta Schneider, Freiberg;
Volker Annacker, Thorid Zierold & Ronny Rößler, Chemnitz**

Kurzfassung

Das 200jährige Fundjubiläum des silifizierten Baumfarnes *Tubicaulis solenites* wird zum Anlass genommen, Fundgeschichte, Sammlungshistorie und Verbleib dieses bislang nur aus einem Steinbruch vom Gückelsberg in Flöha bekannten Fossils nachzuzeichnen, ergänzt um ein Kurzporträt seines Finders, H.A.L. Schippan. Im Zuge der Recherchen stellte sich heraus, dass der Fund in zahlreiche Teile zersägt und auf mehrere Sammlungen weltweit verteilt wurde. Die heute noch auffindbaren Stücke werden beschrieben und abgebildet. Nachdem bereits 2013 Zweifel am permischen Alter der *T. solenites* formuliert worden war, wurde jetzt ein Westfal C-Alter (Bolsovian) nachgewiesen. Grundlage dafür ist die Tatsache, dass *T. solenites* im Schweddey-Ignimbit des Beckens von Flöha-Falkenau gefunden wurde, einer beckenweit ausgedehnten ignimbitischen Abkühlungseinheit. Petrographie, radiometrische Altersdatierung (310 ± 2 Ma), Analyse der Zirkonstatistik und detaillierte Diskussion der Lagerungsverhältnisse lassen keinen Zweifel daran, dass der überwiegende Teil der bislang zum Zeisigwald-Tuff gestellten Paläorhyolithe im Becken von Flöha-Falkenau dem Schweddey-Ignimbit und damit dem Oberkarbon zuzuordnen sind. Konsequenzen für die Altersstellung sämtlicher Flöhaer Kieselhölzer, u.a. auch der vom Schußberg im Oederaner Wald werden aufgezeigt.

Abstract

The 200th anniversary of the discovery of the silicified tree fern *Tubicaulis solenites* provides an opportunity to examine the long discovery- and collection history of this fossil, and to document the storage of the various fragments, into which the specimen has been cut; including a short biographical note about its finder, H.A.L. Schippan. Until now this unique fossil fern was only known from the Gückelsberg quarry at Flöha. During the investigations it turned out that parts of the specimen were distributed to several collections worldwide. Still accessible parts are described and illustrated. Since reasonable doubt regarding the Permian age of *T. solenites* was formulated in 2013, evidence for Bolsovian Age (Westphalian C) is suggested, mainly based on the fact that the fossil was found entombed in the Schweddey Ignimbrite, a pyroclastic flow deposit in the Flöha-Falkenau-Basin. Petrography, radiometric dating (310 ± 2 Ma), zircon analysis and details of the geological setting unequivocally show that the majority of this palaeorhyolite, hitherto assigned to as Zeisigwald Tuff in the basin of Flöha-Falkenau, is actually the Schweddey Ignimbrite and thus of Middle Pennsylvanian age. As a consequence, the age of all petrified wood from the Flöha region including that of the Schußberg site (Oederan Forest) needs to be revised.

Anschrift der Autoren

Frank Löcse, Mineralien- und Lagerstättenkabinett St. Egidien, Achatstraße 1, 09356 St. Egidien, E-Mail: frank@loecse.de.

Prof. Dr. Ulf Linnemann, Senckenberg Naturhistorische Sammlungen, Museum für Mineralogie und Geologie, Königsbrücker Landstraße 159, 01109 Dresden.

Gitta Schneider, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie, Bernhard-von-Cotta-Straße 2, 09599 Freiberg.

Volker Annacker, Dr. Thorid Zierold, Prof. Dr. Ronny Rößler, Museum für Naturkunde Chemnitz, Moritzstraße 20, 09111 Chemnitz.

1 Einleitung

Zum 200. Mal jährt sich 2015 der Fund des fossilen Baumfarns *Tubicaulis solenites* (SPRENGEL 1828) COTTA 1832 vom Gückelsberg¹ bei Flöha (Abb. 1). Heinrich Adolph Leberecht Schippan (1794-1837) ist es, dem die Wissenschaft das bislang einzige Exemplar dieser Art verdankt. Der nur wenige Dezimeter lange, in mehrere Stücke zerbrochene Farnstamm ist für das Verständnis der Entwicklungsgeschichte dieser frühen Baumfarne von zentraler Bedeutung. Kaum verwunderlich, dass das Stück Eingang in viele Monographien und Lehrbücher fand. Die früher unter dem Sammelbegriff „Altfarne“ oder Coenopteridales vereinten Taxa, neben *T. solenites* zählt hierzu u.a. die ebenfalls nur von Flöha bekannte *Zygopteris primaria* (COTTA) CORDA, vereinen im Detail recht unterschiedliche Farne, die den Mosaikmodus der Entwicklung anschaulich an der Kombination verschiedener Stelen- und Wedelstielanatomien zeigen. Gemeinsames Merkmal der baumförmigen Vertreter ist ein aufrechter, unverzweigter Stamm mit Proto- oder Aktinostele, umgeben von einem dichten Mantel spiralig ansitzender Wedelstiele und Luftwurzeln (GALTIER & PHILLIPS 1996).

Ab dem frühen 19. Jahrhundert, oft nur in wenigen Exemplaren gefunden, waren sie sogleich Gegenstand wissenschaftlicher Bearbeitungen (s. BARTHEL 1976, RÖSSLER 2001). Heute werden die Coenopteridales in zygopteride, anachoropteride und botryopteride Farne untergliedert. Die Ordnung Anachoropteridales, zu der *T. solenites* zählt, vereint in sich strukturerhaltene protostelische Achsen mit exarchem Protoxylem und abaxial konkavem Leitbündel der Wedelstiele (Abb. 2). Zugehörige Beblätterung und Fruktifikation sind noch unbekannt (PHILLIPS & GALTIER 2005, GALTIER & PHILLIPS 2014).

Zu den wichtigsten Bearbeitern der *T. solenites* sind SPRENGEL (1828: 32-33), COTTA (1832: 21-22, Taf. III, Fig. 1-3), CORDA (1845: 81), STENZEL (1889: 5-12, 46, Taf. I, Fig. 1-11), BERTRAND (1909: 187-191, 303, Pl. XV, Fig. 106-107) und mehr als 100 Jahre später GALTIER & PHILLIPS (2014: 54-58, Pl. XII, Fig. 1-3) zu zählen. RÖSSLER (2001: 87-88) widmet der Fundgeschichte des Farns einige reich illustrierte Seiten in einem Ausstellungskatalog. Erwähnung findet *T. solenites* sowohl in zahlreichen zeitgenössischen Abhandlungen als auch in Lehrbüchern: BRONN (1835-1837: 25-26), GÖPPERT (1836: 71, 96-99; 1864: 43-44), GUTBIER (1849: 18), UNGER (1850: 200), GEINITZ (1854: 14), SCHIMPER (1869: 697), STERZEL (1875: 98-100, 122-123, 127, 216-217; 1918: 255), SAUER et al. (1881: 101), TENSLEY (1907: 55, Fig. 3), LOTSY (1909: 582-583, Fig. 394), SCOTT (1909: 334-336), PELOURDE (1914: 293-294), BOWER (1923: 128, 161, Fig. 121, 154, 1926: 13-14, Fig. 315), HIRMER (1927: 540-541) und ZIMMERMANN (1930: 192). Vergleiche mit dem Generotypus wurden ferner angestellt im Zuge der Beschreibung weiterer *Tubicaulis*-Arten aus dem Oberkarbon Englands (STOPES 1906) und dem Perm/Trias-Grenzbereich Tanganyikas (HOLDEN & CROFT 1962). Die zunehmenden Erwähnungen anlässlich der Erforschung kleinwüchsiger, kletternder bis epiphytisch wachsender *Tubicaulis*-Arten seit BERTRAND (1909) lassen wir hier unreflektiert. Bezüglich der *Tubicaulis*-Baumfarne folgte nichts Neues. Der Fund aus Flöha war in zahlreiche Quer- und Längsschnitte zersägt und auf verschiedene Sammlungen weltweit aufgeteilt worden - eine im 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts durchaus übliche Praxis, die den naturwissenschaftlichen Sachzeugen zwar eine ausgedehnte sammlungsgeschichtliche Historie verschafft (siehe hierzu auch die Bemerkungen bei BARTHEL

¹ Gückelsberg, heute Stadtteil von Flöha, ist sowohl Name eines im Jahre 1920 nach Flöha eingemeindeten einreihigen Waldhufendorfes zwischen Flöha und Falkenau, als auch Flurname der dortigen Anhöhe (AUTORENKOLLEKTIV 1977: 62-63, SCHIFFNER 1839: 85).

Abb. 1

Rekonstruktion der *Tubicaulis solenites*.

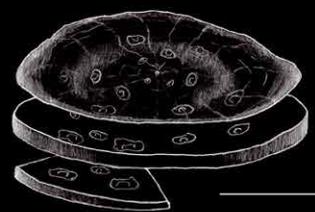
(a) Position der auf verschiedene Sammlungen verteilten Abschnitte.

FG – Paläontologische Sammlung der TU Bergakademie Freiberg, BMNH – British Museum (Natural History) London, MB – Museum für Naturkunde, Leibnitz-Institut der Humboldt-Universität zu Berlin, MfNC – Museum für Naturkunde Chemnitz, RMS – Naturhistoriska Riksmuseet Stockholm, MMG – Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden.

(b) Historische Zeichnung der drei Werner'schen Exemplare aus STENZEL (1889: Taf. I Fig. I) und einzige Darstellung der trichterförmigen Vertiefung des obersten der bislang verschollenen Stücke.

(c) Einzige fotografische Darstellung der ehemals in Freiberg befindlichen Stücke, bestehend aus den drei Werner'schen Exemplaren und dem unteren Abschnitt des 4. Stückes (Foto: P. BERTRAND 1910, Original im MfNC).

Maßstab: (b) und (c) etwa 1/4 der natürlichen Größe.



K 4798 (Chemnitz)

V 18541 (London)

rot 203 (Chemnitz)

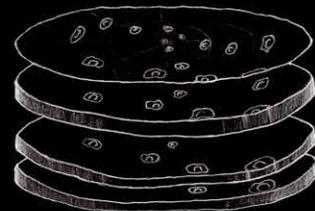
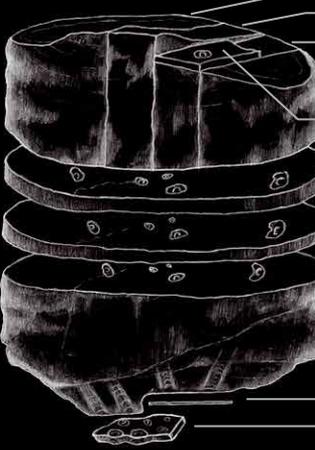


Abb. Schippan (1824)

RMS 3330 (Stockholm)

BSIP Lucknow Museum 2

BSIP Lucknow Foundation Stone



175/1b (Freiberg)

MB.Pb. 2014/248 (Berlin)

BMNH 13604 (London)

V 5469 (London)

MMG SaP 2532 (Dresden)

MB.Pb. 2009/349 (Berlin)

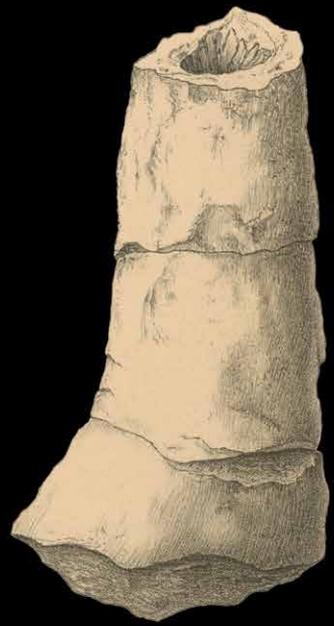
BMNH 13603 (London)

175/1a (Freiberg)

Dünnschliff zu 175/1a (Freiberg)

MB.Pb. 2014/249 (Berlin)

Unterer Abschnitt
des vierten Exemplares
ist gleich 175/1a (Freiberg)



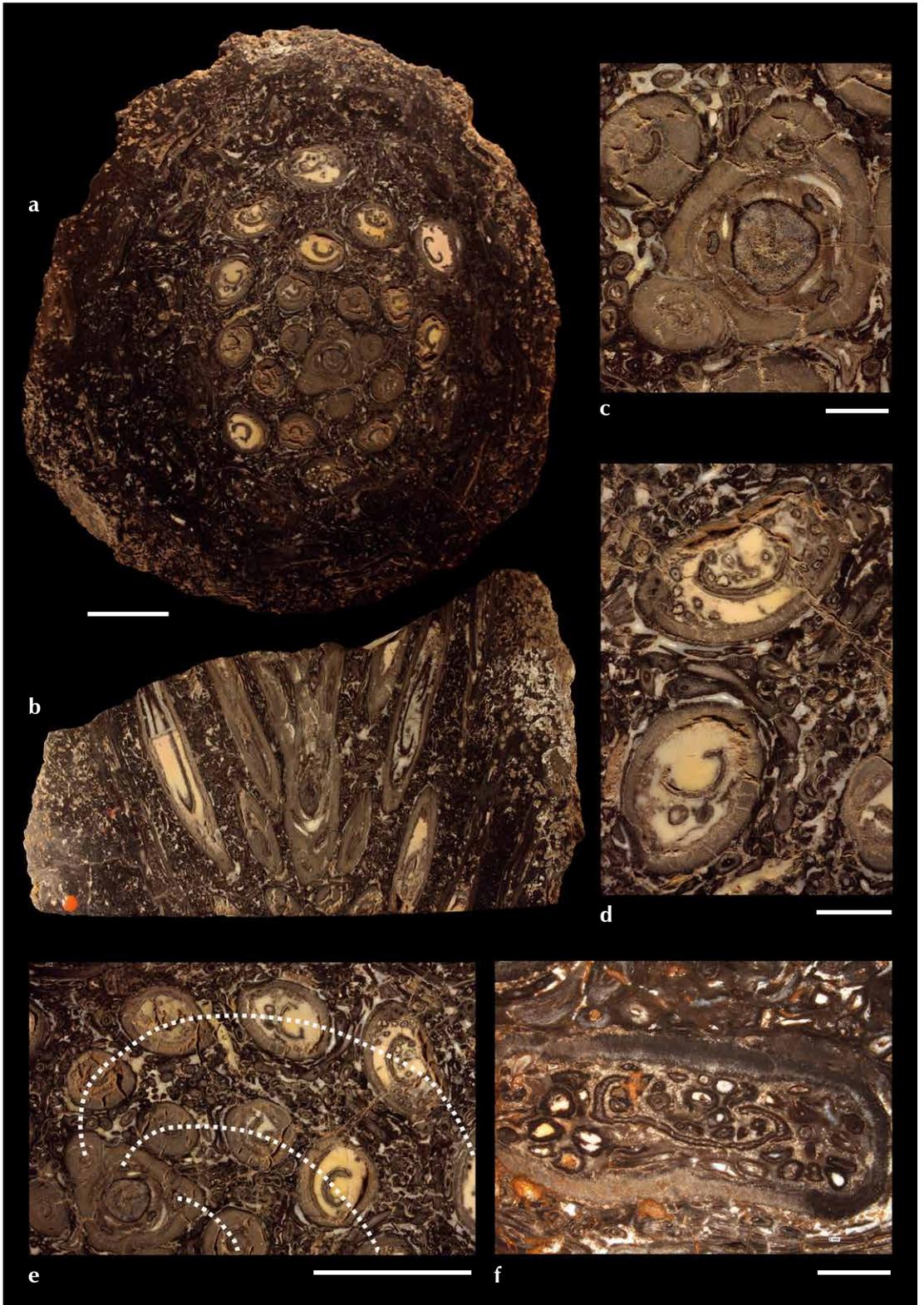
1

? BISP Lucknow Museum 1

2

3

Drei Werner'sche Exemplare



2001: 26), aber damals wie heute die wissenschaftliche Bearbeitung der Sammlungsstücke enorm erschwert. POTONIÉ (1899: 74-75) nimmt in sein „Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie“ wenige Sätze über *Selenochlaena solenites* (SPRENGEL), wie der Farn von ihm unzutreffenderweise bezeichnet wurde, auf und sorgt dafür, dass dieser auch in den folgenden Jahrzehnten nicht in Vergessenheit gerät. Denn GOTHAN, später gemeinsam mit WEYLAND, schließlich WEYLAND allein, führten in mehreren Ausgaben das „Lehrbuch der Paläobotanik“ bis 1973 weiter und behielten eine kurze Notiz über den Farn aus dem ‚Rotliegenden von Chemnitz‘ bei (GOTHAN 1921: 121-122, GOTHAN & WEYLAND 1954: 171, 1973: 256). Erst mit OGURA (1972: 263-274), BARTHEL (1976: 23, Taf. 2, Fig. 2) und RÖSSLER (2001: 87-88) erfährt *T. solenites* wieder Beachtung. Jüngere Lehrbucheditionen erwähnen den Farn, geben jedoch keine Details zu Anatomie, Fundhistorie oder Literatur (TAYLOR & TAYLOR 1993: 407, TAYLOR et al. 2009: 450). Sämtliche Autoren stellen *T. solenites* in das untere Perm. Ernste Zweifel an dieser stratigraphischen Einstufung und damit an der Datierung sämtlicher fossiler Hölzer aus der Region Flöha formulieren LÖCSE et al. (2013: 135) im Zuge geologischer Feldarbeiten in Pyroklastiten der Flöha-Formation.

2 Ein einzigartiger Fund

Detailliert beschreibt Schippan seinen Fund: „Die Länge des vorgefundenen Stückes betrug 1 Elle², und war am oberen Ende 5 Zoll am unteren aber fast 8 Zolle im Durchmesser. Mehrerer Querklüfte wegen war es schon beym Gewinnen in mehrere ziemlich gleich große Stücke abgetheilt, deren Länge im Durchschnitte 8 Zoll betrug. Nach Angabe der, im Bruche damals arbeitenden, Steinmetzen, hatten sich nach oben zu mehrere dergleichen Stücke vorgefunden, die zusammen einen, gleichsam gegliederten Stamm bildeten; indes hatte man nicht besonders darauf geachtet, sondern alles unter den Schutt geworfen. Die drey untersten Stücke sind im Wernerschen Museo zu Freyberg aufbewahrt; von dem vierten, späterhin erst aus der Halde gesuchten, obersten Stücke, nach welchem ich vorstehende Abbildung zeichnete, besitze ich nur noch wenig, indem das Uebrige an mehrere naturforschende Gesellschaften und Freunde vertheilt wurde“ (SCHIPPAN 1824: 4). Schippan schreibt weiter: „Die Lage des Stammes im Thonstein-Porphyr war nicht senkrecht, sondern etwa 45 Grad gegen den Horizont geneigt“.

Carl Gustav Stenzel (1826-1905) gelang es 74 Jahre nach Schippans Fund, die Teile der *T. solenites* für eine paläobotanische Bearbeitung weitgehend zusammen zu holen und „[...] fast Alles vergleichen zu können, was sonst von diesen Arten vorhanden ist“ (STENZEL 1889: 2). Er findet Schippans Angaben bestätigt. Zusammengesetzt ergab sich ein recht ansehnliches, wohl um die 25 kg schweres Exemplar von 50 cm Länge, einem Durchmesser von ungefähr 18 cm an der Basis, das sich zum oberen Ende hin auf etwa 12 cm verjüngt. Die drei untersten Stücke „[...] sind zusammen gegen 20 kg schwer, so dass die vier aufgefundenen Stücke ein Gewicht von einem halben Centner gehabt haben mögen. [...] Die drei Stücke stellen einen 40 cm hohen, walzenähnlichen, nach oben etwas verjüngten Block dar, welcher nach seinem unteren, wie die Längsstreifung an mehreren Stellen schliessen lässt, aus einer dichten Masse von Luftwurzeln bestehenden Ende hin stark verdickt und unten abgebrochen ist, ohne dass die Bruchfläche etwas von Stamm und Blattstielen erkennen liese, wie die anderen Querbrüche. [...] So sehen wir, dass das ganze, gegen einen halben Meter hohe Stück bis auf das unterste, wie es scheint, nur aus Wurzeln bestehende Ende von einem aufrechten, fingerdicken Stamm durchzogen war, welcher nicht nur an seinem oberen Ende mit den Stielen der lebenden Blätter, sondern bis unterhin mit den nur an der Spitze vermodernden Grundtheilen der Stiele längst abgestorbener Blätter bedeckt war“ (STENZEL 1889: 6-7).

² Für die zur Zeit Schippans gültigen sächsischen Längenmaße gilt in etwa: 1 Elle \approx 57 cm, 1 Zoll \approx 2,4 cm, 1 Elle = 2 Fuß = 24 Zoll.

Abb. 2

Tubicaulis solenites im (a) Quer- und (b) Längsschnitt, mit (c) protostelischer Achse, (d) C-förmig nach außen gekehrtem Leitbündel der Wedelstiele, die dicht von Adventivwurzeln umgeben bzw. (f) durchwachsen sind und (e) spiralg angeordneten Wedelstielbasen. (a) und (c)-(e) MB. Pb. 2009/349, (b) Original zu COTTA (1832) MB.Pb.2014/0248, Maßstab (a)-(e): 2 cm, (f): 2 mm.

3 Fundumstände und Fundort der *Tubicaulis*

Während die Fundumstände weitgehend geklärt sind, bedarf die Rekonstruktion des genauen Fundortes von *T. solenites* einiger Bemerkungen. Zuerst berichtet der sächsische Edelmetall-Inspektor Johann Friedrich August Breithaupt (1791-1873), später Schippa selbst, über den außergewöhnlichen Fund (BREITHAUPT 1820, SCHIPPAN 1824, 1825). Schippa notiert im November 1824 rückblickend: „Im Frühjahr 1815 fand ich nämlich in einem Thonporphyr-Steinbruche bey Gückelsberg, unweit Freyberg, unter andern versteinerten Hölzern (Holzsteinen) ein Stück, welches ich seines merkwürdigen Ansehns wegen sofort meinem damaligen hochverehrten academischen Herrn Lehrer, dem Königl. Sächs. Bergrath Werner, überbrachte, und welcher es sogleich für eine Palme erkannte, und über den Fund desselben eine große Freude bezeigte.“ (SCHIPPAN 1824: 3-4). Während Werner, der große Freiburger Gelehrte, auf den die erste Vorlesung in Versteinerungskunde weltweit zurückgeht (KÜNZEL & WALTER 1996), deren Inhalt Dank der Mitschriften Schippa's überliefert ist³, in der Frage der botanischen Zuordnung irrte, entpuppte sich die „Palme“ bald als Baumfarn (SPRENGEL 1828: 32-33, COTTA 1832: 21-22). Immerhin steht der Gückelsberg von Flöha als Fundort fest.

Die Beschreibung des „Thonporphyrs“, die SCHIPPAN (1824: 5) mitliefert, passt zum Schweddey-Ignimbrit: „Der Thonporphyr, [...], hält das Mittel zwischen Bläulichgrau und Bräunlichroth. Zur Hauptmasse hat er Thonstein, in welchem frische, noch häufiger aufgelöste kleine Parthien von weissem Feldspath eingemengt sind. Auch Schwefelkies-Drusen [...], welche gewöhnlich zu braunem Oxyde umgewandelt sind, kommen nicht selten darin vor“. Die Beschreibung gibt einen zweiten, wichtigen Hinweis auf den Fundort. Neben der Ortsangabe „Thonporphyr-Steinbruche bey Gückelsberg, unweit Freyberg“ ist es vor allem das „Bräunlichroth“ des „Thonporphyrs“, das unzweifelhaft auf einen der beiden Gückelsberger Steinbrüche hinweist. Denn der Schweddey-Ignimbrit zeigt nur am Gückelsberg eine eigentümlich rötlich-braune Farbe. Andernorts herrscht eine schmutzig-weiße bis gelbliche, zuweilen grünliche Farbe vor. Obgleich die Sachlage klar und eine Verwechslung unmöglich erscheint, zumal die Fluren von Flöha und Gückelsberg unübersehbar durch das tiefe Kerbtal des Wetzelsbaches getrennt sind, stellt sich bei näherer Betrachtung die Frage, welcher der Gückelsberger Brüche Ursprung des Fundes ist? Detaillierte Informationen über den Betrieb von Steinbrüchen im 19. Jh. sind nur spärlich, da diese nicht dem Bergrecht unterlagen und die Aktenlage, falls es überhaupt eine solche gibt, eher dünn ist. Auch örtliche Baubehörden haben keinerlei derartige Unterlagen bewahrt. In der zeitgenössischen Literatur finden sich Hinweise auf mehrere Steinbrüche im „Thonstein“ von Flöha und Gückelsberg. Bei SCHIFFNER (1839: 85), der als der bedeutendste geographische Autor Sachsens im 19. Jh. gilt und der die von ihm beschriebenen Örtlichkeiten meist selbst in Augenschein nahm, heißt es über Gückelsberg: „Man bricht auch Thonstein und dunklen Dachschiefer, und findet den, 1815 hier von Schippa entdeckten, schönen Röhrenstein, eine Art der Starsteine.“ Er erwähnt aber auch Steinbruchbetrieb im Thonstein bei Flöha: „Man findet hier [...] bunten Thonstein und Schieferthon mit Kräuterabdrücken, Steinmark, Dachschiefer (der nebst dem Porphyre, Thonstein und Sandsteinconglomerat auch gebrochen wird), Achat, muscheligen Quarz, Kohlenhornstein, Steinkohlen, [...] Holzstein, Soleniten, Star- und Röhrensteine, selten auch den *Tubicaulis primarius*.“ Die Fundortangaben waren also mehrdeutig, denn *T. solenites*, der „Röhrenstein“, wurde nur in Gückelsberg gefunden, nicht im damaligen Flöha. In diesem Sinne ist auch die missverständliche Fundortangabe bei GEINITZ (1854: 14) zu verstehen. Er schreibt im Zusammenhang mit *T. solenites* über den Thonstein: „Am schönsten ist der letztere in einem weiten Bruche neben den schönen Kieberschen Kohlenwerken bei Flöha zu studieren, wo er in grossen und schönen Werkstücken zu Thür- und Fensterstöcken, Simsen, Trögen u. dergl. verarbeitet wird. Der gegenwärtige Besitzer dieses Bruches heisst C. Gottlob Richter“. Die Kieberschen Kohlenwerke befanden sich jedoch am Pfarrwald auf Flöhaer Flur, westlich vom Richter-Bruch und nicht am Gückelsberg. Dort gab es mehrere kleinere Steinbrüche im Sandstein und im Tuff in unmittelbarer Nähe alter Abraumhalden. Geinitz hat die Brüche am Gückelsberg

³ Handschrift, Geognosie 1, Gemeiner Theil, Hochschulbibliothek TU Bergakademie Freiberg, Barcode: XVII339/18, Regal: XVII 339 8.

Abb. 3

Ehemals Ranft'scher Steinbruch am Gückelsberg/Flöha – Fundort der *Tubicaulis solenites*:

(a) massiger Schweddey-Ignimbrit im heute stark verwachsenen Gelände, (b) weithin sichtbare Halde auf dem Steinbruchgelände, (c) Reste historischer Technik und (d) Feuersalamander im FND „Steinbruch Gückelsberg“.



Da Feuersalamander individuell an ihrer Zeichnung erkennbar sind, sei darauf hingewiesen, dass das abgebildete Exemplar im ehemaligen Sandsteinbruch an der Finkenmühle lebt (Foto: 07.05.2014). Die während verschiedener Begehungen im Zeitraum 2014/2015 auch am Gückelsberg wiederholt gesichteten Feuersalamander wurden nicht fotografiert.

wahrscheinlich nie besucht, seine o.g. Darstellung stammt jedenfalls z.T. wortgenau von NAUMANN (1838). Sein Augenmerk galt vor allem den fossilen Floren der Kohlend- und Tonsteine, die um 1853/54 nur noch auf den Abrauhalden des zum Erliegen gekommenen Kohlebergbaus zu finden waren.

Weitere Hinweise finden sich bereits vorher bei NAUMANN (1838: 382, 1864: 33-35) und später bei den Erstkartierern SAUER et al. (1881: 100), die über Steinbrüche im „Thonstein“ berichten: „Die weichen Varietäten werden in zwei großen Brüchen bei Flöha und Gückelsberg zu Werkstücken [...] verarbeitet.“ Die Hinweise auf einen Steinbruchbetrieb im Thonstein von Flöha und Gückelsberg sind insofern von Bedeutung, als dass neben den seltenen Baumfarnen auch größere Stücke nicht näher bestimmter Kieselhölzer dort gefunden wurden. Darauf verweisen SCHIPPAN (1824), NAUMANN (1838: 318) aber auch STERZEL (1875: 99): „Einen dieser großen Stämme werden wir später noch zu erwähnen haben; er befindet sich in der Schreckenbachschen Sammlung“. Während für *T. solenites* Gückelsberg als Fundort feststeht, trifft das für die anderen Kieselhölzer, auch für *Zygopteris primaria*, nicht zu. Die ‚gewöhnlichen‘ Kieselhölzer wurden und werden auch in den eher weißen Varietäten des Schweddey-Ignimbrits aus der Gegend um Flöha, der Schweddey und dem Oederaner Wald gefunden. Für *Z. primaria* ist als Fundort lediglich der „[...] zum rothen Sandsteine gehörige Thonstein bei Flöha unweit Chemnitz“ (COTTA 1832: 19) belegt. Damit kommen aber auch die ehemaligen Steinbrüche am Pfarrwald und der vorderen Ulbrichschlucht in Frage. Diese wurden ab 1975 als wilde Müllkippe benutzt und ab 1985 zumindest teilweise saniert und abgedeckt; sie sind heute nicht mehr zugänglich. Welcher der zwei Steinbrüche am Gückelsberg als Fundort der *T. solenites* in Frage kommt, kann mit letzter Sicherheit nicht rekonstruiert werden. Der größere der beiden Steinbrüche, heute u.a. aufgrund des Vorkommens von Feuersalamandern als Flächennaturdenkmal „Steinbruch Gückelsberg“ geschützt, befindet sich im Besitz der Familie Lindner. Der früher gebrochene „Thonporphyr“ wurde in größeren Mengen abgebaut. „Der Gückelsberger Thonstein [...] liefert [...] große und schöne Werkstücke, und wird viel zu Thür- und Fensterstöcken, Simsen, Trögen u. dergl. verarbeitet“ NAUMANN (1838: 382). Bruchstücke alter Gewände, Simse u.ä. finden sich dort noch heute. Der früher im Besitz der Fam. Ranft befindliche Steinbruch (Abb. 3) war vermutlich seit dem späten 18. Jh. in Betrieb. Er lieferte das Material für die ab 1822 unterhalb der Gückelsberger Mühle durch A.G. Fiedler errichteten Maschinen- und Wohngebäude einer Spinnerei. Mit dem Bau der Gückelsberger Baumwoll-Spinnerei durch G.F. Heymann lebte der Steinbruchbetrieb auf, denn wesentliche Gebäudeteile wurden mit dem lokalen Naturstein errichtet (LANGER 2014: 26).

Der weiter östlich am Pomselberg gelegene kleinere, heute weitgehend verfüllte Steinbruch, kann als Fundort der *T. solenites* zwar nicht ausgeschlossen werden. Eine größere Halde, die sowohl Schippan als auch SAUER et al. (1881: 100) erwähnen: „Die weithin sichtbare Halde des Gückelsberger Bruches gewährt eine treffliche Aussicht über das ganze Gebiet“, gibt es dort allerdings nicht, am Ranftschen Bruch dagegen schon (Abb. 3). Das spricht am ehesten für den größeren der beiden Brüche am Gückelsberg als Fundort der *T. solenites*.

4 Heinrich Adolph Leberecht Schippan – Ein Kurzporträt

Wer war dieser Schippan, der bei einem Besuch im Gückelsberger Steinbruch seine Aufmerksamkeit auf die merkwürdigen Kieselholzstücke richtete und herauszufinden versuchte, worum es sich dabei handelt? Zwar geologisch gebildet, taucht sein Name in der geologisch-paläontologischen Literatur nie wieder auf. Er hatte andere Interessen. Geboren 1794 in Flöha als vierter Sohn aus erster Ehe des Lehn- und Erbrichters Johann George Schippan und Friederike Wilhelmine, der Tochter des Hofsilberkammerers Stolze aus Dresden, wuchs er in vergleichsweise begüterten Verhältnissen auf. Der Vater, ein resoluter Mann, führte zahlreiche Unternehmungen. SCHIFFNER (1839: 83) schreibt dazu: „Wir bemerken noch das starke Schippansche Lehngericht mit schönem Gasthofe, Schäferei und berühmter Doppelbierbrauerei, 18 a. Güter, 1 Mühle u.s.w.“ Nicht zu vergessen die Schankwirtschaft in Langenleuba-Oberhain oder die Kalkberkwerke und Kalkbrennöfen im Flöhaer Ortsteil Plaue und im heutigen Chemnitz-Rottluff, die J.G. Schippan betrieb. In erster Linie aber machte der Schippansche Steinkohlenbergbau von sich reden. Das zur damaligen Zeit viel gelesene *Gewerbe-Blatt für Sachsen* berichtete darüber⁴: „In der Nähe des Dorfes Gückelsberg an der Flöha wird

⁴ Das Gückelsberger Steinkohlenwerk bei Chemnitz.– *Gewerbe-Blatt für Sachsen*, Verl. Rob. Binder, Nr. 30, III. Jahrgang, 1838: 390-391; Leipzig und Chemnitz.



Abb. 4 Schippan'sche Unterrichtsmodelle (l), Scherenschnitt – Selbstporträt des jungen Schippan (r). Foto: Reymann (in BRENDL 1938).

von dem Lehnrichter Herrn Schippan schon seit längerer Zeit im dortigen Kohlenrevier der Kohlenabbau betrieben. Man fördert jetzt in mehreren Schächten, deren gegenwärtig 5 bestehen. Der tiefste Schacht hat 70 Ellen Teufe. [...] In diesem Augenblicke fahren 12 Bergleute unter der Leitung des Steigers Carl August Schramm an, sie fördern wöchentlich ungefähr 250 Scheffel.“ Eine ausführlichere Darstellung des Flöhaer Steinkohlenbergbaus, u.a. detaillierte Informationen zu den Schippanschen Unternehmungen, sind dem Flöhaer Handelslehrer KLEINSTÄUBER (1922) zu verdanken. Dieser weiß auch zu berichten, dass Vater Schippan ab 1828 seine Ämter an Moritz Schippan, einen der Brüder Heinrichs, übergab, um sich ausschließlich dem Steinkohlenbergbau zu widmen. Von finanziellen Sorgen waren Kindheit und Jugend Heinrichs sicher nicht beschwert.

Ab Ostern 1811 besuchte der mittlerweile 17jährige die Bergschule in Freiberg, die 1777 gegründet und zunächst in den Räumen der Bergakademie Freiberg untergebracht war. Für den Vater schien es vielversprechend, Verbindungen nach Freiberg aufzubauen, versuchte er doch seit 1800 vergebens, über das Bergamt Marienberg, beim Oberbergamt Freiberg finanzielle Unterstützung für seinen auf knapp 600 m Länge veranschlagten Entwässerungsstollen der Gückelsberger Steinkohlenwerke zu erwirken. Heinrich trat, kaum dass er die 2jährige Ausbildung an der Bergschule beendet hatte, in der Uniform eines Obersappeurs im „Banner der freiwilligen Sachsens“ in den Militärdienst ein. Das sächsische Freiwilligenkorps war unmittelbar im Anschluss an die Völkerschlacht bei Leipzig am 31.10.1813 per Dekret von dem russischen Generalgouverneur in Sachsen, Repnin-Wolkonski, ins Leben gerufen worden. Ob Heinrich dem Korps freiwillig beitrug, ist nicht bekannt. Sicherlich haben die Ereignisse im heimatlichen Flöha eine Rolle gespielt. Am 4. Oktober 1813 begannen französische Einheiten von Mittweida aus gegen die österreichischen Linien vorzurücken, die sich von Chemnitz entlang der Zschopau hinzogen. KLEINSTÄUBER (1922: 58) berichtet, dass „[...] Einwohner von Flöha und besonders von Gückelsberg beim Herannahen der französischen und österreichischen Kriegsscharen ihre Habe in Schippans Schächten und Stollen versteckt(en). Das Unglück wollte es aber, dass einem französischen Offizier beim Besichtigen des Kunstzeuges die Zehen weggerissen wurden, worauf der Steiger flüchten musste; das versteckte Gut wurde von den Franzosen aufgefunden und weggenommen, auch sonstiger Schaden an dem Werke angerichtet. In der schlimmsten Zeit, im Oktober 1813, musste Schippan mit den Seinen sich sogar eine Zeitlang verborgen halten.“ Eine militärische Laufbahn aber war wohl nicht in Heinrichs Sinne, stand wohl auch den väterlichen Interessen entgegen. Jedenfalls, kaum nachdem am 24.07.1814 die Truppen des Freiwilligenkorps in Dresden beurlaubt worden waren, kehrte Heinrich dem Militär den Rücken. Für seinen Dienst erhielt er die Kaiserlich Russische und Herzoglich Coburgische Kriegserinnerungsmedaille von 1814. Er begann als Benefiziat mit einem Stipendium des Königreiches Sachsen ab

September 1814 an der wenige Jahrzehnte zuvor gegründeten Bergakademie Freiberg Mineralogie, Geologie und vor allem Topografie zu studieren, Studien, die er im August 1817 mit „großem Fleiß, Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit“ (SCHIFFNER 1938: 199-201) beendete. Als junger Student im zweiten von insgesamt drei Studienjahren machte Schippan, 21jährig, nun den Aufsehen erregenden Fund seiner *Tubicaulis*.

Nach Beendigung des Studiums ließ sich der junge Schippan in Freiberg als „practischer Geognost, Geometer u. topographischer Planzeichner“ nieder. In diese Zeit fallen zahlreiche Kartenwerke, die er anfertigte. Noch während seines Studiums zeichnete er einen „*Situations-Plan der Gegend von Tharand*“ (1816) und einen „*Durchschnitts Riss. Die mit dem tiefen Weiseritz-Stolln durch den Sauberg durchoerterten Gebirgsarten betreffend*“ (1816). Heinrich bediente sich dabei einer noch jungen, von den Militärzeichnern Lehmann und Becker seit 1799 entwickelten Zeichentechnik, bei der es darum ging, zunächst vorwiegend aus militärischen Gründen, auch Geländeerhöhungen in topografischen Karten korrekt wiederzugeben. Auch um die Popularisierung der auf Werner zurückgehenden Idee, geologische Karten zu colorieren, war Heinrich bemüht. Und so entstanden in rascher Folge der „*Grund- und Seigerriss eines Theils des Steinkohlenwerks zu Gückelsberg*“ (1823), eine „*Geognostisch-Bergmännische Karte der Umgegend von Freiberg im K. S. Erzgebirge*“ (1823), eine „*Geognostisch-bergmännische Karte der Umgegend von Bräunsdorf, Riechberg, Seifersdorf, u.s.w. im K. Sächs. Erzgebirge*“ (1825), eine Darstellung der „*Umgebung v. dem Amalgamirwerke u. der Schmelzhütte auf Halsbrücke*“ (1827) ergänzt um eine „*Erklärung der Nummern welche auf dem speciellen topographischen Plane der Umgegend des Amalgamirwerks und der Schmelzhütte auf Halsbrücke bey Freyberg befindlich sind*“ (1827).

Heinrich gab ab 1822/23 selbst Zeichenunterricht - zunächst an der Bergschule auf der Stelle seines ehemaligen Zeichenlehrers Garbe. Ab 1824 lehrte er als Privatdozent topografisches Zeichnen an der Bergakademie Freiberg. Auch die dazu erforderlichen Feldarbeiten fielen in sein Aufgabengebiet. Er war um die Verbreitung des topographischen Zeichnens bemüht und scheute keine Konflikte. So schreibt er im Vorwort zu seinen im Jahre 1829 als Ergänzung des Zeichenunterrichts herausgegebenen „*Vorlegeblätter(n) zur Belehrung im Situationszeichnen*“: „Aber auch jetzt noch wird in der richtigen Darstellung des Oberflächenansehens der Gebirge, von nur zu vielen topographischen Ingenieurs, ganz ungemein gesündigt. Prachtwerke von grosen bekannten Topographen, welche nur erst kürzlich öffentlich erschienen, so wie andere, die noch in Arbeit mehrerer kunstfertiger Kupferstecher begriffen sind, weisen zum grosen Theile immer noch sehr häufig die grösten, unverzeihlichsten Missgriffe nach. Aber ganz besonders unverzeihlich ist es, dass gewisse Militair-Ingenieurs, bey ihren fabricirten grosen Hauptschnitzern noch so anmaasend hervortreten, und solchen Personen, die nicht Militair sind, das Vermögen, topographische Pläne zu beurtheilen, geradezu absprechen.“

Um das topographische Zeichen zu üben, fertigte Schippan für seine Schüler zahlreiche Gipsmodelle von Gebirgslandschaften, die bei ihm käuflich erworben werden konnten (Abb. 4). Ab 1824 fand er neben seiner Lehrtätigkeit Anstellung als Ratsgeometer in Freiberg, wo er ab dem 9.4.1829 auch die Stelle des Stadtbau-schreibers übernahm, nachdem er sich zuvor erfolglos um die frei gewordene Zeichenlehrerstelle an der Bergakademie beworben hatte. Ihm war Eduard Heuchler vorgezogen worden, mit dem sich Heinrich in der Folgezeit einen langjährigen, teils öffentlich ausgetragenen Streit lieferte, der schließlich in einem „Beleidigungsprozeß“ gipfelte und Heinrich wohl auch gesundheitlich angriff (BRENDL 1938).

Im November 1826 verlobt sich Heinrich mit der aus Frankenberg/Sa. stammenden Marie Louise Frenzel, Tochter des dortigen „Amtswundarzes und Geburtshelfers“. Im Jahr darauf heirateten die beiden. Bald darauf stellte sich Nachwuchs ein; das Paar bekam drei Kinder.

Die Geschäfte liefen gut. Der Freiburger Stadtrat beauftragte Schippan, einen Stadtplan der Bergstadt zu erstellen. Er macht sich mit Eifer an die Arbeit. Im Winter 1832 aber erkrankte Heinrich. Zunächst dienstunfähig, musste er sich ab 1.4.1833 pensionieren lassen. Mit 100 Talern Ruhegehalt versuchte Heinrich, seine fünfköpfige Familie durchzubringen. 100 Taler waren nicht viel. Bereits für nur eine seiner topographischen Karten musste damals reichlich 1 Taler gezahlt werden. Sofern es sein Gesundheitszustand zuließ, gab er Zeichenunterricht, u.a. am Freiburger Lehrerseminar. Den in Auftrag gegebenen Stadtplan hatte er noch fertig zu stellen, und zwar auf eigene Kosten. Die Geländearbeiten dazu dauerten bis 1835. Die endgültige Zeichnung, Stich und Druck waren schließlich 1837 erledigt. Es sollte die letzte Zeichnung Schippans sein. Schiffner, dem wesentliche Beiträge zur Biografie Schippans zu verdanken sind, charakterisiert dessen letztes Werk wie folgt: „Der Schippan'sche `Topographische Plan der Königlich Sächsischen alten Bergstadt Freyberg und nächster Umgebung nebst den darunter befindlichen Erzbergbauen´ ist ein Meisterwerk einer topographi-

schen Stadtaufnahme und eine unschätzbare Quelle für die Orts- und Heimatgeschichte. Er enthält jedes Grundstück und jedes Gebäude bis in die kleinsten Einzelheiten genau, ist trotz einer Fülle eingetragener Namen und Bezeichnungen übersichtlich und bietet ein getreues Abbild der Stadt vor nunmehr 100 Jahren. Auch die unter der Stadt sich hinziehenden Grubenbaue sind alle eingezeichnet. Besonders wertvoll sind die Eintragungen sämtlicher Katasternummern, nach denen es möglich ist, Grundstücke und Gebäude damaliger Zeit trotz der bald nach dem Erscheinen des Stadtplans vorgenommenen grundlegenden Änderungen der Straßennamen und Hausnummern einwandfrei zu bestimmen“ (SCHIFFNER 1938: 201). Dieser Einschätzung ist heute, nachdem weitere fast 80 Jahre ins Land gegangen sind, nichts hinzuzufügen. Schippan erlag am 15. September 1837, 42jährig, seinem Leiden. Sein Grab auf dem Freiburger Donatsfriedhof wurde nach wenigen Jahren im Zuge von Bauarbeiten beseitigt (BRENDL 1938: 64).

5 Die Flöha-Formation im Becken von Flöha-Falkenau – geologisch-stratigraphische Situation

Der Fundhorizont der *T. solenites* ist dem Schweddey-Ignimbrit zuzuordnen, einem Paläorhyolith aus dem Becken von Flöha-Falkenau. Dieses oberkarbonische, etwa 11x4 km² ausgedehnte Erosionsrelikt entstand über dem Kreuzungsbereich der NW-SE streichenden Flöhaer Tiefenstörung und dem NE-SW verlaufenden Tiefenbruch des Zentralsächsischen Lineaments als intramontanes Ablagerungsbecken im Zuge der variscischen Orogenese als einer von mehreren, räumlich benachbarten, teilweise übergreifenden permokarbonischen Ablagerungsräumen im südlichen Sachsen und angrenzenden Böhmen. Es wird im N flankiert durch das unterkarbonische Becken von Berthelsdorf-Hainichen, im W durch die jüngeren Oberkarbonbecken von Lugau-Oelsnitz und Zwickau sowie das unterpermische Chemnitz-Becken. Die S-Grenze bildet die flach abfallende Erzgebirgsnordrandstufe, in S- bis SE-Richtung liegen in stratigraphisch vergleichbarer Position die Becken von Olbernhau-Brandov, Schönfeld-Altenberg und die Becken Zentral- und Westböhmens (Abb. 5). Die S bis SE gelegenen Oberkarbonbecken haben mit dem Becken von Flöha-Falkenau über ein von S nach N gerichtetes ausgeprägtes Drainagesystem in Verbindung gestanden (GAITZSCH et al. 1998, OPLUŠTIL 2005, SCHNEIDER 2005a).

Von den Flussläufen der Flöha und der Zschopau bis auf das Grundgebirge durchschnitten kann das Becken dem Schichteinfallen nach in ein kleinräumiges, durch Randstörungen begrenztes Schollenmosaik untergliedert werden, das den Lagerungsverhältnissen entsprechend ursprünglich ein zusammenhängendes Ganzes gebildet haben dürfte (PÄECH 1978). Die tektonisch kontrollierten Schollen decken sich im Wesentlichen mit den durch die Flöha und Zschopau morphologisch heraus modellierten Arealen. Der ausgedehntere Teil, die Flöha-Scholle, findet sich nördlich beider Flüsse; das zweitkleinste Areal, die Struth-Scholle, umfasst überwiegend den Struth-Wald südlich der Zschopau. In der Gabel zwischen Flöha und Zschopau, nördlich der Schweddey, liegt der kleinste der drei Erosionsreste, die Schweddey-Scholle. Der Oederaner Wald bildet ganz im Osten des Beckens die östlichste der vier Schollen (Abb. 6). Die Gliederung geht bereits auf NAUMANN (1864) zurück und wurde, aufbauend auf PÄECH (1978, 1989), durch LÖCSE et al. (2013) wieder aufgegriffen. Die Struth-Scholle ist infolge einer entlang des Zschopautales verlaufenden Verwerfung um ca. 50 m gegenüber der Flöha-Scholle angehoben (NAUMANN 1864, SAUER et al. 1881). Zahlreiche kleinere Störungen verkomplizieren das Erscheinungsbild.

Der Untergrund des Beckens von Flöha-Falkenau wird durch die variscisch konsolidierten Metamorphite des Erzgebirges und des Hainichen-Frankenberger Zwischengebirges, hauptsächlich Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite, gebildet. Die durch eingeschaltete Vulkanite unterbrochene, bis etwa 260 m mächtige Beckenfüllung, die sog. Flöha-Formation (Abb. 5), lagert dem Grundgebirge auf. Im NW liegt die Flöha-Formation auf den Visé-Sedimenten des Beckens von Berthelsdorf-Hainichen. Im Hangenden der Flöha-Formation lagern Rotliegendesedimente der Härtensdorf-Formation aus dem im Perm angelegten und expansiv entwickelten Chemnitz-Becken. Für weiterführende Details sei auf SCHNEIDER et al. (2005b), WOLF et al. (2008) und LÖCSE et al. (2013) verwiesen.

Die Flöha-Formation baut sich aus einem Wechsel oberkarbonischer Sedimente in Graufazies und zweier ignimbritischer Abkühlungseinheiten auf. Der vor allem im mittleren und westlichen Beckenteil vertretene

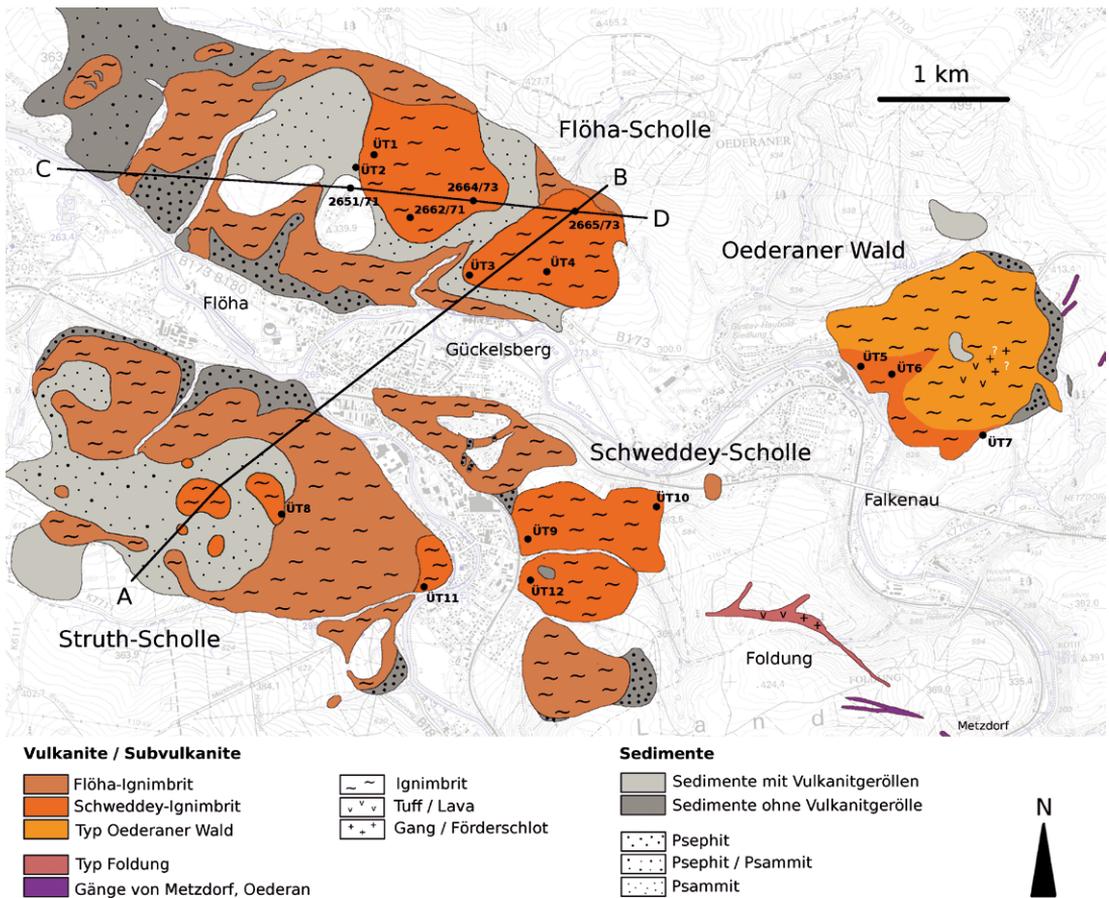


Abb. 6 Geologische Übersichtskarte der oberkarbonischen Ablagerungen des Beckens von Flöha-Falkenau, Lage der Beprobungsstellen; Schnittlinien der Profile aus **Abb. 7**.

Flöha-Ignimbrit unterbrach die Sedimentation kurzzeitig. Den Abschluss der Flöha-Formation bildet der beckenweit zum Absatz gelangte und auf jeder der vier Schollen reliktsch erhalten gebliebene Schweddey-Ignimbrit⁵. Am Gückelsberg und im Oederaner Wald wird der Schweddey-Ignimbrit durch kleinere Bereiche psammitischer, Paläofloren führender Grausedimente überlagert. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch der Schweddey-Ignimbrit lediglich zu einer zeitweisen Sedimentationsunterbrechung führte. Neuere Befunde legen nahe, dass eine Einteilung in eine obere und untere Flöha-Formation, wie seither praktiziert, obsolet ist. Eher zu favorisieren ist ein fluviatil-palustrisches Szenario, das durch zwei voneinander gut zu trennende vulkanische Ablagerungen, den Flöha- und den Schweddey-Ignimbrit, unterbrochen wurde. Die unübersichtlichen Lagerungsverhältnisse, die steilen Faziesgradienten wie das Neben- und Übereinander fluviatiler Sedimente unterschiedlicher Konrgrößenspektren, auch das scheinbare Vorkommen mehrerer ignimbritischer Fließeinheiten lassen sich damit erklären. Zahlreiche Störungen und das staffelbruchartige Einfallen der Flöha-Scholle am nördlichen Beckenrand haben die klare Abgrenzung von nur zwei, teilweise

⁵ Paläorhyolith Typ Schweddey bei LÖCSE et al. (2013); Zeisigwald-Tuff, oberer Tuff, Thonstein oder Thonsteinporphyr des Rotliegend u.a. bei PAECH (1978, 1989), RANK & PÄLCHEN (1989), PIETZSCH (1963), SAUER et al. (1881), NAUMANN (1864, 1838)

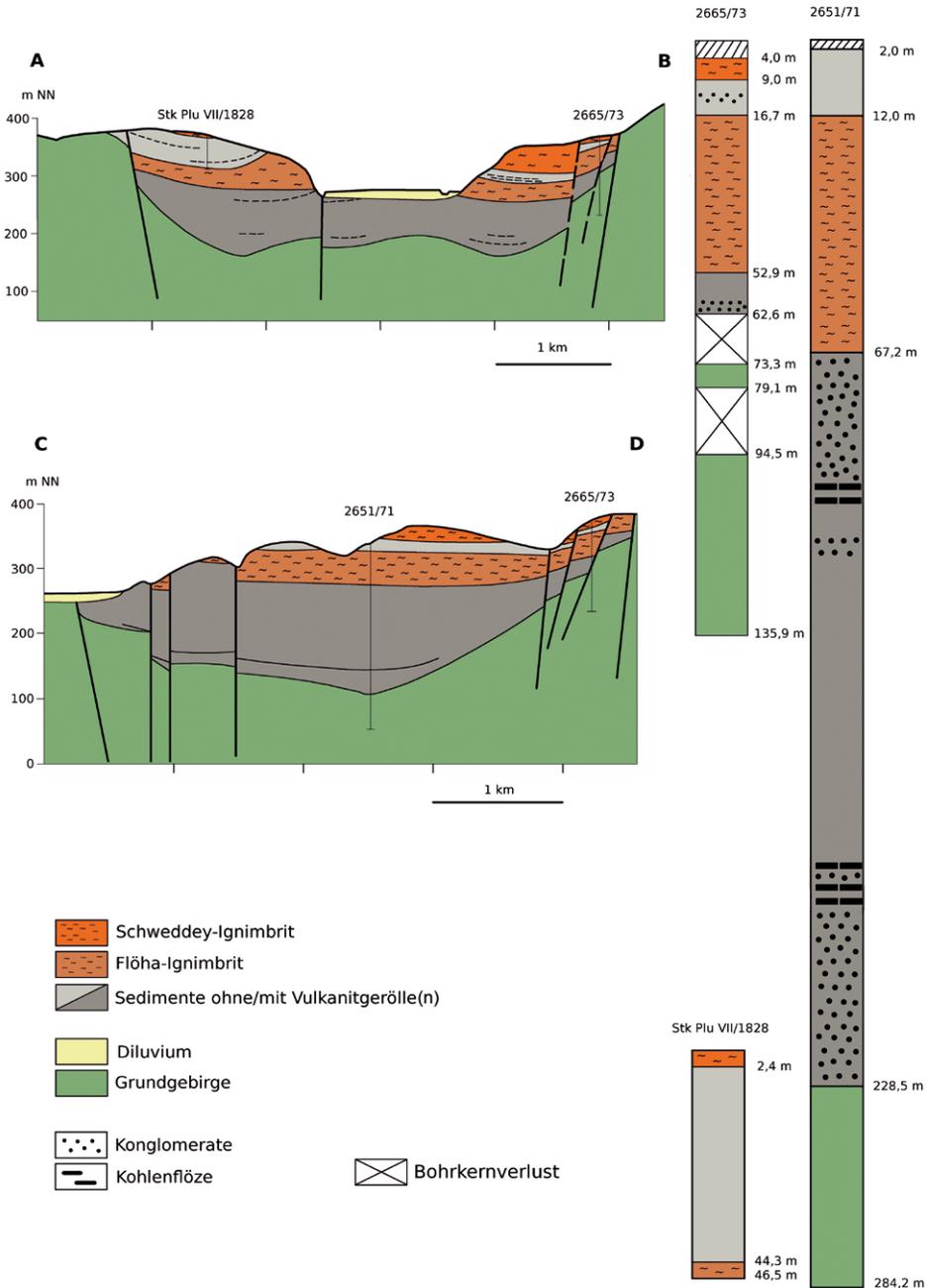


Abb. 7

Profilschnitte durch das Becken von Flöha-Falkenau. Der Schweddey-Ignimbrit liegt, getrennt durch einen sedimentären Schichtkomplex, auf dem Flöha-Ignimbrit. Durch zahlreiche Störungen, am Nordrand staffelbruchartig, wird das Becken in ein kleinräumiges Schollenmosaik zerteilt. Zur Lage der Schnittlinien siehe **Abb. 6**. (nach LEONHARDT 1983).

übergreifend abgelagerten Ignimbriten innerhalb der Flöha-Formation behindert (Abb. 7). Details, wie eine eingehende petrographische Charakterisierung des Flöha-Ignimbrits, bleiben einer späteren Arbeit vorbehalten. Hier berichten wir über neue Ergebnisse zum Schweddey-Ignimbrit, da diese von unmittelbarer Relevanz für die Altersstellung der *T. solenites* sind.

Die Flöha-Formation ist aufgrund sowohl makropaläobotanischer Indikationen (GOTHAN 1932, LÖCSE et al. 2013), als auch radiometrischer U/Pb-Datierung des Schweddey-Ignimbrits aus einem temporären Aufschluss auf der Schweddey-Scholle von 310 ± 2 Ma (LÖCSE et al. 2013), in das Westfal C (Bolsovian) zu stellen.

6 Der Schweddey-Ignimbrit – Paläorhyolith des Oberkarbons im Becken von Flöha-Falkenau

Ausgehend von der detaillierten Bearbeitung des Schweddey-Ignimbrits (Paläorhyolith Typ Schweddey) an einem temporären Aufschluss auf der Schweddey-Scholle durch LÖCSE et al. (2013) wurden in den letzten zwei Jahren die Paläorhyolithe des Beckens von Flöha-Falkenau einer Revision unterzogen. Erste Ergebnisse liegen nun vor. Demnach ist der überwiegende Teil der in den geologischen Karten mit dem Zeisigwald-Tuff parallelisierten vulkanischen Ablagerungen im Becken von Flöha-Falkenau dem Schweddey-Ignimbrit zuzuordnen und in das Westfal C (Bolsovian) zu stellen (Abb. 5). Bei dem durch LÖCSE et al. (2013) als Typ Schweddey bezeichneten Paläorhyolith handelt es sich um eine ignimbritische Abkühlungseinheit, die infolge eines pyroklastischen Dichtestromes zum Absatz gelangte und innerhalb derer im Einklang mit dem bekannten Internbau vergleichbarer Ablagerungen unterschiedliche Lithotypen ausgehalten werden können, die aufeinander folgen bzw. lateral und vertikal bisweilen ohne scharfe Grenze ineinander übergehen (MC-PHIE et al. 1993, SCHMINCKE 2010, SPARKS 1976, SPARKS et al. 1973, 1978). Demselben Eruptionszentrum, wohl aber nicht demselben Eruptionseignis zuzuordnen sind verschiedene Vulkanite im Oederaner Wald, die nach derzeitigem Befund zeitlich nach dem Schweddey-Ignimbrit eruptierten (Abb. 8).

6.1 Abgrenzung und Lagerungsverhältnisse

Die bei LÖCSE et al. (2013: 102-103) beschriebenen Lagerungsverhältnisse jenseits des temporären Aufschlusses können bestätigt und hier ergänzt werden. Die Ablagerungen des Schweddey-Ignimbrits sind demnach auf den östlichen und mittleren Teil des Beckens beschränkt (Abb. 6, 8). Die Hauptmasse bilden die im geologischen Messtischblatt als Zeisigwald-Tuff markierten Pyroklastite auf der Flöha-Scholle. Dort erreicht der Schweddey-Ignimbrit am Gückelsberg mit bis zu 50 m seine größte Mächtigkeit (GÄBERT & SIEGERT 1907: 95) (Abb. 7). Im Wasserriss des oberen Teils der Vorderen Ulbrichschlucht (ÜT1) steht der Schweddey-Ignimbrit an. Im Bereich zum unterlagernden Sandstein finden sich im Bachbett vereinzelt permineralisierte Hölzer (ÜT2). Die Zuordnung dieser Hölzer zum Schweddey-Ignimbrit ist anzunehmen. Auf den umliegenden Feldern ist die überwiegend grau gefärbte untere Randfazies des Schweddey-Ignimbrits dominierender Bestandteil der rezenten Verwitterungsdecke. Sein Vorkommen im Pfarrwald wird durch Haldenmaterial, Reste des einstigen Steinkohlenbergbaus, belegt. Dort lassen sich auch schwarze Holzreste und Pflanzendetritus im Tuff finden.

Zum Schweddey-Ignimbrit sind ein Teil der ignimbritischen Ablagerungen auf der Schweddey-Scholle (ÜT9/12) zu zählen, auch eine kleinere Partie östlich des Flöhaer Bahnhofs und die Tuffe am Wandernden Berg (ÜT10). Die bislang dem Zeisigwald-Tuff zugeordneten Relikte auf der Struth-Scholle (ÜT8) sind ebenfalls zum Schweddey-Ignimbrit zu stellen. Ausgenommen hiervon ist die im Westteil des Beckens bei Euba mit dem Zeisigwald-Tuff parallelisierte kleinere Pyroklastitpartie. Deren stratigraphische Position kann aufgrund der schlechten Aufschlussituation derzeit nicht geklärt werden. Am Südrand des Oederaner Waldes (ÜT5/6) tritt der Schweddey-Ignimbrit als schmales, sich bis um den Schußberg herum ziehendes Band unter dem Paläorhyolith Typ Oederaner Wald hervor. Dort lagert er an der Prallstelle der Flöha, am Fuße des Schußberges unmittelbar den mit $70-80^\circ$ nach NW bis N einfallenden, schräg gestellten Metamorphiten des Grundgebirges auf.

Zur Beckenmitte hin ist der Schweddey-Ignimbrit in seinem Liegenden durch Sedimente der bislang als Nachporphyrische Stufe (PIETZSCH 1963), Obere Flöhaer Schichten (PÄECH 1978), Upper Flöha Group (PÄECH

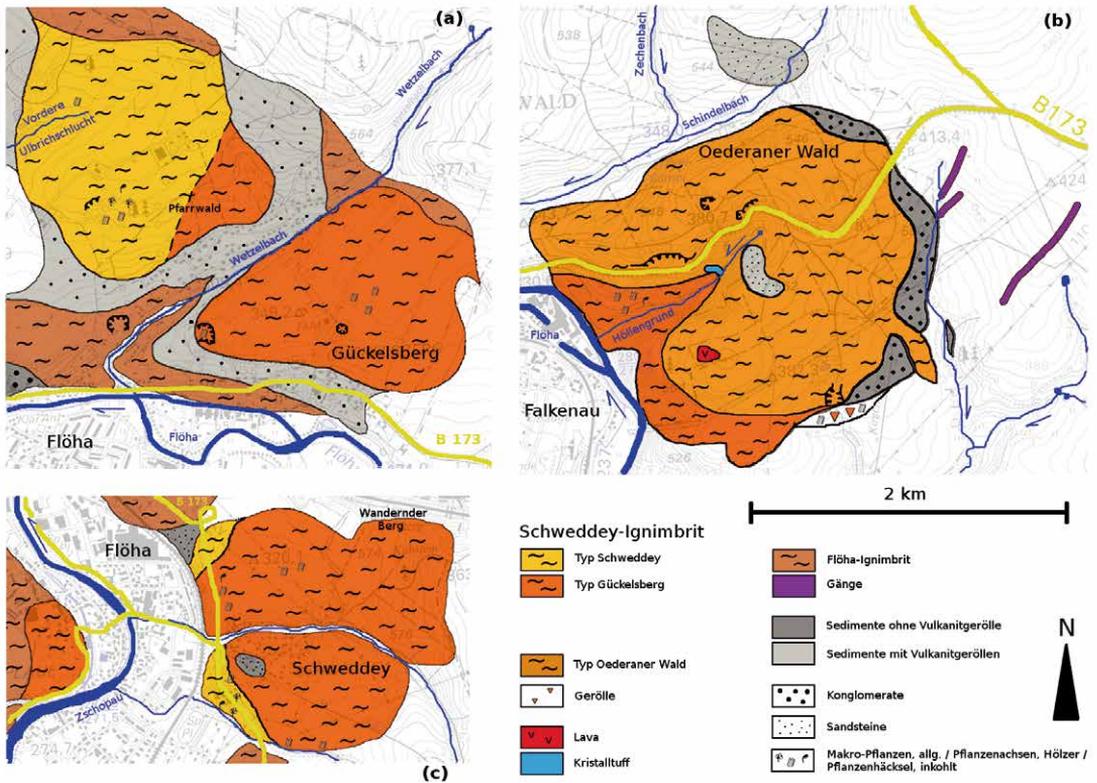


Abb. 8 Lagerungsverhältnisse des Schweddey-Ignimbrits.

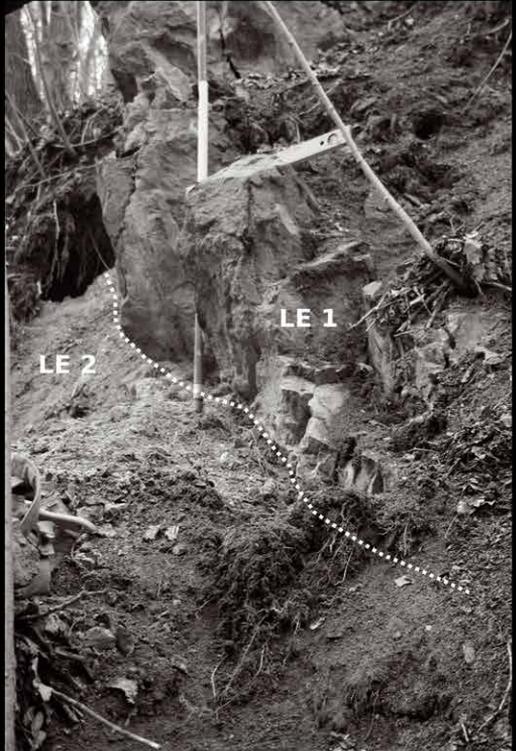
1899) oder obere Flöha-Formation (SCHNEIDER et al. 2005b) bezeichneten Schichtenfolge vom Flöha-Ignimbrit separiert. Die Sedimente sind unterschiedlich entwickelt. Neben vereinzelt auftretenden Konglomeraten im Bereich von bis zu einigen Dezimetern (Böschung an der Dr.-Lothar-Kreyssig-Straße), dominieren feine, Hellglimmer führende Sandsteine in Graufazies (temporäre Aufschlüsse am N-Ende der Lärchenstraße, Haldenmaterial im Pfarrwald, Aufschlüsse in der Vorderen Ulbrichschlucht und am Abhang zur Erdmannsdorfer Straße entlang der Zschopau auf halber Strecke zwischen Friedhof und Freibad).

Von den Sedimenten der sog. unteren Flöha-Formation unterscheiden sich die Sedimente der oberen Flöha-Formation durch das Auftreten von Geröllen des Flöha-Ignimbrits, allerdings nur im mittleren und westlichen Beckenteil. Im östlichen Beckenteil fehlt der Flöha-Ignimbrit. Dort lagert der Schweddey-Ignimbrit expansiv dem Grundgebirge und oberkarbonischen Sedimenten auf (LÖCSE et al. 2013). Ob diese Sedimente aber einer oberen oder unteren Flöha-Formation zuzuordnen wären, kann nicht entschieden werden, da sie räumlich zwischen dem vermuteten Liefergebiet der Sedimente (DOMANN 1959, PIETZSCH 1963) und dem Flöha-Ignimbrit liegen und daher unabhängig von ihrer stratigraphischen Stellung naturgemäß frei von Geröllen des Flöha-Ignimbrits sind.

Der Schweddey-Ignimbrit wird konkordant durch geringmächtige Sandsteine in Graufazies überlagert, der schlecht gerundete Gerölle des Schweddey-Tuffs, aber keine Gerölle des Flöha-Ignimbrits führt (Abb. 9). Die Hellglimmer führenden Sedimente weisen eine schlecht erhaltene oberkarbonische Makroflora auf, meist in Steinkern- und Abdruckerhaltung und vergleichbar derjenigen aus den Sedimenten der Kontaktzone zum Schweddey-Ignimbrit auf der Schweddey-Scholle. Der überlagernde Sandstein ist in der SE-Ecke des Ranft'schen Steinbruches am Gückelsberg (ÜT3), aber auch im Oederaner Wald reliktsch erhalten.



a



b



c



d



e



f

6.2 Petrographische Charakteristik

Zur detaillierten makropetrographischen Beschreibung des Schweddey-Ignimbrits verweisen wir auf LÖCSE et al. (2013); hier fokussieren wir auf die wichtigsten Resultate. Der Schweddey-Ignimbrit ist basal und randlich aus grauen bis schmutzig-weißen, teils zahlreich makroskopisch gut erkennbare fleischfarbene Kalifeldspatkristalle enthaltenden, Lapilli führenden groben Aschentuffen aufgebaut. Diese untere Randfazies lieferte den überwiegenden Teil der Florenreste in Abdruckerhaltung, auch zahlreich nicht näher bestimmbarer Pflanzendetritus und ist mit größerer Verbreitung sowohl auf der Schweddey-Scholle als auch der Flöha-Scholle, reliktsch an den westlichen Ausläufern des Struth-Waldes, nachgewiesen. Die Verbreitung auf der Schweddey-Scholle ist gut dokumentiert. Dort war auch jener Blatthorizont aufgeschlossen, der die bei LÖCSE et al. (2013) beschriebene Westfal C-Flora führt. Die Verbreitung der unteren Randfazies auf der Flöha-Scholle ist aufgrund der schlechten Aufschlussituation nur ungefähr bekannt (Abb. 8). Ein vergleichbarer Blatthorizont wurde trotz intensiver beckenweiter Suche bislang nicht wieder angetroffen. Die grauen Varietäten des Tuffs zersetzen sich bei Wasserzutritt leicht zu einer grauen, tonig-schluffigen, leicht knetbaren Masse oder zerfallen krümelig. Solche Verwitterungsreste sind in den kleinen Bachläufen auf der Flöha-Scholle und der Schweddey-Scholle anzutreffen, aber auch im Höllengrund (Oederaner Wald) und einem kleinen Wasserriss, der von der Struth-Scholle Richtung Schweddey zur Zschopau herab führt.

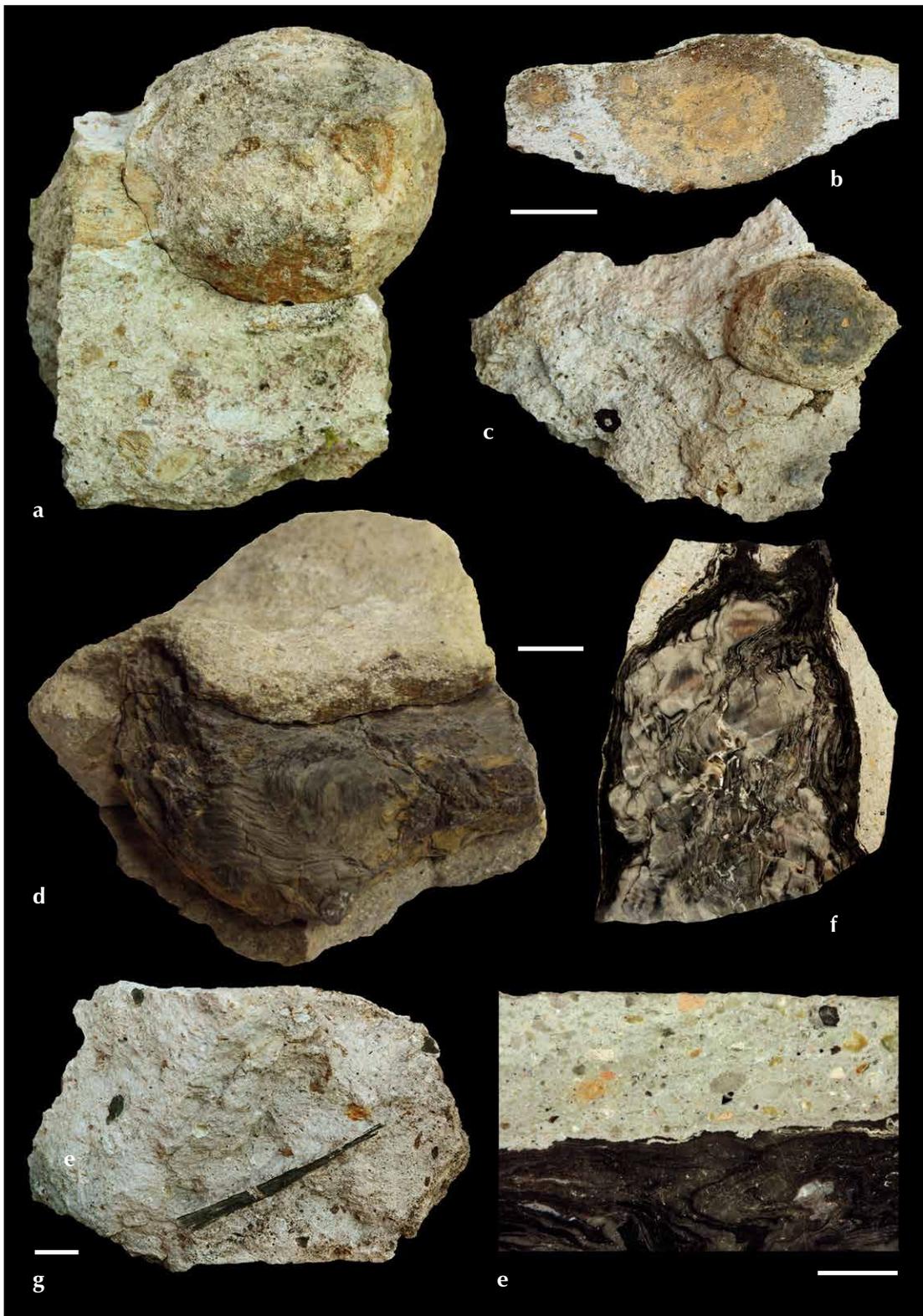
Der zentrale Teil der ignimbritischen Abkühlungseinheit wird durch einen mäßig bis schwach verschweißten Ignimbrit gebildet, der gleichermaßen auf der Schweddey-Scholle wie der Flöha-Scholle, dort vornehmlich am Gückelsberg und im Oederaner Wald vertreten ist. Der blassrötlich bis grünlich gefärbte, am Gückelsberg in oberer Randfazies zunehmend rötlich gefleckt erscheinende Tuff ist im Gelände durch das teilweise massenhafte Auftreten fleischfarbener Kalifeldspäte gut zu erkennen und vom Zeisigwald-Tuff klar zu unterscheiden, für den er lange Zeit gehalten wurde (Abb. 9). Die markanten Kalifeldspäte treten in zwei Generationen in Erscheinung. Bis zu 2 mm große, idiomorphe Feldspatkristalle lassen sich deutlich von randlich stark korrodierten bis resorbierten Feldspatindividuen von bis zu 3 cm Größe unterscheiden - eines der augenfälligsten Merkmale des Schweddey-Ignimbrits. Aus den benachbarten Paläorhyolithen und dem Zeisigwald-Tuff selbst sind dergleichen fleischfarbene Kalifeldspäte nicht bekannt. Sie waren bereits früher beschrieben, aber nicht weiter beachtet worden (GÄBERT & SIEGERT 1907: 94, SAUER et al. 1881: 100).

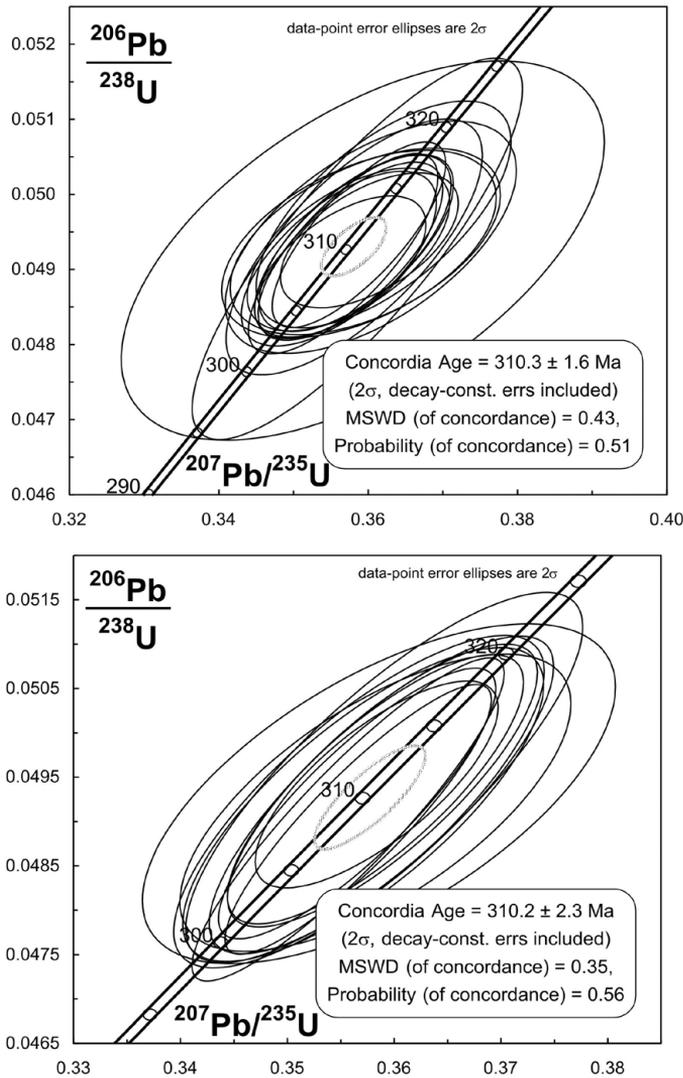
Xenolithe treten in der zunehmend rotfleckiger werdenden oberen Randfazies am Gückelsberg mengenmäßig zurück, unterscheiden sich im Spektrum aber nicht von denjenigen auf der Schweddey-Scholle. Das trifft vor allem auf die in den unteren Partien des Schweddey-Ignimbrits häufig, teilweise nestartig auftretenden, gut gerundeten, schwach abgeplatteten, randlich kaum korrodierten Gerölle fluviatiler Prägung zu, die vermutlich durch den Dichtestrom während des Transports vom Untergrund aufgenommen wurden. Kleine, bis höchstens 2 cm messende, eckige, randlich teilweise stark korrodierte bis resorbierte, mit der Grundmasse fest verbackene Xenolithe, die als mitgerissenes Material aus dem Randbereich des Schlotes interpretiert werden, treten in der oberen Randfazies gleichermaßen in Erscheinung.

Mengenmäßig hervor treten am Gückelsberg (obere Randfazies) quaderförmige, mit erdigem bräunlichem Eisenhydroxid gefüllte Hohlräume im mm-Bereich (Abb. 9). Vergleichbare Erscheinungen sind vom Typ Oederaner Wald bekannt; dort vergesellschaftet mit noch frischen Pyrit-Würfeln. Es dürfte sich hierbei um die „Schwefelkies-Drusen (der vollkommene Würfel), welche gewöhnlich zu braunem Oxyde umgewandelt

Abb. 9

Sweddey-Ignimbrit. **(a-b)** In der SE-Ecke des Ranft'schen Steinbruchs lagert dem Schweddey-Ignimbrit (LE2) konkordant Sandstein (LE1) auf, welcher neben disartikulierten Florenresten auch Schweddey-Ignimbrit enthält. **(c)** Das die schmutzig-weißen bis violett-roten Tuffe am Gückelsberg dem Schweddey-Ignimbrit zuzurechnen sind, legen die bis zu Zentimeter großen, markanten fleischfarbenen Kalifeldspäte nahe, die dem Zeisigwald-Tuff fehlen. Deutlich sind auch die erdig-bräunlich gefüllten quaderförmigen Hohlräume. **(d)** Im Liegenden des Schweddey-Ignimbrits treten zunehmend Xenolithe in Erscheinung, am Gückelsberg überwiegend gut gerundete Sandsteine und Quarz. Massenhaft treten fleischrote Kalifeldspäte von bis zu 4 cm Größe auf. **(e)** Die schmutzig-weißen, bisweilen grünlichen Tuffe im unteren Teil des Ranft'schen Steinbruchs gehen ohne scharfe Grenze in die violett-roten Tuffe im oberen Teil über. **(f)** Die im oberen Teil des Ranft'schen Bruchs vorherrschenden violett-roten Tuffe ähneln farblich einigen Varietäten des Zeisigwald-Tuffs, was wohl der Hauptgrund für die unzutreffende Annahme war, letzteren bis nach Flöha auskartieren zu können. (Sammlung Löcse: (c) VS-F-0439, (d) VS-F-0440, (e) VS-F-0438, (f) VS-F-0437).



**Abb. 11**

Concordia-Diagramme zur Altersdatierung der Proben MfNC-2014-05 (oben) und MfNC-2014-08 (unten).

sind“ handeln, die SCHIPPAN (1824: 5) in seiner Fundbeschreibung erwähnt, möglicherweise durch Oxidationsverwitterung in ein Gemisch aus Lepidokrokot und Goethit umgewandelter Pyrit. Die Tuffreste, die einigen der Abschnitte der *T. solenites* randlich anhaften, sind von diesen für die obere Randfazies typischen, mit feinen bräunlichen Fe-Oxiden gefüllten, quaderförmigen Hohlräumen durchzogen - neben der Schippan'schen Beschreibung ein weiterer Hinweis auf den Schweddey-Ignimbrit als Fundhorizont. Die bei LÖCSE et al. (2013) für die Schweddey beschriebenen sphärischen Tuff-Aggregate finden sich sowohl am Gückelsberg, als auch am Oederaner Wald (Abb. 10).

Der Fundhorizont der sowohl auf den Feldern nördlich und östlich des Ranft'schen Steinbruches (ÜT3) am Gückelsberg als auch am Schußberg (Oederaner Wald) bis heute zahlreich gefundenen, bislang in das Perm gestellten, versteinerten Hölzer, ist dem Schweddey-Ignimbrit zuzuordnen. Das belegen den Kieselhölzern anhaftende Tuff-Reste aber auch jüngst der *in situ* Fund (ÜT5) eines nicht näher bestimmten, stark verdrückten Kieselholzes (Abb. 10). Eine zusammenfassende Darstellung der im Schweddey-Ignimbrit gefundenen Kieselhölzer ist in Vorbereitung.

Abb. 10

Sweddey-Ignimbrit. (a) Kugeliges Agglomerat aus dem Ranft'schen Steinbruch, wie von LÖCSE et al. (2013) für den Schweddey-Ignimbrit auf der Schweddey-Scholle beschrieben. (b-c) Lapilli aus dem Schweddey-Ignimbrit im Oederaner Wald. (d) Verdrücktes Kieselholz aus dem Anstehenden des Schweddey-Ignimbrits im Oederaner Wald. (e) Disartikulierte Florenreste aus der grauen Randfazies; Haldenmaterial aus dem Pfarrwald auf der Flöha-Scholle. (f) Kieselholz vom Schußberg. (g) Die Detailaufnahme zeigt im einbettenden Tuff die markanten fleischfarbenen Kalifeldspäte, ein Hinweis darauf, dass auch die fossilen Hölzer vom Schußberg dem Schweddey-Ignimbrit und damit dem Westfal C zuzuordnen sind. (Sammlung Löcse: (a) VS-F-0436, (b) VS-F-0434, (c) VS-F-0432, (d) VS-F-0441, (e) VS-F-0435; Sammlung Richter: (f)-(g) 2051).

Tabelle 1 Proben- und Fundpunktverzeichnis Schweddey-Ignimbrit

Nummer	Fundort	Rechtswert	Hochwert
MfNC-2014-05	ÜT 9/12: Schweddey-Scholle, temporärer Straßen-aufschluss an der B173	4576521 / 4576559	5635366 / 5634799
MfNC-2014-08	ÜT 3: Flöha-Scholle, ehemaliger Ranft'scher Steinbruch Gückelsberg	4576244	5637036

Tabelle 2 U-Pb-Th-Isotopendaten von Zirkonen zur Probe MfNC-2014-05 (30 Zirkone)

	²⁰⁷ Pb ^a	U ^b	Pb ^b	Th ^b	²⁰⁶ Pb ^c	²⁰⁶ Pb ^c	2 σ	²⁰⁷ Pb ^c	2 σ	²⁰⁷ Pb ^c	2 σ	rho ^d	²⁰⁶ Pb	2 σ	²⁰⁷ Pb	2 σ	²⁰⁷ Pb	2 σ	
Nr.	cps	ppm	ppm	U	²⁰⁴ Pb	²³⁸ U	%	²³⁵ U	%	²⁰⁶ Pb	%		²³⁸ U	Ma	²³⁵ U	Ma	²⁰⁶ Pb	Ma	conc %
a6	38014	447	32	0.81	182	0.04420	2.5	0.85289	7.9	0.13994	7.5	0.31	279	7	626	37	2226	130	13
a15	65856	586	42	0.72	115	0.04471	3.3	1.13435	9.1	0.18403	8.5	0.36	282	9	770	50	2689	140	10
a30	12405	358	19	0.50	23466	0.04495	2.4	0.33388	3.9	0.05387	3.1	0.61	283	7	293	10	366	70	78
a29	12854	391	20	0.37	1586	0.04556	3.2	0.39309	6.9	0.06257	6.1	0.47	287	9	337	20	694	130	41
a13	9140	314	16	0.42	14110	0.04603	2.0	0.34411	3.7	0.05422	3.1	0.54	290	6	300	10	380	70	76
a5	9917	308	17	0.59	3955	0.04792	1.4	0.36711	5.1	0.05556	4.9	0.28	302	4	318	14	435	110	69
a21	16139	452	25	0.47	1379	0.04844	2.9	0.41236	6.9	0.06175	6.2	0.42	305	9	351	21	665	133	46
a7	12036	393	22	0.61	23254	0.04904	1.6	0.35624	2.6	0.05269	2.1	0.60	309	5	309	7	315	48	98
a17	13521	434	24	0.50	26206	0.04914	1.9	0.35608	3.0	0.05255	2.3	0.65	309	6	309	8	309	52	100
a1	6289	190	10	0.32	12136	0.04930	2.8	0.35812	3.9	0.05269	2.7	0.72	310	9	311	11	315	62	98
a4	10395	264	16	0.67	20070	0.04930	2.0	0.35796	3.0	0.05266	2.2	0.68	310	6	311	8	314	50	99
a9	9069	280	16	0.62	5305	0.04927	4.2	0.35854	5.0	0.05277	2.8	0.84	310	13	311	14	319	63	97
a10	13528	430	23	0.49	10720	0.04921	2.2	0.35664	2.9	0.05256	1.9	0.76	310	7	310	8	310	43	100
a11	9917	311	17	0.44	19076	0.04934	2.1	0.35876	4.2	0.05274	3.6	0.49	310	6	311	11	317	83	98
a12	4362	138	7	0.31	8410	0.04925	4.2	0.35928	7.4	0.05291	6.0	0.57	310	13	312	20	325	137	95
a16	13933	479	26	0.54	26908	0.04924	2.0	0.35763	2.8	0.05267	2.0	0.70	310	6	310	8	315	46	98
a27	12224	362	20	0.56	18178	0.04926	1.8	0.35735	3.1	0.05261	2.5	0.58	310	5	310	8	312	57	99
a8	8242	225	13	0.54	15867	0.04943	2.6	0.36035	4.4	0.05287	3.6	0.58	311	8	312	12	323	82	96
a19	8437	259	15	0.59	16267	0.04937	2.1	0.35961	4.1	0.05283	3.6	0.50	311	6	312	11	321	81	97
a20	13289	437	24	0.50	25560	0.04939	1.5	0.36016	2.7	0.05289	2.3	0.55	311	5	312	7	324	51	96
a25	8445	258	14	0.52	16277	0.04935	2.0	0.35842	3.0	0.05267	2.2	0.66	311	6	311	8	315	51	99
a26	12753	399	21	0.50	24666	0.04946	2.0	0.35876	2.6	0.05261	1.7	0.77	311	6	311	7	312	38	100
a18	12816	387	23	0.64	23974	0.04958	2.3	0.37078	4.1	0.05424	3.4	0.55	312	7	320	11	381	77	82
a22	13698	429	24	0.53	10159	0.04973	2.5	0.36207	3.8	0.05280	2.9	0.64	313	8	314	10	320	67	98
a28	12074	282	16	0.48	6796	0.04973	1.4	0.41454	5.2	0.06046	5.1	0.27	313	4	352	16	620	109	50
a24	14905	476	28	0.64	28275	0.05019	1.9	0.37226	4.8	0.05379	4.4	0.40	316	6	321	13	362	99	87
a2	5105	152	9	0.45	3331	0.05221	2.7	0.38187	3.5	0.05305	2.3	0.76	328	9	328	10	331	52	99
a14	14672	455	25	0.31	27869	0.05352	2.2	0.39569	6.9	0.05362	6.5	0.32	336	7	339	20	355	148	95
a3	8950	243	15	1.08	653	0.05466	3.2	0.69453	20.5	0.09216	20.3	0.16	343	11	536	89	1471	385	23
a23	150207	591	75	0.55	57	0.06628	2.1	2.88784	15.1	0.31598	15.0	0.14	414	9	1379	121	3550	231	12

^a within-run background-corrected mean ²⁰⁷Pb signal in counts per second^b U and Pb content and Th/U ratio were calculated relative to GJ-1 and are accurate to approximately 10%.^c corrected for background, mass bias, laser induced U-Pb fractionation and common Pb (if detectable, see analytical method) using STACEY & KRAMERS (1975) model Pb composition. ²⁰⁷Pb/²³⁵U calculated using ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb/(²³⁸U/²⁰⁶Pb × 1/137.88). Errors are propagated by quadratic addition of within-run errors (2SE) and the reproducibility of GJ-1 (2SD).^d Rho is the error correlation defined as $\text{err}^{206\text{Pb}/^{238}\text{U}}/\text{err}^{207\text{Pb}/^{235}\text{U}}$

Tabelle 3 U-Pb-Th-Isotopendaten von Zirkonen zur Probe MfNC-2014-08 (30 Zirkone)

Nr.	²⁰⁷ Pb ^a cps	U ^b ppm	Pb ^b ppm	Th ^b U	²⁰⁶ Pb ^c ²⁰⁴ Pb	²⁰⁶ Pb ^c ²³⁸ U	2 σ %	²⁰⁷ Pb ^c ²³⁵ U	2 σ %	²⁰⁷ Pb ^c ²⁰⁶ Pb	2 σ %	rho ^d	²⁰⁶ Pb ²³⁸ U	2 σ Ma	²⁰⁷ Pb ²³⁵ U	2 σ Ma	²⁰⁷ Pb ²⁰⁶ Pb	2 σ Ma	conc %
a4	19525	619	10	0.32	39587	0.00857	16	0.05943	15.9	0.05032	1.5	1.00	55	9	59	9	210	35	26
a13	14960	569	24	0.57	7122	0.03258	4.6	0.26511	5.2	0.05902	2.3	0.89	207	9	239	11	568	51	36
a19	21910	703	33	0.26	4784	0.03358	3.4	0.27205	4.0	0.05876	2.2	0.83	213	7	244	9	558	49	38
a14	26774	805	37	0.36	6662	0.03655	4.8	0.28302	5.6	0.05616	2.8	0.86	231	11	253	13	459	63	50
a22	20553	710	30	0.54	8138	0.03806	2.8	0.29708	3.3	0.05661	1.8	0.84	241	7	264	8	476	40	51
a23	20317	705	30	0.55	8668	0.03875	2.9	0.30333	3.4	0.05677	1.8	0.85	245	7	269	8	483	39	51
a29	23172	783	34	0.42	4449	0.03891	3.8	0.31595	4.7	0.05888	2.7	0.82	246	9	279	11	563	58	44
a5	27584	837	39	0.43	51864	0.03899	3.2	0.29187	3.5	0.05429	1.6	0.89	247	8	260	8	383	36	64
a9	28603	753	38	0.29	1161	0.04129	3.3	0.29986	4.4	0.05267	3.0	0.74	261	8	266	10	314	67	83
a17	20601	551	27	0.48	10640	0.04265	3.3	0.32976	4.1	0.05607	2.4	0.81	269	9	289	10	455	54	59
a24	23504	679	35	0.47	21217	0.04522	3.2	0.34025	4.0	0.05457	2.4	0.80	285	9	297	10	395	53	72
a11	25730	706	38	0.50	9483	0.04551	2.7	0.34161	3.2	0.05444	1.7	0.85	287	8	298	8	389	39	74
a26	22540	642	35	0.61	32080	0.04676	2.5	0.36005	3.1	0.05585	1.8	0.81	295	7	312	8	446	41	66
a7	21446	547	30	0.57	7132	0.04808	3.2	0.37682	4.1	0.05684	2.5	0.79	303	10	325	11	485	56	62
a10	19181	483	28	0.55	37197	0.04902	3.0	0.35569	3.4	0.05262	1.4	0.90	309	9	309	9	313	33	99
a12	20993	532	29	0.47	40623	0.04902	2.5	0.35663	2.9	0.05276	1.3	0.89	309	8	310	8	318	30	97
a1	24485	636	34	0.39	47539	0.04920	2.5	0.35653	3.0	0.05255	1.6	0.85	310	8	310	8	310	35	100
a8	16376	424	26	0.70	11555	0.04931	3.2	0.35857	5.0	0.05274	3.9	0.63	310	10	311	14	317	89	98
a15	14969	376	21	0.51	29019	0.04919	2.9	0.35710	3.9	0.05265	2.5	0.76	310	9	310	10	314	57	99
a21	17047	461	26	0.51	33093	0.04922	3.1	0.35671	4.0	0.05256	2.5	0.78	310	9	310	11	310	56	100
a25	8501	254	15	0.78	16444	0.04921	2.8	0.35824	4.2	0.05280	3.1	0.67	310	8	311	11	320	71	97
a27	22284	626	36	0.52	43072	0.04930	3.0	0.35881	3.7	0.05279	2.2	0.81	310	9	311	10	320	49	97
a30	19056	524	32	0.68	36907	0.04932	3.3	0.35828	4.2	0.05269	2.6	0.79	310	10	311	11	316	60	98
a2	19443	451	26	0.50	37709	0.04941	2.6	0.35891	3.3	0.05269	2.0	0.80	311	8	311	9	315	45	99
a3	13542	320	18	0.48	13690	0.04936	2.5	0.35825	3.2	0.05263	1.9	0.79	311	8	311	9	313	44	99
a6	18842	510	29	0.49	36560	0.04942	1.9	0.35836	2.6	0.05259	1.7	0.74	311	6	311	7	311	39	100
a16	18084	473	28	0.58	35042	0.04950	3.4	0.35907	4.2	0.05261	2.5	0.81	311	10	312	11	312	56	100
a20	14762	398	22	0.39	28473	0.05225	3.4	0.38173	4.1	0.05299	2.4	0.82	328	11	328	12	328	54	100
a28	8772	109	11	0.47	15040	0.09234	2.9	0.75412	4.0	0.05923	3.0	0.70	569	16	571	18	576	65	99
a18	54128	325	47	0.25	8824	0.13113	2.0	1.61688	3.4	0.08943	2.8	0.59	794	15	977	22	1413	53	56

^a within-run background-corrected mean ²⁰⁷Pb signal in counts per second

^b U and Pb content and Th/U ratio were calculated relative to GJ-1 and are accurate to approximately 10%.

^c corrected for background, mass bias, laser induced U-Pb fractionation and common Pb (if detectable, see analytical method) using STACEY & KRAMERS (1975) model Pb composition. ²⁰⁷Pb/²³⁵U calculated using ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb/(²³⁸U/²⁰⁶Pb × 1/137.88). Errors are propagated by quadratic addition of within-run errors (2SE) and the reproducibility of GJ-1 (2SD).

^d Rho is the error correlation defined as $\text{err}^{206\text{Pb}/238\text{U}}/\text{err}^{207\text{Pb}/235\text{U}}$

6.3 Methodik der radiometrischen Altersdatierung

Die Altersbestimmung der Paläorhyolithe basiert auf der U-Pb-Datierung magmatischer Zirkone. Dabei werden die Isotopenverhältnisse von ²⁰⁶Pb/²³⁸U und ²⁰⁷Pb/²³⁵U bestimmt und daraus das Alter des Zirkons mit Hilfe der Zerfallskonstante des jeweiligen Isotopensystems berechnet. Radiometrische Daten dienen zur Kalibrierung biostratigraphischer Befunde. Bei einer guten Datenlage können natürlich auch biostratigraphische

Daten zur Überprüfung der radiometrischen Resultate herangezogen werden. Probe MfNC-2014-05 wurde daher dem Fundhorizont (ÜT9/12) der bei LÖCSE et al. (2013) beschriebenen Westfal C-Flora entnommen, Probe MfNC-2014-08 stammt aus dem ehemaligen Ranft'schen Steinbruch am Gückelsberg (ÜT3) (siehe Abb. 6 und Tab. 1).

Die Untersuchungen wurden am Geochronologie-Labor der Senckenberg Naturhistorischen Sammlungen Dresden durchgeführt; die Aufbereitung der Zirkone erfolgte im Sediment-Labor des Geologischen Instituts der TU Bergakademie Freiberg. Die Finanzierung des Vorhabens übernahm das Museum für Naturkunde Chemnitz aus eingeworbenen Forschungsdrittmitteln. Von den Proben sind mit den dafür üblichen Verfahren (Backenbrecher, Rütteltisch, Magnetabscheider, Schwereretrennung, Auslesen der Zirkone per Hand unter dem Binokular mehr als 100 Zirkone je Probe unsortiert separiert worden. Die Zirkone wurden in Epoxydharzobjektträger (mounts) eingegossen, angeschliffen, poliert, und anschließend wurden mittels Rasterelektronenmikroskop (SEM⁶) Kathodolumineszenz-Aufnahmen (CL⁷) angefertigt. Die Bestimmung der U-Pb-Isotopen-Massenverhältnisse erfolgte mittels Laserablation und einem Massenspektrometer, dass mit einem induktiv gekoppeltem Plasma kombiniert wurde (LA-ICP-MS⁸). Bezüglich messtechnischer Details sei auf GERDES & ZEH (2006) und FREI & GERDES (2009) verwiesen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengefasst. Das U-Pb-Alter der Proben MfNC-2014-05/08 wurde mit 310 ± 2 Ma bzw. 310 ± 2 Ma bestimmt, wobei 15 bzw. 13 Zirkone mit einem Konkordanzgrad von 95-100% bzw. 97-100% in die Berechnung einbezogen wurden. Abb. 11 zeigt die zugehörigen Concordia-Diagramme. Die Proben sind stratigraphisch dem mittleren bis oberen Moscovian der internationalen chronostratigraphischen Tabelle zuzuordnen, was mit dem makrofloristischen Befund, Westfal C (Bolsovian), und der von LÖCSE et al. (2013) publizierten Datierung übereinstimmt.

6.4 Zirkoncharakteristik

Die Zirkoncharakteristik basiert auf der Auswertung der zum Zweck der Altersdatierung angefertigten SEM-CL-Bilder hinsichtlich Zirkonmorphologie und Besonderheiten des Internbaus. Länge und Breite der Zirkone wurden anhand der SEM-CL-Bilder ermittelt und die mittlere Elongation (Verhältnis $d = \text{Länge}/\text{Breite}$) bestimmt, anhand derer unter Verwendung statistischer Standardverfahren die Zirkonpopulationen charakterisiert wurden. Mit Hilfe des t-Tests wurde geprüft, ob Unterschiede in der mittleren Elongation der Zirkonpopulationen der Proben signifikant sind. Voraussetzung für den Test ist eine Normalverteilung der Elongation der Einzelzirkone. Auf Normalverteilung wurde mit dem Shapiro-Francia-Test geprüft. Möglich waren die Untersuchungen durch die unsortierte Separation der Zirkone. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 zusammengestellt, die zugehörigen Diagramme in Abb. 12. Benutzt wurde die freie, auf dem Betriebssystem Linux basierende, OpenSource-Statistik-Software *gnumeric*. Zur Beschreibung der Zirkone wurde vor allem auf PUPIN (1980) und CORFU et al. (2003) zurückgegriffen.

Die Grundgesamtheiten zu jeder Probe sind normalverteilt. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass in jeder Probe im Wesentlichen Zirkone einer Generation vorkommen. Die Unterschiede im Mittelwert der Elongation der Stichproben zu MfNC-2014-05 und MfNC-2014-08 untereinander sind jeweils mit Signifikanzniveau $\alpha = 0,01$ zufällig. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,99 (99%) gibt es keinen signifikanten Unterschied in der Elongation der jeweiligen Zirkonpopulationen. Die Zirkone aus den Proben MfNC-2014-05 und MfNC-2014-08 stammen daher mit 99%-iger Wahrscheinlichkeit aus derselben Quelle. Das Ergebnis wird durch qualitative Untersuchungen zur Morphologie und Internstruktur der Zirkone untermauert, nach der keine wesentlichen Unterschiede in den Zirkonpopulationen der Proben ausgemacht werden können (Abb. 13).

Die Zirkone der Proben MfNC-2014-05/08 sind kurzprismatisch mit einer mittleren Elongation von 1,86. Es überwiegen [101]-Pyramiden. Der überwiegende Teil der Kristalle zeigt die für magmatische Zirkone typische fein-oszillierende euhedrale Zonierung. Teilweise ist die Zonierung so fein, dass sie nicht abgebildet wird, oder sie fehlt. Sektorzonierte Zirkone kommen vereinzelt vor. Häufiges Merkmal ist randliche Resorption, teilweise

⁶ scanning electron microscope (SEM)

⁷ cathodoluminescence (CL)

⁸ laser ablation and inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS)

taschenartig weit in den Kristall hineingreifend. Ebenfalls vorbereitet sind randlich helle Reaktionssäume, teilweise resorbiert. Sowohl Resorption als auch die ausgeprägten Reaktionssäume deuten auf eine längere Verweildauer der Zirkone im Magma hin. Idiomorphe bis hypidiomorphe Xenokristen (?Quarz) sind häufig anzutreffen. Ererbte Zirkone kommen vereinzelt als Kerne vor. Es finden sich zahlreiche dunkle (?metamikt) xenomorphe Einschlüsse unbekannter Natur. (Abb. 13). Eine detaillierte Untersuchung der unbekanntenen Einschlüsse war nicht möglich.

Tabelle 4 Mittlere Breite, Länge und Elongation der Einzelzirkone

Probennummer	Anz. Zirkone	mittlere Länge in μm	mittlere Breite in μm	Standardabweichung	mittlere Elongation	Standardabweichung
MfNC-2014-05	68	159,3	83,0	$\approx 20 \%$	1,94	15 %
MfNC-2014-08	65	180,9	96,3	$\approx 20 \%$	1,89	16 %

Tabelle 5 Ergebnisse t-Test

	MfNC-2014-05	MfNC-2014-08
Mittelwert	1,94	1,89
Varianz	0,09	0,09
Beobachtungen	68	65
Hypothetische Mittelwertdifferenz	0	
Realisierte Mittelwertdifferenz	0,05	
df	130,34	
t	0,92	
Einseitiges P ($Z <= z$)	0,18	
Einseitig Kritisches z	2,36	
Zweiseitiges P ($Z <= z$)	0,36	
Zweiseitig Kritisches z	2,61	

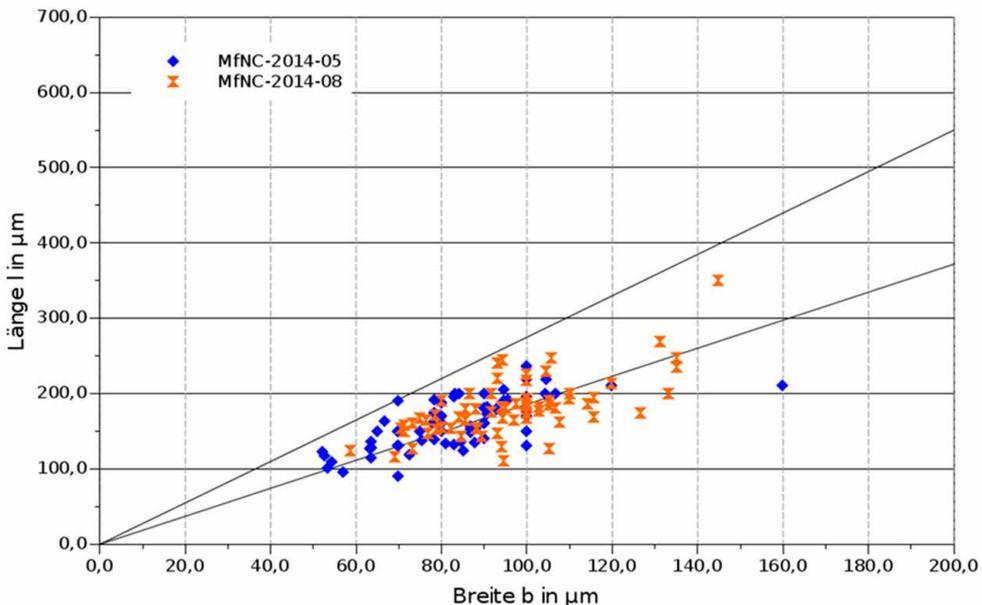
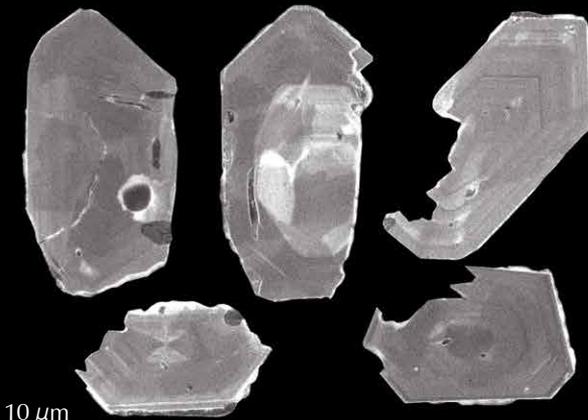
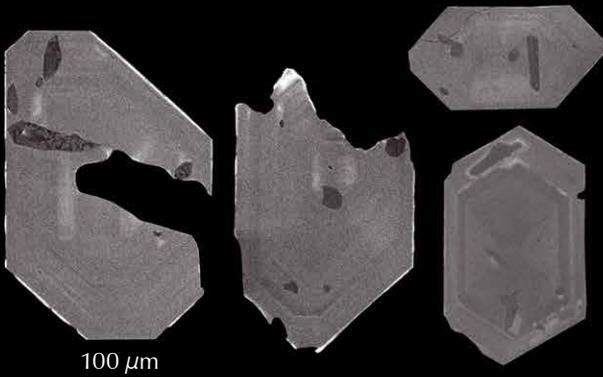
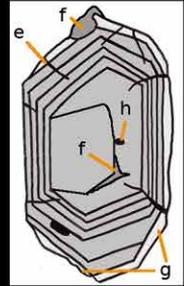
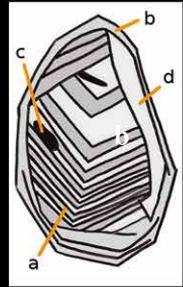


Abb. 12

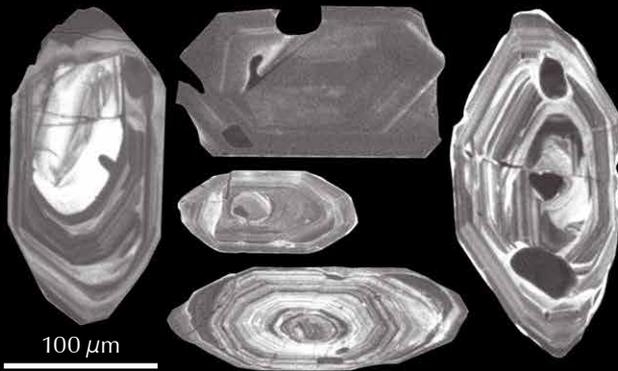
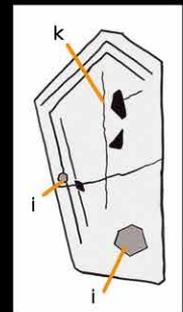
Elongation = Längen-/Breitenverhältnis der Zirkone. Die untere Diagonale entspricht der durchschnittlichen Elongation der Zirkone von 1,86, die obere Diagonale einer Elongation von 2,5.



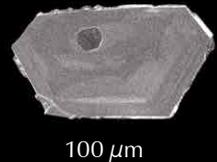
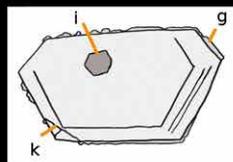
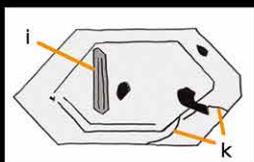
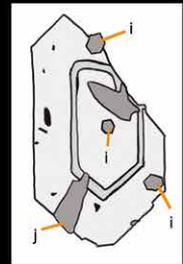
50 μm



10 μm



100 μm



6.5 Ergebnisse und Interpretation der Befunde

Sowohl die Lagerungsverhältnisse, als auch die Altersdatierungen lassen keinen Zweifel daran, dass es sich bei den ignimbritischen Ablagerungen auf der Flöha-Scholle und Teilen des Oederaner Waldes ebenfalls um den Schweddey-Ignimbrit und damit einen oberkarbonischen Pyroklastit handelt. Gestützt wird die Interpretation durch das nahezu gleichartige Xenolithspektrum, sowohl was den Stoffbestand (überwiegend Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, untergeordnet Sandstein), als auch den Habitus der Xenolithe (durch den Dichtestrom aufgenommene, gut gerundete Gerölle im cm- bis dm-Bereich, neben eckigen, höchstens bis 2 cm messenden Stücken aus dem Schlotbereich), anbelangt. Als weiteres Indiz können die zwei markanten fleischroten Feldspatgenerationen (idiomorph im mm-Bereich / randlich korrodiert im Bereich von bis zu 3 cm) herangezogen werden, die jedem der Tuffe an den einzelnen Fundpunkten eigen ist. Schließlich weist die Untersuchung der Zirkone klar auf eine einzelne Quelle hin.

6.6 Schlussfolgerungen zur Altersstellung der *Tubicaulis*

200 Jahre lang wurde *T. solenites* irrtümlicher Weise in das untere Perm gestellt. Doch wie kam es dazu? Bis in die erste Hälfte des 19. Jh. hinein war die Gegend um Flöha und Falkenau als ein eigenständiges Becken erkannt. Naumann nennt es das Gückelsberger Kohlenbassin (NAUMANN 1838: 373-390). In Abgrenzung zu den unterkarbonischen Sedimenten der Becken von Borna-Ebersdorf und Berthelsdorf-Hainichen spricht Naumann von der neueren Steinkohlenformation. Stratigraphisch gliedert er fünf Einheiten aus: „Schon eine sorgfältige Begehung des Gebirges über Tage lehrt, [...] , dass die Reihenfolge der verschiedenen Massen von unten nach oben im Allgemeinen folgende sei: 1) Unterer Sandstein, 2) Gneisskonglomerat, 3) Felsitporphyr, 4) Oberer Sandstein, 5) Thonstein.“ (NAUMANN 1838: 382) Insbesondere stellt Naumann den Thonstein, der am Gückelsberg, der Schweddey und vereinzelt in der Struth anzutreffen ist, zur neueren Steinkohlenformation und damit in das Oberkarbon.

Dagegen wurde der „Thonstein“ in paläontologischen Arbeiten von jeher in das Rotliegend gestellt. So spricht bereits Cotta von „[...] dem zum rothen Sandsteine gehörigen Thonstein bei Flöha unweit Chemnitz“ (COTTA 1832: 19). Ausführlicher äußert sich Geinitz: „Die Coniferen, welche den bekannten Araucarien des Rothliegenden von Hilbersdorf bei Chemnitz [...] zu entsprechen scheinen, herrschen hier vor, und wahrscheinlich gehört das Meiste hier als Brand bezeichnete ihnen an; doch sind aus dem Thonsteine von Flöha auch andere Stämme bekannt geworden, welche in Cotta's Dendrolithen [...] beschrieben sind [...] Ihre Lebensperiode fällt demnach mehr in die Zeit des Rothliegenden, welcher auch dieser Thonstein angehört“ (GEINITZ 1854: 13-14). Schließlich ordnet Naumann, der wie schon Geinitz nun vom Flöhaer Kohlenbassin spricht, stratigraphisch neu und parallelisiert den Thonstein fortan mit dem Zeisigwald-Tuff: „Von unten nach oben lassen sich nämlich folgende vier Einheiten unterscheiden: 1) der untere Kohlensandstein, 2) das Gneisskonglomerat, 3) der Porphyr und 4) der obere Kohlensandstein. Ueber dem letzteren ist endlich eine dem Rothliegenden angehörige Thonsteinbildung zur Ablagerung gelangt.“ (NAUMANN 1864: 3, vergl. auch GEINITZ 1865: 72-74). Mit diesen Sätzen wird für die kommenden 150 Jahre der „Thonstein“ vom Gückelsberg bei Flöha endgültig vom Oberkarbon in das Unterperm gestellt und mit ihm der Baumfarn *T. solenites*. Erst 1977 sollte BRÄUER in einem als vertraulich eingestuften und daher unveröffentlichten Bericht zu den Rotliegendevulkaniten des Chemnitz-Beckens die stratigraphische Stellung der Tuffe erneut in Frage stellen: „Nach Osten zu setzt er (der obere Tuff) sich fast bis zur östlichen Blattgrenze der Sektion Flöha fort. Allerdings ist die Altersposition des Tuffes auf Blatt Flöha nicht eindeutig. Sicher ist nur, daß er hier verschiedene ältere Bildungen - darunter auch die oberkarbonischen Sedimente und Vulkanite - überlagert, demnach jünger oder bestenfalls gleichaltrig wie diese sein könnte. Eine Einschätzung der oberen Altersgrenze ist infolge Fehlens von bedeckenden Gesteinen nicht möglich. Die Parallelisierung (mit dem Zeisigwald-Tuff) beruht daher lediglich auf einer lithologischen

Abb. 13

Morphologie und Internstruktur der Zirkone zu den Proben MfNC-2014-05 und -08.

Die Markierungen in den Zeichnungen weisen hin auf: **a** - Sektorzonierung, **b** - äußere Wachstumszone, **c** - Einschlüsse, **d** - Rekristallisation, **e** - radialstrahlig angeordnete Frakturen, **f** - dunkle (?metamikte) Reaktionszonen, **g** - randlich heller Reaktionssaum, teilweise resorbiert, **h** - Einschlüsse, **i** - idiomorphe Xenokristen (?Quarz), **j** - ?Xenokristen, xenomorph, **k** - Frakturen.

Ähnlichkeit“ (BRÄUER 1977: 59). Nachdem auch PAECH (1978, 1989) Zweifel an einer Parallelisierung zumindest der Tuffe von der Schweddey-Scholle und dem Oederaner Wald mit dem Zeisigwald-Tuff formuliert hatte, sind es LÖCSE et al. (2013), die die Alterstellung des ‚Thonsteins‘ von NAUMANN hinterfragen und bezweifeln. Wie die o.g. Diskussion zum Schweddey-Ignimbrit zeigt, gibt es im Becken von Flöha-Falkenau überhaupt keine permischen Tuffe. Damit hat der Fundhorizont der *T. solenites* und damit der Baumfarn selbst oberkarbonisches Alter. Gleiches muss auch für die ebenfalls bei Flöha und im Oederaner Wald angetroffenen, bislang ebenfalls irrtümlicher Weise in das untere Perm gestellten Kieselhölzer, insbesondere auch für die *Zygopteris primaria*, angenommen werden.

Mit der eher unglücklichen Bezeichnung ‚Thonstein‘ war Naumann übrigens durchaus unzufrieden. So schreibt er bereits 1838: „Der Herausgeber gebraucht diesen Namen, weil er nun einmal dem Gestein herkömmlich ertheilt wird, obgleich derselbe etymologisch ganz unpassend erscheint. Wenn man für die Grundmasse der sogenannten Feldstein- und Thonstein-Pophyre [...] das Wort Felsit gebraucht, [...], so würden die geschichteten Thonsteine am richtigsten durch den Namen Felsit-Tuff bezeichnet werden können, wie sie denn in der Tat nichts Anderes, als sehr feine Tuffe porphyrischer Gesteine sind“ (NAUMANN 1838: 434-435).

7 Verbleib der *Tubicaulis* – eine epischenreiche globale Sammlungshistorie

Einst waren vier Stücke der *Tubicaulis* am Gückelsberg gefunden worden (SCHIPPAN 1824). Nach fast 1½-jähriger Recherche müssen wir konstatieren, dass bislang nur ein kleiner Teil der Stücke, aus dem der Fund ehemals bestand, in gut dokumentierten Sammlungen wieder aufgefunden werden konnte. In seiner wechselvollen, 200jährigen Geschichte gelangten einzelne Abschnitte in die paläontologische Sammlung der TU Bergakademie Freiberg (FG), in die Senckenberg Naturhistorischen Sammlungen (Museum für Mineralogie und Geologie) Dresden (MMG), in die Sammlung Schreckenbach am Museum für Naturkunde Chemnitz (MfNC), in die Sammlungen Cotta und Nindel am Naturkundemuseum der Humboldt-Universität zu Berlin (MB), in die Sammlung des British Museum (Natural History) London (BMNH), in das Naturhistorische Reichsmuseum (Naturhistoriska Riksmuseet) Stockholm (RMS) und in das Birbal Sahni Institute of Palaeobotany in Lucknow/Indien (BSIP). Interessanter Weise nehmen mehrere Einrichtungen jeweils für sich in Anspruch, die Originale oder Teile des Originals zu COTTA (1832) in ihrem Bestand zu haben. Dieser bildet aber nur zwei Stücke ab. COTTA (1832: Taf. II, Fig. 1) befindet sich heute in Berlin und COTTA (1832: Taf. II, Fig. 3) ist wahrscheinlich nur ein Ausschnitt eines Querschnitts, der keinem der vorliegenden Abschnitte mit Sicherheit zugeordnet werden kann, demnach momentan als verschollen anzusehen ist.

7.1 Das „grosse dreiteilige Originalstück“ aus Werners Sammlung in Freiberg

Von den drei untersten Stücken, die Schippan einst stolz seinem Lehrer A.G. Werner brachte (SCHIPPAN 1825), die danach in das „Wernersche Museo zu Freyberg“ gingen, ist heute bedauerlicher Weise nichts mehr in Freiberg auffindbar. Die einzelnen Teilsammlungen der Wernerschen Bestände (Mineralien, Fossilien, Conchylien u.a.) gingen in unterschiedlichen Sammlungen der Bergakademie Freiberg auf; Fossilien kamen in die paläontologische Sammlung. Stenzel fand im Vorfeld seiner Publikation von 1889 die drei Stücke dort noch vor und bildete sie erstmals in Gänze ab (Abb. 1). Er erwähnt ferner ein Teil des vierten Stückes und dass dieses auf die drei untersten Stücke passe: „Die drei unteren Stücke mit einer darauf passenden flachen Scheibe von dem vierten bilden heute eine [...] Zierde des paläontologischen Museums der Bergakademie in Freiberg [...]“ (STENZEL 1889: 6), bildet es jedoch nicht mit ab. Die genannte Scheibe ist das untere Ende des 4. Stückes, aus welchem weitere Quer- und Längsschnitte gefertigt wurden, die heute in London, Berlin und Dresden zu

Abb. 14

Die Freiburger Abschnitte der *Tubicaulis* sind Gegenstücke zu den Berliner Abschnitten. (a) Der unterste Abschnitt des vierten, durch Schippan gefundenen Exemplares (FG 175/1a) ist Gegenstück zum Berliner Querschnitt (Abb. 16 b).

(b) Der Freiburger Längsschnitt (FG 175/1b) ist Gegenstück zum Berliner Längsschnitt (Abb. 16 a).

(c) Freiburger Dünnschliff, von H. Graf Solms-Laubach angefertigt.

(d) Etiketten zu den ursprünglich in Freiberg vorhandenen drei Werner'schen Exemplaren. Die Bleistiftnotiz auf der Rückseite des Etiketts deutet auf den Versand an Sahni, 1932, hin. Maßstab 2 cm.

Tubicaulis Solenites Cotta.
 Tafel I aus G. Stenzels Monographie.
 2. Berliner Querschnitt des Freiburger Originales vom
 Gückelsberg b. Flöha.



42511a
 Mittl. jun. grosses 3 teiliges Stück gelöst.
Tubicaulis Solenites Cotta.
 Querschnitt.
 Mittelrotliegendes. Gückelsberg
 b. Flöha

a

727
Macropteris (Tubicaulis)
solenites Cotta sp.
 Aus dem Tuff des Rotliegendes
 des Gückelsberges bei
 Chemnitz.

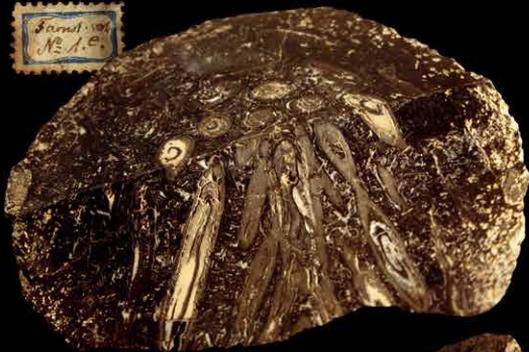


c

Fossilium
 n. n. n.

Fossilium
 n. n. n.

b



Tubicaulis Solenites v. Cotta, 2. O.
 Lagerstätten. Abbildung des Originals von
 Cotta, Tafel I, Fig. 3, Originalbild. Gückelsberg b. Flöha.

Tubicaulis Solenites Cotta
 Grosses dreiteiliges Originalstück.
 Mittelrotliegendes. Gückelsberg bei
 Flöha
 Schippan leg. 1815. (Aus Werner's Samm-
 lung.)



d

in Schippan gesammelt
 Nov. 1932

Tubicaulis Solenites Cotta.
 Grosses dreiteiliges Originalstück.
 Aus Werner's Sammlung.
 Schippan leg. 1815. Mittelrotliegendes. Gückelsberg b. Flöha.

finden sind. Den Berliner Querschnitt des 4. Stückes bildet STENZEL (1889: Taf. I, Fig. 2) ab. Bei RÖSSLER (2001: 87) findet sich eine historische Aufnahme, welche die drei Werner'schen Stücke samt der auflagernden untersten Scheibe des 4. Stückes zeigt. Diese stammt aus einem Fotoalbum im Altbestand des Museums für Naturkunde Chemnitz, das der in Lille ansässige französische Paläobotaniker Paul Bertrand (1879-1944) nach anatomischer Bearbeitung mehrerer Farne aus dem Chemnitzer Rotliegend in Dankbarkeit Johann Traugott Stenzel (1841-1914) überlies. Das kostbare Foto sollte die einzige bildliche Darstellung des überwiegenden Teils der *Tubicaulis* bleiben (Abb. 1). Die zwei heute in Freiberg vorhandenen Abschnitte und ein Dünnschliff⁹ gehören nicht zu den 3 Werner'schen Stücken, sondern zum vierten, „erst späterhin aus der Halde gesuchten obersten Stücke“ (SCHIPPAN 1825). Die Freiburger Belege tragen zwei Nummerierungen, eine alte No. 1a - 1d und eine neuere 175/1a bzw. 175/1b. Der Dünnschliff trägt keine eigene Nummer, stattdessen die alte No. 1a (Abb. 14). Die Abschnitte zu den alten Nummern No. 1b und No. 1c fehlen, No. 1d-1e sind vorhanden. Für Verwirrung sorgt das historische Etikett zu 175/1b (Abb. 14 a). Die dortige Notiz „Zum grossen 3 teiligen Stücke 1a-e“ gehörig, suggeriert zunächst, 175/1b würde zu einem der drei Werner'schen Exemplare gehören. Das aber ist nicht der Fall. Auch die Annahme, die Nummern 1b bis 1e bezeichneten die drei Werner-Exemplare, ist unzutreffend. Die Verwirrung wurde noch größer, als in Stockholm ein *Tubicaulis*-Querschnitt samt Etikett mit No. 1f auftauchte.

In Freiberg fehlen heute die drei untersten Werner'schen Exemplare. Weder, ist das unterste der drei Stücke, das deutlich breitere, den basisnahen Luftwurzelmantel bildende Stück vorhanden, von dem STENZEL (1889) schreibt, es zeige auf der Bruchfläche weder Stamm noch Blattstiele, noch das oberste Stück. Denn nach Stenzel besitzt letzteres „[...] am oberen Ende eine trichterförmige Vertiefung“ (STENZEL 1889: Erläuterung zu Taf. I, Fig. I). Aber auch das mittlere Werner'sche Exemplar fehlt, denn die beiden in Freiberg vorgefundenen Abschnitte stellten sich als Gegenstücke zu den Abschnitten aus Berlin und London heraus. Demnach verblieb in Freiberg lediglich das unterste, konische Ende des vierten Stückes und ein Längsschnitt, der ursprünglich nicht in Freiberg gewesen sein kann. Denn sein Berliner Gegenstück bildet bereits COTTA (1832) ab, während noch STENZEL (1889) für Freiberg nur von den drei Werner'schen Exemplaren und der unteren Scheibe vom vierten Stück berichtet. Andererseits bildet er nicht diese untere „Scheibe“, das heutige Freiburger Stück 175/1a, sondern den Berliner Querschnitt des 4. Stückes ab.

Auf einer Karteikarte in der paläontologischen Sammlung der TU Bergakademie Freiberg ist für den 5.6.67 die Aufbewahrung der zwei in Freiberg verbliebenen Stücke 175/1a und 175/1b und des Dünnschliffes in Vitr. 42/B der Sammlung verbürgt.

7.2 Die Einzelteile des vierten Stückes und Hinweise auf ein fünftes Stück

Schippan selbst ist es, der erklärt, er besitze von dem vierten, „...erst späterhin aus der Halde gesuchten obersten Stücke“ nur noch wenig, „... indem das Uebrige an mehrere naturforschende Gesellschaften und Freunde vertheilt wurde“. Das war 1825. 1889 schreibt Stenzel „Von dem vierten Stücke rühren ausserdem unstreitig die prachtvollen Querscheiben in der Cotta'schen Sammlung des Berliner Museums und der Schreckenbach'schen im städtischen Museum zu Chemnitz, im Leipziger, sowie kleinere Stücke im Dresdner Museum und in einigen anderen Sammlungen her“ (STENZEL 1889: 6). Die „kleineren Stücke im Dresdner Museum“ sind heute in den Senckenberg Naturhistorischen Sammlungen vorhanden¹⁰ (Abb. 15) Auch der Chemnitzer Abschnitt liegt sicher verwahrt hinter Vitrinenglas in der Dauerausstellung des dortigen Museums für Naturkunde¹¹(Abb. 15). Über die Herkunft des Chemnitzer Querschnitts klärt Stenzel auf: „Aus dem Be-

⁹ FG 175/1a, FG 175/1b, Der Schliff trägt keine neue Sammlungsnummer.

¹⁰ MMG SaP 2532, MMG SaP 2532:A (Schliff), MMG SaP 2397 (insgesamt 7 kleine Stücke, geschnitten)

¹¹ MfNC K4798

Abb. 15

Chemnitzer und Dresdner Abschnitte der *Tubicaulis* (a) Chemnitzer Endstück (MfNC-K4798) und Etikett. (b) Chemnitzer Abschnitt (MfNC rot203) (c) Chemnitzer Dünnschliffe (d) Vorder- und Rückseite des Dresdner Abschnitts vom Cotta'schen Längsschnitt aus London (MMG SaP 2532), (e) Dresdner Dünnschliff (MMG SaP 2532A) oberstes Etikett Original Cotta, (f) 7 kleine Abschnitte aus Dresden (MMG SaP 2397). Maßstab 2 cm.



Museum für Naturkunde Chemnitz
Tubicaulis solenites
 (SPRENGEL 1828) COTTA 1832
 Oberkarbon Westfal C
 Flöha - Gückelsberg
 K 4798 coll. Schreckenbach



Solenochlaena Reichii
 (Cotta.)
 (= *Tubicaulis solenites*
 Cotta.)
 Wagn. Cotta, Zool. p. 11. V. 11.
 N. 1.
 Flöha b. Chemnitz.



Tubicaulis solenites Cotta.
 von Flöha.
 Cotta, Zool. II, 11, 2.
 pag. 21.

STAATLICHES MUSEUM
 FÜR MINERALOGIE UND
 GEOLOGIE
 ZU DRESDEN
 SaP 2532
 (Schliff) 2532 A
Tubicaulis solenites COTTA
 Jso-Typus COTTA 1832: 22, T. 2, F. 1, 2
 Rolliegendes Perm Flöha b. Chemnitz
 Sachsen



Tubicaulis solenites
 Flöha 1910
 Widdel d. d.
 SaP 2397

Tubicaulis solenites Cotta
 (= *Solenochlaena Reichii* Cotta.)
 Cotta, Zool. p. 11. V. 11.
 N. 1.
 Flöha b. Chemnitz

sitz der Wittve Schippan ging später ein Stück dieses Petrefacts (*Selenochlaena Reichi* CORDA – ein späteres Synonym von *T. solenites*) in die Sammlung des Herrn Archid. Mag. Schreckenbach in Chemnitz über, welche neuerdings der städtischen Mineraliensammlung einverleibt worden ist“ (STERZEL 1875: 99). Auch von den anderen Flöhaer Baumfarnen fand sich je ein Exemplar in der Schreckenbach'schen Sammlung: „Im Juni 1875 ist sie für die hiesige städtische Mineraliensammlung aufgekauft worden. Sie enthält 184 Exemplare von *Psaaronius* [...] Es finden sich ferner darin vertreten die seltenen *Tubicaulis*-Arten (1 *Zyg. prim.*, 1 *Selenochl. Reichi*, 2 *Asterochl. Cottai*) ...“ (STERZEL 1875: 127). Allerdings ist die Chemnitzer Scheibe ein oberes Endstück und, wie wir schon aus Gründen der Anatomie später sehen werden, keines der drei Werner'schen Exemplare und keines des nunmehr durch Endstücke begrenzten 4. Stückes. Das Chemnitzer Endstück muss demnach von einem bislang unerwähnten fünften Stück stammen! Da noch Schippan schreibt: „... hatten sich nach oben zu mehrere dergleichen Stücke vorgefunden“ (SCHIPPAN 1824: 4), kann wohl davon ausgegangen werden, dass wenigstens ein weiteres dieser Stücke geborgen worden ist. In Chemnitz finden sich außerdem ein dünner Abschnitt¹² unklarer Herkunft und 5 Dünnschliffe, hergestellt durch die Fa. Fuess, Berlin (Abb. 15).

Schwieriger gestaltet sich die Suche nach einem von STENZEL (1889) erwähnten Leipziger Exemplar. Weder im dortigen Naturkundemuseum, noch in dem damals in Leipzig ansässigen geologischen Landesamt oder auch in der Geologisch-Paläontologischen Sammlung der Universität Leipzig ist eine *Tubicaulis* zu finden.

Eine weitere Spur liefert das Freiburger Dünnschliff-Präparat. Auf dem zugehörigen historischen Etikett heißt es: „Schnitt von dem Freiburger Stück. Durch Herrn Graf Solms erhalten. 1882“. Auf die Sammlung Solms-Laubach verweist auch Bertrand in seiner Dissertation: „Section transversale d'une fronde peu éloignée du stipe. Collect. de Solms. Préparat. n 89“ (BERTRAND 1909: 303), der die Stücke auch abbildet (BERTRAND 1909: Pl. XV, Fig. 106-107). Demnach gab es ehemals auch in der heute in Strasbourg befindlichen Sammlung von Herman Graf zu Solms-Laubach (1842-1915) unter der originalen Sammlungsnummer 89 ein Stück von *T. solenites*. Eine diesbezügliche Anfrage bei den Strasbourger Kollegen brachte leider ein negatives Resultat, einem Hinweis von Jean-Pierre Laveine, Lille, zufolge (mündl. Mitt. 10/2015), könnte der Brand im Geologischen Institut von Strasbourg in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts eine Erklärung für den Verlust sein. 1832 publiziert Bernhard Cotta in seiner Freiburger Magisterschrift (=Heidelberger Dissertation) die Flöhaer *Tubicaulis* aus der umfangreichen Kieselholzsammlung seines Vaters Heinrich. Dieser hatte eine für die damalige Zeit einzigartige Fossilienammlung zusammengetragen, die bereits zu seinen Lebzeiten das vielfältige Interesse der Paläontologen auf sich zog. Teile seiner Sammlung gelangten nach seinem Tode auf Vermittlung Alexander v. Humboldts im Jahre 1845 für 3000 Taler an die Berliner Universität (SÜSS & RANGNOW 1984, BARTHEL 2001: 18-27). B. Cotta vermerkt zu *T. solenites*: „Kleinere Exemplare sind in der Sammlung meines Vaters zu finden“ (COTTA 1832: 21-22). Demnach dürfte H. Cotta nicht nur einen einzelnen Abschnitt von Schippan erhalten haben, es sei denn, er ließ diesen teilen. Zuvor hatte bereits Anton Sprengel die Cotta-Sammlung erwähnt. Er ist auch Autor des Artnamens und beschrieb den von ihm untersuchten Abschnitt unter *Endogenites solenites*. Er schreibt: „Eximium exemplar vidi in collect. Cottan. (no. 199.)“ (SPRENGEL 1828: 32-33). Unter dieser Nummer 199, ist in einer älteren Version des Kataloges zur Cottaschen Sammlung ein Kieselholz „v. Gückelsberg b. Flöhe“ erwähnt¹³.

Eine spätere, am 27. Januar 1845 von B. Cotta eigenhändig unterzeichnete Version, führt *T. solenites* unter der Nummer 2993 (COTTA 1845: 17) auf. An gleicher Stelle heißt es „478-523 Sämtliche in B. Cottas Schrift über die Dendrolithen abgebildeten Exemplare, welche deßhalb einer näheren Bezeichnung nicht bedürfen.“ Cotta bildet in seiner Arbeit zwei verschiedene Abschnitte der *T. solenites* ab (COTTA 1832: Taf. II, Fig.

¹² MfNC rot 203

¹³ aus einer undatierten handschriftlichen frühe Version des Cotta-Kataloges, archiviert im Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin; Verfasser unbekannt

Abb. 16

Ober- und Unterseite der drei Berliner Abschnitte mit Etiketten. (a) Längsschnitt MB.Pb.2014/0248 ist Original zu COTTA (1832: Taf. II, Fig. 3), siehe Mitte. (b) Der Berliner Querschnitt MB.Pb.2009/0349 wurde von Stenzel (1889: Taf. I, Fig. 2) erstmals abgebildet; links die Originalabbildung; rechts eines der wenigen erhaltenen Cotta'schen Originaletiketten. (c) Nindel'scher Abschnitt MB.Pb.2014/0249, Original zu BARTHEL (1976: Taf. 2, Fig. 2), Maßstab 2 cm.

1, 3). Ein Besuch in der Berliner Sammlung offenbarte, dass sich eines der Cotta-Originale, Taf. II, Fig. 3, hier befindet, wie auch der Vergleich des Stückes¹⁴ mit der Abbildung in Cotta (1832) zeigt (Abb. 16). Anhand eines der seltenen Cotta'schen Originaletiketten (Abb. 16) war auch das Stück mit der Cotta-Nummer 2993¹⁵ aufzufinden. Es handelt sich dabei um den bei STENZEL (1889: 6) erwähnten Querschnitt, den noch SÜSS & RANGNOW (1984: 24) als verschollen bezeichnen. Einige Jahrzehnte war das Stück lediglich eine Hausnummer weiter verwahrt, in der Invalidenstraße 44, der Geologischen Landesanstalt bzw. dem Zentralen Geologischen Institut. Die ganze Geschichte der Berliner Originale ist jedoch umfangreicher. Während des 2. Weltkrieges waren die wertvollsten Sammlungsgüter, darunter ein Großteil der Abbildungsoriginale der paläontologischen Sammlung der damaligen Friedrich Wilhelm-Universität und der ehemaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt (DIENST & GOTHAN 1928, 1932, 1936) in Grubenbaue der Rüdersdorfer Kalkwerke ausgelagert worden. Nach dem Krieg wurden die Sammlungsgüter von der Roten Armee nach Leningrad verbracht und schließlich mit einem Großteil der Kunstschatze im Dezember 1958 an die DDR zurückgegeben (DIEBEL 1960).

SÜSS & RANGNOW (1984) berichten ferner von einem Abschnitt, der mit der 1961 angekauften Sammlung Nindel nach Berlin gelangte¹⁶. Auch diese 2 mm dünne Scheibe, vom unteren konischen Abschnitt des Freiburger Stückes 175/1a abgeschnitten, ist heute in Berlin vorhanden. Dagegen bleibt völlig unklar, wie Friedrich Nindel (1887-1960), Apotheker, Sammler und Paläobotanik-Freizeitforscher in den Besitz mehrerer *Tubicaulis*-Stücke gelangen konnte, um sie dann in alle Welt zu verteilen bzw. als hohes Gut zu vertauschen. In einem Brief vom 7.5.1931 an Herrn Nindel¹⁷ bedankt sich Birbal Sahni, Lucknow/Indien, für „die kleinen Plättchen von *Tubicaulis solenites*“ und kennzeichnet sie als „in meiner Sammlung sehr wertvoll, da ohne sie hätten unsere Studenten diese wichtige Farn-arten gar nicht sehen können“. Darüber hinaus verdanken die Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden (Museum für Mineralogie und Geologie), einem historischen Etikett zufolge, Nindel 7 winzige Restabschnitte, die in der genannten Sammlung vorhanden sind. Zumindest einige dieser Abschnitte zeigen eine große Ähnlichkeit mit den Dünnschliffen im Museum für Naturkunde Chemnitz. Dort hatte Nindel Zutritt zu den Sammlungen und nach dem Tode Sterzels trat er auch mit kleineren Publikationen hervor (NINDEL 1916, 1928, 1931). Leider haben wir Grund zu der Annahme, dass das Wirken Nindels in der Chemnitzer Sammlung nicht immer zum Besten letzterer war, denn im Nachlass Nindel in Berlin fanden sich mehrfach Sammlungsstücke und Fachliteratur, die noch auf das einstige Eigentum der „Städtischen Naturwissenschaftlichen Sammlungen Chemnitz“ hinwiesen.

Was mit Stück No. 199, auf das sowohl Sprengel als auch der alte Cotta-Katalog verweisen, passiert ist, bleibt unklar.

7.3 Die Spur führt nach London

Heinrich Cottas Sammlung zog prominenten Besuch nach Tharandt. Sie „[...] lockte im Jahre 1837 ein Drei-blatt von berühmten Geologen an. Im Anschluss an die Prager Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte besuchten J. Nöggerath, L. v. Buch und Elie de Beaumont Cotta in Tharandt.“ (RICHTER 1952: 91-92). Sowohl Leopold von Buch als auch Léonce Élie de Beaumont waren Mitglieder der Royal Society of London. Vielleicht entstand dort, im September 1837, die Idee für die London-Reise, die B. Cotta in den Jahren vor 1842 unternahm (WAGENBRETH 1965: 29). Das genaue Datum findet sich in einem alten englischen Katalog. Dort ist für 1938 vermerkt: „A collection of silicified fern-stems [...] from the Permian of Saxony, including the original of Cotta's ‚Die Dendrolithen‘ (1832), was purchased from Dr. C. Bernhard Cotta.“ (LANKESTER 1904: 205). Es ist wohl nicht zu viel vermutet, dass die Cottas einen wichtigen Teil der Sammlung

¹⁴ MB.Pb.2014/0248

¹⁵ MB.Pb.2009/0349

¹⁶ MB.Pb.2014/0249

¹⁷ Kopie im Museum für Naturkunde Chemnitz

Abb. 17

Londonder Abschnitte: **(a)** Längsschnitt BMNH V5469 und **(b)** Querschnitt BMNH V18541.
(c) Längsschnitt BMNH 13604 = Gegenstück zum Cotta'schen Berliner Original,
(d) mit Harz verklebter, leider ungeschliffener Querschnitt BMNH 13603 mit Rückseite, Maßstab 2 cm.



des Vaters und dabei auch Originale aus Bernhards Arbeit nach London verkauften (SÜSS & RANGNOW 1984: 23). 1845, ein Jahr nach H. Cottas Tod, wurden die „Originale“ von den offensichtlich geschäftstüchtigen Söhnen nochmals nach Berlin verkauft. Oder sollte man glücklicherweise sagen? So blieb durch Vermittlung Alexander von Humboldts wenigstens ein Teil der kostbaren Fossilien im Lande. Aber vielleicht ist die breite Streuung einer Sammlung auch eine Möglichkeit, sie die Jahrhunderte überdauern zu lassen, denn gleich mehrmals wären die Cotta'schen Kieselhölzer in den Kriegswirren Mitte des 20. Jahrhunderts um Haaresbreite verloren gegangen (BARTHEL 2001: 25). *T. solenites* betreffend, trat ursprünglich wohl nur ein Abschnitt die Reise nach London an. So heißt es noch 1886: „A portion of specimen figured by Cotta in his ‚Dendrolithen‘ (pl. ii. Fig. 3) is contained in the Collection.“ (KIDSTON 1886: 11).

Dieser Aussage zufolge schien geklärt, was für ein Stück in London liegt und dass es kein kompletter Querschnitt sein kann, denn bei der angegebenen Fig. 3 aus COTTA (1832) handelt es sich um einen Längsschnitt. Beim Bestreben, das betreffende Stück für die Ende 2015 in Chemnitz geplante Sonderausstellung auszuliehen, tauchten aber weitere Stücke der *Tubicaulis* im British Museum (Natural History) auf, insgesamt zwei Längsschnitte¹⁸ und zwei komplette Querschnitte¹⁹ (Abb. 17). Je ein Längs- und ein Querschnitt tragen ein „V“ vor der Sammlungsnummer. Die Bezeichnung geht auf Robert Brown (1773-1858) zurück, der wohl selbst sammelte, ab 1827 bis zu seinem Tode die botanische Sammlung am British Museum als „Keeper of Botany“ betreute. Seine Privatsammlung gab er 1820 in die Sammlung der Linnean Society, mit der sie 1827 an das British Museum (ab 1881 NHM) übertragen wurde. Brown war Vorreiter in der Mikroskopie und untersuchte verschiedenste Objekte erstmals mikroskopisch. Seine wohl bedeutendste Entdeckung, die nach ihm benannte Brownsche Molekularbewegung, machte der Botaniker auf dem Gebiet der Physik. Brown gehörte der Linnean Society an, deren Präsident er von 1849-53 war. Möglich, dass er den Längs- und den Querschnitt vor 1820 seiner Privatsammlung eingliederte. Beleg dafür gibt es keinen, insbesondere keine Verbindung zu Schippan oder Cotta.

Die beiden Londoner Längsschnitte ergeben zusammen mit dem Berliner Längsschnitt und jenem aus Freiberg einen kompletten Querschnitt. Der Abschnitt BMNH 13604 wurde vermutlich von Cotta höchstpersönlich 1839 nach London gebracht, denn er passt unmittelbar an das Berliner Original und trägt kein „V“ in der Sammlungsnummer. Rätselhaft bleibt die Herkunft der anderen drei Londoner Abschnitte, besonders das Brown'sche Stück V5469. Der Längsschnitt trägt ein Cotta'sches Originaletikett, das ihn fälschlich als zu *Tubicaulis primarius*²⁰ gehörig ausweist.

In Freiberg findet sich auf der Rückseite eines der Etiketten, das zu den verschwundenen Freiburger Stammstücken gehörte, eine handschriftliche Bleistiftnotiz „an Sahni gesandt, Nov. 1932“ (Abb. 14) – durch wen und aus welchem Grund ist nicht dokumentiert. Birbal Sahni war ein bekannter indischer Paläobotaniker. Er bereiste in den 20er und 30er Jahren des 20. Jahrhunderts mehrere europäische Sammlungen; u.a. hielt er sich zu Beginn der 1930er Jahre in London auf, wo er auch promovierte. Während dieser Zeit forschte er zu verschiedenen fossilen Farnen, u.a. auch jenen aus Flöha und Chemnitz und recherchierte in verdienstvoller Weise zum Verbleib der mitunter weit verstreuten Einzelstücke (SAHNI 1932a, 1932b). Es könnte also sein, dass er ein weiteres Projekt zur *Tubicaulis* ins Auge gefasst hatte und dafür das Material zusammenholte. Wo sich Sahni im Nov. 1932 aufhielt, ob die Werner'schen Stücke in seine Heimat Indien oder eine seiner For-

¹⁸ BMNH V5469, BMNH 13604

¹⁹ BMNH 13603, BMNH V18541

²⁰ Frühere Bezeichnung für *Zygopteris primaria*.

Abb. 18

Stockholmer Abschnitt und heute in Lucknow befindliche Abschnitte. (a) Der Stockholmer Querschnitt (3330, Maßstab: 2 cm) kam 1918 aus Freiberg, wie das Beck'sche Etikett belegt. Der Notiz, Rückseite des Etiketts, zufolge wurde er in Stockholm geteilt und am 01.10.1948 an Sahni gesandt. (b) Foundation Stone am Birbal Sahni Institute/Lucknow (Indien) mit 77 Kieselhölzern, u. a. einem Querschnitt der *T. solenites*. (c) Zwei weitere im Bestand des BSIP Lucknow befindliche Abschnitte, einer davon unzweifelhaft von den drei Werner'schen Exemplaren stammend (ohne Maßstab), der zweite ist eine weitere Scheibe jenes Abschnittes im Foundation Stone. Auch wenn die Qualität der uns übermittelten Fotos nicht für eine Publikation ausreicht, haben wir uns dennoch für die Dokumentation an dieser Stelle entschieden.

In 1877 12. 11
Tubicaulis solenites
Mittelmoritz am S. Kalsberg Fröcke
S 3330

Stücken abstrigad.
Den andre delen sänd
till Prof. Salini Luchnow,
den 1. 10. 98.

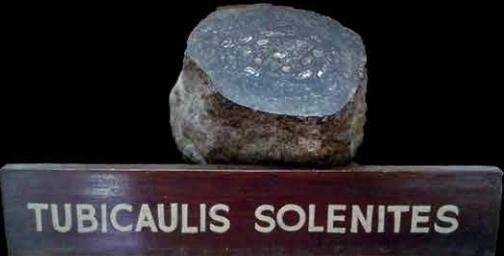


Thomsen
Voproski
No. 14

a



b



c



schungsadressen in Europa gingen, bleibt unbekannt. Die Spur jedenfalls weist erneut nach Indien. Im Gründungsstein des von Sahni ab 1946 in Lucknow, der Hauptstadt des indischen Bundesstaates Uttar Pradesh, aufgebauten Birbal Sahni Institute of Palaeobotany ist in der unteren linken Ecke neben 77 weiteren, u.a. auch Chemnitzer Kieselhölzern auch ein Querschnitt von *T. solenites* eingemauert (Abb. 18). Es ist sicher, dass es sich dabei um einen Querschnitt oberhalb des hier rekonstruierten 4. Stückes (Abb. 1) handelt. Wie viel Material der *Tubicaulis* tatsächlich in Lucknow liegt, ist noch unklar, denn die erste Antwort aus Lucknow bezog sich lediglich auf den „Foundation Stone“ im Museum des Instituts, mehrere Nachfragen bezüglich weiteren Sammlungsmaterials lieferten neben einem Detailfoto vom „Foundation Stone“ teilweise verschwommene Aufnahmen eines weiterer Abschnittes, der unzweifelhaft vom obersten der drei Werner'schen Exemplaren stammt aber auch zeigt, dass die Werner'schen Exemplare in Indien zerschnitten worden sind.

7.4 Der Stockholmer Querschnitt

Über die zunehmende Verteilung von *Tubicaulis*-Stücken, die nach etwa 1910 eingesetzt haben muss, unterrichtet der Querschnitt im Naturhistorischen Reichsmuseum Stockholm (Abb. 18). In einem dortigen handschriftlichen Katalogeintrag ist für den 6. April 1918 eine Lieferung von 57 Fossilien Kulm/Perm und 1 Fossil Tertiär aus Freiberg vermerkt. Im Jahresbericht des gleichen Jahres wird eine Lieferung von 58 wertvollen Fossilien erwähnt, die der Geheime Bergrat Richard Beck (1858-1919) aus Freiberg im Tausch gegen Mineralien nach Stockholm sandte. *Tubicaulis* wird jedoch nirgends explizit erwähnt. Der erste Nachweis stammt aus einem Katalog von 1925. Dort ist die Sammlungsnummer S.3330 mit dem Vermerk „Tyskland, diverse lokaler“ verknüpft. Eine Recherche in den seit 1918 lückenlos vorliegenden Stockholmer Eingangsbüchern ergab, dass die 1918er Lieferung die einzige Freiburger Lieferung im fraglichen Zeitraum ist. Dass es sich bei dem Stockholmer Etikett um ein Freiburger Etikett handelt, steht außer Zweifel. Ist doch in Beck'scher Handschrift vermerkt: „Nr. 1f, zu Nr. 1a-e“ (Abb. 18). Letzteres bezieht sich auf die Nummerierung der Freiburger Exemplare. Somit ist erwiesen, dass Beck am 6.4.1918 u.a. einen Querschnitt der *Tubicaulis* nach Schweden schickte.

Aber auch der Stockholmer Querschnitt blieb nicht unversehrt. Die Rückseite des Etiketts dokumentiert für den 1.10.1948 den Versand einer davon abgeschnittenen Scheibe an Sahni/Lucknow (Abb. 18). Dieses Stück wurde möglicherweise eigens für die Präsentation im Gründungsstein des Birbal Sahni-Instituts geordert, der am 3.4.1949 von Ministerpräsident Nehru eingeweiht wurde. Am 10.4.1949 verstarb Sahni plötzlich. Nach seinem Brief an Nindel²¹ (7.5.1931) und der Notiz auf dem Freiburger Etikett (Nov. 1932) ist dies nun der dritte Nachweis dafür, dass Stücke der *Tubicaulis* an Birbal Sahni gegeben wurden. Eine Rückführung zumindest der geliehenen Stücke erfolgte wohl nie. Interessanterweise passt der Stockholmer Querschnitt zu der bereits von SCHIPPAN (1825) angefertigten Zeichnung (s. Abb. 1). Der vom Stockholmer Abschnitt abgetrennte und im Foundation Stone eingemauerte Querschnitt wurde jedoch vorher ein weiteres Mal halbiert und hat für das Museum in Lucknow noch eine Querschnittscheibe geliefert (Abb. 18).

8 Stammrekonstruktion mit Hilfe der Anatomie isolierter Stammquerschnitte

Baumfarne zeigen im Laufe der Ontogenese mit zunehmender Wuchshöhe eine kegelförmige Verbreiterung ihres Stammes s.s., bestehend aus Stele und Rinde (Cortex). Dies resultiert aus der Erhöhung der stelären Komplexität in Kronennähe und wird mechanisch kompensiert durch Ausbildung eines zunehmend breiteren Luftwurzelmantels im unteren Teil des Stammes s.l. (Scheinstamm²²). Diese Tatsache kann bei der Rekonstruktion des Farnes von Nutzen sein und die ehemalige Position isolierter Querschnitte in der Vertikalen festzustellen helfen. Das heißt, je mehr Wedelstiele auf einem Querschnitt die Stele spiralig umgeben und je kleiner der periphere Luftwurzelmantel ist, umso distaler war die Position dieses Querschnitts im Stamm.

²¹ Original im Museum für Naturkunde Berlin.

²² Der Stamm eines Baumfarnes besteht im engeren Sinne aus der zentralen Stele (Leitgewebe) und der umschließenden Rinde. Standfestigkeit erlangt diese Konstruktion jedoch erst durch einen sukzessive gebildeten Mantel aus Luftwurzeln, der gegen die Stammbasis ausladender wird und dicht unter der Wedelkrone noch fehlt. Im Laufe der Individualentwicklung kommt es daher zur Ausbildung eines sog. Scheinstammes.

Insgesamt haben 9 (Freiberg, Berlin, Chemnitz, 2x London, Stockholm, 3x Lucknow) komplette Querschnitte die bewegte Sammlungsgeschichte der *T. solenites* überstanden, 6 waren unserer Untersuchung zugänglich. Morphologie und Anatomie des Stammes lassen sich wie folgt umreißen: Der ursprünglich ca. 57 cm lange basale Baumfarnstamm wies einen Durchmesser von bis zu ca. 19 cm an der Basis und 12 cm an seinem oberen Ende auf. Der zentrale Stamm von 11-18 mm Breite führt eine homogene Protostele von 4,6-7,2 mm Durchmesser und ist von einem 37-75 cm breiten Saum aus spiralig angeordneten persistierenden Wedelstielen und kleinen, berindeten diarchen Luftwurzeln umgeben. Der Farn zeigt eine 3/8-Phyllotaxis, d.h. die 9. Blattspur steht nach 3 Umrundungen der Stele wieder genau über der 1. Blattspur. Die Blattspuren entspringen innerhalb des Stammes an der Peripherie der Protostele als ovale, in tangentialer Richtung verbreiterte, Xylembündel, um unter Einschluss eines Winkels von ca. 20° zur Stammlängsachse schräg aufwärts zu streben. Die Blattspurbündel, initial ca. 1 mm radiale und ca. 2 mm tangentielle Ausdehnung, nehmen im Zuge ihres Wachstums, beginnend bereits innerhalb des Stammes, eine zunehmend abaxial konkave Form an. Ebenso entwickelt sich bereits innerhalb des Stammes um diese C-förmigen Leitbündel ein konzentrischer Cortex, bestehend aus einer parenchymatischen, rasch hinfalligen Innenrinde und einer kleinzellig-sklerenchymatischen Außenrinde. Die Wedelstiele werden zur Peripherie des Scheinstammes hin in radialer Richtung zunehmend abgeplattet bzw. in tangentialer Richtung ausgelängt. Während die Dicke des Leitbündelstranges stets unter 1 mm bleibt, nimmt der Durchmesser freier Leitbündel Ausmaße von 5x6 mm² initial und 14x28 mm² an der Scheinstammeripherie an. Bereits früh, noch während des Austritts der Wedelstiele aus dem Stamm, zweigen jeweils lateral am C-förmigen Leitbündel nahezu gegenständig kreisrunde bis ovale Fiederspuren ab die sich paarweise weiter verzweigen und von GALTIER & PHILLIPS (2014) als den gabelnden Aplebrien der Zygopteriden morphologisch equivalent interpretiert werden.

Neben den morphologisch-anatomischen Merkmalen haben bei der Rekonstruktion der historischen Fundstücke auch diagenetische Hinweise wie z.B. hell verfüllte Mikrorisse im Fossil gedient. Zu den erstgenannten zählen (1) die Blattstellung und die aus der Grundspirale je nach Orientierung resultierende Anordnung von 8 bzw. 5 Parastichen, (2) der Grad der Durchwachsung der Wedelstiele durch Luftwurzeln – eine Eigenschaft, die im Zuge der Ontogenese und somit vom Top zur Basis des Stammes stark zunimmt sowie (3) morphologische Merkmale an der Außenseite des Scheinstammes, wie z.B. Wedelnarben. Nach Analyse der Stammkonstruktion und Erfassung vorgenannter Merkmale (Tab. 6) sind die Abschnitte des Fossils wie folgt zu rekonstruieren (Abb. 1):

Es sind drei, nach ihrer Morphologie und Anatomie verschiedene und deutlich abgrenzbare Teilstücke des ehemaligen Farnstammes auseinanderzuhalten. Das erste, bezüglich der Stammbasis proximalste Stück ist höchstwahrscheinlich aus dem mittlersten oder obersten der drei Werner'schen Stücke geschnitten (Abb. 1, 18). Es gelangte uns erst kurz vor Drucklegung des Manuskriptes zur Kenntnis. Es zeigt im Vergleich zu allen anderen Querschnitten die wenigsten Wedelstiele, stattdessen den breitesten Luftwurzelmantel. Das in distaler Richtung nächste Stück ist höchstwahrscheinlich mit dem 4. Stück Schippans identisch, zumindest ist es ein großer Teil davon. Es besteht von der Basis zum Top aus: MB.Pb.2014/249 (Berlin), FG175/1a (Freiberg), BMNH13603 (London), MB.Pb.2009/349 (Berlin), FG175/1b (Freiberg). Auf gleicher Höhe zu FG175/1b sind anzuordnen die Längsschnitte BMNH13604, BMNH V5469 (London), MB.Pb.2014/248 (Berlin) und als kleiner, von BMNH13604 abgeschnittener Querschnittsteil MMG SaP2532 (Dresden).

Das dritte, distalste Stück ist nicht so schlüssig früheren Darstellungen zuzuordnen. Es besteht nach den morphologisch-anatomischen Merkmalen (s. Tabelle 6) von der Basis zum Top aus BSIP Foundation Stone (Lucknow), BSIP Museum 2, RMS3330 (Stockholm), MfNC-rot-203 (Chemnitz), BMNH V18541 (London) und MfNC K4798 (Chemnitz). Da das obere Ende des Stammes durch MfNC K4798 repräsentiert wird, fehlt mindestens das dazugehörige untere Endstück, ggf. weitere dazwischen liegende Querschnitte.

Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ist die vorgestellte Rekonstruktion aus den auffindbaren Abschnitten und ihrer Begleitdokumentation zu schlussfolgern. Dies ändert jedoch nichts an der bedauerlichen Tatsache, dass ein großer Teil des unikatigen Fundes als verschollen gelten muss. Es möge der TU Bergakademie Freiberg gelingen, die noch vorhandenen Abschnitte der vor nunmehr 83 Jahren nach Lucknow/Indien verliehenen Werner'schen Exemplare ihrem Bestand wieder einzugliedern.

Tabelle 6 Messwerte zur Analyse der Stammkonstruktion

Abschnitt (Sammlungsnummer)	Charakteristik	Stele Durchmesser [mm]	Stamm Durchmesser [mm]	Scheinstamm Durchmesser [mm]	Scheinstamm Umfang [mm]	Blattspuren/Wedelstiele Anzahl	Position von unten nach oben
BSIP Lucknow Museum 1*	ca. 10 cm hohes Stammstück mit komplettem Querschnitt (Oberseite, geschliffen)	-	-	-	-	37	I/1
MB.Pb.2014/249	3 mm dünne Scheibe, partieller Querschnitt (Unterseite, geschliffen)	4,68 x 5,87	13,52 x 14,45	-	-	-	II/1
MB.Pb.2014/249	3 mm dünne Scheibe, partieller Querschnitt, (Oberseite, geschliffen)	5,71 x 6,06	11,22 x 13,78	-	-	-	II/2
FG 175/1a	Dünnschliff	4,46 x 6,01	15,82 x 17	-	-	-	II/3
FG 175/1a	Konischer Abschnitt von max. 65 mm Höhe mit einem partiellen Querschnitt (Unterseite, geschnitten)	6,28 x 7,21	> 15	-	-	-	II/4
FG 175/1a	Konischer Abschnitt von max. 65 mm Höhe mit einem kompletten Querschnitt (Oberseite, geschliffen) Abstand Unterseite-Oberseite: ca. 50 mm	5,82 x 6,66	13,71 x 14,64	121 x 134	410	51	II/5
BMNH 13603**	9-12 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (geschnitten)	-	-	125 x 140	416	-	II/6
MB.Pb.2009/349	10 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (Unterseite, geschnitten)	6,21 x 6,92	15,03 x 17,5	124 x 144	435	51	II/7
MB.Pb.2009/349	10 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (Oberseite, geschliffen)	5,76 x 6,21	13,95 x 16,03	124 x 144	435	51	II/8
FG 175/1b	Längsschnitt mit halbem Querschnitt (geschliffen), 45-87 mm hoch	ca. 6	ca. 13	138	-	-	II/9
MB.Pb 2014/248	Längsschnitt, 15-17 mm breite Scheibe (mediane Fläche geschliffen, tangentiale Fläche geschnitten)	-	ca. 14	-	-	-	II/9
BMHN 13604	Längsschnitt, 17-21 mm breite Scheibe (innere tangentiale Fläche geschnitten, äußere tangentiale Fläche geschliffen)	-	-	-	-	-	II/9
MMG SaP 2532	8 mm hohe Scheibe mit partiellem Querschnitt, passt auf BMHN 13604	-	-	-	-	-	II/9
BMNH V5469*	73 mm hohes, 35 mm breites Randstück, Tangentialfläche geschliffen	-	-	-	-	-	II/9
BSIP Lucknow Foundation Stone*	vollständiger Querschnitt in Beton-Matrix	-	-	-	-	-	III/1
BSIP Lucknow Museum 2*	dünne Querschnittsscheibe	-	-	-	-	-	III/2
RMS 3330	7-9 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (Unterseite, geschnitten)	6,56 x 6,66	14,82 x 15,45	138 x 142	435	57	III/3
RMS 3330	7-9 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (Oberseite, geschliffen)	5,55 x 6,45	(ca. 15 x 17)	138 x 142	435	57	III/3
MfNC rot203	3-5 mm hohe Scheibe mit partiellem Querschnitt (beidseitig geschliffen)	5,03 x ca. 6	-	-	-	-	III/4
BMNH V18541*	10-14 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (Unterseite, geschnitten)	-	-	-	-	-	III/5
BMNH V18541*	10-14 mm hohe Scheibe mit komplettem Querschnitt (Oberseite, geschliffen)	-	-	-	-	57	III/6
MfNC K4798	4-24 mm hohes Endstück mit komplettem Querschnitt (Unterseite, geschliffen)	5,4 x 5,82	12,82 x 14,82	113 x 115	363	58	III/7

* Diese Abschnitte waren für die vorliegende Untersuchung nicht im Original zugänglich.

** Der Abschnitt ist hinsichtlich anatomischer Details nicht auswertbar, da beidseitig ungeschliffen und von einer Harzkruste überzogen.

Dank

Die umfassenden Recherchen und Untersuchungen zur Fund- und Sammlungsgeschichte der *Tubicaulis solenites* wurden von zahlreichen Fachkollegen und Freunden unterstützt. Dazu gehören: Prof. Dr. Manfred Barthel, Berlin, Dr. Deepa Agnihotri und Dr. Annamraju Rajanikanth, Lucknow, Indien, Dr. Birgit G. Gaitzsch und Prof. J.W. Schneider, TU Bergakademie Freiberg, Dr. Harald Walter und Ulrike Ellerbrake, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Angela Kugler-Kießling, Hochschulbibliothek der TU Bergakademie Freiberg, Dr. Herbert Kaden, Hochschularchiv der TU Bergakademie Freiberg, Dr. Stephen McLoughlin und Ove Johansson, Naturhistoriska Riksmuseet Stockholm, Schweden, Dr. Peta Hayes und Naomi Moran Luengo, British Museum (Natural History) London, UK, Dr. Stephan Schultka und Catrin Puffert, Museum für Naturkunde Berlin, Dr. Lutz Kunzmann, Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Frank Bach, Paläontologische Sammlung der Universität Leipzig, Shirin Khalil, Responsable de médiation scientifique, Strasbourg, Frankreich, Prof. Dr. Jean-Pierre Laveine, Lille, Frankreich, Axel Hiller, Wismut GmbH Chemnitz, Herr Lindner, Steinbruchbesitzer in Flöha-Gückelsberg und Eileen Löcse. Dr. Jason Dunlop, Berlin danken wir für die Durchsicht und Korrektur des Abstracts.

Literatur

- BARTHEL, M. (1976): Die Rotliegendflora Sachsens. – Abh. Staatl. Mus. Min. Geol., **24**: 1-109, Taf. 1-97; Dresden.
- BARTHEL, M. (2001): Hat Goethe die Chemnitzer Kieselhölzer etwa nicht beachtet? In: RÖSSLER, R. (Hrsg.): Der Versteinerte Wald von Chemnitz. Katalog zur Ausstellung Sterzeleanum, S. 18-27; Chemnitz.
- BERTRAND, P. (1908): Caractéristiques de la trace foliaire dans les genres *Gyropteris* et *Tubicaulis*. – Comptes rendus de l'Académie des Science (Paris), **146**: 208-210; Paris.
- BERTRAND, P. (1909): Études sur la fronde des *Zygopteridées*. – Imprimerie L. Danel: 1-286, Taf. I-XVI; Lille.
- BOWER, F.O. (1923): The Ferns (Filicales). Volume I. Analytical Examination of the Criteria of Comparison. – Cambridge at the University Press: 1-359; London.
- BOWER, F.O. (1926): The Ferns (Filicales). Volume II. The Eusporangiate and other relatively primitive ferns. – Cambridge at the University Press: 1-344; London.
- BRÄUER, H. (1977): Zur Entwicklung der Liparitformation im Westteil der Nordsächsischen Mulde und im Erzgebirgischen Becken. – unveröff. Bericht, SDAG Wismut, Zentr. geol. Betrieb: 1-64, 23 Anlagen; Grüna.
- BREITHAUPT, A. (1820): Über eine eigene Art von Palmen-Versteinerungen, den Röhrenstein. – Isis von Oken, Bd. **I**, Heft 5: 440-441, Taf. 4; Jena und Leipzig.
- BRENDEL, F. (1938): Heinrich Adolph Schippan. – Mitt. Freiburger Altertumsverein, Heft 67: 56-65; Freiberg.
- BRONN, H.G. (1835-1837): Lethaea Geognostica oder Abbildungen und Beschreibungen der für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen. Erster Band, das Übergangs- bis Oolithen-Gebirge enthaltend. – S. 1-544; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- CORFU, F., HANCHAR, J.H., HOSKIN, P.W.O. & KINNY, P. (2003): Atlas of Zircon Textures. – In: HANCHAR, J.M. & HOSKIN, P.W.O. (Eds.): Zircon. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, pp. 469-500; Washington DC (Mineralogical Society of America).
- COTTA, B. (1832): Die Dendrolithen, in Beziehung auf ihren inneren Bau. S. 1-89, Taf. 1-18; Dresden und Leipzig (Arnoldische Buchhandlung).
- COTTA, B. (1845): Allgemeiner Katalog der Cottaischen Versteinerungssammlung. handschriftlich, im Bestand des Mus. f. Naturk. der Humboldt-Univ. Berlin: S. 1-26; Tharandt.
- DIEBEL, K. (1960): Die paläontologischen Originale der Berliner Museen. – Paläont. Z., **34**: 59-60; Stuttgart.
- DIENST, P. & GOTHAN, W. (1928): Zusammenstellung der im Geologischen Landesmuseum zu Berlin aufbewahrten Originale. I: Paläozoologischer Teil. II: Paläobotanischer Teil. III: Alphabetisches Verzeichnis der Arten beider Teile. – Hrsg. v. d. Preußischen Geol. Landesanstalt: 1-228; Berlin sowie Nachträge 1932, 1936.
- DOMANN, A. (1959): Schotteranalyse der oberkarbonischen Konglomerate im Flöhaer Becken. – unveröff. Diplomarbeit, referiert in Geologie, **8**: 342.
- FREI, D. & GERDES, A. (2009): Precise and accurate in situ U-Pb dating of zircon with high sample throughput

by automated LA-SF-ICP-MS. – *Chemical Geology*, **261**: 261-270.

GAITZSCH, B.; RÖSSLER, R.; SCHNEIDER, J.W. & SCHRETZENMAYER, S. (1998): Neue Ergebnisse zur Verbreitung potentieller Muttergesteine im Karbon der variscischen Vorsenke in Norddeutschland. – *Geol. Jahrbuch, A* **149**: 25-58; Hannover.

GALTIER, J. & PHILLIPS, T.L. (1996): Structure and evolutionary significance of Palaeozoic ferns. In: CAMUS, J.M.; GIBBY, M. & JOHNS, R.J. (Eds.), *Pteridology in Perspective*. pp. 417-433; Kew (Royal Botanic Gardens).

GALTIER, J. & PHILLIPS, T.L. (2014): Evolutionary and ecological perspectives of Late Paleozoic ferns. Part III. Anachoropterid ferns (including *Anachoropteris*, *Tubicaulis*, the Sermayaceae, Kaplanopteridaceae and Psalixochlaenaceae). – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **205**: 31-73.

GEHMLICH, M.; LINNEMANN, U.; TICHOMIROVA, M.; GAITZSCH, B.G.; KRONER, U. & BOMBACH, K. (2000): Geochronologie oberdevonischer bis unterkarbonischer Magmatite der Thüringischen und Bayerischen Faziesreihe sowie variszischer Deckenkomplexe und der Frühmolassen von Borna-Hainichen (Saxothüringisches Terrane). – *Z. dt. geol. Ges.*, **151**, 4: 337-363.

GEINITZ, H.B. (1854): Darstellung der Flora des Hainichen-Ebersdorfer und des Flöhaer Kohlenbassins im Vergleich zu der Flora des Zwickauer Steinkohlenebietes. – *Gekrönte Preisschrift der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft*. S. 1-80; Leipzig (S. Hirzel).

GEINITZ, H.B. (1856): Geognostische Darstellung der Steinkohlenformation in Sachsen mit besonderer Berücksichtigung des Rothliegenden. S. 1-91; Leipzig (W. Engelmann).

GERDES, A. & ZEH, A. (2006): Combined U-Pb and Hf isotope LA-(MC-) ICP-MS analysis of detrital zircons: Comparison with SHRIMP and new constraints for the provenance and age of an Armorican metasediment in Central Germany. – *Earth and Planetary Science Letters*, **249**: 47-61.

GOTHAN, W. (1921): Potonié's Lehrbuch der Paläobotanik. 2. Aufl., S. 1-537; Berlin (Gebr. Borntraeger).

GOTHAN, W. (1932): Die Altersstellung des Karbons von Flöha i. Sa. im Karbonprofil auf Grund der Flora. – *Abh. sächs. geol. Landesamt*, **12**: 5-16; Leipzig.

GOTHAN, W. & WEYLAND, H. (1954): Lehrbuch der Paläobotanik. S. 1-535; Berlin (Akademie-Verlag).

GOTHAN, W. & WEYLAND, H. (1973): Lehrbuch der Paläobotanik. 3. Aufl. S. 1-677; Berlin (Akademie-Verlag).

HARLEY, S.L. & KELLY, N.M. (2007): Zircon. Tiny but Timely. – *Elements. An Int. Mag. of Minerals, Geochemistry, and Petrology*, **3** (1): 13-18.

HESS, J.C.; LIPPOLT, H.J.; HOLUB, V.M. & PESEK, J. (1985): Isotopic ages of two Westphalian C tuffs - a contribution to the Upper Carboniferous time scale. – *Terra Cognita*, **5**: 236-237.

HIRMER, M. (1927): Handbuch der Paläobotanik. Bd. I: Thalophyta - Bryophyta - Pteridophyta. S. 1-708; München und Berlin (R. Oldenbourg).

HOFFMAN, U.; BREITKREUZ, CH.; BREITER, K.; SERGEEV, S.; STANEK, K. & TICHOMIROVA, M. (2013): Carboniferous-Permian volcanic evolution in Central Europe – U/Pb ages of volcanic rocks in Saxony (Germany) and northern Bohemia (Czech Republic). – *Int. J. Earth. Sci. (Geol. Rundschau)*, **102**: 73-99.

HOLDEN, H.S. & CROFT, W.N. (1962): The morphology of *Tubicaulis africanus* sp. nov. a fossil fern from Tanganyika. – *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol.*, **7** (7): 199-211.

JENTSCH, F. (1996): Zur Problematik der Rhyolithoide im Flöhaer Raum. – *Veröff. Mus. Naturk. Chem.*, **19**: 85-96.

JORDAN, H.; SCHNEIDER, J. & KÜNZEL, G. (1976): Typenkatalog. Bergakademie Freiberg, Sektion Geowissenschaften. Paläontologische Sammlung. TU Bergakademie Freiberg: 1-82; Freiberg.

KÄSTNER, M. & FREITAG, B. (1916): Über eine Schrammungsfläche im oberen Cunnersdorfer Quarzporphyrbuch. – *Ber. Naturwiss. Ges. Chemnitz*, **19**: 75-77.

KIDSTON, R. (1886): Catalogue of the Palaeozoic plants in the Department of Geology and Palaeontology, British Museum (Natural History). S. 1-288; London (by Order of the Trustees).

KLEINSTÄUBER, F.P. (1922): Das Steinkohlebecken von Flöha in der Vergangenheit. unveröff. Diss., Univ. Leipzig, S. 1-187.

KOŠLER, J. & SYLVESTER, P.J. (2003): Present Trends and the Future of Zircon in Geochronology : Laser Ablation ICP-MS. – In: HANCHAR, J.M. & HOSKIN, P.W.O. (Hrsg.): *Zircon. Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, Mineralogical Society of America: 243-275; Washington DC.

KÜNZEL, G. & WALTER, H. (1996): Die Versteinerungskunde bei Abraham Gottlob Werner (1749-1817) in Freiberg. – *Abh. Staatl. Mus. Min. Geol.*, **42**: 99-112; Dresden.

- KUSCHKA, E. (1971): Das Quarz-Paradoxit-Vorkommen in Euba. – Fundgrube, **3/4**: 60-64.
- LANGER, F.-U. (2014): Die Firmengeschichte der Baumwollspinnerei Gückelsberg. – In: Gückelsberg in Flöha mit Spinnerei und Villa. Denkmale. Landkreis Mittelsachsen, Landkreis Mittelsachsen (Hrsg.): 3-49; Chemnitz.
- LANKESTER, E.R. (1904): The History of the Collections contained in the Natural History Department of the British Museum. Vol. 1: 1-442; London (by Order of the Trustees).
- LÖCSE, F.; MEYER, J.; KLEIN, R.; LINNEMANN, U.; WEBER, J. & RÖSSLER, R. (2013): Neue Florenzfunde in einem Vulkanit des Oberkarbons von Flöha - Querschnitt durch eine ignimbritische Abkühlungseinheit. – Veröff. Mus. Naturk. Chemnitz, **36**: 85-142.
- LOTSY, J.P. (1909): Vorträge über botanische Stammesgeschichte. Ein Lehrbuch zur Pflanzensystematik. 2. Bd.: Cormophyta Zoidogamia. 1-902 S.; Jena (Gustav Fischer).
- MCPHIE, J.; DOYLE, M. & ALLEN, R. (1993): Volcanic Textures. A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. – Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, Univ. of Tasmania: 197 pp.
- NAUMANN, C.F. (1838): Erläuterungen zur Section XV der geognostische Charte des Königreiches Sachsen und der angrenzenden Länderabtheilungen., **2**: 1-494; Leipzig und Dresden (Arnoldische Buchhandlung).
- NAUMANN, C.F. (1864): Geognostische Beschreibung des Kohlenbassins von Flöha. S. 1-71; Leipzig (Engelmann).
- NINDEL, F. (1916): Neue Chemnitzer Funde von verkieselten Hölzern und anderen Pflanzenresten. – Ber. Naturwiss. Gesell. Chemnitz, **XIX**: 68-74, Taf. VII.
- NINDEL, F. (1928): Quarz, Fluorit, Paradoxit und Pinitoid von Euba bei Chemnitz. – Ber. Naturwiss. Gesell. Chemnitz, **XXII**: 20-23.
- NINDEL, F. (1931): Fluoritkristalle der Kunnersteiner Verwerfung bei Augustsburg (Sachsen). – Ber. Naturwiss. Gesell. Chemnitz, **XXIII**: 49.
- OGURA, Y. (1972): Comparative anatomy of vegetative organs of the pteridophytes. S. 1-502; Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).
- OPLUŠTIL, S. (2005): Evolution of the Middle Westphalian river valley drainage systems in central Bohemia (Czech Rep.) and its palaeogeographic implication. – Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol., **222**: 223-258.
- PAECH, H.-J. (1978): Beckenanalyse des Flöhaer Beckens (Westfal B/C). – Ber. Zentralinst. f. Physik der Erde, Potsdam, **44**: 1-22, Zwischenbericht, unveröff.
- PAECH, H.-J. (1989): Geological Characterisation of the Ancient Variscan Molasses of the Sub-Erzgebirge Basin. – Z. geol. Wiss., **17**, 9: 908-919; Berlin.
- PELOURDE, F. (1914): Paléontologie végétale cryptogames cellulaires et cryptogames vasculaires. – Octave Doin et Fils, Éditeurs 8, Place de L'odéon, **8**: 1-360; Paris.
- PHILLIPS, T.L. & GALTIER, J. (2005): Evolutionary and ecological perspectives of Late Paleozoic ferns. Part I. Zygopteridales. – Rev. Palaeobot. Palynol., **135**: 165-203.
- PIETZSCH, K. (1963): Geologie von Sachsen. 870 S.; Berlin (Deutscher Verlag der Wissenschaften).
- POTONIE, H. (1899): Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Geologen. S. 1-402; Berlin (Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung).
- PUPIN, J.P. (1980): Zircon and Granite Petrology. – Contrib. Mineral. Petrol., **73**: 207-220.
- RANK, G. & PÄLCHEN, W. (1989): Zur Geochemie der sauren postvariszischen Vulkanite im Raum Flöha-Karl-Marx-Stadt. – Z. geol. Wiss., **17**, (12): 1087-1097; Berlin.
- RICHTER, A. (1952): Heinrich Cotta. Leben und Werk eines deutschen Forstmannes. 2. Aufl., 247 S.; Radebeul und Berlin (Neumann Verlag).
- RÖSSLER, R. (2001): Vielfalt paläozoischer Baumfarne – eine bis heute lebende Erfindung der Natur. In: RÖSSLER, R. (Hrsg.): Der Versteinerte Wald von Chemnitz. Katalog zur Ausstellung Sterzeleanum, S. 78-99; Chemnitz.
- RÖSSLER, R.; KRETZSCHMAR, R.; ANNACKER, V.; MEHLHORN, S. (2009): Auf Schatzsuche in Chemnitz - Wissenschaftliche Grabungen, '09. – Veröff. Mus. Naturk. Chemnitz, **32**: 25-46.
- SCOTT, D.H. (1909): Studies in Fossil Botany. – 2nd ed., 683 pp.; London (Adam and Charles Black).
- SAHNI, B. (1932a): On the structure of *Zygopteris primaria* (COTTA) and on the relations between the genera *Zygopteris*, *Etapteris* and *Botrychioxylon*. – Phil. Trans. Royal Soc. of London, B, **222**: 29-45.
- SAHNI, B. (1932b): On a palaeozoic tree-fern *Grammatopteris baldaufi* (BECK) HIRMER, a link between the Zygopterideae and Osmundaceae. – Ann. Bot. **XLVI**: 863-879.
- SAUER, A.; SIEGERT, TH. & ROTHPLETZ, A. (1881): Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs

Sachsen, Bl. 97, Section Schellenberg-Flöha. 1. Aufl., S. 1-106;; Leipzig (W. Engelmann).

SCHIFFNER, C.W.A. (1938): Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten. Bd. 2: 1-426; Freiberg (Verlagsanstalt Ernst Maukisch).

SCHIFFNER, A. (1839): Handbuch der Geographie, Statistik und Topographie des Königreiches Sachsen. Erste Lieferung, den Zwickauer Kreisdirectionsbezirk enthaltend. S. 1-532; Leipzig (Friedrich Fleischer).

SCHIMPER, W.P. (1869): Traité de Paléontologie Végétale ou la Flore du Monde primitif dans ses Rapports avec les Formations Géologiques et la Flore du Monde actuel. Bd. I: 1-740; Paris (J.B. Baillière et Fils).

SCHIPPAN, H.A.L. (1824): Quer- und Längen-Durchschnittsriß einer in Sachsen gefundenen und bis jetzt noch unbekanntem Art versteinertes Palme. Freyberg (Gebrüder Gerlach).

SCHIPPAN, H.A.L. (1825): Beylage zu Heinrich Adolph Schippan's in Sachsen aufgefundenen und bis jetzt noch nirgends vorgekommener Art versteinertes Palme, welche im Quer- und Längen-Durchschnittsrisse ausführlich gezeichnet und lithographiert erschienen ist. S. 1-6; Freyberg (Gebrüder Gerlach).

SCHMINCKE H.-U. (2010): Vulkanismus. – 263 S.; Darmstadt (Primus-Verlag).

SCHNEIDER, J.W.; HOTH, K.; GAITZSCH, B.G.; BERGER, H.-J.; STEINBORN, H.; WALTER, H. & ZEIDLER, M.K. (2005a): Carboniferous stratigraphy and development of the Erzgebirge Basin, East Germany. – Z. dt. Ges. Geowiss., **156**, (3): 431-466; Stuttgart.

SCHNEIDER, J.W.; RÖSSLER, R.; HOTH, K.; WOLF, P.; LOBIN, M.; GAITZSCH, B.G.; WALTER, H. & KOCH E.-A. (2005b): Vorerzgebirgs-Senke und Erzgebirge. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **254**: 447-460; Frankfurt a. M.

SPARKS, R.S.J. (1976): Grain size variations in ignimbrites and implications for the transport of pyroclastic flows. – Sedimentology, **23**: 147-188.

SPARKS, R.S.J.; SELF, S. & WALKER, G.P.L. (1973): Products of ignimbrite eruption. – Geology, **1**: 115-118.

SPARKS, R.S.J.; WILSON, L. & HULME, G. (1978): Theoretical modeling of the generation, movement, and emplacement of pyroclastic flows by column collapse. – J. Geophys. Res., **83**: 1727-1739.

SPRENGEL, D.A. (1828): Commentatio de Psarolithis, ligni fossilis genere. S. 1-42, 1 Taf.; Halae.

STACEY, J.S. & KRAMERS, J.D. (1975): Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. – Earth and Planetary Science Letters, **26**: 207-221.

STENZEL, C.G. (1889): Die Gattung *Tubicaulis* COTTA. – Bibliotheca Botanica, Abh. aus dem Gesamtgebiete der Botanik, **12**: 1-50, Taf. I-VII; Cassel.

STERZEL, J.T. (1875): Die fossilen Pflanzen des Rothliegenden von Chemnitz in der Geschichte der Paläontologie. – Bericht Naturwiss. Ges. Chemnitz, **5**: 71-243; Chemnitz (Carl Brunnersche Buchhandlung).

STOPES, M.C. (1906): A new fern from the Coal Measures, *Tubicaulis sutcliffii* sp. nov. – Memoires and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society, **50**: 1-34.

SÜSS, H. & RANGNOW, P. (1984): Die Fossilienammlung Heinrich Cottas im Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin. – Neue Museumskunde, **27**: 17-30; Berlin.

TANSLEY, A.G. (1907): Lectures on the evolution of the filicinean vascular system. II. - The Botryopterideæ. – New Phytologist, **VI**, (3 & 4): 53-68.

TAYLOR, T.N. & TAYLOR, E.L. (1993): Biology and Evolution of Fossil Plants. 981 pp.; New Jersey (Prentice Hall).

TAYLOR, T.N., TAYLOR, E.L. & KRINGS, M. (2009): Paleobotany. The Biology and Evolution of Fossil Plants. 2nd ed., 1230 pp.; Amsterdam et al. (Academic Press, Elsevier).

WAGENBRETH, O. (1965): Bernhardt von Cotta. Leben und Werk eines deutschen Geologen im 19. Jahrhundert. – Freiburger Forsch.-Hefte, **D36**: 1-134; Leipzig.

WOLF, P.; HOTH, K.; KAMPE, A.; RÖSSLER, R. & SCHNEIDER, J.W. (2008): Karbon – Oberkarbon. In: PÄLCHEN, W. & WALTER, H. (Hrsg.): Geologie von Sachsen. Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. S. 203-223; Stuttgart (Schweizerbart).

ZIMMERMANN, W. (1930): Die Phylogenie der Pflanzen. 452 S.; Jena (Gustav Fischer).

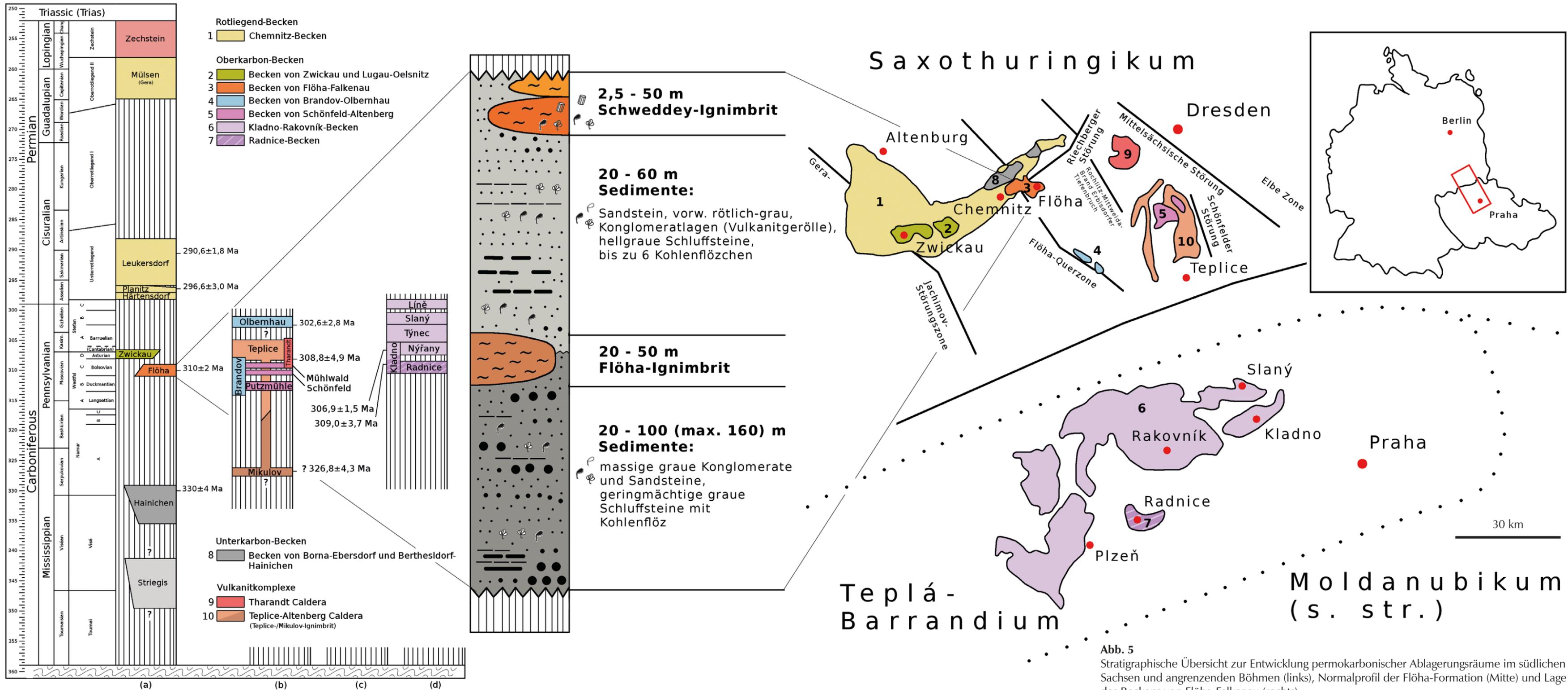


Abb. 5 Stratigraphische Übersicht zur Entwicklung permokarbonischer Ablagerungsräume im südlichen Sachsen und angrenzenden Böhmen (links), Normalprofil der Flöha-Formation (Mitte) und Lage des Beckens von Flöha-Falkenau (rechts). Datierungen nach: HESS et al. 1985, GEHMLICH et al. 2000, RÖSSLER et al. 2009, HOFFMANN et al. 2013, LÖCSE et al. 2013.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Löcse Frank, Linnemann Ulf, Schneider Gitta, Annacker Volker, Zierold Thorid, Rößler Ronny

Artikel/Article: [200 Jahre Tubicaulis solenites \(Sprengel\) Cotta. Sammlungsgeschichte, Paläobotanik & Geologie eines oberkarbonischen Baumfarn-Unikats aus dem Schweddey-Ignimbrit vom Gückelsberg bei Flöha 5-46](#)