

Mainzer naturwiss. Archiv	56	S. 59–70	6 Abb., 1 Tab.	Mainz 2019
---------------------------	----	----------	----------------	------------

Ein Massenvorkommen von *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR (Osmundaceae) im Oberoligozän von Guckheim (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland)

DIETER UHL, EBERHARD KLEIN, THOMAS SCHINDLER & MICHAEL WUTTKE

Kurzfassung

Vorliegende Arbeit beschreibt ein Massenvorkommen des im Paläogen Mitteleuropas weit verbreiteten Farnes *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR (Osmundaceae) in einem oberoligozänen, vulkanischen Tuffit bei Guckheim im Westerwald. Die Farnreste sind kohlig erhalten, wobei die extrem dünnen Kutikulen im Durchlicht leider keinerlei anatomische Details erkennen lassen. Eine rasterelektronenmikroskopische Analyse der unpräparierten kohligen Blattsubstanz, sowie von Abdrücken der abaxialen Blattoberflächen in dem extrem feinkörnigen Tuffit zeigen jedoch klar den Verlauf der dichotom gegabelten Aderung, und das Vorhandensein der für das Taxon typischen Spaltöffnungen in mehr oder minder zufälliger Anordnung.

Abstract

A mass-occurrence of *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR (Osmundaceae) from the Late Oligocene of Guckheim (Westerwald, Rhineland-Palatinate, SW Germany)

This paper describes a mass occurrence of the fern *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR (Osmundaceae) in an Upper Oligocene, volcanic tuffite near Guckheim in the Westerwald Mountains, which is widespread in the Palaeogen of Central Europe. The remains of the ferns are preserved as compressions, but the extremely thin cuticles do not show any anatomical details in transmitted light. However, a scanning electron microscopic analysis of the unprepared carbonaceous leaf substance, as well as of impressions of the abaxial leaf surfaces in the extremely fine-grained tuffite clearly show the course of the dichotomously bifurcated venation, and the presence of the stomata typical of the taxon in more or less random arrangement.

Key words

Late Oligocene, Westerwald, macroflora, fern, lignite, volcanism, lahar

1. Einleitung

Aus dem Bereich des Westerwaldes sind seit mindestens Mitte des 19. Jahrhunderts eine Reihe oligozäner Lagerstätten fossiler Pflanzen bekannt (WEBER 1852, STECKHAN 1973, UHL et al. 2011, KÖHLER & UHL 2014, KRÜGER et al. 2017; Abb. 1). Neuere makropaläobotanische Untersuchungen liegen für das Oligozän des Westerwaldes bislang vor allem für die Floren der Fundstellen Enspel (z. B. UHL & HERRMANN 2010, KÖHLER & UHL 2014, UHL 2014, 2015, UHL & POSCHMANN 2018) und Norken (MÜLLER 1997, UHL et al. 2011, 2018, KRÜGER et al. 2017) vor. Aus anderen Lokalitäten wurden in neuerer Zeit lediglich einzelne Taxa bearbeitet (z. B. *Stratiotes kaltenordheimensis* (ZENKER) KEILHACK: UHL 2017). Makroreste von Farnen sind aus oligozänen Ablagerungen des Westerwaldes bisher nur selten beschrieben worden (z. B. KÖHLER & UHL 2014). Das Vorkommen von Farnen

konnte jedoch durch palynologische Untersuchungen in verschiedenen Lokalitäten nachgewiesen werden (z. B. Enspel: HERRMANN et al. 2009, Norken: KRÜGER et al. 2017). In der vorliegenden Arbeit stellen wir ein Massenvorkommen des in Europa vom Eozän bis Miozän weit verbreiteten Farnes *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR aus der Tongrube Franziska bei Guckheim vor.

2. Geologie und Stratigraphie

2.1 Geologischer Aufbau

Guckheim liegt im rheinland-pfälzischen Teil des Hohen Westerwaldes, dem südöstlichen Abschnitt der rhenoharzynischen Zone des Rheinischen Schiefergebirges. Das vor Ort anstehende Grundgebirge besteht aus devonischen, siliziklastischen marinen Ablagerungen (Unterems, Oberems mit Emsquarzit sowie

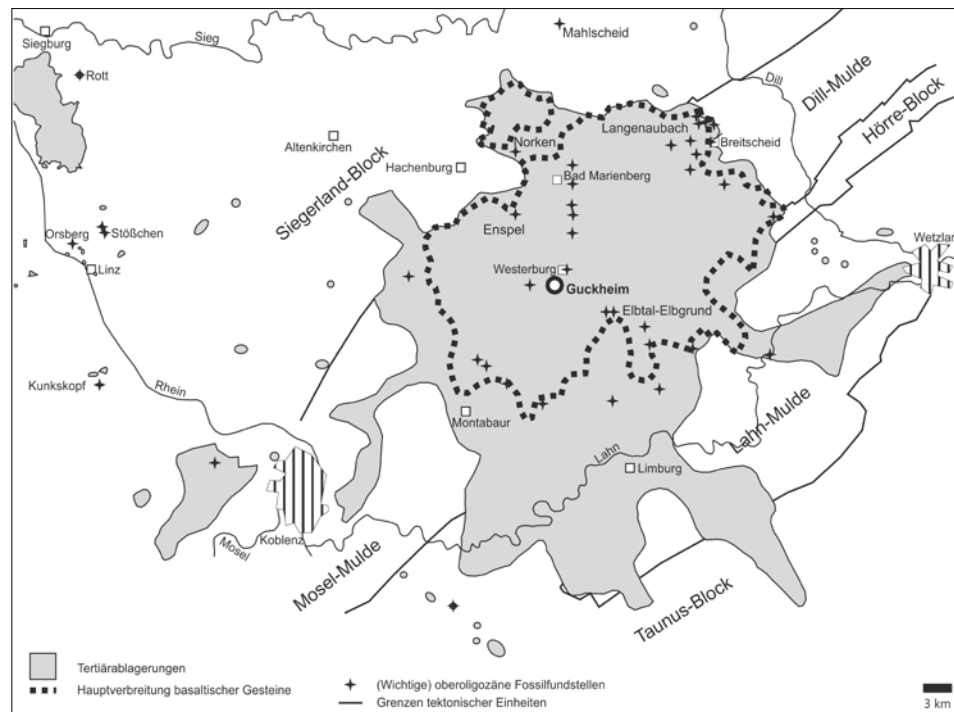


Abb. 1: Übersichtskarte der tertiären Ablagerungen im Bereich des Westerwaldes mit den wichtigsten Fossilfundstellen (♦) (verändert nach SCHINDLER & WUTTKE 2010).

nicht näher gegliedertes Ems bis Oberdevon; ANGELBIS & SCHNEIDER 1891, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ (LGB) 2005, GAD et al. 2015). Diese wurden im Rahmen der variskischen Gebirgsbildung zu Sätteln und Mulden aufgefaltet und entlang von meist streichenden Störungen gegeneinander verschoben. Der Raum Guckheim liegt im NE-Teil der sogenannten Moselmulde (Moselsynklinorium).

Seit dem ausgehenden Erdaltertum war der Westerwald bis zum Alttertiär (Eozän) Abtragungsgebiet. Dann wurde er Teil der von PFLUG (1959) als Bitburg – Kasseler Senkungsfeld bezeichneten Subsidenzzone, die sich vom Pariser Becken bis an den Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges erstreckte. Innerhalb dieser Zone kam es in oft kleinräumigen Becken verbreitet zur Ablagerung von kontinentalen mitteleozänen bis oberoligozänen Sedimenten. Vor der Einsenkung der tertiären Becken war das Rheinische Schiefergebirge vermutlich bis auf wenige Zehnermeter oberhalb des Meeresspiegels flächenhaft eingerumpft, denn bereits mit dem Ende des Paläozoikums setzte unter subtropisch humidem Klima eine tiefgründige Verwitterung ein, die zu einer Kaolinisierung und Entfestigung der Gesteine führte (FELIX-HENNINGSSEN 1990, SAUER & FELIX-HENNINGSSEN 2006). Über Jahrmillionen hinweg bildete sich so ein mächtiger Saprolith, der bis heute in Teilen erhalten blieb und weiterhin der Abtragung unterliegt. Mit Einsetzen der tektonischen Aktivität im Zuge der Bildung des oben genannten Senkungsfeldes begann eine verstärkte Abtragung der Verwitterungsrinde. Die Abtragungssedimente wurden als Tone und Sande in die Becken eingeschwemmt. Die größten Mächtigkeiten wurden im mittleren und oberen Oligozän abgelagert. So sind im Bad Marienberger Grabenbruch bis zu 100 m mächtige Ablagerungen von Sedimenten und Vulkaniten erhalten geblieben. Die Vulkanite stammen von dem im Oberoligozän einsetzenden sauren und basischen Vulkanismus ab (SCHREIBER 1996), die sich in Form von Lavaströmen und vulkanischen Aschen über die Landschaft des Hohen Westerwaldes ergossen bzw. als Gänge in die älteren Tertiärsedimente eindringen.

Der vulkanische Westerwald ist Teil des mittteleuropäischen känozoischen Vulkangürtels, der sich seit dem Alttertiär von Schottland über Mittelengland, das Rheinische Schiefergebirge bis in den Egergraben fortsetzt (LGB 2005). Diese Vulkanite verzahnten sich immer wieder mit den abgespülten Tonen der Sapropelite sowie mit See- und Sumpfablagerungen, die in Form von Schwarzpелiten und Braunkohlen eingeschaltet sind. Eine Sonderfazies in dieser Abfolge bilden die fossilreichen Maarablagerungen von Enspel und Elbtal (POSCHMANN et al. 2010, SCHINDLER & WUTTKE 2015, KELLER & WAPPLER 2006, FELDER et al. 2011). Diese lateral und vertikal rasch wechselnde Abfolge von Tuffen, Tuffiten (Pyroklastika) und überwiegend siliziklastischen Sedimenten mit Einschaltungen von Braunkohlen bzw. Dysodilen wurde nach der Ortschaft Breitscheid im Westerwald (Hessen) Breitscheid-Formation genannt (SCHÄFER et al. 2011). Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt im Hohen Westerwald und im nördlichen Oberwesterwald.

Sowohl die Braunkohlen mit ihren Pflanzen wie auch die Pyroklastika und die Seeablagerungen überlieferten zahlreiche tierische Fossilien, neben Invertebraten auch Vertebraten, letztere auch als noch im anatomischen Verband überlieferte Skelette (TEIKE & TOBIEN 1950, STECKHAN 1973, POSCHMANN et al. 2010, SCHÄFER et al. 2011, UHL et al. 2011, KRÜGER et al. 2017).

2.2 Die Oberoligozän-Abfolge der Grube Franziska

In der oberoligozänen Breitscheid-Formation des Hohen Westerwaldes treten oftmals drei Braunkohlenflöze auf, die als Unterflöz, Mittelflöz (oder Hauptflöz) und Oberflöz (STECKHAN 1973) bezeichnet wurden.

In Guckheim baute die Braunkohlengrube Franziska vermutlich auf dem Oberflöz des „Bad Marienberger Braunkohlenreviers“ (STECKHAN 1973) ab. Nach ZINCKEN (1878: 69) und FREISE (1908: 231) wurde in der Grube Franziska zwischen 1746 (erste urkundliche Erwähnung) und 1847 aus einem 1,5 m bis 2,1 m mächtigen Flöz in 10 m Tiefe

über zwei Stollen (STECKHAN 1973: Abb. 21) Braunkohle gefördert. Die Braunkohle liegt nach den Autoren unmittelbar auf Basalt, im Gegensatz zu dem hier beschriebenen Profil (s. u.). Diese Angaben zur Flözmächtigkeit werden durch FROHWEIN (1885: 105) bzw. ANGELBIS & SCHNEIDER (1891: 21) bestätigt und dahingehend ergänzt, dass dieses Flöz „Einlagerungen von Thon und Trachyttuff umschliesst“. „Der Abbau erstreckte sich über eine Fläche von nur 500 Quadratmetern“ obwohl ca. 12.000 Quadratmeter des alten Aufschlusses aufgewältigt waren (FREISE 1908: 231). ANGELBIS & SCHNEIDER (1891: 21) berichten zusätzlich von hangenden „Braunkohlentonen“ an mehreren Stellen nordöstlich des Ortes Guckheim, die „in edler Beschaffenheit und von weisser oder gelblicher Farbe nahe unter Tage angetroffen ...“ werden. Diese gehören aber nach heutiger Kenntnis dem oberen Teil der Arenberg Formation (Oberoligozän; SCHÄFER et al. 2011) an und sind damit stratigraphisch älter als die Braunkohle. PFLUG (1959: Abb. 7) führt Guckheim als

Oberoligozän-Untermiozän-Fundort an; die Braunkohle datiert er mit Hilfe von Pollen/Sporen ins Oberoligozän (PFLUG 1959: 51). Der heutige Tonabbau der „Grube Franziska“ (wohl benannt nach der historischen Braunkohlengrube; Abb. 2) existiert seit ca. 1990; gegenüber gab es aber eine ältere Tongrube. Beide gehen in der Arenberg-Formation (SCHÄFER et al. 2011) um; diese wird von Pyroklastika mit eingeschalteten Braunkohlen und Tonen überlagert, die der Breitscheid-Formation angehören. Die lokale Gesamtfolge gehört in das Oberoligozän und wird hier neu interpretiert (Abb. 3). Basal stehen rund 11 m mächtige Flachwasser-Seeablagerungen (Arenberg-Formation) an. Sie bestehen aus kaolinitischen Tonen und sind Abbauegenstand der Tongrube. Darüber folgen 7,5 m mächtige fluviatile bis randmarin gebildete Sande. Der Top der Sandabfolge ist verkieselt (Süßwasser- oder Braunkohlen-Quarzit) und führt selten Foraminiferen (SCHINDLER 2011: Abb. 10). Auf diese paläogeographische wie tektonische



Abb. 2: Guckheim, Tongrube Franziska, Übersicht von Süden, Zustand 2008; liegend rosagrauer Ton und gelber Sand der Arenberg-Formation; darüber gelbbraune Pyroklastika der Breitscheid-Formation; rechts oberhalb der Bildmitte die beschriebene Braunkohlen-Abfolge.

Tieflage folgt Vulkanismus in Form von örtlich trachytischen (ANGELBIS & SCHNEIDER 1891), im heutigen Aufschluss basaltischen Pyroklastika (28 m basaltische Aschentuffe mit Bomben, Breitscheid-Formation). Dieser Abschnitt ist häufig gelblich verwittert. Im unteren Teil ist eine Sumpfablagerung mit Braunkohlen, kohligen Tonen und Schlammstrom-Ablagerungen eingeschaltet. Die Schlammströme (Lahare) resultieren aus verwitterten Aschetuffen, die bei Starkregen in tiefer liegende Regionen umgelagert wurden. Der obere Teil der Pyroklastika besteht aus Kristalltuffen, die wahrscheinlich *base surge*-Ablagerungen darstellen. Hier ist, etwas entfernt, die Leiche oder das Skelett eines Nashorns von der vulkanischen Aktivität

fragmentiert worden, mehrere Knochen und ein Backenzahn kamen im Profil der heutigen Tongrube zur Ablagerung (SCHINDLER 2011: Abb. 13 und SCHINDLER 2013: Abb. 17). Im Kristalltuff fanden wir auch wenige Nadelholzspresse (vermutlich *Glyptostrobus*) sowie nicht näher bestimmbare Hohlräume von Nüssen. Im Jahr 2009 war das Profil durch einen intrusiven Basalt begrenzt. An der Nordwand war 2008 und vor allem bei fortgeschrittenerem Abbau ab 2010, ein Vulkan-krater angeschnitten, dessen Durchschlagsröhre (Diatrem) die Sediment-Abfolge stark gestört hat (Platznahme durch Wasserdampf-Explosionen) und dessen rötliche Schlackenwall-Bildungen sich auf die gelb verwitterten älteren Pyroklastika aufgelagert haben.

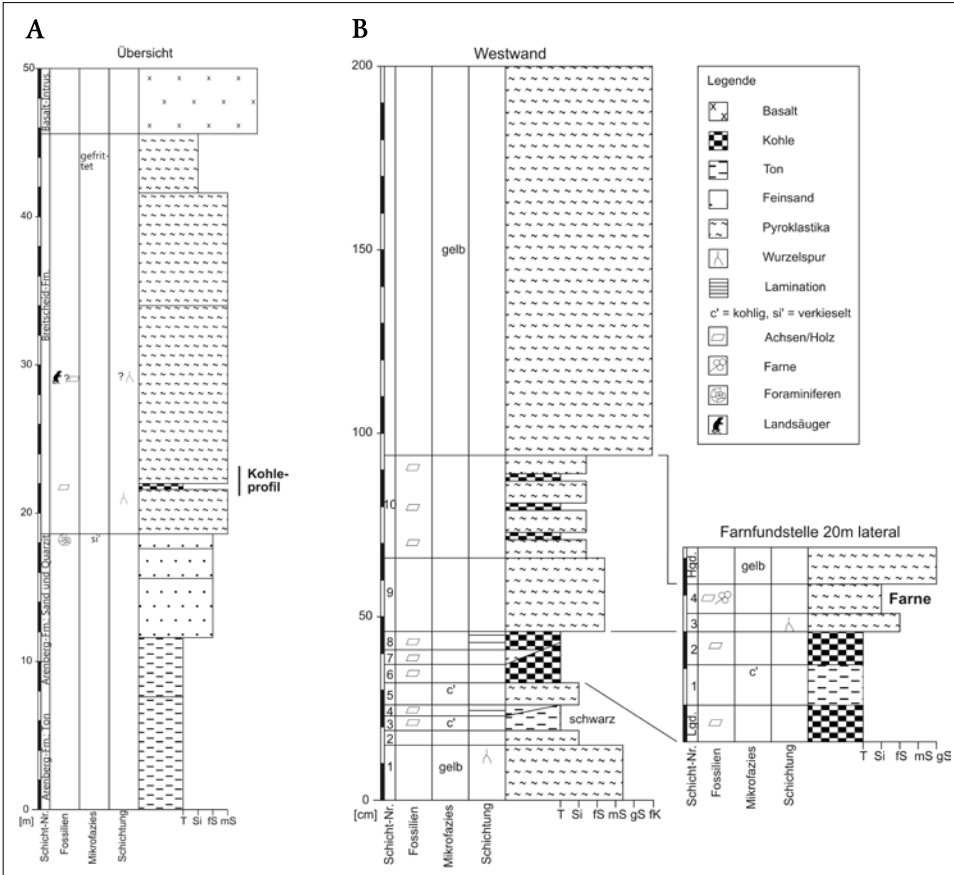


Abb. 3: Profile der Tongrube Franziska: A) Übersichtsprofil; B) Detailprofil an der Westwand (Zustand 2009).

Der entsprechende Profilabschnitt ist durch raschen lateralen Wechsel zwischen Lahar- und Braunkohle-Ablagerungen gekennzeichnet (Abb. 4). Auf 90 cm Mächtigkeit sind sechs Braunkohlen bzw. kohlige Sedimente enthalten, die schon in 20 m Entfernung eine andere Abfolge zeigen, also lateral nicht weit durchhalten.

Das Detailprofil der eng begrenzten Farnfundstelle (Abb. 4) sieht folgendermaßen aus:

Vom Liegenden ins Hangende:

Die Farnfunde verteilen sich innerhalb von Schicht 4 auf drei Lagen. Dabei liegen die Funde teils quer zur Schichtung. Das belegt die turbulente Genese in einem Schlammstrom. An der Basis der Farnlage (Schicht 4) befinden sich Wurzelspuren.

3. Material und Methoden

Die Farnreste wurden 2009 durch E.K. in temporär aufgeschlossenen feinkörnigen Ablagerungen eines Schlammstromes (Lahar)

Nr.	Teufe [cm]	Gestein	Kornabstufung	Farbe	Schichtung	Komponenten	Fossilführung
Lgd.	>10	Braunkohle		schwarz		Biogene	Lignit/Holz
1	11	Tuffit		grau, Top schwärzlich	-		
2	9	Braunkohle		schwarz	-	Biogene	Lignit/Holz
3	5	Tuffit	fS'	grau	bioturbat		Wurzeln
4	8	Tuffit	si'	grau	fein	Biogene	Farne, cm-Achsen
Hgd.	>10	Tuff	gS'	gelb	-		



Abb. 4: Detailaufnahme der Farnfundsicht. Über einem Braunkohlenflöz folgt ein grau-violetter Ton (Lahar) und darüber eine gelblich-graue Tonlinse mit den Farnfunden (temporärer Aufschluss Oktober 2009).

gefunden (SCHINDLER 2011: Abb. 12 und SCHINDLER 2013: Abb. 13) (Abb. 4). Das Material ist unter den Inv.-Nr. PB2009/5817 bis 5881-LS hinterlegt in der Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz, Mainz. Die Funde wurden mit Hilfe eines Leica M 80 Binokulars und einer Leica EC3 Kamera fotografisch dokumentiert. Für die Rasterelektronenmikroskopie wurden mechanisch aus dem Sediment isolierte Fragmente der Farnfiedern bzw. des Abdrucks der Fiedern im umgebenden Tuffit mit LeitC (Plano, Münster) auf Standard-Objektträger montiert und mit einem JEOL JSM 6490 LV Rasterelektronenmikroskop (REM) am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt untersucht (Beschleunigungsspannung = 20 kV). Zur Herstellung von Durchlichtpräparaten wurden Blattreste vorsichtig mit einer Pinzette direkt vom Handstück abgenommen und für wenige Minuten mit Natriumhypochlorid behandelt, um die inkohlierten Reste des Mesophylls herauszulösen und die Cuticulen leicht zu bleichen. Da diese sehr dünn sind und unter dem Lichtmikroskop keine Details zu erkennen waren, wurden sie anschließend kurz mit Safraninrot-Lösung eingefärbt um die Kontraste der Cuticularstrukturen zu erhöhen. Danach wurden die Cuticulen in Glycerin auf Objektträger eingebettet, mit einem Deckglas abgedeckt und mit Nagellack versiegelt. Die Analyse der Durchlichtpräparate erfolgte mit Hilfe eines Olympus BX 41 Durchlichtmikroskops.

4. Systematische Paläontologie

Osmundaceae MARTINOV, 1820
Genus *Osmunda* L., 1753
Subgenus *Plenasium* (C. PRESL, 1836)
C. PRESL, 1845
Osmunda (Plenasium) lignitum
(GIEBEL, 1857) STUR, 1870
Abb. 5, Abb. 6A-F

Ausgewählte Synonymie:
1857 *Pecopteris lignitum* GIEBEL, S. 303, Taf. 2, Fig. 2a.
1870 *Osmunda lignitum* (GIEBEL) STUR, S. 5.

1976 *Osmunda lignitum* (GIEBEL, 1857) STUR, 1870: BARTHEL: 440-443; Taf. 72, 73; Text-Abb. 1
2016 *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR: KVAČEK & MARTINETTO, S. 133, Taf. 1-3

Morphologie: Es liegen zahlreiche, 8-10 mm breite, sterile Fiederfragmente vor. Fiedern sub-opponierend, sitzend, auf etwa 2/3 ihrer Länge miteinander verwachsen (Abb. 5). Primärader der Fiedern relativ kräftig und mehr oder minder gerade, frei in dem leicht abgerundeten Apex der Fiedern endend (Abb. 5). Sekundärader meist einfach dichotom gegabelt, die oberen frei am Rand der Fiedern endend (Abb. 5, 6A-B, D).

Cuticula: Die Cuticula ist extrem dünn, auf den vorhandenen Durchlichtpräparaten sind leider keine anatomischen Details erkennbar, weshalb hier auch auf eine fotografische Dokumentation verzichtet wurde. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der Oberfläche der abaxialen Oberfläche, sowie des Abdrucks der abaxialen Oberfläche im umgebenden Tuffit, zeigen mehr oder minder zufällig verteilte, breit elliptische Stomata, die eine Länge von (35)45-50 µm und eine Breite von 33-45 µm aufweisen (Abb. 6C, E-F).

Bemerkungen: Die vorliegenden Funde aus der Tongrube Franziska bei Guckheim können aufgrund der charakteristischen Morphologie der Fiedern und des Verlaufs der Aderung, sowie der im REM erkennbaren Details der Cuticulen (Form und Verteilung der Spaltöffnungen auf der abaxialen Oberfläche), dem in Europa vom Eozän bis Miozän weit verbreiteten Taxon *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR zugeordnet werden (vgl. MATHIESEN 1965, BARTHEL 1976, COLLINSON 2001, KVAČEK & MARTINETTO 2016). Basierend auf morphologischen Merkmalen wurden von verschiedenen Autoren *Osmunda javanica* BLUME und *O. banksiifolia* (PRESL) KUHN als rezente Vergleichsarten angenommen (z. B. GARDNER & V. ETtingshausen 1880, FLORIN 1922, MATHIESEN 1965, BARTHEL 1976, COLLINSON 2001). Cuticularanatomisch

scheint es dabei die größte Übereinstimmung mit der südostasiatischen Art *O. banksii* folia zu geben, wobei Unterschiede vor allem in der Größe der Epidermiszellen und der Stomata liegen (z. B. MATHIESEN 1965, KVAČEK & MARTINETTO 2016). Für die fossile Art wird auch dieselbe ledrige Beschaffenheit der (wahrscheinlich immergrünen) Fiederchen angenommen, wie für die rezente *O. banksii* folia (z. B. MATHIESEN 1965, BARTHEL 1976, COLLINSON 2001).

5. Taphonomie und Paläoökologie

Osmunda (Plenasium) lignitum ist ein Vertreter der azonalen Vegetation des Palaeogens, der an sumpfigen und evtl. auch moorigen Standorten, aber auch an anderen, oft wohl staunassen Standorten am Ufer von Flüssen und Seen vorkam (z. B. MAI 1995, COLLINSON 2002). Dabei bildete die Art, genau wie andere fossile Vertreter der Gattung *Osmunda*, sowohl unter torfbildenden als auch klastischen Bedingungen, öfters größere monotypische



Abb. 5: Aufnahme eines Wedelfragments von *Osmunda (Plenasium) lignitum* (GIEBEL) STUR bei dem deutlich die exzellente Abdruckerhaltung und die Erhaltung der Blattsubstanz erkennbar sind (Inv.-Nr. PB2009/5867-LS).

Bestände, die an verschiedenen Lokalitäten als Massenvorkommen überliefert wurden (z. B. GARDNER & v. ETTINGSHAUSEN 1880, MATHIESEN 1965, COLLINSON 2002, KVAČEK & MARTINETTO 2016).

In Guckheim findet sich das Massenvorkommen dieses Farns in feinkörnigen Ablagerungen eines Schlammstromes (Lahar)

(SCHINDLER 2013: Abb. 13). Es scheint zum einen möglich, dass die zahlreichen Farnreste in Schicht 4 mit diesem Lahar aus einem anderen Standort heraus an den Ablagerungsort transportiert wurden. Allerdings ist es auch möglich, dass Farne direkt auf der Oberfläche der Schicht 3 gewachsen sind, die offensichtlich von Pflanzen besiedelt war, deren Wurzel-

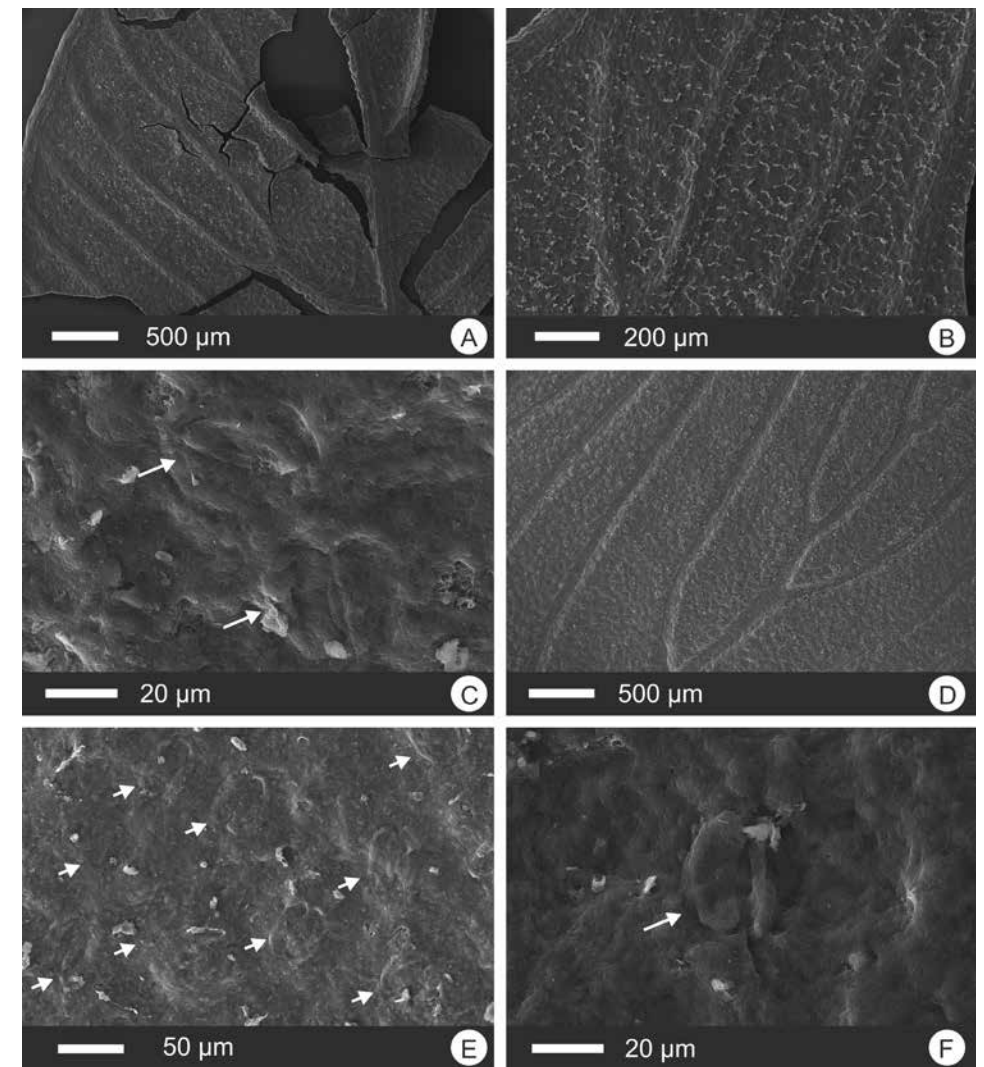


Abb. 6: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen einer Farnfieder und deren Abdruck im Tuffit. A) Übersicht Farnfieder (Inv.-Nr. PB2019/5000-LS), B) Detail der Aderung, C) Spaltöffnungen (Pfeile) auf der abaxialen Fieder- oberfläche, D) Abdruck der Farnfieder im Tuffit, E) Abdrücke mehrerer Stomata im Tuffit (Pfeile), F) Detailaufnahme eines Abdrucks einer Spaltöffnung im Tuffit (Pfeil).

spuren überliefert sind. Im Zuge der raschen paratropischen Verwitterung des tuffitischen Materials der Schicht 3 zu Tonen fand wahrscheinlich eine Abdichtung zum Untergrund hin statt, so dass sich in kleinen Senken anmoorige bis moorige Verhältnisse einstellen konnten, die exzellente Bedingungen für *Osmunda lignitum* geboten hätten (z. B. MAI 1995, COLLINSON 2002).

Diese minerotrophen Verhältnisse erlaubten in den tieferen Bereichen des Profils an der Farnfundstelle auch den Aufwuchs einer Baumvegetation auf dem Moor, deren Reste dank der anaeroben Verhältnisse in tieferen Lagen des Moors in Form von lignitischen Braunkohlen erhalten bleiben konnten. Diese Verhältnisse stellten sich im Laufe der Zeit mehrmals ein, nachdem die moorigen Standorte immer wieder durch eingetragene Tuffite verschüttet worden waren.

6. Danksagung

Wir danken: Claudia FRANZ, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt a. M., für die Technische Unterstützung am Rasterelektronenmikroskop; Stefanie HIRSCHMANN und Rodney DIEHM, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt a. M., für die technische Unterstützung bei der Herstellung der Cuticularpräparate; Petra SCHAEFERS (GDKE-RLP), Mainz, für die Ausleihe des Fossilmaterials; sowie der Firma WTH Walderdorff'sche Tongruben und Herz GmbH, Boden für die Genehmigung, in der Tongrube Franziska/Guckheim wissenschaftliche Untersuchungen durchführen zu dürfen.

8. Literatur

- ANGELBIS, G. & SCHNEIDER, A. (1891): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, Blatt Westerbürg. – 23 S., Simon Schropp'sche Hof-Landkartenhandlung, Berlin.
- BARTHEL, M. (1976): Farne und Cycadeen. – In: Eozäne Floren des Geiseltales. – Abhandlungen des Zentralen Geologischen Instituts (Paläontologische Abhandlungen) 26: 439-498. Berlin.
- COLLINSON, M. E. (2001): Cainozoic ferns and their distribution. – *Brittonia* 53 (2): 173-235. New York.
- COLLINSON, M. E. (2002): The ecology of Cainozoic ferns. – Review of Palaeobotany and Palynology 119: 51-68. Amsterdam.
- FELDER, M., RADTKE, G. & KELLER, T. (2011): Ein neues Schwarzpeltit-Vorkommen im Westerwald (Forschungsbohrung Elbtal-Elbgrund, Hessen). – Geologisches Jahrbuch Hessen 137: 85-101. Wiesbaden.
- FELIX-HENNINGSSEN, P. (1990): Die mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke (MTV) im Rheinischen Schiefergebirge – Aufbau, Genese und quartäre Überprägung. – Relief – Boden – Paläoklima 6: 192 S., Stuttgart.
- FLORIN, R. (1922): Zur alttertiären Flora der südlichen Mandschurei. – *Palaeontologia Sinica* (Series 20 A) 1: 1-52. Peking.
- FREISE, F. (1908): Die Braunkohlenlagerstätten des Hohen Westerwaldes – unter besonderer Berücksichtigung ihrer wirtschaftlichen Verhältnisse. – Zeitschrift für praktische Geologie mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstättenkunde, der Bergwirtschaftslehre, der Bergbaugeschichte und der Montanstatistik 16: 231. Berlin.
- FROHWEIN, E. (1885): Beschreibung des Bergreviers Dillenburg. – 144 S., A. Marcus. Bonn.
- GAD, J., SCHREIBER, U. & WEIDENFELLER, M. (2015): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25 000, Blatt 5413 Westerbürg. – Landesamt für Geologie und Bergbau. Mainz.
- GARDNER, J. S. & v. ETTINGSHAUSEN, C. (1880): A Monograph of the British Eocene Flora. Vol. I, part II, Filices. – Monographs of the Palaeontographical Society 34 (157): 39-58. London.
- GIEBEL, C. (1857): Palaeontologische Untersuchungen. – Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften 10: 301-317. Halle (Saale).
- HERRMANN, M., ASHRAF, A.R., UHL, D. & MOSBRUGGER, V. (2009): Die oberoligozäne Palynoflora der Bohrung Enspel 1996/1 (Westerwald, W-Deutschland) – Teil 1: Sporen und Gymnospermen. – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen 37: 33-76. Mainz.
- KELLER, T. & WAPPLER, T. (2006): Elbtal-Elbgrund (Hessen; Bundesrepublik Deutschland): Ein fossilreiches mitteltertiäres Schwarzpeltit-Vorkommen im östlichen Westerwald. – DGaE Nachrichten (Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e.V.) 20 (1): 25. Münchenberg.
- KÖHLER, J. & UHL, D. (2014): Die Blatt- und Karpoflora der oberoligozänen Fossilagerstätte Enspel (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, Beihefte 35: 1-87. Mainz.
- KRÜGER, P., PAUDAYAL, K., WUTTKE, M. & UHL, D. (2017): Ein Beitrag zur oberoligozänen Makroflora von Norken (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 54: 65-81. Mainz.
- KVACEK, Z. & MARTINETTO, E. (2016): Foliage accumulations of *Osmunda lignitum* (Osmundaceae) in the Oligocene of northern Italy and western Germany. – Fossil Imprint 72 (3-4): 131-139. Prag.
- LGB (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Hrsg.) (2005): Geologie von Rheinland-Pfalz. – 400 S., Schweizerbart. Stuttgart.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – 681 S., G. Fischer. Jena, Stuttgart & New York.
- MATHIESEN, F. J. (1965): Palaeobotanical investigations into some cormophytic macrofossils from the Neogene Tertiary lignites of central Jutland. Part I: Introduction and Pteridophytes. – Biologiske Skrifter udgivet af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab 14 (6): 1-46. Kopenhagen.
- MÜLLER, P. (1997): Fossilagerstätten im Westerwald. – Westerbürger Hefte 25: 54 S., Westerbürg.
- PFUG, H. D. (1959): Die Deformationsbilder im Tertiär des rheinisch-saxonischen Feldes. – Freiburger Forschungshefte Reihe C, Geowissenschaften, Paläontologie 71: 1-110. Leipzig.
- POSCHMANN, M., SCHINDLER, T. & UHL, D. (2010): Fossil-Lagerstätte Enspel – a short review of current knowledge, the fossil association, and a bibliography. – In: WUTTKE, M., UHL, D. & SCHINDLER, T. [eds]: Fossil-Lagerstätte Enspel – exceptional preservation in an Upper Oligocene maar. – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 90 (1): 3-20. Berlin, Heidelberg.
- SAUER, D. & FELIX-HENNINGSSEN, P. (2006): Saproliite, soils and sediments in the Rhenish Massif as records of climate and landscape history. – Quaternary International 156-157: 4-12. Amsterdam.
- SCHÄFER, P., SCHINDLER, T., HOTTENROTT, M. & WUTTKE, M. (2011): Westerwald. – 355-375. In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.]: Stratigraphie von Deutschland IX. Tertiär, Teil 1. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 75: 461 S., Hannover.
- SCHINDLER, T. (2011): Das Tertiär des Westerwaldes – Paläogeographie, Fossilien und neue Forschungsansätze. – Aufschluss 62 (4/5): 248-49. Heidelberg.
- SCHINDLER, T. (2013): Belebend, zerstörend, konservierend – die Wirkung von Vulkanismus auf die belebte Umwelt. – Fossilien 30 (6): 343-351. Wiebelsheim.
- SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2010): Geology and limnology of the Enspel Formation (Chattian, Oligocene; Westerwald, Germany). – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 90 (1): 21-27. Berlin, Heidelberg.
- SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2015): A revised sedimentological model for the late Oligocene crater lake Enspel (Enspel Formation, Westerwald Mountains, Germany). – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironment 95 (1): 5-16. Berlin, Heidelberg.
- SCHREIBER, U. (1996): Tertiärer Vulkanismus des Westerwaldes. – In: THEIN, J. & SCHÄFER, A. [Hrsg.]: Exkursionsführer 148. Hauptversammlung der DGG. – Terra Nostra 96 (7): 187-212. Bonn.
- STECKHAN, W. (1973): Die Braunkohlen des Westerwaldes. – Hessisches Lagerstättenarchiv 6: 1-114. Wiesbaden.
- STUR, D. (1870): Über zwei neue Farne aus den Sotzka-Schichten von Möttning in Krain. – Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt 20: 2-14. Wien.
- TEIKE, M. & TOBIEN, H. (1950): Über Säugerreste aus der Braunkohlengrube "Glückauf-Phönix" bei Breitscheid/Westerwald. – Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden VI: 112-119. Wiesbaden.
- UHL, D. (2014): Paläobotanische Problematika aus dem Oberoligozän von Enspel (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 51: 45-53. Mainz.
- UHL, D. (2015): Preliminary note on fossil flowers and inflorescences from the Late Oligocene of Enspel (Westerwald, W-Germany). – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 95 (1): 47-53. Berlin, Heidelberg.
- UHL, D. (2017): Neue Funde der fossilen Krebschere *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) KEILHACK (Hydrocharitaceae) aus dem Oberoligozän des Westerwaldes (Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – Mitteilungen der POLLICHIA 98: 41-49. Bad Dürkheim.
- UHL, D. & HERRMANN, M. (2010): Palaeoclimate estimates for the Late Oligocene taphoflora of Enspel (Westerwald, W-Germany) based on palaeobotanical proxies. – In: WUTTKE, M., UHL, D. & SCHINDLER, T. [Hrsg.]: Fossil-Lagerstätte Enspel – exceptional preservation in an Upper Oligocene maar. – Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 90 (1): 39-47. Berlin, Heidelberg.
- UHL, D., KRÜGER, P. S. & WUTTKE, M. (2018): Epidermal anatomy of *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER from the Late Oligocene of the Westerwald (Rhineland-Palatinate, W-Germany). – Fossil Imprint 75: 334-340. Prag.
- UHL, D. & POSCHMANN, M. (2018): *Groenlandia peschieri* sp. nov. (Potamogetonaceae) from the Late Oligocene Fossil-Lagerstätte Enspel (Westerwald, Germany). – Acta Palaeobotanica 58: 61-72. Krakau.
- UHL, D., SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2011): Paläoökologische Untersuchungen im Oberoligozän von Norken (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland) – Erste Ergebnisse. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 48: 115-127. Mainz.
- WEBER, C. O. (1852): Die Tertiärflora der Niederrheinischen Braunkohlenformation. – Palaeontographica 2: 117-247. Stuttgart.
- ZINCKEN, C. F. (1878): Die Fortschritte der Geologie der Tertiärkohle, Kreidekohle, Jurakohle und Triaskohle oder Ergänzungen zu der Physiographie der Braunkohle. – 200 S., Verlag von A. Mentzel. Leipzig.

Anschriften der Verfasser

apl. Prof. Dr. Dieter Uhl & Dr. Michael Wuttke
Senckenberg Forschungsinstitut und
Naturmuseum Frankfurt
Senckenberganlage 25
D-60325 Frankfurt a. M.
E-Mail: dieter.uhl@senckenberg.de;
michael.wuttke@senckenberg.de

Eberhard Klein
Dürerstraße 18
D-42119 Wuppertal
E-Mail: eberhardklein@freenet.de

Dr. Thomas Schindler
Generaldirektion Kulturelles Erbe RLP
Direktion Landesarchäologie
– Erdgeschichte –
Niederberger Höhe 1
D-56077 Koblenz
E-Mail: thomas.schindler@gdke.rlp.de

Manuskript eingegangen: 06.02.2019

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Uhl Dieter, Klein Eberhard, Schindler Thomas, Wuttke Michael

Artikel/Article: [Ein Massenvorkommen von *Osmunda \(Plenasium\) lignitum* \(Giebel\) Stur \(*Osmundaceae*\) im Oberoligozän von Guckheim \(Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland\) 59-70](#)