

Mainzer naturwiss. Archiv	58	S. 41–52	1 Abb., 4 Taf.	Mainz 2021
---------------------------	----	----------	----------------	------------

Ein Cupressaceen-Holz aus dem pliozänen Kratersee von Ruppach-Goldhausen (Westerwald, Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland)

RAFAEL SPIEKERMANN, MARTINA DOLEZYCH, MICHAEL WUTTKE & DIETER UHL

Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit beschreiben wir das Sekundärxylem eines fossilen Holzes aus den pliozänen Schichten, die in einem Kratersee in Ruppach-Goldhausen im Westerwald (Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland) abgelagert wurden. Das Exemplar ist lignitiert und wurde aufgrund seiner anatomischen Merkmale als cf. *Cupressinoxylon* klassifiziert. Dies ist die erste Beschreibung eines fossilen Holzes aus den Schichten dieses Paläosees, welches uns neue Informationen über die Paläovegetation in der Umgebung des Sees während des Pliozäns liefert.

Abstract

Fossil Cupressacean wood from the Pliocene crater lake at Ruppach-Goldhausen (Westerwald, Rhineland-Palatinate, SW Germany)

Here we describe the secondary xylem of a wood fossil, which was recovered from the Pliocene strata deposited within a crater lake at Ruppach-Goldhausen in the Westerwald (Rhineland-Palatinate, southwestern Germany). The lignified specimen was assigned to cf. *Cupressinoxylon* based on its set of anatomical characteristics. This is the first description of a wood fossil from the strata deposited in this palaeo-lake, providing new information about the palaeo-vegetation that grew in this region during the Pliocene.

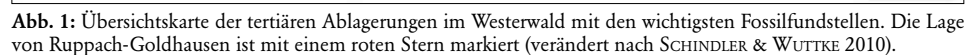
Key words

Cupressinoxylon, wood anatomy, crater lake, Westerwald, Pliocene

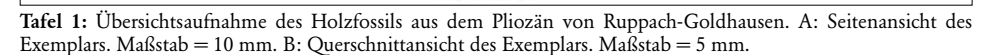
Fossilführende Schichten, die in präquartären vulkanogenen Kraterseen abgelagert wurden, ermöglichen oft außergewöhnliche Einblicke in terrestrische Paläoökosysteme (z. B. SMITH et al. 2018). In Mitteleuropa wurde eine beträchtliche Anzahl solcher Seetypen aus dem Paleogen und Neogen dokumentiert, wie zum Beispiel der paläozäne See in Menat in Frankreich (z. B. WEDMANN et al. 2018), die eozänen Seen von Eckfeld und Messel (z. B. LUTZ et al. 2010, SMITH et al. 2018), die oligozänen Seen von Enspel (z. B. POSCHMANN et al. 2010, KÖHLER & UHL 2014, UHL & POSCHMANN 2018), Rott (z. B. MOSBRUGGER 1996, WINTERSCHEID et al. 2018), Kleinsaubernitz (WALTHER 1999), die miozänen Seen von Höwenegg (z. B. MUNK et al. 2007, GAUDANT 2015) und das Randecker Maar (z. B. RASSER et al. 2013). In jüngerer Zeit wurde in der Tongrube Maria bei Ruppach-Goldhausen im Westerwald (Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland, Abb. 1)

ein weiterer, bislang unbekannter vulkanogener Kratersee entdeckt (POSCHMANN et al. 2015). Dieser See war mäßig tief und der Krater, in dem er sich befand, wurde wohl durch eine phreatomagmatische Explosion gebildet. Die inzwischen abgebaute Seefüllung bestand hauptsächlich aus gelbbraunem und grau gefärbtem Laminiten. In seiner Randfazies traten vermehrt grobklastische Schuttstrom-Ablagerungen auf, und am Top der Laminitabfolge verlandete der See und wurde von einer Sumpf-Fazies abgelöst. Eine erste, unpublizierte Untersuchung der Palynomorphen ergab, dass die Sedimente des Sees im Pliozän abgelagert wurden (mündl. Mitt. M. HOTTENROTT in POSCHMANN et al. 2015).

Zusätzlich zu den Palynomorphen wurde auch eine mäßig-diverse Fossilasoziation aus den laminierten Schichten des Kratersees bei Ruppach-Goldhausen geborgen. Diese Taphozönose umfasst Diatomeen, Cyanobakterien-Matten, terrestrische und aquatische Arthropoden, Koprolithen und sehr viele



und selten Holzkohle (WUTTKE & SCHINDLER 2010, POSCHMANN et al. 2015). Obwohl reichlich vorhanden und exzellent erhalten, wurden diese Pflanzenfossilien bisher noch nicht



im Detail untersucht. In der vorliegenden Arbeit beschreiben wir erstmals das Sekundär-xylem eines Holzfossils aus dieser Taphozönose. Eine Bearbeitung der übrigen pflanzlichen Großreste ist derzeit in Vorbereitung.

2. Material und Methoden

Das hier untersuchte Holzfossil stammt aus grauen Laminiten, die in dem Pliozän-Kratersee der Maria-Tongrube bei Ruppach-Goldhausen (UTM: N 50.470890, E 7.880545) abgelagert wurden (WUTTKE & SCHINDLER 2010, POSCHMANN et al. 2015). Das Exemplar ist lignitiert, weist eine Länge von ca. 40 mm auf (Taf. 1A) und ist aufgrund der Diagenese zu einem Durchmesser von ca. 11 mm $\times$ 36 mm im Querschnitt (Taf. 2B) seitlich zusammengedrückt. Fragmente des Quer-, Radial- und Tangential-schnittes des sekundären Xylems wurden mithilfe von Präpariernadeln und Pinzetten unter einem Binokular extrahiert. Die extrahierten Holzstücke wurden mithilfe von Leit-C (Plano GmbH, Wetzlar, Deutschland) auf Standard-Objektträger für die Rasterelektronenmikroskopie montiert. Danach wurden sie mit einer Gold-Palladium-Legierung bedampft sowie mit einem Rasterelektronenmikroskop JEOL JSM 6490 LV (REM, Beschleunigungsspannung 20 kV) am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt untersucht. Die holzanatomische Beschreibung folgt der IAWA *List of microscopic features for softwood identification* (IAWA committee 2004). Die anatomischen Merkmale des Holzes wurden mit dem Bildanalyseprogramm ImageJ-NIH gemessen (SCHNEIDER et al. 2012). Abmessungen wurden aus 25 Messungen jedes anatomischen Charakters berechnet. Der Durchschnitt wird zuerst angezeigt und die Minimal- und Maximalwerte sind in runden Klammern angegeben. Die Tafeln wurden mit CorelDRAW® Graphics Suite 2018

zusammengestellt. Das Holzfossil und die REM-Träger werden in der Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz/Naturhistorisches Museum Mainz, Mainz, aufbewahrt (Inv.-Nr. PB 2020/5154-LS a bis e).

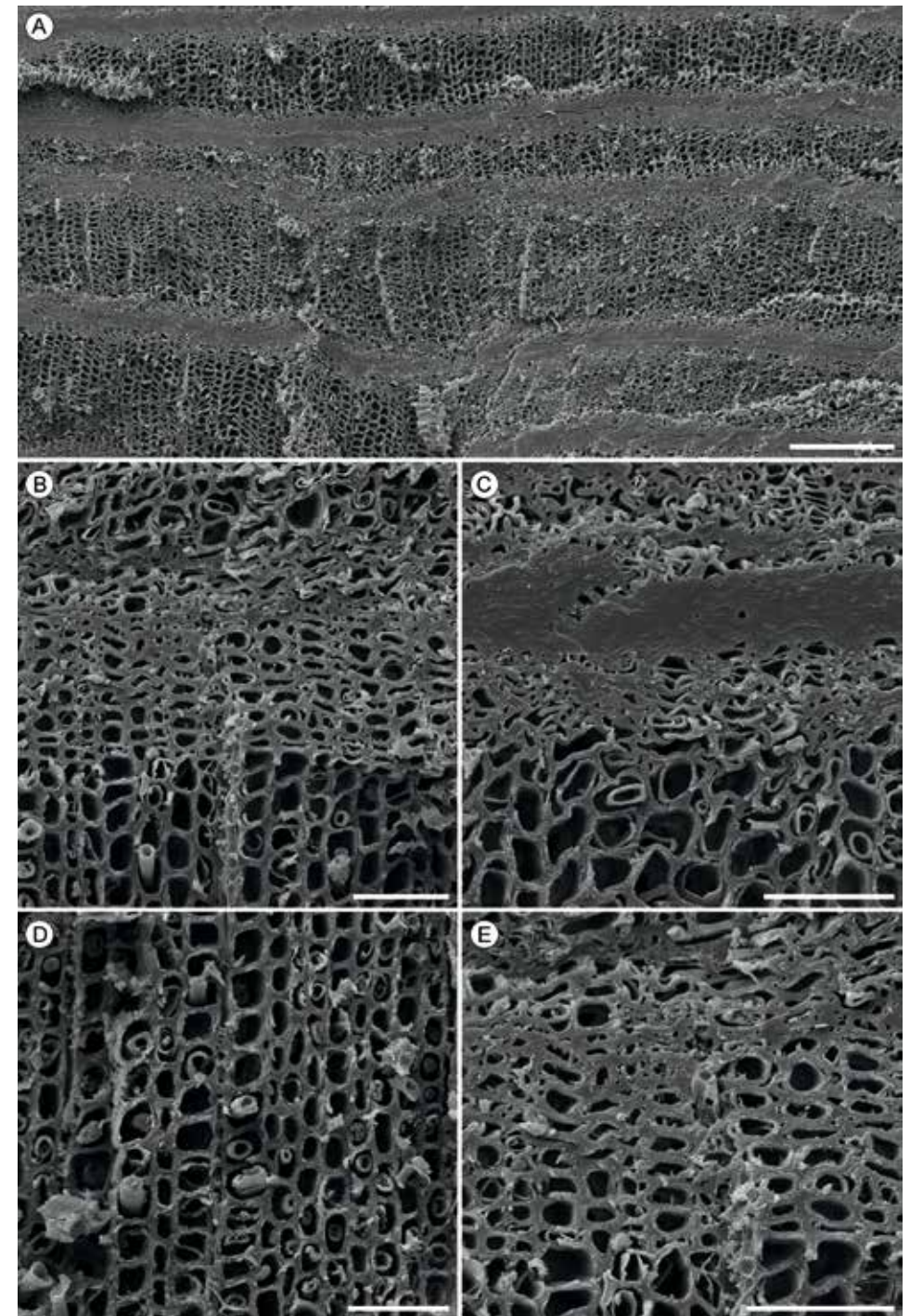
3. Systematische Paläontologie

Order **Cupressales** LINK, 1829
Familie **Cupressaceae** GRAY, 1821
[nom. cons.] (incl. *Taxodiaceae* SAPORTA, 1865)
cf. *Cupressinoxylon*

Beschreibung

Es handelt sich um ein pyknoxyles Gymnospermen-Holz mit deutlichen Wachstumsringen und ohne Harzkanäle (Taf. 2A). Der Übergang vom Früh- zum Spätholz ist abrupt (Taf. 2B). Im Querschnitt ist ein großer Teil der Tracheiden (insbesondere, die aus dem Spätholz) stark zusammengedrückt oder verzerrt (Taf. 2A, C). Die Tracheiden des Frühholzes, wenn nicht verzerrt, sind quadratisch, rechteckig oder oval im Querschnitt (Taf. 2D), mit einem tangentialen Durchmesser von 14,6 μ m (11,2-19,1) und einem radialen Durchmesser von 17,3 μ m (13,7-20,8). Die meisten Tracheiden des Spätholzes sind in radialer Richtung des Holzes abgeflacht, einige jedoch nicht und diese haben eine polygonale, ovale, elliptische oder quadratische Form im Querschnitt (Taf. 2E). Abgeflachte Tracheiden des Spätholzes haben einen tangentialen Durchmesser von 12,8 μ m (8,1-15,9) und einen radialen Durchmesser von 5,3 μ m (4,3-6,7), die nicht abgeflachten Tracheiden haben einen tangentialen Durchmesser von 11,2 μ m (7,7-14,1) und einen radialen Durchmesser von 10,6 μ m (7-13).

Hoftüpfel auf den radialen Wänden der Tracheiden sind hauptsächlich in einer senkrechten Reihe angeordnet (Taf. 3A). Sehr selten



Tafel 2: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von cf. *Cupressinoxylon* aus dem Pliozän von Ruppach-Goldhausen. A: Übersicht über den Holzquerschnitt mit den Wachstumsringen. Maßstab = 200 μ m. B: Abrupter Übergang vom Früh- zum Spätholz. Maßstab = 50 μ m. C: Verzerrte Tracheiden des Frühholzes und stark zusammengedrückte Tracheiden des Spätholzes. Maßstab = 50 μ m. D: Tracheiden des Frühholzes im Querschnitt. Maßstab = 50 μ m. E: Tracheiden des Spätholzes im Querschnitt. Maßstab = 50 μ m.

finden sich zweireihige Tüpfel und diese sind dann opponiert angeordnet (Taf. 3B). Die Hoftüpfel berühren sich nicht und sind kreisförmig oder leicht elliptisch (Abietoider Typus: Taf. 3C-D), mit einem senkrechten Durchmesser von 8,8 μm (7,3-11,5) und einem horizontalen Durchmesser von 9,2 μm (7,4-11,4). Ihre Pori sind im Allgemeinen kreisförmig, oval oder elliptisch (Taf. 3C-D), mit einem senkrechten Durchmesser von 1,9 μm (1,2-3,1) und einem horizontalen Durchmesser von 2 μm (1-3,5). In den tangentialen Wänden der Tracheiden wurden keine Tüpfel beobachtet. Axialparenchym ist vorhanden aber nicht gut erhalten; es scheint aus länglichen rechteckigen Zellen zusammengesetzt zu sein (Taf. 3E-F).

Die Holzstrahlen sind homozellular, einreihig und 3-7 Zellen hoch (Taf. 4. A-B). Die Strahlzellen erscheinen rechteckig im Radialschnitt des Holzes (Taf. 4C), mit einer Höhe von 12,9 μm (10,1-18,5) und einer Breite von 36 μm (30-45,4). Die senkrechten und horizontalen Wände der Strahlzellen (soweit erkennbar) scheinen mehr oder weniger glatt zu sein (Taf. 4C-D). Im Tangentialschnitt des Holzes sind die Zellen der Strahlen rundlich (Taf. 4E). Quertracheiden wurden nicht beobachtet. Kreuzfeldtüpfel berühren sich nicht; sie sind in horizontalen Reihen angeordnet, manchmal aber auch in senkrechten Reihen mit zwei Tüpfeln (Taf. 4F-G). Die Tüpfel sind im Allgemeinen mehr oder weniger oval oder elliptisch im Umriss (Taf. 4F-G), aber schlecht erhalten (z. B. ohne gut erhaltene Details der Öffnung). Auf diese Weise ist es schwierig zu bestimmen, zu welchem Kreuzfeldtüpfel-Typus sie ursprünglich gehörten. Cupressoide Kreuzfeldtüpfel schienen vorhanden gewesen zu sein (Taf. 4D, 4G).

Bemerkungen

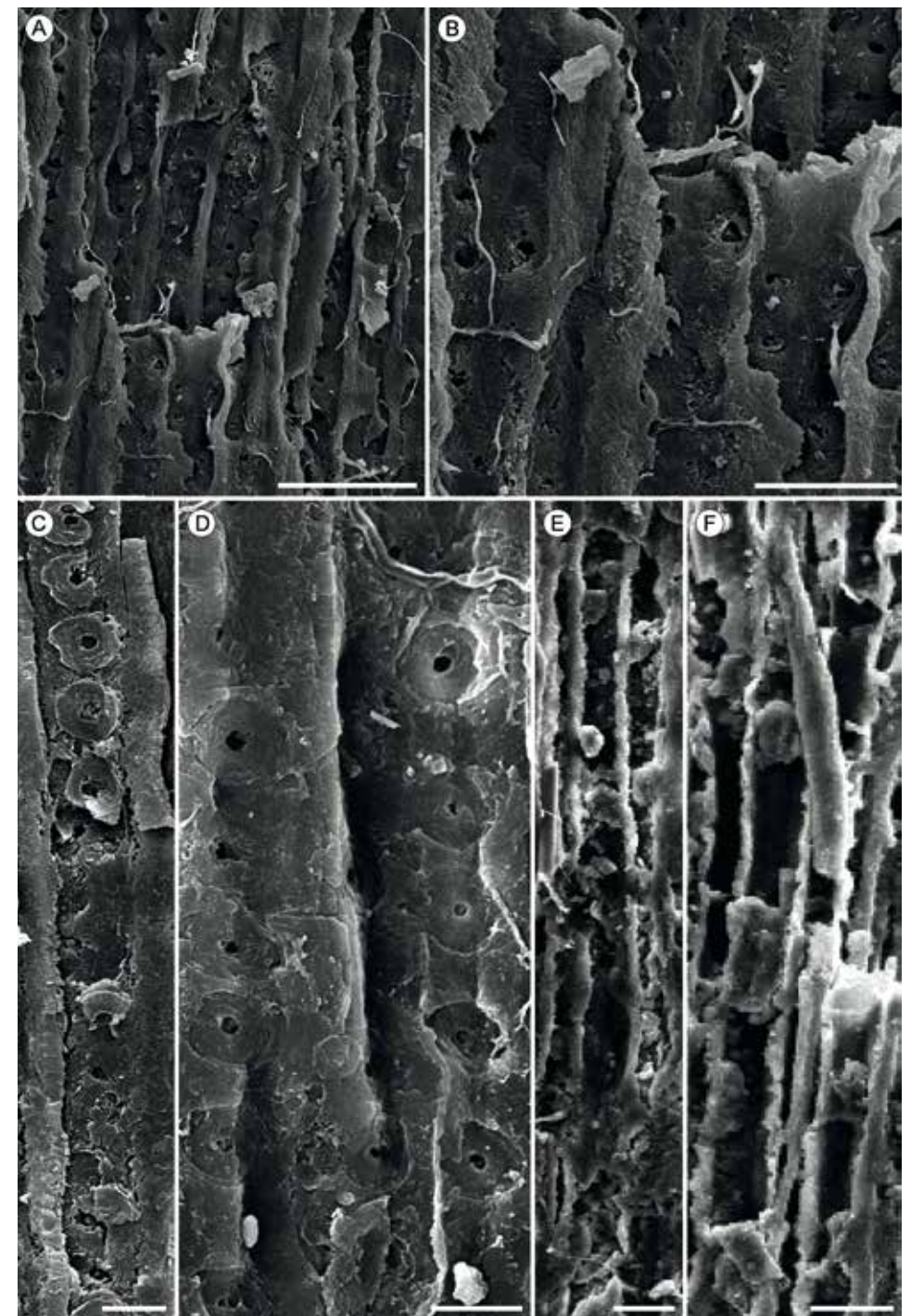
Das hier beschriebene Exemplar konnte aufgrund der folgenden Merkmale als cf.

Cupressinoxylon der fossilen Holzgattung *Cupressinoxylon* GÖPP., 1850 emend. DOLEZYCH, 2005 zugeordnet werden: (1) deutliche Wachstumsringe; (2) keine Harzkanäle; (3) Hoftüpfel auf den radialen Wänden der Tracheiden vom abietoiden Typus, hauptsächlich in einer senkrechten Reihe angeordnet; (4) Holzstrahlen homozellular und einreihig; (5) Wände der Strahlzellen mehr oder weniger glatt; (6) Kreuzfeldtüpfel, auch vermutlich cupressoiden Typus, in horizontalen oder vertikalen Reihen angeordnet; (7) Axialparenchym vorhanden.

GÖPPERT (1850, S. 196-197) ordnete fossiles Holz, das Ähnlichkeiten mit rezenten Arten verschiedener Familien, so z. B. der Cupressaceae, Taxodiaceae, Phyllocladaceae und Podocarpaceae aufwies, zu seiner Gattung *Cupressinoxylon* GÖPP., 1850. Dolezych (2005) stellte eine emendierte Gattung *Cupressinoxylon* GÖPP. emend DOLEZYCH für Koniferenhölzer mit einer Kombination (1) mit vor allem cupressoiden Kreuzungsfeldtüpfeln; (2) meistens glatten Strahlwänden und (3) vorhandenem Axialparenchym auf. Das untersuchte Fossil zeigt nicht eindeutig die cupressoiden Kreuzungsfeldtüpfel und deshalb wird hier nur eine offene Bestimmung als cf. *Cupressinoxylon* angegeben.

Cupressinoxylon GÖPP. 1850 wurde ursprünglich errichtet, um gymnosperme Holzfossilien zu klassifizieren, die keine Harzkanäle aufweisen und aus Tracheiden, Holzstrahlen und Axialparenchym zusammengesetzt sind. Darunter würden heute mehrere fossile Holzgattungen, z. B. *Glyptostroboxylon* CONW. 1884 emend. DOLEZYCH et BURGH 2004, *Taxodioxylon* sensu GOTHAN 1905 und *Podocarpoxylon* sensu GOTHAN 1905 oder auch fossile Hölzer, die z. B. Affinitäten zu den Familien der Cupressaceae (inkl. ehem. Taxodiaceae) und Podocarpaceae besitzen, gehören. Die Anatomie des Holzes der Familien Taxodiaceae und Cupressaceae ist sehr ähnlich (STEWART & ROTHWELL 1993). Systematisch-phylogenetische Analysen fassen sie als Cu-

Tafel 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von cf. *Cupressinoxylon* aus dem Pliozän von Ruppach-Goldhausen. A: Übersicht über die Hoftüpfel in den radialen Wänden der Tracheiden. Maßstab = 50 μm . B: Die selten zweireihig opponierenden Tüpfel in den radialen Wänden der Tracheiden. Maßstab = 25 μm . C und D: Hoftüpfel auf den radialen Wänden der Tracheiden. Maßstäbe = 10 μm . E und F: Axialparenchym. Maßstäbe = 25 μm .



pressaceae *sensu lato* zusammen (Eckenwalder 1976, GADEK et al. 2000, CHRISTENHUSZ et al. 2011, ROMÁN-JORDÁN et al. 2017). Eine große Anzahl Arten, die zu *Cupressinoxylon* gestellt wurden, wurde von beiden Hemisphären, von der Trias bis zum Neogen beschrieben (z. B. KRÄUSEL 1949, VAUDOIS & PRIVÉ 1971, DOLEZYCH & SCHNEIDER 2006, BREA et al. 2016, RÍOS-SANTOS et al. 2020, GNAEDINGER & ZAVATTIERI 2020). Da die Anatomie des Holzes von *Cupressinoxylon* relativ einheitlich ist, sind Details wie die Kreuzungsfeldtüpfel wichtig für die Definition und Klassifizierung von Arten innerhalb der Gattung. Die beobachteten Kreuzungsfeldtüpfel des hier untersuchten Holzfossils sind leider nicht gut erhalten, und deshalb wurde das Material als cf. *Cupressinoxylon* klassifiziert.

4. Paläoökologie und Paläoklima

Basierend auf vorläufigen palynologischen Ergebnissen und vor allem dem Vorkommen von *Ginkgo adiantoides*, welcher im Pliozän Mitteleuropas bisher nur im so genannten Florenkomplex Reuver bekannt ist (MAI 1995), postulierten POSCHMANN et al. (2015) ein oberpliozänes Alter (Piacenzium) für die Fundstelle in Ruppach-Goldhausen. Aus anderen Fundstellen des Florenkomplexes Reuver, wie etwa Frankfurt am Main, Willershausen, Berga und Auenheim, kennt man verschiedene Vertreter der Cupressaceae (z. B. FERGUSON & KNOBLOCH 1998, GREGOR & STORCH 2000, KNOBLOCH 1998, KNOBLOCH & GREGOR 2000, KVAČEK et al. 2008, 2020, MAI & WALTHER 1988, TEODORIDIS et al. 2009). Die Familie ist z. B. mit fünf Gattungen (*Calocedrus*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Sequoia* und *Taxodium*) in der nur 70 km südöstlich von Ruppach-Goldhausen gelegenen Fundstelle in Frankfurt am Main (= Klärbeckenflora) vertreten (KVAČEK et al. 2020). Von anderen Lokalitäten kennt man zusätzlich Vertreter der

Gattungen *Chamaecyparis* (z. B. Berga: MAI & WALTHER 1988; Willershausen: KNOBLOCH 1998), *Libocedrus* (z. B. Auenheim: KVAČEK et al. 2008) und *Thuja* (z. B. Auenheim: KVAČEK et al. 2008). Die Familie war also im Oberpliozän Mitteleuropas recht divers, ein weiterer Grund, warum genauere paläoökologische Interpretationen des hier vorgestellten Fundes im Moment unmöglich sind.

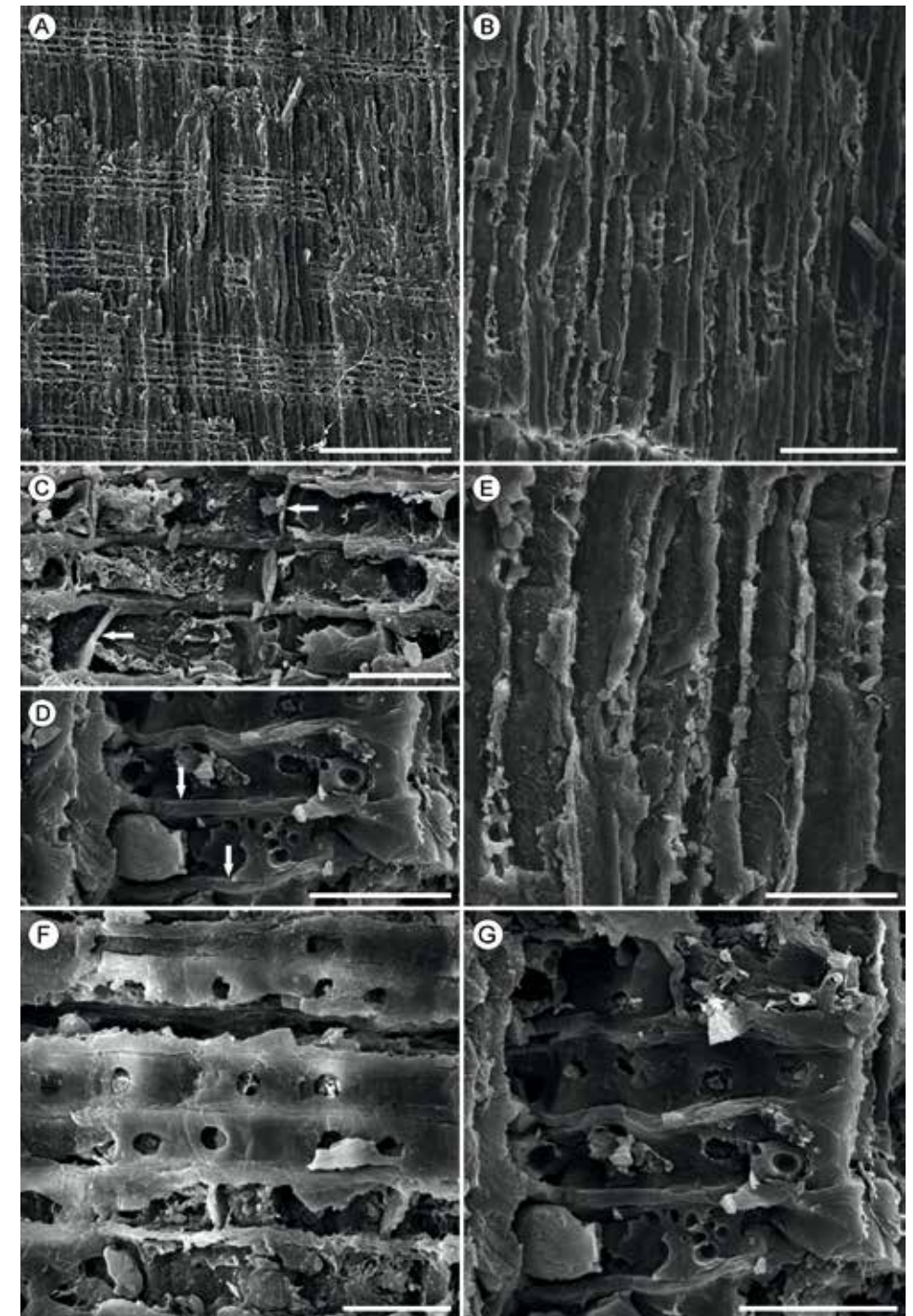
Aufgrund der Geologie der Fundstelle wurde interpretiert, dass der Kratersee bei Ruppach-Goldhausen wahrscheinlich von dem umgebenden Gewässernetz isoliert war (WUTTKE & SCHINDLER 2010, POSCHMANN et al. 2015). Auf diese Weise ist es immerhin möglich zu spekulieren, dass das hier untersuchte Fossil bis zum Eintritt in den Ablagerungsbereich keinen großen hydraulischen Transport erfahren hat und wahrscheinlich Teil der Vegetation in der direkten Umgebung des Paläosees war.

Die regelmäßigen und deutlich ausgeprägten Wachstumsringe, die im untersuchten Fossil beobachtet werden können, deuten auf eine ausgeprägte Saisonalität während des Oberpliozäns im Westerwald hin. Auch das gehäufte Auftreten von Wasserfloh-Ephippien in einzelnen Laminen des Sees wurde von POSCHMANN et al. (2015) als ein Hinweis auf Saisonalität gedeutet. Quantitative Paläoklima-Analysen der Makro-Floren der Lokalitäten Frankfurt am Main, Willershausen, Berga und Auenheim (THIEL et al. 2012, KVAČEK et al. 2020) rekonstruierten ein Cfa-Klima mit deutlicher Saisonalität der Temperaturen, aber auch der Niederschläge für das Oberpliozän.

5. Schlussbetrachtungen

In diesem Beitrag lieferten wir die erste anatomische Beschreibung eines fossilen Holzes, das aus den laminieren Schichten des pliozänen Kratersees bei Ruppach-Goldhausen im Westerwald geborgen wurde. Die anatomische Struktur des Holzfossils weist darauf hin,

Tafel 4: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von cf. *Cupressinoxylon* aus dem Pliozän von Ruppach-Goldhausen. A: Radialschnitt des Holzes mit den homozellularen Holzstrahlen. Maßstab = 200 µm. B: Tangentialschnitt des Holzes mit den einreihigen Holzstrahlen. Maßstab = 100 µm. C und D: Strahlzellen im Radialschnitt; Pfeile zeigen die glatten Wände der Zellen. Maßstäbe = 20 µm. E: Tangentialschnitt des Holzes mit Strahlzellen. Maßstab = 50 µm. F und G: Radialschnitt des Holzes mit Kreuzungsfeldern und Kreuzfeldtüpfeln. Maßstäbe = 20 µm



dass es als offene Bestimmung cf. *Cupressinoxylon* zur Holzgattung *Cupressinoxylon* Göpp. emend. DOLEZYCH gestellt werden kann, was auch darauf hinweist, dass im Pliozän Pflanzen der Familie Cupressaceae *sensu stricto* in der Umgebung dieses Paläosees gewachsen sind. Weitere detaillierte Untersuchungen über die fossile Flora aus den Ablagerungen des Kratersees bei Ruppach-Goldhausen, können wichtige Informationen über die Vegetation und das terrestrische Paläoökosystem dieses Gebiets liefern.

6. Danksagung

Wir danken Frau Claudia FRANZ, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt, für die technische Unterstützung bei den REM-Aufnahmen. Rafael SPIEKERMANN dankt der CAPES von Brasilien (DOUTORADO-CAPES-DAAD – 88881.199788/2018-01) für die finanzielle Unterstützung.

7. Literatur

- BREA, M., BELLOSI, E. S., UMAYANO, A. M. & KRAUSE, J. M. (2016): Aptian–Albian Cupressaceae (*sensu stricto*) woods from Cañadón Asfalto Basin, Patagonia Argentina. – *Cretaceous Research* **58**: 17-28. Amsterdam.
- CHRISTENHUSZ, M. J. M., REVEAL, J. L., FARJON, A., GARDNER, M. F., MILL, R. R. & CHASE, M. W. (2011): A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. – *Phytotaxa* **19**: 55-70. Auckland.
- CONWENTZ, H. (1884): Árboles fósiles del Río Negro. – *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba* **7**: 435-456. Buenos Aires.
- DOLEZYCH, M. (2005): Koniferenholzer im Lausitzer Flöz und ihre ökologische Position. – *LLP Contribution Ser.* **19**: 1-339. Utrecht.
- DOLEZYCH, M. & SCHNEIDER, W. (2006): Inkohlte Hölzer und Cuticulae dispersae aus dem 2. Miozänen Flözhorizont im Tagebau Welzow (Lausitz) – Taxonomie und vergleichende feinstratigraphisch-fazielle Zuordnung. – *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* **34**: 165-259. Berlin.
- DOLEZYCH, M. & VAN DER BURGH, J. (2004). Xylotomische Untersuchungen an inkohlten Hölzern aus dem Braunkohlentagebau Berzdorf (Oberlausitz/Deutschland). – *Feddes Repertorium* **115**: 397-437. Berlin.
- ECKENWALDER, J. E. (1976): Re-evaluation of the Cupressaceae and Taxodiaceae: a proposed merger. – *Madroño* **23**: 237-256. Berkeley.
- FERGUSON, D. K. & KNOBLOCH, E. (1998): A fresh look at the rich assemblage from the Pliocene sink-hole of Willershausen, Germany. – *Review of Palaeobotany and Palynology* **101**: 271-286. Amsterdam.
- GADEK, P. A., ALPERS, D. L., HESLEWOOD, M. M. & QUINN, C. J. (2000): Relationships within Cupressaceae *sensu lato*: a combined morphological and molecular approach. – *American Journal of Botany* **87**: 1044-1057. St. Louis, Mo.
- GAUDANT, J. (2015): Re-examination of the upper Miocene freshwater fish fauna from Höwenegg (Hegau, Germany). – *Swiss Journal of Palaeontology* **134**: 117-127. Berlin, Heidelberg.
- GNÄDINGER, S. C. & ZAVATTIERI, A. M. (2020): Coniferous woods from the Upper Triassic of southwestern Gondwana, Tronquimalal Group, Neuquén Basin, Mendoza Province, Argentina. – *Journal of Paleontology* **94**: 387-416. Cambridge.
- GÖPPERT, H. R. (1850): Monographie der fossilen Coniferen. Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Harlem. 286 + 73 S., 58 Tafeln (z. T. gefaltet). Arnz & Comp. Leiden.
- GOTHAN, W. (1905): Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer. – *Königlich Preussische Geologische Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin* **44**: 1-108. Berlin.
- GRAY, S. F. (1821): A natural arrangement of British plants, Volume 2. Baldwin, Cradock & Joy. London.
- GREGOR, H. J. & STORCH, D. (2000): Die Flora von Willershausen – kritische Bemerkungen zu den bisherigen Florenlisten und Elementen sowie zur Paläoökologie, Soziologie und zum Paläoklima der Fundstelle. – *Documenta Naturae* **132**: 37-63. München.
- IAWA committee [RICHTER, H. G., GROSSER, D., HEINZ, I. & GASSON, P. E., Hrsg.] (2004): IAWA list of microscopic features for softwood identification. – *IAWA Journal* **25**: 1-70. Leiden.
- KNOBLOCH, E. (1998): Der pliozäne Laubwald von Willershausen am Harz (Mitteleuropa). – *Documenta Naturae* **120**: 1-302. München.
- KNOBLOCH, E. & GREGOR, H. J. (2000): Ergänzungen zur Flora von Willershausen am Harz – Material am Naturmuseum Augsburg. – *Documenta Naturae* **132**: 27-35. München.
- KRÄUSEL, R. (1949): Die fossilen Koniferenholzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus). – *Palaeontographica Abteilung B* **89**: 83-203. Stuttgart.
- KÖHLER, J. & UHL, D. (2014): Die Blatt- und Karpoflora der oberligozänen Fossilagerstätte Enspel (Westerwald, Rheinland-Pfalz, W-Deutschland). – *Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft* **35**: 87 S., Mainz.
- KVAČEK, Z., TEODORIDIS, V. & GREGOR, H. J. (2008): The Pliocene Leaf Flora of Auenheim, Northern Alsace (France). – *Documenta Naturae* **155**: 1-108. München.
- KVAČEK, Z., TEODORIDIS, V. & DENK, T. (2020): The Pliocene flora of Frankfurt am Main, Germany: taxonomy, palaeoenvironments and biogeographic affinities. – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **100**: 647-703. Berlin, Heidelberg.
- LUTZ, H., KAULFUSS, U., WAPPLER, T., LÖHNERTZ, W., WILDE, V., MERTZ, D. F., MINGRAM, J., FRANZEN, J. L., FRANKENHÄUSER, H. & KOZIOL, M. (2010): Eckfeld Maar: Window into an Eocene Terrestrial Habitat in Central Europe. – *Acta Geologica Sinica – English Edition* **84**: 984-1009. Hoboken, NJ.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. 691 S., Gustav Fischer. Jena, Stuttgart, New York.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1988): Die pliozänen Floren von Thüringen, Deutsche Demokratische Republik. – *Quartärpaläontologie* **7**: 55-297. Weimar.
- MOSBRUGGER, V. (1996): Die Pflanzenwelt des Oberligozäns von Rott. – 69-74. In: KOENIGSWALD, W. VON [Hrsg.]: Fossilagerstätte Rott bei Hennef am Siebengebirge. Das Leben an einem subtropischen See vor 25 Millionen Jahren. 2. erweiterte Aufl., 109 S., Rheinlandia Verlag. Siegburg.
- MUNK, W., BERNOR, R. L., HEIZMANN, E. P. J. & MITTMANN, H.-W. (2007): Excavations at the late Miocene MN9 (10.3 Ma) locality of Höwenegg (Hegau), southwest Germany, 2004-2006. – *Carolinea* **65**: 5-13. Karlsruhe.
- POSCHMANN, M., SCHINDLER, T. & UHL, D. (2010): Fossil-Lagerstätte Enspel – a short review of current knowledge, the fossil association, and a bibliography. – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **90**: 3-20. Berlin, Heidelberg.
- POSCHMANN, M., WEDMANN, S., SCHINDLER, T., UHL, D. & WUTTKE, M. (2015): Eine Arthropoden/Pflanzen-Taphozönose aus einem pliozänen Kratersee bei Ruppach-Goldhausen, Westerwald (Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland). – *Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv* **52**: 103-117. Mainz.
- RASSER, M. W., BECHLY, G., BÖTTCHER, R., EBNER, M., HEIZMANN, E. P. J., HÖLTKE, O., JOACHIM, C., KERN, A. K., KOWAR-EDER, J., NEBELSICK, J. H., ROTH-NEBELSICK, A., SCHÖCH, R. R., SCHWEIGERT, G. & ZIEGLER, R. (2013): The Randeck Maar: palaeoenvironment and habitat differentiation of a Miocene lacustrine system. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **392**: 426-453. Amsterdam.
- RÍOS-SANTOS, C., CEVALLOS-FERRIZ, S. R. & PUJANA, R. R. (2020): Cupressaceous woods in the Upper Cretaceous Cabullona Group in Fronteras, Sonora, Mexico. – *Journal of South American Earth Sciences* **104**: 102756. Amsterdam.
- ROMÁN-JORDÁN, E., ESTEBAN, L. G., PALACIOS, P. D. & FERNÁNDEZ, F. G. (2017): Comparative wood anatomy of the Cupressaceae and correspondence with phylogeny, with special reference to the monotypic taxa. – *Plant Systematics and Evolution* **303**: 203-219. Berlin, Heidelberg.
- SAPORTA, G. (1865): Études sur la végétation du sud-est de la France à l'époque Tertiaire. Deuxième partie, I. Introduction à la deuxième partie. – *Annales des Sciences Naturelles Botanique* **5**: 1-382. Paris.
- SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (2010): Geology and limnology of the Enspel Formation (Chattian, Oligocene; Westerwald, Germany). – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **90**: 21-27. Berlin, Heidelberg.
- SCHNEIDER, C. A., RASBAND, W. S. & ELICEIRI, K. W. (2012): NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. – *Nature methods* **9**: 671-675. Heidelberg.
- SMITH, K. T., SCHAAL, S. F. K. & HABERSETZER, J. (2018): Messel – an ancient greenhouse ecosystem. – *Senckenberg-Buch* **80**: xv+355 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- STEWART, W. N. & ROTHWELL, G. W. (1993): Palaeobotany and the evolution of plants. 2nd ed., XII+521 pp., Cambridge University Press. London.
- TEODORIDIS, V., KVAČEK, Z. & UHL, D. (2009): Pliocene palaeoenvironment and correlation of the Sessenheim-Auenheim floral complex. – *Palaeodiversity* **2**: 1-17. Stuttgart.
- THIEL, C., KLOTZ, S. & UHL, D. (2012): Palaeoclimate estimates for selected leaf floras from the late Pliocene (Reuverian) of Central Europe based on different palaeobotanical techniques. – *Turkish Journal of Earth Sciences* **21**: 263-287. Ankara.
- UHL, D. & POSCHMANN, M. (2018): *Groenlandia peschieri* sp. nov. (Potamogetonaceae) from the Late Oligocene Fossil-Lagerstätte Enspel (Westerwald, Germany). – *Acta Palaeobotanica* **58**: 61-72. Kraków.
- VAUDOIS, N. & PRIVÉ, C. (1971): Révision des bois fossiles de Cupressaceae. – *Palaeontographica Abteilung B* **134**: 61-86. Stuttgart.
- WALTHER, H. (1999): Die Tertiärfloren von Kleinsaubernitz bei Bautzen. – *Palaeontographica Abteilung B* **249**: 63-174. Stuttgart.
- WEDMANN, S., UHL, D., LEHMANN, T., GARROUSTE, R., NEL, A., GOMEZ, B., SMITH, K. T. & SCHAAL, S. F. K. (2018): The Konservat-Lagerstätte Menat (Paleocene; France) – an overview and new insights. – *Geologica Acta* **16**: 189-213. Barcelona.
- WINTERSCHIED, H., KVAČEK, Z., VAÑA, J. & IGNATOV, M. S. (2018): Systematic-taxonomic revision of the flora from the late Oligocene Fossilagerstätte Rott near Bonn (Germany). Part 1: Introduction; Bryidae, Polypodiidae, and Pinidae. – *Palaeontographica Abteilung B* **297**: 103-141. Stuttgart.
- WUTTKE, M. & SCHINDLER, T. (2010): Pliozäner Kratersee im südlichen Westerwald. – *Geowissenschaftliche Mitteilungen* **39**: 23-24. Berlin.

Anschriften der Verfasser

Rafael Spiekermann
Dr. Michael Wuttke
Prof. Dr. Dieter Uhl
Senckenberg Forschungsinstitut
und Naturmuseum Frankfurt
Senckenberganlage 25
D-60325 Frankfurt am Main
E-Mails: rafael.spiekermann@senckenberg.de;
michael.wuttke@senckenberg.de;
dieter.uhl@senckenberg.de

Dr. Martina Dolezych
Senckenberg Naturhistorische Sammlungen
Dresden
Königsbrücker Landstraße 159
D-01109 Dresden
E-Mail: martina.dolezych@senckenberg.de

Manuskript eingegangen: 20.01.2021

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Spiekermann Rafael, Dolezych Martina, Wuttke Michael, Uhl Dieter

Artikel/Article: [Ein Cupressaceen-Holz aus dem pliozänen Kratersee von Ruppach-Goldhausen \(Westerwald, Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland\) 41-52](#)