

## Geologische Notizen

In dieser Reihe stellen Mitglieder der Abteilung für Geologie unterschiedliche Aspekte aus dem weiten Feld der Geowissenschaften vor. Die allgemein verständlichen Beiträge sollen zum einen die in der Abteilung vertretenen Themen und Methoden präsentieren, zum anderen aber auch das Interesse von „Nicht-“ oder „Noch nicht-Geologen“ an dieser vielfältigen Wissenschaft wecken oder gar zu Mitarbeit anregen.

### Das versteinerte Nadelbaumholz aus dem *Petrified Forest* (Arizona/USA): ein Zeitgenosse der Fränkischen Keuperhölzer

Diskussion in der Abteilung Geologie am 14. März 2008 mit

**Hans Dimpfl, Karin Frisch, Rüdiger Frisch, Winfried Hartwig, Armin Neumann, Gerhard Puchta, Dieter Schultze, Sebastian Teichert, Bruno Westhoven, Siegfried Wiescholek**,  
zusammengefasst von **Gottfried Hofbauer**

Im Jahr 2006 erhielt die NHG von Frau Köchl (Nürnberg) eine Scheibe versteinerten Holzes aus dem *Petrified Forest* (USA). Für diese sehr großzügige Spende sei an dieser Stelle nochmals gedankt! Seit Oktober 2007 ist die Scheibe im Foyer der Norishalle ausgestellt. Das schon we-

gen seiner Größe und seiner bunten Farben auf den ersten Blick spektakuläre Objekt soll hier etwas genauer betrachtet werden. Wichtig erscheint uns, in diesem Zusammenhang auch auf die enge erdgeschichtliche Beziehung zwischen dem *Petrified Forest* und dem *Fränkischen Keuper* hinzuweisen (Abb. 1, 2).



Abb. 1: Die Scheibe des versteinerten Nadelholzstammes aus dem *Petrified Forest* (USA) lässt den Braunbären des Naturhistorischen Museums nicht gerade wie einen Riesen aussehen.

Wir wollen den Blick zuerst auf die gewachsenen Strukturen des Holzes richten. Diese sind in weiten Bereichen gut erhalten und zeigen hier im Querschnitt die für Nadelholz-Stämme charakteristischen Strukturen. Am auffälligsten sind unregelmäßig konzentrische „Jahresringe“, die allgemein durch ungleichmäßiges sekundäres Dickenwachstum in Abhängigkeit vom Wasser- und Nährstoffangebot verursacht werden und an der Scheibe als braune schmale Linien erscheinen (Abb. 3, 4).



Abb. 2: Ebenfalls von einem Nadelholz stammt dieser Fund aus dem Fränkischen Keuper bei Abenberg. Der verkieselte Stamm ist im Museum der Geologischen Abteilung ausgestellt (Durchmesser ca. 65 cm).



Abb. 3: Gesamtansicht der versteinerten Baumscheibe (Durchmesser ca. 1,85 m bis max. 205 cm).

In unseren Breiten wird ein Wachstumsjahr normalerweise durch jeweils ein Paar von Zuwachszonen markiert. Genau betrachtet, sind die Querschnitte der dem Wasser- und Nährstofftransport dienenden Gefäß-Zellen

unsere heutigen, in den mittleren Breiten angesiedelten kühl-humiden Verhältnisse. Das ist insofern merkwürdig, als die Region des *Petrified Forest*, wie übrigens auch die des Fränkischen Keupers, im Vergleich zu heute

(*Tracheiden*) des Baumes in den beiden Zonen unterschiedlich und verursachen so das oft als „Jahresringe“ bezeichnete Muster: das im Frühjahr gebildete Frühholz hat relativ größere und dünnwandigere Tracheiden als das im Sommer entstandene Spätholz. Zugleich ist der Spätholz-Zuwachs meist deutlich geringer als der des Frühholzes; im Winter ruht das Wachstum normalerweise ganz.

Die *Tracheiden* sind auch an der Baumscheibe erkennbar, allerdings nur schwer mit dem bloßen Auge, aber gut mit der Gesteinslupe (Abb. 5). In der Nahansicht wird deutlich, dass die Gestalt der Zellen relativ gleichförmig ist, wobei die Zuwachszonen von schmalen, braun gefärbten Zonen (den „Jahresringen“) unterbrochen werden. Diese braunen schmalen Bereiche entsprechen hier in gewisser Weise dem Spätholz, das allerdings kaum Zuwachs zeigt, sondern eher einen Wachstumsstillstand markiert. Gleichförmiger Zuwachs wird also relativ abrupt von Stillstandsphasen unterbrochen – Bereiche, die lediglich verlangsamten Zuwachs anzeigen, sind nicht ausgeprägt.

Die Umwelt, in der dieser Baum wuchs, scheint somit wesentlich gegensätzlichere Wachstumsbedingungen geboten zu haben als



Abb. 4: Ausschnitt aus dem oberen rechten Quadranten der Scheibe: Schmale braune Streifen markieren jahresring-ähnliche Wachstumsgrenzen zwischen homogenen Zuwachsbereichen.



Abb. 5: Vergrößerte Ansicht eines einzelnen Zuwachssegments. Das aus *Tracheiden* aufgebaute Gewebe des Stammes verläuft senkrecht zu den braun imprägnierten Wachstumspausen („Jahresringen“). Parallel zu den *Tracheiden*-Reihen liegen zentral gerichtete Markstrahlen.



Abb. 6: Körbe mit Bruchstücken von verkieseltem Nadelbaum-Sekundärholz aus dem fränkischen Keuper (*Dadoxylon*), fotografiert in der „Nürnberger Mineralien- und Fossilienbörse“, 16. März 2008.

viel näher zum Äquator lag. Man dürfte deshalb eigentlich erwarten, dass damit gleichförmigere Wachstumsbedingungen gegeben gewesen sein sollten, denn die durch den astronomischen Zyklus bedingte jahreszeitliche Veränderung der Sonneneinstrahlung verliert in Richtung Äquator an Bedeutung. Die scharfen Wachstumsunterbrechungen machen aber deutlich, dass andere Faktoren bedeutender waren: nämlich das Angebot an Wasser, ohne das im Baum kein Nährstofftransport möglich ist.

Tatsächlich sind viele Geologen der Meinung, dass die äquatornahen Bereiche in der Zeit der Trias von einem Monsunklima, also von einem Wechsel von Trocken- und Regenzeiten, geprägt wurden (PARRISH 1999). In einer solchen Umwelt sind die nahezu abrupten Wachstumsunterbrechungen, wie sie an der Scheibe dokumentiert sind, gut vorstellbar. An unseren fränkischen Keuperhölzern, die aus ähnlichen Klimabedingungen stammen und in großer Zahl zu finden sind (Abb. 6), lässt sich jedoch ablesen, dass es auch unter einem Monsunklima viele Standorte gegeben haben muss, die sogar in den Trockenzeiten ein relativ gutes Wasser- und Nährstoffangebot boten

– nur etwa ein Drittel der bei uns gefundenen Kieselhölzer zeigt eine Differenzierung in Zuwachszonen; die Mehrheit konnte ohne wesentliche Behinderungen oder gar Unterbrechungen wachsen (VOGELLEHNER 1965, S. 22).

Die Gesteine, die im *Petrified Forest* zu Tage treten, gehören zur „Chinle-Formation“ und damit in die Trias. Die im Nationalpark auftretenden, die Kieselhölzer führenden Schichten repräsentieren vermutlich einen Zeitabschnitt vor 212-222 Ma und wären damit nach der *Stratigraphischen Tabelle von Deutschland* (2002) in den Keuper zu stellen. Die

Umweltverhältnisse im Ablagerungsraum des *Petrified Forest* waren denen des Fränkischen Sandsteinkeupers sehr ähnlich. In beiden Fällen handelt es sich um kontinentale Tiefländer, in deren Schwemmebenen in den Regenzeiten Baumstämme verfrachtet, im Sediment eingebettet und im Folgenden verkieselt wurden. In beiden Gebieten wuchsen zudem ähnliche, zu einem Teil vermutlich sogar gleiche Baumarten.

Anhand der erhaltenen Hölzer kann allerdings nur sehr eingeschränkt auf die tatsächlichen, biologischen Baumarten geschlossen werden. Ein Holz- bzw. Stammtyp wird nämlich in der Regel mehrere oder gar zahlreiche verschiedene biologische Arten repräsentieren. Dennoch werden versteinerte Hölzer auch nach Gattung und Art klassifiziert, aber eben nur nach Holztypen, wobei der Gattungsbegriff stets die Endung *-xylon* (Holz) hat. In Fall unserer Scheibe erlaubt der ganze Querschnitt die Zuordnung zur Gattung *Araucarioxylon*, also den Araukarien-Hölzern. Dieses Holz ist neben seiner charakteristischen Struktur durch das Fehlen eines makroskopisch erkennbaren Marks ausgezeichnet. Hätte man nicht den ganzen Querschnitt, sondern nur einen Teil des beim sekundären



Abb. 7: Die Vergrößerung des unteren Randbereiches zeigt unterschiedliche, aufeinander folgende Verkieselungsphasen sowie die Einwirkung von wässrigen Lösungen. Die hellen, braunfleckigen Bereiche der Scheibe zeigen allgemein gute Erhaltung der Holzstruktur, während diese in den weißen Bereichen deutlich schlechter ist. Die die Zuwachsabschnitte trennenden „Jahresringe“ gehen allerdings ungestört durch beide Bereiche hindurch und zeigen ein in diesem Bereich intaktes Holzgefüge an. Die schwarzen Lösungen, die offenbar später in das Gestein diffundierten, konnten in die weißen Bereiche offenbar nicht eindringen. Als nächstes dürfte die vertikale, gangartig-rotbraune Zone entstanden sein. Diese Veränderung scheint von wässrigen, eisenführenden Lösungen ausgegangen zu sein, denn die Holzstruktur blieb von dieser Einfärbung unbeeinflusst. Die in diesem Bereich sitzenden braunen, strukturlos erscheinenden Bereiche stellen wieder eine eigene Verkieselungsphase dar, die entweder noch erhaltene Hohlräume erfüllten oder eine bereits vorgebenene Verkieselung verdrängt haben. Ebenso dürften die blauen Adern, die an anderen Stellen (Abb. 8) in kleinen Hohlräumen Achatinseln gebildet haben, eine gesonderte, späte Verkieselung darstellen. Im Holzgewebe sind außerdem Knickungen und Verwerfungen zu sehen, die vermutlich schon vor der Einkieselung entstanden sind.

Dickenwachstum abgeschiedenen Holzes (dem „Sekundärholz“), wäre eine Unterscheidung zu anderen Nadelholztypen schwieriger oder gar unmöglich, und man müsste das gleiche Holz, von dem man dann eine sichere Bestimmung als *Araucarioxylon* nicht machen könnte, nach Meinung einiger Autoren (VOGELLEHNER 1965) als *Dadoxylon* bezeichnen. Für zahlreiche Sekundärholz-Funde des Fränkischen Keupers bleibt nämlich daher kaum eine andere Wahl als die Einordnung unter *Dadoxylon*. Unter Berücksichtigung mikroskopischer Studien von Radial- und Tangentialschnitten ist es aber

dennoch möglich, innerhalb der Fülle ähnlich aussehender fränkischer Kieselhölzer mehrere Holz-Arten von *Dadoxylon* zu unterscheiden.

Die Verkieselung des Baumstammes aus dem *Petrified Forest* war in weiten Bereichen strukturerhaltend (und liefert somit „strukturbietendes“ Kieselholz). Die bunten Farben sind zum einen Teil Folge von wässrigen, möglicherweise auch huminstoffreichen Lösungen, die in den silifizierten Stamm eindringen (Abb. 7). Sie können zu einem anderen Teil aber auch das Ergebnis mehrerer Verkieselungsphasen sein,



Abb. 8: Vergrößerte Ansicht aus dem unteren rechten Quadranten: Kleine, in verschiedenen Blautönen gebänderte Achatfüllungen.

in denen die Kieselsäure Spuren unterschiedlicher, die Färbung beeinflussender Metalle mit sich führte. Mehrphasige Verkieselungen werden prinzipiell dadurch unterstützt, dass zumeist als Erstes die im Holz befindliche Zellulose durch Anlagerung von  $\text{SiO}_2$  strukturerhaltend verkieselt wird, während das Zellinnere oder andere, z.B. durch Zerstörung entstandene Hohlräume vorerst frei bleiben können und erst später, womöglich in mehreren Schritten, mit Kieselsäureausfällungen erfüllt werden. Eine weitere Komplikation ist dadurch möglich, dass sich im Laufe einer über erdgeschichtliche Zeiträume erfolgenden „Reifung“ die Kristallinität der bereits verkieselten Bereiche verändern kann. Durch solche Rekristallisationen können ursprünglich vorhanden gewesene Holzstrukturen wieder unkenntlich werden.

Die Komplexität der möglichen Prozesse macht es schwierig, im Nachhinein alle Erscheinungen am Baumstamm in genetisch zuverlässiger Weise zu rekonstruieren. Hier sei das Augenmerk nur auf einen kleinen Ausschnitt (Abb. 7) sowie eine auffällige späte Verkieselung gerichtet, nämlich den blauen Chalcedon. Chalcedon ist eine langfaserige, kryptokristalline Varietät des Quarzes, der hier kleine Hohlräume des Stammes in Form von fein gebändertem Achat verfüllt hat (Abb. 8).

#### Literatur:

- DANIELS, F. J.; DAYVAULT, R. D. (2006): Ancient forests: A closer look to fossil wood. - Grand Junction, Colorado: Western Colorado Publishing Company.
- PARRISH, J.T. (1999): Pangaea und das Klima der Trias. - In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.) (1999): Trias, eine ganz andere Welt, S. 37-42.
- HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.) (1999): Trias, eine ganz andere Welt: Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter. - München: Dr. Friedrich Pfeil.
- SCHÜSSLER, H.; SIMON, T. (2007): Aus Holz wird Stein: Kieselhölzer aus dem Keuper Fränkens. - Bergatreute/Aulendorf: Eppe GmbH.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (2002): Stratigraphische Tabelle von Deutschland. - Hannover.
- VOGELLEHNER, D. (1965): Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieselten Hölzer aus dem fränkischen und südthüringischen Keuper. - Erlanger geol. Abh. 59.

Anschrift des Verfassers:  
**Dr. Gottfried Hofbauer**  
 Anzengruberweg 2  
 91056 Erlangen