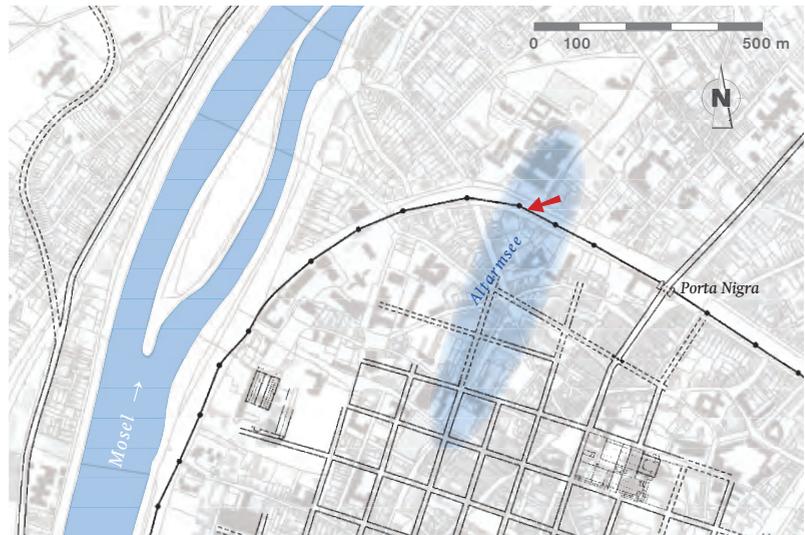


Neue Dendrodaten für die nördliche Stadtmauer des römischen Trier

Im Rahmen seiner geoarchäologischen Forschungen machte Hartwig Löhr bereits 1997 eindrücklich auf die heterogenen Grundwasserstände im Stadtbereich von Trier und die damit einhergehenden unterschiedlichen potenziellen Erhaltungsbedingungen für Holzfunde aufmerksam (Löhr 1997). Im wassergesättigten Milieu entsprechender Bodenhorizonte solcher Bereiche verhindern anaerobe Bedingungen den mikrobiellen Abbau von organischen Substanzen und gewährleiten somit auch die lang anhaltende Konservierung von Nasshölzern, die für die Wissenschaft eine einmalige Quelle darstellen, bieten sie doch Chancen zur präzisen dendrochronologischen Datierung.

Besondere Bedeutung gewannen in diesem Zusammenhang archäologische, dendrochronologische sowie pollenanalytische Untersuchungen, die 1994 im Bereich der heutigen Walramsneustraße in der Trierer Innenstadt durchgeführt wurden. Den Ergebnissen zufolge durchfloss in der älteren Nacheiszeit ein Moselarm das Gelände, der im Verlauf weiterer Stromverlagerungen zu einem großen Restsee abgedämmt wurde. Der Altarmsee, der noch in frühromischer Zeit existierte, begrenzte zunächst die Ausdehnung der Stadt nach Norden und wurde erst mit dem Bau der Stadtmauer weitgehend trockengelegt und überbaut (Dörfler/Evans/Löhr 1998. – Zolitschka/Löhr 1999).

Basierend auf diesen Erkenntnissen und angestoßen von Forschungsarbeiten zur römischen Stadtmauer wurden 2017 im Grünstreifen zwischen Franz-Ludwig-Straße und Nordallee Sondagen mit dem Ziel durchgeführt, hier auf den Moselaltarm und damit auf einen entsprechend hohen Grundwasserstand mit Holzerhaltung zu treffen. Tatsächlich wurde feuchtes Bodenmilieu vorgefunden, sodass in diesem Bereich möglicherweise mit einer Pfahlgründung der Stadtmauer zu rechnen war. Im Spätsommer 2017 wurde unter der Leitung von Christoph Lindner (Ludwig-Maximilians-Universität München) eine von der Gerda-Henkel-Stiftung finanziell unterstützte Grabung durchgeführt. Auch wenn die vermutete Pfahlgründung letztlich nicht angetroffen wurde, so kamen doch im Verlauf der Grabung mehrere Konstruktionshölzer zutage, die im direkten Zusammenhang mit der Errichtung der römischen Stadtmauer stehen (s. Beitrag von Lindner in diesem Band) [Abb. 1].



1
Trier.
Verlauf der römischen Stadt-
mauer im Norden.
← Fundstelle der Hölzer.



2
Trier, Nordallee.
Pfosten (Probe 1) in Fundlage.

Ein erster Holzfund wurde dem Dendrochronologischen Forschungslabor am Rheinischen Landesmuseum Anfang September übermittelt. Es handelte sich um einen vierkantigen zugespitzten Pfosten aus Nadelholz [Abb. 2], der allerdings keiner konkreten Funktion zugeordnet werden konnte. Im Anschluss wurden beim Hinabgraben bis auf den gewachsenen Boden sukzessive drei weitere größere Holzobjekte freigelegt. Im Einzelnen handelte es sich dabei um einen ca. 2,80 m langen, zugespitzten Vierkantpfosten aus Nadelholz [Abb. 3a], eine mächtige, quer durch die Grabungsgrube verlaufende Bohle von fast 3 m Länge [Abb. 3b] sowie in deren Verlängerung nach Westen eine weitere Bohle, die allerdings nur teilweise in den Grabungsbereich ragte [Abb. 4]. Sowohl der Holzpfahl als auch die beiden Bohlen wurden *in situ* angetroffen und sind als Teile einer massiven Holzverschalung beziehungsweise Spundwandkonstruktion anzusprechen, die im Zuge von Bauphase IV in die Baugrube eingebracht worden war. Weitere, kleinere Holzfragmente erwiesen sich als dendrochronologisch nicht auswertbar und wurden daher von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen.

3
Trier, Nordallee.
Grabungsgrube.
a Stützpfeiler (Probe 3)
der Spundwandkonstruktion.
b Spundwandbohle (Probe 4).



Zustand und Bearbeitung der Holzfunde

Die Hölzer der Spundwandkonstruktion hatten sich aufgrund des vergleichsweise hohen Grundwasserspiegels und den damit einhergehenden anaeroben Bedingungen bis heute erhalten. Um eine Austrocknung der wassergesättigten Funde und damit die Bildung von Trockenrissen zu verhindern, mussten die Hölzer im Vorfeld des Transports vor Ort in luftdichte Folie verpackt werden. Anschließend wurden sie im Labor des Museums sorgfältig von noch anhaftendem Bodenmaterial befreit und fotografisch dokumentiert [Abb. 5]. Für die jahrringchronologische Bearbeitung der Proben, und um die richtige, artspezifische Wahl der Vergleichschronologien treffen zu können, erfolgte in einem ersten Arbeitsschritt die Bestimmung der Holzarten anhand mikroskopischer Dünnschnitte. Um alle relevanten anatomischen Merkmale, wie beispielsweise das Vorhandensein von Harzkanälen, einwandfrei erkennen zu können, bedarf es grundsätzlich dreier Dünnschnitte unterschiedlicher Schnittkanten (quer, radial, tangential) mit jeweils einer Dicke von ca. 15-20 µm. Die Bestimmung erbrachte, dass die beiden Pfosten aus Weißtanne (*Abies alba* Mill.) und die beiden Spundwandbohlen aus Eiche (*Quercus* spp.) bestanden. Die genannte Differenzierung der Eichenhölzer bis auf Gattungsniveau ist dabei aufgrund der vergleichbaren Physiologie für die Auswahl der Referenzchronologien ausreichend. Eine genauere Differenzierung in die hier relevanten Arten Stieleiche (*Quercus robur* L.) oder Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) ist dabei anatomisch grundsätzlich nicht möglich (Schweingruber 1990).

Schon bei der mikroskopischen Untersuchung der Proben zeigte sich deutlich, dass das Holz zwar in seiner äußeren Form erhalten, die Zellstruktur jedoch deutlich angegriffen war. Nach der Probenentnahme wurden die Querschnittsscheiben daher umgehend tiefgefroren, um den instabilen Holzkörper für die weitere Bearbeitung zu festigen. Die Präparation der Proben zeigte weiterhin, dass für die Glättung der Oberflächen eine artspezifische Vorgehensweise besonders erfolgversprechend schien. Während bei den vorliegenden Tannenpfosten (Proben 1 und 3) mehrere Radien mittels eines Skalpells freigelegt werden konnten, wurden die Querschnittsflächen der härteren Eichenholzproben 2 und 4 mittels einer Ziehklinge großflächig bearbeitet. Das Einfrieren sowie die jeweils folgende Oberflächenbearbeitung mussten dabei mehrfach wiederholt werden, bis eine für die Differenzierung von Jahrringgrenzen ausreichende Oberfläche erstellt war. Erst im Anschluss an diese aufwendige Präparation konnten die Messung der einzelnen Jahrringbreiten und die digitale Ausgabe der Jahrringsequenz für die weitere statistische Analyse erfolgen.



4
Trier, Nordallee.
Abschnitt der Spundwandbohle
(Probe 2).



5
Trier, Nordallee.
Stützpfosten (Probe 3)
im gereinigten Zustand.

Die dendrochronologische Datierungsmethode

Das Datierungsverfahren beruht auf dem statistischen und visuellen Vergleich der Kurve der vermessenen Jahrringbreiten einer Probe und bestehenden lokal bis überregional gültigen Vergleichschronologien derselben Art. Im Rahmen dieses sogenannten Crossdatings (Douglas 1941) wird die Messkurve gegenüber der Chronologie sukzessive verschoben, um statistisch und visuell signifikante Synchronlagen aufzudecken. Hierzu werden parallel verschiedene Testverfahren angewandt und die statistische Signifikanz anhand spezifischer Schwellenwerte dendrochronologischer Vergleichsparameter je Position festgestellt. Im Einzelnen handelt es sich um die Gleichläufigkeit GL % (Eckstein/Bauch 1969. – Schweingruber 1996) und die t-Werte (Baillie/Pilcher 1973. – Hollstein 1980). Der Vergleich erfolgt dabei grundsätzlich mit mehreren, voneinander unabhängigen Referenzchronologien, da eine sich wiederholende Synchronlage zusätzlich zur Datierungssicherheit beiträgt.

Die Genauigkeit einer auf diese Weise ermittelten Datierung steht in direkter Abhängigkeit zur Holzart und dem jeweiligen Erhaltungszustand. Handelt es sich um Proben einer Art mit deutlicher Differenzierung des Kern- beziehungsweise Splintholzes – also einer Art, bei der sich der innere physiologisch inaktive Bereich (Kernholz) vom äußeren physiologisch aktiven Bereich (Splintholz) eindeutig absetzt (zum Beispiel Eichen) – so lassen sich drei Genauigkeitsstufen unterscheiden:

- Ist bei einer Holzprobe der zuletzt im Baum gebildete Jahrring einschließlich des Kambiums (Waldkante), noch vorhanden, kann das Absterbe- beziehungsweise Fällungsjahr des Baumes jahrgenau angegeben werden. Je nach Ausbildung des letzten erhaltenen Jahrrings können Sommer- und Winterfällung unterschieden werden.
- Wenn die Waldkante fehlt, Kernholz-Splintholz-Übergangszone oder Splintholzringe jedoch noch erhalten sind, kann das Fälldatum unter Zuhilfenahme von Splintstatistiken meist auf einen Zeitraum von wenigen Jahren eingegrenzt werden.
- Sind keine Splint-, sondern nur Kernholzringe erhalten, ist nicht sicher abzuschätzen, wie viele Jahrringe bis zur Waldkante fehlen. In solchen Fällen kann nur ein *terminus post quem* – ein Zeitpunkt, nach dem die Fällung geschah – angegeben werden.

Handelt es sich hingegen um eine Probe einer Baumart ohne eindeutige Differenzierung zwischen Kern- und Splintholz (zum Beispiel Weißtanne), so kann bezüglich der Genauigkeitsstufen nur zwischen einer jahrgenaue Datierung bei vorhandener Waldkante oder einem *terminus post quem* unterschieden werden. Bei Holzfunden aus vorindustrieller Zeit lässt sich das dendrochronologisch ermittelte Fäll- oder Absterbedatum des Baumes darüber hinaus zumeist mit der Verarbeitungszeit des Holzes und damit dem Baudatum gleichsetzen. Diese Annahme beruht auf holzphysikalischen und werktechnischen Beobachtungen, aber auch auf umfangreichen Vergleichen zwischen Jahrringdaten mit korrespondierenden historischen Quellen (Hollstein 1980. – Nicolussi/Pichler 2007). Dennoch bedarf es bei jeder Untersuchung einer Bewertung der allgemeinen Fundsituation, um Ausnahmefälle, wie zum Beispiel die Wiederverwendung von Bauhölzern in späteren Bauphasen, ausschließen zu können. Im Fall der an der nördlichen Stadtmauer vorgefundenen Hölzer lässt sich konstatieren, dass diese keinerlei Trockenrisse aufwiesen, also kurz nach der Fällung saftfrisch verarbeitet und umgehend im wassergesättigten Milieu des Moselaltarms verbaut wurden.

Ergebnisse der dendrochronologischen Analyse [Tab. 1]

Der einzelne, nicht genau zuzuordnende Tannenholzpfosten (Probe 1) wies 43 Jahrringe auf. Für eine statistisch validierbare Datierung wird jedoch generell eine Anzahl von mindestens 50 Jahrringen als Minimum angesehen, einzig im Zusammenhang mehrerer korrelierbarer Einzelproben kann im Ausnahmefall eine geringere Anzahl als ausreichend betrachtet werden. Die vorliegende Probe 1 ließ sich daher aufgrund der geringen Jahrringanzahl und der zudem fehlenden Korrelierbarkeit mit dem zweiten Tannenholz (Probe 3) nicht datieren. Für diesen deutlich größeren Tannenpfosten mit einer 102-jährigen Ringfolge konnte hingegen eine statistisch signifikante Synchronlage 61 bis 162 n. Chr. ermittelt werden. Aufgrund der fehlenden Waldkante lässt sich insgesamt nur ein *terminus post quem* nach 162 n. Chr. angeben.

Tab. 1
Trier, Nordallee.
Dendrochronologische Daten der Holzfunde.

Proben-Nr.	Holzart	Fundstelle	Objekt	Ringzahl	Splintringe/Waldkante	Synchronlage	Fällungs-/Verarbeitungszeit
1	Tanne	außerhalb der Baugruben	Pfosten	43	- / -	nicht datierbar	nicht datierbar
2	Eiche	3. Baugrube, Phase IV	Spundwandbohle	135	29/WKS	16-169 n. Chr.	169/170 n. Chr.
3	Tanne	3. Baugrube, Phase IV	Spundwandpfosten (senkrecht)	102	- / -	61-162 n. Chr.	nach 162 n. Chr. (um 170 n. Chr.)
4	Eiche	3. Baugrube, Phase IV	Spundwandbohle	137	- / -	35 v. Chr.-102 n. Chr.	nach 102 n. Chr. (um 170 n. Chr.)
5	- - -	Streufunde	Fragmente	unzureichende Ringzahlen, nicht datierbar			

Für die Spundwandbohle 4 konnte ebenso eine statistisch signifikante Synchronlage von 35 v. Chr. bis 102 n. Chr. errechnet werden. Ebenso wie bei den oben genannten Proben waren weder Waldkante noch Splintholz feststellbar, sodass sich auch hier nur ein *terminus post quem* nach 102 n. Chr. formulieren lässt. Da die Bohle im vorliegenden Fall jedoch aus dem Inneren des verwendeten Eichenstamms gearbeitet war, fehlt eine beträchtliche Anzahl von Kernholz- und Splintringen, sodass die Fällungszeit deutlich später als 102 n. Chr. angesetzt werden muss.

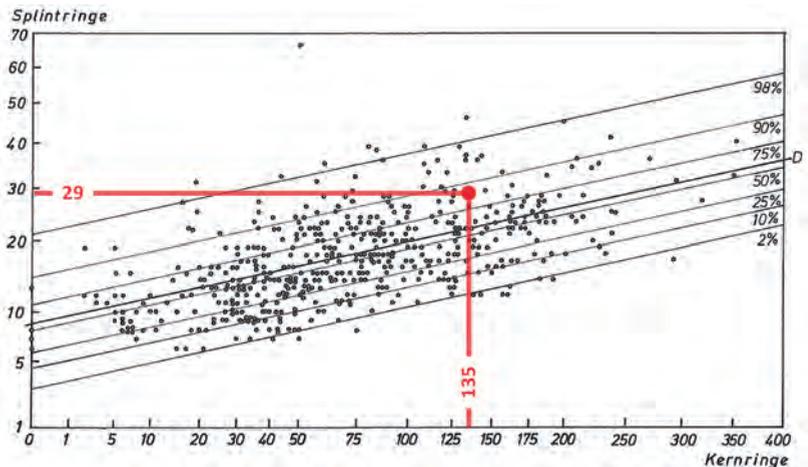
Einen entscheidenden Hinweis liefert in diesem Zusammenhang die Spundwandbohle 2, von der am Rande der Grabungsgrube ein kleinerer Abschnitt geborgen werden konnte. Bereits bei der ersten Begutachtung des Holzes zeigte sich der helle Splintholzbereich, der sich deutlich vom dunkleren Kernholz abgrenzte [Abb. 6]. Auch bei der genauen Betrachtung des Querschnittes unter dem Stereomikroskop bestätigte sich das erhaltene Splintholz. Im Zuge der Präparation konnten zunächst 106 Kernholz- und ca. 29 Splintholzringe identifiziert werden. Insbesondere die Splintholzringe wiesen dabei im Randbereich eine deutliche Deformierung auf, die sich durch den auf dem Pfosten lastenden Druck in letztlich 6-7 m Tiefe über die Jahrhunderte hinweg erklären lässt. Zum Zeitpunkt der ersten Vermessung war zunächst keine Waldkante zu erkennen, das Verhältnis von Kern- zu Splintholz implizierte aber – beachtet man die Splintholzstatistik nach Hollstein –, dass nur wenige oder gegebenenfalls keine weiteren Ringe



6

Trier, Nordallee.

Querschnitt der Spundwandbohle mit Splintholz (Probe 2).

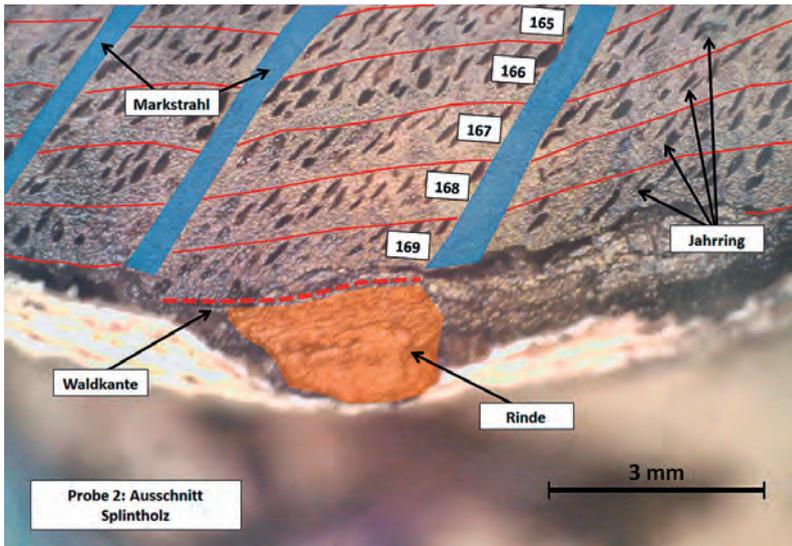


7

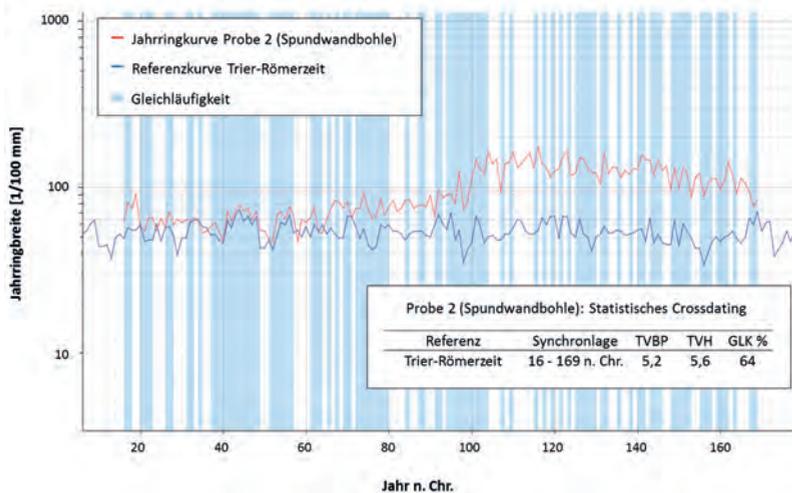
Zusammenhang zwischen der Splintring- und Kernringzahl bei 493 mitteleuropäischen Eichenholzproben der letzten 27 Jahrhunderte.

Sind beide Achsen der Grafik nach der Quadratwurzel geteilt, ordnen sich die Durchschnitte (D) und die relativen Häufigkeiten (%) der Splintringe in parallelen Geraden (Hollstein 1980, 34).

● Probe 2 (135 Kernholz- und 29 Splintholzringe).



8
Trier, Nordallee.
Detailaufnahme der Probe 2
mit Splintholz und Waldkante.



9
Trier, Nordallee.
Korrelation der Messwertkurve
der Probe 2 und der Referenz-
kurve Trier-Römerzeit mit statis-
tischen Crossdating-Parametern.
Hellblauer Hintergrund
signalisiert Gleichläufigkeit.

bis zum Kambium mehr fehlen konnten [Abb. 7]. Zur Sicherheit wurde daher die Außenzone des Querschnitts weiter mikrometerweise abgetragen bis erfreulicherweise ein ca. zwei Quadratmillimeter großer Bereich mit erhaltenem Abschlussgewebe (Kambium und Rindenrest) direkt im Anschluss an die genannten 29 Splintholzringe sichtbar wurde [Abb. 8]. Die anschließende Auswertung der 135-jährigen Messwertkurve erbrachte im Vergleich zu verschiedenen Referenzchronologien (zum Beispiel Trier-Römerzeit) eine statistisch signifikante Synchronlage 16 bis 169 n. Chr. [Abb. 9]. Da die Waldkante vollständig vorhanden war und es sich bei der letzten Zellschicht vor dem Kambium um das sogenannte Spätholz handelt, welches durch vergleichsweise kleinlumige und dickwandige Xylemzellen charakterisiert ist, lässt sich das Fäll- und Verarbeitungsdatum auf das Winterhalbjahr 169/170 n. Chr. festlegen. Zugleich liegt damit ein wichtiges Eckdatum für den gesamten Holzbefund vor.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass unter Berücksichtigung des Erhaltungszustands der Hölzer ohne Trockenrisse, dem daraus resultierenden zeitnahen Verbau nach der Fällung und aufgrund der präzisen Datierung der Eichenholzbohle 2 die angetroffene Spundwandkonstruktion der nördlichen Stadtmauer eindeutig in das Jahr 170 n. Chr. datiert werden kann. Auch wenn insbesondere der Holzfund mit minimal erhaltener Waldkante als Glücksfall betrachtet werden muss, so verdeutlicht die vorliegende Untersuchung doch einmal mehr, dass unter den richtigen Rahmenbedingungen Holzbefunde und deren dendrochronologische Untersuchung einen essenziellen Beitrag für die historische Bewertung einer Grabungssituation und – wie in diesem Fall – darüber hinaus liefern können. Der eingehenden Betrachtung des Grundwasserniveaus vor Ort sollte im Sinne potenzieller dendrochronologischer Datierungen daher auch in Zukunft bei der Planung von Grabungsvorhaben besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Zur Bestimmung der Holzarten wurde das Spezial-Schlittenmikrotom GSL 1 eingesetzt, ein Laborgerät, mit dem Holz-Dünnschnitte mit Schnittdicken im Mikrometerbereich erstellt werden (Gärtner & Nievergelt 2010).

Literatur

M. G. L. Baillie/J. R. Pilcher, A simple crossdating program for tree-ring research. *Tree-ring bulletin* 33, 1973, 7-14. – W. Dörfler/A. Evans/H. Löhr, Trier Walramsneustraße. Untersuchungen zum römerzeitlichen Landschaftswandel im Hunsrück-Eifel-Raum an einem Beispiel aus der Trierer Talweite. In: *Studien zur Archäologie der Kelten, Römer und Germanen in Mittel- und Westeuropa*. Alfred Haffner zum 60. Geburtstag gewidmet. *Internationale Archäologie, Studia honoraria* 4 (Rahden 1998) 119-152. – A. E. Douglass, Crossdating in dendrochronology. *Journal of forestry* 39, 1941, 825-831. – D. Eckstein/J. Bauch, Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 88, 1969, 230-250. – H. Gärtner/D. Nievergelt, The core-microtome. A new tool for surface preparation on cores and time series analysis of varying cell parameters. *Dendrochronologia* 28, 2010, 85-92. – E. Hollstein, *Mitteleuropäische Eichenchronologie*. Trierer Grabungen und Forschungen 11 (Mainz 1980). – H. Löhr, Naßholzbefunde und Grundwasser in Trier. *Funde und Ausgrabungen im Bezirk Trier* 29, 1997, 43-50. – K. Nicolussi/T. Pichler, Altes Holz in feuchten Mauern. Zur Frage der zeitlichen Kongruenz von Fälldaten und Baudaten in Tirol. In: A. Diekamp, *Naturwissenschaft und Denkmalpflege* (Innsbruck 2007). – F. H. Schweingruber, *Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer* (Bern 1990). – F. H. Schweingruber, *Tree rings and environment. Dendroecology* (Bern 1996). – B. Zolitschka/H. Löhr, *Geomorphologie der Mosel-Niederterrassen und Ablagerungen eines ehemaligen Altarmsees (Trier, Rheinland-Pfalz). Indikatoren für jungquartäre Umweltveränderungen und anthropogene Schwermetallbelastung*. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 143, 1999, 401-416.

Abbildungsnachweis

Abb. 1 F.-J. Dewald, RLM Trier.

Abb. 2-4 Ch. Lindner, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Abb. 5-6 Th. Zühmer, RLM Trier, Digitalfotos.

Abb. 7; 9 A. Rzepecki, RLM Trier.

Abb. 8 nach: Hollstein 1980, 34/Bearbeitung: A. Rzepecki.