

Die Frankenfeldzüge der Kaiser Konstantin I. und Valentinian I. – Überlegungen zur spätrömischen Rheinbrücke zwischen der *Colonia Agrippina* und dem rechtsrheinischen *castrum Divitensium* anhand dendrochronologischer Daten

Thomas Frank & Norbert Hanel

Zusammenfassung – Die Diskussion um die Bauzeit der spätrömischen Rheinbrücke in Köln erstreckt sich von den 1960er Jahren bis heute. Dabei standen die Positionen der Archäologen und Althistoriker scheinbar unvereinbar denen der Dendrochronologen gegenüber. In diesem Beitrag zu Ehren von Ursula Tegtmeier versuchen die Autoren, ein provinzialrömischer Archäologe und ein Dendroarchäologe, mit einer Neubewertung der Fakten beider Disziplinen ein historisch stimmiges Bild vor dem Hintergrund der militärstrategischen Ereignisse des 4. Jahrhunderts n. Chr. zu entwickeln, das die bisher bestehenden scheinbaren Widersprüche auflöst.

Schlüsselwörter – Provinzialrömische Archäologie, Dendroarchäologie, Spätantike, römisches Köln, *Divitia*, Militär, Brücken

Abstract – The discussion about the construction period of the late roman bridge over the River Rhine in Cologne lasts since the 1960s. The concepts of archaeologists and ancient historians seemed to be incommensurate with those of the dendrochronologists. With this essay in honour of Ursula Tegtmeier the authors, an archaeologist of the Roman provinces and a dendroarchaeologist, try to draw a historical coherent picture based upon a reevaluation of the facts from both disciplines with special regard to military strategical events during the 4th century AD. This is to solve the apparent discrepancies persisting to date.

Keywords – Archaeology of the Roman provinces, dendroarchaeology, Late Antiquity, Roman Cologne, *Divitia*, military, bridges

Einleitung (Th. Frank)

Die Erbauung einer Brücke im 4. Jahrhundert n. Chr. über den Rhein in Köln, zwischen der linksrheinischen *Colonia Agrippina* und dem rechtsrheinischen Kastell in Köln-Deutz (*castrum Divitensium*), ist unstrittig. Die Quellenlage zu diesem Befund ist heterogen, und seine Entdeckungsgeschichte erstreckt sich über mehrere Jahrhunderte. Reste der zementierten ufernahen Brückenfundamentierung und der hölzernen Fundamente von Brückenpfeilern gehören ebenso dazu wie die schriftliche Überlieferung einer Lobrede, die Neuinterpretation eines Münzbildes und dendrochronologische Datierungen der geborgenen Hölzer. Die unscharfe Lokalisierung der im Rahmen von Baumaßnahmen und Flussbettbereinigungen geborgenen Holzfunde erschwert ihre Zuordnung zu einem klar umrissenen archäologischen Befund der Brücke. In den 1980er Jahren gab es gezielte Bergungen mit einem Tauchschiff, die vom früheren Leiter des Kölner Dendrolabors B. Schmidt begleitet wurden. Der Rhein hat auf der Strecke des römzeitlichen Brückenverlaufs heutzutage eine Breite von etwa 350 m bei einer mittleren Tiefe von etwa 4,30 m¹. Eine systematische unterwasserarchäologische Untersuchung dieses Bereichs ist ein Desiderat der Forschung.

Unterschiedliche Quellen verschiedener historischer Forschungsrichtungen werden im Folgenden zusammengeführt, und die Belastbarkeit ihres Interpretationsrahmens wird ausgelotet.

Forschungsgeschichte (N. Hanel)

Die Kenntnis der spätrömischen Brücke über den Rhein zwischen der linksrheinischen Provinzhauptstadt *Colonia Agrippina* der Provinz *Germania secunda* und dem rechtsrheinischen Brückenkopfkastell *Divitia* reicht mindestens bis zum Ende des 15. Jahrhunderts zurück. Zwei unabhängige Quellen erwähnen erstmals für das Jahr 1491 die „steinernen“ Brückenpfeiler, als diese bei Extremniedrigwasser sichtbar waren: Der Kölner Patrizier und Kaufmann Hilbrant Sudermann berichtet in seinen Aufzeichnungen von den Pfeilern, deren Steine von Kölner Bürgern verschleppt worden seien (vgl. CARDAUNS 1879, 44). Der unbekannte Verfasser der Koelhoffschen Chronik schreibt: „Die stat van Coellen hadde ein suverlich an den steinen ind gebrochenen stucken, die dae liggen“ (KOELHOFF 1499, 132; vgl. CHRONIKEN 1876, 437).

Achtzig Jahre später, um 1570, scheint das Interesse an Überresten des Kastells *Divitia* mit samt der Römerbrücke erneut groß gewesen

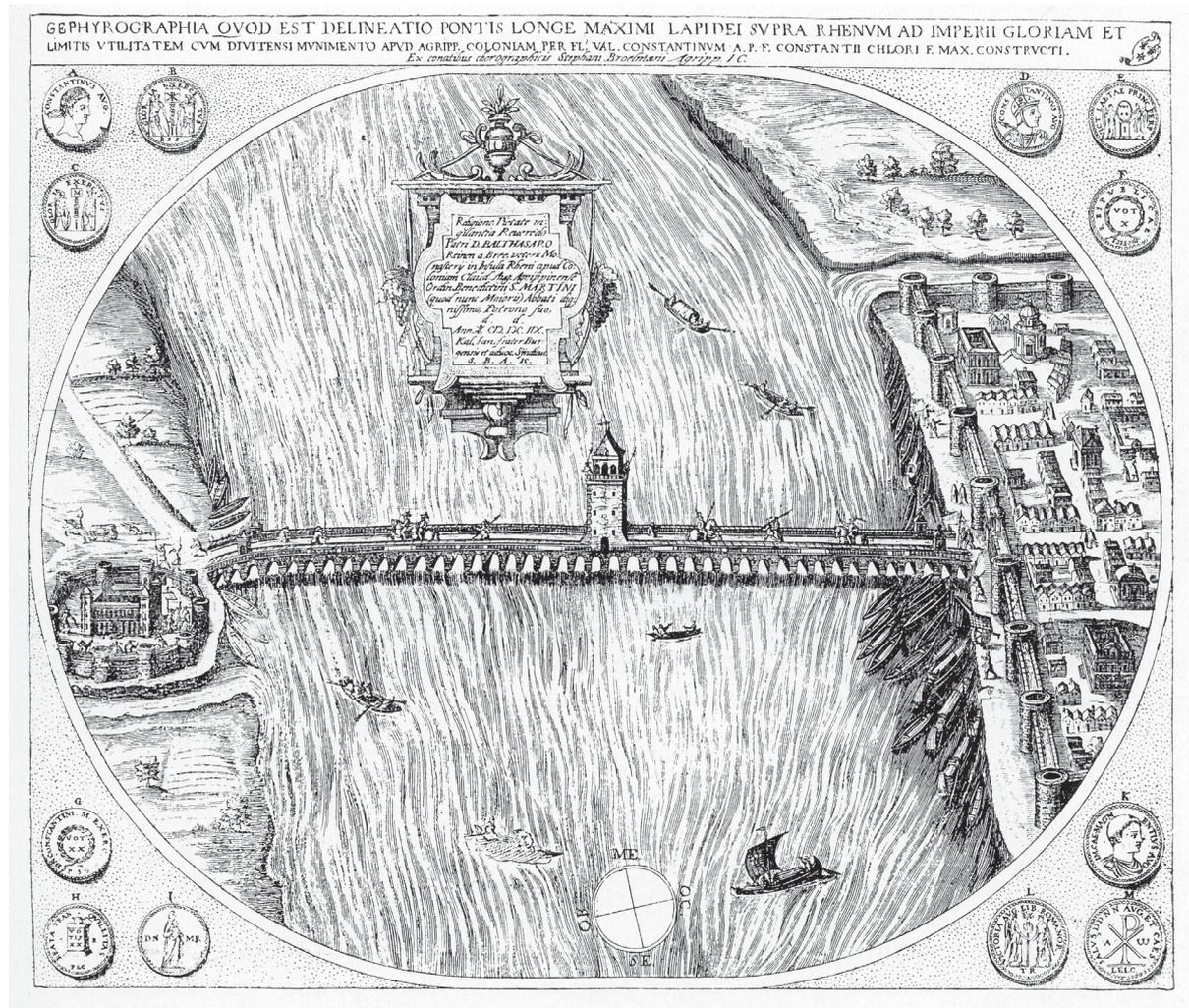


Abb. 1 Phantasieansicht der konstantinischen Rheinbrücke zwischen Köln und Deutz von St. BROELMANN (1607).
Blick von Norden.

zu sein; Grund war offensichtlich wiederum Niedrigwasser des Rheins, das die Pfeiler der Brücke sichtbar werden ließ. Der Humanist Matthias Agricus (1545–1613) suchte wohl im Sommer 1571 zusammen mit dem Kartografen Arnold Mercator (1537–1587) die Örtlichkeit auf und berichtete über die damaligen Ereignisse und Entdeckungen (AGRICIUS 1572, 17^r–17^v; GECHTER 1989, 414–416 [Quellenanhang Nr. 17 mit Übersetzung]). A. Mercator hatte zwar auf den Stadtplänen des frühneuzeitlichen Köln (Kupferstich Stockholm 1571) die konstantinische Brücke bzw. ihre Überreste nicht eingetragen, ein Asterisk neben der Kirche St. Urban am Deutzer Ufer markiert jedoch im Plan diejenige Stelle, an der Mercator Reste des 20 Fuß breiten östlichen Brückenkopfs zusammen mit M. Agricus beob-

achtet hatte; laut den Angaben in der Kartusche zu *Divitia* und der Rheinbrücke führten auf beiden Seiten des Brückenkopfs Stufen zum Wasser hinab (HANSEN 1899, 150; LEWALD 1972, 384; GECHTER 1989, 386; 398 Abb. 7; NOELKE 2016, 529; 532 Abb. 39d).

Wahrscheinlich zur selben Zeit, um 1570, unternahm der Kölner Rechtsgelehrte, Rektor der Alten Universität und Kölner Altertumsforscher Stephan Broelmann (1551–10.11.1622) größere Studien zur römischen Rheinbrücke (KLINKENBERG 1906, 346; DOPPELFELD 1964, 616; SCHÄFER 2019, bes. 288–293). Unterstützt wurde er dabei – nach eigenen Angaben – durch den befreundeten Geometer Stempel aus Gouda sowie durch Rheinfischer (BROELMANN 1607, fol. 722^r; 728^v; KLINKENBERG 1906, 346 f.). Bei der Einmessung der zwei mitten im

Strom sichtbaren Brückenpfeiler, die in einem Vermessungsplan (gesüdet) eingetragen wurden, kamen astronomische Messinstrumente zum Einsatz (SCHÜTTE/GECHTER 1999, 19; 22 ff. Abb. 11; SCHÄFER 2019, 289 ff.; vgl. auch KLINKENBERG 1906, 343 f.). Von einem Kahn aus hatte Broelmann insgesamt fünf Pfeiler erkannt, während ihm die Rheinischer damals schon von 19 Steinpfeilern berichteten (BROELMANN 1607, fol. 723^v)². Die Gesamtlänge der Brücke wird mit 2 590 kölnischen Fuß berechnet, was ungefähr 745 m entspricht (BROELMANN 1607, fol. 728^r). Die Maße der Brückenpfeiler werden mit 32 x 18 Kölner Fuß, d. h. 9,20 x 5,20 m, angegeben.

Im Jahr 1607 konnte St. Broelmann sein Manuskript über die Geschichte Kölns von den Anfängen bis in die fränkische Zeit abschließen (*Commentarii*), das jedoch ungedruckt blieb (KNIPPING 1892, 178 f.; SCHÜTTE/GECHTER 1999, 4; NOELKE 2016, 535–547). Darin und in der kurz danach erschienenen Werbeschrift „*Epideigma*“ hatte er idealisierte Brückenpanoramen zum Rheinbrückenbau Caesars einerseits und der Rheinbrücke Konstantins bei Köln-Deutz andererseits beigegeben. Bei letzterer handelt es sich um eine Phantasiezeichnung, die die steinerne Rheinbrücke mit 43 Pfeilern und einem Turm in der Mitte der Brücke wiedergibt (Abb. 1) (BROELMANN 1607, 76; fol. 282^v–283^r; wiederholt 76AB; fol. 64^v–65^r; KLINKENBERG 1906, 137 Abb. 43; SÜSSENBACH 1981, 29 Abb. 8; GECHTER 1989, 393 Abb. 11).

In der Folgezeit scheint es über einen längeren Zeitraum keine weiteren Untersuchungen an der Köln-Deutzer Römerbrücke gegeben zu haben; Darstellungen und Beschreibungen nehmen auf die älteren Studien Broelmanns Bezug (KLINKENBERG 1906, 155; 347; DOPPELFELD 1964, 616)³. Eine Schiffshavarie bei Niedrigwasser im Kölner Hafen 1765 führte ein Jahr später (Dezember 1766) auf Anordnung des Kölner Rates zu Vermessungen der römischen Brückenpfeiler durch den Artilleriehauptmann Johann Valentin Reinhard (1712–1769) zusammen mit dem Jesuiten Augustin Aldenbrück (1724–1796) (ENNEN 1863, 85; KLINKENBERG 1906, 347; DOPPELFELD 1964, 616 f.). Ihre Beobachtungen hatte A. Aldenbrück bereits ein weiteres Jahr später in einer kleinen Schrift „*De Ponte Constantiniانو ...*“ publiziert und eine zeichnerische Rekonstruktion mit genauen Maßangaben angefertigt (ALDENBRÜCK 1767, zwischen 12 und 13 Beil.; KLINKENBERG 1906, 141 Abb. 44). Der zentrale Brückenturm – von St. Broelmann erfunden – entfiel. Entdeckt wurden von J. V. Reinhard drei Steinpfeiler am linken

Rheinufer; die Maße betragen 40 Fuß in der Breite, in der Höhe 3 Fuß bei einem Abstand von 96 Fuß (ENNEN 1863, 85). Bei der Rekonstruktion wurden gleichmäßige Bogenöffnungen vorausgesetzt; den Südwesteckturm des Kastells *Divitia* hielten sie fälschlich für einen Brückenpfeiler, so dass ein nach Süden versetzter Brückenverlauf rekonstruiert wurde. Die Gesamtlänge wurde ausgehend vom Tor an Obenmarspforten bis nach Deutz mit 2 272 Kölner Fuß (ca. 652,75 m) berechnet (ALDENBRÜCK 1767, 12 f.; KLINKENBERG 1906, 347 [mit Umrechnungen]).

Die Erkenntnisse aus dem Jahr 1766 fanden in der Folgezeit in drei Stadtplänen Kölns Eingang, die sich auf die Zeit Karls des Großen (782) bzw. Ottos I. (953–965) beziehen. Die Federzeichnung von Joseph Michael Laporterie stammt aus dem Jahr 1796, diejenige des Pfarrers Johann Joseph Schieffer von 1818 (?), während der Urheber der dritten Zeichnung unbekannt ist; in diesem Fall muss die Datierung offenbleiben (KLINKENBERG 1906, 141 Nr. 7, 9; SCHÜTTE/GECHTER 1999, 11–14 Abb. 5–7). Die Zahl der wiedergegebenen Brückenpfeiler beträgt bei den letztgenannten Plänen insgesamt fünf, wobei sich drei auf das Kölner Ufer und zwei auf das Deutzer Ufer verteilen. Demgegenüber sind im Plan von Laporterie 14 Pfeiler eingetragen.

Beobachtungen des Ingenieurs A. Lenné in den Jahren 1848 und 1854 zu Mauerzügen am östlichen Rheinufer, die er als Brückenpfeiler deutete, wurden später von Ludwig Schwörbel als Abschnitte der Westumwehrung des Kastells *Divitia* identifiziert (Kölnische Zeitung vom 16. Januar 1848, Nr. 19 und vom 3. Januar 1854, Nr. 4; ENNEN 1863, 85 f.; SCHWÖRBEL 1893, Sp. 52–54; SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895, 140; KLINKENBERG 1906, 348; KRAUS 1925, 237).

Der Deutzer Rektor und Heimatforscher L. Schwörbel (1835–1919) nutzte das Niedrigwasser des Flusses für eigene Einmessungen und Nachforschungen an der römischen Rheinbrücke. Bereits im Winter 1884/1885 und acht Jahre später konnte er in Deutz den östlichen Brückendpfeiler beobachten (KLINKENBERG 1906, 349). Als das außergewöhnliche Niedrigwasser im Januar 1893 drei der Brückenpfeiler sichtbar werden ließ, wurden diese zunächst mit Peilstangen untersucht (SCHWÖRBEL 1893, Sp. 49 f.; SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895, 140; KLINKENBERG 1906, 348 f.). Darüber hinaus konnte ein Taucher mit Hilfe einer Tauchglocke Beobachtungen vornehmen, so dass zum ersten Mal die Zusammensetzung der Brückenpfeiler am Beispiel des 1. Pfeilers am Westufer des Rheins studiert und die Ausmaße

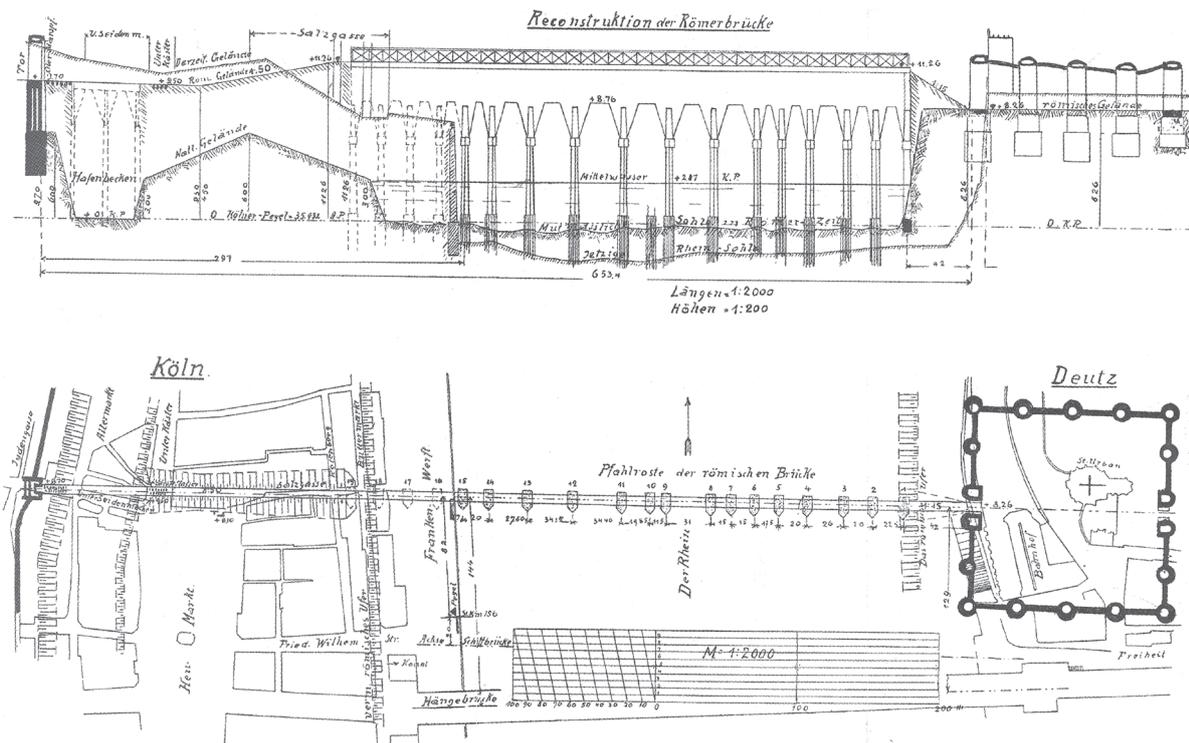


Abb. 2 Gesamtplan der spätrömischen Rheinbrücke mit Eintrag der Brückenpfeiler nach O. KRAUS (1925).

dokumentiert werden konnten. Es gelang u. a. der Nachweis des hölzernen Pfahlrostes und der Anordnung der Eichenpfähle: Bei einer Länge von 16 m hatte der Pfahlrost flussaufwärts ein dreieckiges Vorhaupt; der Durchmesser der Rundpfähle betrug 0,50 m. Neben den Holzpfeilern wurden Quadersteine aus hellem Kalk, gelben, rotem und grauem Sandstein sowie Mauerwerk aus Tuffsteinen, Trachyt, vereinzelt Basalt, allesamt ohne Mörtel, beobachtet; darunter befinden sich auch als Spolien verbaute Werkstücke von römischen Heiligtümern und Grabdenkmälern (KLINKENBERG 1906, 349 f.; KRAUS 1925, 234 f.; PRECHT 1967, 170; GREGAREK 2005, 140).

Da bedingt durch das Niedrigwasser Rheinschiffe durch „Felshindernisse“ und Stümpfe der Brückenhölzer beschädigt worden waren, wurden auch die Behörden auf den Plan gerufen: Von 1893–1897 fanden im Bereich des Kölner Zollhafens umfangreiche Baggerarbeiten durch das städtische Tiefbauamt und das Königlich-Preussische Wasserbauamt statt (KRAUS 1925, 232; SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895, 140 f.; SCHALLMAYER 2000, 208)⁴. Weitere Vermessungen (1895–1897) der spätrömischen Brückenreste mit Hilfe des Tauchschachts „Kaiser Wilhelm“, heute „Kaiman“, führte der Kölner Ingenieur Otto Kraus durch,

bevor diese anschließend – teilweise sogar mit Hilfe von Sprengstoff – beseitigt wurden (KRAUS 1925, 234; SCHALLMAYER 2000, 207)⁵. Ungefähr drei Jahrzehnte später, im Jahr 1925, veröffentlichte O. Kraus seine Aufzeichnungen in den Bonner Jahrbüchern (Abb. 2) (KRAUS 1925)⁶. Durch die Auffindung von Plänen, die O. Kraus bereits 1894 zu Beginn der Arbeiten an den späteren Leiter des Saalburgmuseums Louis Jacobi sandte, ergeben sich jedoch Unstimmigkeiten, Widersprüche zwischen diesen älteren Aufzeichnungen und den Plänen in der späteren Publikation (vgl. bereits SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895, 141 f.; SCHALLMAYER 2000, 208 ff.).

Insgesamt wurden 15 Brückenpfeiler mit unregelmäßigen Abständen festgestellt, von denen elf laut Kraus beseitigt wurden (SCHALLMAYER 2000, 207 f.)⁷. Zeichnerisch im Detail dokumentiert wurden die drei Pfeiler 13, 14 und 15 (Abb. 3) (SCHALLMAYER 2000, 206 Abb. 3; vgl. auch KRAUS 1925, 233 Abb. 1; ferner SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895, Taf. 10 [links oben])⁸. Die Länge der Pfähle, die sowohl rund als auch viereckig waren, gibt O. Kraus mit bis zu 3,90 m an, die Stärke betrug zwischen 0,25 und 0,40 m. Im Zuge dieser Ausbaggerungen wurden auch zahlreiche ganze Holzpfeile gezogen, wobei der Nachweis von

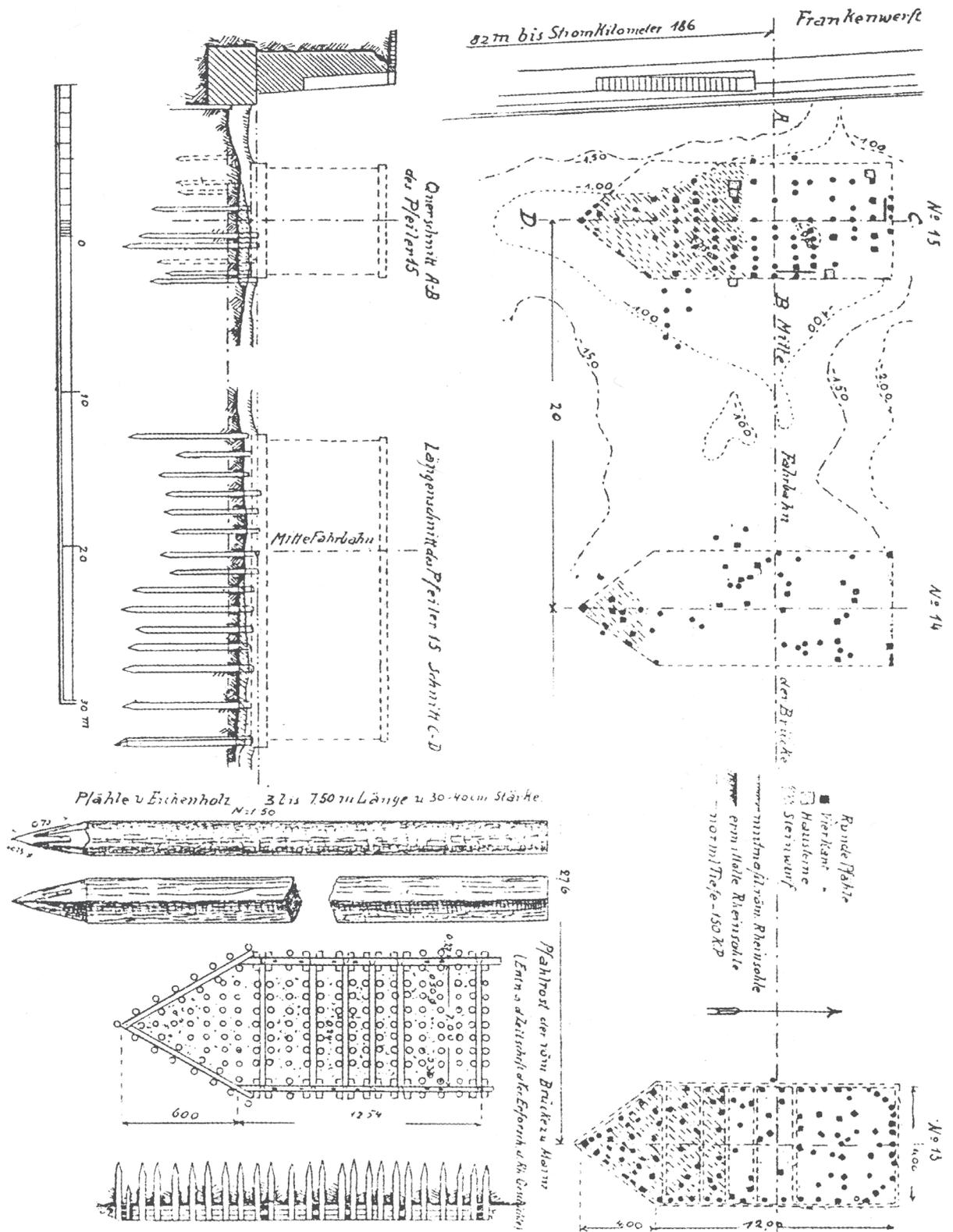


Abb. 3 Spätromische Rheinbrücke mit Detailplan der Brückenpfeiler 13-15 nach O. KRAUS (1925).

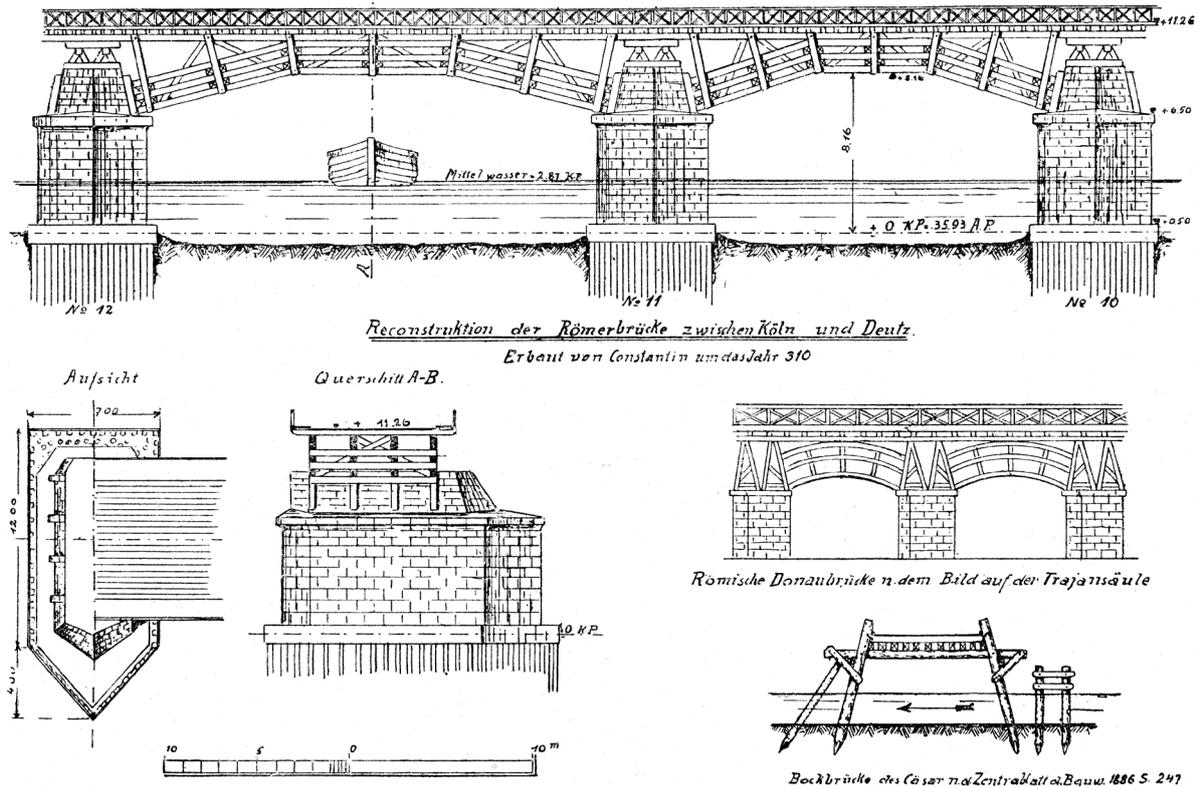


Abb. 4 Rekonstruktion der spätrömischen Rheinbrücke nach O. KRAUS (1925).

eisernen Pfahlschuhen gelang, mit denen zumindest ein Teil der Pfahlspitzen ausgestattet waren (SCHALLMAYER 2000, 208; vgl. auch KLINKENBERG 1906, 349; KRAUS 1925, 234)⁹. Die senkrechten Holzpfähle der Brückenpfeiler waren ihrerseits mit hölzernen Querankern verbunden (KRAUS 1925, 234 f.). Interessanterweise erwähnt Kraus darüber hinaus, dass einige der Pfähle vor den Maßnahmen von 1893–1897 bereits gezogen waren; wann genau dies geschah, lässt sich heute nicht mehr klären (KRAUS 1925, 235). Bei der Rekonstruktion der Kölner Rheinbrücke geht O. Kraus von einer Brücke in Mischbauweise aus: Auf Pfahlrosten mit eingefüllten Steinen ruhten die aus Quadermauerwerk bestehenden Brückenpfeiler, während der Oberbau aus Holzern mit einer hölzernen Fahrbahn errichtet war (Abb. 4) (KRAUS 1925, 242–246 Abb. 2; DOPPELFELD 1964, 619 f.).

Im Rahmen der Neuaufstellung der Römischen Abteilung des Wallraf-Richartz-Museums durch Fritz Fremersdorf (1894–1983) im November 1924 wurden wohl vier Eichenpfähle der Rheinbrücke mit eisernen Pfahlschuhen ausgestellt (FREMERSDORF 1925, 49; ders. 1927, 11 f.; STECKNER 2011,

398 ff. Abb. 1.)¹⁰. Höchstwahrscheinlich gehörten sie zum Bestand der am Ende des 19. Jahrhunderts aus dem Rhein geborgenen Exemplare, von denen offensichtlich einige wiederum für eine museale Präsentation konserviert worden waren. Diese Ausstellungsstücke dürften beim Brand des Wallraf-Richartz-Museums durch den Luftangriff der Alliierten auf Köln in der Nacht vom 28. zum 29. Juni 1943 zerstört worden sein (HELLENKEMPER 1993, 12 f.).

Bereits fünf Jahre nach Ende des 2. Weltkriegs (August 1950) wurden im Zusammenhang mit der Beseitigung von Kriegstrümmern im Rheinbett fünf Brückenpfeiler mit Hilfe des Tauchglockenschiffs „Neptun“ untersucht, offensichtlich jedoch keine Holzpfähle gezogen¹¹. In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts sind mindestens sechs Bergungen von Holzpfählen, Pfahlschuhen sowie Werksteinen und Spolien – fast ausschließlich auf der Deutzer Rheinseite – zu verzeichnen¹². Die erste Bergung von Brückenpfählen, die für spätere dendrochronologische Untersuchungen zur Verfügung standen, fand bei Niedrigwasser des Rheins im Jahr 1962 statt, wobei zur Unterstützung die

2. Kompanie des schweren, in Köln-Longerich stationierten Pionierbataillons 719 herangezogen wurde. Angehörige dieser Einheit haben darüber hinaus 1964 ein Modell der gesamten Rheinbrücke im Maßstab 1 : 250 angefertigt¹³. Über eine Maßnahme des Jahres 1966 liegen im Fundarchiv des Römisch-Germanischen Museums (RGM) keine Aufzeichnungen vor; laut E. Hollstein sollen vier Holzpfähle aus den Pfahlrosten der römischen Rheinbrücke stammen (HOLLSTEIN 1980, 74 [Maßnahme: Dr. Jürgen Bracker 1966]).

Fünf oder sechs Eichenpfähle der Rheinbrücke mit rechteckigem Querschnitt wurden bei der Eröffnung des Römisch-Germanischen Museums 1974 in der Dauerausstellung präsentiert, wobei das 6. Exemplar mit eisernem Pfahlschuh zur Hafengebäude der *Colonia Claudia Ara Agrippinensium* gehören soll (BORGER 1974, 219 [zu Insula 118,7–8]; ders. 1977, 136 f. Abb. 129; Abb. 131; NEU 1980, 148 Abb. 1; ECK 2004, 606 Abb. 262).

In den 1980er Jahren schlossen sich drei Bergungsmaßnahmen im Bereich der Römerbrücke an, die u. a. mit Hilfe des Tauchglockenschiffs „Carl Straat“ vorgenommen wurden¹⁴. Insgesamt konnten 102 Holzpfähle neben Werksteinen, Spolien mit Inschriften, Pfahlschuhen etc. geborgen werden¹⁵. Im Jahr 1990 erfolgte die vorläufig letzte Tauchuntersuchung mit der „Carl Straat“, bei der offenbar keine Holzpfähle geborgen wurden¹⁶.

Dendrochronologie (Th. Frank)

Dendrochronologie in Deutschland

Der US-amerikanische Astronom Andrew Ellicott Douglass (1867–1962) entwickelte zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Methode der Dendrochronologie und gründete 1937 das weltweit erste Labor für Jahrringforschung an der Universität Arizona in Tucson, dessen Direktor er bis 1958 war (ANONYMUS 1962). In Deutschland und europaweit der Erste, der diese Methode in den 1930er Jahren an die Arbeit mit Laub- und Nadelhölzern des gemäßigten Klimas Mitteleuropas methodisch anpasste und etablierte, war der österreichische Ökophysiologe Bruno Huber (1899–1969) (HUBER 1941; RUMP 2011). Erst seit Mitte der 1960er Jahre finden regelhaft dendrochronologische Analysen an archäologischen und anderen subfossilen Hölzern statt (HOLLSTEIN 1964; BECKER 1969; ECKSTEIN 1969). Somit kamen die ersten mit einer

römischen Rheinbrücke in Köln assoziierten Hölzer, die im späten 19. Jahrhundert aus dem Rhein geborgen wurden, zu früh für eine dendrochronologische Altersdatierung. Als Mitte der 1960er Jahre erneut Holzproben geborgen und mit Fundstellenangaben wie „Köln, Pfähle aus dem Rhein“ oder „Köln, römische Rheinbrücke“ versehen wurden, nahm sich ein weiterer Pionier der dendrochronologischen Forschung, Ernst Hollstein in Trier, dieser Funde an (HOLLSTEIN 1980, 74). Schon seinerzeit gaben sie Anlass zu Unstimmigkeiten hinsichtlich ihrer Fundstelle und ihrer Zeitstellung, denn die räumliche Zuordnung der bei Flussbettbereinigungen geborgenen Hölzer und ihr dendrochronologisch ermitteltes Alter sind seit der ersten Datierung Hollsteins bis heute Anlass für Diskussionen zwischen Dendrochronologen, Archäologen und Althistorikern (u. a. HOLLSTEIN 1980, 10 f.).

Dendrochronologie der „Pfähle aus dem Rhein, römische Rheinbrücke“

Der dendroarchäologische Befund

Während der vergangenen 50 Jahre, in denen Daten der Pfähle aus dem Rhein mit der Fundstellenbezeichnung „römische Rheinbrücke“ erhoben wurden, erfolgten im Kölner Labor seit den 1970er Jahren mehrere Softwareportierungen und digitale Formatwechsel. Im Rahmen dieser hier zusammenfassend als Datenmigration bezeichneten Prozesse entstanden Überlieferungslücken und Zuordnungsprobleme, sowohl in den schriftlichen Akten als auch in den digitalen Daten.

Deswegen war für diesen Beitrag eine Revision des gesamten Vorgangs „Köln, römische Rheinbrücke“ notwendig¹⁷.

Sämtliche bisher aus dem Fundstellenkontext „Köln, römische Rheinbrücke“ untersuchten Holzproben gehören zur Gattung Eiche (*Quercus*), deren heimische Arten man holzanatomisch nicht unterscheiden kann. Am Anfang der dendrochronologischen Untersuchungen zur römischen Rheinbrücke in Köln standen 1966 „Schwere Pfähle aus Baggerfunden im Bereich der Brücke Konstantins, geborgen vom Römisch-Germanischen Museum Köln (Dr. J. Bracker¹⁸). Die Zuweisung der hier untersuchten Pfähle an einen bestimmten Pfeiler der Brücke ist nicht möglich. Die Fundstelle wird z. B. bei Nr. 6 mit »Strommitte« angegeben.“ (HOLLSTEIN 1980, 74). Neben den vier gebeilten Vierkantpfählen, die Hollstein unter „Köln, römische Rheinbrücke

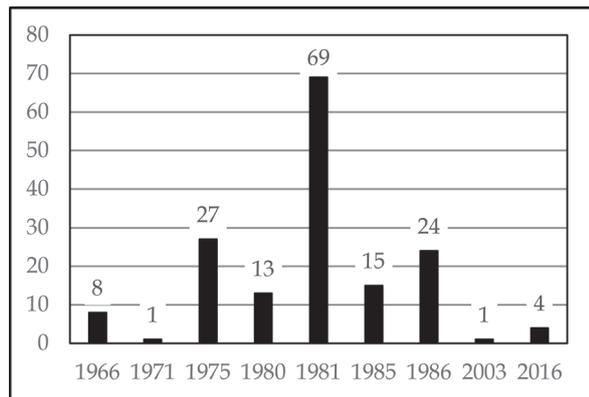


Abb. 5 Fundjahre und Anzahl der dendrochronologisch untersuchten Proben mit den Fundstellenbezeichnungen „Köln, römische Rheinbrücke“ (1966; HOLLSTEIN [1980, 74]), „Köln, Funde bei sog. Konstantinbrücke“ (1971–2003; B. Schmidt) oder „gefunden im Rhein, mutmaßlich von der Konstantinbrücke“ (2016; Th. Frank); n = 162.



Abb. 6 Bergung des Pfahls 454 aus dem Rheingrund in der Glocke des Tauchglockenschiffs „Carl Straat“ im November/Dezember 1981.

(Bracker, 1966)“ aufführt, erwähnt er vier weitere Pfahlproben, die „... wegen zu kurzer Ringfolgen vorläufig nicht datiert“ (HOLLSTEIN 1980, 74) sind¹⁹.

Neben diesen acht Proben sind im Kölner Dendrolabor Unterlagen zu weiteren 150 Hölzern mit der Fundstellenbezeichnung „Köln, Funde bei sog. Konstantinbrücke“ bekannt, die zwischen 1971 und 2003 zur dendrochronologischen Untersuchung eingereicht wurden.

Im Jahr 2016 wurden vier weitere, bisher noch nicht untersuchte Pfahlreste mit der Fundstellenbezeichnung „gefunden im Rhein, mutmaßlich von der Konstantinbrücke“ von M. Euskirchen (RGM Köln) dem Kölner Dendrolabor zur Untersuchung übergeben. Diese Pfahlreste, darunter ein 1962 bei Niedrigwasser gezogener „Rammpfahl“ (s. o. Forschungsgeschichte von N. Hanel), und eine Holzscheibe (eines Pfahls) waren bisher museal präsentiert und konnten nun erstmals dendrochronologisch untersucht werden²⁰.

Somit wurden zwischen 1966 und 2016 insgesamt 162 Holzproben dendrochronologisch untersucht, die aufgrund ihrer Fundstellen mit der römischen Rheinbrücke in Köln in Verbindung gebracht wurden, von denen für 145 Proben Messreihen für die Auswertung vorliegen (Abb. 5)²¹. Ihre Bergung erfolgte zumeist in den Monaten September bis Dezember mit deutlichem Schwerpunkt im November. Diese zeitliche Verdichtung von Fundbergungen ist sicher den in diesen Monaten niedrigen Wasserständen geschuldet, die ufernahe Bauvorhaben wie den Rheinufertunnel begünstigten²², aber auch noch stehende Pfähle in den Tiefgangsbereich der Schifffahrt ragen ließen und deshalb Bergungen

mit der Tauchglocke wie auf dem Spezialschiff „Carl Straat“ (Abb. 6) erforderten und erleichterten.

Diese Befundsituation zeigt einerseits, dass man alle aus dem Rhein geborgenen Hölzer, die wegen ihrer Fundlage²³ mit der römischen Brücke assoziiert wurden, einer dendrochronologischen Untersuchung zuführte. Dabei kamen allein 1980–1986 rund 75 % (n = 121) aller aus dem Fundkontext „römische Rheinbrücke“ heute bekannten Dendroproben zur Untersuchung in das Kölner Dendrolabor. Andererseits wird durch die Fundstellenbezeichnungen deutlich, dass teilweise eine gewisse Unsicherheit über die Zuordnung der Hölzer zum archäologischen Befund der Konstantinbrücke bestand, die, wie bereits gesagt, im Rahmen von ufernahen Baumaßnahmen und Flussbettbereinigungen aus dem Rheingrund geborgen wurden. Die dendrochronologischen Datierungen werden zeigen, dass sich hierunter nicht nur römerzeitliche Hölzer befinden.

Die Eigenschaften der Hölzer „Köln, römische Rheinbrücke“

Digitale Messdaten liegen von 145 Proben vor²⁴. Seinerzeit wurden die Jahrringbreiten zumeist auf mindestens zwei Strecken, in einigen Fällen öfter, gemessen, weshalb insgesamt 386 Messreihen vorliegen. Die unten vorgestellten Datierungen erfolgen nur auf Probenniveau, d. h. nur die Mittelwertkurve mehrerer Einzelmessungen an einer Probe wird für eine Datierung herangezogen

(Probenkurve). Die Anzahl der Jahrringe in den 145 untersuchten Probenkurven streut zwischen 38 und 226. Etwa 10 % (n = 15) der Proben weisen weniger als 50 Jahrringe auf (**Abb. 7**). Diese Jahrringanzahl ist eine Untergrenze, bis zu der eine dendrochronologische Datierung sicher gelingen kann. Dennoch gibt es Ausnahmen, bei denen auch Proben mit weniger Jahrringen (beispielsweise mit 46) sicher zu datieren sind. In solchen Fällen stützt meist eine optisch und statistisch überzeugende Synchronlage zu einer längeren Jahrringfolge derselben Fundgruppe die Datierung.

Der Grad der Vollständigkeit der durch die Proben überlieferten Baumquerschnitte²⁵ setzt qualitativ unterschiedliche Vorbedingungen für die Genauigkeit des zu ermittelnden Fällungsdatums. Nur eine Probe zeigt den vollständigen

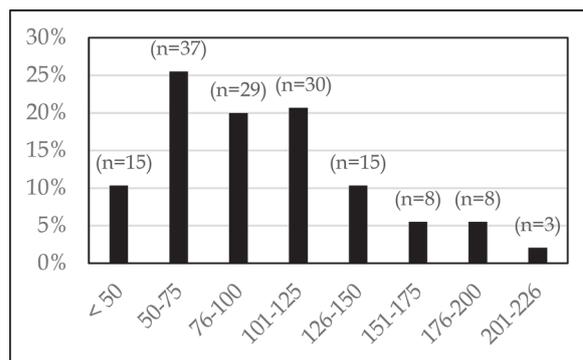


Abb. 7 Die Anzahl der Jahrringe der 145 dendrochronologisch untersuchten Probenkurven in Klassen zu 25 Jahrringen (x-Achse). Auf der y-Achse sind die prozentualen Anteile der 25-Jahrringklassen als Säulen abgetragen. Über den Säulen ist die absolute Anzahl der Proben pro Jahrringklasse in Klammern angegeben.

Abb. 8 Der Grad der Vollständigkeit der Baumquerschnitte in den Proben gibt die Genauigkeit bei der Bestimmung des Fällungsdatums vor. Mengenangaben in absoluten Zahlen und prozentualen Anteilen. WK = Waldkante, n = 145.

Vollständigkeit des Querschnitts	n	%	Genauigkeit des Fällungsdatums
Mark-Kernholz-Splint-WK	1	0,7%	jahrgenau
Kernholz-Splint-WK	4	2,8%	jahrgenau
Mark-Kernholz-Splint	2	1,4%	± 5 Jahre
Kernholz-Splint	8	5,5%	± 5 Jahre
Mark-Kernholz	8	5,5%	terminus post quem
Kernholz	122	84,1%	terminus post quem

Querschnitt eines Baumes vom Mark bis zur Waldkante. Weitere vier Proben weisen neben dem Kern- und Splintholz ebenfalls die Waldkante auf. Im Falle einer erfolgreichen dendrochronologischen Datierung erhält man für Proben mit Waldkante jahrgenaue Fällungsdaten. An 15 Proben sind noch Splintholzringe vorhanden, die eine Genauigkeit von ± 5 Jahren bei der Eingrenzung des Fällungsdatums erlauben. Das Mark ist an elf Proben erhalten²⁶. Den größten Anteil, rund 90 %, stellen insgesamt 130 Proben, bei denen nur Kernholzringe erhalten sind. In diesen Fällen ist nur die Abschätzung eines frühestmöglichen Fällungsdatums als *terminus post quem* möglich, indem man 20 ± 10 fehlende Splintholzjahre ergänzt (**Abb. 8**)²⁷. Somit haben nur 10 % der Probenkurven das Potential für eine Eingrenzung des Fällungsdatums auf ein Jahr (Waldkante) oder ± 5 Jahre (Splintholzerhaltung).

Die durchschnittlichen Jahrringbreiten der 145 Probenkurven, die jeweils aus mehreren Einzelmessungen gemittelt wurden, schwanken zwischen 0,76 und 3,08 mm. Eine Betrachtung

dieser Werte auf der Ebene chronologischer Einheiten folgt weiter unten. In der Gesamtbeurteilung des Verhältnisses der mittleren Jahrringbreiten zur Anzahl der Jahrringe erkennt man auch in diesen überwiegend unvollständigen Jahrringfolgen (vgl. **Abb. 8**) den Alterstrend (vgl. BAILLIE/PILCHER 1973, 11; HOLLSTEIN 1980, 13), d. h. eine Abnahme der Jahrringbreiten von den älteren zu den jüngeren Jahrringen (**Abb. 9**). Aus **Abbildung 9** lässt sich außerdem schließen, dass viele der kurzen Jahrringsequenzen bis etwa 75 Jahrringe wahrscheinlich vom inneren Bereich des Baumquerschnitts stammen und nur wenige Jahrringe vom Mark entfernt sind.

Die dendrochronologischen Datierungen der Fundstelle „Köln, römische Rheinbrücke“

Die Überbrückung der Spätantike zwischen 300 und 400 n. Chr. durch Dendrodaten war lange ein schwach belegter Abschnitt im Jahrringkalender E. Hollsteins (HOLLSTEIN 1980) und in vielen

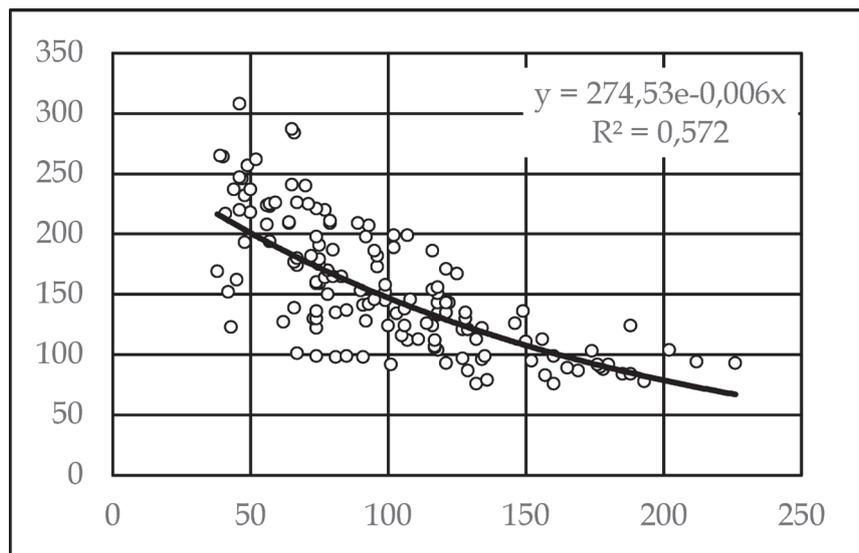


Abb. 9 Das Verhältnis von Jahringanzahl (x-Achse) zur durchschnittlichen Jahringbreite (y-Achse, Werte in 1/100 mm) der 145 Probenkurven und die exponentielle Trendlinie der Daten mit Formel und Bestimmtheitsmaß R^2 .

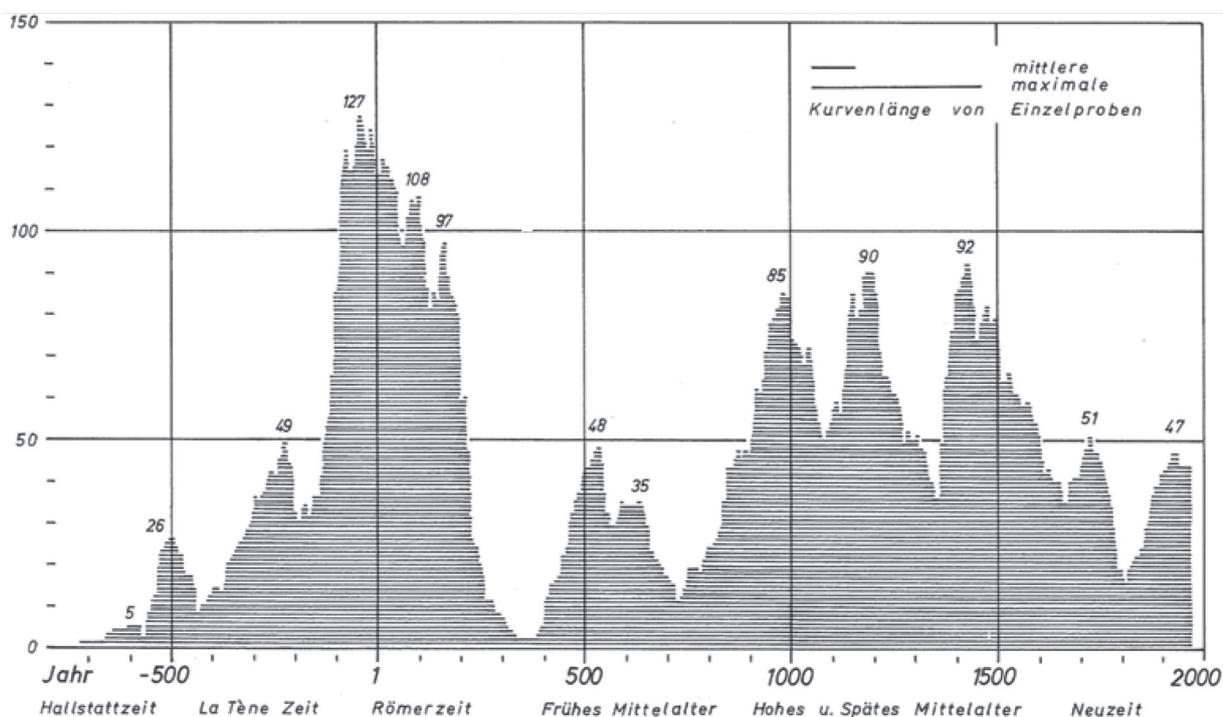


Abb. 10 Die Belegdichte und die Anzahl der datierten Proben pro Kalenderjahr in der Hollstein-Chronologie auf dem Stand von 1973/74. Die besonders niedrige Belegung zwischen 300 und 400 n. Chr. ist gut zu erkennen.

nachfolgenden Chronologien (**Abb. 10**), weil aus dieser Zeit nur wenig archäologisches Holz überliefert ist und auch anderweitig subfossil erhaltene Hölzer dieser Zeitstellung nur zufällig und selten geborgen werden. 1980 standen E. Hollstein zur Überbrückung dieses Zeitabschnitts nur sechs Holzproben von zwei Fundstellen zur Verfügung²⁸. Dies wurde oft kritisiert, insbesondere mit Bezug auf die Datierung der Hölzer der

„Kölner Rheinbrücke“, weil der ältere Abschnitt dieser „spätantiken Lücke“ ab etwa 310 n. Chr. nur durch fünf weitere Fundstellen teilüberbrückt war (BAILLIE 1981; OSSOWSKI LARSSON/LARSSON 2015; vgl. auch HOLLSTEIN 1980, 5; 10 f.; 192 f.)²⁹.

In jüngster Zeit wurde dieser dendrochronologisch schwach belegte Zeitabschnitt durch eine Kooperation mehrerer dendrochronologischer Labore³⁰ überarbeitet und ist nun mit 62

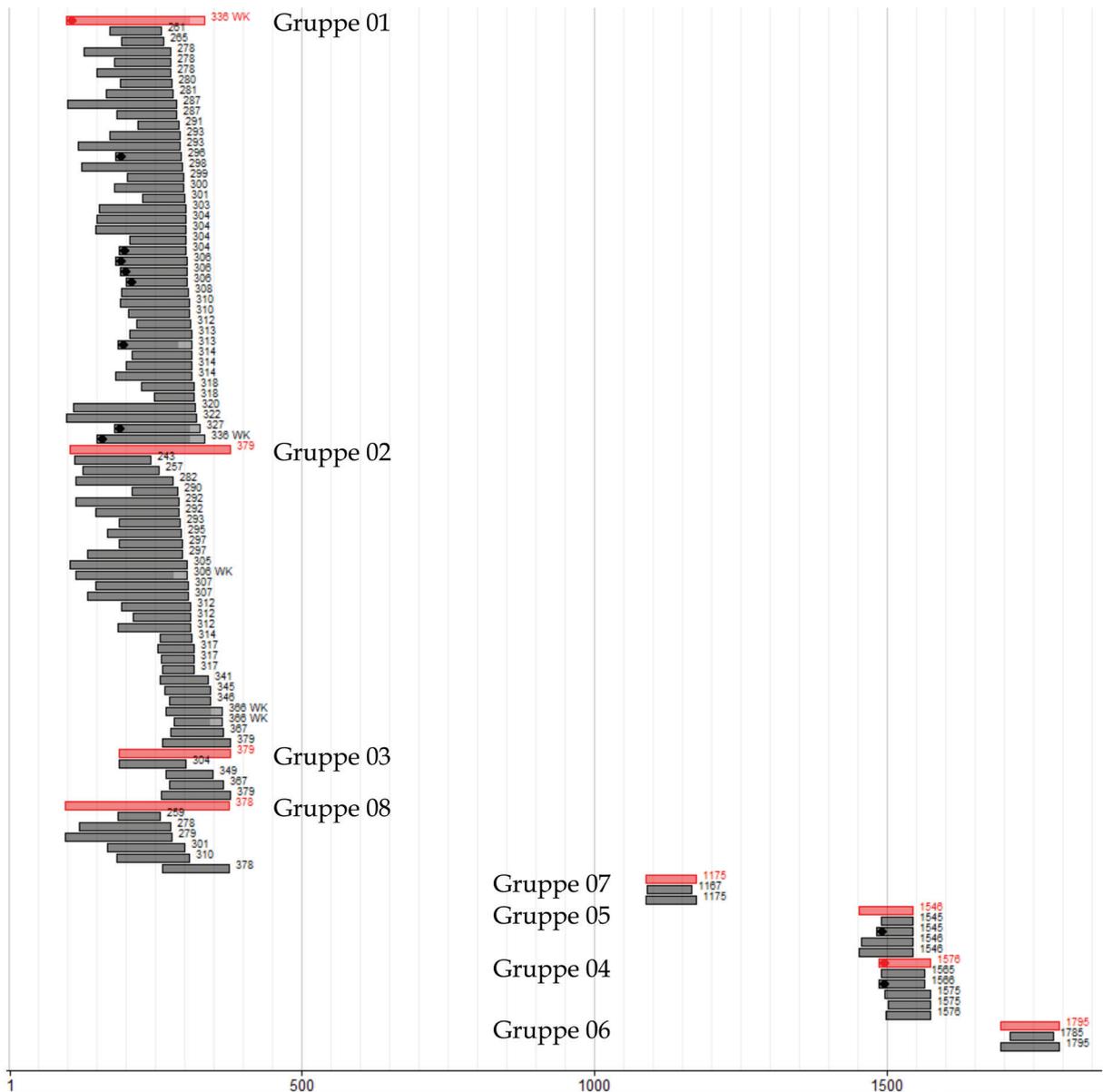


Abb. 11 Übersicht der acht Dendrogruppen auf der Zeitskala, sortiert nach Enddaten. Die Länge der Balken entspricht der Anzahl der Jahrringe einer Probenkurve. Rot = Dendrogruppen-Mittelwertkurven, darunter in grau die zur jeweiligen Gruppe gehörigen Probenkurven. M/ = Mark erhalten, hellere Bereiche in den Balken = Splintholzerhaltung, WK = Waldkante erhalten, n = 91 Probenkurven. Vgl. auch **Abb. 30**.

Fundstellenkurven sicher überbrückt (RZEPECKI u. a. 2019). Somit steht uns heute für den Zeitraum der Spätantike ein verbesserter dendrochronologischer Kalender zur Verfügung, der auch in dieser Untersuchung Anwendung findet.

Wie bereits gesagt, erfolgt die Datierung der Hölzer nur auf Probenniveau, d. h. die Mittelwertkurve aus mehreren Einzelmessungen einer Probe wird datiert³¹. Die Messreihen wurden als reine Jahrringbreitenwerte ohne vorherige

Standardisierung oder Detrending verwendet, um keine Informationen zu verlieren. Die dendrochronologische Datierung dieser Probenkurven erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren, an dessen Ende die Erstellung von internen Chronologien und Fragen nach dem Baumalter, den Pfahldurchmessern, der Holzherkunft sowie den Fällungs- und Bauphasen stehen.

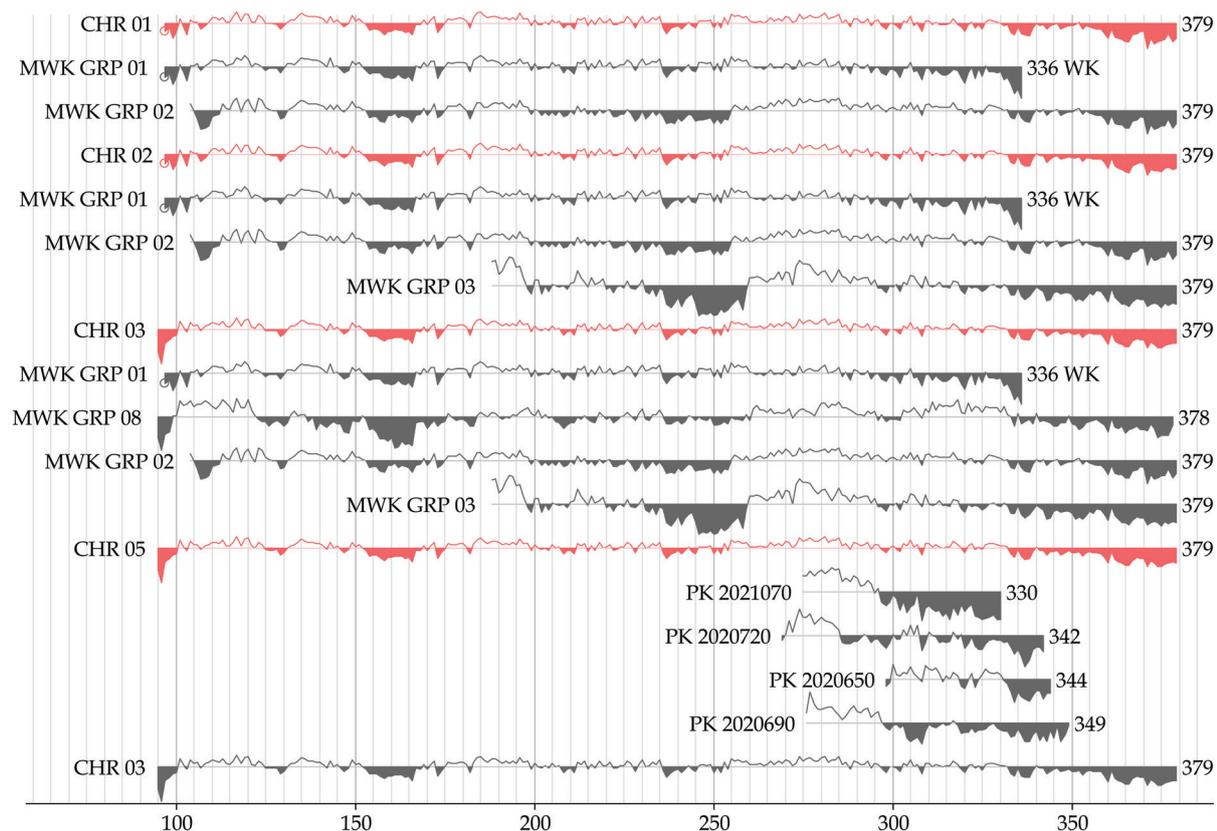


Abb. 12 Die römerzeitlichen Chronologien (rot), darunter die jeweils integrierten Bestandteile (grau) als logarithmisch skalierte Jahringbreitenkurven auf der Zeitskala, sortiert nach ihren Enddaten. Die horizontalen Linien zeigen die durchschnittliche Jahringbreite. Gefüllte Bereiche markieren Jahre mit unterdurchschnittlichen Jahringbreiten (Rückgang der Wuchsleistung). CHR = Chronologie, MWK GRP = Mittelwertkurve einer Gruppe, WK = Waldkante erhalten, \circ/\circ = Mark erhalten. Vgl. auch **Abb. 30**.

Dendrogruppen

Unter den 145 Probenkurven konnten 92 untereinander hoch korrelierte Jahringfolgen³² isoliert werden, welche die Grundlage für acht Dendrogruppen bilden, von denen vier in die römische Zeit, eine in das Hochmittelalter und drei in die Neuzeit datiert sind (**Abb. 11** und **Abb. 30**). Eine dieser Probenkurven konnte nicht datiert werden, so dass die acht Dendrogruppen insgesamt 91 datierte Jahringfolgen enthalten.

Von der Dendrogruppe zur Chronologie

Da für manche Zeitabschnitte mehrere Dendrogruppen vorliegen, bietet sich der Aufbau von Chronologien aus deren Gruppenmittelwertkurven an. Drei römerzeitliche Chronologien bauen sukzessive aufeinander auf, und eine Chronologie liegt am Beginn der Neuzeit. Von den verbleibenden 54 einzelnen Probenkurven sind 23 datiert, und einige zeigen gute Korrelationen zu

den aus den Gruppenmittelwertkurven erstellten Chronologien. So wurden vier Probenkurven in die zuletzt erstellte römische und eine in die frühneuzeitliche Chronologie integriert, wodurch zwei weitere chronologische Abfolgen entstanden (**Abb. 12–13** und **Abb. 30**).

Zu den Mittelwertkurven der Dendrogruppen 7 (Hochmittelalter) und 6 (Ende der Neuzeit) liegen keine ausreichend korrelierten Probenkurven vor, die zum Aufbau von internen Chronologien integriert werden könnten. Für diese Zeitabschnitte markieren die Gruppenmittelwertkurven das Ende der Bearbeitung.

Nicht gruppierte, datierte Probenkurven

Die verbleibenden 18 datierten, aber nicht gruppierten Probenkurven verteilen sich auf die Römerzeit (4), das frühe Mittelalter (1), das Hochmittelalter (6), die frühe Neuzeit (4) und die Neuzeit (Neuere Geschichte)/Beginn des 19. Jahrhunderts (3) (**Abb. 30**).

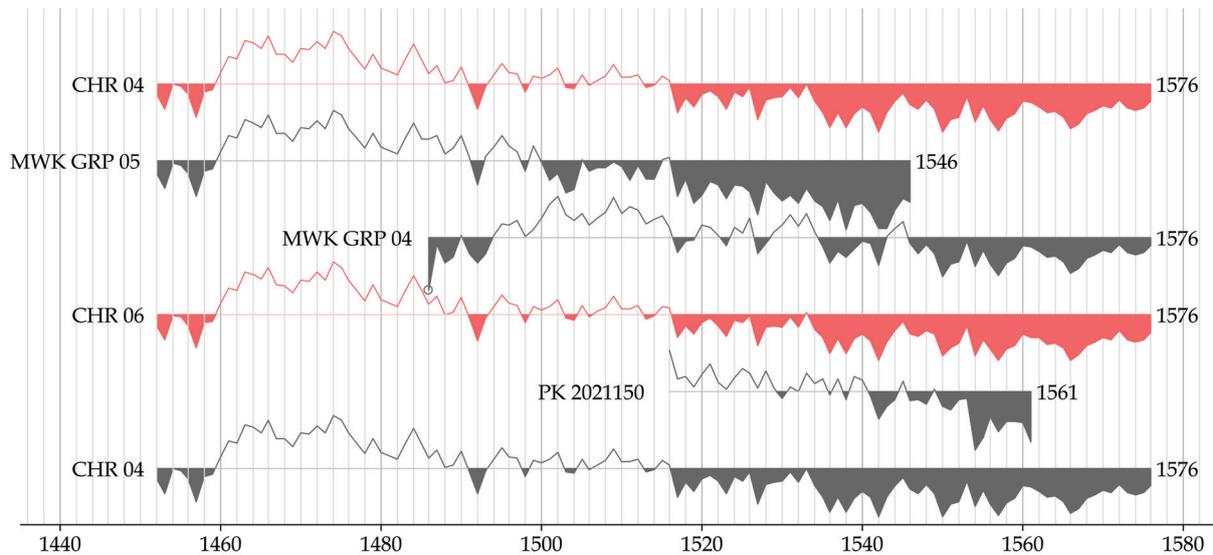


Abb. 13 Die frühneuzeitlichen Chronologien (rot), darunter die jeweils integrierten Bestandteile (grau) als logarithmisch skalierte Jahringbreitenkurven auf der Zeitskala, sortiert nach Enddaten. Die horizontalen Linien zeigen die durchschnittliche Jahringbreite. Gefüllte Bereiche markieren Jahre mit unterdurchschnittlichen Jahringbreiten (Rückgang der Wachstumsleistung). CHR = Chronologie, MWK GRP = Mittelwertkurve einer Gruppe, PK = Probenkurve, ◦ = Mark erhalten. Vgl. auch **Abb. 30**.

Gesamtschau aller Datierungen

Insgesamt konnten 114 der 145 Probenkurven dendrochronologisch datiert werden. Das ist ein Datierungserfolg von knapp 79 % (**Abb. 14–15**). Es wurden fünf Zeitabschnitte festgestellt, von denen vier genügend Daten für eine chronologisch getrennte Betrachtung der Jahringbreiten enthalten. Dabei zeigen sich markante Unterschiede in den Mittelwerten und den minimalen/maximalen Spannweiten der Jahringbreiten zwischen den römischen und den jüngeren Probenkurven (**Abb. 16**). Dadurch wird einerseits die auf den hohen Korrelationen der Wuchskurven beruhende dendrochronologische Gruppierung nochmals augenfällig. Andererseits zeigt die Einheitlichkeit der tendenziell engeren römischen Hölzer eine gezielte Auswahl von astreinem und leichterem Holz durch die römischen Holzfäller³³. Dies weist auf gleiche Wuchsbedingungen für die Bäume hin, muss aber nicht zwingend einem gemeinsamen Wuchsstandort entsprechen. Diese Gesichtspunkte werden weiter unten wieder aufgegriffen.

Undatierte Probenkurven

Zum Abschluss soll auch ein Blick auf die 31 undatierten Probenkurven geworfen werden. Sie haben zwischen 38 und 178 Jahringen, darunter

zwei mit 12 bzw. 16 Splintholzringen und eine weitere mit 16 Splintholzringen und Waldkante. Es stellt sich die Frage, warum zumindest in den 18 Fällen mit mehr als 50 Jahringen keine gut abgesicherten Synchronlagen zu den internen wie externen Chronologien festzustellen waren. Die Jahringbreiten dieser 18 Proben zeigen keine Extremwerte und haben einen Mittelwert von 1,5 mm, so dass extreme Eng- oder Weitringigkeit als Datierungshindernisse ausfallen. Ein weiterer Grund sind oft Wuchsstörungen im Gewebe der Bäume durch Umwelteinflüsse, die zu Verzerrungen des Jahringbilds führen, wie sie durch die zyklischen Massenflüge von Maikäfern (*Melolontha* sp.) verursacht werden³⁴. Es gibt hierzu einige dendrochronologische Untersuchungen, in denen u. a. empfohlen wird, besonders Jahringserien von Eichen vor der Erstellung einer Chronologie auf zyklische „Maikäfersignale“ zu überprüfen (z. B. KOLÁŘ u. a. 2013, 33; vgl. auch CHRISTENSEN 1987; BILLAMBOZ 2014). Deshalb ist eine Betrachtung der undatierten Hölzer unter diesem Gesichtspunkt angezeigt, der vielleicht einen Grund für die Undatierbarkeit dieser Hölzer liefert.

Die Korrelationen zwischen den 31 undatierten Proben sind meist schwach. Nur zwei Probenpaare sind hoch korreliert. Deshalb konnte keine schwimmende Chronologie der undatierten Proben erstellt werden, die bei der Untersuchung auf Maikäferzyklen hilfreich wäre. Diese

Zeitstellung	Probenkurven gesamt	Anzahl der gruppierten (GRP Nr.) und nicht gruppierten Probenkurven (PK)
Römische Kaiserzeit	86	GRP 01 = 40, GRP 02 = 28, GRP 03 = 4, GRP 08 = 6; PK = 8
Frühmittelalter	1	PK = 1
Hochmittelalter	8	GRP 07 = 2; PK = 6
Frühe Neuzeit	16	GRP 05 = 4, GRP 04 = 5, GRP 6 = 2; PK = 5
Neuere Geschichte/19. Jh.	3	PK = 3
SUMME	114	

Abb. 14 Tabellarische Übersicht der Datierungen.

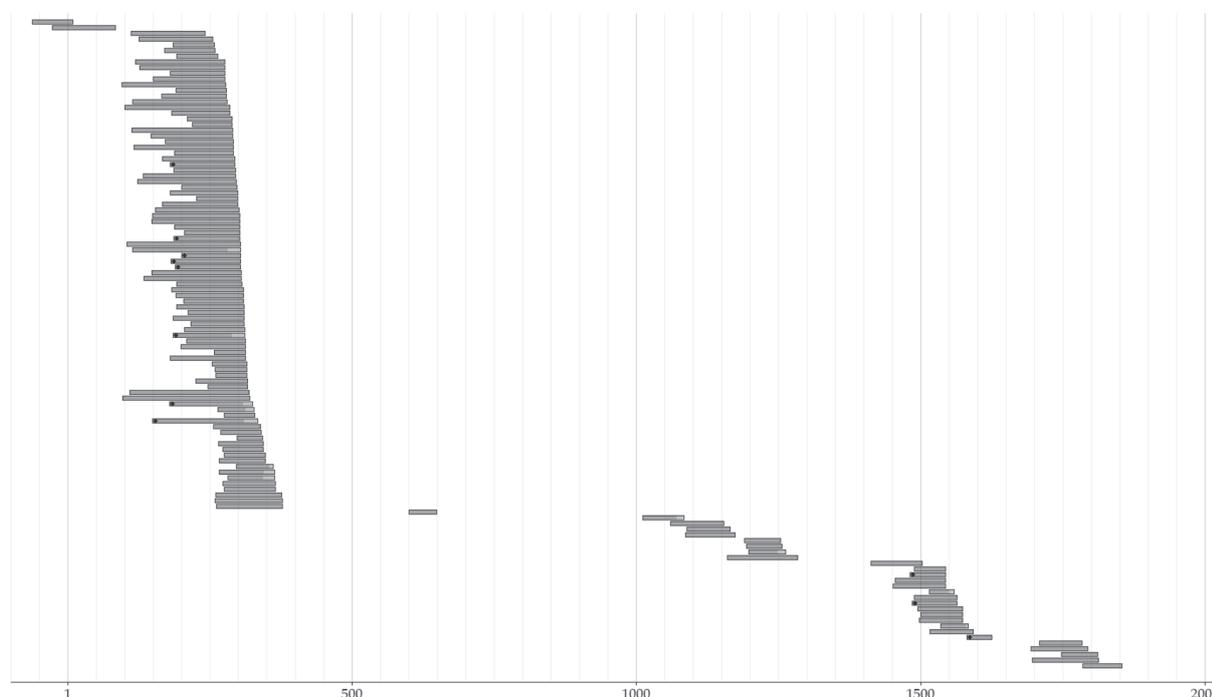


Abb. 15 Balkengrafik aller datierten Probenkurven (n = 114) auf der Zeitachse. Schwarzer Balkenbeginn = Mark erhalten, Helle Bereiche am Balkenende = Splintholzringe erhalten. Auf die Darstellung von Endjahren und Waldkanten wurde in dieser Skalierung verzichtet.

Uneinheitlichkeit kann auch als Hinweis auf verschiedene Zeitstellungen dieser Proben gewertet werden. So mussten die Synchronlagen der einzelnen Probenkurven zu verschiedenen künstlichen Maikäferzyklen-Kurven mit 3-, 4- und 5-Jahreszyklen getestet werden (vgl. KOLÁŘ u. a. 2013). Im Ergebnis konnte nur eine Probenkurve überzeugend mit einem 4-jährigen Maikäferzyklus synchronisiert werden. Damit erscheinen Wuchsstörungen durch Maikäfer als

Grund für die nicht erfolgreiche Datierung der restlichen undatierten Probenkurven unwahrscheinlich, und die Ursache bleibt offen.

Diskussion der römischen dendrochronologischen Daten

Die Jahrringbreiten der 86 römisch datierten Hölzer zeichnen sich ganz überwiegend durch

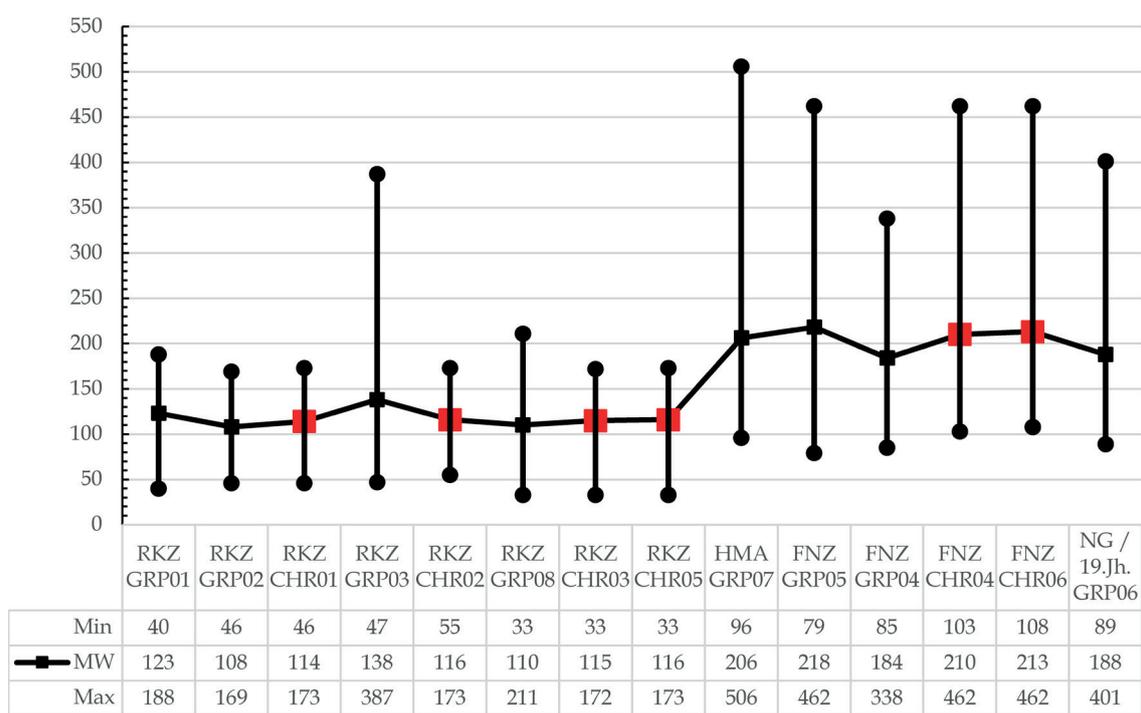


Abb. 16 Der Mittelwert (MW) und die Spannweiten (Min/Max) der Jahrringbreiten in den datierten Gruppenmittelwertkurven und Chronologien (rote Quadrate), Maßeinheit 1/100 mm (y-Achse). Die Reihenfolge ist chronologisch und folgt den Arbeitsschritten im Aufbau der Mittelwertkurven und Chronologien (vgl. **Abb. 11**). RKZ = Römische Kaiserzeit, HMA = Hochmittelalter, FNZ = Frühe Neuzeit, NG/19. Jh. = Neuere Geschichte/Beginn des 19. Jh., GRP = Dendrogruppe, CHR = Chronologie.

hohe Korrelationen und eng gestaffelte zeitliche Gruppierungen aus (vgl. Dendrogruppen in **Abb. 11**). Die splintholzfreen Datierungen von zwei Probenkurven mit 74 bzw. 114 Jahrringen auf die Endjahre 11 und 86 n. Chr. sind kaum mit dem römischen Brückenbau in Verbindung zu bringen (**Abb. 15**, die zwei obersten Balken). Da genaue Fundstellenangaben und Beschreibungen der Hölzer fehlen, kann über ihren baulichen Zusammenhang und ihre Funktion keine Aussage getroffen werden. Bei der Berechnung eines frühest möglichen Fällungsdatums³⁵ (*terminus post quem*; TPQ) ergeben sich die Jahre TPQ 31 ± 10 und TPQ 106 ± 10 n. Chr. Diese TPQ-Datierungen können zeitlich am ehesten mit der etwa 350 m entfernt liegenden Uferbefestigung/Spundwand aus römischer Zeit am Kurt-Hackenbergr-Platz assoziiert werden (SCHMIDT/FRANK 2012, 48 ff.), deren Eichenpfähle dendrochronologisch auf das Fällungsjahr 89/90 n. Chr. datiert sind (Waldkantendatum). Ebenso ist eine Altholzverwendung denkbar.

Die übrigen 84 Probenkurven verteilen sich mit ihren Enddaten auf den Zeitraum 243–

379 n. Chr., und 78 davon bilden dabei vier Gruppen (vgl. **Abb. 11**), deren Probenkurven signifikant korreliert sind³⁶. Dabei stellen sich Fragen zum Baumalter, zu den Pfahldurchmessern, zur Holzherkunft sowie zu den Fällungs- und Bauphasen.

Alter, Höhe und Anzahl der Bäume

Die Anzahl der Jahrringe in den Probenkurven liefert in gewissen Grenzen³⁷ Informationen zur Altersstruktur des Herkunftswaldes. Dies gilt hier besonders, weil das Probenmaterial überwiegend von Pfählen stammt, und die Bäume bei ihrer Zurichtung und später durch den natürlichen Abrieb im Flussbett einen überschaubaren und relativ gleich bemessenen Anteil ihres Durchmessers verloren haben. Die 84 Probenkurven aus dem Zeitraum 243–379 n. Chr., die der Kölner Rheinbrücke zugeordnet werden könnten, haben zwischen 67 und 246 Jahrringe. Unter Berücksichtigung von 20 fehlenden Splintholzjahren bei den fehlkantigen Proben (HOLLSTEIN 1980, 34 Abb. 21) erhält man einen

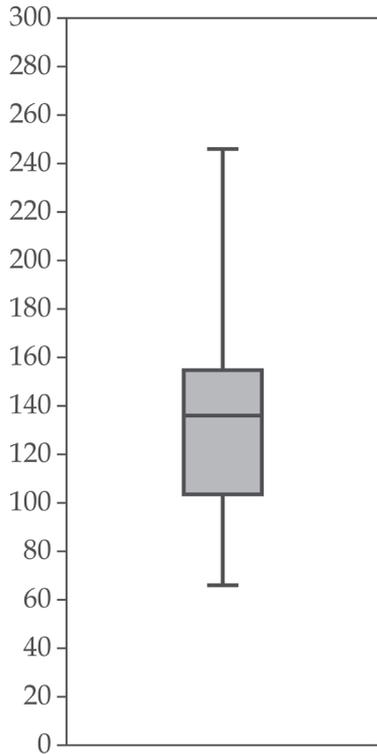


Abb. 17 Box-Plot der Jahrringanzahl der 84 Probenkurven zwischen 243 und 379 n. Chr. Für fehlkantige Proben wurden 20 Splintjahre addiert. Der Median (horizontale Linie im Rechteck) beträgt 136, die durchschnittliche Abweichung vom Median 31,65. Das Rechteck markiert den Bereich der interpolierten Quartilsabstände, die Spannweitenlinien zeigen die Minimal- und Maximalwerte. Grafik erstellt in PAST 3.

Median von 136 mit einer durchschnittlichen Abweichung von ± 32 Jahren (**Abb. 17**).

Man kann also ein durchschnittliches Baumalter von 140 Jahren annehmen. Die Box-Plot-Darstellung (**Abb. 17**) zeigt einen Quartilsabstand zwischen 105 und 155 Jahren, in dem die mittleren 50 % der Jahrringzahlen liegen. Nur fünf Probenkurven haben mehr als 200 Jahrringe. Für die Herkunft dieser Hölzer, deren Korrelationen auf ein gemeinsames Biotop hinweisen, lässt sich ein dichter Wald mit gemischter Altersstruktur und einem Schwerpunkt der Baumalter zwischen 100 und 200 Jahren annehmen, der wahrscheinlich insgesamt das Spektrum vom Sämling bis zum 300-jährigen Baum abdeckt.

Bei Eichen einer mittleren Altersklasse von 140 Jahren kann man Baumhöhen zwischen 25 und 30 m erwarten³⁸. Damit wären, abzüglich des bodennahen Wurzel- und des Kronenbereichs, bei einer durchschnittlich nutzbaren Stammlänge von 20 m, fünf Pfähle mit 4 m Länge von jedem Baum herstellbar³⁹. Bei einem Ansatz von etwa 1 500 Pfählen für die 19 Pfeiler der römischen Brücke in Köln⁴⁰ wären dann etwa 300 Bäume für die Pfahlrostkonstruktion des Bauvorhabens gefällt worden.

Dimensionen der Pfähle

Die vollständigen Durchmesser der Pfähle sind in den meisten Fällen nicht erhalten, und Messungen der Probendurchmesser von den frisch geborgenen Hölzern liegen nicht vor. Ersatzweise kann man anhand der kumulierten Jahrringbreiten einen Eindruck von der Dimension der Pfahl-

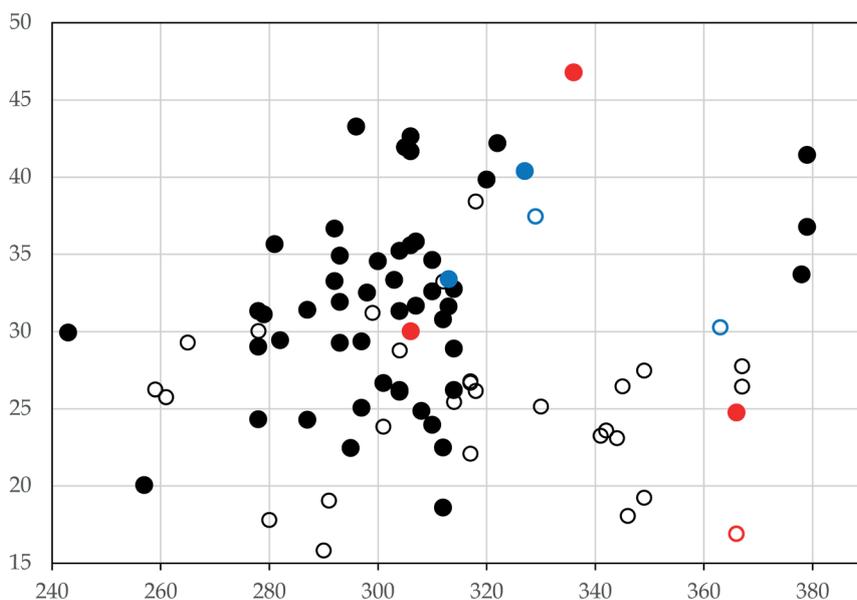


Abb. 18 Mindestmaße der Pfahldurchmesser der datierten Hölzer ($n = 84$) in cm (y-Achse) auf der Zeitachse (x-Achse). Offene Symbole ≤ 99 Jahrringe, gefüllte Symbole ≥ 100 Jahrringe. Schwarz = ohne Splinterhaltung, blau = mit Splinterhaltung, rot = Waldkante erhalten. Mittlerer Durchmesser aller Hölzer = $29,7 \pm 6,7$ cm.

Abb. 19 Die Korrelationen der Mittelwertkurven der römertzeitlichen Dendrogruppen 1–3 und 8 zueinander. Dendrogruppen 1 und 2 sind besonders hoch korreliert. OVL = Anzahl der überlappenden Jahrringe, GLK % = Gleichläufigkeit in %, TVHO = t-Wert nach HOLLSTEIN (1980), TVBP = t-Wert nach BAILLIE/PILCHER (1973). Die Berechnung erfolgte mit PAST 5.

	D-Gruppe 1	D-Gruppe 2	D-Gruppe 3
D-Gruppe 2	OVL = 233 GLK % = 81,97 TVHO = 15,44 TVBP = 14,71		
D-Gruppe 3	OVL = 149 GLK % = 67,45 TVHO = 5,22 TVBP = 5,54	OVL = 192 GLK % = 66,41 TVHO = 9,08 TVBP = 9,61	
D-Gruppe 8	OVL = 240 GLK % = 66,04 TVHO = 7,14 TVBP = 7,48	OVL = 275 GLK % = 64,73 TVHO = 8,14 TVBP = 8,88	OVL = 191 GLK % = 71,73 TVHO = 7,75 TVBP = 7,26

durchmesser gewinnen (**Abb. 18**)⁴¹. Für die Betrachtung auf Individualniveau wurden die 84 Probenkurven der von 243–379 n. Chr. datierten römertzeitlichen Hölzer herangezogen. Daraus ergab sich ein Mittelwert von 29,7 cm mit einer Standardabweichung von 6,7 cm als Annäherung für den durchschnittlichen Durchmesser der Pfähle. Dieser Wert liegt unter den Angaben von 0,50 m als Durchmesser für die Rundpfähle, die L. Schwörbel beobachtete, aber im Bereich der von O. Kraus für Rund- und Vierkantpfähle genannten Werte zwischen 0,25 und 0,40 m (KRAUS 1925, 234 f.; vgl. auch SCHWÖRBEL 1893, Sp. 50). E. Hollstein nennt für die vier von ihm untersuchten rechteckigen Pfahlquerschnitte Maße zwischen 24 und 29 cm (HOLLSTEIN 1980, 74; 137 Abb. 50), und die vier im Jahr 2016 im Kölner Labor erstmalig untersuchten rechteckigen Pfahlreste haben recht einheitliche Maße zwischen 26/28 x 31/32 cm. Ein durchschnittliches Rechteckmaß von etwa 28 x 32 cm scheint also der Standard für die (Rechteck-)Pfähle der Kölner Brücke zu sein, der sich auch aus den Jahrbreiten herauslesen lässt.

Holzherkunft

Die Schwellenwerte, die bei der Dendrogruppenbildung gesetzt wurden, sind ausreichend hoch, um auf gleiche Wuchsbedingungen der Hölzer hinzuweisen, die hinter den so gefilterten 78 Probenkurven stehen. Man kann ihre Herkunft ökologisch ähnlichen Standorten, wahrscheinlicher aber einer gemeinsamen Region zuordnen.

Erhöht man diese Schwellenwerte⁴², so erreichen 25 Probenkurven ein Ähnlichkeitsniveau, das man auch bei stammgleichen Hölzern erwarten würde (**Abb. 20**)⁴³. Für solche Hölzer

muss man zumindest von einem gemeinsamen Standort ausgehen. Davon befinden sich 17 Probenkurven in Dendrogruppe 1, fünf Probenkurven in Dendrogruppe 2, zwei in Dendrogruppe 3 und eine in Dendrogruppe 8. Dabei zeigen die 22 Probenkurven der Dendrogruppen 1 und 2 besonders hohe Ähnlichkeiten zueinander. Dagegen bleiben die der Dendrogruppen 3 und 8 „unter sich“, und nur Dendrogruppe 3 verweist mit einer Probenkurve auch auf Dendrogruppe 2. Dies drückt sich auch in den Korrelationen der Mittelwertkurven der Dendrogruppen aus, was dem sukzessiven Aufbau dieser Gruppen geschuldet ist und nicht als chronologisches Indiz gewertet werden kann (**Abb. 19**).

Die Herkunft dieser 25 in ihrem Wuchs bild besonders ähnlichen und in Teilen wahrscheinlich stammgleichen Hölzer kann nicht klar ermittelt werden, denn sie zeigen in verschiedenen Versuchen, auch mit einer aus ihnen gemittelten Kurve, bei der Synchronisierung mit nicht-Hollstein-basierten Jahrringkalendern⁴⁴ sowohl signifikante Korrelationen mit nordostfranzösischen und Mosel-Chronologien⁴⁵ als auch mit süd-deutschen Jahrringkalendern. Dabei zeigen die Chronologien aus Nordostfrankreich und der Mosel einen leichten Vorsprung zu der Süd-deutschlands (**Abb. 20**).

Die intern erstellten Chronologien der Römertzeit bestätigen dieses Bild. Dabei wurde der Hinweis auf eine Herkunft aus Nordostfrankreich oder dem Moselgebiet weiter verstärkt. Die Untersuchung der römischen Maasbrücke bei Cujik zeigte, dass das Holz der drei Bau- oder Reparaturphasen sehr wahrscheinlich aus demselben Wald stammt, der im nördlichen Maasbecken stockte (GOUDSWAARD u. a. 2000/2001, 460).

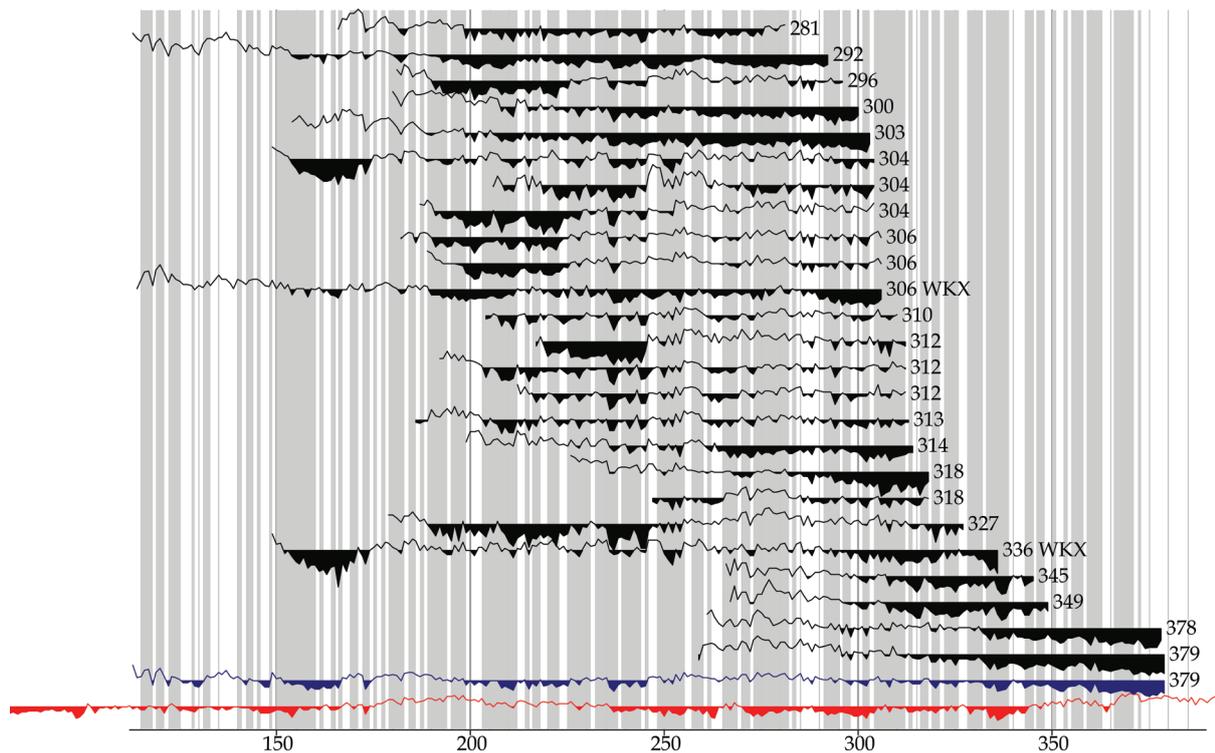


Abb. 20 Wuchskurven der 25 hoch korrelierten Probenkurven gleichen Standortes (schwarz) und ihre Mittelwertkurve (blau) auf der Zeitskala. Die gefüllten Kurvenabschnitte zeigen Jahre mit unterdurchschnittlichen Jahringbreiten (Reduzierung der Wuchsleistung). Zuerst die nordostfranzösische Chronologie von W. Tegel (rot; „NE Fran. REF3“, 2008, 500 v. Chr.–500 n. Chr.). Die grauen Bereiche kennzeichnen die gleichläufigen Kurvenabschnitte zwischen der Chronologie von W. Tegel und der Mittelwertkurve der Probenkurven (OVL = 267, GLK % = 62,70, Signifikanz der Gleichläufigkeit = 99,9 %, CC = 0,33, TVBP = 5,12, TVHO = 5,67. Die Berechnung erfolgte mit PAST 5).

Letztlich werden es Bäume von zumindest ökologisch sehr ähnlichen Standorten, aus praktischen Erwägungen heraus vermutlich desselben Standortes sein, die für das große Bauvorhaben der römischen Rheinbrücke in Köln gefällt wurden. Im Folgenden wird untersucht, ob es sich dabei um eine zeitgleiche Fällung des gesamten Bauholzbedarfs oder um mehrere zeitlich versetzte Fällungsvorgänge handelte.

Fällungsdaten und Bauphasen

Die römerzeitlichen Dendrogruppen 1–3 und 8 sind durch ihre hohen internen Korrelationen definiert (Ähnlichkeiten im Wachstumsverlauf) und können nicht mit Fällungsereignissen und Bauphasen gleichgesetzt werden, die aber angesichts der zeitlichen Streuung der Daten zu erwarten sind (vgl. **Abb. 11**). Zur Identifizierung solcher Phasen werden Gruppen wahrscheinlich gleichzeitig gefällter Bäume gesucht, wobei die Probenkurven mit Splintholz und Waldkante als Orientierung dienen, aber auch die splintholz-

freien Hölzer werden herangezogen.

Die Lage der vier Waldkantendaten⁴⁶, deren zeitliche Positionen exakt 30 Jahre auseinander liegen, und die der vier Splintholzdatierungen mit geringen zeitlichen Spielräumen für die Fällungsdaten lassen bereits zeitliche Schwerpunkte erkennen (**Abb. 21**). Demnach gibt es einen Schwerpunkt von Fällungen im Zeitraum 306–336 n. Chr. und mit einem Abstand von 30 Jahren eine deutlich geringer belegte Phase zwischen 366 und 381 n. Chr.

Angesichts des hohen Anteils von Hölzern ohne Splintholzreste (89 %), für die hier bisher nur individuelle frühest mögliche Fällungsjahre ermittelt sind (**Abb. 21**), ist es sinnvoll, diese zu gruppieren. Denn für Gruppen wahrscheinlich zeitgleich gefällter Bäume können sowohl frühest mögliche Mittelwerte der Fällungsjahre als auch Fällungsjahre des jüngsten Endjahres angenommen werden (vgl. BECKER 1981, bes. 382 ff.). Solche Ergebnisse können die Ermittlung von Fällungs- und Bauphasen unterstützen. Die Endjahre der Kernholz-datierten Hölzer, die zur

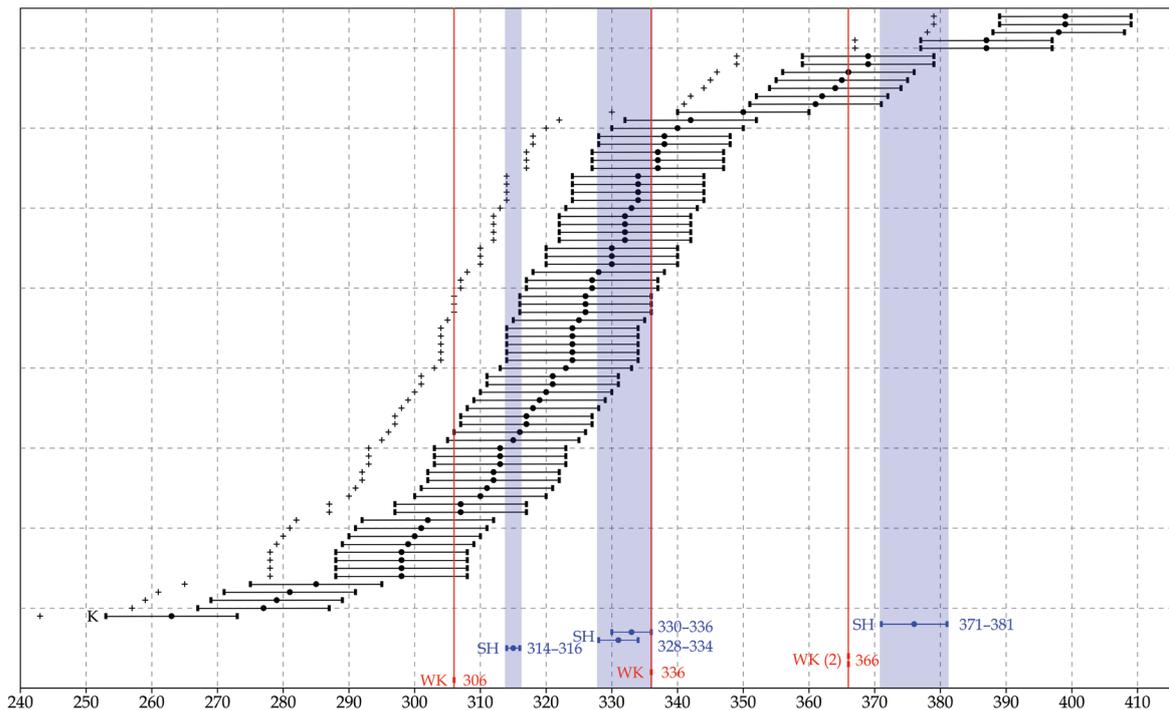


Abb. 21 Fällungsdaten verschiedener Genauigkeit der römertzeitlichen Hölzer auf der Zeitskala. WK = Waldkantendatierung (rot). SH = Splintholzdatering mit Spannenlinien der Splintholzstatistik, abhängig von der Anzahl der vorhandenen Splintholzringe (blau). K = Kernholzdaterungen, + = Endjahre der Kernholzdaterungen (schwarz). Die K-Daterungen sind *termini post quem* (TPQ); die Berechnung des TPQ erfolgte hier durch Addition von 20 ± 10 Jahren auf das Endjahr der Kernholzdatering. Ihre Spannenlinien zeigen die zeitliche Reichweite der frühest möglichen Fällungen (± 10 Jahre). Die Mittelpunkte der Spannenlinien zeigen die Lage der gemittelten Splintholz- bzw. TPQ-Daterungen.

Bauzeit der Kölner Rheinbrücke passen (243–379 n. Chr.)⁴⁷, lassen sich zu fünf Kernholz-Gruppen zusammenfassen⁴⁸ (**Abb. 22**). Diese Kernholz-Gruppen lösen das bisher gewonnene Bild zeitlich feiner auf und lassen zwei frühere Phasen um 257 und 279 n. Chr. erkennen, die vielleicht mit der Verwendung älterer, bereits vorhandener Hölzer zu erklären sind. Die am besten besetzte Phase um 305 n. Chr. korrespondiert gut mit dem Waldkantendatum 306 n. Chr. und dem historisch überlieferten Datum für den Baubeginn der Brücke im Jahr 310 n. Chr. Die anhand **Abbildung 21** nur grob zu umschreibende jüngste Phase 366–381 n. Chr. wird nun vor allem durch eine Kernholz-Gruppe um 345 n. Chr. feiner aufgelöst, die eine verstärkte Fällungsaktivität anzeigen kann. Um 374 n. Chr. ebbten die Daten merklich ab.

Um die auf diesem statistischen Wege gruppierten Kernholzdaten in dendrochronologisch relevante Fällungsdaten zu übertragen, muss man die bis zur Waldkante fehlenden Splintholzjahre ergänzen. Deshalb sind die Gruppenmittelwerte und die jüngsten Endjahre der einzelnen Gruppen in folgender Tabelle mit einem statistischen

Mittelwert von 20 Jahren für Splintholzringe an Eichen und einer Abweichung von ± 10 Jahren ergänzt (**Abb. 23**) (HOLLSTEIN 1980, 34 Abb. 21). Dadurch werden wahrscheinliche Fällungsphasen für die Kernholzdaterungen ermittelt, die im Folgenden zusammen mit den Waldkanten und Splintholzdaterungen betrachtet werden.

Den mit der Maximum-Likelihood-Methode gebildeten Kernholz-Gruppen fehlt ein dokumentierter befundorientierter Zusammenhang, der in der räumlichen und zeitlichen Zusammengehörigkeit der Grundierungspfähle eines gemeinsamen Steinpfeilers zu erwarten ist. Deswegen ist es schwierig zu entscheiden, ob die Gruppenmittelwerte oder die jüngsten Kernholzendjahre als Ausgangspunkt für die Spanne von ± 10 Jahren einer wahrscheinlichen Fällungsphase gewählt werden sollen. B. Becker sieht die Datierungsansätze beider Möglichkeiten als gleichermaßen wahrscheinlich an, wenn die Kernholzendjahre eines Befundes nicht weiter als 20 Jahre auseinanderliegen. Anderenfalls empfiehlt er das jüngste Kernholzendjahr als Ausgangspunkt für eine TPQ-Datierung (BECKER 1981, 383). Letzteres ist für die statistisch gebildete

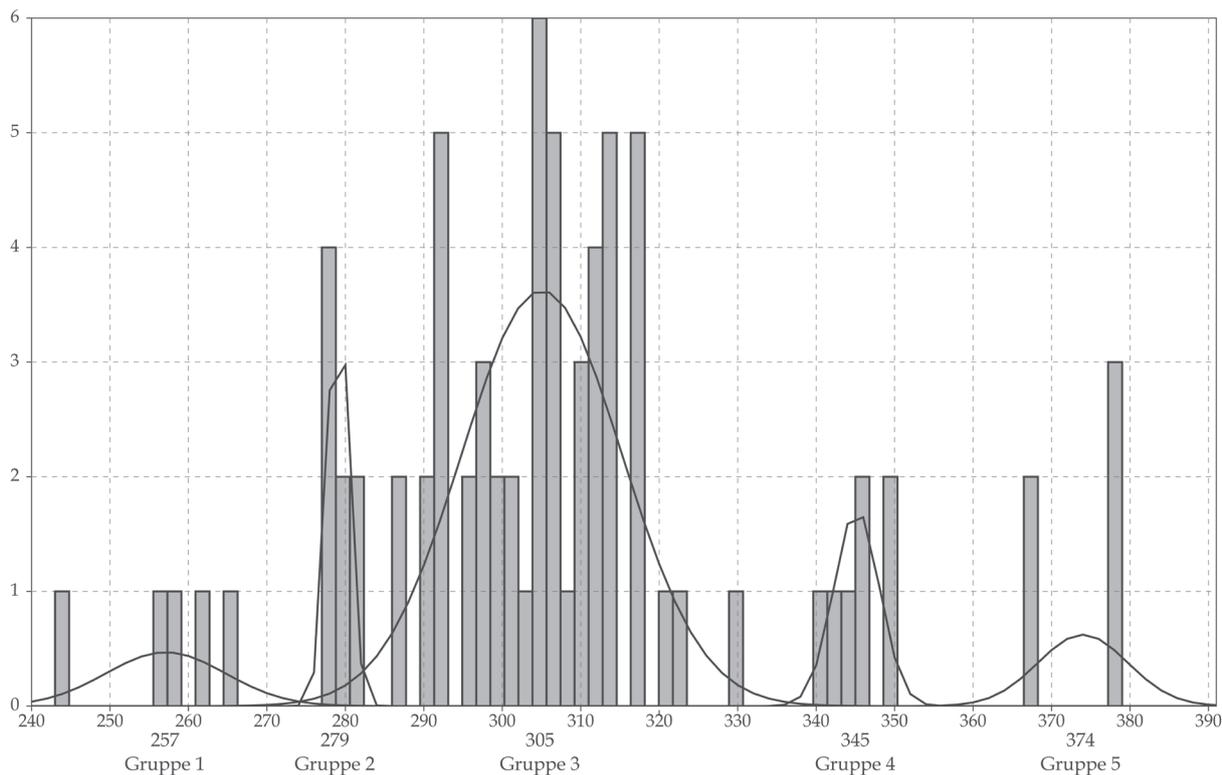


Abb. 22 Das Ergebnis der Kernholz-Gruppenbildung mit den Endjahren der 76 splintholzfreien Hölzer mit der Maximum-Likelihood-Methode (*Mixture Analysis* in PAST 3). Auf der x-Achse sind die Jahreszahlen, auf der y-Achse die Anzahl der Hölzer als Säulen dargestellt. Die Breite der Säulen entspricht einem Zeitraum von etwa 2,3 Jahren. Die überlagernde Kurvengrafik zeigt die Gipfel der fünf Gruppen (Gruppe 2 erhält dabei wegen eng beieinander liegenden Daten eine eigene Kurve). Zuunterst sind die Mittelwerte der gruppierten Kernholzendjahre angegeben. Zugrundeliegende Daten in **Abb. 31**.

K-Gruppe	A/Ü	von	Mittelwert der K-Gruppe +20	bis	A/Ü	von	Jüngstes Endjahr der K-Gruppe
1		267	277 (MW 257)	287		275	285 (KEJ 265)
1/2	2				-3		
2		289	299 (MW 279)	309		292	302 (KEJ 282)
2/3	6				20		
3		315	325 (MW 305)	335		332	342 (KEJ 322)
3/4	20				7		
4		355	365 (MW 345)	375		359	369 (KEJ 349)
4/5	9				10		
5		384	394 (MW 374)	404		389	399 (KEJ 379)

Abb. 23 Zwei Szenarien für die frühest möglichen Fällungsdaten der splintholzfreien Hölzer in den fünf Kernholz-Gruppen (vgl. **Abb. 22**). Links: beruhend auf den Mittelwerten der K-Gruppen. Rechts: beruhend auf den jüngsten Endjahren der K-Gruppen. Die jeweiligen Enddaten (in Klammern) wurden mit 20 Splintholzjahren und einer Abweichung von ± 10 Jahren ergänzt. A/Ü = zeitlicher Abstand (+ Jahre) oder Überlappung (- Jahre) zwischen den Gruppen in Jahren, MW = Mittelwert, KEJ = Kernholzendjahr.

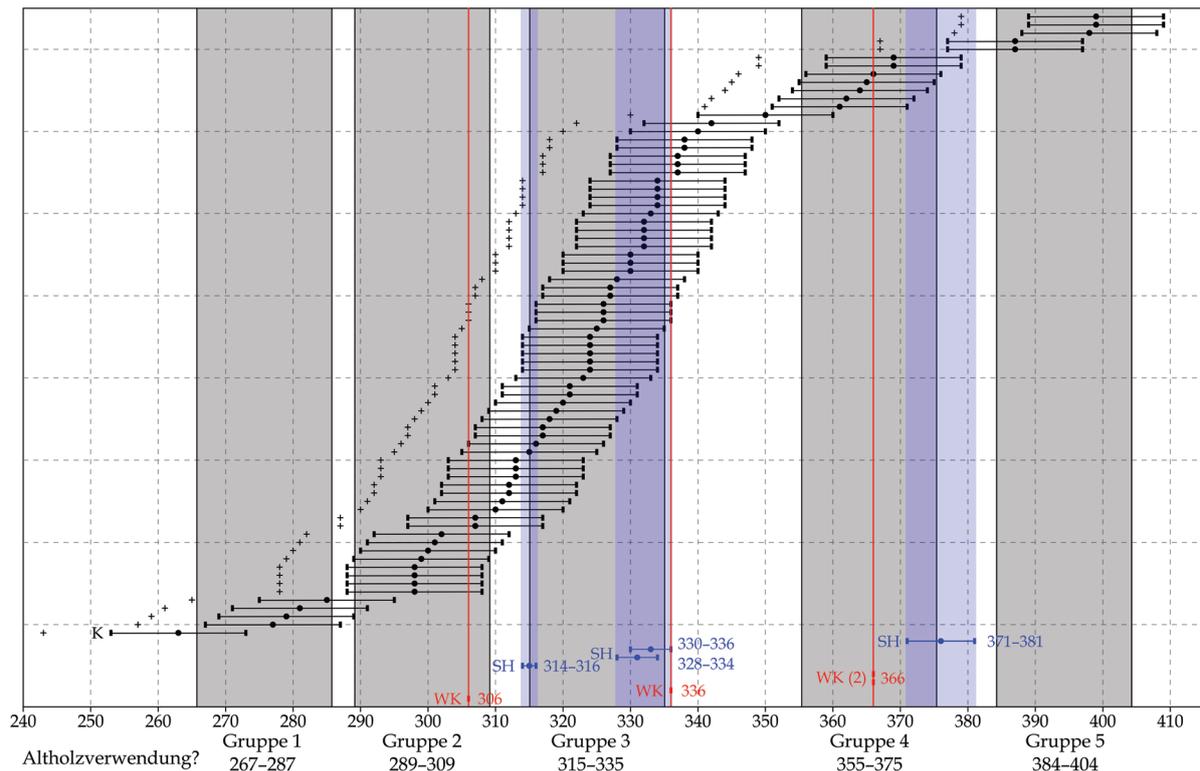


Abb. 24 Kernholz-Fällungsphasen (schattiert) basierend auf den Gruppenmittelwerten der Kernholzendjahre. WK = Waldkantendatierung (rot). SH = Splintholzdatierung mit Spannweitenlinien der Splintholzstatistik, abhängig von der Anzahl der vorhandenen Splintholzringe (blau). K = Kernholzdatierungen, + = Endjahre der Kernholzdatierungen (schwarz). Die K-Datierungen sind *termini post quem* (TPQ). Ihre Spannweitenlinien zeigen die zeitliche Reichweite der frühest möglichen Fällungen (± 10 Jahre). Die Mittenpunkte der Spannweitenlinien zeigen die Lage der gemittelten Splintholz bzw. TPQ-Datierungen.

Kernholz-Gruppe 3 gegeben, während die anderen Kernholz-Gruppen aus eng beieinander liegenden Kernholzendjahren bestehen (vgl. **Abb. 22**). Dies ist insofern misslich, als Kernholz-Gruppe 3 den historisch überlieferten Zeitraum des Baubeginns der Brücke umfasst. In dieser unentschiedenen Situation werden zunächst beide Wege beschritten, um in der Zusammenschau mit den Waldkanten- und Splintholzdatierungen zu entscheiden, welche der beiden Möglichkeiten die höchste Einheitlichkeit für eine Interpretation der Fällungs- und Bauphasen bietet.

Setzt man die Gruppenmittelwerte für die Phasen der splintholzfürigen Hölzer an (**Abb. 24**), so erkennt man eine frühe Kernholz-Gruppe um 277 n. Chr., die dem eigentlichen Brückenbau vorausgehende, vorbereitende Bautätigkeiten oder die Verwendung von Althölzern anzeigt. Im weiteren Verlauf zeigen sich mit der zeitlichen Positionierung der Kernholz-Gruppen 2 bis 4 gute Übereinstimmungen mit den Waldkanten- und Splintholzdatierungen. Kernholz-Gruppe 2 kann

als plausible Fällungsphase um 299 n. Chr. für das als Baubeginn genannte historische Datum von 310 n. Chr. interpretiert werden. Das in dieser Kernholz-Gruppe liegende Waldkantendatum vom Herbst/Frühling 306/307 n. Chr. zeigt vielleicht das tatsächliche Einschlagsjahr für dieses Bauvorhaben. Dem folgt mit Kernholz-Gruppe 3 etwa 25 Jahre später eine durch relativ viele Hölzer belegte Reparatur- oder Ausbauphase um 325 n. Chr., die von Splintholzdatierungen um 315 und 330 sowie einem Waldkantendatum des Winterhalbjahres 336/337 n. Chr. flankiert werden. Hier besteht Anlass zur Kritik der Positionierung dieser Kernholz-Gruppe anhand ihres Mittelwertes, weil deren Kernholzendjahre über einen Zeitraum von 30 bis 40 Jahren streuen (vgl. **Abb. 22**). Die danach auftretende Lücke von etwa 40 Jahren bis zur Kernholz-Gruppe 4 zeigt, dass die Brücke wohl wenig Pflege benötigte oder erhielt. Um 365 n. Chr. ist dann in Kernholz-Gruppe 4 eine weitere Ausbau- oder Reparaturphase erkennbar, die von zwei Wald-

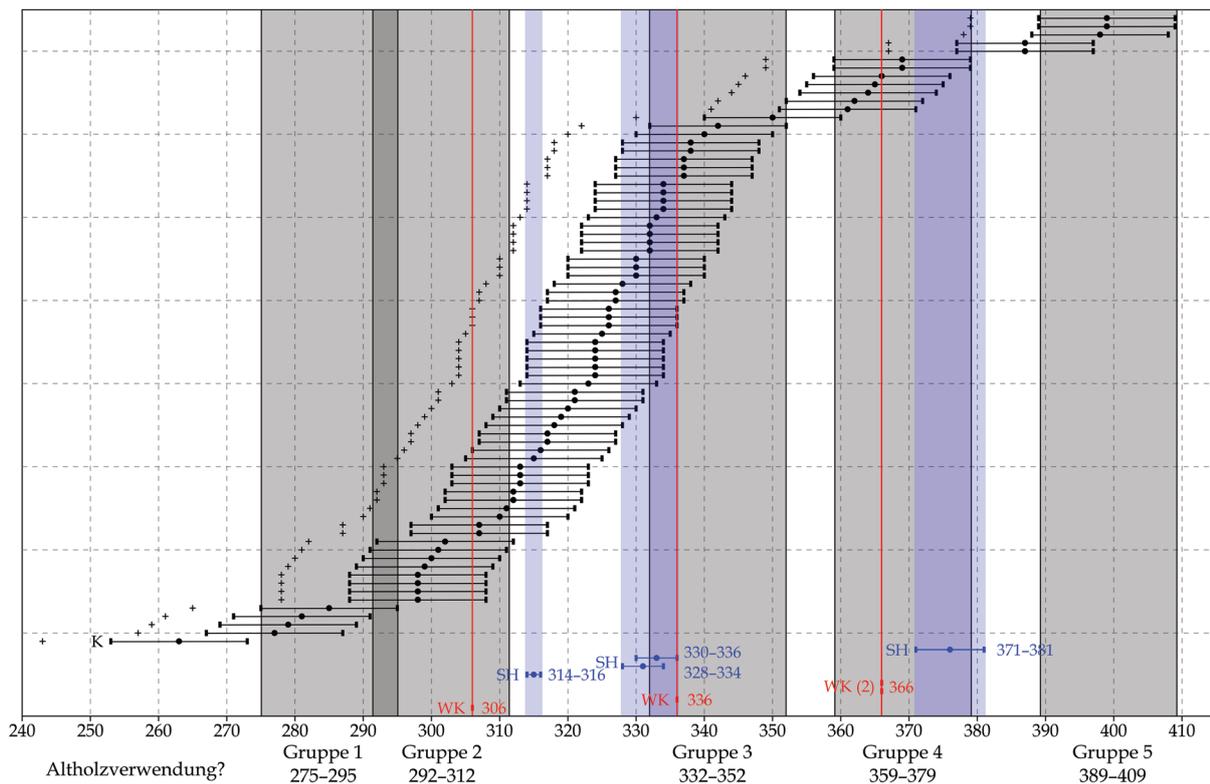


Abb. 25 Kernholz-Fällungsphasen (schattiert) basierend auf den jüngsten Kernholzendjahren. WK = Waldkantendatierung (rot), SH = Splintholzdatering mit Spannweitenlinien der Splintholzstatistik (abhängig von der Anzahl der vorhandenen Splintholzringe) (blau), K = Kernholzdaterungen, + = Endjahre der Kernholzdaterungen (schwarz). Die K-Datierungen sind *termini post quem* (TPQ). Ihre Spannweitenlinien zeigen die zeitliche Reichweite der frühest möglichen Fällungen (± 10 Jahre). Die Mittelpunkte der Spannweitenlinien zeigen die Lage der gemittelten Splintholz- bzw. TPQ-Datierungen.

kantendaten im Winterhalbjahr 366/367 n. Chr. und einer Splintholzdatering um 376 n. Chr. begleitet wird. Kernholz-Gruppe 5 enthält nur noch wenige und ausschließlich kernholzdaterete Hölzer mit einem mittleren Datum von 394 n. Chr. Sie markiert den Ausklang der römischerzeitlichen Bauaktivitäten an dieser Brücke.

Benutzt man zur Phasenbildung die jüngsten Endjahre der Kernholzgruppen mit einer Spannweite von ± 10 Jahren, so verschieben sich die Phasen zu jüngeren Zeitabschnitten (**Abb. 25**; vgl. auch **Abb. 23-24**). Dies geschieht aber nicht gleichmäßig, was die den Daten innewohnende Dynamik zeigt. Zunächst fällt auf, dass die Phasen der Kernholz-Gruppen 1 und 2 nun zusammenwachsen und sich um drei Jahre überlappen. Die historisch überlieferte Bauzeit der Brücke ist auch hier noch gut mit der Kernholz-Gruppe 2 zu synchronisieren, die sich um nur drei Jahre jünger verschiebt. Auffällig ist bei dieser Lesart der Daten, dass sich die Lücke zwi-

schen den Kernholz-Gruppen 2 und 3 von sechs auf 20 Jahre vergrößert und die Waldkanten- und Splintholzdaterungen nun kurz nach der Kernholz-Gruppe 2 und am Beginn der Kernholz-Gruppe 3 stehen. Hier wirkt sich die Verwendung der jüngsten Endjahre am stärksten aus, weil die Endjahre dieser Kernholz-Gruppe 30-40 Jahre streuen. Dies ist die bereits erwähnte, von B. Becker empfohlene Handhabung in solchen Fällen mit Abweichungen von mehr als 20 Jahren bei den Kernholzenddaten (BECKER 1981, 383). Die dadurch entstehende größere zeitliche Lücke zwischen den Kernholz-Gruppen 2 und 3 erscheint sehr viel sinnvoller interpretierbar als erste Ausbesserungsphase 20-30 Jahre nach der Erbauung der Brücke. E. Hollstein konstatierte einen zeitlichen Abstand von 45 Jahren zwischen der Fertigstellung und der ersten Reparatur der Trierer Römerbrücke. Nach seinen Recherchen kann eine Unbrauchbarkeit von Eichenpfählen an der Wasser-Luft-Grenze bereits nach 30 Jahren

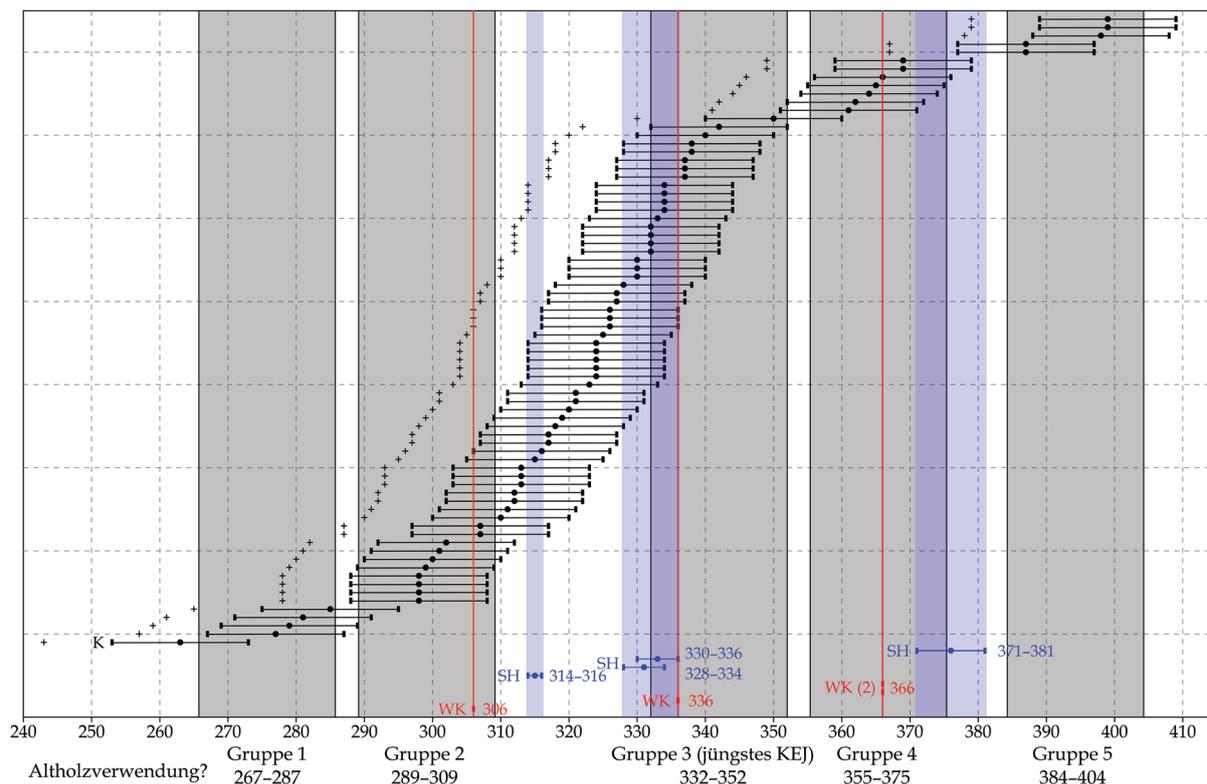


Abb. 26 Kernholz-Fällungsphasen (schattiert) basierend einerseits auf den Gruppenmittelwerten für die Gruppen 1, 2, 4, 5 und andererseits auf Grundlage des jüngsten Kernholzendjahrs (KEJ) für Gruppe 3. WK = Waldkantendatierung (rot), SH = Splintholzdatering mit Spannweitenlinien der Splintholzstatistik (abhängig von der Anzahl der vorhandenen Splintholzringe) (blau), K = Kernholzdaterungen, + = Endjahre der Kernholzdaterungen (schwarz). Die K-Datierungen sind *termini post quem* (TPQ). Ihre Spannweitenlinien zeigen die zeitliche Reichweite der frühest möglichen Fällungen (± 10 Jahre). Die Mittenpunkte der Spannweitenlinien zeigen die Lage der gemittelten Splintholz- bzw. TPQ-Datierungen.

eintreten (HOLLSTEIN 1980, 133-153, bes. 141). Die eben beschriebene methodische Handhabung der Daten aus Kernholz-Gruppe 3 führt hier also zu einer plausibleren Interpretation. Entsprechend dem zeitlichen Vorrücken der Kernholz-Gruppe 3 verkürzt sich der Abstand zwischen den Kernholz-Gruppen 3 und 4 von 20 Jahren auf nur noch sieben Jahre. Dagegen bleibt der Abstand zwischen den Kernholz-Gruppen 4 und 5 annähernd gleich (vgl. **Abb. 23**).

Nach der Einbindung der datierten splintholzfüreren Hölzer durch statistische Gruppenbildung (**Abb. 22**) und der Anwendung zwei verschiedener Ansätze für die Platzierung der so gewonnenen Daten (**Abb. 23-25**) verspricht die Kombination beider Ansätze die bestmögliche Anpassung der Daten bei gleichzeitig sinnvoller Interpretierbarkeit hinsichtlich der baugeschichtlichen Abläufe. Deshalb wurden beide Ansätze zusammengeführt. Die Kernholz-Gruppen 1, 2, 4 und 5, deren Enddaten nicht weiter als 20

Jahre auseinanderliegen, wurden auf Basis ihrer Gruppenmittelwerte und die Kernholz-Gruppe 3, deren Enddaten diese Grenze deutlich überschreiten, wurde auf Grundlage der jüngsten Endjahre als Phasen von ± 10 Jahren Spannweite dargestellt (**Abb. 26**). Die darauf basierende historische Interpretation folgt unten.

Diskussion der historischen und dendrochronologischen Ergebnisse (N. Hanel/Th. Frank)

Die Fällungsphasen für die Hölzer der Pfahlroste der römischen Rheinbrücke in Köln sind in **Abbildung 26** aus dendrochronologischer Sicht (den Daten angemessen, s. o.) dargestellt. Es gibt eine initiale Bauphase (Kernholz-Gruppe 2), für die zwischen 290 und 309 n. Chr. mutmaßlich im nordöstlichen Frankreich/Moselgebiet Eichen gefällt wurden, deren Ernte, Zurichtung

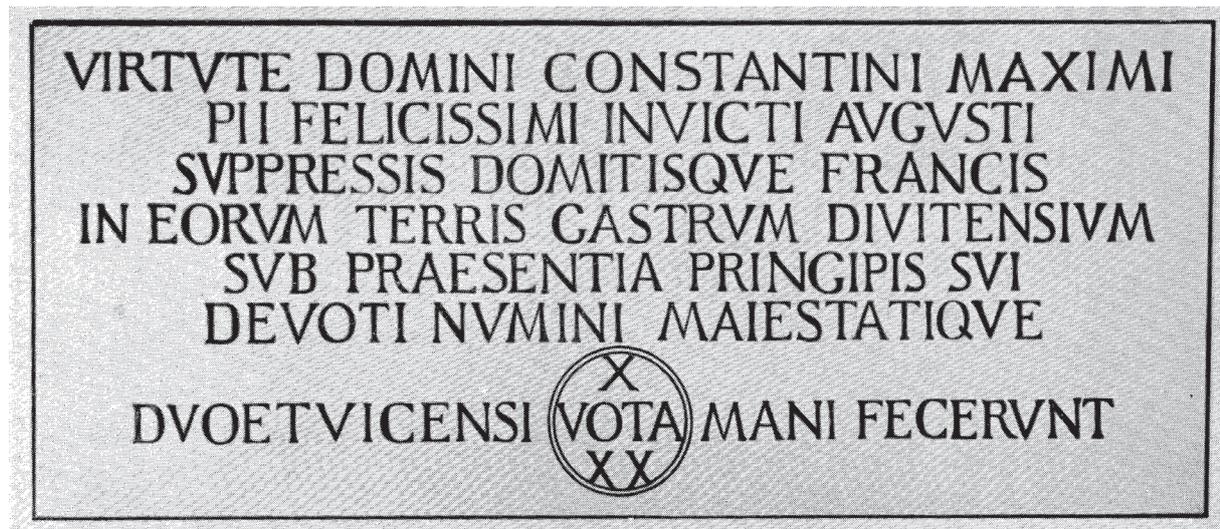


Abb. 27 Rekonstruktion der im Jahr 1128 im Schutt des abgebrannten Deutzer Benediktinerklosters entdeckten Bauinschrift des *castrum Divitensium* (heute verschollen).

und Flößung minimal sechs Monate und nicht mehr als zwei Jahre gedauert haben dürfte. Dabei mussten in gleicher Anzahl Traghölzer (Nadelhölzer, vermutlich Tannen) geschlagen werden, um die Flöße schwimmfähig zu halten (BAUER 1998/1999, 126; dies. 2002, 208 f.), oder die Eichenstämme wurden als Auflast (Oblast) auf reinen Nadelholzflößen transportiert. Somit steht einem Baubeginn für die Kölner Römerbrücke im Jahr 310 n. Chr. nichts im Wege, auch ein früherer Baubeginn ab 307 n. Chr. ist aus dendrochronologischer Sicht möglich. Beim Bau wurden wahrscheinlich auch Pfähle aus Althölzern verwendet, die zwischen 267 und 287 n. Chr. gefällt worden waren (Kernholz-Gruppe 1).

Ein Splintholzdatum um 315 n. Chr. kennzeichnet vielleicht die Fertigstellung der Brücke, die aus strategischer Sicht zeitgleich mit der Vollendung des Kastells Deutz sein sollte. Dieses Datum fällt neben vielen zeitlich unscharfen Kernholzdatierungen in eine mutmaßliche Lücke bis etwa 332 n. Chr. Dann beginnt eine zweite Fällungsphase bis längstens 352 n. Chr., deren Schwerpunkt ausweislich der Waldkanten- und Splintholzdatierungen um 336 n. Chr. zu liegen scheint. Hier lässt sich wahrscheinlich eine erste Reparaturphase fassen, die vielleicht auch zu den unregelmäßigen Pfeilerabständen führte, indem ein neuer Pfeiler zur Stützung der Brücke eingezogen wurde. Diese Vorgehensweise erscheint technisch und vom Arbeitsaufwand einfacher als der vollständige Abbau eines Pfeilers, dessen

Pfahlrost instabil wurde, wie es E. Hollstein für die um 71 n. Chr. erbaute Pfahlrostbrücke in Trier erwägt (HOLLSTEIN 1980, 133–153, bes. 141 f.).

Etwa 30 Jahre später, um 366 n. Chr., ist eine weitere Fällungsphase für erneute Reparaturarbeiten an den Pfahlrosten/Pfeilern festzustellen, bevor im letzten Viertel des 4. Jahrhunderts wenige Dendrodaten letzte römerzeitliche Reparaturen der Brücke anzeigen.

Man darf nicht aus den Augen verlieren, dass im dendrochronologisch datierten Probenbestand mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließlich Pfähle der Pfahlrostkonstruktion erfasst wurden, auf denen die Steinpfeiler und zuoberst die Fahrbahn auflagen. Dieses Bauteil ist im Wortsinn grundlegend für die Brücke, und die daraus gewonnenen Datierungen sind *termini post quem* für die Fertigstellung und Reparaturen der Brücke.

Konstantin I. (N. Hanel)

Für die Datierung von Kastell *Divitia* und Kölner Rheinbrücke stehen verschiedene literarische, numismatische und archäologische Quellen zur Verfügung:

1. Ein Schriftzeugnis, das mehrfach die Rheinbrücke (*pons Agrippinensis*) erwähnt, ist die *Festrede* eines anonymen Panegyricus aus dem Jahr 310 n. Chr. (MÜLLER-RETTIG 2008, 137–141 [Paneg. 6(7),11,3,6;(7),13,1–5]). Der Bau dieser



Abb. 28 Goldmultiplum des Konstantin I., Vorder- und Rückseite. Auf dem Revers Darstellung des Brückenkopfkastells *Divitia* mit Abschnitt der Rheinbrücke im Vordergrund, geprägt in Trier um 315 n. Chr.

Brücke wurde als eine Maßnahme Konstantins gepriesen, die dauerhaft die Rheingrenze gegen die Franken sichern sollte. Bei Abfassung der Rede befanden sich die Brückenbauarbeiten in vollem Gang und waren noch nicht abgeschlossen. Eine detaillierte Beschreibung der Brücke fehlt ebenso wie eine Erwähnung des *castrum Divitensium*.

2. Eine heute verschollene, neunzeilige Bauinschrift des Brückenkopfkastells *Divitia* ist zuerst durch Rupert von Deutz in seiner Schrift „*De incendio Tiutiensi*“ überliefert; diese Schrift wurde nach dem Brand der innerhalb des spätrömischen Kastells errichteten Benediktinerabtei (nach 1128) verfasst. Weitere, wohl zuverlässigere Abschriften der Inschrift sind im 16. Jahrhundert durch Johannes Cochlaeus und Laurentius Surius veröffentlicht worden (CIL XIII 8502, ILS 8937, IKöln 259; bereits BROELMANN 1607, fol. 731^r-732^r. Zur Überlieferung: GRÜNEWALD 1986, 171-185; GECHTER 1989, 405; dies. 1991). Die Inschrift kam in Bruchstücken zerteilt zwischen (antiken?) Mauerresten zutage und wurde offensichtlich wieder zusammengesetzt, so dass ihr Text rekonstruiert werden konnte. Über die genaue Fundlage der Inschrift gibt es keine Aussagen, vermutlich war sie am Westtor des Kastells angebracht (GECHTER 1991, 377 f.). Die heute anerkannte Lesung der Inschrift lautet folgendermaßen (Abb. 27): *Virtute domini Constantini Maximi /*

Pii Felicissimi Invicti Augusti / supressis domitisque Francis / in eorum terris castrum Divitensium /⁵ sub praesentia principis sui / devoti numini maiestatique / duoeticensimani vota fecerunt // X / XX.

Laut des Inschriftformulars wurde das *castrum Divitensium* von Soldaten der 22. Legion mit Gelübden zu den Decennialien des Konstantin I. im Jahr 315 bei Anwesenheit des Kaisers mit Wünschen für weitere zehn Regierungsjahre eingeweiht (GÓMEZ-PANTOJA 2018, 42-45 mit einem neuen Lesungsversuch). Der Brückenbau über den Rhein wird in diesem Zusammenhang nicht erwähnt.

3. M. Radnoti-Alföldi gelang es, die Reversdarstellung auf Goldmultipla des Konstantin I. – geprägt in der Trierer Münzstätte – als Teil der Kölner Rheinbrücke und des Kastells *Divitia* zu deuten (Abb. 28) (RADNOTI-ALFÖLDI 1991, 246 Abb. 1; ECK 2003, 295 f.; ders. 2004, 611 Abb. 265; ENGEMANN 2007, 157 Abb. 3; WIENAND 2012, 167 f. [geprägt 313 n. Chr.]; 629 Abb. 81). Dargestellt ist die mit vorspringenden Ecktürmen versehene Kastellumwehrung mit besonderer Hervorhebung des rheinseitigen Tors. Im Kastellinnern hält der Kaiser mit erhobenem Arm eine Ansprache, seitlich des Kastells sitzen ein besiegter Franke und Alamanne. Auf das Kastelltor läuft die Brücke zu, von der nur zwei Bögen zu sehen sind; die Fahrbahn ist grob angedeutet. Diese Goldmünzen wurden um 315 n. Chr. geprägt.



Abb. 29 Gestempelter Ziegel (*later*) mit Inschrift: *leg(ionis)•XXII C(ONSTANTINAE)•V(ICITRICIS)*, gefunden bei den Ausgrabungen im Deutzer Kastell von 1879/1880 beim Osttor.

4. Einen weiteren engen Datierungsanhaltspunkt für den Bau des Brückenkopfkastells *Diovitia* kann das hier gefundene, gestempelte Baumaterial beisteuern (SCHMITZ 2004, 296–300). Unter den 76 gestempelten, in der Kastellumwehrung verbauten Ziegeln befanden sich 21 Exemplare, die sich auf die in Mainz stationierte, von Konstantin I. zu den Deutzer Baumaßnahmen abkommandierte 22. Legion beziehen (Abb. 29). Soldaten dieser Legion werden auch in der Bauinschrift des Kastells genannt (s. o.). In diesem Fundbestand lassen sich zwei Typen unterscheiden: Eine Ziegelgruppe weist neben der Legionsbezeichnung das Buchstabenkürzel C V auf (8 x); bei der zweiten Gruppe fehlt dieser Zusatz (11 x) (HANEL/VERSTEGEN 2006, 220 f.). Dieses Kürzel lässt sich wahrscheinlich zu *C(ONSTANTINIANA) V(ICITRIX)* auflösen und bezieht sich auf die für Konstantin I. siegreiche Schlacht gegen Maxentius an der Milvischen Brücke in Rom am 28. Oktober 312 (VON PETRIKOVITS 1960, 79; CARROLL-SPILLECKE 1993, 385; HANEL/VERSTEGEN 2006, 235 mit älterer Literatur). Ziegel ohne den Zusatz C V wurden zur gleichen Zeit wie solche mit diesen Kürzeln in einem Torturm und in den Kurtinen des Deutzer Kastells verbaut; beide Ziegelgruppen standen demnach nach dem Stichtag 28.10.312 als Baumaterial zur Verfügung (HANEL/VERSTEGEN 2006, 235).

Aus den bisher vorgestellten Zwischenergebnissen lassen sich beim heutigen Kenntnisstand folgende Schlüsse ziehen: Die Rheinbrücke wurde für den Sommer 310 n. Chr. als im Bau befindlich beschrieben. Wann tatsächlich mit dem Bau begonnen wurde, lässt sich derzeit weder anhand der Schriftquellen noch durch

dendrochronologische Daten präzise bestimmen: Während einige Forscher bereits das Jahr 308 mit dem Feldzug Konstantin I. gegen die Franken in Erwägung ziehen, vermuten andere das Jahr 310 bzw. allgemein die Zeit um 310 (BONE 1880, 15 [310]; WOLF 1880, 39 [um 310]; KRAUS 1925, 232 [310]; PRECHT 1967, 107 [um 310]; HOFFMANN 1969/1970, 178 [um 306–308]; 344 [um oder kurz vor 310]; BAATZ 1977, 175; NEU 1980, 147; GRÜNEWALD 1989, 176; 178; CARROLL-SPILLECKE 1993, 385 [310–315]; ECK 2003, 295; ders. 2004, 605 [zwischen 308–310]; GREGAREK 2005, 140 [kurz vor 310]; HANEL/VERSTEGEN 2006, 237 [um 310]; WIENAND 2012, 167 [um 308]; FISCHER/TRIER 2014, 331 [zwischen 308 und 310]; KRAMP/SCHÄFER 2016, 51 [308–310]). Auszuschließen ist u. E. das Jahr 312 n. Chr. als Baubeginn (vgl. VON PETRIKOVITS 1971, 182).

Verschiedene Argumente sprechen dafür, den Bau der Rheinbrücke und die Errichtung des rechtsrheinischen Brückenkopfkastells *castrum Diovitensium* als eine einheitliche Baumaßnahme zu betrachten (KLINKENBERG 1906, 361; VON PETRIKOVITS 1960, 77 Anm. 139; DOPPELFELD 1964, 617 f., CARROLL-SPILLECKE 1993, 385; ECK 2004, 607; HANEL/VERSTEGEN 2006, 237): 1. Die genaue Ausrichtung der Brückenpfeiler auf das Westtor des Kastells, was auch durch die Goldmünze des Konstantin I. bestätigt wird (s. o.); 2. eine weitgehend fertiggestellte Brücke erleichterte den Transport von Baumaterial vom Linksrheinischen nach *Diovitia*; es handelt sich um Handquader aus Tuff, Grauwacken, Basalt, Baukeramik (Ziegel) sowie um überwiegend zerschlagene Spolien aus Kalk- und Sandstein (PRECHT 1975, bes. 124 f.; CARROLL-SPILLECKE 1993,

324 f.; GREGAREK 2005, 140; NOELKE/HANEL 2016, 206 Anm. 26).

Die Mehrzahl der Forscher geht davon aus, dass das Brückenkopfkastell *castrum Divitensium* im Jahr 315 n. Chr. zu den Decennalien des Kaisers und dessen persönlicher Anwesenheit bei der Einweihung fertiggestellt war (DOPPELFELD 1964, 617; GRÜNEWALD 1989, 177 f.; CARROLL-SPILLECKE 1993, 324 f.; ECK 2003, 295; ders. 2004, 606; HANEL/VERSTEGEN 2006, 237; FISCHER/TRIER 2014, 336; 338). Dies belegen die verschollene Bauinschrift und die in Trier geprägten Goldmünzen, die auf dem Revers die Lagermauer mit Westtor und sieben Wehrtürmen zeigen; auch die Rheinbrücke ist zumindest mit zwei Bogenstellungen angedeutet. Inwieweit die Fertigstellung des Kastells auch die Rheinbrücke selbst betrifft, soll anhand der datierten Eichenpfähle der Brückenpfeiler erörtert werden.

Das Waldkantendatum des Winterhalbjahres 336/337 n. Chr. lässt momentan keinen Zusammenhang mit einem überlieferten historischen Ereignis erkennen. Der Westen des Reichs wurde von einem der Söhne des Konstantin I., Konstantin II., von der Residenzstadt Trier aus regiert, während er selbst im Osten, in Konstantinopel, residierte. Konstantin II. wurde bald nach dem Tod seines Vaters (22. Mai 337) Augustus des Westens (VON PETRIKOVITS 1978, 183; ECK 2004, 619 f.). Angesichts der Tatsache, dass ein Eichenpfahl mit Waldkante 336 n. Chr. aus dem Rhein ohne genauere Herkunftsangabe geborgen wurde⁴⁹, stellt sich die Frage, inwieweit er tatsächlich mit der Brückenkonstruktion in Zusammenhang steht oder aber mit anderen Baumaßnahmen, etwa von Uferbefestigungen, Anlegestellen am stadtseitigen Ufer etc. Eine zweifelsfreie konstruktive Zuordnung der untersuchten Hölzer ist vom heutigen Standpunkt aus nicht gegeben.

Bisweilen wird angenommen, dass zur offiziellen Einweihung 315 noch keine vollständige Fertigstellung der Brücke vorlag (WOLFF 2005, 263; KRAMP/SCHÄFER 2016, 52). Dies würde eine über 25 Jahre währende Bauzeit implizieren, was vor dem Hintergrund, dass die beiden caesarischen Rheinbrücken (55 und 53 v. Chr.) innerhalb von 10 Tagen bzw. in wenigen Tagen fertig gestellt waren (Caes. Gall. 4,18,1 und 6,9,4)⁵⁰, wenig plausibel erscheint (CARROLL-SPILLECKE 1993, 384 f. [Bauzeit: 2 bis 3 Jahre bzw. 5 Jahre]). Vorstellbar ist bei heutigem Forschungsstand eher ein anderes Szenario für die jüngeren Pfahldatierungen innerhalb des fortgeschrittenen 4. Jahrhunderts. Bereits St. Broelmann und in der Folgezeit O. Kraus war der teilweise ungewöhnliche Abstand einiger

der 15 Brückenpfeiler aufgefallen: Dies betrifft insbesondere Pfeiler 9 und 10, eventuell auch Pfeilern 7 und 8 (BROELMANN 1607, fol. 728^v-729^v; KRAUS 1925, 237; DOPPELFELD 1965, 618 f.; BAATZ 1977, 176)⁵¹. Das könnte bedeuten, dass Brückenpfeiler im Laufe ihrer Nutzungszeit marode und teilweise unbrauchbar geworden waren, sei es durch Hochwasser oder Eisgang, sei es während der kurzzeitigen Besetzung der *Colonia Agrippina* durch die Franken 355/356 n. Chr. (vgl. J. Poppelreuter nach STECKNER 2011, 420; BAATZ 1977, 176; CARROLL-SPILLECKE 1993, 384 f.; ECK 2004, 607; WOLFF 2005, 263; FISCHER/TRIER 2014, 331 [zu größeren Reparaturmaßnahmen])⁵².

Valentinian I. (N. Hanel)

Bei der vierten Gruppe von Eichenstämmen mit Waldkante des Jahres 366 n. Chr. (**Abb. 26**) stellt sich die Frage, ob sie möglicherweise mit historischen Ereignissen in dieser Zeit in Verbindung zu bringen sind. Am 25. Februar 364 war Flavius Valentinianus I. in Nikaia zum Kaiser ausgerufen worden; bereits einen Monat später erfolgte die Machtteilung mit seinem Bruder Valens, dem die Regierung im Osten des Reiches zugewiesen wurde. Valentinian I. übernahm das Westreich zunächst in der Residenz Mailand und anschließend in Paris und Reims (VON PETRIKOVITS 1978, 203-206; GUTMANN 1991, 20; LORENZ 1997, 83; VÖSSING 2006, 46; DEMANDT 2018, 86 f.). Die gesamte, fast zwölfjährige Herrschaftszeit des Valentinian I. (364-375) war mit Grenzkriegen an Donau, Rhein und in Britannien geprägt. Schwerpunkt bildeten in den Jahren ab 366 die Auseinandersetzungen mit den Alamannen, allerdings auch mit den Sachsen und Franken. Letztere sollen nach Ammianus Marcellinus zu Lande und zu Wasser die gallischen Territorien überfallen und gebrandschatzt haben; eine jahrgenaue Einordnung dieser Ereignisse ist derzeit ausgeschlossen (Amm. 27,8,5; vgl. Amm. 27,2,11 zu Kämpfen in Gallien im Jahr 366 n. Chr.; DEN BOEFT u. a. 2009, 31 f.)⁵³. Ein weiteres Indiz für Kämpfe des Kaiser Valentinian I. gegen die Franken ist der Siegesbeiname *Francicus maximus*, den er spätestens im Dezember 369 n. Chr. annahm (CIL VI 1175, ILS 771; DEMANDT 2002, 82 mit Anm. 5; ECK 2004, 663).

Vor geraumer Zeit kam A. Demandt zu dem Schluss, dass dieser Frankenfeldzug mit hoher Wahrscheinlichkeit im Spätsommer 366 stattfand. Dabei argumentierte er einerseits mit der lebensbedrohlichen Erkrankung des Valentinian I., die

ihn veranlasste, am 24. August 367 seinen Sohn Gratian zum Nachfolger zu bestimmen und darin den *terminus ante quem* zu sehen. Andererseits will er in der Lücke der Gesetzgebungstätigkeit des Valentinians I. zwischen dem 15. Juni und dem 10. November 366 einen Anhaltspunkt für die Durchführung des Frankenfeldzugs erkennen (DEMANDT 1972, 84; VÖSSING 2006, 46; DEN BOEFT u. a. 2009, 193 f.).

Vor dem Hintergrund der historischen Überlieferung ergibt sich ein Zeitfenster zwischen den Jahren 366–369 n. Chr. für den Frankenfeldzug unter Kaiser Valentinian I. (vgl. bereits VON PETRIKOVITS 1978, 205; 336 [Herbst 367 oder 368 n. Chr.]; KUNOW 1987, 97; 669 [367/368 n. Chr.]; LORENZ 1997, 83 [366/367 n. Chr.]; ECK 2004, 663 f. [vor 369 n. Chr.]; KIENAST u. a. 2017, 313 f. [Herbst 368]). Die beiden Holzpfähle der Kölner Rheinbrücke mit den Waldkanten des Herbsts 366 n. Chr. können so interpretiert werden, dass für diesen Feldzug die Brücke vermutlich in Teilen instandgesetzt wurde, um eine Truppenüberquerung des Stroms zum rechtsrheinischen Brückenkopfkastell *Divitia* zu ermöglichen. Am ehesten kommt für eine Verbauung der Hölzer das Frühjahr des Folgejahres 367 in Frage (s. o.). Bedauerlicherweise ist heute die Zuweisung der beiden Eichenpfähle zu Pfeilern der Rheinbrücke nicht mehr möglich. Die stark befestigte Militäranlage, die auf diese Weise offensichtlich mit der Provinzhauptstadt (wieder?) verbunden war, bot für Militäraktionen ins Rechtsrheinische eine herausragende Ausgangsbasis.

Die Reparatur der Rheinbrücke zwischen der *Colonia Agrippina* und dem *castrum Divitensium* stand nicht alleine. In der *Germania Secunda* und in anderen Provinzen an der Nordgrenze des Reiches rief Valentinian I. ein gewaltiges Bauprogramm ins Leben, das sich von der Donau bis zur Mündung des Rheins erstreckte. Außer der Instandsetzung der Grenzbauten an der Flussgrenze umfasste es auch die Infrastruktur im Hinterland; diese Maßnahmen werden allgemein in das Jahr 369 n. Chr. datiert (Amm. 28,2,1; Symm. Or. 2,20; VON PETRIKOVITS 1971, 184–189; 202; 215 ff. Liste 7; ders. 1978, 207 f.; 224–230; LORENZ 1997, 117–145; OLDENSTEIN 2006, 47 f.; NUBER 2007; DEN BOEFT u. a. 2009, 119–122; DEMANDT 2018, 88; PRIEN 2018, 44–47)⁵⁴. Hinsichtlich Reparaturarbeiten an Brücken ist diejenige über die Maas bei Cuijk (*Ceuclum*) zu nennen: Dendrodaten belegen Instandsetzungen frühestens im Frühjahr 369 n. Chr. (GOUDSWAARD u. a. 2000/2001, 482 ff.; 541 [ferner für 393 ± 5 n. Chr.]; HAALBOS 2006). Auf

diese Weise wurde eine Querverbindung von der Fernstraße zwischen Tongeren und Nijmegen zur linksrheinischen Limesstraße (Altkalkar/*Burginatum* bzw. Qualburg/*Quadriburgium*) hergestellt; zwischen Maasbrücke und Rhein sicherte der *burgus* von Asperden (Gem. Goch) diese Wegstrecke am Nordufer des Nebenflusses Niers (HINZ/HÖMBERG 1968, 176; 194; FISCHER 2006, 203 f.; jüngst auch BRÜGGLER 2014, bes. 73 f.; 79).

Ebenfalls in der Maas bei Maastricht konnten bei archäologischen Tauchuntersuchungen unter verschiedenen Brückenresten ungefähr 80 Eichenpfähle eines Brückenpfeilers festgestellt werden, deren jüngstes Waldkantendatum in den Herbst/Winter 362/363 n. Chr. fällt (Vos 2004, 42; 57 f. Abb. 18; ders. 2011, 118 f. mit Abb. 4; zu älteren Dendrodaten vgl. HOLLSTEIN 1980, 86 f.). Diese Brücke wurde am Ende der Herrschaft des Kaisers Flavius Claudius Iulianus (360–363) errichtet.

In der Provinz *Maxima Sequanorum* stellen Dendrodaten von der Rheinbrücke bei *Tenedo* (Zurzach, Aargau, CH) ebenfalls einen Zusammenhang mit den valentinianischen Grenzsicherungen her. Zwischen dem Kastell „Kirchlibuck; auf Sidelen“ bei Zurzach und dem Brückenkopf (Rheinheim, Waldshut, D) wurde eine Brücke mit Steinpfeilern auf Pfahlgründungen über den Hochrhein errichtet. Die hier gewonnenen Dendrodaten liefern Fälldaten von 368 und 376 n. Chr., wobei das letztgenannte als Reparaturmaßnahme gedeutet wurde⁵⁵.

Schlussbetrachtung und Ausblick

(Th. Frank/N. Hanel)

In der Gesamtschau aller hier gebündelten Fakten erscheint ein gut abgesichertes Bild vom Ablauf der Baugeschichte der römischen Rheinbrücke in Köln. Der Bau begann frühestens 307 bis 309 n. Chr. mit Eichenhölzern, die nicht lange zuvor in Nordostfrankreich/Moselgebiet oder im süddeutschen Raum geschlagen wurden und auf Nadelholzflößen oder im Verbund mit ihnen spätestens um 309 n. Chr. nach Köln gelangten. Die hohen Korrelationen der 25 Probenkurven zwischen 281 und 379 n. Chr. (Abb. 20, Kernholzendjahre, Fällungen frühestens zwischen 301 und 399 ± 10 n. Chr.) legen nahe, dass während dieser Zeit Bäume von sehr ähnlichen Standorten gefällt wurden, die einem gemeinsamen Herkunftsgebiet entsprechen können. Ein zwingender Beweis für einen gemeinsamen Herkunftswald ist dies nicht. Nach etwa

25 Jahren wurden erste Reparaturen notwendig, für die größere Mengen Eichen um 335 n. Chr. gefällt wurden. Aus dieser Zeit stammen möglicherweise die Unregelmäßigkeiten im Abstand der Pfeiler – besonders Pfeiler 9 und 10 stehen hier im Fokus (vgl. **Abb. 2**), weil der Bau eines neuen Pfeilers weniger aufwändig erscheint als die Instandsetzung morsch gewordener Pfahlroste nach vorheriger Abtragung des darauf ruhenden Steinpfeilers. Weitere 30 Jahre später, um 365 n. Chr., wurden erneut Eichen gefällt, die im Rahmen des von Kaiser Valentinian I. betriebenen Festungsausbaus zur Ertüchtigung der Kölner Rheinbrücke verwendet wurden. Zum Ende des 4. Jahrhunderts gibt es dann noch einige wenige um 390 n. Chr. gefällte Eichen, die wegen ihrer Fundlage mit der Brücke assoziiert werden und deren historische Verknüpfung wir später separat untersuchen werden.

Die hier vorgestellten Untersuchungen fußen nun auf Holzfunden, deren Zugehörigkeit zu bestimmten Pfeilern nicht bekannt ist. Die Beispiele der archäologischen Untersuchungen an den römischen Brücken in Trier und Cujik (HOLLSTEIN 1980, 133–153; GOUDSWAARD u. a. 2000/2001) zeigen, dass die Absicherung der Ergebnisse ungleich besser sein kann, wenn sie sich auf systematisch ausgegrabene Befunde stützen kann. Somit wäre auch für den Kölner Befund in Betracht zu ziehen, ob nicht im Rahmen des Antrags UNESCO Welterbe „Grenzen des Römischen Reiches“/ „Niedergermanischer Limes“ die Möglichkeit einer systematischen Unterwasserprospektion und ggf. gezielten Ausgrabung im Rhein verbliebener Reste dieser einst sicher beeindruckenden Rheinbrücke bestehen könnte.

Anmerkungen

¹ Diese Länge kann nicht für die römerzeitliche Rheinbrücke angesetzt werden, denn die zu überbrückende Strecke war seinerzeit länger, weil auch die ‚Rheininsel‘ überwunden werden musste. In der älteren Literatur werden für die Länge der Brücke z. B. 650–744 m rekonstruiert (vgl. Beitrag N. Hanel). Der Wert für die Wassertiefe wurde folgendermaßen berechnet: Mittelwert der Wasserstände 01.11.2000–31.10.2010 = 321 cm - Gleichwertiger Wasserstand (GIW 139 cm) + Tiefe unter GIW (TuGIW 250 cm) = 432 cm. Quelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Elektronischer Wasserstraßen-Informationsservice (ELWIS) (<https://www.elwis.de/DE/dynamisch/gewaesserkunde/wasserstaende/index.php?target=2&pegelId=a6ee8177-107b-47dd-bcfd-30960ccc6e9c> [letzter Zugriff 23.02.2019]).

² Im Juli 1587 besuchte der Utrechter Jura-Student und Humanist Arnoldus Buchelius (1565–1641) zum ersten Mal Köln; bei dieser Gelegenheit berichtete er auch von den bei Niedrigwasser sichtbaren 20 Fuß breiten Pfeilerfundamenten der Römerbrücke (KEUSSEN 1907, 43).

³ Siehe z. B. die Angaben in den mehrbändigen, ungedruckten Urkundensammlungen (*farragines*) des Geistlichen Aegidius Gelenius (1595–1656) und in den ebenfalls ungedruckt gebliebenen Annalen des Kölner Erzbistums des Jesuiten Hermann Crombach (1598–1680).

⁴ Heutige Lage bei Stromkilometer 688,082 (NEU 1980, 147).

⁵ Zum Tauchglockenschiff „Kaiser Wilhelm/Kaiman“ siehe [https://de.wikipedia.org/wiki/Kaiman_\(Schiff\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kaiman_(Schiff)) [letzter Zugriff 02.12.2018], freundl. Hinweis Martin Wieland.

⁶ Eine erste Veröffentlichung der Bauaufnahme des Pfeilers 15 erfolgte bereits bei SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895, Taf. 10 (oben links).

⁷ Im Bereich der Rheininsel rechnet O. Kraus mit vier oder fünf weiteren Brückenpfeilern (KRAUS 1925, 236; 245 Taf. 19).

⁸ Die hier gewählte Nummerierung bezieht sich – wie im Folgenden – auf KRAUS 1925, Taf. 19.

⁹ Im Jahr 1923 hatte O. Kraus einen eisernen Pfahlschuh im Bereich der Rheinbrücke entdeckt und der Römischen Abteilung des Wallraf-Richartz-Museum gemeldet (RGM FB 1923.041).

¹⁰ Die Brückenpfähle waren im Erdgeschoss des Wallraf-Richartz-Museums auf beiden Seiten des Treppenaufgangs zum östlichen Kreuzgang an der Wand befestigt.

¹¹ RGM FB 1950.058: Stromkilometer ca. 688,080–085, ca. 65 bis 125 m östlich des westlichen Rheinufers (DOPPELFELD 1964, 617 f.; LEWALD 1972, 384).

¹² RGM FB 1964.019: Stromkilometer 688, 62 m westlich vom Ostufer – RGM FB 1967.010: Stromkilometer 688,06, ca. 130 m westlich der Kaimauer – RGM FB 1971.005: Stromkilometer 688,000–688,070, ca. 100–170 m westlich der Kaimauer – RGM FB 1972.029: Stromkilometer 688,013, ca. 64 m westlich der Kaimauer – RGM FB 1974.029: Stromkilometer 687,38–687,68, die genaue Fundstelle ist nicht bekannt.

¹³ Beschriftungsnotiz an Pfahl Nr. 1 = hier Dendro-nummer k002786 (Probe 1, 116 JR, Mark erhalten, kein Splint, Endjahr 296 n. Chr.): „*Rammfahl (Fußende) aus Eiche aus einem Pfeiler-Fundament der Constantin-*

Brücke. Gezogen bei Niedrigwasser 1962 durch sPiBat 719 Lebensalter d. Holzes ca. 130 Jahre Alter danach heute ca. 1800 Jahre“. Vgl. zum Brückenmodell STECKNER 2011, 422 Kat. 6.4 mit Abb.

¹⁴ Zum Tauchglockenschiff „Carl Straat“ siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Carl_Straat [letzter Zugriff 04.12.2018].

¹⁵ RGM FB 1980.012: Stromkilometer 688, 70 m, östlich vom Westufer (4 Holzpfähle) – RGM FB 1981.026: Stromkilometer 688,54–668,80 (96 Holzpfähle) – RGM FB 1988.022: Stromkilometer 688,130, ca. 67 m westlich des Deutzer Ufers (2 Pfahlreste ohne Pfahlschuhe).

¹⁶ RGM FB 1990.017: Stromkilometer 688.

¹⁷ Feststellung der Vollständigkeit der digitalen Daten durch Aktenabgleich und ggf. Wiederherstellung fehlender Dateien aus gedruckten Messprotokollen. In wenigen Fällen wurden verloren geglaubte Daten auf externen Datenträgern (5¼“-Disketten) in einem binären Datenformat entdeckt und in das in der Dendrochronologie weit verbreitete, ASCII-basierte „Heidelberg-Format“ überführt. – Prüfung der Messungen der Einzelradien einer Probe auf optische Übereinstimmung (fehlende/überinterpretierte Jahrringe). – Mittelung der kongruenten Messungen der Einzelradien einer Probe zu einer Probenkurve. – Im Rahmen dieser Revision wurden 162 Proben festgestellt, die zwischen 1966 und 2016 vom Römisch-Germanischen Museum der Stadt Köln zuerst E. Hollstein, ab 1971 Schmidt und ab 2016 Th. Frank, beide Labor für Dendrochronologie des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität zu Köln (heute Labor für Dendroarchäologie) zur Untersuchung übergeben wurden. Von diesen 162 Proben sind 145 durch digitale Messreihen der Jahrringbreiten im Kölner Dendrolabor belegt, darunter auch acht Messreihen aus dem Trierer Labor. Es bleibt derzeit offen, ob die fehlenden 17 Probenmessungen je ausgeführt wurden oder in der wechselvollen Geschichte der Datenmigration verloren gingen. Zusätzliche Messungen der Jahrringbreiten und ggf. eine Wiederauffindung der 17 fehlenden Proben sind derzeit nicht möglich, weil die Proben im Kölner Dendro-Archiv noch nicht vollständig zugänglich sind.

¹⁸ Dr. Jürgen Bracker war von 1965–1976 Kustos/Oberkustos am Römisch-Germanischen Museum in Köln (<http://www.hh-av.de/mitglieder/joergen-bracker/> [letzter Zugriff 01.03.2019]).

¹⁹ Diese Pfähle wurden am 21.11.1966 im „flußfeuchten Zustand“ von E. Hollstein in Köln beprobt. Die dendrochronologische Untersuchung fand im Rheinischen Landesmuseum Trier statt. Die Bereitstellung der digitalen Messreihen der Jahrringbreiten der Proben 6 und 8–10, die Hollstein publizierte, und die Daten der kurzen Jahrringfolgen der nicht bei Hollstein

publizierten Proben 2–5, genehmigte die Leiterin des Dendrochronologischen Forschungslabors am Rheinischen Landesmuseum Trier, Mechthild Neyses-Eiden, der dafür ebenso herzlich gedankt sei wie ihrem Assistenten Andreas Rzepecki, der die technische Zusammenstellung der Daten übernahm.

²⁰ Es handelt sich um rechteckig zugerichtete Pfähle mit Querschnittsmaßen von 26/28 x 31/32 cm.

²¹ Alle Holzfunde, Daten und Vorgänge mit dieser Fundstellenbezeichnung werden im Kölner Dendrolabor unter der Ordnungsnummer 0231 geführt.

²² Während der Baumaßnahmen zur „Tunnelröhre West“ des Rheinfertunnels wurden 1980 und 1981 im ufernahen Bereich Pfähle gefunden, die aufgrund ihrer Lage in der „Höhe Salzgasse“ mit der römischen Konstantinbrücke assoziiert wurden.

²³ Der Verlauf der römischen Rheinbrücke liegt zwischen der Einmündung der Salzgasse in die Frankenwerft (linksrheinisch) und der Abteikirche Alt St. Heribert (rechtsrheinisch). Der Rhein ist zwischen diesen Bezugspunkten heute etwa 350 m breit (vgl. Anm. 1).

²⁴ Vgl. Anm. 17.

²⁵ Dies sind die Angaben zum Vorhandensein von Mark, Splintholzringen und Waldkante. Mit Waldkante (engl. *waney edge*) wird der letzte unter der Rinde gebildete Jahrring bezeichnet, der dem Fällungs- oder Sterbejahr eines Baumes entspricht.

²⁶ Das Mark entspricht nur auf der Höhe des Baumfußes dem Keimjahr des Baumes. Bei den hier vorliegenden Proben ist ihre vertikale Position im Baumstamm unbekannt, so dass bei datierten Proben mit Markerhaltung keinesfalls auf das Keimjahr geschlossen werden kann.

²⁷ Nach der Splintholzstatistik von HOLLSTEIN (1980, 34 Abb. 21) sind bei 150-jährigen Bäumen durchschnittlich 20 ± 10 Splintholzringe anzusetzen.

²⁸ Dies sind die Fundstellen „Beerlegem“ in Belgien (5 Proben) und „Köln, Knabengrab“ (1 Probe) (HOLLSTEIN 1980, 49; 75; 192 f).

²⁹ Neben den in vorstehender Anmerkung genannten Fundstellen, die den gesamten Zeitraum 300–400 n. Chr. abdecken, sind dies noch Broichweiden, Altrip und Bengel, die zusammen mit der Kölner Brücke nur Teile der ersten Hälfte bis 350 n. Chr. abdecken. Die Datierung von Broichweiden wurde vor kurzem von 365 auf 503 n. Chr. korrigiert (RZEPECKI u. a. 2019, 20; 25; 27).

³⁰ Dendrolabore in Freiburg i. Br., Köln, Thierhaupten und Trier.

³¹ Zwei Ausnahmen gibt es dennoch, weil für die Proben 202026 und 202084 nur Messungen eines A-Radius digital vorhanden waren und keine Messprotokolle weiterer Messungen gefunden werden konnten.

³² Die mit UND verknüpften Schwellenwerte für diese Korrelation sind: Überlappung ≥ 50 Jahre, Gleichläufigkeit ≥ 60 %, t-Werte nach BAILLE/PILCHER (1973) und HOLLSTEIN (1980) ≥ 4 .

³³ Engringiges Eichenholz hat einen geringen Dickenzuwachs („langsam gewachsen“), und wegen des geringeren Spätholzanteils ist es leichter und weniger hart als das von „schnell“ und breitringig gewachsenen Bäumen (METZGER 1999, 10 ff.). Ersteres entsteht besonders in dichten Beständen, wo der Konkurrenzdruck um das Streben zum Licht das Höhenwachstum mehr fördert als das Dickenwachstum. Dadurch entstehen lange Stämme von geringer Astigkeit (astrein), Härte und geringerem Gewicht, als es die breitringigen Vertreter liefern, und ist somit z. B. für die Herstellung von Pfählen besonders geeignet.

³⁴ Das massenhafte Auftreten von Maikäfern führt natürlich auch zu entsprechenden Zahlen bei den Engerlingen, die im Falle des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani*) die Baumwurzeln schädigen.

³⁵ Zum Endjahr werden 20 potentielle Splintholzjahre addiert und mit einer Abweichung von ± 10 Jahren versehen (HOLLSTEIN 1980, 34 Abb. 21).

³⁶ Das sind fast 90 % der römischen Probenkurven, welche die bereits erwähnten mit UND verknüpften Schwellenwerte erfüllen: Überlappung ≥ 50 Jahre, Gleichläufigkeit ≥ 60 %, t-Werte nach BAILLE/PILCHER (1973) und HOLLSTEIN (1980) ≥ 4 .

³⁷ Verzerrungen können durch Floßholz im Probenbestand von unterschiedlichen, dabei ökologisch durchaus ähnlichen Standorten und den Grad der Bearbeitung der Hölzer entstehen.

³⁸ https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wachstum/fva_roeteiche/index_DE [letzter Zugriff 01.03.2019].

³⁹ KRAUS (1925) gibt die Länge der Pfähle mit 3,90 m an (vgl. Beitrag N. Hanel). – GOUDSWAARD u. a. (2000/2001, 521) berichten zur römischen Maasbrücke bei Cujik von zwei Pfahltypen: Die Gründungspfähle haben 3 m Länge und 30 cm Durchmesser, die kleineren Pfähle haben 1,50 m Länge und 20 cm Durchmesser. Die Pfahlroste waren mit etwa je 100 Pfählen im Verhältnis 80 : 20 (starke zu dünneren Pfählen) bestückt.

⁴⁰ BAATZ (1977, 176) verweist auf Untersuchungen des 19. Jahrhunderts bei denen „rund 80 Pfähle pro Brückenpfeiler“ festgestellt wurden. Bei Ansatz dieser Zahl für 19 Brückenpfeiler erhält man einen geschätz-

ten Bedarf von 1 520 Pfählen. GOUDSWAARD u. a. (2000/2001, 521) gehen, gestützt durch Grabungsfunde, von 80 starken und 20 dünneren Pfählen, insgesamt 100 Pfählen pro Pfeiler der Maasbrücke bei Cujik aus.

⁴¹ Die kumulierten Jahrringbreiten einer Probe entsprechen dem Radius. Multipliziert man diesen mit 2, so erhält man eine Annäherung an den Durchmesser der Probe. Hierzu muss einschränkend gesagt werden, dass eine vollständige Messung aller Jahrringbreiten vielleicht nicht immer möglich war und dass mit dünneren Pfählen zur Verdichtung des Baugrunds gerechnet werden muss (vgl. z. B. HOLLSTEIN 1980, 137).

⁴² Dazu wurden folgende mit UND verknüpfte Schwellenwerte gesetzt: Überlappung ≥ 70 Jahre, Gleichläufigkeit ≥ 60 %, t-Werte nach BAILLE/PILCHER (1973) und HOLLSTEIN (1980) ≥ 10 .

⁴³ Im hier vorgelegten Probenbestand handelt es sich höchstwahrscheinlich ausschließlich um einzelne Pfähle, so dass stammgleiche Hölzer nur dann zu erwarten sind, wenn ein Stamm quer geteilt worden wäre, um daraus zwei oder mehr Pfähle zu fertigen. Dass dies sehr wahrscheinlich ist, wurde weiter oben unter „Alter, Höhe und Anzahl der Bäume“ festgestellt.

⁴⁴ Chronologien, die sicher oder mutmaßlich Daten der Kölner Brückenhölzer enthalten, sind nicht geeignet, eine Herkunftsanalyse abzusichern. Dazu gehören z. B. die von HOLLSTEIN (1980), viele darauf basierende Teilchronologien des Dendrolabors Köln und die erst kürzlich erstellte *Late Antiquity Bridge*-Chronologie der Labore Trier, Köln, Freiburg und Thierhaupten (RZEPECKI u. a. 2019). Auch die „süddeutschen“ Chronologien B. Beckers sind nicht frei von dieser Mutmaßung, weil in der Frühzeit der europäischen Dendrochronologie beim Aufbau von Jahrringkalendern ein Datenaustausch zwischen E. Hollstein und B. Becker stattfand (mdl. Mitt. M. Neyses-Eiden, Dendrolabor Trier). Gleichwohl kann hier mangels alternativer Chronologien nicht gänzlich auf ihre Verwendung verzichtet werden.

⁴⁵ Dr. Willy Tegel danke ich herzlich für die Überlassung eigener Chronologien aus Nordostfrankreich und dem Moselgebiet, die er 2008 erstellt hat.

⁴⁶ Die vier Waldkantendaten zeigen exakte Fällungsdaten aus den Winterhalbjahren 306/307, 336/337 und 366/367 n. Chr. (2 Daten).

⁴⁷ Die bereits erwähnten fehlkantigen Hölzer mit den Enddaten 11 und 86 n. Chr. sind hiervon ausgeschlossen.

⁴⁸ Die Fundzusammenhänge der Hölzer sind unbekannt, weshalb eine befundorientierte Gruppierung zeitgleich verbauter Hölzer nicht möglich ist. Somit ist auch die

Anzahl der in den Daten enthaltenen Gruppen unbekannt. Deshalb erfolgte die Gruppenbildung auf statistischem Wege mit der in PAST 3.22 (HAMMER u. a. 2001) integrierten Maximum-Likelihood-Methode (*Mixture Analysis*). Die Bestimmung der Gruppenanzahl richtete sich nach den niedrigsten Werten der Log-Likelihood-Funktion (logarithmische Plausibilitätsfunktion) und des Akaike-Informationskriteriums (AKAIKE 1974), die eine bestmögliche Anpassung der Gruppen an die Datenstruktur anzeigen. Die hier verwendeten Parameter sind: Distribution: normal, Groups: 5, Bins: 76, Start: 243, End: 379. Die Daten der 76 Kernholzjahre finden sich in **Abb. 31**.

⁴⁹ HOLLSTEIN 1980, 74: „Die Zuweisung der hier untersuchten Pfähle an einen bestimmten Pfeiler der Brücke ist nicht möglich. Die Fundstelle wird z. B. bei Nr. 6 [332 ± 8 n. Chr., Anm. d. Autoren] mit »Strommitte« angegeben.“

⁵⁰ Hierbei handelte es sich um eine hölzerne Jochbrücke im Gegensatz zur Kölner Brücke in Mischbauweise.

⁵¹ Ferner mit Verweis auf „behelfsmäßige Stützen“ neben den beiden Pfeilern 14 und 15; vgl. KRAUS 1925, 233 Abb. 1 (oben rechts).

⁵² Zur Besetzung der *Colonia Agrippina* und den Zerstörungen durch die Franken: AMM. 15,8,19; ECK 2004, 652–657, bes. 655; FISCHER/TRIER 2014, 345–350.

⁵³ Ferner Oros. hist. 7,32,10: Valentinian I. lässt laut dieser Quelle die auf dem Gebiet der Franken operierenden Sachsen angreifen.

⁵⁴ Es stellt sich die Frage, ob die nicht weiter lokalisierte Rheinbrücke bei Symm. Or. 3,9: „*En noster bicornis* [= Rhenus], *caue aequalem te arbitrare Tiberino, quod ambo principium monumenta gestatis: ille redimitus est, tu subactus.*“ mit der unter Valentinian I. instandgesetzten Köln-Deutzer Brücke gemeint war; vgl. BABIĆ 2014, 253 Anm. 14, der m. E. zu Unrecht von einer Pontonbrücke über den Rhein ausgeht; so auch PABST 1989, 152 f., 158 Anm. 44; 337. – Zu antiken Darstellungen des Rheins mit zwei Hörnern (*bicornis*) vgl. VOLKKOMMER 1994, 4; 40 f.

⁵⁵ Zur Rheinbrücke und zu den Militäranlagen auf beiden Ufern des Hochrheins: VON PETROKOVITS 1971, 212 Nr. 74; HARTMANN 1987, 14 f.; DRACK/FELLMANN 1988, 295; 577 f.; LORENZ 1997, 161; FINGERLIN 2005; FELLMANN 2006.

Literatur

AKAIKE 1974
H. Akaike, A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control 19, 1974, 716–723.

ANONYMUS 1962
Anonymus, Andrew Ellicott Douglass 1867–1962 (Obituary – Nachruf). Tree-Ring Bulletin 24(3–4), 1962, 2–10.

BAATZ 1977
D. Baatz, Bemerkungen zur Jahrringchronologie der römischen Zeit. Germania 55, 1977, 173–179.

BABIĆ 2014
M. Babić, Reconstruction of three bridges in the 4th century Rome. Historical perspective. Studia Antiqua et Archaeologica 20(1), 2014, 243–269.

BAILLIE 1981
M. G. L. Baillie, Rezension: Ernst Hollstein: Mitteleuropäische Eichenchronologie Trierer Grabungen und Forschungen Band XI, 273 Phillip Von Zabern, Mainz am Rhein, 1980. Proceedings of the Prehistoric Society 47, 1981, 356.

BAILLIE/PILCHER 1973
M. G. L. Baillie/J. R. Pilcher, A simple crossdating program for tree-ring research. Tree-Ring Bulletin 33, 1973, 7–14.

BAUER 1998/1999
S. Bauer, Römisches Floßholz auf dem Rhein bei Mainz. Mainzer Archäologische Zeitschrift 5/6, 1998/1999, 123–128.

BAUER 2002
S. Bauer, Römische Floßhölzer und Fässer aus Mainz – Auf den Spuren der Flößer und Böttcher in Obergermanien. In: L. Wamser/B. Steidl (Hrsg.), Neue Forschungen zur römischen Besiedlung zwischen Oberrhein und Enns. Kolloquium Rosenheim 14.–16. Juni 2000. Schriftenreihe der archäologischen Staatssammlung 3 (Remshalden-Grumbach 2002) 207–221.

BECKER 1969
B. Becker, Die Bedeutung der Jahrringchronologie für die Datierung von Hölzern. In: J. Boessneck (Hrsg.), Archäologisch-biologische Zusammenarbeit in der Vor- und Frühgeschichtsforschung. Münchener Kolloquium 1967 (Wiesbaden 1969) 31–38.

BECKER 1981
B. Becker, Fällungsdaten römischer Bauhölzer anhand einer 2350-jährigen süddeutschen Eichen-Jahrringchronologie. Fundberichte aus Baden-Württemberg 6 (Stuttgart 1981) 369–386.

BILLAMBOZ 2014
A. Billamboz, Dendroarchaeology and cockchafers north of the Alps: Regional patterns of a middle frequency signal in oak tree-ring series. Environmental Archaeology 19, 2014, 114–123.

DEN BOEFT u. a. 2009

J. den Boeft/J. W. Drijvers/D. den Hengst/H. C. Teitler, *Philological and Historical Commentary on Ammianus Marcellinus XXVII* (Leiden, Boston 2009).

DEN BOEFT u. a. 2011

J. den Boeft/J. W. Drijvers/D. den Hengst/H. C. Teitler, *Philological and Historical Commentary on Ammianus Marcellinus XXVIII* (Leiden, Boston 2009).

BONE 1880

K. Bone, *Das römische Castell in Deutz oder Deutz zur Zeit der Römer auf Grund der neuesten Entdeckungen und Funde* (Köln 1880).

BORGER 1974

H. Borger (Hrsg.), *Kölner Römer-Illustrierte 1* (Köln 1974).

BORGER 1977

H. Borger, *Das Römisch-Germanische Museum Köln* (München 1977).

BRÜGGLER 2014

M. Brüggler, *Burgus und Glaswerkstatt der Spätantike bei Goch-Asperden. Mit Beiträgen von Th. Rehren u. C. Klages*. *Bonner Jahrbücher* 214, 2014, 71–134.

BUSCHMANN 1995

W. Buschmann, *Die Rheinbrücken von Köln. Denkmalpflege im Rheinland* 12, 1995, 76–91.

CARDAUNS 1879

H. Cardauns, *Aufzeichnungen des Kölner Bürgers Hilbrant Sudermann 1489–1504*. *Annalen des Historischen Vereins für den Niederrhein* 33, 1879, 41–49.

CARROLL-SPILLECKE 1994

M. Carroll-Spillecke, *Das römische Militärlager Divitia in Köln-Deutz*. *Kölner Jahrbuch* 26, 1994, 321–444.

CHRISTENSEN 1987

K. Christensen, *Tree rings and insects: the influence of cockchafer on the development of growth rings in oak trees*. In: G. C. Jacoby/J. W. Fiornbeck (eds.), *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*. August 17–21, 1986, Tarrytown, New York (Palisades 1987) 142–154.

CHRONIKEN 1876

Die Chroniken der deutschen Städte vom 14. bis ins 16. Jahrhundert. Die Chroniken der niederrheinischen Städte – Cöln 13,2 (Leipzig 1876).

DEMANDT 1972

A. Demandt, *Die Feldzüge des Älteren Theodosius*. *Hermes* 100, 1972, 81–113.

DEMANDT 2018

A. Demandt, *Geschichte der Spätantike. Das Römi-*

*sche Reich von Diocletian bis Justinian 284–565 n. Chr.*³ (München 2018).

DOPPELFELD 1964

O. Doppelfeld, *Köln als Brücke zum Abendland*. In: V. H. Elbern, *Das Erste Jahrtausend Kultur und Kunst im Werdenen Abendland an Rhein und Ruhr* Textbd. 2 (Düsseldorf 1964) 616–633.

DRACK/FELLMANN 1988

W. Drack/R. Fellmann (Hrsg.), *Die Römer in der Schweiz* (Stuttgart 1988).

ECK 2003

W. Eck, *Nähe und Ferne kaiserlicher Macht: das Beispiel Köln*. In: L. de Blois/P. Erdkamp/O. Hekster/G. de Kleijn/St. Mols (eds.), *The Representation and Perception of Roman Imperial Power. Proceedings of the Third Workshop of the International Network Impact of Empire (Roman Empire, C. 200 B.C. – A.D. 476)*. Netherlands Institute in Rome, March 20–23, 2002 (Amsterdam 2003) 282–301.

ECK 2004

W. Eck, *Köln in römischer Zeit. Geschichte einer Stadt im Rahmen des Imperium Romanum. Geschichte der Stadt Köln 1* (Köln 2004).

ECKSTEIN 1969

D. Eckstein, *Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Altersbestimmung der Siedlung Haithabu*. Unpubl. Dissertation Universität Hamburg (Hamburg 1969).

ECKSTEIN/BAUCH 1969

D. Eckstein/J. Bauch, *Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit*. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 88(1), 1969, 230–250.

ENGEMANN 2007

J. Engemann, *Konstantins Sicherung der Grenzen des römischen Reiches*. In: A. Demandt/J. Engemann (Hrsg.), *Imperator Caesar Flavius Constantinus – Konstantin der Große*. Ausstellungskatalog Trier 2007 (Trier, Mainz 2007) 155–159.

ENNEN 1863

L. Ennen, *Geschichte der Stadt Köln, meist aus den Quellen des Kölner Stadt-Archivs 1* (Köln, Neuss 1863).

LEWALD 1972

U. Lewald, *Zum Verhältnis von Köln und Deutz im Mittelalter*. In: W. Besch/K. Fehn/D. Höroldt/F. Irsigler/M. Zehnder (Hrsg.), *Die Stadt in der europäischen Geschichte*. Festschrift Edith Ennen (Bonn 1972) 378–390.

FEHR 2011

H. Fehr, *Römische Rheinbrücken – Wie kamen die*

Pfähle in den Flussgrund? In: Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie (Hrsg.), Archäologie der Brücken. Vorgeschichte, Antike, Mittelalter, Neuzeit = Archaeology of bridges: prehistory, antiquity, Middle Ages, modern era (Regensburg 2011) 96–101.

FINGERLIN 2005

G. Fingerlin, Küssaberg-Rheinheim (WT). In: D. Planck (Hrsg.), Die Römer in Baden-Württemberg. Römerstätten und Museen von Aalen bis Zwiefalten (Stuttgart 2005) 158–160.

FISCHER 2006

Th. Fischer, Asperden, Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne. In: M. Reddé/R. Brulet/R. Fellmann/J. K. Haalebos/S. von Schnurbein (éds.), Les fortifications militaires. L'architecture de la Gaule romaine. Documents d'archéologie française 100 (Paris, Bordeaux 2006) 203–205.

FISCHER/TRIER 2014

Th. Fischer/M. Trier, Das römische Köln. Der historische Stadtführer (Köln 2014).

FRANK u. a. 2018

Th. Frank/A. Röpke/T. Zerl/J. Meurers-Balke/N. Nolde/H. Berke/J. Richter, Von Mensch und Natur. Die Naturwissenschaftlichen Labore am Kölner Institut für Ur- und Frühgeschichte. In: J. Richter (Hrsg.), 111 Jahre Prähistorische Archäologie in Köln. Kölner Studien zur Prähistorischen Archäologie 9 (Rahden/Westf. 2018) 39–49.

FREMERSDORF 1925

F. Fremersdorf, Die Neuaufstellung der Römischen Abteilung des Wallraf-Richartz-Museums zu Köln. Westdeutsche Monatshefte für das Geistes- und Wirtschaftsleben Länder am Rhein 1, 1925, 43–59.

FREMERSDORF 1927

F. Fremersdorf, Kurzer Führer durch die Römische Abteilung des Wallraf-Richartz-Museums zu Köln (Köln 1927).

FREMERSDORF 1963

F. Fremersdorf, Urkunden zur Kölner Stadtgeschichte aus römischer Zeit. Die Denkmäler des römischen Köln 2 (Köln 1963).

GECHTER 1989

M. Gechter, Das Kastell Deutz im Mittelalter. Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 22, 1989, 373–416.

GECHTER 1991

M. Gechter, Zur Überlieferung der Bauinschrift des Kastells Divitia (Deutz). Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 24, 1991, 377–380.

GÓMEZ PANTOJA 2018

J. L. Gómez Pantoja, Legio Duovicesima. Aquila Legionis 21, 2018, 31–59.

GOUDSWAARD 1995

B. Goudswaard, A late-Roman bridge in the Meuse at Cuijk, The Netherlands. Archäologisches Korrespondenzblatt 25(2), 1995, 233–241.

GOUDSWAARD u. a. 2000/2001

B. Goudswaard/R. A. C. Kroes/H. S. M. van der Beek, The Late Roman bridge at Cuijk. Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 44, 2000/2001, 439–560.

GREGAREK 2005

H. Gregarek, Rediviva: Steinrecycling im antiken Köln. In: H. Horn/H. Hellenkemper/G. Isenberg/J. Kunow (Hrsg.), Von Anfang an. Archäologie in Nordrhein-Westfalen. Begleitbuch Landesausstellung 2005–2006 (Köln 2005) 139–145.

GRÜNEWALD 1986

Th. Grünewald, Ein epigraphisches Zeugnis zur Germanenpolitik Konstantin des Großen: Die Bauinschrift des Deutzer Kastells (CIL XIII 8502). In: H. E. Herzig/R. Frei-Stolba (Hrsg.), Labor omnibus unus. Festschrift Gerold Walser zum 70. Geburtstag. Historia Einzelschriften 60 (Stuttgart 1986) 171–185.

GUTMANN 1991

B. Gutmann, Studien zur römischen Außenpolitik in der Spätantike (364–395 n. Chr.). Habelts Dissertationsdrucke, Alte Geschichte 31 (Bonn 1991).

HAALEBOS 2006

J. K. Haalebos, Cuijk Ceulclum Limbourg, Pays-Bas. In: M. Reddé/R. Brulet/R. Fellmann/J. K. Haalebos/S. von Schnurbein (éds.), Les fortifications militaires. L'architecture de la Gaule romaine. Documents d'archéologie française 100 (Paris, Bordeaux 2006) 256–257.

HAMMER u. a. 2001

Ø. Hammer/D. A. T. Harper/P. D. Ryan, Past: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4, 2001, 1–9.

HANEL 2007

N. Hanel, Literaturbericht zum römischen Militärlager Divitia/Köln-Deutz, zur römischen Rheinbrücke und zur Abteikirche St. Heribert. Kölner Jahrbuch 40, 2007, 429–452.

HANEL/VERSTEGEN 2006

N. Hanel/U. Verstegen, Gestempelte Ziegel aus dem spätrömischen Kastell Divitia (Köln-Deutz). Kölner Jahrbuch 39, 2006, 213–252.

HANEL/VERSTEGEN 2009

N. Hanel/U. Verstegen, The bridgehead fort Cologne-Deutz (*Divitia*) on the right bank of the Rhine. The building programme on the Lower Rhine limes under Constantine I. In: Á. Morillo/N. Hanel/E. Martín (eds.), *Limes XX. XX Congreso Internacional de Estudios sobre la Frontera Romana/XXth International Congress of Roman Frontier Studies*, León (España), 09. 2009. *Anejos de Gladius* 13 (Madrid 2009) 749-756.

HANSEN 1899

J. Hansen, Arnold Mercator und die wiederentdeckten Kölner Stadtpläne von 1571 und 1642. *Mitteilungen aus dem Stadtarchiv von Köln* 11, 1899, 141-158.

HARTMANN 1987

M. Hartmann, Eine spätrömische und mittelalterliche Rheinbrücke in Zurzach AG. *Archäologie der Schweiz* 10, 1987, 13-15.

HELLENKEMPER 1993

H. Hellenkemper, Gedächtnisverlust. Zur Erinnerung an die Peter und Paul-Nacht 1943 in Köln. *Kölner Museums-Bulletin* Heft 3, 1993, 9-17.

HINZ/HÖMBERG 1968

H. Hinz/I. Hömberg, Ausgrabung eines spätrömischen Burgus in Asperden, Kreis Kleve. Mit Exkursen von G. Becker, H. Mattner u. A. Geißen. *Beiträge zur Archäologie des Römischen Rheinlandes 1. Rheinische Ausgrabungen* 3 (Düsseldorf 1968) 167-212.

HOFFMANN 1969/1970

D. Hoffmann, Das spätrömische Bewegungsheer und die *Notitia Dignitatum*. *Epigraphische Studien* 7, Vol. 1-2 (Düsseldorf 1969/1970).

HOLLSTEIN 1964

E. Hollstein, Jahrringchronologische Datierung des Hauses Britanien [in Trier]. *Landeskundliche Vierteljahrsblätter* 10, 1964, 3-13.

HOLLSTEIN 1980

E. Hollstein, Mitteleuropäische Eichenchronologie. *Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte. Trierer Grabungen und Forschungen* 11 (Mainz 1980).

HUBER 1941

B. Huber, Aufbau einer mitteleuropäischen Jahrring-Chronologie. *Mitteilungen der Hermann-Göring-Akademie der deutschen Forstwissenschaft* 1, 1941, 110-125.

KEUSSEN 1907

H. Keussen, Die drei Reisen des Utrechters Arnoldus Buchelius nach Deutschland, insbesondere sein Kölner Aufenthalt. *Annalen des Historischen Vereins für den Niederrhein* 84, 1907, 1-102.

KLINKENBERG 1906

J. Klinkenberg, Das römische Köln. In: P. Clemen (Hrsg.), *Die Kunstdenkmäler der Stadt Köln* 1,2. *Kunstdenkmäler der Rheinprovinz* 6 (Düsseldorf 1906).

KNIBBE 2019

B. Knibbe, PAST 5, Personal Analysis System for Treering research, Version 5.0.610. *SCIEM* (Brunn 2019).

KNIPPING 1892

R. Knipping, Der literarische Nachlass des Kölner Historikers Stephan Broelmann. *Mitteilungen aus dem Stadtarchiv von Köln* 22, 1892, 178-182.

KOLÁŘ u. a. 2013

T. Kolář/M. Rybníček/W. Tegel, Dendrochronological evidence of cockchafer (*Melolontha* sp.) outbreaks in subfossil tree-trunks from Tovčao (CZ Moravia). *Dendrochronologia* 31, 2013, 29-33.

KRAMP/SCHÄFER 2016

M. Kramp/A. Schäfer, Vom Neumarktviertel auf die Schäl Sick. Eichenpfähle der römischen Rheinbrücke. In: M. Kramp/M. Trier (Hrsg.), *Drunter und drüber: Der Heumarkt. Schauplatz Kölner Geschichte* 3 (Köln 2016) 51-55.

KRAUS 1925: O. Kraus, Die römische Rheinbrücke zu Köln und die Stadtmauer der Südseite. *Bonner Jahrbücher* 130, 1925, 232-253.

KUNOW 1987

J. Kunow, Die Militärgeschichte Niedergermaniens. In: H. G. Horn (Hrsg.), *Die Römer in Nordrhein-Westfalen* (Stuttgart 1987) 27-109.

LORENZ 1997

St. Lorenz, *Imperii fines erunt intacti: Rom und die Alamannen 350-378*. *Europäische Hochschulschriften* 722 (Frankfurt a. Main 1997).

MEITZGER 1999

M. L. Metzger, Qualitätseigenschaften des Holzes von Traubeneichen (*Quercus petraea* Liebl.) aus drei süddeutschen Beständen in Abhängigkeit von der Jahrringbreite. *Schriftenreihe agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse* 16 (Hamburg 1999).

MÜLLER-RETTIG 2008

B. Müller-Rettig, *Panegyrici Latini. Lobreden auf römische Kaiser 1: Von Diokletian bis Konstantin*. Lateinisch und deutsch (Darmstadt 2008).

NEU 1980

St. Neu, Die römische Rheinbrücke. In: K. Böhner, *Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern* 38, Köln 2: *Exkursionen, Nördliche Innenstadt* (Mainz 1980) 147-152.

NOELKE 2016

P. Noelke, Kölner Antikensammlungen und -studien vom Humanismus bis zur Aufklärung und ihr Kontext im deutschen Sprachraum. *Kölner Jahrbuch* 49, 2016, 487–668.

NOELKE/HANEL 2016

P. Noelke/N. Hanel, Die Antikensammlung der Grafen von Manderscheid-Blankenheim in der Eifel. *Kölner und Bonner Archaeologica* 6, 2016, 201–220.

NUBER 2007

H. U. Nuber, Valentinianischer Festungsbau. In: *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 35² (Berlin, New York 2007) 337–341.

OLDENSTEIN 2006

J. Oldenstein, De Valentinien I^{er} à la fin de l'Empire romain occidental. In: M. Reddé/R. Brulet/R. Fellmann/J. K. Haalebos/S. von Schnurbein (éds.), *Les fortifications militaires. L'architecture de la Gaule romaine. Documents d'archéologie française* 100 (Paris, Bordeaux 2006) 47–50.

OSSOWSKI LARSSON/LARSSON 2015

P. Ossowski Larsson/L.-Å. Larsson, Dendrochronological Dating of Roman Time 2015. www.cybis.se/dendro/wp-content/uploads/2015/02/Dendrochronological-dating-of-Roman-time.pdf [letzter Zugriff 17.08.2018].

PABST 1989

A. Pabst (Hrsg.), *Reden. Orationen. Texte zur Forschung* 53 (Darmstadt 1989).

VON PETRIKOVITS 1960

H. von Petrikovits, Das römische Rheinland. *Archäologische Forschungen seit 1945. Bonner Jahrbücher Beih.* 8 (Köln, Opladen 1960).

VON PETRIKOVITS 1971

H. von Petrikovits, Fortifications in the North-Western Roman Empire from the Third to the Fifth Centuries A. D. *The Journal of Roman Studies* 61, 1971, 178–218.

VON PETRIKOVITS 1978

H. von Petrikovits, *Altertum*. In: F. Petri/G. Droege (Hrsg.), *Rheinische Geschichte* 1,1 (Düsseldorf 1978).

PRECHT 1967

G. Precht, Köln, Rheinbrücke Konstantins d. Gr. In: O. Doppelfeld, *Römer am Rhein. Ausstellungskatalog Köln 1967* (Köln 1967) 107.

PRECHT 1975

G. Precht, Ausgrabungen im Bereich des Castellum Divitia. Vorbericht über die Kastellgrabungen. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte* 13, 1972/1973 (1975), 120–128.

RADNOTI-ALFÖLDI 1991

M. Radnoti-Alföldi, Das Trierer Stadtbild auf Konstantins Goldmultiplum: ein Jahrhundertirrtum. *Trierer Zeitschrift* 54, 1991, 239–248.

RINN 1988

F. Rinn, Eine neue Methode zur Bestimmung von Jahrringparametern. Unpubl. Diplomarbeit Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Heidelberg 1988).

RINN 2011

F. Rinn, TSAP-Win, Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Version 4.64 for Windows (Heidelberg 2011).

RUMP 2011

H. H. Rump, Bruno Huber (1899–1969) – Botaniker und Dendrochronologe. *Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt/Contributions to Forest Sciences* 32 (Stuttgart 2011).

RZEPECKI u. a. 2019

A. Rzepecki/M. Neyses-Eiden/Th. Frank/B. Diethelm/F. Herzig/W. Tegel, Missing link in Late Antiquity? A critical examination of Hollstein's Central European Oak Chronology. *Dendrochronologia* 54, 2019, 20–28.

SCHÄFER 2019

A. Schäfer, Topographische Studien zum römischen Köln um 1600. In: D. Boschung/A. Schäfer (Hrsg.), *Monumenta Illustrata. Raumwissen und antiquarische Gelehrsamkeit. Morphomata* 41 (Paderborn 2019) 277–303.

SCHALLMAYER 2000

E. Schallmayer, Unterlagen zur römischen Rheinbrücke von Köln im Archiv des Saalburgmuseums. *Saalburg-Jahrbuch* 50, 2000, 205–211.

SCHMIDT/FRANK 2012

B. Schmidt/T. Frank, Holz datiert! In: M. Trier/F. Naumann-Steckner (Hrsg.), *ZeitTunnel. 2000 Jahre Köln im Spiegel der U-Bahn-Archäologie. Begleitband zur Sonderausstellung im Römisch-Germanischen Museum der Stadt Köln, 9. November 2012 bis 5. Mai 2013* (Köln 2012) 48–51.

SCHMITZ 2004

D. Schmitz, Die gestempelten Ziegel des römischen Köln. *Kölner Jahrbuch* 37, 2004, 223–447.

SCHÜTTE/GECHTER 1999

S. Schütte/M. Gechter, Stephan Broelmann und die Folgen. Karten Kölns, der konstantinischen Rheinbrücke und der römischen Wasserleitung nach Köln aus 380 Jahren. *Kölner Museums-Bulletin* 1999 Heft 1, 1999, 4–26.

SCHULTZE/STEUERNAGEL 1895

R. Schultze/C. Steuernagel, Colonia Agrippinensis – Ein Beitrag zur Ortskunde der Stadt Köln zur Römerzeit. Bonner Jahrbücher 98, 1895, 1–144.

SCHWÖRBEL 1893

L. Schwörbel, Die römische Brücke zwischen Köln und Deutz. Korrespondenzblatt der Westdeutschen Zeitschrift für Geschichte und Kunst 12, 1893, Sp. 49–54.

STECKNER 2011

C. Steckner, Modelle in der musealen Präsentation des Römisch-Germanischen Museums Köln. Kölner Jahrbuch 44, 2011, 393–445.

STRIBNY 1989

K. Stribny, Römer rechts des Rheins nach 260 n. Chr. Kartierung, Strukturanalyse und Synopse spätrömischer Münzreihen zwischen Koblenz und Regensburg. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 70, 1989, 351–505.

VISSER 2010

R. M. Visser, Growing and Felling? Theory and Evidence Related to the Application of Silvicultural Systems in the Roman Period. In: A. Moore/G. Taylor/P. Girdwood/E. Harris/L. Shipley (eds.), TRAC 2009. Proceedings of the Nineteenth Annual Theoretical Roman Archaeology Conference: Ann Arbor (USA) and Southampton (UK) 2009 (Oxford 2010) 11–22.

VÖSSING 2006

K. Vössing, Valentinianus. In: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 32² (Berlin, New York 2006) 46–47.

VOLLKOMMER 1994

R. Vollkommer, Vater Rhein und seine römischen Darstellungen. Bonner Jahrbücher 194, 1994, 1–42.

VOS 2004

A. D. Vos, Resten van Romeinse bruggen in de Maas te Maastricht. Rapportage Archeologische Monumentenzorg 100 (Amersfoort 2004).

VOS 2011

A. D. Vos, Several Phases of Roman Bridge Building in the River Meuse at Maastricht (Netherlands). A Pre-disturbance Survey. In: Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie (Hrsg.), Archäologie der Brücken. Vorgeschichte, Antike, Mittelalter, Neuzeit = Archaeology of bridges: prehistory, antiquity, Middle Ages, modern era (Regensburg 2011) 116–121.

WIENAND 2012

J. Wienand, Der Kaiser als Sieger. Metamorphosen triumphaler Herrschaft unter Constantin I. Klio Beih. N. F. 19 (Berlin 2012).

WIGG 1991

D. Wigg, Münzumlauf in Nordgallien um die Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. Numismatische Zeugnisse für die Usurpation des Magnentius und die damit verbundenen Germaneneinfälle. Studien zu Fundmünzen der Antike 8 (Berlin 1991).

WOLF 1880

F. Wolf, Die Aufdeckung und Aufnahme der zu Deutz gefundenen Reste eines römischen Castrums. Bonner Jahrbücher 68, 1880, 13–47.

WOLFF 2005

G. Wolff, Das Römisch-Germanische Museum Köln. Führer zu Museum und Stadt⁶ (Köln 2005).

Historische Quellen

AGRICIUS 1572

M. Agricinus, Vita D. Heriberti Archiepiscopi Quondam, Atque Principis Electoris Coloniensis primi, ex antiqua, fidei[que] plena historia decerpta (Köln 1572). [Benutztes Exemplar: Württembergische Landesbibliothek Stuttgart <http://digital.wlb-stuttgart.de/purl/bsz429302746>] Urn:nbn:de:bsz:24-digibib-bsz4293027469 [letzter Zugriff 10.08.2018].

ALDENBRÜCK 1767

A. Aldenbrück, De ponte Constantiniano Agrippinensi Disquisitio Historico-Critica, cui accedit gemina ejusdem pontis sciographia (Köln 1767).

BROELMANN 1607

St. Broelmann, Civilium rerum memoria dignarum civitatis Ubiorum et Coloniae Claud. Aug. Agripp. Commentarii (1607).

BROELMANN 1608

St. Broelmann, Epideigma, sive specimen historiae vet(eris) omnis et purae, florentis atq(ue) amplae civitatis ubiorum, et eorum ad Rhenum Agrippensis Oppidi, quod post Colonia Claudia Aug. Agrippinensis. S. B. A. I. C. (Köln 1608). [Benutztes Exemplar: Historisches Archiv der Stadt Köln, Chroniken und Darstellungen, Best. 7030, 76 B].

KOELHOFF 1499

(J. Koelhoff d. J.), Die Cronica van der hilliger Stat va(n) Coelle(n) (Köln 1499).

Antike Quellen

Amm.

W. Seyfarth, Ammianus Marcellinus, Römische Geschichte. Lateinisch und Deutsch. 1.-4. Teil, Schriften und Quellen der Alten Welt 21,1-4³ (Darmstadt 1975).

Caes. Gall.

O. Schönberger (Hrsg.), C. Iulius Caesar, Der Gallische Krieg. Lateinisch – deutsch⁴ (Berlin 2013).

Oros. hist.

K. Zangemeister (Hrsg.), Paulus Orosius, Historiarum aduersum paganos, libri VII. Corpus Scriptorum Ecclesiasticorum Latinorum 5 (Wien 1882).

Symm. Or.

A. Pabst (Hrsg.), Reden. Orationes. Texte zur Forschung 53 (Darmstadt 1989).

Verwendete Software

Für die Auswertung und Darstellung der dendrochronologischen Daten wurden die Computerprogramme TSAPWin (RINN 2011) und PAST 5 (KNIBBE 2019) verwendet. Besondere statistische Auswertungen und ihre graphische Darstellung wurden mit PAST 3 durchgeführt (HAMMER u. a. 2001).

Danksagung

Th. Frank dankt Dipl. Forstwiss. Mechthild Neyses-Eiden, Leiterin des Dendrochronologischen Forschungslabors am Rheinischen Landesmuseum Trier, für die Bereitstellung der von Ernst Hollstein erhobenen dendrochronologischen Daten zur römischen Rheinbrücke in Köln. Dr. Karl-Uwe Heußner, Deutsches Archäologisches Institut Berlin, Dr. Willy Tegel, Professur für Waldwachstum und Dendroökologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und Dipl. Geogr. Andreas Rzepecki, Dendrochronologisches Forschungslabor am Rheinischen Landesmuseum Trier, für kritische Durchsicht ausgewählter Dendrodaten. Letztgenanntem, Barbara Diethelm M.A., Ulrike Kleinfeller M.A. und Dr. Karl Peter Wendt sei auch für Verbesserungsvorschläge zum Manuskript gedankt.

Dr. Georg Roth, Institut für Prähistorische Archäologie, Freie Universität Berlin, danke ich für seine Beratung bei der Anwendung statistischer Methoden.

N. Hanel spricht folgenden Kollegen seinen Dank für Hinweise und Informationen aus: PD Dr. Alfred Schäfer und Gregor Wagner M.A., beide Römisch-Germanisches Museum der Stadt Köln, sowie Martin Wieland M.A., Universität zu Köln, Archäologisches Institut, Archäologie der Römischen Provinzen (UNESCO-Welterbeantrag Niedergermanischer Limes).

Abbildungsnachweis

Abb. 1 nach BROELMANN 1607, 76AB, fol. 64v–65r.

Abb. 2 nach KRAUS 1925, Taf. 19.

Abb. 3 nach KRAUS 1925, 233 Abb. 1.

Abb. 4 nach KRAUS 1925, 246 Abb. 2.

Abb. 5, 7–9, 11–26, 30–31 Th. Frank, Labor für Dendroarchäologie, Universität zu Köln.

Abb. 6 aus Poster „Römerzeit“ von B. Schmidt, Labor für Dendroarchäologie, Universität zu Köln.

Abb. 10 HOLLSTEIN 1980, 11 Abb. 10.

Abb. 27 FREMERSDORF 1963, Taf. 19.

Abb. 28 Inv. 1910.469 © GDKE/Rheinisches Landesmuseum Trier, Foto: Th. Zühmer.

Abb. 29 Foto: U. Verstegen.

*Dr. Thomas Frank
Labor für Dendroarchäologie
Institut für Ur- und Frühgeschichte
Universität zu Köln
tfrank@uni-koeln.de*

*Dr. Norbert Hanel
Institut für Archäologische Wissenschaften
Ruhr-Universität Bochum
Norbert.Hanel@rub.de*

Anhang

Gruppe / Nr. der Probenkurve (PK)	Anzahl Probenkurven (PK)	Gruppenmittelwertkurven (MWK)	Anzahl Jahrringe MWK	Datierung von	Datierung bis
Alle PK	145	—	—	—	—
davon hoch korreliert	92	—	—	—	—
Gruppe 1	40	0231MWK_GRP01	240	97	336
Gruppe 2	28	0231MWK_GRP02	276	104	379
Gruppe 3	4	0231MWK_GRP03	192	188	379
Gruppe 4	5	0231MWK_GRP04	91	1486	1576
Gruppe 5	4	0231MWK_GRP05	95	1452	1546
Gruppe 6	2	0231MWK_GRP06	102	1694	1795
Gruppe 7	2	0231MWK_GRP07	89	1087	1175
Gruppe 8, davon datiert	7	0231MWK_GRP08	284	95	378
undatiert	6 1				
nicht hoch korreliert	53	—	—	—	—
davon als ungrupp. PK datiert	23	—	—	—	—
840160	—	—	74	-62	11
2020980	—	—	114	-27	86
2021190	—	—	66	264	329
2021070	—	—	56	275	330
2020720	—	—	74	269	342
2020650	—	—	47	298	344
2020690	—	—	74	276	349
2020610	—	—	67	297	363
2020920	—	—	50	601	650
2020590	—	—	75	1012	1086
2021130	—	—	96	1060	1155
2020060	—	—	66	1190	1255
2020020	—	—	65	1194	1258
2020030	—	—	67	1198	1264
2020160	—	—	127	1160	1286
2021092	—	—	92	1413	1504
2021150	—	—	46	1516	1561
2020070	—	—	52	1535	1586
2020410	—	—	78	1517	1594
KOEL007_5	—	—	46	1582	1627
2020990	—	—	66	1748	1813
2020560	—	—	118	1697	1814

Abb. 30 Die mehrstufige Synchronisation der 145 Probenkurven zu hoch korrelierten zeitgleichen Dendro-Gruppen (oberer schattierter Teil) und die nicht gruppierten Probenkurven (unterer Teil). Die schattierten Probenkurven wurden aufgrund ihrer hohen Korrelation zu den Chronologien 3 und 4 in diese integriert, wodurch die Chronologien 5 und 6 entstanden. Vgl. **Abb. 12 u. 13**.

Anhang

Probenart	Endjahr	Probenart	Endjahr
Kernholz	243	Kernholz	306
Kernholz	257	Kernholz	306
Kernholz	259	Kernholz	306
Kernholz	261	Kernholz	307
Kernholz	265	Kernholz	307
Kernholz	278	Kernholz	308
Kernholz	278	Kernholz	310
Kernholz	278	Kernholz	310
Kernholz	278	Kernholz	310
Kernholz	279	Kernholz	312
Kernholz	280	Kernholz	312
Kernholz	281	Kernholz	312
Kernholz	282	Kernholz	312
Kernholz	287	Kernholz	313
Kernholz	287	Kernholz	314
Kernholz	290	Kernholz	314
Kernholz	291	Kernholz	314
Kernholz	292	Kernholz	314
Kernholz	292	Kernholz	317
Kernholz	293	Kernholz	317
Kernholz	293	Kernholz	317
Kernholz	293	Kernholz	318
Kernholz	295	Kernholz	318
Kernholz	296	Kernholz	320
Kernholz	297	Kernholz	322
Kernholz	297	Kernholz	330
Kernholz	298	Kernholz	341
Kernholz	299	Kernholz	342
Kernholz	300	Kernholz	344
Kernholz	301	Kernholz	345
Kernholz	301	Kernholz	346
Kernholz	303	Kernholz	349
Kernholz	304	Kernholz	349
Kernholz	304	Kernholz	367
Kernholz	304	Kernholz	367
Kernholz	304	Kernholz	378
Kernholz	304	Kernholz	379
Kernholz	305	Kernholz	379

Abb. 31 Die Endjahre der 76 römerzeitlichen Probenkurven ohne Splintholzerhaltung. Vgl. **Abb. 22**.