

Intentionale Verwendung von Eichen-Krummholz in Glockenstühlen des 15. und 16. Jahrhunderts am Beispiel von Beobachtungen in Thüringen

Iris Engelmann

Wir kennen unterschiedliche Gründe für die Verwendung von Krummhölzern: So wurden diese wegen ihrer Form beim Bau von Schiffen, aber auch in Cruck-Dachwerken eingesetzt. Im Fachwerkbau kamen sie sogar gezielt als Zierde an Schauffassaden zum Einsatz. Die Verwendung von Krummhölzern in Glockenstühlen lässt jedoch noch einen anderen – bisher unbeachteten – Grund vermuten: Krummwüchsige Eichen wurden im Mittelalter vornehmlich für die lastableitenden Streben im Glockenstuhl eingesetzt. Könnte es daher sein, dass die Schwingungskräfte aus dem Geläut durch die Krümmlinge „abgefedert“ werden sollten und somit spezifische, statisch-konstruktive Materialeigenschaften die Verwendung begründen?

We know of different reasons for the historical use of bent wood. Due to its special shape it was used for constructions like ships and cruck-roofs. It was also used as decoration in the fronts of timber-frame houses. Yet another – so far unnoticed – specific reason can be assumed for the use of bent wood in bell-frames: in the Middle Ages, warped oak was used in them for load transferring struts mainly. Therefore the question is whether forces from the oscillation of the bells were to be absorbed by the construction itself, and thus whether the use of warped wood was justified by static-constructive considerations due to its specific material properties.

1. Einleitung

Krummholz ist heute in der industriellen Holzwirtschaft unerwünscht und wird schon im Wald aussortiert. Seine Eigenschaften sind schwer vorauszusehen – es gilt daher als unberechenbar, als Fehlbildung, als Ausschuss. Natürliche Krümmungen sind nur in sehr eingeschränktem Maße zugelassen; werden bestimmte Grenzwerte laut DIN überschritten, gilt das Holz als minderwertig.

Lohmann/Blosen ⁴2010, S. 728f., Eintrag „Krummschaftigkeit“:

Krümmung, nach DIN EN 844-8 (1997) Abweichung der Längsachse des Rundholzes von der Geraden, Gegensatz: Geradschäftig. Für Einschnitt und Verarbeitung in den meisten Fällen je nach Ausmaß der Krummschaftigkeit ein mehr oder weniger schwerer Fehler. Bewertung nach DIN EN 1310 (1997): a) einfache Krümmung, b) Mehrfache Krümmung.

Lohmann/Blosen ⁴2010, S. 981, Eintrag zu „Reaktionsholz“:

Wertminderung: Zug- und Druckholz gehören zu den Gütekriterien für die Rohholzsortierung. Sie sind bei Güteklasse A (Handelsklassen für Rohholz) ausgeschlossen. Bei Güteklasse B darf Reaktionsholz nicht mehr als ein Drittel des Durchmessers umfassen. In der DIN 4074-1 (2002) ist Reaktionsholz nur begrenzt zugelassen.

Während der Analyse historischer Holzglockenstühle in Thüringen¹ fiel die Verwendung von Krummhölzern insbesondere für Streben auf. Es stellt sich die Frage, ob krummes Holz in die Konstruktionen einbezogen wurde, weil geradwüchsiges nicht zur Verfügung stand oder ob gezielt statische, beispielsweise federnde, Eigenschaften ausgenutzt werden sollten. Sprachen also wirtschaftliche Gründe für den Einsatz von Krummhölzern oder gar die statisch-konstruktiven Materialeigenschaften der Krümmlinge selbst?

2. Zur Verwendung von Krummholz

Aus dem historischen Holzbau ist uns Krummholz zunächst im Fachwerkbau als konstruktiv aussteifendes Bauteil, aber auch als gezielt gestaltendes Fassadenelement bekannt.² (Abb. 1)



Abb. 1

Gezielt gestalterische Verwendung von Krümmlingen. „Einfachster Bau, aber gehoben durch die Verwendung bizarr gewachsener Hölzer als Streben.“ Rabertshausen bei Nidda. Rathaus, aus: Walbe 1942, Tafel 76, oben.



Abb. 2

Verwendung eines Krümmlings im Fachwerk als Schwellholz in Ermangelung geradwüchsiger Eichenhölzer. Die Länge der aufstehenden Ständer musste aufwändig angepasst werden. Treffurt 2013. Foto: Iris Engelmann.

Wie auch geradwüchsige Hölzer wurden Krümmlinge ebenso als Wand-, Kopf- oder Fußstreben verwendet.³ Bei Schauffassaden achtete man auf ein symmetrisches Erscheinungsbild – entweder durch den Einbau ähnlich gekrümmter Hölzer oder durch das mittige Auftrennen der Krümmlinge. Im Unterschied dazu – und hier nicht weiter thematisiert – wurden auch gerade Hölzer bogenförmig zugerichtet. Dies war insbesondere zur Gestaltung von Brüstungsbändern oder komplett gestalteter Fassaden nötig, weil somit eine Vielzahl an exakt gleichförmigen Bögen hergestellt werden konnte. Die Verwendung der erwähnten Krümmlinge als Fassadenelement kann hier vorrangig mit einem gezielt gestalterischen Anspruch begründet werden. Vielleicht

¹ Engelmann 2015. 130 thüringische Glockenstühle wurden vor Ort untersucht, weitere 150 in die Betrachtung einbezogen. Die im Folgenden erwähnten Erkenntnisse beziehen sich auf diese Arbeit.

² Walbe 1942, S. 47, 67, Tafel 26f., Tafel 76: „Für die Streben am vorderen Hausteile die kräftigsten und krümmsten Hölzer verwandt.“

³ Zur differenzierten Terminologie der Begriffe Strebe, Band und Blattstrebe vgl. Eißing u.a. 2012, S. 85.

war sie aber auch eine Folge der mangelnden Verfügbarkeit an geradwüchsigem Holz, so dass aus der Not eine Tugend gemacht wurde, wie es bereits Manfred Gerner vermutete.⁴ (Abb. 2)

Im Dachwerk finden sich Krummhölzer beispielsweise beim Bau von Holzgewölben.⁵ Dabei nutzte man – wie bei den Glockenstühlen – die vorrangig krummwüchsigen Äste der Eiche. Die Krümmung des Holzes konnte für das Tonnengebäude genutzt werden, ohne dass geradwüchsige Bäume passend für die Rundung arbeitsaufwändig abgearbeitet werden mussten. Wie im Fachwerk wurde auch hier die Form – die Krümmung – des Holzes ausgenutzt, nicht aber die besondere statische Materialeigenschaft des Krümmelings.

Anders verhält es sich in Krummholz- oder Cruckbinderdächern, bei denen tatsächlich die Materialeigenschaft des krumm gewachsenen Holzes zum Vorteil gegenüber einfachen Sparrendächern genutzt wurde, denn im Vergleich zu diesen konnten größere Spannweiten überbrückt werden.⁶ Die abzuleitenden Horizontalkräfte wurden im Krümmelng selbst bereits in Vertikallasten umgelenkt und mussten somit nicht ausschließlich über einen Zugbalken aufgenommen werden. Auf die makroskopischen Eigenschaften dieses Gelenks bzw. des Knicks wird im Folgenden noch einzugehen sein.

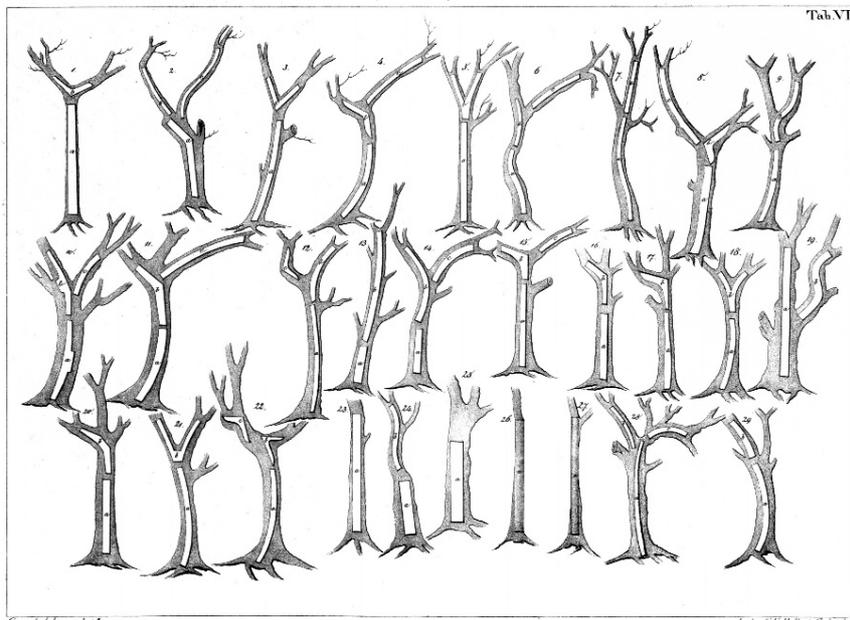


Abb. 3

Markierung bestimmter Baumteile für Konstruktionshölzer.

Aus: Jägerschmid 1828, Bd. 3 Abbildungen, Tafel VI.

Bekannt ist zudem die Verwendung von krummen kräftigen Eichenhölzern in Schiffsrümpfen.⁷ Die an den Kiel des Schiffes angepasste Form war besonders rar und deshalb teuer. (Abb. 3 und 4) Hier bestimmte wiederum die spezielle Form des Objektes den Radius des gesuchten Krummholzes, weniger wurde die statisch-konstruktive Materialeigenschaft ausgenutzt.

Da krummwüchsige Eichenstämme in natürlicher Form nur an Hängen, als Windflüchter oder nach Naturereignissen wie Blitzeinschlägen begrenzt zur Verfügung standen, wurden Eichen insbesondere in Nordwesteuropa, dort wo Krümmelinge vor allem für Cruckbinder und den Schiffsbau benötigt wurden, künstlich in die gewünschte Krümmung gezwungen. Vorrichtungen, die während der Wachstumsphase die Stämme drücken, ziehen oder schienen werden beispielsweise in dänischen und französischen Traktaten zu

⁴ Gerner⁷1994, S. 58f.

⁵ Atzbach 2007, S. 120.

⁶ Sparrendächer mit Zugbalken ohne Stoß können maximal 12 Meter überspannen, während Cruckbinderdächer bis zu 18 Meter überspannen können. Atzbach 2007, S. 104. Zu Krummholz bzw. Cruckdachwerken u.a. Saeftel 1970.

⁷ Jägerschmid 1827.

Beginn des 19. Jahrhunderts publiziert.⁸ (Abb. 5) Im Unterschied dazu und hier nicht weiter zu behandeln steht Krummholz, das erst nach dem Fällen – beispielsweise mit Hilfe von Wasserdampf – gebogen wurde, unter anderem zur Errichtung von Bogensprengwerken.⁹ Da dieses Holz höhere Spannungen im Faserverlauf aufweist als krumm gewachsenes, ist letzteres sowohl im Dachwerk als auch im Schiffsbau vorzuziehen.¹⁰

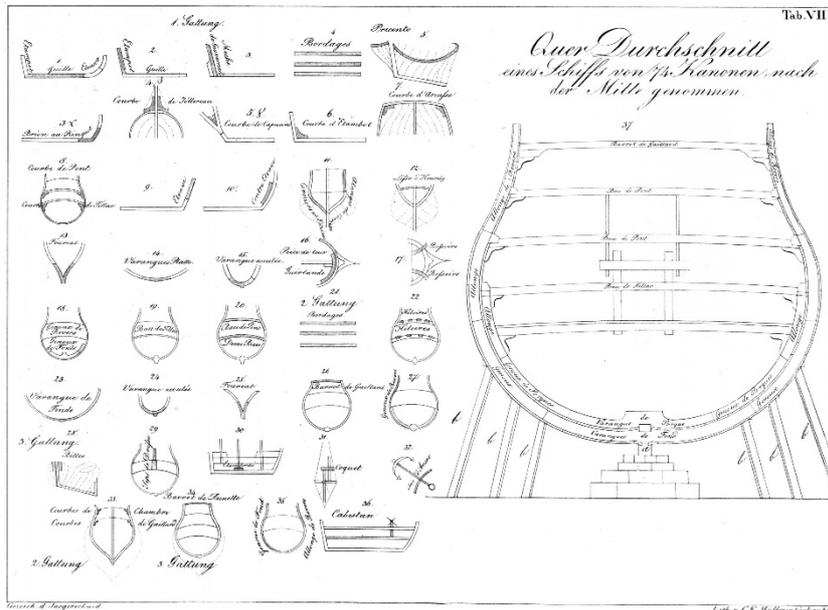


Abb. 4
Zuordnung der Hölzer aus Abbildung 3 für den Schiffsbau, aus: Jägerschmid 1828, Bd. 3 Abbildungen, Tafel VII.

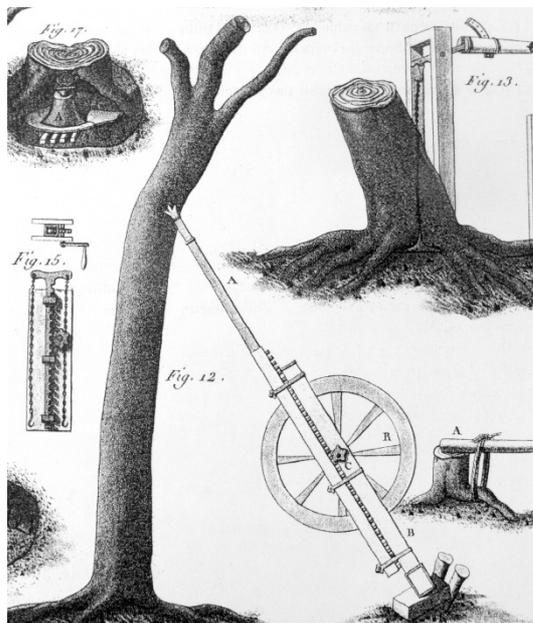


Abb. 5
Vorrichtung zum Biegen von Stämmen, aus: Hassenfratz 1804, Plan 8; abgedruckt in Hoffsummer 2002, fig. 12.

⁸ Hassenfratz 1804, Plan 8, abgedruckt in Hoffsummer 2002, Fig. 12; sowie Becker 1804 abgedruckt in Saefel 1970, S. 114, Abb. 63; Atzbach 2007, Abb. 223, S. 121.

⁹ Frauenholz 1876, S. 61.

¹⁰ Atzbach 2007, S. 121.

3. Zur Verwendung von Krummholz im Glockenstuhl

Während für die Ständer, aber auch für die Schwellen innerhalb einer Glockenstuhlwand geradwüchsiges Holz benötigt wurde, fiel hingegen für die Streben bei einem Viertel der untersuchten thüringischen Glockenstühle aus dem 15. und 16. Jahrhundert die Verwendung von krummwüchsigem Holz auf.¹¹ (Abb. 6 und 7) In neuzeitlichen Glockenstühlen aus dem 17. bis 19. Jahrhundert konnten hingegen in nur knapp 10% der untersuchten thüringischen Beispiele Krummhölzer festgestellt werden.



Abb. 6

Glockenstuhl in St. Peter und Paul zu Kerspleben, um 1500.
Foto: Iris Engelmann.



Abb. 7

Glockenstuhl in St. Bartholomäus zu Ebeleben, 1523 (d).
Foto: Iris Engelmann.

Die Hölzer sind mit der gekrümmten Wuchsrichtung gebeilt, so dass die Fasern dadurch nicht geschnitten wurden. Die Beobachtung der Verläufe von Trocknungsrissen unterstützt die Vermutung, dass hier krumm gewachsene Äste gezielt ausgewählt und verwendet wurden. Die bereits im Fachwerkbau erwähnten bogenförmig ausgearbeiteten Hölzer waren in Glockenstühlen bisher nicht zu finden, da bei Belastung durch die Glockenschwingung Scherkräfte auf Grund der unterbrochenen kraftleitenden Fasern entstehen würden.

Es handelt sich bei den verwendeten Krümmlingen um einschnürig¹² krummes Eichenholz. In Thüringen finden sich hauptsächlich konvex gekrümmte Streben, einzig im 1462 errichteten Glockenstuhl im Nordturm von *Divi*

¹¹ 11 von 45 Glockenstühlen aus dem 15. und 16. Jahrhundert weisen Krümmlinge auf. Insgesamt wurde in 19 von 127 untersuchten Glockentragwerken aus dem 14. bis 19. Jahrhundert krummwüchsiges Holz verzimmert. D. h. der Anteil der Krümmlinge im Mittelalter war mit 25 % fast doppelt so hoch wie auf die gesamte Untersuchungszeit bezogen.

¹² Einschnürig ist ein in einer Ebene gekrümmtes Holz. Eine Markierung mit der Schlagschnur kann nur in einer Ebene erfolgen. Der Stamm wird nur in einer Ebene durchgängig gesägt. Zweischnürigkeit bedeutet, der Baum ist geradewüchsig – zwei Ebenen eignen sich zum Anreißen und Teilen. Lohmann/Blosen (Hg.)⁴2010, Eintrag zu „einschnürig, zweischnürig, nicht schnürig“.

*Blasii zu Mühlhausen*¹³ kommen konkav gekrümmte Streben vor. Diese nach innen gebogenen oder s-förmigen Streben finden sich jedoch vermehrt im süddeutschen Raum, wie es auch Heinrich Biebel für das Bodenseegebiet aufzeigte.¹⁴ (Abb. 8) In diesem Gebiet finden sich zudem häufig Krümmlinge als Riegel für das Glockenaufleger in Kastenkonstruktionen. Diese wirken wie vorgespannte Balken, so dass beim Durchschwingen der Glocke ein Durchbiegen des Balkens, auf dem das Glockenlager ruht, verhindert wird. (Abb. 9)



Abb. 8

S-förmige Streben im Glockenstuhl des Münsters zu Konstanz, Nordturm.
Foto: Iris Engelmann.

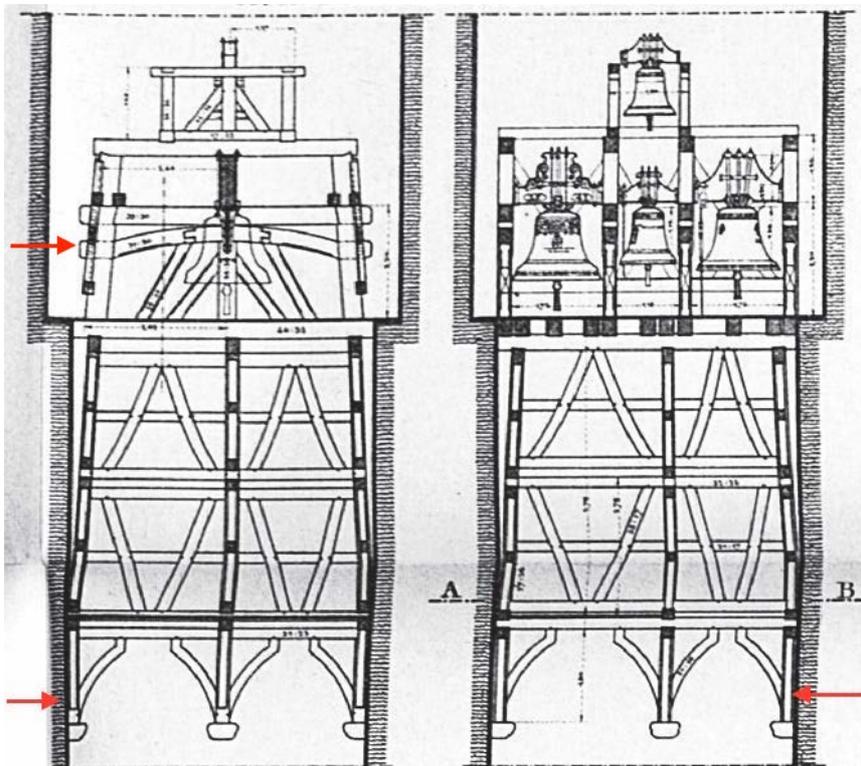


Abb. 9

Kastenkonstruktion mit gekrümmtem Riegel als Glockenaufleger und Untergerüst über gekrümmten Streben auf Konsolsteinen lagernd. Münster St. Nikolaus in Überlingen am See, Nordturm, 1585, Biebel 1921, Tafel V, Abb. 6.

¹³ Schulze 1998.

¹⁴ Biebel 1921, S. 105. Die Publikation stellte bis 2015 die einzige grundlegende Forschungsarbeit zum Thema der Holzglockenstühle dar. Biebel betrachtete Konstruktionen in den Grenzen des ehem. Deutschen Reiches mit einem Schwerpunkt auf dem Ostseeraum und dem Gebiet um den Bodensee.

Während die Streben oder auch die soeben beschriebenen Riegel fast immer aus zwei annähernd gleichartig gekrümmten Vollhölzern bestehen, zeigt die unsymmetrische Lösung im thüringischen Waltersleben eine Ausnahme. Hier ist eine der gebogenen Streben über beide Ständer der Stuhlwand geblattet und steift somit die Konstruktion zusätzlich aus. (Abb. 10)



Abb. 10

Waltersleben, Glockenstuhl von um 1500 (d) mit ungewöhnlicher Strebe als Krummholz, die beide Ständer überblattet.

Foto: Iris Engelmann.

Grundsätzlich gibt es zwei Konstruktionsformen der Glockenstühle: Bockstreben- und Kastenkonstruktionen. (Abb. 11) Die Streben dienen jeweils zur wesentlichen Lastabtragung aus der schwingenden Glocke. Die einfache Bockstrebenkonstruktion besteht aus einem Ständer, der durch zwei Streben gehalten wird und der die Achszapfen des Glockenjochs aufnimmt. Die Streben zapfen meist über einem Stirnversatz in die Enden einer Schwelle ein und sprengen so die Lasten aus der Glocke und deren Schwingungen ab. Die Streben sind demnach wichtiger Bestandteil des Sprengwerks. Bei der Kastenkonstruktion steht der Bock in einem Rahmen, und mehrere Stuhlwände sind wiederum über Rähme und Schwellen verbunden, so dass ein Kasten ausgebildet wird. Diese Grundtypen variieren durch regionale Besonderheiten und die Gegebenheiten in den Türmen; dies soll jedoch an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden.

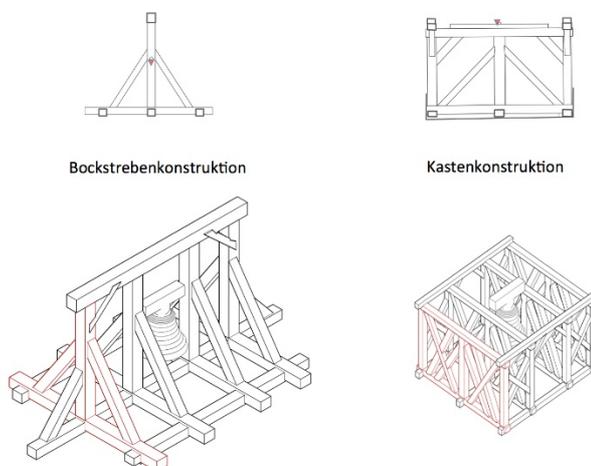


Abb. 11

Bockstreben- und Kastenkonstruktion. Rot markiert ist jeweils eine Stuhlwand mit Schwelle, Ständer(n) und Streben, in der Kastenkonstruktion zusätzlich mit Rähm. Grafik: Iris Engelmann.

Glockenstühle sind Teil eines Instrumentes – des Geläuts. Sie tragen die Glocken und nehmen die Lasten aus den Schwingungen auf. Das besondere eines Glockenstuhls ist, dass er separat im Turm als Einbau – quasi als Möbel – errichtet wird, um somit die statischen und dynamischen Einwirkungen der Glocken aufzunehmen, sie aber erst über eine Auflagerkonstruktion an das Turmmauerwerk weiterzuleiten. Diese Auflager können Balkenlagen oder aber Unterkonstruktionen sein. Je mehr Kräfte in einem Glockenstuhl oder in dessen Unterkonstruktion aufgenommen werden können, desto weniger dynamische Lasten werden in die Turmkonstruktion übertragen. Würden also die Krummhölzer im Glockenstuhl oder dessen Unterkonstruktion eine leicht federnde Wirkung haben und somit die abzuleitenden Kräfte minimiert werden, würde sich das nur positiv auf die Lastabtragung auswirken. Die beschriebenen krummwüchsigen Streben und Riegel wurden demnach weder als Zierelemente¹⁵ eingesetzt, noch nahmen sie auf eine speziell gewünschte Form des Glockenstuhls Bezug.

4. Eigenschaften der Eiche

Bis zum 18. Jahrhundert wurden abgesehen von wenigen Ausnahmen¹⁶ Glockenstühle ausschließlich in Eiche¹⁷ abgebunden, hingegen verwendete man im Fach- und Dachwerk bereits seit dem 13. Jahrhundert neben der Eiche Nadelhölzer.¹⁸ Die bevorzugte Verwendung des Laubholzes gegenüber Nadelhölzern lässt sich mit dessen Eigenschaften begründen. Eiche hat im Vergleich zu anderen einheimischen Laub- und Nadelhölzern eine hohe Rohdichte und ist daher besonders schwer, wodurch die Standfestigkeit des Glockenstuhls begünstigt wird.¹⁹ Mit der Rohdichte des Holzes nehmen die elastischen Eigenschaften, die Festigkeit, die Härte und der Abriebwiderstand zu,²⁰ gleichzeitig wächst allerdings die Schwierigkeit der Bearbeitung und Trocknung des Holzes. Die Festigkeit, die sich durch den Elastizitätsmodul (kurz: E-Modul) darstellen lässt, ist proportional zur Rohdichte, d. h. je höher die Rohdichte desto größer der Elastizitätsmodul, desto steifer das Holz. Durch einen vergleichsweise hohen E-Modul und die daraus folgende hohe Festigkeit, insbesondere in Faserrichtung, ist Eichenholz für die enorme Belastung im Glockenstuhl besonders geeignet. Auf die Holzeigenschaften haben im Wesentlichen die Jahrringbreiten, sowie die Anteile von Früh- und Spätholz innerhalb des Jahrrings Einfluss.

5. Eigenschaften des Reaktionsholzes

Im Gegensatz zu den krummen kräftigen Hölzern der Cruckbinderdächer und den Kielhölzern im Schiffsbau, wurden für die Glockenstuhlstreben im Vergleich schlankere Asthölzer verwendet. Dies ist unter anderem daran zu erkennen, dass typischerweise die Krümmung der Streben außermittig liegt, und zwar in der Nähe des Ständers. Die Hölzer sind demnach über verschiedene Radien gekrümmt, wobei das obere Strebenende stärker gekrümmt ist und sich der Radius vom Mittelteil bis zum Strebenfußpunkt vergrößert. Es lässt sich leicht vorstellen, dass ein Ast zunächst eher horizontal aus einem Stamm herauswächst und nach kurzer Astlänge sich eher vertikal nach oben zum Licht hin orientiert. So entsteht ein Knick nahe am Baumstamm. Zudem sind die Querschnitte einiger krummer Streben insbesondere am Strebenkopf hochrechteckig oder quadratisch, dagegen an den Strebenfußpunkten eher querrrechteckig.²¹ Dies lässt sich mit der Bildung von Reaktionsholz im

¹⁵ Zierelemente finden sich im Glockenstuhl vorrangig an den Ständern, vgl. Engelmann 2015, Kapitel 3.4.7 „Abbund - Zierformen im 14. bis 19. Jahrhundert“.

¹⁶ Nur 15% der im Rahmen der Dissertation (Engelmann 2015) untersuchten Holzglockenstühle sind reine Nadelholzkonstruktionen. Kleinmölsen 1501 (Tanne) stellt einzig eine ältere Ausnahme vor dem 18. Jahrhundert dar.

¹⁷ Es sind zwei einheimische botanische Arten der Eiche zu unterscheiden: Stiel- und Traubeneiche, die weitgehend gleiche Eigenschaften haben, so dass allgemein von Eichen und Eichenholz gesprochen wird. Grosser/Teetz 1998, S. 1.

¹⁸ Eißing 2009, S. 35 - 37: Im Einzugsgebiet der Saale nimmt im Dachwerksbau ab Mitte des 13. Jh. der Nadelholzanteil sprunghaft zu, davor ist nur Eichenholzverwendung nachzuweisen. Im Einzugsgebiet der Gera/Apfelstädt ist Tannenverwendung bereits ab dem 12. Jh. belegt, bspw. in Erfurt, vgl. Großmann 1998, S. 16f.

¹⁹ Vgl. u.a. bereits Böhm 1911, S. 616.

²⁰ Lohmann/Blosen (Hg.) ⁴2010, S. 1006, Eintrag zu „Rohdichte“.

²¹ Bspw. in Waltersleben: Querschnitt Strebenkopf: Höhe / Breite = 15/15 cm ... 17/14cm (hochrechteckig), Querschnitt Strebenfußpunkt: 14/18 cm (querrrechteckig).

Ast erläutern, das sich im Zusammenhang mit der mechanischen Einwirkung in Stammnähe bildet.²² Dieses Reaktionsholz zeichnet sich durch Zellwandverdickungen und daraus resultierenden exzentrischen Zuwachs aus. Während bei Nadelhölzern und bei einigen Tracheiden aufweisenden Laubbölzern kompaktes Druckholz an der Unterseite der Äste entsteht, bilden Laubbäume Zugholzzonen verteilt auf den Astquerschnitt bzw. an der Astoberseite.²³ (Abb. 12) Diese exzentrische Gefäßveränderung des sonst kreisrunden Querschnitts bedingt die Verlagerung der Markröhre aus ihrer zentralen Lage – im Nadelholz gewöhnlich nach oben, da das Druckholz an der Unterseite der Äste gebildet wird, bei Laubbölzern verschiebt sich die Markröhre nach unten, da das Zugholz tendenziell an der Astoberseite gebildet wird. Somit wird der kreisrunde Querschnitt durch eine elliptische Form ersetzt,²⁴ die sich im Anschluss der Strebe an den Ständer als hochrechteckig bebeilter Querschnitt abzeichnet.

Die Fasern des Zugholzes sind dickwandig und gegen das Zelllumen hin unregelmäßig geformt, da die normalen Zellwände durch eine sogenannte gelatinöse Schicht ergänzt werden, die i.d.R. reine Cellulose enthält.²⁵ In Folge dessen weist das Zugholz eine höhere Rohdichte auf: So ist die Rohdichte in Ästen von Laubbölzern im Vergleich zu dem sie umgebenden Holz fünf bis sechs Prozent höher.²⁶ Die erhöhte Rohdichte bedingt hier wiederum eine erhöhte Festigkeit durch einen höheren E-Modul und somit eine höhere Steifigkeit des Holzes – ausgebildet, um den durch sein Eigengewicht nach unten ziehenden Ast aufzurichten bzw. zu halten.²⁷ Zudem ist festzustellen, dass je größer der Astdurchmesser ist, desto größer auch die Biegefestigkeit des Astes gegenüber seinem Eigengewicht ist.²⁸ Das wiederum kommt den auf Druck belasteten Streben insbesondere zugute, da das Ausknicken somit verhindert wird.

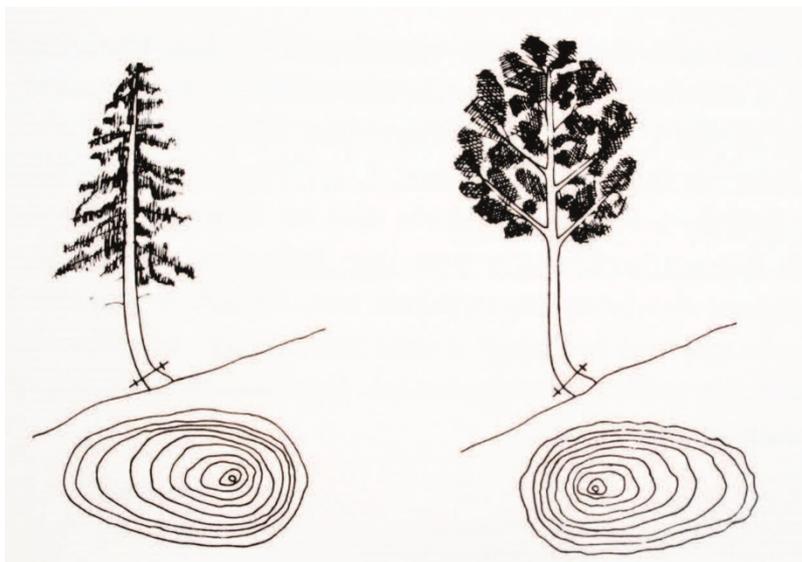


Abb. 12

Exzentrischer Wuchs und Reaktionsholzbildung. Das Druckholz der Nadelhölzer wird auf der Unterseite von hängenden Stämmen oder Ästen gebildet, das Zugholz der Laubbäume auf der Oberseite, Bosshard 1984, S. 122, Abb. 67.

Abgesehen davon, dass sich Reaktionsholz schwerer bearbeiten lässt,²⁹ ist der Anschluss der gekrümmten Strebe an den Ständer vom Zimmermann auf Grund des flacheren Winkels leichter zu bewerkstelligen. Zugholz

²² DIN EN 844-7 (1997): Reaktionsholz: Holz mit abweichendem anatomischem Charakter, das besonders in Teilen von schiefstehenden Stämmen und gebogenen Ästen gebildet wird, wobei es versucht, den in gestörter Lage befindlichen Baumteil möglichst wieder in seine Normallage zurückzusetzen. Lohmann/Blosen (Hg.)⁴2010, S. 980, Eintrag zu „Reaktionsholz“.

²³ Bosshard 1984, S. 98.

²⁴ Ebda.

²⁵ Bosshard 1982, S. 38; Lohmann/Blosen (Hg.)⁴2010, S. 980.

²⁶ Bosshard 1984, S. 203; Niemz 1993, S. 141.

²⁷ Zu Wuchsrichtung von Ästen und unterschiedlichen Astansatzwinkeln junger und alter Bäume vgl. Jankiewicz/Stecki 1976, S. 166.

²⁸ Storch 2011, S. 201.

²⁹ Lohmann/Blosen (Hg.)⁴2010, S. 980, Eintrag zu „Reaktionsholz“.

hat zudem die Eigenschaft, sehr stark in Längsrichtung zu schwinden.³⁰ Dies wirkt sich nun wiederum in der Verwendung als Bockstrebe im Glockenstuhl positiv aus, denn hier wird die Strebe durch die Verkürzung der Strebeninnenseite entgegen der abzuleitenden Kräfte gehalten. Astholz scheint auf Grund seiner Eigenschaften prädestiniert für den Einsatz als Strebe oder Bockstrebe zu sein.

6. Vorkommen von Eichen-Krummhölzern

Freistehende raschwüchsige Eichen, auch Wieseneichen genannt, bilden meist nur einen kurzen Stamm aus, der sich zeitig verzweigt und besonders astig wächst.³¹ Dieser Freistand ergab sich aus der anthropogenen Waldnutzung: Die Buchen-Eichen-Mischwälder wurden als Viehweide, Blätter und Äste als Einstreu genutzt. So entstanden typisch lichte Hutewälder, in denen zunehmend Eichen dominieren. Nahe den Siedlungen nutzte man den Wald zur Brennholzgewinnung in Niederwaldwirtschaft. Dabei wurden wiederum auch Eichen bevorzugt, die reichlich Stockausschläge bilden. Diese intensive Waldbewirtschaftung ist insbesondere im 14. bis 16. Jahrhundert mit der Siedlungstätigkeit des Menschen, der Gründung von Salz-, Hütten-, Hammer- und Glaswerken zu beobachten, was sich mit dem Zeitraum der höchsten Befunddichte von Krummhölzern in thüringischen Glockenstühlen deckt. Das krumme Astholz war demnach leichter erhältlich als das rare geradwüchsige Stammholz der Eiche, welches nur im dichten Stand des Hochwaldes wuchs. Neben den statischen Vorteilen von Krummholz sprechen somit freilich auch Aspekte der Verfügbarkeit und der Wirtschaftlichkeit für deren Verwendung.

7. Nadelholz statt krummer Eichen?

Statt krummer Streben aus Eiche sind seit dem 18. Jahrhundert geradwüchsige Nadelholzstreben in Glockenstühlen zu beobachten. Die restlichen Konstruktionsteile wurden hingegen weiterhin in Eiche gezimmert. Der Einsatz von Nadelholz ist zum einen auf den allgemeinen Holzangel zurückzuführen, dem durch das Aufstocken mit schnellwüchsigem Nadelholz begegnet wurde. So wurden seit dem 17. Jahrhundert an Glockenstühlen zunächst Reparaturen in Nadelholz ausgeführt und später – seit dem 18. Jahrhundert – gezielt Nadelhölzer für bestimmte Konstruktionsteile eingesetzt. Dies betrifft wiederum insbesondere die Streben einer Stuhlwand. Da die Streben – wie bereits erwähnt – wesentlich zur Lastabtragung der schwingenden Glocke beitragen, ist zu vermuten, dass man bewusst auf die Eigenschaften des weicheren Nadelholzes abzielte bzw. diese in Kauf nehmen konnte.

Ein ähnlich differenzierter Einsatz der Holzarten ist in Dach- und Fachwerken nachweisbar.³² Hier wurden Fichtenhölzer für auf Biegung beanspruchte Hölzer eingesetzt, hingegen Eichenholz nur dort, wo besonders Druck- oder Zugkräfte zu erwarten waren.³³ Die von David Gilly beschriebene federnde Eigenschaft der Nadelhölzer könnte den Einsatz dieser für die Streben der Glockenstühle erklären,³⁴ ggf. als neuzeitlicher Ersatz gekrümmter Eichenhölzer.

8. Krummholz in schriftlichen Quellen

Seit der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts wurden Glockenstühle in Konstruktionsbüchern für den Holzbau abgebildet – allesamt mit geradwüchsigem Holz.³⁵ Das damals wie heute nicht zu berechnende Krummholz,

³⁰ Ebda. und Kühnen/Wagenführ 2002, S. 41; Bosshard 1984, S. 203.

³¹ Lohmann/Blosen (Hg.) ⁴2010, S. 285, Eintrag zu „Eichen“; Gerner 1994, S. 61.

³² Eißing u. a. 2012, S. 17, insbesondere Abb. 4: Differenzierte Holzartenverwendung in einem Dachwerk. Tübingen, Kronenstraße 7, 1479/80 (d), ebda. S. 17f.

³³ Großmann 1998, S. 17.

³⁴ Gilly 1831, S. 169-174; vgl. Großmann 1998, S. 17.

³⁵ Glockenstühle wurden seit Aufkommen der Vorlagenbücher für Zimmermannskunst im Jahre 1668 durch Johann Wilhelm dargestellt, Wilhelm 1668.

dessen Einsatz vermutlich nur aus Erfahrungswerten begründet war, fand vermutlich deshalb keinen Eingang in diese Publikationen mit Lehrbuchcharakter.

Der Architekt und Regierungsbaumeister Heinrich Biebel beschrieb hingegen 1921 die statische Wirkung krummwüchsiger Hölzer für Glockenstühle: Er betonte wiederholt die federnde Wirkung „gebogener“ Hölzer und war der Meinung, dass diese „(...) zur Milderung der auf das Mauerwerk ausgeübten Erschütterungen beitragen (...)“.³⁶ Als vorbildhaft erläuterte er den Glockenstuhl der Kathedrale von Chartres:³⁷ Die hohe Konstruktion war als mehrgeschoßiger dreijochiger Ständerkasten auf einem Schwellenkranz aufstehend ausgeführt. Die Lasten der mittleren frei endenden Ständer wurden von krummen, laut Biebel „gebogenen“, Kragstreben auf die außenliegenden Ständer abgeleitet. (Abb. 13)

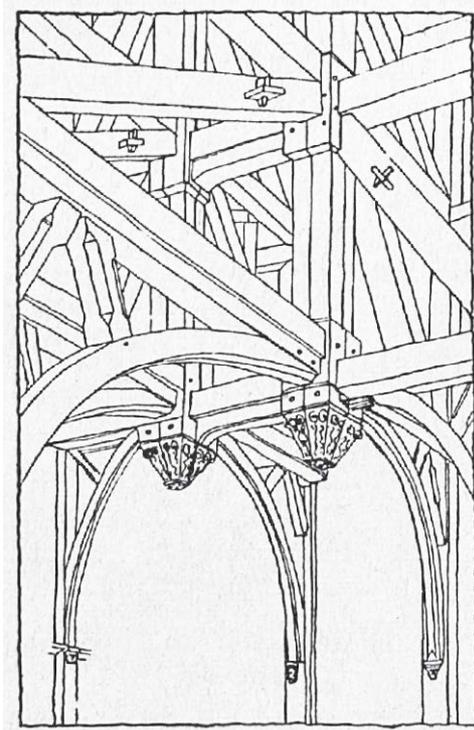


Abb. 13

Kathedrale von Chartres, Hochständerkasten des 14. Jh. mit bogenförmigen Streben, 1856 durch Brand zerstört, aus: Biebel 1921, S. 96, Abb. 8.

Biebels Begeisterung äußerte sich in seiner Beschreibung: „Man durchdenke einmal angesichts der Abbildungen die leicht federnde Bewegung des Ganzen während der Glockenschwingung!“³⁸ Diese positiven Eigenschaften des krummwüchsigen Astholzes mit einer „leicht federnden Bewegung“ wie sie Biebel darstellte, wurden bisher nicht näher untersucht. Das Wissen dazu ging vielleicht schon im 17. Jahrhundert verloren, als man bevorzugt berechenbar-geradwüchsiges Holz verbaute. Es wäre interessant, diese vermuteten Eigenschaften tatsächlich rechnerisch und statisch durch weitere Forschungen nachzuweisen.³⁹

9. Fazit

Krummholz wurde auf Grund seiner Form zu dekorativen wie auch konstruktiven Zwecken in diversen Holzwerken verbaut. Neu ist die Beobachtung, dass Krümmlinge wohl auch auf Grund spezieller Materialeigenschaften besser für bestimmte Verwendungszwecke geeignet waren als geradwüchsiges Holz. Das an der Krümmung ausgebildete Reaktionsholz besitzt ein derart hohes E-Modul, dass es vermutlich große

³⁶ Biebel 1921, S. 96.

³⁷ Biebel ordnet den Glockenstuhl in das 14. Jahrhundert ein, 1856 ist dieser durch Brand zerstört worden. Biebel 1921, S. 96. Desweiteren: St. Marien zu Danzig, St. Marien zu Erfurt, Nordturm des Münsters St. Nikolaus zu Überlingen am See.

³⁸ Ebda.

³⁹ Bosshard 1984, S. 203 weist auf das wenig erforschte Wurzel- sowie Astholz hin.

Lasten „abfedern“ kann. Dies konnte insbesondere im Glockenstuhl zur Aufnahme der dynamischen Lasten ausgenutzt werden. Somit muss auch die These revidiert werden, dass Krummholz ausschließlich auf Grund eines Mangels an geradwüchsigen Stämmen im Glockenstuhl eingesetzt wurde. Vielmehr liegt es nahe, dass krumme Eichenhölzer gezielt auf Grund ihrer federnden Eigenschaften im Glockenstuhl abgezimmert wurden. Mit dem Aufkommen von Konstruktionsbüchern und der Verbreitung von Idealkonstruktionen mit geradewüchsigem Holz wurden seit dem 17. Jahrhundert kaum noch Krümmlinge im Glockenstuhl verwendet. Seit den ersten schriftlichen Überlieferungen werden insbesondere für den Glockenstuhlbau Hölzer bester Qualität gefordert, das heißt: kein Krummholz! Die DIN 4178 empfiehlt heute ebenso ausschließlich Eichenholz höchster Sortierklassen zu verwenden,⁴⁰ obwohl vermutlich der gezielte Einsatz von Krummholz gar statische Vorteile bringen könnte.

10. Bibliografie

Atzbach, Katrin: Gotische Gewölbe aus Holz in Utrecht, Gent und Brugge. Reihe: Kultur- und Lebensformen in Mittelalter und Neuzeit Bd. 3, Schöneiche b. Berlin 2007.

Becker, Hermann Fr.: Om Schibbyggningstommers Kultur, konstige Dannelse og Fældning. Kopenhagen 1804.

Biebel, Heinrich: Gezimmerte Glockenstühle. In: Zeitschrift für Bauwesen 71 (1921), Heft 4–6, S. 93–115, [online](#).

Bosshard, Hans Heinrich: Holzkunde. Basel/Boston/Stuttgart, ²1982, Bd. 1: Mikroskopie und Makroskopie des Holzes.

Bosshard, Hans Heinrich: Holzkunde. Basel/Boston/Stuttgart, ²1984, Bd. 2: Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes.

Böhm, Theodor: Handbuch der Holzkonstruktion des Zimmermanns mit besonderer Berücksichtigung des Hochbaues. Berlin 1911.

Eißing, Thomas: Kirchendächer in Thüringen und dem südlichen Sachsen-Anhalt. Dendrochronologie - Flößerei - Konstruktion. Arbeitsheft des Thüringischen Landesamtes für Denkmalpflege, Neue Folge 32, Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege (Hg.), Erfurt 2009.

Eißing, Thomas u.a.: Vorindustrieller Holzbau in Südwestdeutschland und der deutschsprachigen Schweiz. Terminologie und Systematik. Arbeitskreis für Hausforschung, Regionalgruppe Baden-Württemberg (Hg.), Esslingen 2012.

Engelmann, Iris: Holzglockenstühle in Thüringen. Konstruktionsgeschichte vom Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert. Dissertation 2015, Bauhaus-Universität Weimar (Druck in Vorbereitung.)

Frauenholz, Wilhelm: Bauconstructionslehre für Ingenieure. Zweiter Band: Holzconstructions, München 1876.

Gerner, Manfred: Fachwerk - Entwicklung, Gefüge, Instandsetzung. Stuttgart ⁷1994.

Gilly, David: Handbuch der Landbaukunst vorzüglich in Rücksicht auf die Construction der Wohn- und Wirtschaftsgebäude für angehende Cameral-Baumeister und Oeconomen. Braunschweig ⁵1831, neu bearbeitet von F. Triest, Bd. 1.

⁴⁰ Nach DIN 4178:2005-04, S. 11, 5.1.1.4. „(...) Laubholz [muss] mindestens der Sortierklasse LS 10 bzw. bei maschineller Sortierung der Festigkeitsklasse D 35 nach DIN 4074-5 entsprechen.“ Nach Empfehlungen von Prof. Dr. Kempe, Dresden, sollte nur kernfrei eingeschnittenes, splintfreies Holz verwendet werden, vgl. Kempe 2011, S. 427; Empfehlung laut Thümmel 2011, S. 223: Als Holzqualität für Glockentragwerke - Stühle und Joche - wird vorzugsweise „markröhrenfreies oder ab dem Querschnitt 200 mm Breite (schmale Seite) markröhrengetrenntes und vollständig splintfreies Halbholz der Stiel- oder Traubeneiche eingesetzt“.

Grosser, Dietger/Teetz, Wolfgang: Eiche, Einheimische Nutzhölzer Nr. 8. Informationsdienst Holz (Lose Blattsammlung), Holzabsatzfonds - Absatzförderungsfonds der deutschen Forstwirtschaft (Hg.), Bonn 1998.

Großmann, Georg Ulrich: Der Fachwerkbau in Deutschland. Köln 1998.

Hassenfratz, Jean-Henri: Le Traité de l'art du charpentier. Paris 1804.

Hoffsummer, Patrick u.a.: Les charpentes du XIe au XIXe siècle, Typologie et évolution en France du Nord et en Belgique. Paris 2002.

Jägerschmid, Carl Friedrich Victor: Handbuch für Holztransport- und Floßwesen, Bd. 1: Enthaltend die Fällung, Zurichtung und den Transport des Holzes zu Land. Karlsruhe 1827.

Jankiewicz, Leszek S./Stecki, Zbigniew J.: Some Mechanisms Responsible for Differences in Tree Form. In: Tree physiology and yield improvement. London 1976, S. 157-172.

Kempe, Olaf: Sortierkriterien für Konstruktionsholz aus Eiche für Glockentragwerke. Stand 31.03.2006. In: Thümmel, Rainer: Glocken in Sachsen. Klang zwischen Himmel und Erde. Leipzig 2011.

Kühnen, Renate/Wagenführ, Rudi: Werkstoffkunde Holz für Restauratoren. Leipzig 2002.

Lohmann, Ulf/Blosen, Michael (Hg.): Holzlexikon. Hamburg ⁴2010.

Niemz, Peter: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. Leinfelden-Echterdingen 1993.

Saefel, Friedrich: Krummholz- und cruck-Dachwerke in Nordwest-Europa, Eckenförde 1970.

Schulze, Thomas: Dendrochronologische Untersuchung des Glockenstuhls in der Divi-Blasii-Kirche Mühlhausen. Erfurt 22.4.1998.

Storch, Johanna Katharina: Astentwicklung und Astreinigung in Abhängigkeit vom Dickenwachstum bei Buche (*Fagus sylvatica* L.) und Eiche (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.; *Quercus robur* L.). Dissertation, Freiburg i.Br. 2011.

Thümmel, Rainer: Glocken in Sachsen. Klang zwischen Himmel und Erde. Leipzig 2011.

Wilhelm, Johann: Architectura civilis. Nürnberg 1668 (Reprint 1986 Hannover).

Walbe, Heinrich: Das hessisch-fränkische Fachwerk. Darmstadt 1942.

MEMO – Medieval and Early Modern Material Culture Online

Artikel aus:

MEMO 1 (2017): Holz in der Vormoderne. Werk-Stoff, Wirk-Stoff, Kunst-Stoff. DOI: 10.25536/2523-2932012017.

Titel:

Intentionale Verwendung von Eichen-Krummholz in Glockenstühlen des 15. und 16. Jahrhunderts am Beispiel von Beobachtungen in Thüringen

Autorin:

Iris Engelmann

Kontakt:

iris.engelmann@uni-weimar.de

Website:

www.irisengelmann.de

Institution:

Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Architektur, Professur Denkmalpflege und Baugeschichte

DOI des Artikels:

<https://doi.org/10.25536/20170105>

Erstveröffentlichung:

November 2017

Letzte Überprüfung aller Verweise:

22.11.2017

Lizenz:

CC BY-SA 4.0

Medienlizenzen:

Medienrechte liegen bei den Autoren

Empfohlene Zitierweise:

Engelmann, Iris: Intentionale Verwendung von Eichen-Krummholz in Glockenstühlen des 15. und 16. Jahrhunderts am Beispiel von Beobachtungen in Thüringen, in MEMO 1 (2017): Holz in der Vormoderne, S. 60–72. Pdf-Format, doi: 10.25536/20170105.

Inhalt

Holz als Geschichtsstoff. Das Materielle in den Dingkulturen Thomas Kühtreiber, Heike Schlie	1 – 11
Sorge um Wald und Bäume als Kerngeschäft vormoderner Politik und Verwaltung. Das Beispiel der Schweizer Kleinstadt Zug Daniel Schläppi	12 – 32
Der hölzerne Bildträger in der Tafelmalerei des 15. Jahrhunderts. Köln und Nürnberg Katja von Baum, Beate Fücker, Lisa Eckstein	33 – 41
Historische Holzartenauswahl in Österreich. Analysen in Museen, historische Literatur und moderne Prüfungen Michael Grabner, Andrea Weber, Konrad Mayer, Elisabeth Wächter, Sebastian Nemestothy	42 – 59
Intentionale Verwendung von Eichen-Krummholz in Glockenstühlen des 15. und 16. Jahrhunderts am Beispiel von Beobachtungen in Thüringen Iris Engelmann	60 – 72
Holz zwischen Gelehrtenwissen und Praxiswissen in der Frühen Neuzeit Thomas Kühtreiber, Josef Löffler	73 – 91
Aufwertung oder Verschleierung des Materials? Bildlich gestaltete Tischplatten in Spätmittelalter und Früher Neuzeit Jens Kremb	92 – 108
Holzskulptur in Frankreich im 17. und 18. Jahrhundert? Eine Spurensuche Marthe Kretzschmar	109 – 122