

BEIL ODER SÄGEMÜHLE? ÜBER EINEN FRÜHEN VERSUCH, DIE HERSTELLUNG VON BAUHOLZ MIT MASCHINENEINSATZ ZU RATIONALISIEREN

Zusammenfassung

Bauholz wurde bis weit in das 19. Jahrhundert in Handarbeit mit dem Beil hergestellt. Der Beitrag befasst sich mit der Frage, warum diese zeitaufwändige Tätigkeit nicht durch den Einsatz von Sägemühlen rationalisiert wurde, obwohl solche wasserkräftig betriebenen Anlagen bereits im späten Mittelalter verbreitet waren. Zwei historische Holzkonstruktionen werden exemplarisch untersucht: In zwei Dachwerken des 17. Jahrhunderts in der Region Augsburg sind neben herkömmlich gebeitelten auch maschinell gesägte Hölzer zu beobachten. Die Analyse der Baubefunde erlaubt Rückschlüsse auf die technischen Möglichkeiten, aber auch auf die wirtschaftlichen Grenzen von Sägemühlen in der Frühen Neuzeit.

Abstract

Until well into the 19th century, timber for construction purposes was traditionally handcrafted with the axe. The article engages with the question why this laborious work was not rationalised by the use of sawmills, although such water-powered facilities were widespread since the late Middle Ages. As cases in point, two historical wooden constructions are investigated: In two roof structures of the 17th century in the Augsburg region, both conventionally hewn and machine-sawn timbers were used. The way in which the different processing methods were employed allows insights into the technical possibilities but also the economic limitations of sawmills in the early modern era.

Die traditionelle Methode der Balkenherstellung

Bauholz musste seit jeher in mühsamer, zeitaufwändiger Handarbeit hergestellt werden, indem Baumstämme mit dem Beil zu Balken zugerichtet wurden. Diese traditionelle Methode der Holzbearbeitung ist in zahlreichen Zeichnungen und Drucken des 15. bis 18. Jahrhunderts dargestellt,¹ sie findet sich aber auch noch in mehreren Zimmermannstraktaten aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts beschrieben, beispielsweise in dem Werk von Amand-Rose Emy.² Besonders anschaulich erläutert ein Traktat von Jean-Henri Hassenfratz die üblichen Arbeitsschritte (Abb. 1):³ An einem Baumstamm, der leicht erhöht aufgebockt ist, werden zunächst die Außenkanten des herzustellenden Balkens mit der Schlagschnur markiert. Dann stellt sich der Zimmermann auf den Stamm und schlägt mit der Axt in gewissen Abständen vertikale Kerben in das Holz, die genau bis auf die vorgesehene Oberfläche des Balkens reichen. Anschließend wird das zwischen den Kerben verbliebene Holz abgeschlagen und die Oberfläche des Balkens wird mit dem Breitbeil geglättet. Hassenfratz betont, dass das Beilen eine sehr anstrengende und mühsame Arbeit sei.⁴ Aus seinen Angaben geht auch hervor, wie zeitaufwändig diese Art der Holzzurichtung war.⁵ Als Alternative zur Arbeit mit dem Beil führt Hassenfratz das Sägen von Hand mit der Rahmensäge an; er beurteilt aber das Beilen als die viel üblichere Methode, die kostengünstiger und schneller sei.⁶

Dass die Beschreibung der Holzbearbeitung nach Hassenfratz grundsätzlich der historischen Realität entspricht, wird durch Baubefunde vielfach bestätigt. An zahllosen mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Holzkonstruktionen sind die vom Breitbeil herrührenden Arbeitsspuren allgegenwärtig. Häufig lassen sich auch noch Reste der erwähnten Kerben beobachten – offensichtlich gerieten diese manchmal etwas zu tief, sodass sie beim Glätten des Balkens nicht vollständig eliminiert wurden. Baubefunde belegen darüber hinaus, dass die traditionelle Bearbeitungstechnik vielerorts bis weit in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts verbreitet blieb.⁷ Das Beilen von Hand – so mühsam und zeitaufwändig es war – wurde offenbar erst relativ spät im Lauf der industriellen Entwicklung durch das maschinelle Zuschneiden

¹ Siehe zum Beispiel die Zusammenstellung bei Finsterbusch, Edgar; Thiele, Werner: *Vom Steinbeil zum Sägewerk. Ein Streifzug durch die Geschichte der Holzbearbeitung*. Leipzig 1987, Abb. 4/23, 4/24, 4/28–4/33.

² Émy, Amand-Rose: *Traité de l'art de la charpenterie*. Paris 1837–1841, S. 119–137, Taf. 4–7.

³ Hassenfratz, Jean-Henri: *Traité de l'art du charpentier*. Paris 1804, S. 119–130, Taf. 9–10.

⁴ Ebd., S. 128: »L'ébauche du bois équarri est un des métiers les plus fatigants qu'un homme puisse exercer [...].«

⁵ Nach Hassenfratz 1804 (Anm. 3), S. 130 konnte ein Arbeiter pro Tag etwa 19,2 Quadratmeter Holzoberfläche fertigstellen, das entspricht einem Balken von 24 Metern Länge und 20 Zentimeter x 20 Zentimeter Querschnitt.

⁶ Ebd., S. 120; die Kosten für das Zuschneiden eines Balkens mit der Rahmensäge werden mit 170 bis 200 Prozent gegenüber einem gebeilten Balken angegeben.

⁷ So ging man zum Beispiel in München wohl erst in den 1870er-Jahren vom Beilen zum Sägen über, siehe Holzer, Stefan; Voigts, Clemens; Wünnemann, Anja: *Münchner Dächer des 19. Jahrhunderts*. In: Hassler, Uta; Rauhut, Christoph (Hg.): *Bautechnik des Historismus*. München 2012, S. 60–89, besonders S. 84.



Abb. 1
Traditionelle Methode der Balkenzurichtung

mit Gattersägen ersetzt. Dies mag überraschen, denn Sägemühlen existierten nachweislich bereits im Mittelalter;⁸ offenbar wurden sie aber zunächst vor allem zur Produktion von Brettern, nicht jedoch zur Herstellung von Balken genutzt. Hatten Gattersägen im Hinblick auf eine Rationalisierung der Arbeit hier etwa keine Vorteile zu bieten? Oder standen dem maschinellen Zuschneiden von Balken technische Schwierigkeiten entgegen? So scheint die Länge des verarbeitbaren Holzes meist sehr begrenzt gewesen zu sein, wenn etwa der bayerische Forstwissenschaftler Georg Anton Däzel 1788 davon spricht, dass herkömmliche Sägemühlen »selten über 24 F. lang schneiden« konnten.⁹ Der Grund für diese Beschränkung ist sicherlich in der Bauweise frühneuzeitlicher Sägemühlen zu suchen, wie sie etwa Heinrich Zeising in seinem *Theatrum Machinarum* von 1612 exemplarisch darstellte (Abb. 2).¹⁰ Die limitierende Komponente war der sogenannte Blockwagen, auf dem der Holzstamm durch das Sägegatter gezogen wurde. Da der Blockwagen einen geschlossenen Rahmen um das Sägeblatt herum bildete, war mit seiner Länge auch die maximale Länge des verarbeitbaren Holzes vorgegeben – anders als in modernen Sägewerken, wo der Stamm von rotierenden Walzen

⁸ Für das 13. Jahrhundert nur vereinzelt belegt, sind Sägemühlen für das 14. Jahrhundert in Mitteleuropa verbreitet nachgewiesen, siehe Finsterbusch/Thiele 1987 (Anm. 1), S. 104–106.

⁹ Däzel, Georg Anton: *Praktische Anleitung zur Forstwirtschaft*. München 1788, S. 352. Die angegebene Länge von 24 Fuß entspricht bei einem altbayerischen Fuß- beziehungsweise Schuhmaß von 29,2 Zentimeter etwa 7,01 Meter.

¹⁰ Zeising, Heinrich: *Theatri Machinarum Dritter Theill*. Leipzig 1612, S. 45–48, Taf. 17.

*Abb. 2
Aufbau einer Sägemühle*



gefasst und unabhängig von seiner Länge durch das Sägegatter geschoben wird.¹¹ Dennoch erscheint es fraglich, ob die begrenzte Holzlänge das entscheidende Argument war, das bei der Herstellung von Bauholz gegen den Einsatz von Sägemühlen sprach. Wäre es nicht möglich gewesen, den Blockwagen so groß zu bemessen, dass die Sägemühle Hölzer in der gewünschten Länge zuschneiden konnte?

Baubefunde: I. Das ehemalige Franziskanerkloster in Klosterlechfeld

Im Folgenden sollen zwei historische Holzkonstruktionen vorgestellt werden, die zu den angesprochenen Fragen genaueren Aufschluss geben können. Es handelt sich um zwei Dachwerke des 17. Jahrhunderts, die sich in Augsburg und im südlich davon gelegenen Klosterlechfeld erhalten haben. Betrachten wir zunächst das Beispiel in Klosterlechfeld: Dort

¹¹ Solche Vorschubwalzen wurden erstmals 1811 patentiert, aber erst im Lauf des 19. Jahrhunderts zum allgemein verbreiteten Vorschubmechanismus von Sägegattern weiterentwickelt, siehe Finsterbusch/Thiele 1987 (Anm. 1), S. 196–200.

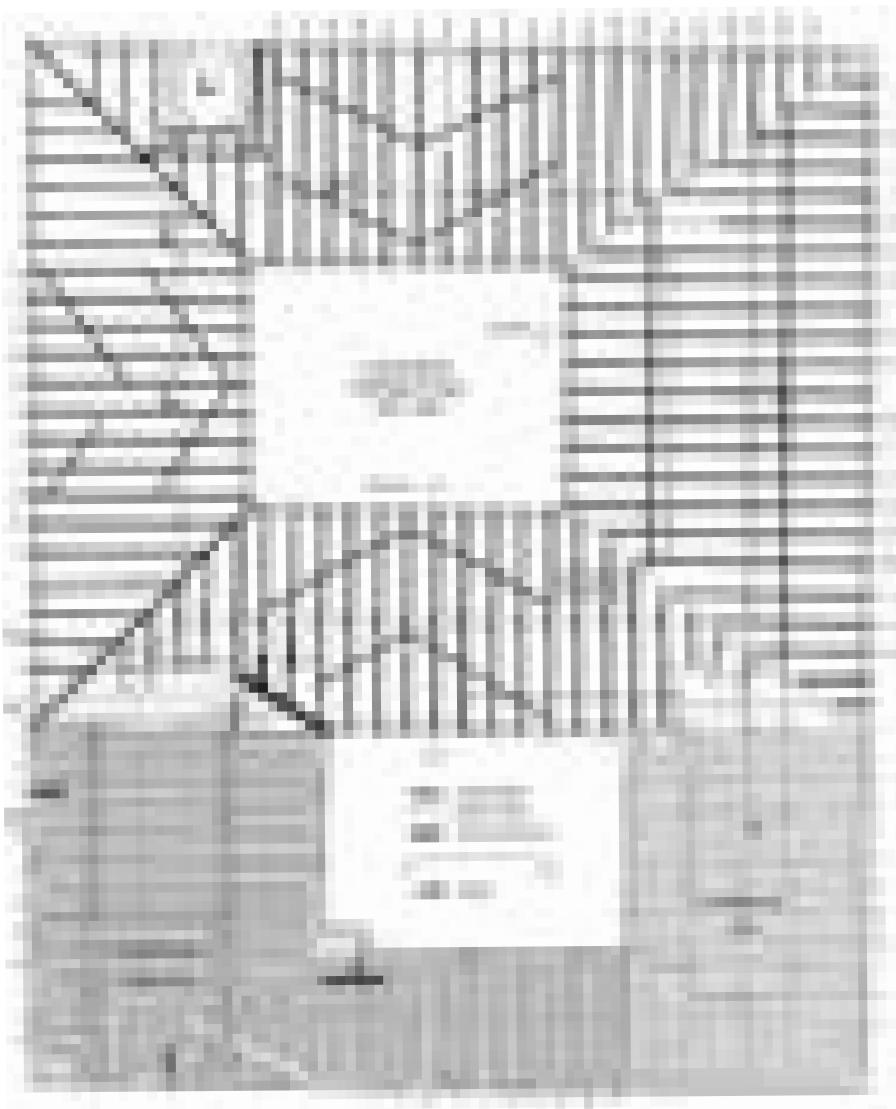
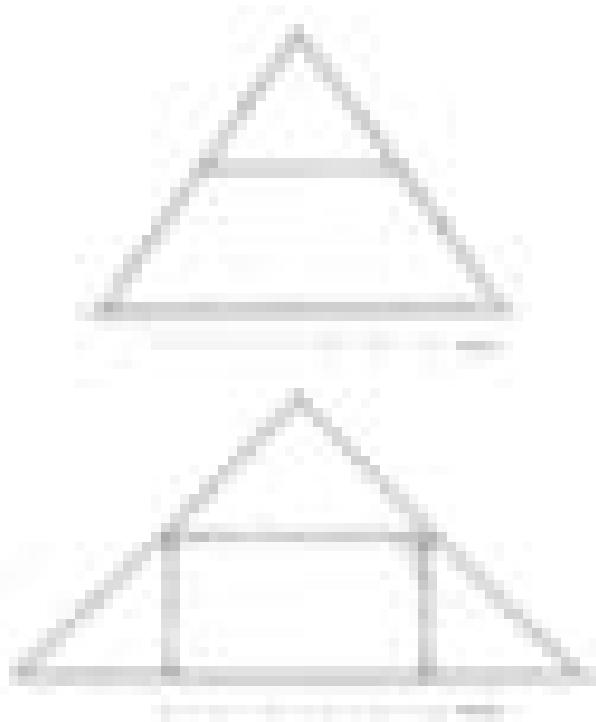


Abb. 3 Klosterlechfeld, ehemaliges Kloster, Dachaufsicht

wurde 1667–1668 neben der Wallfahrtskirche Maria Hilf ein Franziskanerkloster errichtet.¹² Der Klosterbau, ursprünglich eine vierflügelige Anlage mit Innenhof, wurde im 18. Jahrhundert in zwei Etappen nach Westen erweitert. Dabei kamen 1706 und 1736–1739 insgesamt drei

¹² Dehio, Georg: *Handbuch der Deutschen Kunstdenkmäler, Bayern III: Schwaben*. Bearbeitet von Bruno Bushart und Georg Paula. 2. Aufl. München/Berlin 2008, S. 600–601.

*Abb. 4
Klosterlechfeld, ehemaliges
Kloster, Querschnitt der
Dachwerke über dem
Mitteltrakt (oben) und über
dem Südosttrakt (unten)*



Gebäudeflügel hinzu, sodass ein zweiter Innenhof entstand (Abb. 3). Alle Gebäudetrakte besitzen Satteldächer, die überwiegend als einfache Kehlbalkendächer ausgebildet sind. Lediglich die Trakte im Südosten, Südwesten und Nordwesten, die etwas breiter sind, haben Dachwerke mit stehenden Stühlen (Abb. 4).

Zur Vorbereitung einer geplanten Ertüchtigung wurden die Dachkonstruktionen 2016 vom Verfasser untersucht. Bereits bei einer ersten Begehung fiel auf, dass die Dachwerke über den vier Gebäudeflügeln des 17. Jahrhunderts fast vollständig aus maschinell gesägten Balken bestehen, während in den Dächern über den Trakten des 18. Jahrhunderts ausschließlich gebeilte Balken zu beobachten sind (vgl. Abb. 3). Dies gab zunächst Anlass zu der Vermutung, dass die Dachwerke der ursprünglichen Anlage bereits bei einer früheren Sanierungsmaßnahme – vielleicht im späten 19. oder frühen 20. Jahrhundert – ersetzt worden wären. Allerdings schien ihre ansonsten völlig traditionelle Bauweise nicht recht zu einer solchen Annahme zu passen: Alle Holzverbindungen sind zimmermannsmäßig als Verblattungen oder Verzapfungen ausgeführt und die mit dem Stemmeisen gestochenen Abbundzeichen bilden ein einheitliches System aus römischen Zahlen. Erst eine dendrochronologische Analyse der Dächer brachte hier Klarheit – und die überraschende Erkenntnis, dass die gesägten Balken aus der Bauzeit des



Abb. 5
Klosterlechfeld,
ehemaliges Kloster,
gebeilter Gratsparren
und sägerauer
Schaftsparren

Klosters im 17. Jahrhundert stammen.¹³ Die charakteristische sägeraue Oberfläche ist in den Dachwerken der ursprünglichen Klosteranlage an fast allen Balken zu beobachten: an Sparren und Kehlbalken ebenso wie an den Balken der Stuhlkonstruktion im südöstlichen Dachtrakt. Allerdings ist nicht mit Sicherheit zu sagen, ob auch die Zerrbalken mit der Säge zugerichtet wurden, denn sie liegen unzugänglich unter Bretterböden. Gebeilte Oberflächen weisen indes nur die vier Gratsparren des Südostdachs und zwei einzelne Sparren im östlichen und im südlichen Dach auf (Abb. 5, vgl. Abb. 3). Die Oberflächen der gesägten Balken zeichnen sich durch sehr gleichmäßige Schnittspuren aus. Es ist deshalb auszuschließen, dass die Hölzer von Hand mit einer Rahmen- oder Schrotsäge bearbeitet wurden; vielmehr müssen sie mit einer Gattersäge in einer Sägemühle zugeschnitten worden sein.

Zu der oben angesprochenen Frage, welche Holzlängen in einer Sägemühle verarbeitet werden konnten, geben Messungen in den Dachwerken des 17. Jahrhunderts konkrete Anhaltspunkte: In den drei kleineren Kehlbalkendächern haben die gesägten Sparren moderate Längen von

¹³ Von zehn Proben, die an den gesägten Balken entnommen wurden, ergaben sechs ein Fälldatum im Winter 1665/1666, eine siebte kann wahrscheinlich demselben Datum zugeordnet werden. Zwei weitere Proben, die sicher zu datieren sind, stammen von Hölzern, die im Sommer 1666 beziehungsweise im Winter 1666/1667 geschlagen wurden. Die Proben wurden vom Verfasser entnommen und vom Labor Gschwind, Planegg, ausgewertet. An dieser Stelle sei Friederike Gschwind für ihr großes Engagement bei der ungewöhnlich aufwändigen Auswertung gedankt. Ebenso sei Roland Benke gedankt, der mehrere eigene Proben als Referenz zur Verfügung stellte.



Abb. 6 Augsburg, Zeughaus, Dachwerk des frühen 17. Jahrhunderts

etwa 6,50–6,60 Metern. Im größeren südlichen Dach erreichen sie mit 7,50–7,60 Metern bereits Abmessungen jenseits der von Däzel genannten Grenze, während der längste gesägte Balken, der beobachtet werden konnte, die nördliche Stuhlschwelle des Süddachs, auf eine bemerkenswerte Länge von 9,14 Metern kommt. Die Sägemühle, die die Klosterbaustelle in den 1660er-Jahren belieferte, war also durchaus in der Lage, Balken herzustellen, die für Zimmermannskonstruktionen mittlerer Größenordnung ausreichten.

Diese Feststellung, dass die gesägten Balken aus einer relativ leistungsfähigen Sägemühle stammen, die offensichtlich nicht nur auf die Produktion von Brettern ausgerichtet war, führt zu einer weiteren Überlegung: Die Sägemühle dürfte wahrscheinlich auch andere Baustellen beliefert haben, sodass eventuell noch weitere Dachwerke aus gesägten Balken ausfindig gemacht werden können. Im Hinblick auf den möglichen Standort der Sägemühle ist zunächst festzuhalten, dass das Holz, das in den Klosterdächern des 17. Jahrhunderts verbaut wurde, zum großen Teil vom Oberlauf des Lechs stammt. Denn wie aus der Analyse der Holzproben hervorgeht, wuchsen die beprobten Hölzer fast ausnahmslos in höheren Lagen oberhalb von etwa 1000 Metern, zum Teil sogar in ausgesprochenen Hochlagen oberhalb von 1500 Metern.

Da der Lech erst ab Lechaschau bei Reutte flößbar war,¹⁴ kommt als Herkunftsgebiet des Holzes vor allem das Außerfern in Betracht. Sägemühlen bestanden bereits im ausgehenden Mittelalter in den Gemeinden am oberen Lech und Schnitholz gehörte spätestens ab dem 16. Jahrhundert zu ihren Exportprodukten – so wird etwa 1523 in einer vertraglichen Regelung der Flößerei zwischen Füssen und Schongau unter anderem auch geschnittenes Holz erwähnt, das von Füssen aus auf Flößen transportiert wurde.¹⁵ Allerdings belegen Floßkeile, die in den Klosterdächern an diversen gesägten Balken zu beobachten sind, dass das Holz zu Flößen gebunden war und nicht etwa als fertig geschnittene Zuladung auf Flößen nach Klosterlechfeld gelangte. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, dass das Holz zunächst bis in die Nähe seines Bestimmungsorts geflößt und erst dann in einer Sägemühle verarbeitet wurde. Demnach käme als Standort der Sägemühle vielleicht Landsberg infrage, möglicherweise auch Augsburg, von wo aus das Holz dann allerdings etliche Kilometer über Land nach Klosterlechfeld zu transportieren gewesen wäre. Aktenkundig ist schließlich auch eine Sägemühle, die die Fugger im 17. Jahrhundert in ihrer Hofmark Schmiechen nahe dem heutigen Unterbergen – etwa auf halbem Weg zwischen Augsburg und Klosterlechfeld – am rechten Lechufer betrieben.¹⁶

Baubefunde: 2. Das Augsburger Zeughaus

Die Stadt Augsburg ist bekannt für ihr bereits im Mittelalter hochentwickeltes System von Mühlbächen und Mühlenanlagen.¹⁷ Die historischen Belege für die Existenz von Sägemühlen in dieser Stadt gehören sogar zu den frühesten in Deutschland. So bezeugen verschiedene Dokumente aus dem 14. Jahrhundert, dass zu dieser Zeit bereits mehrere Sägemühlen in Augsburg bestanden.¹⁸ Auch in mehreren Stadtansichten – eine wohl aus dem frühen 16. Jahrhundert, eine andere von 1602 – sind Sägemühlen verzeichnet.¹⁹ Von einer weiteren Sägemühle berichtet schließlich der Stadtwerkmeister Elias Holl in seiner Familienchronik, er habe sie 1613 von Grund auf neu gebaut.²⁰

¹⁴ Filser, Karl: *Die Rolle der Lech- und Illerflößerei im Handelsverkehr zwischen Tirol und Schwaben*. In: Baer, Wolfram; Fried, Pankraz (Hg.): Schwaben – Tirol: Historische Beziehungen zwischen Schwaben und Tirol von der Römerzeit bis zur Gegenwart, Bd. 2. Rosenheim 1989, S. 233.

¹⁵ Siehe Filser, Karl: *Holzhandel, Güterspedition, Militärtransporte: Aus der Geschichte der Lechflößerei*. In: Fischer, Sonia (Hg.): So ein Lech. Episoden und Stationen eines bayerischen Flusslaufs. Landsberg 2016, S. 22.

¹⁶ Der *Sägmühl-Act am Lech*, ein umfangreiches Aktenkonvolut aus dem 17. und 18. Jahrhundert, enthält zahlreiche Briefe und Kostenaufstellungen bezüglich des Neubaus der Sägemühle in den Jahren 1604–1605 sowie zu ihrem Betrieb besonders in den 1660er-Jahren (Staatsarchiv München, Rentmeisteramt München, Unterbehörden 5175).

¹⁷ Siehe zum Beispiel Kluger, Martin: *Augsburgs historische Wasserwirtschaft. Der Weg zum UNESCO-Welterbe*. Augsburg 2015, besonders S. 54–161.

¹⁸ Siehe Finsterbusch/Thiele 1987 (Anm. 1), S. 105.

¹⁹ Siehe Kluger 2015 (Anm. 17), S. 150–152.

²⁰ Siehe Meyer, Christian (Hg.): *Die Hauschronik der Familie Holl (1487–1646)*. München 1910, S. 54.

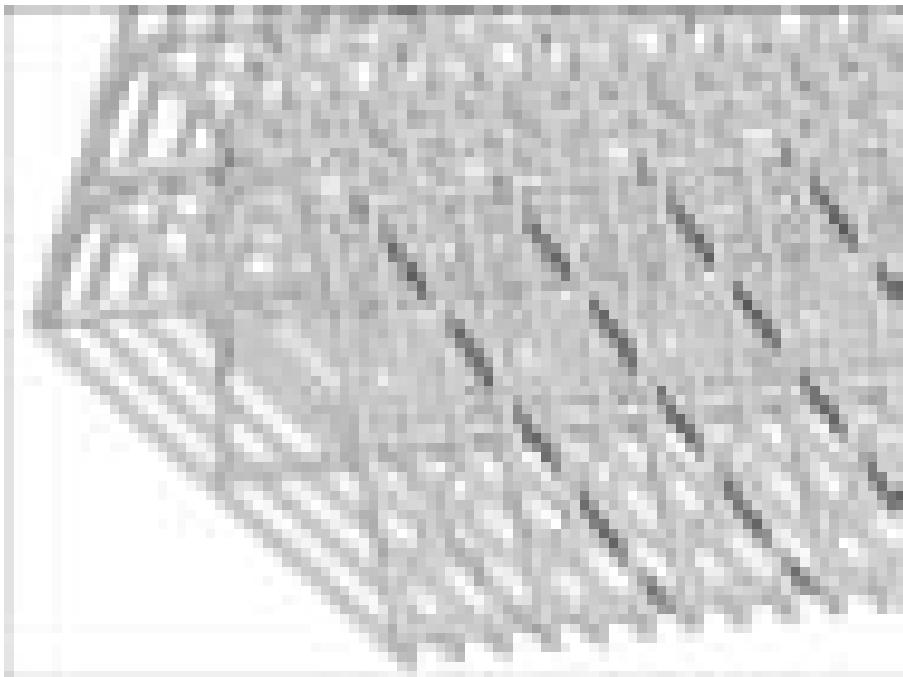


Abb. 7 Augsburg, Zeughaus, Axonometrie des Dachwerks, Längsverband mit langen Streben (dunkel markiert)

Es ist deshalb naheliegend, die Suche nach Vergleichsobjekten zu Klosterlechfeld auf Augsburg auszudehnen und dortige Dachwerke der Frühen Neuzeit unter dem Aspekt zu untersuchen, ob in ihnen ebenfalls maschinell gesägte Balken verwendet wurden. Einen aufschlussreichen Befund bietet das gut erhaltene Dach des Zeughäuses, dessen Fertigstellung Elias Holl 1602 als seinen ersten Auftrag im Amt des Stadtwerkmeisters übernommen hatte.²¹ Im Vergleich zu den oben beschriebenen Dächern des Klosters ist das Augsburger Zeughäusdach wesentlich größer und entsprechend aufwändiger konstruiert (Abb. 6). Es besitzt zwei Stockwerke mit liegenden Stühlen, die jeweils mit einem mittig stehenden Stuhl kombiniert sind; darüber folgt noch eine dritte Ebene von Kehlbalken. Alle Balken der Stuhlkonstruktionen, alle Kehlbalken und Sparren sind ausnahmslos gebeilt und an vielen Stellen zusätzlich mit dem Schropphobel geglättet. Die übrigen Balken hingegen weisen zum größten Teil maschinell gesägte Oberflächen auf, so etwa die horizontalen Riegel, die zwischen den liegenden Stuhlsäulen auf halber Höhe eingesetzt sind, ebenso wie die Kopfbänder und Andreaskreuze von Quer- und Längsverband. Auf den ersten Blick scheint es sich bei den gesägten Hölzern um relativ kurze Balken zu handeln. So haben die Riegel einschließlich ihrer Zapfen eine Länge von nur etwa 2,55 Metern,

²¹ Siehe ebd., S. 45–46.



*Abb. 8
Augsburg, Zeughaus, Längsverband
des Dachwerks mit sägerauem
fehlkantigem Viertelholz*

die Kopfbänder der liegenden Stühle erreichen Längen von ca. 3,20 Metern und die Streben der Andreaskreuze sind im unteren Stockwerk etwa 3,65 Meter lang. Bei einer genaueren Untersuchung der Andreaskreuze stellt man allerdings fest, dass jeweils eine der beiden Streben über zwei Stockwerke durchläuft und somit auf eine beachtliche Länge von 7,40–7,50 Meter kommt (Abb. 7). Die Überlegung, dass die Verteilung von gebeilten und gesägten Hölzern im Dach mit der jeweils erforderlichen Balkenlänge zu begründen wäre, etwa weil die verfügbare Sägemühle nur Balken bis zu einer bestimmten Länge liefern konnte, ist damit hinfällig. Denn die langen Streben der Andreaskreuze übertreffen nicht nur alle Stuhlsäulen deutlich an Länge, sondern auch die obersten Kehlbalken, die mit Längen von etwa 4,80 Metern dennoch aus gebeilten Hölzern gearbeitet wurden. Wenn also die maximal lieferbare Länge der gesägten Hölzer als entscheidendes Kriterium entfällt, so legt eine weitere Beobachtung eine andere Erklärung nahe: Ein Großteil der gesägten Balken sind Viertelhölzer, das heißt bei der Bearbeitung in der Sägemühle wurden nicht nur die Rinde und das Splintholz des Baumstamms entfernt, sondern die Stämme wurden zugleich der Länge nach geviertelt. Im Unterschied zur Bearbeitung mit dem Beil, bei der stets nur ein Ganzholz hergestellt werden konnte, bot das Zuschneiden mit der Gattersäge die Möglichkeit, aus einem stärkeren Stamm zwei, vier oder sogar noch mehr Teilhölzer zu produzieren. Im Dachwerk des Zeughauses

sind die Viertelhölzer häufig durch eine starke Fehlkantigkeit gekennzeichnet (Abb. 8), haben aber relativ kräftige Querschnittsabmessungen – ungefähr 12 Zentimeter x 17 Zentimeter im Fall der Andreaskreuze. Dennoch traute der Zimmermann ihnen offenbar nicht die gleiche Tragfähigkeit zu wie gebeilten Ganzhölzern ähnlichen Querschnitts. Wahrscheinlich stellt diese unterschiedliche Bewertung der Tragfähigkeit von Viertel- und Ganzhölzern den Grund für die beschriebene Anordnung von gesägten und gebeilten Hölzern dar: Für das, was als Haupttragwerk betrachtet wurde, kamen nur gebeilte Ganzhölzer zum Einsatz, während für untergeordnete Konstruktionselemente wie die Riegel und den Quer- und Längsverband auch gesägte Viertelhölzer verwendet werden konnten.²²

Die Zerlegung von Stämmen in Viertel- und Halbhölzer

Die Verwendung von gesägten Hölzern im Dach des Zeughauses ist jedenfalls als eine Spar- und Rationalisierungsmaßnahme zu verstehen. Zwar ging es offensichtlich nicht so sehr darum, die mühsame Handarbeit des Beilens zu rationalisieren, denn neben den gesägten Viertelhölzern wurden für die Andreaskreuze auch einige gebeilte Balken eingesetzt.²³ Im Vordergrund stand vielmehr das Ziel, den Rohstoff Holz optimal zu nutzen und beim Zuschneiden möglichst wenig Verschnitt zu produzieren. Vor allem sollte bei großen Baumstämmen auch der untere Stammteil besser genutzt werden, der mehr als etwa 35–40 Zentimeter Durchmesser besaß. Hier wäre bei der Bearbeitung mit dem Beil ein Großteil des Querschnitts durch Abschläge verloren gegangen, die nur noch als Brennholz verwertet werden konnten. Durch das Zersägen in Halb-, Viertel- oder Sechstelhölzer konnte man hingegen ein Vielfaches an Balken gewinnen.

Kehren wir mit diesen Überlegungen noch einmal nach Klosterlechfeld zurück, so lassen sie sich dort noch weiter differenzieren. Denn auch hier sind die gesägten Balken zum Großteil Halb- oder Viertelhölzer. Anhand der Sparren, die in allen vier Dachtrakten des 17. Jahrhunderts gut zugänglich sind, kann die genaue Bearbeitungsweise der Hölzer erfasst und statistisch analysiert werden. So handelt es sich bei immerhin 41 der erhaltenen 138 Sparren um gesägte Ganzhölzer, das entspricht 29,7 Prozent. Demgegenüber sind 62 Sparren beziehungsweise 44,9 Prozent Halbhölzer, 19 Sparren beziehungsweise 13,8 Prozent sind Viertelhölzer und zehn weitere Sparren beziehungsweise 7,2 Prozent wurden asymmetrisch zersägt, sodass sie am ehesten als Zwei-Drittel-Hölzer zu bezeichnen wären. Wie bereits erwähnt, wurden nur für die vier Gratsparren des Südostdachs und für zwei erratische Sparren gebeilte Ganzhölzer

²² Eine solche differenzierte Ausbildung des Tragwerks scheint in Augsburg bereits eine längere Tradition zu haben, denn auch im Dachwerk der ehemaligen Dominikanerkirche St. Magdalena aus dem frühen 16. Jahrhundert ist zu beobachten, dass der Windverband, der dort ebenfalls mit stockwerksübergreifenden Andreaskreuzen angelegt ist, aus gesägten Halb- und Viertelhölzern besteht.

²³ So wurden für die Andreaskreuze der nördlichen Dachseite für die fünfzehn langen Streben acht Viertelhölzer, vier Sechstelhölzer und drei gebeilte Ganzhölzer verwendet. Auf der südlichen Dachseite sind von den erhaltenen vierzehn langen Streben vier Viertelhölzer, zwei Sechstelhölzer und acht gebeilte Ganzhölzer.

verwendet, das entspricht 4,3 Prozent. Dabei könnte für die Gratsparren, an denen bis zu neun Schiftsparren befestigt sind, wiederum die Regel zutreffen, dass stärker belastete Bauteile bevorzugt aus gebeilten Ganzhölzern hergestellt wurden. Mit Querschnittsabmessungen von 19 Zentimetern x 21 Zentimetern bis 21 Zentimeter x 26 Zentimeter sind die Gratsparren jedenfalls deutlich stärker dimensioniert als die herkömmlichen Sparren, die meist Querschnitte von etwa 17 Zentimetern x 19 Zentimetern haben. Eine andere Erklärungsmöglichkeit für die Verwendung von gebeilten Hölzern für die Gratsparren könnte in ihrer größeren Länge liegen. Mit ungefähr 9,80–9,90 Metern übertreffen sie das längste gesägte Holz um 65–75 Zentimeter an Länge; möglicherweise überschritten sie damit auch die maximale Holzlänge, die in der Sägemühle noch verarbeitet werden konnte.

In der statistischen Verteilung der Hölzer unterscheiden sich die Klosterdächer in signifikanter Weise vom Dachwerk des Augsburger Zeughauses, wo neben den gebeilten Ganzhölzern fast ausschließlich gesägte Viertel- und Sechstelhölzer zu finden sind – und fast keine gesägten Ganz- oder Halbhölzer. Dieser Befund im Zeughaus deutet darauf hin, dass für Balken, denen man eine geringere strukturelle Bedeutung beimaß, gezielt Viertel- und Sechstelhölzer gekauft wurden, die vermutlich auf einem Holzmarkt relativ preisgünstig zu haben waren. Im Gegensatz dazu führt die Verteilung der gesägten Hölzer in den Klosterdächern zu einer anderen Vorstellung: Die auffallend zahlreichen gesägten Ganzhölzer, die nach den Halbhölzern den größten Anteil der Sparren ausmachen, lassen eher daran denken, dass hier ganze Bäume mit möglichst wenig Verschnitt zerlegt und dann vollständig in den Dächern verbaut wurden – die unteren Teile der Baumstämme als Viertel- oder Halbhölzer, die oberen als Ganzhölzer.

Beil oder Sägemühle: Eine Frage der Wirtschaftlichkeit

Die beiden beschriebenen Dachwerke illustrieren, wie im 17. Jahrhundert mit unterschiedlichen Maßnahmen versucht wurde, die Kosten im Zimmermannshandwerk zu reduzieren. Im Dachwerk des Augsburger Zeughauses, das eine sehr solide und qualitätvolle Konstruktion darstellt, kann die Einsparung durch die Verwendung von einigen Viertel- und Sechstelhölzern insgesamt nicht sehr ins Gewicht gefallen sein. Solche Teilhölzer, die der Zimmermann als zweite Wahl betrachtete und nur für untergeordnete Bauteile einsetzte, waren in Augsburg mit seinen diversen Sägemühlen offensichtlich problemlos zu beschaffen, und so nutzte man diese – wenn auch nur geringe – Einsparungsmöglichkeit.

Anders ist das Bild in Klosterlechfeld: Hier brachte die konsequente Zerlegung des Bauholzes eine erhebliche Materialersparnis mit sich. Betrachten wir nur die Sparren der vier Dächer des 17. Jahrhunderts, so steht der Gesamtsumme ihrer Längen von ungefähr 880 Metern ein Materialaufwand von lediglich etwa 570 Metern Baumstämmen gegenüber. Im Vergleich zu Sparren aus Ganzhölzern konnte der Holzbedarf somit um mehr als ein Drittel auf etwa 65 Prozent gesenkt werden. Diese Materialersparnis bildete sicherlich das Hauptmotiv für die

Entscheidung, die Dachwerke aus maschinell gesägten und zerteilten Balken zu errichten. Auf dem aktuellen Wissensstand scheint eine Sparmaßnahme dieser Art aber völlig vereinzelt und unüblich gewesen zu sein – vielleicht ist sie überhaupt nur mit dem Umstand zu erklären, dass sie für ein Bettelordenskloster vorgesehen war. Ihre Sonderstellung kann ein Vergleich mit der benachbarten Wallfahrtskirche verdeutlichen: Dort wurde 1667–1668 zeitgleich mit der Errichtung des Klosters vom selben Baumeister, Caspar Feichtmayr, die Gnadenkapelle erhöht.²⁴ Sie erhielt dabei ein neues Dachwerk, das wie selbstverständlich aus herkömmlich gebeilten Balken besteht. Und auch bei den späteren Erweiterungen des Klosters im 18. Jahrhundert griff der Zimmermann wieder ausschließlich auf gebeilte Hölzer zurück.

Im Hinblick auf unsere Ausgangsfrage, warum die mühsame Handarbeit des Beilens nicht schon lange vor dem 19. Jahrhundert durch den Einsatz von Sägemühlen ersetzt und rationalisiert wurde, bleibt eigentlich nur eine Erklärung: Weil es sich kaum lohnte. Technisch waren frühneuzeitliche Sägemühlen durchaus in der Lage, Balken von mehr als 9 Metern Länge zuzuschneiden, wie das Beispiel Klosterlechfeld gezeigt hat. Wirtschaftliche Vorteile boten sie aber hauptsächlich dann, wenn es um eine Alternative zum besonders arbeits- und kostenintensiven manuellen Sägen mit der Rahmensäge ging – also vor allem beim Zuschneiden von Brettern. Beim Zurichten von Balken lag der Kostenvorteil offenbar beim Zimmermann und seinem Beil; anderenfalls wären Baubefunde wie jene in Klosterlechfeld häufiger zu erwarten. Der ökonomische Vorteil des Beilens ist zum Teil mit der begrenzten Effizienz frühneuzeitlicher Sägemühlen zu erklären, die meist nur mit einem Sägeblatt arbeiteten. Neben dem eigentlichen Sägeprozess verging ein großer Teil der Betriebszeit mit dem Zurückfahren des Blockwagens und dem Einrichten des Sägeblocks für den nächsten Schnitt. Hinzu kamen häufige Zeiten, in denen die Säge stillstand, etwa beim Nachschärfen des Sägeblatts oder bei der Wartung des Mühlenantriebs. In der modernen Fachliteratur geben Hochrechnungen zur Produktivität von Sägemühlen sehr unterschiedliche Werte an, die einen direkten Vergleich mit dem Beilen von Hand kaum zulassen.²⁵ Demzufolge wäre eine Sägemühle im ungünstigsten Fall etwa so leistungsfähig wie ein Arbeiter mit dem Beil, im günstigsten Fall würde sie das Fünffache von dessen Produktivität erreichen. Allerdings gehen diese Berechnungen stets von einem reibungslosen Betrieb der Mühle aus – eine Annahme, die angesichts der Störungsanfälligkeit solcher Anlagen unrealistisch ist. Beispielsweise müssten hier auch die typischen Probleme von Sägemühlen berücksichtigt werden, etwa das grundsätzliche Dilemma, ob an einem Ort einerseits genügend Wasserkraft zur Verfügung stand, auch in Trockenperioden oder bei Frost, und ob andererseits ausreichend Schutz vor Hochwasser gewährleistet war. Für die Frage, ob eine Sägemühle bei der Herstellung von Balken konkurrenzfähig war, dürfte ein weiterer Faktor besonders wichtig gewesen sein: Die Organisation von An- und Abtransport des Holzes. Wegen der großen Zahl von Baumstämmen, die eine solche Sägemühle permanent verarbeiten musste, erscheint eine Anlieferung auf dem Wasserweg fast unabdingbar. Die Mühle musste für

²⁴ Dehio 2008 (Anm. 12), S. 599.

²⁵ Vgl. zum Beispiel die Angaben bei Finsterbusch/Thiele 1987 (Anm. 1), S. 144, 147, 196.

Langholzflöße erreichbar sein. Und der Abtransport der fertig geschnittenen Ware erforderte möglichst kurze Wege; am besten war eine nahegelegene Stadt als Absatzmarkt, denn die Balken ließen sich aufgrund ihrer Länge wesentlich schlechter befördern als etwa Bretter.

Insgesamt waren aber geeignete Standortbedingungen allein wohl nicht genug. Die Baubefunde in Klosterlechfeld und Augsburg legen vielmehr den Schluss nahe, dass sich das Zuschneiden von Balken in einer Sägemühle nur lohnte, wenn zusätzlich auch die Möglichkeit der Materialeinsparung durch das Zerlegen der Stämme in Halb- oder Viertelhölzer gegeben war. Da solche Teilhölzer von den zeitgenössischen Zimmerleuten aber nicht wie vollwertige Balken verwendet wurden, blieb der Vorteil dieser Einsparung gering. Bei der Herstellung von Bauholz konnten sich Sägemühlen in der Frühen Neuzeit nicht durchsetzen. Erst nach verschiedenen technischen Weiterentwicklungen – Nutzung der Dampfkraft, Einführung eiserner Gatter mit mehreren Sägeblättern, Verbesserung der Vorschubmechanik – erreichten Sägemaschinen im 19. Jahrhundert eine solche Produktivität, dass sie das Beil und die menschliche Arbeitskraft endgültig ablösten.