

# Hölzerne Dachtragwerke im Königreich Bayern

Schriftlicher Teil

Anja Säbel

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der Universität der Bundeswehr München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Ingenieurwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Gutachter:

1. Univ. Prof. Dr.-Ing. Stefan Holzer
2. Univ. Prof. Dr.-Ing. Manfred Schuller

Die Dissertation wurde am 01.06.2016 bei der Universität der Bundeswehr München eingereicht und durch die Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften am 16.12.2016 angenommen. Die mündliche Prüfung fand am 02.02.2017 statt.

## Abstract

Timber constructions of the 19th century have hitherto received little attention, although timber continued to be employed a lot at least until the early 20<sup>th</sup> century. Even for buildings exposed to a high fire hazard, timber remained the most common construction material.

New building types such as railway stations, riding halls, or theatres frequently required wide-span roofs; together with the dwindling supply of timber and the influence of neo-classical architecture (calling for low-pitched roofs), this forced German architects and carpenters to move away from the classical "liegender Stuhl" constructions (having a reputation of being extremely timber-consuming) and to try purlin roofs and other new structures. It was hoped that the new construction types would require less timber and would therefore save money and reduce the risk of fire.

This present work is based on the in-depth analysis of a representative sample of existing 19th century timber roofs, as well as on the evaluation of contemporary printed sources. The rapidly growing technical literature enabled the transmission of new models of roof trusses far beyond traditional established ways of knowledge transfer by travelling workmen and architects.

The present study attempts a typological classification of the most common 19th century timber roof trusses and thus provides a framework for the assessment of 19th century architectural heritage with respect to construction. Among the experiments in structure, the development of curved board roofs and the growing use of iron in timber trusses receive special attention. The study includes a comprehensive catalogue with survey drawings and descriptions of all case studies which have been analyzed in the project.

## Kurzfassung

Die intensive Untersuchung der Dachwerke des 19. Jahrhunderts hat eine facettenreiche Vielfalt zimmerhandwerklicher Konstruktionen ergeben, die völlig zu Unrecht neben den als innovativ geltenden und neu entstandenen Ingenieursleistungen dieser Zeit zurückstehen. Unklar ist dies vor allem vor dem Hintergrund, dass die Dachwerke des 19. Jahrhunderts die eigentliche Grundlage der Dachwerkskonstruktionen bis zur Entstehung rein wissenschaftlich durchdachter Systeme bilden.

Neue Gebäudetypen wie die Gebäude der Eisenbahn, Reithallen oder Theater, die vorwiegend eine freie Spannweite erforderten, zwangen Planer und Zimmerer zu einem Umdenken weg von dem klassischen System des liegenden Stuhls. Dieses traditionelle System hatte den Ruf einen besonders hohen Holzverbrauch aufzuweisen, den man bei nachlassendem Holzvorkommen und zunehmender Bautätigkeit durch neue Systeme zu reduzieren versuchte. Zudem führte die Einführung des klassizistischen Architekturstils in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, der mit einer bis dahin nicht üblichen flachen Dachneigung einherging, zu der Verwendung anderer Konstruktionsarten wie etwa dem Pfettendach. Als Vorsatz für alle neuen Systeme galt, möglichst Holz und Arbeitszeit einzusparen und die Brandgefahr einzudämmen.

Die vorliegende Arbeit basiert auf intensiven Analysen verschiedener existierender Dachwerke sowie der Untersuchung zeitgenössischer Publikationen. Während in den vorausgegangenen Jahrhunderten der Wissenstransfer traditionell generationsübergreifend stattfand, spielten nun bei der Entstehung neuer Systeme zunehmend der rapide Anstieg nationaler und internationaler Fachliteratur und die nahezu obligatorischen Studienreisen angehender Konstrukteure eine Rolle.

Die typologische Einteilung der im 19. Jahrhundert häufig vorkommenden Dachwerkssysteme schafft die Möglichkeit einer Bewertung des konstruktionsgeschichtlichen Erbes hinsichtlich der hölzernen Dachtragwerke dieser Zeitstellung. Besondere Konstruktionstypen wie das Bohlenbogendach oder die zunehmende Verwendung von Eisen innerhalb der Holzkonstruktionen sind gesondert herausgearbeitet. Ferner beinhaltet diese Arbeit einen umfassenden Katalog, in dem alle untersuchten Objekte durch Zeichnungen, Fotos und Beschreibungen dargestellt sind.

## TEIL 1

<b>I. Einleitung</b>	
- Relevanz und Zielsetzung	3
- Stand der Forschung	5
- Methodik und Aufbau	6
- Anmerkung zur verwendeten Terminologie	9
<b>II. Verbindungselemente/ Terminologie</b>	10
<b>III. Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert</b>	
- Der liegende Stuhl in der Literatur	25
- Allgemeine Beispiele	
- Frühe Beispiele des Münchner Architekten Carl von Fischer	27
- Untersuchte Beispiele	
- Die Stallungen des Marstalls des fürstlichen Schlosses St. Emmeram in Regensburg	29
- Die evangelische Kirche St. Michaelis in Hof	30
- Der Getreidestadel in Weyhern	31
- Die katholische Pfarr- und Universitätskirche St. Ludwig in München	31
- Die katholische Pfarrkirche Maria Hilf in der Au in München	33
- Die katholische Pfarrkirche St. Maximilian in Grabenstätt	34
- Der Thronsaal des Schlosses Neuschwanstein	36
- Der Konflikt zwischen Zimmerer und Planer am Beispiel von Friedrich Weinbrenner	37
- Zusammenfassung	39
<b>IV. Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert</b>	
- Historischer Kontext	40
- Die Renaissance des stehenden Stuhls in der anfänglichen Literatur des 19. Jahrhunderts	40
- Veränderungsgeschichte des stehenden Stuhls am Beispiel ausgeführter Dachwerke von Friedrich Weinbrenner	44
- Die Auskreuzungen und die dreiecksbildenden Knotenpunkte innerhalb der stehenden Stühle	50
- Die Auskreuzung in stehenden Stühlen unter Berücksichtigung internationaler Einflüsse	52
- Untersuchte Beispiele	54

- Die katholische Pfarrkirche St. Johannes der Täufer in Jetzendorf	54
- Die Stadtpfarrkirche St. Michael in Eltmann	55
- Zusammenfassung	56
<b>V. Pfetten auf Hängewerksbindern in Sparren- oder Kehlbalkendächern</b>	
- Das „Pfettensparrendach“ am Beispiel früherer Entwürfe Münchner Architekten	57
- Untersuchte Beispiele	63
- Die katholische Pfarrkirche St. Ägidius in Bergen im Chiemgau	63
- Die katholische Stadtpfarrkirche Mariä Himmelfahrt in Weißenhorn	64
<b>VI. Pfetten auf senkrechten Trägern</b>	
- Frühe Beispiele	66
- Internationaler Kontext	69
- Untersuchte Beispiele	71
- Die Saline in Bad Reichenhall	71
- Die Niederreserve in Klaushäusl	73
- Die Puddlingsfrischhütte der Maxhütte in Bergen im Chiemgau	74
- Verwendung in Gebäuden der Eisenbahn	74
- Die Pfarrkirche St. Johann-Baptist in München Haidhausen	79
- Die Pfarrkirche Maria Himmelfahrt in Partenkirchen	80
- Zusammenfassung	81
<b>VII. Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems</b>	
- Besondere Knotensysteme des 19. Jahrhunderts	83
- Das Moller'sche Knotensystem	83
- Historischer Kontext	93
- Untersuchte Beispiele	105
- Reithalle in Aarau im Vergleich zur Butzbacher Reithalle	105
- Dachwerke in Baden-Baden	106
- Der Mannheimer Lokschruppen	107
- Untersuchte Beispiele in Süddeutschland	108

## **VIII. Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert**

- Grundzüge des italienischen Pfettendachs	113
- Das italienische Dach in der deutschen Literatur vor 1800	116
- Das italienische Dach – Literatur nach 1800	122
- Import des italienisch-französischen Pfettendachs	122
<b>VIII.I Entwürfe italienischer Dachwerke in Bayern vor 1800</b>	
- Das Dachwerk der „Loggia“ am Perlachplatz in Augsburg (Planzeichnung 1607) von Elias Holl	131
- Die Theatinerkirche St. Kajetan in München von Agostino Barelli	133
- Italienische Dachwerke in Bayern nach 1800	134
- Der Entwurf zur Wiener Oper von Carl von Fischer	135
- Bauwerke von Leo von Klenze nach Art des italienischen Pfettendachs	136
- Theaterdächer	137
- Kirchendachwerke-geschlossen	141
- Kirchendachwerke-offen sichtbar	150
- Scheinbare, offen sichtbare italienische Dachwerke	152
- Bahnhofsgebäude	153
- Sonstige profane Gebäude	157
- Zusammenfassung	159

## **IX. Das Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts**

- Allgemeine Verwendung von Holzbögen im Brückenbau	161
- Sonstige Verwendung von Bohlenbögen außerhalb eines Dachwerks	161
- Historischer Kontext	162
- Zukunft des Bohlendachs	181
- Das Bohlendach in Bayern	182
- Der Entwurf zur ersten Einsteighalle des Münchner Hauptbahnhofes (1847) von Friedrich Bürklein	183
- Untersuchte Beispiele	185
- Schloss Neuburg an der Donau	185
- Die Schleusenhäuser am ehemaligen Ludwigskanal	187
- Die Hochreserve in Klauhäusl bei Grassau	189
- Die Kuppel der Stadtpfarrkirche St. Lorenz in Kempten	190
- Die Kuppel der Pfarrkirche St. Lukas in München	192

<b>X.</b>	<b>Die Längsaussteifung süddeutscher Dachwerke des 19. Jahrhunderts</b>	
-	Historischer Kontext	193
-	Längsaussteifung im 19. Jahrhundert	193
<b>XI.</b>	<b>Besondere Fallbeispiele</b>	
-	Holzeisenkonstruktionen am Beispiel der Reithalle in Aarau	199
-	Eisenschuhe am Beispiel der Einsteighalle des alten Bahnhofs in Hof (1849-1850)	214
-	Spannschloss am Beispiel der Ludwigskirche in München	230
-	Nachjustierbare Eisen sowie eiserne Hängesäulen am Beispiel des Marstalls in Regensburg	241
<b>XII.</b>	<b>Abbundsysteme des 19. Jahrhunderts</b>	
-	Untersuchte Abbundsysteme	254
<b>XIII.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	259
<b>XIV.</b>	<b>Ausblick</b>	262
<b>XV.</b>	<b>Quellen- und Literaturverzeichnis</b>	263

TEIL 2

**Katalog**

### Danksagung

Mit dem Projekteinstieg 2010 war noch nicht abzusehen, wie umfangreich, vielfältig und gleichzeitig interessant das Thema der hölzernen Dachwerke des 19. Jahrhunderts sein wird. Ich wurde bei jeder Phase meiner Arbeit von unterschiedlichen Seiten unterstützt, denen an dieser Stelle mein Dank ausgesprochen wird:

Univ.-Prof. Dr.Ing. Stefan M. Holzer (UniBw München) gilt mein größter Dank; vielen Dank für die Vergabe des Themas, die Möglichkeit der Bearbeitung an der Universität der Bundeswehr München und vielen Dank für die Betreuung meiner Arbeit. Herr Holzer stand mir während der gesamten Zeit mit wertvollen Anregungen und Ratschlägen zur Seite. Er unterstützte mich tatkräftig bei etlichen Begehungen der Dachwerke, schenkte mir Vertrauen wie Motivation und stellte mir seine umfangreiche Bibliothek zeitgenössischer Fachliteratur zur Verfügung. Auch ermöglichte er mir die Teilnahme an zahlreichen Dienstreisen im In- und Ausland, im Rahmen derer ich einen umfangreichen Einblick in die Bautechnikgeschichte außerhalb meiner unmittelbaren Umgebung erlangen konnte.

Weiterer Dank gilt meinem Korreferent Prof. Dr.-Ing. Manfred Schuller (TU München) für die Übernahme der Zweitkorrektur.

Ein herzlicher Dank gilt auch meinen Kollegen/innen an der Universität, die nicht nur für ein angenehmes Arbeitsklima sorgten, sondern wiederholt bei angespannten Arbeitsphasen ein offenes Ohr für mich hatten. An dieser Stelle möchte ich Dr. Clemens Voigts besonders für die zur Verfügungstellung seiner bisherigen themenrelevanten Forschungen und Zeichnungen danken.

Ferner möchte ich meinen Dank gegenüber der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die finanzielle Förderung des Projekts zum Ausdruck bringen. Dankbar bin ich zudem den zahlreichen Mitarbeiter/innen der Institutionen sowie den Privatleuten, die mir den Zugang zu den Objekten gewährten bzw. ermöglichten und dabei fortwährend Geduld für den hohen Zeitaufwand aufbrachten. Insbesondere danke ich Karl Schnieringer und Thomas Aumüller (BLfD München und Regensburg); das von ihnen bereitgestellte Material aus ihrem eigenen Bestand war von großem Nutzen.

Ein besonderer Dank gilt Helga Wünnemann sowie Katrin Vogt, die geduldig und mit viel Mühe das Lektorat für diese Arbeit übernommen haben. Abschließend möchte ich meiner gesamten Familie danken, die mich den ganzen Weg geduldig begleitete; hier gilt mein ausdrücklicher Dank meinem Mann für die andauernde Unterstützung, das stete Vertrauen in meine Arbeit sowie den positiven und aufbauenden Zuspruch.

## **1) Einleitung**

In den letzten Jahrzehnten intensivierte sich die Beschäftigung mit der Architekturgeschichte des 19. Jahrhunderts. Gegenüber der bereits gut erschlossenen Geschichte der Architektur und einzelner Werkstoffe wie Eisen wurde dabei bisher die Auseinandersetzung mit dem Holzbau nur hintergründig behandelt. Der zuvor weitverbreitete Barockstil endete mit dem Beginn der Industrialisierung – eine weitreichende Entwicklung, die in Deutschland gleichsam das Bauen erfasste und veränderte. Über typische Holzkonstruktionen, die Entwicklungsgeschichte des Holzbaus im 19. Jahrhundert und den noch vorhandenen Bestand hölzerner Dachtragwerke dieser Zeit ist allerdings kaum etwas bekannt. Die Bauaufgaben des 19. Jahrhundert boten ein breites Repertoire an Gebäudetypen –vom Theaterbau bis zur stützenfreien Bahnhofshalle, von den Kirchendachwerken bis hin zu Industrieanlagen –, die oftmals nach einer neuen technischen Herangehensweise verlangten. Die zahlreichen historistischen Gebäude in der Residenzstadt München des 1806 geschaffenen Königreichs Bayerns brachten neue architektonische Formen wie etwa eine flache Dachneigung oder sichtbare Dachwerke hervor, die eine Adaption klassischer Konstruktionen oftmals erschwerten. Es entstanden zahlreiche bautechnische Publikationen, die von einer wachsenden Innovations- und Experimentierfreude zeugen und die Baupraxis maßgeblich beeinflussten. Nicht zuletzt zu Zwecken der Eigenwerbung publizierten die Architekten zahlreiche ihrer Konstruktionen selbst. Zu einer Verbreitung verschiedener Konstruktionen trug auch die 1808 durch König Maximilian I. von Bayern (1756–1825) als „Königliche Akademie der Bildenden Künste“, die heutige Akademie der Bildenden Künste, in der Akademiestraße bei. Diese Kunsthochschule sollte zahlreiche namhafte Architekten wie zum Beispiel Friedrich von Gärtner (1791–1847) oder Rudolph Gottgetreu (1821–1890) hervorbringen. Insgesamt ist dabei eindeutig zwischen den in der technischen Fachliteratur publizierten Konstruktionen und dem real ausgeführten Bestand zu unterscheiden. Diese Veröffentlichungen trugen zwar zur Findung neuer Konstruktionen bei, in der Praxis aber war die Umsetzung oftmals noch stark den regionalen Traditionen verhaftet. Während sich die Architekten im badischen und preußischen Raum früh den innovativen Entwicklungen öffneten, blieb man in Bayern lange der traditionellen Zimmermannskunst verbunden. Somit ergaben sich deutschlandweit unterschiedliche Entwicklungsstränge, die den Blick in die Regionen außerhalb Bayerns zur Kontexterschließung der verschiedenen Konstruktionsarten absolut notwendig machen.

Gerade die Mischung aus nationaler und internationaler Prägung sowie die Verwendung althergebrachter und moderner sowie innovativer Ideen bei gleichzeitig hohem Bauaufkommen prägten die Epoche des 19. Jahrhunderts entscheidend und machen ihre Erzeugnisse überaus vielfältig und bedeutend.

Die vorliegende Arbeit behandelt diese Themen ausführlich, gibt einen Überblick über die in Bayern üblichen Konstruktionsformen und nimmt einen Abgleich mit der zeitgenössischen Fachliteratur vor.

### Relevanz und Zielsetzung

Die Grundlage für diese Arbeit bilden zahlreiche erhaltene Dachwerke des 19. Jahrhunderts, die vor Ort untersucht und detailliert dokumentiert wurden. Der daraus resultierende Katalog soll in dem noch unbearbeiteten Feld der realen Holzkonstruktionen dieser Zeit ein absolutes Novum bilden. Ziel war eine möglichst umfangreiche Anzahl verschiedener Objekte zu besichtigen, um bei der Einordnung der hölzernen Dachwerke des 19. Jahrhunderts auf ein breites Spektrum von Konstruktionsarten zurückgreifen zu können. Diese Grundlage wurde durch die Auswertung veröffentlichter Planzeichnungen der Architekten der Zeit sowie durch die Sichtung von umfangreichem Planmaterial verschiedener Archive erweitert. Ergebnis der Arbeit soll demnach eine Grundsteinlegung für zukünftige Auseinandersetzungen mit dem umfangreichen Gebiet des Holzbaus des 19. Jahrhunderts sein.

Der Schwerpunkt liegt bei Holzkonstruktionen, die zwischen den traditionellen barocken Konstruktionen und den in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunehmend einsetzenden Ingenieursleistungen anzusiedeln sind. Somit wurden Fachwerkträger sowie reine Eisenkonstruktionen bei der Untersuchung außenvorgelassen. Zur Vervollständigung des Bildes der Dachwerke dieser Zeit fand ein Abgleich der Systeme mit der wichtigsten Fachliteratur statt und wurde der Bezug zum internationalen Kontext hergestellt. Der Zusammenhang verschiedener Konstruktionsarten wurde zusätzlich erweitert, indem einzelne Objekte außerhalb der Grenzen Bayerns Untersuchungsgegenstand waren.

Der Holzbau spielte bis mindestens 1870 eine herausragende Rolle in der Architektur und ist dennoch in der Forschung bisher völlig vernachlässigt worden. Im Zuge der Arbeit konnte festgestellt werden, dass die Anerkennung des Dachwerks als ein wichtiges Zeugnis dieser Epoche dringend erforderlich ist und vorangetrieben werden muss. Gerade, weil von der Vielzahl der im 19. Jahrhundert entstandenen, weit gespannten Brücken – die den meisten Fachkundigen nicht unbekannt sind – heute nur noch die beiden Howeschen Balkenbrücken bei Kempten und Neuhaus/Inn (Mittich) erhalten sind, bieten die dagegen umfangreich überkommenen Dachwerke der Zeit den einzigen noch verbliebenen Einblick in die ablesbare Technikgeschichte des 19. Jahrhunderts.

Mit den in der jüngeren Zeit zunehmend durchgeführten Inspektionen von Dachwerken mit nachfolgenden Reparaturen und Ertüchtigungen an den historischen Holzkonstruktionen sehen sich viele Bauherren sowie Ingenieure und Architekten einem Baubestand konfrontiert, den sie weder

fachgerecht kennen noch einschätzen können. Um dem Abriss sowie einer umgangssprachlichen und bedauerlicherweise häufig vorkommenden „Kaputtsanierung“ entgegenzuwirken, wird mit der Arbeit die Bedeutung dieser Konstruktionen hervorgehoben und ein Überblick über typische und erhaltenswerte Systeme geboten. Hierfür wurden im Vorfeld bereits zahlreiche Artikel in Fachzeitschriften – fußend auf Inhalten der Arbeit – verfasst sowie eine durch die Arbeitsgruppe der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der Universität der Bundeswehr organisierte Begehung Münchner Dachwerke durchgeführt.

## Stand der Forschung

Zum Zeitpunkt der Antragstellung, 2010 bei der DFG durch Prof. Holzer, stellte das Thema hölzerne Dachtragwerke des 19. Jahrhunderts hinsichtlich der real gebauten und noch vorhandenen Konstruktionen dieser Zeit absolutes Neuland dar.

Eine Vielzahl der bisher erschienenen Literatur beschäftigt sich mit den Dachwerken vor 1800: So stellt die von Herrn Holzer gemeinsam mit Herrn Dr. Köck 2008<sup>1</sup> herausgegebene Arbeit über Barockdachwerke eine wichtige Grundlage für diese Arbeit dar. Das jüngst erschienene Werk Holzers über das Tragverhalten historischer Dachkonstruktionen von 2015<sup>2</sup> enthält zudem einen kleinen Beitrag zu Konstruktionen des 19. Jahrhunderts, wobei das Augenmerk weniger in der vollständigen Darstellung der Konstruktionsarten, sondern vielmehr auf dem Tragverhalten unterschiedlicher Systeme und deren Berechnungsmethoden gelegt wurde.

Die Arbeit von Rüschi aus dem Jahre 1997<sup>3</sup> bietet eine allgemeine typologische und inventarisatorische Darstellung zu Bohlendächern in Brandenburg und Berlin. Diese Konstruktionsart stellt aber nur einen kleinen Teilbereich der im 19. Jahrhundert verwendeten Systeme dar und wurde in Bayern selten angewendet.<sup>4</sup>In der 2008<sup>5</sup> erschienen Auseinandersetzung Klaus Erlers mit der Bauweise der Bogenbohlendächer werden die Bohlendächer des 19. Jahrhunderts lediglich mit einem kurzen Beitrag aufgenommen. Die Dissertationen von Meschke<sup>6</sup>, Seraphin<sup>7</sup> und Brockstedt<sup>8</sup> befassen sich hauptsächlich mit dem frühen Ingenieurbau innovativer Tragwerkskonstruktionen. Die Autoren arbeiten mit einem breiten Spektrum verschiedener Bautypen, die vielfach in der zeitgenössischen Literatur publiziert wurden. Diese veröffentlichten Konstruktionen stellen jedoch nur einen kleinen Bereich innerhalb des in der Praxis umgesetzten Baubestands dar und bieten keinen, nach Regionen differenzierten Überblick über die erhaltenen Systeme. Zudem ist die Mehrheit der verwirklichten Dachwerke, zumindest in Bayern, durch handwerkliche

---

<sup>1</sup> Stefan M. Holzer, Bernd Köck: Meisterwerke barocker Bautechnik. Kuppeln, Gewölbe und Kirchendachwerke in Südbayern, Regensburg 2008.

<sup>2</sup> Stefan M. Holzer: Statische Beurteilung Historischer Tragwerke, Bd. 2 Holzkonstruktionen, Berlin 2015.

<sup>3</sup> Eckhart Rüschi: Baukonstruktion zwischen Innovation und Scheitern: Verona, Langhans, Gilly und die Bohlendächer um 1800. Petersberg 1997.

<sup>4</sup> Als Beispiel für die Anwendung von Bohlendächern in Bayern sind Dachwerke in Klaushäusel, Neuburg a.d. Donau und Beilngries.

<sup>5</sup> Klaus Erler: Bogenbohlendächer: Geschichte - Konstruktion - Beispiele aus Mitteldeutschland, Stuttgart 2008.

<sup>6</sup> Hans-Jürgen Meschke: Baukunst und Technik der hölzernen Wölbkonstruktionen – Vom Bogentragwerk zum Stabnetzwerk. Dissertation an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Fakultät für Architektur, 1989.

<sup>7</sup> Mathias Seraphin: Zur Entstehung des Ingenieurholzbaus, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Tragwerksplanung Band 2, Technische Universität München, Aachen 2003.

<sup>8</sup> Emil Brockstedt: Die Entwicklung des Ingenieurholzbaus am Beispiel der hölzernen Brücken im Zeitraum von 1800 – 1940, Darmstadt 1993.

Zimmermannsarbeit gekennzeichnet, weshalb die in den Dissertationen betrachteten innovativen Ideen nur in Teilen oder bei speziellen Verbindungsmethoden für diese Arbeit von Bedeutung sind. Auch die bei Brockstedt ausführlich dargestellten hölzernen Brückenkonstruktionen bieten keinen ausreichenden Überblick über den Holzbau des 19. Jahrhunderts – vor allem vor dem Hintergrund, dass sie heute größtenteils nicht mehr erhalten sind und der Brückenbau überdies aufgrund der abweichenden Bauaufgabe nur partiell einen Anteil an der Entwicklung von hölzernen Dachwerken hatte. Die Dissertation von Sender-Rieger von 1989<sup>9</sup> gibt einen Überblick über die Bahnhöfe der Ludwig-Süd-Nord-Bahn in der Zeit von 1841 bis 1853 sowie zur Geschichte des bayerischen Staatsbahnwesens im 19. Jahrhundert. Die Arbeit ist jedoch nicht technikgeschichtlich orientiert und befasst sich dementsprechend nicht mit den angewandten Konstruktionen.

### Methodik und Aufbau

Um einen Überblick über die für die Untersuchung in Frage kommenden Dachwerke zu bekommen, wurden neben der vorhandenen Inventarisationsliteratur – wie etwa den einschlägigen bayerischen Denkmaltopographien<sup>10</sup> oder den sogenannten Dehio Handbüchern<sup>11</sup> – ebenso Arbeiten über Gebäude und Architekten des 19. Jahrhunderts von Prof. Nerdinger sowie die zeitgenössische Fachliteratur hinsichtlich möglicher Untersuchungsobjekte analysiert. Anhand der daraus entstandenen Liste wurden mögliche Objekte, respektive deren Dachwerke, hinsichtlich ihres Erhaltungszustands und ihrer Begehrbarkeit überprüft. Herausgestellt haben sich dabei hauptsächlich Kirchendachwerke, die sich aufgrund ihrer beständigen Funktion und Nutzung häufig unverändert erhalten haben. Überkommene Holzkonstruktionen in Bahnhofshallen oder Industriebauten gehören dagegen zu den Seltenheiten.

Bei der Besichtigung der Dachwerke sind anhand von Hand- und Tachymetermessungen sowohl der Quer- als auch der Längsschnitt sowie alle Verbindungsdetails genau dokumentiert worden. Gleichzeitig erfolgte eine fotografische Erfassung der Dachwerke. Darüber hinaus wurden alle Befunde wie Inschriften, Abbundzeichen, Bearbeitungs- und Transportspuren festgehalten. Wenn die Datierung unklar war, sind Bohrungen zur dendrochronologischen Untersuchung entnommen und

---

<sup>9</sup> Sendner-Rieger, Beatrice: Die Bahnhöfe der Ludwig-Süd-Nord-Bahn: 1841—1853, Bern 1989.

<sup>10</sup> Hrsg. Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, München: Denkmäler in Bayern. Denkmaltopographie der Bundesrepublik Deutschland: Ensembles - Baudenkmäler - Archäologische Denkmäler; Landeshauptstadt München Südwest, Landeshauptstadt München Mitte, Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Stadt Ingolstadt, Landkreis Fürstentumbruck, Stadt und Landkreis Landsberg am Lech, Landkreis München, Landkreis Pfaffenhofen a. d. Ilm, Landkreis Starnberg, Landkreis Traunstein, Landkreis Weilheim-Schongau, Stadt Landshut, Kreisfreie Stadt Passau, Stadt Augsburg, Stadt Kempten, Landkreis Aichach-Friedberg.

<sup>11</sup> Bayern I: Franken, Bayern II: Niederbayern, Bayern III: Schwaben, Bayern IV: München und Oberbayern, Bayern V: Regensburg und die Oberpfalz.

dem Jahrringlabor Hoffmann in Nürtingen sowie dem Jahrringlabor Gschwindt in Planegg zur Auswertung übergeben worden.

Neben der Objektuntersuchung vor Ort war die Sichtung und Auswertung von Planmaterial verschiedener Archive Bestandteil der Arbeit. Das Archivmaterial diente dabei der Systematisierung der Konstruktionsarten und der Beschreibung einzelner Objekte. Die bauzeitliche Fachliteratur ist hinsichtlich der real vorgefundenen Systeme analysiert worden, um deren Entstehungsgeschichte zu ergründen sowie um einen historischen Kontext zu bestimmten Dachwerksarten herstellen zu können. Die verwendete Fachliteratur stand aus der umfangreichen privaten Bibliothek von Prof. Holzner sowie aus zahlreichen digitalen Datenbanken verschiedener Bibliotheken zur Verfügung.

Den Einstieg der Arbeit bilden die gängigen Verbindungsarten im Zimmererhandwerk sowie deren Niederschlag und Terminologie in der Fachliteratur des 19. Jahrhunderts. Die Terminologie orientiert sich in der Folge an den zeitgenössisch üblichen Begrifflichkeiten. Neben den zimmererhandwerklichen Verbindungen sind kurz die üblichen Verbindungen mit Eisenelementen und deren Vorkommen skizziert. Es handelt sich hierbei lediglich um eine grobe Übersicht, die keinesfalls einen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Die einzelnen Knotenpunkte erscheinen im Katalogteil oder sind in den einzelnen Kapiteln, insbesondere in dem Abschnitt der besonderen Fallbeispiele detailliert beschrieben und dargestellt.

Anschließend folgt eine anhand der vorgefundenen Dachwerke generierte Beschreibung der Konstruktionsarten. Jedes System ist in dem jeweiligen Kapitel vorerst deskriptiv wiedergegeben, um einen Eindruck von der grundsätzlichen Konstruktion zu bekommen.

Im weiteren Verlauf folgt eine Auseinandersetzung mit dem historischen Hintergrund. Hierzu zählen das Vorkommen des jeweiligen Systems innerhalb der Dachwerklandschaft in Deutschland, respektive in Bayern vor 1800, und analog dazu die Beschreibung und Interpretation der zeitgenössischen sowie älteren historischen Fachliteratur hinsichtlich der jeweils beschriebenen Konstruktionsart. Neben der deutschen Literatur sind ebenfalls internationale Fachbücher zur Kenntnis genommen, um einen möglichen Transfer ausländischer Systeme oder Details nach Deutschland feststellen zu können. Da dem italienischen Pfettendach im 19. Jahrhundert eine besondere Rolle zukam, ist dessen historischer Kontext besonders ausführlicher zu betrachten.

In allen Kapiteln sind, der Konstruktionsart entsprechend, untersuchte Dachwerksbeispiele angehängt, die das Vorkommen am realen Objekt belegen. Zu jedem Objekt ist zunächst nur eine kurze, dem Kontext entsprechende Beschreibung beigefügt. Die detaillierte Beschreibung des jeweiligen Dachwerks ist dem Katalogteil in dieser Arbeit zu entnehmen. Teilweise sind den Kapiteln

thematisch passende Exkurse hinzugefügt, deren Erwähnung keines eigenen Kapitels bedürfen, die aber dennoch für das Ergebnis der Arbeit wichtig sind.

Im Anschluss an die Erläuterung der Konstruktionsarten sind die verschiedenen, vorgefundenen Möglichkeiten der Längsaussteifung beschrieben. Da jene stark an älteren zimmerhandwerklichen Systemen orientiert waren, ist eine kurze Darstellung der längsaussteifenden Elemente vorhergehender Jahrhunderte vorangestellt. Danach erfolgt eine kurze Beschreibung der Längsebenen ausgewählter Objekte, die für diese Arbeit untersucht wurden.

Im Anschluss sind vier besondere Fallbeispiele vorgestellt. Diese sind alle Holzkonstruktionen mit besonderen Verbindungsmethoden oder Ergänzungen in Eisen zuzuordnen. In erster Linie erfolgt die Beschreibung der Konstruktion sowie der jeweiligen Besonderheit rein deskriptiv in Verbindung mit passenden Detailzeichnungen, die teilweise isometrisch im Ganzen oder als Explosionszeichnung dargestellt sind. Darauf sind die besonderen Details mit weiteren Beispielen sowie der zeitgenössischen Fachliteratur in Kontext zueinander gesetzt und die Ursache für deren Verwendung beschrieben.

Am Schluss des ersten Teils dieser Arbeit sind die in den untersuchten Dachwerken vorgefundenen Abbundsysteme sowie die verwendeten Abbundmarken dargestellt. Eine Liste gibt Auskunft darüber, wie häufig unterschiedliche Abbundmarken in den jeweiligen Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts in der Querbundebene und der Längsbundebene angewandt wurden. Eine Darstellung der Abbundzeichen sowie deren Zuordnung innerhalb eines Dachwerks sind dem jeweiligen Katalogbeitrag dieser Arbeit zu entnehmen.

Nach der Beschreibung der Abbundsysteme folgen eine Zusammenfassung der gesamten Arbeit sowie ein Ausblick für die mögliche Weiterbearbeitung der Thematik.

Der zweite Teil dieser Arbeit setzt sich aus der Dokumentation der für diese Arbeit untersuchten Objekte zusammen; die Reihenfolge erfolgt dabei chronologisch. Wenn innerhalb eines Gebäudes zwei Dachwerke unterschiedlicher Zeitstellung auftreten, ist das jüngere Dach maßgeblich für die Anordnung innerhalb des Katalogs.

Jedes Dachwerk ist in einem eigenen Beitrag detailliert beschrieben. Die erste Seite eines jeden Beitrags gibt einen groben Überblick über die wichtigsten Eckdaten und enthält zur allgemeinen Anschaulichkeit ein Foto der Außenansicht des Objektes. Weiter sind die aus dem Aufmaß generierten Zeichnungen dargestellt. Hierbei handelt es sich in der Regel um den Quer- und den Längsschnitt. Bei einigen Beispielen sind bestimmte Knotenpunkte zusätzlich isometrisch erfasst,

wobei die Mehrheit der Zeichnungen selbstständig erstellt wurde<sup>12</sup>. Die der Arbeit durch dritte zur Verfügung gestellten Zeichnungen sind entsprechend gekennzeichnet. Wenn vorhanden, sind den Bestandszeichnungen historische Zeichnungen der jeweiligen Architekten oder aus der Fachliteratur sowie aus Fachzeitschriften hinzugefügt. Im Anschluss erfolgt eine rein deskriptive Beschreibung des Dachwerks. Teilweise, soweit sinnvoll, schließt ein historischer Exkurs zu bestimmten Details an. Des Weiteren sind bei jedem Dachwerk alle gefundenen Befunde beschrieben. Dazu zählen das verwendete Holz, Bearbeitungspuren, Transportspuren, Inschriften, andere Kennzeichnungen oder weitere wichtige Beobachtungen. In diesem Bereich sind auch Erkenntnisse, die in Archiven bezüglich des jeweiligen Dachs entstanden sind, dokumentiert. Zum Schluss des schriftlichen Teils wird das Abbundsystem mit einer Grundrisskizze beschrieben und ein Beispiel eines Abbundzeichens anhand eines Fotos wiedergegeben. An welchen Bauteilen eines Binders die Abbundzeichen angebracht sind, ist den Quer- oder Längsschnittzeichnungen zu entnehmen. Danach folgt anhand einer Fotodokumentation eine Beschreibung des Dachwerks. Dabei veranschaulicht zunächst ein Blick in den Innenraum des jeweiligen Objektes einen ersten Eindruck. Wenn möglich ist nachstehend eine Gesamtaufnahme des Dachwerks dargestellt. Anschließend sind die einzelnen Knotenpunkte abgelichtet. Wenn notwendig, ist das abgebildete Detail in der Quer- oder Längsschnittzeichnung auf der jeweiligen Seite zur Verortung zusätzlich markiert. Die Herkunft Fotos Dritter, ist zu Beginn der Fotodokumentation entsprechend gekennzeichnet.

#### Anmerkung zur verwendeten Terminologie

Die verwendeten Begriffe in der vorliegenden Arbeit sind insgesamt an der historischen Literatur orientiert. Teilweise ist die Benennung verschiedener Elemente jedoch nicht eindeutig und erfolgt dann deskriptiv oder wird mit einem sinnvoll erscheinenden Begriff versehen. So ist beispielsweise die Einteilung in Pfetten- oder Sparrendach nicht immer eindeutig, denn unter den Dachwerken gibt es Mischformen, die eine Unterscheidung in Pfetten- oder Sparrendach nicht möglich machen. Die historische Literatur des 19. Jahrhunderts spricht bei allen Längshölzern unterhalb der Sparren meist von Pfetten. Der Begriff des Rofens kommt so gut wie gar nicht in der Fachliteratur dieser Zeit vor. Diese historische Begriffsbezeichnung wird hier weitestgehend übernommen. Die Definition des längs oder quer gebundenen Sparrendachs sowie die Verwendung des Begriffs Dachbalken für Längshölzer, wie sie in einer jüngst erschienenen Terminologie beschrieben werden<sup>13</sup>, sind für diese Arbeit nicht geeignet, da sie sich auf die Mischformen teils nicht anwenden lassen und zudem der Arbeit mit der historischen Literatur nicht gerecht würden.

---

<sup>12</sup> Die Erstellung der Aufmaßzeichnungen fand in dem Zeitraum zwischen 2010 und 2015 statt ©Dipl. Ing. (Fh) Anja Säbel M.A.

<sup>13</sup> Eißing/Furrer u.a. 2012, S.94-97.

## 2) Verbindungselemente/ Terminologie

Zu den hauptsächlich verwendeten Verbindungstechniken innerhalb der hölzernen Dachwerke des 19. Jahrhunderts zählen die zimmerhandwerklich ausgeführten Kamm-, Zapfen- und Blattverbindungen sowie der Versatz.

Daneben sind Eisen an bestimmten Knotenpunkten vorzufinden; so beispielsweise an der Aufhängung eines Zerrbalkens und Überzugs wie auch an der Aufhängung der Hängesäule. Außerdem werden im 19. Jahrhundert gehäuft eiserne Schraubbolzen in Verbindung mit quadratischen oder sechskantigen Muttern mit oder ohne Unterlegscheiben verwendet. Jene Verbindungstechniken galt es ebenso im Rahmen der erfolgten Untersuchung verschiedener Dachwerke zu überprüfen. Während ihre Dokumentation im Katalogteil aufgeführt ist, werden anschließend einige besondere Eisenverbindungen anhand von Fallbeispielen gesondert dargestellt und bezüglich ihrer historischen Entwicklung betrachtet:

Die Zimmermannsverbindungen des 19. Jahrhunderts gehen auf eine lange Tradition zurück. Neben den althergebrachten Techniken der Zapfen-, Blatt-, Kamm- oder Versatzverbindungen sind in barocken Dachwerken teils sehr aufwendige Knotenpunkte zu finden. Gerade die Verbindung zwischen einer liegenden Stuhlsäule, dem Rähm und dem Spannriegel bedurfte einer gewissen Erfahrung in zimmerhandwerklichen Techniken. Blattverbindungen wurden teilweise nahezu künstlerisch gestaltet, was sich bis heute an zahlreichen bayerischen Stadeln widerspiegelt. Einzelne Verbindungselemente aus Eisen sind in barocken Dachwerken ebenfalls üblich. So verwendete man beispielsweise Eisenbolzen mit Splinten oder auch u-förmige Eisen zur Aufhängung der Zerrbalken an der Hängesäule. In seltenen Fällen sind bereits im 17. Jahrhundert Schraubbolzen mit Muttern zu finden<sup>1</sup>. Insgesamt aber waren die Knotenpunkte bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts hauptsächlich zimmerhandwerklich geprägt. Mit den barocken Dachwerken erlebte die Zimmerertechnik ihren absoluten Höhepunkt.

Bei der Entwicklung der Dachwerkskonstruktionen des 19. Jahrhunderts konnte man also auf ein reichhaltiges Repertoire an zimmerhandwerklichen Verbindungstechniken zurückgreifen. Techniken, denen eine große Bedeutung beigemessen wurde, wie die zahlreichen Lehrbücher der Epoche zeigen: Etwa Veröffentlichungen wie das Kompendium von Johann Andreas Romberg (1806–68) von 1833 und 1847, die sogenannten preußischen Vorlegeblätter von 1835 oder auch das von Rudolph Wilhelm Gottgetreu (1821–90) 1882 publizierte Lehrbuch widmen den Verbindungsarten umfangreiche Kapitel. Gleichwohl verlieren die kunstvoll gestalteten Verbindungen, wie sie im Barock

---

<sup>1</sup> Beispiel Augsburg, Hl. Kreuz.

oft vorkamen, zunehmend an Bedeutung<sup>2</sup>. Ziel des 19. Jahrhunderts war es vielmehr, einen sinnvollen Knotenpunkt zu erlangen, der seine Funktion erfüllt und gleichzeitig zusätzlichen Arbeitsaufwand vermeidet. Ein Knotenpunkt sollte einfach und kostengünstig herzustellen sowie dauerhaft und fest sein. Die oft große Querschnittsminimierung bei traditionellen Verbindungsarten, wie beispielsweise die Überblattung zweier ganzer Hölzer, wurde zunehmend kritischer betrachtet. So rieten Gustav Anton Breymann (1807–59), Professor der Königl. Polytechnischen Schule in Stuttgart und Heinrich Lang (1824–93), Professor der Königl. Polytechnischen Schule in Karlsruhe, in ihrem gemeinsamen Lehrbuch möglichst zur Vermeidung von Hölzern, die zur Hälfte ausgeschnitten sind.<sup>3</sup> Schon im frühen 19. Jahrhundert schreibt Hoffmann, dass künstliche Holzverbindungen „oft wenig Dauerhaftigkeit haben, und nur Gelegenheit zum Eindringen der Nässe in das vielfach zerschnittene und verlochete Holzwerk geben“.<sup>4</sup> – Kritiken, die sich im Laufe des Jahrhunderts zunehmend häuften. Eine große Rolle hingegen spielte immer mehr das Eisen, das zunehmend standardisiert wurde. Hier handelt es sich hauptsächlich um die Eisenbolzen mit Schraubgewinden, die an den verschiedensten Stellen eines Dachwerks angebracht werden konnten und somit neue Möglichkeiten eröffneten.

Im Folgenden werden zur Übersicht und Festlegung der Terminologie die wichtigsten, in der zeitgenössischen Literatur des 19. Jahrhunderts dargestellten zimmerhandwerklichen Verbindungen dargestellt. Sie gehören zu den standardisiert ausgeführten Verbindungstechniken, wie sie auch in den untersuchten Objekten zu finden sind<sup>5</sup>.

### Der Stoß

Der Stoß dient der Verbindung zweier in gleiche Richtung verlaufender Hölzer, die aneinander angebunden werden sollen. Sie müssen je nach Anordnung im Dachwerk Biege-, Zug- oder Druckbeanspruchungen aufnehmen können. Beispiel hierfür sind vielfach die in Längsrichtung verlaufenden Balken, wie Pfetten, Rähme, Überzüge oder Schwellen. Diese Bauteile können aufgrund der Gebäudelänge oft nicht durchgehend verlaufen und müssen dementsprechend gestoßen werden. Selten wurden sie bei in Querrichtung verlaufenden Hölzern, wie dem Zerrbalken, angebracht. Die nachstehenden, gesamt der zeitgenössischen Literatur des 19. Jahrhunderts

---

<sup>2</sup> Rudolph Gottgetreu: Lehrbuch der Holzbau-Konstruktionen. Zweiter Theil. Die Arbeiten des Zimmermanns(Holz-Konstruktionen), Berlin 1882: S. 38.

<sup>3</sup> Gustav Anton Breymann, Heinrich Lang: Allgemeine Bau-Constructions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen. II. Theil. Construction in Holz, Stuttgart 1870: S. 124.

<sup>4</sup> Johann Gottfried Hoffmann: Die Hauszimmerkunst. Königsberg 1802: S. 206.

<sup>5</sup> Es handelt sich hierbei lediglich um eine allgemeine Übersicht, nicht um die vollständige Darstellung aller in den untersuchten Objekten vorgefundenen Verbindungstechniken.

## 2) Verbindungselemente/ Terminologie

---

entnommenen Zeichnungen stellen die am häufigsten angewandten Verbindungstechniken innerhalb der untersuchten Dachwerke dar:

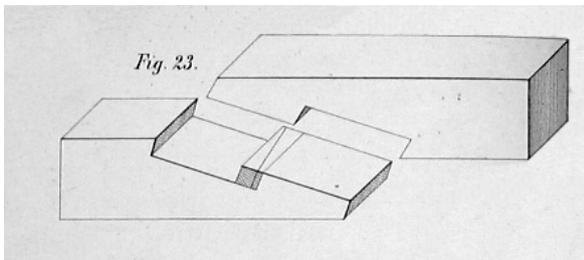


Abb.1: Das schräge Hakenblatt mit oder ohne Keil<sup>6</sup>

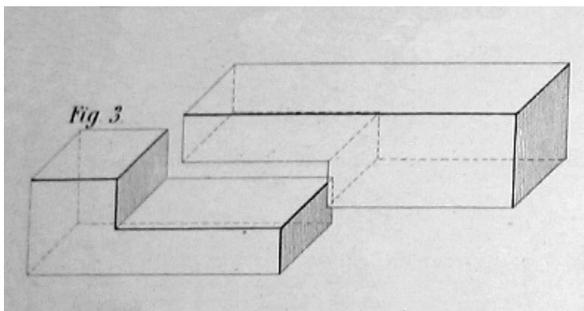


Abb.2: Das gerade Blatt<sup>7</sup>

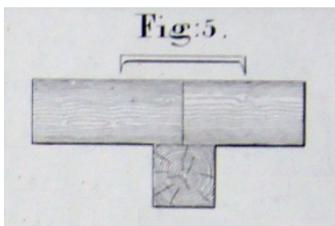


Abb.3: Der stumpfe Stoß<sup>8</sup>

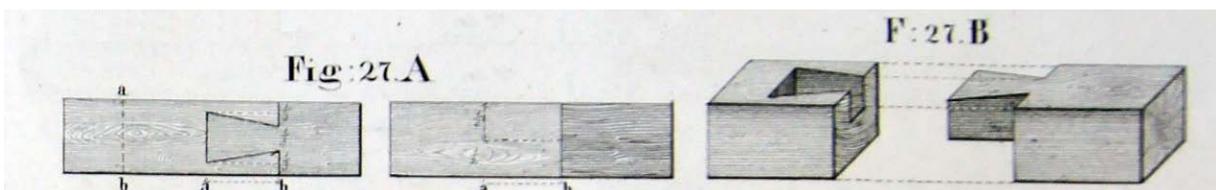


Abb.4: Das schwalbenschwanzförmige Blatt<sup>9</sup>

### Blattverbindungen

Die Blattverbindung dient der Verbindung zweier Hölzer, die in unterschiedlichen Winkeln zueinander angebracht sind. Zu diesem Zweck wird an einem Bauteil ein Blatt ausgearbeitet, das genau in die ausgesommene Blattsasse des anderen Bauteils passt. Anwendungen hierfür sind Kopfbänder, die den rechten Winkel zwischen Ständer und Kehlbalken sichern. Waagrecht sind jene

---

<sup>6</sup> Johann Christoph, Andreas Romberg: Handbuch der Landbaukunst und der landwirtschaftlichen Gewerbe. Zweiter Theil. Leipzig 1853: Tafel 2, Fig.23.

<sup>7</sup> Ebd.: Tafel 1, Fig. 7.

<sup>8</sup> Andreas Romberg: Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen. Zweite um die Hälfte vermehrte Ausgabe, Leipzig 1847: Tafel 3, Fig.5.

<sup>9</sup> Andreas Romberg: Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen, Augsburg 1833: Tab. II, Fig. 27 A,B.

Verblattungen beispielsweise bei der Verbindung von Stichbalken mit einer Schwelle wiederzufinden, die im rechten Winkel zueinander angeordnet sind. Eine andere Möglichkeit ist die Sicherung des rechten Winkels einer Pfette mit dem Kehlbalken durch eine waagerechte, schräge Strebe. Bei senkrechten Ausführungen wird häufig ein Holz Nagel angewandt, um das Herausfallen des Blattes zu verhindern. In der Regel treibt man einen Holz Nagel mit eckigem Querschnitt in ein rundes Loch ein. Bei der Verwendung eines schwalbenschwanzförmigen Blattes kann die Verbindung Zugkräfte aufnehmen; hingegen wird mit einem geraden Blatt der Holz Nagel belastet. Über die Brust oder den Versatz kann Druck übertragen werden, wenn die Hölzer wirklich aneinander liegen.

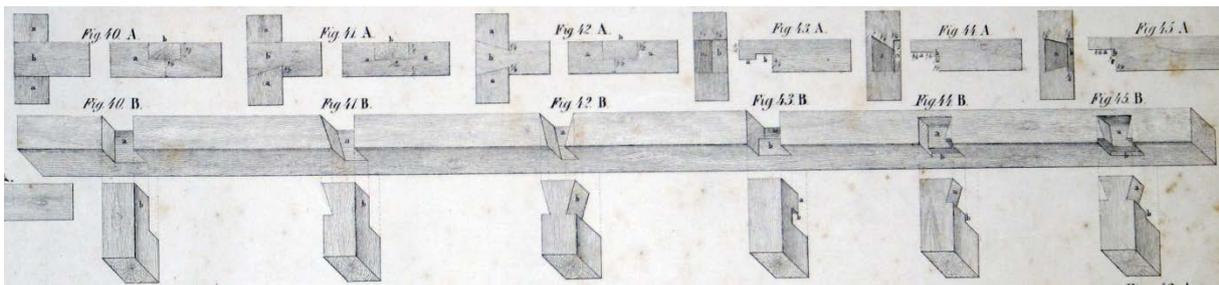


Abb.5: Fig. 40: Überblattung, Fig. 41: Überblattung mit dem halben Schwalbenschwanz, Fig. 42: Überblattung mit dem ganzen Schwalbenschwanz, Fig. 43: Überblattung mit dem Haken, Fig. 44: Überblattung mit dem halben Schwalbenschwanz und Brüstung, Fig. 45: Überblattung mit dem ganzen Schwalbenschwanz und Brüstung <sup>10</sup>

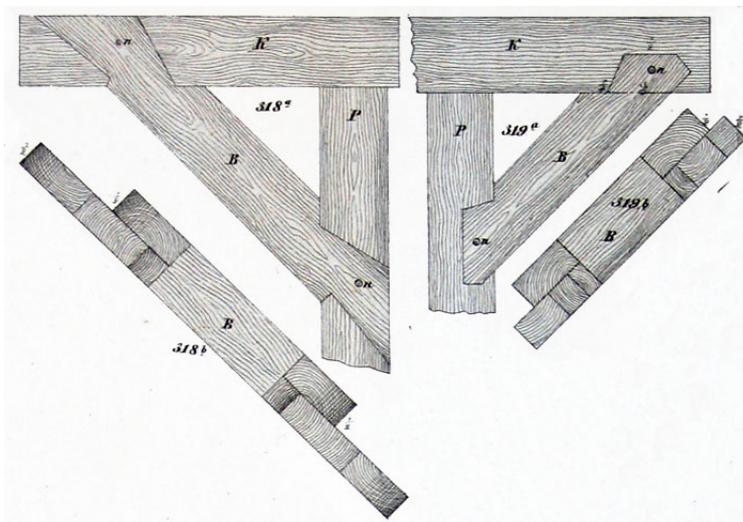


Abb.6: Fig. 318<sup>11</sup>: Angeblattetes Kopfband, wenn es durch die ganze Breite des Holzes geht; Fig. 319<sup>12</sup>: Angeblattetes Kopfband

<sup>10</sup> Romberg 1847: Taf. 4, Fig. 40 A–45 A und 40 B–45 B.

<sup>11</sup> Ludwig Friedrich Wolfram: Lehre von den Zimmer-Bauwerken der Hochgebäude, Stuttgart 1844: Tafel 12, Fig. 318.

<sup>12</sup> Ebd.: Tafel 12, Fig. 319.

### Kammverbindungen

Die Kammverbindung wird meist zur Verbindung von zwei übereinander verlaufenden Hölzern verwendet, die im rechten Winkel zueinander verlaufen. Das häufigste Beispiel ist die Anbringung einer Schwelle auf dem Zerrbalken oder die Verbindung von Zerrbalken zu der darunter liegenden Mauerlatte. Dafür werden beide Hölzer in ihrem Verbindungspunkt ein wenig –meist etwa drei Zentimeter– ausgenommen, so dass sie genau ineinanderpassen. Die häufigste Ausführung ist die einfache Überkämmung, die Überkämmung mit Seitenkamm, der Kreuzkamm oder der Mittelkamm. Die Überkämmung wird ferner bei der Anbringung eines waagerechten Bauteils an ein Senkrechtes verwendet. Das typische Beispiel ist die im 19. Jahrhundert oft verwendete Zange: Zwei waagerechte Hölzer umfassen einen Ständer, wobei beide Hölzer im Verbindungspunkt passgenau einige Zentimeter ausgenommen werden. In den meisten Fällen wird diese Kammverbindung durch eiserne Schraubbolzen zusätzlich gesichert.

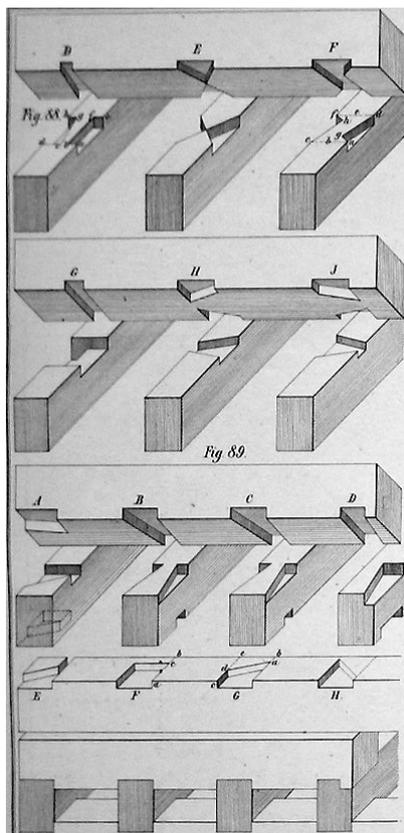


Abb.7: Kammverbindungen<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Wedeke, Romberg: Taf. 7, Fig. 88, 89.

### Zapfen-und Versatzverbindungen

Eine Zapfenverbindung dient der Lagesicherung von zwei verbundenen Balken. Der Zapfen wird zur Verbindung eines senkrechten Bauteils mit einem waagerechten verwendet. Ein Beispiel ist die Verbindung eines senkrechten Ständers mit dem Rähm; auf der Oberkante des Ständers ist ein Zapfen ausgearbeitet. Die seitlichen Flächen neben dem Zapfen werden als Brust bezeichnet. Der Zapfen passt in das an der Unterseite des Rähms vorgesehene Zapfenloch. Zapfen können zudem in der Verbindung von schrägen Bauteilen mit einem waagerechten oder senkrechten Bauteil verwendet werden. Ein Beispiel diesbezüglich ist die Anbringung eines Sparrens in dem Zerrbalken oder eines Kopfbandes in dem Ständer. Wird eine Zapfenverbindung mit einem zusätzlichen Holznagel gesichert, können in gewissem Maße Zugkräfte aufgenommen werden. Dies ist etwa bei der Verbindung zweier Sparren im Firstpunkt der Fall. Es wird häufig der sogenannte Scher- oder Schlitzzapfen in Verbindung mit einem Holznagel verwendet.

Oft kommt ein Zapfen in Verbindung mit einem Versatz vor. Hierfür wird an dem Bauteil, an dem sich das Zapfenloch befindet, seitlich eine Art Kerbe mit einer Stirnfläche ausgearbeitet. Seitlich neben dem Zapfen des anderen Bauteils bleibt außerdem ein kleiner Steg stehen, der gegen die Stirnfläche stößt; über diese Stirnfläche wird Druck übertragen. Jene Verbindung findet man häufig an dem Knotenpunkt von Kopfband mit Ständer oder schräger Strebe mit dem Zerrbalken. Auch kann der Versatz ohne einen zusätzlichen Zapfen verwendet werden. Zu diesem Zweck erfolgt die Ausführung über den gesamten Balkenquerschnitt, was in diesem Fall Stirnversatz genannt wird. Wie auf den nachfolgenden Detailzeichnungen nachzuvollziehen ist, wird ein Versatz auch doppelt– also mit zwei Stirnseiten – ausgeführt. Eine andere Möglichkeit ist, einen Versatz nur über die Hälfte der Kontaktfläche von beispielsweise schräger Strebe und Zerrbalken auszuführen, was Fersenversatz genannt wird.

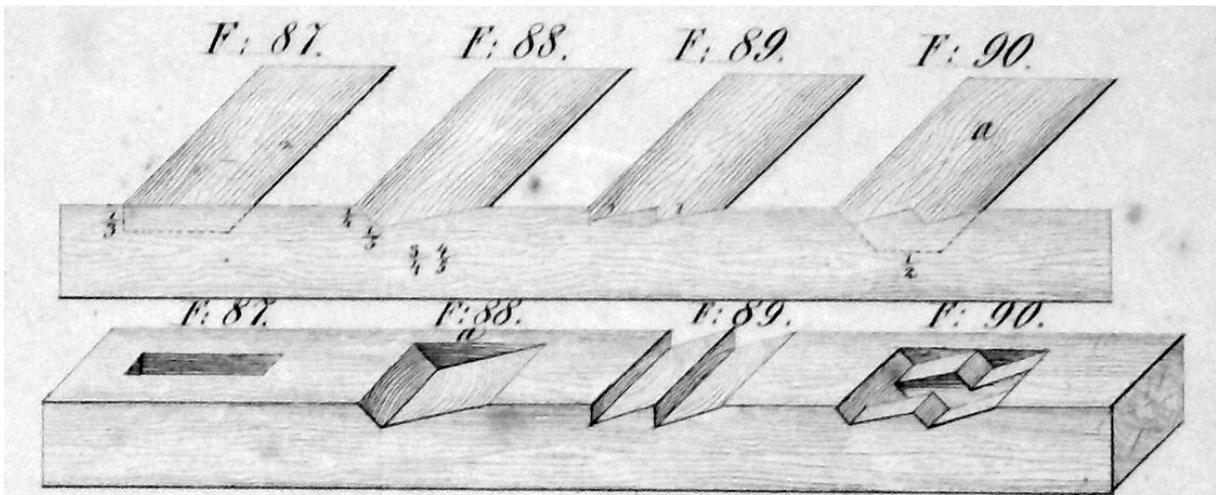


Abb.8: F. 87: Der schräge gestirnte Zapfen, F. 88: Die einfache Versatzung, F.89: Die doppelte Versatzung, F. 90: Die doppelte Versatzung mit dem Zapfen <sup>14</sup>

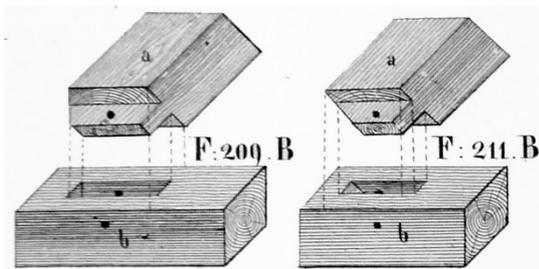


Abb.9: F: 209 B: Verbindung von Sparren und Zerrbalken mit schräg abgestirntem Zapfen  
F: 211 B: Verbindung von Sparren und Zerrbalken mit schräg abgestirntem Zapfen <sup>15</sup>

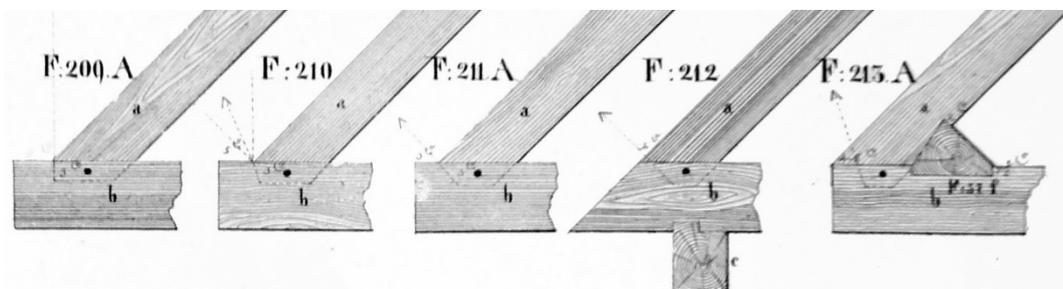


Abb.10: Knotenpunkte von Sparren und Zerrbalken mittels Zapfenverbindung <sup>16</sup>

<sup>14</sup> Romberg 1847: Tafel 6, F. 87–90.

<sup>15</sup> Romberg 1833: Tafel XV, F 209 B, F 2011 B.

<sup>16</sup> Ebd.: Tafel XV, F 209 A–213 A.

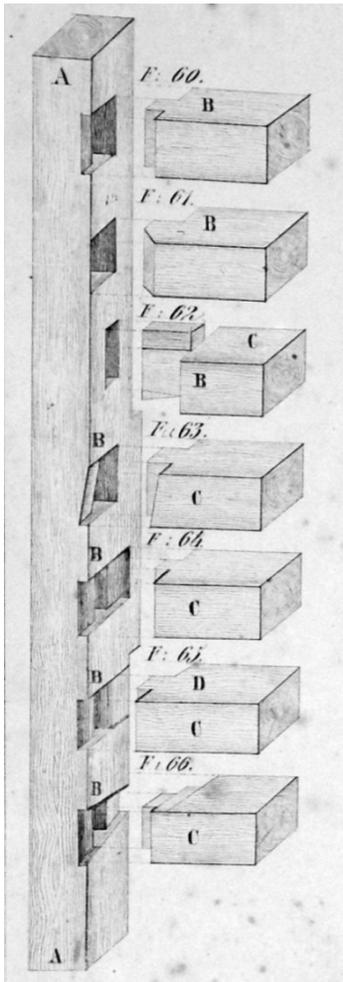


Abb.11: F. 60: Der Brustzapfen, F. 61: Der Brustzapfen mit schräger Brust, F. 62: Der verkeilte Schwalbenschwanzzapfen, F. 63: Ein Zapfen mit schräger Versatzung, F. 64: Ein Zapfen mit gerader ganzer Versatzung, F. 65: Ein Brustzapfen mit schräger Brust und Versatzung, F.66: Ein Brustzapfen mit keilförmiger Versatzung<sup>17</sup>

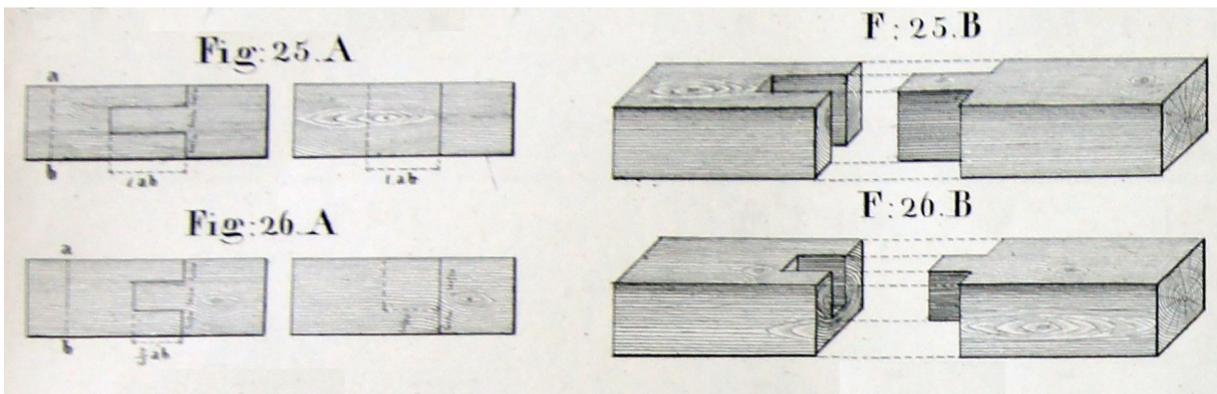


Abb.12: Der Schlitzzapfen/Scherzapfen (oben), der geächselte Schlitzzapfen (unten)<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Romberg 1847: Tafel 6, F. 60–66.

<sup>18</sup> Romberg 1833: Tab. II, Fig. 25 A,B, Fig. 26 A,B.

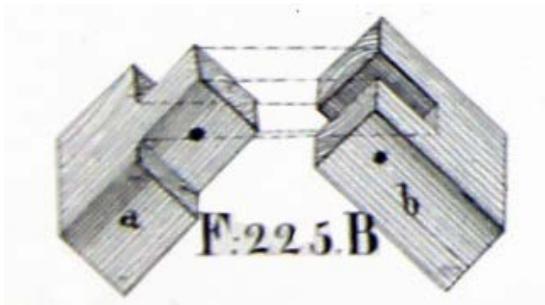


Abb.13: Der Scher- oder Schlitzzapfen<sup>19</sup>

### Verbindung mit Klaue

Die Klaue wird bei der Verbindung von einem schrägen Holz in Querrichtung mit einem waagerechten Holz in Längsrichtung verwendet. Im schrägen Holz ist dazu eine Art Kerbe ausgenommen, in die das waagerechte Holz eingreift. Beispiele sind die Verbindung der Rofe mit den Pfetten oder der Sparren mit einer Schwelle.

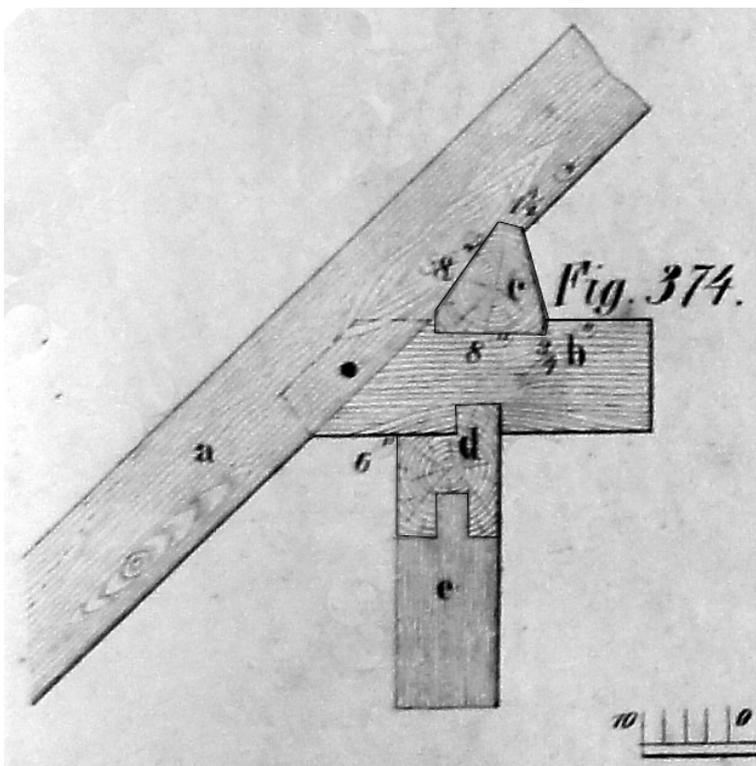


Abb.14: Sparren auf Schwelle aufgeklaut, die wiederum mit dem Kehlbalken verkämmt ist<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Romberg 1833: Tab. XV, Fig. 225.

<sup>20</sup> Romberg 1833: Tab. XV, Fig. 224, S.16.

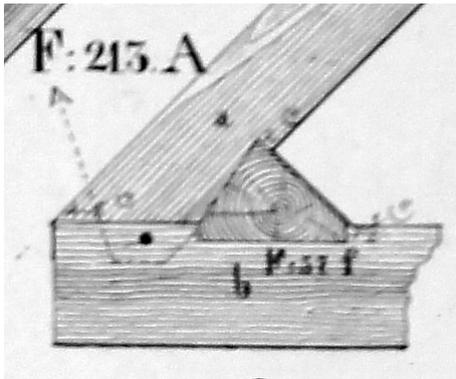


Abb.15: Sparren auf die Schwelle aufgeklaut, um Schub aufzuhalten<sup>21</sup>

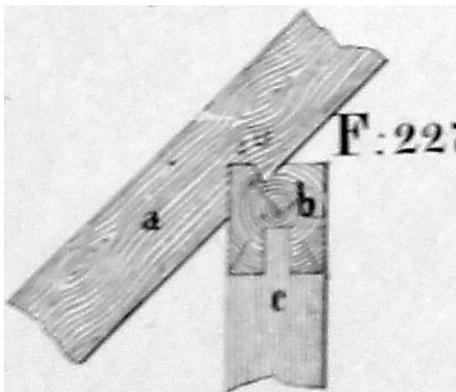


Abb.16: Die Rofe (a) ist auf der Pfette aufgeklaut<sup>22</sup>

### Balkenverstärkung

Für das 19. Jahrhundert sind vermehrt gedoppelte Balken festzustellen, welche den Querschnitt in der Höhe verstärken und damit die Biegesteifigkeit eines Balkens verbessern. Dazu werden zwei parallele Hölzer auf unterschiedliche Weise miteinander verbunden. Hauptsächlich erfolgt diese Verbindung durch eine Zahnschnittverbindung oder mittels eingefügter Hartholzkeile. Sowohl der Zahnschnitt als auch die Keile verhindern das gegenseitige Verschieben der beiden Holzteile. Im Normalfall sind die beiden Balkenteile durch Schraubbolzen zusätzlich miteinander verbunden. Während das Thema der Balkenverstärkung in der zeitgenössischen Literatur sehr häufig theoretisch beschrieben wird, konnte diese Methode der Verstärkung im Zuge der Untersuchungen nur selten nachgewiesen werden. Als ein Praxisbeispiel ist der Zerrbalken des Dachwerkes des Gärtnerplatztheaters von 1864 in München zu nennen, dort wurde ein Balken mit Holzkeilen und Schraubbolzen gesichert. Des Weiteren sind doppelte Balken auf den Zeichnungen des Münchner Nationaltheaters aus dem Jahre 1824 sowie auf denen der Reithalle in Moskau von 1817 zu finden. In München wird die Verbindung mit Holzkeilen ausgeführt, wohingegen in Moskau die Balken per

---

<sup>21</sup> Ebd.: Tab. XV, Fig. 213, S. 15 rechte Spalte.

<sup>22</sup> Ebd.: Taf. XV, F.227, S.16, rechte Spalte.

## 2) Verbindungselemente/ Terminologie

Zahnschnitt verbunden sind. Weitau häufiger findet man die doppelte Balkenausführung im Brückenbau, bei dieser Bauaufgabe müssen teilweise höhere Spannweiten überwunden werden.<sup>23</sup>

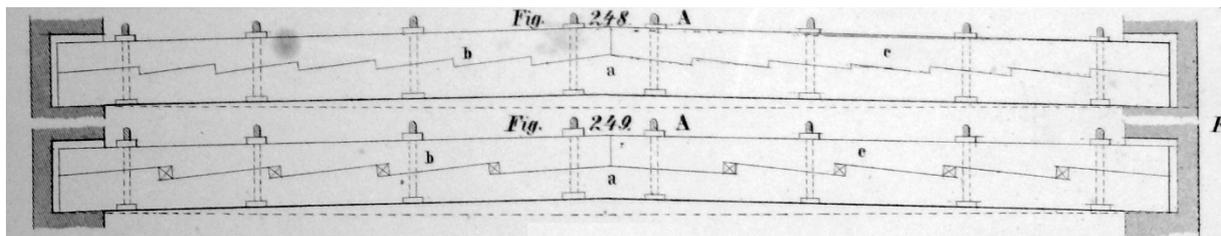


Abb.17: Verzahnte Balken (oben), Verzahnung mit Keilen versehen (unten)<sup>24</sup>

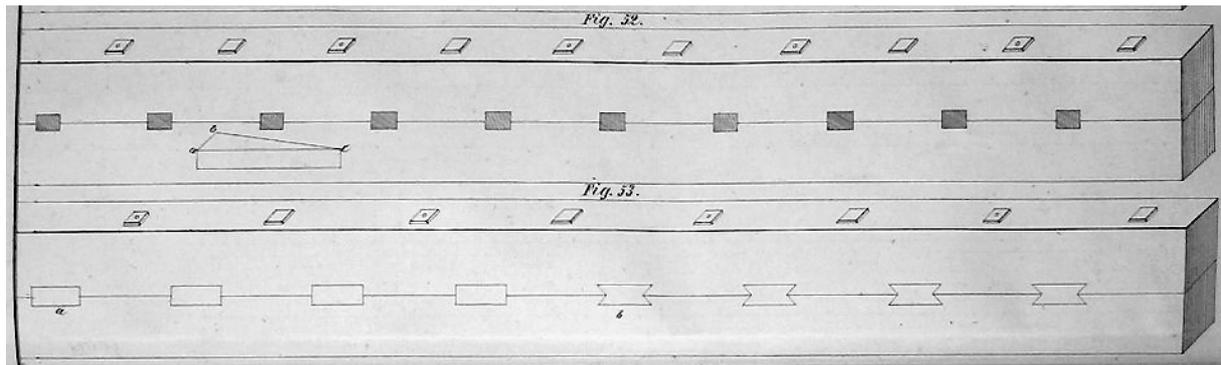


Abb.18: Verdübelter Balken<sup>25</sup>

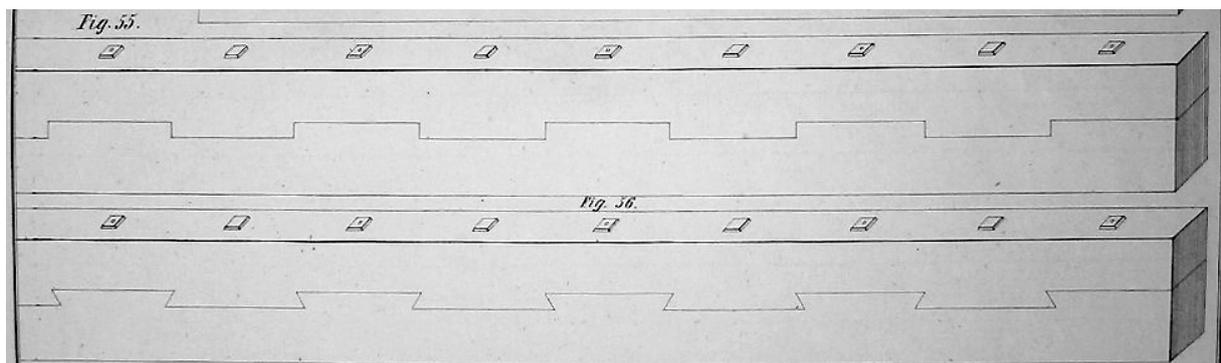


Abb.19: Die Verhakung (meist bei senkrechten Hölzern, wie der Hängesäule)<sup>26</sup>

### Bolzen

Schraubbolzen werden im 19. Jahrhundert standardisiert in Dachwerken angewendet. Der Schraubenkopf ist wie auch die Schraubenmutter in der ersten Hälfte des Jahrhunderts viereckig gefertigt. Mit dem Beispiel des Gärtnerplatztheaters in München von 1864 finden sich die ersten sechseckigen Schraubenmuttern, die sich von da kontinuierlich, systemunabhängig und flächendeckend durchsetzen. Die viereckigen Schraubenmuttern werden von da an immer seltener montiert, wohingegen die viereckigen Schraubenköpfe bis in das 20. Jahrhundert hinein weiterhin Anwendung finden. Zwischen dem Holz und der Mutter kann zusätzlich eine Unterlegscheibe angebracht sein, die

<sup>23</sup> Brockstedt 1993: S. 28.

<sup>24</sup> Romberg 1847: Tafel 18, Fig. 248, Fig. 249.

<sup>25</sup> Wedeke, Romberg,: Tafel 4, Fig. 52, Fig. 53.

<sup>26</sup> Wedeke, Romberg: Tafel 4, Fig. 55, Fig. 56.

ein Eindringen der Mutter in das Holz verhindern soll. Schraubbolzen werden an unterschiedlichen Knotenpunkten im Dachwerk gebraucht. Beispielsweise erfolgt die Anbringung der Zerrbalken an einen Überzug in den Leergespärren mittels der beschriebenen Bolzen. Teilweise wird auch die Verknüpfung eines schrägen mit einem waagerechten Holz zusätzlich durch einen Schraubbolzen gesichert; häufig ist hier in der Umsetzung die Verbindung einer Strebe mit dem Zerrbalken. Der Bolzen wird dabei meist von oben im rechten Winkel durch die Strebe gesteckt und an der Unterseite des Zerrbalkens mit einer Mutter festgeschraubt.

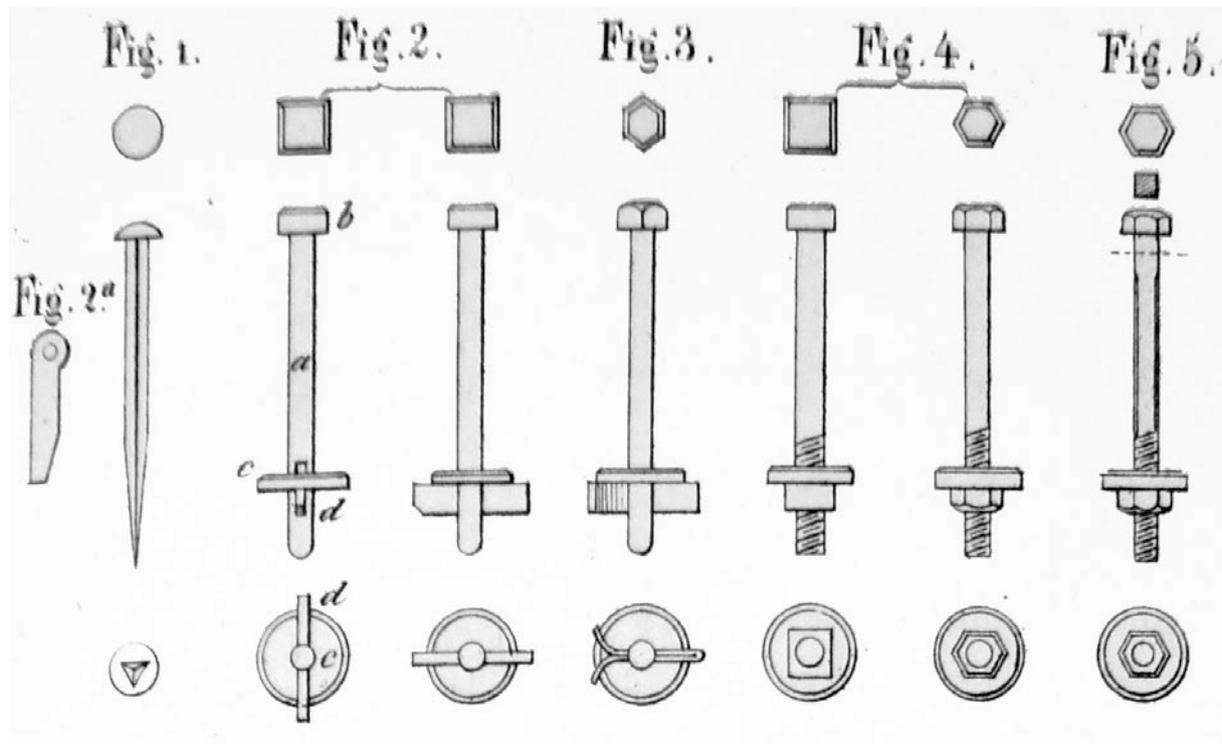


Abb.20: Fig. 1: Spitzbolzen; Fig. 2: Splintbolzen; Fig. 2a: Splint; Fig.3: Splintbolzen mit gebogenem Splint (um Herausfallen zu verhindern); Fig. 4: Schraubenbolzen; Fig.5: Schraubenbolzen mit viereckigem Schaft am Schraubenkopf (um ein Herausdrehen zu verhindern)<sup>27</sup>

### Schräge Eisenbolzen und -bänder

Für die zusätzliche Sicherung von Knotenpunkten werden im 19. Jahrhundert zunehmend Eisenbolzen oder Eisenbänder verwendet. Es entsteht dadurch die Möglichkeit, komplizierte Zimmermannsverbindungen, die meist mit einer starken Querschnittsminimierung einhergehen, zu vereinfachen. Gerade bei der Verbindung von schrägen zu waagerechten oder zu senkrechten Balken haben schräge Eisen vielfach ihren Nutzen. Sie können als Eisenbolzen durch die Elemente hindurchgesteckt sein oder als Bänder um die Elemente herumgeführt sein.

<sup>27</sup>Carl Maximilian Bauernfeind: Vorleгеblätter zur Brückenbaukunde, München 1853: S. 10, Taf. 2, Fig. 1-5.

Es finden sich Beispiele schräger Eisen in den Dachwerken einigen Münchner Bauten des 19. Jahrhunderts: im Neubau des Nationaltheaters von 1825, in der in den Jahren 1824 bis 1837 errichteten Allerheiligenheilighofkirche und im Universitätsbau von 1835 bis 1842 ;ferner in den untersuchten Dachwerken der Pfarrei Johann-Baptist im Stadtteil Haidhausen, welche der Architekt Matthias Berger (1825–87) 1852 bis 1874 verwirklichte, in der Pfarrkirche St. Jakob in Friedberg i. Bay. von 1871 bis 1873, im Marstall des Regensburger Schlosses St. Emmeram aus dem Jahr 1829 sowie in der von August von Voit (1801–70) in den Jahren 1859 bis 1863 erbauten St. Andreas Kirche in der oberfränkischen großen Kreisstadt Selb. Ein sehr spätes Beispiel der beschriebenen Eisenverbindung findet sich in der Klosterkirche St. Anna von 1887 bis 1892 im Münchner Lehel.

Im Laufe des 19. Jahrhunderts etablierten sich dergleichen Verbindungen auch in den Lehrbüchern: Der königliche Landbaumeister des Unter-Mainkreises<sup>28</sup> Ludwig Friedrich Wolfram publiziert 1824 eine derartige Verbindung mit durchgesteckten Eisen. Neben den Entwürfen von Leo von Klenze (1784–64) zum besagten Nationaltheater greift Romberg die außen angelaschten Eisen explizit in dem Abschnitt über Verbindungsdetails in seinem Lehrbuch von 1833 auf. Circa 40 Jahre später wurde das Verbindungsdetail von Breymann und Lang beschrieben, wobei die beiden Professoren sowohl die durchgesteckte als auch die angelaschte Variante vorstellten<sup>29</sup>.

Diese verschiedenen Beispiele sind im Katalog dieser Arbeit dargestellt.

### Aufhängung Hängesäule

Zur Aufhängung der Zerrbalken bzw. des Über- oder Unterzugs sowie von Spann- und Kehlbalcken werden verschiedene Varianten durch Eisenbänder sowie durch Bolzen angewandt. Es besteht die Möglichkeit, die Zerrbalken direkt an der Hängesäule mit Eisenbändern zu befestigen. In dem Theater Coburg sind Eisenbänder seitlich durch durchgesteckte Eisenbolzen an der Hängesäule befestigt und u-förmig unter dem Zerrbalken hindurchgeführt. In der zwischen 1827 und 1844 erbauten katholischen Pfarrkirche St. Martin in Eggolsheim befinden sich die Eisenbänder in einer Ausnehmung in der Hängesäule und sind dort mit Eisensplinten befestigt. Am unteren Ende reichen diese durch den Überzug, an welchem sie von unten angeschraubt sind. In der Kirche St. Michael und Johannes der Täufer von 1838 in Eltmann sind ebenfalls Eisenbänder an der Hängesäule angelascht. Jedoch sind die Bänder hier so in sich verdreht, dass sie seitlich am Überzug vorbeigeführt werden können, um dann flach anliegenden Zerrbalken u-förmig zu umgreifen. Eine sehr häufig<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> Der Mainkreis war einer der Kreise des Königreichs Bayerns und wurde später der Regierungsbezirk Oberfranken. Laut der allgemeinen Handlungs-Zeitung aus dem Jahre 1833 war Wolfram Bezirksingenieur in Bayreuth und Vorstand der Bezirks Bauinspektion. (Allgemeine Handlungs-Zeitung: Mit den neuesten Erfindungen und Verbesserungen im Fabrikwesen und in der Stadt- und Landwirthschaft. Neue Bücher, 40. Jahrgang, Nürnberg 1833: S. 589).

<sup>29</sup> Breymann, Lang: S.35,36,39, Stuttgart 1870.

<sup>30</sup> Einsteighalle in Hof, Kirche Johann-Baptist in München Haidhausen, Ludwigskirche in München

angewandte Befestigung findet sich in dem Dachwerk der Kirche Mariä Himmelfahrt in Gaimersheim aus dem Jahre 1860: Dort sind die Eisenbänder an den Seiten der Hängesäulen in Längsrichtung des Daches angeschraubt; sie gehen am unteren Ende in eine Gewindestange über und sind durch den Zerrbalken hindurchgesteckt. An der Unterseite der Zerrbalken sind die Eisenbänder mit Vierkantmuttern angeschraubt. Ebenfalls häufig verwendet wird die Möglichkeit, die Eisenbänder in Querrichtung des Daches an den Hängesäulen zu befestigen. An der Unterseite der waagerechten Balken befindet sich in diesem Fall eine schmale Eisenplatte, durch welche die Eisenbänder, die wiederum am unteren Ende in runde Eisenstangen übergehen, hindurchgesteckt und von unten mit Vierkantmuttern angeschraubt werden. Diese Art der Verbindung ist im besagten Marstall von Regensburg, im 1881 aufgestellten Dachstuhl des Schlosses Neuschwanstein, in den Münchner Kirchen St. Anna und St. Ursula. Letztere wurde zwischen 1894 und 1897 im Stadtteil Schwabing errichtet. Gleichsam ist jene Eisenverbindung in der Kirche Mariä Himmelfahrt von 1860 in Weißenhorn und in der Kirche St. Andreas in Selb festzustellen

Ein speziell für Münchner Architekten typisches Verbindungsdetail, ist außerhalb der Stadt in der protestantischen Kirche in Rinnthal von 1831 bis 1834, in der erwähnten Friedberger Kirche St. Jakob und der Kirche St. Peter und Paul in Olching von 1899 auszumachen. Hier ist der Überzug durch u-förmige Eisen an der Hängesäule befestigt. Davon entkoppelt ist der Zerrbalken durch Eisenbolzen mit dem Überzug verbunden. Weitere innerstädtische Beispiele dieser Verbindung sind in dem Entwurf des im Zweiten Weltkrieg zerstörten Theaters am Isartor<sup>31</sup> von 1810 des Architekten Carl von Fischer (1782–20) sowie in den von Friedrich von Gärtner (1791–47) erstellten Entwürfen für das Staatsbibliotheks- und Archivgebäude in der Ludwigstraße<sup>32</sup> (1842/1843) oder dem Universitätsbau<sup>33</sup> von 1835 bis 1842 zu finden.

Diese verschiedenen Beispiele sind im Katalog dieser Arbeit zu finden.

Weitere Verbindungselemente aus Eisen sind außerdem an den unterschiedlichen Beispielen im Katalog sowie in dem 11. Kapitel über die besonderen Fallbeispiele in dieser Arbeit wiederzufinden: die Reithalle in Aarau, die Stallungen des Marstalls in Regensburg, die Kirche St. Ludwig in München sowie der Einsteighalle des alten Bahnhofs in Hof.

---

<sup>31</sup> Fischer, Carl von: Theater am Isartor München, 1810. In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung], Kat. Nr. 8.11; FN 91; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938413>

<sup>32</sup> Gärtner, Friedrich von: Staatsbibliothek München, Ludwigstraße, 1842-43. In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; Moninger - Katalog Nr. 828; Ws: ATS u. Krone; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=955087>

<sup>33</sup> Gärtner, Friedrich von: Universität München, "Durchschnitt"; 1835-42. In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; Moninger - Katalog Nr. 1056; Ws: ATS ; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=954656>

### 3) Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert<sup>1</sup>

Der liegende Stuhl entstand bereits im 15. Jahrhundert, sollte sich aber erst im 17. und 18. Jahrhundert in seiner regelmäßig angewandten Form, mit Fünfeckschwelle und Fünfeckrähm, zu einer allgegenwärtigen Standardkonstruktion beim Dachwerksbau entwickeln (**Abb.21**).

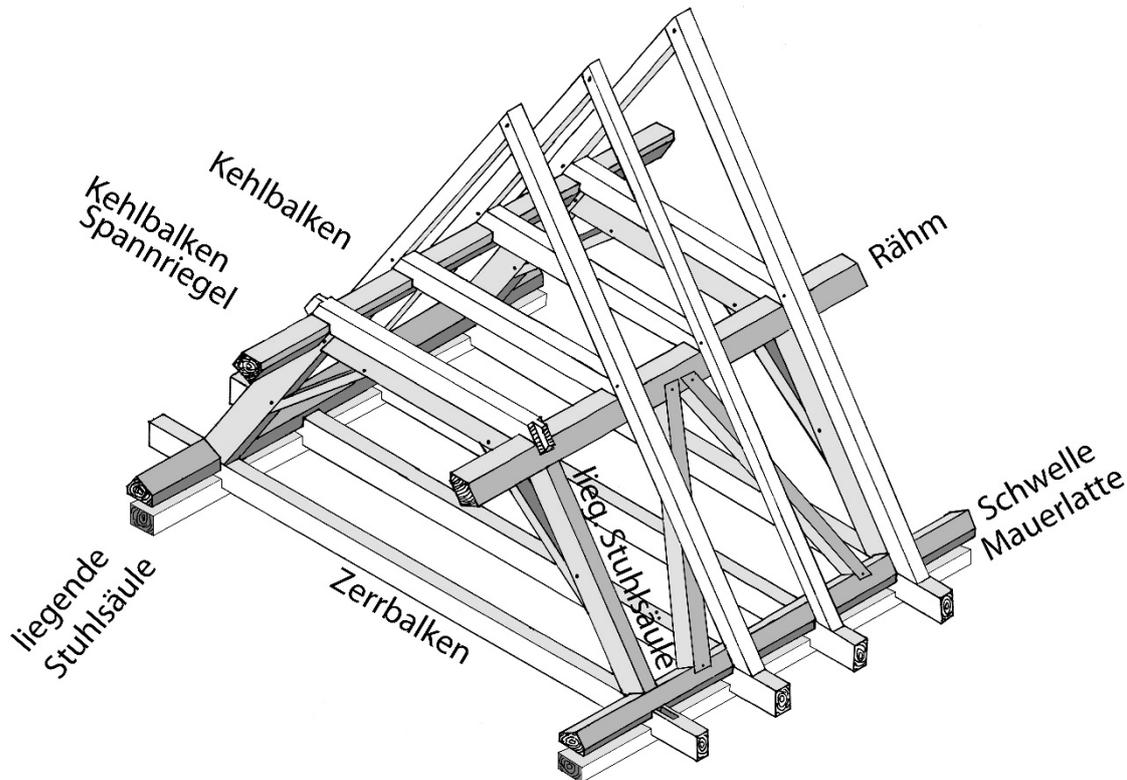


Abb.21: Systemzeichnung „liegender Stuhl“<sup>2</sup>

Der liegende Stuhl hat sich aus dem Konstruktionstypus des stehenden Stuhls herausgebildet: Die Last wird direkt in die Umfassungswände eingeleitet, ohne den Zerrbalken des Dachwerks auf Biegung zu beanspruchen. Um die schrägen Stuhlsäulen aufstellen zu können, war dazwischen ein Spannriegel erforderlich. In den meisten Fällen sind die Stuhlsäulen an ihrem unteren Ende in eine auf den Zerrbalken aufgekämmte fünfeckige Schwelle eingezapft. Die Kehlbalken des Dachwerks liegen im Bindergespärre häufig direkt auf dem Spannriegel. Wenn die Kehlbalken der Leergespärre durch einen Unterzug gestützt werden, sind Kehlbalken und Spannriegel im Bindergespärre durch einen entsprechenden Zwischenraum getrennt, der den Unterzug passieren lässt. Je nach Größe des Dachs ist zusätzlich zur Stuhlkonstruktion ein Hängewerk vorhanden. Für den barocken Sakralbau in Form der Wandpfeilerkirche sind sogenannte "offene Dachwerke" typisch. bei diesen ragt das Tonnengewölbe in den Dachraum, weshalb die Zerrbalkenlage in diesem Fall nicht durchgehen kann. Der Schub an den Fußpunkten soll in der Regel durch angebrachte Kreuzstreben aufgenommen

<sup>1</sup> Siehe auch: Holzer, Köck 2008. Anja Säbel, Stefan Holzer: Barock nach dem Barock, Fortleben barocker Bautraditionen, München 2015.

<sup>2</sup> Holzer 2015: S.185.

werden. Die Längsaussteifung erfolgt in der Ebene der liegenden Stuhlsäule meist durch Andreaskreuze oder Kopf- und Fußbänder.

Die Konstruktionsgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts kann nicht nur anhand der gebauten Architektur, sondern auch mittels der zeitgenössischen Traktatliteratur nachvollzogen werden. In nahezu jedem deutschen Zimmermannstraktat dieser Zeit wird der liegende Stuhl als selbstverständliche Konstruktion behandelt.

Das Ende des Barockstils in Deutschland fiel mit dem Beginn der industriellen Revolution zusammen. Die Industrialisierung sollte im 19. Jahrhundert auch das Bauen erfassen und radikal verändern. Dennoch war der Übergang vom Barock zum Klassizismus und Historismus keineswegs durch einen abrupten Bruch mit den Systemen und Methoden der traditionellen handwerklichen Bautechnik gekennzeichnet. Vielmehr lebten viele Elemente der barocken Bautechnik auch im 19. Jahrhundert fort und erfuhren allenfalls eine allmähliche Umformung. Am Beispiel eines Leitmotivs der barocken Bautechnik, nämlich des „liegenden Stuhls“ im Dachwerk, lässt sich dies exemplarisch aufzeigen.

#### Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert in der Literatur

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts begann sich die Einstellung zum liegenden Stuhl langsam zu ändern. Größter Kritikpunkt war der hohe Bedarf an Holz, weshalb schon Friedrich Koch 1783<sup>3</sup> vorschlug, auf einzelne Elemente wie den Spannriegel oder die Schwelle zu verzichten. David Gilly (1748–08) sah 1797 den für ihn einzigen Vorteil dieser Konstruktion, einen freien, unverstellten Dachraum zu erhalten, als „eine mehr eingebilddete als wirkliche Bequemlichkeit oder Erforderniß“<sup>4</sup>. Auch Johann Gottfried Hoffmann (1765–47) kritisierte 1802 den liegenden Stuhl hinsichtlich des hohen Holzverbrauchs und hält ihn gerade bei flachen Dachneigungen, die aus optischen Gründen mit Beginn des 19. Jahrhunderts vermehrt Einzug halten, für ungeeignet<sup>5</sup>.

Die zunehmend kritische Auseinandersetzung mit dem liegenden Stuhl zieht sich wie ein roter Faden durch die Holzbau-literatur des 19. Jahrhunderts. Beispielhaft für die verstärkt scharfe Kritik an jener Konstruktion kann das Lehrbuch von Johann Andreas Romberg genannt werden; Romberg publizierte sein vernichtendes Urteil zusätzlich in der Allgemeinen Bauzeitung<sup>6</sup>. Er beanstandete ebenso den hohen Holzverbrauch und den damit erhöhten Arbeitsaufwand: Gerade bei großen Dachwerken schnelle der Holzverbrauch exorbitant nach oben, zumal demzufolge oft mehrere Hängewerke notwendig seien, die wiederum den freien Dachraum verstellten. Namhafte Architekten und Fachbuchautoren, wie Georg Moller<sup>7</sup> (1784–852), Gustav Adolf Breymann<sup>8</sup> und Rudolph Gottgetreu<sup>9</sup>

---

<sup>3</sup> Friedrich Koch: Der geübte Werkmeister des praktischen Zimmerwerks, Schwabach 1784: S.18.

<sup>4</sup> David Gilly: Ueber Erfindung, Construction und Vortheile der Bohlen-Dächer, Berlin 1797: S. 57.

<sup>5</sup> Hofmann 1802: S.556.

<sup>6</sup> Wolfram 1844: S.94.

<sup>7</sup> Architekt im früheren Großherzogtum Hessen.

prangerten die Schwierigkeiten an, die bei Reparaturen des liegenden Stuhls vor allem im Bereich der Fußpunkte einstellten. Ein weiterer Grund für die kritische Herangehensweise war sicher ferner die sich im Laufe der Zeit verändernde Architektursprache: Sind im Barock vorwiegend steiler geneigte Dächer zu finden, strebte man für die klassizistischen Bauwerke des frühen 19. Jahrhunderts deutlich flachere Dachneigungen an. Bei unveränderter Übernahme des liegenden Stuhls entstanden sehr flach geneigte Stuhlsäulen, deren Anschlüsse an die Zerrbalkenlage, an den Spannriegel, an die Stuhlsäule und an das Rähm Probleme machen. Gerade der obere Anschluss der Stuhlsäulen, der durch die handwerkliche Verbindungstechnik im Querschnitt stark geschwächt ist, neigt zum Versagen.<sup>10</sup> Auch die veränderte Methodik der Planer führte zu einer weiteren Veränderung der Dachwerkskonstruktionen: Mit dem 19. Jahrhundert setzt eine wissenschaftliche Herangehensweise an verschiedene Konstruktionstypen ein.<sup>11</sup> Die alleinige Verantwortung für die Dachkonstruktion durch den Zimmerer nahm zunehmend ab.

Diese Veränderungen führten jedoch keineswegs zu einem schnellen Verschwinden des liegenden Stuhls. Vielmehr versuchte man zunächst mehrfach, die althergebrachte Stuhlkonstruktion zu modernisieren. Bis zum Ende des Jahrhunderts wurden wiederholt Vorschläge entwickelt, die der "Holzverschwendung" des liegenden Stuhls entgegenwirken sollten. Nach Friedrich Koch, der bereits Ende des 18. Jahrhunderts jene Vorgehensweise propagierte, versuchte man den Stuhl durch Verzicht einzelner Elemente im Umfang zu reduzieren. Der bayerische Baubeamte Ludwig Friedrich Wolfram, der den liegenden Stuhl als wesentliches Element der Hauszimmerkunst beschrieb, empfahl das Weglassen von Schwelle und Spannriegel und die Verwendung von Schraubbolzen anstelle der bisher üblichen Verbindungsmittel.<sup>12</sup> Auch Rudolph Gottgetreu setzte sich 1882 mit einer Reduktion des Holzverbrauchs des liegenden Stuhls auseinander. Seine Aufarbeitung zeugt somit vom Fortleben dieser Konstruktionsidee, obwohl er andererseits zu bedenken gab, dass „diese früher so beliebten Dachstuhlkonstruktionen (...) gegenwärtig zu den überwundenen Standpunkten“ zu zählen seien.<sup>13</sup>

---

<sup>8</sup> Architekt und Hochschullehrer an der Königlich Württembergischen Polytechnischen Schule Stuttgart.

<sup>9</sup> Architekt und Hochschullehrer an der Polytechnischen Schule in München.

<sup>10</sup> Romberg 1833: S.25 f.; Gustav Adolf Breymann: Allgemeine Bau-Constructions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen, Stuttgart 1857: S.96; Beispiel einer gebrochenen Stuhlsäule im Dachwerk von Schloss Schleißheim.

<sup>11</sup> Paul Joseph Ardant: Etudes théoriques et expérimentales sur l'établissement des charpentes à grande portée. Metz:Lamort,1840. Deutsch unter dem Titel: Theoretisch-praktische Abhandlung über Anordnung und Construction der Sprengwerke von grosser Spannweite mit besonderer Beziehung auf Dach- und Brücken-Constructionen aus geraden Theilen, aus Bögen, oder aus der Verbindung beider, für praktische Baumeister so wie für Vorträge über Ingenieur-Mechanik. Deutsch heraus gegeben von August von Karven. Hanover 1847: wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Stabtragwerken.

<sup>12</sup> Wolfram 1844: S.93

<sup>13</sup> Gottgetreu 1882: S.140.

### 3) Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert

Inwieweit sich solche Verbesserungsvorschläge in Bayern durchsetzen konnten oder ob der liegende Stuhl bei aller Kritik überhaupt Verwendung fand, zeigen die folgenden ausgewählten Beispiele. Es handelt sich hierbei sowohl um überlieferte Entwürfe als auch um eigens untersuchte Objekte.

#### Beispiele im 19. Jahrhundert

##### Frühe Beispiele des Münchner Architekten Carl von Fischer

Carl von Fischer, der erste Professor für Baukunst an der Bauakademie in München versuchte sich auf dem Papier schon früh an neuen Dachwerkslösungen.<sup>14</sup> Allerdings verwendete er in seinen zur Ausführung bestimmten Entwürfen noch vielfach den traditionell liegenden Stuhl. Es sind einige detaillierte Zeichnungen Fischers von Dachwerken erhalten, die keinem speziellen Gebäude zuzuordnen sind und daher möglicherweise als Anschauungsmaterial für die reine Lehre an der Akademie bestimmt waren (**Abb.22**). Die Zeichnungen zeigen Konstruktionen, die sich von ihren barocken Vorgängern nicht unterscheiden.

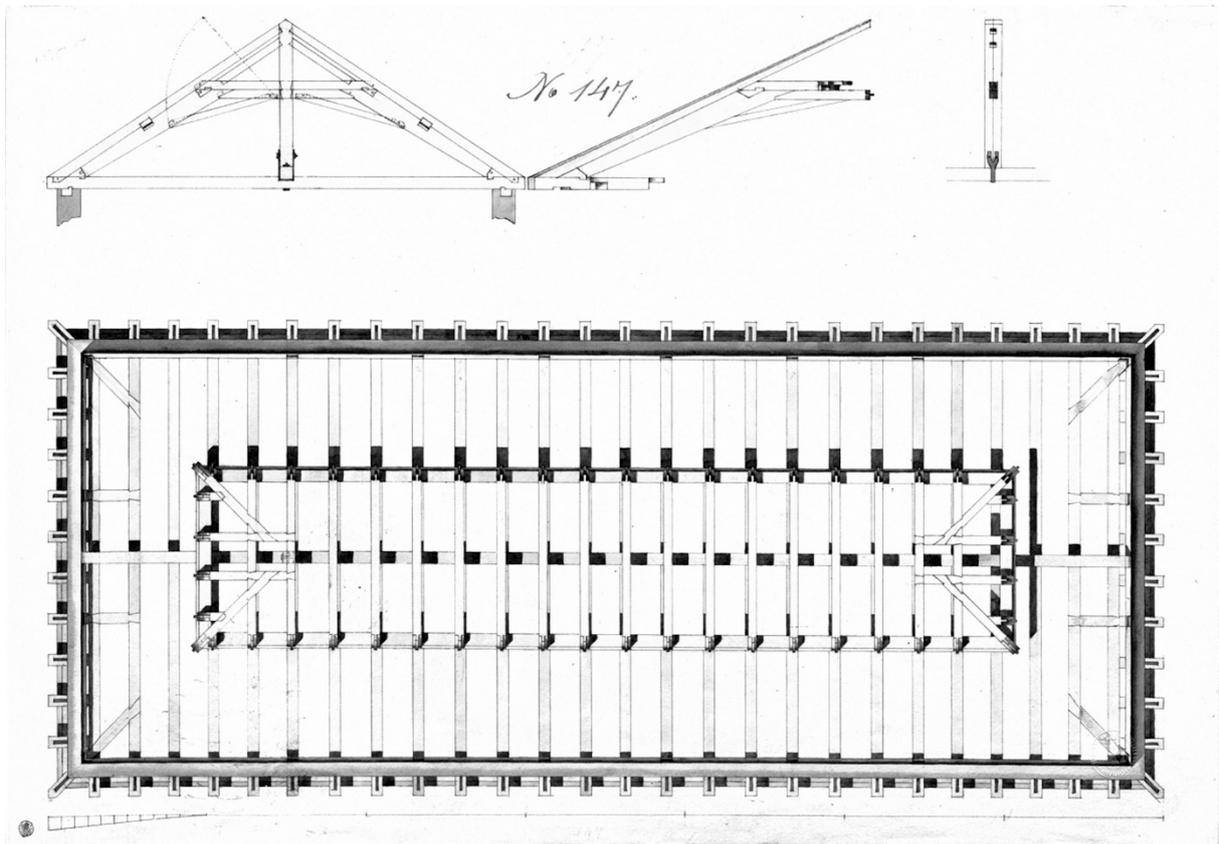


Abb.22: Liegende Stühle bei relativ flacher Dachneigung von Carl von Fischer<sup>15</sup>

Auch bei real gebauten Objekten mit relativ flacher Dachneigung wendet Fischer den liegenden Stuhl weiterhin an; so ist ein entsprechender Stuhl auf der Querschnittszeichnung für das

<sup>14</sup> Theater Isartor München, Oper Wien.

<sup>15</sup> C.Fischer: Dachstuhlkonstruktionen, 1811; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938587>.

### 3) Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert

Kronprinzenpalais am Karolinenplatz in München<sup>16</sup>, das zwischen 1809 und 1812 errichtet wurde, abzulesen (**Abb.23**): Der dargestellte Querschnitt Fischers zeigt eine typische Barockkonstruktion – jedoch bei flacher Dachneigung. Typisch für Fischer ist die zu dem Zeitpunkt moderne Verbindung der Hängesäulen mit dem Unterzug bzw. dem Zerrbalken. Die Unterzüge sind mit u-förmigen Eisen an der Hängesäule aufgehängt. Der Zerrbalken ist sowohl in den Leergespärren als auch im Bindergespärre mit Schraubbolzen an dem Überzug befestigt. Ebenfalls als fortschrittlich kann das Einfügen eines zusätzlichen Holzelementes zwischen liegender Stuhlsäule und Sparren, das durch eine zahnschnittartige Verbindung mit letzteren verbunden ist, angesehen werden. Die Zahnschnitt-Verbindung ist zu dieser Zeit ein bekanntes Mittel zur Balkenverstärkung der Zerrbalken<sup>17</sup> und wurde im 19. Jahrhundert mehrfach angewendet. Es ist davon auszugehen, dass Fischer hier eine Stabilisierung des Fußpunktes erreichen und ein Verschieben der Elemente gegeneinander verhindern wollte. Außerdem stellte diese Methode eine Möglichkeit dar, auf den für Barockkonstruktionen typischen Aufschiebling zu verzichten; dieser ergibt nach außen angewendet einen unvorteilhaften Knick in der Dachfläche. Rudolph Gottgetreu beschrieb das hier verwendete Holzelement 1882 als sogenannten Unterschiebling, den „man häufig in älteren Dachstühlen antrifft“<sup>18</sup>, dessen Verwendung er jedoch ganz „verwerfen“ möchte.

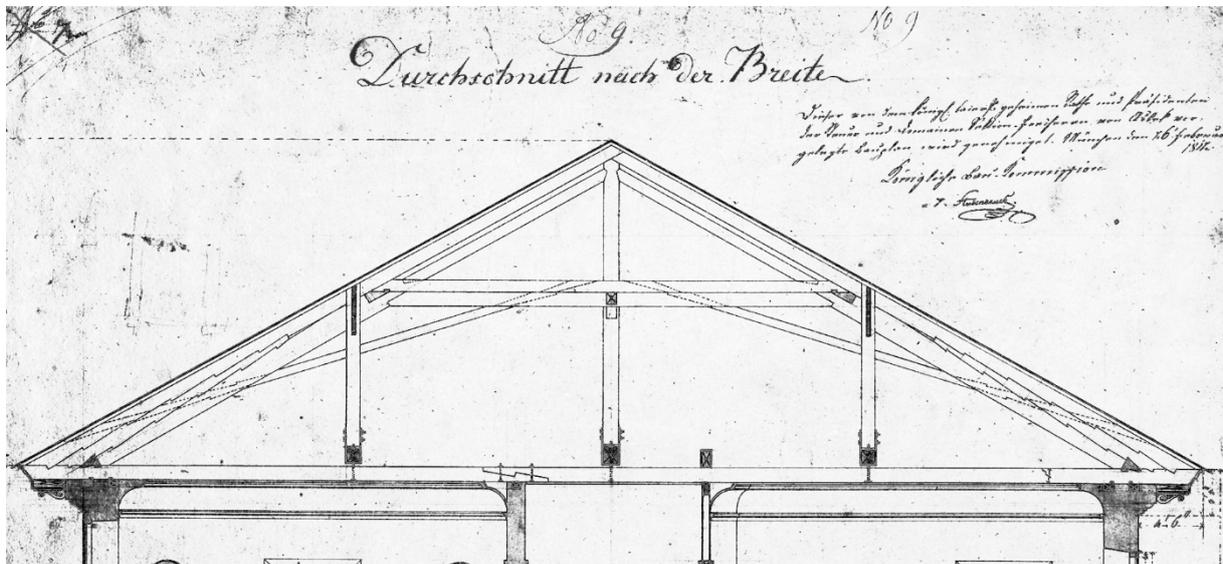


Abb.23: Querschnitt des Dachwerks des Kronprinzenpalais (1809-1812) in München von Carl von Fischer<sup>19</sup>

<sup>16</sup> Heute Karolinenplatz 4, heute Sitz der staatlichen Lotterie, Neubau von Karl Kergl 1946.

<sup>17</sup> Beispiel Reithaus Darmstadt 1771.

<sup>18</sup> Gottgetreu 1882: S. 142.

<sup>19</sup> Fischer, Carl von: Kronprinzenpalais, 1809- 1812; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung] URL: <https://mediatum.ub.tum.de/?cfold=938591&dir=938591&id=938591#938591>.

#### Untersuchte Beispiele

##### Stallungen des Marstalls in Regensburg

Ein erstes untersuchtes Beispiel mit liegendem Stuhl stellen die Stallungen eines Reitschulbaus innerhalb der Schlossmauern des Schlosses der Fürsten von Thurn und Taxis dar (**Abb.24**). Die Planung der Gebäude oblag seit 1829 dem Münchner Architekten Jean Baptiste Métivier (1781–1853)<sup>20</sup>, der zu diesem Zeitpunkt unter Leo von Klenze tätig war. Die neu zu errichtenden Gebäude sind in einem u-förmigen Komplex, bestehend aus der mittleren Reithalle und den Stallungen, in den Seitenflügeln angeordnet. Während der Reithallenbau aufgrund seiner Ausführung als stützenfreie Halle einer besonderen Konstruktion bedurfte, sind bei den Stallungen altbewährte liegende Stühle eingebaut. Die Konstruktionen zeigen keinerlei Neuerung gegenüber dem barocken Vorbild. Die Zerrbalkenlage wird von den unteren Wänden unterstützt, so dass im Dachraum keine zusätzlichen Tragkonstruktionen notwendig sind. Wie der abgebildete Querschnitt zeigt, bietet das Gefüge einen großen und freien Raum, durch den man sowohl in das Treppenhaus des Schlosses als auch in das des Reithallenbaus gelangt. Die Verwendung des liegenden Stuhls dürfte hier wohl durch den freien Dachraum begründet sein, der möglicherweise als Durchgang der Bediensteten sowie als Lager gedient hat. Zu dieser Zeit gab es kein anderes Konstruktionssystem, welches standardisiert für dergleichen Erfordernisse mit gleichem Ergebnis hätte angewandt werden können, zumal das System in den zimmerhandwerklichen Betrieben weiterhin stark verankert war. Das Nebeneinander der sehr modernen Konstruktion der Reithalle und der klassischen Konstruktionsweise in den Stallungen ist hier folglich aus funktionaler Sichtweise zu betrachten und ist dementsprechend nicht verwunderlich.

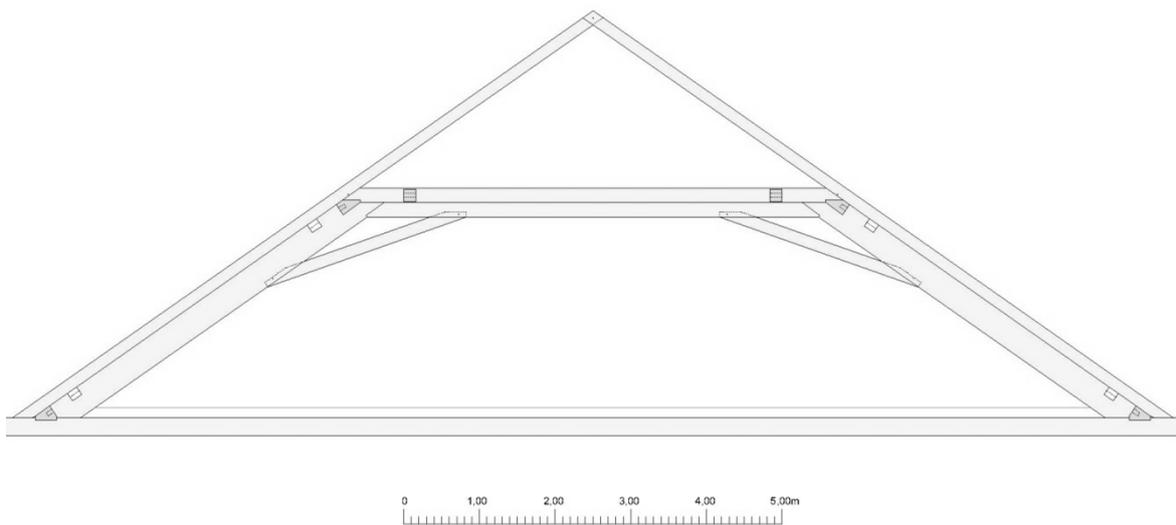


Abb.24: Querschnitt des Dachwerks in den Stallungen (1829) von Schloss Thurn und Taxis in Regensburg

---

<sup>20</sup> Jean Baptiste Métivier war seit 1824 königlicher Baurath in München.

#### St. Michaelis in Hof

Als frühes Beispiel gilt auch das Dachwerk der evangelisch-lutherischen Michaeliskirche in Hof (**Abb.25**). Es entsteht 1824 nach einem Großbrand in der Stadt, der von der Kirche lediglich Teile der Außenmauern übrigließ. Beim Wiederaufbau erhält der Kirchenbau mit einer Dachneigung von ungefähr 45° seine neugotische Gestalt. Das Dach besteht aus drei Stockwerken, wobei das als Holzgewölbe ausgeführte neugotische Rippengewölbe weit bis in das Dach hineinragt und somit eine durchgehende Zerrbalkenlage verhindert. In der unteren Ebene befindet sich ein stehender Stuhl, in der mittleren ein liegender und in der oberen Ebene ein einfaches Hängewerk, dessen Hängesäule über zwei Geschosse reicht und den Kehlbalcken aufhängt. Auffällig ist, dass beim liegenden Stuhl weder eine Schwelle noch ein Rähm vorhanden sind. Spannriegel und Kehlbalcken sind nicht mit der Hängesäule überblattet – wie dies bei barocken Konstruktionen meist der Fall ist – sondern bestehen aus jeweils zwei Teilen, welche in die Hängesäule seitlich eingezapft sind. Möglicherweise wollte man damit eine übermäßige Schwächung der Hängesäulen vermeiden, wie sie z.B. nahezu zeitgleich von Georg Moller als Schwachpunkt der traditionellen Konstruktionen identifiziert wird.<sup>21</sup> Insgesamt kann das Dach der Michaeliskirche durchaus als "modernisierte" reduzierte Form des liegenden Stuhls betrachtet werden.

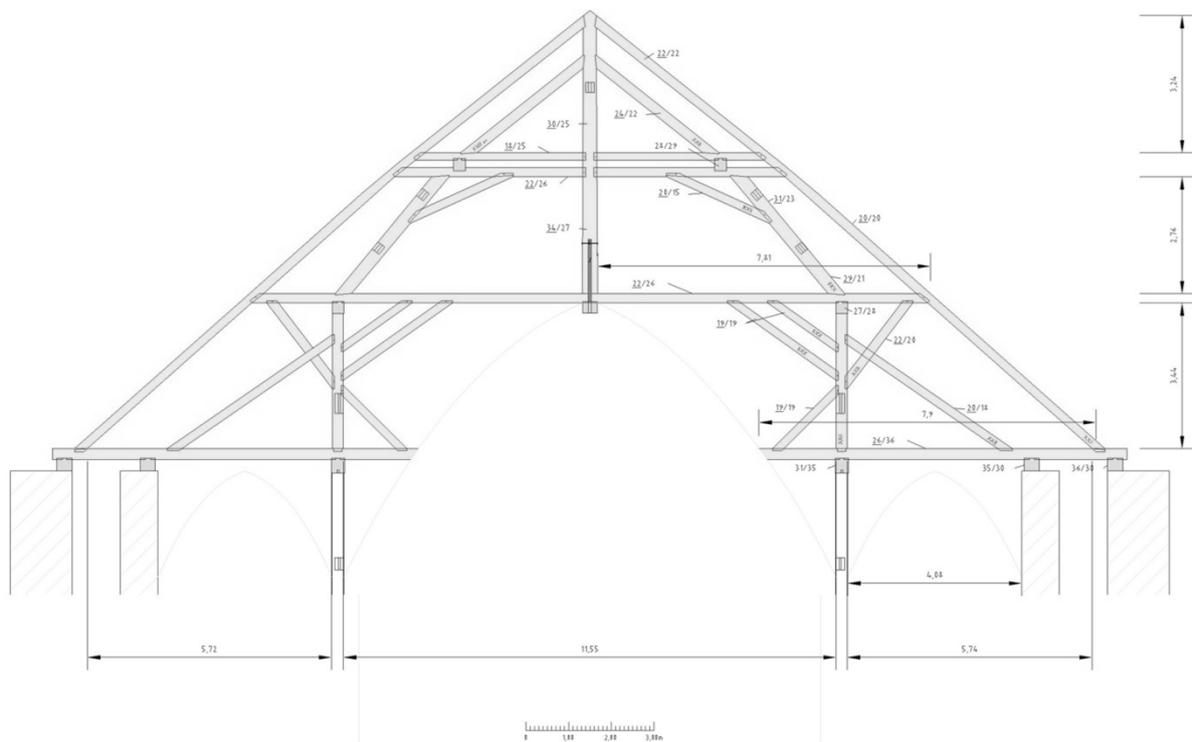


Abb.25: Dachwerk der Michaeliskirche (1824) in Hof (2013)

<sup>21</sup> Georg Moller: Beiträge zu der Lehre von Constructionen, (Heft I-VII) Darmstadt und Leipzig 1833-1844:Taf. XI.



Professor für Baukunst an der Akademie in München und gleichsam für zahlreiche Bauten in der Stadt verantwortlich. . Es haben sich unterschiedliche Entwurfszeichnungen der gesamten Kirche sowie verschiedene Konstruktionsentwürfe des Dachwerks erhalten. Diese Überlieferungen bilden die Voraussetzung für eine intensive Auseinandersetzung mit dem Dachwerk Gärtners. Der Architekt war vor Ort tätig und wird dementsprechend wohl den Bauablauf überwacht haben. Da es sich hier bereits seinerzeit um ein renommiertes Objekt handelte, ist anzunehmen, dass Gärtner auf die Umsetzung seiner Pläne großen Wert legte.

Das Dachwerk der Ludwigskirche ist als klassisch liegender Stuhl, als sog. offenes Dachwerk mit unterbrochener Zerrbalkenlage, ausgeführt. Einige markant fortschrittliche Maßnahmen bieten Anhaltspunkte, dass es sich hierbei trotz der traditionellen Konstruktionsart um eine typische Konstruktion des 19. Jahrhunderts handelt: Auf der Firsthangesäule liegt beispielsweise eine Firstpfette, die in barocken Konstruktionen unüblich war. Die zusätzliche Pfette in der Mitte der liegenden Stuhlsäule ist vermutlich die moderne Form des barocken Brustriegels, der in den Leergespärren die Sparren unterstützt. Im Bereich des Langhauses wechseln sich von Binder zu Binder zwei Systeme ab. Bei einem der Binder sind zusätzliche Kreuzstreben angebracht, die ihn zangenförmig von hinten und von vorne umfassen und an diesen angebolzt sind. Bei dem anderen Binder ist anstelle der Kreuzstreben ein waagrechtes Eisenband angebracht. Die Stuhlsäule wird hier zudem im unteren Drittel durch eine zusätzliche Stütze abgestrebt; sie reicht bis in die Außenmauer hinein, um den Fußpunkt zu entlasten. Diese Art einer Sprengstrebe ist ein typisches Element des Hallenbaus im 19. Jahrhundert. Sowohl Kreuzstrebe als auch das Eisenband dienen der problembehafteten Situation des offenen Dachwerks. Durch den Horizontalschub an den Sparrenfußpunkten wird das Mauerwerk aufgrund des fehlenden Zugbands nach außen gedrückt. Zusätzlich drücken die darunter befindlichen Gewölbe nach außen. Dieses Problem war zuvor von barocken Dachstühlen bekannt, bei denen das Gewölbe häufig in das Dachwerk hineinreicht. Um das Auseinanderweichen zu verhindern, nutzte man schon in Barockzeiten Kreuzstreben. In der Ludwigskirche setzt Gärtner die Kreuzstreben und das Eisenband also wie ein hoch gelegtes Zugband ein. Dass dies nicht ausreichend ist, zeigt die Ertüchtigung aus weiteren Eisenbändern, die ähnlich wie Hosenträger an den Bindern mit den waagerechten Eisenbändern angebracht sind. Diese Eisenbänder sind mit einem Spannschloss versehen, das ein Nachjustieren der Konstruktion, wie es im 19. Jahrhundert üblich wird, ermöglichen soll<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Vgl. Kapitel 11) Spannschloss am Beispiel der Ludwigskirche in München, S. 230.

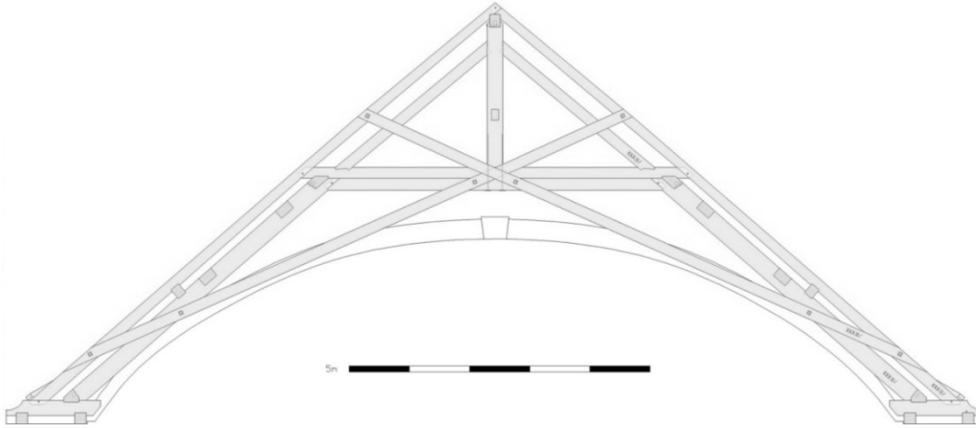


Abb.27: Querschnitt des Dachwerks in der Ludwigkirche in München (1835-1843) mit Kreuzstreben (2011)

Die Ursache für die Verwendung eines zwar modernisierten, aber auch konventionell liegenden Stuhls kann in diesem Fall nur auf den Wunsch, das Gewölbe bis in das Dach hineinzuführen, zurückgeführt werden. Eine erhaltene Entwurfszeichnung Gärtners zeigt eine andere, dem englischen Stil verwandte Konstruktion: Das Gewölbe reicht bei diesem Entwurf in den Dachraum hinein. Die Konstruktion besteht aus zu Dreiecken zusammengesetzten Strebewerken– eine für deutsche Dachwerke untypische Gestaltung. Fehlende Erfahrungswerte hinsichtlich einer solchen, neuen Konstruktion dürften wohl der Grund dafür gewesen sein, dass man diesen Entwurf nicht umsetzte. Das Problem des offenen Dachwerks war seit Jahrhunderten nicht unbekannt. Moderne Elemente, wie das hochgelegte Eisenband, stellen den frühen Versuch dar, diese Schwierigkeit unter Beibehaltung der Konstruktionsart zu beheben.

#### Pfarrkirche Mariahilf in der Au in München

Ein ebenfalls renommiertes Gebäude stellt die katholische Pfarrkirche Mariahilf in der Münchener Au von Daniel Ohlmüller aus den Jahren 1831 bis 1839 dar. Im Vergleich zu barocken Konstruktionen zeigt das ebenfalls offene Dachwerk keinen Unterschied. Anders als in der Michaeliskirche in Hof findet hier keine Reduktion der Holzelemente statt. Ursächlich für die Verwendung einer klassischen Konstruktion sind wohl auch das offene Dachwerk, aber auch die große Spannweite und die Dachhöhe. Ein zeitgleiches, vergleichbares Kirchendachwerk, welches bei gleichen Voraussetzungen eine modernere Konstruktion aufweist, ist aktuell in Bayern nicht bekannt. Das Dach der Mariahilfkirche wurde im 2. Weltkrieg zerstört und ist heute nur durch eine Zeichnung bei Gottgetreu überliefert (**Abb.28**).

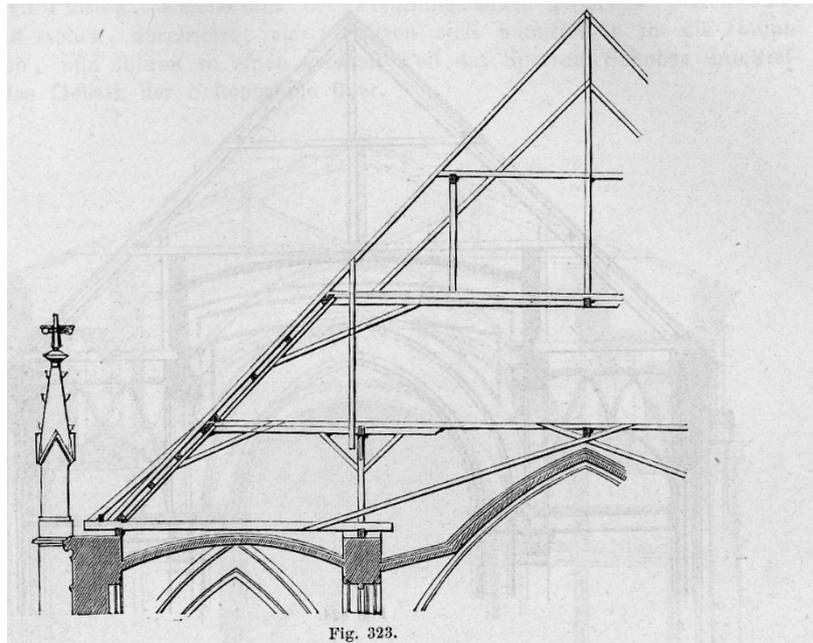


Abb.28: Querschnitt des Dachwerks der Mariahilfkirche in München (1831-1839) von Joseph Daniel Ohlmüller<sup>23</sup>

#### St. Maximilian in Grabenstätt

Ein weiteres Bauwerk mit relativ flachem liegendem Stuhl ist in der Kirche St. Maximilian in Grabenstätt (Lkr. Traunstein) zu finden, die ebenfalls dem Münchner Architektenkreis zuzuordnen ist (**Abb.29**). Das Dachwerk wird 1839 nach Planungen des Münchner Architekten Gottfried von Neureuther (1811–87) errichtet<sup>24</sup>. Neureuther ist bekannt für zahlreiche Bahnhofsgebäude der Ludwig-Süd-Nord-Bahn. Die meisten Dachwerke in Neureuthers Gebäuden zeichnen sich durch moderne Konstruktionen aus. Für den Bahnhof in Würzburg von 1852 verwendete er beispielsweise eine moderne Eisenkonstruktion. Der in den drei Jahren zuvor entstandene Bahnhof in Hof ist als Pfettendach auf Hängewerksbindern konzipiert und mit modernen Eisenelementen versehen<sup>25</sup>. Desgleichen zeigt die Entwurfsplanung Neureuthers (**Abb.30**) für die Kirche in Grabenstätt folgerichtig eine moderne Konstruktion mit einem Pfettendach auf Hängewerksbindern. In der Umsetzung ist aber ein klassisch liegender Stuhl ohne moderne Elemente vorhanden, der nichts mit den Entwurfszeichnungen gemeinsam hat. Lediglich die auf Stichbalken aufliegenden Zerrbalken sowie die Holzdübel zwischen Sparren und Stuhlsäule sind für süddeutsche Barockkonstruktionen bisher untypisch.

---

<sup>23</sup> Gottgetreu 1882: S. 249, Fig. 323.

<sup>24</sup> Gottfried Neureuther war Student bei Friedrich Gärtner an der Kunstakademie in München und bei Friedrich Schelling und Friedrich Thiersch an der Technische Hochschule München (Nerdinger 1978: S. 13-16). Zeitweise war er Mitarbeiter bei Joseph Ohlmüller und die rechte Hand Leo von Klenze.

<sup>25</sup> Vgl. Kapitel 11) Eisenschuhe am Beispiel der Einsteighalle des alten Bahnhofs in Hof (1849-1850), S. 214.

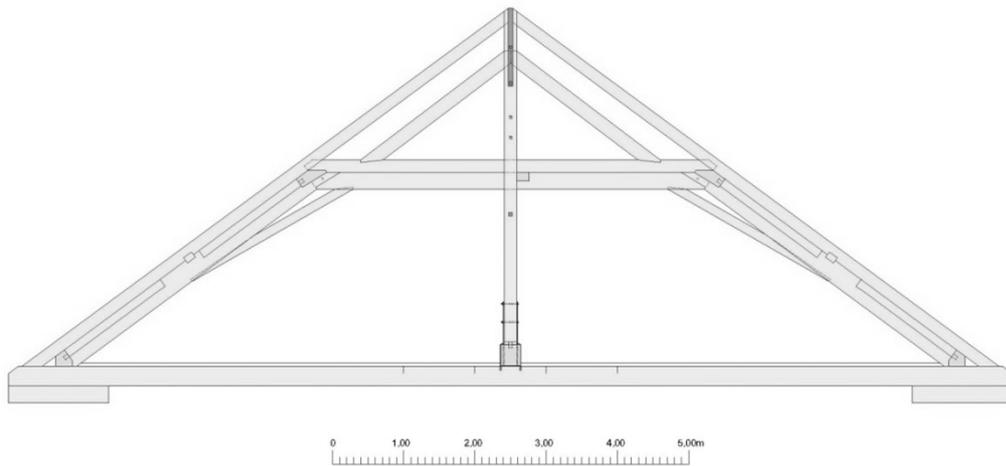


Abb.29: Dachwerk der Kirche St. Maximilian (1839) in Grabenstätt (2011)

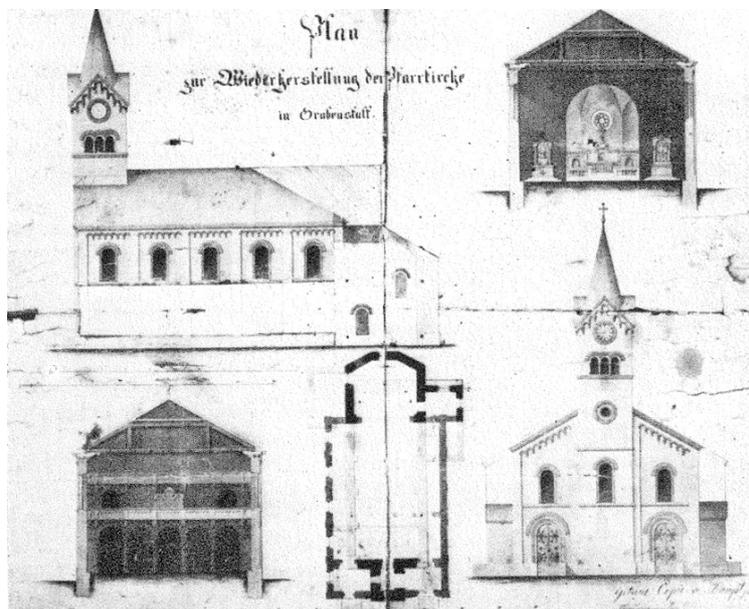


Abb.30: Entwurfsplanung der Kirche St. Maximilian in Grabenstätt von Gottfried von Neureuther<sup>26</sup>

Eine Erklärung für die Verwendung des klassischen liegenden Stuhls ist vermutlich in den lokalen Zusammenhängen zu suchen. Demnach hatte Neureuther zwar eine moderne Konstruktion vorgesehen, die Ausführung oblag aber dem örtlichen Zimmermann, der den Dachstuhl nach eigenem Kenntnisstand traditionell ausführte. Diese Annahme deckt sich mit der allgemeinen Feststellung, dass in ländlichen Regionen weitaus häufiger die klassische Konstruktionsart angewandt wurde; wurde die Tradition doch von Zimmermannsgeneration zu Generation immer weitergegeben. An diesem Beispiel wird der Konflikt deutlich, der sich durch das veränderte Berufsbild des Zimmerers ergibt. Ist der Zimmerer in den vorhergehenden Jahrhunderten allein für die Konstruktion verantwortlich, übernimmt er im 19. Jahrhundert zunehmend die Aufgaben eines Entwurfsplaners. Die oft wissenschaftliche Herangehensweise des theoretischen Planers konnte dabei sicher mit den praktischen Erfahrungswerten eines Zimmerers kollidieren.

---

<sup>26</sup> W. Nerdinger: Gottfried von Neureuther, München 1978. S. 20

#### Thronsaal des Schlosses Neuschwanstein

Mit dem Dachwerk über dem Thronsaal des Schlosses Neuschwanstein von 1880 macht sich ein endgültiger Übergang von der traditionellen zur modernen Konstruktion bemerkbar. (**Abb.31**) Die Ausführung der liegenden Stühle in Neuschwanstein entspricht ziemlich genau den Vorgaben in dem nahezu zeitgleich erschienenen Baukonstruktionslehrbuch von Rudolph Gottgetreu. So empfiehlt dieser bei größeren Dachkonstruktionen mit liegendem Stuhl den „notwendigen Spannkehlbalken (...) doppelt zu machen.“<sup>27</sup> Das von Gottgetreu als "Spannkehlbalken" bezeichnete Konstruktionselement nimmt dabei die kombinierte Funktion des Spannriegels und des Kehl balkens ein. Im Gegensatz dazu weist das Neuschwansteiner Dach Kehl balken und zusätzliche Spannriegel auf, die verdoppelt als Zangen die gesamte Konstruktion umklammern und mit geschraubten Bolzen an den Bindern befestigt sind. Auch die in Neuschwanstein vorzufindende Auflagerung der Rähme des liegenden Stuhls in einer Kerbe der zangenförmigen Spannriegel und die "Sicherheitsschwelle" am Sparrenfuß finden sich bei Gottgetreu wieder.<sup>28</sup> Die Stuhlsäule der unteren Ebene zapft außerdem direkt in die Stichbalken der Zerrbalkenlage. Die dabei leicht abgespreizte Stuhlsäule verhindert ein direktes Nebeneinanderliegen der Zapfen von Sparren und Stuhlsäule; Schon Gilly und Wolfram diskutierten jene Möglichkeit die Schwelle entbehrlich zu machen.<sup>29</sup> Die zweite Ebene des Neuschwansteiner Dachstuhles zeigt hingegen die klassische Fünfeckschwelle, die auf den Kehl balken aufgekämmt ist. Das obere Dreieck des Daches ist als modernes Pfettendach ausgeführt – Ende des 19. Jahrhunderts eine übliche und fast schon standardisierte Ausführung.

---

<sup>27</sup> Gottgetreu 1882: S.202.

<sup>28</sup> Ebd., S. 203 Fig. 282.

<sup>29</sup> Gilly 1797, S.57; Wolfram 1844, S.93.

### 3) Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert

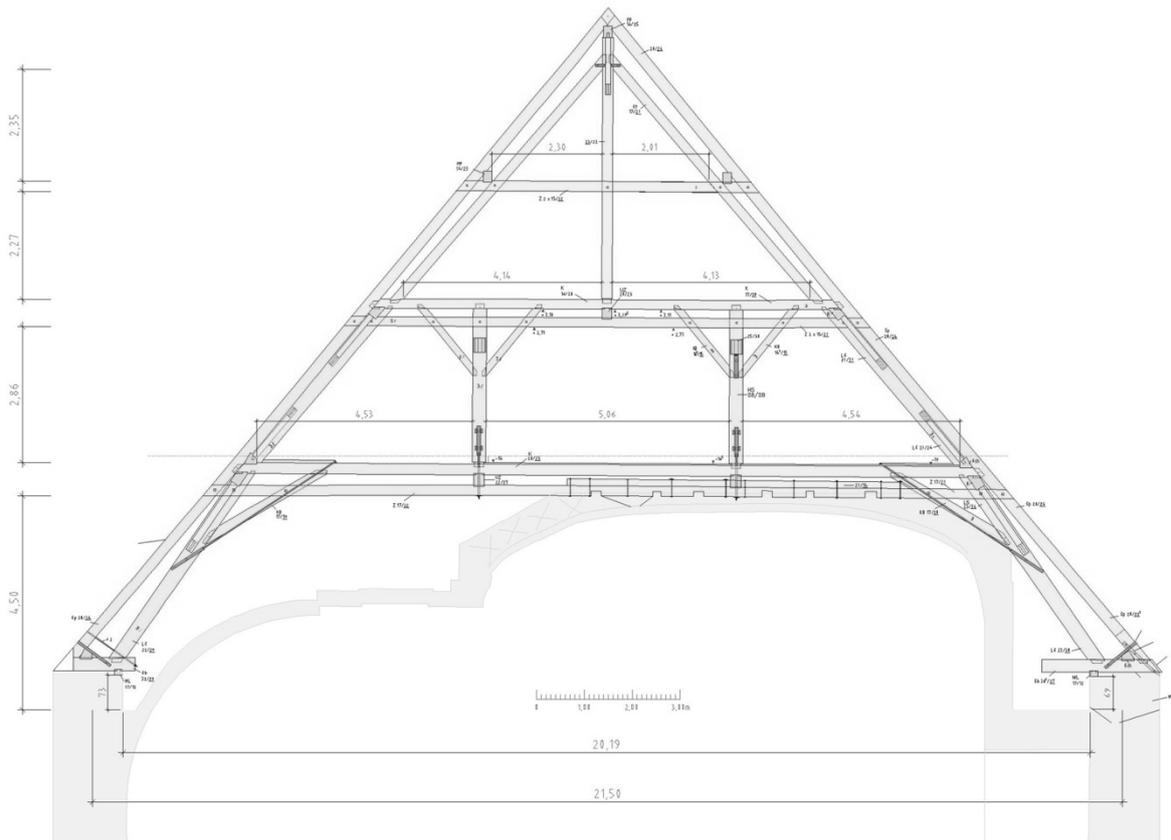


Abb.30: Dachwerk über dem Thronsaal in Schloss Neuschwanstein (1880)

#### Konflikt zwischen Zimmerer und Planer am Beispiel von Friedrich Weinbrenner

Friedrich Weinbrenner (1766–26) war gelernter Zimmerer und Architekt. Dank seiner Tätigkeit als badischer Baudirektor in Karlsruhe und als Lehrer an der staatlich geförderten privaten Bauhochschule in der Stadt, die spätere Polytechnischen Schule und das heutige Karlsruher Institut für Technologie, hatte er großen Einfluss auf die Bauentwicklung im badischen Raum. Während seiner Lehrtätigkeit erstellte Weinbrenner im Rahmen seiner Planungen für ein „architektonisches Lehrbuch“ zahlreiche Zeichnungen<sup>30</sup>. Er entwarf unterschiedliche Dachwerke mit stehenden Stühlen in Verbindung mit Hänge-oder Sprengwerk<sup>31</sup>, welche er teilweise vergleichend und kritisch dem liegenden Stuhl gegenüberstellte. Auch eine mehrjährige Studienreise nach Italien machte sich in verschiedenen Entwürfen bemerkbar. Beispielsweise wird auf der Zeichnung für ein Ballhaus von 1796 deutlich, dass Weinbrenner ein typisches italienisches Pfettendach in Betracht zog<sup>32</sup>. Diese Erfahrungen spiegeln sich des Weiteren auf Zeichenblättern wieder, die er für Lehrzwecke anfertigte:

<sup>30</sup> Schirmer, Wulf: Lehrer-Schüler, in: Friedrich Weinbrenner, Ausstellung des Instituts für Baugeschichte an der Universität Karlsruhe (1977), S.136-137.

<sup>31</sup> Hartwig Schmidt: Friedrich Weinbrenners Dachwerk, Holzsparkonstruktionen des Klassizismus; In : Bericht über die 36. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung : vom 23. bis 27. Mai 1990 in Kronach, Bonn 1992 S.82, Abb.5; Schirmer: S. 136, Abb.102.

<sup>32</sup> Ausstellung des Instituts für Baugeschichte an der Universität Karlsruhe: Friedrich Weinbrenner 1766-1826, Staatliche Kunsthalle Karlsruhe 29.10.1977-15.1.1978, S.39; Arthur Valdenaire: Friedrich Weinbrenner, Karlsruhe 1985, S. 44, Abb. 31.

Er konzeptionierte Dachwerke, die bei unterschiedlichen Spannweiten ebenfalls den italienischen Binder darstellen und ließ diese Dachwerke zur Übung von seinen Schülern abzeichnen<sup>33</sup>.

Aufgrund seiner Ausbildung zum Zimmerer ist es nicht verwunderlich, dass Weinbrenner auch bei seinen ausgeführten Objekten die Konstruktionsplanung des Dachwerks persönlich übernahm. So ist der Entwurf des Dachwerkes der Heidelberger Kaserne von 1806 vollständig aus seiner Feder. Doch trotz klarer Vorgaben änderte der beauftragte Zimmerer während der Ausführung die Planungen eigenmächtig in die traditionelle Konstruktion des liegenden Stuhls. Diese selbständig vorgenommenen Änderungen des Zimmerers waren für Weinbrenner inakzeptabel. Er legte daraufhin seine eigenen Entwürfe mit denen des Zimmerers gegenüber, um den geringeren Holzverbrauch sowie die Vorzüge in der Festigkeit und der Herstellung darzulegen<sup>34</sup>. Bei dem liegenden Stuhl des Zimmerers bemängelte er insbesondere den enormen und verschwenderischen Holzverbrauch mehrerer übereinander gestapelter liegender Stühle, den er als Resultat eines „geistlosen Schlendrians“ in der Zimmerkunst ansah<sup>35</sup>. Seine Empfehlung innerhalb eines Aufsatzes zur Bautheorie – man solle „für die Ersparung des Holzes entweder aus unserer altdeutschen Holzkonstruktion alles überflüssige Holz weglassen, oder zu der Verbindungsart anderer Völkerschaften übergehen,“<sup>36</sup> – zeigt die Einbindung internationaler Dachwerksysteme im beginnenden 19. Jahrhundert. Auf ministerielle Weisung hin schrieb der Karlsruher einen Aufsatz über Holzsparkunst, in welchem er das selbst erfahrene Problem der Trennung von Zimmerer und Baumeister thematisierte. Er erläuterte, dass der Baumeister den ausführenden Zimmerer hinsichtlich der Umsetzung vorab belehren müsse<sup>37</sup>. Er mahnte außerdem das fehlende Wissen der Baumeister über das Handwerk und wiederum die fehlende Weiterbildung traditioneller Zimmerer an, was zur weiteren Verwendung verschwenderischer Holzkonstruktionen führe.

Der Diskurs um Weinbrenners zeigt, dass ein Dialog zwischen Architekt und Zimmerer zu Beginn des 19. Jahrhunderts nicht unbedingt gegeben war. Aber schon zehn Jahre später scheint sich dieses Bild zu wandeln: So dankte Weinbrenners Schüler Georg Moller in seiner Beschreibung des von ihm 1819 entworfenen Darmstädter Theaters dem Zimmerer und dem Maurer gleichermaßen für die gute Zusammenarbeit. Sowohl Mollers detaillierte Zeichnungen als auch die Beschreibung der Dachwerke zeigt, dass er sich explizit mit der Dachwerkskonstruktion auseinandergesetzt hatte. Die zunehmende Erfordernis, holzsparende Konstruktionen zu bauen, führte, ganz nach Weinbrenners Vorstellung, im Laufe der Zeit in den Lehrbüchern zu einer vermehrten Darstellung von neuen Konstruktionen, die sich genauso auf internationale Dachwerke wie auch auf traditionelle innerdeutsche Systeme

---

<sup>33</sup> Schmidt 1990: S.83-84.

<sup>34</sup> Valdenaire: S.285.

<sup>35</sup> Ebd.: S.285

<sup>36</sup> Schmidt: S. 83

<sup>37</sup> Ebd.: S.83

beziehen. In den größeren Städten wie Karlsruhe und München, wo die Architekten meist selbst vor Ort waren, funktionierte die Umsetzung dessen gut. Hingegen in den ländlichen Regionen blieb die traditionelle Trennung zwischen Entwerfendem und Ausführendem oft bestehen. Somit entschied die Lage, wie das Beispiel Grabenstätt oder auch die Erfahrungen Weinbrenners zeigen, darüber, ob eine traditionelle Konstruktion Verwendung fand oder an dem Althergebrachten festgehalten wurde.

#### Zusammenfassung

Während sich die zeitgenössische Literatur insgesamt eher kritisch mit dem liegenden Stuhl auseinandersetzt, bezeugt die gebaute Architektur eindeutig, dass sich die barocken Konstruktionen trotz der historistischen architektonischen Formensprache noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts erhalten haben. Die Spannweiten reichen bei den untersuchten Objekten von 10 Metern in Weyhern bis zu 20 Metern in Schloss Neuschwanstein. Die Stallungen des Marstalls in Regensburg weisen mit 35° die flachste und das Dachwerk der Kirche St. Marien in Hof mit 58° die steilste Dachneigung auf. Gerade bei Gebäuden in ländlichen Regionen oder bei traditionellen Bauaufgaben wie Kirchen- oder Scheunendachwerken mit steiler Dachneigung finden sich häufig klassische Konstruktionsarten. Auch bei Dachwerken mit „besonderen“ Anforderungen, beispielsweise den offenen Dachwerken, wurden bevorzugt bekannte Konstruktionen angewandt. Es ist nicht eindeutig zu sagen, wann genau der liegende Stuhl in Bayern endgültig abgelöst wurde<sup>38</sup> – vor allem, vor dem Hintergrund, dass jene Konstruktion häufig in veränderter und in weiterentwickelter Form vorzufinden ist. Die neubarocken Nachfolgebauwerke des frühen 20. Jahrhunderts zeigen jedenfalls weiterhin nur Konstruktionen mit Pfetten oder Eisen, ohne dabei die originalen barocken Dachwerkstypen zu kopieren.

---

<sup>38</sup> Der letzte bekannte liegende Stuhl in Bayern befindet sich in Hofolding (Lkr. München). Er stammt aus dem Jahre 1930 (i).

#### **4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert**

##### Historischer Kontext

Der stehende Stuhl ist eine Konstruktion innerhalb der Dachwerke, die seit dem 14. Jahrhundert durchgängig angewendet wird: Grundsätzlich handelt es sich hierbei um eine Stützkonstruktion innerhalb eines Kehlbalkendachs. Als stehender Stuhl werden Ständer bezeichnet, die über ein Rähm die Kehlbalken unterstützen. Die Stuhlsäulen stehen dabei unmittelbar auf der Zerrbalkenlage oder einer Schwelle. Zur Aussteifung von Stuhlsäule und Kehlbalken sind oft Kopf- und/oder Fußbänder sowie Steigstreben angebracht. Bei großen Spannweiten und mehreren, stockwerksweise angeordneten Kehlbalken können einzelne Stühle übereinander gestellt werden.

Ursprung des stehenden Stuhls war der Gedanke, im Dachwerk selbst eine Arbeitsbühne zu errichten, um die Elemente der Konstruktion in situ verbauen zu können. Durch die Stapelung mehrerer Stühle übereinander konnten weitaus größere und höhere Dächer errichtet werden, als es zuvor der Fall war. Bei den vormaligen hauptsächlich angewendeten Sparren- oder Kehlbalkendach wurden die einzelnen Gespärre auf dem Zimmererplatz zusammengesetzt und als Ganzes aufgerichtet. Die zu erreichende Spannweite war dabei begrenzt und konnte durch die Verwendung einer Stuhlkonstruktion erhöht werden. Seit dem späten Mittelalter werden die stehenden Stühle teilweise durch ein mittiges Hängewerk ergänzt, das die Zerrbalkenlage aufhängt. In den meisten Fällen ist die Hängesäule so angeordnet, dass sie bis unter oder zwischen die Sparren reicht und durch zusätzliche sparrenparallele Streben unterstützt wird. Durch die Verwendung der Hängesäule ist von unten in der Dachmitte keine weitere Unterstützung notwendig.

Auch im 18. Jahrhundert wurde der stehende Stuhl weiterhin angewendet, aber gerade bei größeren Dachwerken, wie sie Kirchenbauten notwendig machen, dominiert bereits spätestens seit dem 17. Jahrhundert in Bayern die Konstruktion des liegenden Stuhls. Dieser hat sich wiederum seit dem 15. Jahrhundert aus dem stehenden Stuhl heraus entwickelt.

##### Die Renaissance des stehenden Stuhls in der anfänglichen Literatur des 19. Jahrhunderts

Mit Beginn des 19. Jahrhunderts nimmt die Kritik gegenüber dem liegenden Stuhl stetig zu. Hintergrund ist meist der hohe Holzverbrauch, der große Arbeitsaufwand bei der Erstellung komplizierter Verbindungspunkte, schwierige Reparaturbedingungen und die schlechte Verwendbarkeit bei flachen Dachneigungen.<sup>1</sup> Sowohl die Literatur als auch die gebaute Realität zeugen von einer Suche nach Alternativen: Zu Beginn des Jahrhunderts fand schließlich der stehende Stuhl vermehrt wieder seine Anwendung. Zwar war der Gebrauch stehender Stühle keine Neuheit,

---

<sup>1</sup> Vgl. Kapitel 3) Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert, S.25.

jedoch gewinnt dieser mit der Einführung flacher Dachneigungen unter Einbeziehung des Pfettendachs und der ebenfalls bekannten Hänge- und Sprengwerke eine revolutionäre Bedeutung.

In einer frühen Publikation aus dem Jahre 1802 rät der preußische Bauinspektor und Lehrer Gottfried Hoffmann,<sup>2</sup> statt dem liegenden den stehenden Stuhl zu verwenden: Der stehende könne genauso viel leisten, weisedabei jedoch einen geringeren Holzverbrauch auf und sei für flache Dachneigungen geeigneter.<sup>3</sup> In den frühen Lehrbüchern finden sich weitere stehende Stühle, die den Weg der Transformation des stehenden Stuhls in das flache Dachwerk wiedergeben. So sind in der 1800 in Wien veröffentlichten Ausgabe von Matthias Fortunat Koller (**Abb.31**) und in dem zeitgleich in der preußischen Region von Leopold Leideritz herausgegebenen Werk Varianten der Stuhlkonstruktion dargestellt. Während Koller ausschließlich den schon im Mittelalter typischen stehenden Stuhl mit Steigstreben abbildet, zeigt Leideritz neben dem klassischen System auch eine Konstruktion, die durch ein Sprengwerk ausgesteift wird<sup>4</sup> – Letztere kam der häufig im 19. Jahrhundert verwendeten Form sehr nahe. Das Lehrbuch des Bayerischen Baubeamten Ludwig Friedrich Wolfram aus dem Jahre 1824 belegt, dass diese Konstruktion, bestehend aus stehendem Stuhl und Sprengwerk, auch in Bayern angekommen war (**Abb.32**). Wolfram verwendet, wie Leideritz, die Darstellung eines Dachwerks, das auf der einen Seite den klassischen stehenden Stuhl und auf der anderen Seite jenen mit Sprengwerk darstellt. Anhand eines Vergleichs der Publikationen wird heute deutlich, dass die frühen preußischen Werke in Bayern durchaus bekannt waren: So kopierte Wolfram einige Zeichnungen aus dem Buch von Hoffmann aus dem Jahr 1802.<sup>5</sup> Hieraus lässt sich zwar nicht allgemein ableiten, dass der stehende Stuhl in Verbindung mit dem Sprengwerk durch Preußen seinen Anfang in bayerischen Dachwerken nahm, belegt ist aber in jedem Fall, dass es hinsichtlich der Literatur einen regen Austausch zwischen beiden Regionen herrschte. Überdies zeigt die gehäufte Darstellung dieses Systems dessen allgemeine Bekanntheit.

---

<sup>2</sup> Johann Gottfried Hoffmann, Königl. Preuß.-Obermühlen-Bauinspektor und Lehrer der Mathematik an der königl. Preuß. Provinzial-Kunstschule zu Königsberg.

<sup>3</sup> Hoffmann: S. 556.

<sup>4</sup> Leopold Leideritz: Ausführliche Anleitung zur Zimmerkunst in allen ihren Theilen. Erster Band, Dessau 1800: Tab VII, Fig. 1.

<sup>5</sup> Hoffmann 1802: Tafel XIV, Fig. 97; Ludwig Friedrich Wolfram: Handbuch für Baumeister. Dritter Theil. Zimmerwerkskunst, Rudolstadt 1824: Tafel XXI, Fig. 360; Hoffmann 1802: Tafel XV, Fig. 98/ Wolfram 1824: Tafel XXI, Fig. 359.

#### 4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert

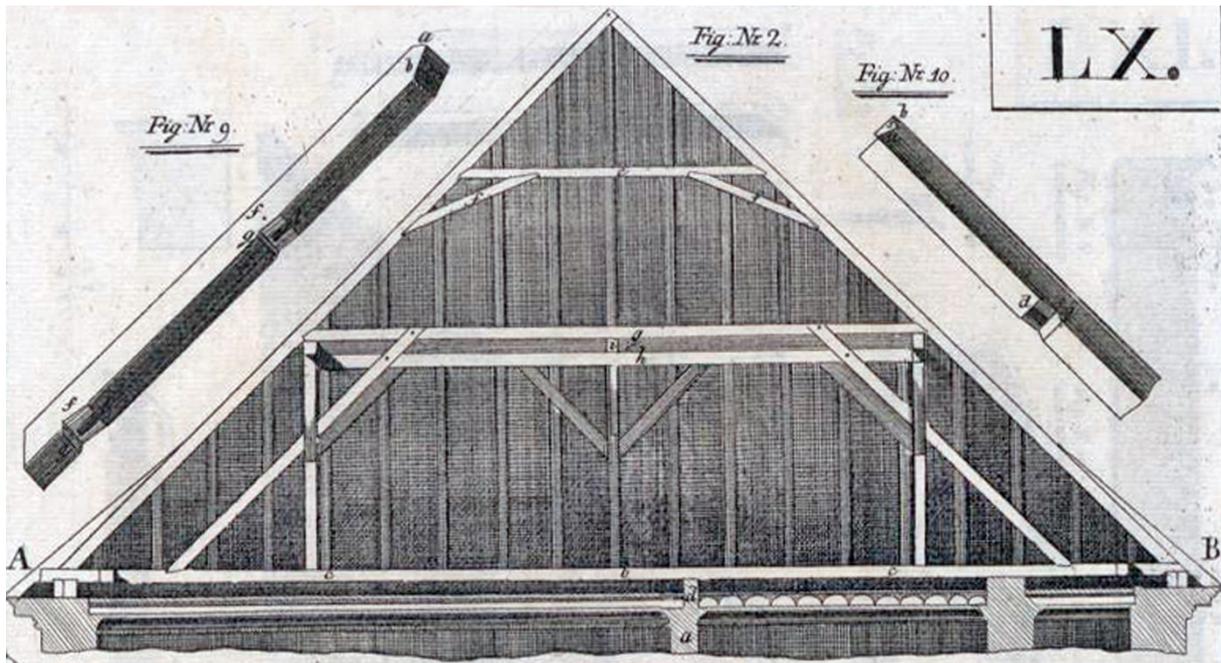


Abb.31: Der stehende Stuhl, abgebildet bei Koller 1800<sup>6</sup>

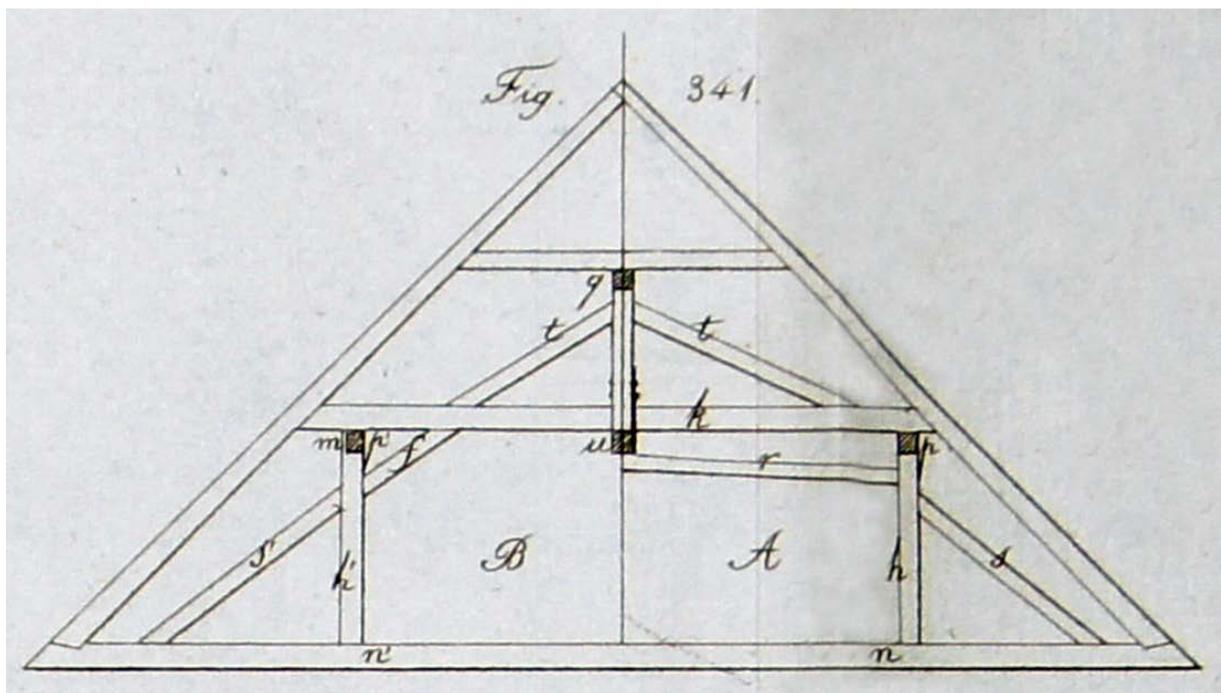


Abb.32: Der stehende Stuhl, abgebildet bei Wolfram 1824<sup>7</sup>

Carl August Peter Menzel (1794–1853), zwischen 1819 und 1830 Hilfsarbeiter unter Friedrich Schinkel an der Oberbaudeputation in Berlin, veröffentlichte 1829 im Berliner Baujournal für Baukunst einen Artikel, der verschiedene Möglichkeiten zeigt, den stehenden Stuhl zeitgemäß für verschiedene Anforderungen umzuwandeln. Menzels System-Zeichnungen stellen Dachwerke dar, die nach seinen Worten wenige Mängel aufweisen und für den allgemeinen Gebrauch anwendbar

<sup>6</sup> Matthias Fortunat Koller: Der praktische Baubeamte, Wien 1800: Tab. LX, Fig. Nr.2.

<sup>7</sup> Wolfram 1824: Tab- XIX, Fig. 341.

sind. Den einfachen stehenden Stuhl in einem Sparrendach mit einem Kehlbalken und einer Dachhöhe von einem Drittel seiner Breite<sup>8</sup> bezeichnet er als Dachwerk, das häufig angewendet wird.<sup>9</sup> Eine Variante stellen die Dachgefüge mit stehendem Stuhl und Kniestockkonstruktion dar. Bei dieser Konstruktion sind die Fußpunkte über dem Zerrbalken erhöht. Dies führt zu einem größeren Dachraum bei gleichzeitig flacher Neigung. Menzel veranschaulichte die typische Anordnung der stehenden Stuhlsäulen, die über Rähme die Kehlbalken unterstützen. Die Stuhlsäulen stehen direkt auf der tiefer gelegten Zerrbalkenlage. An den Innenseiten der Außenwände stellte Menzel an die Sparren und an die durchgehenden Zerrbalken angeblattete Ständer auf, um den Schub der offen angeordneten Sparren zu minimieren. Des Weiteren sind schräge Zangen zwischen Sparren und Zerrbalken angeordnet, die durch ein geschlossenes Dreieck den Dachfußpunkt sichern.<sup>10</sup> Diese Art der Zangen ist gerade bei Hallenbauwerken des 19. Jahrhunderts typisch. Eine andere Vorgehensweise ist es, auf die an den Außenwänden stehenden Ständer Pfetten aufzulegen, auf welche wiederum die Sparren am Fußpunkt aufgeklaut sind.<sup>11</sup>

Sehr typisch für Dachwerke des 19. Jahrhunderts ist ebenfalls die Umwandlung des stehenden Stuhls mit Sprengwerk in ein Hängewerk: Wie eine Zeichnung bei Menzel zeigt (**Abb.33**), werden bei gleichbleibender Anordnung der einzelnen Elemente die Stuhlsäulen in Hängesäulen umgewandelt. Die seitlichen Streben sind, wie bei einem italienischen Dachwerk, in den Zerrbalken hineinversetzt und mit Eisenbändern zusätzlich gesichert. Menzel verwendete seitliche Überzüge, um die Aufhängung der Zerrbalken an die Hängesäule zu erleichtern.

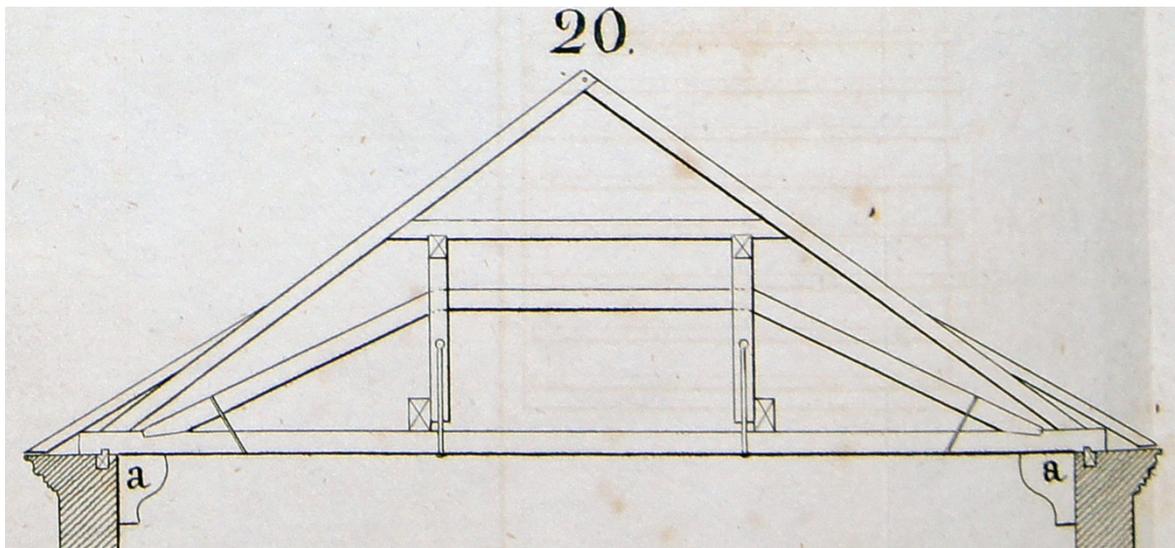


Abb.33: Umwandlung des stehenden Stuhls zum Hängewerk, dargestellt von Menzel 1829<sup>12</sup>

<sup>8</sup> Carl August Menzel 1829: Ueber vereinfachte Dach-Verbindungen: Tafel VIII, Fig. 1. In: Journal für die Baukunst, Erster Band, Berlin 1829. Herausgegeben von Dr. A.L. Crelle.

<sup>9</sup> Ebd. S.119.

<sup>10</sup> Ebd. S. 120-121, Tafel VIII, Fig.3.

<sup>11</sup> Ebd. Tafel VIII, Fig. 8.

<sup>12</sup> Menzel 1829: Tafel VIII, Fig.20.

#### 4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert

In den in Bayern nachweislich verwendeten Lehrbüchern von Andreas Romberg sind sowohl 1833 als auch 1847 einige Beispiele des stehenden Stuhls dargestellt. Daneben veranschaulichen die als Lehrmaterial an der Akademie in München verwendeten Vorlegeblätter von Friedrich Eduard Metzger (1807–94) ein Beispiel eines in ein Hängewerk umgewandelten stehenden Stuhls (**Abb.34**). Die Zeichnung ist dabei Teil des Kapitels über Konstruktionen von Häng- und Sprengwerken. Es ist somit belegt, dass innerhalb der Literatur der in ein Hängewerk umgewandelte stehende Stuhl auch in Bayern als Standardkonstruktion Einzug gehalten hat.

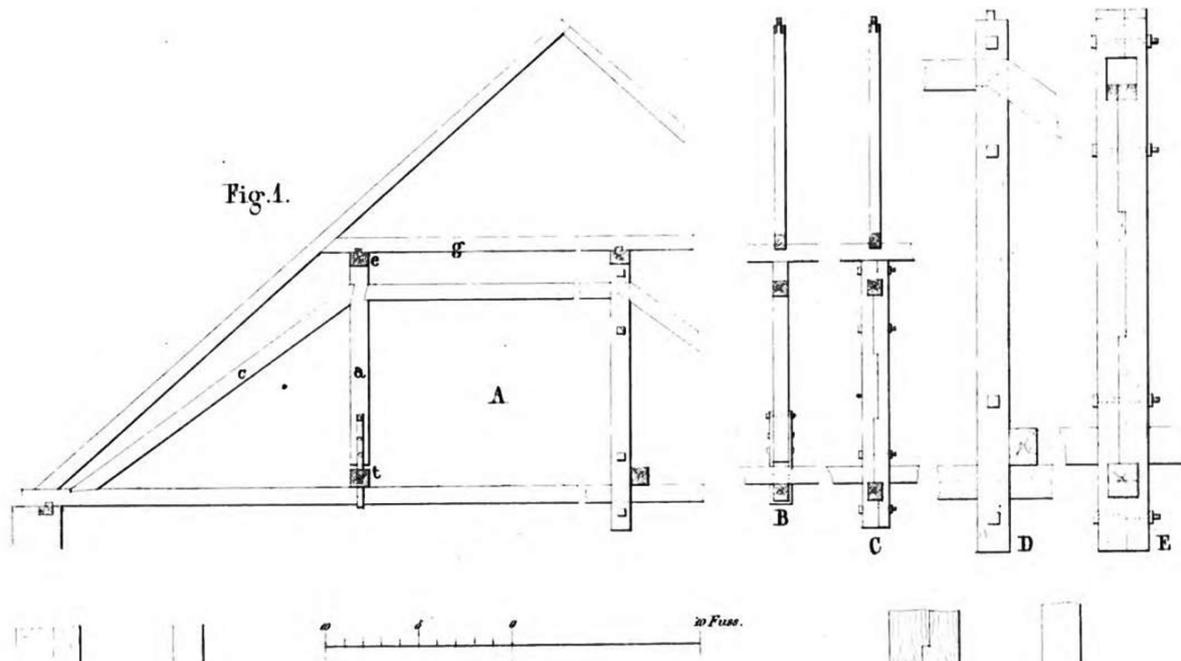


Abb.34: Zum Hängewerk umgewandelter stehender Stuhl, dargestellt durch Metzger 1847<sup>13</sup>

#### Veränderungsgeschichte des stehenden Stuhls am Beispiel ausgeführter Dachwerke von Friedrich Weinbrenner

Einer der wichtigsten Vertreter der stehenden Stühle innerhalb verwirklichter Dachwerke des frühen 19. Jahrhunderts ist Friedrich Weinbrenner. Während dessen Lehrtätigkeit beschäftigte er sich mit verschiedenen Dachkonstruktionen, die er im Rahmen seiner Planungen für ein „architektonisches Lehrbuch“ dokumentierte<sup>14</sup>. Es sind Zeichnungen verschiedener Dachstuhl-Konstruktionen<sup>15</sup> überliefert, in denen Weinbrenner den liegenden dem stehenden Stuhl gegenüberstellt, um den geringeren Holzverbrauch bei letzterem zu demonstrieren. Bei den stehenden Stühlen verwendete er einige für seine Zeit typische Details. Die von ihm verwendeten stehenden Stühle sind, wie schon bei Leideritz und Wolfram, entweder mit einem Sprengwerk ausgesteift oder in ein Hängewerk

<sup>13</sup> Eduard Metzger: Bürgerliche Baukunde in Vorlagen zu für Mauer- und Zimmerwerkkunde sowie für die wichtigsten im Civilbau vorkommenden Arbeiten der übrigen Gewerke als Unterlage für den Lehrvortrag wie zum Selbstunterricht bearbeitet, München 1847: Blatt 12, Fig. 1-5.

<sup>14</sup> Vgl. Kapitel 3) Konflikt zwischen Zimmerer und Planer am Beispiel von Friedrich Weinbrenner, S. 37.

<sup>15</sup> Schirmer 1977: S.136.

#### 4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert

umgewandelt. In einigen Fällen ließ Weinbrenner die Streben in eine Fünfeckschwelle – eine Reminiszenz an den liegenden Stuhl – enden. Teilweise fügte er zusätzliche Pfetten ein.

Sein Entwurf des Dachwerks der Reithalle der Kavalleriekaserne in Heidelberg von 1806 zeigt einen stehenden Stuhl mit zwei Stuhlsäulen, die in Hängesäulen umgewandelt sind (**Abb.35**). Das Hängewerk besteht aus einer Bockkonstruktion, die aus zwei seitlichen Streben und einem Spannriegel zusammengesetzt wird. Zusätzlich ordnete Weinbrenner eine Mittelpfette auf den Streben des Hängewerks an, die die freie Länge der Sparren unterstützt. Die Streben enden außerdem in einer Fünfeckschwelle, die mit dem Zerrbalken verkämmt ist. Das Dachwerk zeigt also grundsätzlich die historisch bekannte Konstruktion des stehenden Stuhls, die, charakteristisch für das 19. Jahrhundert, als Hängewerkskonstruktion ausgeführt ist. Ergänzt wird das Dachwerk sowohl durch traditionelle Elemente, wie die Fünfeckschwelle, aber auch durch moderne Details, wie die Pfette. Zusätzlich wird das Dach in Querrichtung durch sich kreuzende Streben ausgesteift, die auch die Lasten der Pfetten auf das Hängewerk übertragen sollen. Diese aussteifende Wirkung wird durch die Bildung von Dreiecken erreicht, die ebenfalls bei barocken Andreaskreuzen ihre Anwendung fanden. Eine sehr ähnliche Dachwerkskonstruktion wählte Weinbrenner 1826 in der evangelischen Ludwigskirche in Langensteinbach in der baden-württembergischen Gemeinde Karlsbad – Ein Hinweis auf eine gewisse Standardisierung dieser Konstruktion.

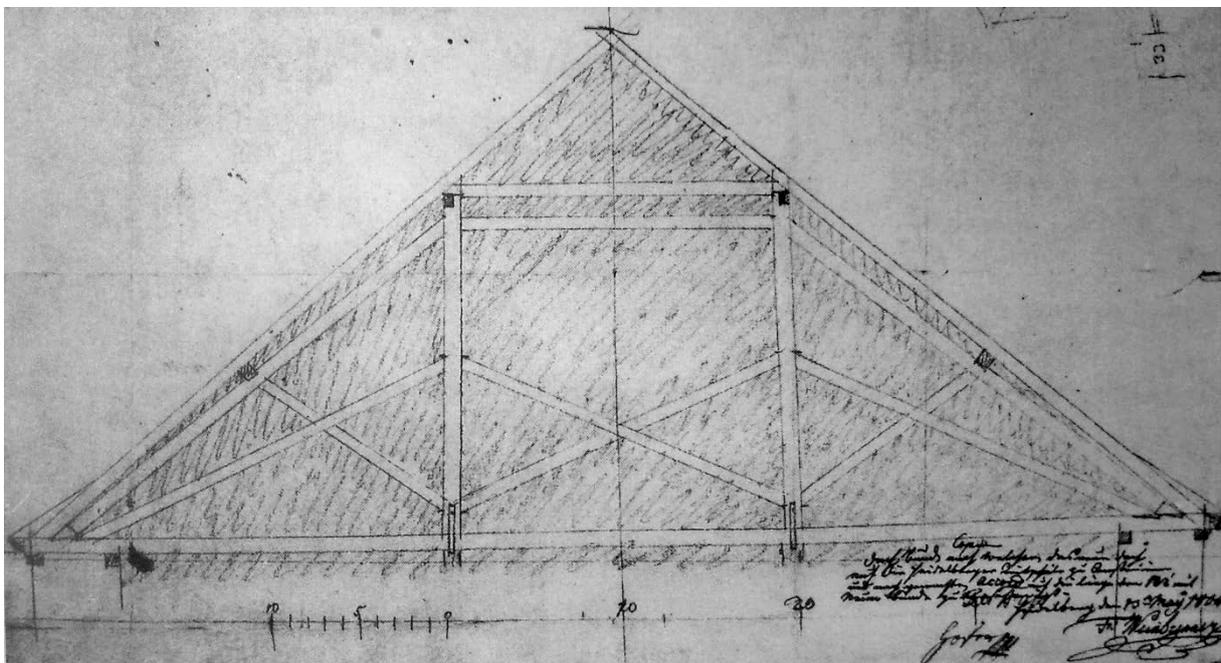


Abb.35: Kavalleriekaserne in Heidelberg (1806) von Friedrich Weinbrenner<sup>16</sup>

Das im Gegensatz zur Langensteinbacher Ludwigskirche etwas größere Dachwerk des ehemaligen Gesellschaftshauses des Stephaniebades in Karlsruhe-Beiertheim von 1809 bis 1811 von

<sup>16</sup> Schmidt 1990: S. 82.

Weinbrenner zeigt gleichsam einen stehenden Stuhl mit mittlerer Hängesäule (**Abb.36**). Die seitlichen Stuhlsäulen stehen auf darunter befindlichen Zwischenwänden; die Hängesäule hingegen hängt den freien Zerrbalken über einem freien Raum auf. Anders als in Heidelberg wird der mittlere Spannriegel hier in ein bogenförmiges Stabwerk umgewandelt –ein Vorgehen, das Weinbrenner schon bei seinem Entwurf des Karlsruher Hoftheaters von zirka 1804 bis 1808 verfolgte. Unter den Sparren ist erneut eine mittlere Pfette angeordnet, die zur Zerrbalkenlage hin abgestrebt ist. Die Strebe der Pfette wird von der Strebe des Sprengwerks überkreuzt. Auf der Kehlbalkebene sind zwei weitere sparrenparallele Streben angebracht, welche die Firstsäule aufhängen. Auf diesen Streben ist mittig wiederum eine Pfette befestigt, weshalb das Dachwerk im oberen Bereich stark an italienische oder französische Systeme erinnert. Am Fußpunkt der Sparren ist ebenfalls eine Pfette montiert, auf welche die Sparren aufklauen. Sowohl Weinbrenners Auskreuzungen als auch die Pfetten in einem Sparrendach sowie polygonal angeordnete Stäbe werden im 19. Jahrhundert zu üblichen Details, die systemübergreifend angewendet werden.

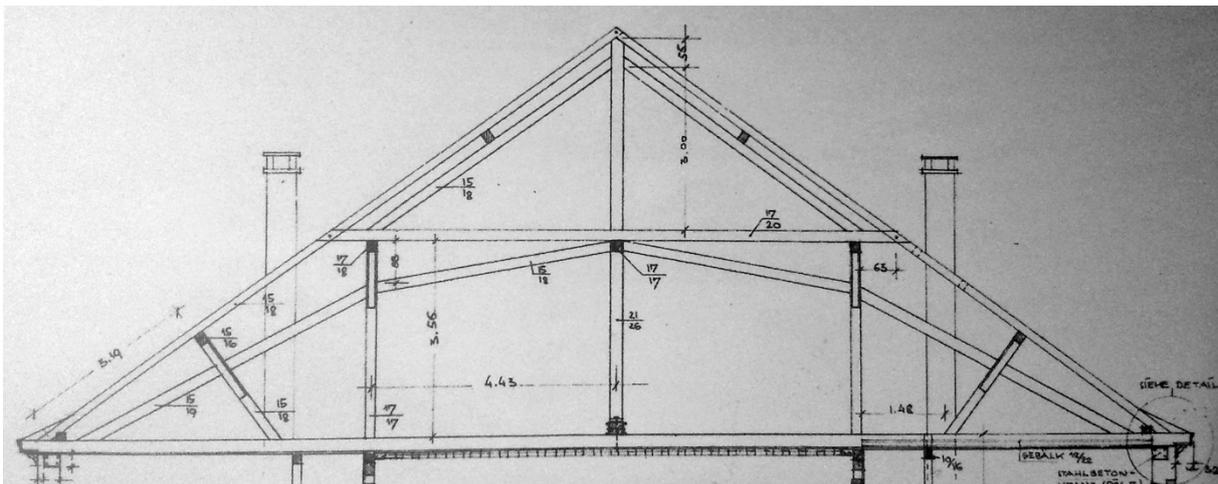


Abb.36: Dachwerk im Stephaniebad in Karlsruhe-Beiertheim (1809-1811) von Friedrich Weinbrenner<sup>17</sup>

Eines der wenigen erhaltenen Gebäude von Friedrich Weinbrenner, die Thomaskirche in Kleinsteinbach im Landkreis Karlsruhe von 1808 bis 1814, weist einen stehenden Stuhl auch bei einer flacheren Dachneigung auf, sowie spiegelt jener Kirchenbau die Umsetzung Weinbrenners Lehrbeispielen in der Praxis wieder (**Abb.37**): Das vollständig erhaltene Dachwerk zeigt bei einer Dachneigung von ungefähr 35° ein Kehlbalckendach mit untergestelltem, stehendem Stuhl, der durch ein Sprengwerk ausgesteift wird. Am Fußpunkt ist eine fünfeckige Pfette angebracht. Als Längsaussteifung dienen lediglich die Kopfbänder an den stehenden Stuhlsäulen. Die auf der Abbildung erkennbaren Zangen gehören nicht zur ursprünglichen Konstruktion. Das Dachwerk ist insgesamt als ein Beleg für die tatsächliche Anwendung der in der Literatur dargestellten flachen

<sup>17</sup> Schmidt 1990: S. 84.

Dachwerke mit stehendem Stuhl anzusehen. Weinbrenner war dabei sicher einer der innovativsten Köpfe einer sich ändernden Konstruktionswelt, sowohl was die Umsetzung als auch die Herangehensweise betrifft. Es gelang ihm dabei, altbewährte Konstruktionen mit anderen Elementen wie beispielsweise dem Pfettendach zu kombinieren. Der Architekt war in Zeiten der Holzeinsparung sicherlich einer der Ersten, der, aufgrund internationaler Eindrücke infolge seiner langjährigen Studienreisen in die Schweiz, Österreich und Italien, einen konstruktiven Umschwung einleitete, ohne dabei kopierend vorzugehen. Vielmehr gelang es ihm anhand des Vorhandenen eine Weiterentwicklung voranzutreiben. Diese Herangehensweise versuchte er genauso an seine Schüler und Weggefährten, wie beispielsweise Georg Moller<sup>18</sup>, weiterzugeben.



Abb.37: Innenansicht des Dachwerks der Thomaskirche Kleinsteinbach von Friedrich Weinbrenner (Foto Stefanie Bernecker)

Das Dachwerk eines Kanzleigebäudes in Darmstadt, das von Moller 1825 entworfen wurde, ist bei einer Dachneigung von unter 30 Grad prinzipiell als Kehl balkendach mit stehendem Stuhl und Sprengwerk ausgeführt (**Abb.38**). Ähnlich Weinbrenners Entwürfen ordnete sein Schüler zusätzlich eine Fuß- und eine Mittelpfette an. Wohingegen die mittlere Pfette ebenfalls durch eine Strebe Richtung Stuhlsäule abgestrebt ist, welche dabei die Strebe des Sprengwerks kreuzt. Der Fußpunkt des Dachwerks wird aufgelöst und in zwei Ebenen getrennt. So endet der Sparren auf einem Stichbalken, an dessen Stirnseite sich eine fünfeckige Schwelle befindet, welche mit dem Zerrbalken

---

<sup>18</sup> Moller studierte von 1802-1807 bei Weinbrenner in Karlsruhe.

verkämmt ist. Die Form der Schwelle erinnert in diesem Fall allerdings nicht an die übliche barocke Schwelle: Im Gegenteil, es handelt sich um einen rechteckigen Balken, dessen eine Ecke so abgefast ist, dass die Strebe stumpf darauf enden kann. Auf dieser Schwelle schließen die Streben des Sprengwerks ab. Ein Verschieben des Bauteils wird durch die Stichbalken verhindert, welche über Holzdübel mit dem Zerrbalken verbunden sind. Dieses Detail ist von der Balkenverstärkung bekannt<sup>19</sup> und verhindert ein Abscheren durch Horizontalkräfte der Balken gegeneinander. Vermutlich sollte durch die Aufdoppelung eine Stabilisierung des auskragenden Fußpunkts erreicht werden.

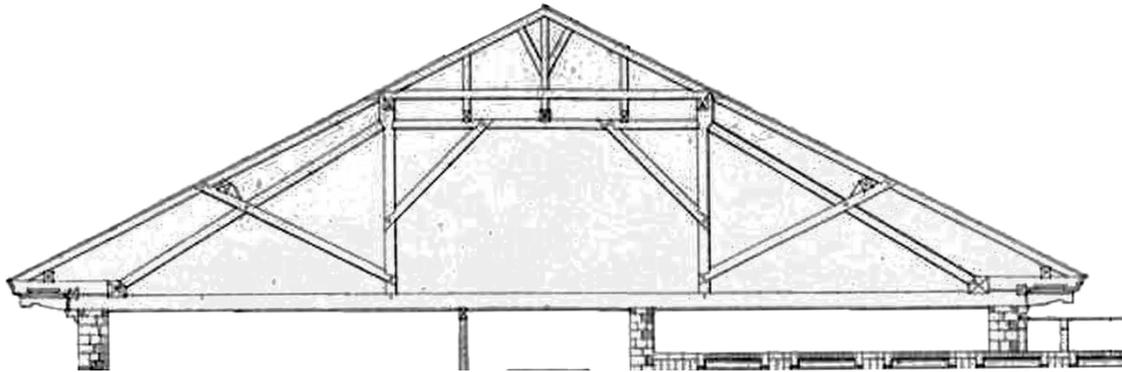


Abb.38: Dachwerk des Kanzleigebäudes (1825) in Darmstadt von Moller<sup>20</sup>

Auch ein weiterer Bau lässt den Einfluss Weinbrenners auf seine Zeitgenossen erkennen: Der Architekt Franz Heger (1792–1836)<sup>21</sup> verwendete 1825 bis 1827 bei dem Bau der „Cavallerie-Caserne“ in Darmstadt eine ähnliche Konstruktion wie Weinbrenner zehn Jahre zuvor bei seinem Entwurf der erwähnten Heidelberger Kaserne. Heger arbeitete sowohl mit Moller in Darmstadt als auch mit Weinbrenner in Karlsruhe zusammen, wobei er mit Ersterem gemeinsame Entwürfe publizierte.<sup>22</sup> Neben den Parallelen, die Hegers Dachwerk mit denen von Weinbrenner und Moller aufweist, zeigt seine eigene Konstruktion auch einzelne Neuerungen (**Abb.39**). So hat das Dachwerk eine deutlich flachere Neigung als die Weinbrenner-Dächer. Dieser flache Winkel wird durch die Verwendung einer Kniestockkonstruktion erreicht, dabei ist die Zerrbalkenlage unter den Fußpunkt der Sparren verlegt. Annähernd zu Mollers Entwurf verhalten sich die Streben des Hängewerks: Diese lässt Heger auf einer Schwelle enden, die ebenfalls aus einem Rechteckquerschnitt mit abgefasten Ecken besteht. Eine Abwandlung stellt aber der Querschnitt der Strebe dar: Die Strebe ist so groß, dass sie, wie häufig bei liegenden Stuhlsäulen, auch auf dem Zerrbalken endet. Dieser Knotenpunkt ist zusätzlich, bei italienischen Hängewerksbindern üblich, mit Eisenbändern gesichert. Der Zerrbalken selbst liegt auf einem Werksteinblock innerhalb des Mauerwerks auf und ist durch

---

<sup>19</sup> Vgl. Kapitel 2) Balkenverstärkung, S. 19/20. (z.B. Nationaltheater oder Gärtnerplatztheater München).

<sup>20</sup> Moller 1833-1844. Taf. VIII.

<sup>21</sup> Heger verfasst eine gemeinsame Publikation mit Georg Moller im Jahre 1825 (Moller/Heger 1825) und unternimmt zwischen 1817 und 1821 gemeinsame Studienreisen mit Friedrich Weinbrenner.

<sup>22</sup> Georg Moller, Franz Heger: Entwürfe ausgeführter und zur Ausführung bestimmter Gebäude, Darmstadt 1825.

#### 4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert

Eisenbänder an die Außenwände angeschlossen. Die Sparren sind am Fußpunkt auf eine Fußpfette aufgeklaut, die auf zangenförmigen Stichbalken aufgekämmt ist. Diese Zangen schließen die Sparrenfußpunkte an die Streben des Hängewerks an. Die Hängesäulen sind nach oben hin verdickt, so dass sie einerseits das Rähm tragen und andererseits seitlich bis zur Oberkante der Kehlbalcken reichen. Infolgedessen wird der Knotenpunkt von Sparren und Kehlbalcken zusätzlich gesichert. Eine derartige seitliche Verlängerung der Hängesäule nach oben ist schon bei dem Kanzleigebäude Mollers zu erkennen. Der Kehlbalcken umfasst an seinen äußeren Enden gabelförmig die Sparren und ist an diese angeschraubt. Weitere Überschneidungen mit dem Entwurf Georg Mollers sind die auf den Zerrbalken angebrachten Streben, die die mittlere Hängesäule aufhängen. Auf den Streben sind mittig Pfetten aufgeklämmt. Heger verwendet zusätzlich eine Firstpfette. In Längsrichtung ist auf der Zerrbalkenlage eine Zange installiert, die die Hängesäule umfasst.

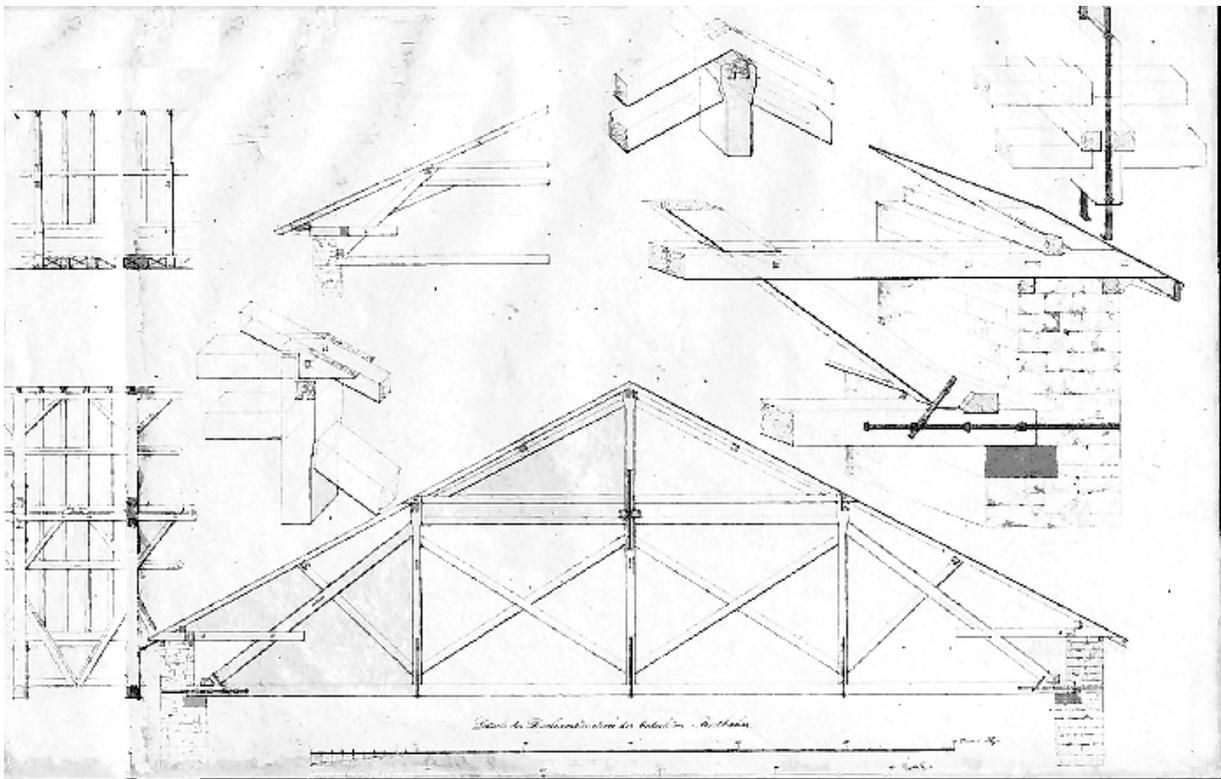


Abb.39: Dachwerk der Kavalleriekaserne in Darmstadt von Franz Heger (1825-1827)<sup>23</sup>

Die beschriebenen Beispiele der drei Architekten Weinbrenner, Moller und Heger haben gezeigt, wie aus einem bekannten System neue, für das 19. Jahrhundert typische, Konstruktionen entstanden. Die Verwendung altbewährter Techniken und Details wurden dabei mit neuen Elementen wie der Pfette oder der Zange kombiniert. Durch die Zunahme der Verwendung von Eisenbolzen ergaben sich neue Möglichkeiten für die Verbindungstechniken: Häufig wurde eine zusätzliche Anordnung dreiecksbildender Knotenpunkte hervorgebracht.

<sup>23</sup> Moller, Heger.1825. Taf. VIII, Cavallerie-Caserne Darmstadt.

##### Die Auskreuzungen und die dreiecksbildenden Knotenpunkte innerhalb der stehenden Stühle

Grundsätzlich wurden bei den stehenden Stühlen sowohl in Quer- als auch in Längsrichtung Kopf- oder Fußbänder sowie Steigstreben verwendet, die alle in bestimmten Bereichen eine feste Dreiecksverbindung bilden. Die Auskreuzungen, wie sie bei Weinbrenner, Moller oder Heger in Querrichtung Anwendung finden, waren, zumindest in Bayern, bisher so nicht üblich. Jedoch kannte man vor 1800 sich kreuzende Streben wohl bereits. Sie wurden vielfach in der Form von Andreaskreuzen in der Dachflächenebene und als Längsaussteifung zwischen Hängesäulen; im Mittelalter als auf druckbelastete Elemente im Sparrendach sowie in der Zeit des Barocks als Zugglieder in offenen Sparrendächern verwendet. Die Ausführung solcher Auskreuzungen war folglich geläufig und auf die herkömmlichen Andreaskreuze zurückzuführen. Die Anordnung der Kreuze als Aussteifung eines Hängewerks in Querrichtung kann, mindestens in Bayern, innerhalb der Dachwerke als Neuheit des 19. Jahrhunderts und als ein Schritt zum Fachwerkträger angesehen werden. Ein erstes Lehrbuchbeispiel findet sich bei Johann Gottfried Hoffmann, das im weiteren Verlauf durch den bayerischen Baubeamten Wolfram 1824<sup>24</sup> kopiert wurde. In der Zeichnung von Hoffmann ist ein doppeltes Hängewerk dargestellt, welches von einer Zange umfasst und durch ein „gewöhnliches Andreaskreuz“<sup>25</sup> ausgesteift wird (**Abb.40**). Sowohl durch das Kreuz als auch durch die Zange entstehen kleine Dreiecke, die das gesamte System stabilisieren.

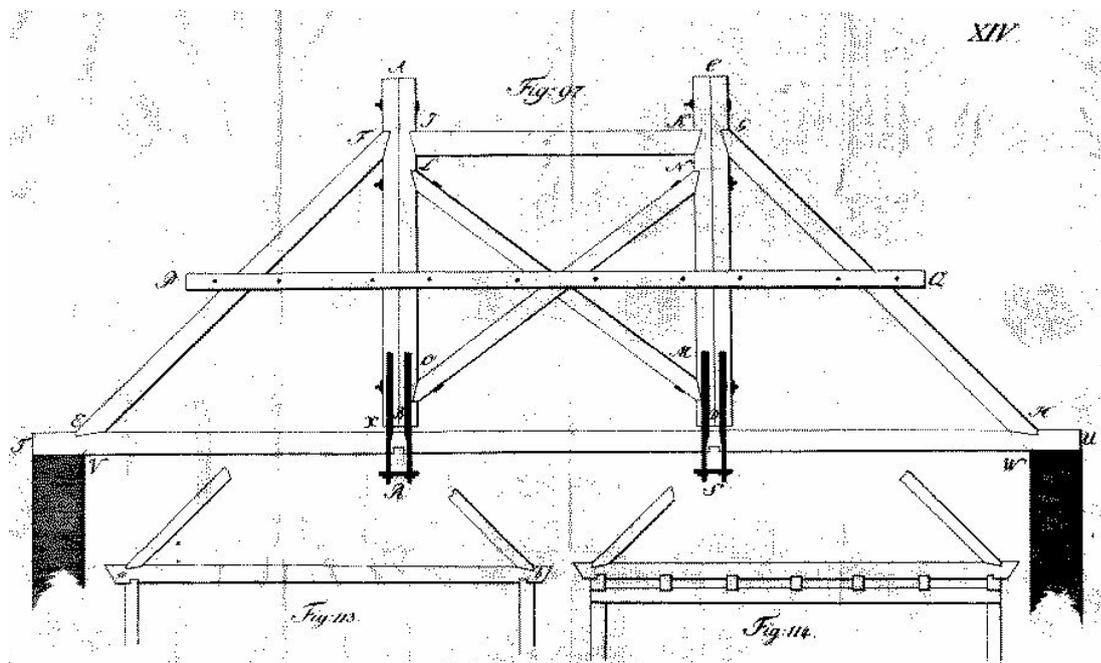


Abb.40:

Auskreuzung eines Hängewerks von Hoffmann<sup>26</sup>

<sup>24</sup> Wolfram 1824: Tab. XXI, Fig. 360.

<sup>25</sup> Hoffmann 1802: S. 434.

<sup>26</sup> Ebd. Taf. XIV, Fig 97 und Taf. XVI, Fig. 101.

Wolfram stellt zusätzlich eine Systemskizze von einem dreifachen Hängewerk mit Kreuzen zwischen den Hängesäulen her. Diese Auskreuzungen zwischen den Hängesäulen sind nicht nur in Quer-, sondern auch in Längsrichtung anwendbar: Würden mehrere Hängewerke im Dach hintereinander angeordnet, „so ist noch eine Verbindung der Länge des Gebäudes nach zwischen ihnen nöthig, welche am besten durch Andreaskreuze erhalten werden kann, welche zwischen die Hängesäulen und zwischen die Hauptstreben eingelegt werden“,<sup>27</sup> wie Hoffmann 1802 festhält. Dergleichen senkrechte Ebenen in Längsrichtung waren in einigen Regionen Deutschlands nicht unbekannt: In der Münchner Umgebung fanden diese bisher jedoch hauptsächlich zwischen den Stuhlsäulen als Längsaussteifung ihre Anwendung. Im 19. Jahrhundert umgesetzt wurden diese längs gerichteten Ebenen beispielsweise in der Kirche Johann-Baptist in München-Haidhausen 1858 und in der Kirche Mariä Himmelfahrt in Gaimersheim von 1860 beide von Matthias Berger entworfen. Daneben sind die Aussteifungen teilweise bei kurzen Hängesäulen oder Ständern unterhalb des Firstes zu finden, wie zum Beispiel bei dem Bohlendach in Schloss Neuburg von 1824 sowie in der Reithalle in Aarau von 1864.<sup>28</sup>

Wie schon in den Jahrhunderten zuvor, wurden die sich kreuzenden Streben auch während des 19. Jahrhunderts mittig überblattet. Die Anbindung an die Hängesäulen erfolgte häufig über einen Versatz oder einen Zapfen; auch war es in der Zeit durchaus üblich, die Verbindung statt eines Zapfens mit einem schrägen Eisenbolzen zu sichern.<sup>29</sup> Durch die Verwendung der Auskreuzung zwischen den Hängesäulen wird eine gewisse Steifigkeit erreicht. In einem, von einem unbekanntem Autor 1832<sup>30</sup> verfassten Artikel im Baujournal für Baukunst wird der Gedanke hinter der Entwicklung deutlich: Es wird geschildert, dass bei der Verwendung von einfachen Hängewerken automatisch ein geschlossenes Dreieck, bestehend aus Streben und Zerrbalken, entsteht, aber bei der Nutzung mehrerer Hängewerke sich ein verschiebliches Viereck ergibt. Da jedoch laut Verfasser die Festigkeit auf der Unverschiebbarkeit der Dreiecke beruht, wird der Versuch unternommen, das Problem durch die Aneinanderreihung und Stapelung einfacher Hängewerke mit dazwischen angebrachten Auskreuzungen zu lösen. Die Annahme, dass durch die Anordnung einer mittigen Hängesäule grundsätzlich keine Zugspannungen entstehen und ein Durchbiegen des Zerrbalkens nicht möglich ist, ist dabei allerdings nicht korrekt. Vielmehr wird durch die Streben der zusätzlichen Hängewerke, die direkt auf dem Zerrbalken enden, eine zusätzliche Last eingebracht. Der Grundsatz ist aber immer der gleiche: Durch die Aneinanderreihung einzelner Dreiecke oder Andreaskreuze soll eine angenommene Verschieblichkeit mittels der Schaffung von Dreiecken verhindert werden.

---

<sup>27</sup> Hoffmann 1802: S.435.

<sup>28</sup> Für Süddeutschland sind jene längs gerichteten, senkrechten Ebenen eher ungewöhnlich; in anderen Regionen Deutschlands haben sie sich jedoch durchaus etabliert.

<sup>29</sup> Johann-Baptist Haidhausen und Mariä Himmelfahrt Gaimersheim.

<sup>30</sup> Geschrieben wurde der Artikel laut Vorwort aber vor 1830.

Die Idee der Lastabtragung über Streben sowie die gleichzeitigen Stabilisierung durch Auskreuzung eines Binders lässt sich auch auf ein einfaches Hängewerk übertragen. Das Beispiel der Kirche St. Johannes d. Täufer in Treis an der Mosel wurde von Johann Claudius Laussaulx (1781–1848) entworfen und in den Jahren 1824 bis 1828 fertiggestellt. Von dem Gebäude erschien eine Zeichnung in der Allgemeinen Bauzeitung im Jahre 1836.<sup>31</sup> Wie bei den zuvor beschriebenen Dachwerken, handelt es sich auch in diesem Fall um ein Pfettendach auf einem Hängewerksbinder. Die beiden Mittelpfetten liegen auf den Hauptstreben eines einfachen Hängewerks und werden durch zusätzliche Streben unterstützt, welche entweder in Richtung der inneren Säulen oder zu dem unteren Ende der Hängesäule verlaufen. Die Lasten aus der Hängesäule werden durch zusätzliche Streben ebenfalls in Richtung der inneren Säulen abgetragen. Die Kreuzung der Streben ergibt die Dreieckstruktur in Querrichtung, die durch eine zusätzliche waagerechte Zange zusammengehalten wird. Letztere ist ungefähr auf Höhe der Kreuzungspunkte, etwa in der mittleren Dachwerkshöhe, angebracht.

#### Die Auskreuzung unter Berücksichtigung internationaler Einflüsse

Wenn auch das Element der auskreuzenden Streben in Deutschland schon lange vor Beginn des 19. Jahrhunderts bekannt war, handelt es sich doch um eine neuwertige Anordnung innerhalb der bekannten Konstruktion des stehenden Stuhls. Auffällig ist, dass in verschiedenen, außerhalb Deutschlands befindlichen Dachwerken diese Art der Auskreuzung ebenfalls gehäuft zwischen den Hängesäulen auftritt. Jenseits der Dachwerkskonstruktionen waren die Auskreuzungen zwischen den Hängesäulen im Brückenbau gängig, was wahrscheinlich wiederum Einfluss auf die Entwicklung der Dachwerkskonstruktionen hatte. Sehr frühe Beispiele jener Kreuze sind bei den Bogenbrücken Palladios im 16. Jahrhundert vorzufinden.<sup>32</sup>

Im 18. Jahrhundert sind bei verschiedenen Theaterdachkonstruktionen, in französischen Traktaten veröffentlicht, sich kreuzende Streben zwischen den Hängesäulen des italienischen Pfettendachs zu finden. Als Beispiele gelten die Theaterbauten in Turin von 1740 sowie in Lyon aus dem Jahr 1753 bis 1756).<sup>33</sup> Beide Dachwerke sind Gegenstand mehrerer Veröffentlichungen und dürften dementsprechend weitverbreitet bekannt gewesen sein.<sup>34</sup> Eine durch Jean-Baptiste Rondelet (1743–

---

<sup>31</sup> ABZ 1836: Blatt 56.

<sup>32</sup> Palladio, A.: I quattro libri dell'architettura di Andrea Palladio, Venetia 1570. Viertes Buch, S. 17,-18.

<sup>33</sup> Jean, Paul Krafft : Plans, coupes et élévations de diverses productions de l'art dela charpente exécutées tant en France que dans les pays étrangers, Paris 1805. No. 32, Fig. 6.

<sup>34</sup> Theater Turin: Gabriel Pierre Martin Dumont: Parallèle de plans des plus belles salles de spectacles d'Italie et de France avec des détails de machines théatrales (Paris s.d., ca. 1768), Tafel 19; Krafft 1805: Pl 18, Fig. 1ére; Recueil de Planches sur les sciences, les art s libéraux et les arts mécaniques avec leur expication, Paris 1772, Pl X, Zeichnung von Dumont; Johann Gierrh: Der Wiener Zimmermann, oder practische und allgemein faßliche Unterweisung zur Ausmittlung der Dachlagen, zur Construction der Holzverbände im Allgemeinen und

1829) vorgenommene Ausbesserung an der Anordnung der kreuzenden Streben des Theaters Lyons spiegelt eine direkte Auseinandersetzung mit den sich auskreuzenden Elementen zu Beginn des 19. Jahrhunderts wieder (**Abb.41**). Rondelet schafft dabei eine gleichmäßige Struktur sich kreuzender Streben. Eine seiner Systemskizzen, die gleichmäßige Auskreuzungen zwischen Hängesäulen darstellt, stellt einen weiteren Beleg für Rondelets bewussten Einsatz von sich kreuzenden Streben in Querrichtung eines Dachwerks dar.<sup>35</sup>

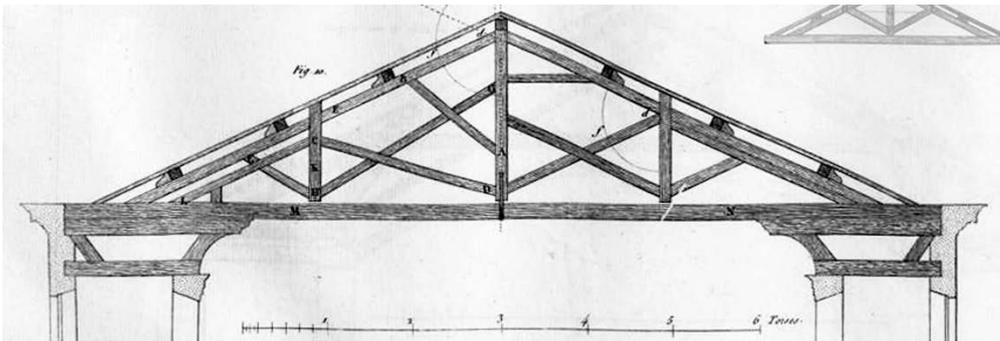


Abb.41: Dachwerk des Theaters Lyon (1753-1756) mit Verbesserungsvorschlag Rondelets (rechts)<sup>36</sup>

Es ist davon auszugehen, dass den Architekten der damaligen Großherzogtümer Baden und Hessen die französischen Bauwerke bekannt waren. So waren möglicherweise auch Weinbrenners Dachwerke, in denen er die Auskreuzungen in Querrichtung verwendete, durch die französischen Beispiele geprägt. Durch Georg Mollers Erwähnung der französischsprachigen Publikationen von Johann Karl Krafft (1764–1833) und Rondelet ist deren Bekanntheit überdies belegt.<sup>37</sup> Wie schon Rondelet propagiert Moller das System dreieckig angeordneter Elemente, die einen festen Verbund ergeben. Dieses Prinzip entstammt, wie Moller selbst schreibt, den mittelalterlichen Konstruktionen, war aber sicher in seiner Ausführung auch vielfach durch französische Beispiele geprägt.

Ferner sind in England gehäuft Beispiele mit gleichmäßigen Kreuzen zwischen den Hängesäulen zu finden, wie Abbildungen von James Smith (**Abb.43**) oder Peter Nicholson (1765–1844) zeigen (**Abb.42**). Zumindest Moller erwähnt englische Bauwerke explizit; ein weiterer Beleg für die Bekanntheit der englischen Konstruktionen.<sup>38</sup>

Allgemein ist festzuhalten, dass es sich bei den Auskreuzungen zwischen den Hängesäulen um ein Detail handelt, das zunehmend seit dem 18. Jahrhundert eine internationale Anwendung findet und gleichsam in Deutschland übernommen wird. Eine genaue Beschreibung der dreiecksbildenden

---

insbesondere der Dachverbindungen, Wien 1840, Taf. XIX. Theater Lyon: Dumont: PL. 35 und 36; Jean Baptiste Rondelet: *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Bd. 4: Charpente, Paris 1810, PL. CV.

<sup>35</sup> Rondelet 1810: Taf CXIII.

<sup>36</sup> Ders. 1828: PL. CVII, Fig.10.

<sup>37</sup> Vgl. Kapitel 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems, S. 84.

<sup>38</sup> Moller 1833-1843: Einleitung.

#### 4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert

---

Elemente ist in dem Kapitel über kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems in dieser Arbeit zu finden.<sup>39</sup>

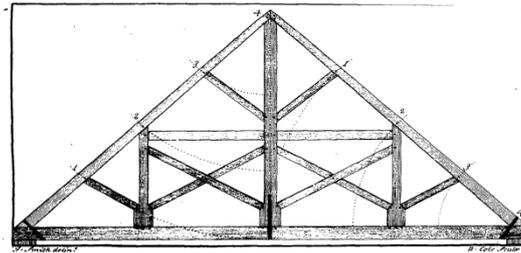


Abb.42: Englisches Dachwerk nach Nicholson<sup>40</sup>

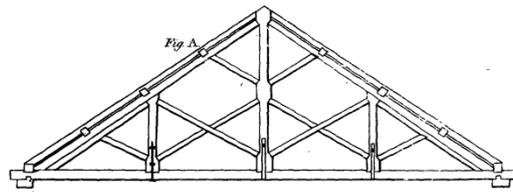


Abb.43: Englisches Dachwerk nach Smith<sup>41</sup>

Anhand verschiedener Beispiele soll im Folgenden gezeigt werden, dass der stehende Stuhl in der modernen Form des Hängewerks im 19. Jahrhundert auch in Bayern seine Anwendung fand.

#### **Untersuchte Fallbeispiele**

##### St. Johannes in Jetzendorf

Die katholische Pfarrkirche St. Johannes d. Täufer in Jetzendorf wurde 1845 durch Joseph Hergl (1794–1877) errichtet. Hergl war zuvor ein Schüler der Akademie in München und hatte somit sehr wahrscheinlich Zugang zur gängigen Fachliteratur. Bei dem Dachwerk der Pfarrkirche handelt es sich um ein Kehl balkendach, das durch die Hängesäulen mit darauf liegendem Rähm unterstützt wird (**Abb.44**). Im Vergleich zu dem Dachwerk der Thomaskirche in Kleinsteinbach von Weinbrenner sind in Jetzendorf zusätzliche waagerechte Hölzer zwischen Hängesäule und Hängewerkstrebe angebracht, die die Konstruktion stabilisieren. Die Hängesäule hängt mit wenigen Zentimetern Abstand über einem Überzug, an dem die Zerrbalken der Leergespärre angeschraubt sind. An der Unterseite der Hängesäulen befindet sich ein Zapfen, der in den Überzug hineinreicht. Die in Richtung der Traufen weisende Seite der Hängesäule wird seitlich des Überzugs weiter hinunter zur Zerrbalkenebene geführt, so dass das in Querrichtung angebrachte Hängeeisen in gerader Linie bis unter den Zerrbalken geführt werden konnte. Das innenliegende Eisenband musste hingegen um den Überzug herum gebogen werden. Die Hängesäulen sind, wie schon bei der Heidelberger Kaserne von

---

<sup>39</sup> Vgl. Kapitel 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems, S. 82.

<sup>40</sup> Nicholson 1792: Plate 43.

<sup>41</sup> Smith 1733: Plate 25.

#### 4) Der stehende Stuhl im 19. Jahrhundert

---

Weinbrenner, am oberen Ende seitlich bis unter den Kehlbalcken verlängert, so dass das Rähm halbseitig eingehälst wird. Die Fußpunkte sind wie bei dem Kanzleigebäude in Darmstadt von Moller zusätzlich aufgedoppelt und verbolzt. Diese Aufdoppelung verhindert das Verschieben der Streben des Hängewerks. Zusätzliche ist außerdem die typische fünfeckige Sicherheitsschwelle angebracht, auf die die Sparren aufgeklaut sind.

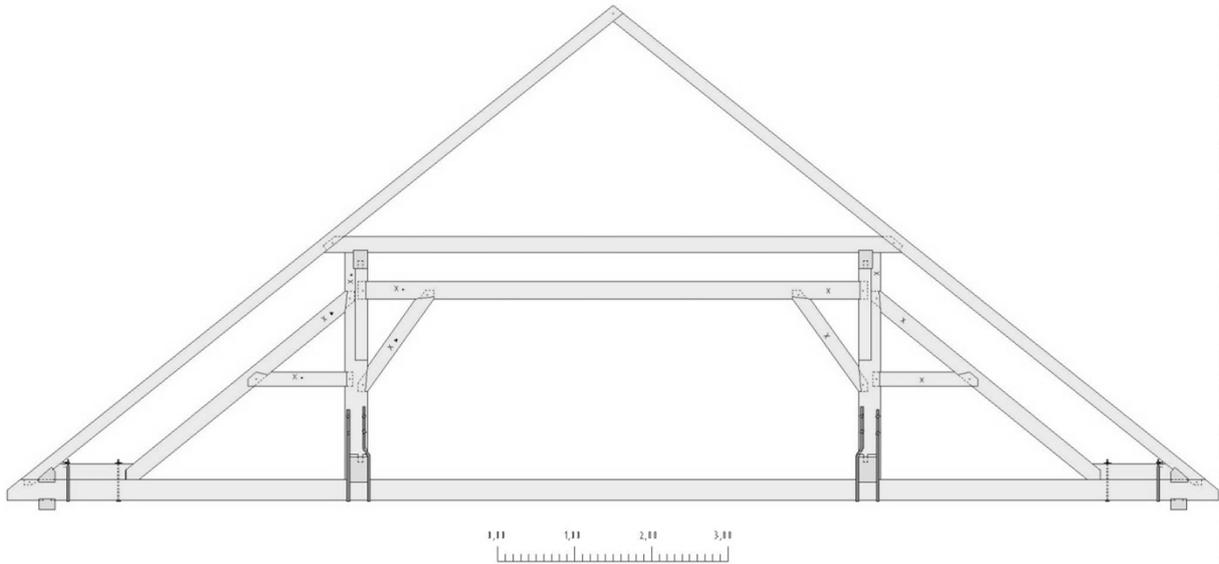


Abb.44: Dachwerk der Kirche St. Johannes in Jetzendorf (1845)<sup>42</sup>

#### Stadtpfarrkirche Eltmann

Ein anderes Beispiel ist in der Stadtpfarrkirche von Eltmann zu finden. Der Bau wurde wohl nach einem Entwurf von Leo von Klenze in den Jahren 1835-1838 errichtet. Das flache Dachwerk zeigt ebenfalls einen stehenden Stuhl, der in ein Hängewerk umgewandelt ist (**Abb.45**). Anders als bei den vorherigen Beispielen zapfen die Sparren direkt in eine fünfeckige Schwelle auf der Zerrbalkenebene ein. Hierbei scheint es sich um ein Detail Münchner Architekten zu handeln; denn auch Métivier verwendete diese Anordnung in der Reithalle in Regensburg 1829. Die Streben des Hängewerks sind mit einem doppelten Versatz in dem Zerrbalken befestigt. In den Versatz-Verbindungen sind, wie auch in Jetzendorf, Metallplatten angebracht. Eine Vorgehensweise, die bereits Georg Moller beim DarmstädterKanzleigebäude bzw. wiederum Métivier in Regensburg anwandten. Die in Längsrichtung angeordneten doppelten Hängesäulen reichen einseitig bis zum Kehlbalcken und sind in sich verzahnt und mit Eisenbolzen zusammengeschrubt. Die Hängesäulen enden mit ein wenig Abstand über dem Überzug. Anders als in Jetzendorf befinden sich die Hängeeisen in Längsrichtung des Gebäudes an den Hängesäulen. Um die Eisenbänder sowohl an der Hängesäule als auch an den Zerrbalken plan anlegen zu können, sind sie oberhalb der Überzüge in sich verdreht. Dieses Problem der Verdrehung des Eisenbandes wurde bei Menzel in der anfänglich dargestellten Zeichnung eines stehenden Stuhls

---

<sup>42</sup>Untersuchung vor Ort 2012

(**Abb.33**) durch einen seitlichen Überzug gelöst. Wie bei den Dachwerken von Weinbrenner und Moller sind mittlere Pfetten angebracht, die über einen kurzen Balken auf die Strebe abgestützt werden. Die kurzen Balken sind dabei in die Pfette eingezapft und werden auf der Strebe wiederum durch eine dreieckige Knagge unterstützt. Derartige Knaggen sind auch in der Evangelischen Pfarrkirche von 1827 in Rinntal<sup>43</sup> sowie in dem Kanzleigebäude von Moller in Darmstadt angebracht. Der Kehlbalcken und die Elemente des stehenden Stuhls erinnern stark an traditionelle deutsche stehende Stühle und die flache Dachneigung sowie das doppelte Hängewerk erinnern dahingegen eher an italienische Pfettendächer. Diese Kombination macht das Dachwerk zu einer Mischkonstruktion aus italienischer Pfettendach- und deutscher Sparrendachtradition.

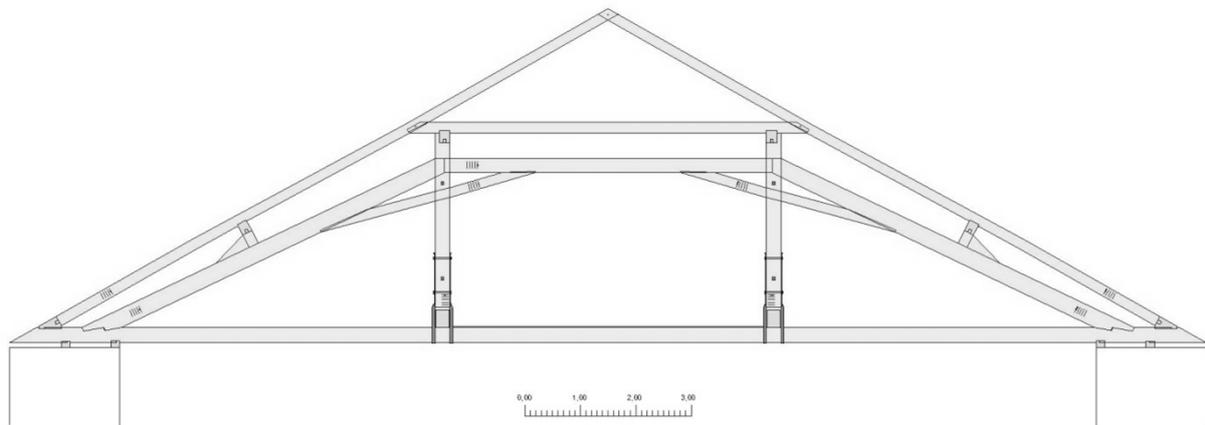


Abb.45: Kirche St. Michael und Johannes der Täufer in Eltmann (1835-1838)<sup>44</sup>

#### Zusammenfassung

Die gezeigten Beispiele verdeutlichen, dass sich der stehende Stuhl zu einem Standardsystem des 19. Jahrhunderts entwickelt hat. Es handelt sich um ein System, das, unter dem Einfluss internationalen Entwicklungen, parallel zum italienischen Pfettendach für die modern werdende flache Dachneigung weiterentwickelt und umgewandelt wurde. Zusätzliche Details wie die Auskreuzung der Hängesäulen, die Verwendung fünfeckiger Schwellen oder Pfetten sowie die Verwendung von Zangen sind dabei systemunabhängig im gesamten Jahrhundert bei jeglicher Art von Dachwerkstyp zu finden. Auch die Ausführung einer Kniestockkonstruktion ist sowohl in Verbindung mit dem stehenden Stuhl als auch mit anderen Konstruktionssystemen vorzufinden.

Die Spannweiten der untersuchten Dachwerke in Jetzendorf und Eltmann liegen zwischen 14 und 18 Metern und die Dachneigungen betragen 30° und 39°.

---

<sup>43</sup> Die Pläne zur Kirche in Rinntal entstanden durch Joseph Ohlmüller, wurden aber durch Leo von Klenze kontrolliert.

<sup>44</sup> Untersuchung vor Ort 2012

## 5) Pfetten auf Hängewerksbindern in Sparren- oder Kehl balkendächern

Im 19. Jahrhundert wurden Konstruktionen verwendet, die sich aus dem italienischen Pfettendach sowie dem klassischen deutschen Sparrendach zusammensetzen. Grundsätzlich sind diese Dachwerke wie ein Sparrendach aufgebaut, das aus dem Sparrenpaar und der geschlossenen Zerrbalkenlage besteht; das Dach kann mit oder ohne Kehlbalken ausgeführt sein. In dieses Sparrendach ist ein Hängewerk eingefügt, welches sich an den Hängewerksbindern der italienischen Pfettendächer anlehnt. Auf den Kehlbalken oder den Spannriegeln sind einzelne Mittelpfetten angebracht, auf die die Sparren aufklauen. Diese Konstruktionsart war ein früher Versuch, aus den traditionellen Systemen eine Konstruktion zu entwickeln, die dem modernen Streben nach einer flachen Dachneigung im frühen 19. Jahrhundert entgegenkam.

### Das „Pfettensparrendach“ am Beispiel früher Entwürfe Münchner Architekten

Der Entwurf des Münchner Architekten Carl von Fischer für das Dachwerk über dem Malersaal des Theaters am Isartor in München von 1810 zeigt die Verwendung eines typischen italienischen doppelten Hängewerks (**Abb.46, 47**). Streben, Spannriegel und Hängewerkssäulen bilden dabei die übliche Anordnung der Hängewerksbinder mediterraner Pfettendächer. Der Fußpunkt der Streben ist, wie bei italienischen Dächern üblich, mit Eisenbändern gesichert. Ziel dieser Konstruktion war es, den darunter befindlichen stützenfreien Malersaal zu überspannen sowie einen großen Dachraum zur Aufbewahrung der Dekorationen zu erlangen.<sup>1</sup> Bei genauerer Betrachtung handelt es sich in diesem Fall zwar um ein für italienische Regionen typisches Hängewerk, jedoch nicht um ein Pfettendach. Die Konstruktion kann vielmehr als Sparrendach bezeichnet werden, die sich aus dem Sparrenpaar und der durchgehenden Zerrbalkenlage zusammensetzt. In dieses Dreieck ist das Hängewerk nach italienischer Machart eingefügt, es befindet sich in jedem zweiten Gespärre. Die Sparren der Leergespärre werden durch Mittelpfetten vor einer Durchbiegung geschützt, die auf dem Spannriegel angebracht sind. Diese Pfetten sind fünfeckig ausgeführt und erinnern in ihrer Form an die barocke Fünfeckschwelle. Damit unterscheidet sich das System wiederum von dem herkömmlichen Sparrendach, in dem die Gespärre gleichermaßen hintereinander geschaltet sind. Die Einteilung in Binder- und Leergespärre ist hier mit jeweils nur einem einzelnen Leergespärre zwischen den Bindern – im Gegensatz zu den italienischen Pfettendächern oder den in Deutschland üblichen Kehlbalkendächern mit liegendem Stuhl – sehr eng angeordnet. In den meisten Dachwerken sind üblicherweise drei bis vier Leergespärre zwischen den Bindern zu finden. Die Streben des Hängewerks sind in eine auf dem Zerrbalken verkämmte fünfeckige Schwelle eingezapft, was somit dem Bild des barocken liegenden Stuhls in diesem Bereich gleichkommt. Die Sparren sind wie bei

---

<sup>1</sup> Anmerkung auf der Zeichnung

barocken Dachwerken auf diese Fünfeckschwelle aufgeklaut. Die Schwelle dient dabei als Mittel zur Sicherung des Verbindungspunktes von Sparren und Zerrbalken. Der Zerrbalken ist in jedem Gespärre angebracht und dient der Aufhängung der Deckenkonstruktion. Die Dachhaut liegt hier, wie bei dem Sparrendach üblich, direkt auf den Sparren. Typisch für traditionelle deutsche Konstruktionen ist der Überzug unter den Hängesäulen, an dem die Zerrbalken aufgehängt sind. Der Überzug ist durch u-förmige Eisen an der Hängesäule befestigt. Davon entkoppelt ist der Zerrbalken durch Eisenbolzen an dem Überzug angebracht. Dieses Verbindungsdetail findet sich häufig in Dachwerken Münchner Architekten; beispielsweise ebenfalls in den untersuchten Kirchen in Rinnthal von 1831 bis 1834 und in Friedberg aus den 1870er Jahren<sup>2</sup>.

Das Dachwerk über der Bühne des Isartortheaters zeigt eine ähnliche Konstruktion, wie das beschriebene über dem Malersaal. Sie unterscheiden sich aber indem hier in den Leergespärren keine Zerrbalken angeordnet sind. Dementsprechend gibt es auch keinen Überzug, der die Zerrbalken aufhängen müsste. Der Grund hierfür ist, dass keine geschlossene Deckenverschalung angebracht wurde. Vielmehr war es wichtig, dass der Raum zwischen den Zerrbalken offen blieb, um den Dachraum für Hebemaschinen des Bühnenbildes verwenden zu können. Die Zerrbalken sind in diesem Bereich direkt mit u-förmigen Eisen an der Hängesäule befestigt.

Dieses Dachwerk war ein Versuch, die Konstruktion optimal an die Funktion des Gebäudes anzupassen und dabei gleichzeitig die gewünschte Dachform zu erhalten. Gerade die unterschiedliche Ausführung der Dachkonstruktionen über den verschiedenen Funktionsräumen zeigt eine bewusste Auseinandersetzung mit dem hier angewandten System. Durch die Anordnung des Hängewerks und der Pfetten wurde auf die bis dahin übliche Konstruktion des liegenden Stuhls verzichtet, wodurch zumindest der komplizierte Verbindungspunkt von Rähm, Spannriegel und Stuhlsäule zu vermeiden war. In dem gesamten Gefüge scheinen bewusst unterschiedliche Elemente aus traditionell bekannten Systemen sowohl aus Deutschland als auch Italien angewandt worden zu sein, die neu zusammengesetzt wurden. Diese Herangehensweise bezeugt, dass die italienischen Hängewerkskonstruktionen nicht einfach nur durch deutsche Konstrukteure kopiert, sondern studiert und bewusst umgewandelt wurden. Die Verwendung des italienischen Hängewerks innerhalb eines Sparrendachs ist auch bei den flach geneigten stehenden Stühlen zu beobachten.

---

<sup>2</sup> Katholische Pfarrkirche St. Jakob in Friedberg i. Bay. von Karl Bernatz von 1871-1873.

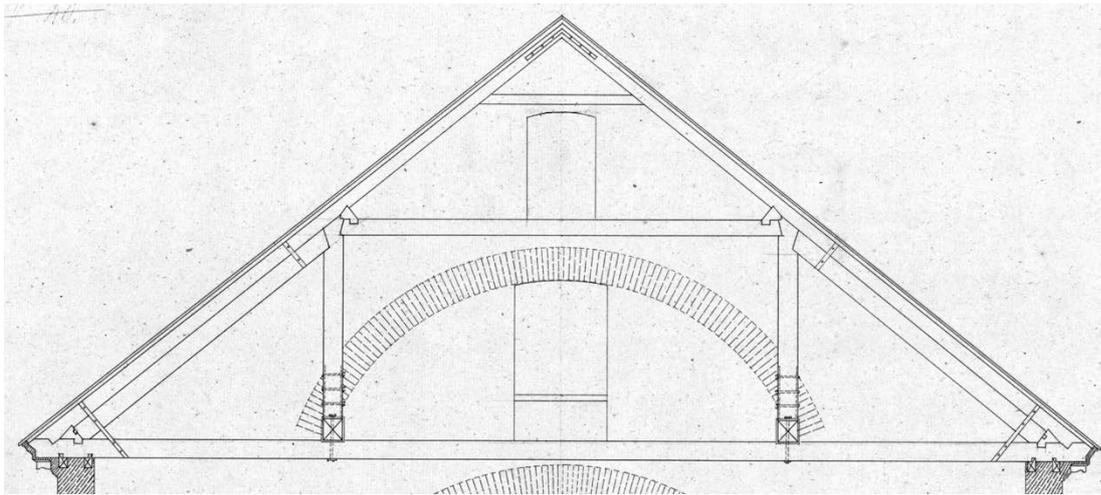


Abb.46: Dachwerk des Theaters am Isartor (1810) von Carl von Fischer,<sup>3</sup> Querschnitt

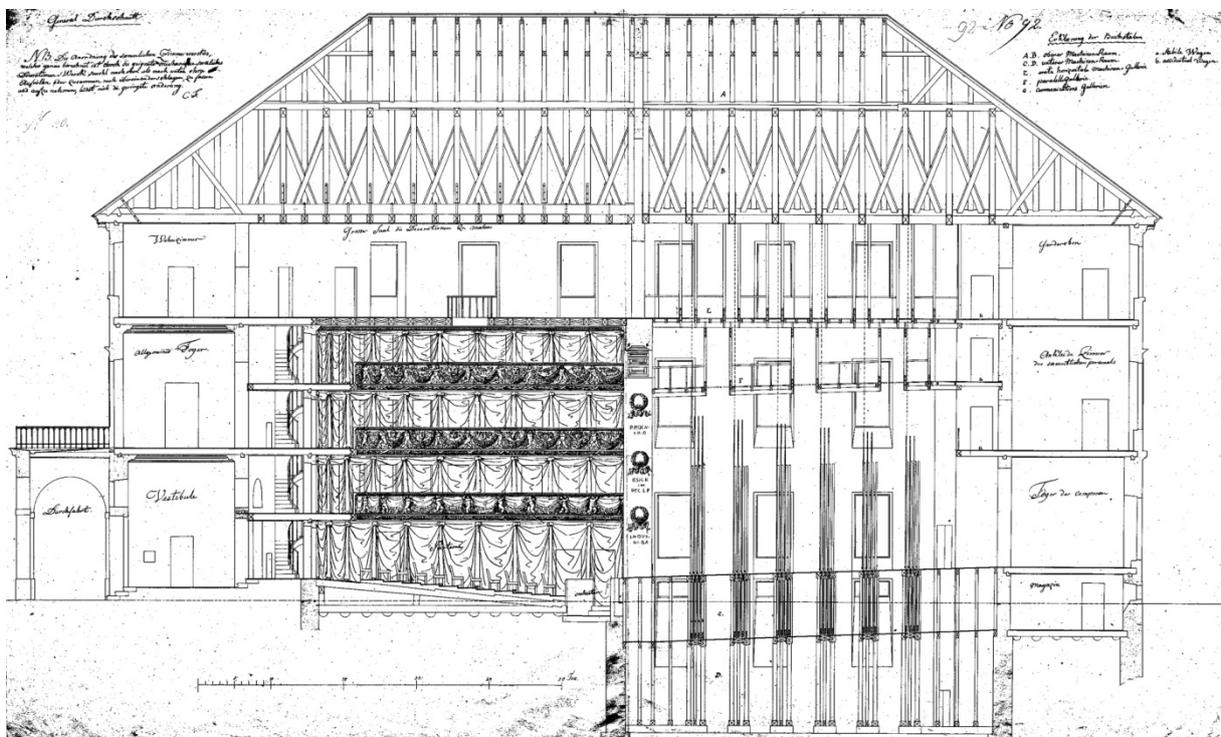


Abb.47: Dachwerk des Theaters am Isartor (1810) von Carl von Fischer,<sup>4</sup> Längsschnitt

Ein anderer Entwurf Fischers, die Markthalle am Viktualienmarkt in München (**Abb.48**) von 1811 bis 1816 weist ebenfalls die Anwendung eines Kehlbalkens mit darauf angebrachten Pfetten auf. Allerdings sind Dachwerke unterschiedlicher Gebäudeteile dargestellt, bei denen Fischer zwar immer eine Pfettendachkonstruktion verwendete, jedoch mit unterschiedlichen Tragsystemen. Das Dachwerk des mittleren Portikus besteht aus einem Strebenpaar, das eine obere kurze Hängesäule aufhängt. Zwischen den Streben ist eine Art Kehlbalken angebracht, der, soweit erkennbar, an die

<sup>3</sup> Fischer, Carl von: Theater am Isartor München, 1810 In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung], Kat. Nr. 8.11; FN 91; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938413>

<sup>4</sup> Fischer, Carl von: Theater am Isartor München, 1810 In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung], Kat. Nr. 8.12; FN 92; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938413>

## 5) Pfetten auf Hängewerksbindern in Sparren- oder Kehlbalkendächern

---

Streben angeblattet ist. Auf diesem Kehlbalken befindet sich eine Art Pfette, auf deren fünfeckigem Querschnitt die Streben aufgeklaut sind. Im unteren Bereich sind die Streben mit kurzen schrägen Streben abgestützt. Unter den Kehlbalken befinden sich vermutlich Mauerwerkspfeiler. Auf den Streben in der freien Dachspitze liegen Pfetten in kurzen Abständen auf, die die Dachhaut tragen. In den Dachwerken der seitlichen Gebäudeteile wiederholt sich das System aus einfachem Hängewerk und Pfetten erneut. Allerdings wird an dieser Stelle das Strebenpaar durch ein Sprengwerk unterstützt, das direkt unter den Streben angebracht ist. Auch hier scheint eine bewusste Anordnung unterschiedlicher Elemente aus verschiedenen bekannten Konstruktionssystemen angewandt worden zu sein.

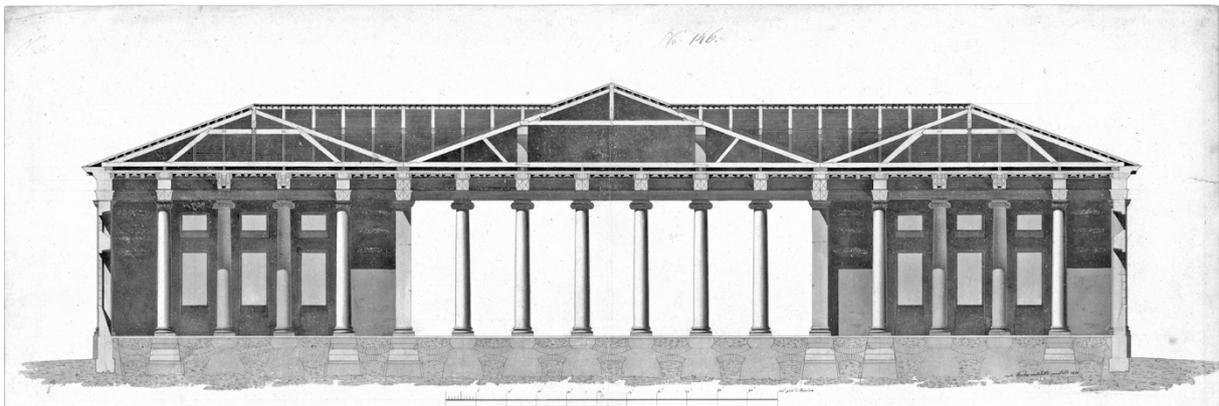


Abb.48: Entwurf der Markthalle am Viktualienmarkt von Carl von Fischer<sup>5</sup>

Die Kenntnis über italienische Konstruktionen, die Fischer in seinen Dachwerken einfließen lässt, erlangte dieser sicherlich sowohl während seiner Ausbildung bei Maximilian von Verschaffelt (1754–1818) als auch auf seinen Studienreisen nach Frankreich und Italien. Sein Lehrer Verschaffelt, teils in Paris ausgebildet und 11 Jahre in Rom lebend, war seit 1793 kurfürstlicher Hofarchitekt in München, bevor es ihn 1801 als Oberbaudirektor nach Wien zog. Fischer war in den Jahren 1796 bis 1801 bei ihm in der Lehre und folgte zunächst nach Wien. Schließlich wurde der Schüler 1808, nun selbst als Professor, nach München an die Akademie der bildenden Künste gerufen. Auch die Stellung als königlicher Baurat des neu gegründeten Königreichs Bayern und seine Mitgliedschaft bei der Baukommission, in dem unter Maximilian von Montgelas (1759–1838) verstaatlichten Bauwesen, verschafften Fischer die Möglichkeit an vielen Bauprojekten mitzuwirken; seine vielschichtige Ausbildung machte sich bezahlt. Unter Einbeziehung dieses Werdegangs lassen sich seine Dachwerke erklären, in denen internationale Systeme mit den klassischen Konstruktionen kombiniert werden.

---

<sup>5</sup> Fischer, Carl von: Markthalle am Viktualienmarkt in München, 1811-16 In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung], Kat. Nr. 27.1; FN 146; URL:<https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938354>

## 5) Pfetten auf Hängewerksbindern in Sparren- oder Kehlbalkendächern

Einer von Fischers Schülern war Friedrich von Gärtner, der seinerseits im Jahre 1819 Fischers Platz an der Kunstakademie in München übernahm. Möglicherweise durch seine Ausbildung geprägt, entwirft Gärtner für den Münchner Universitätsbau (**Abb.49**) in der Zeit von 1835 bis 1842 und für die Staatsbibliothek (**Abb.50**) 1842 bis 1844 ähnliche Dachwerkskonstruktionen wie sein einstiger Lehrmeister. Der Querschnitt des Mittelbaus der Universität zeigt ebenfalls ein Dachwerk mit geschlossenem Sparrendreieck, jedoch mit zusätzlichem Kehlbalken. Unterhalb des Kehlbalkens ist ein Hängewerk angeordnet, das wiederum an die italienischen Hängewerksbinder erinnert. Der Spannriegel liegt dabei, wie auch beim liegenden Stuhl, unterhalb des Kehlbalkens. Die Streben sind von den Sparren abgerückt und kommen somit flacher zum Liegen. Außerdem zapfen diese auch in eine auf dem Zerrbalken verkämmte Fünfeckschwelle. Die fünfeckige Mittelpfette ist auf dem Kehlbalken verkämmt, wobei die Sparren wieder auf diese aufgeklaubt sind. Anders als bei Entwürfen von Fischer sind in der Dachkonstruktion von Friedrich Gärtner zusätzliche Kopfbänder zwischen Spannriegel und Hängesäulen angebracht. Diese Kopfbänder waren in italienischen Hängewerken unüblich, finden aber bei stehenden Stühlen vielfach ihre Anwendung. Als modern sind auch die schrägen Eisenbolzen anzusehen, die, um die Verbindungen von Strebe und Spannriegel zu sichern, am oberen Ende der Hängesäule befestigt sind.<sup>6</sup>

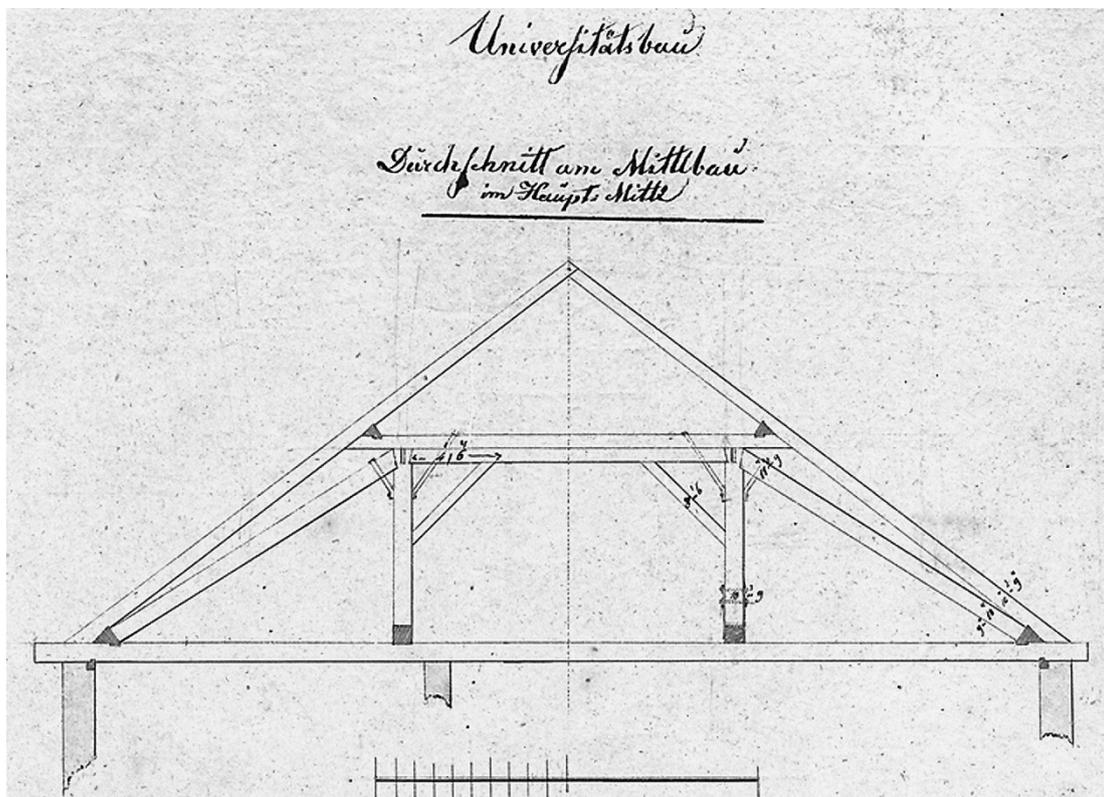


Abb.49: Dachwerksentwurf zum Universitätsbau in München von Gärtner 1835-1842<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Vgl. Kapitel 2) Verbindungselemente/Terminologie.

<sup>7</sup> Gärtner, Friedrich von: Universität München, "Durchschnitt", 1835-42. In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; Moninger - Katalog Nr. 1056; Ws: ATS ; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=954656>

## 5) Pfetten auf Hängewerksbindern in Sparren- oder Kehlbalkendächern

Auch für den Entwurf der Staatsbibliothek bediente sich Gärtner eines Sparrendachs mit zusätzlicher Mittelpfette und doppeltem Hängewerk. Wie bei Fischer ist hier kein zusätzlicher Kehlbalken angebracht. Allerdings zeigt der Längsschnitt, dass sich zwei Leergespärre zwischen den Bindern mit Hängewerk befinden. Die Sparren der Leergespärre werden erneut durch eine fünfeckige Mittelpfette unterstützt. Die Aufhängung der Zerrbalken und des Unterzuges erfolgt wie bei Fischer durch zwei entkoppelte Eisenteile. Daneben entspricht die Verbindung von Strebe und Sparren durch einen Bolzen und die Sicherung des Fußpunktes nach italienischer Art dem Fischer'schen Vorbild. Allerdings war bei Gärtner nur eine einseitige Hängesäule notwendig. Die Anordnung von Streben und Spannriegel bleibt gleich, jedoch ist links ein Ständer über einer Unterstützungswand angebracht, wohingegen sich rechts eine Hängesäule über einem stützenfreien Raum befindet. Zwischen Ständer bzw. Hängesäule sind wiederum Kopfbänder montiert. Zur zusätzlichen Stabilisierung sind außerdem waagerechte Stichbalken außen zwischen Ständer und Strebe bzw. zwischen Hängesäule und Strebe eingebracht.

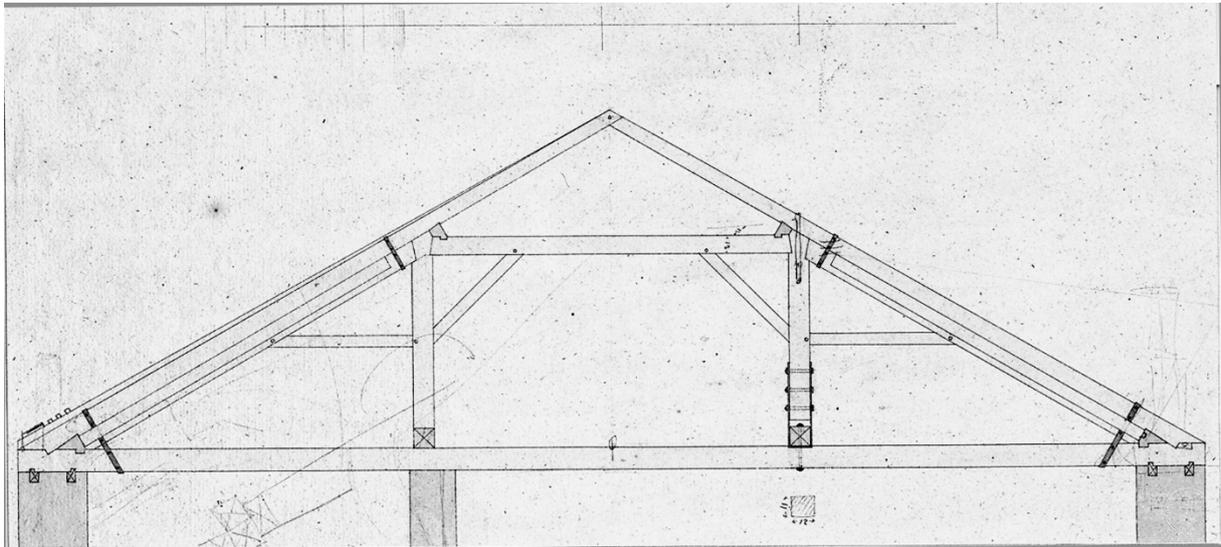


Abb.50: Dachwerksentwurf des Staatsbibliotheks- und Archivgebäudes in München 1844/45<sup>8</sup>

Diese Dachwerksentwürfe bekannter Münchner Architekten konnten bei den im Zuge dieser Arbeit untersuchten Objekten in dieser Form nicht nachgewiesen werden. Allerdings reiht sich diese Konstruktionsart in die verschiedenen Systeme – bestehend aus Hängewerksbindern, die aus dem stehenden Stuhl oder aus Ständerkonstruktionen bei flacher Dachneigung heraus entwickelt wurden – ein. Allen Konstruktionsarten ist gemein, dass ein Hängewerk nach italienischer Machart in ein geschlossenes Sparren- oder Kehlbalkendach eingefügt wurde. Details wie die fünfeckige Pfette oder Schwelle werden dabei systemübergreifend angewandt.

<sup>8</sup> Gärtner, Friedrich von: Staatsbibliothek München, Ludwigstraße, 1842-43. In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; Moninger - Katalog Nr. 828; Ws: ATS u. Krone; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=955087>

Mit den beiden Dachwerken in Weißenhorn (**Abb.52**) und in Bergen (**Abb.51**) wurden zwei Objekte untersucht, bei denen ähnliche Mittelpfetten auf Kehlbalken angeordnet sind.

### Untersuchte Beispiele

#### St. Ägidius in Bergen im Chiemgau

Die Kirche St. Ägidius in Bergen, zwischen 1863 und 1866 errichtet, wurde grundsätzlich als Sparrendach mit Kehlbalken bei einer Dachneigung von 43° konzipiert. Unter den Kehlbalken sind Ständer angeordnet, die auf Schwellen stehen. Diese sind über den Mauerwerkspfeylern des Innenraums angebracht, der eine lichte Weite zwischen den Außenwänden von 16 Metern aufweist. Die Ständer erinnern an einen stehenden Stuhl ohne Rähm. Statt des Rähms sind auf dem Kehlbalken fünfeckige Mittelpfetten angebracht, auf die die Sparren aufklauen. Die Ständer werden durch Kopf- und Fußbänder ausgesteift, die durch ihre geschweiften Blattverbindungen sehr traditionell wirken. Am Fußpunkt der Sparren wurde, zusätzlich zu einem Sparrenknecht, die für das 19. Jahrhundert typische fünfeckige Sicherheitsschwelle verwendet. Der Bereich oberhalb des Kehlbalkens ist mit einer modernen Pfettenkonstruktion auf einem Hängewerk ausgeführt; eine vielfach im 19. Jahrhundert zu findende Anlage. Die Anordnung der oberen Mittelpfette auf den Streben des Hängewerks erinnert an die italienischen Hängewerksbinder.

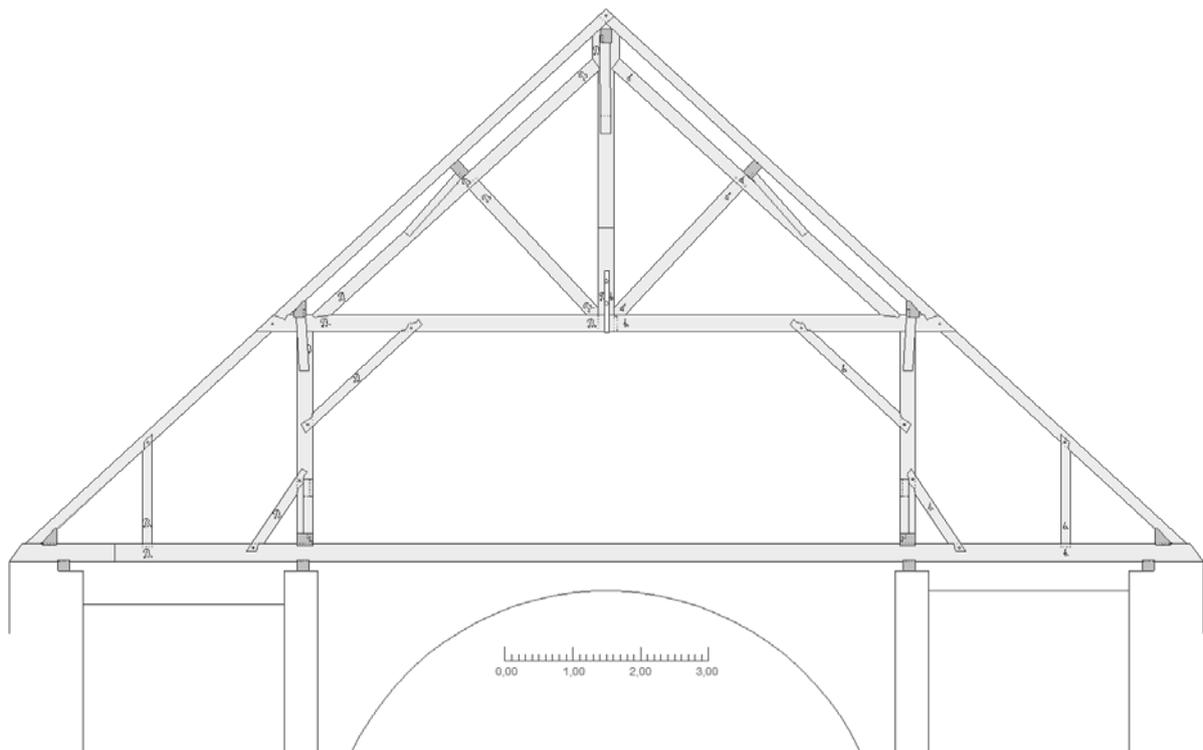


Abb.51: Querschnitt der Kirche St. Ägidius (1863-1866) in Bergen im Chiemgau

### Kirche Mariä Himmelfahrt in Weißenhorn

Das Dachwerk der Kirche Mariä Himmelfahrt von 1860 in Weißenhorn zeigt ebenfalls eine fünfeckige Mittelpfette auf dem Kehlbalken. Der zuständige Münchner Architekt August von Voit (1801–70) kann direkt mit Friedrich von Gärtner in Verbindung gebracht werden: Er studierte bei Gärtner und übernahm 1840 dessen Posten des Professors für Baukunst. Möglicherweise wurde Voit bei dem Entwurf des Dachwerks in Weißenhorn von den Entwürfen Gärtners beeinflusst.

Grundsätzlich besteht die Konstruktion aus einem geschlossenen Sparrendreieck mit eingefügtem Kehlbalken bei einer Dachneigung von 36°. Unter dem Kehlbalken ist abwechselnd von Binder zu Binder ein stehender Stuhl mit aussteifendem Sprengwerk oder ein zum Hängewerk umgewandelter stehender Stuhl angebracht. Beide Systeme sind typisch für das 19. Jahrhundert. Der Wechsel ergibt sich durch die unterschiedliche Unterstützung aus dem Unterbau. So sind unter den Bindern mit stehendem Stuhl weitere Ständer angeordnet, die die Lasten auf die Mauerwerkssäulen im Innenraum übertragen. Unterhalb der Hängewerke überspannen die Zerrbalken den Kirchenraum mit einer lichten Weite von 19 Metern ohne eine weitere Unterstützung von unten. Charakteristisch für die Konstruktionen des 19. Jahrhunderts wurden auf den Streben des Hänge- oder Sprengwerks Mittelpfetten verwendet, die die Sparren unterstützen. Auf dem Kehlbalken befindet sich eine Mittelpfette, auf die die Sparren aufgeklaubt sind. Zusätzlich zu den Mittelpfetten werden die Sparren auch von dem Rähm unterstützt, welches unter den Kehlbalken bis zu den Sparren reicht.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die fünfeckigen Mittelpfetten auf den Kehlbalken oder den Spannriegeln ein typisches Detail für Dachwerke des 19. Jahrhunderts sind. Sie wurden dabei oft in Sparrendächern als zusätzliche Längsaussteifung und als Träger der Sparren verwendet.

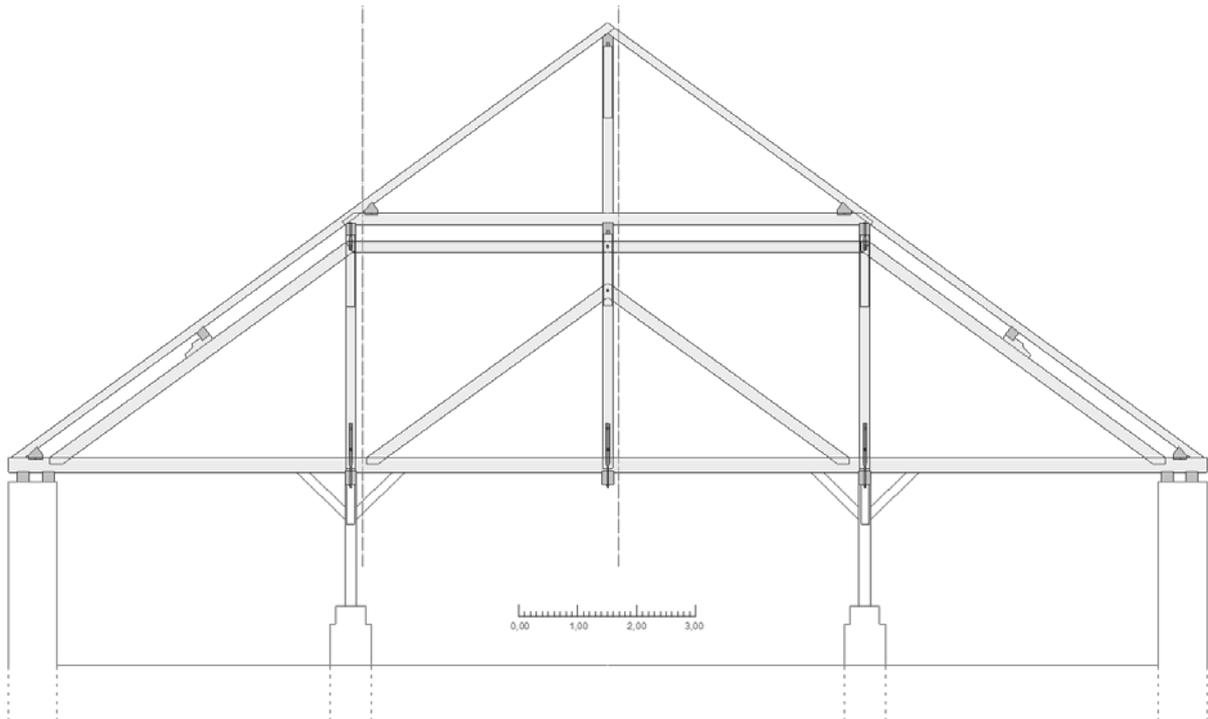


Abb.52: Querschnitt des Dachwerks der Kirche Mariä Himmelfahrt (1860) in Weißenhorn von August von Voit

## 6) Pfetten auf senkrechten Trägern

Zu den Standardsystemen der Dachwerke des 19. Jahrhunderts gehören die Pfetten auf senkrechten Unterstützungen. Bei diesem Konstruktionssystem sind die Pfetten auf Ständern oder Hängewerksäulen angebracht, die entweder die Last auf die Außen- oder die Innenwände übertragen. Die Wahl eines Hänge- oder Ständerwerks ist dabei, wie schon bei den beschriebenen stehenden Stühlen, immer von der darunter befindlichen Konstruktion abhängig. Wird ein stützenfreier Raum benötigt, findet ein Hängewerk seine Anwendung. Befindet sich hingegen unter der Zerrbalkenlage eine zusätzliche Abstützung wie beispielsweise Mauerwerkspfeiler, Ständer oder Wände ist das Ständerwerk ausreichend.

Der Ständerbau als Tragwerk eines Pfettendachs war schon seit Jahrhunderten bei der Errichtung von Bauernhäusern im voralpinen Raum bekannt. Hier werden die Lasten aus den Ständern auf die Innenwandkonstruktionen des Unterbaus übertragen. Bei größeren Spannweiten ohne tragende Innenwände im Unterbau war dieser Konstruktionstyp in Bayern vor 1820 nicht üblich. Mit Einführung des flach geneigten italienischen Pfettendachs in Deutschland werden zunehmend mehr Pfettendachkonstruktionen in den unterschiedlichsten Gebäudetypen angewandt. In dieser Zeit entstanden überdies die modernen flach geneigten Pfettendächer, die mittels senkrechter Unterstützungen getragen werden. Die untersuchten Dachwerke weisen eine Mischung aus traditionellen, deutschen und italienischen Elementen sowie aus neuartigen Details auf.

Verschiedene Zeichnungen von Leo von Klenze zeigen, dass sich dieses System der Pfettendächer im Münchner Raum bei flachen Dachwerken seit den 1820er Jahren etabliert hatte.<sup>1</sup> Zudem belegen zahlreiche Entwürfe des preußischen Architekten Karl Friedrich Schinkel (1781–1841), dass dieses System zeitgleich auch in anderen Regionen weit verbreitet war.

Anzumerken ist, dass im Folgenden allgemein von Sparren und nicht von Rofen gesprochen wird, da es sich bei den nachkommenden Dachwerken oft um eine Mischform aus Sparren- und Pfettendach handelt.

### Frühe Beispiele

Eines der ersten ausgeführten Beispiele stammt von Georg Moller: Das Dachwerk des 1818 begonnenen und 1819 fertiggestellten Theaterbaus in Darmstadt (**Abb.53**) besteht im Bereich des Mittelbaus aus einem dreifachen Hängewerk mit einer Spannweite von knapp 20 Metern. Die Pfetten sind auf den oberen Enden der Hängesäulen angebracht. Ein Hängewerk besteht aus je drei Hängesäulen,

---

<sup>1</sup> Leo von Klenze: Anweisung zur Architectur des christlichen Cultus, München 1822, Taf. VI, Fig. 2; Taf. VII, Fig. 2; Taf. XVII, Fig. 2, Taf. XIX, Fig. 2.

## 6) Pfetten auf senkrechten Trägern

die durch seitliche Streben sowie einen Spannriegel ausgesteift bzw. aufgehängt sind. Die mittlere Hängesäule reicht bis zu einer Firstpfette und ist durch seitliche Streben, die auf dem Spannriegel angebracht sind, aufgehängt. Wie bereits 1825 Moller schrieb, handelte es sich hierbei um ein Dach, dass nach „alter italiänischer Art konstruiert ist“,<sup>2</sup> – die Herkunft dieser angewandten Konstruktion lässt sich somit eindeutig verifizieren.

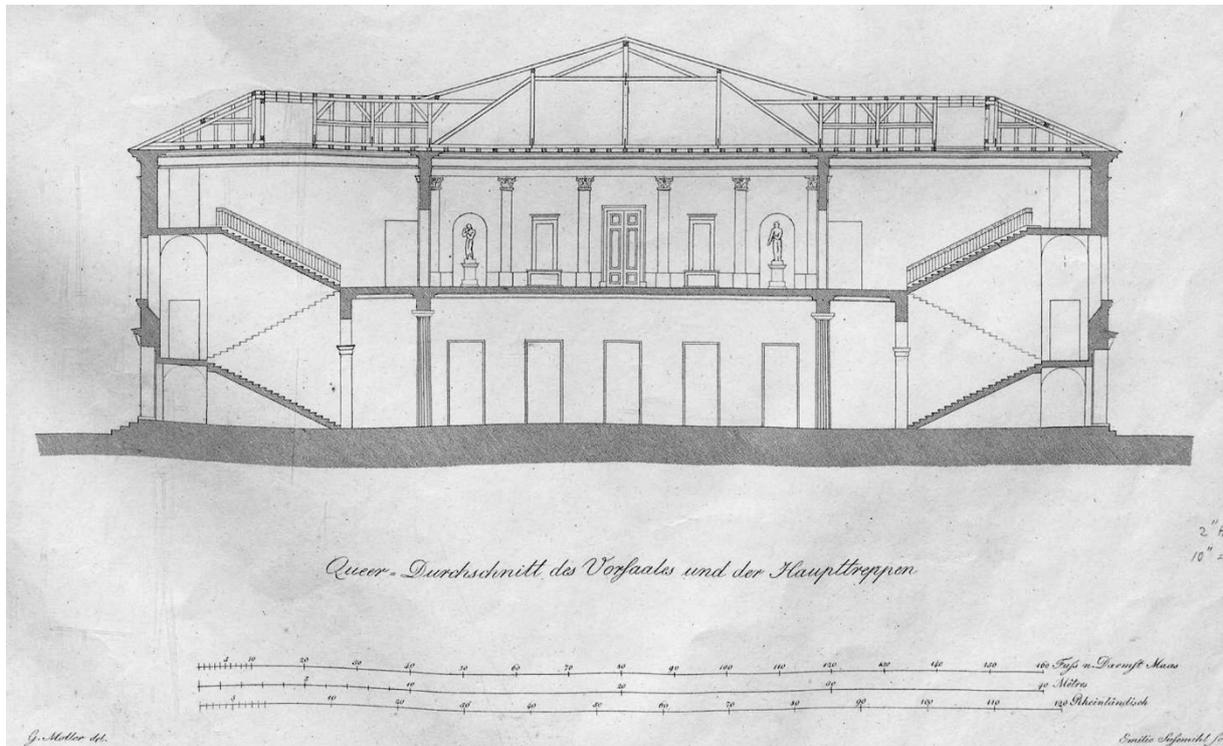


Abb.53: Schnitt durch das Theater in Darmstadt (1818-1819) von Georg Moller<sup>3</sup>

Ein für diese Konstruktionsanwendung frühes Beispiel aus dem Münchner Raum findet sich im Wesentlichen schon bei Leo von Klenze: der Marstallbau, die ehemalige Hofreitschule der Münchner Residenz, von 1817 bis 1822 (**Abb.54**). Dessen gesamte Konstruktion stellt eine Mischung aus Moderne und Tradition dar. Als fortschrittlich sind die Pfetten und die aufgedoppelten Zerrbalken – welche durch Schraubbolzen und Hartholzdübel verbunden sind – zu bezeichnen. Auch die Verwendung einer Kniestockkonstruktion ist als modernes Mittel des 19. Jahrhunderts zu betrachten, welches eine flache Dachneigung ermöglichte. Der Sparrenfußpunkt liegt dabei auf den über den Zerrbalken hinausgeführten Mauerkronen und wird durch zangenförmige Stichbalken an die innere Konstruktion angeschlossen. Die Sparren werden durch eine Firstpfette, eine Mittel- und eine Fußpfette getragen. Die Pfetten haben hier, wie auch bei den Kirchendachwerken von Klenze, einen fünfeckigen Querschnitt. Die Mittelpfetten sowie die Firstpfette werden durch die Hängesäulen getragen, gleichzeitig

<sup>2</sup> Moller, Heger 1825: Bemerkungen zu den Planungen des Großherzogl. Hoftheaters zu Darmstadt, S.7.

<sup>3</sup> Moller, Heger 1825: Tafel mit dem „Quer-Durchschnitt des Vorsaales und der Haupttreppen“ im Kapitel I (keine Seitenangaben).

## 6) Pfetten auf senkrechten Trägern

ordnete Klenze im unteren Stockwerk einen klassischen liegenden Stuhl samt Kehlbalken an. Das Rähm trägt die Kehlbalken, die in jedem Gespärre angebracht sind. Die Verwendung des liegenden Stuhls ist in diesem Fall nachvollziehbar: Wenn man bedenkt, dass mit dem Exerzierhaus in Darmstadt von Johann Martin Schuhknecht (1724–90) noch 1771 nur durch liegende Stühle das Maximum der damals erreichbaren Spannweite, beeindruckende 151 Fuß (47 m), vollbracht wurde.

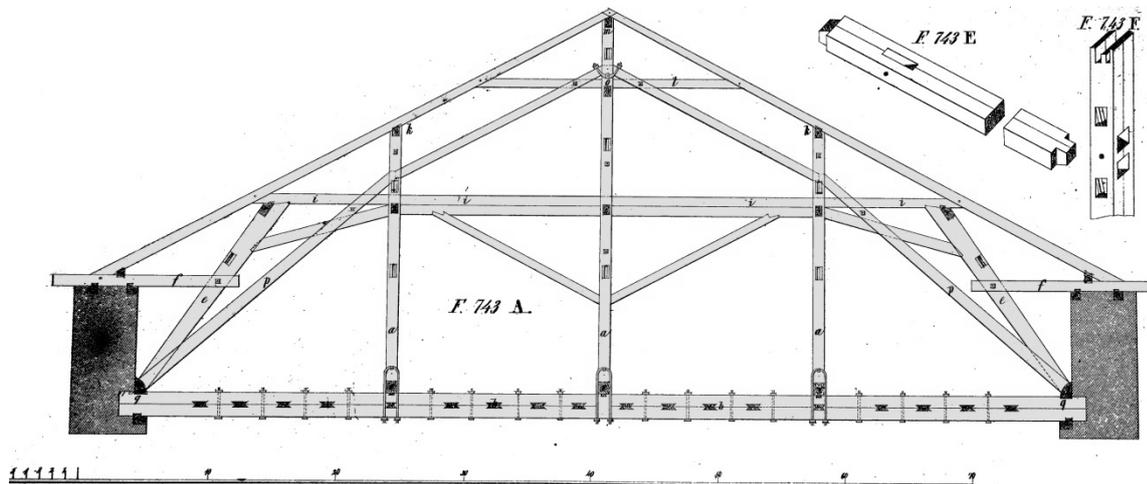


Abb.54: Querschnitt des Marstalls in München (1817-1822)<sup>4</sup>

Des Weiteren setzte Klenze in dem Festsaalbau der Residenz 1833 die Verwendung von Pfetten konsequenter durch. Auch hier verwendete er Pfetten, die direkt durch die Hängesäulen getragen werden. Statt eines waagerechten Spannriegels ordnete der Architekt, wie schon beim Marstall, polygonal angeordnete Streben an. Das Dachwerk des Festsaalbaus wurde 1842 in der Allgemeinen Bauzeitung veröffentlicht.<sup>5</sup>

Ein weiteres Beispiel der Anwendung von Pfetten auf Hängewerkssäulen findet sich bei einem Entwurf des Architekten Johann Michael Voit (1771–1846); gemeint ist eine undatierte Zeichnung eines Theatergebäudes (**Abb.55**). Wie Klenze wählte Voit ein Kehlbalkendach, das jedoch nur durch Spreng- und Hängewerke unterstützt wird. Dabei ist eine Vielzahl an Verstrebungen angebracht, die entweder gerade oder bogenförmig die Lasten in Richtung Innen- oder Außenwand abtragen sollen.

<sup>4</sup> Romberg 1833, Zusatztafeln: Tab X, Fig. 16 A, Reitbahn München.

<sup>5</sup> Allgemeine Bauzeitung 1842: Der Festsaalbau im königlichen Residenzschlosse zu München, S. 260-267, CDLXVIII-CDLXXI.

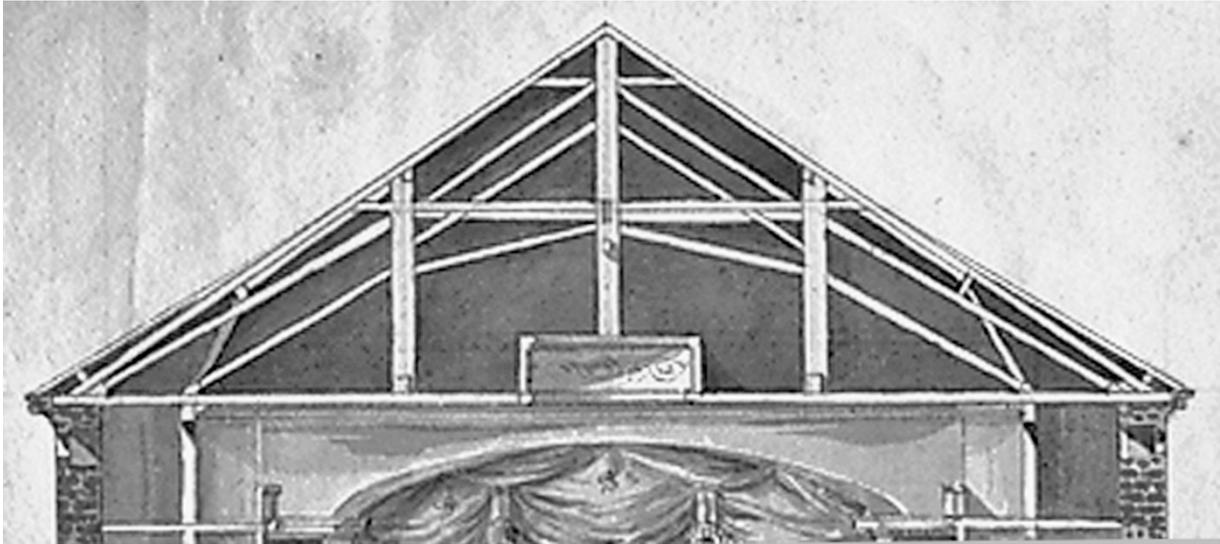


Abb.55: Querschnitt des Theaterentwurfs von Johann Michael Voit<sup>6</sup>

### Internationaler Kontext

Die im 19. Jahrhundert vermehrte Verwendung von Pfetten in Deutschland ist sicher auf die allgemeine Verbreitung der internationalen Pfettendächer zurückzuführen. Gleichzeitig sammelten Planer zunehmend Wissen über ausländische Konstruktionen durch Studienreisen an. Gepaart mit traditionellen deutschen Elementen sowie mit modernen Details ergaben sich die neuen Konstruktionen im 19. Jahrhundert. In der französischen Literatur des frühen 19. Jahrhunderts ist außerdem eine Umwandlung traditioneller deutscher Systeme in Pfettendächer zu verzeichnen. Hierzu zählt auch das Einfügen von Pfetten auf Hängewerkssäulen. Ein direkter Vergleich lässt sich durch verschiedene von Johann Karl Krafft dargestellte „deutsche Systeme“ herstellen.

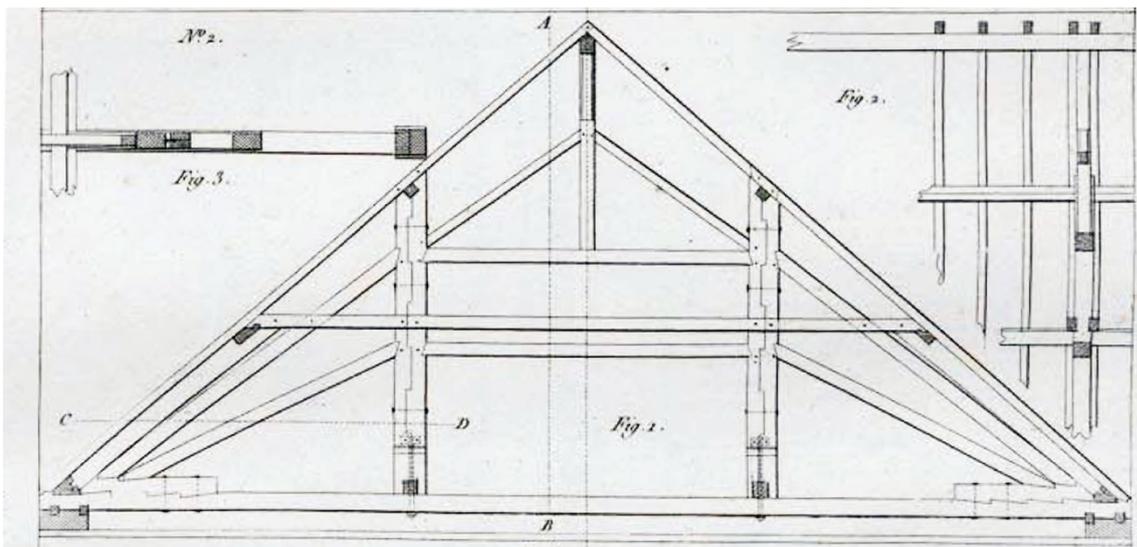


Abb.56: Deutsche Konstruktion dargestellt bei Jean Charles Krafft<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Voit, Johann Michael: Entwurf für ein Theater, nicht datiert. J. M. Voit: Saalkirche mit drei Seitenfenster; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=911452>.

Die von Krafft unter dem Titel „Dievers Combles Exécutés en Allemagne“ dargestellten Systeme stellen grundsätzlich Konstruktionen mit liegendem Stuhl dar (**Abb.56**). Allerdings platzierte der französische Architekt mit österreichischer Herkunft, anders als bei den deutschen Konstruktionen üblich, auf den Hängesäulen jeweils eine Pfette. Neben den Pfetten deuten auch die verstärkten seitlichen Zerrbalken auf eine Nachbearbeitung Kraffts hin. Bei jener Nachbearbeitung handelte es sich um eine, für das 19. Jahrhundert typische Vorgehensweise; für deutsche Dachwerke mit liegendem Stuhl indes noch nicht gängig. Auch das Ersetzen des Kehlbalkens durch Zangen ist zu dem Zeitpunkt eher auf den französischen Raum beschränkt. Infolge seiner deutschsprachigen Herkunft und sein Wirken in Frankreich waren Krafft sowohl die deutschen als auch die französischen Dächer geläufig. Dieses Repertoire an unterschiedlichen Konstruktionen erklärt vermutlich die Kombination der Pfetten mit dem traditionellen liegenden Stuhl mit Hängewerkssäulen.

Eine ähnliche Herangehensweise ist auch an dem Beispiel eines Reithausdaches von Leonhard Christoph Sturm (1669–1719) abzulesen (**Abb.57**). Die diesbezüglich von Sturm veröffentlichte Zeichnung wurde später durch Rondelet<sup>8</sup> (1810) und Krafft<sup>9</sup> kopiert und zu einem Pfettendach umfunktioniert (**Abb.58**), indem eine obere Hängesäule eingefügt und die Sparren in Hängewerkstreben umgewandelt werden. Wie bei den italienischen Systemen sind die Pfetten auf den Streben angebracht.

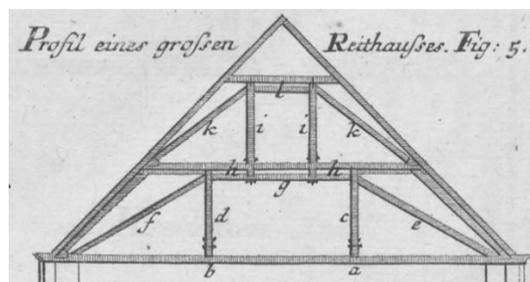


Abb.57: Querschnitt des Reithauses von Sturm<sup>10</sup>

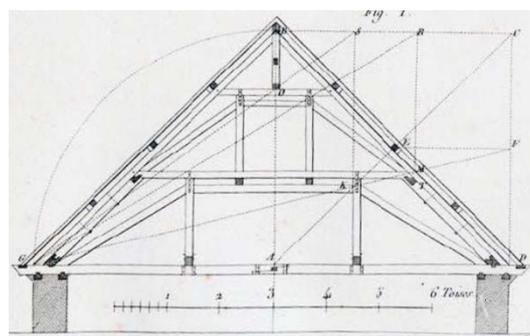


Abb.58: Geänderter Querschnitt des Reithauses von Sturm durch Krafft<sup>11</sup>

<sup>7</sup> Krafft 1805: No.34.

<sup>8</sup> Rondelet 1810: PL. CXIII; Ebd. 1828: PL CIX, Fig. 1, 3.

<sup>9</sup> Krafft 1805: Zweiter Teil, No. 34Bis

<sup>10</sup> Leonhard Christoph Sturm 1718: Vollständige Anweisung, Grosser Herren Palläste starck, bequem, nach den Regeln der antiken Architectur untadelich und nach dem heutigen Gusto schön und prächtig anzugeben, Augspurg, 1718: Tafel 19.

Es ist davon auszugehen, dass auch Klenze, der viele Jahre in Paris gearbeitet hat, die Werke von Krafft und Rondelet bekannt waren. Ob er aber direkt durch diese bei seinen Entwürfen beeinflusst wurde, kann heute nicht mehr bewertet werden. Die Orientierung deutscher Systeme sowohl an italienischen als auch französischen Pfettendächern ist aber allein infolge zahlreicher Kopien der Zeichnungen von Krafft und Rondelet in deutschen Traktaten belegt.

### Untersuchte Beispiele

Die standardisierte Verwendung von Pfetten auf Hängewerkssäulen kann an einigen Beispielen im süddeutschen Raum festgestellt werden. Dazu zählen auch die verschiedenen Beispiele von einzelnen Firstpfetten auf der Hängesäule in Verbindung mit einem liegenden Stuhl. Die mittige Hängesäule unter der Firstlinie war zwar schon vor 1800 üblich; die Firstpfette jedoch zumindest im Münchner Umland bis dato nicht gebräuchlich. Bei den sakralen Bauwerken sind die Ludwigskirche in München und die St. Marien Kirche von 1864 in Hof zu nennen, bei denen eine Firstpfette auf einer mittleren Hängesäule vorzufinden ist. Auch das Dachwerk des Schlosses Neuschwanstein, bei dem in den unteren beiden Stockwerken jeweils ein liegender Stuhl angeordnet ist, weist eine Firstpfette auf.

### Gebäude der Saline Bad Reichenhall

Die Saline Bad Reichenhalls wurde nach dem verheerenden Stadtbrand von 1834 im staatlichen Auftrag wiederaufgebaut. Unter Leitung des Direktors der Salinenadministration Friedrich von Schenk und der Mitwirkung der bekannten Architekten Friedrich von Gärtner und Daniel Ohlmüller entstand der aus mehreren unterschiedlichen Gebäuden zusammengesetzte Gebäudekomplex im neoromanischen Stil.

Ein im Rahmen einer 2009 durchgeführten Untersuchung erstelltes Aufmaß<sup>12</sup> des als Magazin II bezeichneten Gebäudes innerhalb des Salinenkomplexes zeigt einen Dachbinder mit flacher Dachneigung und Pfetten auf Hängewerkssäulen und Ständern (**Abb.59**). Auf beiden Seiten des Dachwerks befindet sich je ein Ständer, der doppelt ausgeführt ist. Außerdem sind die Hängewerkstreben des mittigen Hängewerks sowie der aufgebojene Balken über der Zerrbalkenlage ersichtlich. Letzterer ist als Verstärkung der Zerrbalken anzusehen; eine häufig im 19. Jahrhundert verwendete Technik. Etwa wählte Leo von Klenze 1826 bei der Erweiterung der Münchner Residenz um den sog. Königsbau jene Konstruktion zur Verstärkung. In dem Magazingebäude in Bad Reichenhall wurden der gebogene Balken und der Zerrbalken in der Binderebene über einen Eisenbolzen miteinander verschraubt. Der gebogene Balken ist zudem mit einem doppelten Versatz in den Zerrbalken hineingespreizt. Zur Ver-

---

<sup>11</sup> Krafft 1805: Zweiter Teil, No. 34Bis.

<sup>12</sup> Aufmaß: S. Holzer/C. Voigts 2009.

stärkung der äußeren Enden des Zerrbalkens sind mit einer Zahnschnittverbindung unter den Zerrbalken Stichbalken angebracht. Diese Verzahnung zielt darauf ab, ein Verschieben nach außen durch Schubkräfte zu verhindern und den Fußpunkt einschließlich dem eingespreizten Balken zu sichern. Der Fußpunkt der Strebe und des gebogenen Balkens sowie die äußeren Enden des Zerrbalkens samt Verstärkung sind, wie von italienischen Dachwerken bekannt, durch ein Eisenband gesichert. Eine von Carl Johann Bernhard Karsten<sup>13</sup> (1782–1853) veröffentlichte Zeichnung eines Gebäudes innerhalb der Saline zeigt eine sehr ähnliche Konstruktion mit Pfetten auf Hängesäulen und Ständern. Diese Darstellung spricht für eine gewisse Standardisierung dieser Konstruktion in Bad Reichenhall. Das durch das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege in Auftrag gegebene und durch die Architektin Monika Dietrich<sup>14</sup> 2012 ausgeführte Aufmaß der „Reserve II“ stellt hingegen ein sehr flach geneigtes Kehlbalckendach mit unterstützendem stehenden Stuhl, der zu einem Hängewerk umfunktioniert ist, dar. Analog zu den beiden zuvor beschriebenen Dachwerken der Saline ist auch hier ein aufgebogener Balken über der Zerrbalkenlage angebracht.

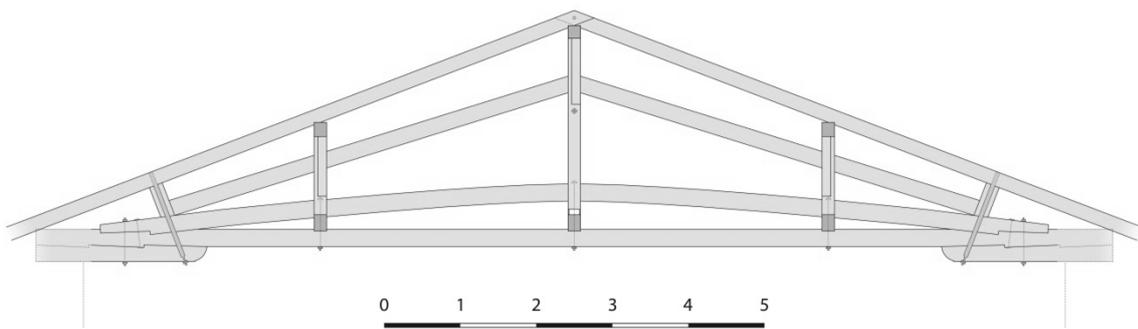


Abb.59: Querschnitt eines Dachwerks des Magazingebäudes der Saline Bad Reichenhalle<sup>15</sup>

### Niederreserve in Klaushäusl

Ein in diesem Zusammenhang weiteres, interessantes Gebäude stellt die Niederreserve in Klaushäusl bei Grassau dar. Das Gebäude, dendrochronologisch auf das Jahr 1847 datiert<sup>16</sup> (**Abb.60**), wurde ebenfalls von staatlicher Seite erbaut und gehört zu der Pumpstation der Soleleitung zwischen Berchtesgaden und Rosenheim, welche von 1810 bis 1958 in Betrieb war. Wer diese Pläne anfertigte, ist nicht belegt, wenngleich Leo von Klenze zu der Zeit Leiter der von ihm ins Leben gerufenen Obersten Baubehörde war. Die Behörde war maßgeblich für das Baugeschehen in Bayern verantwortlich,<sup>17</sup> weshalb Klenze die Pläne zumindest zur Überprüfung vorgelegen haben dürften.

<sup>13</sup> Carl Johann Bernhard Karsten: Lehrbuch der Salinenkunde, Berlin 1846-1847: Taf. V, Fig. 2.

<sup>14</sup> Monika Dietrich, Büro für Denkmalpflege in Regensburg.

<sup>15</sup> Aufmaß: Holzer/Voigts 2008; Zeichnung: Voigts 2009.

<sup>16</sup> Eigene Bohrung, dendrochronologischer Bericht durch das Jahrringlabor Hofmann in Nürtingen, 24.06.2011.

<sup>17</sup> Hederer, Oswald, „Klenze, Leo von“, in: Neue Deutsche Biographie 12 (1979), S. 45-47 [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd118563211.html>

Das Dachwerk der Niederreserve zeigt bei knapp 11 Metern Spannweite und 22° Dachneigung, wie die Saline in Bad Reichenhall, ein dreifaches Hängewerk mit Pfetten, wobei das Hängewerk hier lediglich durch einfache gegensätzlich angeordnete Streben aufgehängt ist. Alle drei Hängesäulen sind in Längsrichtung doppelt genommen; sie umfassen die Streben des Hängewerks. Die seitlichen Hängesäulen hängen über Eisenbänder Unterzüge auf, die die Zerrbalken der Leergespärre unterstützen. Die mittlere Hängesäule umfasst den Zerrbalken, sie ist über dessen Unterkante hinausgeführt und wurde an dieser Stelle sowie ein weiteres Mal oberhalb verschraubt. Die Pfetten sind – wie der Marstallbau von Klenze oder andere bayerische Beispiele – fünfeckig ausgeführt. Am unteren Ende der Sparren ist wiederum die fünfeckige, sog. Sicherheitsschwelle angebracht, auf welche die Sparren, um nicht nach außen zu schieben, aufgeklaut sind. Außer den Pfetten ist, wie bei den italienischen Dächern, keine zusätzliche Längsaussteifung angeordnet. In den Leergespärren gibt es nur die Sparren, die auf den Pfetten aufliegen.

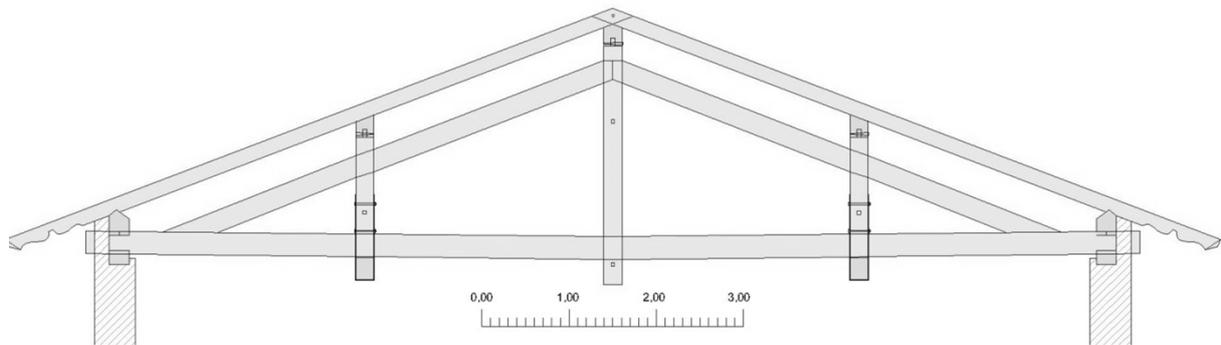


Abb.60: Querschnitt der Niederreserve (1847) in Klaushäusl

### Puddlingsfrischhütte der Maxhütte in Bergen im Chiemgau

Ein sehr spätes Beispiel einer Pfetten-auf-Hängewerkssäulen-Konstruktion findet sich in dem ehemaligen Eisenhüttenwerk in Bergen im Chiemgau; es ist vermutlich in die 1880er Jahre zu datieren (**Abb.61**).<sup>18</sup> Das Dachwerk der sog. Puddlingsfrischhütte zeigt dabei eine eindeutige Anlehnung an italienische Hängewerksbinder, jedoch mit der Pfette auf der Hängewerkssäule. Wie bei den italienischen Vorbildern sind die Zerrbalken direkt an einem doppelten Hängewerk aufgehängt. Da keine Leergespärre vorhanden sind, wurden demnach keine Überzüge benötigt. Die Streben der Hängewerke sind in die Zerrbalken hineinversetzt und mit einem schrägen Eisenbolzen gesichert. Anders als bei sonstigen, dem italienischen Dachwerk nachahmenden Konstruktionen in Bayern liegt hier der Zerrbalken – gemäß der originalen italienischen Vorbilder – auf einem Stichbalken auf, der direkt in die Außenwände eingemauert ist. Im Gegensatz zu den mediterranen Bindern sind in diesem Fall aber die Hängesäulen über den Spannriegel nach oben hinausgeführt und dienen direkt als Träger für die Pfetten. Ferner sorgen Kopfbänder in Längsrichtung für eine zusätzliche Aussteifung. Durch diese

<sup>18</sup> Holzproben waren nicht datierbar. Genaue Beschreibung des Dachwerks ist im Katalog wiedergegeben.

erhöhte Pfette ergibt sich ein Abstand zwischen Sparren und Strebe, weshalb die mittlere Pfette durch Sattelhölzer unterfüttert wird.

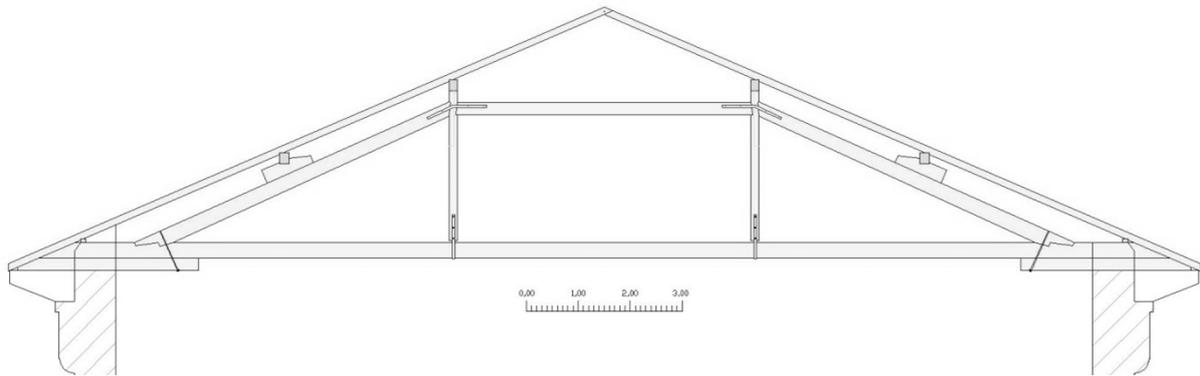


Abb.61: Querschnitt der Puddlingsfrischhütte in Bergen im Chiemgau

### Verwendung in Gebäuden der Eisenbahn

Das System der Pfetten auf Ständern oder Hängewerkssäulen wird auch bei den zahlreichen, ab den 1840er Jahren errichteten Gebäuden der Eisenbahn angewendet. Durch die neue Bauaufgabe „Bahnhofsgebäude“ und die Notwendigkeit diese oft innerhalb kürzester Zeit bei Fertigstellung der Bahngleise zu errichten, entstanden für jene sich wiederholenden Gebäudetypen standardisierte, teilweise durch sogenannte „Normalien“ vorgegebene Konstruktionsarten. Deren Dachwerke unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Funktion und der Notwendigkeit einen freien Raum unterhalb der Zerrbalkenlage zu erreichen von den bisherigen Bauten. Folgende Beispiele belegen den Unterschied: Es zeigt sich, dass ein System – bestehend aus Pfetten auf Hängesäulen oder Ständern in Verbindung mit Zangen – Teil der Standardsysteme von Bahnhofsgebäuden wurde. Die Planung unterlag oftmals dem staatlichen Hochbauwesen bzw. dessen Prüfung. Wichtige Protagonisten des Hochbaus stammten aus dem Kreis der Münchner Akademie unter Friedrich von Gärtner. Zu nennen sind: Eduard Rüber (1804–74), welcher etwa für die Bahnhofs-Empfangsgebäude in Augsburg, Bamberg, Erlangen, Fürth, Kaufbeuren, Lindau und Rosenheim verantwortlich war, Friedrich Bürklein (1813–72), der unter anderem den Münchner und den Augsburger Bahnhof erweiterte und Gottfried Neureuther, welcher in Hof und Würzburg tätig war.

Die folgenden Dachwerke zeigen das Bild der Pfetten auf Hängewerkssäulen oder Ständern; eine Variante, welche vor Ort und anhand von Planmaterialien des Archivs der Deutschen Bahn in Nürnberg festgestellt werden konnte.

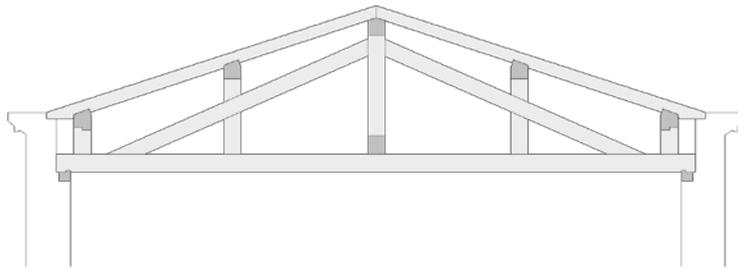


Abb.62: Querschnitt des Dachwerks des Bahnhofs in Donauwörth (1844), Systemskizze

Bei dem einstigen Dachwerk des Donauwörther Bahnhofes (**Abb.62**) sind, ähnlich der Niederreserve, First-, Mittel- und Fußpfetten direkt auf senkrechten Ständern befindlich, die auf der Zerrbalkenlage liegen. Der mittlere Ständer wird durch ein Sprengwerk unterstützt. Eine weitere Tragvariante des flachen Pfettendachs weist das Dachwerk des Wartesaals im Bamberger Bahnhof von 1844 auf (**Abb.63**). Hier liegt die Mittelpfette auf einer Hängesäule, die durch zwei seitliche Streben aufgehängt wird. Die Streben sind wie beim italienischen Binder in den Zerrbalken hineinvertikal versetzt und mit Eisenbolzen gesichert. Die Mittelpfetten werden durch kurze senkrechte Stützen getragen, die auf den Streben des Hängewerks stehen. Zusätzliche Streben zwischen Sparren und Hängesäule bilden durch die Verschneidung mit den Ständern und den Hängewerksstreben eine zusätzliche Stabilisierung der gesamten Konstruktion und der Sparren. Der Überzug spricht für weitere Zerrbalken in den Leergespärren, die vermutlich der Aufhängung der Decke dienen. Der Zerrbalken ist unter den Sparrenfußpunkt herabgesetzt und liegt auf Mauerlatten in einem Mauervorsprung auf.

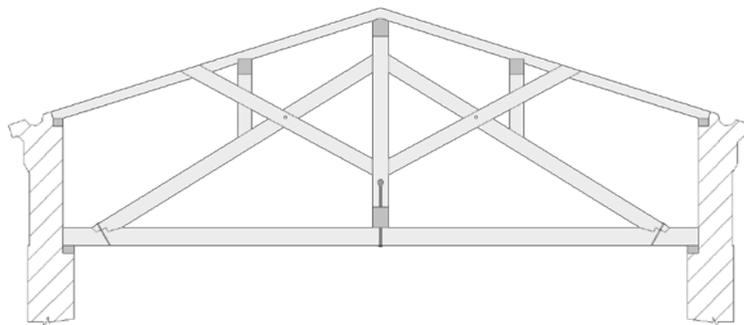


Abb.63: Dachwerk des Wartesaals in Bamberg 1844, Systemskizze

Zwei weitere Beispiele der schwäbischen Großstadt Augsburg zeigen, dass je nach Nutzung bei dem Tragsystem beliebig zwischen Hänge- oder Sprengwerk gewechselt wurde (**Abb.64, 65**): So sind in der Lokomotivremise unterhalb der Zerrbalken Ständer angebracht. Wohingegen in der Montier- und Reparaturwerkstatt bei gleicher Anordnung der Elemente – um einen freien Raum zu erhalten – ein Hängewerk verwendet wurde. Unterhalb der Pfetten sind Zangen montiert, die die gesamte Konstruktion stabilisieren und auf denen die Pfetten außerdem aufliegen. Die Zangen wirken hier wie ein zusätzlicher Kehlbalken. Statt eines Spannriegels sind Kopfbänder angebracht. Seitlich werden die

## 6) Pfetten auf senkrechten Trägern

---

Ständer zur Außenwand hin abgestrebt. Zwischen den Streben und Sparren ist eine doppelte Pfette eingefügt, die durch Knaggen unterstützt wird.

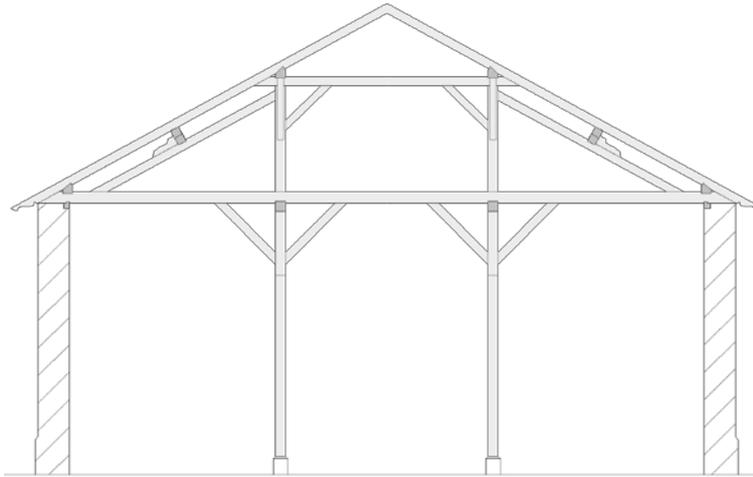


Abb.64: Querschnitt der Lokomotivremise in Augsburg (1860) mit Pfetten auf Ständern, Systemskizze

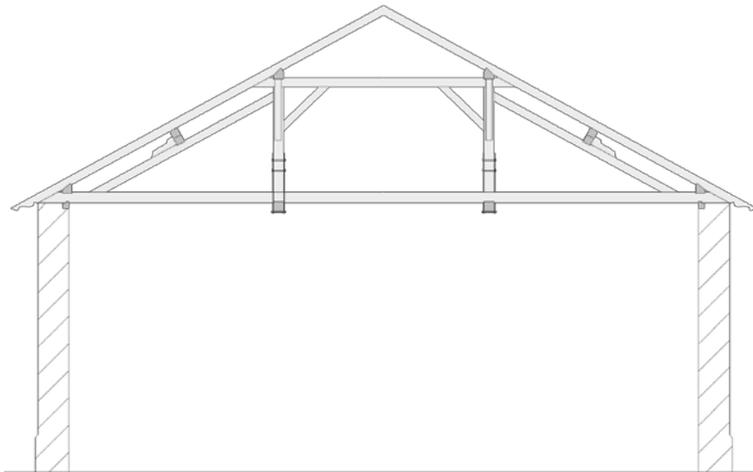


Abb.65: Querschnitt der Montier- und Reparaturwerkstatt in Augsburg mit Pfetten auf Hängesäulen (1860), Systemskizze

Beide Gebäude in Augsburg weisen für die obere Pfette und die Fußpfette die fünfeckige Form auf. Die gleiche Form der Pfetten sowie die Anordnung auf Ständern mit Zangen wurden in dem um 1871 errichteten Bahnhofsgebäude in Simbach am Inn gewählt (**Abb.66**). Verantwortlicher Architekt war Friedrich Bürklein. Wie auch bei den vorherigen Beispielen werden in Simbach bei einer Dachneigung von nur 13° die unter den Sparren liegenden Pfetten direkt unterstützt. Aufgrund der Zwischenwände in den Untergeschossen, die zwischen den rund 20 Meter auseinander liegenden Außenwänden angebracht sind, sind hier keine Hängewerke, sondern Ständer notwendig, die die Lasten nach unten übertragen. Die seitlichen Pfetten in den Außenwänden sind ebenfalls aufgeständert und liegen oberhalb der Zerrbalkenlage. Letztere dürften wohl im Mauerwerk aufliegen, ist aber heute durch Dämmung und moderne Bodenaufbauten verdeckt. Die beiden mittleren Pfetten werden wiederum durch Zangen unterstützt, die die drei mittigen Ständer umfassen. Dabei sind die Pfetten leicht mit

den Zangen verkämmt und verschraubt, so dass sich ein fester Knotenpunkt ergibt. Im Gegensatz zu den Augsburger Dachwerken reichen hier die Zangen jedoch nicht bis zu den Sparren. Sie steifen somit mit den Kopfbändern lediglich die senkrechten Ständer in Querrichtung aus. Das System des Simbacher Bahnhofs zeigt demzufolge ein extrem sparsam durchdachtes System bei sehr flacher Dachneigung.

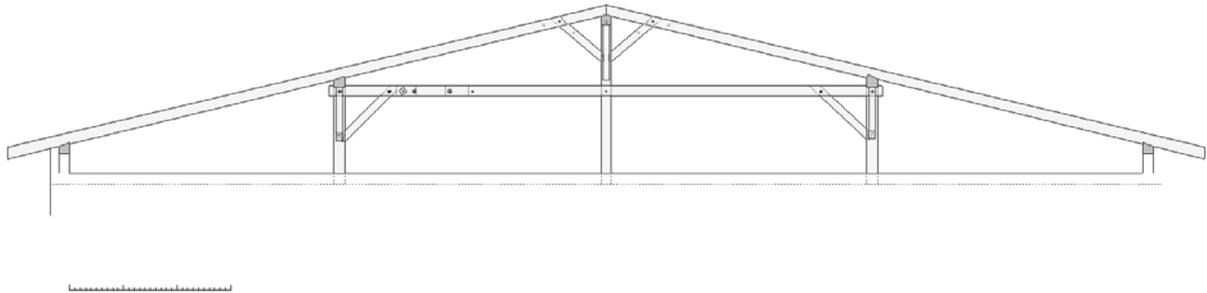


Abb.66: Querschnitt des Bahnhofsgebäudes in Simbach am Inn (1871)

Ein weiteres Beispiel dieser Zeitstellung stellt der Lokschuppen in Mannheim dar (**Abb.67**), der bis heute original erhalten ist. Auf Grundlage einer persönlichen Besichtigung des Dachwerkes wurde eine Systemskizze erstellt, welche beim Vergleich mit den Planunterlagen des Archivs der Deutschen Bahn in Nürnberg übereinstimmt. Wie auch in den bisherigen Beispielen handelt es sich um eine aufgeständerte Pfettendachkonstruktion, bei welcher die Pfetten bei einer Dachneigung von 30° im Wechsel durch Hängesäulen oder Ständer, die bis zum Boden des Erdgeschosses reichen, unterstützt werden. Die Hängesäulen sind dabei durch Streben aufgehängt, die sich zwischen den Ständern befinden. Sowohl der Zerrbalken als auch der Kehlbalken wurden durch Zangen ersetzt, die die gesamte Konstruktion umfassen und stabilisieren. Das obere Zangenpaar dient wiederum als Auflager für die Mittelpfetten, wobei die Last hauptsächlich auf die Ständer übertragen wird. Die Zangen der Zerrbalkenlage sind mittig gestoßen und an ein Futterholz, das in dem Freiraum der Zange angebracht ist, angeschraubt. In Längsrichtung sind zusätzliche Zangen auf der Zerrbalkenebene befestigt. Die lichte Weite zwischen den Außenwänden beträgt 18 Meter, die durch die Innenraumstützen in drei gleiche Teile von ca. 6 Metern unterteilt wird. Die Konstruktion in Mannheim zeigt die ausformulierte Version einer standardisierten Anwendung von Pfetten auf Hängewerksbindern in Verbindung mit Zangen, wie sie sich bis zu diesem Zeitpunkt im Zeichen der Holzersparnis und der Minimierung des Arbeitsaufwands bei gleichzeitig optimaler Funktionalität entwickelt hatte. Die einzelnen Elemente ergeben dabei eine Mischung aus italienischen Hängewerksbindern, französischen Zangen und eigenen innerdeutschen Entwicklungen. Bei dem System wurde auf massive Querschnitte verzichtet, vielmehr erreichte man durch mehrere dünne Hölzer, die durch die angeschraubten Zangen zusammengehalten werden, einen festen Verbund. Lediglich bei den unteren Ständern, die an die Außenwand angelehnt sind, und bei den unteren Hängesäulen mussten Zapfen ausgearbeitet werden, auf

denen die Pfetten angebracht sind. Die restliche Konstruktion zeigt keinerlei aufwändige Zimmermannsverbinding mehr, weshalb es nur zu geringen Querschnittsschwächungen der Konstruktionshölzer kam und folglich ein geringerer Arbeitsaufwand entstand. Allein im Bereich der Zangen sind die Balken durch eine gegenseitige Verkämmung jeweils ca. 2 Zentimeter ausgenommen. Durch die Verwendung von Pfetten sind in den Leergespärren keine weiteren Unterstützungen notwendig. Dadurch konnte zusätzliches Holz eingespart werden.

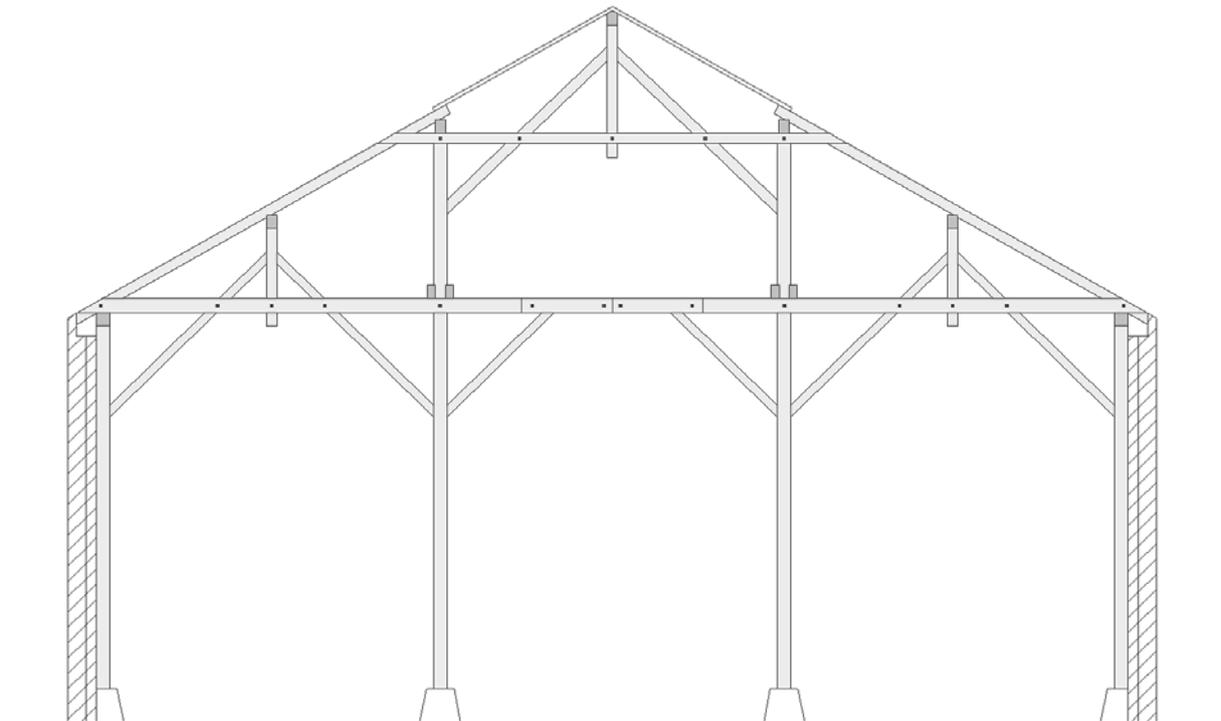


Abb.67: Lokschuppen Mannheim (heute Glücksteinquartier, Richtigkeit vor Ort überprüft): 1872

### Pfetten auf Ständern oder Hängewerkssäulen bei steil geneigten Dachwerken

Ab der Mitte des 19. Jahrhundert entwickelten sich aus den flach geneigten Pfettendächern zunehmend steiler geneigte Dächer, in die die neuen Entwicklungen aus der ersten Hälfte des Jahrhunderts übernommen wurden. Zwei Konstruktionen, welche mit den vorgestellten, flachgeneigten Dachwerken vergleichbar sind, finden sich in den Dachwerken des Münchner Architekten Matthias Berger wieder: Zum einen in der Haidhauser Kirche Johann-Baptist von 1852 bis 1874, zum anderen in der Pfarrei Maria Himmelfahrt in Partenkirchen von 1868 bis 1871. Berger war seit 1838 – mit nur 13 Jahren – Schüler bei Friedrich von Gärtner in München und verblieb überdies bis zu Gärtners Ableben im Jahre 1847 für diesen tätig.

### Dachwerk der Kirche Johann-Baptist in München Haidhausen

Das Dachwerk der Haidhauser Kirche (**Abb.68**) zeigt prinzipiell eine Konstruktion mit geschlossenem Sparrendreieck und eingefügtem Hängewerk bei einer Dachneigung von 50°. Unter den Sparren sind

eine First-, eine Fuß- und zwei Mittelpfetten angeordnet, die die Sparren gleichmäßig unterstützen. Sowohl die Mittelpfetten als auch die Fußpfette führte Berger fünfeckig aus. Die Firstpfette steht auf einem senkrechten Ständer, der wiederum auf dem Spannriegel des Hängewerks steht. Die oberen Mittelpfetten liegen auf den beiden Hängesäulen des Hängewerks und werden zusätzlich durch Zangen unterstützt, die die Sparren, die Hängesäulen und den mittleren Ständer umfassen. Unterstützt werden die unteren Mittelpfetten ebenfalls durch kurze, senkrechte Ständer, die direkt auf den Streben des Hängewerks angebracht sind. Die Fußpfette ist auf den Zerrbalken verkämmt und die Sparren auf die Pfetten aufgeklaut. Die Fußpfetten und die unteren Enden der Streben des Hängewerks befinden sich über den im Kirchenraum sichtbaren Wandpfeilern, die eine lichte Weite von knapp 18 Metern zueinander aufweisen. Die Entwürfe der Münchner Staatsbibliothek von Friedrich von Gärtner zeigen Parallelen zu dem beschriebenen Haidhauser Dach. Die Rahmenkonstruktion des Hängewerks mit aussteifenden Kopfbändern sowie die zusätzlichen waagerechten Hölzer zwischen den Streben und den Hängesäulen in den äußeren Bereichen weisen Analogien auf. Die Umwandlung des stehenden Stuhls in ein Hängewerk zeigt ebenfalls eine gewisse Ähnlichkeit mit den Anordnungen des Haidhauser Daches. Details wie die fünfeckigen Pfetten, die Zangen oder die schrägen Bolzen sind dabei flächendeckend bei unterschiedlichsten Systemen im 19. Jahrhundert zu finden.

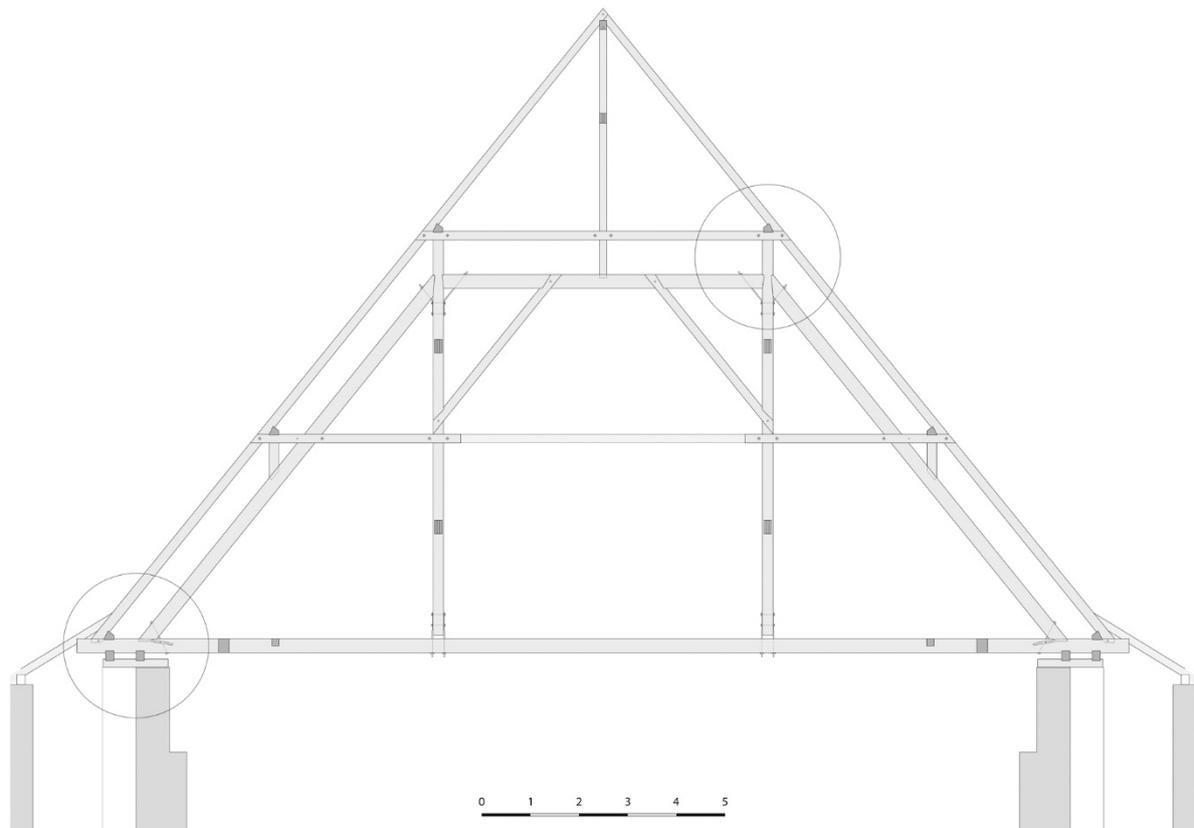


Abb.69: Dachwerk der Kirche Johann-Baptist in München Haidhausen (1852-1874)

### Dachwerk der Kirche Maria Himmelfahrt in Partenkirchen

Auch in dem Dachwerk (**Abb.69**) der Kirche Maria Himmelfahrt in Partenkirchen verwendete Berger die Möglichkeit, die Pfetten direkt zu unterstützen. Grundsätzlich handelt es sich bei diesem Werk ebenfalls um ein geschlossenes Sparrendach mit einer Dachneigung von  $45^\circ$ . Die Sparren werden dabei wieder durch zwei Mittelpfetten unterstützt. Die obere Mittelpfette weist einen liegend rechteckigen Querschnitt auf und wird direkt durch einen Ständer getragen, der auf den Zerrbalken steht. Zwischen den beiden oberen Mittelpfetten ist ein waagerechter Balken angebracht, durch den, in Verbindung mit Kopfbändern, ein Rahmen entsteht. Die Lasten aus den Ständern werden über weitere Stützen in die Mauerwerkssäulen des Innenraums übertragen. Die unteren Mittelpfetten sind direkt durch Streben unterstützt, welche die Lasten ebenfalls in Richtung der Innenraumsäulen abtragen. Im Fußpunktbereich wurde die typische fünfeckige Sicherheitsschwelle befestigt. Die lichte Weite zwischen den Außenwänden beträgt sowohl in Längs- als auch in Querrichtung 21,70 Meter. Die Ständer unterhalb der Zerrbalken sind mit einem Abstand von 5,70 Metern von den Außenwänden angebracht. Das Dachwerk ist als individuelle Lösung anzusehen; besonders da es sich hierbei um ein zeltförmiges Dach handelt. Es lässt sich trotzdem ebenso wie die Haidhauser Kirche mit anderen im 19. Jahrhundert entstandenen Beispielen vergleichen. Die Konstruktion hat beispielsweise durchaus große Ähnlichkeit mit dem System der Gruftkapelle in Regensburg von 1855. Dies stellt eine Mischung aus stehendem Stuhl und Pfettendach dar.

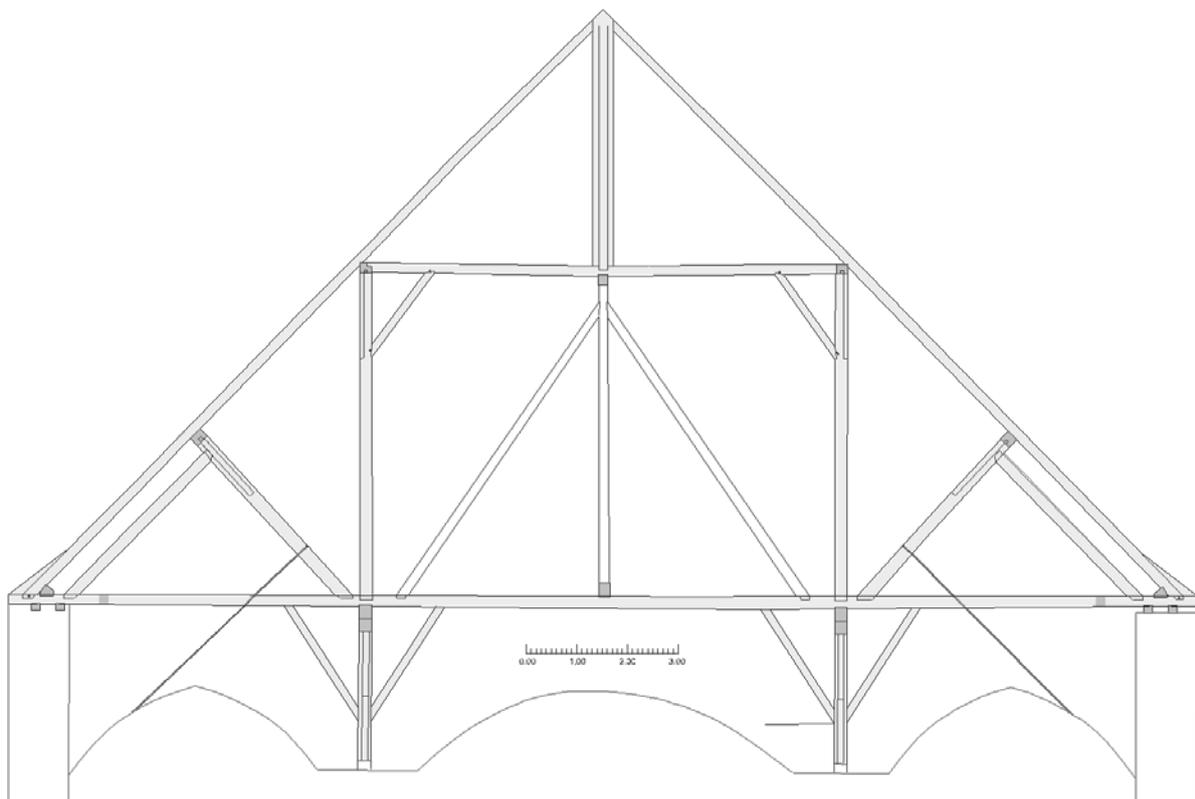


Abb.69: Querschnitt des Dachwerks der Kirche Maria Himmelfahrt in Partenkirchen (1868-1871)

Weitere Dachwerke mit direkter senkrechter oder schräger Unterstützung der Pfetten sind in den Konstruktionen von weiteren Bahnhofsgebäuden sowie den untersuchten Gebäuden in Baden-Baden – dem ansässigen Theater von 1860 sowie die dortige Stadtpfarrkirche von 1864 – zu finden. Diese Dachwerke sind im Katalog dieser Arbeit dargestellt.

### Zusammenfassung

Ableitend kann festgehalten werden, dass das Pfettendach flächendeckend im 19. Jahrhundert in Süddeutschland angewendet wurde. Dabei unterscheiden sich die Tragsysteme von dem typischen italienischen Hängewerksbinder bis zum stehenden Stuhl oder den Pfetten auf senkrechten Trägern. Einzelne Details wie die Verwendung von Zangen, nachjustierbaren Schraubverbindungen oder fünfeckigen Pfetten entwickeln sich dabei systemunabhängig. Die einzelnen Systemtypen sind nicht als Solitäre anzusehen, sondern oftmals als Konglomerat verschiedener Konstruktionen zu verstehen.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

Der Begriff des Dreiecks-, Knoten- oder Netzsystems kommt vielfach in der Literatur des 19. Jahrhunderts vor. Es stellen sich daher folgende Fragen: Was bedeutet der Begriff; mit welcher Art von Dachwerken wird er in Verbindung gebracht und handelt es sich dabei tatsächlich um eigenständige Systeme?

Grundsätzlich bildet jedes Dachwerk – bestehend aus dem Sparrenpaar und einem durchgehenden Zerrbalken– ein nicht verschiebbares Dreieck. Voraussetzung dabei ist, dass die Knotenpunkte kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Schon bei mittelalterlichen Dachwerken bediente man sich dieses Systems: Man fügte beispielsweise Kehlbalken oder Kreuzstreben ein, um die freien Längen von Sparren zu unterstützen. Die Knotenpunkte konnten zusätzlich mit Sparrenknechten oder Hahnenbalken gesichert werden, die somit ebenfalls von dem System des Dreiecks profitieren. Teilweise wurden zur Stabilisierung auch verschiedene Streben oder Kopfbänder eingefügt. Ebenso dienten Streben, Kopf- oder Fußbänder bei Stuhlkonstruktionen sowie Andreaskreuze infolge der Dreieckswirkung als aussteifende und festigende Elemente für den jeweiligen Bereich des Dachwerks. Die Anbringung dieser zusätzlichen Elemente war auf die bis dahin üblichen Verbindungstechniken der Verblattung und Verzapfung in Verbindung mit Holznägeln begrenzt. Hingegen der Einsatz von Eisen wurde noch sehr selten vorgenommen und war bei weitem nicht standardisiert. Die erforderliche Querschnittminimierung herkömmlicher Verbindungstechniken begrenzte dabei die Anzahl der dreiecksbildenden Elemente. Bei barocken Dachwerken wurde häufig das durchgehende Zugband entfernt, so dass das Gewölbe bis in das Dachwerk hineinreicht. Dadurch wird der Verbund eines Dreiecks aufgehoben, so dass die Sparrenfußpunkte automatisch nach außen drücken. Um dem entgegenzuwirken, versuchte man in solchen offenen Dachwerken das fehlende Zugband durch Kreuzstreben zu ersetzen, die ebenfalls die Form von Dreiecken ausbilden. Allerdings erlangt diese ungleichmäßige Dreiecksform keine ausreichende Stabilität. Das fehlende waagerechte Zugband konnte nicht gänzlich ersetzt werden, weshalb die Horizontalkräfte im Dachfußpunkt nicht aufgehoben werden konnten. Sowohl bei den mittelalterlichen als auch den barocken Dachwerken waren daher die Spannweiten begrenzt.

Ziel der Baumeister des 19. Jahrhunderts war es, durch die Entwicklung neuer Systeme die Spannweiten zu vergrößern, ohne dabei die Holzquerschnitte oder die Anzahl der Hölzer zu erhöhen. Zudem sollte die neue Konstruktion eine gewisse Leichtigkeit bei gleichzeitiger Kostenersparnis mit sich bringen. Das gewählte System musste zudem der Funktion des Gebäudes entsprechen, welche teilweise einen freien Dachraum, ein offenes Dachwerk ohne Zerrbalkenlage oder eine große Spannweite erforderte. Beruhend auf dem Grundsatz der Unverschieblichkeit eines geschlossenen

Dreiecks entwickelten sich im 19. Jahrhundert neue Ideen, die diesen Erfordernissen versuchten gerecht zu werden. Gerade ab den 1830-er Jahren lassen sich viele solcher Strukturen in Dachwerkskonstruktionen feststellen, die durch die Literatur eine weite Verbreitung fanden. Maßgeblich war dabei die zunehmende Verwendung von Eisen und Zangen, durch die sich mehrere Elemente leichter zu festen Knoten verbinden ließen. In den meisten Fällen handelte es sich um bereits erprobte Dachwerkstypen, wie etwa dem italienischen Pfettendach mit Hängewerksbinder oder dem Sparrendach mit stehendem Stuhl, die durch zusätzliche Dreiecke ergänzt wurden. Dabei ergaben sich ganze netzartige Ebenen oder aber nur einzelne unterstützte Knotenpunkte. Die sich neu entwickelnden Fachwerkträger innerhalb der Dachwerke, wie beispielsweise das vielfach seit den 40-er Jahren verwendete System von Camille Polonceau, gehen auf diese Entwicklung kleinzelliger Netzsysteme sowie auf das ebenfalls weiterentwickelte Kapitel der Balkenverstärkung zurück. Die Ursprünge verschiedener netzartiger Strukturen im Dach sind wohl überdies auf Erfahrungen im Brückenbau und beim Bau von Lehrgerüsten zurückzuführen, deren Herkunft teils in den vorherigen Jahrhunderten zu suchen ist und die einer stetigen Weiterentwicklung unterliegen. Die Notwendigkeit der Überbrückung großer Spannweiten im Brückenbau trieb dabei die gesamte Entwicklung im Holz- und auch Eisenbau voran. Gleichwohl stellt die genaue Untersuchung der Brücken und Lehrgerüste ein eigenes Thema dar; deshalb wird jener Teilbereich an dieser Stelle nur partiell einbezogen.

Bei den folgenden Beispielen wird grundsätzlich von Sparren und nicht von Rofen gesprochen, da es sich oft um Mischformen aus Sparren- und Pfettendach handelt.

### Besondere Knotensysteme des 19. Jahrhunderts

Im Verlauf der Entwicklung der Knotensysteme gab es einen bestimmten Architekten, der mit Experimentierfreude und internationalem Fachwissen ganz speziell das knotenartige Netzsystem in ganz Deutschland propagierte. Durch Publikationen sowie die Übernahme in die allgemeine deutsche Fachliteratur fand dieses System insgesamt Anerkennung und war bis zum Ende des 19. Jahrhunderts Bestandteil verschiedener Veröffentlichungen – die Rede ist von dem System Georg Mollers.

### Das Moller'sche Knotensystem

Der Architekt Georg Moller war hauptsächlich für das frühere Großherzogtum Hessen tätig. Zu seinen Hauptwerken zählen in Darmstadt die Ludwigskirche von 1822 bis 1827 und das ehemalige Landestheater von 1819 sowie das Mainzer Staatstheater von 1829 bis 1833. Wie sich an frühen durch ihn entworfenen Dachwerken zeigt, war er geprägt durch seinen Lehrer Friedrich

Weinbrenner, der grundsätzlich ebenfalls unterschiedliche Strebesysteme, die zu einer Dreiecksbildung führen, verwendete.<sup>1</sup>

Moller scheint diese frühen Entwicklungen netzartiger Strebewerke in seinen eigenen Entwürfen weiterzuentwickeln. Dokumentiert sind die Entwürfe in den von ihm zwischen 1833 und 1844 herausgegebenen Publikationen, wobei er seine Dachwerke selbst als Netz- oder Knotensysteme bezeichnet.<sup>2</sup> Ihnen und ihrer Entwicklung widmete er eine ausführliche Beschreibung: Er hebt dabei selbst hervor, dass seine Entwürfe sowohl von englischen als auch von französischen Bauwerken beeinflusst sind. Gerade den Zentren wie London oder Paris misst er aufgrund der dortigen regen Bautätigkeit eine besondere Bedeutung bei; in diesen Städten sind die Fortschritte der Bauwissenschaften deutlich ablesbar.<sup>3</sup> Als wichtige Quelle gibt Moller zudem das Werk von Jean Baptiste Rondelet über die Kunst des Bauens an, das erstmals 1810 in französischer und 1833 in deutscher Sprache erschien. Rondelet dürfte Moller auch hinsichtlich der Verwendung von unverschieblichen Dreiecken beeinflusst haben, denen er eine ausführliche Beschreibung widmet: „Überhaupt besteht das sicherste Mittel, feste Dachstühle zu erhalten darin, sie aus einer Kombination von Dreiecken zu bilden, weil die Figur derselben sich niemals ändern kann, wenn die einzelnen Stücke gehörig miteinander verbunden worden sind.“<sup>4</sup> Stärke und Stabilität würden durch Regelmäßigkeit und Symmetrie noch gesteigert.<sup>5</sup> Sowohl die von Rondelet diesbezüglich abgebildeten Systemskizzen als auch die Darstellung verschiedener ausgeführter Dachwerke, die er nahezu alle verbesserte, beruhen auf diesen „wissenschaftlichen Prinzipien“.<sup>6</sup> Ferner diente Moller das Werk von Johann Karl Krafft als Quelle französischer Dachwerke.<sup>7</sup> Krafft publizierte 1805 zahlreiche Zeichnungen von Dachwerken in Frankreich. Die zwischen 1891 und 1821 herausgegebenen Ausgaben stellen ein umfangreiches Werk dar, das auch in deutscher und englischer Sprache veröffentlicht wurde.

Moller bezog im Zuge seiner Forschung für ein eigenes Prinzip eines Netzsystems außerdem Studien zu mittelalterlichen Dachwerken ein, denen er eine „bewundernswürdige Leichtigkeit“<sup>8</sup> nachsagt. Die Darstellung verschiedener mittelalterlicher Dächer zeigt dabei die Anordnung von unterschiedlichen

---

<sup>1</sup> Vgl. Kap 3) Veränderungsgeschichte des stehenden Stuhls am Beispiel ausgeführter Dachwerke von Friedrich Weinbrenner.

<sup>2</sup> Moller 1833-1843: Einleitung.

<sup>3</sup> Ebd.

<sup>4</sup> Jean Baptiste Rondelet: Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen: in fünf Bänden : mit den 210 Kupfern der Pariser Original-Ausgabe / von J. Rondelet ; nach der sechsten Aufl. aus dem Französischen übers, Leipzig 1833, 5. Buch, 3. Band: S.129.

<sup>5</sup> Ebd., S.132.

<sup>6</sup> Rondelet 1828: 5. Buch, 3. Band, S.128.

<sup>7</sup> Moller 1833-1844: S.7, Bezug zu dem Werk von Krafft aus dem Jahre 1805 in der Fußnote.

<sup>8</sup> Moller 1833-1843: Einleitung.

Verstrebungen in Sparrendächern, die einzelne Dreiecke und somit einen Knoten ausbilden.<sup>9</sup> Mollers verwendetes Prinzip sieht vor, dass „alle langen Linien von Mauern, Gewölben, Dachhölzern etc. verhältnismässig sehr schwach genommen, dagegen in kurzen Zwischenräumen durch unverschiebliche feste Punkte oder „Knoten“ netzförmig abgeschlossen sind, [...]. Um die Vorzüge einer solchen Abschliessung langer und schwacher Linien lebhaft zu fühlen, darf man nur die Faden eines grossen Netzes oder Gewebes parallel und ohne Seitenverbindung denken. Die geringste Kraft bewirkt ihr Zerreißen, während dieselben Faden in ein Netz verbunden und durch Knoten in kleine Maschen oder Felder getheilt, eine mehr als hundertfältige Stärke erhalten“.<sup>10</sup> Die Umsetzung dieser Prinzipien findet man bei Mollers eigenen Entwürfen in dem 1829 bis 1833 errichteten Theater von Mainz (**Abb.70**). Wie zu dieser Zeit üblich, verwendete er das Pfettendach. Hierbei liegen die Sparren insgesamt auf fünf Pfetten. Die mittleren Pfetten werden durch die Hauptstreben getragen, die ein oberes Hängewerk aufhängen. Die Hauptstreben erfahren unterhalb der Pfetten durch Streben eine zusätzliche Unterstützung, die die Lasten in Richtung der innen liegenden Säule ableiten. Diese Streben werden durch kurze Zangenhölzer gesichert, durch die der ganze Dachbinder in viele kleine feste Dreiecke geknüpft ist, „dergestalt, dass in demselben die einzelnen Hölzer sich nicht vom Ganzen trennen können und er als feste und in sich geschlossene Verbindung (...) angesehen werden kann“.<sup>11</sup> Diese festen Ebenen in den Seitenteilen sind nun im First und an den Fußpunkten so verbunden, dass sie sich nicht verschieben können. Neben der Publikation von Moller selbst ist das Dachwerk auch in dem Lehrbuch von Andreas Romberg dargestellt,<sup>12</sup> dass bekanntlich später auch in München verwendet wurde.<sup>13</sup>

---

<sup>9</sup> Ebd.: Tafel XI und XII.

<sup>10</sup> Moller 1833-1843: Einleitung, S. II.

<sup>11</sup> Moller 1833-1843: Beschreibung Taf. XVI, Theater Mainz.

<sup>12</sup> Romberg 1847: Tafel 57, Fig. 617.

<sup>13</sup> In beiden Publikationen Rombergs (1833 und 1847) wurden Münchner Dächer publiziert. Ein direkter Bezug zu München wird in der Ausgabe von 1847 deutlich, die Leo von Klenze gewidmet ist. Außerdem schreibt Romberg 1847 in seinem Vorwort über sein Werk: „Ministerium des Inneren in Baiern wurde es wegen seines anerkannten Brauchbarkeit der polytechn. und Gewerbeschule des Königreiches Baierns angelegentlichst empfohlen und fast kein Bau und Gewerbeschule Deutschland hat dieses mein Werke bei dem Unterricht ausgeschlossen“.

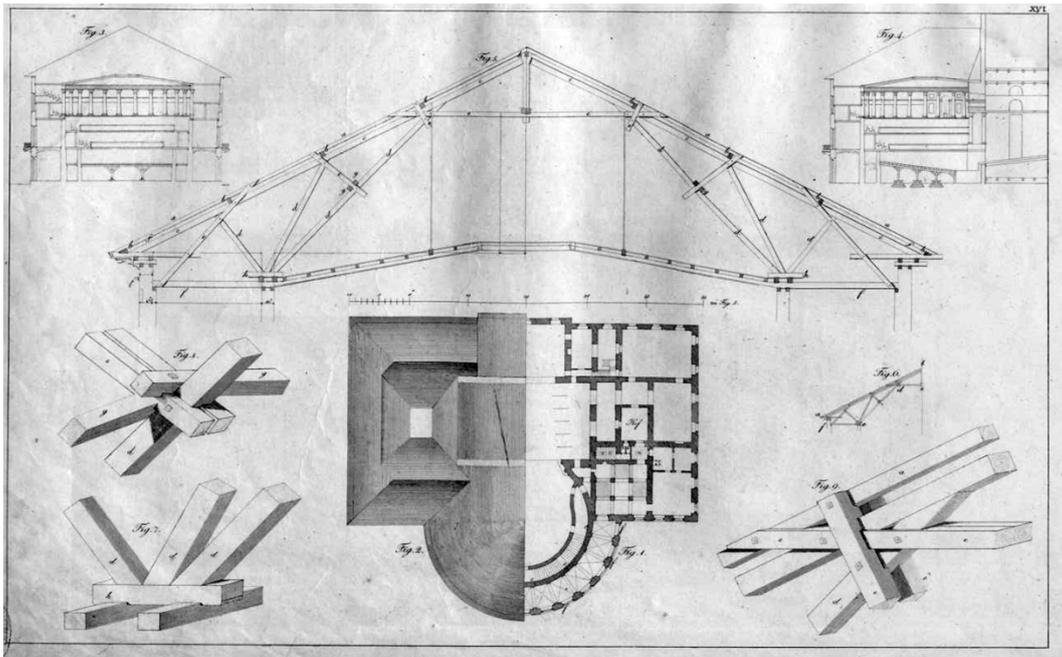


Abb.70: Das Dachwerk des Theaters in Mainz (1833)<sup>14</sup> von Georg Moller

Eine etwas andere Gebäudeart stellt die von Georg Moller publizierte Reithalle in Butzbach dar (**Abb.71**), die im Jahre 1828 durch den hessischen Provinzial-Baumeister Hoffmann errichtet wurde.<sup>15</sup> Es handelt sich hierbei um eine geschlossene Pfettendachkonstruktion, deren Tragsystem wie bei italienischen Dachwerken aus einem einfachen Hängewerk besteht. Die Hauptstreben bilden mit dem Zerrbalken ein Dreieck. Unmittelbar unter der oberen Mittelfette werden die Hauptstreben durch eine waagerechte Zange zusammengehalten, die gleichzeitig die mittige Hängesäule umfasst. Durch die waagerechte Zange werden zusätzliche Dreiecke gebildet, die infolge der festen Verbindung der Knotenpunkte entstehen. Die Verbindung erfolgt, wie den Detailzeichnungen zu entnehmen ist, über Verkämmungen und Eisenbolzen. Unter die untere Mittelfette greifen doppelte Sprengstreben, die sowohl die Hauptstreben als auch die Sparren umfassen und an ihren unteren Enden in einen doppelten Balken hineinversetzt sind; dieser Balken steht wiederum auf einer Mauerkonsole in der Außenmauer auf. Ziel der Sprengstreben ist es, einen Teil der Last aus der Dachhaut über die Pfetten und die Hauptstreben direkt in den unteren Bereich der Außenwände abzuleiten. Die Sprengstreben der Reithalle entsprechen dabei den von Moller vorgeschlagenen langen und schwach genommenen Linien, die in kurzen Abständen fest miteinander verbunden sind. Der Fußpunkt wird durch die Bildung fester Knoten zu unverschieblichen Dreiecken zusätzlich gesichert. Mithilfe der Verwendung des durchgehenden Zerrbalkens und der relativ starken Mauerstärke wird der Schub aus den Hauptstreben auf die Außenwände verhindert. Die Reithalle wurde 1847 ebenfalls ein weiteres Mal von Romberg publiziert.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Moller 1833-1843: Taf. XVI.

<sup>15</sup> Ebd. Erklärung Tafel XXIV.

<sup>16</sup> Romberg 1847: Tafel 57, Fig. 619

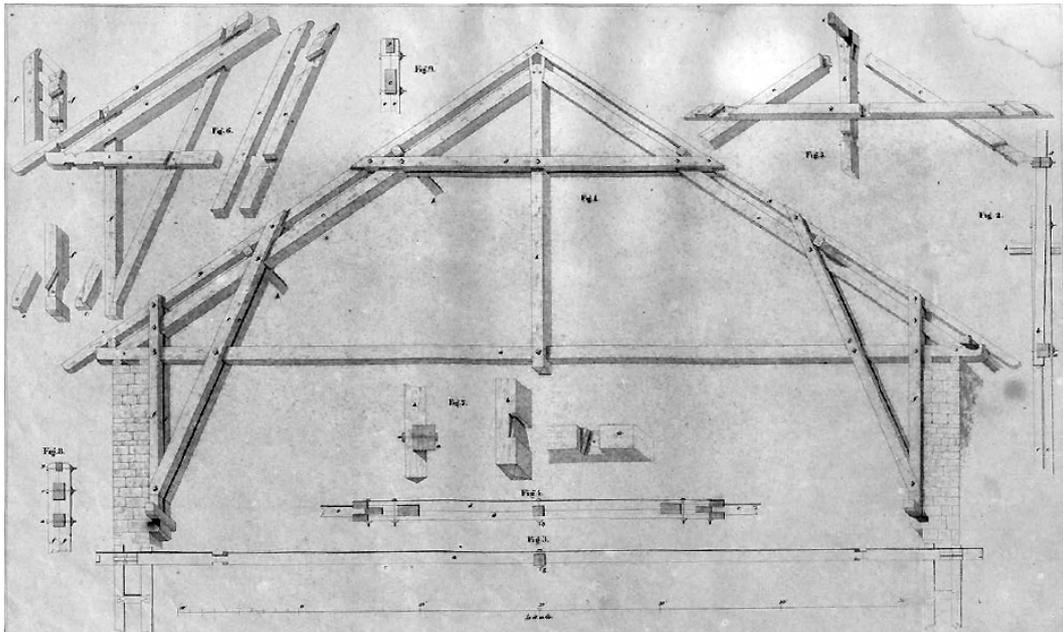


Abb.71: Butzbacher Reithalle (1828) des Provinzial- Baumeisters Hoffmann<sup>17</sup>

Die von Moller 1839 entworfene Reithalle in Wiesbaden bedient sich ebenfalls des Prinzips der Knotensysteme und zählt zu den in der Literatur am häufigsten kopierten Dachwerken (**Abb.72**). Neben seiner eigenen Publikation<sup>18</sup> ist dieses Dachwerk auch in der Allgemeinen Bauzeitung aus dem Jahre 1842<sup>19</sup> bei Romberg<sup>20</sup> oder in dem Lehrbuch von Breymann und Lang<sup>21</sup> veröffentlicht worden. Metzger (Polytechnische Schule München) kopierte den Querschnitt der Reithalle ebenfalls und bezeichnete ihn als zierlich und kräftig zugleich, wobei er den Querschnitt als Zimmerwerk von besonderer Tüchtigkeit und Umsicht betrachtet.<sup>22</sup> Auch Gottgetreu (Polytechnikum München) hatte hauptsächlich lobende Worte für das System, wobei er sowohl die Form als auch die „sinnreichen Details sämtlicher Verbandstücke in hohem Grade für befriedigend“ anerkennt.<sup>23</sup> Das Dach der Reithalle wurde als Pfettendach ausgeführt. Statt der einzelnen Pfetten liegen mehrere Pfetten in kurzem Abstand hintereinander auf den Hauptstreben auf. Die letzteren werden durch eine obere und eine untere Sprengstrebe abgestützt, die an vor dem Mauerwerk auf Konsolen stehenden Ständern enden. Die Streben des oberen Sprengwerks sind einzeln, die des unteren doppelt ausgeführt, so dass diese überkreuzt werden können. Die Knotenpunkte wurden fest durch Bolzen miteinander verbunden. Zwischen den Hauptstreben ist eine zusätzliche waagerechte Zange angebracht, die das Hauptstrebenpaar zusammenhält. Die Dachfußpunkte sind mittels Zangen an die

<sup>17</sup> Moller 1833-1843: Taf. XXIV.

<sup>18</sup> Moller 1833-1843: Tafel XL, *Die Herzogliche Reitbahn zu Wiesbaden*.

<sup>19</sup> ABZ 1842: S.7-15, Blatt CDXXXVIII.

<sup>20</sup> Romberg 1847: Taf. 60, Fig. 643.

<sup>21</sup> Breymann, Lang 1870: Taf 36, Fig. 1-9.

<sup>22</sup> Metzger 1847: Blatt 12, Fig. 5.

<sup>23</sup> Gottgetreu 1882: S. 235.

beiden Sprengwerke angeschlossen, so dass sich ein gemeinsamer Knotenpunkt ergibt. Zusätzlich zu einer Verkämmung sind alle Elemente miteinander verbolzt. Mittels einer Überschneidung ergeben die zangenförmigen Bauteile feste Knotenpunkte, die wiederum eine gleichmäßige Struktur von Dreiecken ausbilden. Die Druckstreben bilden dabei die langen Linien aus, die ihre Festigkeit durch regelmäßige Knotenpunkte erlangen. Auf diese Weise sollen die Schubkräfte in senkrechte Kräfte umgewandelt und in die Außenwände eingeleitet werden.

Dass trotz der lobenden Worte Gottgetreus das fehlende Zugband im Dachfußpunkt zu bemängeln war,<sup>24</sup> wusste Moller durchaus. Er testete den auftretenden Horizontalschub anhand eines belasteten Modells, wobei er zu dem Ergebnis kam, dass die Schubkräfte des Sprengwerks senkrecht in die Außenmauern eingetragen werden<sup>25</sup>. Es ist hier gleichwohl anzumerken, dass auch die Außenwandstärke von 75 Zentimetern zur Stabilität beigetragen hat. Als besonderes Haltbarkeitsmerkmal seiner Konstruktion erkennt Moller ferner den Herstellungsprozess an. Wie er beschreibt, können die einzelnen Binder auf dem Abbindeplatz vollständig zusammengeschaubt und aufgezogen werden, ohne dass dabei ein abstützendes Gerüst benötigt wird,<sup>26</sup> – eine Feststellung, die für die Steifigkeit des Binders durch die Knotenpunkte spricht. Eine historische Abbildung belegt wenigstens, dass die Reithalle bis zu ihrem Abriss im Jahr 1960 wohl auch ohne Zugband unbeschadet bestanden hatte.<sup>27</sup> Dieses gleichmäßige Knotensystem ist als sehr maßgeblich für die weitere Entwicklung des Dachwerks im 19. Jahrhundert zu bewerten. Die Struktur stellt eine Art Fachwerkträger dar, wie sie später standardisiert angewendet wurde. Zahlreiche Details anderer Dachwerke können aus den Moller'schen Systemen abgeleitet werden, wobei die Konstruktion der Reithalle selbst keinen direkten Nachahmer fand.

---

<sup>24</sup> Gottgetreu 1882: S. 235.

<sup>25</sup> Moller 1833-1843: Beschreibung Tafel XL.

<sup>26</sup> Ebd. Beschreibung Tafel XL.

<sup>27</sup> [www.schwartz.arch.ethz.ch/Vorlesungen/Kraft\\_Material\\_Form/Dokumente/Kraft\\_Material\\_Form/KMF\\_2014\\_FS\\_Input1.pdf](http://www.schwartz.arch.ethz.ch/Vorlesungen/Kraft_Material_Form/Dokumente/Kraft_Material_Form/KMF_2014_FS_Input1.pdf): S.29

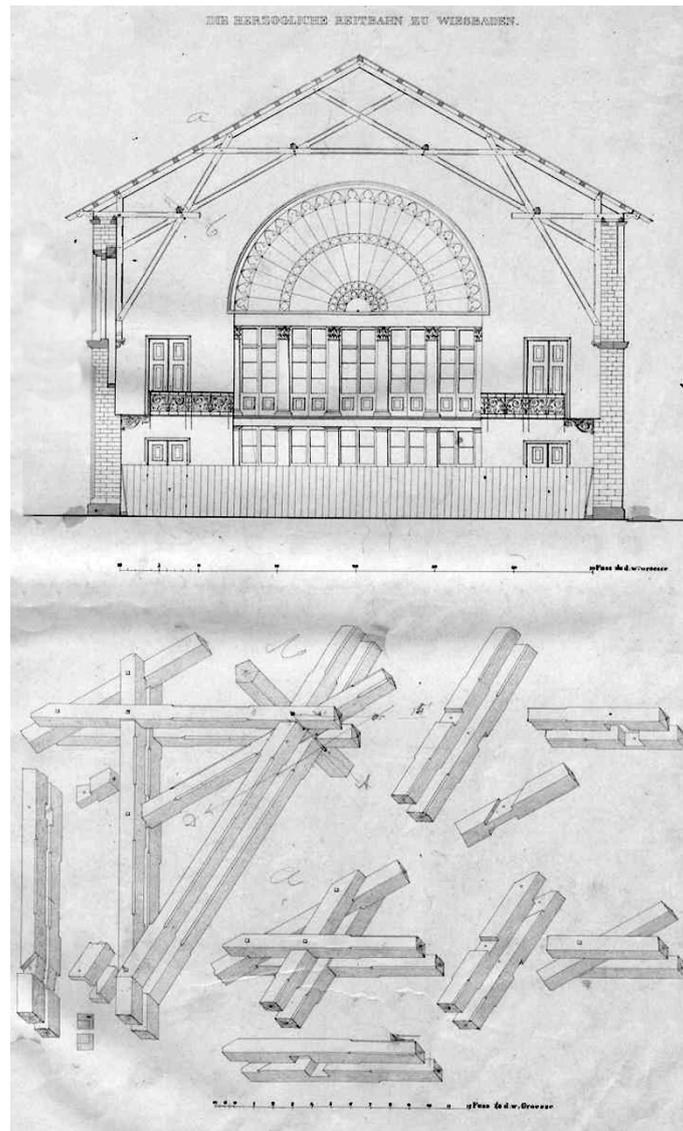


Abb.72: Die herzogliche Reitbahn zu Wiesbaden (1839)<sup>28</sup>

Die einzelnen Elemente der von Moller entworfenen Dachwerke waren im Prinzip nicht neu; das Besondere aber war die Kombination, welche gezielt eine kleinzellige Netzstruktur mit gewünschter Lastumleitung ergab. Eine ähnliche Kombination findet sich bereits 1805 in der Publikation von Krafft: Die Konstruktion der Manège de l'Ecole Militaire in Paris aus dem Jahre 1770 (**Abb.73**) verhält sich sehr ähnlich zu dem von Moller angewendeten System in Wiesbaden. Da dieser in seiner Publikation das frühe Werk von Krafft erwähnt<sup>29</sup> und beide Dachwerke große Analogien aufweisen, ist anzunehmen, dass Moller direkt durch das französische Beispiel inspiriert wurde.

Der Querschnitt der Reithalle in Paris zeigt ebenfalls ein flach geneigtes Pfettendach mit relativ eng gelegten Pfetten. Wie in Wiesbaden werden die oberen Sparren durch zangenförmige Sprengstreben unterstützt, die sich überkreuzen und die Lasten in Richtung der Außenwände ableiten. Allerdings sind diese Streben hier nicht parallel zur Sparrenebene angebracht. Der Abstand zwischen Sparren

<sup>28</sup> Moller 1833-1843: Tafel XL.

<sup>29</sup> Moller 1833-1843: S.7.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

und Streben erweitert sich nach unten, wodurch eine leichte Trichterform entsteht. Auf halber Dachwerkshöhe ist gleich dem Wiesbadener System eine Art Kehlbalken angebracht, der doppelt ausgeführt ist. Die Anordnung der unteren Sprengstreben sowie die Stichbalken auf Zerrbalkenebene ähneln ebenfalls dem Dachwerk von Moller. Allerdings sind die Stichbalken als einzelne hochkant stehende Bohlen ausgeführt. Insgesamt sind sich die Strebewerke der beiden Dachwerke in ihrer Anordnung sehr ähnlich; dabei ist das System von Moller geordneter aufgebaut. So fasst er durch die konsequente Verwendung von Zangen die Streben in einzelne feste Knotenpunkte zusammen, so dass die langen Linien der Streben nicht an zu vielen Stellen geschwächt werden. Die Einteilung der Streben ergibt bei Moller ein System, das die Lasten gleichmäßig abträgt. Bei Krafft hingegen zeigt sich eine ungleichmäßige Struktur, die nicht zu einer regelmäßigen Unterstützung der Sparren führt. Anders als in Wiesbaden ist bei Krafft eine eiserne Hängesäule angebracht, die in dem Kreuzungspunkt der oberen Streben aufgehängt ist und den Kehlbalken unterstützt. Im Inneren befinden sich Bohlenbögen, die direkt neben den Binder- und Leergespärren montiert sind. Es ist nicht eindeutig zu erkennen, ob die Bögen kraftschlüssig mit den Strebewerken verbunden sind und somit zur Stabilisierung des Dachwerks beitragen. Möglicherweise dienen sie hier auch nur der Bildung einer Raumschale.

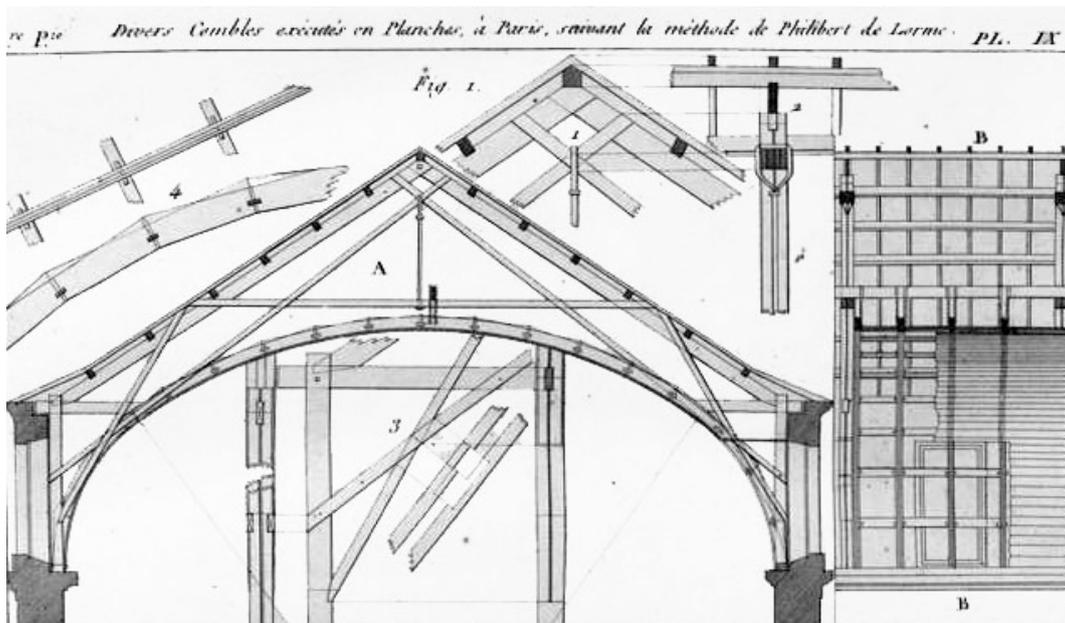


Abb.73: Manège de l'École Militaire in Paris (1770)<sup>30</sup>

Etwa zeitgleich entstehen weitere Bauwerke, die nach diesem System entworfen zu sein scheinen. Einen Überblick über die gebauten Beispiele geben insbesondere das Lehrbuch von Romberg aus dem Jahre 1847 sowie das Werk von Franz Xaver Geier (1804–64) aus dem Jahre 1859. Hinsichtlich der Netzsysteme zeigen beide Publikationen teilweise dieselben Bauwerke, jedoch mit

<sup>30</sup> Krafft 1805: Tafel IX, Fig. 1.

unterschiedlich ausgeprägter Beschreibung. Romberg widmet den Kontensystemen ein eigenes Kapitel, in dem er diese Art von System jedoch eher kritisch betrachtet. Zu den bei Romberg und Geier dargestellten Dachwerken zählen die voranstehend bereits besprochene Wiesbadener Reithalle von Moller<sup>31</sup>, die Bahnhofsgebäude der Bahnhöfe in Heidelberg von 1839/40<sup>32</sup> und Mannheim von 1841<sup>33</sup> von Friedrich Eisenlohr (1805–54), der Taunusbahnhof zu Wiesbaden von ca. 1840 sowie das nach Geier 1840 errichtete Musikzelt in Mainz<sup>34</sup>. Die von Geier entworfene Fruchthalle in Mainz (**Abb.74**) aus dem Jahre 1838 wird dabei lediglich von Romberg<sup>35</sup> und später auch von Gottgetreu<sup>36</sup> veröffentlicht. Geier selbst beschreibt die Fruchthalle in der Allgemeinen Bauzeitung von 1839<sup>37</sup> und bezeichnet seine Konstruktion als Dreieckverband. Grundsätzlich handelt es sich bei dem Dach der Halle um eine Pfettendachkonstruktion auf einem Hängewerksbinder ohne durchgehende Zerrbalkenlage. Wie bei Mollers Theater werden die Lasten in der Konstruktion der Fruchthalle nicht nur auf die Außenwände, sondern auch auf innen liegende Stützenreihen übertragen. Die sehr langen Linien der Hauptstreben finden mittels eines zusätzlichen darunter angebrachten Sprengwerks Unterstützung, dessen Elemente polygonal angebracht sind.<sup>38</sup> Dabei liegt der mittlere Teil plan unter der Hauptstrebe und ist mit dieser verzahnt bzw. verbolzt. Die obere Strebe reicht bis zur Hängesäule, wobei die untere in einem Deckenbalken unterhalb der Mauerkrone endet. Mithilfe dieser Anordnung sollen die Lasten aus der Dachhaut in die Unterkonstruktion eingebracht werden. Durch eine waagerechte Zange im oberen Dachbereich werden feste Knotenpunkte erreicht, die den First stabilisieren. Die unteren Pfetten des Daches werden zudem mittels weiterer Streben und einem Ständer auf der Unterkonstruktion – bestehend aus den innen liegenden Säulen sowie den Außenwänden, die durch den Deckenbalken verbunden sind – unterstützt. Der Dachfußpunkt ist durch einen Stichbalken an die Streben bzw. den Ständer angeschlossen. Infolge der Überkreuzung der Streben und des Stichbalkens ergibt sich im Fußpunktbereich ein festes Netz aus kleinzelligen Dreiecken, welches die nach außen wirkenden Schubkräfte aus den Hauptstreben und den Sparren aufnehmen soll.

Die Quadrathohlbauten von Christian Gottfried Heinrich Bandhauer (1790–1837),<sup>39</sup> die im damaligen Herzogtum Anhalt-Köthen errichtet wurden, gehören ebenfalls zu dieser Art von

---

<sup>31</sup> Franz Xaver Geier: Statische Übersicht bemerkenswerther Holzverbindungen Mittel- und Süddeutschlands, Mainz 1859: III.1.

<sup>32</sup> Ebd.II.6.

<sup>33</sup> Ebd. II.3.

<sup>34</sup> Ebd. I.5.

<sup>35</sup> Romberg 1847: Taf. 61, Fig. 645.

<sup>36</sup> Gottgetreu 1882: S. 225.

<sup>37</sup> Allgemeine Bauzeitung 1839: S. 53.

<sup>38</sup> Optisch erinnert diese polygonale Anordnung an Holztonnengesparre, die schon seit dem 13. Jahrhundert bekannt waren.

<sup>39</sup> Romberg 1847: Tafel 35, F. 398.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

Hallenkonstruktionen. Die dortige Anordnung des polygonalen Sprengwerks zeigt, wenn auch bei kleinerer Spannweite, Parallelen zu der Fruchthalle in Mainz.

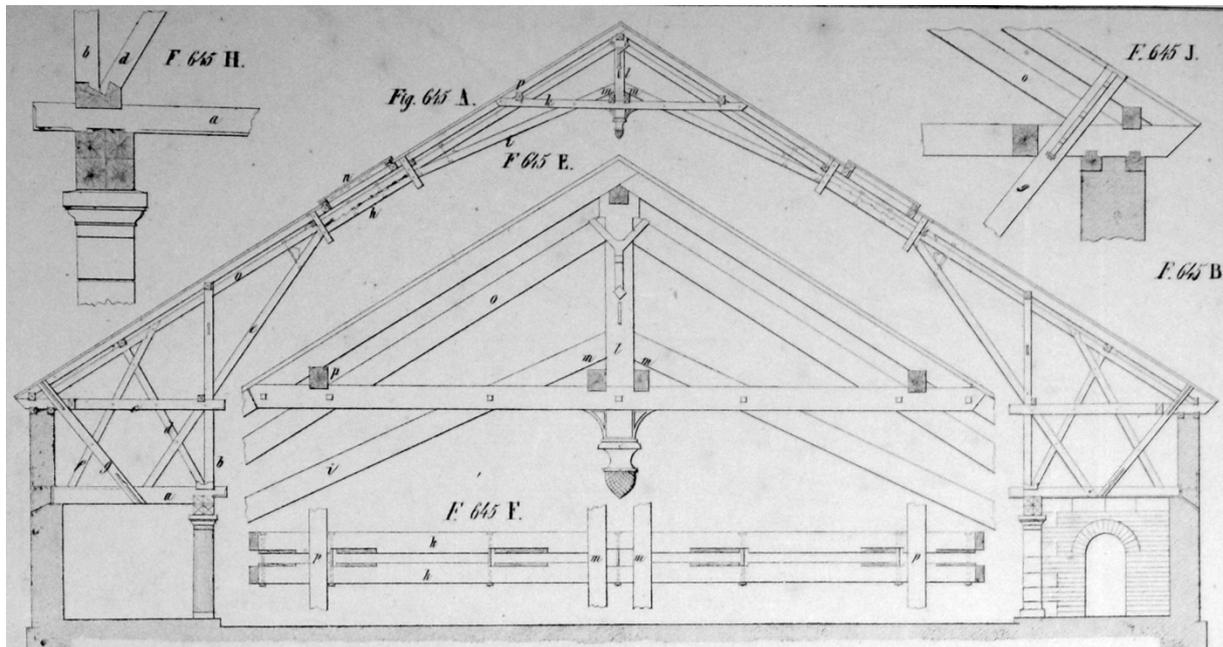


Abb.74: Querschnitt der Fruchthalle in Mainz<sup>40</sup> von Geier

Zu den weiteren Vertretern des Dreieckssystems gehört sicher auch Friedrich Eisenlohr, der zahlreiche Gebäude der badischen Eisenbahn entwarf. Eisenlohr studierte ebenfalls an der Bauschule von Friedrich Weinbrenner in Karlsruhe – allerdings erst ungefähr 20 Jahre nach Moller. Ein von Eisenlohr entworfener Güterschuppen sowie eine Wagenremise in Kehl aus dem Jahre 1844 zeigen eine ähnliche Struktur wie die von Moller publizierte Butzbacher Reithalle.<sup>41</sup> Bei flacherer Dachneigung sind die Elemente analog angeordnet, wobei Teile der Hängesäule und des Zerrbalkens durch Eisen ersetzt sind. Eine andere Art des Dreieckssystems zeigt sich bei Eisenlohr an verschiedenen Beispielen mit einfachem Hängewerk und ohne durchgehenden Zerrbalken. Bei dem durch Romberg und Geier veröffentlichten Güterschuppen des Heidelberger Bahnhofes von ca. 1839 verwendet Eisenlohr ein einfaches Hängewerk, das durch zwei Streben aufgehängt wird (**Abb.75**). Auf mittlerer Dachhöhe ist eine Zange angebracht, die sowohl die Sparren als auch die Streben und die Hängesäule umfasst. Die Hauptstreben enden direkt auf der Mauerkrone bzw. auf den innen liegenden Säulen. Zusätzlich wird die Hängesäule am unteren Ende durch ein weiteres Strebenpaar gehalten. Die unteren Enden der Streben und der Hauptstreben werden über ein Zwischenholz mit einem Bolzen miteinander verbunden. Eine Mauerkonsole aus Holz erweitert zudem die Auflagerfläche für die zusammengefassten Streben. Durch die Anordnung der Streben in Verbindung mit der Zange ergeben sich feste Knotenpunkte und gleichmäßig verteilte Dreiecke. Eine ähnliche

<sup>40</sup> Romberg 1847: Tafel 61, Fig. 645.

<sup>41</sup> Friedrich Eisenlohr: Sammlung von Hochbauten der Großh. Badischen Eisenbahn, Karlsruhe ca. 1865, Tafel zum Bahnhof Kehl.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

Einteilung verwendete Eisenlohr ebenso bei einer weiteren Halle des Bahnhofes in Mannheim von 1841<sup>42</sup> – gleichwohl diese Halle einen basilikalen Querschnitt aufweist. Auch für die Einsteighalle in Freiburg<sup>43</sup> nutzte Eisenlohr eine solche Anordnung der Streben wenn auch unter Verwendung eines zusätzlichen eisernen Zugbandes auf Höhe der Dachfußpunkte.

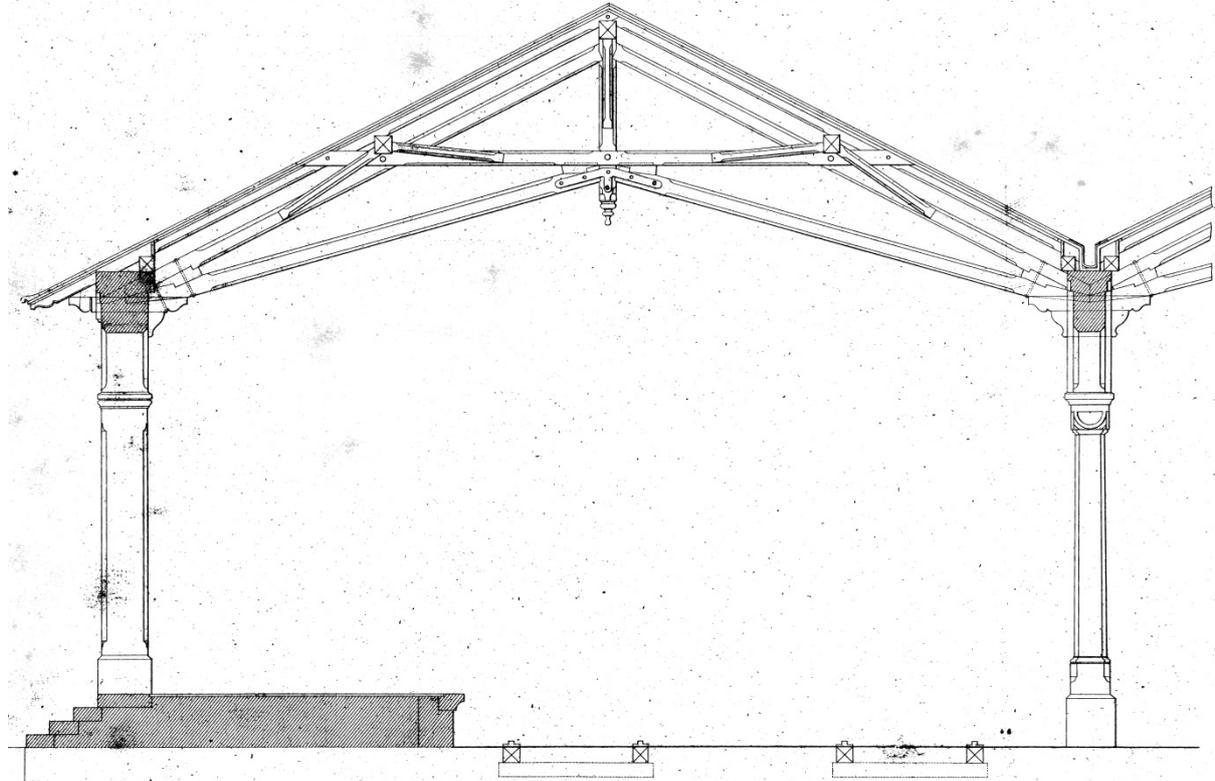


Abb.75: Güterschuppen des Bahnhofes Heidelberg (ca. 1839)<sup>44</sup> von Friedrich Eisenlohr

### Historischer Kontext

Als einer der wichtigsten Vorläufer hinsichtlich der Knotensysteme ist Johann Karl Krafft zu nennen. Schon Kraffts Werk aus dem Jahre 1805 zeigt eine Vielfalt unterschiedlicher Systeme, die mit dem dreiecksbildenden Knotensystem in Verbindung gebracht werden können. Diese können an dieser Stelle gewiss nicht in Gänze vorgestellt werden, einige markante Beispiele sollen jedoch im Folgenden beschrieben werden. Es ist anzumerken, dass die Erwähnung durch Moller sowie die Herausgabe von Kraffts Werken in deutscher Sprache darauf schließen lassen, dass den badischen und hessischen Architekten die Werke Kraffts bekannt waren. Die veröffentlichten Zeichnungen von Krafft finden sich vielfach als Kopie in der deutschen Literatur. Deshalb können diese genauso wie die bekannten Beispiele Mollers und seiner Kollegen als Vorbild ausgeführter Knotensysteme in

<sup>42</sup> Geier 1859: Bahnhof Mannheim, II.3.

<sup>43</sup> Eisenlohr 1865: Bahnhof bei Freiburg.

<sup>44</sup> Geier 1859: Tafel zum Bahnhof Heidelberg, II.6.

Gesamtdeutschland angesehen werden. Die Entwicklung geht hier eindeutig von den preußischen Architekten aus, die als erstes die Zeichnungen von Krafft in die regionale Fachliteratur übernahmen.

Ein Beispiel aus dem 1805 erschienenen Werk Kraffts stellt das Dachwerk des Nationaltheaters an der Rue de Richelieu in Paris dar (**Abb.76**). Das Dachwerk wurde 1810 ein weiteres Mal in dem Werk von Rondelet rezensiert und dargestellt. Es handelt sich hierbei um ein offenes Pfettendachwerk, das mit dem einfachen Hängewerk an italienische oder französische Pfettendächer erinnert. Die Gesamtlänge der Hauptstreben wird durch zwei waagerechte Zangen in regelmäßigem Abstand zusammengehalten. Die Zangen bilden mit den verschiedenen Streben sowie der Hängesäule feste Knotenpunkte aus. Die Lasten aus den Verbindungspunkten von Hauptstreben und waagerechter Zange werden durch zusätzliche kurze Streben auf Ständer übertragen, die auf einem tiefer liegenden Deckenbalken aufstehen. Der Zerrbalken ist unterbrochen und reicht bis zu dem soeben genannten Ständer. Die untere Zange sowie der unterbrochene Zerrbalken sind durch weitere Streben unterstützt, die sich überkreuzen. Teilweise werden die Lasten auf die Außenwände übertragen. Dieses Dachwerk zeigt eine Möglichkeit, durch verschiedene Abstreibungen die Schubkräfte des offenen Dachwerks auf die Außen- und Innenwände abzuleiten. Die einzelnen Knotenpunkte sollen dabei für eine feste Struktur sorgen. Die von Rondelet publizierte Zeichnung dieses Dachwerks sieht gleichzeitig einen Verbesserungsvorschlag seinerseits vor. Rondelet wandelt dabei die vielzähligen kurzen Streben in lange Linien um, die gleichmäßig angeordnet und unterstützt sind. Er entspricht dabei seinem Grundprinzip der Gleichmäßigkeit. Der originale Fußpunkt des Dachwerks erinnert an die Fruchthalle in Mainz von Geier. Es ist anzunehmen, dass die Zeichnung des Pariser Theaterdachs als Vorbild in Mainz fungierte.

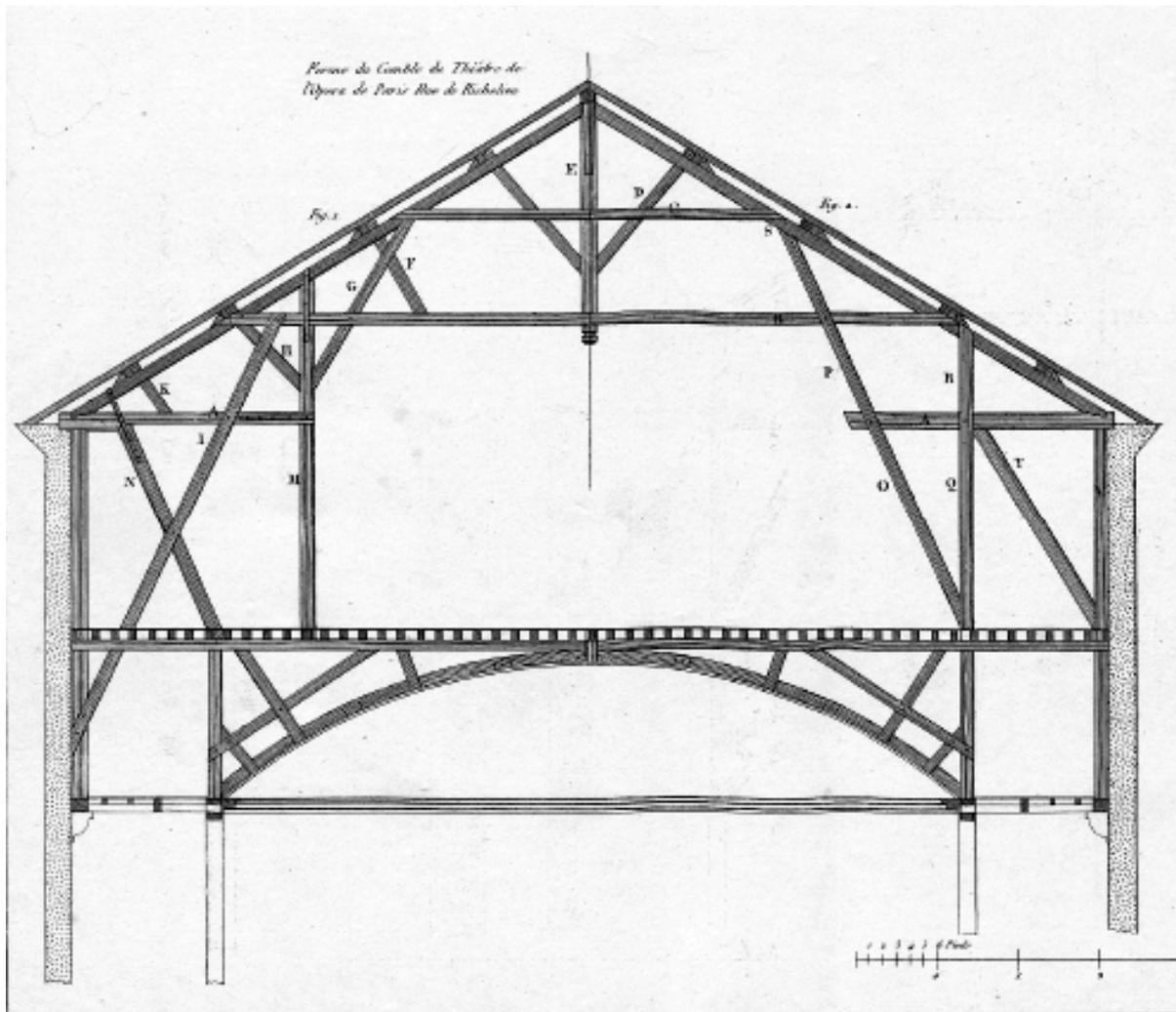


Abb.76: Dachwerk des Nationaltheaters an der Rue de Richelieu in Paris<sup>45</sup>, rechts der Verbesserungsvorschlag Rondelets

In dem weitaus umfangreicheren Werk Kraffts aus den Jahren 1819-1821 sind weitere Strebewerke dieser Art zu finden. Ob es sich bei den einzelnen Dächern um real ausgeführte Werke handelt, ist dabei kritisch zu hinterfragen. In diesem Zusammenhang ist jedoch weniger die Originalität bedeutend, als vielmehr der Umstand, dass zahlreiche dieser Beispiele nahezu unverändert in die deutsche Literatur übernommen wurden. Eine dieser Ausführungen ist bei den Dachwerken einer Zitadelle in Turin zu finden. Die von Krafft dargestellte Zeichnung zeigt das Dachwerk eines Proviantmagazins und einer Kirche (**Abb.77**). Die Zitadelle wurde in den Jahren 1564 bis 1577 errichtet und 1856 wieder abgerissen. Es ist nicht bekannt, wann die Dächer der verschiedenen Gebäudetypen im Einzelnen umgesetzt wurden und ob Krafft sie vor Ort aufgemessen oder sie nach ihm zur Verfügung stehenden Plänen abgezeichnet hatte.

<sup>45</sup> Rondelet 1828: PL CXI Fig 1+2.

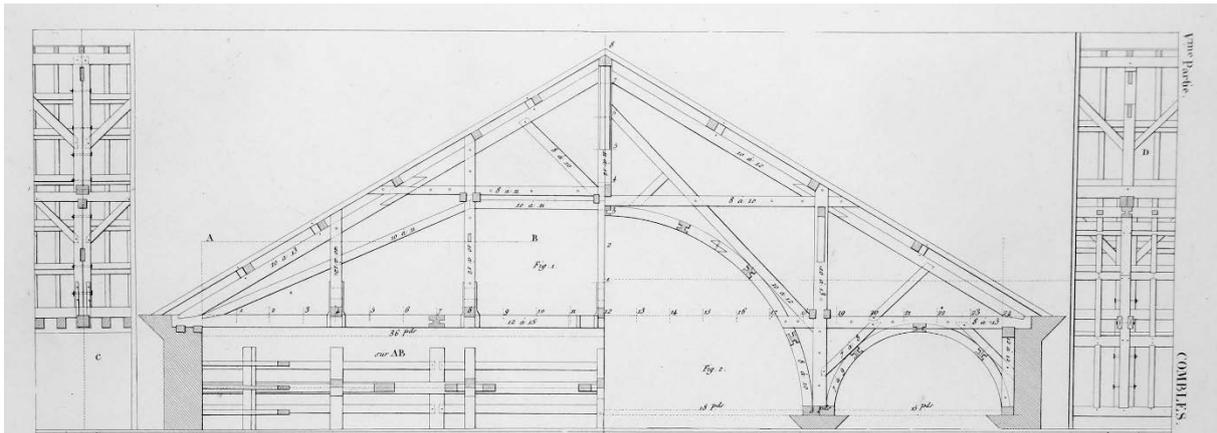


Abb.77: Dachwerk des Proviantmagazins (links) und der Kirche (rechts) einer Zitadelle in Turin<sup>46</sup>

Das rechts dargestellte Dachwerk der Kirche zeigt ein relativ flach geneigtes Pfettendach (ca. 33°) mit einem Holzgewölbe im Innenraum, das bis in das Dach hineinreicht. Die Pfetten liegen dabei auf den Hauptstreben, die in den Zerrbalken hineinversetzt und in einen oberen Firstständer hineingezapft sind. Die Lasten aus der Dachhaut werden somit in Richtung der Außenwände abgetragen. Die Hauptstreben werden auf halber Länge durch einen waagerechten doppelten Balken stabilisiert, wodurch sich ein festes Dreieck ergibt. Der mittige Firstständer ist der Zeichnung entsprechend nicht als Hängesäule ausgeführt, vielmehr steht er direkt auf einem Überzug auf, der wiederum auf dem waagerechten Balken aufliegt. Weder aus dem Längsschnitt noch aus dem Querschnitt geht hervor, wozu der Überzug dient. Möglicherweise werden über ihn die Gewölbebögen in den Leergespärren aufgehängt. Der Firstständer wird durch zusätzliche Streben unterstützt, die die Lasten in Richtung eines zangenförmigen Ständers abtragen. Dieser Ständer steht auf innen liegenden Mauerwerkssäulen und unterstützt direkt die mittlere Mittelpfette. Beide Strebenpaare werden durch weitere kurze, jeweils zwischen den darunterliegenden doppelten Hölzern endende Streben stabilisiert. Hierdurch entstehen zusätzliche Dreiecke, die einen festen Knoten für den Bereich ergeben. Die Verschraubung der doppelten Hölzer mit den Balken findet sich immer außerhalb der Knotenpunkte; vermutlich, um eine Querschnittsreduzierung in den Knotenpunkten zu vermeiden. In Längsrichtung ist hingegen nur wenig von einer Dreiecksstruktur erkennbar. Hier sind es hauptsächlich die Pfetten und die innen liegenden Zangen die für Stabilität sorgen. Lediglich unterhalb der Firstpfette sind Kopfbänder zur Aussteifung angebracht, die kleine Dreiecke ausbilden. Ziel dieser Dachwerkskonstruktion ist es, die Elemente so anzuordnen, dass möglichst wenig Horizontalschub auf die Fußpunkte übertragen werden kann. Die Anordnung der Elemente zu festen Dreiecken soll dabei für eine weitere Stabilität sorgen.

<sup>46</sup> Johann Karl Krafft: *Traité sur l'art de la charpente, théorie et pratique*, Paris 1819–22: Pl.8, Fig 1 und 2.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

Dieser von Krafft dargestellte Querschnitt der Kirche wurde anschließend durch die Vorlegeblätter für Zimmerer der Kgl. Preuß. Baudeputation kopiert. Die Kopien zeigen dabei einen nahezu identischen Binder (**Abb.78**).

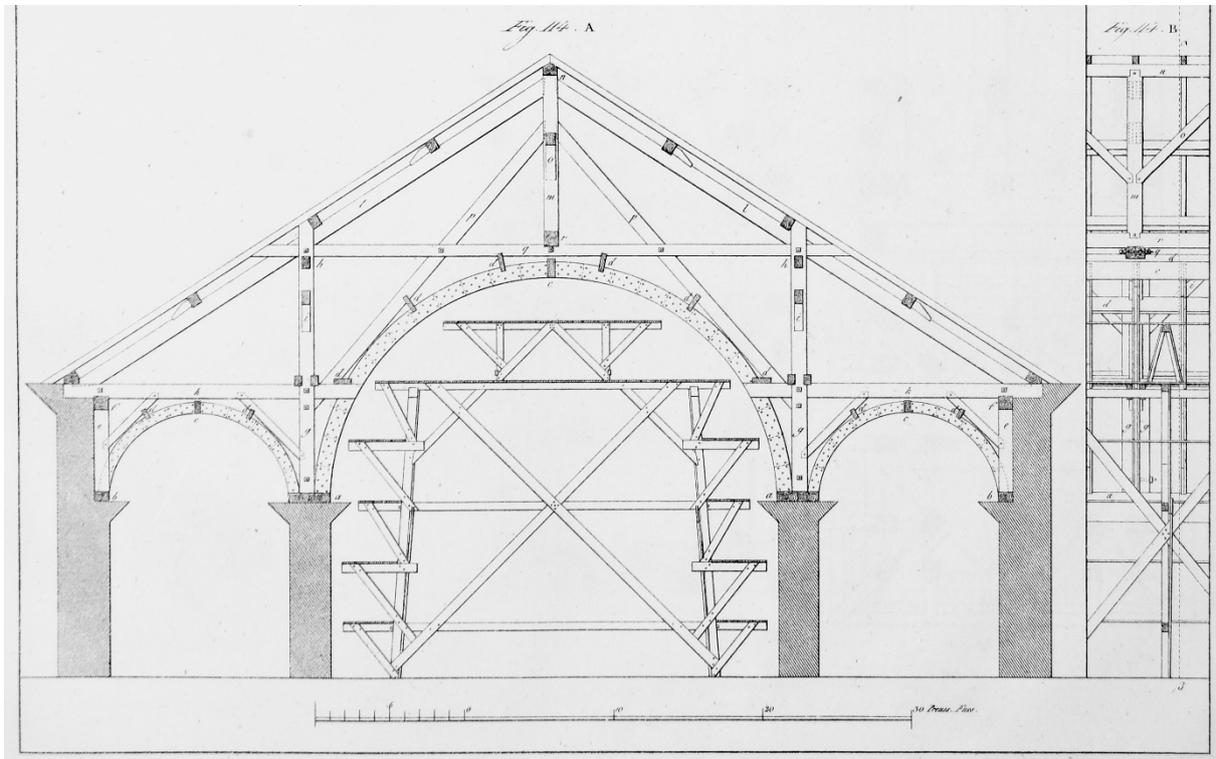


Abb.78: Kopierte und leicht veränderte Zeichnung des Kirchendachwerks der Zitadelle in Turin<sup>47</sup>

In der Beschreibung der Vorlegeblätter wird der Querschnitt ebenfalls einer Kirche zugeordnet, jedoch nicht genauer benannt. Dass es sich hierbei im zeitgenössischen Sinn um ein Dreieckssystem handelt, geht aber aus der Erläuterung des Systems hervor, in der es als Konstruktion, bestehend aus festen unverschieblichen Dreiecken,<sup>48</sup> bezeichnet wird. Anders als bei Krafft sind hier die Knotenpunkte nicht in den Zwischenräumen verbolzt, sondern direkt in den Verbindungspunkten befindlich. Zudem ist der innere Bogen als eine Bohlenkonstruktion dargestellt. Krafft hingegen verwendete miteinander verbundene gebogene Balkenstücke, die mit Balken gegeneinander in Längsrichtung ausgesteift wurden. Der Einsatz von Bohlen ist vermutlich einer regionalen Tradition zu verdanken, die hauptsächlich am Anfang des 19. Jahrhundert von David Gilly propagiert wurde. Zudem waren Bohlengewölbe in Deutschland schon seit dem Mittelalter bekannt, was die Darstellung in den Blättern ebenfalls erklärt. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich weitere kleinere Unterschiede: So sind die Pfetten in den Vorlegeblättern durch dreieckige Knaggen unterstützt, die in die Streben hineinversetzt sind. Krafft nutzte dagegen kleine rechteckige Holzklötze. An den

<sup>47</sup> Vorlegeblätter für Zimmerleute. Nach der Originalausgabe der Königl. Technischen Deputation für Gewerbe mit deren Bewilligung herausgegeben. Zweite Auflage, Berlin 1835 (Erstmals erschienen 1827 für den internen Gebrauch, Inhalt der zweiten Auflage ist identisch zur ersten): Taf. XIII, Fig. 114.

<sup>48</sup> Ebd. S.10.

Fußpunkten der Sparren befindet sich in den Vorlegeblättern eine fünfeckige Schwelle, die als Auflager für die Sparren und als zusätzliche Sicherung des Fußpunktes der Strebe dient. Diese Schwelle ersetzt die bei Krafft dargestellte kurze Strebe zwischen Hauptstrebe und unterbrochenem Zerrbalken. Die Verwendung einer solchen fünfeckigen Schwelle ist typisch für deutsche Dachkonstruktionen und beruht auf der Form der Fünfeckschwelle des liegenden Stuhls. Sie wurde im 19. Jahrhundert auch als sogenannte Sicherheitsschwelle bezeichnet, die den Dachfußpunkt bei Fäulnis der Balkenköpfe sichern<sup>49</sup> und zur „wesentlichen Sicherheit der Sparrenstellung am Fussende“<sup>50</sup> beitragen sollte. In den meisten Fällen sind die Sparren auf diese Fünfeckpfette aufgeklaut. In dem vorliegenden Fall ist diese Verbindung jedoch nicht genau ersichtlich. In dem Beispiel der Zitadelle von Turin sind bei Krafft die Hauptstreben mittig gestoßen, wie es auch bei anderen italienischen Dachwerken, etwa dem Theater Argentina, üblich war. Für Süddeutschland sind dergleichen gestoßene Streben nicht bekannt, weshalb es nicht verwundert, dass eine Unterbrechung in den Vorlegeblättern nicht vorkommt. Andreas Romberg, der ebenfalls den Querschnitt dieser Kirche abbildet,<sup>51</sup> kopierte die Zeichnung vermutlich von den Vorlegeblättern, da seine Darstellung absolut identisch erscheint.

Ein ähnliches Dachwerk ist bei einem, wohl nur in der Theorie bestehenden Entwurf<sup>52</sup> für den Neubau der Kirche von Sorbonne (**Abb.79**) zu beobachten. Krafft stellt diesen Dachbinder des Zimmermeisters Niquet in demselben Traktat wie die Zitadelle vor. Sowohl die Anordnung der einzelnen Elemente als auch die Dreiecksausbildung sind dem Dachwerk der Turiner Kirche sehr ähnlich. Es wird hier mit den gleichen Mitteln gearbeitet: der Schub aus den Hauptstreben wird in die Außenwände oder innenliegenden Säulen übertragen. Die Ähnlichkeit der beiden Binder – trotz unterschiedlicher Herkunft – ist sehr außergewöhnlich und lässt vermuten, dass Niquet sich entweder an dem durch Krafft dargestellten Dachwerk der Zitadelle orientiert hatte oder Krafft die Dachwerke in seinem Sinne veränderte. Letzteres scheint wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass Krafft in den verschiedensten Dachwerken Zangen verwendete, die an dieser Stelle eigentlich nicht passten. So wandelte er beispielsweise bei diversen von ihm gekennzeichneten deutschen Konstruktionen mit liegendem Stuhl den Kehlbalken in eine Zange um.<sup>53</sup> Zusätzlich verwandelte Krafft Sparrendächer kurzerhand in Pfettendächer, indem er die Sparren zu Streben umfunktionierte, die eine mittige Hängesäule mit darauf angebrachter Firstpfette aufhängten und die als Auflager für die Pfetten dienten. Es ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass diese Anordnung von Hängesäule und Firstpfette sowie der Pfetten auf Streben bei steiler Dachneigung gängige Elemente der traditionellen

---

<sup>49</sup> Gottgetreu 1882: S. 142, Fig. 192.

<sup>50</sup> Gottgetreu 1882: S.133.

<sup>51</sup> Romberg 1833: Taf. LXXIV, Fig. 550.

<sup>52</sup> Das dargestellte Dachwerk passt nicht zu dem real ausgeführten Gebäude.

<sup>53</sup> Krafft 1805: No.34; Krafft 1805: No. 34Bis.

französischen Pfettendächer sind. Zwar waren in Italien ebenfalls Pfettendächer üblich – die Verwendung von Zangen wie bei der Zitadelle in Turin ist jedoch eher ungewöhnlich. Diese Feststellungen lassen insgesamt darauf schließen, dass Krafft die Zeichnungen nachträglich nach seinen Vorstellungen umgearbeitet hatte; Möglicherweise erachtete er diese Veränderungen für seine Lehrzwecke als notwendig.

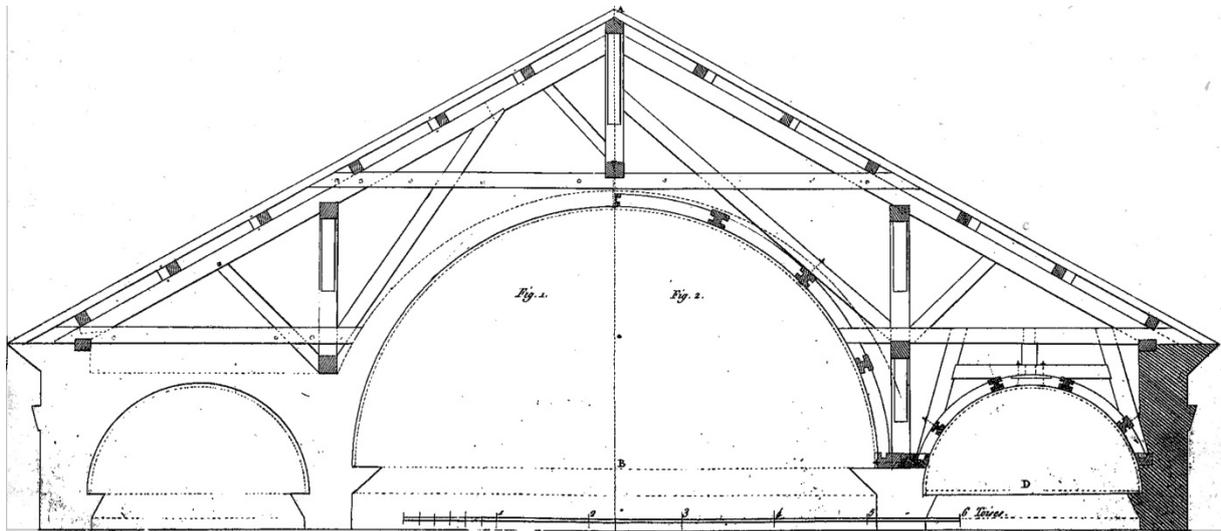


Abb.79: Laut Krafft Dachwerk der Kirche von Sorbonne<sup>54</sup>

Als weiteres Beispiel mit ähnlichem Dachwerk, jedoch bei kleinerer Spannweite, ist die Kapelle des Schlosses Saint Vrain<sup>55</sup> zu nennen, die 1793 nach der Aussage Kraffts abgerissen wurde. Der Querschnitt der Kapelle findet sich sowohl in den Vorlegeblättern<sup>56</sup> als auch bei Romberg<sup>57</sup> wieder. Analog zu den Dachwerken in Turin und Sarbonne erfolgten auch hier Abänderungen in der deutschen Version. So sind erneut die dreieckigen Knaggen, die fünfeckige Fußschwelle und die typischen Bohlen des Gewölbes dargestellt und die Zeichnung Rombergs zeigt abermals eine identische Kopie des Dachbinders in den Vorlegeblättern.

Aufschlussreich sind überdies die von Krafft dargestellten Zeichnungen der Schuppen in der Straße Saint Martin in Paris (**Abb.80**), die in den Vorlegeblättern publiziert sind (**Abb.81**). Einen direkten Verweis auf das Werk von Krafft wurde, wie bei allen anderen Dachwerken, nicht vorgenommen. Auch hier handelt es sich um Konstruktionen, deren Elemente – wenn auch bei kleinerer Spannweite – mehrere unverschiebliche Dreiecke bilden. Als Tragwerk der dargestellten Pfettendächer dienen einfache Hängewerke. Auf mittlerer Höhe des hier dargestellten Schuppens ist eine waagerechte Zange angebracht, die in diesem Fall auch als Auflager der mittleren Pfetten dient. Es ist sowohl ein offenes als auch ein geschlossenes System dargestellt, bei dem die obersten Mittelpfetten durch

<sup>54</sup> Krafft 1821: S.6, Tabelle XIV, Fig.2.

<sup>55</sup> Krafft 1821, 5. Buch: Pl 15, Fig.2.

<sup>56</sup> Vorlegeblätter: Taf XIII, Fig. 113.

<sup>57</sup> Romberg 1833: Taf. LXXIII, Fig 545 A.

Sprengstreben unterstützt werden, die auf dem Zerrbalken enden. Diese Sprengstreben sind mittig überkreuzt und bilden somit weitere Dreiecke aus. In dem offenen Dachwerk wird die mittlere Pfette durch eine weitere Sprengstrebe unterstützt, die bis zu einem Ständer reicht, der in der Außenwand steht. Auch hier entstehen am Fußpunkt mehrere Dreiecke, die feste Knoten bilden. Bei dem geschlossenen Dachwerksbeispiel findet sich keine zusätzliche Unterstützung durch eine Strebe unter der mittleren Pfette. Stattdessen ist unter der unteren Mittelpfette eine kurze Zange angeordnet, die sowohl die Hauptstrebe, die Sprengstrebe der oberen Pfette als auch den Zerrbalken umklammert. Eine weitere kurze Strebe stabilisiert den Knotenpunkt aus Zerrbalken und Sprengstrebe und leitet die Lasten in Richtung der Außenwand ab. Wiederum werden mehrere kleine Dreiecke im Bereich des Dachfußpunktes erreicht. Die preußischen Vorlegeblätter veröffentlichten lediglich die Variante eines geschlossenen Dachbinders. Wieder ist in der deutschen Version die Fünfeckschwelle am Fußpunkt der Streben zu finden. Statt eines Eisenbandes wird in besagter Variante der Zerrbalken durch eine Eisenstange mit rundem Querschnitt aufgehängt.

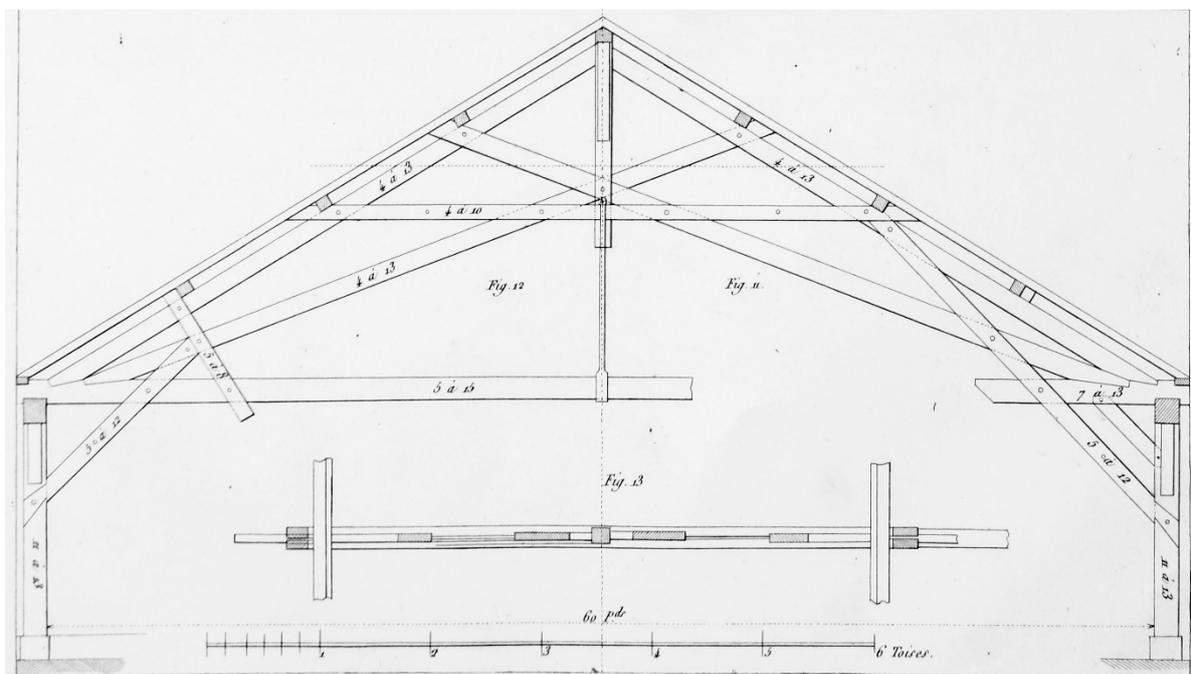


Abb.80: Schuppen in Paris bei Krafft<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Krafft 1821, 4. Buch: Fig. 12.

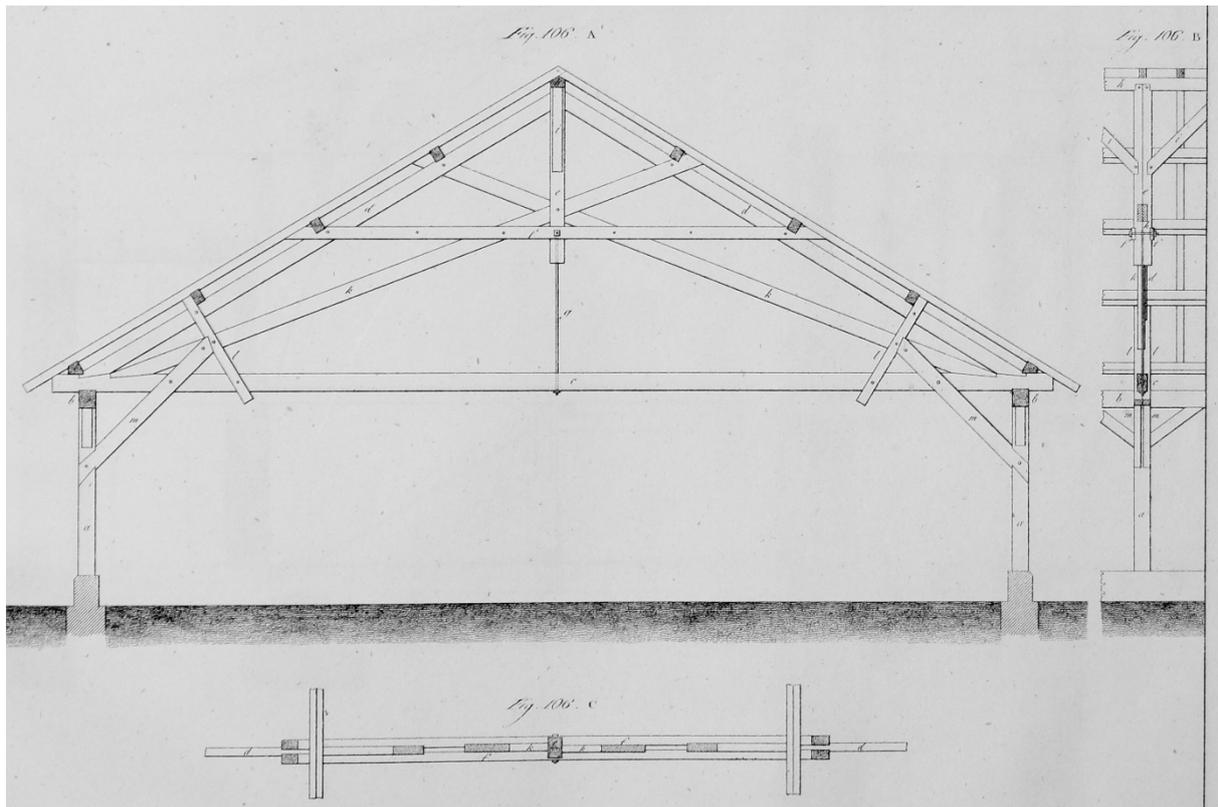


Abb.81: Pariser Schuppen in den Vorlegeblättern<sup>59</sup>

Die kopierten Zeichnungen von Krafft sowie die in Baden und Hessen vermehrte Anwendung solcher Strebwerke belegen den internationalen Transfer französischer Konstruktionsarten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nach Deutschland. Dabei wurden die Systeme nie in Gänze kopiert. Gleichwohl bildeten sie eine Grundlage für eine neue Konstruktionsart. Die verwendeten Zangen auf mittlerer Höhe eines Hängewerks oder die Sprengstreben der Reithallen in Butzbach bzw. Aarau lassen eindeutig Bezüge zu den Entwürfen Johann Karl Kraffts herstellen. Die Übernahme der Krafft'schen Zeichnungen von Romberg belegen dabei außerdem eine Bekanntheit in Süddeutschland; Eine Beobachtung, die sich an verschiedenen im Folgenden ausgeführten Beispielen zeigen lässt.

Indes nicht nur französische Bauwerke können als Vorläufer der Knotensysteme angesehen werden, auch die englische Literatur bietet einige Beispiele an: Bereits Moller definiert die modernen englischen Konstruktionen mit den französischen Vorbildern als gleichwertig. Schon eine Zeichnung von Price aus dem Jahre 1735<sup>60</sup> zeigt ein einfaches System, das eigentlich nur aus Streben besteht, welche in Verbindung mit einem waagerechten Balken lauter unverschiebliche Dreiecke bilden (**Abb.82**). Die Mauerkronen bilden dabei das Auflager der Hauptstreben einer Art Hängewerk. An den oberen Enden stoßen die Hauptstreben gegen die schrägen Flächen einer Verdickung der Hängesäule

<sup>59</sup> Vorlegeblätter: Blatt XI, Fig. 106.

<sup>60</sup> Francis Price: The british carpenter: or, a treatise on carpentry, London 1735, Plate K.

an und sind dort durch erkennbare Holznägel miteinander verzapft. Auf halber Dachwerkshöhe ist ein waagerechter Balken angebracht, der die Hauptstreben in zwei gleichmäßige Teile unterteilt und sie vor einer Durchbiegung bewahrt. Die Knotenpunkte der waagerechten Balken und der Hauptstrebe sind durch zusätzliche Eisenbänder gesichert. Um dem Durchbiegen zu entgehen wurde der waagerechte Balken mittels Eisenbändern an der Hängesäule aufgehängt, wobei kein Abstand zwischen der Hängesäule und dem waagerechten Balken erkennbar ist. Damit die Fußpunkte des offenen Dachwerks nicht auseinanderweichen können, sind ergänzend Streben an die waagerechten Balken mit Bolzen angehängt. Durch die Ausbildung von Dreiecken sollen feste Knotenpunkte erreicht werden. Dieses System ist bei Price für unterschiedliche Spannweiten dargestellt. Dabei ändert sich lediglich die Anzahl der Hängesäulen<sup>61</sup>. In dem bald hundert Jahre später erschienenen Werk von Thomas Tredgold (1788–1829) ist ein ähnlicher Binder zu finden.<sup>62</sup> Dies spricht für eine gewisse standardisierte Anwendung solcher Konstruktionen in England. Im Vergleich miteinander weisen jene Zeichnungen kaum Unterschiede in der Anordnung ihrer Elemente auf.

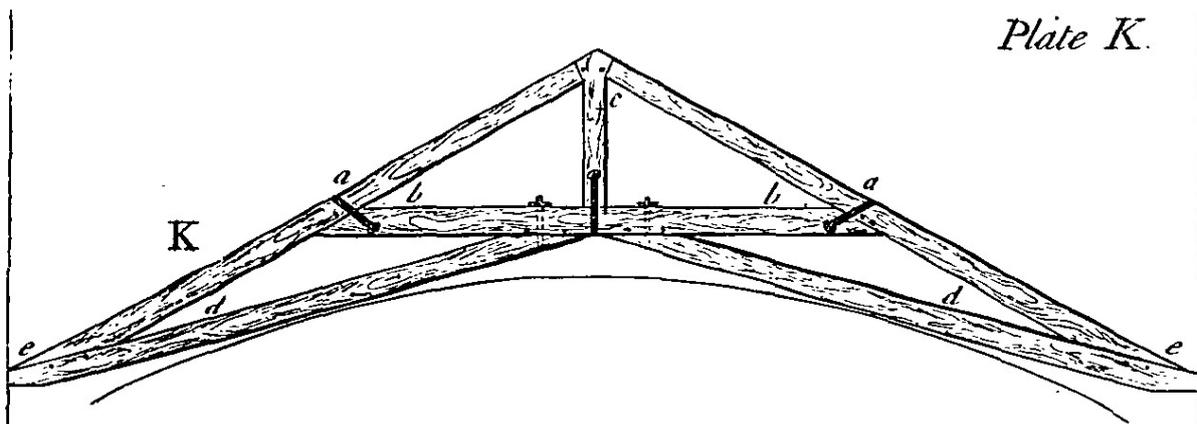


Abb.82: Offenes Dachwerk aus England<sup>63</sup>

In der Gegenüberstellung zu den englischen und den badischen Bauwerken sind bei den von Eisenlohr entworfenen Eisenbahnhallen eindeutige Parallelen zu den Dachwerken aus England zu erkennen. Die in Abb.75 vorgestellte Zeichnung des Güterschuppens in Heidelberg zeigt dabei die gleiche Anordnung des in zeittypischer Zangenform ausgeführten waagerechten Balkens, der Hauptstreben und der Sprengstreben, wie in dem gezeigten englischen Beispiel.

<sup>61</sup> Price 1735: Plate K.

<sup>62</sup> Thomas Tredgold: Elementary principles of carpentry. 3<sup>rd</sup> ed., London 1840, Plate IX, Fig. 62.

<sup>63</sup> Price 1735: Plate K.

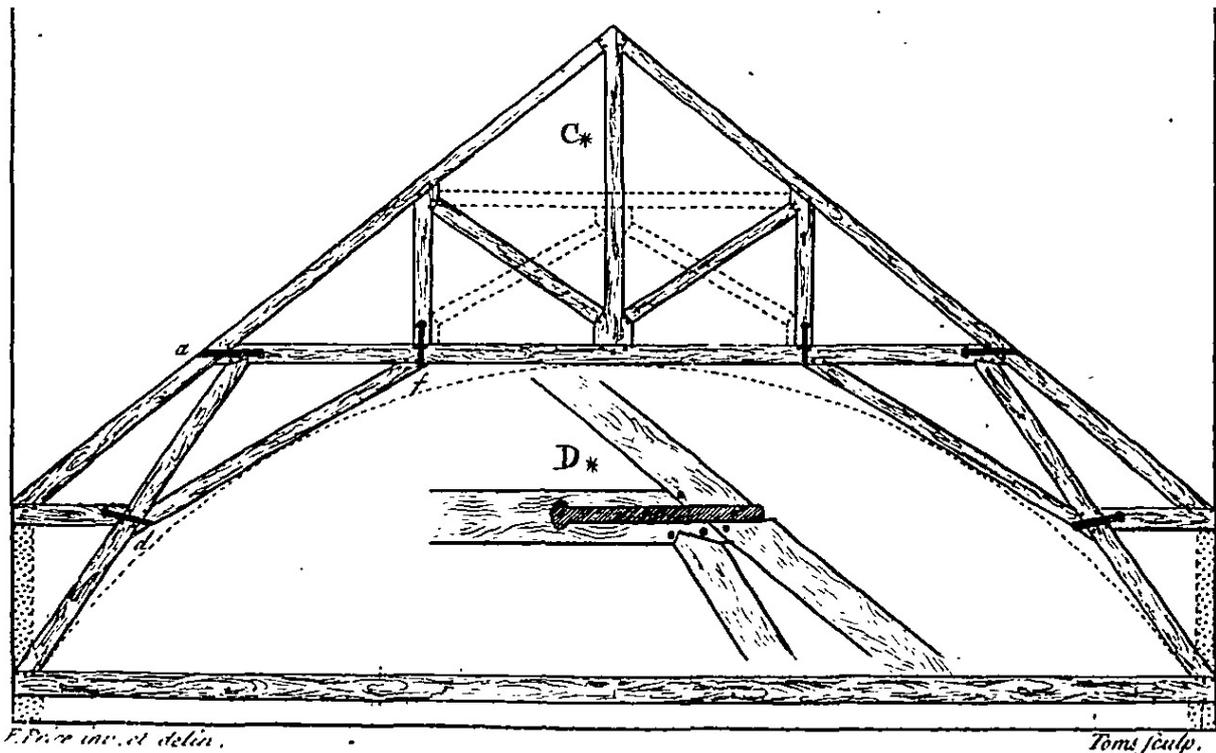


Abb.83: Kniestockkonstruktion aus England<sup>64</sup>

Wie eine Weiterführung für größere Spannweiten wirkt ein weiteres Beispiel von Price (**Abb.83**). Der Dachbinder stellt ein offenes Dachwerk als Kniestockkonstruktion mit freiem Dachraum dar: Auf kurzen Stichbalken am Dachfußpunkt stehen die Hauptstreben, die eine mittige Hängesäule aufhängen. Der waagerechte Balken ist auf Höhe des unteren Drittelpunktes der Gesamtlänge der Hauptstrebe angebracht. Der obere Drittelpunkt wird durch weitere senkrechte Ständer unterstützt, die wiederum auf den Drittelpunkten der waagerechten Balken stehen. Die auf die Hauptstreben wirkenden Lasten werden somit gleichmäßig unterstützt, damit sich diese nicht durchbiegen. Dabei wird der Verbindungspunkt an dem unteren Drittelpunkt durch eine Sprengstrebe gehalten, die die Lasten auf einen Deckenbalken und in die Außenwände ableitet. Die Lasten aus den Ständern der oberen Drittelpunkte werden ebenfalls durch Streben unterstützt, die mittig an den unteren Sprengstreben enden. Somit sollten die Lasten ebenfalls auf die Außenwände übertragen werden. Die äußeren Ständer werden zusätzlich in Richtung der Fußpunkte der mittigen Hängesäule abgestrebt, wodurch eine Queraussteifung erreicht wird. Der Mittelpunkt des waagerechten Balkens ist an der oberen Hängesäule befestigt, um hier eine Durchbiegung zu verhindern. Damit der Dachfußpunkt nicht ausweichen kann, ist der Stichbalken, auf dem die Hauptstreben befestigt sind, mit Eisenbändern an den Hauptstreben befestigt. Durch die Anbindung an den durchgehenden Deckenbalken unterhalb des Dachfußpunktes soll außerdem ein Auseinanderweichen der Hauptstreben verhindert werden. Die Elemente des Dachwerks bilden gleichmäßige Dreiecke aus, die unverschiebliche Knotenpunkte ergeben und bewusst einen bestimmten Lastfluss ermöglichen.

<sup>64</sup> Price 1735: Plate I-K.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

Diese Ausführung eines Dachwerks hat durchaus Ähnlichkeit mit den vorgestellten Systemen in Wiesbaden, Butzbach und Aarau. Selbst die französischen Dachwerke zeugen von dem gleichen Grundgedanken, die Lasten eines offenen Dachwerks in die Außenwände zu übertragen und durch Bildung von Dreiecken und festen Knotenpunkten zu stabilisieren. Gerade die Sprengstreben in Verbindung mit einer Kniestockkonstruktion finden sich auch in den in Süddeutschland untersuchten Beispielen wieder.

Die französischen Dachwerke wie die besagten Kirchen in Sarbonne und Turin weisen eine gewisse Ähnlichkeit zu einem weiteren von Price veröffentlichten Dachbinder (**Abb.84**) auf: Auch in diesem Fall handelt es sich um ein offenes Dachwerk mit einfachem Hängewerk und zusätzlichen Ständern an den Drittelpunkten. Oberhalb des waagerechten Balkens ist die Ausführung auf der linken Seite ähnlich der des vorherigen Dachwerks. Allerdings ist die Hauptstrebe hier vierfach unterstützt. Unterhalb des Knotenpunkts des waagerechten Balkens mit den Hauptstreben ist ein senkrechter Ständer angebracht, der gleichzeitig eine Innenraumsäule darstellt. Die Lasten aus der oberen und unteren Unterstützung der Hauptstrebe werden in Richtung der innenstehenden Ständer abgetragen. Die Dachfußpunkte sind ebenfalls an diesen Ständer angebunden. Gleichzeit dienen die massiven Außenwände als Wiederlager des Dachschubs aus dem offenen Dachwerk. Gleichwohl sich die Zeichnungen von Krafft und Price im Detail unterscheiden, das Grundprinzip der gleichmäßigen Lastabtragung aus dem Pfettendach über das Hängewerk in die Innenraumständer bzw. in die Außenwände ist ähnlich.

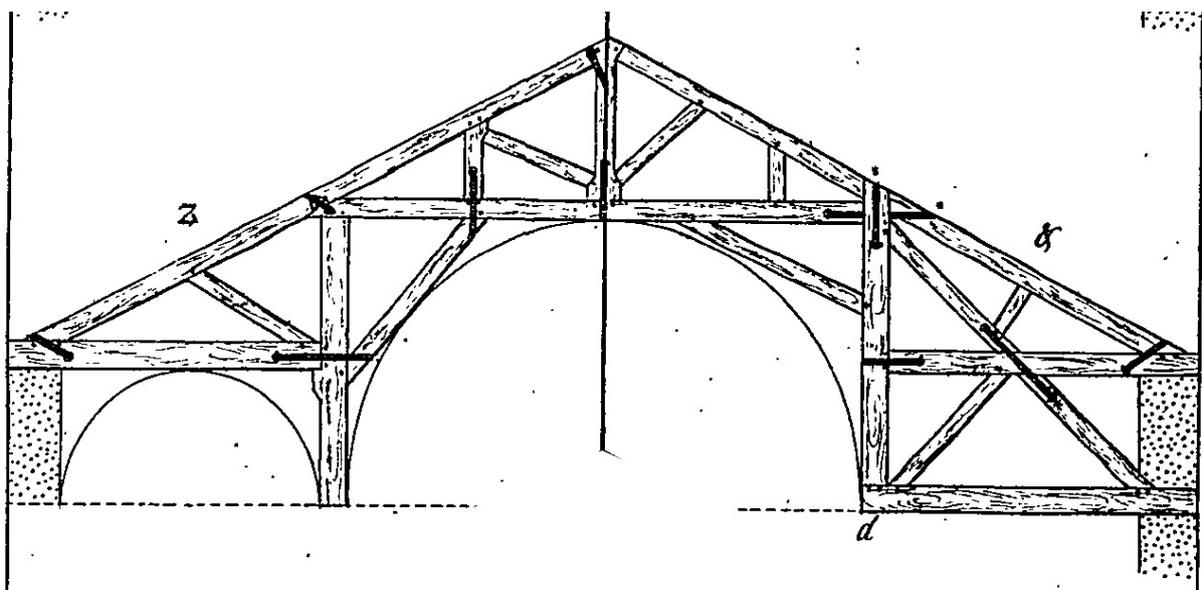


Abb.84: Englisches offenes Dachwerk<sup>65</sup>

<sup>65</sup> Price 1735: Plate M-N.

### Untersuchte Beispiele

Für diese Arbeit wurden hauptsächlich in bayerischen Regionen bestehende Bauwerke untersucht, daher ist in diesem Rahmen ein direkter Abgleich mit errichteten Bauten in Baden oder Hessen nicht möglich. Lediglich die Dachwerke des Theaters und der Stadtkirche in Baden-Baden sowie ein Lokschuppen in Mannheim können als Vergleich herangezogen werden. Als außerregionales Beispiel soll außerdem die Reithalle in Aarau in der Schweiz vorgestellt werden. Diese steht in direktem Vergleich mit der Butzbacher Reithalle.

### Reithalle in Aarau im Vergleich zur Butzbacher Reithalle

Das Dachwerk der ehemaligen, 1864 von Ferdinand Carl von Rothpletz (1814–85) errichteten Reithalle der Kaserne in Aarau ist hinsichtlich der Anordnung einzelner Elemente der Reithalle in Butzbach nahezu gleich. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass wie bei der Kehler Güterhalle von Eisenlohr die Hängesäule und der Zerrbalken teilweise durch Eisenstangen ersetzt sind.<sup>66</sup> Die Bildung der verschiedenen Dreiecke bleibt dabei erhalten. Seine Kenntnisse dürfte der in Aarau geborene Architekt von Rothpletz wohl durch seine ab 1836 absolvierte Ausbildung bei Friedrich von Gärtner in München erlangt haben. Hier stand ihm sicher zahlreiche Literatur zur Verfügung. Das in München verwendete Werk von Romberg, aber sicher auch die Publikationen Mollers dürften dem Schweizer wohl bekannt gewesen sein. Die Ausführung seiner Konstruktion ist überdies vor dem Hintergrund seiner baupraktischen Erfahrungen zu betrachten: Zurückgekehrt nach Aarau war von Rothpletz unter anderem als Bauleiter der ersten Bauphase der hiesigen Infanteriekaserne von Casper Joseph Jeuch (1811–95) beteiligt.<sup>67</sup> Auch Jeuch hatte zuvor, von 1829 bis 1834, in München bei Friedrich Gärtner studiert. Als Architekt in Baden tätig waren ihm zudem die durch Moller entworfenen und publizierten Bauwerke bekannt.

Welche Ausstrahlungskraft und Einflussnahme die Butzbacher Reithalle letztlich hatte, belegt auch das Lehrbuch von Rudolph Gottegetreu: In dem Kapitel über Hallenkonstruktionen nach dem Dreieckssystem stellt Gottegetreu ebenso die Reithalle vor. Dabei zeigt er einen Dachbinder, der ähnlich zur Butzbacher Reithalle, jedoch unter Verwendung von Eisenstangen, konzipiert ist. Er beschreibt dieses Dachwerk wie folgt: „Die Sparren sind durch 1 Fusspfette, 2 Mittelpfetten und eine Firstpfette gestützt, welche ihrerseits wieder von den Haupttragsparren getragen sind. Diese Haupttragsparren halten zugleich die mittlere vom First ausgehende kurze Hängesäule in Schweben, während da, wo die Pfetten die Haupttragsparren belasten, ihre Tragfähigkeit durch Anbringung von doppelten Spannkehlbalken, beziehungsweise doppelten Sprengstreben gesichert erscheint. Die

---

<sup>66</sup> Vgl. Kapitel 11) Besondere Fallbeispiele: Holzkonstruktionen am Beispiel der Reithalle Aarau, S. 199.

<sup>67</sup> Reto Nussbaumer: Aarau, Reithalle: Projekt „Mittlere Bühne Aargau“, Aarau 2006 (unveröffentlicht), S. 2.

letzteren gehen von auf Steinkonsolen stehenden Wandstielen aus und umgreifen zugleich – zwei unverschiebbare Dreiecke bildend – diejenigen Stichbalken, welche, um den Horizontalschub des Daches aufzuheben, durch eine regulierbare Zugstange verbunden sind. Um diese Zugstange am Durchbiegen zu verhindern, ist eine runde Eisenstange an der kurzen Firsthangesäule befestigt und nimmt die erstere unten in einen Ring endigend in sich auf“.<sup>68</sup>

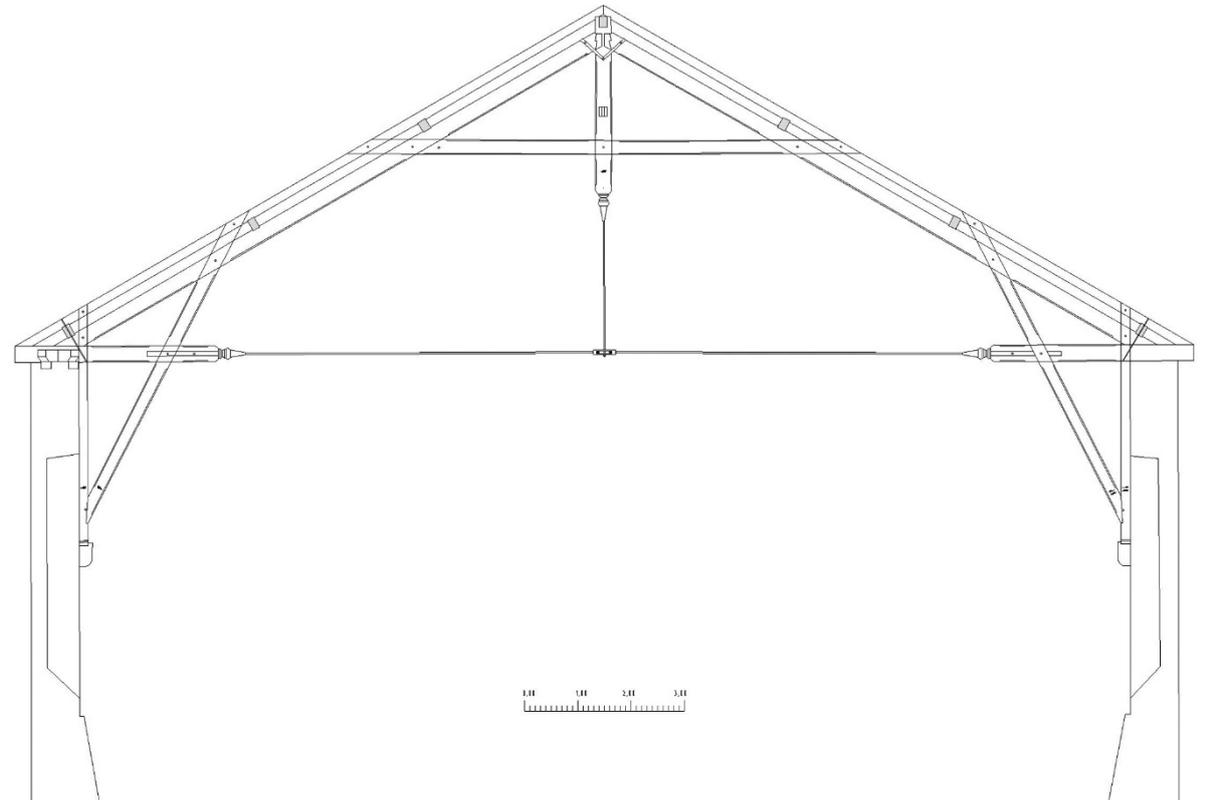


Abb.85: Reithalle (1864) in Aarau (2014)

### Dachwerke in Baden-Baden

Zwei untersuchte Gebäude in Baden-Baden zeigen, dass die Dreiecksstrukturen auch weiterhin in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verwendet wurden. Dazu gehören das untersuchte Theaterdach von 1860 bis 1862 sowie die Stadtkirche von 1864: Das Theaterdach zeigt dabei an zwei unterschiedlich ausgeführten Bindern eine Konstruktion mit Pfetten auf Ständern. Die zwischen den Ständern bzw. Hängesäulen angeordneten Streben ergeben dabei eine netzartige Dreiecksstruktur<sup>69</sup>. Durch die zahlreiche Verwendung schlanker Zangenhölzer, die in regelmäßigen Abständen mit anderen Elementen fest verbunden sind, wird hier der Grundsatz der leichten Linien, die zu einem festen Ganzen zusammengefügt werden, erfüllt.

---

<sup>68</sup> Gottgetreu 1882: S. 231.

<sup>69</sup> Vgl. Katalog) Beitrag über das Stadttheater in Baden-Baden.

Die Stadtkirche in Baden-Baden zeigt eine Kombination aus Hänge- und Sprengwerk. Bei diesem Dachwerk werden die Lasten aus den oberen Mittelpfetten über Sprengstreben in Richtung der Säulen im Innenraum abgetragen. Ein weiteres Paar doppelter Sprengstreben leitet die Lasten ebenfalls in dieselbe Richtung. Der Kreuzungspunkt der gegenüber angebrachten Streben bildet gleichzeitig den Aufhängungspunkt einer eisernen Hängesäule, wie es auch bei der durch Krafft dargestellten Pariser Reithalle der Fall ist (**Abb.73**). Auch hier werden lange Linien verwendet, die durch die solide Verbindung mit anderen Elementen feste Knotenpunkte bilden. Bezeichnend ist, dass dieses Gebäude erneut durch Eisenlohr entworfen wurde. Für den Architekten sind bereits zahlreiche Dreieckssysteme im Bereich der Eisenbahnbauten belegt. Er erweiterte somit das Prinzip der Dreiecksbildung im Bereich des Hallenbaus auf den Gebäudetypus eines Kirchenbauwerks aus.

### Der Mannheimer Lokschuppen

Ein letztes badisches Gebäude, das im Rahmen dieser Arbeit besichtigt werden konnte, ist der Lokschuppen des Mannheimer Bahnhofes. Der erste Entwurf des Bahnhofes stammt ebenfalls von Friedrich Eisenlohr. Allerdings wurde der Lokschuppen erst post mortem im Jahre 1872 erbaut, weshalb die Umsetzung nicht auf ihn zurückzuführen ist. Das Dachwerk der Halle ist als Pfettendachkonstruktion ausgeführt. Anders als in den vorherigen Beispielen werden hier die Pfetten jedoch mit Ständern im Innenraum bzw. durch Hängesäulen unterstützt. Die Hängesäulen werden durch Streben aufgehängt, die direkt in die Ständer im Innenraum hineinversetzt sind. Der gesamte Binder wird mithilfe einer waagerechten Zange auf Kehlbalkenhöhe sowie durch einen zangenförmigen Zerrbalken zusammengehalten. Die Verbindung der Zangen mit den kreuzenden Balken ist durch Verkämmungen und zusätzliche Schraubbolzen ausgeführt. Zwischen den beiden innenstehenden Säulen ist eine Art Sprengwerk angebracht, das aus einem Spannriegel und zwei Streben besteht. Der Spannriegel ist dabei zwischen der Zerrbalkenzange verschraubt. Die Streben sind sowohl in die Ständer als auch in den Spannriegel hineinversetzt. Durch die gleichmäßige Anordnung der Streben ergibt sich in Verbindung mit den Zangen eine gleichmäßige Struktur fester Knoten, die kleine Dreiecke ausbilden. Die schlanken Holzquerschnitte der Zangen werden dabei durch die angebolzten Streben in ihren freien Längen stabilisiert. Zwar ist die Mannheimer Halle nicht direkt mit einem Bauwerk von Moller vergleichbar, sie ist aber dennoch als eine konsequente Weiterentwicklung dessen Prinzip anzuerkennen.

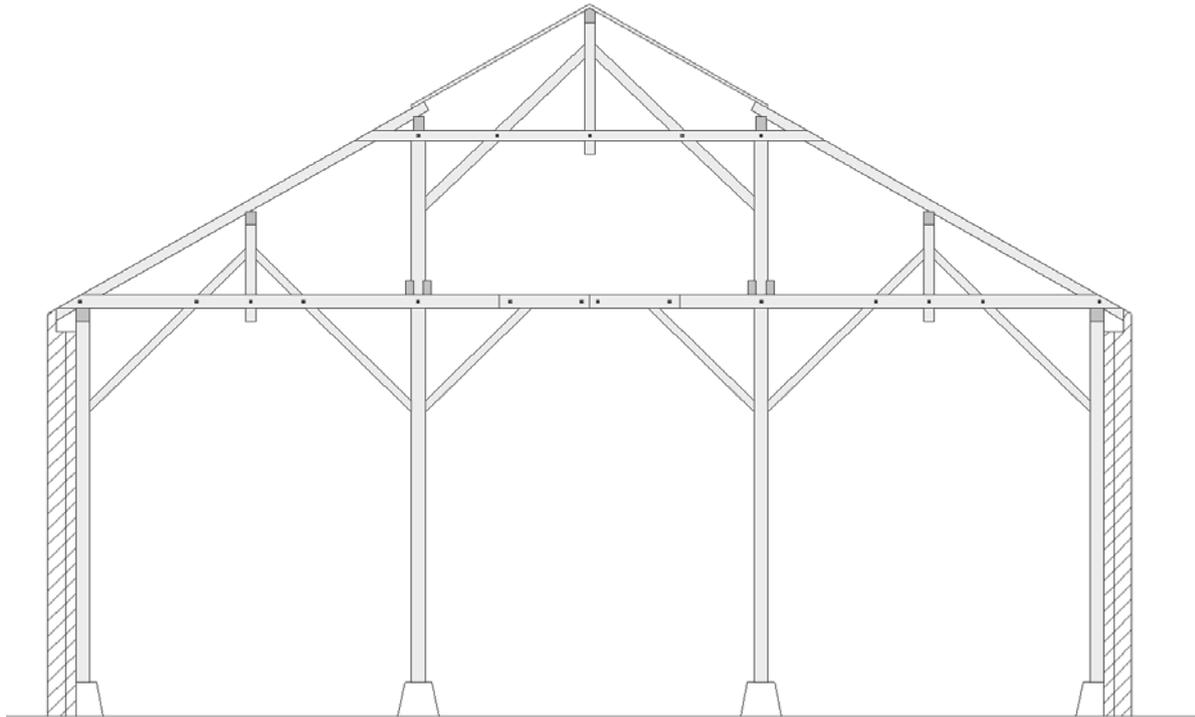


Abb.86: Querschnitt Mannheimer Lokschuppen (1872)<sup>70</sup>

### Untersuchte Beispiele in Süddeutschland

Um einen Vergleich zu den vielfach publizierten Beispielen von Moller und dessen Nachfolgern herstellen zu können, wurden im Rahmen dieser Arbeit in Süddeutschland verschiedene Hallenkonstruktionen untersucht. Dazu zählen im Bereich der Bahnhofsgebäude die Einsteighallen in Augsburg von 1840 und in Hof von 1849 bis 1851, der Lokschuppen in Simbach am Inn von 1870 sowie eine Lokalgüterhalle ebenfalls in Hof von 1847. Zusätzlich wurden in diesem Bereich zahlreiche Planzeichnungen der König Ludwig-Süd-Nord-Bahn im Archiv der Deutschen Bahn in Nürnberg gesichtet. Die Funktionen der einzelnen Hallen wechseln hier zwischen reinen Lagerhallen, Reparaturwerkstätten oder Lokschuppen. Zu den untersuchten Hallenkonstruktionen zählen außerdem verschiedene Industriehallen wie die in Heufeld von 1858 und 1875 der heutigen Firma Clariant<sup>71</sup> sowie die Frischhütte des Hüttenwerks Maxhütte in Bergen im Chiemgau. Auch landwirtschaftliche Scheunen können als Hallenkonstruktionen bezeichnet werden, weshalb je eine Scheune in Aufkirchen im Landkreis Fürstfeldbruck von 1835, in Olching von 1877 und eine Scheune in Friedberg i. Bayern gesichtet wurden. Der Bucentaur-Stadel des Bayerischen Yachtclubs zur Unterbringung von Booten am Starnberger See zählt ebenfalls zu den freitragenden

---

<sup>70</sup> Systemskizze nach eigener Besichtigung 2013, ohne Maßstab.

<sup>71</sup> Aufgrund eines Firmenwechsels wurde der Zugang zu diesen Gebäuden kein weiteres Mal gewährt, weshalb nur eine erste Inaugenscheinnahme, aber keine weitere Untersuchung möglich war. Dementsprechend sind die beiden Dachwerke nicht im Katalog aufgeführt.

Scheunenkonstruktionen. Auch die Reithalle in Regensburg von 1829 konnte als Vergleichsobjekt für den Hallenbau herangezogen werden.

Die durchaus als modern zu betrachtende Reithalle des Marstalls in Regensburg<sup>72</sup> aus dem Jahre 1829 hat nur wenig mit dem von Moller propagierten Knotensystem zu tun. Vielmehr zeigt sich eine von München ausgehende Anlehnung an das italienische Pfettendach, das gerade durch Leo von Klenze in der Region weit verbreitet wurde.<sup>73</sup> Dieses Konstruktionsprinzip findet sich an zahlreichen weiteren Hallendächern wie den Einsteighallen in Hof oder an verschiedenen Planunterlagen des Archivs in Nürnberg wieder. Auch bei den Theaterdächern, die im weitesten Sinne zu den Hallenkonstruktionen zu zählen sind, oder bei verschiedenen Hallenkirchen wurde dieses Konstruktionsprinzip in Süddeutschland gern verwendet. Dass jedoch auch in Bayern Hallendächer nach dem in Baden oder Hessen geläufigen Knotensystem ihre Verwendung fanden, zeigt sich etwa an einer sogenannten Normalien-Zeichnung des Archivs der Deutschen Bahn in Nürnberg. Normalien dienen dabei der Standardisierung und zur Beschleunigung des Entwurfsprozesses der zu verwendenden Konstruktionsarten für bestimmte Gebäudetypen. Eine mögliche genormte Konstruktion für Güterschuppen sieht dabei vor, die Firstpfette durch zwei Sprengstreben zu unterstützen (**Abb.87**). Dabei sind die Sprengstreben an ihren oberen Enden überkreuzt und nutzen als Auflager der Pfette. Die unteren Enden reichen bis zu den Außenwänden. Die langen Linien der Streben werden von verschiedenen waagerechten Zangen überkreuzt und bilden somit feste Knotenpunkte.

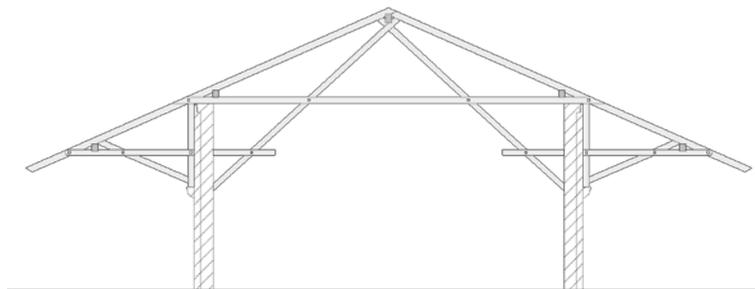


Abb.87: Sogenannte Normalie für einen Güterschuppen<sup>74</sup>

Ein weiteres Beispiel innerhalb der Planzeichnungen ist mit dem Lokschuppen in Bayerisch Eisenstein von 1847 dokumentiert (**Abb.88**). Hier greifen die Sprengstreben ebenfalls nahe am Firstbereich unter die Sparren und leiten die Lasten in Richtung der Ständer, die den Außenmauern vorgelagert sind, wobei allerdings in diesem Fall keine Firstpfette eingesetzt wurde. Der Horizontalschub wird hauptsächlich durch die durchgehenden Zerrbalken aufgenommen, die wiederum an zwei eisernen

---

<sup>72</sup> Vgl. Kapitel 11) Nachjustierbare Eisen sowie eiserne Hängesäulen am Beispiel des Marstalls in Regensburg, S. 214.

<sup>73</sup> Siehe dazu Katalog Beitrag) Der Marstall in Regensburg.

<sup>74</sup> Systemskizze nach Planzeichnung des Planarchivs im Verkehrsmuseum der Deutschen Bahn in Nürnberg.

Hängesäulen aufgehängt sind. Wenn auch die Zeichnung keinen genauen Detaillierungsgrad zulässt, ist davon auszugehen, dass die Streben doppelt genommen und mit den restlichen Elementen durch Bolzen verbunden sind. Dadurch ergeben sich bei den langen Linien der Streben wiederholt mehrere Knotenpunkte bzw. unverschiebliche Dreiecke.

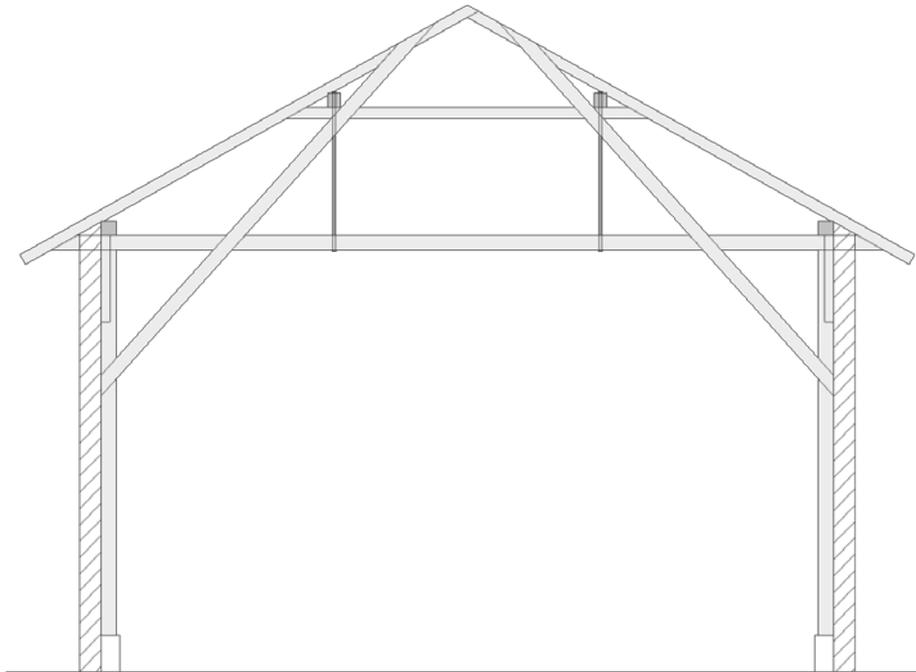


Abb.88: Lokschuppen in Bayerisch Eisenstein (1847)

Weitere Planzeichnungen zeigen Varianten solcher Konstruktionen, die die Prinzipien der badischen oder hessischen Beispiele aufgreifen. Dazu gehören die verschiedenen Gebäude: das Torf- und Salzmagazin sowie die Werkhütte, die Zollhalle und die Einsteighalle des Bahnhofgeländes in Lindau von 1853, die Wagenremise und das Stationsgebäude des Bahnhofes in Donauwörth von 1844, eine Ladehalle in Bamberg aus dem gleichen Jahr oder ein Magazingebäude in Augsburg von 1845. Der noch erhaltene Lokschuppen in Simbach am Inn wohl aus dem Jahre 1870 stellt dabei ein geeignetes Objekt dar, das ebenfalls nach jenen Grundsätzen errichtet wurde. Das Dachwerk wurde ähnlich dem in Mannheim konzipiert; die Pfetten werden durch Ständer oder Streben abgestützt, die ein Netz aus Dreiecken bilden. Die waagerechten Balken sind zangenförmig ausgeformt und umfassen sowohl die Sparren als auch die Ständer und Streben<sup>75</sup>.

Die Scheune der ehemaligen Firma Südchemie aus dem Jahre 1875 ist ein Beispiel, bei dem dergleichen abgestrebte Knotensysteme auch für Industriehallen angewendet wurden. Die Mittelpfetten sind hier direkt durch zangenförmige Sprengstreben und eine einzelne Gegenstrebe abgestützt. Dadurch werden die Lasten sowohl in die Ständer der Außenwände als auch auf einen

---

<sup>75</sup> Das Dachwerk des Simbacher Lokschuppens konnte aufgrund fehlender Zugänglichkeit nicht genauer untersucht werden und ist dementsprechend nicht im Katalog dargestellt.

## 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems

---

durchgehenden waagerechten Balken übertragen, der mithilfe einer innen liegenden Ständerreihe abgestützt wird.

Der Bautypus der landwirtschaftlichen Scheunen belegt, dass sich insbesondere die offenen englischen und französischen Systeme ab der Mitte des 19. Jahrhunderts standardisiert durchsetzen. Dazu zählen ebenso die späteren Ausführungen der deutschen Dachwerke, wie etwa die Butzbacher Reithalle und ihre Nachfolger. Die Sprengstrebe, die die Lasten aus der Dachhaut direkt in die Außenwände einleitet, gehört in dieser Beziehung zu den immer wiederkehrenden Elementen. Auch die Ausführung als Kniestockkonstruktion sowie die Verwendung von Zangen sind dabei üblich. Beispiele sind die untersuchte Scheune in Olching (Lkr. Fürstentfeldbruck) von 1877 (**Abb.89**), eine Scheune in Friedberg in Bayern<sup>76</sup> oder die Scheune des Klostergeländes in Fürstentfeld<sup>77</sup>. Alle drei Ökonomiegebäude haben die langen Sprengstreben gemeinsam. Feste Knotenpunkte werden durch die Verbindung mit einer Zange auf halber Dachhöhe gebildet sowie mit einer kurzen Stichzange, die unterhalb des Dachfußes angebracht ist. Mittels zusätzlicher Kopfbänder entstehen außerdem weitere Dreiecke.

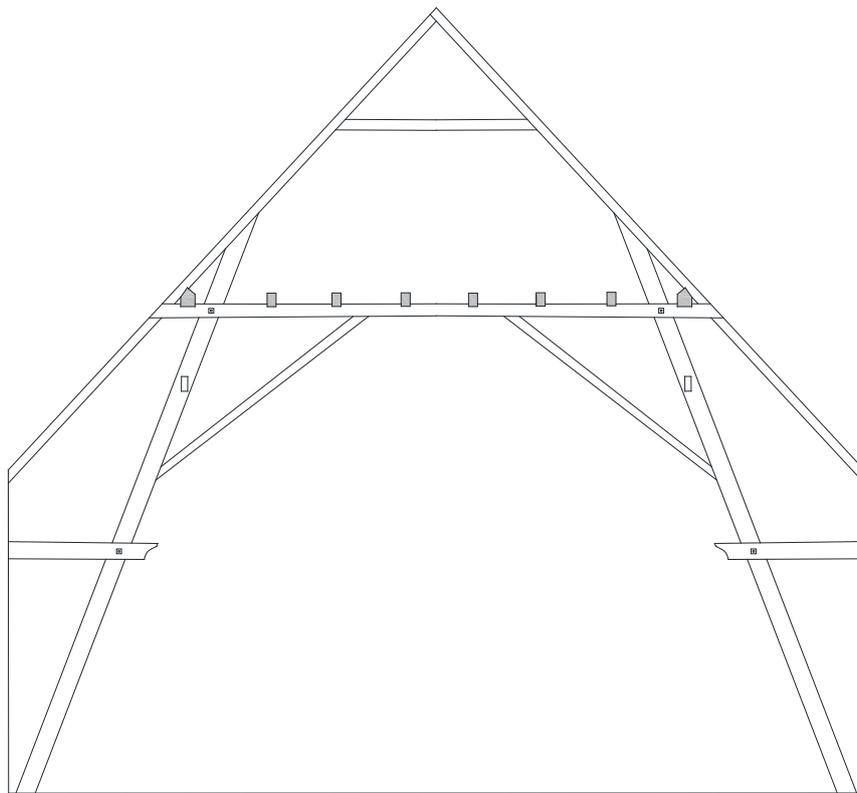


Abb.89: Scheune in Olching (1875)<sup>78</sup>

---

<sup>76</sup> Nicht untersucht.

<sup>77</sup> Nicht untersucht.

<sup>78</sup> Systemskizze nach eigener Besichtigung (2014).

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

Vor 1800 wurden in Bayern hauptsächlich Sparrendächer verwendet, die mit zusätzlichen Elementen wie Kehlbalken, Kreuzstreben, Stuhlkonstruktionen oder Hängewerken ausgestattet sind. Mit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde mit dem Pfettendach eine weitere Konstruktionsart eingeführt, die eine zunehmende Standardisierung erfuhr. In Bayern waren Pfettendächer zuvor hauptsächlich auf den ländlich alpinen Raum beschränkt, wo sie in Verbindung mit Blockwerks- oder Ständerbauten eingesetzt wurden. Da insbesondere die historischen Pfettendächer aus dem mediterranen Raum einen großen Einfluss auf die Dachwerksentwicklung in Deutschland im 19. Jahrhundert hatten, folgt eine genauere Erläuterung dieser.

Während das Pfettendach in Italien<sup>1</sup> schon seit dem 6. Jahrhundert nachgewiesen werden kann,<sup>2</sup> sind nur wenige Entwürfe dieser Konstruktionsart vor 1800 in Bayern überliefert. Die Auseinandersetzung mit italienischen Pfettendächern erfolgte zu dieser Zeit vorwiegend theoretisch; etwa beschäftigte man sich mit den Werken Vitruvs und dessen Nachfolgern. Die zunehmende Verwendung italienischer Konstruktionen zu Beginn des 19. Jahrhunderts geht in Deutschland mit der Einführung des klassizistischen Baustils und den damit verbundenen flachen Dachneigungen einher. Während architektonische Stilelemente aus gestalterischen Gründen kopiert wurden, war die Anwendung italienischer Dachwerkskonstruktionen dem Grundgedanken der Optimierung der Systeme hinsichtlich ihrer Funktionalität, Tragfähigkeit, Sparsamkeit und auch Optik geschuldet. Die schlechte Verwendbarkeit traditioneller Systeme bei flacher Dachneigung spielte dabei genauso eine Rolle wie große Spannweiten, die bei traditionellen Systeme oft an die Grenzen der Machbarkeit stießen und die aus wirtschaftlichen Gründen bezüglich der Holzknappheit nicht tragbar waren.

Die Entwicklung neuer Konstruktionen entstand auf der Grundlage des über Jahrhunderte hinweg angeeigneten Wissensschatzes sowie anhand internationaler Systeme, die durch das zunehmende Publikationswesen vermehrt verbreitet werden konnten. Die nahezu obligatorischen Studienreisen von Architekten nach Italien oder Frankreich haben ebenfalls ihren Beitrag geleistet, was sich in Reiseskizzen oder Entwürfen widerspiegelt. In Frankreich begann der Klassizismus vor 1800 mit dem Bau des Pantheons<sup>3</sup> und wurde durch zahlreiche Repräsentationsbauten Napoleon Bonapartes (1769–1821) weitergeführt. Auch England gilt als Vorbild für die Reproduktion mediterraner

---

<sup>1</sup> Die Geschichte des italienischen Pfettendachs wird u.a. von Holzer (2015) oder Valeriani (2008) beschrieben.

<sup>2</sup> Ein erster erkennbarer Beweis, dass es Pfettendächer schon im 6. Jahrhundert im Mittelmeerraum gab, ist durch eine etruskische Grabkammer des 6. Jahrhunderts dokumentiert (Holzer 2015). Die ältesten datierten Dachwerke stammen aus dem 14. Jahrhundert.

<sup>3</sup> Bauzeit 1764-1790.

Bauelemente.<sup>4</sup> Hier setzte im 17. Jahrhundert eine Art Klassizismus bzw. der sog. Vitruvius Britannicus<sup>5</sup> ein, der auch den Einzug der italienischen Pfettendächer mit sich brachte<sup>6</sup> und zahlreiche Publikationen hervorrief.<sup>7</sup> Aus diesem Zusammenspiel verschiedener internationaler Prägungen ergaben sich in Deutschland im 19. Jahrhundert vielfach Pfettendachkonstruktionen, die auf eine Mischung aus italienischen, französischen, englischen und traditionellen Elementen zurückzuführen sind.

### Grundzüge des italienischen Pfettendachs

Die originalen italienischen Pfettendächer bestehen grundsätzlich aus aneinander gereihten Hängewerksbindern, die als Träger für die Pfetten fungieren. Die einzelnen Elemente dieses Trägers werden im Folgenden als Hauptstreben (die Schrägen) und als Zerrbalken (waagerechter Balken) bezeichnet. Anders als bei deutschen Dächern liegen die Zerrbalken bei italienischen Dachwerken nicht auf Mauerlatten, sondern auf kurzen Stichbalken auf, die im Mauerwerk befestigt sind. Diese kurzen Stichbalken dienen dem einfacheren Aufstellen der Binder, die untereinander nur durch auf den Hauptstreben aufliegenden Pfetten verbunden sind. Die Pfetten sind auf Biegung beansprucht und stehen entweder senkrecht oder sind in die Ebene der Dachfläche hineingedreht. Ihre Form ist meist rechteckig, wobei die Firstpfette auch dachförmig der Dachneigung entsprechend ausgeführt sein kann. Auf den Pfetten liegen die Rofen, die der unmittelbaren Unterstützung der Dachhaut dienen; es handelt sich dabei um keinen wirksamen Bestandteil der Unterkonstruktion. Rofen sind bei italienischen Pfettendächern symmetrisch auf beiden Dachseiten angeordnet und im First kraftschlüssig miteinander verbunden. Grundsätzlich können sie aber auch versetzt zueinander angeordnet sein, ohne dabei im First miteinander verbunden zu werden. Eine Längsaussteifung ist bei italienischen Dachwerken lediglich durch die Scheibenwirkung der Dachhaut und die Pfetten gegeben. Es werden keine zusätzlichen Elemente in die Binderkonstruktion eingefügt. Italienische Konstruktionen zeichnen sich durch einfache Verbindungstechniken aus; üblich sind hauptsächlich Versatzverbindungen. Dabei kommen sowohl der Fersenversatz, der doppelte Versatz oder der Stirnversatz zur Anwendung. Zusätzlich werden Eisenbänder verwendet, die die Hängesäulen und die Streben mit den Zerrbalken verbinden.

---

<sup>4</sup> Es waren gerade Inigo Jones (1573-1652) und Christopher Wren (1632-1722), die antike Baustile aufblühen ließen.

<sup>5</sup> Colen Campbell: Vitruvius Britannicus, or, the British architect, London (Erstausgabe 1715).

<sup>6</sup> Ausführliche Auseinandersetzung mit Pfettendächern italienischer Prägung in den Dissertationen von James Campbell (1999) und David T. Yeomans (1992).

<sup>7</sup> Price 1735 und 1765: Beruft sich auf Palladio und Serlio (S.12, Plate G); Ware 1738: Übersetzung von Palladio.

Je nach Spannweite lassen sich die italienischen Pfettendächer in verschiedene Gruppen einteilen.<sup>8</sup> Die einfachste Form des italienischen Pfettendachs besteht aus einem dreiecksförmigen Querträger und ist für Spannweiten von 2-3 Metern, maximal jedoch für 5,60 Meter Spannweite geeignet (**Abb.91**).

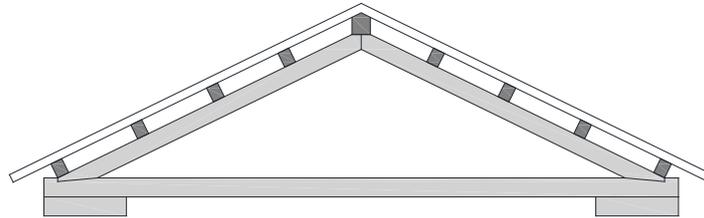


Abb.91: Italienischer Pfettendachbinder ohne zusätzliche Unterstützung (Systemskizze)

Hauptstreben und Zerrbalken bilden dabei einen Dreiecksverband. Die Hauptstreben nehmen Druckkräfte auf, die im Gleichgewicht mit den Zugkräften der Zerrbalken stehen. Um die Hauptstreben am oberen Punkt zu verbinden, ist teilweise eine kurze hängende Säule eingefügt, die lediglich die Funktion hat, die beiden Hauptstreben kraftschlüssig miteinander zu verbinden.

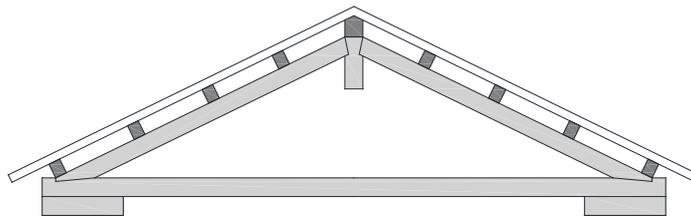


Abb.91: Italienischer Pfettendachbinder mit mittlerer hängender Säule (Systemskizze)

Für eine Erweiterung der Spannweite des Binders besteht die Möglichkeit viele Pfetten so anzuordnen, dass die Last jeder Pfette vermindert wird. Die Länge der Streben ist dabei jedoch begrenzt. Eine andere Variante besteht darin, die Hauptstreben von unten zu unterstützen, wobei bei dieser Anwendung nur wenige Pfetten notwendig sind. Die in Italien verwendeten massiven Schwibbögen<sup>9</sup> zur Unterstützung der Pfetten sind für diese Arbeit nicht relevant. Als gewichtiger sind die Stützkonstruktionen durch Ständer oder Hängesäulen (**Abb.91, 92, 93**) zu beschreiben.

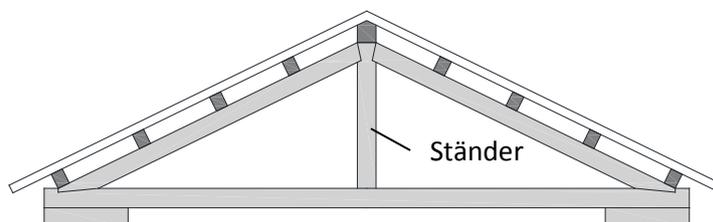


Abb.92: Italienischer Pfettendachbinder mit mittlerem Ständer (Systemskizze)

---

<sup>8</sup> Holzer 2015: S.79-96.

<sup>9</sup> Holzer 2015: S. 81.

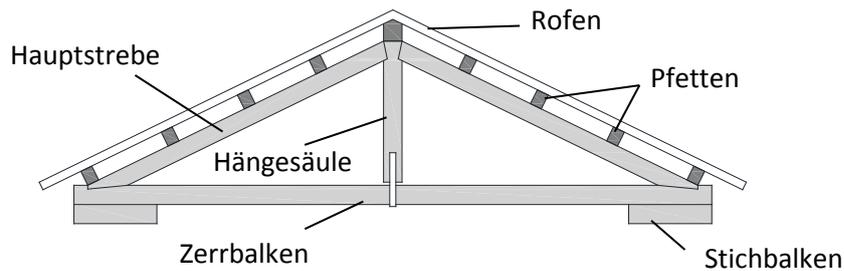


Abb.93: Italienischer Pfettendachbinder mit mittlerer Hängesäule (Systemskizze)

Für Spannweiten von größer als 6,50 m bis 13 m sind in Italien Dreiecksbinder mit einfacher, mittlerer Hängesäule und zusätzlichen Sprießen üblich (**Abb.94**). Die Sprieße verlaufen zwischen dem unteren Ende der Hängesäule und in etwa dem oberen Drittelpunkt der Hauptstreben. Sie dienen als Zwischenaufleger für die Hauptstreben und werden durch Druckkräfte belastet, die im Gleichgewicht mit der entsprechenden Zugkraft der Hängesäule stehen. Alternativ kann die mittige Hängesäule auch als Ständer ausgeführt sein, der auf den Zerrbalken steht. Beide Ausführungen existieren gleichermaßen parallel in italienischen Dachwerken.

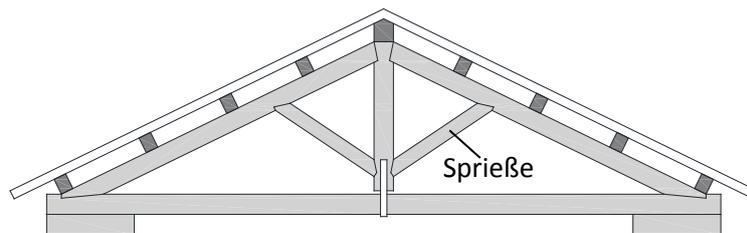


Abb.94: Italienischer Pfettendachbinder mit mittlerer Hängesäule und Sprießen (Systemskizze)

Für Spannweiten über 13 m sind unterhalb der Hauptstreben Unterstreben angebracht, die mit den Sprießen stumpf zusammenstoßen (**Abb.95**).

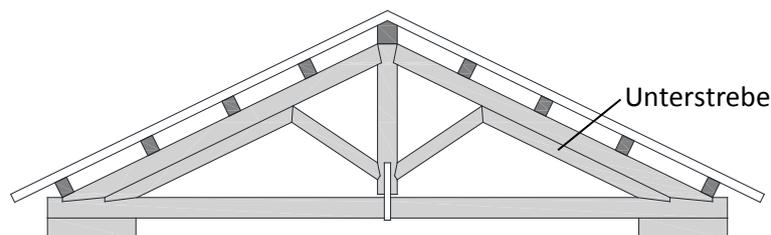


Abb.95: Italienischer Pfettendachbinder mit mittlerer Hängesäule, Sprießen und Unterstreben (Systemskizze)

Bei Spannweiten über 26 m sind doppelte Hängewerke notwendig, die auch Palladiana genannt werden. Die Hängesäulen greifen von unten unter die Hauptstreben und werden durch Unterstreben und Spannriegel in Position gehalten (**Abb.96**).

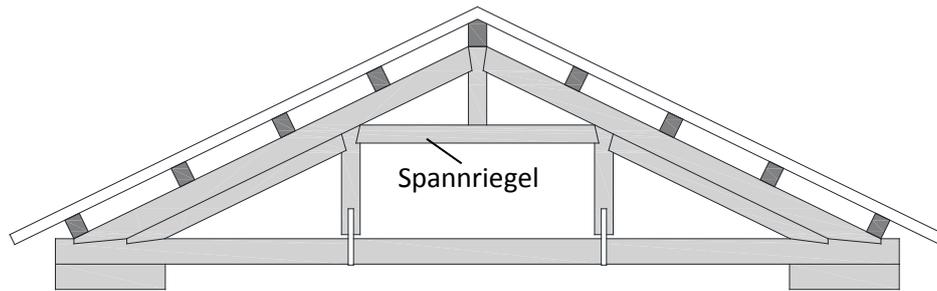


Abb.96: Italienischer Pfettendachbinder mit doppelten Hängesäulen und Unterstreben  
(Systemskizze)

Alternativ können die Unterstreben auch weggelassen werden und die Hängesäulen bis zur Oberkante der Hauptstreben geführt sein, so dass Letztere unterbrochen werden (**Abb.97**).

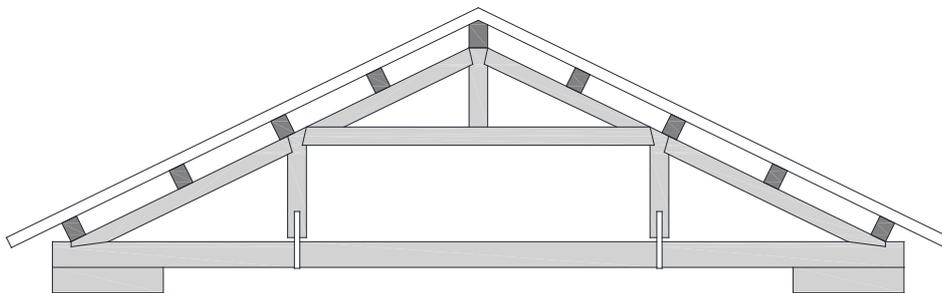


Abb.97: Italienischer Pfettendachbinder mit doppelten Hängesäulen (Systemskizze)

Insgesamt ergibt sich durch die Anordnung der unterschiedlichen Elemente in italienischen Konstruktionen eine Struktur dreieckiger Maschen, die dem modernen Fachwerkbinder nahekommen.

#### Das italienische Dach in der deutschen Literatur vor 1800

Auch wenn es im bayerischen Raum vor 1800 nur wenige ausgeführte Beispiele italienischer Pfettendächer gab, so ist doch anhand der Literatur belegt, dass diese zumindest in theoretischer Hinsicht bekannt waren. Dazu zählt ein Werk von Walther Hermann Ryff (um 1500–48) aus dem Jahre 1548, das eine erste Übersetzung Vitruvs in die deutsche Sprache darstellt.<sup>10</sup> Georg Böckler (wohl 1644–98)<sup>11</sup> setzte sich 1698 ausführlich mit dem Werk Andrea Palladios (1508–80) auseinander, wobei er neben der Übersetzung auch eigene Anmerkungen hinzufügte.<sup>12</sup> Eine weitere Auseinandersetzung mit antiken Bauwerken fand durch den Architekturtheoretiker Nikolaus

---

<sup>10</sup> Vitruvius/Walther Hermann Ryff.: Vitruvius: des allernamhaftigsten unnd hochehrnachten römischen Architecti unnd kunstreichen Werck oder Bawmeisters Marci Vitruvij Pollionis zehen Bücher von der Architectur und künstlichem Bawen : (...), Basel 1548.

<sup>11</sup> Klinckowstroem, Carl Graf von, „Böckler, Georg Andreas“, in: Neue Deutsche Biographie 2 (1955), S. 371 [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd118660535.html>: Der Baumeister und Ingenieur wurde wohl in Straßburg oder Sachsengeboren.

<sup>12</sup> Georg Andrea Böckler: Die Baumeisterin Pallas, oder, der in Teutschland erstandene Palladius, Nürnberg 1698: Die Abbildung wird von Böckler in Cap. X, fol.83 aufgeführt.

Goldmann (1611–65)<sup>13</sup> statt, dessen nachgelassenes Hauptwerk unter dem Titel „Vollständige Anweisung zur Civil-Bau-Kunst ...“ durch den Professor für Mathematik und Physik in Wolfenbüttel Leonhard Christoph Sturm (1669–1719)<sup>14</sup> 1696 veröffentlicht wurde. Die Verbindung zur antiken Baukunst wird in der Vorrede der ersten Ausgabe von Goldmann deutlich, in der die Bücher von Vitruv, Serlio, Palladio und Vincenzo Scamozzi zitiert werden.<sup>15</sup> Im Anschluss veröffentlichte Sturm zahlreiche weitere Publikationen, in denen er jeweils Anweisungen zu bestimmten Gebäudetypen gibt. Durch die Vielzahl der Ausgaben ist von einer regen Nachfrage auszugehen, die eine gewisse Bekanntheit der Werke in Deutschland vermuten lässt. Die Auseinandersetzung mit italienischen Bauwerken ist an verschiedenen Beispielen von Sturm zu erkennen; er schreibt „von den Börsen über die „italiänische Art der Börsen/derer Palladio eine/zu Vicenz gelegen/...“.<sup>16</sup> Die Verwendung eines „flachen Hängewerks im Egyptischen Saal“<sup>17</sup> deutet indes auf Palladio hin. Auch die Werke Carlo Fontanas (1638–1714) waren ihm bekannt: In seiner Abhandlung über die „Kirchenbauten“ beschreibt er u.a. den Bau von Kuppeln, wobei sich Sturm eindeutig auf das Werk Fontanas beruft.<sup>18</sup> Seine allgemeine Kenntnis der Publikationen über Kirchenbauwerke bekundet er, in dem er schreibt, dass „die vornehmsten Römischen und Parisischen Kirchen/ auch etliche andere Kirchen in Kupffer schon raus sind“.<sup>19</sup> In seinen Anmerkungen bezüglich der Rathäuser erwähnt er die Rathäuser von Venedig, Rom, Paris, Brüssel, Lille, Köln, Basel und Augsburg.<sup>20</sup> Welche der Gebäude er davon tatsächlich besichtigen konnte, ist teilweise aus einem von ihm erstellten Reisebericht zu entnehmen, in dem Sturm die Eindrücke seiner Reise durch weite Teile Deutschlands und Hollands bis nach Paris beschreibt.<sup>21</sup> Das allgemeine Interesse an italienischen Konstruktionen zeigt sich u.a. an Sturms Werk über die Hänge- und Sprengwerken.<sup>22</sup> Diese Publikation stellt neben dem reinen doppelten Hängewerk auch eine Brücke von Palladio<sup>23</sup> vor. Diese Brücke wurde schon 1581 von Palladio selbst publiziert.<sup>24</sup> Sie besteht aus einem übergreifenden doppelten Hängewerk, unter dem

---

<sup>13</sup> Reuther, Hans, „Goldmann, Nikolaus“, in: Neue Deutsche Biographie 6 (1964), S. 605-606 [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd123624940.html>: Der Architekturtheoretiker wurde am 29.9.1611 in Breslau geboren und verstarb vor dem 6.6.1665 in Leiden. Er war evangelischer Konfession.

<sup>14</sup> Zimmermann, Paul, „Sturm, Leonhard Christoph“, in: Allgemeine Deutsche Biographie (1894), [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd117364177.html?anchor=adb>: Sturm wurde am 5. November 1669 in Altdorf bei Nürnberg geboren und starb im Jahre 1719.

<sup>15</sup> L.C. Sturm, 1699 über Goldmann: „(...) befließigte er sich die Leichtigkeit des Vignola, das Ansehen des Palladio und die genaue Ausmessung samt der schönen Austheilung des Scamozzis“, in: Sturm 1717; Vorrede

<sup>16</sup> Sturm 1718, von den Börsen, S. 21, (Goldmanns Text).

<sup>17</sup> Sturm 1718, von den Rathhäusern, Tab. 3 und 4, S. 14.

<sup>18</sup> Sturm 1718, von den Kirchen, ab S. 14. Sturm beruft sich hier auf Bonnani und Blondel, schreibt aber, dass er das Buch von Fontana „nie mahl zu sehen bekommen können“.

<sup>19</sup> Sturm 1718, von den Kirchen, Vorrede, S. 3.

<sup>20</sup> Sturm 1718: von den Regierungs-. Land- und Rath-Häuser Kapitel II, Ausführliche Anmerkungen, S. 6.

<sup>21</sup> Leonhard Christoph Sturms 1760: Reise-Anmerkungen.

<sup>22</sup> Sturm 1726: Von Heng-oder Sprengwerken.

<sup>23</sup> Sturm 1726: Tafel V.

<sup>24</sup> Andrea Palladio: I quattro libri dell'architettura di Andrea Palladio, Venetia 1581, 3. Buch, Cap. VII, S. 15.

drei weitere einfache Hängewerke angebracht sind. Nach italienischer Art sind die Streben in die Untergurte hineinversetzt und die unteren Hängewerke wie bei dem „Palladiana“ direkt unter den Streben des oberen doppelten Hängewerks befestigt.

Dass in jener Zeit, als Sturm seine Werke veröffentlichte, in Deutschland hauptsächlich der liegende Stuhl zum Einsatz kam, zeigt sich in dem durch Sturm veröffentlichten Werk von Nikolaus Goldmann in der Darstellung verschiedener Dachkonstruktionen unterschiedlicher Länder (**Abb.98**). Es wird deutlich, dass das theoretische Wissen über italienische Pfettendächer mit den realistisch ausgeführten Dachwerken in Deutschland kollidierte. Die dargestellte und als italienisch deklarierte Konstruktion hat mit den im mediterranen Raum ausgeführten Tragwerken lediglich die flache Dachneigung gemeinsam. Die Konstruktion selbst ist, wie auch das deutsche Dachwerk, mit einem liegenden Stuhl dargestellt. Der einzige Unterschied zur klassischen Ausführung ist die fehlende Schwelle auf der Zerrbalkenlage, in die normalerweise die Stuhlsäule hineingezapft wurde. Stattdessen ist aber die Säule direkt in den Zerrbalken hineinversetzt, was man als Anlehnung an das italienische Dach deuten kann.

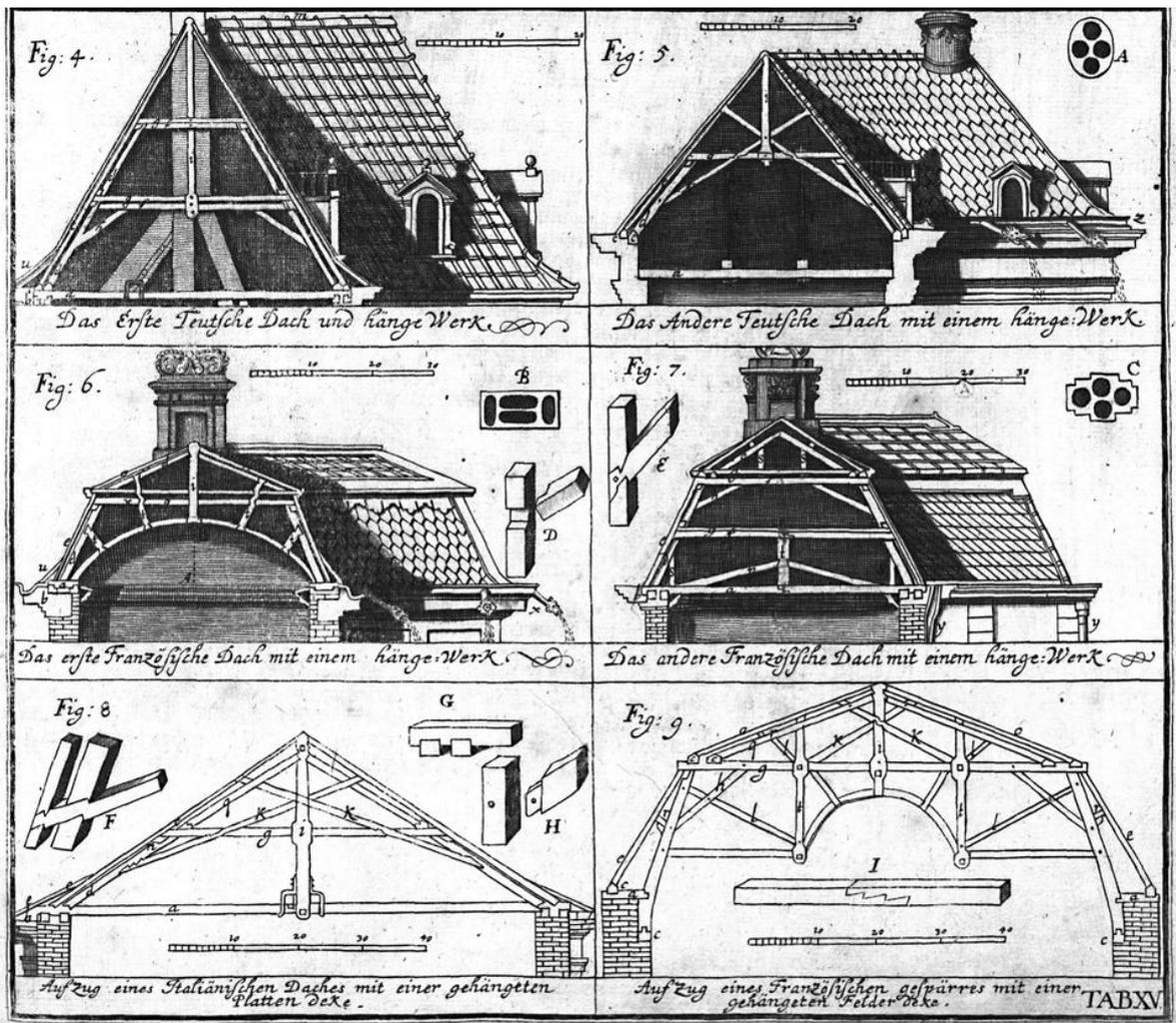
Die Denkweise – Dachwerke lediglich aufgrund ihrer flachen Dachneigung als „italienisch“ zu bezeichnen – lässt sich noch bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts zurückverfolgen. Der Augsburger Architekt und Ingenieur Lucas Voch (1728–85) verwendete noch 1777 zwei Beispiele unterschiedlicher Spannweite mit flacher Dachneigung und liegendem Stuhl, die er als „italienisch“ bezeichnet.<sup>25</sup> Dies zeigt sich auch bei Johann Gottfried Hoffmann in seinem Buch über Hauszimmerkunst von 1802, in dem er feststellte: „flache Dächer, pflegt man überhaupt italienische zu nennen“.<sup>26</sup> Die Darstellung eines gewöhnlichen liegenden Stuhls Sturms belegt, wieviel Interpretationsspielraum es bei der Auseinandersetzung mit den Werken von Vitruv gegeben hat. Obwohl es sich in diesem Fall eindeutig nicht um ein italienisches Dachwerk handelt, beschreibt Sturm die Konstruktion wie folgt: „darauf ich das Dach so eingerichtet habe, daß ich glaube, es solle dem Gespärre, des Vitruvius Lib.IV c.2. beschreibet, am nächsten kommen,(...)“.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Lucas Voch: Anleitung zur Verfertigung schöner Zimmerwercks-Rißen, Augsburg 1777: Tab I, Fig. 11; Tab. V, Fig.9, Beschreibung S. 8.

<sup>26</sup> Hoffmann 1802: S. 512.

<sup>27</sup> Sturm 1745: S. 21.

Abb.98: Sturm/Goldmann 1699, Dachwerke<sup>28</sup>

Die Darstellung Leonhard Christoph Sturms Dachwerks mit flacher Dachneigung und liegendem Stuhl bedeutet aber nicht, dass Sturm der italienische Hängewerksbinder unbekannt war. In seinem Werk über Kirchenbauten stellte Sturm 1718 ein Dachwerk mit doppeltem Hängewerk und Unterstreben vor, das dem von Palladio oder Fontana durchaus ähnelt (**Abb.99**). Bemerkenswert ist dabei, dass er Überzüge anordnete, welche nicht dem italienischen Original entsprechen und erneut eher an deutsche Konstruktionen erinnern. Wie bei den italienischen Vorbildern gibt es keinerlei Längsaussteifung. Die summarische Darstellung des Binders lässt keine weiteren Rückschlüsse auf die Ausformung der Knotenpunkte zu. Da es sich hierbei nach Sturms eigenen Worten um eine Kirche handelt, die an der lutherischen Kirche in Amsterdam orientiert<sup>29</sup> wurde, muss leider offen bleiben, ob es sich um ein tatsächlich ausgeführtes Dach oder um eine eigene Interpretation Sturms handelt. Tatsächlich schenkte er dem Dachwerk in seiner Beschreibung keine große Beachtung, da er lediglich die Hängewerke beschrieb, die in den unteren Geschossen angeordnet sind.

<sup>28</sup> Sturm/Goldmann 1699: Tab. XV.

<sup>29</sup> Sturm 1718: von den Kirchen S. 35.

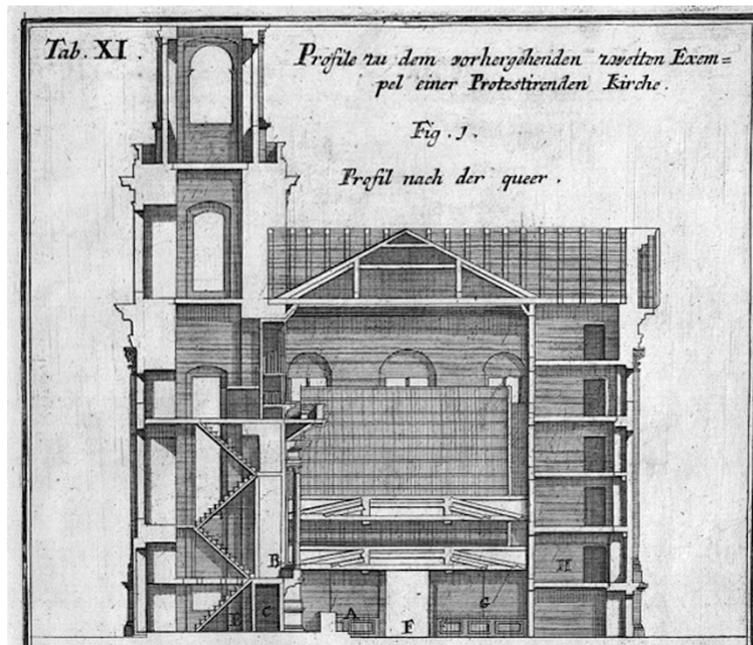


Abb.99: Sturm, von den Kirchen: orientiert an der lutherischen Kirche in Amsterdam<sup>30</sup>

Das durch Sturm 1714 dargestellte Dachwerk eines fürstlichen Residenzschlusses lässt erkennen, wie stark das theoretische Wissen über internationale Konstruktionen mit den eigenen Zimmermannstraditionen vermischt wurde (**Abb.100**). Auf den ersten Blick zeigt das Dach des Mittelpavillons ein dreifaches Hängewerk mit Unterstreben nach italienischer Machart. Die etwas kleineren seitlichen Dachwerke weisen ein doppeltes Hängewerk mit Unterstreben auf. Statt, wie für italienische Dachwerke charakteristisch, nur einen Spannriegel anzuordnen, sind hier zusätzlich Kehlbalken angebracht, die direkt auf den Spannriegeln aufliegen. Das obere Dreieck zwischen Firstpunkt und Kehlbalken ist mit Streben ausgekreuzt. Sowohl Spannriegel als auch Kreuzstreben erinnern an die zu der Zeit üblichen liegenden Stühlen. Die Längsaussteifung mit Andreaskreuzen erinnert ebenfalls an deutsche Konstruktionen. Auch in diesem Fall ist das Dach eher summarisch dargestellt, was wiederum keine Rückschlüsse auf die Details zulässt. Gerade der Dachfußpunkt ist hier unklar: Würde man normalerweise erwarten, dass die Haupt- und Unterstreben auf dem Zerrbalken enden, reichen diese seitlich über den Zerrbalken hinaus und enden auf der Höhe der Oberkante der Deckenbalken. Der Zerrbalken scheint dabei zwischen den Streben zu liegen, was darauf hindeutet, dass dieses Dach nicht zur Ausführung bestimmt war.

<sup>30</sup> Ebd.S.35.

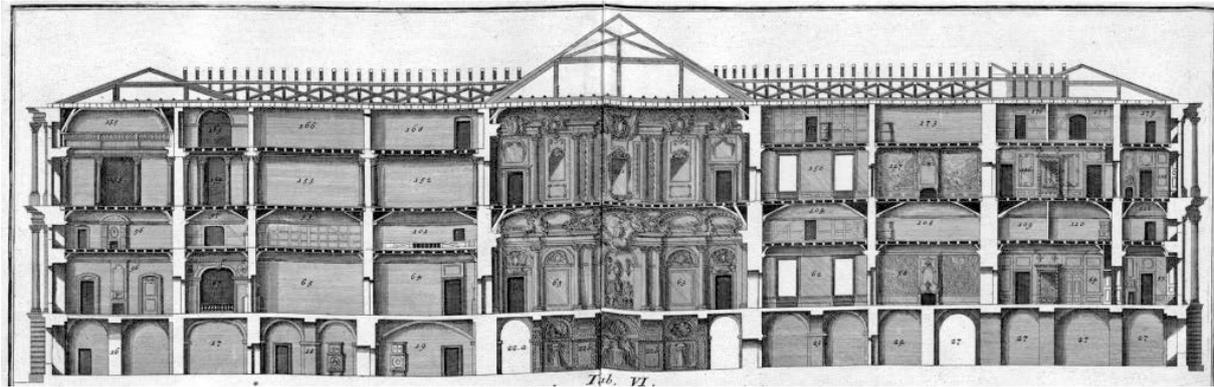


Abb.100: Dachwerk eines fürstlichen Residenzschlosses<sup>31</sup> |

Das Dachwerk des Residenzschlosses hatte weiteren Einfluss auf die deutsche Literatur und markiert die fortgeführte Auseinandersetzung mit dem Dachwerk italienischer Manier. Johann Jakob Schübler (1689–1741) kopierte 1731 das Dachwerk in seinen Anweisungen zur Zimmermannskunst von Sturm und beschrieb es passend: „In Fig. 104 habe ich das Gesperr, nach Leonhard Sturms Zeichnung Tab VI seines Prodomi, so er über einen grossen Saal angelegt, vorstellig gemacht. Und weil dieses Häng-Werck, halb nach italiänischer, halb nach Teutscher Bau-Art schmecket; Also habe ich solches nicht vorbegehen können, (...).<sup>32</sup> Soweit erkennbar nahm Schübler an dieser deutsch-italienischen Konstruktion keinerlei Veränderungen vor.

Schüblers Interesse an der reinen italienischen Konstruktion zeigt auch seine ausführliche Auseinandersetzung mit Carlo Fontana,<sup>33</sup> dessen Zeichnungen er teilweise für seine eigene Publikation<sup>34</sup> verwendete und dabei ein weiteres Mal das Dachwerk von St. Peter in Rom aufgriff.

Seine detaillierte Kopie begründete er darin, dass dergleichen Dächer veröffentlicht werden sollten, weil das Werk Fontanas nur „schwer zugänglich sei und nicht jeder die italienische oder lateinische Sprache beherrsche“. Dass sich Schübler insgesamt mit der Antike und den Publikationen über diese Epoche auseinandersetzte, bezeugt der erste Abschnitt seiner Veröffentlichung: So sind etwa Vitruv, Bramante<sup>35</sup>, Palladio, Perrault<sup>36</sup> oder eben Sturm genannt, wobei sich seine Werbung für italienische Konstruktionen auf die flache Dachneigung beschränkt. Bei den hohen Dachwerken verwendet er nach wie vor den liegenden Stuhl.

<sup>31</sup> Sturm Prodomus 1714: TafV.

<sup>32</sup> Schübler: Neue Anweisung zur unentbehrlichen Zimmermannskunst, Nürnberg 1731: Caput XI, S. 55, §232.

<sup>33</sup> Ebd.: Caput V: Nachrichten von dem 99. Blatt des Architektonischen Werckes Caroli Fontanae. Tab VI, Fig. 74-76.

<sup>34</sup> Schübler 1731: Tab VI (übernommen von Fontana 1694, S. 99, 105).

<sup>35</sup> Donato Bramante (1444–1514) war italienischer Baumeister der Hochrenaissance und verantwortlich für die erste Bauphase und die Entwürfe zum Petersdom in Rom.

<sup>36</sup> Claude Perrault (1613–1688), war französischer Architekt, der 1673 Vitruvs „Zehn Bücher der Architektur“ ins Französische übersetzte (2. Auflage 1684).

### Das italienische Dach – Literatur nach 1800

Das erwähnte Dachwerk des Residenzgebäudes von Sturm wird zu einem Symbol der zunehmenden internationalen Entwicklung des italienischen Pfettendachs. Es wird Gegenstand in der französischen Literatur und deren Umsetzung italienischer Pfettendächer in frühe klassizistische Gebäude. Sowohl Jean Baptiste Rondelet<sup>37</sup>, Jean Charles Krafft (**Abb.101**) und Colonel Armand-Rose Émy<sup>38</sup> greifen dieses Dachwerk wieder auf und fügen Änderungen und Details hinzu. Im Gegensatz zu Sturms Darstellung sind die Streben von oben in den Zerrbalken hineinversetzt. Wie für italienische Dächer typisch ist dieser Punkt mit Eisenbändern gesichert. Der Zerrbalken ist mittig gestoßen und wird in diesem Punkt durch ein Hängeeisen an der Hängesäule befestigt. In den späteren Veröffentlichungen sind Pfetten hinzugefügt, die durch Knaggen unterstützt werden. Nahezu alle Verbindungspunkte und doppelten Hölzer sind mit Eisenbolzen gesichert. Krafft bezeichnet die Konstruktion als deutsche Konstruktion, während Rondelet eine Verbesserung des „liegenden Stuhls“ vorschlägt. Die Aufnahme dieser ehemals in Deutschland dargestellten Konstruktion stellt den Beginn des allgemein einsetzenden internationalen Austauschs innerhalb der zunehmenden Traktatliteratur dar.

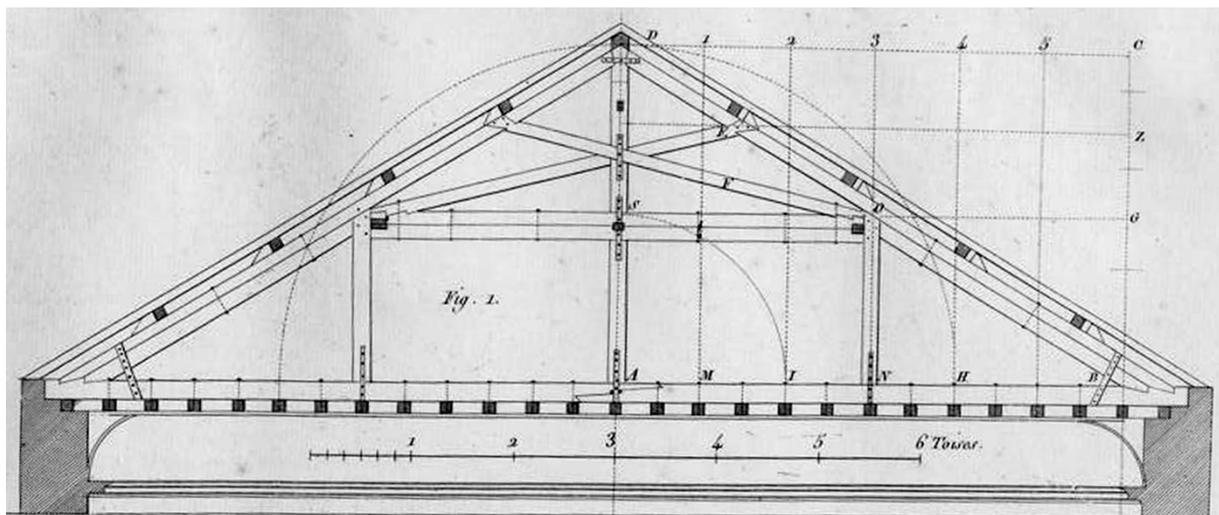


Abb.101: Kopie des ursprünglichen Daches der Residenz von Sturm in Krafft (1805)<sup>39</sup>

### Import des italienisch-französischen Pfettendachs

Infolge der bisher fehlenden Anwendung flach geneigter Pfettendächer zählt das ehemals durch Sturm dargestellte Dachwerk zu den Ausnahmen eines deutsch-italienischen Transfers in die französische Literatur. Es spiegelt in diesem Zusammenhang unlängst die allgemeine Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Konstruktionsarten und deren Verbesserungen in der frühen französischen Literatur des 19. Jahrhunderts wieder. Häufiger ist der umgekehrte Transfer –

<sup>37</sup> Rondelet: 3. Band Tafel CIX, Fig 7.

<sup>38</sup> Emy 1837: Pl.84, Fig.2.

<sup>39</sup> Krafft 1805: No.34 Bis, Fig.1.

also die Übernahme von Zeichnungen aus der französischen Literatur in deutsche Ausgaben – zu beobachten. Durch den in Frankreich vor 1800 einsetzenden Klassizismus und eine hohe Bautätigkeit in den Großstädten wie Paris ist in dem Land vermehrt die Anwendung italienischer Pfettendächer festzustellen. Dabei stand nicht die unreflektierte Kopie dieser Konstruktionsart im Vordergrund, sondern vielmehr die Auseinandersetzung mit dieser und infolgedessen die Entwicklung „verbesserter“ Ideen hinsichtlich der Umsetzung. Die Darstellung von originalen italienischen Gebäuden samt Dachwerk belegen hingegen eindeutig, dass das italienische Dachwerk bei der Findung neuer Konstruktionen eine Rolle gespielt hat. Dabei wurden die Konstruktionen gewiss durch den eigenen Wissensschatz beeinflusst, der sich aus einer langen Tradition steil geneigter Pfettendächer<sup>40</sup> in Frankreich heraus entwickelt hatte.

Eine wichtige Quelle des Zimmerhandwerks in Frankreich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ist das Werk des französischen Architekten Gabriel-Martin Dumont (1720–1891) von 1768. Zu den typischen Beispielen eines italienischen Dachwerks, das bei Dumont dargestellt ist, ist die im 16. Jahrhundert errichtete Kirche Sant' Andrea della Valle in Rom (**Abb.102**) mit einer Spannweite von rund 15 m zu zählen. Das Dach besteht aus einem einfachen Hängewerk, welches sich aus zwei Hauptstreben und der mittigen Hängesäule zusammensetzt. Die Hauptstreben enden mit einem doppelten Versatz in dem Zerrbalken. Auf jenen Streben ist eine Vielzahl von Pfetten angebracht, die durch dreieckige Knaggen unterstützt werden. Unter den unteren zwei Dritteln der Hauptstreben sind Unterstreben befestigt, die mit den Sprießen stumpf zusammenstoßen. Der Zerrbalken ist zudem mittig gestoßen und wird durch Eisenbänder an der Hängesäule aufgehängt. In dem italienischen Baulehrbuch von Cavalieri<sup>41</sup> wird diese Art Dachwerk für Spannweiten über 13 m empfohlen.<sup>42</sup>

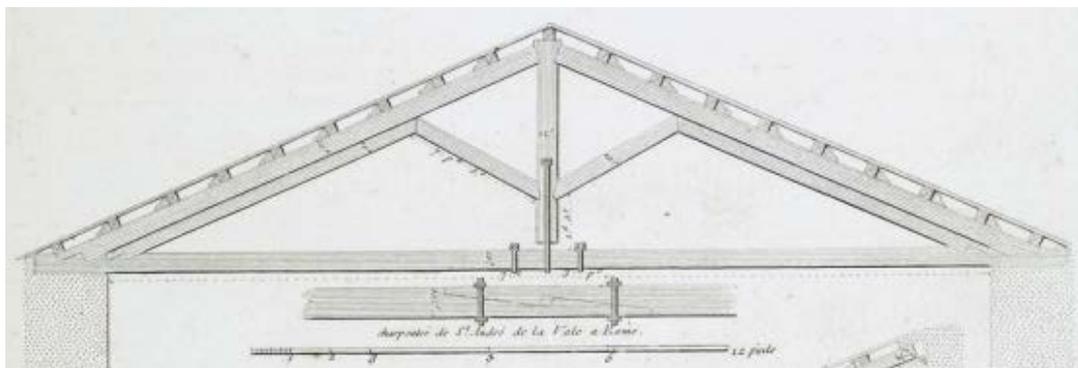


Abb.102: Dachwerk der Kirche Sant' Andrea della Valle in Rom<sup>43</sup>

---

<sup>40</sup> Holzer 2015: Pfettendächer mit steilerer Dachneigung, die jenen in Italien bis ins Detail gleichen, sind vereinzelt schon im frühen 13. Jahrhundert vorhanden, S. 88.

<sup>41</sup> Cavalieri 1826: S. 181.

<sup>42</sup> Holzer 2015: S. 89.

<sup>43</sup> Zeichnung von Dumont der zwischen 1761 bis -65 errichteten Kirche.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

---

Das Dachwerk der Kirche Santa Sabina in Rom zeigt eine nahezu identische Konstruktion bei einer Spannweite von 13,60 m.<sup>44</sup> Dieses Dach wurde 1810 von Rondelet in Frankreich publiziert<sup>45</sup> (**Abb.103**) und später in die deutsche Übersetzung übernommen. Rondelet sieht in diesem Dach ein Beispiel der antiken Zimmerwerkskunst und begründet diese Ansicht mit der Tatsache, dass der Bau der Kirche um das Jahr 425 begonnen wurde und dass die einfachen Verhältnisse der Zusammensetzung zu der Beschreibung Vitruvs von antiken Dachwerken passen.<sup>46</sup>

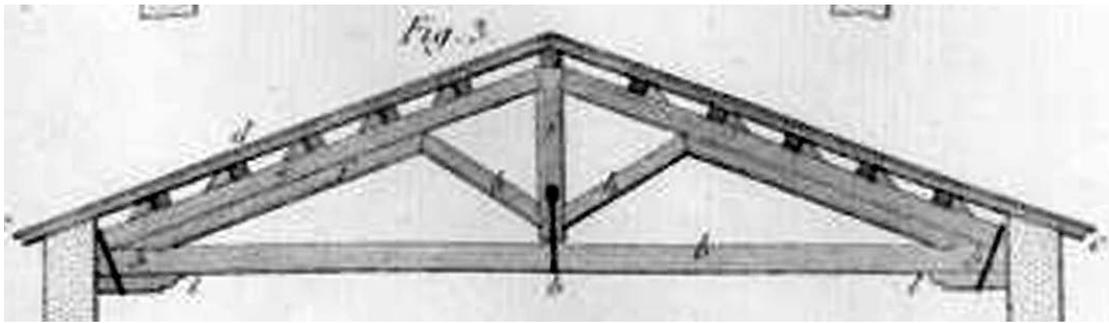


Abb.103: Dachwerk der Kirche Santa Sabina in Rom<sup>47</sup>

Diese Art des Dachwerks zieht sich wie ein roter Faden durch zahlreiche Lehrbücher und erfuhr dabei immer wieder leichte Veränderungen. Andreas Romberg stellte jene Dachwerksvariante in seinem Lehrbuch über Zimmerwerkskunst sowohl 1833<sup>48</sup> als auch 1847<sup>49</sup> neben einer großen Anzahl weiterer Pfettendächer dar. Im Gegensatz zu den Darstellungen von Dumont und Rondelet unterscheidet sich das Dach lediglich in der Anzahl der Pfetten. Zudem finden sich bei Romberg keine Knaggen unter den Pfetten. Aus Rombergs Werken geht hervor, dass ihm die Publikationen Rondelets bekannt waren, auch wenn er diesen sowie den Werken von Krafft nach eigener Aussage nichts abgewinnen konnte.<sup>50</sup> Nach Romberg wurde die Konstruktion ein weiteres Mal 1859 von Heinrich Müller publiziert,<sup>51</sup> wobei erneut unter der Anwendung der Knaggen unter den Pfetten. Wie Romberg verwendete auch Müller eine auf den Zerrbalken angebrachte Fußpfette, auf die die Rofen aufgeklaut sind. Die fünfeckige Form stellt ein typisch deutsches Detail des 19. Jahrhunderts dar und findet sich weder bei Dumont noch bei Rondelet. Das Lehrbuch von Johann Gierth aus dem Jahr 1840 zeigt anhand einer weiteren Abbildung, dass es sich bei dieser Art Binder um ein typisches italienisches Anschauungsobjekt in der Literatur handelt.

---

<sup>44</sup> Holzer 2015: S. 89.

<sup>45</sup> Rondelet/Palladio 1810: PL CIV.

<sup>46</sup> Rondelet 1828: Dritter Band, fünftes Buch, zweite Abteilung, S. 122.

<sup>47</sup> Rondelet 1833-36: PL CV, Fig.3.

<sup>48</sup> Romberg 1833: Tab. L, Fig 456.

<sup>49</sup> Romberg 1847: Fig 698.

<sup>50</sup> Romberg 1847: Vorwort.

<sup>51</sup> Müller 1859: Taf. 26, Fig 443.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

Ein weiteres für das 19. Jahrhundert prägendes Beispiel ist das Dach der frühchristlichen Basilika Sankt Paul vor den Mauern in Rom (**Abb.104**). Zeichnungen zu diesem Dach wurden im 19. Jahrhundert sowohl von Rondelet als auch von Krafft<sup>52</sup> veröffentlicht, die wohl kurz vor dem das Bauwerk zerstörenden Brand im Jahr 1823 entstanden.<sup>53</sup> Die Zeichnungen Rondelets stellen drei unterschiedliche Binder der sogenannten Paulskirche dar, wobei die oberste Zeichnung wohl den ältesten Binder dieser Kirche aus dem Jahre 816 zeigt.<sup>54</sup> Den mittleren Binder auf der Zeichnung bezeichnete Rondelet als „nicht so alt und etwas komplizierter“.<sup>55</sup> Nach seinen Worten ist dieser Binder „viel stärker als der vorige“. Der unterste Binder sei der neueste, wohl unter Papst Sixtus V. (Amtszeit 1585–1590) entstanden und „in Vergleichung mit den beiden anderen, viel zu kompliziert“.<sup>56</sup> Im Gegensatz zu Rondelet publizierte Krafft lediglich die beiden neueren Binder.

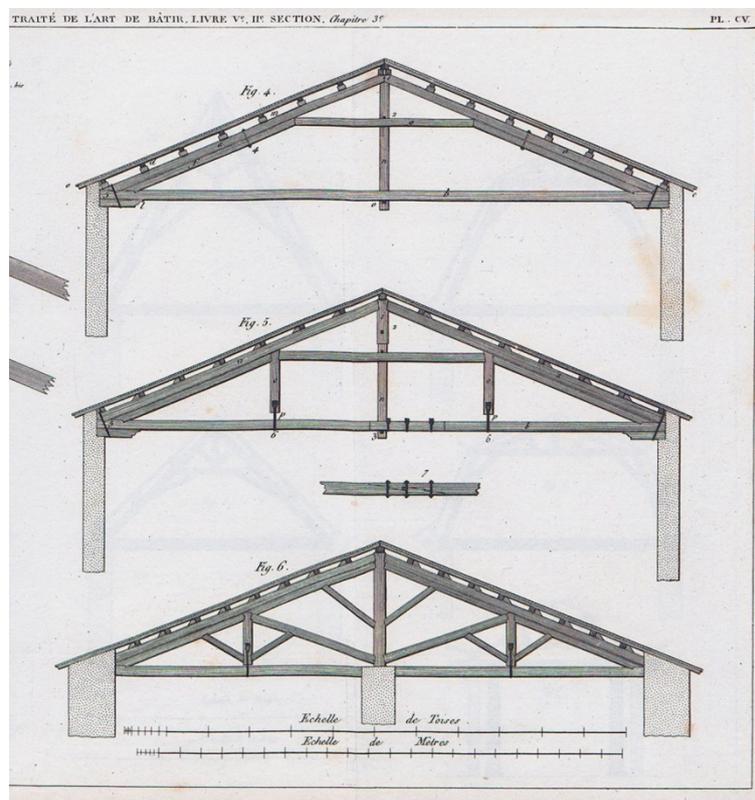


Abb.104: Unterschiedliche Binder des Dachwerks der Kirche Sankt Paul vor den Mauern in Rom<sup>57</sup>

Die Zeichnungen von Rondelet und Krafft unterscheiden sich in einigen Details: Auf der Zeichnung Kraffts ist die mittige Hängesäule des älteren Binders unterbrochen abgebildet und steht auf einem Sattelholz, das wiederum auf dem Spannriegel angebracht ist. Die seitlichen Hängesäulen ruhen ebenfalls auf einem Sattelholz, das auf den Zerrbalken aufliegt. Die Verbindung zwischen

<sup>52</sup> Krafft 1805: Pl XI.

<sup>53</sup> Die Zeichnung findet sich später auch bei Müller 1859 Taf.34, Fig. 403-405 und bei Tarbuck in *Practical Examples* Plate 17, Fig. 3 wieder.

<sup>54</sup> Rondelet 1833-1836: Dritter Band, fünftes Buch, S.123. Die Jahreszahl 816 ist nicht belegt.

<sup>55</sup> Ebd. S. 124.

<sup>56</sup> Ebd. S. 125.

<sup>57</sup> Rondelet 1833-36: 3. Band, Pl. CV. Rondelet publizierte diese Zeichnung auch schon 1810: PL CIV.

Hängesäulen und Sattelholz sind zusätzlich ausgekeilt. Bei Rondelets Zeichnung hingegen sind echte Hängewerke dargestellt, die einen eindeutigen Abstand zwischen Hängesäule und Zerrbalken zeigen. Die Zeichnungen von Rondelet erscheinen 1833 auch in der deutschen Version. Der jüngste von Rondelet dargestellte Binder wird 1842 ein weiteres Mal von Ludwig Friedrich Wolfram publiziert.<sup>58</sup> Müller veröffentlichte 1857 alle drei Binder,<sup>59</sup> wobei er sich wohl ebenfalls an der von Rondelet dargestellten Ausführung orientierte.

Eine der wichtigsten Bauaufgaben, an denen sich der italienische Einfluss auf französisch-klassizistischen Dachwerke ablesen lässt, ist der Theaterbau. Wie entscheidend die schriftliche Verbreitung der Theaterdachkonstruktionen allgemein ab der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts in Frankreich war, zeigt sich sowohl an der Publikation Dumonts, der neben den französischen ebenso italienische Theaterdächer darstellte als auch an dem Werk Kraffts, der sich ausschließlich mit in der Praxis ausgeführten Theaterdächern befasste.<sup>60</sup> Die Bekanntheit französischer Lehrbücher sowie verschiedene ausgeführte Theaterbauten des 19. Jahrhunderts zeigen, dass der italienisch-französische Einfluss auch den deutschen Theaterbau beeinflusste.

Ein typisch italienisches Dachwerk ist in dem Teatro Olimpico von Vicenza verbaut, welches 1583 von Palladio entworfen und von Vincenzo Scamozzi (1548–1616) fertiggestellt wurde (**Abb.105**).<sup>61</sup> Es handelt sich hierbei um ein klassisches italienisches Pfettendach das Dumont den Dächern des Theaters Argentina in Rom von 1731 und des Theater Regio in Turin von 1740<sup>62</sup> voranstellte und eines der Anschauungsobjekte für den französischen Theaterbau darstellte. Das Pfettendach weist ein zweifaches Hängewerk und einen oberen kurzen Ständer auf. Die Hauptstreben werden durch die seitlichen Hängesäulen unterbrochen. Zwischen den seitlichen Hängesäulen ist ein Spannriegel angebracht, auf dem der obere kurze Ständer steht. Der Binder wird durch Kopfbänder stabilisiert, die zwischen Hängesäule und Spannriegel bzw. Hauptstrebe befestigt sind. Hauptsächlich sind die Elemente durch einen einfachen Versatz verbunden. Die Hauptstrebe und der Zerrbalken werden durch die typischen Eisenbänder gesichert.

---

<sup>58</sup> Wolfram 1842: Taf. IX, Fig. VIII.

<sup>59</sup> Müller 1859: Taf. 34, Fig. 403-405.

<sup>60</sup> Krafft 1822: Theaterdächer.

<sup>61</sup> Dumont 1765.

<sup>62</sup> Entworfen von Filippo Juverra, eröffnet 1740 und durch einen Brand zerstört 1936.

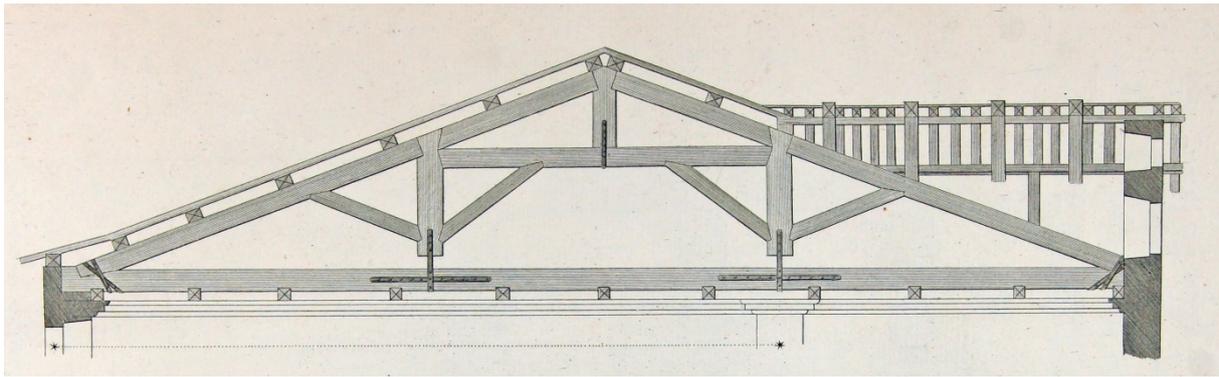


Abb.105: Dachwerk des Theaters Vicenza (1583)<sup>63</sup>

Das ebenfalls von Dumont dargestellte Theater Argentina in Rom (**Abb.106**) zeigt wiederum einen klassischen italienischen Pfettendachbinder. Erbauer des 1731 entstandenen Theaters war Nicola Zabaglia (1664–1750), Meister der Bauhütte des Petersdoms. Er transformierte bei dieser Gelegenheit das herkömmliche italienische Pfettendach in einen frühen Vorläufer der Holz-Eisen-Konstruktionen des 19. Jahrhunderts, indem er eiserne Hängesäulen verwendete. Neben Dumont wurde die Konstruktion außerdem 1805 in einem Holzbau-Kupferstich von Krafft veröffentlicht. Krafft bildet außerdem im Zuge dessen den 1733 erbauten Dachbinder des Theater Tordinona in Rom ab, welcher direkt von Zabaglias Teatro Argentina inspiriert erscheint. Die Zeichnungen von Krafft wurden durch Rondelet 1810 in den Holzbau- Band seines auch in Deutschland verbreiteten Lehrbuches übernommen.<sup>64</sup> Es ist davon auszugehen, dass Rondelet auch das Werk von Dumont bekannt war. Denn einige der abgebildeten, zusätzlichen Verbindungsdetails der Balkenverlängerung sind den dargestellten Darstellungen Dumonts ähnlich. In Deutschland kopierte der bayerische Baubeamte Ludwig Friedrich Wolfram 1842 ebenfalls das Theater Argentina.<sup>65</sup> Vermutlich übernahm Wolfram hier die Zeichnung von Krafft, da er ebenso wie dieser das Theater der Drury Lane in London von 1813 darstellte<sup>66</sup>

---

<sup>63</sup> Dumont 1765.

<sup>64</sup> Rondelet 1810, 219; Taf.114: Ab 1833 erschien eine deutsche Übersetzung des auch zuvor bereits viel beachteten und zitierten Werks.

<sup>65</sup> Wolfram 1842: Taf. VIII, Fig XI.

<sup>66</sup> Krafft, Theater: PL 18, Fig 3, Theatre de Drury –Làne á Londres en 183; Wolfram 1842: Taf. VIII, FigXI.

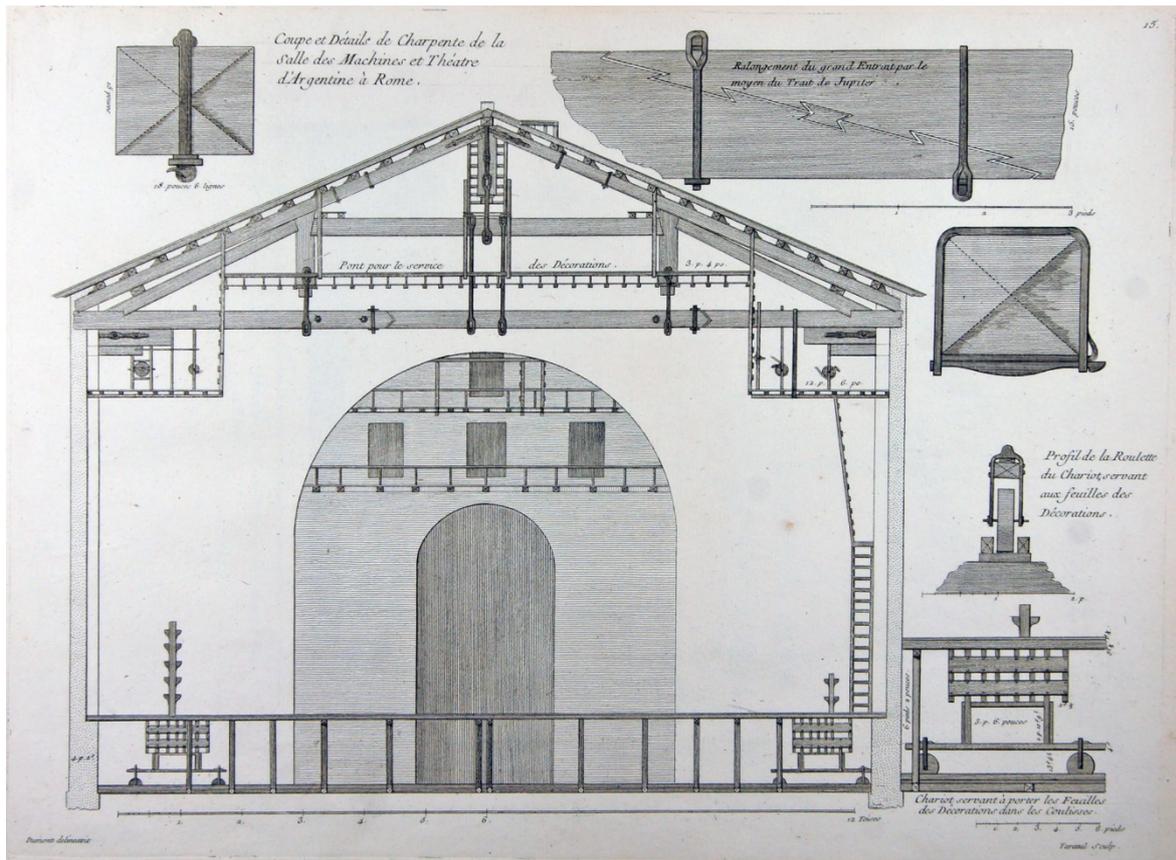


Abb.106: Dachwerk des Theater Argentina (1731)<sup>67</sup> in Rom

Das Dachwerk des Theaters in Turin zählt zu den weiteren Veröffentlichungen von Dumont (**Abb.107**). Es wurde 1740 nach Entwürfen des französischen Architekten Filippo Juverra (1678–1736) errichtet. Weitere Publikationen dieses Dachwerks finden sich bei Krafft<sup>68</sup> und in einer in Frankreich erschienenen Enzyklopädie.<sup>69</sup> Ferner findet sich jenes Dachwerk in dem 1840 veröffentlichten Zimmermanntraktat von Johann Gierth in Wien wieder: Anders als bei den sonst üblichen italienischen Dächern sind zwischen den Hängesäulen Streben angebracht, die in Querrichtung mehrere Dreiecke bilden und gleichzeitig das Tragsystem für die Hängesäulen darstellen. Durch diese Anordnung ergibt sich eine netzartige Struktur, die den gesamten Binder aussteift.

<sup>67</sup> Dumont 1765.

<sup>68</sup> Krafft 1805: Pl 18, Fig. 1ère.

<sup>69</sup> Recueil de Planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques avec leur explication, Paris 1772, Pl X, Zeichnung von Dumont.

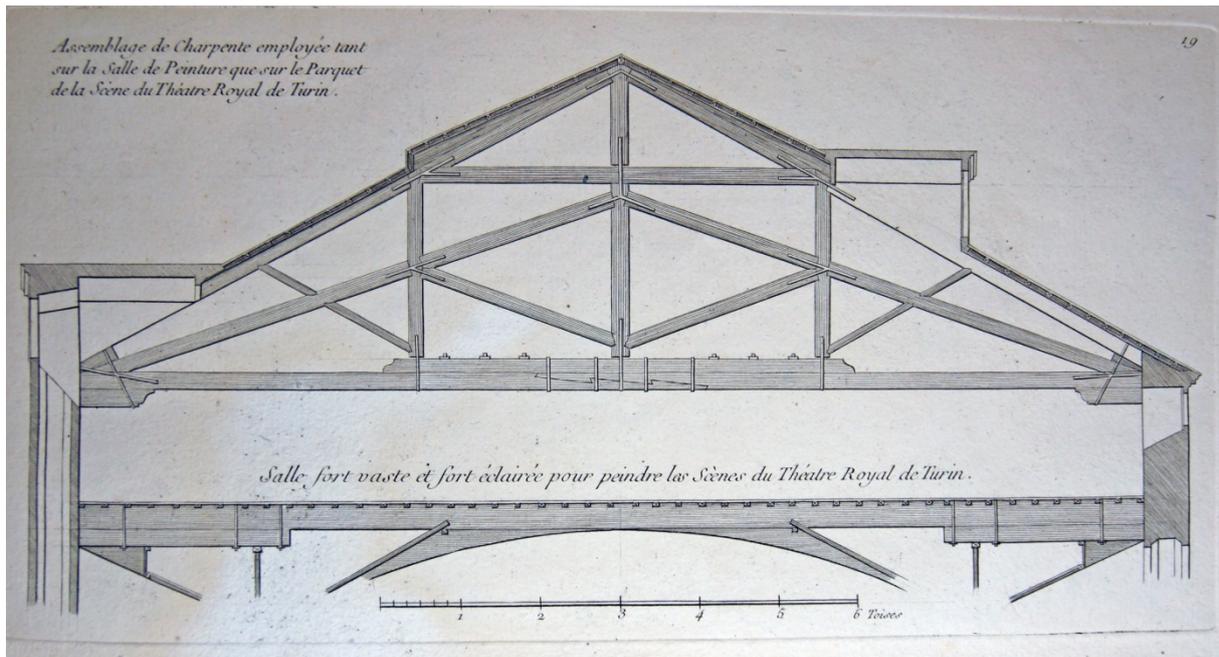


Abb.107: Dachwerk des Theaters in Turin (1740)<sup>70</sup>

Dieses System sich kreuzender Streben übernahm man zudem in das Theater von Lyon (**Abb.108**), welches zwischen 1753 und 1756 von dem französischen Architekten Jacques-Germain Soufflot (1713–1718) errichtet wurde – zu dessen Hauptwerken gehört u.a. St. Geniève, das Pantheon in Paris. Das gesamte Theater wurde zwar 1826 bei einem Brand zerstört, ist aber durch die Zeichnungen von Dumont und Rondelet sowie durch die schon genannte französische Enzyklopädie zumindest zeichnerisch bis heute dokumentiert.

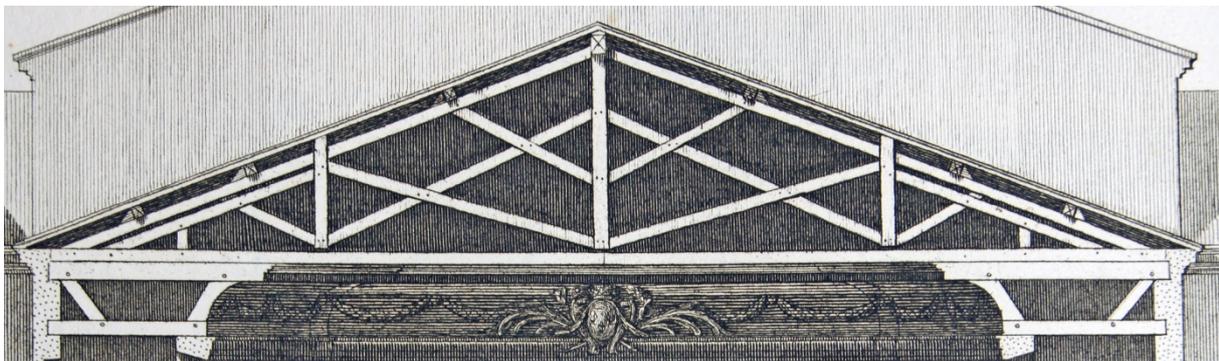


Abb.108: Dachwerk des Theaters in Lyon (1753-1756)<sup>71</sup>

Ein Beispiel außerhalb des Theaterbaus, das am Ende auf die italienischen Hängewerksbinder zurückzuführen ist und über Krafft<sup>72</sup> oder Rondelet<sup>73</sup> in die deutsche Literatur übertragen wurde, ist in der für damalige Verhältnisse geradezu sensationell weit gespannten Dachkonstruktion<sup>74</sup> der

<sup>70</sup> Dumont 1765: Tafel 19.

<sup>71</sup> Dumont 1765.

<sup>72</sup> Krafft 1821.

<sup>73</sup> Rondelet 1834.

<sup>74</sup> Spannweite 40 Meter.

später "Manezh" genannten Reithalle in Moskau zu suchen, die im Jahre 1817 von dem Ingenieur Augustin de Bétancourt (1758–1824) errichtet wurde. Sicherlich war Bétancourt durch seine zahlreichen internationalen Erfahrungen sowohl aus England als auch aus Paris und Madrid bei dem Entwurf der Reithalle beeinflusst. Bei dem Dachwerk finden sich neben den aus Italien übernommenen Hängewerken auch moderne Zusätze wie Zangen-Hölzer oder die Balkenverstärkung mit Holzdübeln und Eisenbolzen wieder. Für die Verbindung der einzelnen Holzelemente verwendete Bétancourt Eisenschuhe, die die zimmermannsmäßigen Verbindungen ersetzen. Auslöser für diese gusseisernen Knotenelemente war die Schwierigkeit, eine größere Zahl hochgradig druckbelasteter Holzbalken an einem einzigen Punkt miteinander kraftschlüssig zu verbinden. Die Bekanntheit dieser Konstruktion im gesamten 19. Jahrhundert ist durch zahlreiche Kopien in fast allen bedeutenden Lehrbüchern belegt,<sup>75</sup> die letztlich auf eine Zeichnung Bétancourts selbst zurückzuführen sind<sup>76</sup>.

Wie sich an den verschiedenen Beispielen der aus Frankreich übernommenen italianisierenden Dachwerken zeigt, sind es in Bayern gerade die Lehrbücher von Wolfram und Romberg, die zu einer weiteren Verbreitung dieser Konstruktionsart führten. Sie sind ein Beleg dafür, dass ein internationaler Transfer verschiedener Dachwerkstypen stattfand, der zur Findung und Entwicklung neuer Dachwerkstypen beitrug.<sup>77</sup>

Neben den französischen Beispielen sind Dachwerke nach italienischer Machart während des gesamten Jahrhunderts im gesamten deutschen Raum Gegenstand der Fachliteratur. Für die Entwicklung in Bayern war das spätere Werk Rombergs aus dem Jahre 1847 entscheidend, eine zunehmende Anzahl von Konstruktionen nach italienischer Machart sind in diesem vereint. Professor Eduard Metzger, der Lehrstuhlinhaber an der technischen Hochschule in München, nahm die Konstruktionen 1847 ebenso selbstverständlich in sein Lehrbuch auf, wie 1882 sein Hochschulkollege Professor Rudolph Gottgetreu. Die Vorteile des Pfettendachs begründeten die Architekten dabei stets ähnlich; etwa beschrieb 1840 der Wiener Zimmermann Johann Gierth die Vorzüge wie folgt<sup>78</sup>: „Diese Konstruktionsart ist vorzüglich bei solchen Gebäuden anzuwenden, bei denen der Dachraum nicht von großem Belange ist, denn dieses Dach bedarf kaum den dritten Theil des Holzes, welches eine andere Konstruktion erfordert, und verschafft durch die auf seine Breite verhältnißmäßig geringere Höhe dem Gebäude ein gefälliges Ansehen“. Diese Aussage deckt sich mit den aufgelisteten Punkten, die Germano Wanderley (1845–1904), Professor an der Staats-Gewerbeschule

---

<sup>75</sup> Romberg 1833: LXIX, Fig. 508 A; Wolfram 1842: Taf IX, Fig. XIV; Menzel 1842: Taf. V, Fig. 59; Mitterer 1851: Taf. 65, Fig 743.

<sup>76</sup> Bétancourt: Description de la Salle d'exercice de Moscou, Petersburg 1819.

<sup>77</sup> Dieser Transfer zeigt sich nicht nur an den italienischen Dachwerken. Insbesondere die in Preußen erschienenen Vorlegeblätter für Zimmerer übernehmen zahlreiche Zeichnungen aus dem Werk von Krafft. Publikationen von Georg Moller oder Andreas Romberg belegen die Kenntnis über die Werke von Krafft auch durch eine schriftliche Erwähnung.

<sup>78</sup> Gierth 1840:S. 280, Taf. XVII, Fig. 1.

in Brunn 1877 zusammenstellte und die wohl der allgemeinen Einstellung gegenüber dem Pfettendach in Deutschland entsprachen:

1. Eine freie Ausbildung des Dachraums
2. Eine zweckmäßige Construction aller Dachgerüste und besonders der überhängenden Dächer
3. Eine große Holzersparnis

### **Entwürfe italienischer Dachwerke in Bayern vor 1800**

#### Dachwerk der „Loggia“ am Perlachplatz in Augsburg (Planzeichnung 1607) von Elias Holl

In Bayern sind vor der Wende ins 19. Jahrhundert nur wenige Beispiele bekannt, die ein Dachwerk nach italienischer Machart darstellen. Eine Rarität entstand mit der Planzeichnung von Elias Holl (1573–1646) des Dachwerks der „Loggia“ am Perlachplatz in Augsburg von 1607 (**Abb.109**).<sup>79</sup> Wie aus der Zeichnung ersichtlich, wurde eine Konstruktionsform gewählt, die einige Parallelen zum italienischen Original aufweist. Gleichzeitig gibt es einige Details, die auf deutsche Zimmermannstraditionen zurückzuführen sind, infolge dessen insgesamt von einer deutsch-italienische Konstruktion die Rede sein kann. Die flache Dachneigung und die Anordnung eines Hauptstrebenpaares, welches die mittlere „Hängesäule“ aufhängt sowie der Verbund aus unterem Strebenpaar (unter den Hauptstreben), den seitlichen Hängesäulen und der dazwischen befindlichen Spannriegel erinnern an das italienische Original. Der auf dem Spannriegel liegende Kehlbaken sowie die Fünfeckschwellen, in die die unteren Streben hinein gezapft sind, gleichen hingegen eher einer Konstruktion eines liegenden Stuhls, der zu dieser Zeit die gängige Konstruktionsart bei Dachwerken in Bayern darstellte. Die „Hängesäulen“ stehen auf Überzügen und scheinen mit diesen fest verbunden zu sein. Überzüge waren unüblich für italienische Dächer, sondern vielmehr typische Details einer barocken Konstruktion. Die Streben, die sich bei Holl zusätzlich zwischen den Knotenpunkten Ständer/Spannriegel und Überzug/Zerrbalken finden sowie die seitlichen kurzen Streben zwischen unterer Strebe und Überzug entsprechen wiederum den Zeichnungen italienischer Protagonisten wie Andrea Palladio.<sup>80</sup> Der horizontale Balken, welchen Holl im Längsschnitt als Brustriegel bezeichnet, stellt dagegen eher eine Reminiszenz an barocke Tragwerke dar. Auch die waagerechten Riegel, die zwischen die Bindergespärre gezapft sind, sowie der zusätzliche Längsverband mit Andreaskreuzen erinnern an die damals übliche Zimmermannstradition. Die barocken Details zeigen, dass der Umgang mit den italienischen Hängewerksbindern in dieser Zeit nicht gängig und in der Praxis nicht hinreichend bekannt war. Vielmehr scheint Holl ein italienisches Dachwerk nach deutscher Tradition errichten zu wollen. Die Verwendung italienischer

---

<sup>79</sup> Gegenstand verschiedener Publikationen: Vollmar 1985, in: Baer, Wolfram (Hrsg.): S. 67–7; Holzer 2008; Valeriani 2008.

<sup>80</sup> Palladio 1570.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

Dachwerksdetails und die in Bayern unübliche flache Dachneigung belegen jedoch Holls Kenntnis hinsichtlich der italienischen Bautradition. Ungeachtet dessen, dass das Dachwerk nie errichtet wurde, ist von der geplanten Ausführung auszugehen. Wie Simona Valeriani 2008 in einem Artikel über Holl und über den italienischen Einfluss auf die Augsburger Bautechniken schreibt,<sup>81</sup> ist das Wissen Holls über italienische Bautraditionen aufgrund seines Italienaufenthalts nachvollziehbar.<sup>82</sup> Zudem schlüsselt sie auf, dass Holl mit großer Wahrscheinlichkeit Zugang zu den berühmten Architekturtraktaten von Andrea Palladio und Sebastiano Serlio (1475–1554) hatte<sup>83</sup>. Auch S. Holzer widmet sich in seiner Publikation über barocke Bautechnik<sup>84</sup> kurz dem Loggia-Dach von Holl. Demnach ist auf einem Plan von Holl eine sogenannte Zulage oder ein Werksatz dargestellt, der die wahren Längen der bereitgelegten Konstruktionshölzer für den Zimmermann auf dem Zimmerplatz wiedergeben soll. Der Längsverband wurde zudem aus Blickrichtung von außen dargestellt, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass der Zimmerer die Bundseite der Konstruktionshölzer erkennen musste.<sup>85</sup>

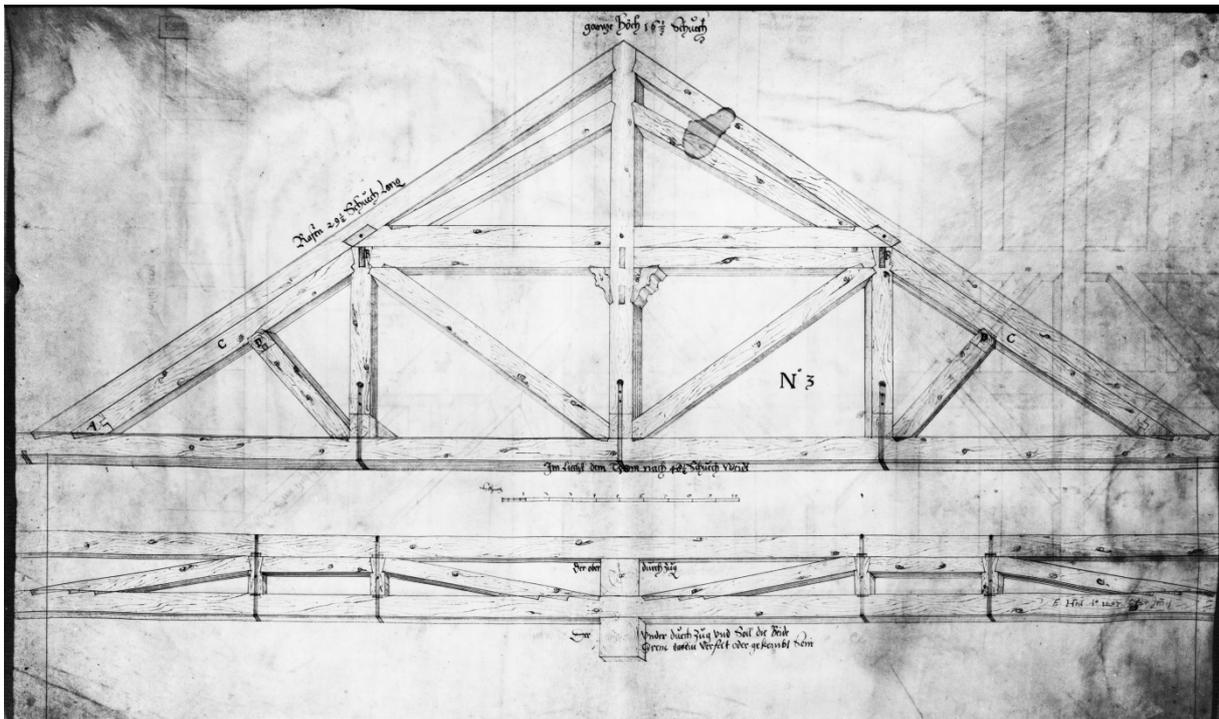


Abb.109: Dachwerk der "Loggia" am Perlachplatz in Augsburg (zerstört; Planzeichnung von Elias Holl, 1607). Spannweite 16 m (Foto Holzer)<sup>86</sup>

<sup>81</sup> Valeriani 2008, in: *Architectura*, S. 97-108.

<sup>82</sup> Valeriani 2008: S.99-100, 108.

<sup>83</sup> Valeriani 2008: S. 105.

<sup>84</sup> Holzer/Köck 2008.

<sup>85</sup> Holzer 2008: S.93, Anmerkung 231.

<sup>86</sup> Herzog Anton Ulrich-Museum, Braunschweig.

Theatinerkirche St. Kajetan in München Agostino Barelli

Ein weiteres frühes Beispiel einer italienischen Konstruktion stellt die Planzeichnung von 1663 von Agostino Barelli (1627–87) der Theatinerkirche St. Kajetan in München dar (**Abb.**). Im Gegensatz zu dem Dach von Holl wurde dieses Dach tatsächlich ausgeführt; jedoch 1945 bedauerlicherweise zerstört. Es handelt sich bei diesem Dach um ein dreifaches Hängewerk, das auch als solches ausgeführt wurde. Dies zeigt auf den Planzeichnungen der leichte Abstand zwischen Hängesäulensole und Zerrbalken. Die oberste kurze Hängesäule unterhalb des Firstes hängt den Spannriegel des unteren doppelten Hängewerks auf, das wiederum der Aufhängung der Zerrbalken dient. Die Hauptstreben werden durch die unteren Hängesäulen unterbrochen. Das Dach der Theatinerkirche stellt mit seiner sehr flachen Dachneigung (21°) eine Seltenheit im südbayerischen Raum dar und kann als reine italienische Konstruktion betrachtet werden, was auf die italienische Herkunft und Ausbildung Barellis zurückzuführen ist.<sup>87</sup> Als gebaute Realität findet das italienische Dachwerk auch in Barellis Mittelbau des Schlosses Nymphenburg seine Verwendung.<sup>88</sup>

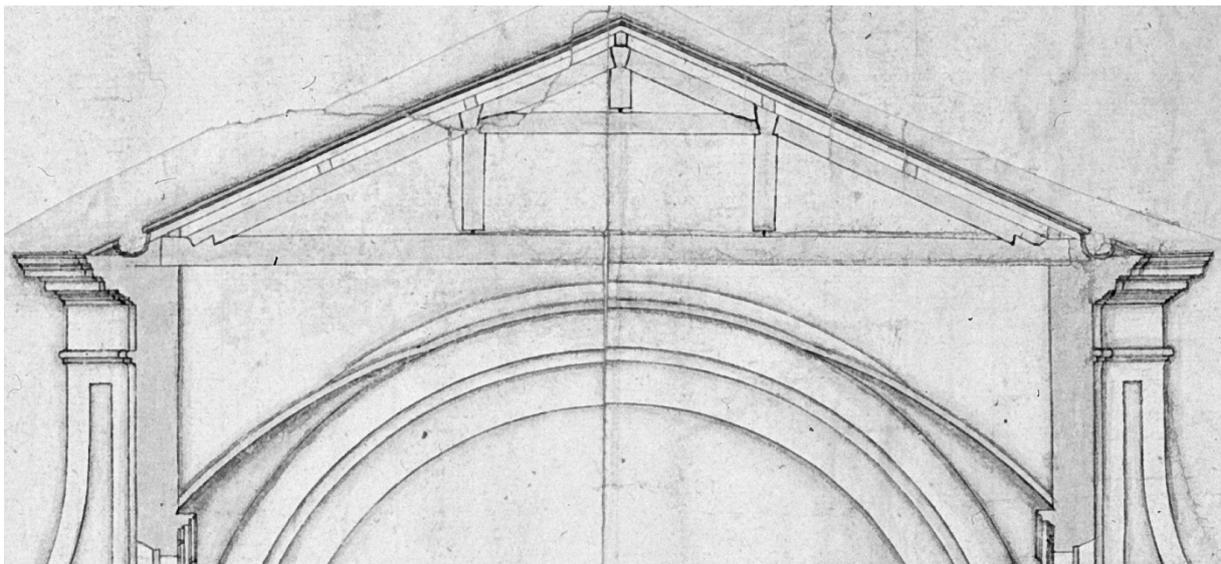


Abb.110: München, Theatinerkirche: Ausschnitt aus dem sogenannten BARELLI-Plan mit Darstellung der Konstruktion des Dachwerks<sup>89</sup>

Da das Dach heute nicht mehr erhalten ist, gibt nur ein Reparaturentwurf von August von Voit, der zwischen 1830 und 1860 entstanden ist, Aufschluss über die tatsächliche Ausführung Barellis Entwurf (**Abb.111**): So sind bei dem Vergleich deutliche Unterschiede zwischen der Zeichnung Voits und dem

---

<sup>87</sup> Braun-Ronsdorf, Margarete, „Barelli, Agostino“, in: Neue Deutsche Biographie 1 (1953), S. 587 f. [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd131969153.html>: Barockbaumeister, \* 1627 Bologna (?), † nach 1687 Bologna. (katholisch). Barelli war von 1662-1675 in München tätig

<sup>88</sup> Wiesneth/Jelschweski 2010, in: Barthel, Rainer: Denkmalpflege und Instandsetzung. Vorträge im Wintersemester 2008/09, S. 73–85.

<sup>89</sup> Bayerisches Hauptstaatsarchiv München, Plansammlung, Nr. 78076.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

---

Original festzustellen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass Voits Entwurf unter Beibehaltung der Dachform seinen eigenen modernen Vorstellungen eines solchen Dachbinders entsprach. Er arbeitete bei der Reparatur mit Balkenverstärkungen, die typisch für diese Zeit aus aufgedoppelten Balken bestanden und miteinander verschraubt waren. Zwischen den Balken sind Holzdübel eingelassen, die ein Abscheren verhindern sollen. Diese Art der Balkenverstärkung wurde in den Architekturtraktaten des 19. Jahrhunderts wieder vermehrt aufgenommen, wobei jene Verstärkung bereits Gegenstand der Traktate des 16. Jahrhunderts waren. Bekannte Beispiele einer solchen Balkenverstärkung im 19. Jahrhundert sind die Dachwerke des Nationaltheaters und des Gärtnerplatztheaters in München. Statt der unterbrochenen Hauptstreben verwendete Voit Unterstreben und verlängerte die mittlere Hängesäule bis zu den Zerrbalken. Durch die zusätzlichen Streben entstand eine Art Fachwerkbinder, der dem jüngsten Dachbinder der Peterskirche in Rom ähnelt. Die notwendigen Reparaturmaßnahmen können darauf hindeuten, dass Barellis Konstruktion Verformungen hervorgerufen hat.

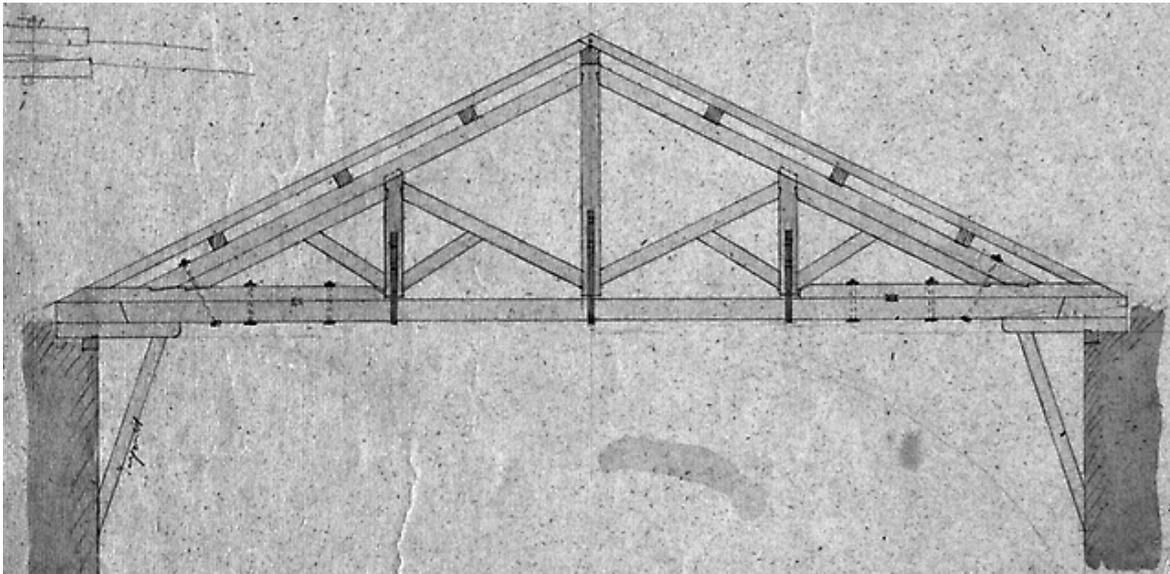


Abb.111: Dachwerk der Theatinerkirche, Reperaturentwurf von August von Voit<sup>90</sup>

### Italienische Dachwerke in Bayern nach 1800

Für die Zeit von 1800 bis ungefähr 1820 sind italienische Pfettendächer weiterhin eher sporadisch in Bayern vorzufinden. Während im badischen Raum – vermutlich aufgrund der Nähe zu Frankreich – durch Friedrich Weinbrenner schon sehr früh das italienische Dach<sup>91</sup> Anwendung fand,<sup>92</sup> lassen sich

---

<sup>90</sup> Bauaufnahme A. Voit, 1. H. 19. Jh., TU München, Architekturmuseum).

<sup>91</sup> Während seiner Lehrtätigkeit erstellte Weinbrenner im Rahmen seiner Planungen für ein „architektonisches Lehrbuch“ zahlreiche Zeichnungen (Schirmer, Wulf: Lehrer-Schüler, in: Friedrich Weinbrenner, Ausstellung des Instituts für Baugeschichte an der Universität Karlsruhe (1977), S. 136-137).

<sup>92</sup> Zum Beispiel das Ballhaus von 1796 von Friedrich Weinbrenner, bei dem er ein typisches italienisches Pfettendach verwendete (Ausstellung des Instituts für Baugeschichte an der Universität Karlsruhe: Friedrich

die mediterranen Konstruktionen flächendeckend sowohl im preußischen<sup>93</sup> als auch im bayerischen Raum vorwiegend erst ab den 1820er Jahren beobachten. In Bayern wurde, wie schon beschrieben, bei flacher Dachneigung vielfach nach wie vor der liegende Stuhl verwendet.

### Entwurf zur Wiener Oper von Carl von Fischer

Ein seltenes und sehr frühes Beispiel stellt der Entwurfsversuch ein italienisches Dachwerk in eine steile Dachneigung zu integrieren von Carl von Fischer dar (**Abb.112**). Fischer war bei der Entstehung des Entwurfs in Wien ansässig und wurde 1806 erster Professor für Baukunst an der Bauakademie in München. Verschiedene Reiseskizzen, die in der Zeit von 1807 bis 1808 entstanden, belegen Fischers Aufenthalt in Italien.<sup>94</sup> Für gewöhnlich verwendete der Münchner Professor bei seinen Entwürfen hauptsächlich den liegenden Stuhl, dabei war es unerheblich, ob das Gebäude eine flache Dachneigung hatte oder steiler geneigt war.<sup>95</sup> Bei dem Entwurf der Wiener Oper aus dem Jahre 1803 versuchte Fischer jedoch das italienische Dachwerksprinzip auf ein hohes Dach zu übertragen, indem er mehrere Hängewerke übereinander anordnete. Der obere Teil zeigt dabei Ähnlichkeit zu den Dachwerken von Palladio und ist, von der steileren Dachneigung abgesehen, eindeutig dem italienischen Dachwerkstypen zuzuordnen. Auch das untere Hängewerk sowie die gestoßenen Zerrbalken zeigen eine italienische Konstruktion mit den typischen Verbindungselementen. Ungewöhnlich ist gleichwohl die Anwendung eines zweiten Spannriegels, dessen Funktion nicht deutlich wird. Die etwas ungenaue Darstellung des Verbindungspunktes der beiden oberen Enden der unteren Hängesäulen und der äußeren Streben spricht für eine gewisse Unsicherheit in der Verwendung solcher Hängewerkssysteme. Auch die Verwendung einer Mauerlatte unterhalb der Stichbalken, auf denen die Zerrbalken liegen, ist für italienische Konstruktionen untypisch. Nichtsdestotrotz zeigt dieser Entwurf eines führenden Münchner Architekten, dass der italienische Binder bei deutschen Dachwerken langsam Einzug hielt.

---

Weinbrenner 1766-1826, Staatliche Kunsthalle Karlsruhe 29.10.1977-15.1.1978, S.39; Arthur Valdenaire: Friedrich Weinbrenner, Karlsruhe 1985, S. 44, Abb. 31).

<sup>93</sup> Verschiedene Beispiele in: Sammlung architektonischer Entwürfe: enthaltend Theils Werke welche ausgeführt sind, Theils Gegenstände, deren Ausführung beabsichtigt wurde (1858): Neues Schauspielhaus Berlin von 1818, Bohlenbinderdach mit flach geneigtem Pfettendach; Entwurf zur Kirche am Werderschen Markt 1824-1830 (Tafel 87); Entwurf einer kleinen Kirche (Tafel 76,78).

<sup>94</sup> <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938279>

<sup>95</sup> Vgl. Kapitel 3) Der liegende Stuhl im 19. Jahrhundert, S 27- S. 28.

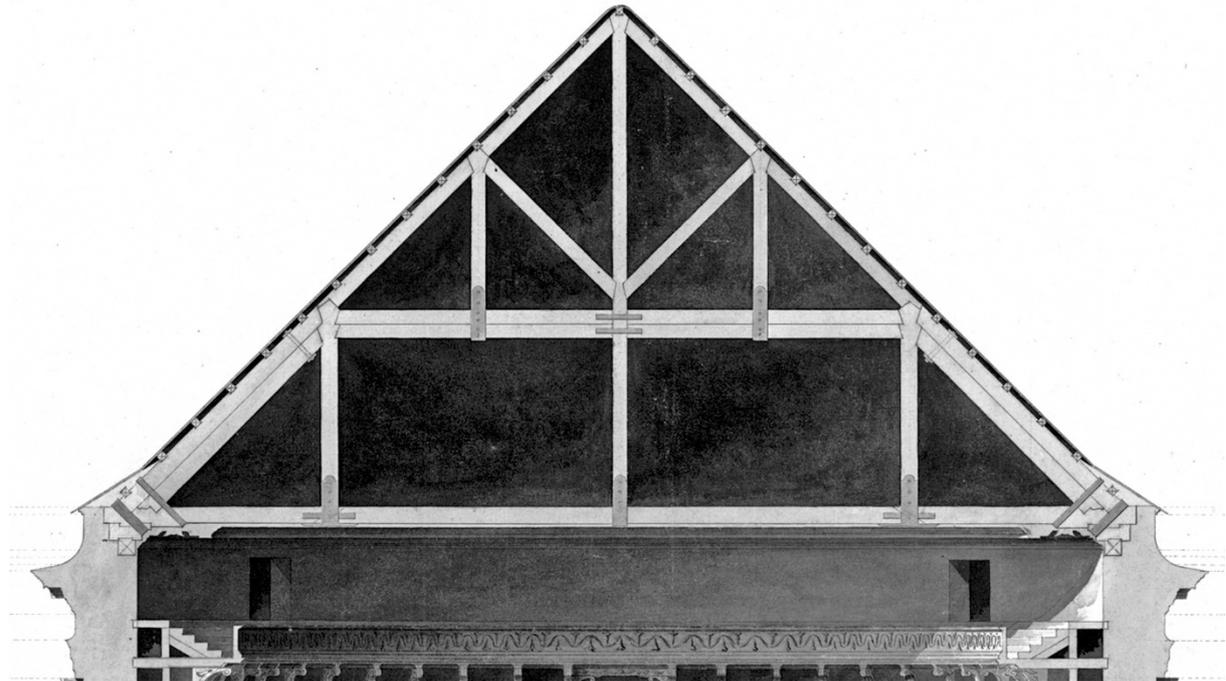
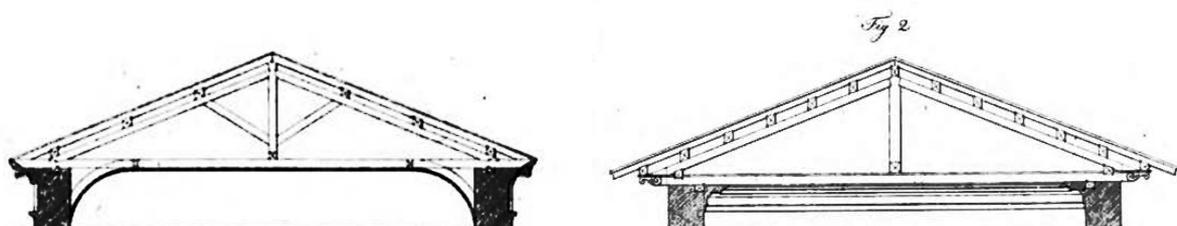


Abb.112: Entwurf Oper Wien 1803<sup>96</sup> von Carl von Fischer

#### Bauwerke von Leo von Klenze nach Art des italienischen Pfettendachs

Ab den 1820er Jahren war es hauptsächlich Leo von Klenze der in München einen flächendeckenden Impuls hinsichtlich der Verbreitung der italienischen Konstruktionsart gab. Klenze, seit 1815 Hofarchitekt des bayerischen Königs Ludwig I., hatte aufgrund seiner Stellung großen Einfluss auf das Münchener Baugeschehen. Mit seinen Anweisungen zu Bauten des „Christlichen Cultus“ bietet er einen Überblick verschiedener Spannweiten mit flacher Dachneigung (**Abb.113**). Seine Dachwerkskonstruktionen beruhten dabei immer auf dem Pfettendach, wobei er entweder Hängesäulen, Ständer oder Hängewerksbinder als Träger für die Pfetten verwendete und damit nahezu die gesamte Bandbreite verschiedener Konstruktionen bei flacher Dachneigung für diese Zeit abbildete. Für die kleinen Spannweiten kamen einfache italienische Binder mit Hängesäule und Sprießen zur Anwendung. Für größere Spannweiten verwendete er Mehrfachhängewerke mit Pfetten auf Hängewerksbindern oder auf Ständern. Klenze war bei Erstellung der Zeichnungen durch seine Tätigkeit in Frankreich und seine Italienreisen geprägt.



---

<sup>96</sup> Fischer, Carl von: Oper in Wien, 1803; In: mediatum, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung], Kat. Nr. 5.8; FN 74, URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=938467>.

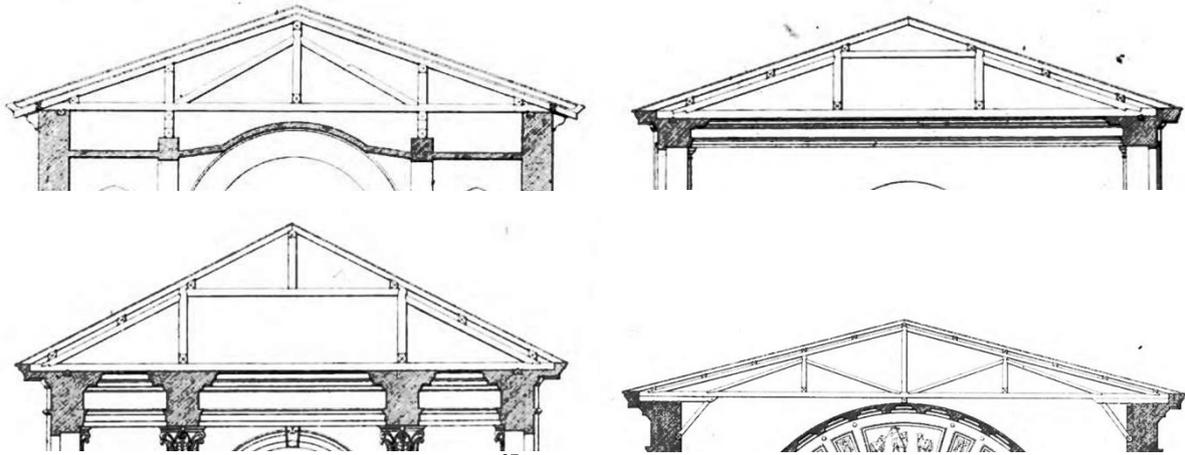


Abb.113: Verwendete Systeme von Klenze<sup>97</sup>

Zahlreiche ausgeführte Gebäude von Klenze zeigen, dass der Architekt die italienischen Dachwerke tatsächlich umsetzte. Zwar wurden die meisten seiner Gebäude im 2. Weltkrieg zerstört, durch die Lehrbücher von Andreas Romberg sind jedoch einige Dachwerkszeichnungen bis heute erhalten.<sup>98</sup> Das Lehrbuch Rombergs aus dem Jahre 1847 trägt überdies eine Widmung für Leo von Klenze. Etwa zur gleichen Zeit zu Klenzes Publikation wurde in Rom das gemeinsame Werk von Johann Gottfried Gutensohn (1792–1851) und Johann Michael Knapp (1791–1861) veröffentlicht, welches mit dem Titel „Denkmale der christlichen Religion oder Sammlung der christlichen Kirchen Roms vom 4ten bis zum 13ten Jahrhundert“<sup>99</sup> 50 Kupferstichtafeln beinhaltet, die eine systematische Darstellung der frühen und mittelalterlichen Kirchen Roms zeigen. Gutensohn, der an der Kunstakademie in München studierte, hatte etwa ein Rom-Stipendium auf Anraten Klenzes erhalten.<sup>100</sup> Dementsprechend dürfte das Werk auch in München bekannt gewesen und als Hilfestellung verschiedener Entwürfe verwendet worden sein, bevor es dann endgültig 1843 unter dem Titel „Die Basiliken des christlichen Roms“ in München veröffentlicht wurde.

### Theaterdächer

#### Nationaltheater München

Eines der wichtigsten Gebäude, das die Verwendung des italienischen Pfettendachs durch Klenze widerspiegelt, ist das Nationaltheater in München. Zunächst wurde das Gebäude zwischen 1811 und 1817 nach Plänen des Münchner Architekten Carl von Fischer erbaut, jedoch wurde es 1823 bei einem Brand bis auf die Grundmauern zerstört. Daraufhin begann noch im selben Jahr der

---

<sup>97</sup> Klenze 1822.

<sup>98</sup> Durch Romberg dargestellte Dachwerke Klenzes in München: Protestantische Kirche, Odeon, Königsbau der Residenz, Alte Pinakothek, Allerheiligenhofkirche.

<sup>99</sup> Knapp/Gutensohn: Romaufenthalt 1822-1827 und 1843 in München.

<sup>100</sup> Zuchold, in: Stiftung Preussischer Schlösser und Gärten Berlin Brandenburg, Online-Bestandskatalog, URL: [http://bestandskataloge.spsg.de/local/thementexte/zeichnungen-FW-IV/zuchold\\_Gutensohn%20Knapp.pdf](http://bestandskataloge.spsg.de/local/thementexte/zeichnungen-FW-IV/zuchold_Gutensohn%20Knapp.pdf).

Wiederaufbau des Gebäudes, wobei Klenze die Leitung und Planung übernahm und auf Anweisung des Königs den Vorgängerbau rekonstruierte. Das Theater konnte schließlich 1825 wiedereröffnet werden (**Abb.114**). Leider wurde das Dachwerk 1945 abermals zerstört, so dass es heute nur noch theoretisch betrachtet werden kann: Zahlreiche Zeichnungen in der zeitgenössischen Literatur dokumentieren dessen Form nachvollziehbar; so geben etwa die Lehrbücher von Andreas Romberg von 1833 und von 1847 Aufschluss über sämtliche Details des Dachwerks. 1841 erschienen zudem mehrere Zeichnungen in der Allgemeinen Bauzeitung in Wien; mit leicht abweichenden Details wurde das Dachwerk 1840 ein weiteres Mal von dem Wiener Zimmerer Johann Gierth veröffentlicht und noch 1882 wurde es erneut in dem Lehrbuch von Rudolph Gottgetreu abgedruckt – Eine gleichbleibende Anerkennung dieser Konstruktion ist somit zu erkennen. Klenze ist allgemein bekannt für seine technisch-fortschrittlichen Konstruktionen; beispielsweise an dem eisernen Dachwerk der Walhalla von 1830 bis 1842 in Regensburg abzulesen.

Das Dachwerk des Nationaltheaters wurde beim Wiederaufbau weiterhin in Holz gefertigt. Klenzes Konstruktion überspannte ohne zusätzliche Unterstützung von unten eine für die Zeit enorme Spannweite von 30 Metern. Zu den Rahmenbedingungen zählte ein möglichst freier Dachraum zwischen den Bindern, um Aufzüge der Bühnentechnik im Dachwerk unterbringen zu können. Aus diesem Grund wurden möglichst wenige Elemente für eine Längsaussteifung angestrebt. Entsprechend der Zeit wurde eine flache Dachneigung verwendet, weshalb es nahezu zwingend war, dass Klenze sich an der italienischen Konstruktionsart des Pfettendachs orientierte. Klenze war durch seine langjährige Tätigkeit in Paris mit den französischen Theaterdachwerken vertraut, die unter Verwendung des klassizistischen Architekturstils ähnliche Bedingungen zu erfüllen hatten. Sowohl die Architektursprache als auch die Anwendung des italienischen Pfettendachs in Theatergebäuden, wie beispielsweise bei den Theatern in Turin oder Lyon, griff Klenze für die Planung des Dachwerks des Nationaltheaters in München auf. Es zählt demzufolge zu den ersten Theaterbauten dieser Machart in Deutschland.

Bei der Betrachtung der Zeichnungen des Dachwerks des Nationaltheaters fällt auf, dass, wie bei italienischen Pfettendächern üblich, ein Binder aus den Hauptstreben, die die Tragkonstruktion der Pfetten bilden, besteht. Auf den in kurzen Abständen angeordneten Pfetten liegen die Rofen. Die Hauptstreben enden in einer kurzen Hängesäule, die die Firstpfette trägt. An ihren unteren Enden sind sie, charakteristisch für italienische Dachwerke, in die Zerrbalken hineinversetzt und mit Eisenbändern gesichert. Zusätzlich sind vier weitere Hängesäulen angeordnet, die die Zerrbalkenlage mit Eisenbändern aufhängen. Zwischen den Hängesäulen sind Spannriegel angebracht. Der Zerrbalken besteht aus zwei übereinanderliegenden Balkenelementen, die durch Holzkeile vor gegenseitigem Verschieben in horizontaler Richtung gesichert sind. Auch in Italien war die

Aufdoppelung der Balken durchaus üblich, jedoch besteht die Verbindung der Elemente hier eher aus einer Zahnschnittverbindung. In senkrechte Richtung wurden die Balkenelemente im Nationaltheater durch eiserne Schraubbolzen zusammengehalten. An den äußeren Enden ist das untere Balkenelement höher ausgeführt, als in der Mitte, wodurch sich insgesamt ein größerer Balkenquerschnitt in diesen Bereichen ergibt. Während in Italien die Zerrbalken auf kurzen Stichbalken, die in den Außenwänden angebracht sind, aufliegen, sind diese bei Klenzes Konstruktion nach typisch deutscher Machart auf Mauerlatten aufgekämmt. Ein weiterer wichtiger Unterschied zu dem italienischen Dach stellen die doppelten Hängesäulen, die untereinander verschraubt sind und die die Binderkonstruktion von vorne und hinten umklammern, dar. Diese Machart fand bereits in zahlreichen Dachwerken in den vorhergehenden Jahrhunderten in Deutschland Anwendung. Als ebenfalls unüblich für die italienischen Konstruktionen ist die zusätzliche Längsaussteifung zu betrachten, die aus massiven Andreaskreuzen besteht, welche wiederum in der Ebene der Hauptstreben angeordnet sind. Diese Anordnung ist anhand des Längsschnitts und den Zapfenlöchern in den Hauptstreben im Querschnitt ersichtlich. Auch die Verwendung eines polygonal angeordneten Stabwerkbogens unterhalb des unteren Spannriegels hebt sich von der Manier der italienischen Dachwerke ab; war aber in Deutschland keine neue Idee. Der bogenförmige Aufbau einzelner Stäbe fand häufig Anwendung in hölzernen Brücken sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz; die Übertragung vom Brückenbau auf die Dachwerke lag somit Nahe. Ein frühes Beispiel in dieser Hinsicht ist die Abteikirche von Wieblingen<sup>101</sup> aus dem Jahr 1774.

Verschiedene Dachwerke renommierter Architekten zeigen, dass die Verwendung der bogenförmigen Stäbe zu Beginn des 19. Jahrhunderts durchaus üblich war. So findet sich dieses Detail schon in Klenzes Marstall von 1817 in München, aber beispielsweise auch in dem Karlsruher Theaterentwurf von ca.1806 und in dem ehem. Gesellschaftshaus des Stephaniebades in Karlsruhe-Beiertsheim von Friedrich Weinbrenner aus den Jahren 1809 bis 1811. Ebenfalls typisch für Konstruktionen des 19. Jahrhundert ist die Ausbildung eines Kniestocks. In der Konstruktionszeichnung des Nationaltheaters liegen die Fußpunkte der Rofen oberhalb der Zerrbalkenlage. Die Rofen enden in einer fünfeckigen Schwelle, die auf kurzen Stichbalken aufgekämmt ist, die wiederum auf einer Mauerlatte befestigt und mit den Hauptstreben verbunden sind.

---

<sup>101</sup> Sachse 1975: S. 80-90.

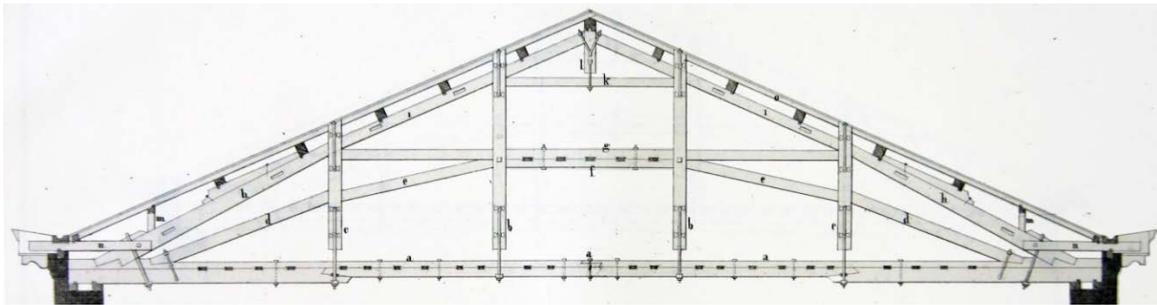


Abb.114: Dachwerk des Nationaltheaters in München (1824) von Leo von Klenze<sup>102</sup>

### Gärtnerplatztheater in München

Eine nahezu identische Konstruktion zu dem Dachwerk des Nationaltheaters findet sich im Gärtnerplatztheater ebenda wieder, welches 1864 durch die Planung von Franz Michael Reiffenstuel (1804–71) errichtet (**Abb.115**) und 1882 durch Rudolph Gottgetreu publiziert<sup>103</sup> wurde. Wie ähnlich das bis heute vollständig erhaltene Dachwerk am Gärtnerplatz dem ehemaligen Werk am Max-Joseph-Platz ist, zeigt ferner die Beschreibung Gottgetreus: „Der Dachstuhl über das ältere Hof- und Nationaltheater hat sich so bewährt, dass beim Baue des neuen Gärtner-Theaters dessen Konstruktion in den die Massverhältnisse entsprechenden Modifikationen zur Reproduktion gekommen ist.“<sup>104</sup> Eine für diese Arbeit eigens durchgeführte Untersuchung des Dachwerks ergab, dass die Zeichnung Gottgetreus weitestgehend mit der Realität übereinstimmt.

Wie beim Nationaltheater wurde im Gärtnerplatztheater ein Pfettendach nach italienischer Machart mit flacher Dachneigung verwendet. Statt der insgesamt fünf Hängesäulen sind im Theater in der Isarvorstadt aufgrund der geringeren Spannweite lediglich drei Hängesäulen notwendig. Es gibt lediglich den polygonalen Stabwerksbogen, jedoch keinen Spannriegel. Die Hauptstreben sind als einzelne Streben zwischen den Hängesäulen ebenfalls bogenförmig angeordnet. Die Dachneigung ist etwas flacher als die des Nationaltheaters, wobei wiederholt eine Kniestockkonstruktion vorzufinden ist. Um den Abstand zwischen den Hauptstreben und den Rofen auszugleichen, sind im unteren Bereich die Pfetten aufgeständert. Der Zerrbalken ist bei durchgehend gleichbleibendem Querschnitt doppelt ausgeführt. Oberes und unteres Element des Zerrbalkens ist wieder mit schwalbenschwanzförmigen Holzkeilen gegen eine Verschiebung gesichert, wobei hier die Abstände größer gewählt wurden. Die Untersuchung vor Ort hat ergeben, dass die Holzkeile inzwischen teilweise mittig gerissen sind und sich somit das obere und untere Element trotz der Vorsicht gegeneinander verschoben haben. In Gottgetreus Zeichnung sind keine Schraubbolzen vorhanden, die den zweigeteilten Zerrbalken zusammenhalten, dennoch sind eben jene Bolzen, eindeutig bauzeitlich, vor Ort vorzufinden. In der Ebene der Hauptstreben sind wiederum Andreaskreuze zur

---

<sup>102</sup> Romberg 1833: Tab. XIV, Fig. 20A.

<sup>103</sup> Gottgetreu 1882: Fig. 4.

<sup>104</sup> Ebd.: S. 209.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

Längsaussteifung angebracht. Unter Anbetracht der Zerstörung des Dachwerks des Nationaltheaters kommt der Konstruktion des Gärtnerplatztheaters als letztes erhaltenes Zeugnis jener Konstruktion eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Theaterdachwerke des 19. Jahrhunderts zu.

Weitere Analysen erhaltener Theaterdachwerke in Coburg bestätigen die Umsetzung des italienischen Pfettendachs in Theaterdachwerken des 19. Jahrhunderts in Deutschland. Auch das erhaltene Dach des Theaters in Baden-Baden zeigt ein flach geneigtes Pfettendach. Eine genauere Erläuterung dieser Dachwerke erfolgt in dem der Arbeit beigefügtem Katalogteil.

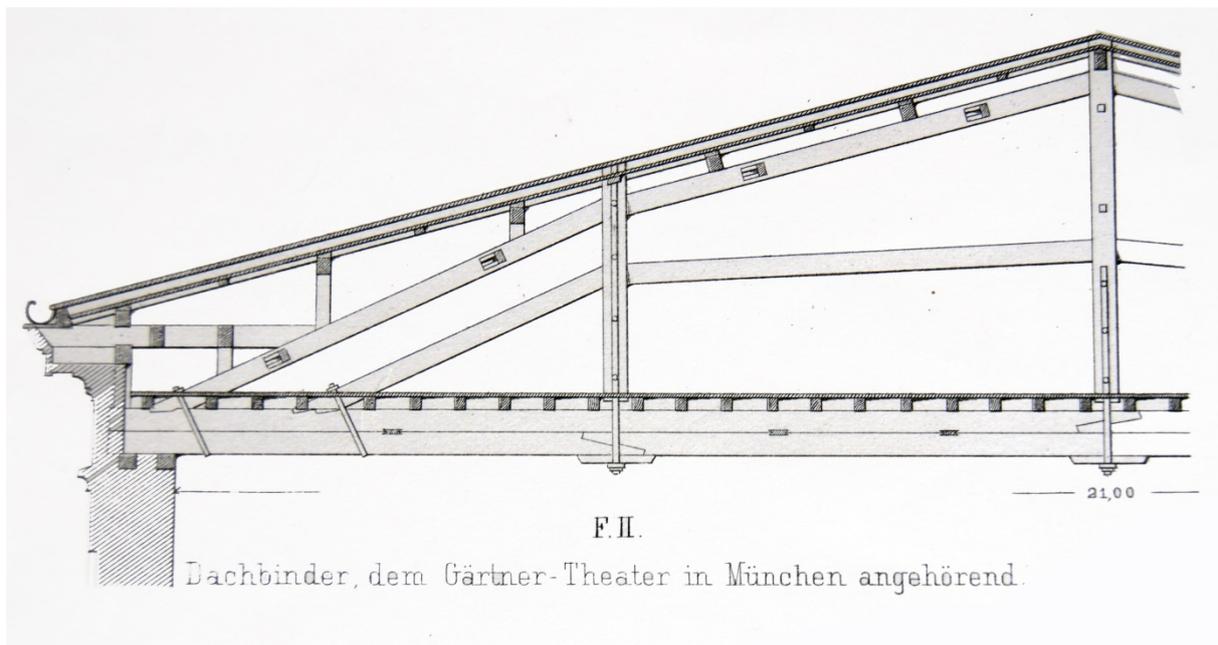


Abb.115: Dachwerk des Gärtnerplatztheaters (1864) in München von Franz Michael Reiffenstuel<sup>105</sup>

### Kirchendachwerke-geschlossen

#### Kirche Bachern und Dachwerke von Johann Michael Voit

Erhaltene, aber undatierte Entwürfe des seit 1817 in Augsburg tätigen Kreisinspektors und seit 1833 Bezirksingenieurs in Mindelheim Johann Michael Voit, zeigen ebenfalls die Verwendung italienischer Dachwerke im 19. Jahrhundert (**Abb.116, 117**). Seine Kenntnisse über italienische Dachwerke dürften vermutlich auf dessen Studienreisen nach Norditalien zurückzuführen sein. Anders als Klenze stellt Voit jedoch nicht nur die Pfettendächer dar, sondern gleichsam die in Deutschland traditionell verwendeten liegenden und stehenden Stühle. Bei den italienischen Bindern verwendet Voit Überzüge und Mauerlatten. Als eine Art Weiterentwicklung kann die bogenförmige Anordnung der

<sup>105</sup> Gottgetreu 1882: Taf. XXI, FII.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

---

Streben, die den waagerechten Spannriegel auflösen, angesehen werden. Diese Anordnung war bereits bei den Entwürfen von Klenze ersichtlich.

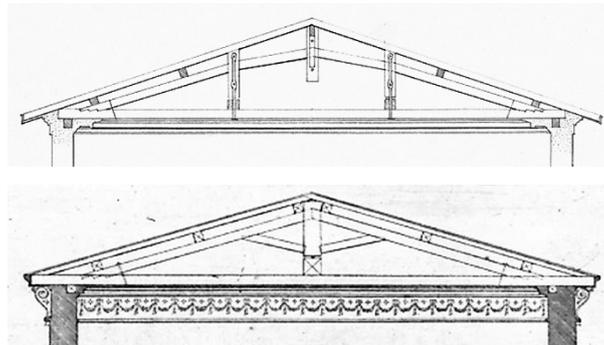


Abb.116: Verschiedene Dachwerksentwürfe von Johann Michael Voit<sup>106</sup>



Abb.117: Dachwerksentwurf von Johann Michael Voit<sup>107</sup>

Ein solcher, an italienische Dächer angelehnter Dachwerksentwurf, konnte während der durchgeführten Untersuchungen in der St. Georg Kirche von 1831 in Bachern (Lkr. Aichach-Friedberg) von Voit nachgewiesen werden (**Abb.118**). Die Konstruktion entspricht nahezu exakt dem oben dargestellten Kirchenentwurf. Das ca. 40° geneigte Dachwerk besteht aus einem einfachen Hängewerk mit Sprießen. Die Streben des Hängewerks sind in die Hängesäule hineinversetzt. An ihren unteren Enden sind die Streben mit einem doppelten Versatz mit dem Zerrbalken verbunden und durch einen zusätzlichen schrägen Eisenbolzen gesichert. Auf den Streben sind drei Pfetten verkämmt, auf denen die Rofen plan aufliegen. Die Rofen zapfen an ihren oberen Enden in die Hängesäule und reichen an ihren unteren Enden über die Zerrbalkenebene hinaus. Dabei ist der Zerrbalken in die Rofen eingezapft und mit einem Holznagel befestigt. Vermutlich zur Lagesicherung ist der Zerrbalken an seiner Stirnseite u-förmig ausgenommen, so dass der Rofen wenige Zentimeter umklammert wird. Typisch für die deutschen Konstruktionen verwendete Voit einen Überzug, der in den Leergespärren die Zerrbalken befestigt und an denen vermutlich die Holzdecke angebracht ist.

---

<sup>106</sup> Rechts: J.M. Voit: Entwurf für eine Kirche; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=911631>.

Links: J.M. Voit: Saalkirche mit drei Seitenfenster; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=911579>.

<sup>107</sup> J.M. Voit: Saalkirche mit drei Seitenfenster; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/?cfold=911626&dir=911626&id=911626#911626>.

Ebenfalls als „deutsch“ zu bezeichnen ist die zusätzliche Längsaussteifung, bestehend aus Andreaskreuzen zwischen den Streben der Binder, die an barocke Konstruktionen erinnert.

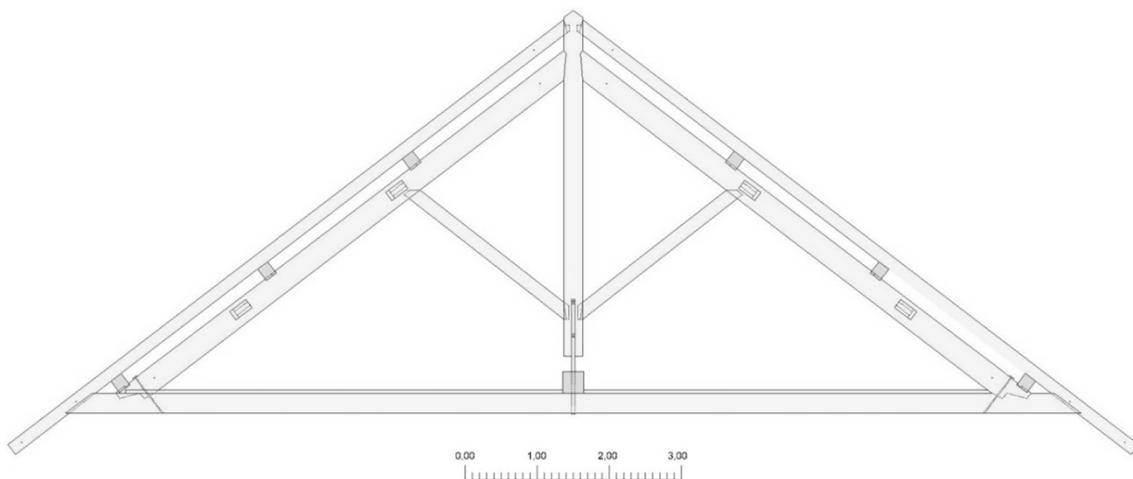


Abb.118: Querschnitt der Kirche St. Georg (1831) in Bachern von Johann Michael Voit

Ähnliche Dachwerke sind überdies mehrfach in der gängigen Literatur zu finden: So beispielsweise bei den folgenden Beispielen aus den Publikationen von Wilhelm Hermann Behse<sup>108</sup> und Gustav Anton Breymann<sup>109</sup> (**Abb.119, 120**), die neben der Variante mit Sprießen auch die Verwendung eines Kehlbalckens diskutierten. Breymann schrieb dazu, dass die Streben des Hängewerks durch schräge Stützen von der Hängesäule aus oder durch einen zangenartigen Kehlbalcken unterstützt werden könnten. Er ziehe den Kehlbalcken vor, da dieser weniger den Dachraum beengt, eine gute Dreiecksverbindung gewährt und zur Bildung eines Kehlbalckens genutzt werden kann.<sup>110</sup> Die Verwendung einer waagerechten Zange stellt dabei ein modernes Mittel dar, mit dem man sowohl den vorteilhafteren Kehlbalcken, als auch ein Auflager für die Pfetten sowie insgesamt einen festen Verbund erlangt.

Rondelet widmete der Verwendung von Sprießen oder Kehlbalcken ebenfalls eine ausführliche Diskussion, der aufgrund der häufigen Anwendung dieser Konstruktionsart eine summarische Skizzierung folgt: Generell besteht nach Rondelet die Möglichkeit, die Streben, wenn nötig, durch Spannriegel oder Sprieße und Hängesäulen zu unterstützen. Grundsätzlich kann ein Holz am besten in der Mitte seiner Tragweite vor einem Einbiegen durch ein senkrecht zu seiner Achse stehendes Holzstück bewahrt werden. Dementsprechend müssen die Sprieße dem Spannriegel vorgezogen werden. Allerdings wird bei der Anordnung von Sprießen immer auch ein Teil der Pfettenlasten auf die Hängesäule übertragen. Ein horizontaler Balken hingegen kann diese unerwünschte Übertragung

---

<sup>108</sup> Wilhelm Hermann Behse: Die Berechnung der Festigkeit von Holz- und Eisenconstructions ohne höhere mathematische Vorkenntnisse, Leipzig 1864: Tafel XIX, Fig. 4.

<sup>109</sup> Breymann 1870: Tafel 25, Fig. 4.

<sup>110</sup> Ebd. S. 115, Taf. 24, Fig. 4.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

verhindern, ohne die Hängesäule zu belasten. Aus diesem Grund errichtete Rondelet bei flachen und weiten Dächern, die eine hohe Last zu tragen haben, den Spannriegel als sinnvoller an. So ließen sich zu hohen Lasten in Richtung der Hängesäule vermeiden. Als Beispiel diente Rondelet das Dachwerk von Alt-St. Paul in Rom. Wenn sich die Anwendung von Sprießen dennoch nicht vermeiden ließe, riet der Architekt diese parallel zu der gegenüberliegenden Strebe anzuordnen. Er begründete diese Aussage mit dem Argument, dass die nach oben wirkenden Kräfte der Streben, bezogen auf die Hängesäule, die durch die Sprieße nach unten wirkenden Kräfte ausgleichen. Bei flacher Dachneigung ist eine mittige und parallele Anordnung jedoch nicht möglich, da die Sprieße zu tief kommen würden. Bei einer zur Strebe senkrechten Anordnung der Sprieße würden diese zu steil werden und damit zu viele Lasten auf die Hängesäulen übertragen. Auch bei steiler Dachneigung fiel eine parallele Anordnung der Sprieß zu steil und bei zur Strebe senkrechten Anordnung sehr flach aus. Schlussfolgernd definierte Rondelet die Sprieße bei steiler Dachneigung als vorteilhafter gegenüber bei einer Anwendung bei der flacher Dachneigung; er empfiehlt die Winkel der Sprieße in jedem Fall auszumitteln.<sup>111</sup>

In der gebauten Realität zeigt sich, dass im 19. Jahrhundert im süddeutschen Raum beide Varianten – mit Sprießen oder Kehlbalken – bei italianisierenden Dachwerken Anwendung finden. Diese parallele Handhabung zeigen sowohl das Beispiel von Bachern als auch andere, im Folgenden dargestellten Gebäude.

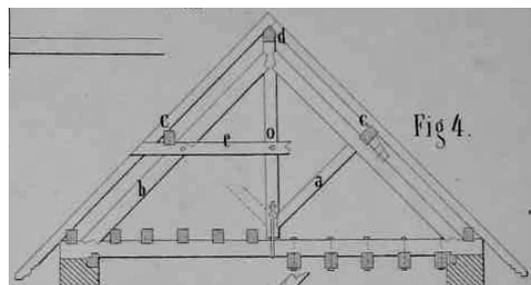


Abb.119: Dachwerksentwurf nach Behse1864

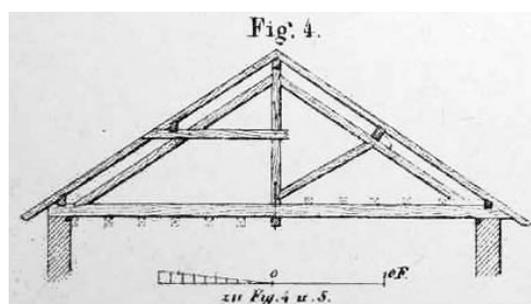


Abb.120: Dachwerksentwurf nach Breymann 1870

<sup>111</sup> Rondelet: S. 132-134.

### Kirche St. Jakob in Friedberg (Bayern)

Ein nahezu klassischer, italienischer Binder mit Sprießen ist in dem Dachwerk der Kirche St. Jakob in Friedberg, Bayern zu finden welche von dem Architekten Karl Bernatz (1831–98) in den Jahren 1871–1873 errichtet wurde (**Abb.121**). Bernatz ist dem Dunstkreis Münchner Architekten zuzuordnen. So prägten ihn seine Ausbildung an der Münchner Akademie bei Georg Friedrich Ziebland (1800–73), längere Studienreisen nach Italien, Frankreich und in das Rheinland sowie seine Position als Bauamtmann in Augsburg. Während seiner Anstellung in der schwäbischen Industriestadt plante er u.a. den Justizpalast Augsburgs<sup>112</sup> sowie den Kirchenbau im benachbarten Friedberg. Das Dachwerk der Jokobskirche erinnert mit seinem einfachen Hängewerk und den Sprießen an klassische italienische Konstruktionen. Anders als bei den mediterranen Vorbildern wurde hier nur eine geringe Anzahl an Pfetten verwandt. So gibt es lediglich die Firstpfette, die Mittelpfette und eine Fußpfette; Letztere ist nicht auf der Strebe des Hängewerks, sondern auf dem Zerrbalken verkämmt. Die Rofen sind auf die First- und die Fußpfette aufgeklaut. Die Mittelpfette liegt plan zwischen Strebe und Rofe und ist mit beiden Elementen verschraubt. Die Verbindung zwischen Hängesäule und Streben ist durch ein zusätzliches u-förmiges Eisen gesichert, was ein modernes und typisches Detail der Münchner Architekten darstellt. Die Unterzüge sind mit u-förmigen Eisen und die Zerrbalken mit durchgesteckten Bolzen an dem Überzug befestigt. Das Verbindungsdetail der Bolzen entstammt ebenfalls den Münchner Architektenkreisen; eine Feststellung, die die nachfolgenden Beispiele belegen werden. Die Bolzen reichen bis zur Unterkante der Zerrbalken und sind im Kirchenschiffinneren Friedbergs sichtbar.

Dieser Verbindungspunkt war oft problematisch, da entweder die Hängeisen unter hohem Arbeitsaufwand und einer dabei entstehenden Querschnittsminimierung gesamt durch den Zerrbalken hindurch geführt werden mussten; oder aber alternativ die Eisenbänder um die Überzüge herum zu biegen sind, um den Zerrbalken aufhängen zu können, was wiederum eine Schwächung der Eisenstruktur an der gebogenen Stelle bewirken würde.

Die im Innenraum sichtbaren Konsolen unter den Zerrbalken an den Außenwänden haben keinerlei konstruktive Wirkung und dienen lediglich als Nachahmung des italienischen Originals. Heute befinden sich auf der Mauerkrone Doppel T-Träger, die wohl einer modernen Ertüchtigung entstammen. Der Fußpunkt ist leider aufgrund einer vollflächigen Wärmedämmung kaum zugänglich.

---

<sup>112</sup> Holland, Hyacinth, „Bernatz, Karl“, in: Allgemeine Deutsche Biographie (1902), S. 392 [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd135545080.html?anchor=adb>.

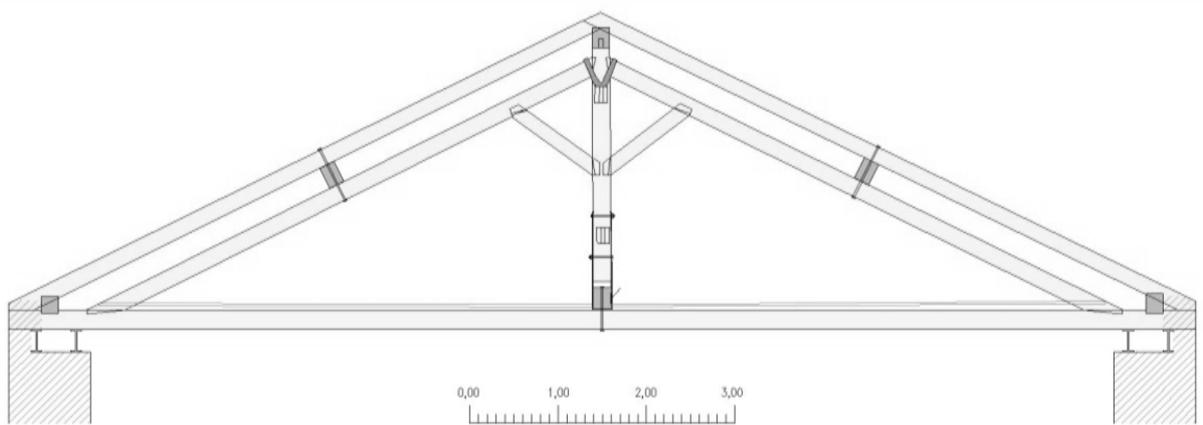


Abb.121: Querschnitt des Dachwerks der Jakobskirche in Friedberg (Bayern) 1871-73 von Karl Bernatz

Besonders aussagekräftig ist der Längsschnitt des Dachwerks (**Abb.122**), der sich eindeutig von italienischen Konstruktionen abhebt. Bis auf die giebelständigen Binder wurden alle Binder doppelt ausgeführt, wobei die äußeren Binder des Langhauses untereinander einen größeren Abstand aufweisen als die innen liegenden. Hintergrund für die Verwendung doppelter Binder war möglicherweise der Wunsch nach Stabilisierung innerhalb des Langhauses. Anders als bei den italienischen Vorbildern ist eine zusätzliche Längsaussteifung durch Andreaskreuze in der Firstebene angeordnet. Die Anordnung der Kreuze ist in jedem dritten Joch zwischen zwei Hängesäulen zu finden.<sup>113</sup>

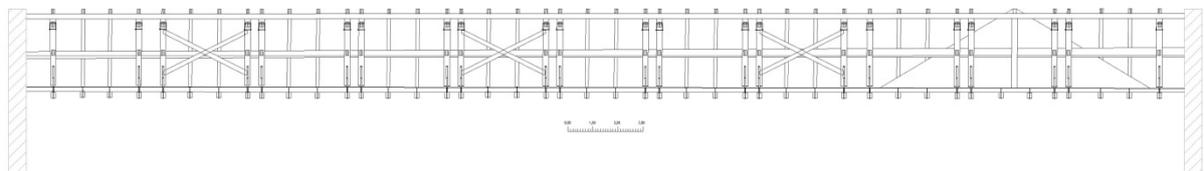


Abb.122: Längsschnitt des Dachwerks der Jakobskirche in Friedberg (Bayern) 1871-73 von Karl Bernatz

### Kirche St. Ursula in München

Ein weiteres Beispiel geschlossener Kirchendächer mit italienischem Binder und zusätzlicher Anordnung einer waagerechten Zange stellt die St. Ursula Kirche in München Schwabing dar (**Abb.123**). Deren Architekt August Thiersch (1843–1917) war Schüler Gottfried von Neureuthers. Neureuther hatte seit 1857 die Professur für Civilbaukunde am Polytechnikum München inne und war ab 1868 Inhaber des Lehrstuhls für Baukunst sowie stellvertretender Direktor an der inzwischen umbenannten Technischen Hochschule München. Abgelöst wurde Neureuther 1879 von dem jüngeren Bruder August von Thierschs Friedrich von Thiersch (1852–1921), August selbst wurde fast

---

<sup>113</sup> Ein Detail, das auch von Mathias Berger bei seinen Kirchenbauten in Haidhausen/München und Gaimersheim verwendet wurde.

zeitgleich, ab 1875, Professor für Baugeschichte und Bauformenlehre an der selbigen Hochschule. 1894 begann er mit der Ausführung des Kirchenbaus, fertiggestellt wurde die Basilika drei Jahre später. Das sehr flache Dachwerk von  $21^\circ$  wurde nach dem Vorbild eines einfachen Hängewerks im italienischen Stil errichtet. Ein Binder besteht dabei aus dem einfachen Hängewerk mit Hängesäule und seitlichen Streben sowie dem durchgehenden Zerrbalken. Die Anordnung einer zusätzlichen Zange erinnert hier an den Querschnitt von Alt-St. Peter in Rom. Im Dachwerk der Ursulakirche sind nach italienischer Art mehrere Pfetten angeordnet, auf denen lediglich Latten zur Befestigung der Dachhaut angebracht sind. Jede zweite Pfette ist wie bei der Jakobskirche von Bernatz in Friedberg mit einem Eisenbolzen an die Streben angeschraubt. Die oberen Enden der Streben stoßen stumpf gegen eine schräge Fläche der Hängesäulen. Obwohl ein erhaltener Entwurfsplan von Thiersch (**Abb.124**) das typische, von außen angelaschte y-förmige Eisen darstellt, ist der Punkt im Gegensatz zu der Friedberger Ausführung nicht zusätzlich gesichert. Von der untersten Pfette und den Überzügen abgesehen, stimmt der Entwurfsplan aber nahezu mit dem Original überein. Mit Bleistift nachträglich eingetragene Rechteckquerschnitte, die sich an beiden Seiten der Hängesäule befinden, zeigen die bauzeitliche Planung von Überzügen. Die leere Kammsasse an einer Hängesäule belegt, dass diese seitlichen Überzüge tatsächlich ausgeführt werden sollten, man sich jedoch aus unbekanntem Gründen während des Bauablaufs für die Variante mit zwei übereinanderliegenden, seitlich angebrachten Überzügen entschied. Diese sind ca. 30 cm über der Zerrbalkenlage angebracht. Innerhalb der Binderachse werden die Zerrbalken an der Hängesäule und in dem einzelnen Leergespärre zwischen zwei Bindern an dem doppelten Überzug durch Eisenbänder aufgehängt. Diese eher ungewöhnliche Anordnung von Überzügen empfahl Menzel explizit in einem Artikel des 1829 erschienenen Journals für Baukunst.<sup>114</sup> Nach Menzel sollte Ziel dieser Anordnung sein, die Verbindung von Hängesäule und Überzug sowie von Überzug und Zerrbalken zu entkoppeln. Die zusätzlichen „Zerrbalken“ in den Leergespärren liegen auf den Außenmauern und dienen lediglich der Aufhängung der Kassettendecke. Wie bei den italienischen Vorbildern gibt es bis auf die lattenförmigen Windrispen und die Pfetten keine weitere Längsaussteifung.

---

<sup>114</sup> Crelle 1829: S. 124.

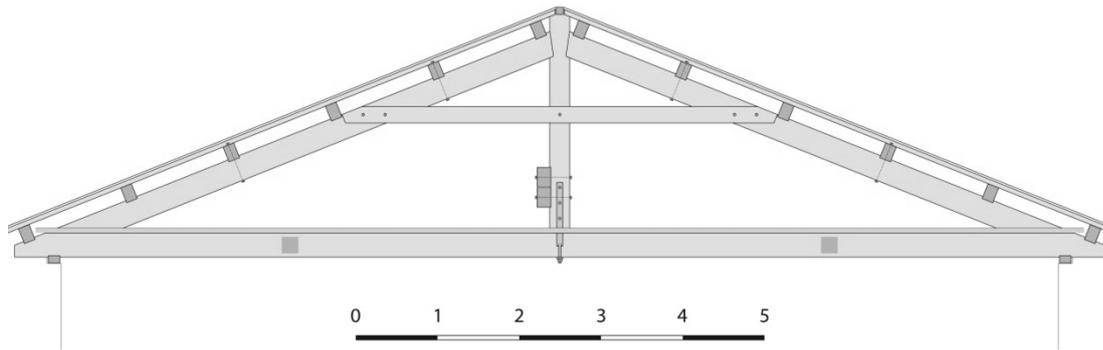


Abb.123: Querschnitt des Dachwerks der Kirche St. Ursula 1894-1897 in München von August von Thiersch (Zeichnung: C. Voigts 2010)

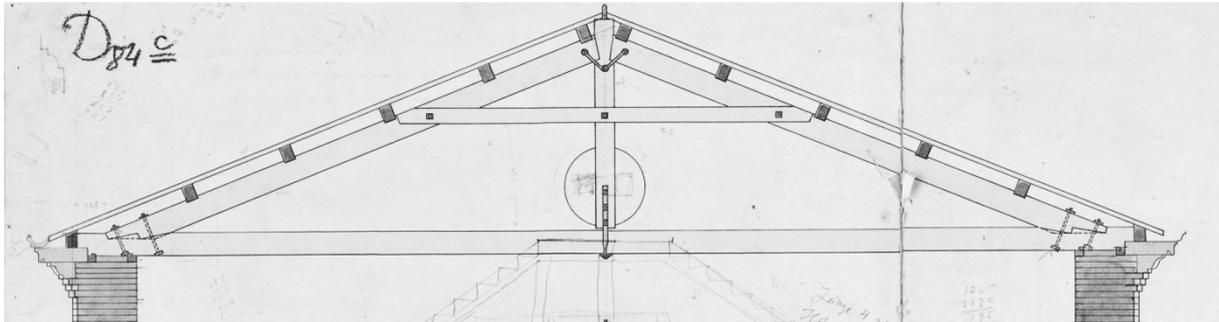


Abb.124: Entwurf des Dachwerks der Kirche St. Ursula 1894-1897 in München von August von Thiersch<sup>115</sup>

### Evangelische Kirche in Rinnthal

Ein anderes Beispiel, das sich nahezu identisch zu den italienischen Pfettendächern verhält, ist in der evangelischen Kirche in Rinnthal (**Abb.125, 126**) zu finden. Dieses Dachwerk stellt einen Beleg dar, dass die Veröffentlichung Klenzes von flachen Pfettendächern auch in der Praxis Anwendung fand. Das klassizistische Gebäude wurde von Joseph Daniel Ohlmüller – wohl unter dem Einfluss Klenzes – in den Jahren 1831 bis 34 errichtet. Ohlmüller hatte an der Akademie der bildenden Künste in München bei Carl von Fischer studiert und nach einem dreijährigen Aufenthalt in Italien wurde er 1821 „Hofbaucondukteur“ ebenda und enger Mitarbeiter Klenzes. Während er in Rinnthal die Planungen des Kirchengebäudes vorantrieb war Ohlmüller als erster „Civilbauinspector“ Bayerns tätig und zudem Mitglied des zwei Jahre zuvor gegründeten „Baukunst-Ausschusses“ bei der Obersten Baubehörde, welche alle zur Genehmigung anstehenden Neubauten in Bayern formal zu prüfen hatte. Als Architekt im Staatsdienst entwarf er die Pläne zahlreicher Gebäude.<sup>116</sup> Ohlmüllers Bekanntheitsgrad stieg insbesondere 1831 infolge der Planung der Mariahilfkirche in der Münchner Au. Dieser im neugotischen Stil errichtete Bau weist ein hohes Dach mit liegendem Stuhl auf.

---

<sup>115</sup> Thiersch, August: Katholische Pfarrkirche St. Ursula, 1889-1913; In: mediaTUM, Architekturmuseum der TU München [Onlinefassung]; URL: <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=908644>.

<sup>116</sup> Schatz, Uwe Gerd, „Ohlmüller, Johann Joseph Daniel“, in: Neue Deutsche Biographie 19 (1998), S. 486 f. [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd118968378.html>.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

Ebenfalls traditionell mit liegendem Stuhl und offenem Dachwerk stattete er die Ottokapelle in Kiefersfelden 1834 aus.

In dem Dachwerk der Rinntaler Kirche sind jedoch zwei unterschiedliche italienische Binder mit doppeltem Hängewerk verbaut. Die einzigen Unterschiede zum italienischen Original stellen die für das 19. Jahrhundert typischen fünfeckigen Sicherheitsschwellen am Fußpunkt der Rofen und der Überzug unterhalb der Hängesäulen dar. Der Überzug dient der Aufhängung aller Zerrbalken, an denen auch die Holzdecke befestigt ist. Wie auch schon in Friedberg ist der Überzug mit einem u-förmigen Eisen an der Hängesäule aufgehängt, wobei ein Eisenbolzen die Zerrbalken an den Überzügen befestigt. Die Pfetten sind mit dreieckigen Knaggen auf den Hauptstreben montiert. Der Unterschied zwischen den beiden Bindern besteht lediglich darin, dass im Walmbereich eine mittige Hängesäule eingefügt ist, wohingegen im Langhaus die Hauptstreben im oberen Punkt stumpf zusammenstoßen. Wie bei italienischen Dächern üblich, gibt es außer den Pfetten keine zusätzliche Längsaussteifung.

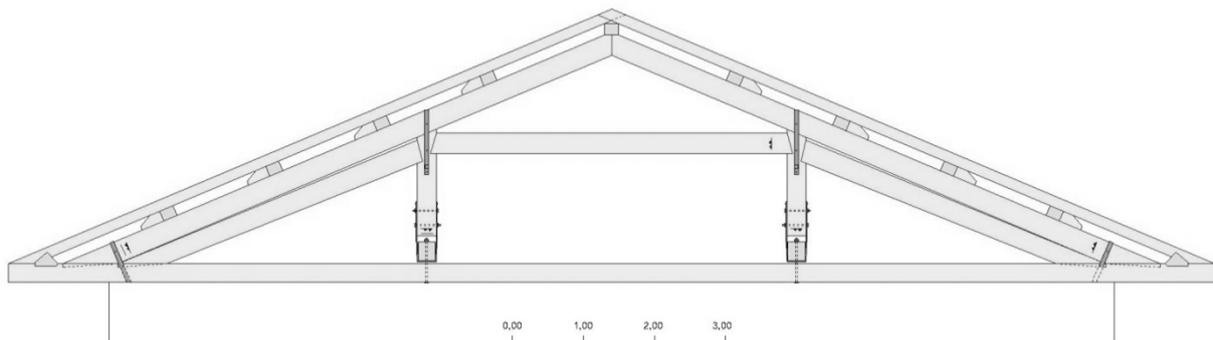


Abb.125: Querschnitt des Dachwerks der evangelischen Kirche in Rinntal (1831-1834) im Langhaus von Daniel Ohlmüller

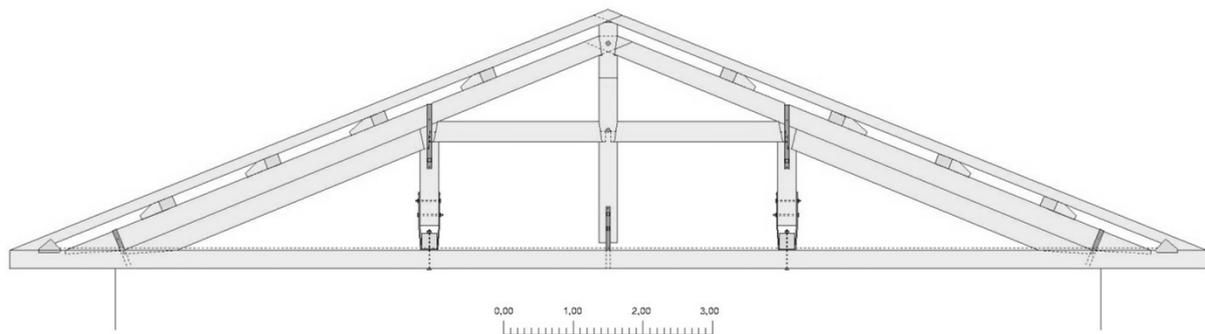


Abb.126: Querschnitt des Dachwerks der evangelischen Kirche in Rinntal (1831-1834) im Walmbereich von Daniel Ohlmüller

### **Kirchendachwerke-offen sichtbar**

#### Kirche St. Bonifaz in München mit doppeltem Hängewerk

Ein Beispiel eines offen sichtbaren Dachwerks ist in der Bonifazkirche in München von 1835 bis -50 zu finden; deren Dachwerk ist dem italienischen Original sehr nah (**Abb.127**). Planender Architekt war Georg Friedrich Ziebland, ein Schüler der Professoren Carl von Fischer und Friedrich von Gärtner an der Akademie in München. Seine Kenntnis über italienische Bauten erlangte Ziebland von 1827 bis 1830 während einer Italienreise nach Venedig, Ravenna, Florenz, Rom, Neapel und Palermo; wobei er im Auftrag des Königs Ludwig I. sein besonderes Augenmerk auf die italienischen Basiliken richtete.<sup>117</sup> Vermutlich war ihm auch das von 1822 bis 1827 in Rom erschienene Werk von Gutensohn und Knapp über frühchristliche Basiliken bekannt. Die Bonifazkirche weist die typische Form einer Basilika auf, die ursprünglich ganz nach italienischem Vorbild ein aus dem Innenraum sichtbares Dachwerk zeigt. Das Dachwerk wurde im zweiten Weltkrieg zerstört, ist aber durch Zeichnungen von Ziebland<sup>118</sup> sowie von Gottgetreu<sup>119</sup> überliefert. Außerdem gibt es aus dem Nachlass von Joseph Daniel Ohlmüller ein Modell, das im Historischen Museum in Bamberg zu besichtigen ist.

Auch wenn es sich bei dem Dachwerk eindeutig um einen Hängewerksbinder mit zwei Hängesäulen nach italienischer Machart handelt, sind bei genauer Betrachtung einige für Deutschland typische Details erkennbar: Nach den Zeichnungen von Ziebland ist die stichbalkenförmige Konsole auf Mauerlatten aufgekämmt. Bei Gottgetreu handelt es sich sogar nur um eine vorgeblendete Konsole, wohingegen die Zerrbalken direkt auf den Mauerlatten liegen. An dem Verbindungspunkt der Streben mit der oberen Hängesäule befindet sich das fürs 19. Jahrhundert in München typische y-förmige Eisen. Außerdem ist die fünfeckige Sicherheitsschwelle am Dachfußpunkt, wie Ziebland sie darstellt, als ein typisch deutsches Detail zu betrachten.

Ähnliche offen sichtbare Dachwerke nach italienischer Machart entstanden 1844/45 in der Jakobikirche in Berlin<sup>120</sup> von Friedrich August Stüler (1800–65), 1845 bis 48 in der Friedenskirche in Potsdam gemeinsam von Ludwig Persius (1803–45) und Stüler, 1841 bis 44 in der Heilandkirche am Port von Sacrow in Potsdam ebenfalls von Persius, 1846 bis 56 in dem Wiederaufbau der Palastaula in Trier und 1892 bis-94 in der Liebfrauenkirche in Zürich von August Hardegger (1858–1927).

---

<sup>117</sup> Holland, Hyacinth, „Ziebland, Georg Friedrich“, in: Allgemeine Deutsche Biographie (1900), S. 152-154 [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd118824260.html?anchor=adb>.

<sup>118</sup> Ziebland 1836-1847: Basilika St. Bonifaz, München – BSB Cod. Icon 210 e(1); Georg Friedrich Ziebland: Abteikirche St. Bonifaz in München, Innenansicht; in: Stadtmuseum München, M II/121, D (12), (Onlinefassung), URL: [http://www.hdbg.eu/koenigreich/web/index.php/objekte/index/herrscher\\_id/1/id/820](http://www.hdbg.eu/koenigreich/web/index.php/objekte/index/herrscher_id/1/id/820).

<sup>119</sup> Gottgetreu 1882: S. 254, Fig. 329.

<sup>120</sup> Der Kirchenbau wurde im zweiten Weltkrieg zerstört.

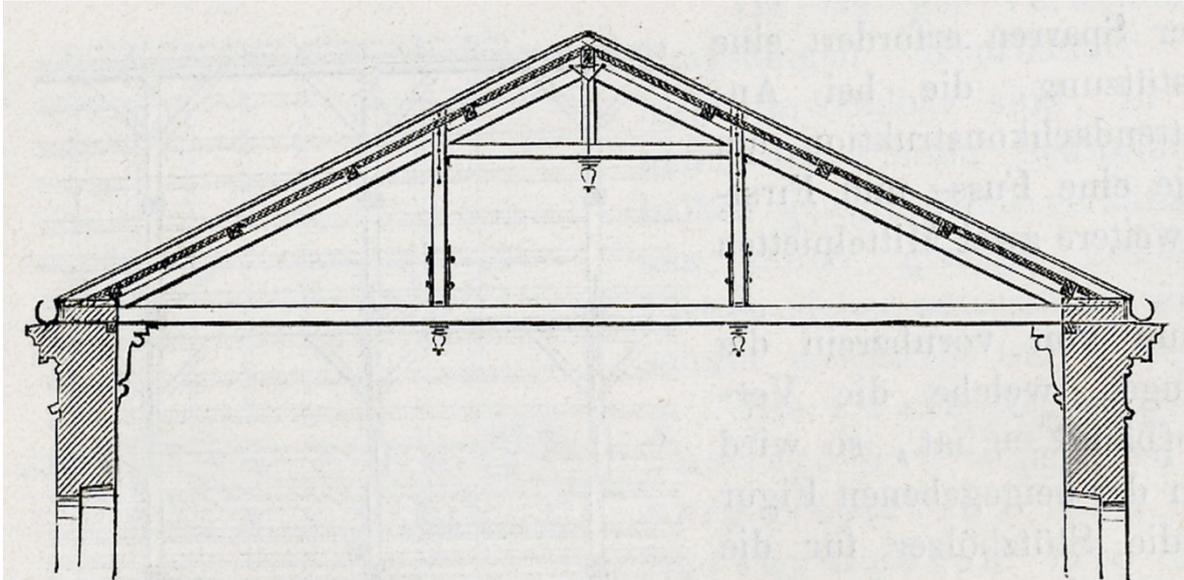


Abb.127: Querschnitt des Dachwerks der Kirche St. Bonifaz (1835-1850) in München von Georg Friedrich Ziebland<sup>121</sup>

### **Scheinbare offen sichtbare italienische Dachwerke**

#### Die Dachwerke der Kirchen St. Michael (1858) in Alxing und Mariä Himmelfahrt (1850) in Pang

Neben den tatsächlich ausgeführten italienischen Dachbindern gibt es auch Gebäude, in denen sich nur auf den ersten Blick ein offen sichtbares italienisches Dachwerk befindet. Zu den ausgeführten Objekten zählen die Kirche St. Michael von 1858 in Alxing (Lkr. Ebersberg, Oberbayern) und die Kirche Mariä Himmelfahrt von 1850 in Pang (Stadtteil Rosenheim, Oberbayern).

Beide Gebäude zeigen im Innenraum ein offen sichtbares Dachwerk nach italienischem Vorbild mit doppeltem Hängewerk. Bei genauerer Betrachtung handelt es sich hierbei jedoch nur um den unteren Teil der Dachkonstruktion (**Abb.128**). Das gesamte System besteht eigentlich aus einer Art liegendem Stuhl, der leicht verändert eher an traditionelle Systeme erinnert. Die aussteifenden Kreuzstreben zwischen den beiden Hängesäulen dienen dabei als Auflager für die Scheinpfeiler, die vom Innenraum her sichtbar sind. Auf diesen „Pfeilern“ ist eine Schalung angebracht, die wie der obere Abschluss des Kirchenraumes wirkt. Die beiden Hängesäulen reichen durch die Schalung hindurch und umgreifen im oberen, nicht sichtbaren Dachbereich die Sparren sowie das Sprengwerk. Von der größeren Spannweite abgesehen, ist das Dachwerk in Pang nahezu identisch zu der Konstruktion in Alxing.

Es ist davon auszugehen, dass die Ausführung dieser beiden Dachwerke auf den Entwurf einer Kirche<sup>122</sup> des preußischen Architekten August Stüler von 1844 zurückzuführen ist, da dessen

---

<sup>121</sup> Gottgetreu 1882: S. 254, Fig.329.

<sup>122</sup> TU Berlin Architekturmuseum: Inv. Nr. 46242.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

Planungen den beiden Dachwerken in Alxing und Pang sehr ähnelt. Bekannt wurde jener Entwurf von Stüler 1882 infolge der Veröffentlichung durch Rudolf Gottgetreu.<sup>123</sup>

Ähnliche „Scheindachwerke“ eines italienischen Pfettendachs finden sich in der Kirche von Zabartowo<sup>124</sup> des preußischen Architekten Carl Ferdinand Busse (1802–65) sowie in einem Kirchenentwurf<sup>125</sup> des ebenfalls preußischen Architekten August Soller (1805–53). Die Zeichnungen dieser beiden Entwürfe wurden in den Jahren 1845 bis -55 in den „Entwürfen zu Kirchen, Pfarr- und Schulhäusern“ von der Kgl. Preuß. Oberbaudeputation veröffentlicht.

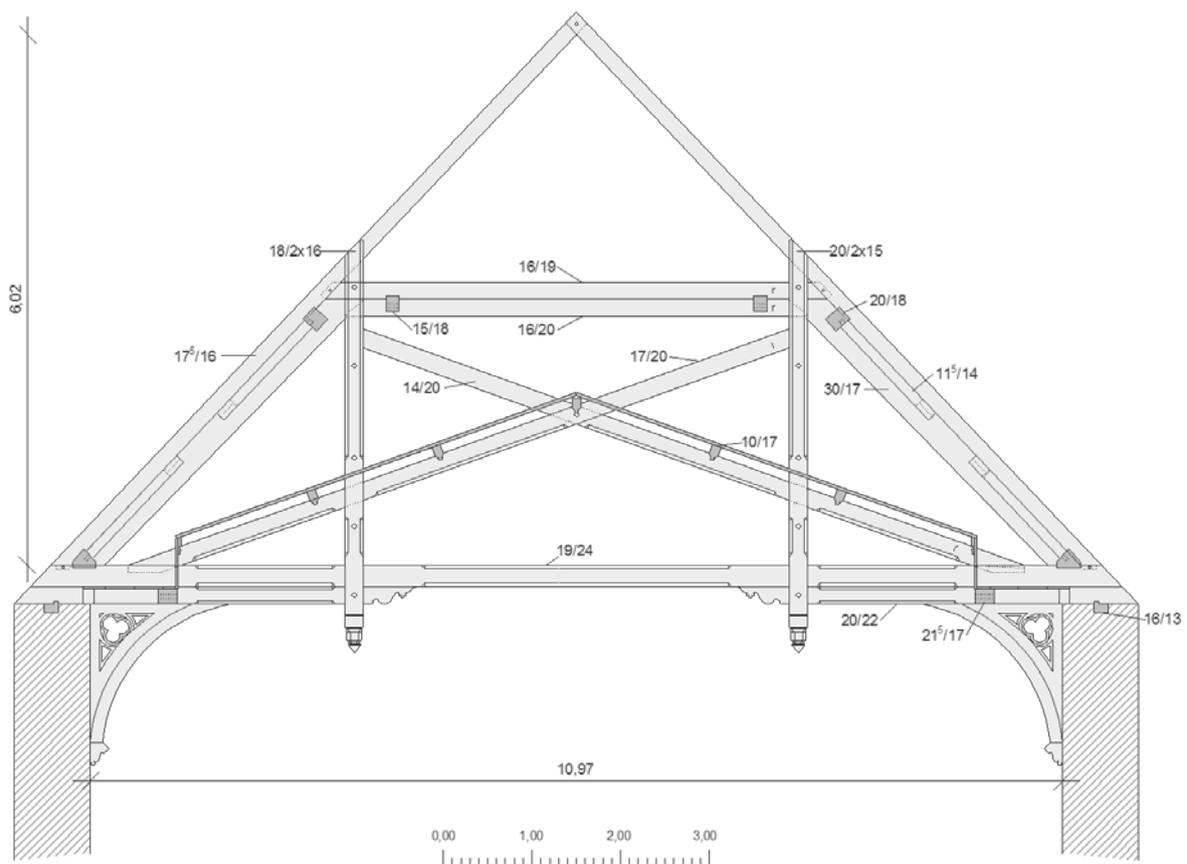


Abb.128: Querschnitt des Dachwerks der Kirche St. Michael in Alxing (1858)

### Bahnhofsgebäude

Mit Beginn des Eisenbahnbaus in Bayern wurde das Pfettendach endgültig ein fester Bestandteil ausgeführter Dachwerkskonstruktionen. Die Vorteile der Holzersparnis sowie die Möglichkeit großer stützenfreier Hallen führen zu einer standardisierten Anwendung aller Typen der Bahnhofsgebäude.

<sup>123</sup> Gottgetreu 1882, Tafel XXV, Fig. V: "Kirchendach nach Stüler" (Quelle Stüler ist angegeben).

<sup>124</sup> TU Berlin Architekturmuseum, Inv. Nr. B 1287,47.

<sup>125</sup> Ebd. Inv. Nr. B 1287, 08.

In den für diese Arbeit untersuchten Entwürfen und Gebäuden jener Bauaufgabe wurden kaum Konstruktionen mit liegendem Stuhl aufgefunden. Das italienische Pfettendach hatte sicher einen Anstoß zu dieser Entwicklung gegeben und war dabei Grundlage für eine Vielfalt von Pfettendächern, wie sie sich im gesamten 19. Jahrhundert in Deutschland entwickelten.

Grundsätzlich sind eine Vielzahl der beim Bau der Eisenbahn neu entstandenen Gebäude den Hallenkonstruktionen zuzuordnen. Je nach Funktion des Gebäudes handelt es sich um freigespannte oder von unten unterstützte Konstruktionen, die offen sichtbar sind. Als verwandte Gebäudearten sind Scheunen und teilweise auch Reithallen zu nennen.

Der Entwicklung dieser Funktionalbauten mit offen sichtbarer Pfettendachkonstruktion gingen verschiedene, französische Beispiele voraus. Die ältesten Beispiele sind bei Krafft in seinem Werk von 1805 für "hangars", also Werkshallen, Schuppen oder Hallen zu finden.<sup>126</sup>

Die drei folgend beschriebenen Dachwerke von Gebäuden der Eisenbahn zeigen die eindeutige Anlehnung an italienische Pfettendachkonstruktionen im Hallenbau der Eisenbahn.

### Einsteighalle (1840) des ehemaligen Bahnhofs in Augsburg

Die Augsburger Einsteighalle an der Baumgartnerstraße wurde 1840 als erster Bahnhof der Stadt durch die München-Augsburger Eisenbahn-Gesellschaft nach Plänen von Georg Gollwitzer (1877–1941) errichtet. Bereits sechs Jahre darauf wurde das Gebäude allerdings aufgrund seiner Lage als Kopf- bzw. Sackbahnhof stillgelegt. Das Dach besteht aus 24 Bindern und jeweils drei dazwischenliegenden Leergespärren. Der Querschnitt weist eine basilikale Form auf, die als typisch für Einsteighallen dieser Zeit gelten (**Abb.129**). Das Dachwerk des trotz der Stilllegung erhaltenen und seit 1920 als Straßenbahndepot genutzten Gebäudes basiert auf dem Grundprinzip des italienischen Hängewerkbinders mit zwei Hängesäulen. Wie bei den mediterranen Vorbildern, besteht ein Binder aus den doppelten Hängesäulen, den seitlichen Hauptstreben sowie dem Spannriegel. Die Dachhaut liegt auf Rofen, die wiederum auf den Hauptstreben angebracht sind. In Längsrichtung wurde keine zusätzliche Aussteifung verwendet. Die Streben enden mit einem doppelten Versatz in den Zerrbalken. Im Unterschied zu italienischen Bindern sind die Hängesäulen doppelt ausgeführt und umklammern so die Streben und den Spannriegel. Außerdem ist der Zerrbalken auf im Mauerwerk liegenden Mauerlatten befestigt. An dieser würde man bei einem italienischen Dach die typischen kurzen Stichbalken erwarten. Um ein höheres Mittelschiff zu erhalten, sind die Hängesäulen nach oben verlängert und bilden so das Auflager für das obere Dreieck.

---

<sup>126</sup> Krafft 1805: No. 27. Vgl. Kapitel 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems, S. 99- S. 101.

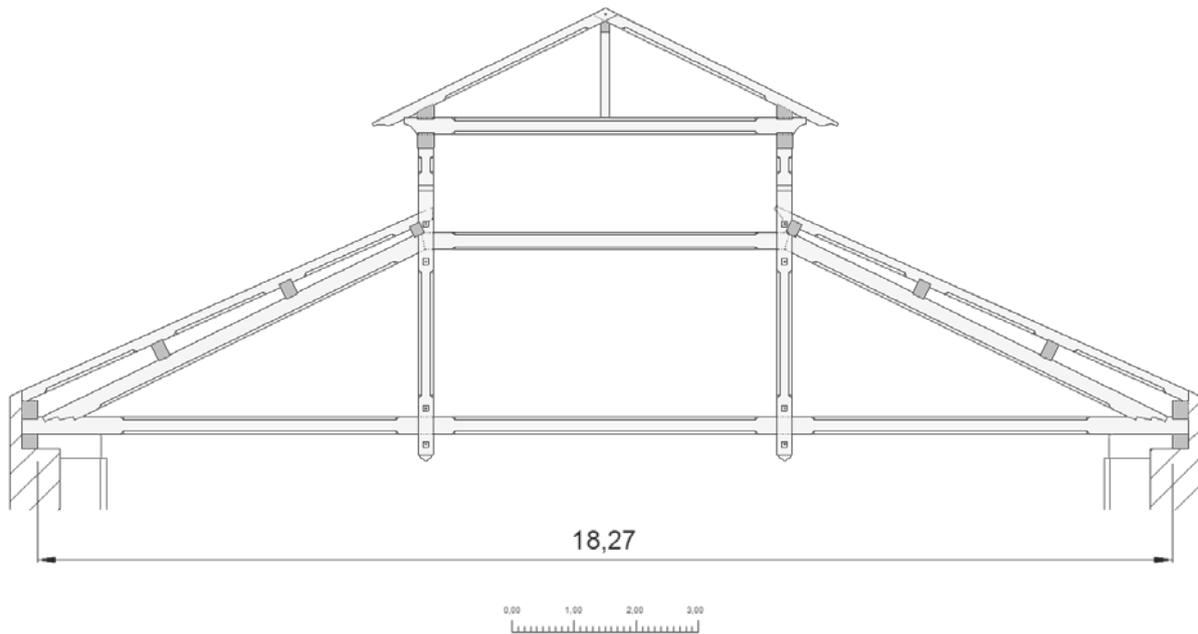


Abb.129: Querschnitt des Dachwerks der Einsteighalle (1840) des ehemaligen Bahnhofs in Augsburg von Georg Gollwitzer

### Die Einsteighalle (1849-1850) des ehemaligen Bahnhofs in Hof<sup>127</sup>

Die ehemalige Einsteighalle als Teil des Alten Kopfbahnhofs der Stadt Hof wurde unter der staatlichen, sogenannten Ludwig-Süd-Nord-Bahn sowie der Sächsisch-Bayerischen Eisenbahn Compagnie eröffnet. Der Entwurf der Halle stammt von dem Münchner Architekten Gottfried von Neureuther; der Bau war zwischen 1849 und 1850 fertiggestellt. Das äußere Erscheinungsbild der Hofer Einsteighalle entspricht in der Form einer dreischiffigen Basilika mit gering überhöhtem Mittelschiff (**Abb.130**). Es handelt sich hierbei um eine für große Einsteighallen des 19. Jahrhunderts gängige Gebäudeform.<sup>128</sup> Der heute erhaltene Teil hat lichte Innenmaße von 40 Metern Länge und 22,30 Metern Breite. Dieser rechteckige Gebäudeabschnitt ist der Rest einer ursprünglich 91 Meter langen Halle.<sup>129</sup> Von der im Innenraum offen sichtbaren Dachkonstruktion sind noch insgesamt zehn Binder erhalten.

Wie in der Einsteighalle in Augsburg ist das Dachwerk der Hofer Halle in Anlehnung an italienische Hängewerksbinder errichtet. Insgesamt besteht das Dach aus zwei seitlichen Hängewerken und einer mittigen Ständerkonstruktion sowie einem über die Gesamtbreite angebrachtem Sprengwerk, auf dem die Konstruktion des erhöhten Mittelschiffs aufliegt. Die Dachlasten werden auf eine Reihe von Pfetten übertragen, die auf den Streben der darunter befindlichen Hänge- und Sprengwerke

---

<sup>127</sup> Detaillierte Beschreibung im Katalogteil dieser Arbeit und in Kapitel 11) Eisenschuhe am Beispiel der Einsteighalle des alten Bahnhofs in Hof (1849-1850), S. 214.

<sup>128</sup> Der basilikale Querschnitt ist auch an der erhaltenen Einsteighalle des ersten Bahnhofs in Augsburg von 1840 zu finden. Ebenso bei den Hallen von Freiburg (1840, Eisenlohr) oder München (1847), die heute nicht mehr erhalten sind.

<sup>129</sup> Sendner-Rieger 1989: S. 75.

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

angebracht sind. Wie bei den italienischen Vorbildern bestehen die seitlichen Hängewerke sowie das obere Sprengwerk aus einer mittleren Hängesäule bzw. aus einem Ständer und den seitlichen Streben, die als Auflager für die Pfetten dienen. Bei den Hängewerken sind an den oberen Drittelpunkten der Streben Sprieße befestigt, die ebenfalls dem italienischen Original gleichen. Von den modernen Eisenschuhen abgesehen, wurde zur Verbindung der Streben mit dem darunter befindlichen waagerechten Balken der doppelte Versatz verwendet. Die äußeren Streben sind zudem mit schrägen Eisenbolzen gesichert, was an die in italienischen Dächern häufig zu findenden Eisenbänder erinnert. Auch die kurzen Stichbalken sowie die fehlenden Mauerlatten an den Fußpunkten eines Binders vermitteln stark den Eindruck an italienische Binder. Die Überzüge unter den Hängesäulen sowie die Aussteifung in Längsrichtung sind hingegen eher für Deutschland typische Details.

Insgesamt ergibt sich das Bild einer aus mehreren italienischen Hänge- und Sprengwerken bestehenden Konstruktion, deren Werke neben- und übereinander angeordnet sind. Sie stellt somit eine neue Gesamtkonstruktion für einen neuen Gebäudetypus dar, welcher zuvor in Deutschland nicht gegeben war.

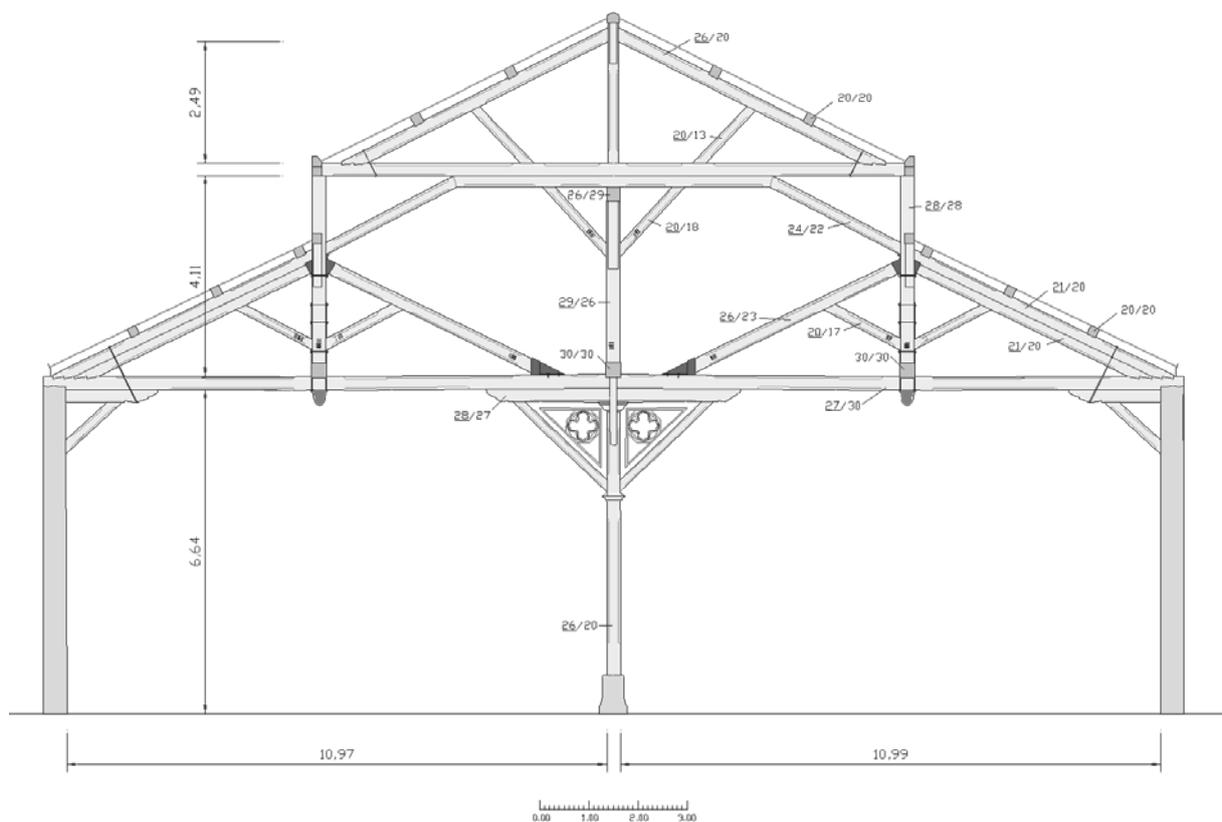


Abb.130: Querschnitt des Dachwerks der Einsteighalle (1849-1850) des ehemaligen Bahnhofs in Hof von Gottfried von Neureuther

### Lokomotivremise Bahnhof Aschaffenburg

In der Planzeichnung des Dachwerks der Lokomotivremise in Aschaffenburg von 1853 ist ebenfalls ein an italienische Konstruktionen angelehntes Dachwerk (**Abb.131**) abgebildet. Allerdings ist hier statt der Spriëße der zangenförmige Kehlbalcken dargestellt. Um die gesamte Breite der Remise zu überdecken, war laut der Zeichnung eine Aneinanderreihung von Pfettendachbindern mit einfachem Hängewerk vorgesehen. Die Fußpunkte der Dreiecksbinder sollten dabei entweder im äußeren Mauerwerk oder auf mittigen Eisensäulen aufliegen.

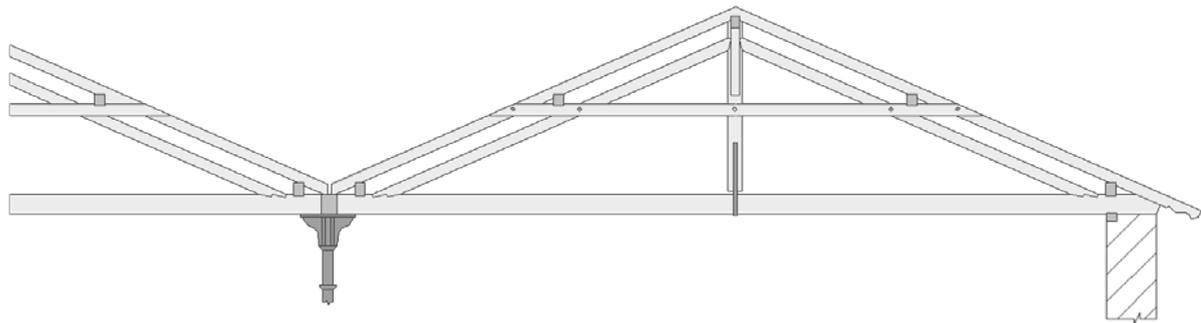


Abb.131: Querschnitt des Dachwerks der Lokomotivremise im Bahnhof Aschaffenburg nach einer Planzeichnung von 1853 (Systemskizze)

Prinzipiell ist hier eine ähnliche Konstruktion wie in der Kirche von Friedberg vorzufinden. Allerdings liegen die Pfetten nicht auf den Streben des Hängewerks auf, sondern auf einer Zange, die auf halber Höhe der Hängewerkssäule von hinten und vorne angeschraubt ist. Es bleibt also das System des Pfettendachs in Verbindung mit einer Art Kehlbalcken an der Stelle der Spriëße, wie es in verschiedenen Lehrbüchern empfohlen wurde.

### **Sonstige profane Gebäude**

#### Staatsbibliothek in München von Friedrich von Gärtner

Ebenso vom italienischen Binder inspiriert scheint ein Dachwerksentwurf von Carl von Fischers Nachfolger und Klenzes Konkurrent Friedrich von Gärtner für die Staatsbibliothek in München zu sein, der wohl zwischen 1827 und 1842 entstand (**Abb.132**). Die Konstruktion bildet ein flach geneigtes Dach aus, das nach italienischem Vorbild aus den Hauptstreben sowie den darunter befindlichen Unterstreben mit Spannriegel besteht. Die Hängesäulen sind mittels eiserner Stangen ersetzt, die durch einen auf dem Spannriegel befindlichen Riegel hindurchgesteckt und auf der Oberseite der Hauptstreben angeschraubt sind. Die Hauptstreben sind zudem auf die mittleren Riegel aufgeklaut und wie bei deutschen Dächern üblich, befindet sich auf dem Zerrbalken ein Überzug, der die Zerrbalken der Leergespärre aufhängt. Die Mauerlatten können ebenfalls als typisch

## 8) Das italienische Pfettendach im 19. Jahrhundert

„deutsch“ bezeichnet werden. Als „italienisch“ ist die geringe Längsaussteifung, die hier lediglich durch den Riegel und die auf den Hauptstreben vermuteten Pfetten gegeben ist, zu bezeichnen.

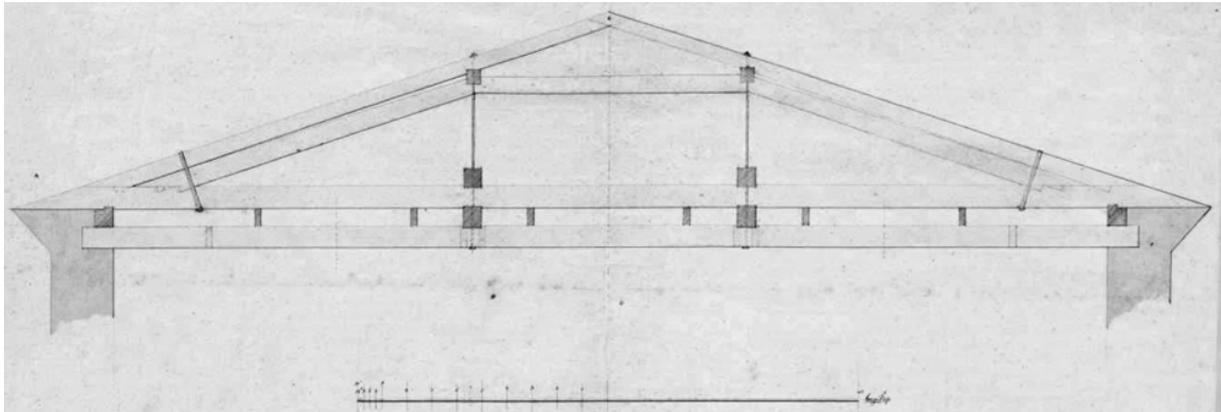


Abb.132: Bibliotheksgebäude München (heute Bayerische Staatsbibliothek). Planzeichnung Friedrich v. Gärtners zum Dachwerk über dem Hauptgebäude<sup>130</sup>

### Marstall Regensburg

Ein weiteres an italienische Dächer angelehntes Dachwerk, das dem Dunstkreis Klenzes zuzuordnen ist, findet sich in dem 1829 errichteten Marstall des Schlosses von Thurn und Taxis in Regensburg (**Abb.133**). Der Architekt Jean Baptiste Métivier kam ursprünglich aus der Bretagne; zum Zeitpunkt des Baus der Reitschule in Regensburg war Métivier königlicher „Baurath“ in München und Mitarbeiter Klenzes. Der Entwurf des Dachwerks stammte möglicherweise nicht von Métivier selbst, denn sowohl die Entwurfszeichnungen als auch die später veröffentlichten Pläne unterscheiden sich vom Original.<sup>131</sup>

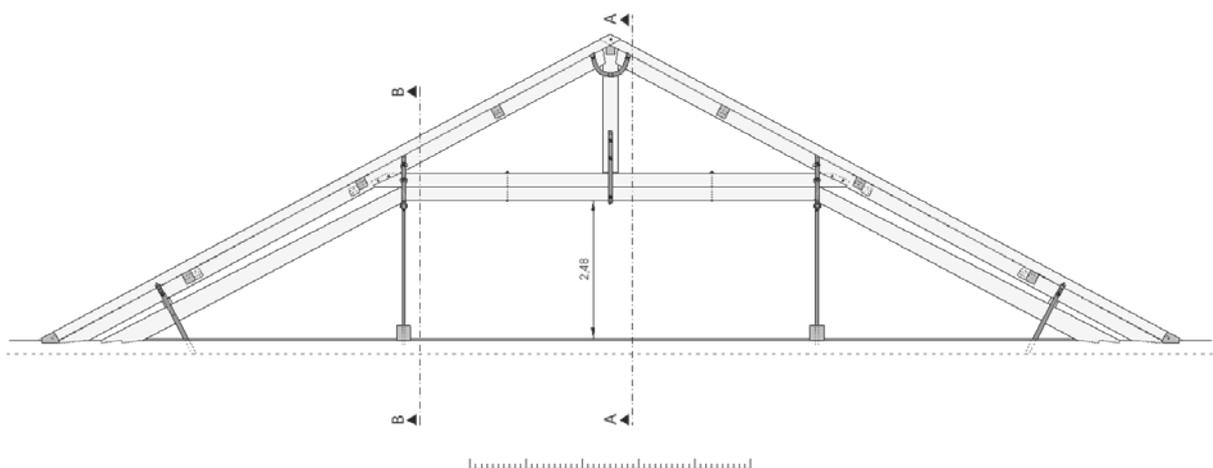


Abb.133: Querschnitt des Dachwerks des Marstalls zu Regensburg (1829) von Jean Baptiste Métivier

<sup>130</sup> Bayerische Staatsbibliothek München, Cod. icon. 210 (1), Blatt 1.

<sup>131</sup> Säbel/Holzer 2013: S. 245-254.

Primär besteht das Dach aus einem einfachen Hängewerk, bestehend aus zwei Streben und einer kurzen Hängesäule. Die Streben sind an ihren oberen Enden in die Hängesäule hineinversetzt. Der Knotenpunkt wird durch ein u-förmiges Eisen gesichert; eine Vorgehensweise wie sie in ähnlicher Form schon in Friedberg oder bei dem Entwurf der Ursulakirche angewendet wurde. Zwischen den Streben ist in den Bindergespärren ein Kehlbalken angebracht. Unterhalb des Kehlbalkens befindet sich ein Sprengwerk. Kehlbalken und Spannriegel sind miteinander verschraubt und werden durch das obere Hängewerk aufgehängt. In der Verbindung zwischen Streben und Spannriegel ist eine dünne Blechplatte eingefügt, die ein Ineinander drücken der Holzfasern verhindern sollte. Die Fußpunkte der Streben sind durch zusätzliche Eisenbänder, wie bei den italienischen Originalen, gesichert. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass diese Eisenbänder aus dem Dachraum heraus nachträglich festgeschraubt werden können. Das gleiche ist bei den eisernen Hängesäulen möglich, die durch ein System, bestehend aus mehreren Eisenelementen, an den Streben des einfachen Hängewerks sowie dem Kehlbalken und dem Spannriegel befestigt sind. Auf den Streben des einfachen Hängewerks liegen Sparren auf, die an ihren Fußpunkten in eine fünfeckige Schwelle einzapfen. Die Form der Schwelle erinnert an die des barocken liegenden Stuhls und verhindert hier ein seitliches Ausweichen der Sparren sowohl in den Binder- als auch in den Leergespärren. Zwischen den Bindern sind über die gesamte Länge einer Strebe des oberen Hängewerks drei Riegel verteilt, die eine zusätzliche Längsaussteifung ermöglichen und die Sparren der Leergespärre unterstützen. Zwischen den beiden unteren Riegeln ist ein Andreaskreuz angeordnet, wie es bereits von Barockkonstruktionen bekannt ist. Die Dachdeckung aus Blech ist auf einer vollflächigen Schalung angebracht. Das Dachwerk des Marstalls ist eines der Beispiele, das zeigt, auf welche Art italienische Systeme in Deutschland weiterentwickelt wurden. Die flache Dachneigung und das doppelte Hängewerk sowie das Verbindungsdetail von Streben und Zerrbalken erinnern stark an die italienische Konstruktion. Die Verwendung der fünfeckigen Schwelle sowie der Sparren mit Kehlbalken und der Andreaskreuze sind hingegen eindeutig als in Deutschland angewandte Elemente anzusehen. Die nachjustierbaren Eisen hingegen stellen eine Neuentwicklung des 19. Jahrhunderts dar.

### Zusammenfassung

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die italienischen Pfettendächer in Bayern bereits vor 1800 bekannt waren, aber nur selten zur Ausführung vorgeschlagen wurden. Erst ab den 1820er Jahren erfuhren sie einen flächendeckenden Einsatz, was auf ein allgemein zunehmendes internationales Publikationswesen und eine rege Reisetätigkeit der Architekten zurückzuführen ist. Die Spannweiten reichen dabei von 12 Metern in der Jakobskirche in Friedberg bis zu 18 Metern in der Bahnhofshalle in Augsburg. Innerhalb der untersuchten Objekte ist die Dachneigung zwischen 22° und 26°

angesiedelt und somit als flach zu bezeichnen. Sowohl Leo von Klenze, führender Architekt in München, als auch der Wirkungskreis der Akademie in München trugen zu einer Verbreitung dieser Konstruktionsart bei. Ausschlaggebend war in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine neue Architektursprache mit flacher Dachneigung sowie eine neue konstruktive Herangehensweise, die neue Möglichkeiten der Holz- und Kostenersparnis suchte. Dabei wurde indes nur selten das originale, italienische Dachwerk kopiert. Vielmehr suchte man auf dessen Grundlage nach neuen Möglichkeiten. Die Hinzufügung der für deutsche Dächer typischen Details des Überzugs oder der Mauerlatte sowie der fünfeckigen Schwelle können dabei nahezu als obligatorisch an allen italianisierenden Dachwerken in Bayern betrachtet werden.

## 9) Das Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts

Unter einem Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts ist ein Dachwerk anzusehen, bei dem ein Teil der Tragstruktur aus gekrümmten Bohlen besteht. In Deutschland fanden dafür typischerweise hochkant gestellte Bohlen Verwendung, die in mehreren Lagen versetzt zueinander einen Bogen bilden. Die Bohlen sind entweder durch Holz- oder durch Eisennägeln miteinander verbunden. Die Bögen bestehen meist aus zwei, drei oder vier aneinander gelagerten Schichten (**Abb.134**). Bohlenbogendächer waren in Bayern kaum verbreitet, tauchten aber dennoch in Einzelfällen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts immer wieder auf. Zudem wurden jene Dächer in der zeitgenössischen Literatur immer wieder dargestellt und diskutiert, was ihnen zusätzlich einen allgemeinen Bekanntheitsgrad bescherte. Die im Rahmen der Arbeit durchgeführten Untersuchungen bestehender Bauwerke in Bayern haben gezeigt, dass es heute noch wenige erhaltene Bohlendächer gibt. Mit den Gebäuden der Häfen aus der Zeit von 1837 bis 1843 sowie 1856 an dem ehemaligen Main-Donau-Kanal und der Hochreserve in Klaushäusl bei Grassau von 1875 sind drei reale Dachwerke mit relativ kleiner Spannweite bekannt. Das aus einer Aufstockung stammende Dachwerk von 1824 im Schloss Neuburg an der Donau zeigt hingegen ein Bohlendach bei recht weiter Spannweite. Die Dachwerke der Kuppeln in der St. Lorenzkirche in Kempten von 1831 sowie der Lukaskirche in München von 1893 bis 1896 ergänzen das Bild der Bohlenkonstruktionen des 19. Jahrhunderts in Bayern.

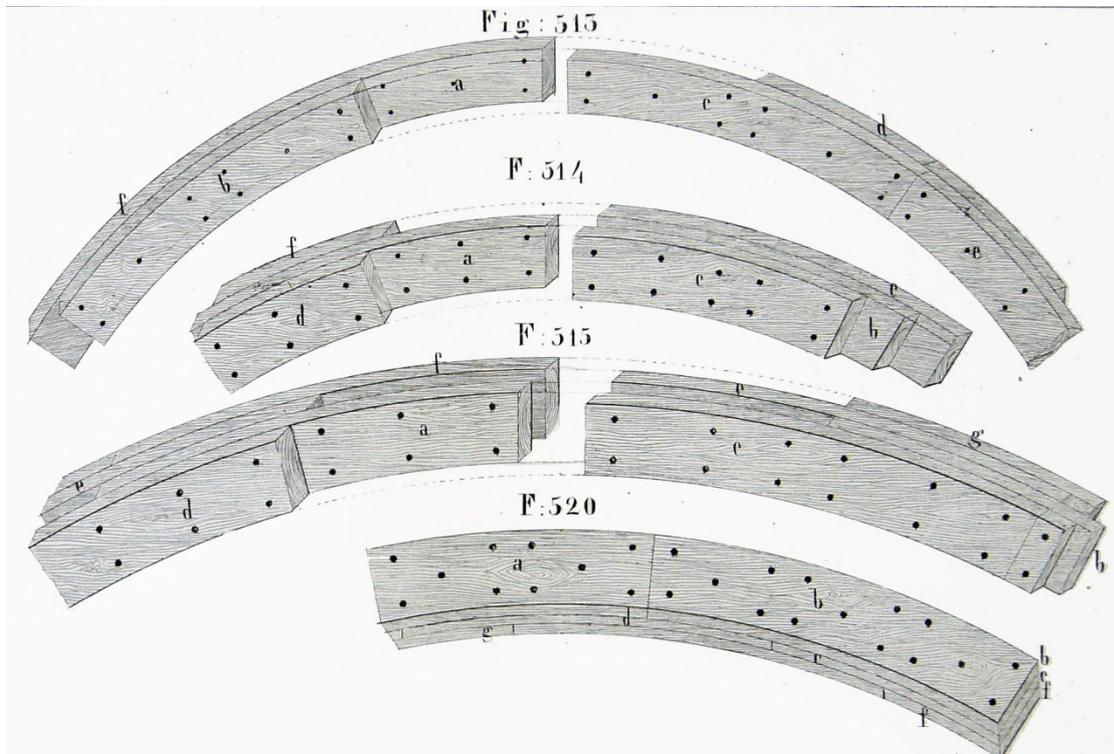


Abb.134: Anordnung der Bohlen aus dem Lehrbuch von Romberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Romberg 1833: Tab. LXX, F. 513-515, F. 520.

### Allgemeine Verwendung von Holzbögen im Brückenbau

In Deutschland spielte der hölzerne Bogen seit dem Ende des 18. Jahrhunderts im Allgemeinen vermehrt eine Rolle und war Gegenstand zahlreicher Konstruktionen. Gerade im Brückenbau wurden verschiedene Möglichkeiten getestet, durch hölzerne Bögen ein weit gespanntes Tragwerk zu errichten. Verschiedene Systeme zeigen hier die Vielfalt in der Herstellung von Bögen. Bei den seit ca. 1750 errichteten Schweizer Bogenbrücken von Hans-Ulrich Grubenmann (1708–83) fanden vielfach gekrümmte und verzahnte ganze Balken Anwendung<sup>2</sup>. Anfang des 19. Jahrhunderts entstanden einige bekannte Brücken in Deutschland, bei denen ebenfalls der gebogene Balken verwendet wurde. Bei den in den Jahren 1807 bis 1809 errichteten Bogenbrücken des bayerischen Architekten und Wasserbauingenieurs Carl Friedrich Wiebeking (1762–1842) wurden die Bögen durch ganze Balken gebildet, die durch Hebel und Winden gekrümmt und in ihrer Form fixiert wurden. Es wurden dabei mehrere Balken übereinander montiert und miteinander verbolzt und mit Holzkeilen verbunden.<sup>3</sup> In dem Jahrbuch für Baukunde, das 1832 durch den in Bayern tätigen Wasserbauingenieur Heinrich Freiherr von Pechmann (1774–1861) herausgegeben wurde, sind 15 Brücken von Wiebeking beschrieben,<sup>4</sup> von denen laut Brockstedt jedoch außer den Brücken von Neuötting und Dillingen keine länger als 20 Jahre hielt.<sup>5</sup> Pechmann selbst errichtete Brückenbauwerke<sup>6</sup> mit gekrümmten Balken, die miteinander verzahnt waren.<sup>7</sup>

Die Herstellung gekrümmter Balken stellt jedoch eine besonders aufwendige Arbeit dar, weshalb folgerichtig der Bogen durch einzelne Bohlen, die einen gemeinsamen Querschnitt bilden, ersetzt wurde. Die 1799 durch Funk errichtete „Bunte Brücke“ in Preußisch-Minden wurde beispielsweise als Bogenhängewerksbrücke mit Bögen bestehend aus senkrechten Bohlen errichtet.<sup>8</sup>

Dergleichen Bogenbrücken haben sich aber, wie die Bohlenbögen in den Dachwerken, nicht auf Dauer durchsetzen können; ab der Mitte des 19. Jahrhunderts fanden sie nur noch selten Anwendung.<sup>9</sup>

### Sonstige Verwendung von Bohlenbögen außerhalb eines Dachwerks

Die praktische Anwendung von Bohlenbögen selbst, war aufgrund deren vielfältigen Nutzung bereits vor 1800 hinreichend bekannt. Etwa kamen in Bayern die gekrümmt geschnittenen Bohlen bei der Errichtung von Kuppelkonstruktionen oder Turmspitzen im Kirchenbau zum Einsatz. Außerdem wurden sie ab dem 16. Jahrhundert und annähernd ohne Unterbrechung bis in das 19. Jahrhundert viel-

---

<sup>2</sup> Beispiel Limmatbrücke in Wettingen (1766).

<sup>3</sup> Brockstedt 1993: S. 79-80.

<sup>4</sup> Pechmann 1832: S. 5-27.

<sup>5</sup> Brockstedt: S. 80.

<sup>6</sup> Erste Brücke nach dem System Pechmann wurde 1810 in Ottershausen errichtet.

<sup>7</sup> Brockstedt 1993: S. 82

<sup>8</sup> Funk 1812.

<sup>9</sup> Brockstedt 1993: S. 83.

fach zur Herstellung von Bohlengewölben verwendet. Sie dienen dabei als Träger einer verputzten Lattenkonstruktion oder einer Schalung und haben lediglich die Eigengewichtslast des Gewölbes samt der Putzschicht zu tragen. Diese Art der Gewölbeherstellung wurde beispielsweise im 19. Jahrhundert in der evangelischen Stadtkirche St. Michaelis von 1824 und in der katholischen Stadtpfarrkirche St. Marien von 1877 in Hof sowie in der evangelischen Paulskirche von 1844 in München verwendet. Hingegen als Tragstruktur innerhalb eines Dachwerks hielten sie in Deutschland erst mit Beginn des Jahrhunderts Einzug, im nachstehenden Abschnitt folgt eine genauere Erläuterung dessen.

### Bohlenbögen in Dachwerken – Historischer Kontext

Die Verwendung der Bohlenbögen innerhalb der Dachwerke ist auf eine Entwicklung zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Preußen zurückzuführen. Die frühe Geschichte des Bohlendachs um 1800 in Preußen ist dabei hinreichend durch Eckart Rüschi erläutert,<sup>10</sup> auf dessen Ergebnissen in dieser Arbeit aufgebaut wird. Der durch Rüschi aufgestellte historische Kontext bietet gemeinsam mit der zeitgenössischen Literatur eine zugänglichere Einordnung der bayerischen Bohlendächer in die Gesamtentwicklung des Bohlendachs in Deutschland.

Als Begründer des Bohlendachs wird allgemein der französische Architekt Philibert de l'Orme (1510–70) angesehen, der seine Bohlendachkonstruktionen in einer eigenen Publikation im Jahre 1561 veröffentlichte.<sup>11</sup> De l'Ormes Konstruktionen zeichnen sich durch kurze gekrümmte Bohlenstücke aus, die versetzt zueinander angeordnet sind. Die binderlosen Bögen sind in kurzen Abständen hintereinander angebracht und werden in Längsrichtung durch kurze Riegel ausgesteift. Diese sind durch die Bögen hindurchgesteckt und mit seitlichen Keilen gesichert. Alternativ werden die Bögen auch von durchgehenden Latten umklammert, die an der Ober- und Unterseite der Bögen eingelassen sind (**Abb. 135**)<sup>12</sup>. Letztere Ausführung verwendete de l'Orme bei den Dächern des Schlosses de la Muette<sup>13</sup> bei Paris.

---

<sup>10</sup> Rüschi 1997.

<sup>11</sup> De l'Orme 1561.

<sup>12</sup> Rondelet 1810: Tafel CXXVIII, Fig. 9; Ebd. 1828: CXVIII, Fig. 6-9.

<sup>13</sup> Ebd. 1833: S. 161.

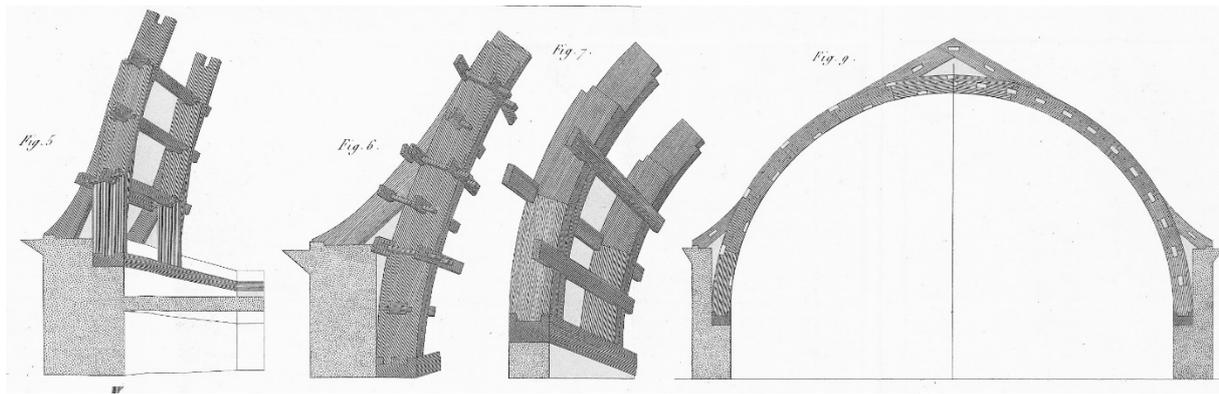


Abb.135: Bohlenbogendach von Philibert de l'Orme<sup>14</sup>

Der Einsatz von Bohlenbögen in Dächern ist allerdings nicht allein de l'Orme zuzuordnen. 1810 stellte Rondelet die Kuppeln des Doms San Marco<sup>15</sup> von 976 bis 1085<sup>16</sup> und der Kirche Santa Maria della Salute von 1631 in Venedig<sup>17</sup> dar, die ebenfalls aus Bohlenbögen hergestellt sind. Bei beiden Kuppeln handelt es sich um sogenannte Schutzkuppeln,<sup>18</sup> bei denen die Bohlenbögen über einer massiven Kuppel angeordnet sind und dabei die äußere Form bilden. Bei der Kuppel von San Marco bestehen die Bögen aus zweilagig angeordneten Bohlen.<sup>19</sup> Nach der Zeichnung von Rondelet sind die Bögen fächerförmig montiert. Zur Queraussteifung und zur Aufnahme der Horizontalkräfte sind waagerechte Riegel angebracht und auf den Bohlen befindet sich eine vollflächige Schalung.

Das Dach des Palazzo della Ragione in Padua von ursprgl. 1306 bis 1309<sup>20</sup> zeigt hingegen ein gewölbtes Dach über einem rechteckigen Grundriss, das mit Bohlenbögen konstruiert ist. Die Bögen bilden dabei sowohl die äußere als auch die innere Form aus. Die Horizontalkräfte werden durch Zugbänder aufgenommen, die zweifach abgehängt sind. Als Längsaussteifung dienen einerseits die Giebelflächen, die walmdachförmig auf beiden kurzen Seiten des Gebäudes angeordnet sind. Zusätzlich ist die Bohlenkonstruktion vollflächig verschalt.

Weder die Kuppelkonstruktion in Venedig noch das Dachwerk in Padua zeigen eine Aussteifung zwischen den Bögen, wie sie später De l'Orme verwenden sollte. Dementsprechend scheint de l'Orme „der Erste [zu sein,] der die Constructionsweise auf alle Arten von Dächern anwendbar machte, indem er die Verbindung der langen Curven durch horizontale Ringe und Bänder angab, welche in die

<sup>14</sup> Rondelet 1828: PL CXVIII, Fig. 5-9. Ebd. 1810: PL CXXVIII.

<sup>15</sup> Ebd. 1810: PL. CXXV. Ebd. 1828: PL. CXVII, Fig.1.

<sup>16</sup> Meschke: 1989, S. 6: Laut Meschke ist die Kuppelkonstruktion, bestehend aus den Bohlen und den Querriegeln, möglicherweise erst im 15. Jahrhundert nach einem Brand entstanden.

<sup>17</sup> Rondelet 1828: PL. CXVII, Fig.2.

<sup>18</sup> Meschke 1989: S. 5.

<sup>19</sup> Ebd.: S.6.

<sup>20</sup> Meschke 1989: S. 26: Nach Meschke wurde das Dachwerk 1420 durch ein Feuer zerstört und danach wiederhergestellt. Die heutige Form des Dachwerks stammt wohl von 1756, nachdem das Dach durch einen Wirbelsturm ein weiteres Mal zerstört wurde.

Curven eingelassen sind und sie fest umfassen, vermittelst zu beiden Seiten eingetriebener Keile“.<sup>21</sup> Durch das Anbringen der Riegel zwischen oder auf den Bohlen entsteht ein Netzverband, der nach Georg Moller und Hugo von Ritgen (1811–89) den gotischen Konstruktionsweisen angelehnt ist.<sup>22</sup>

Das De l’Orme’sche Bohlendach fand allerdings keine große Verbreitung, wurde aber im späten 18. Jahrhundert in einigen französischen Dachwerken wiederaufgenommen – ein Einflussfaktor auf die Entwicklung der deutschen Bohlendächer. Bekannt ist hier insbesondere die Pariser Getreidehalle „halle aux blés“ der französischen Architekten Jacques Molinos (1743–1831) und Jacques-Guillaume Legrand (1753–1807), deren hölzerne Kuppel 1783 errichtet wurde (**Abb.136**)<sup>23</sup>. Diese heute zwar zerstörte Kuppel ist durch das Lehrbuch von Krafft aus dem Jahre 1805 gut dokumentiert. Die Kuppel bestand aus im Grundriss radial angeordneten Bohlenbögen. Wie bei De l’Orme wurden hier kurze Bohlenstücke verwendet, die durch Riegel gegeneinander ausgesteift wurden. Die Riegel waren im Bereich der Fugen in die Bögen eingenetet und wurden durch Keile an den Bögen gesichert.

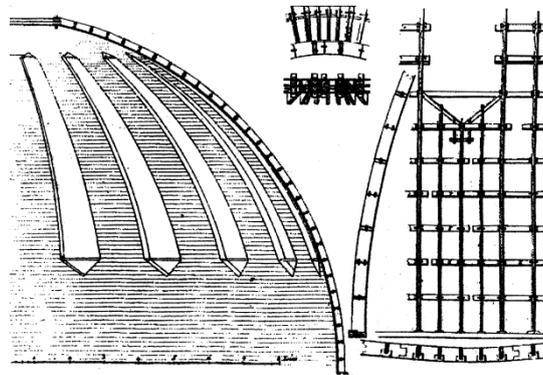


Abb.136: Mittlere Kuppel Halle au Blé in Paris (1783)<sup>24</sup>

Zur gleichen Zeit entstand die Kuppel des Hotels Salm von 1783 in Paris<sup>25</sup> nach den Entwürfen der französischen Architekten Pierre Rousseau (1751–1829) und Antoine-François Peyre (1739–1823). Durch publizierte Zeichnungen von Krafft ist auch diese Kuppelkonstruktion bekannt.<sup>26</sup> Wie in der Pariser Getreidehalle finden hier halbkreisförmig angeordnete Bohlen Verwendung, die sowohl die innere als auch die äußere Form des Daches ausbilden. Die Bögen sind an ihren Fußpunkten in eine auf der Mauerkrone verlaufende Schwelle eingezapft. Typisch für die französischen Bohlenkonstruktionen sind die Bohlen durch kurze Riegel gegeneinander ausgesteift, die wiederum mit Keilen am Bogen gesichert sind. Wie in der „Halle aux blés“ sind die Riegel im Bereich der Fugen in die Bögen eingenetet.

<sup>21</sup> Hugo von Ritgen: Beiträge zur Würdigung des Antheils der Lehre von den Constructionen in Holz und Eisen, Leipzig 1835: S. 35.

<sup>22</sup> Moller 1833-1843: S. 7; Ritgen 1835: S. 35.

<sup>23</sup> Die hölzerne Kuppe wurde 1806 durch einen Brand zerstört.

<sup>24</sup> Krafft 1805: 2. Buch, No. 71.

<sup>25</sup> heute *Palais de la Légion d'honneur*, dt. „Palast der Ehrenlegion“.

<sup>26</sup> Krafft 1805: PL X, Fig. 1 und 2.

In Deutschland war es hauptsächlich David Gilly, der zu Beginn des 19. Jahrhunderts für die Verbreitung des Bohlendachs sorgte. Durch zahlreiche Publikationen Gillys ist dessen tiefgreifende Überzeugung hinsichtlich dieses Konstruktionsprinzips belegt, welches er aufgrund verschiedener Erfahrungen stetig weiter entwickelte. Wie aus seinem Werk aus dem Jahre 1797 hervorgeht, wurde er dabei direkt durch die französischen Beispiele von de l'Orme sowie die Pariser „Halle aux blés“ beeinflusst.<sup>27</sup> Während in der Veröffentlichung Detailzeichnungen von de l'Orme dargestellt sind, zeigte Gilly von der Pariser Getreidehalle lediglich eine Außenansicht und den Grundriss.

Die von dem Berliner Architekten dargestellte Kuppelkonstruktion der Anatomie der Tierarzneischule in Berlin von 1787 bis 1790 von Carl Gotthard Langhans (1732–1808) zeigt ein aus Bohlenbögen zusammengesetztes Dach mit 13 Metern Spannweite. Es handelt sich hierbei um eine Kuppelkonstruktion, die, ähnlich den französischen Beispielen, aus im Grundriss fächerförmig angeordneten Bögen besteht. Die Bohlen sind zweilagig versetzt zueinander angeordnet und mit Holznägeln verbunden. Die Bohlenbögen dienen einerseits als Träger der inneren Schalung und bilden andererseits die äußere Form des Daches. Abweichend von dem System de l'Ormes sind hier keine Riegel zwischen den Bögen angebracht. Es fehlt, ausgenommen von der Schalung, an jeglicher ringförmiger Aussteifung; aufgrund dessen dieses Dachwerk vielmehr an die in Deutschland ausgeführten BohlenGewölbe respektive an die erwähnten Kuppelkonstruktionen in Venedig erinnert. Gilly beschrieb explizit, dass er die von de l'Orme verwendeten Riegel für unnötig erachtet und jene durch die Nuten überdies als Schwächung der Bohlen ansieht.<sup>28</sup> Seine ersten Konstruktionen eines Bohlendachs weisen ebenfalls nur den einfachen Bogen auf, der gleichzeitig die äußere Form des Dachwerks ausbildet. Das Dach besteht dabei lediglich aus einem Paar Bohlensparren, das spitzbogig angebracht ist. Im First stoßen die beiden Bögen gegen eine in Längsrichtung befestigte hochkant stehende Bohle (**Abb.137, Fig. 93A**). Das System ähnelt in seiner Ausführung und mit seiner fehlenden Längsaussteifung dem Palazzo de Regionale in Padua. Gilly ging dabei davon aus, dass allein der Bogen ausreichend tragfähig wäre, um die Dachhaut zu tragen und von außen einwirkenden Kräften zu widerstehen. Die Verwendung einer geringen Anzahl an Hölzern sowie kurzen Bohlenstücken aus Restholz sollen nach seiner Aussage im Gegensatz zu den traditionellen Dachwerken zu einer erheblichen Kostenersparnis führen.

---

<sup>27</sup> Gilly 1797.

<sup>28</sup> Ebd. S. 27.

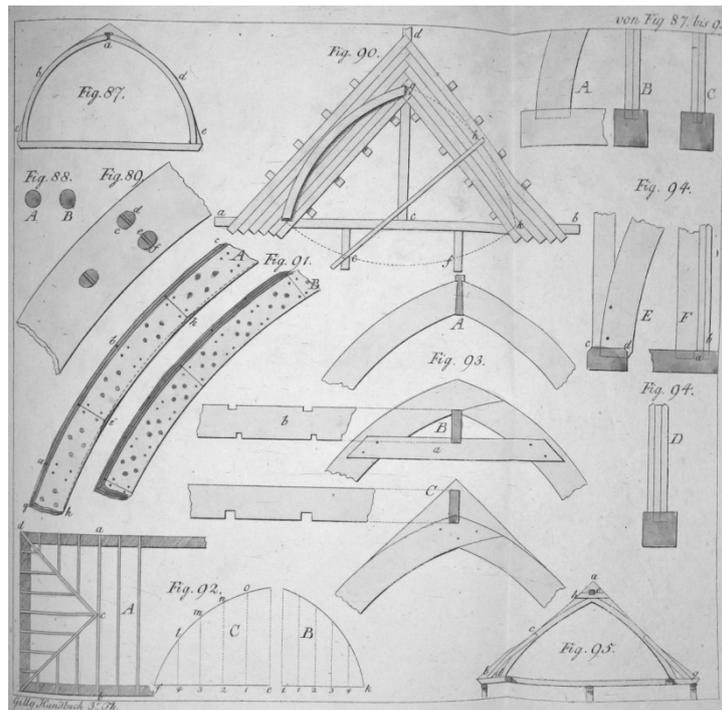


Abb.137: Bohlenbögen von David Gilly<sup>29</sup>

Diese anfänglich sehr einfache Bohlenkonstruktion zeigte jedoch zunehmend Schäden, denen Gilly entgegenwirken musste. Etwa führte die Verwendung einer einfachen Firstbohle zum Abrutschen der seitlichen Bögen. Zur Vermeidung dieser Problematik, überkreuzte er die Bohlenbögen am höchsten Punkt und verband sie fest miteinander. Die Firstbohle blieb weiterbestehen, indem sie als Auflager der Bohlenbögen diente bzw. auf der Spitze angebracht wurde (**Abb.137, Fig. 93 A und B**). Sie sollte außerdem der Längsaussteifung dienen,<sup>30</sup> welche bis dato noch fehlte.

Im Jahre 1801 setzte sich der sächsische Zimmermeister Leopold Leideritz ausführlich mit dem Bohlendach Gillys auseinander. Er kritisierte in dem dabei entstandenen Lehrbuch hauptsächlich die Verwendung kurzer Bohlen, die sowohl Gilly als auch zuvor de l'Orme als eine der wichtigsten Vorteile des Bohlendachs propagierten. Leideritz stellte zu Recht fest, dass die kurzen Bohlenstücke keinen steifen Bogen ergeben und empfiehlt daher, längere Stücke zu verwenden, die möglichst wenige Fugen hervorbringen.<sup>31</sup> Einen weiteren Kritikpunkt sah er in der ungenügenden Längsaussteifung. Um diese zu verbessern, ordnete er zwischen den Bohlensparren, ähnlich den französischen Systemen, Riegel an, die durch Keile an den Bögen befestigt sind<sup>32</sup>. Die Riegel wurden nicht in den Fugen, sondern in gleichmäßigen Abständen dazwischen angebracht. In dem letzten Teil seines Lehrbuchs

<sup>29</sup> Gilly 1811: Fig. 87-93.

<sup>30</sup> Rüsck 1997: S. 53.

<sup>31</sup> Leideritz 1801: S. 173.

<sup>32</sup> Ebd. 1818: S. 216.

aus dem Jahre 1818 griff Leideritz auf eigene Erfahrungen mit dem Bohlendach zurück;<sup>33</sup> an einer eigens aufgestellten Scheune stellte er das anfängliche System Gillys endgültig als fehlerhaft dar.

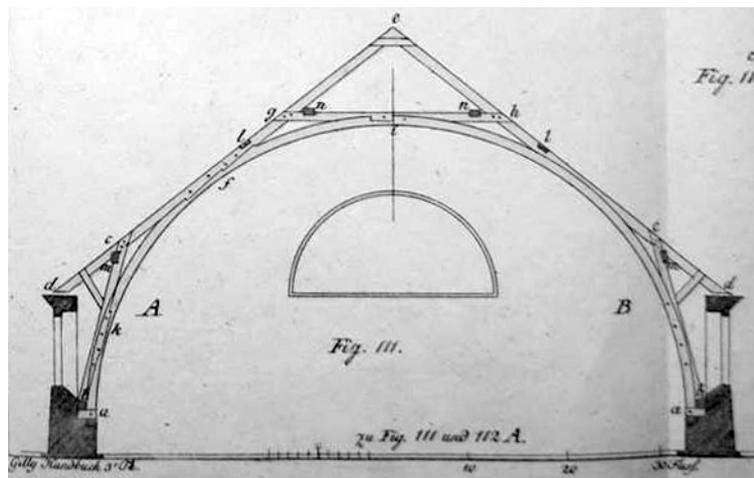


Abb.138: Reithalle des Leibhusaren-Regiments in Berlin-Kreuzberg (1799-1800<sup>34</sup>)<sup>35</sup>

Die nach 1800 folgenden Bohlendächer von Gilly belegen, dass sich dieser der Kritik nicht entziehen konnte. Überzeugt von der Idee des bogenförmigen Tragwerks, entwickelte er die Konstruktion weiter. Den Einwand der gebogenen Dachform, die sich nur schwer bedecken lässt, löste er, indem er die Dachfläche begradigte. Eine von Gilly dargestellte Möglichkeit bestand darin, an den Bogen eine Art Aufschiebling nach unten und oben anzubringen, so dass sich eine gerade Linie ergab. In der Reithalle des Leibhusaren-Regiments in Berlin-Kreuzberg (**Abb.138**) verwendete er durchgehende Sparren, die mit den Bohlenbögen verzahnt sind. Die Bögen sind dabei „innigst“ mit dem Sparren und dem Kehlbalken verbunden, wie Friderici in dem posthum veröffentlichten dritten Band von Gillys Landbaukunst betont.<sup>36</sup> Während die ersten in Preußen entstandenen Bohlendächer allein auf die Tragwirkung des Bogens vertrauten und dabei die nach außen wirkenden Schubkräfte sowie die Bewegungen im Bogen selbst außeracht ließen, wurde der Bogen bei diesem Dachwerk an den schwachen Punkten durch die „innige“ Verbindung fixiert. Die Anbringung der Fußpunkte des Bogens in massiven Außenwänden verhindert zudem das Auseinanderweichen des Bogens an dieser Stelle. Auch der Aussteifung in Längsrichtung scheint Gilly mehr Bedeutung beizumessen und brachte pfeifenähnliche Balken an, die auf einem Kehlbalken liegen. Im unteren Bereich greifen Streben unter die Sparren, die ebenfalls eine Art Pforte tragen. Die Streben reichen bis unter den Fußpunkt der Sparren auf die Mauerwerkspfeiler und verhindern ein Auseinanderweichen dieser.

<sup>33</sup> Leideritz 1818: S. 208.

<sup>34</sup> Rüscher 1997: S. 217.

<sup>35</sup> Gilly 1811: Fig. 111.

<sup>36</sup> Ebd.: S. 175.

Eine recht ähnliche Entwicklung zeigt sich in der Reithalle in der Husarenstraße in Berlin, die vermutlich 1818<sup>37</sup> errichtet wurde (Abb.139). Auch hier finden sich gerade Sparren, die im oberen Bereich durch einen Kehlbalken verbunden sind; im unteren Bereich sind die Sparren dagegen durch Streben zweifach unterstützt und die innere Strebe ist mit dem Bohlenbogen verzahnt. Die Bohlen bestehen aus zwei gegenüber angebrachten Bögen, die sich im oberen Bereich überkreuzen und unter die Sparren aufgreifen. Anders als in der Reithalle in Berlin-Kreuzberg verlaufen die Sparren in diesem Fall durchgehend und sind lediglich durch einen Holzdübel mit den Bögen verbunden. Auf diese Weise werden die Sparren zu einem eigenen Bestandteil der gesamten Dachkonstruktion. Die Längsaussteifung der Bögen wird durch kurze Riegel erreicht, die, ähnlich den französischen Beispielen, zwischen den Bögen angebracht sind.<sup>38</sup> Mittig auf dem Kehlbalken ist zudem ein hochkant gestellter Balken montiert, auf dem der Kreuzungspunkt der Bohlenbögen aufliegt. Das Beispiel der Reithalle des Leibhusaren-Regiments weist in den oberen Enden der Streben hochkant gestellte Bohlen auf, die wie Pfetten unter die Sparren greifen. Im unteren Bereich der Sparren sind weitere Streben angebracht, die eine Pfette tragen. Zeittypisch wird hier eine Art Kniestock ausgebildet, der eine flache Dachneigung ermöglicht.

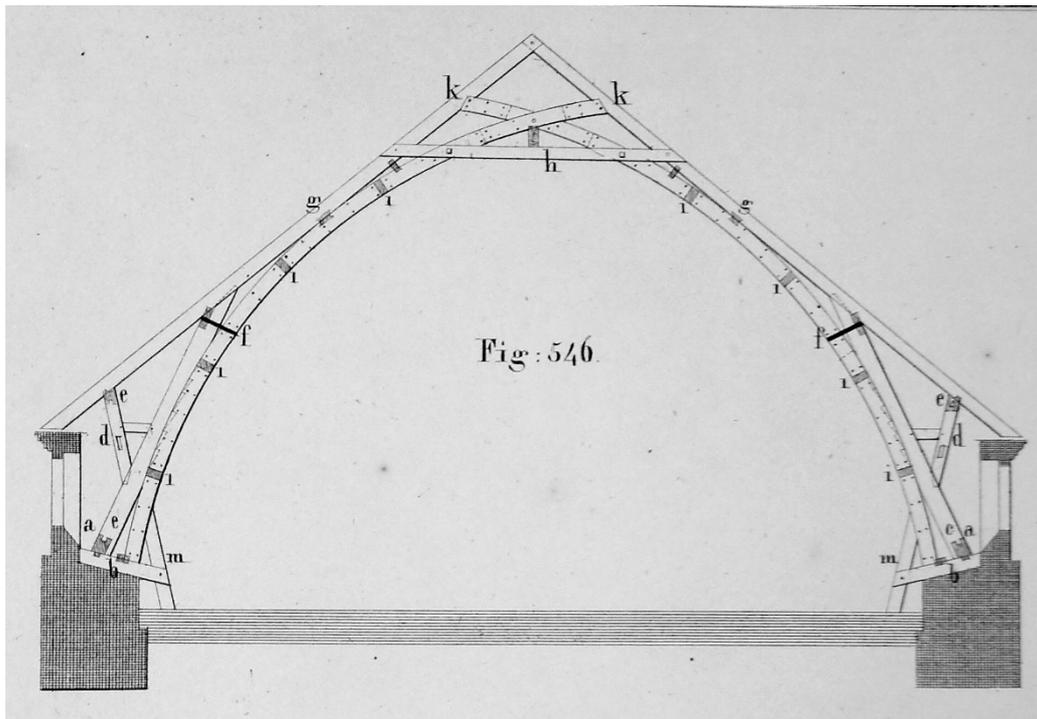


Abb.139: Reithalle in Berlin, Husarenstraße (vermutlich 1818)<sup>39</sup>

<sup>37</sup> Rüsç 1997: S. 64.

<sup>38</sup> Eine detaillierte Beschreibung der Anbringung dieser Keile fehlt und ist auch nicht der Zeichnung zu entnehmen.

<sup>39</sup> Romberg 1833: Taf. LXXIII, Fig. 546.

Etwa zur gleichen Zeit wie die Reithalle in der Husarenstraße entstand das Bohlendach des Mittelpavillons des Polytechnikums in Wien von 1816 bis 1818 (**Abb.140**). Im Gegensatz zu den Dachwerken in Berlin hat sich diese Konstruktion bis heute erhalten und wurde erst kürzlich saniert. Eine Zeichnung wurde 1839 in der Allgemeinen Bauzeitung<sup>40</sup> sowie 1840 durch den Zimmermann Johann Gierth veröffentlicht: Von außen hat das Dach die Form eines Mansarddachs, das durch gerade Sparren gebildet wird. Im Inneren befindet sich der halbkreisförmige Bohlenbogen, der wiederum zwischen massiven Außenwänden eingefügt ist. Die Sparren und die Bohlenbögen sind wieder getrennt voneinander als eigener Bestandteil des Systems montiert. Die oberen Sparren enden auf kurzen Stichbalken, die von Streben unterstützt werden, die die Lasten in Richtung der massiven Außenwände abtragen. Auf der äußeren Strebe liegt eine Art Rähm dessen Anwendung stark an den Aufbau eines liegenden Stuhls erinnert. Die kurzen Stichbalken umgreifen gabelförmig in der Mitte den Bohlenbogen. Statt Riegel zwischen den Bohlen sparren zu verwenden, sind durchgehende Zangenhölzer an der Ober- und Unterseite der Bögen angebracht; wiederum zeigt diese Ausführung deutliche Parallelen zu de l'Ormes Schloss Mulette. Die Zangen werden untereinander durch Eisenbolzen verbunden, die direkt von beiden Seiten neben den Bögen angebracht sind. Zur weiteren Längsaussteifung sind an jedem zweiten Bohlenbogen schräge Streben sowie Kopfbänder eingebaut, wodurch sich eine Struktur aus Binder- und Leergespärren ergibt. Dieses Dachwerk ist das erste Bohlendach, bei dem sich eine solche Binderkonstruktion nachweisen lässt.

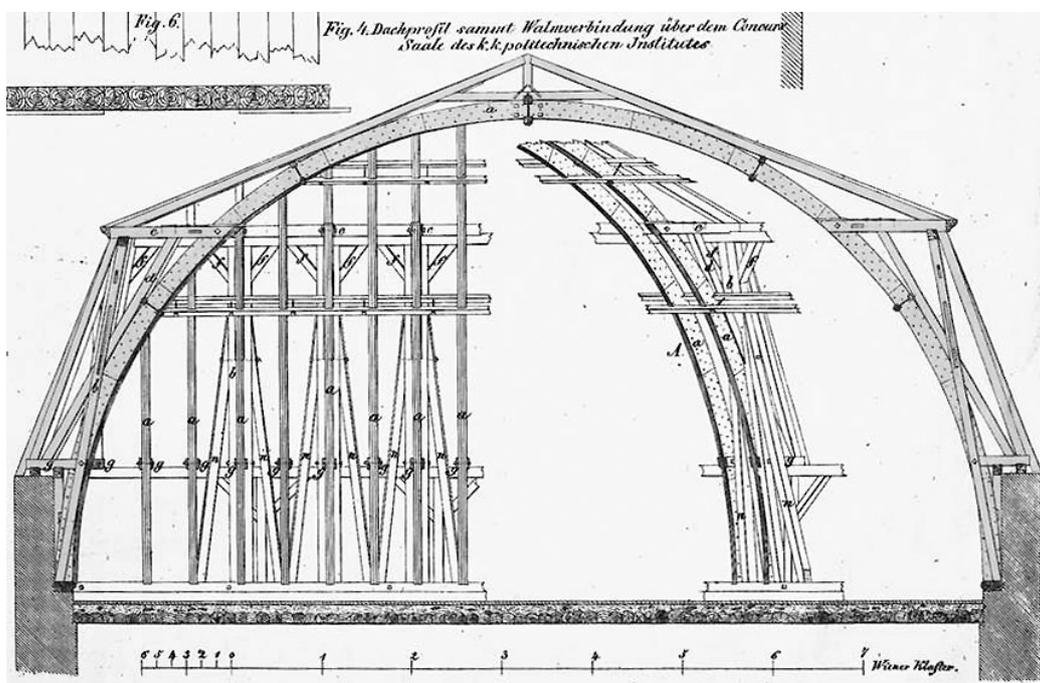


Abb.140: Dachwerk des Mittelpavillons im Polytechnikum Wien (1816-1818)<sup>41</sup>

<sup>40</sup> ABZ 1839: Blatt CCCV.

<sup>41</sup> Gierth 1840: Tafel XXII, Fig. 4.

In der Beschreibung der ebenfalls aus Bohlenbögen hergestellten Kuppel der katholischen Kirche in Darmstadt von 1822 bis 1826 von Georg Moller wird diese Art der zangenförmigen Zusammenfassung genauer erläutert. Moller bezeichnete als eines der größten Probleme der Bohlensparren das ungleiche Senken oder Setzen derselben,<sup>42</sup> was durch die Länge der Sparren bei gleichzeitig hoher Anzahl von Fugen entstehen kann. Da nicht alle Stoßfugen immer mit gleicher Genauigkeit schließen, unterliegt der Bogen wohl einer ungleichen Setzung. Im Extremfall entsteht eine ungleiche Lastverteilung in der Kuppel. Um dem entgegenzuwirken, brachte Moller die zangenförmigen Elemente – von ihm als Gurtbögen bezeichnet – an der Ober- und Unterseite an, die den Bogen tragen und eine unterschiedliche Setzung verhindern sollten. Aus der Zeichnung geht hervor, dass die lattenförmigen Gurtbögen wie in Wien neben den Bohlensparren durch Eisenbolzen miteinander verbunden sind.<sup>43</sup> Neben den Gurtbögen verwendete der hessische Architekt zwischen den Bohlensparren zusätzlich angebrachte Riegel, die wie bei den französischen Beispielen mit Keilen an den Bögen befestigt sind. Diese dienen neben den tragenden Gurtbögen der Aussteifung zwischen den Bohlenbögen in tangentielle Richtung. Moller ging dabei auf die zu seiner Zeit modernen Bohlenkonstruktionen, wie beispielsweise die von Gilly, ein und kritisierte, dass die zangenförmigen Elemente seit dem Einsatz durch de l’Orme eigentlich keine Anwendung mehr fanden. Dabei bezog er sich auch explizit auf die Konstruktion der „Halle aux blés“, bei der lediglich die aussteifenden Riegel eingebaut wurden. Das gleiche Problem haben seiner Meinung nach die von Krafft 1805 in Frankreich erschienenen Bohlenkonstruktionen.<sup>44</sup>

Bei der Entwicklung des Bohlendachs ging Friedrich Schinkel einen Schritt weiter: Das Dachwerk des von ihm 1818 bis 1822 entworfenen Schauspielhaus am Gendarmenmarkt (**Abb.141**) in Berlin stellt ein seltenes Beispiel der Anwendung eines Bohlendachs dar. Obwohl Schinkel bei Gilly an der Bauakademie in Berlin studiert hatte, scheint er dessen Begeisterung hinsichtlich des Bohlendachs nicht zu teilen. Denn in seinen Bauten lässt sich weitaus häufiger das Pfettendach nach italienischer Machart finden. Auch das Dachwerk des Schauspielhauses zeigt, trotz der Verwendung von Bohlenbögen, eindeutig eine Tendenz zum flach geneigten Pfettendach. Wie bei den vorherigen Beispielen wird hier eine Kniestockkonstruktion verwendet, die eine sehr flache Dachneigung ermöglichte. Die Sparren enden auf waagerechten Stichbalken, die bis zu dem Bohlenbogen reichen und diesen somit stabilisieren. Die Stichbalken werden wie bei einem stehenden Stuhl durch auf einem Ständer liegende Rähme unterstützt. Die Lasten aus den Mittelpfetten werden ebenfalls in Richtung der Innenwände abgetragen. Der halbkreisförmige Bogen endet an Schwellen, die den massiven Innenwänden vorge lagert sind. Auf dem Bogen lagert eine obere Mittelpfette sowie eine Firstpfette. Durch die Verwendung eines Bohlenbogens ergab sich ein großer freier Dachraum.

---

<sup>42</sup> Moller 1833-1843: S. 5.

<sup>43</sup> Ebd.: Pl. IV, Fig. IV.

<sup>44</sup> Ebd.: S. 7.

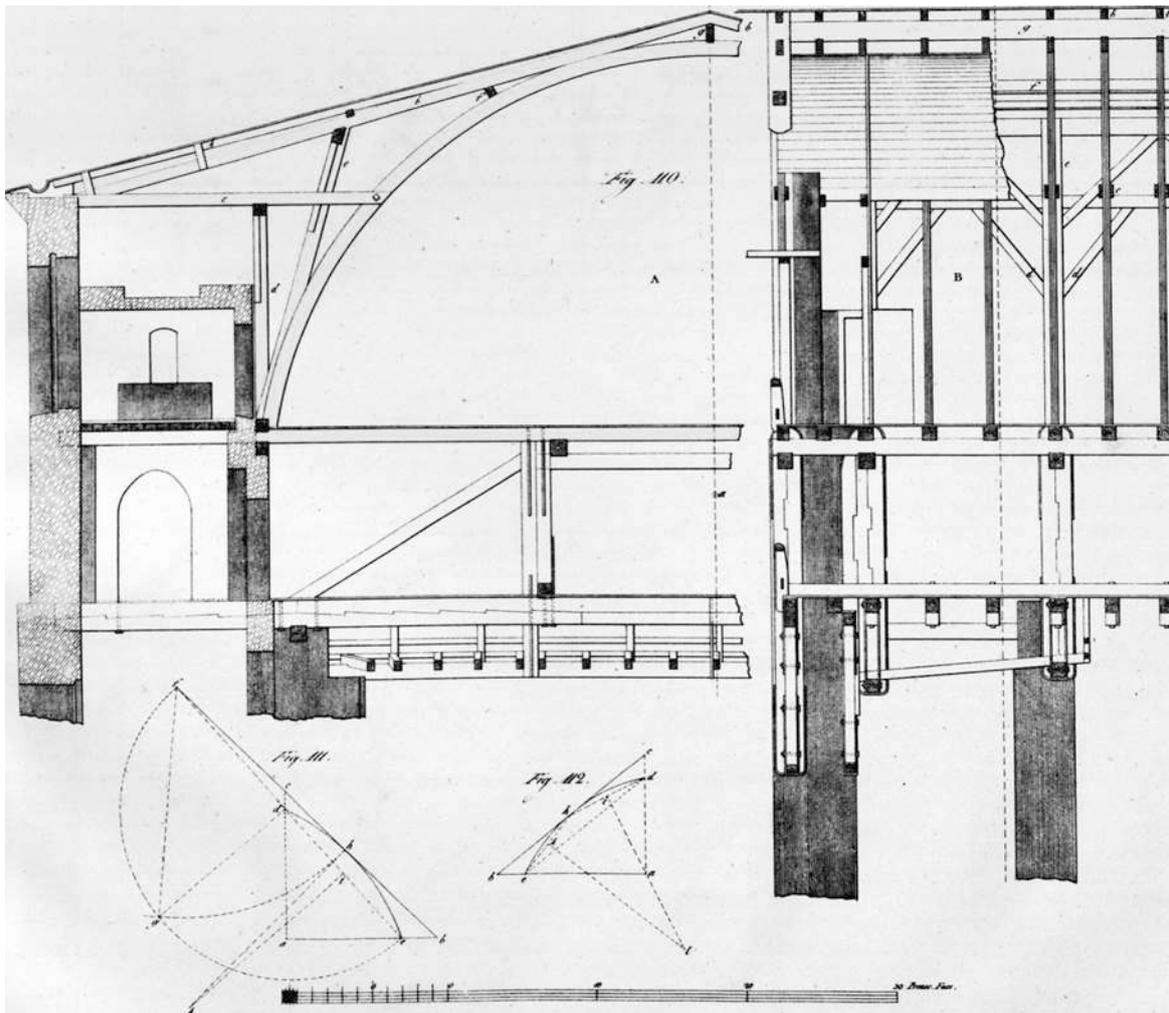


Abb.141: Schauspielhaus in Berlin (1816-1818) von Friedrich Schinkel<sup>45</sup>

Grundsätzlich reiht sich das Dachwerk des Berliner Schauspielhauses in die frühe Entwicklung der Pfettendächer des 19. Jahrhunderts in Deutschland ein. Der Bohlenbogen stellt dabei eine Alternative zu dem sonst verwendeten Hänge- oder Sprengwerk dar. Die beiden vorgestellten Berliner Reithäuser sind zwar nicht direkt vergleichbar, zeigen aber ebenfalls die Tendenz in Richtung eines Pfettendachs. Auffallend ist, dass es in Frankreich verschiedene Bohlenkonstruktionen gibt, die ebenfalls in Verbindung mit dem flach geneigten Pfettendach stehen. Nachdem schon die deutschen Theaterdächer durch französische Beispiele mit an italienischen Pfettendächern angelehnten Konstruktionen inspiriert zu sein scheinen, ist es nicht verwunderlich, dass es vor 1800 in Frankreich bereits Bohlenkonstruktionen in Verbindung mit Pfettendächern gab.

Es ist wiederum Johann Carl Krafft, der diesbezüglich schon 1805 verschiedene Dachwerke dieser Art publizierte. Dazu zählt beispielsweise das Dachwerk einer Bank in Paris aus dem Jahre 1770 (**Abb.142**). Der halbkreisförmige Bohlenbogen dieses Daches besteht aus kurzen hochkant gestellten Bohlen, die vermutlich durch Holznägel verbunden sind. In Längsrichtung sind kurze Bohlen zwischen

<sup>45</sup> Vorlegeblätter für Zimmerleute 1835: Tafel XII, Fig. 110.

den einzelnen Bögen angebracht. Die Tragkonstruktion der Dachhaut besteht aus den Hauptstreben, zwischen denen hochkant stehende Bohlen befestigt sind. Die Streben stützen außerdem eine Firstpfette und einen kurzen Firstständer, der auf einer Art Überzug auf der Mitte des oberen Bogens steht. Die Hauptstrebe verläuft tangential zu der Bogenaußenkante, wobei sich beide Elemente berühren und durch kurze radiale Zangen miteinander verbunden sind. Die Hauptstreben enden auf einem unterbrochenen Zerrbalken, der zangenförmig ausgeführt ist. Das innere Ende der Zange umklammert den Bogen und die untere freie Länge der Hauptstrebe wird in Richtung des Knotenpunktes von Zerrbalken und Bogen abgestrebt. Der Bogen endet auf den innen liegenden Säulen unterhalb des Traufpunktes und wird hier durch zangenförmige Deckenbalken an die Außenwände angebunden. Gebildet wird das Tragsystem für die Dachhaut also durch die Pfetten und die Hauptstreben, wobei der Bogen einer zusätzlichen Abstützung sowie der Lastabtragung in die Innenwände dienen soll.

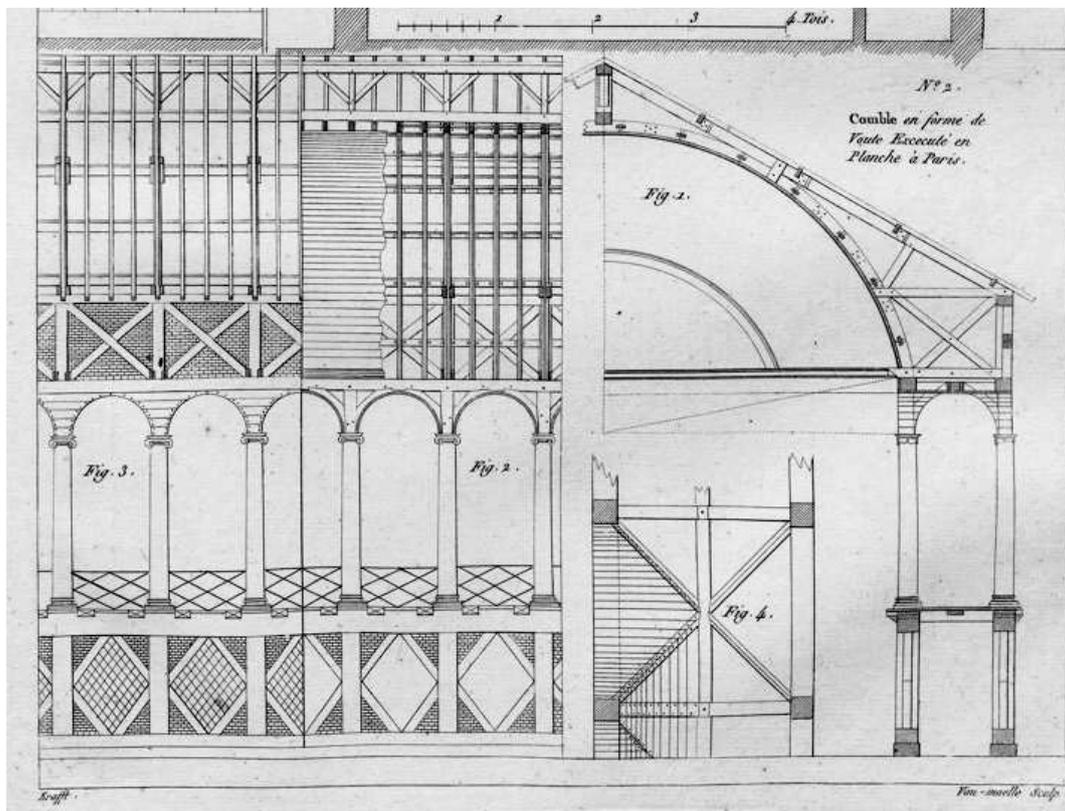


Abb.142: Dachwerk einer Pariser Bank (1770)<sup>46</sup>

Als ein weiteres französisches Beispiel ist die Konstruktion der Manège de l'École Militaire in Paris aus dem Jahre 1770 (**Abb.143**) anzusehen. Die Bohlen jener Konstruktion wurden erneut in kurzen Stücken gefertigt. Eine Detailzeichnung zeigt, dass die Bögen aus drei Schichten bestehen. Zwischen den einzelnen Bögen sind kurze Latten in Längsrichtung eingebaut. Die Dachhaut des Dachwerks liegt

<sup>46</sup> Krafft 1805: No. 46: No.2, Fig 1-4.

auf Pfetten auf, die wiederum auf den Hauptstreben aufliegen. Letztere werden im oberen Bereich durch ein Sprengwerk unterstützt, das, wie der Längsschnitt zeigt, zangenförmig angebracht ist. Die Streben des Sprengwerks leiten Lasten aus dem Firstbereich in die Außenwände unterhalb der Traufhöhe. Auf mittlerer Höhe ist ein zangenförmiger Kehlbalcken montiert, der durch eine Eisenstange aufgehängt wird, die am Kreuzungspunkt des Sprengwerks befestigt ist. Unterhalb der Kehlbalcken werden die Hauptstreben durch weitere Streben unterstützt, die bis zu den Außenwänden reichen. Die Hauptstreben enden auf hochkant gestellten Bohlen, die zwischen doppelten Ständern und auf der Mauerkrone angebracht sind; diese Bohlen reichen bis zu dem Bohlenbogen. Der Längsschnitt lässt vermuten, dass die Bohlenbögen auf einer Mauerkonsole in den Außenwänden stehen und zwischen den Bindern des Dachtragwerks installiert sind. Es ist allerdings nicht ersichtlich, ob die Bögen mit der Tragkonstruktion des Daches verbunden sind und somit eventuell zur Tragwirkung beitragen. Bei den letzten Beispielen wird deutlich, dass der Bohlenbogen in der Entwicklung des Bohlendachs immer mehr zu einem zusätzlichen Tragwerk innerhalb eines Pfettendachs wurde. Die Art, Lasten eines Pfettendachs in die Außen- oder Innenwände zu übertragen, erinnert dabei an die später durch Moller propagierten Knotensysteme sowie verschiedene Hallenkonstruktionen. Während bei den Dreieckssystemen meist gerade Strebewerke verwendet wurden, die die Schubkräfte aus dem Dach in senkrechte Kräfte umwandeln und in die Außenwände übertragen, sind es hier die Bohlenbögen, die diese Aufgabe übernehmen.

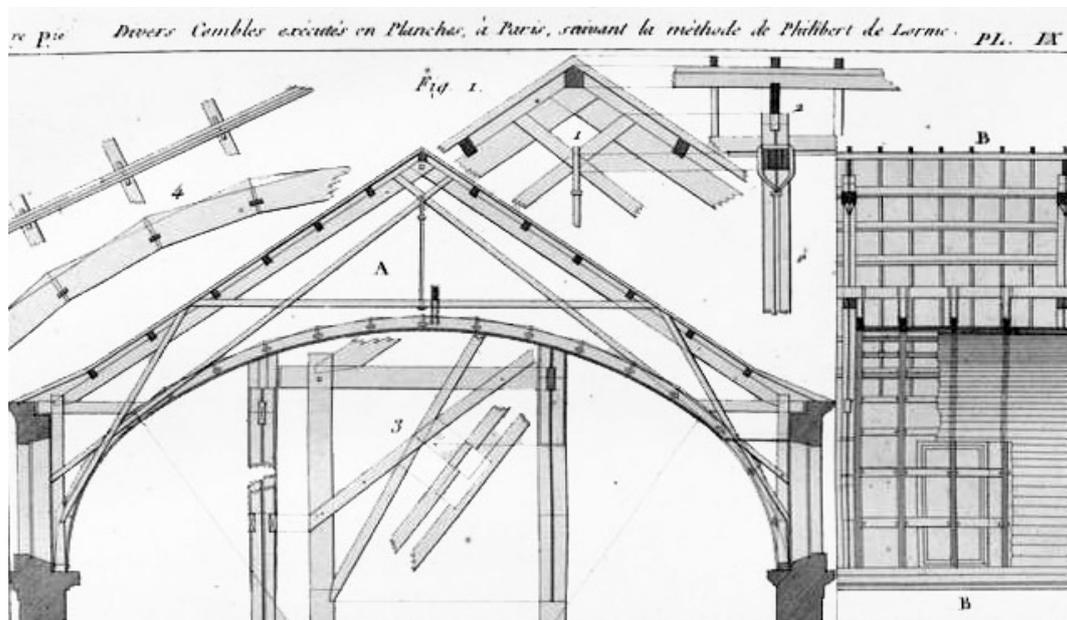


Abb.143: Manège de l'Ecole Militaire in Paris (1770)<sup>47</sup>

Zwei weitere bei Krafft dargestellte Dachwerke greifen auf das Prinzip des Pfettendach in Verbindung mit einem tragenden Bohlenbogen zurück (**Abb.144**). Bei beiden Gebäuden ist der halbkreisförmige

<sup>47</sup> Krafft 1805: Tafel IX, Fig. 1.

## 9) Bohlenbogendach

Bohlenbogen auf den Mauerkonsolen in die Außenwände eingestellt. Die Tragkonstruktion der Dachhaut besteht ähnlich den vorherigen Beispielen aus Pfetten, die hier auf oder zwischen den Hauptstreben angebracht sind. Die Firstpfette liegt auf einem zangenförmigen Firstständer, der durch die Hauptstreben gehalten wird und am unteren Ende den obersten Punkt des Bogens umfasst. Der Bogen verläuft bis zur Oberseite der Hauptstreben. Beide Elemente sind fest miteinander verbunden. Der Bogen wird außerdem durch waagerechte Zangen an die Außenwände angebunden. Andere Beispiele zeigen, dass sowohl in Holland als auch in Belgien Bohlendächer zu Beginn des 19. Jahrhunderts angewandt wurden.<sup>48</sup> Das Beispiel einer Scheune in Preußen mit einem Bohlenbogen in gotischer Form<sup>49</sup> zeigt zudem, dass die von Krafft dargestellten Zeichnungen kritisch betrachtet werden müssen.<sup>50</sup> Das flach geneigte Pfettendach kam zwar auch in Deutschland langsam in Mode, war aber zu diesem frühen Zeitpunkt des 19. Jahrhunderts noch nicht üblich.

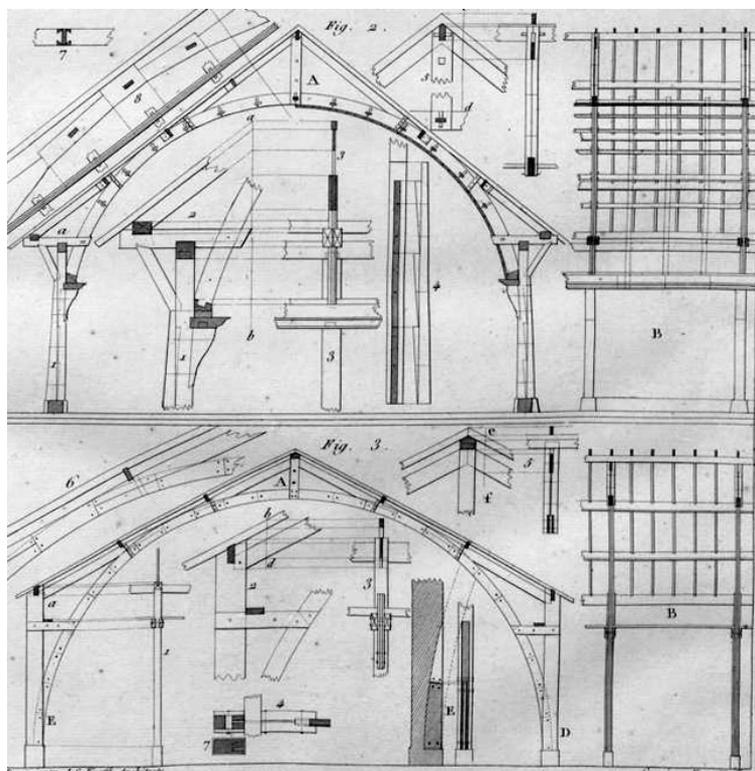


Abb.144: Scheunen in Paris, publiziert von Krafft<sup>51</sup>

Da sich bekannte Publikationen, wie die Beiträge von Moller<sup>52</sup> oder seines Schülers von Ritgen,<sup>53</sup> direkt auf das 1805 erschienene Werk von Krafft beziehen, ist davon auszugehen, dass die in der französischen Literatur enthaltenen Beispiele Einfluss auf die Entwicklung der deutschen Bohlendächer

<sup>48</sup> Krafft 1805: Tafel VIII, Fig. 3 (Holland); Tafel XIV, Fig. 2 (Kirche in Antwerpen).

<sup>49</sup> Krafft 1805: 2. Buch, Tafel No. 26, Fig. 6 (Scheune in Preußen).

<sup>50</sup> Vgl. Kapitel 7) Beitrag zum historischen Kontext, S. 98/99.

<sup>51</sup> Krafft 1805: Tafel IX, Fig. 2 und 3 (Schuppen in Conberaix sowie in Paris).

<sup>52</sup> Moller 1833-1843: S. 7.

<sup>53</sup> Ritgen 1835: S. 34.

nahmen. Es ist eindeutig nachgewiesen, dass das in sechs Bänden erschienene Werk von Krafft<sup>54</sup> aus den Jahren 1819 bis 1821 in Deutschland bekannt war. In den Vorlegeblättern für Zimmerleute, die erstmals 1827 für den internen Gebrauch und 1835 für die Allgemeinheit erschienen,<sup>55</sup> wurden einige Beispiele von Krafft abgebildet.<sup>56</sup> In diesem späteren Werk Kraffts sind ferner weitere Bohlendächer dargestellt, die alle in Verbindung mit einem Pfettendach stehen. Die Varianten reichen dabei von Schweizer Gebäuden<sup>57</sup> über Konstruktionen aus Holland<sup>58</sup> und Frankreich<sup>59</sup> bis hin zur königlichen Reithalle in Potsdam von David Gilly.<sup>60</sup> Das innerdeutsche Bohlendach ist somit neben regional traditionell geprägten Entwicklungsschritten auch unter dem internationalen Einfluss zu betrachten. Das ab den 20er Jahren zunehmende Detail von radialen Zangen innerhalb der Bohlendächer scheint ebenfalls durch französische Beispiele angeregt gewesen zu sein. Zumindest tauchten jene Zangen vermehrt auf, nachdem sie Colonel Armand-Rose Émy (1771–1851) für sein eigenes System der Bohlenbögen anwendete. Anders als in Deutschland war der Bogen von Émy aus liegend gebogenen Bohlen zusammengesetzt, die er mit u-förmigen Eisenbändern sowie mit Bolzen verband. Um die gebogenen Bohlen in Position zu halten brachte er zudem in gleichmäßigen Abständen radiale Zangen an, die gleichzeitig als Abstützung und Lastabtragung der Pfetten dienen. Nach Emys System wurden ab 1825 verschiedene militärische Hallen erbaut; so unter anderem eine Halle in Marac mit rund 20 Metern Spannweite, eine Werkstatt in Cherbourg und eine Exerzierhalle in Metz. In Deutschland fand dieses System selten Anwendung,<sup>61</sup> wurde aber dennoch vielfach publiziert,<sup>62</sup> wie beispielsweise in einer deutschen Übersetzung des Werkes von Émy selbst.<sup>63</sup> Frühe Ansätze radialer Zangen innerhalb eines Dachwerks finden sich schon in den 1805 durch Krafft erschienenen Zeichnung der Pariser Bank von 1770. Ein anderes, auch in Deutschland bekanntes Beispiel, zeigt die 1821 von Krafft publizierte Zeichnung eines holländischen Gebäudes von dem Baumeister Mandar.<sup>64</sup> Hier sind ähnlich dem System von Émy radiale Zangen angebracht, die den Bogen mit den Hauptstreben eines Pfettendachs verbinden. Anstelle der Bohlen besteht der Bogen aus stückweise zusammengesetzten gebogenen Balken, die durch Blattstöße miteinander verbunden sind. Ausgangspunkt der Entwicklung radialer Zangen dürfte wohl deren Verwendung bei Lehrgerüsten gewesen sein. Ein solches ist bei der steinernen Brücke in Neuilly von 1768 bis 1774 von Rodolphe Perronet (1708–1784) bekannt, bei dem

---

<sup>54</sup> Krafft 1829-1821, dreisprachig in Französisch, Deutsch und Englisch.

<sup>55</sup> Vgl. Kapitel 7) S. 97, Fußnote 48.

<sup>56</sup> Vgl. Kapitel 7) Beitrag zum historischen Kontext, S. 97- S. 100.

<sup>57</sup> Krafft 1821: 4. Buch, Tafel 13, Fig. 7, S. 12.

<sup>58</sup> Ebd.: 4. Buch, Tafel 23, Fig. 1, S.17.

<sup>59</sup> Ebd.: 4. Buch, Tafel 15, Fig. 3, (Scheune bei Ryssel-heute Lille in Flandern); Tafel 28, Fig. 1 (Kaserne in Niort).

<sup>60</sup> Ebd.: 4. Buch, Tafel 25, Fig. 4, S. 18.

<sup>61</sup> Ein bekanntes Beispiel ist der Münchner Centralbahnhof von Friedrich Bürklein aus dem Jahr 1847.

<sup>62</sup> Romberg 1847: Taf. 127, Fig. 853 und 854.

<sup>63</sup> Armand-Rose Émy: *Traité de l'art de la charpenterie*, Paris 1837–41; außerdem publiziert in: Breymann/Lang 1870: Tafel 38; Gottgetreu 1882: Tafel XXII, FI-III; Müller 1859: Tafel 70; Ritgen 1835: Tab II.

<sup>64</sup> Krafft 1821: 4. Buch, PL. 23, Fig. 1, S. 17.

übereinander angeordnete Polygonalbögen durch zangenförmige Hängesäulen zusammengehalten wurden. Nach der eigenen Veröffentlichung dieses Lehrgerüsts durch Perronet im Jahre 1782<sup>65</sup> wurde es in Deutschland 1820 mit genauer Beschreibung von Johann Dietlein,<sup>66</sup> 1821 von Georg Ludwig Alexander Röder<sup>67</sup> sowie in den Vorlegeblättern für Zimmerer 1835<sup>68</sup> oder in dem Lehrbuch von Andreas Romberg im Jahre 1847 publiziert.<sup>69</sup> Weitere bekannte Beispiele von Lehrgerüsten mit radialen Zangen weisen die Westminster Bridge von 1744 von Charles Labelye (1705–62)<sup>70</sup>, die Blackfriars Bridge<sup>71</sup> von Robert Mylne (1734–1811) sowie der Waterloo Bridge von 1811 von John Rennie (1761–1821)<sup>72</sup> in London auf.

Eine frühe Ausführung radial zur Bogenform angeordneter Zangen in Deutschland befand sich in dem kuppelförmigen Dach der römisch-katholischen Pfarrkirche St. Stephan in Karlsruhe<sup>73</sup> von Friedrich Weinbrenner, die in den Jahren 1808 bis 1814 errichtet wurde (**Abb.145**). Die Dachwerkskonstruktion ist aufgrund von Kriegsschäden heute nicht mehr vorhanden, ist aber durch Zeichnungen sowohl in den Vorlegeblättern der Polytechnischen Schule in München des bayerischen Baubeamten und Professors der Polytechnischen Schule Metzger<sup>74</sup> sowie in dem Lehrbuch von Geier<sup>75</sup> dokumentiert. Diese Zeichnungen zeigen, dass die Zangen der Karlsruher Kuppel auf der halben Länge des äußeren Bogens angebracht waren und sowohl den inneren als auch den äußeren Bogen sowie die Streben der Kuppelkonstruktion umfassten. Sie sollten dabei vermutlich eine Durchbiegung der Bögen und auch der langen durchgehenden Streben verhindern. In Ringrichtung wurden die Zangen durch Riegel ausgesteift, zwischen denen Andreaskreuze angebracht waren. Die Bögen dienten hier zur Bildung der äußeren sowie der inneren Form. Der innere Bogen stellte zudem eine Unterstützung der Tragkonstruktion, bestehend aus geraden Stäben, dar.

---

<sup>65</sup> Rodolphe Perronet: Description des Projets et de la Construction des Ponts de Neuilli, de Mantes, Paris 1782.

<sup>66</sup> Friedrich Wilhelm Dietlein, Rodolphe Perronet: Perronet's Werke: die Beschreibung der Entwürfe und der Bauarten der Brücken bei Neuilli, Mantes, Orleans, Ludwigs XVI. &c., den Entwurf des Burgundischen Kanals und den der Wasserleitung von der Yvette und Bievre nach Paris sowie mehrere einzelne Abhandlungen, enthaltend; Halle 1820: Taf. V.

<sup>67</sup> Röder: Practische Darstellung der Brückenbaukunde nach ihrem ganzen Umfange, Darmstadt 1821: Taf. XV.

<sup>68</sup> Vorlegeblätter 1835: Taf. XXXVII, Fig. 183.

<sup>69</sup> Romberg 1847: Tafel 154, Fig. 951 A.

<sup>70</sup> Telford 1830: Plate XCIX.

<sup>71</sup> John Robison: System of mechanical philosophy, Edinburgh 1822: Vol. I, Pl. XII, Fig. 2.

<sup>72</sup> Tredgold 1820: Plate XIV, Fig. 83.

<sup>73</sup> Arthur Valdenaire: Friedrich Weinbrenner: sein Leben u. seine Bauten, Karlsruhe 1985: S.266, Abb.225.

<sup>74</sup> Metzger 1847: Blatt 14, Fig. 3.

<sup>75</sup> Geier 1859: Tafel 1, Karlsruhe.

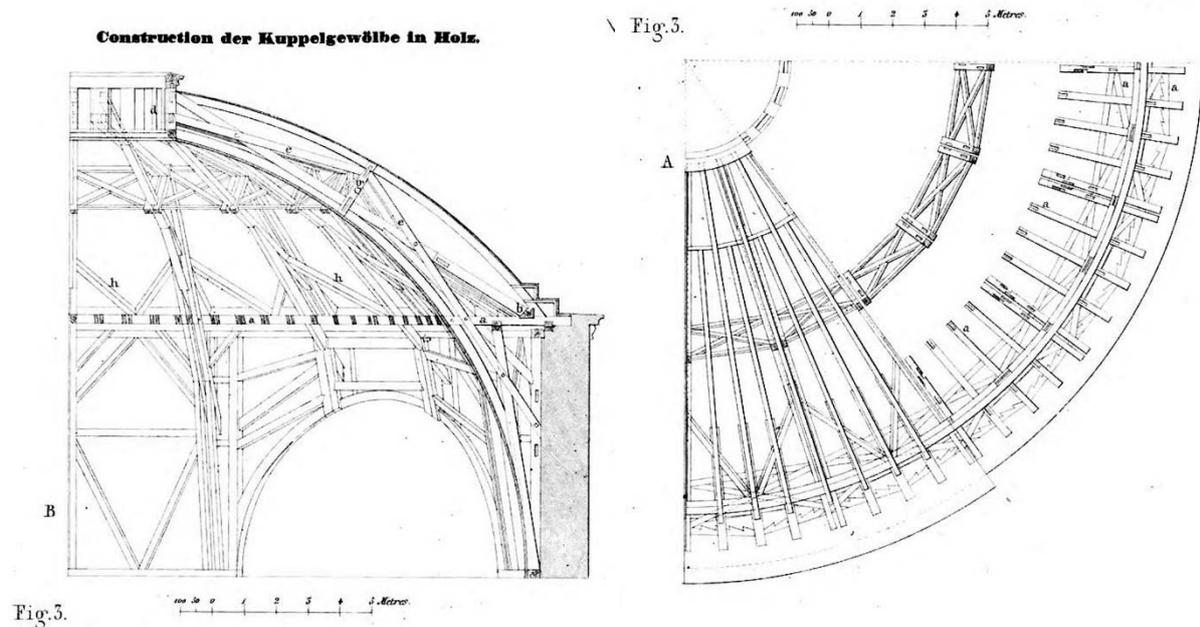


Abb.145: Stephanskirche in Karlsruhe (1808-1814) von Friedrich Weinbrenner<sup>76</sup>

Ein weiteres frühes Beispiel ist in dem Lehrbuch des Bayerischen Baubeamten Ludwig Friedrich Wolfram (**Abb.146**) zu finden. Aus dessen Zeichnung ist zwar nicht eindeutig erkennbar, ob es sich tatsächlich um Zangen oder vielmehr um kurze Balken handelt, die die Bögen gabelförmig umfassen. In jedem Fall aber dienen sie der Stabilisierung der Bogenform und der Lastabtragung aus der Dachhaut auf die Bohlen. Wie schon bei der Weinbrenner-Kuppel enden die Sparren auf Zerrbalken, die bis zum Bogen reichen und diesen umfassen. Die Bögen werden bis zu einem Mauervorsprung unterhalb des Traufpunktes geführt, so dass sich wieder eine Kniestockkonstruktion ergibt.

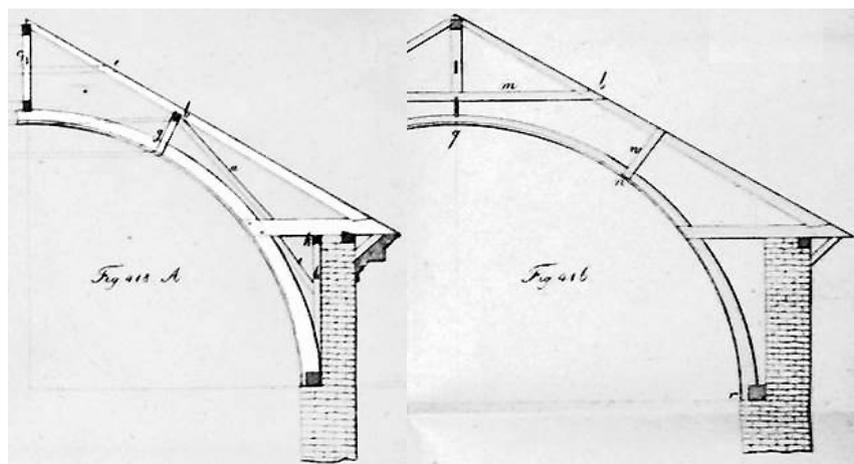


Abb.146: Radiale Zangen oder gabelförmige Balken bei Wolfram (1824)<sup>77</sup>

Eindeutig als Zangen zu erkennen sind die radialen Elemente des Dachwerks einer Reithalle in Berlin, die 1831 von Schinkel für Prinz Albrecht errichtet wurde (**Abb.147**). Das Dachwerk der Halle zeigt

<sup>76</sup> Metzger 1847: Blatt 14, Fig. 3.

<sup>77</sup> Wolfram 1824: Tafel XXIII, Fig. 416 und 417.

## 9) Bohlenbogendach

eine flache Dachneigung unter der Verwendung einer Kniestockkonstruktion. Die Bohlen sind in gotischer Form spitzbogig angebracht. Zudem sind wie bei de l'Orme und Krafft zwischen den Bögen Riegel zur Aussteifung in Längsrichtung montiert. Neben dem zangenförmigen Stichbalken auf Zerrbalkenhöhe wird der Bogen durch zwei weitere Zangen sowohl an die Sparren als auch an einen im Mauerwerk stehenden Ständer angebunden und in Form gehalten.

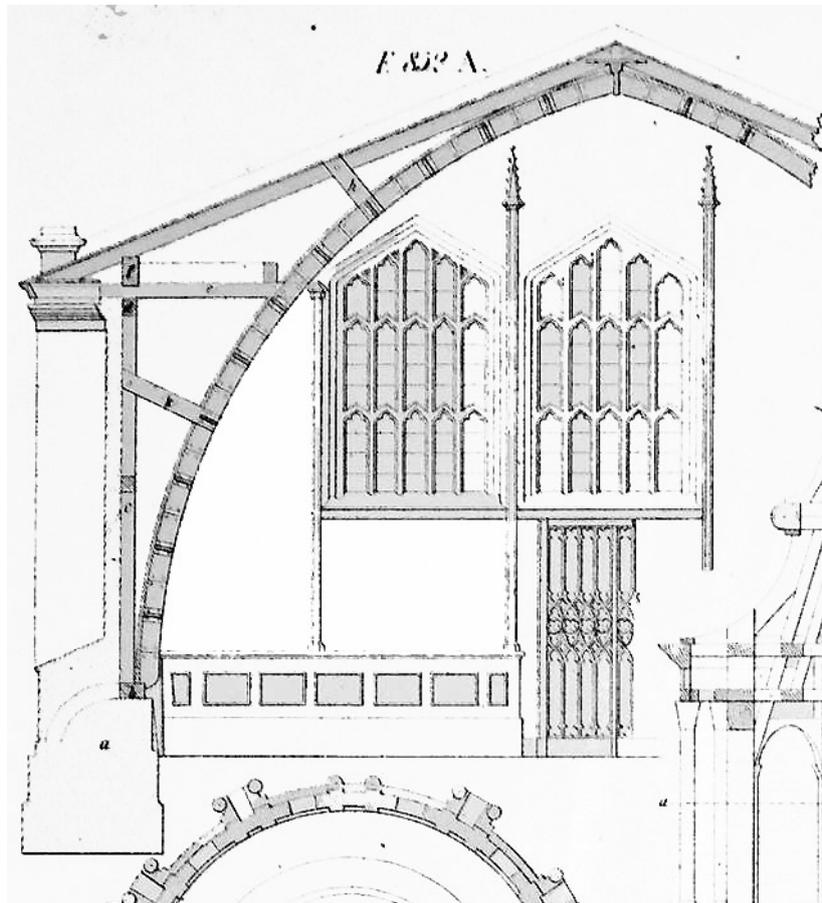


Abb.147: Reithalle für Prinz Albrecht in Berlin (1831) von Friedrich Schinkel<sup>78</sup>

Mit den 1840er Jahren wurde zunehmend Kritik gegenüber dem Bohlenbogendach laut. Carl August Menzel, der unter Friedrich Schinkel gearbeitet hat, riet in seinem Handbuch von 1842 über hölzerne Dachverbindungen von der Verwendung des Bohlendachs ab und gab somit an, dass diese Konstruktionsart zu der damaligen Zeit kaum noch Verwendung fand.<sup>79</sup> Die Ursache für diese kritische Auseinandersetzung und den allgemeinen Rückgang des Gebrauchs von Bohlendächern ist möglicherweise auf die wissenschaftliche Untersuchung Paul Joseph Ardants (1800–58) über Dachwerke mit großer Spannweite zurückzuführen, die er 1840 unter dem Titel „Etudes théoriques et expérimentales su l' établissement des charpentes à gande portée“ publizierte. Sein Werk wurde in späteren deutschen

<sup>78</sup> Romberg 1847: Fig. 852, Taf.126.

<sup>79</sup> Carl August Menzel: Die hölzernen Dachverbindungen in ihrem ganzen Umfange. Ein Handbuch für Baumeister, Gewerkmeister und Landwirthe, Halle 1842: S. 136.

Traktaten mehrfach zitiert<sup>80</sup> und erschien zudem 1847 in einer deutschen Übersetzung von August von Kaven (1827–91). Ardant hat anhand der Versuche von Emile Reibell (1799–1854) in den späten 1830er Jahren sowie der sorgfältigen Untersuchungen von Claude Louis Marie Henri Naviers (1785–1836) Biegetheorie wissenschaftlich belegt, dass die gebogenen Bohlenbinder instabiler sind als Binder mit geraden Stäben. Er entkräftete auch die hauptsächlichen Vorteile der Befürworter des Bohlendachs, dass diese günstiger wären und keinen seitlichen Schub auf die Außenwände ausüben. Dementsprechend sind bei jedem Bohlendach entweder starke Widerlager anzubringen oder ein Zugband, das den Bogen zusammenhält. Grundsätzlich empfahl Ardant für Dachwerke, die keinen freien Dachraum benötigen, das italienische Pfettendach in Verbindung mit modernen Elementen, wie beispielsweise eiserne Hängesäulen. Sollte hingegen der Dachraum frei von jeglichem Zimmerwerk sein, so könne man auf den Bogen zurückgreifen. Allerdings bevorzugte er hier die Verwendung von polygonal angeordneten Stäben, die ebenfalls eine Bogenform ergeben. Insgesamt schloss Ardant die Verwendung von Bohlenbögen nicht aus, sah sie aber eher für dekorative Zwecke oder in Form von Holzgewölben oder Kuppeln als sinnvoll an. Er riet, Bohlenbögen nur als zusätzliche Unterstützung eines Tragwerks mit geraden Stäben anzuwenden, wenn die Bögen einen ausreichenden Querschnitt aufweisen und steif genug ausgeführt sind. Um einen stabilen Bogen herzustellen, solle der Bogen aus zwei Lagen bestehen, die mit Schraubbolzen und Eisenbändern zusammengehalten werden, um ein Aufspalten zu verhindern.<sup>81</sup> Diese Methode ist von Moller sowie dem Dachwerk des Polytechnikums in Wien bekannt.<sup>82</sup>

Infolge jener Kontroverse stellen nach 1840 errichtete Bohlenbögendächer, wie das Theater in Hamburg von 1843 (**Abb.148**) oder auch die von Heinrich Lang entworfene Turnhalle in Karlsruhe von 1869 (**Abb.149**), Ausnahmen dar, bei denen noch die Bohlenbögen verwendet wurden. Bei beiden Dachwerken ist die subsidiäre Tragwirkung des Bohlenbogens erkennbar. Das Hamburger Dach ist grundsätzlich als Pfettendach konzipiert, dessen Tragwerk aus einem einfachen Hängewerk besteht. Die Hauptstreben werden durch Ständer unterstützt, die auf innen liegenden Säulen stehen. Die unterbrochenen Zerrbalken werden durch eine Art liegende Stuhlsäule zusätzlich zusammengehalten, die gemeinsam mit weiteren Streben einen polygonalen Bogen bilden, der zusätzlich die Hängesäulen trägt. Unterhalb dieses polygonalen Stabwerks ist der halbkreisförmige Bogen angebracht. Über radiale Zangen ist der Bogen an die Streben angebunden und wirkt somit als weitere Unterstützung der Pfetten. Auch in der Turnhalle von Karlsruhe dient der Bogen als zusätzlicher Halt der Pfetten. Der Bogen ist wie bei den Èmy-Dächern durch radiale Zangen an die Hauptstreben angebunden. Die Zangen umfassen gleichzeitig die Pfetten und die Sparren und sorgen somit ergänzend für eine Last-

---

<sup>80</sup> Beispielsweise in Romberg 1847: Spalte 393-403; Gottgetreu 1882: S.222; Breymann/Lang 1870: S. 130 ff; Breymann/ Lang/ Behle 1864: S. 151-153.

<sup>81</sup> Ardant 1847: S.9-13.

<sup>82</sup> Ardant 1847: S.9-13.

## 9) Bohlenbogendach

abtragung. Hier ist außerdem ein eisernes Zugband angebracht, das den Schub nach außen verhindert.

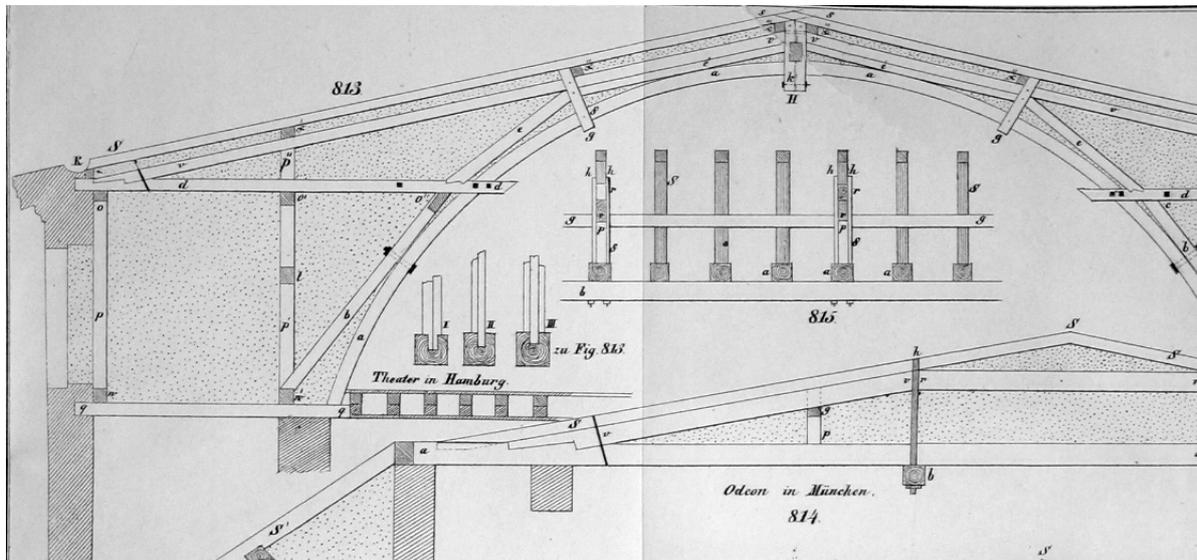


Abb.148: Theater in Hamburg (1843)<sup>83</sup>

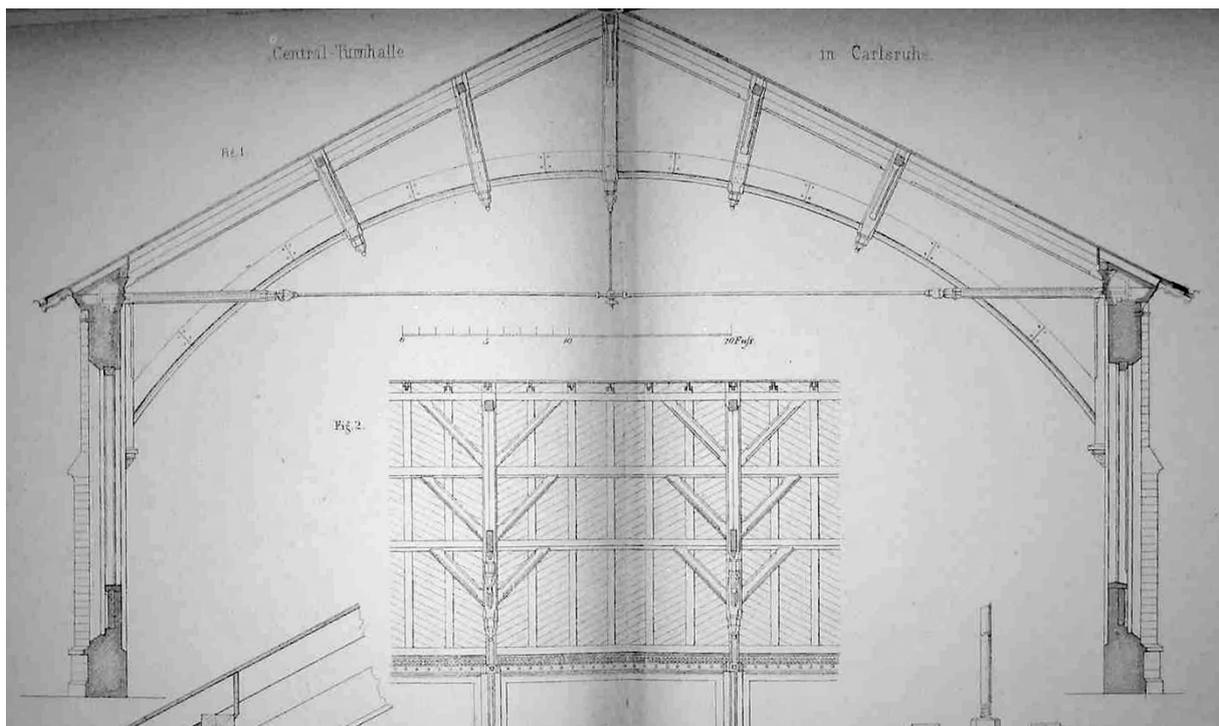


Abb.149: Turnhalle in Karlsruhe (1869)<sup>84</sup>

Während in den Lehrbüchern des ersten Viertels des 19. Jahrhunderts immer wieder neue Entwicklungen des Bohlendachs auftauchten, haben sie spätestens seit Mitte des Jahrhunderts nur noch dokumentarischen Wert. Einige Konstruktionen wie die Mollersche Kuppel in Darmstadt,<sup>85</sup> die Wein-

<sup>83</sup> Wolfram 1844: Taf. 41, Fig. 813.

<sup>84</sup> Breyman/Lang 1870: Zusatztafel.

<sup>85</sup> Moller 1833-1843: Tafel IV, V, S.4-7; Gottgetreu 1882: S. 218.

brenner-Kuppel in Karlsruhe<sup>86</sup> sowie die Reithalle in der Husarenstraße,<sup>87</sup> die Prinz Albrecht-Reithalle<sup>88</sup> und das Schauspielhaus<sup>89</sup> in Berlin oder das Theater in Hamburg<sup>90</sup> wurden dabei immer wieder dargestellt. Auch wenn das Bohlendach nicht zu der Standardkonstruktion wurde, die ihre Erfinder prophezeit hatten, so bildet es doch ein wichtiges Kapitel der Dachkonstruktionen des 19. Jahrhunderts. Kaum eine andere Konstruktion hat so stark zum Nachdenken und zu Diskussionen animiert, wie das Bohlendach. Gottgetreu schreibt 1882 passend dazu: „An keiner Dachkonstruktion ist mehr experimentiert worden, als am Bohlendache [...]“.<sup>91</sup>

### Zukunft des Bohlendachs

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts gab es verschiedene neue Entwicklungen, die sich erneut mit dem Bogen als Tragwerk auseinandersetzen. Diese haben von der Bogenform abgesehen, allerdings nur noch wenig mit den Bohlenbögen des 19. Jahrhunderts zu tun. Lediglich das Ziel, durch einen Bogen ein einfaches Tragsystem mit möglichst geringem Holzverbrauch schaffen, blieb über ein ganzes Jahrhundert hinweg gleich.

Die neuen Konstruktionsarten werden im Folgenden zur Vollständigkeit aufgelistet – Die einzelnen Systeme sind ausführlich in den Dissertationen von Seraphin<sup>92</sup> und Meschke<sup>93</sup> nachzuschlagen.

Grundsätzlich sind diese neuen Konstruktionsarten in Fachwerkbögen, Vollwandbögen und in Flächennetzwerke zu unterscheiden. Alle drei Varianten bilden eine Möglichkeit den Bogen als alleiniges Tragwerk einer Dachkonstruktion zu verwenden. Zu den bogenförmigen Vollwandtragwerken zählen: die Systeme von Karl Friedrich Otto Hetzer, welche er 1906 patentieren ließ;<sup>94</sup> die sogenannte Cabröl-Bauweise von der Firma Carl Brösel, seit 1910 im Einsatz;<sup>95</sup> die ab dem Jahre 1918 von der Firma Arthur Müller als Ambi bezeichnete Bauweise;<sup>96</sup> und die von der Christoph & Unmack Aktiengesellschaft Niesky O/L. seit 1913 verwendete Bauweise Christoph & Unmack.<sup>97</sup> Die bogenförmigen Träger sind durch einen I-Querschnitt gekennzeichnet, der sich auf unterschiedliche Weise aus Lamellen und Holzklötzen zusammensetzt, die miteinander verschraubt oder verleimt sind. Die Bögen sind relativ flach geneigt und bilden sowohl die Innenansicht als auch die äußere Form.

---

<sup>86</sup> Metzger 1847: Blatt 14; Geier 1859: V.1.

<sup>87</sup> Heinrich Müller: Zimmerkunst, 1859: Tafel 68, Fig. 779; Romberg 1833: Tafel LXXIII, Fig. 546.

<sup>88</sup> Müller 1859: Tafel 68, Fig.780; Romberg 1847: Fig.852, Taf. 126.

<sup>89</sup> Vorlegeblätter für Zimmerer 1835: Tafel XII, Fig. 110; Ludwig Friedrich Wolfram: Darstellungen der Zimmerbauwerke, Stuttgart 1842: Fig. IV; Wolfram 1844: Tafel 41: Fig. 814; Romberg 1833: Tafel LXXIV, Fig. 549.

<sup>90</sup> Romberg 1833: Tafel LXXIV, Fig. 549; Wolfram 1844: Tafel 41, Fig. 813.

<sup>91</sup> Gottgetreu 1882: S. 217.

<sup>92</sup> Seraphin 2003.

<sup>93</sup> Meschke 1989.

<sup>94</sup> Seraphin 2003: S.109 ff.; Meschke 1989: S. 116-117.

<sup>95</sup> Ebd.: S.114 ff.; Meschke 1989: S. 118.

<sup>96</sup> Seraphin 2003: S.114 ff.; Meschke 1989: S. 117.

<sup>97</sup> Seraphin 2003: S. 114 ff.; Meschke 1989: S. 117.

Zu den bogenförmigen Fachwerkträgern zählte seit 1895 das System „Stephan-Bauweise der Hallenbau-Gesellschaft mbH“ des Architekten und Zimmermann Philipp Stephan aus Düsseldorf.<sup>98</sup> Der Ober- und der Untergurt dieses Trägers besteht aus hochkant angeordneten gekrümmten Bohlen, die miteinander vernagelt sind. Zwischen den Gurten sind sich kreuzende Streben und radial angeordnete Stege montiert. Auch hier sind die Dachform und das Halleninnere durch den Bogen geprägt. Neben dem Stephansbogen entstanden weitere gebogene Fachwerkträger nach der Bauweise von Tuchscherer, Ambi, Cabröl, Christoph & Unmack, Sommerfeld und Metzger.<sup>99</sup>

Als eines der wichtigsten gebogenen Flächennetzwerke ist das von Fritz Zollinger (1880–1945) entwickelte Lamellendach anzusehen.<sup>100</sup> Grundsätzlich besteht dieses System aus rautenförmig zusammengesetzten hochkant stehenden Bohlen, die ein Stabnetzwerk ergeben. Zollinger ließ sich dieses System 1921 patentieren, obwohl seine Entwicklung schon zuvor einsetzte. Die Anordnung der Lamellen orientiert sich an dem System von de l'Orme, der durch die Verriegelung zwischen den Bohlen ebenfalls ein Flächentragwerk schaffte. Durch die Verwendung der Zollinger-Bauweise sowohl im Wohnungs- als auch im Hallendachbau, fand dieses System eine weite Verbreitung.

### Das Bohlendach in Bayern

Das Bohlendach fand in Bayern zwar keine weite Streuung, war aber durch die verschiedenen publizierten Konstruktionen durchaus bekannt. Die ersten Veröffentlichungen hinsichtlich der Bogentragwerke, die direkt mit Bayern in Verbindung gesetzt werden können, erschienen ab den 1820er Jahren: 1824 veröffentlichte der bayerische Baubeamte Ludwig Friedrich Wolfram ein Handbuch für Baumeister, in dem er einige Dachwerke darstellte, in denen ein Bohlenbogen montiert ist. Ein Traktat des bayerischen Architekten Johann Michael Voit hat sicher auch einen Beitrag zur Verbreitung des Bohlendachs in Bayern geleistet (**Abb.150**). Voit hatte bei David Gilly in Berlin studiert und wohl dessen Begeisterung für das Bohlendach übernommen. Zumindest veröffentlichte er in seiner Zeit als Kreisbauinspektor in Augsburg ein Lehrbuch, in dem er sich ausführlich mit den Bogentragwerken auseinandersetzte und verschiedene Beispiele veröffentlichte. Dabei zeigen seine Konstruktionen mit den spitz zulaufenden Bögen und der Firstpfette eindeutig Parallelen zu den Systemen von Gilly.

---

<sup>98</sup> Seraphin 2003: S. 121 ff.; Meschke 1989: S. 115.

<sup>99</sup> Seraphin 2003: S.121-129.

<sup>100</sup> Ebd.: S. 131 ff.; Meschke 1989: S. 119 ff.

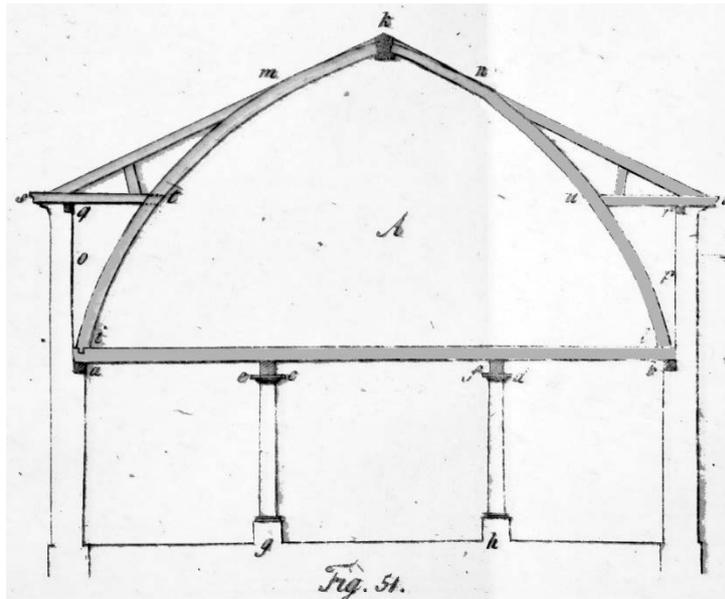


Abb.150: Voit 1825, empfohlene Konstruktion für Packhäuser/ Lagerhäuser<sup>101</sup>

In den in München verwendeten Lehrbüchern<sup>102</sup> von Romberg sind ebenfalls zahlreiche Bohlendächer abgebildet. Auch die Vorlegeblätter von Metzger sowie das Lehrbuch von Gottgetreu, beide in München tätig, bilden zahlreiche Beispiele von Bohlendächern ab. Neben diesen Werken, die aufgrund des Tätigkeitsfeldes ihrer Macher direkt mit Bayern in Verbindung gebracht werden können, dürften wohl aber auch andere veröffentlichte Werke, wie die von Moller, Geier oder Breyman, bekannt gewesen sein.

### Entwurf zur ersten Einsteighalle des Münchner Hauptbahnhofes

Ein bekanntes bayerisches Bauwerk, heute jedoch nicht mehr vorhanden, stellt die ehemalige Einsteighalle in München von 1847 von Friedrich Bürklein dar. Die Halle wurde mit Bohlenbögen nach dem System von Émy hergestellt, bei denen die Lasten der Pfetten über kurze Stiele auf die Bögen übertragen wurden. Eine Zeichnung Bürkleins eines nicht ausgeführten Entwurfs zur Einsteighalle belegt (**Abb.151**), dass der Architekt bei der Machart des Bogens experimentierte. Die Zeichnung zeigt einen gebogenen Balken, der aus einem Ober- und einem Unterteil besteht. Beide Teile sind durch eine Zahnschnittverbindung und durch Schraubbolzen miteinander verbunden. Die gesamte Konstruktion ist grundsätzlich ähnlich aufgebaut, wie vielfach ausgeführte Hallenkonstruktionen mit dem Dreieckssystem. Der Entwurf Bürkleins weist dabei große Ähnlichkeit zu den Dachwerken der Quadrathalbauten von Bandhauer auf,<sup>103</sup> bei denen die Lasten aus dem Pfettendach über polygonal angeordnete Sprengwerke unter den Hauptstreben abgeleitet werden. Statt dem Stabwerksbogen ordnete Bürklein den massiven Bogen an, der jedoch nicht zur Ausführung kam. Die Verwendung

---

<sup>101</sup> Voit 1825, Fig. 51.

<sup>102</sup> Vgl. Kapitel 7), S. 85, Fußnote 14.

<sup>103</sup> Romberg 1847: Tafel 35, Fig. 398.

## 9) Bohlenbogendach

eines verzahnten Balkens in Verbindung mit einem Bogen ist eine Konsequenz aus verschiedenen Entwicklungen des frühen 19. Jahrhunderts. Auf der einen Seite standen die unterschiedlichen Ausbildungen eines bogenförmigen Tragwerks und die damit einhergehende Suche nach der einfachen Herstellung eines stabilen Bogens; auf der anderen Seite wurden gleichzeitig vermehrt verzahnte Balken diskutiert, die bei waagerechten Balken die Querschnittshöhe und somit die mögliche Biegebeanspruchung erhöhen. Die Anwendung verzahnter Bögen bei großer Spannweite, wie Bürklein sie in seinem Entwurf darstellte, konnte bei keinem anderen Entwurf oder ausgeführten Objekt innerhalb eines Dachwerks festgestellt werden. Die Ausführung einer solch starken Krümmung dürfte grundsätzlich schwierig herzustellen gewesen sein. Der Ursprung des miteinander verzahnten gebogenen Balkens ist wohl im Brückenbau zu suchen. So verwendete schon Grubenmann seit der Mitte des 18. Jahrhunderts bei den Brückenkonstruktionen gebogene Balken, die miteinander verzahnt sind<sup>104</sup> – allerdings waren diese Bögen deutlich flacher gekrümmt.

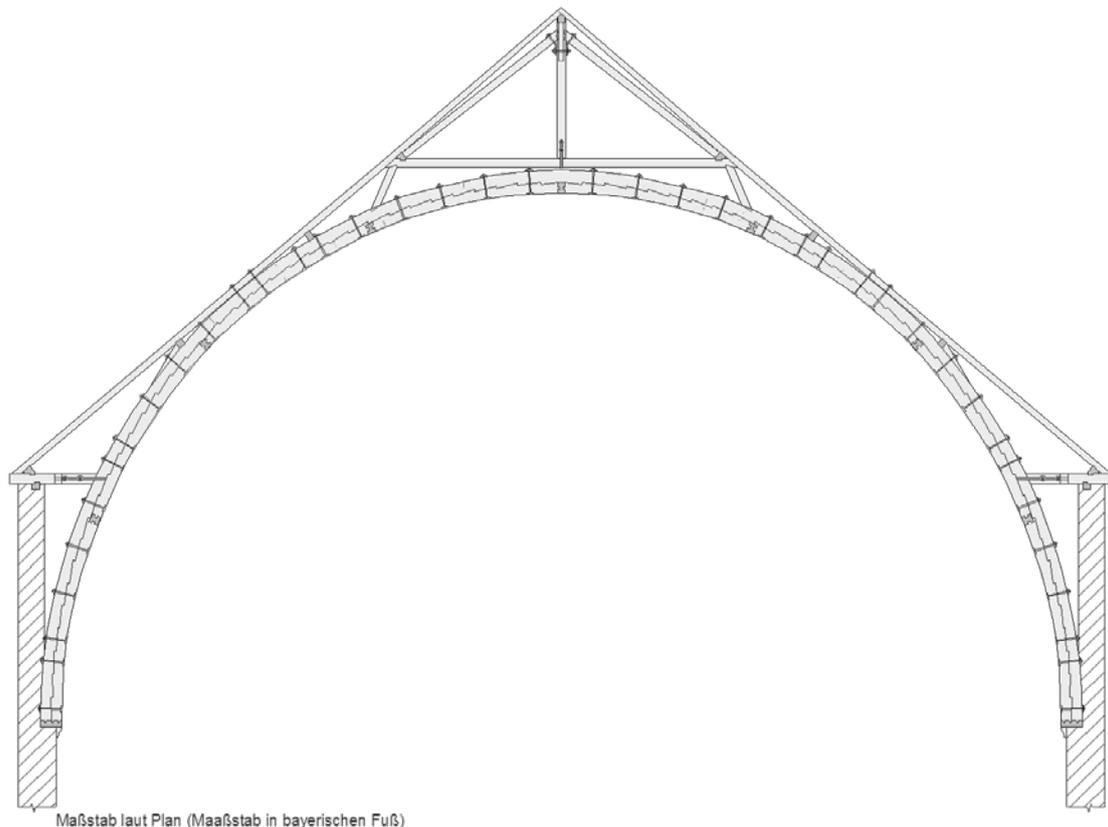


Abb.151: Querschnitt der ersten Einsteighalle des Münchner Hauptbahnhofs von Friedrich Bürklein (Entwurf 1847)<sup>105</sup>

<sup>104</sup> Brockstedt 1993: S. 19 ff.

<sup>105</sup> Skizze nach dem Entwurf von Friedrich Bürklein aus dem Archiv des Museums der Deutschen Bahn in Nürnberg.

### Untersuchte Bohlendächer in Bayern

#### Schloss Neuburg an der Donau

Das erste Beispiel eines für diese Arbeit untersuchten Bohlendachs befindet sich im Westflügel des Schlosses Neuburg an der Donau (**Abb.152**). Das bis heute vollständig erhaltene Dach entstand bei einer Aufstockung im Jahre 1824 nach Plänen des Architekten Bernhard von Morell (1785–1859). Aufgestellt wurde es durch den Neuburger Hofzimmermeister Wildenauer.<sup>106</sup>

Der ursprünglich offene und beeindruckende Innenraum wird heute durch den Einbau einer Klimaanlage verstellt.

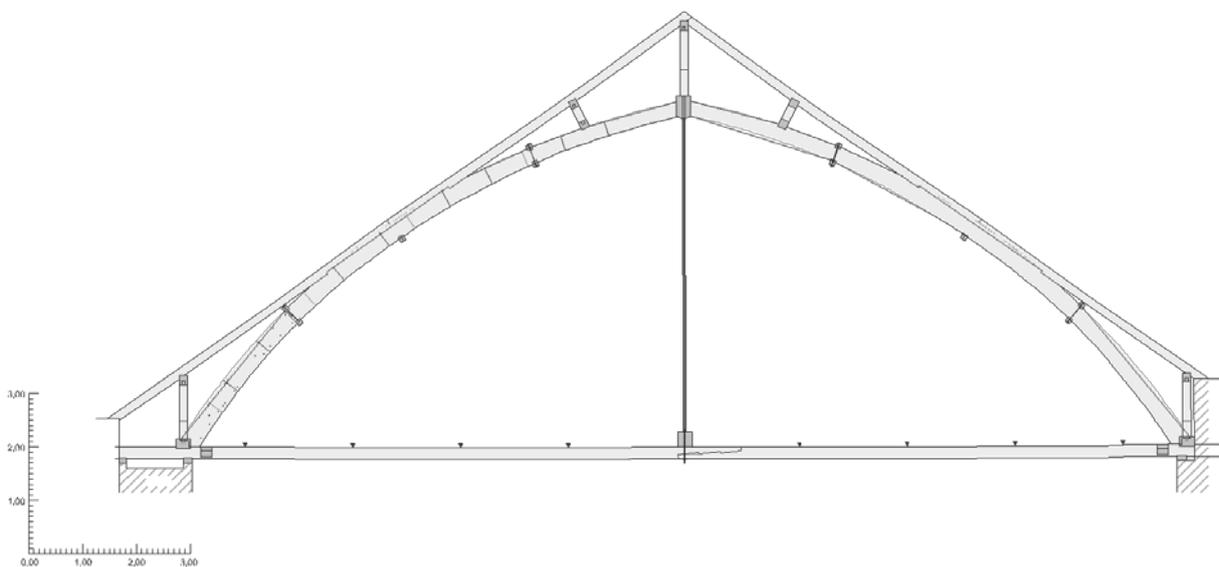


Abb.152: Querschnitt des Bohlendachs von 1824 in Neuburg a. d. Donau (2012)

Insgesamt weist das Dach bei einer Gesamtlänge von ca. 52 Metern 13 Binderespärre auf, die sich lediglich anhand von durchgehenden Zerrbalken von den Leergespärren unterscheiden. Es befindet sich also in jedem Gespärre ein Bohlenbogen. Die Spannweite des Daches beträgt 18,34 Meter. Ein Binderespärre besteht aus dem Bohlenbogenpaar, einem durchgehende Zerrbalken sowie einem Rofenpaar, das auf Pfetten und dem Bogen montiert ist. Die einzelnen Bogenteile bilden einen Spitzbogen und sind an ihrem höchsten Punkt in eine Scheitelpfette eingezapft. Am Fußpunkt klauen die Bögen auf eine Schwelle auf, die mit dem durchgehenden Zerrbalken verkämmt ist. Jeder Bogen besteht aus dreilagig versetzt zueinander angeordneten Bohlen, die mit Eisennägeln aneinander befestigt sind. Die Bögen werden durch starke Latten, die an der Unter- und Oberseite des Bogens angebracht sind, in Form gehalten. Die Latten sind im Bereich der Bögen zur Hälfte ausgenommen und mit Eisennägeln befestigt. Zwischen den Bohlenbögen sind in unregelmäßigen Abständen Schraubbolzen zwischen den Latten angeschraubt. Die Dachform mit einer Neigung von 35° wird durch gerade Rofen

<sup>106</sup> Horn/Meyer/Heider/Kreisel 1995.

## 9) Bohlenbogendach

erreicht, die die Dachhaut tragen. Die Rofen sind in zwei Hälften geteilt: Die obere Hälfte liegt auf einer First- und einer Mittelpfette sowie auf dem Bogen und die untere Hälfte befindet sich auf dem Bogen, der Pfette und dem Mauerwerk. Die Rofen sind mit dem Bohlenbogen verzahnt und werden in diesem Bereich schmaler. Unterhalb des Kontaktpunktes der beiden Rofenhälften ist unter dem Bogen eine weitere Latte angenagelt. Die Lasten aus der Dachhaut werden über die Pfetten in den Bogen übertragen, wodurch dieser zu einem tragenden Bestandteil innerhalb der Konstruktion wird. Die Firstpfette wird durch einen kurzen Ständer gehalten, der auf der Scheitelpfette zwischen den beiden Bögen steht. Durch Kopfbänder, die zwischen den Ständern und der Firstpfette eingebaut sind, entsteht in der Firstlinie eine längs gerichtete Ebene, die der Aussteifung dient. Die unterste Pfette liegt ebenfalls auf kurzen Ständern, die versetzt zu der Firstebene an gleicher Stelle angebracht sind. Auch hier sind Kopfbänder eingefügt, wodurch wiederholt eine Längsaussteifung erreicht wird. Die Ständer stehen auf der Schwelle, auf der auch die Bohlenbögen aufklauen (**Abb.153**).

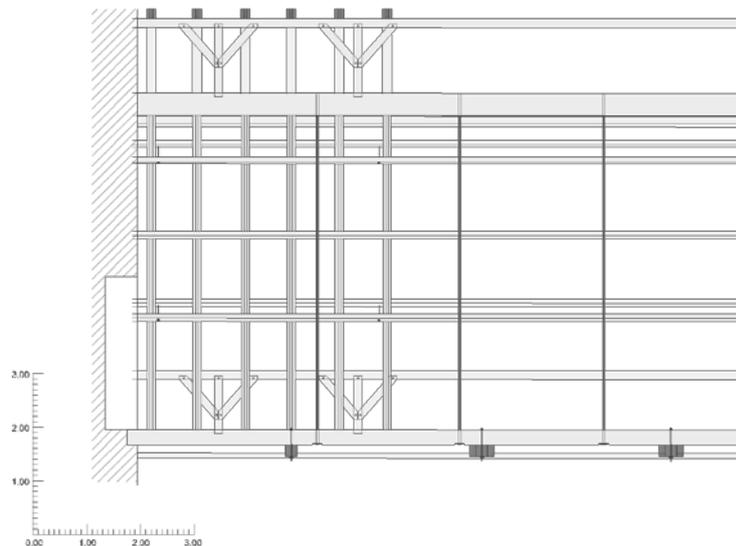


Abb.153: Teilausschnitt des Längsschnittes des Bohlendachs von 1824 in Neuburg a. d. Donau (2012)

Eine weitere Pfette ist in der freien Länge der oberen Rofenhälfte zwischen dem Bogen und der Firstpfette angebracht. Über kurze Streben werden die Lasten der Pfette über einem auf der Oberseite des Bogens liegenden Balken auf die Bohlen übertragen. An den Scheitelpfetten sind Eisenstangen montiert, die einen Überzug aufhängen. Die Anordnung der Eisenstangen erfolgt mit einem Abstand von ca. 2,60 Metern, unabhängig von den Bindergespärren. An dem Überzug sind wiederum die Zerrbalken befestigt. Letztere verlaufen nicht durchgehend, sondern sind in der Mitte mit einem schrägen Hakenblatt gestoßen. Die Ober- und die Unterseite des Hakenblattes sind mit Schraubbolzen verbunden. Ein Schraubbolzen dient außerdem der Befestigung an dem Überzug. Die tachymetrische Messung hat ergeben, dass die oben liegende Zerrbalkenhälfte zur Mitte hin gerade mal 1,5 Zentimeter absinkt, während sich die unten liegende Hälfte 3,6 Zentimeter zur Mitte hin nach unten neigt.

Warum Morell hier eine Bohlenkonstruktion verwendete, ist möglicherweise durch den freien Dachraum begründet. Mit ursächlich könnte aber auch der Einfluss von Johann Michael Voit gewesen sein, der ein Jahr nach Errichtung des Dachwerks in Neuburg seine Publikation über Bohlendächer veröffentlichte. Morell war in der Zeit von 1821 bis 1826 als Baubeamter in Augsburg für die Regierung des Oberdonaukreises tätig; zu dem Kreis zählt auch Neuburg an der Donau. Johann Michael Voit arbeitete in der Zeit von 1817 bis 1838 ebenfalls als Baubeamter in Augsburg. Es ist demnach anzunehmen, dass sich die beiden zumindest in beruflicher Hinsicht kannten. Im Vergleich zeigt das Neuburger Bohlendach einige Parallelen zu den Voit'schen Zeichnungen. So verwendete auch Voit die spitzbogige Anordnung der Bohlenbögen sowie eine Scheitelpfette. Die Anwendung eines Pfettendachs bei Morell entspricht eindeutig den bauzeitlich moderneren Maßstäben, wobei die Rofen ähnlich den Sparren in Voits Zeichnungen angeordnet sind. Beide nutzten die Rofen bzw. Sparren – wie auch schon Gilly – zur Begradigung der Dachfläche und verbanden sie mit dem Bohlenbogen. Die Anbringung der Latten an der Ober- und Unterseite der Bögen erinnert an die katholische Kirche in Darmstadt von Moller sowie an das Bohlendach des Polytechnikums in Wien. Es ist durchaus möglich, dass Morell dieses Detail von Moller übernommen oder sogar mit ihm diskutiert hat. Beide waren Schüler von Friedrich Weinbrenner in Karlsruhe, wobei Morells einjähriges Studium um die Jahre 1805/06<sup>107</sup> genau in die Studienjahre 1802 bis 1807 von Moller fällt<sup>108</sup>. Es ist demzufolge wahrscheinlich, dass sich beide Architekten persönlich kannten, wobei sie von ihrem gemeinsamen Lehrer Weinbrenner aber sicher nicht hinsichtlich der Verwendung eines Bohlendachs beeinflusst wurden. Weinbrenner hat sich zwar 1791/92 in Berlin aufgehalten und dort die Möglichkeit gehabt, die Bohlendächer zu studieren, distanzierte sich jedoch 1809 eindeutig von diesen.<sup>109</sup>

### Schleusenhäuser am ehemaligen Ludwigskanal

Die folgenden untersuchten Dachwerke befinden sich in einem Hafenmeisterhaus (**Abb.154**) sowie in einer Scheune (**Abb.155**) am Main-Donau-Kanal in der Nähe von Beilngries, Lkr. Eichstätt. Sie sind Teil mehrerer Gebäude, die im Zuge des Kanalbaus unter Ludwig I. zwischen 1836 und 1843 entstanden. Der Kanal diente ursprünglich als Verbindung des Mains bei Bamberg mit der Donau bei Kehlheim; heute ist er stillgelegt. Zuständig für die gesamte Planung war der königliche Baurat Heinrich Friedrich von Pechmann (1774–1861). Alle Pläne des Ingenieurs unterlagen der Begutachtung einer Kommission in München, der Leo von Klenze vorstand. Die hier untersuchten Gebäude liegen an einem sogenannten „Anländeplatz“, der dem Aus- und Einladen der Transportgüter für den „inneren

---

<sup>107</sup> Kunstmarkt.com/Ulrich Raphael Firsching.

<sup>108</sup> Wegner, Reinhard, "Moller, Georg" in: Neue Deutsche Biographie 17 (1994), S. 742-744 [Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/ppn118734563.html>.

<sup>109</sup> Rüsck 1997: S. 110.

## 9) Bohlenbogendach

Verkehr“ neben den großen Häfen diente. Von der ehemaligen Nutzung zeugen im Außenbereich heute nur noch das stillgelegte Kanalbecken sowie ein Kran.

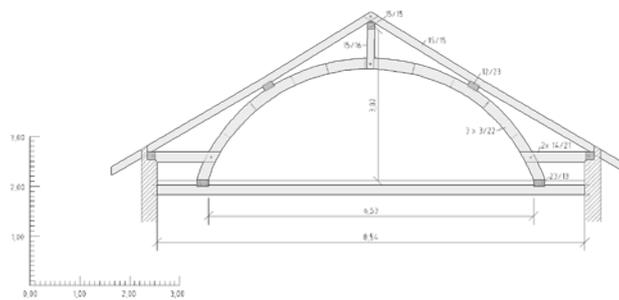


Abb.154: Bohlenbogendach des Hafenmeisterhauses (1836-1843) in Beilngries (2011)

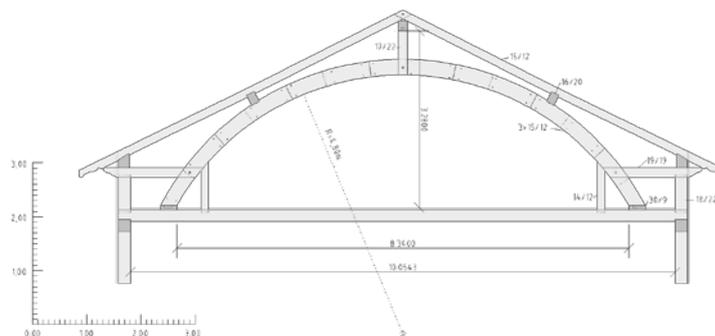


Abb.155: Bohlenbogendach der Scheune (1836-1843) in Beilngries (2011)

Das Gebäude des Hafenmeisterhauses entstand vermutlich beim Bau des Kanals zwischen 1836 und 1843 und diente ursprünglich zu Wohnzwecken. Es wurde erst kürzlich saniert und wird heute als Bürogebäude genutzt. Die Scheune ist laut einer Aktennotiz im Verkehrsmuseum der Deutschen Bahn in Nürnberg 1856 nachträglich hinzugefügt worden. Für die Dachwerke der beiden Gebäude haben sich bis heute Bohlenbogendächer erhalten. Sowohl das Hafenmeisterhaus als auch die Scheune weisen bis heute ein erhaltenes Bohlendach bei einer Dachneigung von  $26^\circ$  auf. Die Scheune ist mit 8,54 Metern lichter Weite zwischen den Außenwänden etwas größer als das Hafenmeisterhaus mit 6,53 Metern. Die Bögen beider Dachwerke sind kreisförmig geformt, wobei die Länge der Bohlen der Scheune ca. 1,50 m bei einer Bohlenbreite von 28 Zentimeter beträgt, die des Hafenmeisterhauses ca. 1,60-1,70 Meter bei 22 Zentimeter Bohlenbreite. Bei der Scheune bestehen die Bögen aus drei Lagen, bei dem Hafenmeisterhaus aus zwei. Die unterschiedliche Anzahl der Bohlen liegt vermutlich in den verschiedenen Spannweiten begründet. Die versetzt zueinander angeordneten Bohlen sind mit Eisennägeln verbunden. An den Fußpunkten zapfen die Bögen in eine Schwelle, die mit durchgehenden Deckenbalken verkämmt ist. Beide Dachwerke sind als Pfettendächer konstruiert und bilden einen kleinen Kniestock aus. Der Bohlenbogen dient als Tragwerk der Pfetten, die die Dachhaut tragen. Dabei liegt die Mittelpfette auf der Oberseite des Bogens in Höhe des Viertelpunk-

tes des Halbkreises. Die Firstpfette hingegen wird von einem kurzen Ständer unterstützt, der auf dem Scheitelpunkt des Bogens steht und diesen gabelförmig umfasst; die Fußpfette liegt auf kurzen Stichbalken, die mit den Bögen verbunden sind.

Die Wahl der Bohlenkonstruktion bei diesen Gebäuden ist sicher in dem freien Dachraum begründet. Beide Gebäude brauchten Platz zur Lagerung. Die Ausführung entspricht den bis dahin entwickelten Standards eines Bohlendachs. Die Kniestockkonstruktion ermöglichte dabei eine moderne flache Dachneigung. Die untersuchten Planunterlagen im Verkehrsmuseum in Nürnberg belegen, dass noch weitere Dachwerke von Gebäuden am ehemaligen Kanal mit Bohlenbögen ausgeführt sind, so zum Beispiel bei dem Wärterhaus Nr. 2 an der Schleuse Nr. 100 in Bamberg. Aus der Zeichnung geht hervor, dass in dem Wärterhaus das Bohlendach ähnlich ausgeführt ist, wie die in Beilngries, was für eine gewisse Standardisierung dieser Ausführung bei den Kanalgebäuden dieser Größe spricht. Andere Planunterlagen zu den Kanalgebäuden zeigen aber auch die Verwendung des liegenden Stuhls<sup>110</sup> oder des italienischen Pfettendachs.<sup>111</sup>

### Die Hochreserve in Klaushäusel bei Grassau

Bei dem nachstehenden, untersuchten Gebäude handelt es sich um die sogenannte Hochreserve in Klaushäusel bei Grassau. Sie ist Teil der Saline Traunstein und gehört zu einer von sieben Hebeanlagen auf dem Weg der Soleleitung von Reichenhall nach Traunstein. Um den Höhenunterschied des Geländes auszugleichen, floss die Sole in eine Niederreserve, wurde durch eine Kolbendruckpumpe in Holzbottiche einer Hochreserve gepumpt und floss von dort aus weiter zum nächsten Brunnhaus.<sup>112</sup>

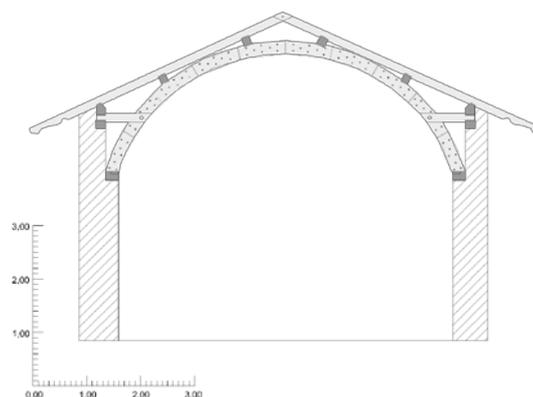


Abb.156: Bohlendach der Hochreserve (1875) in Klaushäusel bei Grassau (2011)

---

<sup>110</sup> Zeichnung ohne Ortsangaben.

<sup>111</sup> Lagerhaus im Hafen Bamberg am Schillerplatz.

<sup>112</sup> Stefan Freundl: Salz und Saline, dargestellt am Beispiel der ehemaligen Rosenheimer Saline. Rosenheim: Historischer Verein Rosenheim 1978; Klaus Gluth: Das Brunnhaus Klaushäusel bei Grassau. Geschichte und technische Funktion einer Pumpstation an der Soleleitung von Reichenhall nach Rosenheim 1810-1958, Grassau 1987 1987.

Die heutige Hochreserve samt Bohlendach (**Abb.156**) entstammt einer Umbauphase von 1875.<sup>113</sup> Bohlendächer dieses Gebäudetyps, die einen freien Dachraum benötigen, – etwa für Nutzbauten wie Solebehälter, Dampfmaschinen oder Kesselhäuser – wurden bereits von Gilly vorgeschlagen<sup>114</sup>. In der Ausführung unterscheidet sich die Dachkonstruktion jedoch deutlich von Gilly und schließt sich eher an die Dachwerke in Beilngries an.

Das Gebäude der Hochreserve hat einen rechteckigen Grundriss mit Satteldach auf massiven Umfassungswänden. Die lichte Weite zwischen den Außenwänden beträgt 6,20 Meter. Die durchgehend verlaufenden Rofen sind am Fußpunkt auf Fußpfetten aufgeklaut, liegen mittig auf zwei Pfetten und sind im First miteinander verblattet. Die Pfetten werden durch den kreisförmigen Bohlenbogen getragen, der an seinen Fußpunkten in eine im Mauerwerk aufliegende Schwelle einzapft. Die Mauern bilden einen Kniestock aus, der eine flache Dachneigung ermöglicht. Der Bogen ist zusätzlich im unteren Drittel durch einen gabelförmigen Stichbalken samt eisernem Bolzen fixiert, dessen Ende zwischen einer im Mauerwerk liegenden Mauerlatte und der Fußpfette eingeklemmt ist.

Die massiven Wände von 72 Zentimeter fangen den Horizontalschub des Bogens auf. Die seitlichen Stichbalken dienen zur weiteren Queraussteifung. Die Längsaussteifung und Lagesicherung der Bögen erfolgt über die durchgehenden Pfetten. Insgesamt gibt es 7 Bögen, mit jeweils 2 dazwischenliegenden Leergespärren, womit die Bögen also als Binder bezeichnet werden können. Die Giebelseiten sind massiv gemauert.

Die einzelnen Bohlen sind mit Holznägeln und an den Stößen mit Eisennägeln verbunden. Die Bögen selbst bestehen aus 3 Lagen mit einer Stärke von jeweils 4 Zentimeter, die Bohlenbreite beträgt 25 Zentimeter und die Länge ca. 1,20 Meter.

### Die Kuppel der Kirche St. Lorenz (1652-1659) in Kempten

Bei der Lorenzkirche in Kempten handelt es sich grundsätzlich um eine barocke Basilika, die zwischen 1652 und 1659 errichtet wurde. Die Bohlenkonstruktion befindet sich im Dachwerk über dem Chor und entstand 1831. Sie ist über einem achteckigen Grundriss angebracht, der einen inneren Turm einschließt, der über die seitlichen Kuppelflächen nach oben hinausragt. Die seitlichen Bögen sind an die massiven Wände des inneren Turms angelehnt. Für diese Arbeit wurden die seitlichen kuppelförmigen Bereiche untersucht, nicht jedoch der mittige Turm (**Abb.157**).

---

<sup>113</sup> Gotthard Kiessling, Dorit Reimann: Landkreis Traunstein, Lindenberg i. Allgäu 2007.

<sup>114</sup> Rüsck 1997: S. 34.

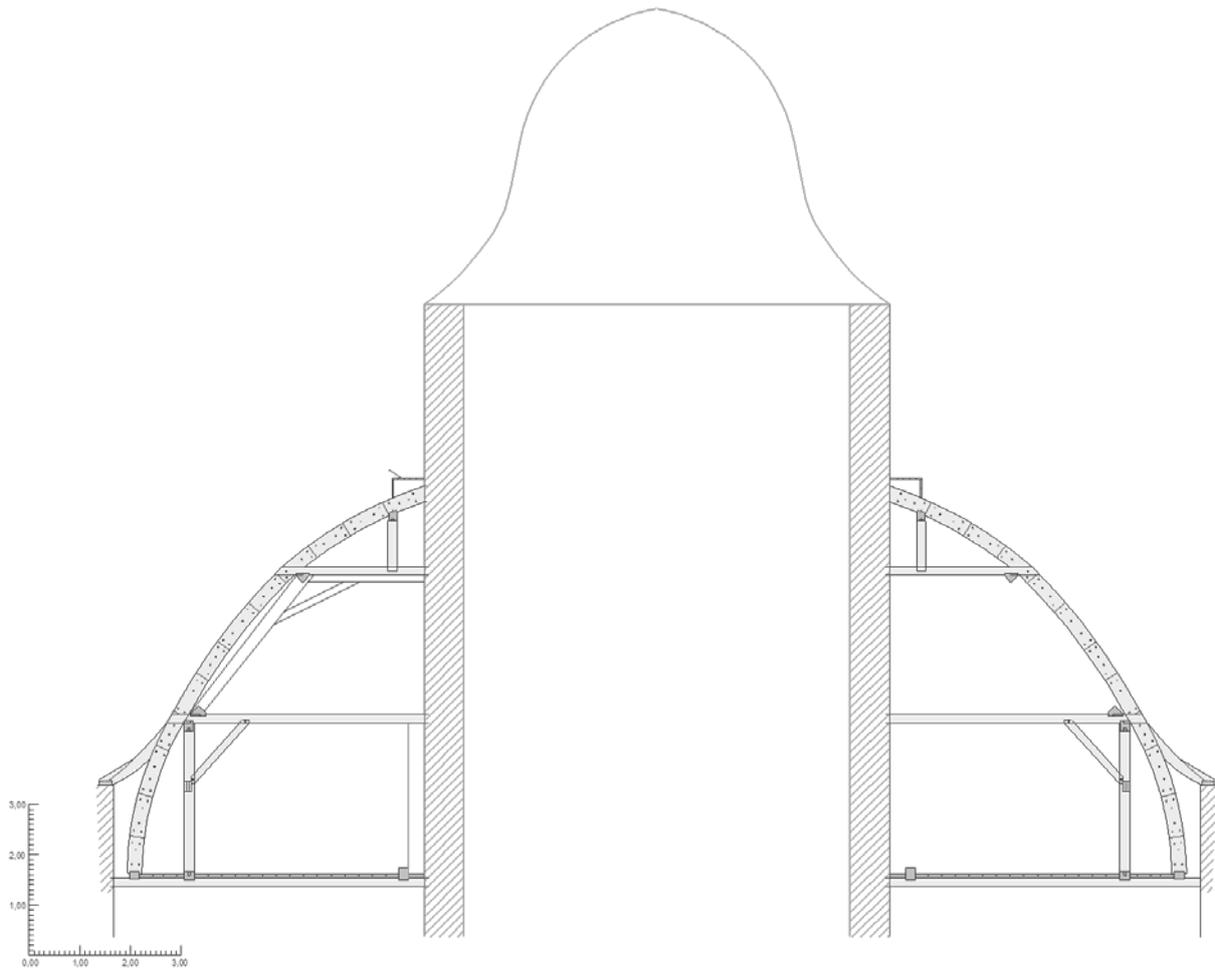


Abb.157: Kuppel (1831) der Lorenzkirche in Kempten (2012)

Grundsätzlich dienen die Bohlenbögen hier der äußeren Form. Im Innenraum des Dachwerks wird die Verschalung auf der Oberseite der Bögen sichtbar. Die Bögen sind kreisförmig innerhalb der Außenmauern des achteckigen Grundrisses angeordnet und bilden somit die runde Form des Daches. Die Bögen bestehen in den Leergespärren aus dreilagig versetzt, zueinander angebrachten Bohlen und in den Bindergespärren aus vier Lagen, die mit Eisennägeln miteinander verbunden sind. Im oberen Bereich sind innerhalb der Bindergespärre je zwei weitere Bohlen angelascht. Die einzelnen Bohlen sind 4 Zentimeter stark und ca.29 Zentimeter breit. Die Bögen in den Bindergespärren werden auf zwei Ebenen durch Stichbalken gehalten, die die Bohlen gabelförmig umfassen. Diese Stichbalken liegen auf der einen Seite in dem Mauerwerk des inneren Turms. Im äußeren Bereich in Richtung der Dachfläche werden sie im unteren Bereich durch einen stehenden Stuhl unterstützt. Dabei befindet sich in jeder Ecke des achteckigen Grundrisses sowie auf halber Länge zwischen den Ecken ein Stuhlständer. Der obere Stichbalken wird durch einen liegenden Stuhl getragen, der aus der Stuhlsäule, dem Rähm und einem Spannriegel, der bis zur inneren Mauer reicht, besteht. Das Rähm trägt die Stichbalken der Binder zwischen den Ecken. Auf dem oberen Stichbalken ist ein weiterer kurzer, senkrechter Ständer mit Rähm angebracht, auf das der Bogen aufgeklaut ist.

Die Kuppelkonstruktion ist mit dem liegenden und stehenden Stuhl sehr traditionell ausgeführt und zeigt keine modernen Elemente.

### Die Kuppel der Kirche St. Lukas in München

Wie eine Kuppel in modernerer Form am Ende des 19. Jahrhunderts aussieht, zeigt sich an der evangelischen Pfarrkirche St. Lukas in München (**Abb.158**). Das Bauwerk entstand nach den Entwürfen des Münchner Architekten Albert Schmidt (1841–1913) in der Zeit zwischen 1893 und 1896. Die einzelnen Bögen des Systems bestehen aus zwei zueinander versetzt angeordneten Bohlen, die mit Eisennägeln aneinander befestigt und auf umlaufende Pfetten aufgeklaut sind. Die Konstruktion ist als das moderne Resultat aus verschiedenen Entwicklungen des 19. Jahrhunderts anzusehen. Die Bohlen bilden die äußere Form des Dachwerks und tragen die Dachhaut. Die Zusammensetzung der Bohlenbögen unterscheidet sich dabei nicht von älteren Systemen. Die eigentliche Tragkonstruktion besteht aus dem Hängewerk sowie den verschiedenen Streben und den Zangen. Das Dach zeigt so gut wie keine traditionellen Verbindungstechniken, was durch die Verwendung von Zangen in Verbindung mit Schraubbolzen erreicht wird.

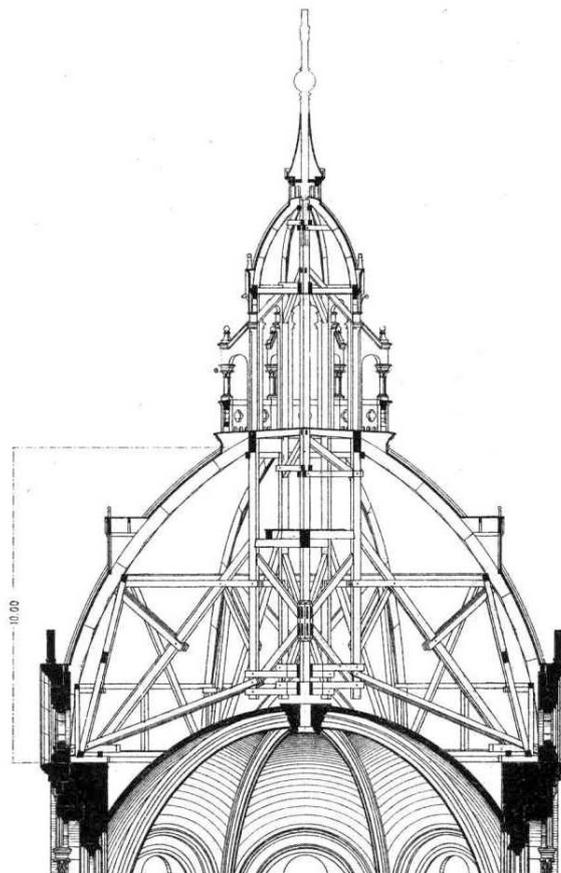


Abb.158: Die Kuppel der Lukaskirche (1897) in München von Albert Schmidt<sup>115</sup>

---

<sup>115</sup> Allgemeine Bauzeitung 1897: Bl. 19.

## **10) Die Längsaussteifung süddeutscher Dachwerke des 19. Jahrhunderts**

Für diese Arbeit wurden verschiedene Dachwerke untersucht und sowohl in einem Quer- als auch einem Längsschnitt festgehalten. Für jedes Dachwerk befindet sich innerhalb des Katalogs eine Zeichnung des Längsverbandes mit allen wichtigen Maßen. Während die Dachwerkstypen bisher hauptsächlich anhand der Querschnitte erläutert wurden, sollen nachfolgend die in den untersuchten Beispielen angewandten Längsaussteifungen skizziert werden. Die in Längsrichtung angebrachten Elemente sind dabei stark an vorherigen Jahrhunderten orientiert, weshalb vorab die bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts bekannten Mittel knapp vorgestellt werden.

### Historischer Kontext

Die binderlosen Sparrendächer des Mittelalters funktionieren durch die Aneinanderreihung von Sparrenpaaren auf durchgehenden Zerrbalken in kurzen Abständen. Die Längsaussteifung erfolgt dabei lediglich durch eine vollflächige Dachschalung oder ggf. zusätzliche Windrispen unter den Sparren.

Bei den Kehlbalkendächern mit untergestelltem stehendem Stuhl, wie sie seit dem 14. Jahrhundert bekannt waren, wird allein schon durch das Rähm eine gewisse Längsaussteifung erreicht. Zusätzlich wurden hier häufig auch Kopfbänder zwischen Rähm und Stuhlsäule und/oder Fußbänder zwischen Schwelle und Stuhlsäule angebracht. Üblich sind auch Streben, die von der Schwelle zum Rähm verlaufen und dabei die Stuhlsäule kreuzen.

In Kehlbalkendächern mit dem seit dem 15. Jahrhundert eingeführten liegenden Stuhl sind ebenfalls Kopf- und Fußbänder an den liegenden Stuhlsäulen zu finden. Alternativ können in der Ebene der liegenden Stuhlsäule auch sich kreuzende Streben oder Andreaskreuze angebracht sein. Zusätzliche Riegel zwischen den Stuhlsäulen dienen gleichsam der Aussteifung in Längsrichtung. Teilweise ist auch eine Art Unterzug zwischen oder auf den Spannriegeln angebracht, der die Kehlbalken der Leergespärre unterstützt. Diese Balken dienen ebenfalls der Längsaussteifung.

Wenn bei dem stehenden oder liegenden Stuhl zusätzlich ein Hängewerk mit mittiger Hängesäule vorzufinden ist, werden letztere auch teilweise durch Kreuze oder Kopfbänder ausgesteift. Gängige Verbindungsmittel sind bei allen längsaussteifenden Elementen der Zapfen sowie das Blatt in Verbindung mit einem Holznagel.

### Längsaussteifung im 19. Jahrhundert

Die Mittel der Längsaussteifung der untersuchten Dachwerke des 19. Jahrhunderts unterscheiden sich grundsätzlich nicht von denen der vorherigen Jahrhunderte. Bei den klassischen Konstruktionsarten wurden sie in gleicher Weise beibehalten und bei neuartigen Errichtungen unterlagen sie lediglich einer Anpassung an diese und ggf. einer Ergänzung mit modernen Verbindungsmitteln.

## 10) Die Längsaussteifung süddeutscher Dachwerke des 19. Jahrhunderts

So waren als Längsaussteifung innerhalb der Konstruktionen mit stehendem Stuhl weiterhin Rähme, Kopfbänder und Riegel vorhanden. Änderungen ergaben sich nur durch die Neuordnung verschiedener Elemente innerhalb des Konstruktionssystems. In der Grabkapelle in Regensburg von 1855 wurde beispielsweise das Rähm der stehenden Stuhlsäule zusätzlich durch eine Art liegende Stuhlsäule abgestrebt. Auf halber Länge wird diese liegende Stuhlsäule durch eine schräge Strebe Richtung Zerrbalken hin unterstützt. Auf gleicher Höhe befindet sich zwischen diesen Stuhlsäulen ein Riegel, der zwischen zwei Bindern angebracht ist und als Auflager für die Sparren der Leergespärre dient. Zwischen der Strebe und dem Riegel befindliche Kopfbänder sorgen für eine weitere Längsaussteifung. Die Kopfbänder sind an den Riegel und die Strebe angeblattet. An den Stuhlsäulen in senkrechter Ebene wurden Sprengstreben sowie Kopfbänder montiert, die ebenfalls der Längsaussteifung nutzen. Letztere sind in das jeweilige Bauteil hineinversetzt und mit einem Holznagel gesichert (**Abb.159**).

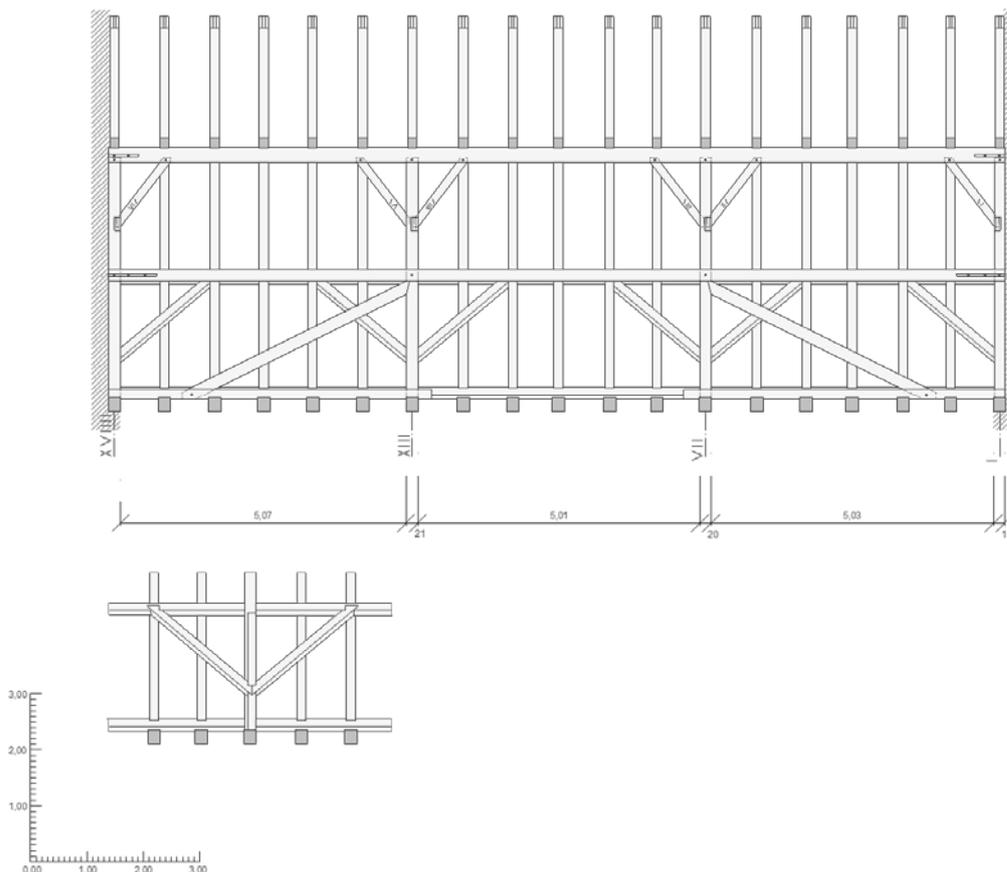


Abb.159: Längsschnitt der Gruftkapelle in Regensburg (1855)

Auch bei der Konstruktion des liegenden Stuhls ergaben sich keine Neuerungen. In den meisten Fällen wurde weiterhin zwischen den Stuhlsäulen Kopf- und Fußbänder, Andreaskreuze, kreuzende Schwerter sowie Brustriegel als Längsaussteifung angebracht. In der Ludwigskirche in München ist zwischen Stuhlsäule und Sparren eine zusätzliche Mittelpfette zu finden, die neben ihrer Eigenschaft als Träger für die Sparren der Leergespärre auch für eine gewisse Längsaussteifung sorgt. In der

## 10) Die Längsaussteifung süddeutscher Dachwerke des 19. Jahrhunderts

---

Ludwigskirche ist überdies eine Firstpfette eingebracht, die für barocke liegende Stühle in Bayern bis zu diesem Zeitpunkt unüblich war. Diese Firstpfette erfüllt neben ihren Trägereigenschaften auch eine längsaussteifende Wirkung, welche zudem durch die Verwendung von Kopfbändern zwischen Pfette und mittiger Hängesäule verstärkt wird. Alle Elemente sind mittels einer Zapfenverbindung mit zusätzlichem Versatz an dem jeweiligen Bauteil angebunden (**Abb.160**).

In dem Dachwerk der Michaeliskirche in Hof, in der sowohl Elemente des liegenden als auch des stehenden Stuhls vorkommen, sind unterhalb des Firstes zwischen den Hängesäulen Andreaskreuze in Längsrichtung angebracht.

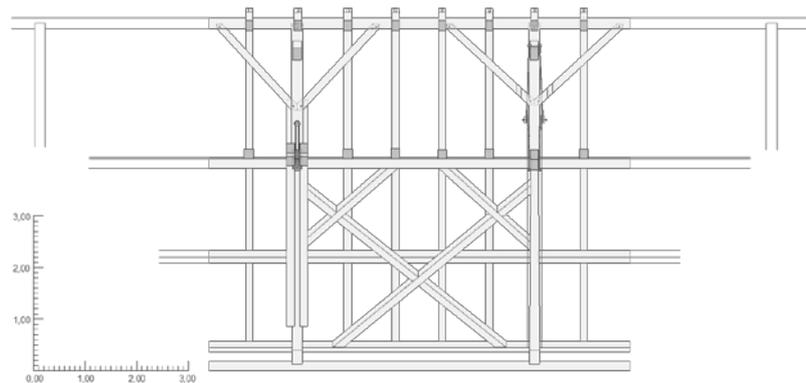


Abb.160: Längsschnitt Ludwigskirche München (1829-1844)

Interessant ist der Längsverband bei den Pfettendächern, welche erst mit dem 19. Jahrhundert in den großen Dachwerkskonstruktionen in Süddeutschland eingeführt sowie standardisiert wurden und deren Längsaussteifung demnach erst definiert werden musste. Die bekannten Pfettendächer des alpinen ländlichen Raumes sehen neben den Pfetten selbst oft Kopf- oder Fußbänder zwischen Ständern und Pfetten vor. Bei den traditionellen italienischen Pfettendächern gibt es, von der Pfette und der Dachschalung abgesehen, keinerlei zusätzliche Längsaussteifung. Auch in den englischen Pfettendächern des 17. Jahrhunderts ist neben den Pfetten und der Dachschalung keine Längsaussteifung erkennbar.<sup>1</sup> In den französischen steil geneigten Pfettendächern des 18. Jahrhunderts sind häufig Kopfbänder oder Streben zwischen mittiger Hängesäule und Firstpfette angebracht. Bei den deutschen Dächern des 19. Jahrhunderts zeigt sich im Vergleich eine andere Entwicklung, die sich mehr an die nationalen, traditionellen Systeme anlehnten.

Dächer wie die der Einsteighalle in Augsburg von 1840, der Spiegelgalerie des Theaters von Coburg aus demselben Jahr oder der Evangelischen Pfarrkirche in Rinntal aus den 1830er Jahren zeigen grundsätzlich im Querschnitt – von kleineren Details abgesehen – eine sehr starke Anlehnung an die mediterranen Pfettendächer. Tatsächlich ist bei diesen Dachwerken, wie bei ihren originalen

---

<sup>1</sup> Englische Traktate zeigen oftmals keine Abbildung der Längsaussteifung. Aus der Dissertation von James Campbell gehen verschiedene untersuchte Beispiele hervor, die ebenfalls keine zusätzliche Längsaussteifung aufweisen.

Vorbildern aus Italien, neben den Pfetten und einer vollflächigen Schalung keine zusätzliche Längsaussteifung zu finden. Auch in dem heute nicht mehr vorhandenen Dachwerk der Bonifazkirche in München, zwischen 1835 bis 1850 errichtet, wurde bei Verwendung eines italienischen Pfettendachbinders neben der Schalung keine zusätzliche Längsaussteifung angeordnet. In der Kirche St. Ursula in München Schwabing von 1894 bis 1897 sind unter den Pfetten lediglich zusätzliche Windrispen angebracht. Bei den flach geneigten Dächern der Kirchen St. Martin in Eggolsheim von 1826 bis 1844 und St. Michael in Eltmann von 1838 sowie der Niederreserve in Klaushäusl bei Grassau von 1847, deren Dachwerke lediglich an die italienischen Pfettendächer angelehnt sind, zeigt sich neben den Pfetten und der Dachschalung ebenfalls keine zusätzliche Längsaussteifung (**Abb.161**). In Eltmann beispielsweise werden sowohl Pfetten als auch Rähme angewendet, die beide für eine gewisse Längsaussteifung sorgen.

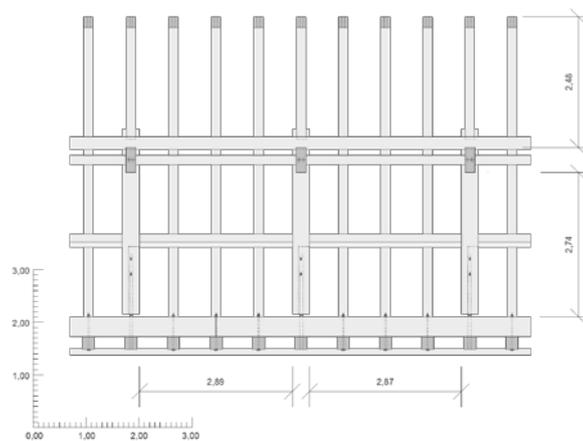


Abb.161: Längsschnitt der Kirche St. Michael in Eggolsheim ohne zusätzliche Längsaussteifung

Diese Beispiele zeigen, dass auch in Deutschland die Pfettendächer des 19. Jahrhunderts ohne zusätzliche Längsaussteifung auskommen, wobei diese Vorgehensweise nicht der Regel entsprach. Bei den flachen Dachwerken des Gärtnerplatztheaters aus der Mitte des 19. Jahrhunderts; des Nationaltheaters aus den 1820er Jahren; der Annakirche von 1887 bis 1892, gesamt in München befindlich, sowie bei den flachen Dachwerken der Kirchen St. Jakob in Friedberg von 1871 bis 1873 und St. Georg in Bachern von 1831 wurden unter starker Anlehnung an das italienische Pfettendach Auskreuzungen in Längsrichtung angebracht, die an die Andreaskreuze oder auch an die Auskreuzungen barocker Dachwerke zwischen den Hänge- oder den Stuhlsäulen erinnern. Bei den Münchner Beispielen sowie in Bachern sind die Kreuze zwischen den Hauptstreben befindlich. Dabei sind, wie in der Annakirche, zusätzlich Kopfbänder zwischen mittiger Hängesäule und Firstpfetten zu finden. In Friedberg sind die Kreuze zwischen den mittigen Hängesäulen an jedem dritten Binder angebracht. Dergleichen Auskreuzungen und Kopfbänder finden sich ferner in den steiler geneigten Pfettendächern: In der Reithalle von Aarau von 1864 sind etwa die Auskreuzungen zwischen den kurzen Hängesäulen unter dem First montiert. In der Kirche St. Johann-Baptist in Haidhausen aus

dem Jahre 1858 befinden sich die Auskreuzungen zwischen den Hängesäulen des doppelten Hängewerks. In der Kirche Maria Himmelfahrt in Gaimersheim von 1860 sind neben den Auskreuzungen zwischen den Hängesäulen in der senkrechten Firstebene zusätzliche Kopfbänder angebracht, die von der Hauptstrebe des Hängewerks bis zur Mittelpfette und bei waagerechter Anordnung von der Mittelpfette zu der waagerechten Zange auf halber Dachhöhe (**Abb.162**) verlaufen. Jene waagerechte Längsaussteifung findet sich zudem in der evangelischen Kirche von Baden-Baden von 1864 wieder, bei der außerdem zwischen Mittel- und Fußpfette sich kreuzende Streben eingesetzt sind.

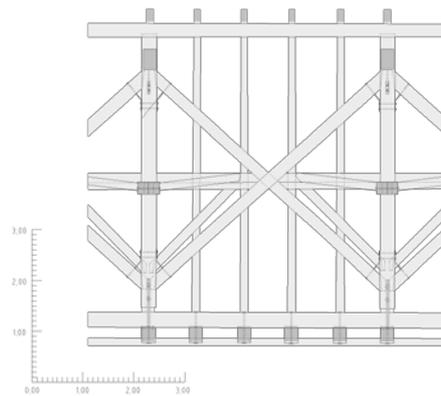


Abb.162: Längsschnitt in der Kirche Maria Himmelfahrt in Gaimersheim (1860)

Die Anbringung der längsaussteifenden Elemente erfolgte meist durch althergebrachte Zimmermannstechniken: So wurden Kopfbänder sowie Andreaskreuze durch Zapfenverbindungen oder nur durch einen Versatz an den jeweiligen Elementen befestigt. Auch die Blattverbindungen sind weiterhin vorzufinden; so werden überkreuzte Streben ebenfalls überblattet. Moderne Verbindungsmittel sind zusätzliche Eisenbolzen, wie sie an dem Beispiel der Kirche von Gaimersheim zu finden sind. Hier sind Eisenbänder an der Hängesäule befestigt, die als Rundeisen abknicken und durch die Enden der Streben durchgesteckt sind. An der Oberseite bzw. Unterseite der Streben sind diese runden Eisen durch Muttern festgeschraubt. Zusätzlich sind die Streben in die Hängesäule hineinversetzt. Zu den Neuerungen in Längsrichtung zählt überdies die Verwendung der Zangen. So sind in den Dachwerken des Lokschuppens in Mannheim von 1872 und in der St. Stephanuskirche in Ehekirchen aus dem Jahre 1896 auf die gesamte Länge um die Hängesäulen Zangen angebracht, die sowohl mit der Hängesäule als auch mit den darunter liegenden waagerechten Balken verkämmt sind.

Abschließend kann festgehalten werden, dass zwar einige Beispiele von Pfettendächern ohne zusätzliche Längsaussteifung vorhanden sind, die Anbringung zusätzlicher Elemente aber grundsätzlich bei den untersuchten Beispielen die Regel ist. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um ein Sparren- oder ein Pfettendach handelt. Die bekannten Mittel wurden einfach auf die jeweilige

## 10) Die Längsaussteifung süddeutscher Dachwerke des 19. Jahrhunderts

---

Konstruktionsart angepasst. Hinsichtlich der italienischen Pfettendächer bildet die Längsaussteifung der deutschen Dachwerke des 19. Jahrhundert den wichtigsten Unterschied zu den Originalen.

## 11) Besondere Fallbeispiele

### Holzeisenkonstruktionen am Beispiel der Reithalle in Aarau

Die Kasernen-Reithalle in Aarau (Schweiz, Kanton Aargau) wurde 1864 von Ferdinand Carl von Rothpletz errichtet. Sie gehört zu einem ehemaligen militärischen Truppenstandort mit Ausbildungsstätten für Infanterie, Artillerie und Kavallerie, den es in Aarau seit Beginn des 19. Jahrhunderts gibt. Die ursprüngliche Länge von ca. 40 Metern bei einer Breite von 19,75 Metern (lichte Innenmaße) wurde 1904 nach Westen um ungefähr 36 Meter erweitert. Dabei wurde die neue Konstruktion der alten nahezu identisch angeglichen. Der ursprünglich vorhandene Turnhallenanbau im Osten wurde 1934 durch einen Reithallenneubau ersetzt<sup>1</sup>.

Der Gebäudetypus der Reithalle gehörte zu den gängigen Bauwerken des 19. Jahrhunderts<sup>2</sup>. Wichtigste Randbedingung bei der Planung war der weit gespannte stützenfreie Raum, der in diesem Fall auch noch offen sichtbar ist und somit repräsentativen Ansprüchen genügen musste.

Die Konstruktion der Reithalle zeichnet sich heute durch ihre Originalität aber auch durch die Modernität der damaligen Zeit aus (**Abb.163**). Während auf das Konstruktionsprinzip des kombinierten Hängesprengwerks auf Basis des Dreieckssystems in dieser Arbeit schon detailliert eingegangen wurde<sup>3</sup>, werden hier hauptsächlich die Verbindungen und insbesondere die Eisen beschrieben. Aufgrund fehlender Zugänglichkeit der Fußpunkte können diese lediglich vermutet bzw. aus den Planunterlagen von Rothpletz<sup>4</sup> übernommen werden.

---

<sup>1</sup> Nussbaumer 2006: S.2.

<sup>2</sup> Marstall München (1817), Klenze; Marstall Regensburg (1829), Métivier; Prinz-Albrecht-Reithalle Berlin (1831), Schinkel.

<sup>3</sup> Vgl. Kapitel 7) S. 87- S. 111.

<sup>4</sup> Die von von Rothpletz gefertigten Zeichnungen sind im Katalogbeitrag Nr. 37 ab S. 530 im 2. Teil dieser Arbeit dargestellt.

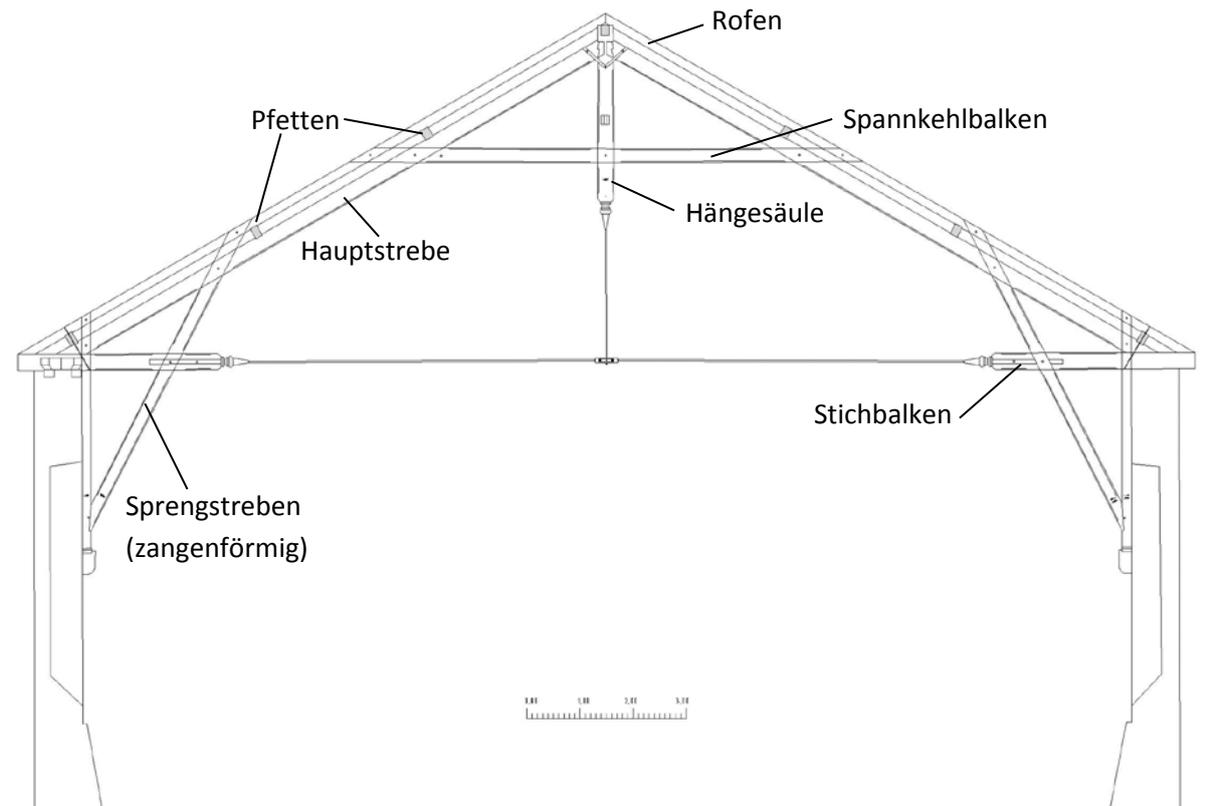


Abb.163: Querschnitt der Reithalle in Aarau (1864)

Das Dachwerk der Reithalle in Aarau ist als Pfettendach konzipiert. Die Machart, bestehend aus zwei Hauptstreben und einer einfachen mittigen Hängesäule, erinnert an die traditionell in Italien ausgeführten Konstruktionen sowie die steileren Pfettendächer aus Frankreich. Die Hauptstreben sind vermutlich in den unteren Stichbalken auf Zerrbalkenhöhe hineinversetzt<sup>5</sup>. Die Firsthängesäule wird durch die Hauptstreben mittels eines doppelten Versatzes sowie eines Zapfens in der Schwebe gehalten. Der Knotenpunkt wird außerdem durch zwei u-förmige Eisenbänder gesichert, die v-förmig zusammen gefügt sind (**Abb.164, 165**).

---

<sup>5</sup> Laut dem Plan von Rothpletz mit einem doppelten Versatz.

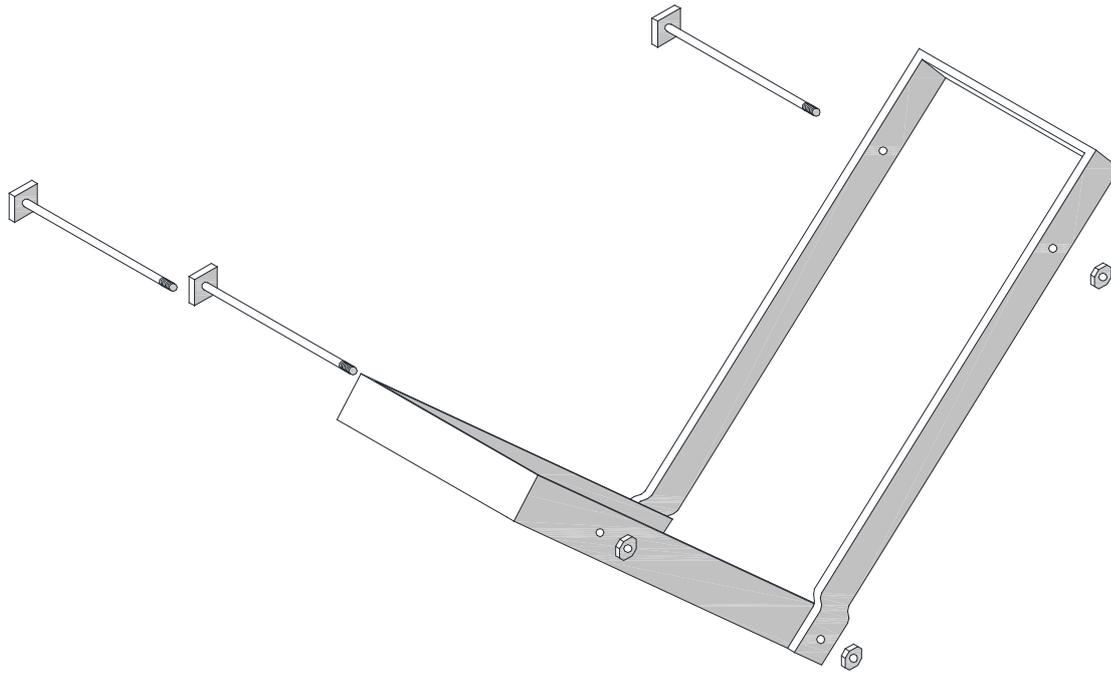


Abb.164: Reithalle Aarau, Eisenbügel zur Sicherung der Verbindung Hängesäule/Hauptstreben



Abb.165: Reithalle Aarau, Eisenbügel zur Sicherung der Verbindung Hängesäule/Hauptstreben

Auf jeder Dachseite befinden sich drei Pfetten, die sowohl mit den Hauptstreben als auch mit den Rofen verkämmt sind. Die unterste Pfette ist zusätzlich durch einen Eisenbolzen gesichert, der durch den Rofen, die Pfette, den Hauptstreben und den Stichbalken hindurchgesteckt ist. Da der Fußpunkt nicht zugänglich war, kann nicht eindeutig festgelegt werden, ob die Rofen auf dem Stichbalken enden oder über die Traufe hinausreichen. Am First ist eine Pfette in die Hängesäule eingehälst, so dass die Oberkante der Pfette und die der Hängesäule auf einer Höhe liegen. Die Rofen klauen auf die seitlichen Enden der Hängesäule auf. Um die Hauptstreben vor einer Durchbiegung zu schützen, ist

im oberen Drittel eine Art Spannkehlbalken angebracht, der zangenförmig den Binder von hinten und vorne umklammert. An den Knotenpunkten sind die einzelnen Elemente miteinander verkämmt und verbolzt, wobei die Schraubenköpfe vierkantig und die Muttern sechskantig geformt sind. Ebenfalls zangenförmig ausgeführt sind die Sprengstreben, die im unteren Drittel des Dachwerks die Hauptstreben und die Rofen umfassen. Sie enden mit einem einfachen Versatz in doppelten Wandstielen, die auf einer Konsole im Mauerwerk stehen. Am Kreuzungspunkt zwischen Stichbalken und Sprengstreben sind die Elemente wiederum verkämmt und mit Eisenbolzen versehen.

Statt einer durchgehenden Zerrbalkenlage aus Holz sind die Balken ungefähr auf Höhe ihrer Sechstelpunkte gekappt und mittig durch Eisen ersetzt. Die hölzerne Hängesäule ist ab der Mitte ebenfalls durch eine runde Eisenstange ersetzt. An dem Knotenpunkt des waagerechten und des senkrechten Eisens sind die runden Stäbe in einem Spannschloss zusammengeführt (**Abb.166, 167, 168**). Spannschlösser dieser Art sind auch anhand des Fallbeispiels der Ludwigskirche in München beschrieben<sup>6</sup>. Die waagerechten Eisen sind in den dickeren Rand eines eisernen Rahmens hineingeschraubt. Auf diese Weise ist es während des Bauprozesses möglich, die Stange in gewünschter Weise zu spannen. Die senkrechte Eisenstange ist von oben durch das gesamte Schloss hindurchgesteckt und von unten durch eine Sechskantmutter angeschraubt. Ein Nachjustieren nach Fertigstellung des Dachwerks ist nicht mehr möglich. Lediglich die Mutter am unteren Ende der Hängestange kann bei einer Durchbiegung der waagerechten Zugstange nachgeschraubt werden.

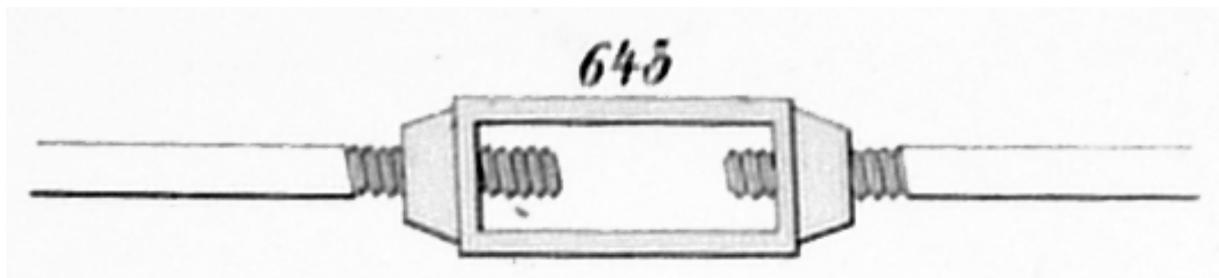


Abb.166: Beispiel eines Verbindungsdetails zweier waagerechter Eisenstangen ohne zusätzliche Hängesäule<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Vgl. Kapitel 11) Beitrag: Spannschloss am Beispiel der Ludwigskirche in München, S. 230.

<sup>7</sup> Müller 1859: Taf. 57, Fig. 643.

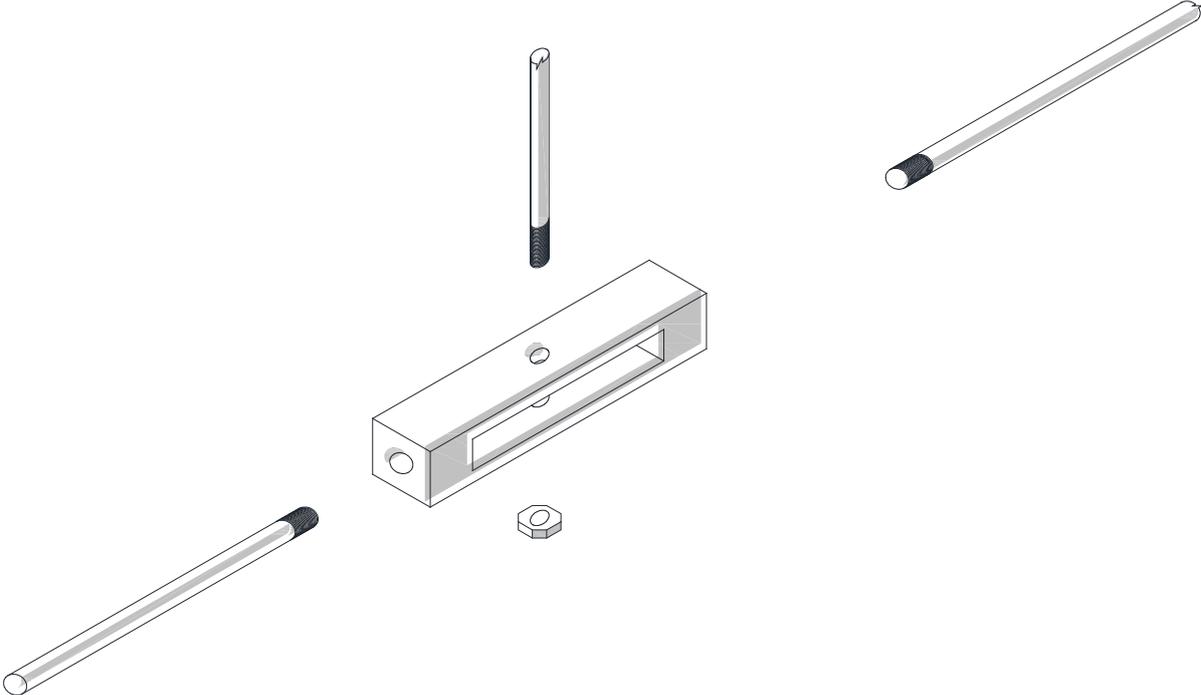


Abb.167: Spannschloss zur Verbindung von waagerechter und senkrechter Zugstange in Aarau

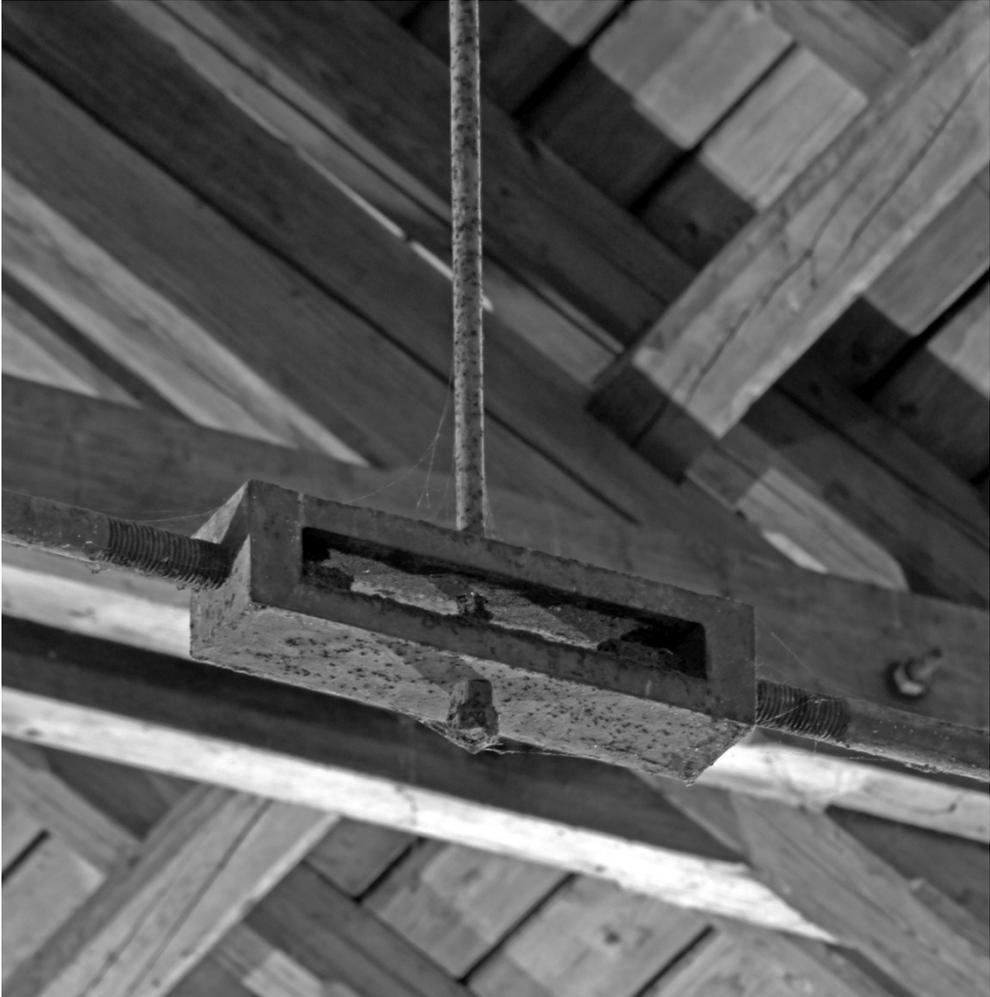


Abb.168: Spannschloss zur Verbindung von waagerechter und senkrechter Zugstange in Aarau

Die Verbindung der Eisenstangen mit den Holzelementen ist auf unterschiedliche Weise ausgeführt. Aufgrund der Verzierungen, die an den jeweiligen Enden der Stichbalken angebracht sind, können die genauen Details teilweise nur vermutet werden. Die Verbindung der waagerechten Eisen lassen sich noch ziemlich gut erschließen: So sind an den Stichbalken seitlich Eisenbänder montiert, die u-förmig um die inneren Stirnseiten herumgeführt und dabei mit Eisenbolzen mit den Stichbalken verschraubt sind. Im Bereich der Stirnseite ist die Eisenstange vermutlich durch ein Loch in dem Band hindurchgesteckt und von hinten festgeschraubt (**Abb.170, 171**).

Dieser Aufbau wird durch die Publikationen von Romberg<sup>8</sup> und Müller<sup>9</sup> bestätigt. Hier ist eine weitere Holzeisenkonstruktion zu finden, die ursprünglich auf eine Publikation von Émy<sup>10</sup> zurückzuführen ist<sup>11</sup> (**Abb.169**). Es handelt sich hierbei um das Dach einer Schmiede in Rosières in Frankreich. Anders als in Aarau ist der Stichbalken in der Schmiede zwar zangenförmig eingebaut, was aber an dem System grundsätzlich nichts ändert. Es ist eindeutig erkennbar, dass ein Eisenband von außen um die Stichbalken herumgeführt und angebolzt ist. An den Enden der Eisenbänder sind Haken abgewinkelt, die zusätzlich im Holz befestigt sind, was in Aarau durchaus auch möglich ist. Das Detail zeigt, wie die Eisenstange durch das Eisen hindurchgeführt und dort befestigt ist.

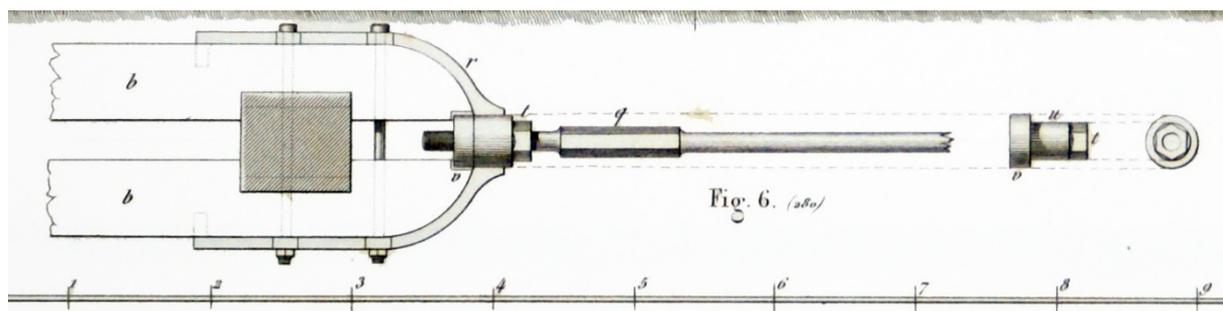


Abb.169: Verbindungsdetail der Schmiede in Rosières<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Romberg 1847: Taf. 70, Fig. 678.

<sup>9</sup> Müller 1859: Taf. 58, Fig. 655.

<sup>10</sup> Émy 1841: Pl. 117, Fig. 2.

<sup>11</sup> Romberg 1847: S.311, Taf. 70, Fig. 678, S. 258.

<sup>12</sup> Émy 1841: Pl. 117, Fig. 6.

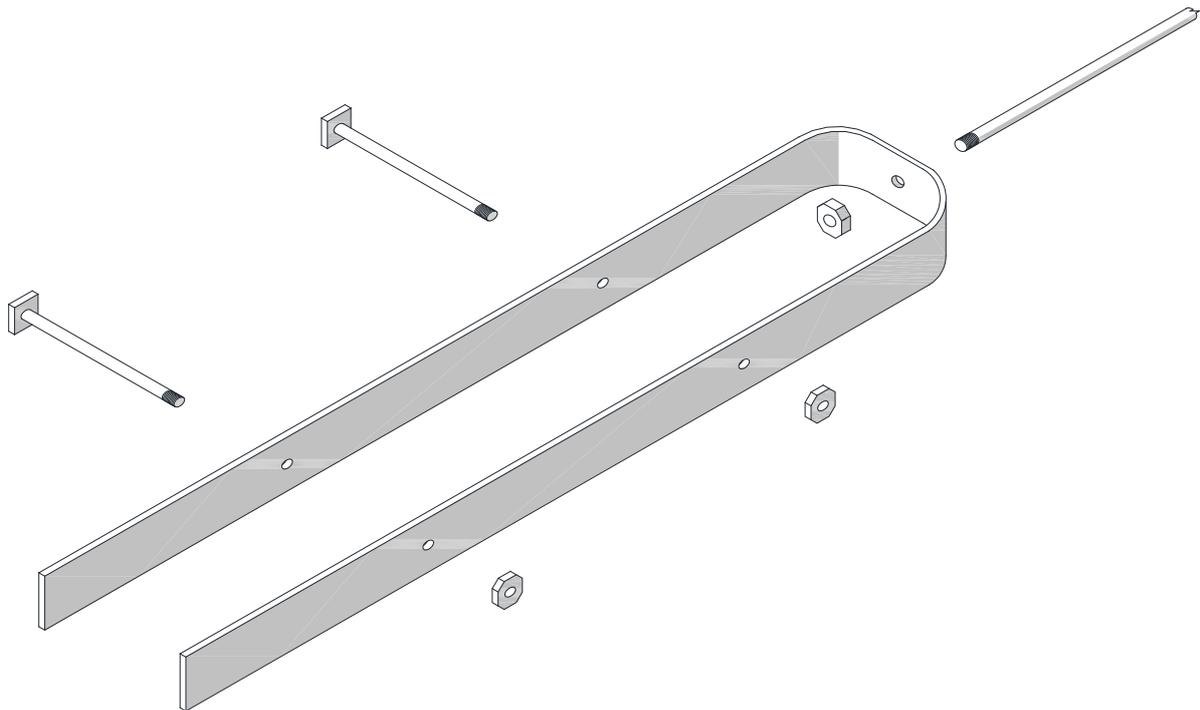


Abb.170: Verbindungsdetail waagrechtes Zugeisen/ Stichbalken in Aarau



Abb.171: Verbindungsdetail waagrechtes Zugeisen/ Stichbalken

Die Anbindung der senkrechten Eisenstange ist hingegen nicht so einfach nachzuvollziehen. In Querrichtung ist lediglich auf beiden Seiten der Hängesäule, ca. 20 Zentimeter über der Unterkante der Hängesäule, ein Eisenkopf zu sehen. Es ist also möglich, dass die Rundeisen ein Stück in die Säule hineinreichen und im Innern durch einen Eisenbolzen, der möglicherweise durch eine Öse hindurchgesteckt ist, festgehalten werden.

### Historischer Kontext

Das Konstruktionssystem von Aarau ist ein weit verbreitetes innerhalb des deutschen Hallenbaus des 19. Jahrhunderts. In einer Dachwerkszeichnung zu dem Ballhaus im Stuttgarter Lustgarten ist 1787 in dem fünften Band der Sammlung<sup>13</sup> von Ferdinand Friedrich Nicolai (1730–1814) ein frühes Beispiel einer eisernen Hängestange in Kombination mit einer waagerechten Eisenstange anstelle des Zerrbalkens dargestellt. Es existiert eine ähnliche Zeichnung des Stuttgarter Dachwerks von Heinrich Schickhardt (1558–1635), die um 1620 entstanden ist<sup>14</sup>. Hier finden die beiden Elemente innerhalb einer Konstruktion mit liegendem Stuhl Anwendung. Zwei Rechtecke innerhalb der waagerechten Eisenstangen deuten sogar darauf hin, dass hier Spanschlösser verwendet wurden. Leider lässt der Detaillierungsgrad der Zeichnung keine weiteren Schlüsse zu. Sicher kann man dieses Dachwerk als durchaus zukunftsweisend betrachten, wobei nicht bekannt ist, ob es zur Anwendung kam. Im Vergleich zu anderen in dieser Zeit errichteten Dachtragwerken, nimmt es aber eine solitäre Stellung ein.

Die ersten Vorbilder für das System in Aarau sind in dem französischen Traktat von Krafft<sup>15</sup> dargestellt. Die in dem Lehrbuch vorgestellten Konstruktionen sind bei verschiedenen Schuppenbauten in Paris angewendet<sup>16</sup>. Anders als in Aarau ist bei den Schuppen jedoch lediglich die Hängesäule durch Eisen ersetzt. Eine nahezu identische Konstruktion zu Aarau wurde in der Reithalle von Butzbach<sup>17</sup> errichtet. Die Halle wurde durch den Provinzial-Baumeister Hofmann entworfen und durch Georg Moller ab 1833 publiziert<sup>18</sup>. Anders als in Aarau ist das Dachwerk jedoch komplett in Holz gefertigt. Nach Moller wird das Dach in zahlreichen anderen Traktaten publiziert<sup>19</sup> und ist dementsprechend allgemein bekannt. Das zeigt sich am ab 1835 beginnenden Eisenbahnbau, für den zahlreiche Schuppen und Hallen errichtet und das System, bestehend aus Pfettendach kombiniert mit Hänge- oder Sprengwerk, weit verbreitet wurde. Insbesondere der badische Architekt Friedrich Eisenlohr praktizierte diese Konstruktionsart vielfach in den von ihm entworfenen Gebäuden. Die Tätigkeit Eisenlohrs als Professor der Konstruktionslehre in Karlsruhe hat zu einer Verbreitung seiner Entwürfe unter seinen Schülern geführt. Des Weiteren veröffentlichte der Architekt ab 1852 unterschiedliche Zeich-

---

<sup>13</sup> Ferdinand Friedrich von Nicolai: *Architecture civile - Charpente*, Band 5, Ludwigsburg 1786. In: Württembergische Landesbibliothek Stuttgart, URL: <http://digital.wlb-stuttgart.de/purl/bsz410214825>.

<sup>14</sup> Stuttgarter Lustgarten, Ballhaus. Perspektivische Darstellung mit Blick in das Ballhaus und Ansicht der Dachkonstruktion, Heinrich Schickhardt, um 1620. Landesarchiv Baden-Württemberg, Nachlass Heinrich Schickhardt, Signatur/Inventar-Nr.: N 220 A 165. In: Deutsche Fotothek, URL: <http://www.deutschefotothek.de/documents/obj/00001000>.

<sup>15</sup> Krafft 1821, 4. Buch: Fig. 12.

<sup>16</sup> Vgl. Kapitel 7) Historischer Kontext, S. 99- S. 101.

<sup>17</sup> Moller 1833-1834: Tafel XXVI.

<sup>18</sup> Vgl. Kapitel 7) Das Moller'sche Knotensystem, S. 83.

<sup>19</sup> Romberg 1847:Taf. 57, Fig. 619; Breymann 1870:Taf. 26, Fig.4; Müller 1859:Taf. 24, Fig. 320.

nungen, die explizit für Lehrzwecke an Gewerbe- oder Technischulen<sup>20</sup> gedacht waren. Eines seiner bekanntesten Bauwerke ist die Einsteighalle in Freiburg (Breisgau) von 1845 (**Abb.172**), die eine nahezu identische Eisenverbindung zu Aarau aufweist.

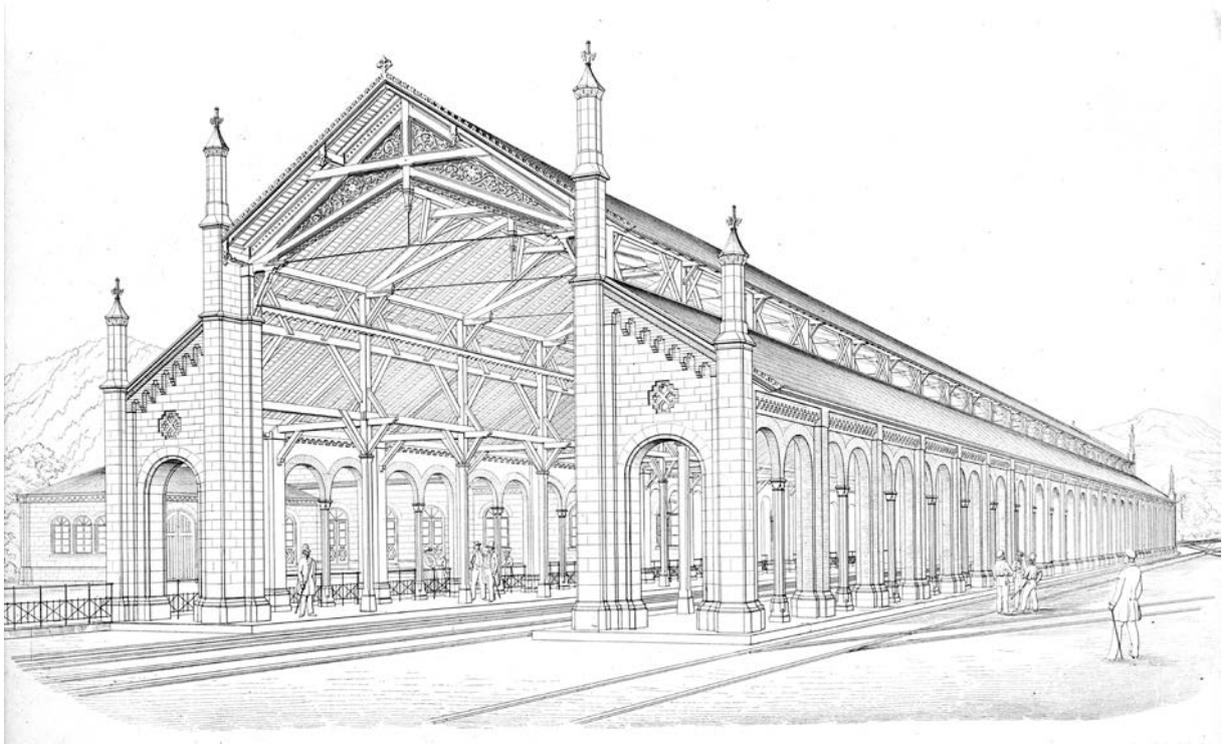


Abb.172: Einsteighalle des Bahnhofs Freiburg (1845) von Friedrich Eisenlohr<sup>21</sup>

Dem Bautypus einer Einsteighalle entsprechend<sup>22</sup>, verwendete Eisenlohr einen basilikalischen Querschnitt. Das Gebäudeinnere ist dabei in drei Teile unterteilt, wobei in dem Dach über dem Mittelschiff die eisernen Zugbänder zu sehen sind. Wie auch in Aarau handelt es sich hier um eine Pfettendachkonstruktion mit einfachem Hängewerk. In der oberen Hälfte des Binders ist eine waagerechte Zange angebracht, die sowohl die Hauptstreben als auch die Rofen und die obere kurze hölzerne Hängesäule umfasst. Die Hängesäule reicht bis unter die Zange und wird dort durch zusätzliche Sprengstreben unterstützt, die bis zum Dachfußpunkt verlaufen und dort auf den waagerechten Stichbalken enden. Das untere Drittel der Hängesäule wird durch eine Eisenstange ersetzt, die ein waagerechtes Zugeisen aufhängt. Die Verbindung der beiden Eisenstangen könnte möglicherweise durch ein ähnliches Schraubenschloss wie in Aarau ausgeführt worden sein. Der Detaillierungsgrad der Zeichnung lässt zwar die konkreten Verbindungsdetails aus, allerdings ist zwischen den Elementen ein kleines Rechteck zu erkennen, das auf ein Spannschloss hindeutet. Die Verbindung der waagerechten Eisenstangen mit den kurzen Stichbalken auf Höhe der Zerrbalkenlage ist dahingegen ein-

---

<sup>20</sup> Friedrich Eisenlohr: Ausgeführte oder zur Ausführung bestimmte Entwürfe von Gebäuden verschiedener Gattung als Unterrichtsmaterial, Karlsruhe 1852/1859.

<sup>21</sup> Eisenlohr ca. 1865: Bahnhof bei Freiburg.

<sup>22</sup> Siehe auch Einsteighalle in Augsburg und in Hof im 2. Teil dieser Arbeit.

deutig zu erkennen. Wie in Aarau ist hier ein Eisenband um die Stichbalken herumgeführt und mit Schrauben befestigt. Die waagerechten Zugeisen enden dabei in den Stirnseiten der Stichbalken. Die Verbindung von senkrechtem Eisen und hölzerner Hängesäule muss offen bleiben. Es ist lediglich erkennbar, dass die Eisenstange mittig in der unteren Fläche der Hängesäule endet, wobei hier wie in Aarau ein verziertes Element zur Kaschierung angebracht ist.

Eine andere ähnliche Konstruktion zu Aarau ist in einem Schuppen des ebenfalls durch Eisenlohr entworfenen Bahnhofs in Kehl von 1844 zu finden<sup>23</sup>. Von ein paar kleineren Details abgesehen, ist die Konstruktion fast identisch, jedoch bei kleinerer Spannweite und ohne erkennbare Details. Dass der badische Architekt sicher zu den wichtigen Vertretern der Holzeisenkonstruktionen zählt, zeigt noch ein weiteres Beispiel der Einsteighalle in Karlsruhe von 1844 bis 1846, bei der die doppelten Hängesäulen sowie die Zerrbalken wiederum durch Eisen ersetzt sind<sup>24</sup>. Auch hier lässt der Detaillierungsgrad der Zeichnung keine Rückschlüsse auf die Ausführung der Knotenpunkte zu. Alle vorgestellten Dachwerke Eisenlohrs sind trotz Verwendung eiserner Elemente noch immer als zimmerhandwerkliche Konstruktionen zu bezeichnen, die lediglich Teilstücke der Holzkonstruktion ersetzen.

Die allgemeine Verbreitung des Systems eiserner Hängesäulen, kombiniert mit eisernen Zerrbalken, zeigt sich an weiteren Bahnhöfen wie beispielsweise in dem Lehrbuch von Andreas Romberg von 1847. Das Kesselhaus von 1838 der Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn zeigt ein Pfettendach auf einem einfachem Hängewerk (**Abb.173**). Sowohl die Hängesäule als auch die Zerrbalken sind komplett aus Eisen hergestellt. Anders als in Aarau sind die Eisenstangen dabei Teil weiterer Eisenelemente, den Eisenschuhen, die die zimmerhandwerklichen Verbindungen ersetzen. Somit geht diese Konstruktion in innovativer Hinsicht noch einen Schritt weiter, basiert aber noch immer auf einem schon lange etablierten zimmerhandwerklichen System – dem französischen oder italienischen Pfettendach. Die Hängesäule ist dabei an einem oberen Eisenschuh befestigt, in dem die hölzernen Streben des Hängewerks enden. Die Spriëe enden ebenfalls in einem Eisenschuh, der durch die obere eiserne Hängesäule aufgehängt wird. An dem unteren Boden des Eisenschuhs ist eine kurze senkrechte Eisenstange angeschraubt, die wiederum das waagerechte Zugeisen aufhängt. Auch die Fußpunkte sind in Eisen ausgeführt, in denen die Hauptstreben enden und die waagerechten Eisen befestigt sind.

Auch der Bahnhof der Wien-Gloggnitzer Bahn von 1838 zeigt das Beispiel eines flach geneigten Pfettendachwerks, bei dem sowohl die Hängesäule als auch der Zerrbalken durch Eisen ersetzt wurden. Die Verbindung der Holzelemente mit dem Eisen erfolgt wiederum über Eisenschuhe<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Eisenlohr ca. 1865: Bahnhof zu Kehl.

<sup>24</sup> Ebd.: Bahnhof zu Baden.

<sup>25</sup> Müller 1858: Taf. 57, Fig.638, S.258.

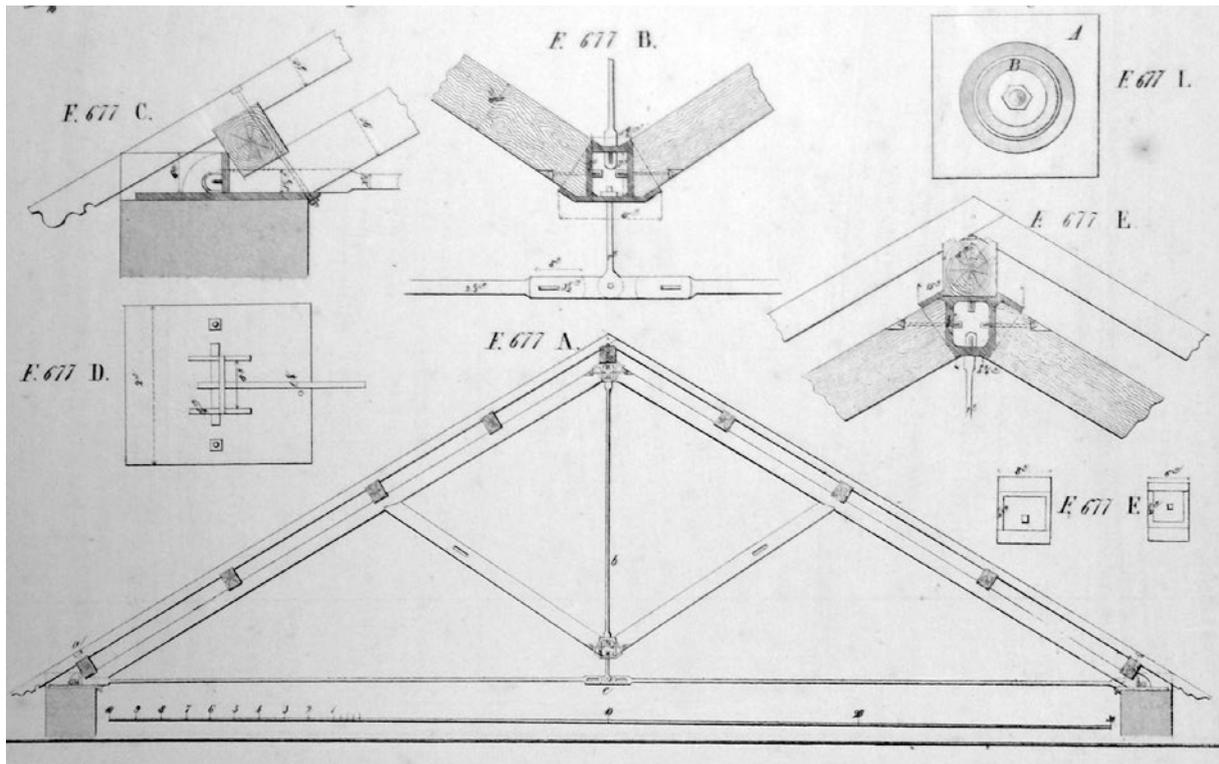


Abb.173: Kesselhaus (1838) der Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn<sup>26</sup>

Wie bei vielen Holzeisenkonstruktionen ist das weit verbreitete Werk von Ardant<sup>27</sup> maßgeblich gewesen (**Abb.174**). Nach seinen wissenschaftlichen Untersuchungen bezüglich des mediterranen Dachwerks beurteilte er dieses System als solide und bei einer Spannweite von 20 bis 24 Metern als wenig kostspielig<sup>28</sup>. Unter Berufung auf in England gemachte Versuche löst er das einzig bestehende Problem der massiven Zerrbalken, die aufgrund der freien Spannweiten einen großen Querschnitt erhalten müssen, durch das Ersetzen mit Eisen: Da die Hängesäulen wie die Zerrbalken lediglich Zugkräfte aufnehmen müssen, könne man diese ebenfalls durch Eisen ersetzen. Der Ersatz durch Eisen erhöhe einerseits den Widerstand gegen Zerreißen und nimmt dem Dachwerk den Ausdruck des Schweren und Massigen<sup>29</sup>. Die zusätzliche Anwendung von Eisenschuhen bietet außerdem den Vorteil zimmerhandwerkliche Verbindungen zu vermeiden, die durch Zapfenlöcher oder Blattsassen eine Reduzierung der Holzquerschnitte sowie ein Ineinanderdrücken der Holzfasern bedingen. Diese wissenschaftliche Herangehensweise, ein seit Jahrhunderten bestehendes System zu untersuchen und durch moderne Elemente zu ergänzen oder zu verbessern, hat Einfluss auf die gesamte Dachwerkslandschaft gehabt. Es verwundert demnach nicht, dass Eisenlohr oder auch Rothpletz bekannte Konstruktionsarten verwendeten, die zuvor lediglich als reine Holzkonstruktionen üblich gewesen sind.

<sup>26</sup> Romberg 1847: Taf. 69, Fig. 677A.

<sup>27</sup> Vgl. Kapitel 9) Das Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts, S. 178- S. 179.

<sup>28</sup> Ardant 1847: S. 4.

<sup>29</sup> Ardant 1847: S. 5.

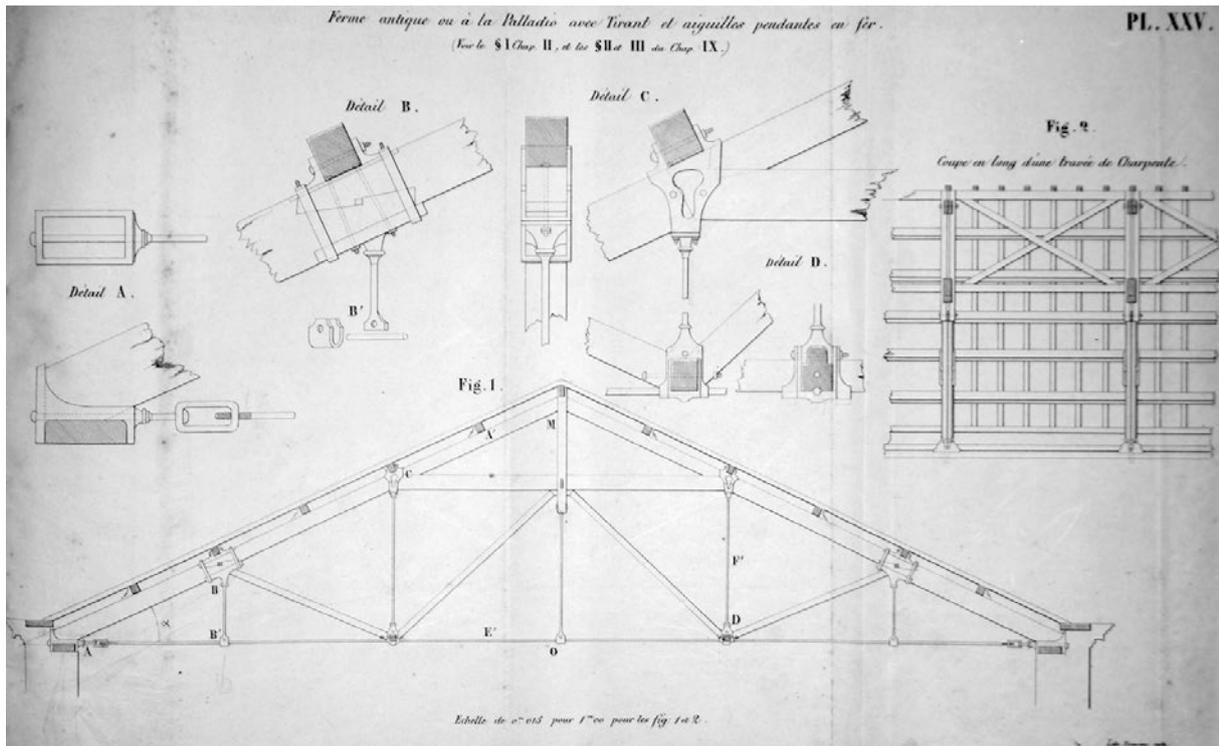


Abb.174: Veränderung eines „palladianischen Binders“ nach Ardant<sup>30</sup>

Noch einen Schritt weiter gehen die seit 1838 durch Polonceau verbreiteten Holzeisenkonstruktionen, die erstmals 1840 in einem Artikel in Paris veröffentlicht wurden<sup>31</sup>. Die sog. Polonceau-Binder bestehen wie bei Ardant aus hölzernen Hauptstreben und Pfetten (später aus Brandschutzgründen auch aus Eisen), da sie gemäß den Materialeigenschaften von Holz den Biegebeanspruchungen standhalten. Ebenfalls ihren jeweiligen Eigenschaften angepasst, sind die Zugglieder des Systems in Schmiedeeisen und die Druckglieder in Gusseisen gefertigt. Durch das Unterspannen der Hauptstreben mit Eisenelementen sowie die Anordnung eines eisernen Zugbandes, das die Schubkräfte im Dachfußpunkt verhindert, ergibt sich eine Struktur gleichmäßiger Dreiecke, die ein unverschiebliches System ergeben. Dem Binder von Polonceau waren viele Entwicklungsschritte vorausgegangen. So gab es schon verschiedene Entwürfe unterspannter Träger an Brückenbauten<sup>32</sup> sowie unterschiedliche Dreieckssysteme innerhalb der Dachwerke<sup>33</sup>. In Deutschland publizierte Rudolf Wiegmann (1804–1865) zeitgleich ähnliche Systeme wie Polonceau und experimentierte mit unterspannten Trägern, jedoch ohne auf die Ausführungsdetails genauer einzugehen. Erst das einfache und klar strukturierte System Polonceaus konnte sich, gerade im Eisenbahnbau, flächendeckend durchsetzen. Der gezielte Einsatz bestimmter Materialien gemäß ihrer Eigenschaften setzte sich jedoch nicht erst mit Polonceau durch. Prinzipiell sind dieser Herangehensweise schon die Dachwerke des Marstalls in Regensburg oder die Deckenkonstruktion des Nationaltheaters in München sowie weitere Beispiele

<sup>30</sup> Ardant 1847: PL XXV.

<sup>31</sup> Revue générale de l'architecture 1840: Pl.2, S.27-32.

<sup>32</sup> Beispielsweise in Wiegmann 1839.

<sup>33</sup> Vgl. Kapitel 7) Kombinierte Hänge- und Sprengwerke auf Basis des Dreieckssystems, S. 82- S. 111.

eiserner Hängesäulen in der Literatur zuzuordnen. Weiterführende Entwicklungsschritte wie die Verbindung eiserner Stangen mit gusseisernen Schuhen ergaben sich dabei aus den anfänglichen Schwierigkeiten dieser noch im Aufbau befindlichen Entwicklung. So ist in den ersten Zeichnungen von Polonceau die Anbindung von Eisen an Holz noch eher unbefriedigend gelöst: Die punktuelle Anbindung der Eisenstangen durch Schraubverbindungen an die Holzelemente führt zu einer punktuellen Last, die die Balken ungünstig belastet. Deshalb wurde dieser Knotenpunkt später durch zeitgemäße gusseiserne Schuhe ersetzt. Die unterschiedlichen Ausführungen der Verbindungstechniken zeigen dabei, wie die zahlreichen unterschiedlichen Konstruktionen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts von einem Entwicklergeist geprägt sind, der zum Ausgangspunkt der Ingenieursbaukunst wurde.

Neben den fachwerkförmigen Trägern blieb auch die Kombination aus eiserner Hängesäule und eisernem Zerrbalken innerhalb zimmerhandwerklicher Konstruktionen weiter bestehen. 1870 publizierte Heinrich Lang in einem Lehrbuch eine Zeichnung einer durch ihn 1869 errichteten Turnhalle<sup>34</sup> in Karlsruhe<sup>35</sup>. Die Halle zeigt eine Pfettendachkonstruktion jedoch mit unterstützendem Bohlenbogen mit eisernem Zugband sowie einer eisernen Hängesäule. Die detaillierte Darstellung des waagerechten Zugstabs an die seitlichen Stichbalken zeigt, dass die Eisenstangen hier komplett durch die Achse des Balkens hindurchgesteckt sind und an dessen äußerer Stirnseite enden (**Abb.175**). Dabei ist um die Hauptstrebe, die auf dem Stichbalken endet, und den Stichbalken selbst eine vermutlich gusseiserne Platte angebracht, die die Verbindung umfasst und an die die Eisenstange angeschraubt ist.

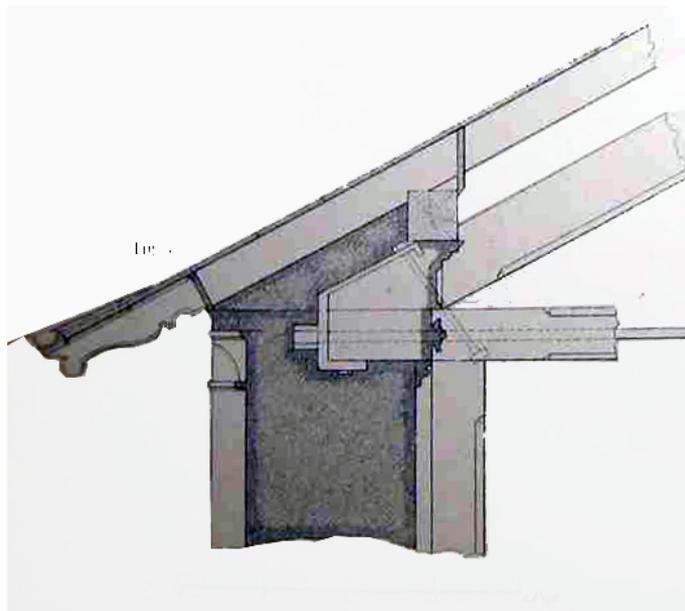


Abb.175: Detail des Fußpunkts in der Turnhalle in Karlsruhe (1869)

---

<sup>34</sup> Vgl. Kapitel 9) Das Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts, S. 180.

<sup>35</sup> Breyman/Lang 1870: Zusatztafel.

Auch das Spannschloss der waagerechten Eisenstangen stellt sich etwas anders dar als in Aarau und ist ein Beleg für die vielfältigen Variationen innerhalb der Eisenverbindungen (**Abb.176**). Statt eines rechteckigen Kastens ist hier mittig eine waagrecht liegende Platte angebracht. Soweit die Zeichnung zulässt, sind an den kurzen Seiten aufgesteckte Gewindehülsen zu erkennen, in die die horizontalen Eisen eingeschraubt sind. Für das Ende der Gewinde ist die Platte an jeder Seite ein wenig ausgenommen. Auch wenn sich die Ausführung unterschiedlich darstellt, so ist das Konstruktionsprinzip doch dasselbe. Statt den Kasten zu drehen, kann hier die massive Platte gedreht werden, was ebenfalls eine Vorspannung während der Bauausführung ermöglicht. Das senkrechte Eisen ist durch die Platte hindurchgesteckt und von oben und unten durch Sechskantmuttern gesichert. Ein späteres Nachjustieren ist lediglich bei der senkrechten Stange möglich. Die Verbindung erinnert stark an die 1868 in der Allgemeinen Bauzeitung veröffentlichte Einsteighalle der bayerischen Ostbahnen in München von 1859 bis 1860<sup>36</sup>, bei der jedoch ein Pfettendach mit unterspannten Hauptstreben (nach Polonceau-Art) Anwendung fand (**Abb.176**).

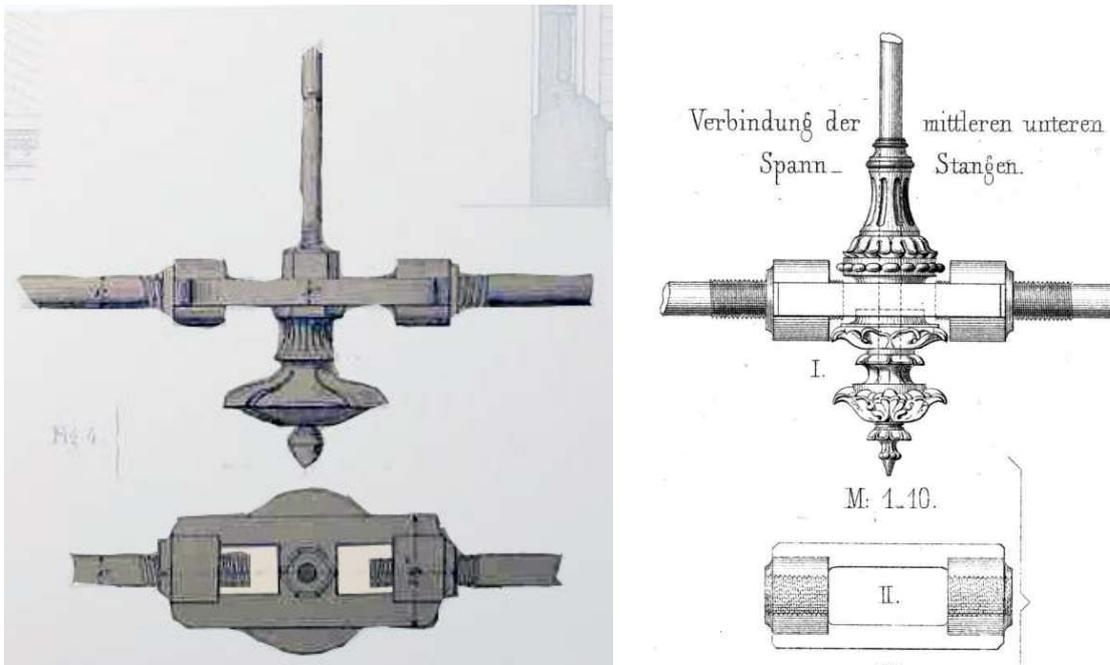


Abb.176: Spannschloss der Turnhalle in Karlsruhe (links)<sup>37</sup>, Spannschloss der Einsteighalle München (1859-1860) (rechts)<sup>38</sup>

Die Dachwerke mit eiserner Hängesäule, kombiniert mit eiserner Zugstange im Ganzen oder nur in Teilen, setzten sich in der Literatur noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts fort. Rudolph Gottgetreu beschrieb 1882 eine nahezu identische Halle wie die in Aarau<sup>39</sup>. Er sagte, dass sich bei dieser Konstruktionsart die durchgehenden Zerrbalken ohne weiteres durch eiserne Zugstangen ersetzen las-

<sup>36</sup> ABZ 1868: Bl.71.

<sup>37</sup> Breyman/Lang 1870: Zusatztafel, Fig. 1.

<sup>38</sup> ABZ 1868: Bl.71, Detail I und II.

<sup>39</sup> Gottgetreu 1882: S. 231, Fig. 317.

sen. Der Vorteil liege darin, dass durch die regulierbare Eisenstange der Horizontalschub aufgehoben wird. In seinem Beispiel ist die eiserne Zugstange, die teilweise die Hängesäule ersetzt, am unteren Ende ringförmig geformt und nimmt so die waagerechte Eisenstange in sich auf und schützt sie vor Durchbiegung<sup>40</sup>. Noch 1900 werden ähnliche Beispiele wie die Halle in Aarau sowie auch die Halle in Butzbach in dem Lehrbuch der Professoren Breymann, Lang und Otto Warth (1845–1918) dargestellt, die durch weitere Systeme ergänzt werden<sup>41</sup>. Der teilweise Ersatz des Zerrbalkens durch Eisen in einer durch Lang publizierten Dachwerkszeichnung des Schullehrerseminars II in Karlsruhe wurde hier der besseren Wirkung und „des leichteren Aussehens wegen“ verwendet<sup>42</sup>. Es zeigt sich also, dass die schon durch Ardant verfassten Vorteile bis zum Ende des 19. Jahrhunderts bestehen blieben. Auch wenn wir in Süddeutschland nur wenige Dachwerke mit Holzeisenkonstruktionen vorgefunden haben, spielten sie dennoch eine wichtige Rolle, da Gebäude wie die nicht erhaltene Einsteighalle des Münchner Ostbahnhofs oder nicht ausgeführte Entwurfszeichnungen von Gottfried Neureuther der Hofer Einsteighalle sowie die zahlreichen Beispiele in den Lehrbüchern von deren allgemeiner Bekanntheit zeugen.

---

<sup>40</sup> Gottgetreu 1882: S.230, S.231.

<sup>41</sup> Gustav Anton Breymann/ Heinrich Lang/ Otto Warth: Allgemeine Baukonstruktionslehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen, Leipzig 1900: Taf. 31, Fig.1, Schullehrerseminar Karlsruhe.

<sup>42</sup> Ebd.: S.157, Taf. 31, Fig.1.

### Eisenschuhe am Beispiel der Einsteighalle des alten Bahnhofs in Hof (1849-1850)

Die Einsteighalle in Hof ist ein Teil des ursprünglichen Bahnhofs, der zur sog. staatlichen Ludwig-Süd-Nord-Bahn gehörte. Die Halle wurde durch den Münchner Architekten Gottfried von Neureuther entworfen und zwischen 1849 und 1850 fertiggestellt. Das äußere Erscheinungsbild der Hofer Einsteighalle entspricht in der Form einer dreischiffigen Basilika mit gering überhöhtem Mittelschiff. Es handelt sich hierbei um die typische Gebäudeform, die bei großen Einsteighallen des 19. Jahrhunderts verwendet wurde.<sup>1</sup> Der heute erhaltene Teil hat lichte Innenmaße von 40,00 Metern Länge und 22,30 Metern Breite. Dieser rechteckige Gebäudeteil ist der Rest einer ursprünglich 91,00 Meter langen Halle.<sup>2</sup> Von der im Innenraum offen sichtbaren Dachkonstruktion sind noch insgesamt zehn Binder erhalten.

Das Hofer Dach zeigt verschiedene fortschrittliche ingenieurmäßige Konstruktionsideen, ist aber von seiner Gesamtstruktur noch ein Zeugnis der starken handwerklichen Tradition. Insgesamt besteht das Dach aus zwei seitlichen Hängewerken und einer mittigen Ständerkonstruktion sowie einem über die Gesamtbreite angebrachtem Sprengwerk, auf dem die Konstruktion des erhöhten Mittelschiffs aufliegt (**Abb.130**). Letztere kann als ein einfaches Sprengwerk angesehen werden, das durch zusätzliche Sprieße abgestrebt wird. Die Streben dieses oberen Sprengwerks sind mit einem doppelten Versatz mit dem oberen Zerrbalken verbunden und durch einen Eisenbolzen zusätzlich gesichert. Die Ständer der Mittelreihe sind sowohl oben als auch unten mit Zapfen an das jeweilige Bauteil verbunden. Die Dachlasten werden sowohl im „Mittel-“, als auch im „Seitenschiff“ über Pfetten auf die Tragkonstruktion übertragen.<sup>3</sup> Die Pfetten sind dabei auf die Streben aufgekämmt. Die beiden unteren seitlichen Hängewerke bestehen aus zwei Streben sowie einer Hängesäule, die den Zerrbalken zwischen Außenwand und mittlerer Stützenreihe aufhängen. Der Fußpunkt der nach außen zeigenden Strebe ist durch einen doppelten Versatz mit dem Zerrbalken verbunden. Die zur Mittelstützenreihe hin fallenden Streben hingegen enden in Eisenschuhen, die auf den Zerrbalken aufgeschraubt sind (**Abb.177, 178**).

---

<sup>1</sup> Der basilikale Querschnitt ist auch an der erhaltenen Einsteighalle des ersten Bahnhofs in Augsburg von 1840 zu finden. Ebenso bei den Hallen von Freiburg (1840, Eisenlohr) oder München (1847), die heute nicht mehr erhalten sind.

<sup>2</sup> Sendner-Rieger 1989: S. 75.

<sup>3</sup> Katalog Nr.26: Detaillierte Beschreibung des Dachwerks der Einsteighalle in Hof.

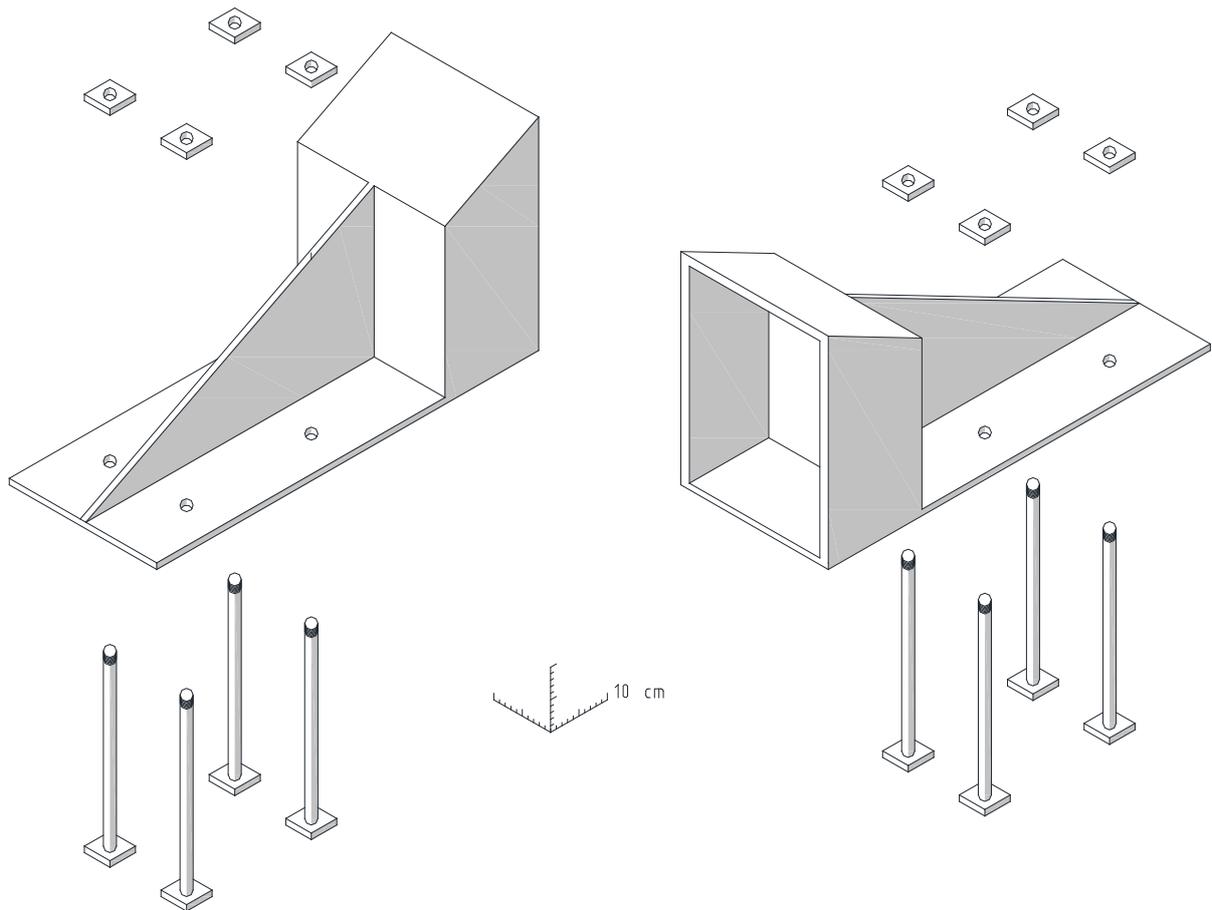


Abb.177: Einsteighalle in Hof, Eisenschuh als Verbindungsdetail von Strebe und Zerrbalken

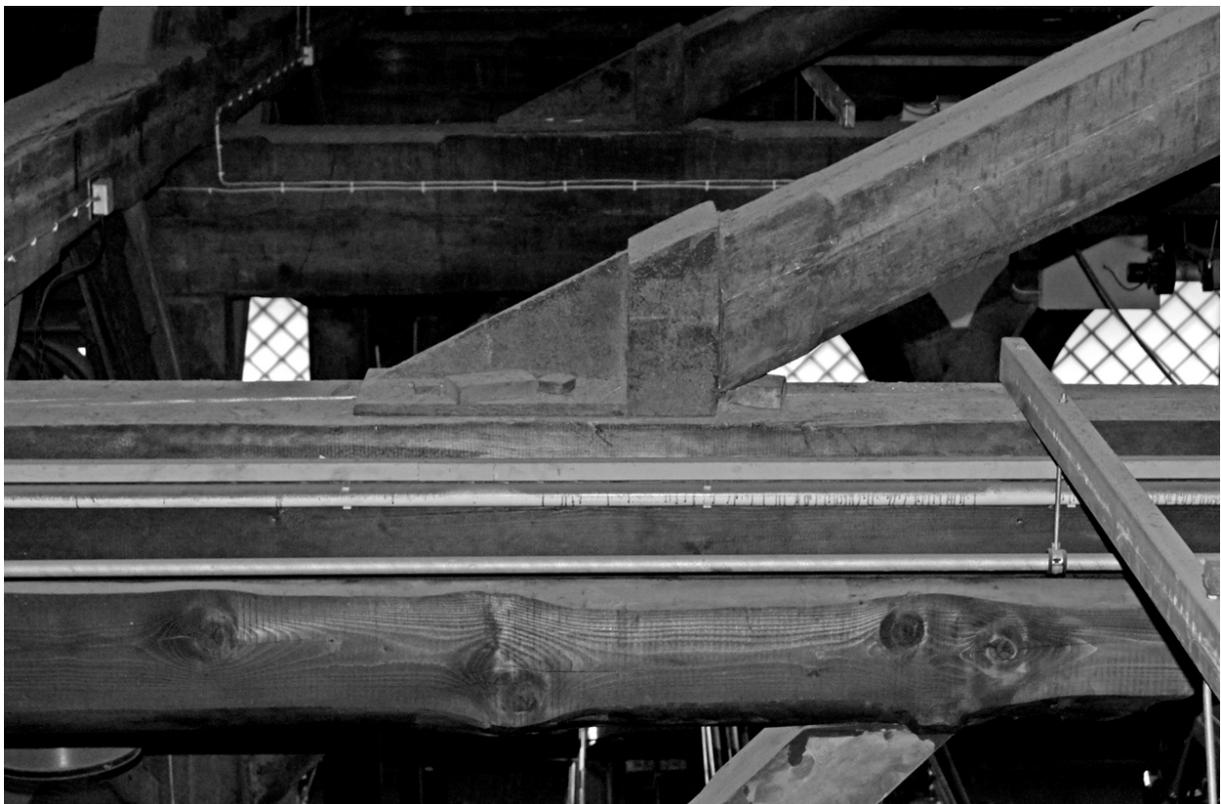


Abb.178: Einsteighalle in Hof, Eisenschuh als Verbindungsdetail von Strebe und Zerrbalken

Die Verbindung zwischen dem oberen Ende der Streben und den Hängesäulen ist ebenfalls mit solchen Eisenschuhen ausgeführt (**Abb.179, 180**).

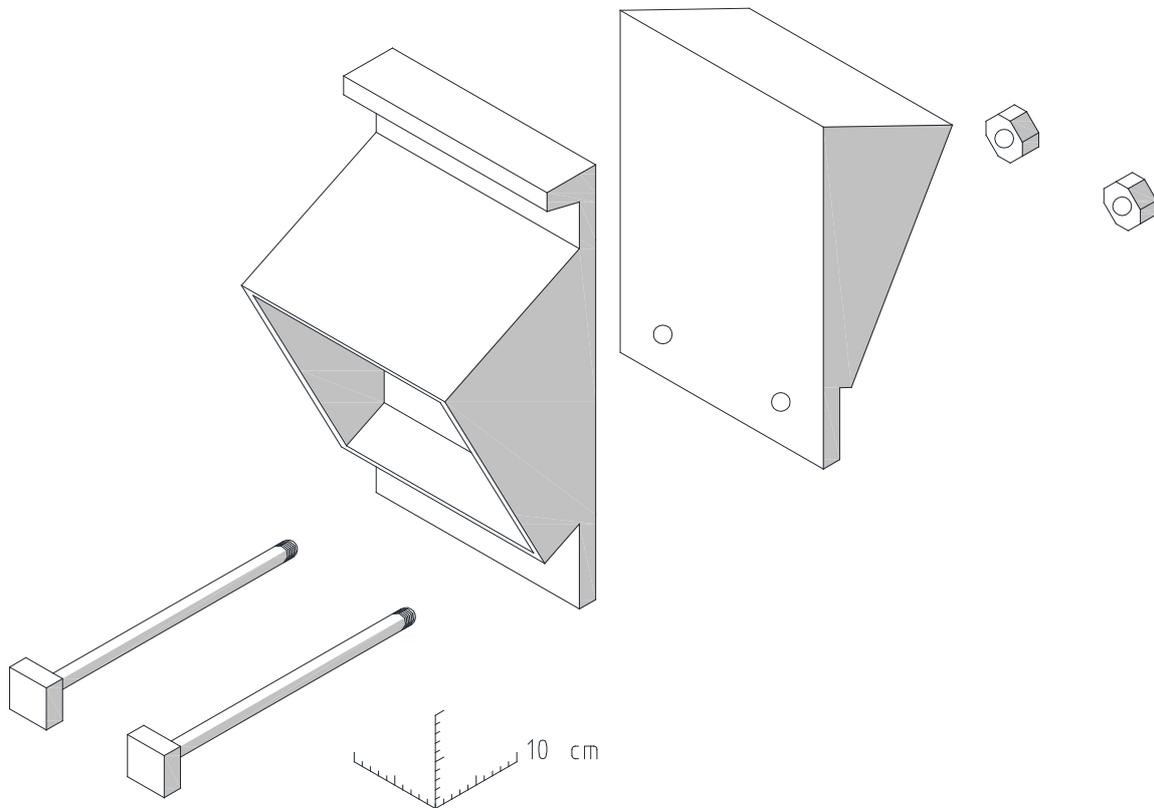


Abb.179: Einsteighalle in Hof, Eisenschuh als Verbindungsdetail von Hängesäule und Strebe



Abb.180: Einsteighalle in Hof, Eisenschuh als Verbindungsdetail von Hängesäule und Strebe

Der Zerrbalken ist an der Hängesäule durch Eisenbänder aufgehängt und von unten verschraubt (**Abb.181**).

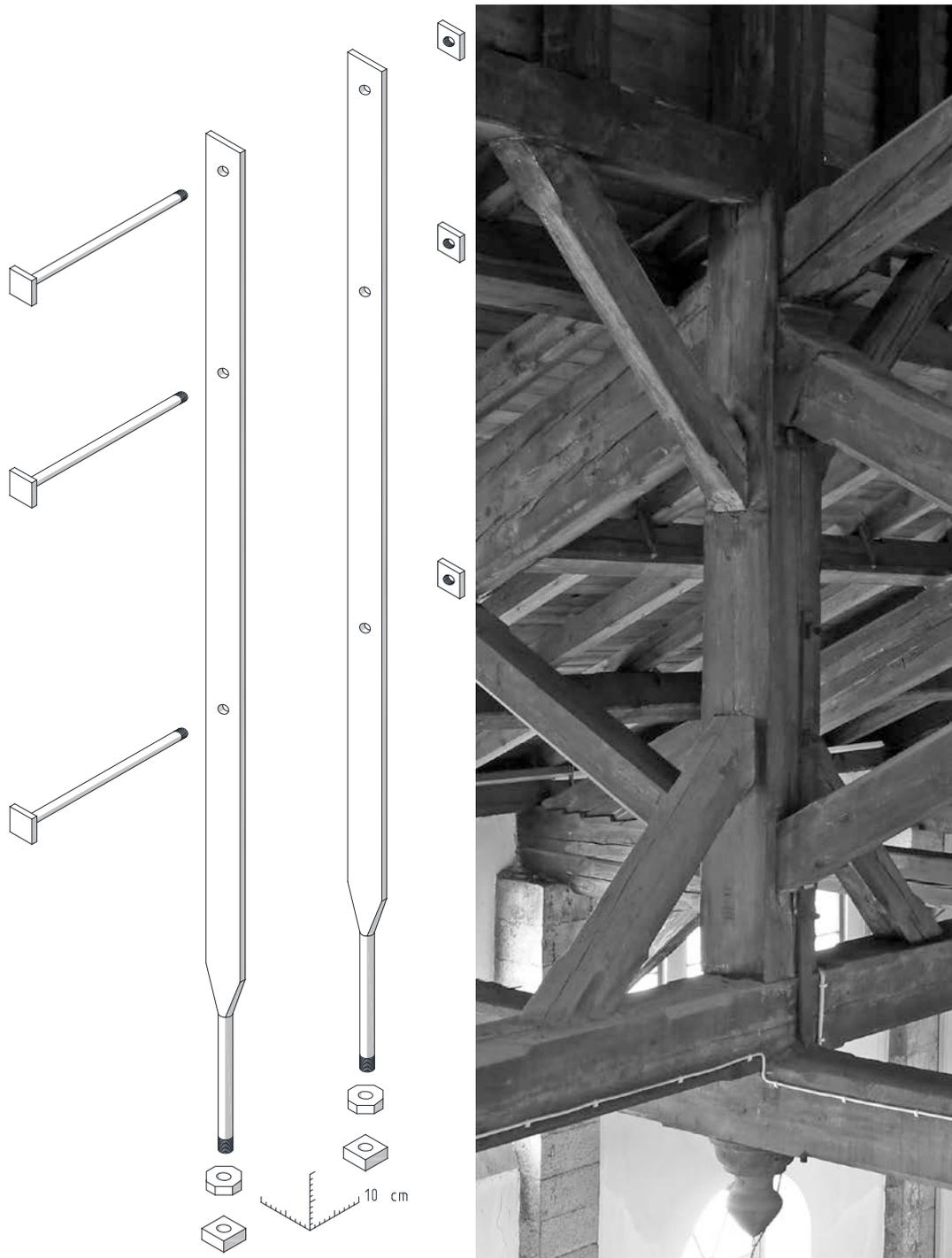


Abb.181: Einsteighalle Hof, Eisenbänder zur Aufhängung der Zerrbalken

Der zwischen Hängesäule und Zerrbalken befindliche Überzug dient lediglich der Anbringung einer Längsaussteifung durch Fußbänder, die in die Säule bzw. in den Zerrbalken hineinversetzt sind. Die Hängesäule endet mit wenig Abstand über dem Überzug und ist vermutlich zur Lagesicherung in letzteren zusätzlich hineingezapft. Die in Querrichtung befindlichen Sprieße zwischen Hängesäule und Streben sind ebenfalls mit einem verdeckten Versatz versehen. Ob es einen zusätzlichen Zapfen gibt,

ließ sich nicht eindeutig feststellen. Die Streben des gebäudebreiten Sprengwerks scheinen mit dem Spannriegel lediglich stumpf aneinander gestoßen zu sein, wohingegen die nach außen zeigenden Streben mit einem doppelten Versatz mit dem Zerrbalken verbunden sind (**Abb.182**). Der Knoten an den Dachtraufen, an denen die Streben der einfachen Hängewerke und des Sprengwerks anlaufen, ist zusätzlich mit einem schräg durch alle Hölzer hindurchgehenden Eisenbolzen gesichert.



Abb.182: Einsteighalle in Hof, Verbindungsdetail der beiden Streben und des Zerrbalkens mit jeweils doppeltem Versatz

Alle übrigen Verbindungen der Kopf- und Fußbänder sowohl in Längs- oder Querrichtung sind in das jeweilig angrenzende Bauteil mindestens versetzt.

Die Konstruktion der Halle in Hof zählt zu der Entwicklung gemischter Holzeisenkonstruktionen, die ab dem frühen 19. Jahrhundert in Deutschland immer häufiger verwendet wurden. Mit den Gusseisenschuhen stellt das Dachwerk dabei eine andere Kategorie dar, als die Holzeisenkonstruktionen des Marstalls in Regensburg oder die Ertüchtigung der Ludwigskirche in München sowie die Halle in Aarau. Während im Marstall ganze Zugglieder in Eisen ausgeführt sind und in der Ludwigskirche ein traditionelles System durch Eisen ergänzt wird, sind in der Hofer Halle lediglich einzelne Knotenpunkte durch Gusseisenschuhe ersetzt. Insgesamt ist die Halle dabei durch den Typus des mediterranen Pfettendachs geprägt. Gleichwohl zeugen die Zapfen- und die Versatzverbindungen von zimmerhandwerklicher Traditionen. Die Eisenbolzen in der Verbindung von Strebe und Zerrbalken gehören dabei zu den Standarddetails innerhalb der Dachwerke in Süddeutschland des 19. Jahrhunderts.<sup>4</sup> Dieser aus mediterranen Pfettendächern übernommene Fußpunkt ist traditionell in Italien durch Eisenbügel gesichert, die ein Lösen oder Herausdrehen der Streben verhindern. Die Eisenbänder zur Aufhängung des Zerrbalkens sind ebenfalls typisch für Dachwerke des 19. Jahrhunderts, waren aber auch schon in barocken Tragwerken zu finden. Der Eisenschuh ist hingegen als eine moderne Komponente innerhalb der Dachwerke anzusehen. Es ist dabei nicht verwunderlich, dass er ausgerechnet in einem Gebäude der Eisenbahn zu finden ist. Die vielfältigen Bauaufgaben der Eisenbahn, für die es damals keine etablierten traditionellen Konstruktionsformen gab, boten vielfach Anlass, mit neuen Formen und Materialien zu experimentieren. Grundsätzlich ist die Verwendung gusseiserner Schuhe in unterschiedliche Verwendungszwecke zu unterteilen: In Hof dienen sie ausschließlich dem Ersatz zimmerhandwerklicher Verbindungen. In anderen Beispielen werden die Eisenteile für die Bündelung mehrerer Bauteile an einem Punkt verwendet, die eine Herstellung mit zimmerhandwerklichen Verbindungen unmöglich macht. Eine weitere Verwendung besteht darin, den Gusseisenschuh als Befestigungselement eiserner Zugglieder an einer Holzkonstruktion auszuführen.

Für diese Arbeit wurden in Bayern neben der Halle in Hof lediglich an der König-Ludwig-Brücke in Kempten von 1848<sup>5</sup> gusseiserner Schuhe an einer hölzernen Tragkonstruktion gefunden (**Abb.183**). Die Brücke ist wie die Einsteighalle Teil der sog. Ludwig-Süd-Nord-Bahn. Der Streckenabschnitt Kaufbeuren-Kempten, zu dem die Holzbrücke gehört, wurde 1852 eröffnet. Das Brückentragwerk stellt ein Beispiel für ein damals gerade aus Amerika importiertes innovatives Brückensystem dar, eine sogenannte Howe'sche Brücke. Die letzten Hauptstreben des Brückenträgers vor den Auflagern sind steiler als die übrigen geführt und treffen am Untergurt mit den vorletzten Streben zusammen. Um dort einen komplizierten zimmermannsmäßigen Anschluss zu vermeiden, wurden die Balkenenden in einen auf den Unterzug aufgeschraubten gusseisernen Balkenschuh gesteckt. Auch die X-förmigen Zwischenjoche über dem Auflager stehen in solchen Balkenschuhen. Die Gegenstreben des Brücken-

---

<sup>4</sup> U.a. zu finden in: Reithalle Aarau (Rothpletz1864), St. Johann Baptist in München Haidhausen (Berger 1852-1874).

<sup>5</sup> Inschriftliche Datierung.

trägers gehen in unveränderter Neigung bis zu den Auflagerjochen durch und sind dort am vertikalen Pfosten mit Hilfe eines konsolartigen gusseisernen Balkenschuhs befestigt.<sup>6</sup> Im Jahre 1854 wurden die Eisenbauteile innerhalb des Systems von Howe, wie wir sie in Kempten finden, in den Vorlegeblättern zur Brückenkunde durch Carl Maximilian Bauernfeind (1818–94) detailliert mit dem Beispiel der 1852 errichteten Brücke in Waltenhofen<sup>7</sup> publiziert (**Abb.185**).<sup>8</sup>

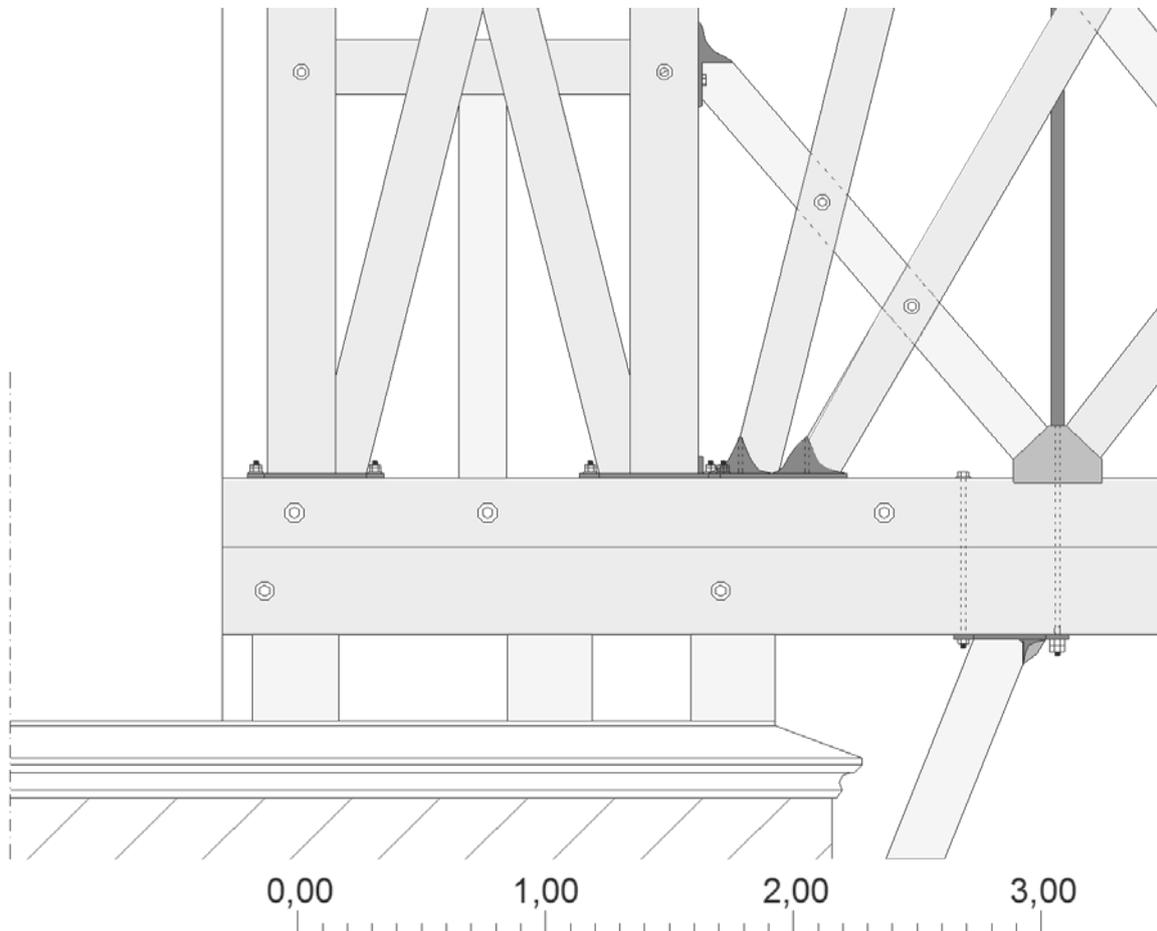


Abb.184: König-Ludwig-Brücke in Kempten, gusseisernen Verbindungsdetails (2012)<sup>9</sup>

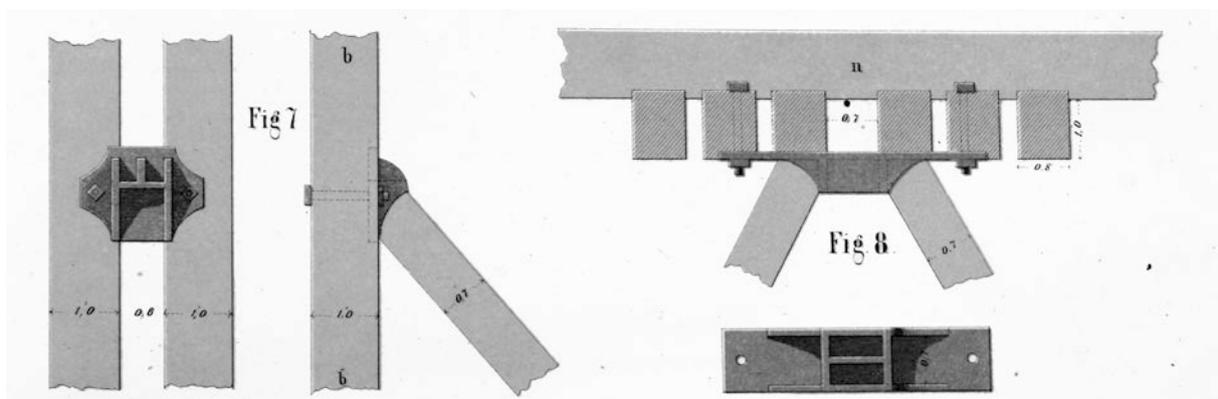


Abb.185: Gusseisernen Balkenschuhe an der Waltenhofener Brücke (1852)<sup>10</sup>

<sup>6</sup> Holzer 2012.

<sup>7</sup> Ebenfalls Ludwig-Süd-Nord-Bahn.

<sup>8</sup> Bauernfeind 1854: Blatt 31.

<sup>9</sup> Aufmaß Säbel/Holzer 2012.

Die ersten Zeichnungen gusseiserner Schuhe innerhalb der deutschen Fachliteratur führen uns nach Preußen. Eine etwas andere Art die Verbindung von Strebe und Zerrbalken durch Eisen zu ersetzen, ist in dem fünften Band des Baujournals für Baukunst von 1832 aufgezeigt (**Abb.186**).<sup>11</sup> Statt des trichterförmigen Schuhs ist hier eine starke Eisenplatte in den Zerrbalken eingelassen und angeschraubt, die den Fußpunkt der Strebe sozusagen umklammert. Ein zusätzlicher schräger Schraubbolzen sichert den Knotenpunkt. Dieser Eisenschuh ersetzt ebenfalls eine zimmerhandwerkliche Verbindung und verhindert gleichzeitig den unmittelbaren Kontakt der beiden Holzelemente.

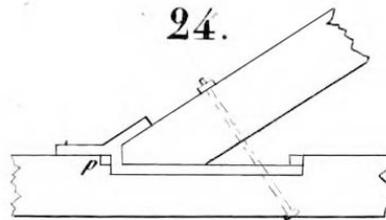


Abb.186: Fußpunkt im Baujournal für Baukunst von 1832<sup>12</sup>

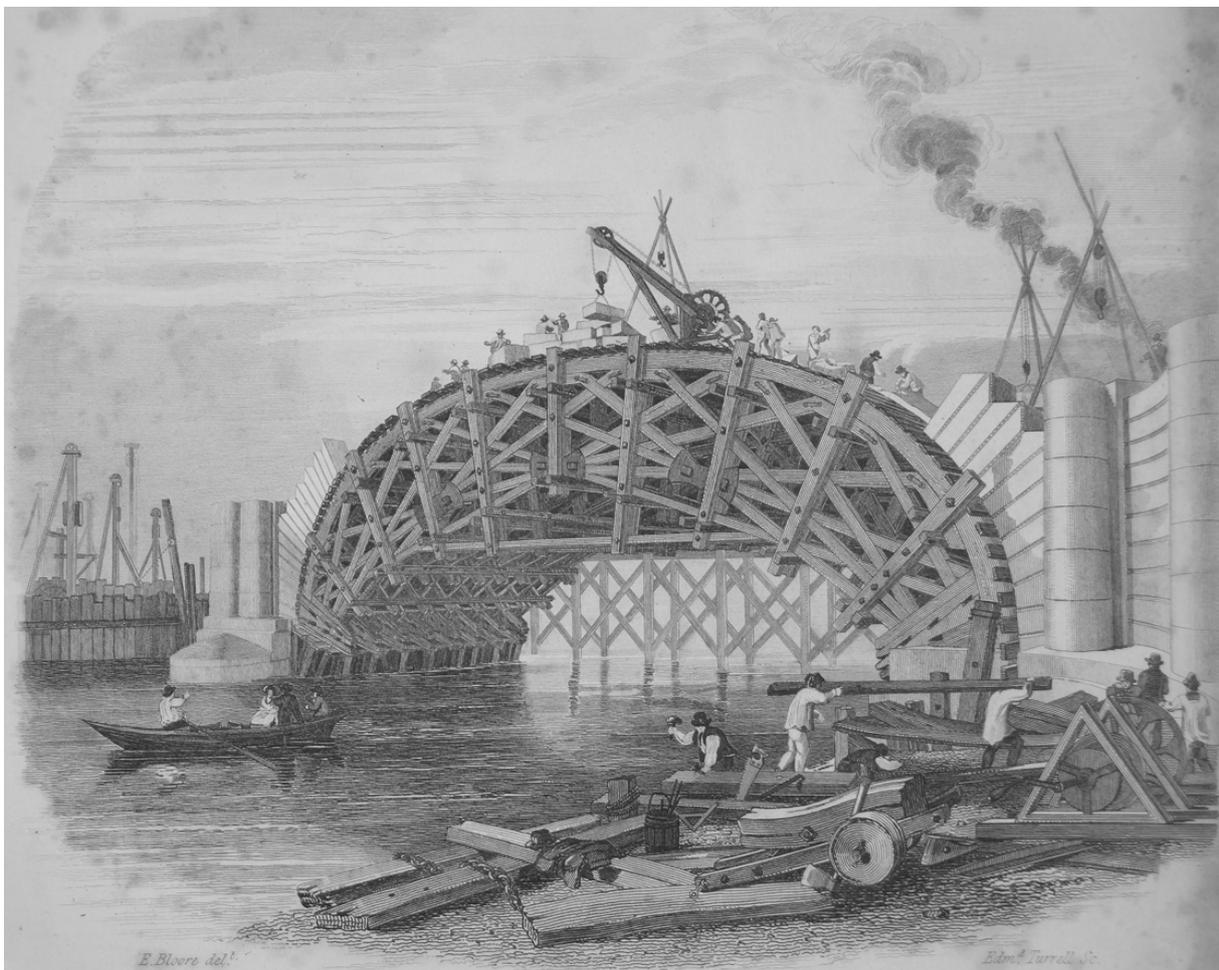


Abb.187: Ansicht der Waterloo-Bridge, London, mit Lehrgerüst<sup>13</sup>.  
Deutlich sichtbar die gusseisernen Balkenschuhe an den fächerförmigen Knoten.

---

<sup>10</sup> Jodl 1861: Tafel XXV, Fig. 7 und 8.

<sup>11</sup> Journal für Baukunst 1832: 5. Band, Taf. VII, Fig. 24, S. 135 (unbekannter Autor).

<sup>12</sup> Journal für Baukunst 1832: 5. Band, Taf. VII, Fig. 24.

<sup>13</sup> Nicholson 1826: Frontispiz.

### Historischer Kontext

Insgesamt zählen die gusseisernen Balkenschuhe eher zu den Seltenheiten des Holzeisenbaus und sind für das 19. Jahrhundert nur vereinzelt nachzuweisen. Großen Einfluss auf die Entwicklung dieser Eisenelemente dürfte insbesondere das Lehrgerüst der Waterloo Bridge in London, die unter der Leitung von John Rennie (1794-1874) ab 1811 erstmals errichtet wurde sowie die später "Manezh" genannte Reithalle aus dem Jahre 1817 in Moskau von Augustín de Bétancourt gehabt haben.<sup>14</sup> Auslöser für die Verwendung der gusseisernen Knotenelemente ist in beiden Fällen die Schwierigkeit, eine größere Zahl hochgradig druckbelasteter Holzbalken an einem einzigen Punkt miteinander kraftschlüssig zu verbinden. Das Lehrgerüst in London bestand dabei aus radial angeordneten Hänge- und Sprengwerken, deren Streben innerhalb der zangenförmigen Hängesäulen zusammentreffen. Statt einer aufwendigen zimmerhandwerklichen Verbindung, wenn diese überhaupt möglich ist, sind die Streben in trichterförmigen Eisenschuhen zusammengefasst (**Abb.187**).

Das Pfettendachwerk der Reithalle in Moskau bestand aus mehreren Hängewerken, an deren Hängesäulen am oberen Ende sowohl Spannriegel als auch unterschiedliche Streben zusammenkommen (**Abb.188**). Um das Problem mehrerer aufeinandertreffender Bauteile zu lösen, ist der Kopf der Hängesäulen durch trichterförmige Eisenelemente ersetzt, in die die Streben bzw. die Spannriegel hineinsteckt sind. Die Eisen sind dabei so geformt, dass ein mittlerer Steg zwischen den zangenförmigen Hängesäulen eingeklemmt ist. Zusätzlich festigen y-förmige Eisenbänder die Verbindung zwischen dem Eisenelement und der hölzernen Hängesäule. Bétancourt selbst schreibt 1819 dazu: "Der Hauptkunstgriff dieser Holzverbindung liegt in den Köpfen von Gusseisen an den Hängesäulen, so dass die gegeneinander strebenden Holzstücke niemals in direkte Berührung kommen".<sup>15</sup> Der gusseiserne Balkenschuh ist bei Bétancourt also die konsequente Weiterentwicklung des schon seit Jahrhunderten üblichen Einlegens von Blei- oder Eisenplatten in die Kontaktstirnen von Versatzanschlüssen zur Vermeidung eines Stoßes von Hirnholz gegen Hirnholz. Des Weiteren ist fraglich, ob bei der hohen Anzahl der Holzelemente eine Ausführung mit reinen zimmerhandwerklichen Verbindungen überhaupt möglich ist. Zwar handelt es sich hier grundsätzlich wie auch in Hof um eine Weiterentwicklung des mediterranen Pfettendachs, allerdings ist die Überbrückung der sagenhaften Spannweite von 45 Metern nur durch massive Aufdopplungen der Holzbalken und durch die hohe Anzahl übereinander angeordneter Hängewerke möglich.<sup>16</sup> Sowohl die Moskauer Reithalle als auch das Lehrgerüst der Waterloo Bridge sind im 19. Jahrhundert in Mitteleuropa aus Publikationen bekannt. Das Lehrgerüst ist seit 1820 durch Thomas Tredgold publiziert.<sup>17</sup> 1826 erschien eine weitere Zeich-

---

<sup>14</sup> Die Reithalle in Moskau wurde 2004 durch einen Brand zerstört

<sup>15</sup> zit. nach Rondelet 1834, S. 142

<sup>16</sup> In den 1830er Jahren musste die Dachkonstruktion durch untergestellte Säulen ertüchtigt werden

<sup>17</sup> Tredgold 1820: Plate XIV, Fig. 83.

nung inklusive Baustelleneinrichtung als Frontispiz des Lehrbuchs von Peter Nicholson<sup>18</sup>. Zeichnungen der Reithalle in Moskau wurden durch Bétancourt in französischer Sprache 1819 veröffentlicht<sup>19</sup>. Außerdem ist sie sowohl in Kraffts<sup>20</sup> als auch in Rondelets<sup>21</sup> Lehrbuch sowie später in zahlreichen deutschen Traktaten abgebildet.<sup>22</sup>

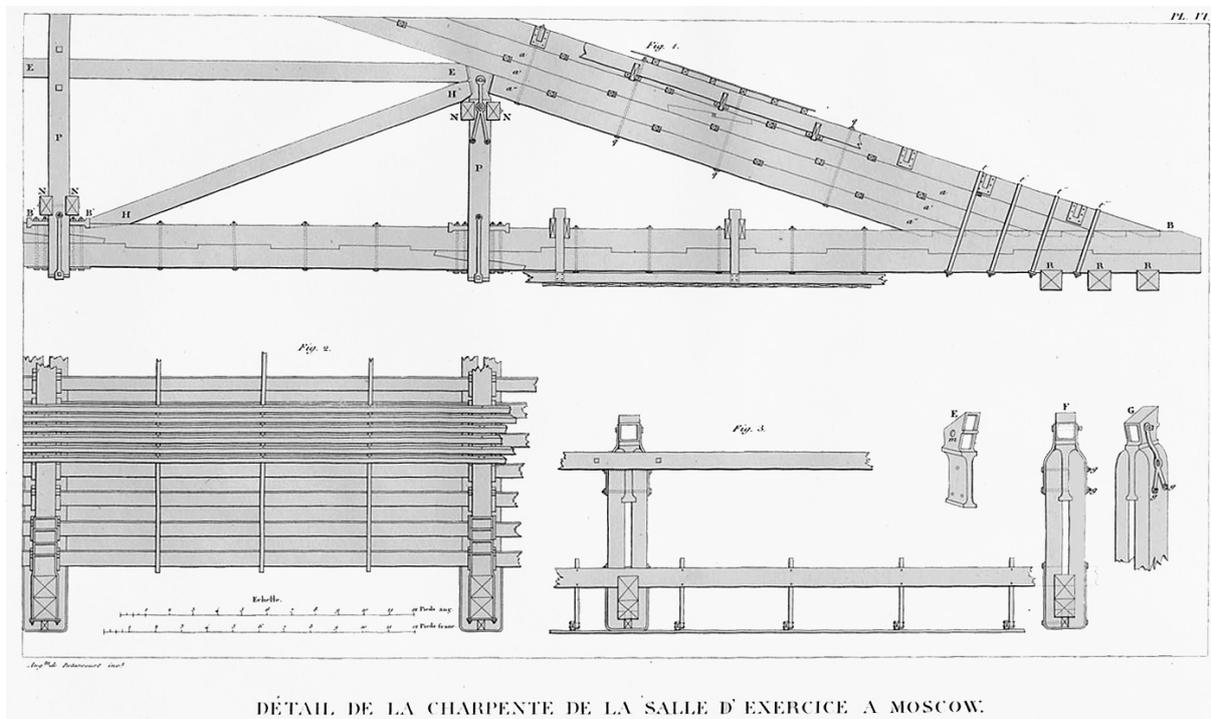


Abb.189: Reithalle "Manezh" in Moskau<sup>23</sup>. Rechts unten Detail der Balkenschuhe.

Der vollständige Verzicht auf zimmermannsmäßige Verbindungen an einem Knoten stellt einen radikalen Bruch mit dem handwerklichen Holzbau dar und ist ein Indiz des beginnenden Ingenieurholzbaus. In Hof wäre angesichts der relativ bescheidenen Spannweite des Tragwerkes ohne weiteres ein traditioneller zimmerhandwerklicher Anschluss mit Stirnversatz und Zapfen möglich und ausreichend tragfähig gewesen. Dass stattdessen die gusseisernen Balkenschuhe zum Einsatz kamen, setzt eine bewusste Entscheidung für eine ingenieurmäßige Konstruktionsart voraus.

Der Eisenschuh spielt jedoch nicht nur als einzelne Verbindung eines Knotenpunktes eine Rolle. Innerhalb der Holzeisenkonstruktionen kommt ihm noch eine weitere Bedeutung zu: Bei der Kombination von Eisenstäben und Holzbalken entsteht an den Knoten ein Problem, da dort Elemente von sehr unterschiedlicher Dicke zu verbinden sind. In den Holzbalken ist somit eine konzentrierte Last einzutragen. Die traditionelle Zimmermannskunst bot für solche Situationen keine überzeugenden Lö-

<sup>18</sup> Nicholson 1826: Frontispiz.

<sup>19</sup> Bétancourt 1819.

<sup>20</sup> Krafft 1821, 4. Buch: Pl. 29, Fig. 1-7.

<sup>21</sup> Rondelet 1828: PL CXIII, No. 113.

<sup>22</sup>; Gierth 1840: Taf. XVIII; Romberg 1833: Tab. LXIX, Fig. 508 A-H; Menzel 1842: Tafel IV, Fig. 59; Wolfram 1842: Taf. IX, Fig. XIV; Gottgetreu 1882: Taf. XXI, FIII.

<sup>23</sup> Bétancourt 1819: PL VI.

sungen. Noch im Aufsatz von Camille Polonceau (1813–59) von 1840,<sup>24</sup> in dem das später so erfolgreiche kombinierte Holz-Eisen-Dachkonstruktionssystem vorgestellt wird, ist der Anschluss der zugbelasteten Eisen an die Holzelemente ein unbefriedigend gelöster Schwachpunkt (**Abb.190**).

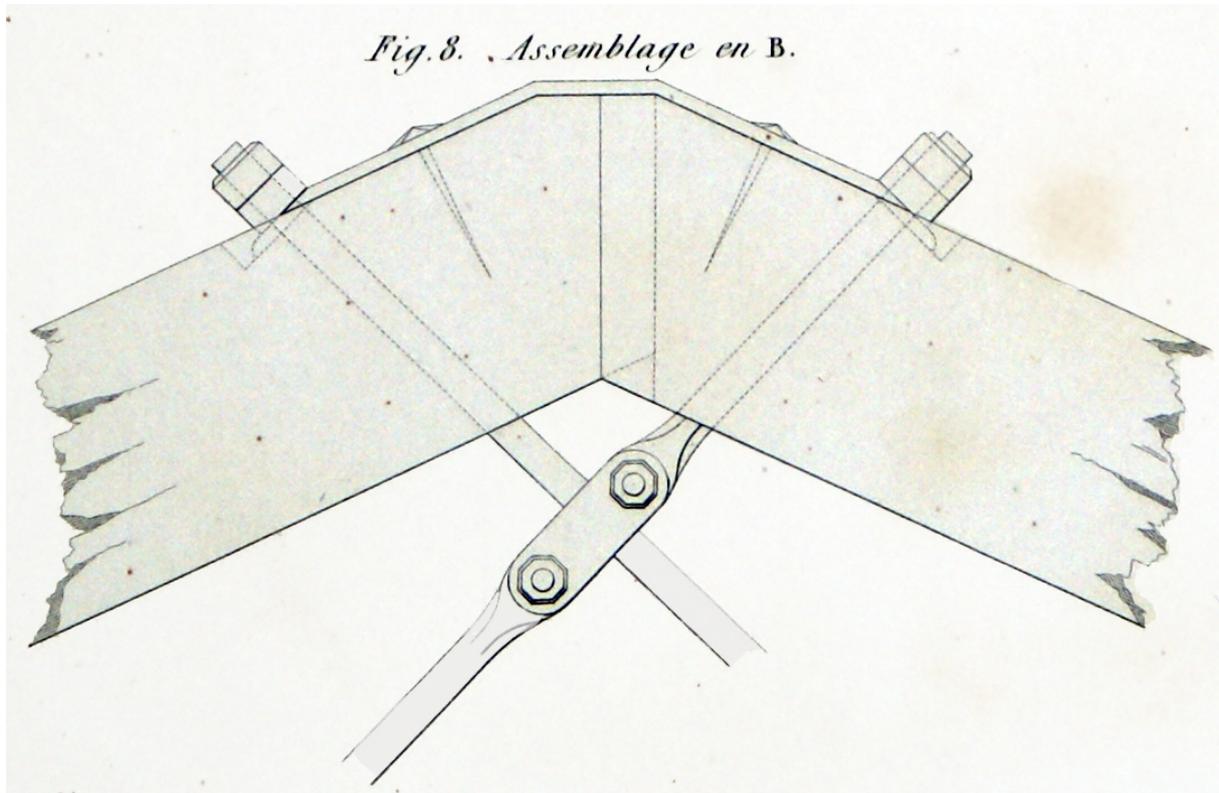


Abb.190: Detail von Camille Polonceau aus dem Jahre 1840<sup>25</sup>

In England hingegen bewältigte man schon ab den 1820er Jahren dasselbe Problem durch die Verwendung gusseiserner Knotenelemente, in die die Holzbalken wie in einen Schuh hineingesteckt wurden. In der posthumen 3. Auflage von Thomas Tredgolds erfolgreichem Lehrbuch *Elementary Principles of Carpentry* von 1840 sind im Anhang mehrere tatsächlich ausgeführte Dachkonstruktionen dargestellt, die derartige Detailpunkte aufweisen, z.B. am Dach des schon 1824 errichteten Christ's Hospital in London. Bei diesem Beispiel ist die Verbindung zwischen Spannriegel und Streben in einem zu beiden Seiten offenen Eisenschuh zusammengefasst. An den Eisenschuhen sind die eisernen Hängesäulen befestigt (**Abb.191**).

---

<sup>24</sup> Revue générale de l'architecture 1840: S 27- S. 32

<sup>25</sup> Revue générale de l'architecture 1840: Pl. 2

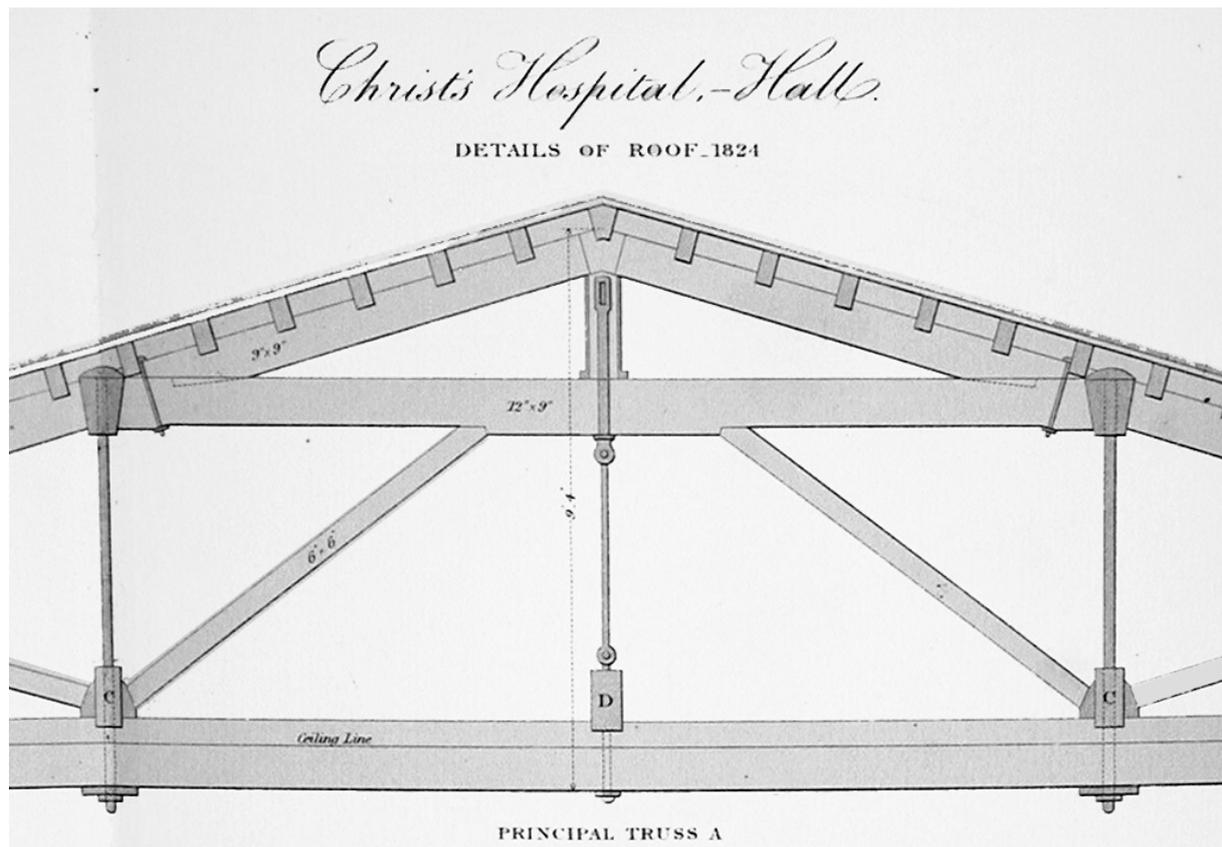


Abb.191: Eisenschuhe in Verbindung mit eisernen Hängesäulen am Beispiel des *Christ's Hospital* in London (1824)<sup>26</sup>

In derselben Publikation, in der Nicholson auch das Lehrgerüst der Waterloo Bridge veröffentlichte, stellte er ein Dachwerk über der *St. Pancras Chapel in Somers Town* in der Nähe von London vor. Auch hier sind die oberen Enden eines Hängewerks in einem Eisenschuh zusammengefasst, an dem sich wiederum eine eiserne Hängesäule befindet. Auch die hier spitz zulaufenden Enden von Hauptsparren und Kreuzstreben an den Fußpunkten sind in einem Eisenschuh vereinigt.<sup>27</sup>

Das erste in Deutschland ausgeführte Beispiel einer Verbindung mit dem Eisenschuh in Kombination mit eiserner Zugstange ist bei einer 1832 durch Christian Friedrich Uhlig (1774–1848) errichteten Hängebrücke – der Oder-Brücke bei Cosel<sup>28</sup> – zu finden<sup>29</sup> (**Abb.192**). Bei der Holzbrücke wurden die Untergurte zwischen den sieben Jochen, die im Einzelnen einen lichten Abstand von ca. 11,30 Metern (35,4 preußische Fuß)<sup>30</sup> aufweisen, durch flache Hängewerke aufgehängt. Grundsätzlich besteht das Dreieck des Hängewerks aus zwei Streben, die mit dem Obergurt durch einen doppelten Versatz verbunden sind. Der Untergurt wird durch eine eiserne Hängesäule aufgehängt, die durch den Ober-, den Untergurt und einen Unterzug hindurchgesteckt ist. Letzterer trägt dabei die Untergurte, die zwischen den beiden außen liegenden Hängewerken angeordnet sind. Der explizit im größeren Maß-

<sup>26</sup> Tredgold 1840: Taf. XXXV.

<sup>27</sup> Nicholson 1826: Taf. XXII, *Roof of St. Pancras Chapel. Somers Town*.

<sup>28</sup> Damals zum Regierungsbezirk Oppeln gehörend, heute Stadtteil der Stadt Kędzierzyn-Koźle in Polen.

<sup>29</sup> Bauausführungen des Preußischen Staates 1848: Blatt 5.

<sup>30</sup> Bauausführungen des Preußischen Staates 1848: S. 11.

stab dargestellte Verbindungspunkt der beiden Streben zeigt eine Art Eisenschuh – im Text „gußeiserne Muffe“ genannt – in die die Streben „stumpf eingesetzt sind“. Grundsätzlich ist der Schuh wie ein senkrecht stehender Doppel-T-Träger aufgebaut, in dessen u-förmige Öffnungen die seitlichen Streben hineinragen. Auf der Oberseite ist der Schuh dachförmig abgeschlossen, um die Verbindung zu schützen und zu festigen. Der mittlere Steg des doppel-T-förmigen Trägers ist auf der halben Länge durch eine Konsole erweitert, in die die eiserne Hängesäule hindurchgeführt ist. Das obere Ende der Hängesäule ist in einer Ausnehmung in dem dachförmigen Abschluss aufgehängt. Eine weitere Veröffentlichung dieser Eisenbauteile erschien an einem leicht abgeänderten Hängewerk in den Vorlageblättern zur Brückenbaukunde von Bauernfeind, der zusätzlich den Verbindungspunkt von Strebe und Obergurt durch einen Eisenschuh ergänzte (**Abb.193**).

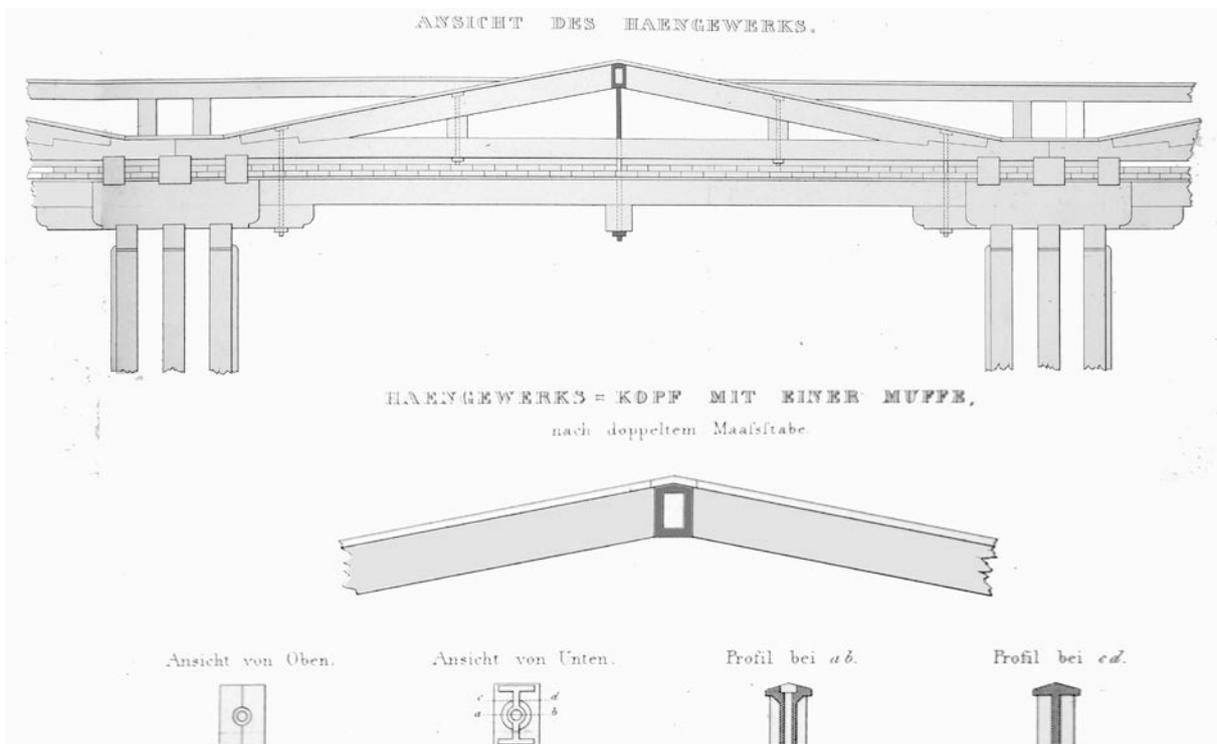


Abb.192: Construction der Oder-Brücke bei Cosel (1832)<sup>31</sup>. Darstellung eines Joches sowie Detailzeichnung der Verbindung zwischen den beiden Streben

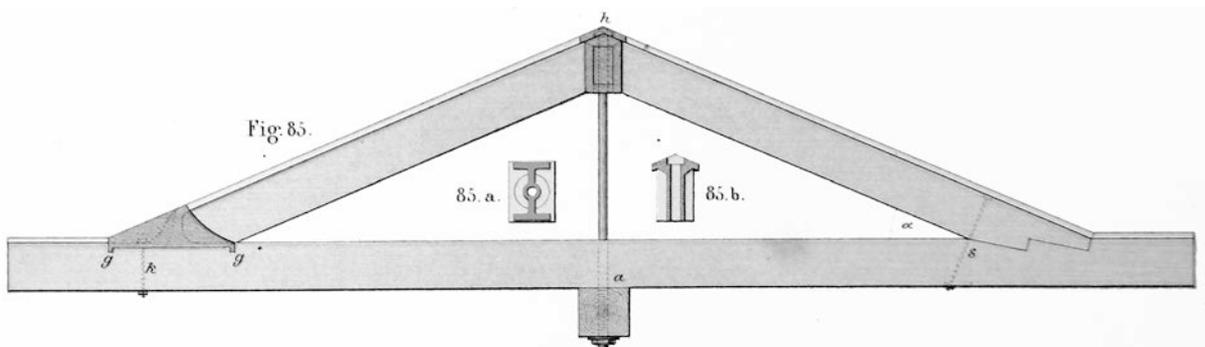


Abb.193: Hängewerk mit gusseisernen Schuhen von Bauernfeind<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Bauausführungen des Preußischen Staates 1848: Blatt 5 (bearbeitet)

Wie sich an der Fachliteratur zeigt, setzten sich die Eisenschuhe mit eiserner Hängesäule in Holz-eisenkonstruktionen auch außerhalb Preußens ab den späteren 1830er Jahren konsequent durch. In dem u.a. in Bayern verwendeten Lehrbuch von Romberg ist das Kesselhaus in Hochdahl der Eisenbahnlinie Düsseldorf-Elberfeld dargestellt, das in der Zeit zwischen 1838 und 1841 entstanden ist (**Abb.194**). Die Gesamtkonstruktion zeigt ein Pfettendach auf einem einfachen Hängewerksbinder. Die hölzernen Streben stehen an ihren oberen Enden, wie Romberg sagt, in einem „eisernen Doppelschuh“<sup>33</sup>. Es handelt sich hierbei um ein Hohlprofil, auf dessen Oberkante die Firstpfette aufliegt. Die eiserne Hängesäule reicht in das Hohlprofil hinein und ist mittels eines Keils darin aufgehängt. Seitlich und von oben sind die Streben bzw. die Firstpfette an das Hohlprofil angeschraubt. Die Fußpunkte der Hauptsparren stoßen auf eine Eisenplatte und einen Steg, die auf der Mauerkrone verschraubt sind. Mittig durch den Steg ist das waagerechte Zugband hindurchgesteckt, das durch einen Keil gehalten wird. Zwei seitliche Sprieße zur Unterstützung der Hauptsparren enden ebenfalls in einem doppelten Schuh, der mit einem ähnlichen Hohlprofil ausgeführt ist wie der am First.

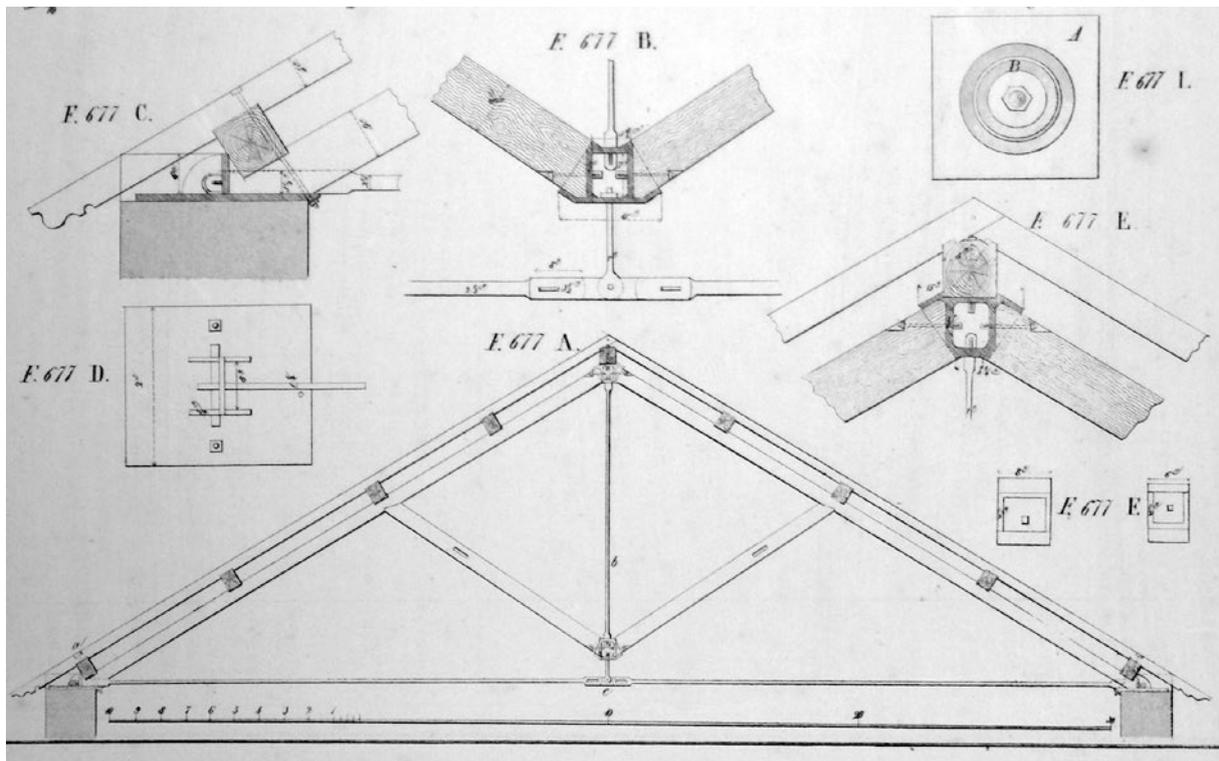


Abb.194: Dachwerk über dem Kesselhaus in Hochdahl (1838-1841)<sup>34</sup>

Etwa zeitgleich im Jahre 1839 stellte Rudolf Wiegmann verschiedene Holzeisenkonstruktionen<sup>35</sup> vor und verwendet für die Verbindung der Hauptsparren ebenfalls „eine Art Doppelschuh von Gusseisen“.<sup>36</sup> Der Bahnhof der Wien-Gloggnitzer Bahn von ca. 1840 ist als ausgeführtes Bauwerk als ein

<sup>32</sup> Bauernfeind 1853: Blatt 10, Fig. 85.

<sup>33</sup> Romberg 1847: S. 311, Taf. 69.

<sup>34</sup> Romberg 1847: Taf. 69, Fig. 677 A-E.

<sup>35</sup> Wiegmann 1839: Tab II.

<sup>36</sup> Wiegmann 1839: S.30.

weiteres Beispiel der Holzeisenkonstruktionen innerhalb des Eisenbahnbaus anzusehen. Die Hauptstreben sind hier im First durch einen Eisenschuh verbunden, der wiederum eine eiserne Hängesäule aufhängt. Die unteren Enden der Hauptstreben enden in Eisenschuhen, die auf der Mauerkrone befestigt sind<sup>37</sup>.

Bei den Neuerungen der Holzeisenkonstruktionen im beginnenden Ingenieur-Holzbau und deren Weiterentwicklung hat das 1840 erschienene Werk Paul Ardants eine große Rolle gespielt. Dass diese Monographie auch in Deutschland große Beachtung fand, spiegelt sich nicht zuletzt in den zahlreichen deutschen Übersetzungen und Bearbeitungen, außerdem in der davon unabhängigen Übersetzung von August von Kaven aus dem Jahre 1847<sup>38</sup>. Interessanterweise bezieht sich gerade Ardant explizit auf Betancourts Moskauer Reithalle sowie auf ein zeitgenössisches englisches Holz-Eisen-Dachwerk und führt somit die beiden Wurzeln des gusseisernen Balkenschuhes zusammen. Zu beiden Konstruktionen schreibt Ardant: "Die Anwendung des Eisens bietet einen anderen nicht weniger wichtigen Vortheil dar, nämlich die Sicherung der Verbindungen der grossen Gespärre, die dem Brechen am meisten ausgesetzt sind, und eine Verminderung der geringeren Festigkeit an den Stellen wo Hirnholz gegen Langholzfasern trifft. Diese Zwecke erreicht man dadurch, dass die Zapfen und Zapfenlöcher durch Eisenarmierungen, in welche die Hölzer eingepasst sind, ersetzt werden, wie man es in der Zeichnung eines in England construirten Dachstuhls sieht, die mir von Depret, Gouvernement-Architekten, mitgetheilt ist und die ich hier wiedergebe (Taf. I, Fig.2). De Bétancourt hat gleichfalls, bei der Construction des Dachstuhls über dem Exercirhause zu Moskau von Eisenarmierungen Gebrauch gemacht."<sup>39</sup> Allgemein empfiehlt Ardant, "(...), dass es am besten wäre, die Ueberschneidungen, wobei jedes Holz zur Hälfte ausgeschnitten wird, nur im äußersten Nothfalle anzuwenden, und statt der Zapfen und Zapfenlöcher einfache Versatzungen, durch ein oder zwei starke Schraubbolzen gesichert, und über diese die Zangen gelegt, anzuwenden. Gut ist es auch, dünne Bleiplatten zwischen die Fugen zweier Hölzer zu bringen, die mit großer Kraft gegen einander gedrückt werden, um jedes Ineinanderdrücken der Fasern des Holzes zu vermeiden".<sup>40</sup> Der Eisenschuh verbindet also zwei Vorteile, indem er eine Schwächung des Querschnitts der Holzbauteile vermeidet und gleichzeitig die aufeinander stoßenden Bauteile voneinander trennt (**Abb.195**).

---

<sup>37</sup> Perdonnet, Polonceau 1843-1846: Planches série K .

<sup>38</sup> Vgl. Kapitel 9) Das Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts, S. 178- S. 179.

<sup>39</sup> Ardant 1847: S.5.

<sup>40</sup> Ardant 1947: S. 92.

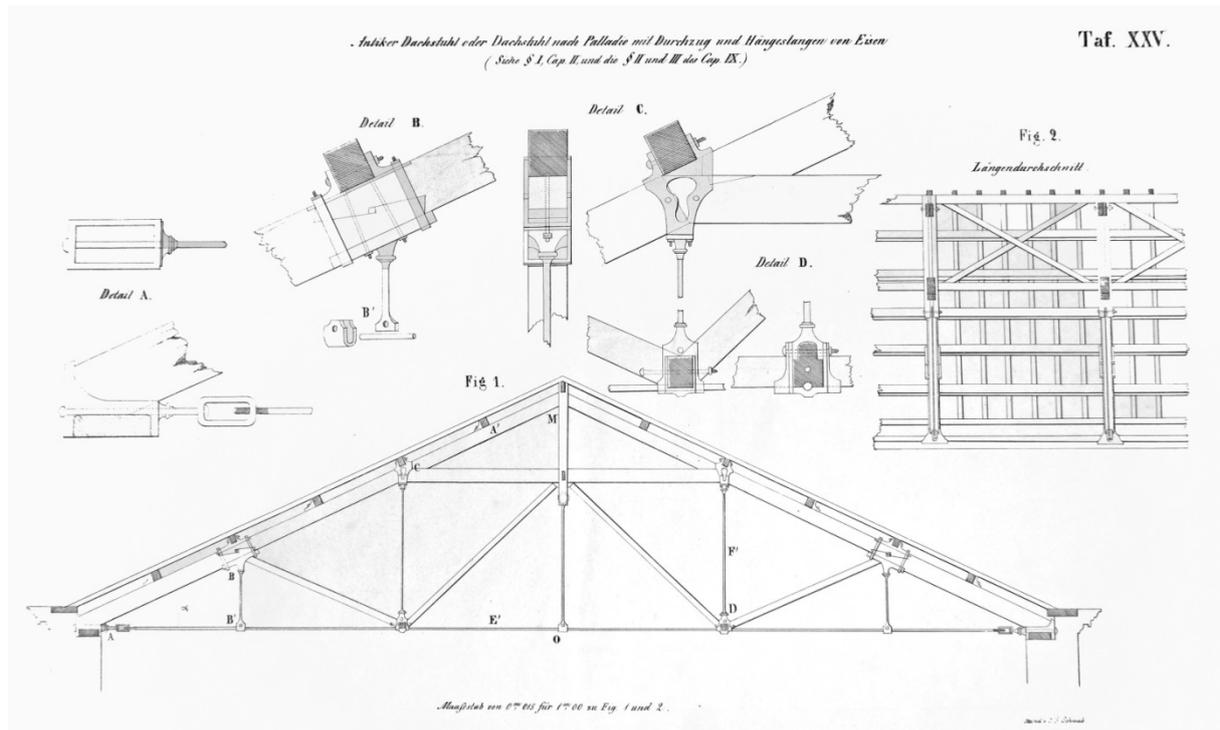


Abb.195: Empfohlene Dachkonstruktion von Ardant<sup>41</sup>

Abschließend kann die Hofer Halle als eine Mischung aus Innovation und traditionellem Handwerk betrachtet werden. Das Hängewerk als Hauptträger für ein Pfettendach war durchaus üblich und gerade bei Gebäuden der Eisenbahn weit verbreitet. Die Verwendung eiserner Schuhe hingegen ist jedoch sowohl vor dem Bau der Halle als auch danach nur in Einzelbauwerken zu finden. Eine Beeinflussung durch die zeitgenössische Literatur scheint hier wahrscheinlich. Während die Eisenschuhe in Verbindung mit den Zugeisen eine klare Linie verfolgen, die wie bei Ardant das Konzept eines Fachwerkträgers ergeben, scheinen sie in Hof eher willkürlich angebracht zu sein. So sind gleichartige Konten in demselben System noch mit althergebrachten Versatzungen ausgeführt. Auch die Zapfenverbindungen zeugen von Handwerkstradition, die hier mit den Innovationen des 19. Jahrhunderts gepaart wurden.

<sup>41</sup> Ardant 1847: Taf. XXV.

## Spannschloss am Beispiel der Ludwigskirche in München

Die Ludwigskirche in München wurde zwischen 1829 und 1844 mit einigen Unterbrechungen errichtet. Der Baukörper wurde während des Bauprozesses lange Zeit durch ein Notdach gesichert, das dann durch das heutige ersetzt wurde. Nach unterschiedlichen Planungsentwürfen des Münchner Architekten Friedrich von Gärtner besteht der Querschnitt eines Binders heute aus einem klassischen liegenden Stuhl<sup>1</sup>, der im 19. Jahrhundert jedoch eigentlich zunehmend kritisch betrachtet wurde. Das einzige uns bekannte offene Dachwerk mit liegendem Stuhl, das im 19. Jahrhundert in Bayern errichtet wurde, befindet sich über dem Thronsaal des Schlosses Neuschwanstein von 1881.<sup>2</sup>

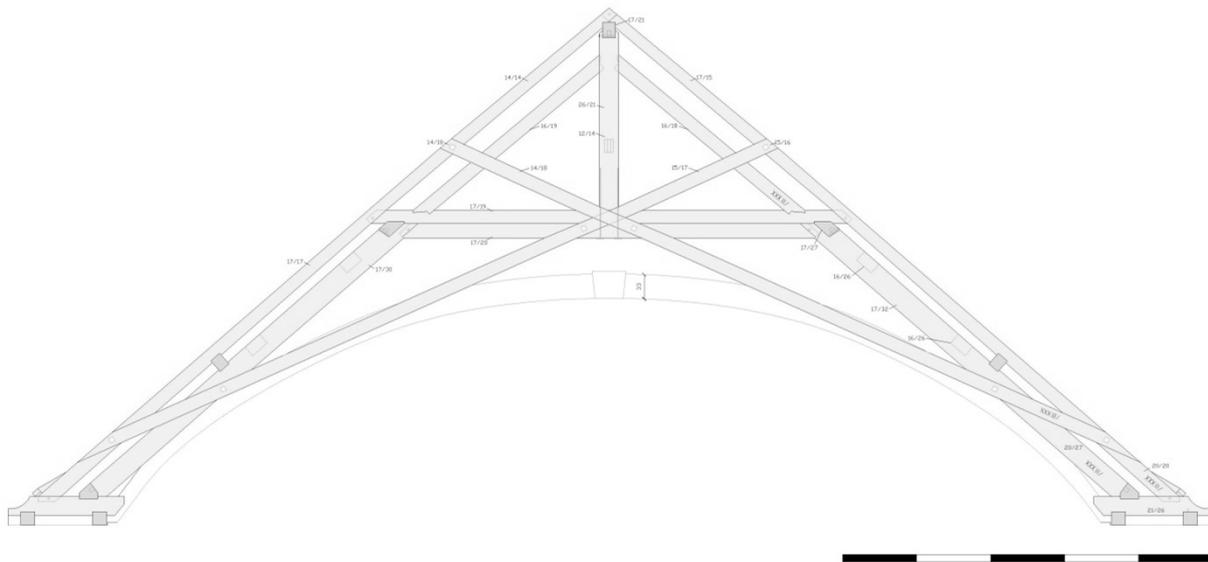


Abb.196: Ludwigskirche in München (1829-1844), Querschnitt mit Kreuzstreben (2011)

Im Einzelnen besteht jeder Binder grundsätzlich aus einem Sparrenpaar mit im oberen Drittel angeordneten Kehlbalken (**Abb.196**). Unterhalb des Kehlbalkens ist der liegende Stuhl mit Stuhlsäulen, Spannriegel sowie Rähm und Schwelle angebracht. Oberhalb des Kehlbalkens befindet sich ein einfaches Hängewerk, das den Spannriegel und den Kehlbalken aufhängt. In Längsrichtung sind zwischen den Hängesäulen Kopfbänder und zwischen den Stuhlsäulen sich kreuzende Streben angebracht. Trotz traditionellem Erscheinungsbild, lassen kleinere Details in der Ludwigskirche erkennen, dass es sich nicht um eine barocke Konstruktion handelt: Auf der Hängesäule ist eine Firstpfette angeordnet, die erst seit dem 19. Jahrhundert bei dieser Konstruktionsart im Münchner Raum eingeführt wird. Außerdem ist zwischen Stuhlsäule und Sparren eine zusätzliche Mittelpfette angebracht, die mit der umliegenden Konstruktion verschraubt ist. Der beschriebene Aufbau wiederholt sich in jedem Bindergespärre, jedoch werden sie unterschiedlich ergänzt, wodurch sich zwei Binderkatego-

<sup>1</sup> So ähnlich auch in: Holzer/Köck 2008: S.181, Baumburg/Alz, Stiftskirche (1756); S. 161, Weyarn ehem. Stiftskirche(1687-1693); S. 190, Berbling Pfarrkirche (1751-1756).

<sup>2</sup> Das offene Dachwerk entstand durch eine Planänderung während des Bauprozesses. Ursprünglich war hier ein geschlossenes System mit liegendem Stuhl geplant.

rien ergeben. Oberhalb der Schlusssteine der Gewölbe wird der Binder ganz nach traditionellem Vorbild<sup>3</sup> mit zusätzlichen zangenförmigen Kreuzstreben versehen. Diese sind so angeordnet, dass sie genau zwischen den Binder und die Oberkante des Gewölbes passen. Dahingegen ist innerhalb der Gurtbögen statt der Kreuzstreben ein damals modernes hochgelegtes Eisenband angebracht, das auf beiden Seiten an der Stuhlsäule befestigt ist und durch den Gurtbogen hindurchreicht (**Abb.197**). Diese Binder sind zusätzlich im unteren Bereich mit Sprengstreben versehen, die bis in die Gewölbezwickel reichen und auf den innen stehenden Mauerpfeilern enden. Statt eines einzelnen Stichbalkens sind die kurzen Balken auf Höhe der Zerrbalkenebene doppelt ausgeführt, so dass die Sprengstreben umgriffen werden und unter die Stuhlsäulen greifen können. Der Wechsel ergibt sich vermutlich aus der Gewölbeform und der Anordnung der Mauerpfeiler im Innenraum, die nur im Bereich der Gewölbezwickel eine zusätzliche Abstrebung unter die Mauerkrone zulässt. Diese Abstrebungen sind häufig im Hallenbau des 19. Jahrhunderts zu finden<sup>4</sup>. Die Anordnung einer durchgehenden Eisenstange ist ebenfalls nur im Bereich der Gurtbögen möglich, damit sie aus dem Innenraum der Kirche heraus nicht sichtbar ist. Bei der endgültigen Ausführung des Dachwerks ist zu bedenken, dass die Gewölbe unter dem Notdach schon fertiggestellt waren, bevor das heutige Dach entstanden ist. Dementsprechend musste das Dach dem Gewölbe angepasst werden.

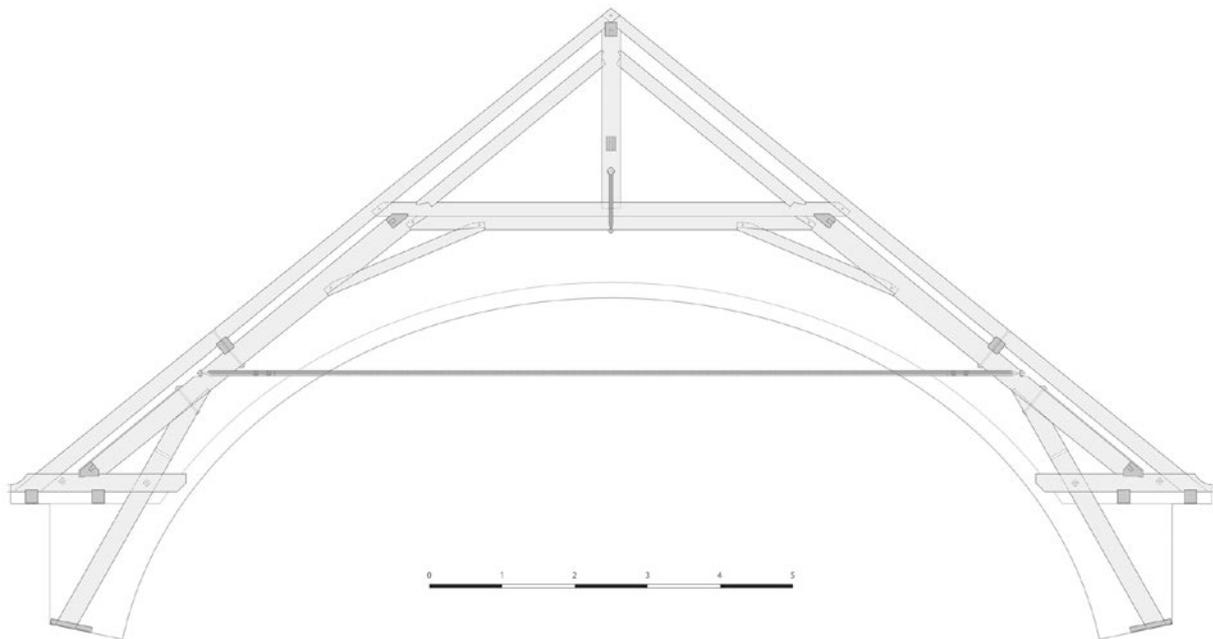


Abb.197: Ludwigskirche in München, Querschnitt über den Gurtbögen (Voigts 2011)

Jedoch traten anscheinend schon kurz nach Errichtung des Dachwerks die gleichen Probleme auf, wie bei den barocken Vorgängern. Durch den fehlenden Zerrbalken werden die Fußpunkte auseinandergedrückt, wobei die nach außen wirkenden Kräfte des Gewölbes die Situation noch zusätzlich ver-

---

<sup>3</sup> Einzelne barocke Beispiele, wie die Stiftskirche in Baumburg, zeigen ebenfalls zangenförmige Kreuzstreben. Üblich waren zu Zeiten des Barocks aber meist angeblattete einläufige Kreuzstreben.

<sup>4</sup> Reithalle Aarau (1864), Reithalle Butzbach (1828), Scheune Olching (1877).

schlechtern. Um dem entgegenzuwirken, sind an den Bindern über den Gurtbögen zusätzliche Eisen mit Spannschlössern angebracht, die das Dachwerk wieder zusammenspannen sollen. Wann genau diese Ertüchtigung eingebaut wurde, ist nicht bekannt. Aufgrund der Beschaffenheit der Eisen ist jedoch zu vermuten, dass sie ebenfalls im 19. Jahrhundert entstanden sind. Es ist aber sicher, dass sie nach Fertigstellung der einzelnen Binder angebracht wurden, da sie erhebliche Einschnitte an den Kopfbändern des Längsverbandes hervorbrachten, die mühevoll wieder „geflickt“ werden mussten. Auch die Ausformung der Eisenelemente zeigen im Detail Unterschiede zu den ursprünglichen Eisen an den Hängesäulen. Während an der Ertüchtigung der Übergang von Eisenband zu rundem Gewindestab präzise abgezeichnet ist, sind bei den Originalen keine klaren Linien erkennbar. Im Einzelnen besteht die Ertüchtigung aus mehreren Eisenbändern, die y-förmig von vorne und hinten an einem Binder angebracht sind (**Abb.198**). Die beiden oberen Bänder sind an den Streben des Hängewerks aufgehängt und werden an einem zentralen Punkt im unteren Bereich der Hängesäule zusammengeführt (**Abb.199**). Die beiden unteren Eisenbänder sind an der Stuhlsäule bzw. an einem Punkt unterhalb der Stichbalken befestigt (**Abb.201, 202**) und enden ebenfalls an dem oberen zentralen Punkt, an dem alle Eisenbänder zusammengeschrubt sind (**Abb.200**). Ungefähr in der Mitte der unteren Eisenbänder ist ein Spannschloss angebracht, das ein Nachjustieren der Eisen ermöglicht (**Abb.203**).

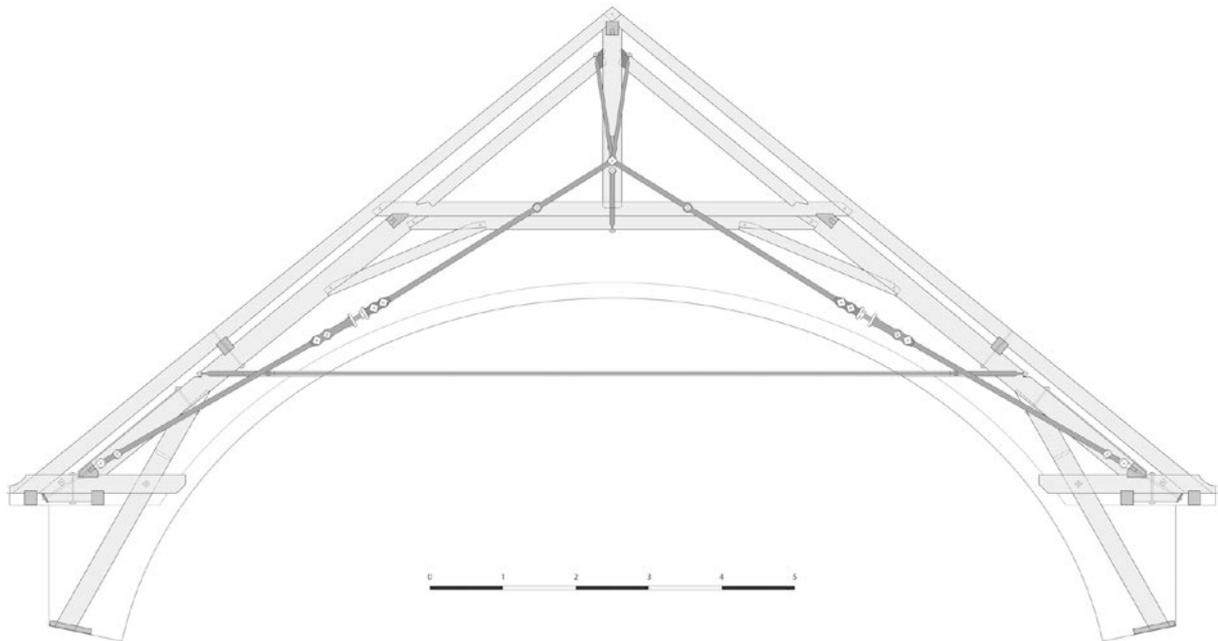


Abb.198: Ludwigskirche in München, Querschnitt mit zusätzlicher Ertüchtigung (C. Voigts 2011)



Abb.199: Ludwigskirche in München, Befestigung der Ertüchtigung an den Streben des Hängewerks



Abb.200: Ludwigskirche in München, Befestigung der Ertüchtigung an den Hängesäulen



Abb.201: Ludwigskirche in München, Befestigung des hochgelegten Eisenbandes an den Stuhlsäulen



Abb.202: Ludwigskirche in München, Befestigung der Ertüchtigung an den Fußpunkten

### Beschreibung des Spannschlusses

Im Einzelnen besteht das Schloss aus zwei u-förmigen Eisen, deren kurze Seiten sich gegenüber stehen. Zwischen den beiden Formteilen ist eine einläufige Gewindestange angeordnet, die bei beiden Teilen durch ein Loch mittig der kurzen Seite hindurchreicht. Auf der Innenseite des nach unten zeigenden Elements ist eine Vierkantmutter angebracht, die durch die Seitenteile des u-förmigen Eisens fest fixiert ist. An der nach unten zeigenden kurzen Seite des oberen Formteils ist eine Sechskantmutter angebracht. Auf der Innenseite befindet sich ein rundes trichterförmiges Element, in das die Gewindestange fest hineingedreht ist. Dieses Element ist drehbar. Durch die Anbringung einer Schraube oder eines kleinen Stabes in die Sechskantmutter, ist diese fest mit dem Gewinde verbunden. Setzt man nun mit einem Schraubenschlüssel an der Mutter an, beginnt sich der Gewindestab in die untere quadratische Mutter hineinzudrehen, so dass ein nachträgliches Spannen der Eisen möglich ist. Unterhalb der Vierkantmutter besteht prinzipiell ausreichend Platz, die Gewindestange so weit zu drehen, dass die kurzen Seiten der u-förmigen Eisen zusammenstoßen würden, was aber bei keinem Binder der Fall ist. Um die Anwendung dieses Spannschlusses mit einer mittigen Gewindestange zu ermöglichen, müssen die flachen Eisenbänder, die von oben und unten bis zu dem Schloss reichen, fest angebunden sein. Dies wird erreicht, indem man die Eisenbänder zwischen die langen Seiten des u-förmigen Eisens und einen dazwischen angebrachten Holzkeil klemmt. Die Elemente sind jeweils mit zwei zusätzlichen Eisenbolzen gesichert. Durch das einseitige Anschrauben wird gezielt der gewünschte Effekt erreicht, so dass lediglich der Fußpunkt des Dachwerks angezogen wird.



Abb.203: Ludwigskirche in München, Detail Spannschloss

Das Dachwerk ist in die beginnende Tradition des Holzeisenbaus einzuordnen, die sich seit den 20er Jahren vermehrt durchsetzt. Dazu zählt der Einsatz von einzelnen gusseisernen Elementen, wie bei der Hofer Einsteighalle oder der Ersatz hölzerner Balken durch schmiedeeiserne Zugstangen, so auch bei der Reithalle in Aarau. Hierbei handelt es sich meist um Einzellösungen innerhalb eines zimmerhandwerklichen Konstruktionssystems. Die Eisenteile der Ludwigskirche in München sind ebenfalls als eine Einzellösung speziell für die Verhältnisse dieses Dachwerks anzusehen, die dem beengten Raum im vorhandenen Dachwerk gerecht wird. Die Verwendung kurzer Elemente dürfte dabei dem Transport, dem Einbau und der Lagerung im Dach zugutegekommen sein. Das Spannschloss ist genau so angeordnet, dass die Eisenbänder nach oben und unten in etwa gleich lang sind und ein Heranziehen speziell des Fußpunktes erreicht wird. Eine Querschnittsminimierung der vorhandenen Balken ist weitestgehend nicht notwendig, da die Eisenbänder von vorne und hinten an der Konstruktion befestigt sind.

### Historischer Kontext des Spannschlusses der Ludwigskirche

Eine zunehmende Verwendung von Spannschlössern ist anhand der Fachliteratur ab den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts zu verzeichnen. Die Eisenbauteile des Dachwerks in der Ludwigskirche zählen zu den Systemen zweier Zugstangen, die vorgespannt oder nachjustiert werden können. Besonders häufig kommen zu der Zeit Schlösser vor, bei denen die Zugstangen von zwei Seiten mit einem gegenläufigen Gewinde in ein Schloss eingeschraubt werden. Durch das Drehen des Schlosses selbst, das in jedem Fall aus einem massiven Teil bestehen muss, um den Verwindungskräften beim Anziehen standzuhalten, können die Stangen zueinander gezogen oder voneinander weggedrückt werden. Der Unterschied zur Ludwigskirche besteht in dem System der beiden gegenläufigen Gewinde, die ein gleichmäßiges Anziehen oder Nachlassen beider Seiten hervorbringt. Eine erste Beschreibung eines solchen Spannschlusses, das ebenfalls zu der Ertüchtigung schadhafter Gebäude verwendet wurde, ist in dem vierten Band des Journals für Baukunst von 1831 abgebildet (**Abb.204**). Ein unbekannter Autor verfasst in einem kurzen Artikel<sup>5</sup> die Möglichkeit durch nachjustierbare Anker das Mauerwerk eines Gebäudes zusammenzuschrauben. Hierbei sind an den Außenwänden Anker angebracht, in die auf beiden Seiten Eisenstangen eingeschraubt werden. Die jeweiligen Enden zur Gebäudemitte hin sind mit gegenläufigen Gewinden versehen, die in das Spannschloss hineingeschraubt sind. Durch das Andrehen des Schlosses sollen die Wände zueinander gezogen werden.

---

<sup>5</sup> Journal für Baukunst 1831: 5. Band, S. 141-142.

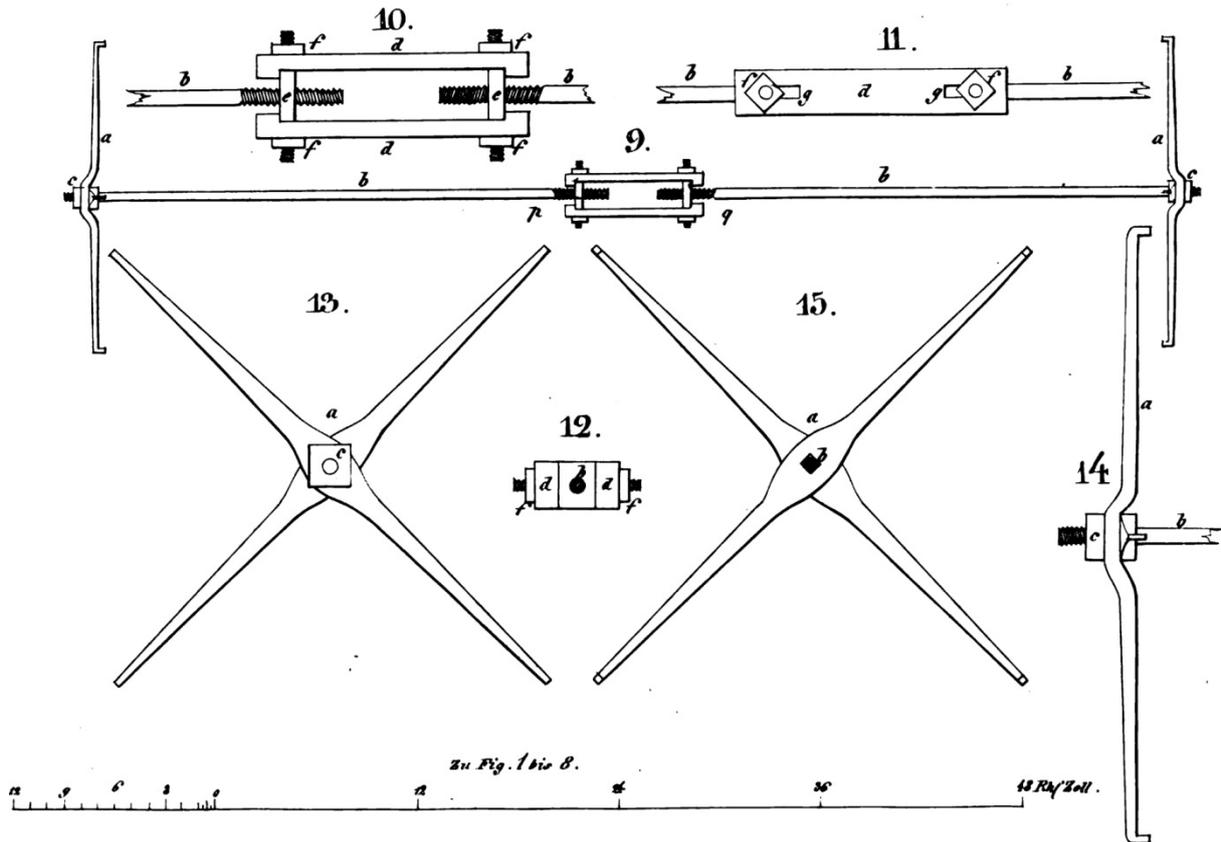


Abb.204: Spannanker mit Spannschloss<sup>6</sup>

Derartige Spannschlösser sind in Dachwerken hauptsächlich nicht als Ertüchtigung, sondern als Teil einer Holzeisenkonstruktion zu finden, die immer ein Vorspannen oder Nachjustieren erfordert. An der sich wiederholenden Anwendung derartiger Schlösser dürfte wohl das 1840 erschienene Werk von Paul Ardant maßgeblich beteiligt gewesen sein. Die Bekanntheit seines Werks in Deutschland ist hinreichend bekannt<sup>7</sup>. In der Veröffentlichung von Ardant ist ein Spannschloss dargestellt, das nicht aus mehreren Teilen besteht, sondern aus einem Guss. Außerdem sind hier nicht ein mittiges, sondern zwei seitliche Schlösser angebracht (**Abb.205**). Die Verwendung von Spannschlössern bei zwei eisernen Zugstangen beschreibt Ardant folgendermaßen: „Beim Aufstellen des Dachstuhls muss man der Zugstange und den Hängestangen von Eisen eine gewisse Spannung geben. Die Streben werden diese letzteren wohl darin erhalten, aber die Zugstange muss stark angezogen werden, und wenn sie bei einer niedrigen Temperatur angebracht wird, muss man sie verkürzen nach Maassgabe, wie die Temperatur sich steigert. Man kann dies leicht bewerkstelligen, wenn man an einem oder an zwei Punkten der Stange einen beweglichen Ring (...) oder eine Muffe anbringt“<sup>8</sup>. Das Beispiel eines an mediterrane Dachwerke angelehnten Binders, zeigt die Ausführung im Detail<sup>9</sup>: Der sonst in Holz übliche Zerrbalken ist hier durch eine Eisenstange ersetzt, an deren beiden Enden ein Spannschloss an-

<sup>6</sup> Journal für Baukunst 1831, 5. Band: Taf. VIII, Fig. 9-15.

<sup>7</sup> Vgl. Kapitel 9) Das Bohlenbogendach des 19. Jahrhunderts, S. 178- S. 179.

<sup>8</sup> Ardant 1847: S.87.

<sup>9</sup> Ardant 1847: Taf. XXV, Detail A

gebracht ist, das die durch Ardant beschriebenen Vorteile ermöglicht. Die Gewinde müssen auf beiden Seiten gegenläufig angeordnet sein, damit die Stange angezogen werden kann. Die Drehung erfolgte vermutlich über das rechteckige Schloss. Die mittige Aufhängung der waagerechten Zugstange ist so konzipiert, dass letztere auch nach Fertigstellung des Dachwerks bewegt werden kann.

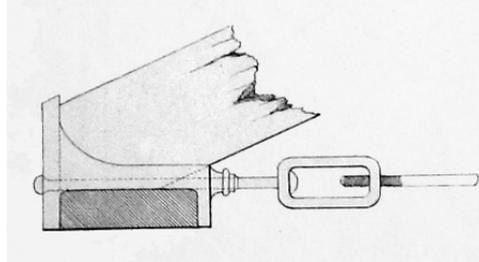


Abb.205: Spannschloss am Beispiel von Ardant

Ein ähnliches Schloss wurde für den Bahnhof der Wien-Göggitzer-Bahn von ca. 1840 verwendet. Dieses sehr flache Pfettendach auf einem einfachen Hängewerksbinder wird auf mittlerer Höhe durch einen zangenförmigen Kehlbalcken unterstützt, der durch eine eiserne Zugstange aufgehängt wird. Der Zerrbalken ist durch zwei eiserne Zugstangen ersetzt, die dachförmig von den seitlichen Fußpunkten bis zum unteren Ende der Hängesäule reichen. Das durch die Eisenbahningenieure Camille Polonceau und Auguste Perdonnet (1801–67) in den Jahren 1843 bis 1846 veröffentlichte Dachwerk<sup>10</sup> zeigt jeweils in der Mitte der beiden unteren Zugstangen ein Spannschloss, das aus einem rechteckigen Kasten besteht, an dessen beiden kurzen Seiten die Eisenstangen eingeschraubt sind. Heinrich Müller, der diese Zeichnungen 1859 in sein Lehrbuch übernahm<sup>11</sup>, beschreibt das Detail als „Anordnung der Vorrichtung zum Anziehen und Nachlassen“<sup>12</sup>, was sich grundsätzlich mit der Beschreibung Ardants deckt. Ein weiteres ausgeführtes Beispiel eines solchen Schlosses ist als Ertüchtigung von 1851 am Ingolstädter Münster zu finden (**Abb.206**). Die eisernen Zugstangen dienen hier der Stabilisierung eines offenen Dachwerks. Wie auch bei dem Wiener Dach sind hier zwei Zugstangen seitlich in ein massives Schloss mit gegenläufigem Gewinde eingeschraubt. Das Drehen des Schlosses ermöglicht wiederum das Spannen der Eisenstangen.

---

<sup>10</sup> Perdonnet/Polonceau 1843-1844: K 13, 14, 15, Fig. 6 *Chemin de fer de Vienne à Raab*.

<sup>11</sup> Müller 1859: Taf. 57, Fig. 643.

<sup>12</sup> Müller 1959: S. 258.



Abb.206: Ingolstädter Münster, Spannschloss der Ertüchtigung aus dem Jahre 1851

Während die hier beschriebenen Beispiele ein Nachjustieren auch nach Fertigstellung grundsätzlich gewährleisten, gibt es auch andere, die lediglich das Feinjustieren bzw. das Vorspannen während der Dachwerkserstellung ermöglichen. Das Beispiel der Einsteighalle des Bahnhofs in Freiburg von 1845 von Friedrich Eisenlohr zeigt, wie auch die für diese Arbeit untersuchte Reithalle in Aarau, ein Spannschloss, durch das zusätzlich von oben eine Eisenstange hindurchgesteckt ist. Ein nachträgliches Andrehen des Spannschlusses ist so nicht mehr möglich. In den Vorlegeblättern für Brückenbaukunde stellt Bauernfeind 1854 den vermutlich aktuellen Stand unterschiedlich angewendeter Spannschlösser dar. Die Ausführung reicht dabei von hohlen bis geschlossenen Systemen, die aber alle am Ende auf dem gegenläufigen Gewinde beruhen, d.h. zwei Seiten werden einander näher gebracht oder auseinandergedrückt (**Abb.207**).

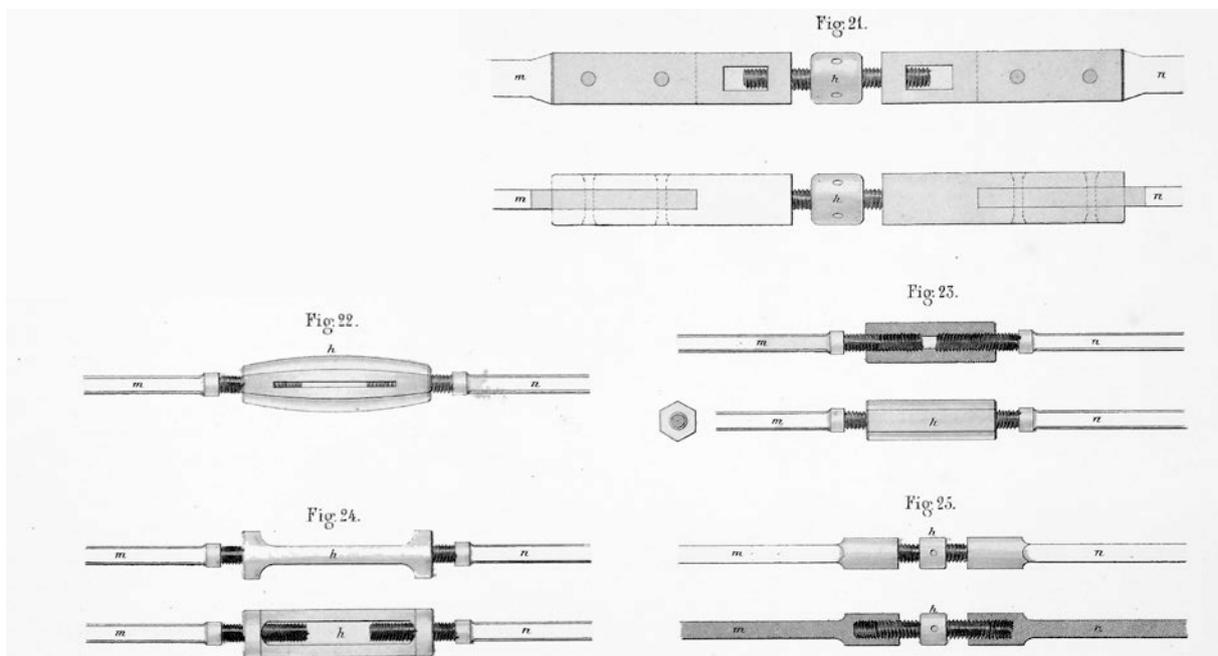


Abb.207: Spannschlösser aus den Vorlegeblättern für Brückenbaukunde von Bauernfeind<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Bauernfeind 1853: Blatt 12, Fig. 21-25.

Im Vergleich zu den bauzeitlich ähnlich erstellten Spannschlössern ist das der Ludwigskirche in seiner Funktionsweise also durchaus üblich. Allerdings haben wir diese Ausführung an keinem anderen Beispiel gefunden. Dies deutet auf eine spezielle Lösung innerhalb der allgemein zunehmenden Verwendung von Spannschlössern hin. Sucht man ein ähnliches Schloss bei später ausgeführten Dachwerken, so wird man auch dort nicht fündig. Allerdings sind bis heute die u-förmigen Einzelteile als Gabelkopf bekannt. Bei der Eisenbahn werden seit dem frühen 20. Jahrhundert Schraubenkupplungen zur Verbindung von Waggons verwendet, deren Anordnung zweier u-förmiger Eisen mit dazwischen angebrachter Gewindestange eine gewisse Ähnlichkeit zu dem Schloss der Ludwigskirche haben. Es werden hier jedoch gegenläufige Gewinde verwendet, die sowohl ein Nachlassen als auch ein Anziehen ermöglichen und somit beide Eisenteile gleichermaßen bewegen. Warum in der Ludwigskirche kein gegenläufiges Gewinde verwendet wurde, wie es ja durchaus viel häufiger vorkommt, ist auf den Verwendungszweck zurückzuführen: Der Grund der Ertüchtigung der Ludwigskirche bestand lediglich darin, den Fußpunkt des Dachwerks zu sichern oder ggf. auch nachträglich wieder zurückzuholen. Hierzu war ausschließlich das Anziehen des unteren Eisenelements notwendig bzw. gewollt. Denn ein Anziehen der oberen Eisenbänder hätte zu unerwünschten Verformungen geführt.

Sowohl das Schloss der Ludwigskirche als auch die anderen Beispiele der Spannschlösser bilden den Ausgangspunkt einer bis heute angewandten Technik. Bis heute werden Spannschlösser – natürlich aus Stahl – verwendet, um beispielsweise Seile oder Drähte einer Hängebrücke straff zu spannen oder eine Deckenkonstruktion aufzuhängen.

## Nachjustierbare Eisen sowie eiserne Hängesäulen am Beispiel des Marstalls in Regensburg

Der Marstall von Regensburg wurde nebst zugehörigen Stallungen auf Anweisung des Fürsten Maximilian Karl von Thurn und Taxis nach Plänen des in Paris ausgebildeten Architekten Jean Baptiste Métivier in den Jahren 1829 bis 1831 errichtet. Métivier war zu dem Zeitpunkt im engsten Umkreis Leo von Klenzes in München tätig. Die Reithalle weist einen Rechteckgrundriss von 61×114 bayerischen Fuß (nach den Plänen; nach Messung vor Ort 18,18 × 33,10 m, was etwa 62 × 113 bayerischen Fuß entspricht) Lichtweite auf. Die Halle wird durch ein Satteldach mit nur 30° Dachneigung überdeckt. Die Halle wird durch ein Satteldach mit nur 30° Dachneigung überdeckt. Die (erneuerte) Dachdeckung ist eine Blechdeckung auf vollflächiger Schalung. Das Dachwerk überspannt die gesamte Breite der Reithalle ohne Zwischenunterstützung. Die Stuckdecke ist direkt an der Zerrbalkenlage des Dachwerks befestigt. Die Zerrbalkenlage ist vollflächig und lückenlos ausgebreitert. Deshalb konnte die Konstruktionsdetails unterhalb dieser Ebene teilweise nicht aufgemessen werden konnten.

Das Dachwerk hat auf den ersten Blick das Erscheinungsbild eines flachgeneigten Pfettendaches (**Abb.208**), wie es im Mittelmeerraum seit dem Mittelalter bis in die Gegenwart häufig anzutreffen ist. Insgesamt weist es zehn Bindergespärre auf. Jeder Binder besteht aus zwei „Hauptstreben“, die eine kurze Firsthängesäule tragen und in diese versetzt sind. Am Fußpunkt sind die Hauptstreben in den Zerrbalken versetzt.<sup>1</sup> Die Hauptstrebenpaare werden durch eine Art Kehlbalckenlage ausgesteift. Diese Kehlbalcken sind in die Hauptstreben versetzt und verzapft, wie dies auch beim frühneuzeitlichen Kehlbalckendach Süddeutschlands üblich ist.

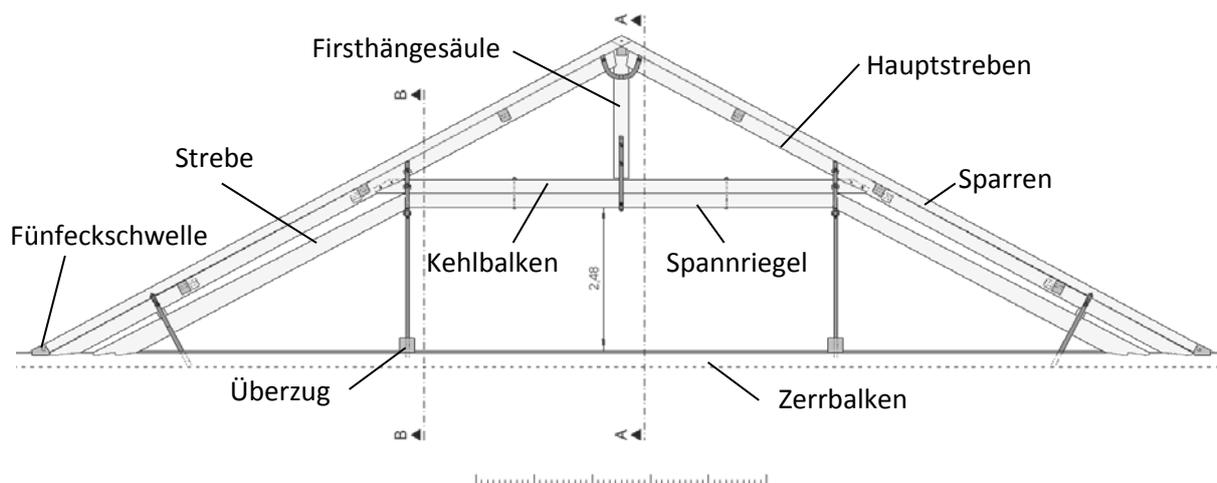


Abb.208: Marstall Regensburg, Querschnitt

<sup>1</sup> Details wegen fester Verbretterung nicht einsehbar.

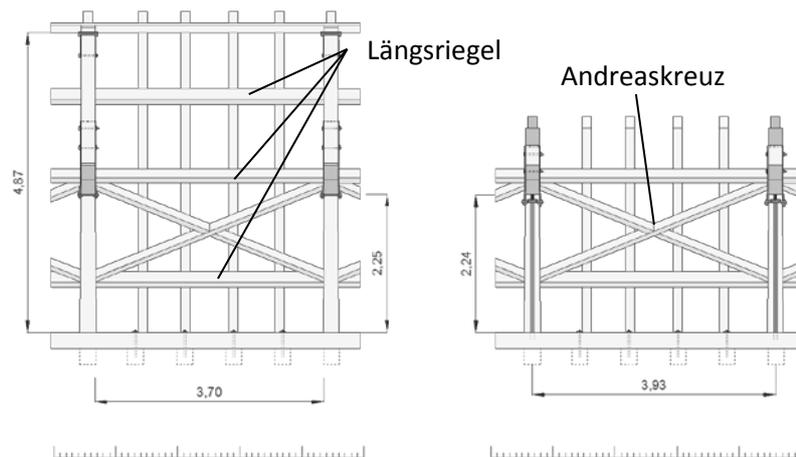


Abb.209: Marstall Regensburg, Längsschnitt A-A (links) und B-B (rechts)

Die Binder sind in firstparalleler Richtung untereinander durch pfettenähnliche Längsriegel verbunden, die in die Hauptstreben eingezapft sind (**Abb.209**). Je Dachseite sind drei dieser Längsriegel angeordnet. Sie sind oberseitig mit den Hauptstreben bündig und erinnern an die Riegel, die zwischen den Stuhlsäulen einer barocken Dachwerkskonstruktion mit liegendem Stuhl angebracht sind. Zusätzlich ist eine Firstpfette mit dachförmigem Querschnitt vorhanden. Die Dachhaut wird durch Sparren getragen, die in den Leergespärren auf den Längsriegeln und in den Bindern auf den Hauptstreben ruhen. Die Sparren sind mit den Längsriegeln nicht überkämmt, sondern liegen ohne zimmermannsmäßige Holzverbindung auf. Am First sind die Sparrenpaare durch einen Scherzapfen verbunden. Jedes Gespärre weist einen Zerrbalken auf. Die Sparren sind am Fußpunkt in eine Fünfeckschwelle eingezapft, die auf die Zerrbalkenlage aufgekämmt ist. Diese Fünfeckschwelle wirkt wie eine Reminiszenz an die Fünfeckschwellen barocker liegender Stühle. Zwischen den Hauptstreben ist ein Windverband mittels Brustzapfen in Form von Andreaskreuzen angebracht (**Abb.209**). Der Windverband setzt sich durch einen kleinen Abstand von der Dachhaut ab und erinnert ebenfalls an barocke Tragwerke. Die Zerrbalken der Leergespärre werden durch zwei etwa in den Drittelpunkten ihrer Spannweite verlaufende firstparallele Überzüge aufgehängt, die ihrerseits von eisernen Hängesäulen getragen werden. Letztere sind sowohl an den Kehlbalken als auch an den Hauptstreben befestigt. Unter den Kehlbalken ist ein Sprengwerk bestehend aus Spannriegel und zwei Sprengstreben angebracht. Die Sprengstreben sind in die Zerrbalken der Bindergespärre hineinversetzt.<sup>2</sup> Der Anschluss zwischen Strebe und Spannriegel ist als ein Stumpfstoß ohne zimmermannsmäßige Verbindung ausgeführt. Zum Schutz des Hirnholzes ist in den Stumpfstoß ein Bleiblech eingelegt. Zur Lagesicherung der Spannriegel ist wegen der fehlenden zimmermannsmäßigen Anschlüsse eine Befestigung am Kehlbalken unumgänglich. Diese wird durch zwei Gewindebolzen gewährleistet.

<sup>2</sup> Details wegen fester Verbretterung nicht einsehbar.

Neben den zimmermannsmäßigen Verbindungen gibt es eine große Zahl an Eisenteilen. Zum einen sind die Fußpunkte durch eiserne Bügel gesichert, die Hauptstreben, Sprengwerksstreben und Zerrbalken umfassen (**Abb.212**). Des Weiteren sind die Firstpunkte durch Eisenklammern gesichert (**Abb.210**) und die Firsthängesäule unterstützt die Kehlbalcken und die Spannriegel mit Hilfe eines umgreifenden Hängeeisens (**Abb.211**).

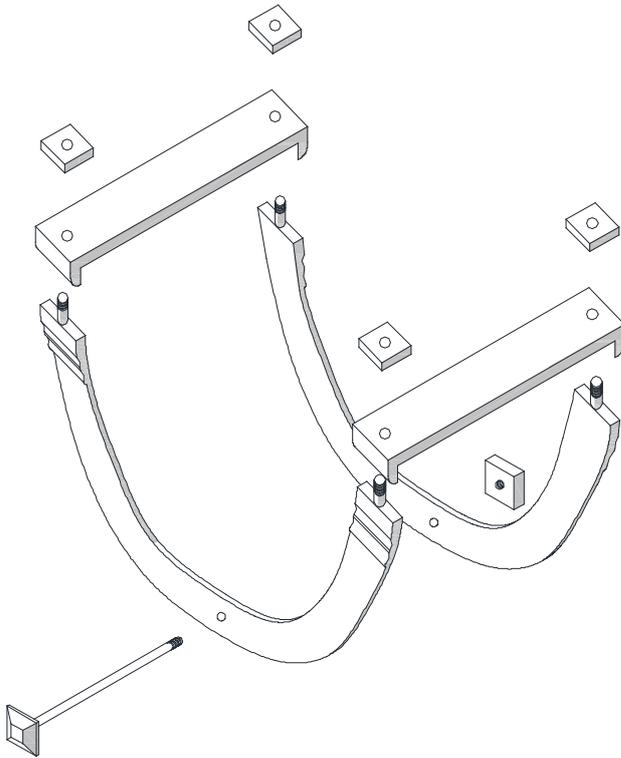


Abb.210: Eisenklammer am Firstpunkt

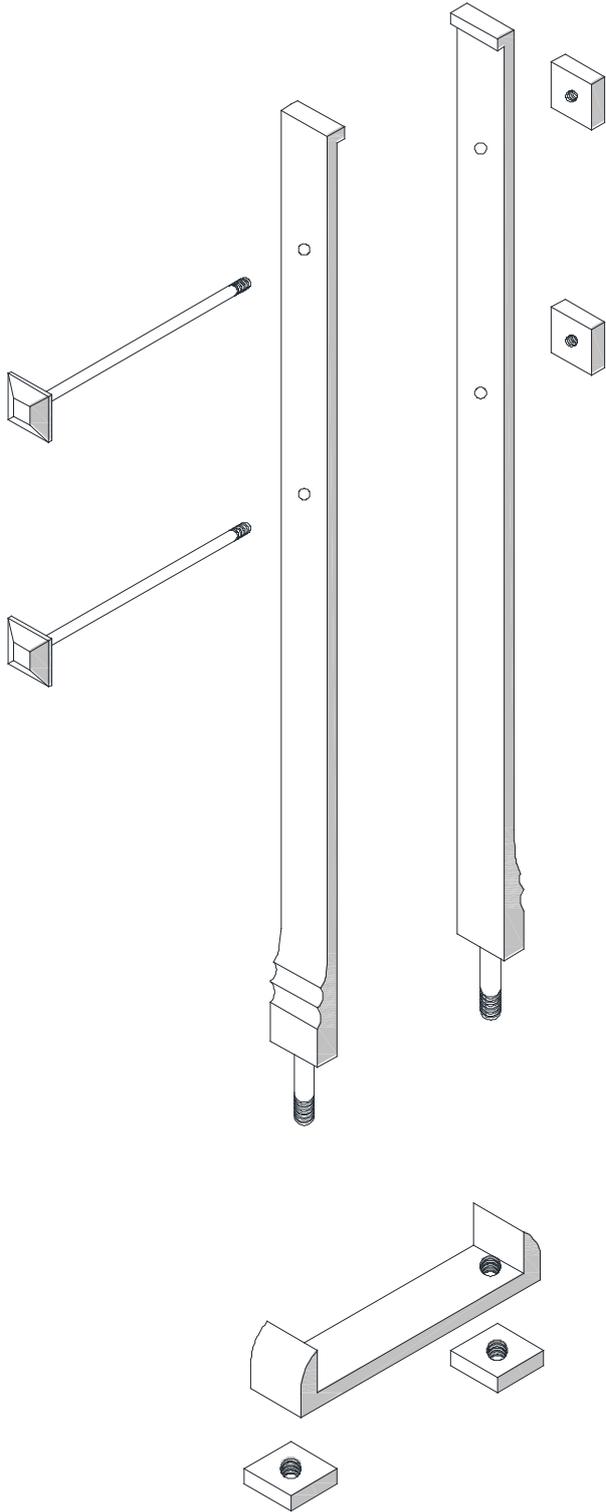


Abb.211: Umgreifendes Hängeseisen um Spann- und Kehlbalcken



Abb.212: Eisenbügel am Fußpunkt (unterer Bereich aufgrund fehlender Zugänglichkeit nur vermutet)

Die auffälligsten und eigenwilligsten eisernen Konstruktionselemente des Regensburger Daches sind aber sicher die Zugeisen, die die Stelle der sonst üblichen hölzernen Hängesäulen einnehmen (**Abb.213**). Die eigentlichen Hängeeisen sind rundgeschmiedete Stäbe. Das obere Verbindungselement ist ein Bügel, der aus einem aus mehreren zusammengeschaubten Eisenteilen besteht. Dieser Bügel greift um die Hauptstreben, den Kehlbalcken und den Sparren herum und ist an die Kehlbalcken sowie die Hauptstreben angebolzt. In diesen Bügel ist das Hängeeisen von unten eingefädelt. Mit Hilfe einer großen Quadratmutter kann die genaue Länge und Aufhängekraft des Hängeeisens feinjustiert werden.

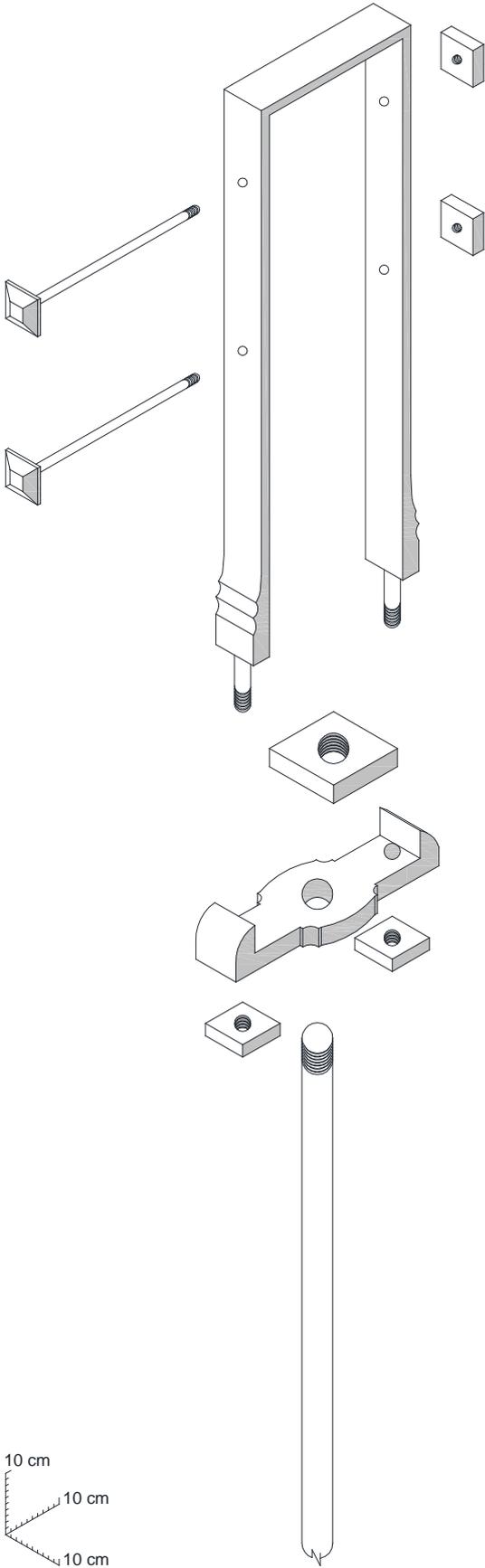


Abb.213: Eiserne Hängesäulen

### Historischer Kontext

Die zimmermannsmäßigen Details des Dachwerks in Regensburg sind keine Neuheit und finden auch schon vor Beginn des 19. Jahrhunderts Anwendung. Gerade die Verbindung der traditionellen Elemente wie der Kehlbalken oder die Andreaskreuze zeigen die gleichen Verbindungsdetails, wie sie in Süddeutschland standardisiert schon vorher ausgeführt worden waren. Diese traditionellen Elemente sind jedoch Teil einer neuen Dachwerksart, die in Süddeutschland auf die Einführung des flachen mediterranen Pfettendachs zurückzuführen ist, das mit Beginn des Klassizismus Einzug gehalten hatte. Somit ergibt sich für die Gesamtkonstruktion eine Mischung aus traditionellem und modernem System.

Als modern zu bezeichnen sind die Eisenteile an den verschiedenen Knotenpunkten. Die Eisenbügel an den Knoten der Fußpunkte gehören zum Standardrepertoire des mediterranen Pfettendachs.<sup>3</sup> Der Grund für die Verwendung dieser Eisenbügel liegt in den flachen Streben des Hängewerks, die in den Zerrbalken lediglich hineinversetzt sind und durch die Eisenbänder zusätzlich gesichert werden<sup>4</sup>. Alternativ zu den Eisenbändern werden im 19. Jahrhundert auch Eisenbolzen angewendet, die durch den Zerrbalken, die Strebe und ggf. den Sparren/Rofen hindurchgesteckt sind<sup>5</sup>. Wir finden Hängewerke mit Streben, die in einen waagerechten Balken hineinversetzt sind, auch in den barocken Dachwerken Süddeutschlands<sup>6</sup>, allerdings bei steilerer Neigung, die keine zusätzliche Sicherung benötigen. Ebenfalls typisch für die italienischen Binder ist die Aufhängung der mittleren Hängesäule mit Eisenbändern. Allerdings finden wir auch bei den barocken Tragwerken in Süddeutschland Eisenbänder an diesem Knotenpunkt. Die Bänder werden dabei an den Hängesäulen seitlich befestigt und u-förmig von unten um den waagerechten Balken herumgeführt. Als Befestigung werden oft Eisenbolzen mit Splinten verwendet<sup>7</sup> sowie auch Eisenbolzen mit Gewinde, auf die eine meist quadratische Mutter geschraubt ist<sup>8</sup>. Die Regensburger Eisenbänder am Fußpunkt der Hängesäule enden in einem Gewinde. Auf diese Gewinde ist eine Eisenplatte gesteckt, die zur gleichmäßigen Lastverteilung plan unter dem Spannriegel liegt. Letztere ist wiederum mit quadratischen Muttern festgeschraubt. Diese Ausführung entspricht einem typischen Verbindungsdetail des 19. Jahrhunderts.<sup>9</sup> Die Eisenplatte wird immer dann verwendet, wenn die Bänder – wie hier in Regensburg – von vorne und hinten an der Hängesäule befestigt sind. Die

---

<sup>3</sup> Von Zabaglia 1743, S. 1 und S. 3 als „staffe“, von Valadier 1831, S. 42 als „staffoni“ bezeichnet („Bügel“).

<sup>4</sup> Ähnliche Eisenbänder wie in Regensburg sind auch in dem Theater von Coburg zu finden, das ebenfalls als Konstruktion nach italienischer Art errichtet wurde.

<sup>5</sup> München Haidhausen, Johann-Baptist (1858).

<sup>6</sup> Holzer/Köck 2008: S. 187, Farbabb. 55, Murnau, Pfarrkirche; S. 190, Farbabb. 61, Berbling, Pfarrkirche.

<sup>7</sup> Holzer/ Köck 2008: S. 161, Farbabb.10, Weyarn, ehemalige Stiftskirche (1687-1693), S. 162, Farbabb. 13, Perlach St. Michael (1728).

<sup>8</sup> Holzer/ Köck 2008: S. 167, Farbabb. 21, Fürstenfeld, ehemalige Klosterkirche (1700-1741); S. 169, Farbabb. 24, Augsburg evangelisch Hl. Kreuz Kirche (1651- 1653).

<sup>9</sup> Ebenfalls zu finden in: Schloss Neuschwanstein (1881), Dachwerk Thronsaal: Aufhängung zangenförmiger Spannriegel; München, St. Ludwig (1841): Aufhängung Kehlbalken.

andere Möglichkeit besteht darin, die Eisen seitlich an der Hängesäule anzubringen, sie durch den waagerechten Balken darunter hindurchzuführen und von unten anzuschrauben<sup>10</sup>. Bei dieser Verbindungsart wird die Kraft durch die Bolzen punktförmig in den Balken eingetragen. Bei beiden Lösungen besteht der Vorteil gegenüber den barocken u-förmigen Eisen aus den geraden Elementen, die nicht durch Biegung geschwächt werden.

Ebenfalls typisch für das gesamte 19. Jahrhundert sind die Eisenklammern im Firstpunkt<sup>11</sup>. Diese u-förmigen Elemente sichern zusätzlich den Knotenpunkt von Hauptstreben und Hängesäule. Der Ursprung dieser Eisenklammern ist in dem Beispiel von Regensburg wohl bei den Bauwerken von Klenze zu suchen. Die durch Romberg veröffentlichte Zeichnung des Marstalls in München<sup>12</sup> von 1817 sowie der Allerheiligen-Hofkirche von 1826 bis 1837 zeigen ebenfalls ein solches Eisen an dem Verbindungspunkt von Strebe und Hängesäule. Alternativ werden die Eisen auch v-förmig ausgeführt, wie es beispielsweise bei Klenzes Nationaltheater<sup>13</sup> von 1823 der Fall ist. Auch hier ist es möglich, den Knotenpunkt durch Eisenbolzen zu sichern, was an dem Beispiel der Kirche Johann-Baptist in München Haidhausen zu finden ist. Bei barocken Dachwerken sind die u- oder v-förmigen Eisenklammern nicht zu finden. Hier sind die Streben entweder in die Hängesäule hineinversetzt oder angeblattet, jedoch ohne ein zusätzliches Verbindungselement.

Die Verwendung eiserner Hängesäulen zählt in Süddeutschland ebenfalls zu den Neuheiten des 19. Jahrhundert<sup>14</sup>. Die spezielle Regensburger Ausführung, dass alle Eisenbauteile aus dem Dachraum heraus nachjustierbar sind, konnte weder in einem anderen Dachwerk noch in der zeitgenössischen Literatur nachgewiesen werden. Ursache dürfte hier wohl die direkt unter den Zerrbalken montierte Stuckdecke gewesen sein. Ohne letztere zu beeinträchtigen ist ein nachträgliches Festziehen der unterschiedlichen Eisenbauteile grundsätzlich möglich. Hierzu gehören auch die eisernen Hängesäulen, die nachgezogen werden können, sollte es zu einer Verformung durch Biegung in den Zerrbalken kommen. Die Verwendung von eisernen Hängesäulen entspricht dem Zeitgeist, Holzelemente und aufwendige zimmermannsmäßige Verbindungen durch vorgefertigte Eisen zu ersetzen. Elementar für diese Entwicklung ist die industrielle Herstellung von genormten Eisenelementen, die jetzt in Serie gefertigt werden konnten. Die ersten real gebauten Beispiele mit

---

<sup>10</sup> Gaimersheim, Mariä Himmelfahrt (1860) : Aufhängung Kehlbalcken; Weißenhorn, Mariä Himmelfahrt (1868): Aufhängung Unterzug.

<sup>11</sup> Ebenfalls zu finden in: Friedberg, St. Jakob (1871-1873), Verbindung von Hängesäule und Streben; München, St. Bonifaz (1835-1850), v-förmiges Eisen zwischen Hängesäule und Hauptstreben; München St. Ursula (1894-1897) in der Entwurfszeichnung von Thiersch, Verbindung von Strebe und Hängesäule; sowie in zahlreichen Traktaten, wie: Wolfram 1844, Fig. 556, Taf. 26; Romberg 1833: Taf. XLIV; Gottgetreu 1882, S. 198, Fig. 269.

<sup>12</sup> Romberg 1833: Tab. X, Fig. 16.

<sup>13</sup> Romberg 1833: Tab. XIV, Fig. 20.

<sup>14</sup> Es gibt ein vereinzelt Beispiel von ausgeführten eisernen Hängesäulen in der Kirche Hl. Kreuz in Augsburg (1651-1653), das jedoch zu den Seltenheiten gehört. Auch in der Literatur des 17. und 18. Jahrhunderts kommen eiserne Hängesäulen so gut wie gar nicht vor. Die einzige bekannte Ausnahme ist in dem Traktat von Casper Walter von 1704 (Fig. 16) dargestellt.

eisernen Hängesäulen wurden in Süddeutschland ab den 1820er Jahren ausgeführt. Aus der nächsten zeitlichen Umgebung des Regensburger Dachwerks sind zu nennen: Klenzes Nationaltheater von 1823<sup>15</sup> und Odeon von 1826 bis 1828<sup>16</sup>, beides in München, sowie das ab 1832 entstandene Dachwerk der Münchner Staatsbibliothek<sup>17</sup> Friedrich Gärtners. Im Nationaltheater befinden sich die eisernen Zugstangen in der Deckenkonstruktion unterhalb des Dachwerks selbst und sind deshalb nur bedingt vergleichbar. Anstatt der einfachen Hängesäule werden hier doppelte Eisenstangen verwendet, die sich hinter und vor dem Binder befinden. Die Anbringung der Eisen ist hier bei weitem nicht so aufwendig wie in Regensburg, allerdings lassen sie sich auch hier per Mutter einstellen. Ebenso bei Klenzes Odeon werden die Hängesäulen mit Muttern befestigt. Die Hängesäulen sind wiederum doppelt ausgeführt, wobei sie hier u-förmig außen um die Strebe herum geführt sind. Nach unten enden die Eisenstangen in einem Gewinde. Vermutlich über eine Eisenplatte, wie bei der mittleren Hängesäule in Regensburg, sind die Zerrbalken aufgehängt. Der Entwurf Gärtners sieht dagegen eine einfache eiserne Hängesäule vor, die durch die einzelnen Elemente eines Binders hindurchgesteckt ist und von oben und unten angeschraubt wird. Eine ähnliche Lösung wählt auch der bayerische Baubeamte Ludwig Wolfram in seinem Lehrbuch<sup>18</sup>, was die Bekanntheit solcher eisernen Hängesäulen in Bayern zu dieser Zeit belegt. Die Lösung in Regensburg verbindet mehrere Vorteile: Die Anordnung einzelner Hängesäulen bei Gärtner führt zu einer konzentrierten Punktlast in den Holzelementen, die als problematisch anzusehen ist. Die doppelten Hängesäulen von Klenze hingegen verbrauchen eine Menge Eisen. Problematisch ist bei beiden die Zugänglichkeit der Muttern. Bei Gärtner liegt sie auf den Streben und unterhalb der Zerrbalken. Ein Feinjustieren ist zwar während des Bauvorganges möglich, später dürfte die Zugänglichkeit aufgrund der Dachschalung und der Deckenverkleidung hingegen eher schwierig gewesen sein. Bei Klenzes Odeon hingegen ist das Eisenband um die obere Strebe herum gebogen, so dass sich lediglich an den unteren Enden Muttern befinden, die aber ebenfalls unterhalb der Zerrbalken liegen und somit vermutlich durch die Deckenverkleidung verdeckt werden. Eine solche Ausführung ist bei Eisenbändern an Holzhängesäulen jedoch durchaus üblich. Die Lösung in Regensburg hingegen besteht zwar auch aus einem Eisenbügel, der um die Hauptstreben herum geführt ist, was jedoch nebst den zusätzlichen Eisenbolzen eine einzelne Punktlast in den Balken verhindert. Die Umwandlung von zwei Eisenbändern zu einer einzelnen Eisenstange spart zudem Material. Zwar befindet sich vermutlich unterhalb der Zerrbalken in Regensburg ebenfalls eine Mutter, mit der die durchgesteckten Zugstangen festgeschraubt werden. Durch die zweite Mutter im

---

<sup>15</sup> Romberg 1833: Tab. XIV, Fig. 20.

<sup>16</sup> Romberg 1833, Zusatztafel IX, Fig. 12.

<sup>17</sup> Holzer/ Voigts/ Säbel 2011, S. 75 (m. Abb.).

<sup>18</sup> Wolfram 1824, Tafel XXII.

oberen zugänglichen Dachraum wird jedoch auch die Zugänglichkeit und Feinjustierung nach Fertigstellung des Dachwerks sichergestellt.

Der Ursprung des Regensburger Daches ist in zweierlei Hinsicht auf italienische Dachwerke zurückzuführen. Einerseits zeigt die Konstruktion, wenn auch kombiniert mit traditionellen Elementen, eine eindeutige Anlehnung an die mediterranen Dachwerke. Gleichzeitig sind aber auch die eisernen Zugstangen prinzipiell bei vorausgegangenen italienischen Systemen zu suchen. Bei den traditionellen Dachwerken in Italien sind die eisernen Hängesäulen eigentlich unüblich. Wohl zum ersten Mal werden sie ausgeführt am Dachwerk des Teatro Argentina (**Abb.214**) in Rom (1731);<sup>19</sup> sein Erbauer Nicola Zabaglia, Meister der Bauhütte des Petersdoms, transformierte bei dieser Gelegenheit das herkömmliche italienische Pfettendach in einen frühen Vorläufer der „Holz-Eisen-Konstruktionen“ des 19. Jahrhunderts. Sie stammen aus dem Kontext des Baus weitgespannter Theaterdächer und tauchen ausschließlich dort auf. Eine maßgenaue Bauaufnahme dieses Dachwerks publiziert der französische Architekt Gabriel-Martin Dumont schon 1768. Die Konstruktion wird außerdem 1805 – mit wenigen Veränderungen in der Detailausbildung – in einem Holzbau-Kupferstichwerk von Jean-Charles Krafft veröffentlicht, zusammen mit dem von Dumont nicht abgebildeten, 1733 erbauten Dachbinder des Teatro Tordinona in Rom, welcher direkt von Zabaglias Teatro Argentina inspiriert erscheint.<sup>20</sup> Anders als die vorgestellten Beispiele der deutschen Konstruktionen der 20er Jahre, werden im Theater Argentina die Eisenstangen mit Keilen befestigt, die durch eine Öse hindurchgeführt sind.

---

<sup>19</sup> Zur Baugeschichte des Theaters und insbesondere der Dachkonstruktion sowie zum Ersatz dieser bedeutenden Binder durch Stahlbeton in den frühen 1970er Jahren siehe Tirincanti 1971, bes. S. 32–34 und 127–128. Zabaglia, Meister der Reverenda Fabbrica di S. Pietro im Vatikan, war ein bedeutender Baupraktiker, der sich vor allem durch die Entwicklung von Hebezeugen und Gerüsten einen Namen machte und dessen Leistungen durch das prachtvollste Stichwerk Zabaglia 1743 gewürdigt wurden. Dieses Werk enthält den Dachbinder des Teatro Argentina jedoch nicht, wohl deshalb, weil er außerhalb Zabaglias Tätigkeit für die päpstliche Fabbrica entstanden war.

<sup>20</sup> Krafft 1805, Teil 1, Tafel XI. Das Krafftsche Werk von 1805 wurde 1820 ein zweites Mal aufgelegt. Baudatum des Teatro Tordinona nach Tirincanti 1971, S. 30.

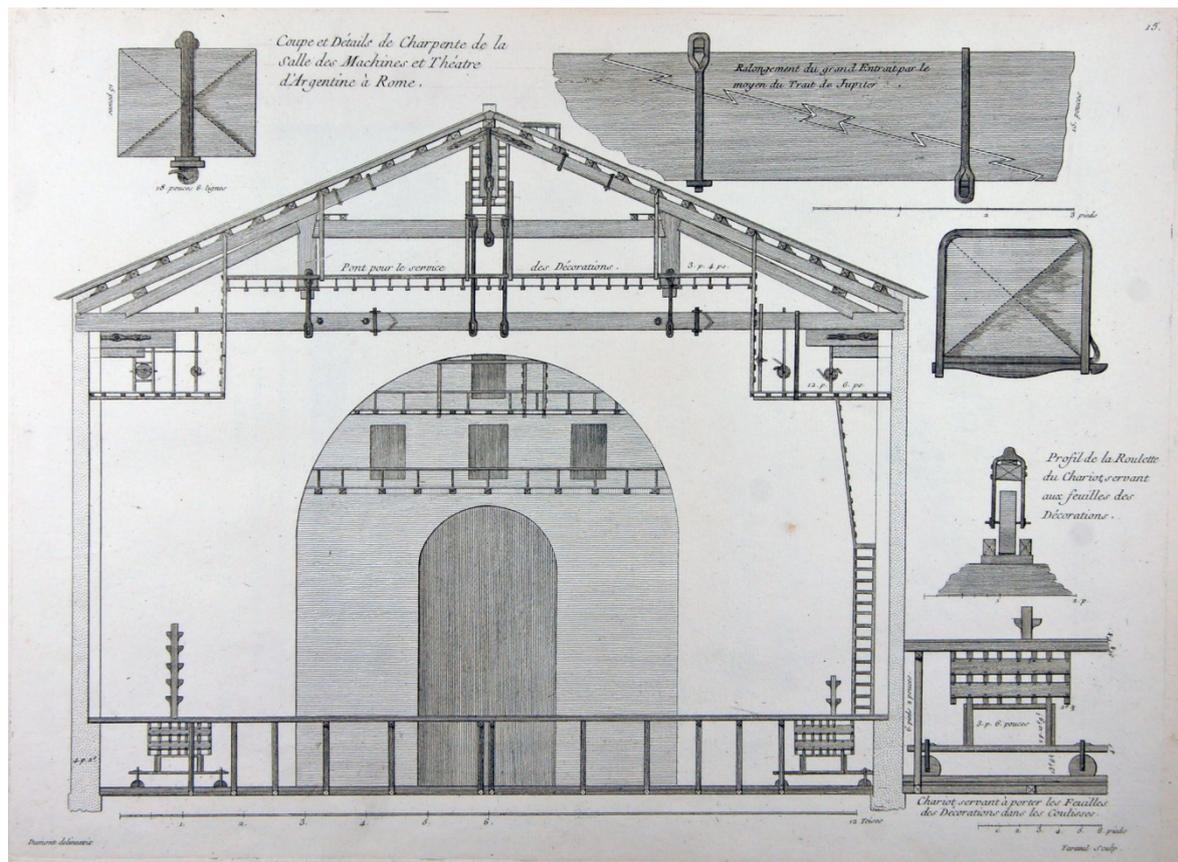


Abb.214: Theater Argentina<sup>21</sup>

In Italien findet diese Konstruktion mit eisernen Zugstangen dann offenbar jedoch keine weitere Nachfolge mehr. Anders hingegen in Frankreich: Italianisierende Pfettendachbinder mit eisernen Hängesäulen weisen fast alle Theaterbauten in Paris zwischen 1770 und 1821 auf: Die Opéra im Palais Royal (1770, abgebrannt 1781),<sup>22</sup> das Odéon (1782, abgebrannt 1799),<sup>23</sup> das wiederaufgebaute Odéon (1807, abgebrannt 1822, Abb. 7),<sup>24</sup> die Salle Provisoire de l'Opéra (auch Opéra le Peletier genannt, 1821)<sup>25</sup> sowie das Opernhaus von Lille (1821 wiederaufgebaut nach Brand, 1903 abgebrannt).<sup>26</sup> In den weiteren Umkreis gehören auch noch die Oper von Versailles (1769, erhalten, Eisen jedoch modern ausgewechselt)<sup>27</sup> und das Theater der Élèves de l'Opéra (1777, zerstört),<sup>28</sup> die zwar keine italienischen Binder, aber durchwegs auffällige eiserne Hängesäulen aufweisen. Bei nahezu allen Beispielen bestehen die Zugstangen aus doppelten Eisenbändern, die vermutlich mit runden Bolzen befestigt sind. Einzige Ausnahme bildet die Salle Provisoire de l'Opéra, bei der die

<sup>21</sup> Dumont 1768, Tafeln 13, 14, 15.

<sup>22</sup> Krafft 1805, Bd. II, Tafel 56.

<sup>23</sup> Krafft 1805, Bd. II, Tafel 58.

<sup>24</sup> Krafft 1819–22, Bd. VI, Tafel 9.

<sup>25</sup> Krafft 1819–22, Bd. VI, Tafel 20.

<sup>26</sup> Krafft 1819–22, Bd. VI, Tafel 23.

<sup>27</sup> Krafft 1805, Bd. II, Tafel 58. Auch in Dumont 1768, ohne Nr. und weniger detailliert als bei Krafft.

<sup>28</sup> Krafft 1819–22, Bd. VI, Tafel 13.

doppelten Eisenstangen sowohl von oben als auch unten mittels waagerechter Platten mit quadratischen Muttern befestigt sind.

In Deutschland werden die italienisch-französischen Theaterdachkonstruktionen vermutlich vor allem durch die beiden, 1805 und 1819 bis 1822 erschienenen Traktate, des aus Vorarlberg stammenden Wahlfranzosen Krafft bekannt. Sicherlich kannte man auch das dreisprachig abgefasste Krafft'sche Werk in München und Berlin. Jedenfalls kopierten Schinkel und Beuth Konstruktionen daraus in die ab 1827 in der preußischen Bauverwaltung verwendeten „Vorlegeblätter für Zimmerleute“<sup>29</sup>. Auch von Jean-Baptiste Rondelet wird die Zeichnung des Theaters Argentina 1810 in dem Holzbau-Band seines auch in Deutschland verbreiteten Lehrbuches abgebildet<sup>30</sup>. Anders als Krafft scheint er sich hier bei der Detailausbildung eher an Dumont zu orientieren, wohingegen in seiner deutschen Fassung von 1833 der Fußpunkt eher an Krafft erinnert. Auffällig ist, dass sowohl bei Krafft als auch bei Rondelet in der Zeichnung im Gegensatz zu Dumont mehr Eisen hinzugefügt wird. Dies dürfte wohl auf den allgemeinen technischen Stand zur Zeit der Veröffentlichung zurückzuführen sein.

Bei der Untersuchung realer Bauwerke konnten nur wenige Beispiele gefunden werden, bei denen die einzelnen Hängesäulen durch Eisen ersetzt sind. Bei einem der wenigen Bohlendächer in Bayern, einem Dachwerk von 1824 des Schlosses Neuburg an der Donau, ist die mittige Hängesäule mit einer Eisenstange ausgeführt, die einen Überzug aufhängt. Ein anderes Beispiel ist ein Dachwerk des späten 19. Jahrhunderts der Georgskirche in Osterwarngau. Hier handelt es sich um einen klassischen liegenden Stuhl, bei dem die Zerrbalken an den Drittelpunkten an der Kehlbalke aufgehängt sind. Die runden Stangen sind von oben und unten mit Muttern befestigt. Die Eisenstangen dienen hier also als zusätzliche Ertüchtigung eines Binders, sind aber nicht Teil des Konstruktionsprinzips des liegenden Stuhls. Zwei Entwürfe von Eisenbahngebäuden, die bei den Recherchen im Archiv der Deutschen Bahn in Nürnberg untersucht wurden, zeigen ebenfalls eiserne Zugstangen, die die Zerrbalken aufhängen. Sowohl bei dem Lokschuppen in Bayerisch Eisenstein von 1847 als auch in einer Güterhalle in Aschaffenburg von 1864 sind bei einem Pfettendach eiserne Zugstangen angebracht.

Im weiteren Verlauf des 19. Jahrhunderts etablierten sich die eisernen Zugstangen, wobei die Ausführung der Elemente sehr unterschiedlich sein kann. Teilweise ersetzen die Eisenstangen nur einen Teil des Holzbalkens<sup>31</sup> oder sie gehören zu einer Holzisenkonstruktion, bei der gleich mehrere Holzelemente durch Eisen ersetzt werden. Ab den 30er Jahren sind zudem vermehrt Eisenschuhe zu

---

<sup>29</sup> Vorlegeblätter 1834 (erste öffentliche Ausgabe; für den Dienstgebrauch jedoch bereits 1827 erschienen). Dort: Blatt XI nach Krafft 1819–22, Bd. IV Taf. 12; Blatt XIII nach Krafft 1819–22, Bd. V Taf. 8 und 15; Blatt XIV nach Krafft 1819–22, Bd. V Taf. 25. Diese Beispiele direkter Übernahmen, die nicht mittelbar erfolgt sein können, weil die Abbildungen nirgendwo sonst in der zeitgleichen Literatur auftauchen, sind Beweise für direkte Kenntnis der Quelle. Vermutlich kauften Schinkel und Beuth das Krafftsche Werk auf ihrer Paris-Reise 1826.

<sup>30</sup> Rondelet 1810, S. 219 und Tafel 114. Ab 1833 erschien eine deutsche Übersetzung des auch vorher schon viel beachteten und zitierten Werks.

<sup>31</sup> Vgl. Kapitel 11) Reithalle in Aarau, S.199.

finden, die sowohl die Eisenstangen befestigen als auch zimmerhandwerkliche Verbindungen ersetzen. Mit den Dachwerken der Ludwigskirche in München, der Einsteighalle des alten Hofer Bahnhofes und der Reithalle in Aarau, die ebenfalls für diese Arbeit detailliert untersucht wurden, hat sich ein Überblick über verschiedene Ausführungen der Holzeisenkonstruktionen des 19. Jahrhunderts ergeben.

## 12) Abbundsysteme des 19. Jahrhunderts

Abbundzeichen dienen der Zuordnung einzelner Elemente an einen bestimmten Platz innerhalb eines Dachwerks. Aufgrund häufig beengter Platzverhältnisse auf der Baustelle werden bei zimmerhandwerklichen Dachwerken die einzelnen Elemente eines jeden Binders vor dem Aufstellen vorgefertigt. Diese Vorfertigung wurde bei historischen Dachgebinden auf einem sogenannten Abbundplatz ausgeführt, der teilweise außerhalb einer Ortschaft oder Stadt lag. Die einzelnen Knotenpunkte eines Binders wurden vorab ausgearbeitet und der Binder „auf Probe“ zusammengesetzt. Da jede einzelne von Hand ausgeführte Verbindung eines Knotenpunktes passgenau ausgeführt werden musste, war es wichtig diese zu kennzeichnen, um sie auf der Baustelle erneut richtig zusammen setzen zu können. Auf diese Weise wurden die einzelnen Elemente eines Binders vor Ort zügig an der vorgesehenen Stelle aufgestellt. Die Anbringung der Abbundzeichen erfolgte auf der dem Zimmerer zugewandten Seite am Abbundplatz. In einigen Fällen wurden die Abbundzeichen auch auf der Oberseite eines Bauteils angebracht. Im 19. Jahrhundert versah man in der Regel alle Teile eines Binders grundsätzlich mit dem gleichen Abbundzeichen (Wert), wobei teilweise zusätzlich nach der Traufseite unterschieden wurde. In diesem Fall erhielt das Abbundzeichen eines Binders auf der jeweiligen Traufseite eine Zusatzmarkierung. Außerdem konnten Zusatzmarken zur Unterscheidung der Stockwerke eingearbeitet sein. In Längsrichtung wurden die Binder sowie die Bauteile dazwischen ebenfalls gezählt. Die Zählung erfolgte gespärre- oder binderweise. Dass es sich um Bauteile der Längsrichtung handelt, ist meist an einer Zusatzmarkierung erkennbar. Die Abbundzeichen ermöglichen heute, die einzelnen Elemente einer Bauphase zuordnen und in nachträglich eingefügte Bauteile zu unterscheiden. Einige wenige Beispiele der Markierungen lassen Rückschlüsse auf die Datierung zu.

### Untersuchte Abbundsysteme

Für diese Arbeit wurde neben dem Quer- und dem Längsschnitt zumeist ebenso eine Abbundkartierung vorgenommen. Diese dient der Dokumentation und der Darstellung der Einheitlichkeit eines gesamten Dachwerks. Zusätzlich konnten bauzeitlich relevante Bauinschriften kartiert werden; moderne Inschriften indes wurden nicht erfasst. Innerhalb des Katalogteils sind die aufgezeichneten Abbundsysteme zu dem jeweiligen Dachwerk dargestellt. Aus dem Quer- bzw. Längsschnitt geht hervor, an welchen Bauteilen sich die Abbundzeichen im Einzelnen befinden. Jeweils ein Abbundzeichen wurde als Beispiel photographisch dargestellt.

Die Auswertung der untersuchten Dachwerke des 19. Jahrhunderts hinsichtlich der Abbundzeichen ergibt grundsätzlich eine starke Orientierung an den traditionellen Abbundformen der vorherigen Jahrhunderte. Die Wahl des Abbundzeichens hing dabei vom Zimmerer und seinem Werkzeug ab. Ein Großteil der Abbundmarkierungen erfolgte durch die Anbringung römischer Ziffern, deren einzelner

Wert additiv zusammengezählt wurde. Dieses System gleicht dem römischen Zählsystem, wobei die Zahl 4 durch vier aneinandergereihte Striche sowie die Zahl 9 durch das „V“ und vier folgende Striche dargestellt werden. Diese Änderung gegenüber dem römischen System sorgte einer Verwechslung der römischen Zahlen VI, IV, IX und XI vor, welche bei Bauteilen eines Dachwerks leicht entstehen kann. Wie die unten dargestellte Tabelle (**Abb.216**) zeigt, wurde diese Zählweise im gesamten Jahrhundert angewendet. Hintergrund war hier sicherlich die traditionelle Bekanntheit dieser Abbundform unter den Zimmererleuten, die Verfügbarkeit des Werkzeuges und die Langlebigkeit/Dauerhaftigkeit solcher Abbundmarken. Die Unterscheidung nach Traufseite fand in vielen Fällen mittels eines schrägen Beistrichs oder eines kleinen Fähnchens statt. In den meisten Fällen zeigte die Abzählung in Längsrichtung ebenfalls eine Zählweise mit Kerben (**Abb.217**). Einige Beispiele weisen ferner die Zählweise der additiv zusammengefügtten Fähnchen, die an einer Kerbe – einem Grundhieb – aufgereiht wurden. Die Abgrenzung der Traufseiten voneinander erfolgte bei dieser Form wie am Beispiel in Aarau, indem auf der einen Seite die Fähnchen an einer einzelnen Kerbe verteilt liegen, wohingegen sie auf der anderen Seite an zwei Kerben aufgereiht sind. Die Abbundzeichen in Längsrichtung sind hingegen als einfache Kerben gefertigt.

Für die Ausführung einer Kerbe wurden in der Regel Stoßwerkzeuge, wie das Beil, die Stoßaxt oder das Stemmeisen verwendet.<sup>1</sup> Entweder wurde eine Kerbe durch zwei abgewinkelte Schläge erzeugt<sup>2</sup> oder es wurde ein gerader Grundhieb mit seitlich angrenzendem schrägen Schlag ausgeführt. Beides konnte auch mit dem Stemmeisen gefertigt werden. Bei den untersuchten Beispielen finden sich auch Kerben, die durch eine schmale rechteckige Form gekennzeichnet sind. Diese Kerben wurden vermutlich mit schmalen Stemmeisen (5mm) angefertigt. Die Fähnchen oder dreieckigen Ausstiche wurden mit dem Stemmeisen hergestellt.<sup>3</sup> Seit dem späten 19. Jahrhundert setzte man auch Werkzeuge ein, mit denen die römischen Ziffern durch vorgefertigte Eisenformen eingestanz bzw. eingeschlagen werden konnten.

Ein seltenes Beispiel stellt die Orangerie in Weyhern (Lkr. Fürstfeldbruck) von 1835 dar. Während die Elemente der nördlichen Traufseite sowie der beiden Giebelseiten hier mit arabischen Ziffern versehen sind, erfolgt die Zählung auf der südlichen Traufseite durch die oben beschriebenen römischen Ziffern; zudem sind arabische Ziffern in Röteln vorzufinden. Dabei ist der Wert der Abbundzeichen innerhalb eines Binders in Querrichtung immer gleich. Grundsätzlich wurde in diesem Dachwerk also die Zählweise mit arabischen Ziffern verwendet. Zur Unterscheidung der Traufseiten wurde auf einer Seite jedoch das römische Zählverfahren angewandt. Die Verwendung von Rötelnmarken ist häufig in Barockdachwerken zu finden. Teilweise kamen hier ebenfalls römische Ziffern oder auch kleine einfache Bilder oder Muster zur Anwendung, die um einen Knotenpunkt einer

---

<sup>1</sup> Eißing 2009: S. 82.

<sup>2</sup> Ebd.: S. 83.

<sup>3</sup> Ebd.: S. 83.

Bauteilgruppe herum angeordnet wurden. Rötelfarbe wurde aber auch für Inschriften oder das Aufreißen einer Dachkonstruktion genutzt.

Im Dachwerk der St. Ägidius Kirche in Bergen im Chiemgau, die in der Zeit von 1863 bis 1866 errichtet wurde, sind per Hand in schwarzer Farbe geschriebene lateinische Buchstaben zu finden, wobei die Traufseiten durch die Groß- und Kleinschreibung des jeweiligen Buchstabens unterschieden werden. Die Buchstaben sind nur in den Bindergespärren angebracht; in den Leergespärren sind dahingegen wieder römische Ziffern aus Kerben zu finden.

Eine Mischung aus arabischen Zahlen und lateinischen Buchstaben ist im Dachwerk der Kirche Maria Himmelfahrt in Partenkirchen von 1868 bis 1871 zu finden. Die Abbundzeichen sind hier jedoch mit Schablone oder Stempel und schwarzer Farbe ausgeführt worden. Die Elemente der einzelnen Binder sind in Längsrichtung des Gebäudes mit Buchstaben und in Querrichtung mit Zahlen versehen.

In der Kirche St. Peter und Paul in Olching von 1899 sind die Zahlen mit schwarzer Farbe gestempelt. Die Traufseiten werden hier in West und Ost unterteilt, indem die Elemente eines Binders mit einem „W“ und auf der anderen Seite zusätzlich mit einem „O“ gekennzeichnet sind. In dem Dachwerk der Kirche St. Jakobus in Antholing von 1908 bis 1911 sind die Zahlen in schwarz und in rot gestempelt.

Ab der Mitte des Jahrhunderts tauchten vermehrt gestanzte Zahlen auf. Im Dachwerk des Thronsaals von Schloss Neuschwanstein von 1869 bis 1880 sind die Abbundzeichen wenige Millimeter in das Holz hineingestanzt und zusätzlich mit Rötel ausgefüllt; ebenso in der Kirche St. Anna von 1887 bis 1892 im Lehel in München. Auch im Dachwerk der Kirche St. Ursula von 1893 bis 1896 sowie der Kirche St. Paul von 1892 bis 1903 in München wurden gestanzte Zahlen als Abbundzeichen verwendet, die hier mit schwarzer Farbe ausgefüllt sind. Zur Unterscheidung der Traufseiten sind auf einer Seite zusätzliche Beistriche neben der Zahl eingestanzt. Die Herstellung gestanzter Abbundmarken erfolgte durch die Verwendung von Schlagbuchstaben. In der dargestellten Abbildung (**Abb.215**) sind die Buchstaben an einem eisernen Ring angebracht, der an einem Griff befestigt ist. Das Einschlagen der Buchstaben konnte direkt ohne Zusatzwerkzeug erfolgen. Je nach Bedarf wurden die Buchstaben vorab in schwarze oder rote Farbe getaucht. Die Ringe konnten mit unterschiedlichen Symbolen, wie beispielsweise auch den römischen Ziffern, versehen werden und waren austauschbar.



Abb.215: Schlagbuchstaben

Allgemein ist festzustellen, dass sowohl die gestanzten als auch die gestempelten Zahlen oder Buchstaben mit der Modernität der Herstellung eines Dachwerks in Verbindung zu sehen sind: Die hier genannten Münchner Beispiele, das Dachwerk in Schloss Neuschwanstein sowie die Kirchen in Olching und Antholing wurden alle mit gesägten Hölzern ausgeführt. Selbst in Partenkirchen sind zumindest partiell gesägte Hölzer vorzufinden. Gleichwohl zeigen auch spät ausgeführte Dachwerke, wie die Kirche in Ehekirchen von 1895 sowie die Erweiterung der Reithalle in Aarau von 1904 traditionelle Abbundzeichen, bestehend aus Kerben in römischer Zählweise, jedoch unter der Verwendung gehobelter Balken. Es ist nicht verwunderlich, dass die modernen Beispiele in einer Großstadt wie München gehäuft vorkommen; man kann annehmen, dass die dortigen Zimmerleute allein durch das höhere Bauaufkommen in der Stadt ihren ländlichen Kollegen gegenüber moderner eingestellt waren. Ferner ist anzumerken, dass die vorgefundenen gestanzten Marken auf gesägtem Untergrund weitaus schlechter zu entziffern und weniger haltbar sind als die tiefen Kerben.

Bei einzelnen Dächern, wie beispielsweise dem Dachwerk über dem Spiegelsaal des Theaters in Coburg von 1840, sind auch Eisenbauteile mit Abbundzeichen versehen. Hier wird ein Teil der Eisenbänder der mittleren Hängesäule binderweise durch kleine Punkte gezählt – allerdings ergeben diese Punkte kein stimmiges Zählsystem.

12) Abbundsysteme des 19. Jahrhunderts

Querrichtung	Kerben additiv, römische Zählweise	Fähnchen additiv	Buchstaben, gestempelt/ gestanzt	Buchstaben, geschrieben	Arabische Zahlen, gestempelt/ gestanzt	Arabische Zahlen, geschrieben
1800						
1810						
1820						
1830						
1840						
1850						
1860						
1870						
1880						
1890						
1900						

Abb.216: Verwendete Abbundmarken der untersuchten Beispiele des 19. Jahrhunderts in Querrichtung

Längsrichtung	Kerben additiv, römische Zählweise	Fähnchen additiv	Buchstaben, gestempelt/ gestanzt	Buchstaben, geschrieben	Arabische Zahlen, gestempelt/ gestanzt	Arabische Zahlen, geschrieben
1800						
1810						
1820						
1830						
1840						
1850						
1860						
1870						
1880						
1890						
1900						

Abb.217: Verwendete Abbundmarken der untersuchten Beispiele des 19. Jahrhunderts in Längsrichtung

### **13) Zusammenfassung**

Die intensive Untersuchung der Dachwerke des 19. Jahrhunderts hat eine facettenreiche Vielfalt zimmerhandwerklicher Konstruktionen ergeben, die völlig zu Unrecht neben den als innovativ geltenden und neu entstandenen Ingenieursleitungen dieser Zeit zurückstehen – unklar vor allem vor dem Hintergrund, dass die Dachwerke des 19. Jahrhunderts die eigentliche Grundlage der Dachwerkskonstruktionen bis zur Entstehung rein wissenschaftlich durchdachter Konstruktionen bilden. Es hat sich gezeigt, dass es hauptsächlich die Kirchendachwerke sind, anhand derer sich der reale Baubestand ablesen lässt. Kirchenbauwerke sind nicht nur in großer Zahl im 19. Jahrhunderts errichtet worden, sie waren, vornehmlich die zahlreichen Dorfkirchen, von geringeren Kriegszerstörungen betroffen, als innerstädtische Gebäude oder Industrie- und Bahnhofsgebäude. Die Dachwerkslandschaft der Kirchen im Münchener Raum ist mittels zeitgenössischer Literatur gut dokumentiert, anhand derer, trotz der Zerstörungen, die urbane Konstruktionswelt beleuchtet werden konnte. Ebenso konnte bezüglich der Theaterdachwerke und der Bahnhofsgebäude ein vollständiges Bild anhand der Fachliteratur sowie der Archivalienforschung gepaart mit noch erhaltenen Bauwerken erstellt werden. Insgesamt hat sich eine weitaus besser erhaltene Dachwerkswelt dargestellt, als ursprünglich erwartet.

Leider ist dieser Bestand infolge der Unwissenheit hinsichtlich seiner Bedeutung und Vielfalt durch Abbrüche und fehlerhafte Ertüchtigungen stark gefährdet – eine Feststellung die sich vielfach während der Objektuntersuchungen vor Ort gezeigt hat.

Die wichtigsten Konstruktionsarten sind in dieser Arbeit wie folgt gegliedert: Mit einem großen Anteil sind die traditionellen Systeme, zu denen der liegende und der stehende Stuhl zählen, einführend dargestellt. Der liegende Stuhl wurde trotz der seinerzeit aufkommenden Kritik sowohl in seiner ursprünglichen als auch in einer modernisierten erweiterten Form errichtet. Insbesondere unter besonderen Bedingungen, wie bei einem sehr großen oder einem offenen Dachwerk, wurde diese Stuhlkonstruktion weiterhin gerne verwendet. Selbst bei sehr flacher Dachneigung, obwohl augenscheinlich völlig ungeeignet, wurde er im frühen 19. Jahrhundert noch angewandt. Die Hauptkritikpunkte an dem System des liegenden Stuhls waren der hohe Holzverbrauch und Arbeitsaufwand sowie die schwierigen Reparaturbedingungen im Fußpunktbereich; alles vor dem Hintergrund der damaligen stark zunehmenden Bautätigkeit elementar wichtige Punkte. Der stehende Stuhl hingegen entwickelte sich in Verbindung mit einem Hängesprengwerk zu einer Standardkonstruktion, die vermehrt bei flacheren Dächern Verwendung fand.

Insgesamt zeigten sich bei den Verbindungstechniken zahlreiche traditionelle Zimmermannsverbindungen. Auch die Abbundformen, ebenso wie die Art der Bearbeitung des Holzes wurden aus frühe-

ren Zeiten übernommen. Während die Balken in der ersten Hälfte des Jahrhundert hauptsächlich bebeit wurden, finden sich mit dem Dachwerk der Kirche Maria Himmelfahrt in Partenkirchen von 1868 die ersten allseitig gesägten Balken innerhalb der untersuchten Objekte. Die Bearbeitung der Balken mittels einer Säge setzte sich von da an systemübergreifend und flächendeckend durch. Etwa zur gleichen Zeit kamen erste gestanzte, römische Ziffern als Abbundmarken gegenüber der sonst meist üblichen römischen Ziffern in Form von Kerben zur Anwendung. Ferner ist seit den 60er Jahren die Einführung von sechskantigen Muttern bei Schraubverbindungen zu beobachten, die zuvor hauptsächlich viereckig ausgeführt wurden.

Die wichtigste Rolle innerhalb der Konstruktionsarten spielt aber der flächendeckende Einzug des Pfettendachs. Dieses ist meist mit einem Hängesprengwerk verbunden. Die untersuchten Dachwerke sowie das recherchierte Planmaterial zeigen dabei eine Vielzahl unterschiedlicher Variationen, die unabhängig von der Dachneigung und dem Gebäudetypus eingesetzt wurden. Ursprung dieser Entwicklung scheint das italienische Pfettendach gewesen zu sein, welches in der zeitgenössischen Fachliteratur allgegenwärtig ist. Ausgangspunkt dieser Entwicklung war die Notwendigkeit einer geeigneten Konstruktion, die sich für architekturensprachlich gewünschte flache Dachneigungen sowie teils große Spannweiten eignete. Für die traditionellen Systeme war dieser Anspruch oft nicht zufriedenstellend erreichbar. Am Gebäudetyp des Theaters lässt sich über verschiedene Publikationen der Transfer des italienischen Pfettendachs über Frankreich nach Deutschland herleiten. Allerdings sind Dachwerke nach original italienischer Machart eher selten zu finden. Vielmehr ergaben sich Konstruktionen, die Teile, wie beispielsweise spezielle Verbindungstechniken, aufgreifen und eine Mischung aus internationalen sowie modernen und traditionellen Systemen zeigen. So können bei einem Sparrendach mit stehendem Stuhl und Hängesprengwerk die für italienische Dächer typischen Eisenbänder am Verbindungspunkt der Streben mit dem Zerrbalken eingesetzt sein. Gleichmaßen hielten die Pfetten Einzug in die Sparrendächer, was eine genaue Einteilung in Sparren- und Pfettendächer erschwerte. Einer der größten Unterschiede zu den italienischen Vorbildern besteht sicher in der in Deutschland meist vorhandenen Längsaussteifung.

Spezielle Systeme wie das Bogenbohlendach, das eine Zeitlang große Verbreitung in Preußen fand, sind in Bayern mit wenigen ausgeführten Beispielen eher selten anzutreffen. Auch konstruktiv durchdachte Ideen wie beispielsweise das von Georg Moller in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts stark umworbene und weiterentwickelte Dreieckssystem fand in Bayern nur in Teilen seine Anwendung. Allerdings sind die am Ende des Jahrhunderts gerade im ländlichen Bauwesen angewendeten Pfetten auf Sprengstreben in Verbindung mit einem Kniestock aus diesem System hervorgegangen. Die zunehmende Ausbildung eines Kniestocks ist ab den 1820er Jahren dabei allgegenwärtig.

Die wichtigsten Entwicklungen zeigen sich aber im Detail: Dazu zählt in erster Linie die Verwendung von Zangenelementen mit optimierten Holzdimensionen. Diese meist aus Halbhölzern hergestellten Elemente umklammern die Bestandteile eines Binders in Längs- und Querrichtung und sind mit diesen überkämmt und verschraubt. Dadurch ergibt sich ein fester Knotenpunkt, der nur im geringen Maße die Holzquerschnitte beeinträchtigt und zudem einfach herzustellen war. Der Vorteil der Zangen war außerdem, dass sie nahezu überall an einem Binder angesetzt werden konnten, was wiederum zur Bildung mehrerer unverschieblicher Dreiecke führte. Diese stabilisierten die Konstruktion und machten das Knotensystem Mollers beispielsweise erst möglich.

Ein weiterer elementarer Bestandteil der untersuchten Dachwerke stellt die Verwendung von Eisen bei den Verbindungstechniken dar. Hier sind in erster Linie die Schraubbolzen zu nennen, die in zahlreichen Verbindungspunkten vorkommen. Die durch einen Knotenpunkt hindurchgesteckten Bolzen wurden meist durch Vierkantmutter, später auch durch Sechskantmutter, festgeschraubt. Dadurch ist ein Nachjustieren eines Knotenpunktes möglich, was ebenfalls zu den wichtigen Neuerungen des 19. Jahrhunderts gehört. Nachjustierbare Verbindungstechniken durch Schraubverbindungen finden sich in vielfältiger Art im gesamten Dachwerk. Die vielfach verwendeten Eisenbänder, die an der Hängesäule eines Hängewerks oder auch an den Fußpunkten eines Dachwerks angebracht sind, enden meist in einer Gewindestange, die ein Anschrauben mit Schraubmutter erlaubt. Die Eisenverbindungen der in dieser Arbeit behandelten Fallbeispiele gehören zwar eher zu den Seltenheiten im Baubestand, allerdings passen sowohl die Spannschlösser als auch die eiserenen Hängesäulen und die Gusseisenschuhe in das Bild des im Wandel begriffenen Holzbaus des 19. Jahrhunderts.

Ein immer wiederkehrendes Detail sind hingegen die Fünfeckschwellen<sup>1</sup> und die Fünfeckpfetten, die in ihrer Form stark an die Fünfeckschwelle des liegenden Stuhls erinnern.

Es ist letztlich kaum mehr festzustellen, was zu den neuen Entwicklungen innerhalb der Dachwerke geführt hat. Zum einen lässt sich durch das große Angebot an nationaler und internationaler Fachliteratur über Dachwerke erkennen, dass den Konstruktionen mehr Aufmerksamkeit zukam als noch in den Jahrhunderten zuvor. Gleichzeitig befand sich das gesamte Zimmererhandwerk im Umbruch: Vielfach waren nicht mehr die Zimmerer, sondern die Architekten oder Ingenieure für die Planung einer Konstruktion verantwortlich. Die Notwendigkeit Holz einzusparen, um den hohen Baubedarf abdecken zu können, trug sicher ebenfalls ihren Teil zur Weiterentwicklung bei. Gleichzeitig waren in der Architekturausbildung Studienreisen ins Ausland nahezu obligatorisch, die das theoretische Fachwissen der Architekten anhand der Besichtigung internationaler Konstruktionen zusätzlich erweiterten. Allerdings mussten für die neuen Bauaufgaben erst andere Lösungen gefunden werden,

---

<sup>1</sup> Die sogenannte Sicherheitsschwelle am Fußpunkt eines Binders.

weshalb die Konstruktionen in Bayern lange Zeit durch das gerade hierzulande stark verwurzelte Zimmererhandwerk geprägt blieb. Schlussendlich schaffte diese experimentierfreudige Zeit die Grundlage der im späten 19. Jahrhundert entwickelten Standardsysteme; ferner ist sie als Anfang zahlreicher heutiger moderner Techniken anzusehen.

#### **14) Ausblick**

Diese Arbeit ist als Grundlage zum Wissen über Dachwerke des 19. Jahrhunderts in Bayern zu verstehen und gewährt diesbezüglich Einblick in die zeitgenössische Fachliteratur. Allerdings hat sich auch gezeigt, dass das weite Feld des Holzbaus in dieser Zeit in regional differenzierte Entwicklungsstränge gegliedert ist. Um einen Gesamtüberblick über die Dachwerke in Deutschland zu erhalten, werden weitere Bestandsuntersuchungen notwendig sein. Hier sind gerade die Region um Berlin sowie der badische und hessische Raum interessant, da es analog für diese Regionen zahlreiche Fachpublikationen gibt. Diese können mit dem realen Baubestand abgeglichen und mit dem dokumentierten Zeitgeist in Verbindung gesetzt werden. Um zusätzlich den internationalen und historischen Kontext der unterschiedlichen Entwicklungsstränge nachvollziehen zu können, ist es ratsam, das Untersuchungsfeld auf französische Dachwerke hin zu erweitern, deren Transfer nach Deutschland zumindest durch verschiedene Publikationen in dieser Arbeit belegt ist. Die weiteren Untersuchungen müssen außerdem mit einer detaillierten Bearbeitung der gesamten zeitgenössischen Literatur einhergehen. Diese konnte aufgrund ihres enormen Umfangs für die vorliegende Arbeit nur partiell in Bezug auf den vorgefundenen Baubestand untersucht werden. Die große Anzahl der Publikationen mit den zahlreich darin enthaltenen Konstruktionen bietet insgesamt ein ganz eigenes Untersuchungsfeld. Erst nach der Bearbeitung dieser Aufgabenfelder – die Untersuchung der Fachliteratur sowie die Dokumentation weiterer regional differenzierter realer Objekte – kann ein abschließender Überblick über die Dachwerkslandschaft des 19. Jahrhunderts gegeben werden.

## **XV. Quellen-und Literaturverzeichnis**

### **XV.I Archivalien**

- Archiv/Dokumentationsstelle des DB Museum in Nürnberg, Lessingstraße 6
- Digitale Bibliothek der Princeton University: <http://publ.princeton.edu/search.php>
- Digitale Bibliothek der Universität Heidelberg: <http://architekturmuseum.ub.tu-berlin.de>
- Digitale Bibliothek der Universität Heidelberg: <http://www.ub.uni-heidelberg.de>
- Digitale Sammlung der Bayerischen Staatsbibliothek: <http://www.muenchener-digitalisierungszentrum.de>
- Elektronische Datenbank des Archivs des Architekturmuseums der Technischen Universität in München: <https://mediatum.ub.tum.de>
- Neue Deutsche Biographie der Bayerischen Staatsbibliothek: <http://www.deutsche-biographie.de>
- Plattform für digitalisierte Drucke aus Schweizer Bibliotheken: [www.e-rara.ch](http://www.e-rara.ch)
- Deutsche Fotothek: <http://www.deutschefotothek.de>

### **XV.II Zeitschriften**

- Allgemeine Bauzeitung (ABZ), Wien 1836-1918. Herausgegeben von C.F.L. Förster
- Journal für die Baukunst, Berlin 1829-1841. Herausgegeben von Dr. A.L. Crelle

### **XV.III Monographien und Buchbeiträge**

- Ardant, P.J.: Etudes théoriques et expérimentales sur l' établissement des charpentes à grande portée. Metz:Lamort,1840. Deutsch unter dem Titel: Theoretisch-praktische Abhandlung über Anordnung und Construction der Sprengwerke von grosser Spannweite mit besonderer Beziehung auf Dach- und Brücken- Constructionen aus geraden Theilen, aus Bögen, oder aus der Verbindung beider, für praktische Baumeister sowie für Vorträge über Ingenieur-Mechanik. Deutsch heraus gegeben von August von Karven. Hanover: Hahn 1847
- Bauernfeind, C.M.: Vorlegeblätter zur Brückenbaukunde, München 1853
- Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege München: Die Restaurierung der Basilika St. Lorenz in Kempten. Heft 1. Berichte des staatlichen Hochbauamtes Kempten. Arbeitsheft 72, München 1994
- Bétancourt A.: Description de la Salle d'exercice de Moscou, Petersburg 1819
- Behse, W.H.: Die Berechnung der Festigkeit von Holz- und Eisenconstruktionen ohne höhere mathematische Vorkenntnisse, Leipzig1864
- Böckler, G. A.: Die Baumeisterin Pallas, oder, der in Teutschland erstandene Palladius, Nürnberg 1698

- Breymann, G. A. : Allgemeine Bau-Constructions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen, Stuttgart 1857
- Breymann, G.A./ Lang H.: Allgemeine Bau-Constructions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen. II. Theil. Construction in Holz, Stuttgart 1870
- Breymann, G. A./ Lang, H./ Warth, O.: Allgemeine Baukonstruktionslehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen, Leipzig 1900
- Breymann, G.A.: Allgemeine Baukonstruktionslehre, Stuttgart 1903
- Brockstedt E, Die Entwicklung des Ingenieurholzbaus am Beispiel der hölzernen Brücken im Zeitraum von 1800 – 1940, Dissertation 1993 (TU Braunschweig)
- Busse, P: Geschichte des Gärtnerplatztheaters in München, München 1924
- Campbell, J.: Sir Christopher Wren, the Royal Society, and the development of structural carpentry 1660–1710. Unpublished Ph. D. thesis, University of Cambridge 1999
- Campbell, C: Vitruvius Britannicus, or, the British architect, London (Erstausgabe 1715)
- Dietlein, J. F. W./ Perronet, J.-R.: Perronet's Werke: die Beschreibung der Entwürfe und der Bauarten der Brücken bei Neuilli, Mantes, Orleans, Ludwigs XVI. &c., den Entwurf des Burgundischen Kanals und den der Wasserleitung von der Yvette und Bievre nach Paris, so wie mehrere einzelne Abhandlungen, enthaltend ; Halle 1820
- Dumont, G.-M.: Parallèle de plans des plus belles salles de spectacles d'Italie et de France avec des détails de machines théâtrales (Paris s.d., ca. 1768)
- Dünninger, H.: Jean Baptiste Métivier und Karl Viktor Keim in ihrer Bedeutung für das fürstliche Bauwesen (Thurn und Taxis-Studien, 3 – Beiträge zur Kunst- und Kulturpflege im Hause Thurn und Taxis), Kallmünz 1963
- Eisenlohr, F.: Sammlung von Hochbauten der Großh. Badischen Eisenbahn, Karlsruhe ca. 1865
- Eisenlohr, F.: Ausgeführte oder zur Ausführung bestimmte Entwürfe von Gebäuden verschiedener Gattung als Unterrichtsmaterial, Karlsruhe 1852/1859
- Eißing, T.: Kirchendächer in Thüringen und dem südlichen Sachsen-Anhalt. Dendrochronologie – Flößerei – Konstruktion, Dissertation 2009 (TU Berlin)
- Eißing, T./ Furrer, B./ King, S./ Knapp, U./ Krämer, A./ Lohrum, B./ Marstaller, T./ Mohn, C./ Pantli, H./ Reicke, D.: Südwestdeutsche Beiträge zur historischen Bauforschung: Vorindustrieller Holzbau in Südwestdeutschland und der deutschsprachigen Schweiz, Terminologie und Systematik, Basel 2012
- Émy A.R: Traité de l'art de la charpenterie, Paris 1837–41

- Erler K.: Bogenbohlendächer: Geschichte - Konstruktion - Beispiele aus Mitteleuropa, Stuttgart 2008
- Fahmüller, J.: Der Architekt Johann Baptist Schott (1853–1913). Ein ländlicher Kirchenbauspezialist des Späthistorismus in Ostbayern, Phil. Diss. Bonn 1992
- Freundl, S.: Salz und Saline, dargestellt am Beispiel der ehemaligen Rosenheimer Saline. Rosenheim: Historischer Verein Rosenheim 1978
- Frölich, M./ Sperlich, H.-G.: Georg Moller. Baumeister der Romantik, Darmstadt 1959
- Funk, F.E.T.: Abhandlung über die vorzügliche Anendbarkeit der Bohlenbogen zu hölzernen Brücken, die große Öffnungen überspannen, Rinteln 1812
- Geier, F. X.: Statische Übersicht bemerkenswerther Holzverbindungen Mittel- und Süddeutschlands, Mainz 1859
- Gierth, J.: Der Wiener Zimmermann, oder practische und allgemein faßliche Unterweisung zur Ausmittelung der Dachlagen, zur Construction der Holzverbände im Allgemeinen und insbesondere der Dachverbindungen, Wien 1840
- Gilly D.: Ueber Erfindung, Construction und Vortheile der Bohlen-Dächer, Berlin 1797
- Gilly, D.: Anweisung zur landwirthschaftlichen Baukunst, posthum veröffentlicht durch D.B. Friderici, Halle 1811
- Gilly, D.: Handbuch der Land-Bau-Kunst. Kupfer-Sammlung zur Fünften vermehrten Auflage, Braunschweig 1822
- Gluth, K.: Das Brunnhaus Klaushäusl bei Grassau. Geschichte und technische Funktion einer Pumpstation an der Soleleitung von Reichenhall nach Rosenheim 1810-1958, Grassau 1987
- Gottgetreu, R.: Lehrbuch der Hochbau-Konstruktionen. Zweiter Theil. Die Arbeiten des Zimmermannes (Holz-Konstruktionen), Berlin 1882
- Habel, H.: Der Münchner Kirchenbau im 19. und frühen 20. Jahrhundert, in: Deutscher Kunstverlag 1921–1971, München 1971
- Harres, B.: Die Schule des Zimmermanns. Ein praktisches Hand- und Hülfsbuch für Architekten und Bauhandwerker, so wie für Bau- und Gewerbschulen (=Die Schule der Baukunst, vol. 2, part 1), Leipzig 1855
- Hederer, O.: Klassizistisch, aber nicht pathetisch. Kleine Baugeschichte des Theaters am Gärtnerplatz. In Hundert Jahre Theater am Gärtnerplatz München, München 1965
- Hoffmann, J. G.: Die Hauszimmerkunst, Königsberg 1802
- Holzer, S. M.: Der Bogen im Dach. Zur Entwicklung des weitgespannten Daches 1770-1840 unter Einfluß des frühen Bauingenieurwesens. In: Bautechnik Heft 84, Nr. 2, Berlin 2007

- Holzer, Stefan/ Köck, Bernd: Meisterwerke barocker Bautechnik: Kuppeln, Gewölbe und Kirchendachwerke in Südbayern, Regensburg 2008
- Holzer, S. M.: Zweihundert Jahre Soleleitung Reichenhall-Rosenheim: Ein bayerisches Wasserbau-Großprojekt vor dem Hintergrund der zeitgenössischen Ingenieurwissenschaft. In: Bautechnik, Heft. 86, Nr. 3, 168-187, Berlin 2009
- Holzer, S. M./ Voigts, C./ Wünnemann (Säbel), A.: Münchner Dächer des 19. Jahrhunderts, in: Uta Hassler und Christoph Rauhut (Hg.): Bautechnik des Historismus, München 2012
- Holzer, S. M.: Statische Beurteilung historischer Tragwerke. Bd. 1: Mauerwerkskonstruktionen, Berlin 2013
- Holzer, S. M.: Statische Beurteilung historischer Tragwerke. Bd. 2: Holzkonstruktionen, Berlin 2015
- Horn, A./ Meyer, W.: Stadt- und Landkreis Neuburg an der Donau. Die Kunstdenkmäler von Schwaben, Band V. München 1958
- Holzer, S.M./ Säbel, A.: Barock nach dem Barock, Fortleben barocker Bautraditionen im 19. Jahrhundert, Tagungsband zum Kolloquium „Barock nach dem Barock – Denkmalpflege, Technologie, Schöpfung des Neubarocks“ in Passau, herausgegeben durch das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege in München 2015
- Horn A./ Meyer W.(ed.)/ Heider J./ Kreisel H: Stadt – und Landkreis Neuburg an der Donau. In: Die Kunstdenkmäler von Schwaben vol. V. Landesamt für Denkmalpflege, München 1958
- Jodl, F.: Der Strassen- und Brückenbau, München
- Karsten, C.J.B.: Lehrbuch der Salinenkunde, Berlin 1846-47
- Kiessling G./ Reimann D.: Landkreis Traunstein, Lindenberg i. Allgäu 2007
- Klein, D.: Münchner Maßstäbe. Der Siegeszug der Münchner Architektur im 19. Jahrhundert, München 2008
- Klenze, L.: Anweisung zur Architectur des christlichen Cultus, München 1822
- Knapp, J. M./ Gutensohn, J.G.: Denkmale der christlichen Religion oder Sammlung der christlichen Kirchen Roms. Rom 1822-27. Auch: Die Basiliken des christlichen Roms. Mit 50 Kupfer- tafeln. München 1843.
- Koch, F.: Der geübte Werkmeister des praktischen Zimmerwerks, Schwabach 1784
- Koller, F.: Der praktische Baubeamte, Wien 1800
- Kotzur H.J.: Die protestantische Kirche in Rinthal. Sonderdruck aus "Der Turmhahn". Blätter vom künstlerischen Schaffen und Bauen in der Pfälzischen Landeskirche. Heft 6, Speyer 1980  
Herausgegeben im Auftrag des Prot. Landeskirchenrates der Pfalz von Kirchenpräsident Heinrich Kron 1861

- Krafft: J. Ch.: Plans, coupes, et élévations de diverses productions de l'art de la charpente. 4 Bde. (Mannheim 1805, erster Band jedoch wohl schon 1803 erschienen). Zweite Auflage: Traité sur l'art de la charpente – Plans, coupes et élévations, Paris 1820
- Krafft: J. Ch.: Traité sur l'art de la charpente, théorique et pratique, Paris 1819–22
- Landwehr, E.-M.: Neubarock. Architektur und Ausstattungskonzepte süddeutscher Sakralbauten um 1900. Dissertation (Universität Augsburg 2002), Osnabrück 2004
- Leideritz L.: Ausführliche Anleitung zur Zimmerkunst in allen ihren Theilen. Erster Band, Dessau 1800
- Leideritz L.: Ausführliche Anleitung zur Zimmerkunst in allen ihren Theilen. Zweiter Band, Köthen 1801
- Leideritz L.: Ausführliche Anleitung zur Zimmerkunst in allen ihren Theilen. Dritter Band, Berlin 1818
- Liedke, V./ Weinzierl, P./ Neumeister, W./ Sowieja, J.: Landkreis Fürstfeldbruck; Ensembles, Baudenkmäler, archäologische Geländedenkmäler, München 1996
- Menzel, C. A.: Die hölzernen Dachverbindungen in ihrem ganzen Umfange. Ein Handbuch für Baumeister, Gewerkmeister und Landwirthe, Halle 1842
- Meschke, H.J.: Baukunst und Technik der hölzernen Wölbkonstruktionen –Vom Bogentragwerk zum Stabnetzwerk. Dissertation an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Fakultät für Architektur, 1989
- Métivier 1836: J. B. Métivier: Grund-Pläne, Durchschnitte und Facaden nebst Details der Reitbahn und Stallungen, gebaut für S.D. den Fürst von Thurn und Taxis etc. etc. in Regensburg, im Jahre 1828 - 1831 (1836)
- Metzger, E.: Bürgerliche Baukunde in Vorlagen zu für Mauer- und Zimmerwerkunde sowie für die wichtigsten im Civilbau vorkommenden Arbeiten der übrigen Gewerke als Unterlage für den Lehrvortrag wie zum Selbstunterricht bearbeitet, München 1847
- Mitterer, H.: Die deutsche Zimmerwerks-Kunst als Fortsetzung der bürgerlichen Baukunst und Bauzeichnungen, München 1840
- Moller, G./ Heger, F.: Entwürfe ausgeführter und zur Ausführung bestimmter Gebäude, Darmstadt, 1825
- Moller, G.: Beiträge zu der Lehre von Constructionen, (Heft I-VII) Darmstadt und Leipzig 1833-1844
- Morsbach, P/ Titz, O.: Stadt Coburg, München 2006
- Müller, H.: Zimmerkunst, 1859

- Nerdinger, W.: Gottfried von Neureuther (Ausstellungskatalog der Architektursammlung der Technischen Universität und des Münchner Stadtmuseums 2), München 1978
- Nerdinger, W.: Romantik und Restauration, Architektur in Bayern zur Zeit Ludwigs I. 1825-1848, (Ausstellung der Architektursammlung der Technischen Universität und des Münchner Stadtmuseums in Verbindung mit dem Zentralinstitut für Kunstgeschichte), München 1987
- Nerdinger, W.: Architekturschule München, 125 Jahre Technische Universität München. Ausstellung des Architekturmuseums der Technischen Universität München mit der Bayerischen Akademie der Schönen Künste. München 1993
- Nerdinger, W.: Friedrich von Gärtner. Ein Architektenleben 1791-1847. Architekturmuseum der Technischen Universität München, München Stadtmuseum. München 1992
- Nerdinger, W.: Zwischen Glaspalast und Maximilianeum, Architektur in Bayern zur Zeit Maximilian II. 1848-1864. (Ausstellungskatalog der Architektursammlung der Technischen Universität und des Münchner Stadtmuseums Nr. 10), München 1997
- Nerdinger, W. Carl von Fischer (Ausstellungskatalog der Architektursammlung der Technischen Universität und der Carl von Fischer Gesellschaft), München 1983
- Nerdinger, W.: Friedrich von Thiersch 1852-1921 (Ausstellungskatalog der Architektursammlung der Technischen Universität und des Münchner Stadtmuseums 1), München 1977
- Nerdinger, W.: Klassizismus in Bayern Schwaben und Franken Architekturzeichnungen 1775-1825 (Ausstellungskatalog der Architektursammlung der Technischen Universität und des Münchner Stadtmuseums 3), München 1980
- Nerdinger, W.: Leo von Klenze. Architekt zwischen Kunst und Hof (1784–1864), München 2006
- Neureuther, G.: Der Bahnhof zu Würzburg, München 1862
- Nicholson, P.: Practical carpentry, joinery and cabinet-making, London 1836
- Nicolai, F., F.: Architecture civile - Charpente, Band 5, Ludwigsburg 1786
- Nussbaumer, R.: Aarau, Reithalle: Projekt „Mittlere Bühne Aargau“, Aarau 2006 (unveröffentlicht)
- de l'Orme, P.: Nouvelles inventions pour bien bastir et a petits fraiz, trovees. Paris 1561
- Pain, W.: The Builder`s Pocket treasure: or, Palladio Delineated and Explained, London 1758
- Palladio, A.: I quattro libri dell'architettura di Andrea Palladio, Venetia 1581
- Pechmann, H.: Der Ludwigkanal. Kurze Geschichte seines Baues und seiner noch bestehenden Mängel, sowie die Mittel, sie zu entfernen und zu verbessern und den Kanal zu seiner Vollkommenheit zu erheben, Nürnberg 1854

- Perronet J. R.: Description des Projets et de la Construction des Ponts de Neuilli, de Mantes, Paris 1782
- Piendl M.: Der fürstliche Marstall in Regensburg (Thurn und Taxis-Studien, 4), Regensburg 1966
- Piendl M.: Ein Jahrhundert Schlossbaugeschichte Regensburg 1812–1912 (Thurn und Taxis-Studien, 11), Regensburg 1979
- Pletter, R.: Hundert Jahre Pfarrkirche Heilig Kreuz Kiefersfelden, Kiefersfelden 2007
- Polonceau, C.: Notice sur un nouveau système de charpente en bois et en fer. In: Revue générale de l'architecture 1, 1840
- Price, F.: The british carpenter: or, a treatise on carpentry, London 1735 und 1765
- Rau, H.: Jean Baptiste Métivier, Architekt, Kgl.-Bayerischer Hofbaudekorateur und Baurat (1781-1857) (Thurn und Taxis-Studien, 19) 1997
- Revue générale de l'architecture et des travaux publics, Paris 1840
- Ritgen, H.: Beiträge zur Würdigung des Antheils der Lehre von den Constructionen in Holz und Eisen, Leipzig 1835
- Robison, J.: System of mechanical philosophy, Edinburgh 1822
- Röder, G.L.A.: Practische Darstellung der Brückenbaukunde nach ihrem ganzen Umfange, Darmstadt 1821
- Romberg, A.: Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen, Augsburg 1833
- Romberg, A.: Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen. Zweite um die Hälfte vermehrte Ausgabe, Leipzig 1847
- Rondelet J.-B.: Traité théorique et pratique de l'art de bâtir. Bd. 4: Charpente, Paris 1810
- Rondelet J.-B.: Traité théorique et pratique de l'art de bâtir (Planches), Paris 1828
- Rondelet J.B.: Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen : in fünf Bänden : mit den 210 Kupfern der Pariser Original-Ausgabe / von J. Rondelet ; nach der sechsten Aufl. aus dem Französischen übers, Leipzig 1833
- Rüsçh, E.: Baukonstruktion zwischen Innovation und Scheitern. Verona, Langhans, Gilly und die Bohlendächer um 1800, Petersberg 1997
- Säbel A./ Holzer S.: Der Marstall zu Regensburg (1829-1831). Eine Reitbahn für den Fürsten Thurn und Taxis. In: Bericht über die 47. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung vom 16. Bis 20. Mai in Trier, Stuttgart 2014
- Säbel, A./ Holzer, S.M.: Das Fortleben barocker Tragwerkskonstruktionen im 19. Jahrhundert. In: Tagungsband Barock nach dem Barock - Denkmalpflege, Technologie, Schöpfungen des Neubarock in Passau 2013, veröffentlicht durch das Bayerische Landesamt in München, 2016

- Säbel, A.: Das Dachwerk der Einsteighalle in Hof, Jahrestagung der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte, Aachen 2013
- Sachse, H.-J.: Barocke Dachwerke, Decken und Gewölbe. Zur Baugeschichte und Baukonstruktion in Süddeutschland, Berlin 1975
- Sax, Franz: Bau-Technologie und Bau-Oekonomie, oder faßliche Belehrung über alle bey einem Gebäude nothwendigen Materialien, und deutliche Beschreibung der practischen Handgriffe, Werkzeuge, Vortheile und Berechnungen bey der Maurer-, Zimmermanns-, Stuckaturarbeiter-, Steinmetz-, Tischler- und Schlosserkunst für angehende Architecten, Ingenieures, Bau-Oekonomen und Cameralisten. Bd. 3. Die Zimmermanns-Kunst, Wien 1814
- Schillinger, G. P.: Architectura Civilis. Erster Theil, oder Beschreibung und Vorrisse von mancherley Dachwerckern (mehr nicht erschienen), Nürnberg 1745–1748
- Schirmer, Wulf: Lehrer-Schüler, in: Friedrich Weinbrenner, Ausstellungskatalog des Instituts für Baugeschichte an der Universität Karlsruhe(1977), S.136-137
- Schmidt, H.: Friedrich Weinbrenners Dachwerk, Holzsparkonstruktionen des Klassizismus; In : Bericht über die 36. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung : vom 23. bis 27. Mai 1990 in Kronach, Bonn 1992
- Schübler, J.J.: Neue Anweisung zur unentbehrlichen Zimmermannskunst, Nürnberg 1731
- Schübler, J.J.: Nützliche Anweisung zur unentbehrlichen Zimmermanns-Kunst, Nürnberg 1714
- Sendner-Rieger, B.: Die Bahnhöfe der Ludwig-Süd-Nord-Bahn 1841–1853. Zur Geschichte des bayerischen Staatsbahnwesens im 19. Jahrhundert. Dissertation 1989 (Universität Bern). Hrsg. Von der Deutschen Gesellschaft für Eisenbahngeschichte e.V., Karlsruhe 1989
- Seraphin M.: Zur Entstehung des Ingenieurholzbaus, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Tragwerksplanung Band 2, Technische Universität München, Aachen 2003
- Serlio, S.: Il Settimo Libro d'Architettura di Sebastiano Serlio. Venedig 1584
- Sganzin M.-J.: Programme ou résumé des leçons d'un cours de constructions, 4<sup>ème</sup> éd., Paris 1839-1841
- Smith, J.: The carpenters companion : Being an accurat and compleat treatise of carpenters work, London 1733
- Sturm L.C.: Vollständige Anweisung/ Aller Arten von regularen Pracht-Gebäuden nach gewissen Reguln zur erfinden/ auszuteilen und auszuzieren, Augspurg 1717
- Sturm L.C: Vollständige Anweisung, Grosser Herren Palläste starck, bequem, nach den Regeln der antiquen Architectur untadelich und nach dem heutigen Gusto schön und prächtig anzugeben, Augspurg, 1718
- Sturm, L. Ch.: Gründlicher Unterricht, (...) Von Häng- oder Sprengwercken, Stockholm und Leipzig 1712

- Sturm, L. Ch.: Prodomus architecturae Goldmannianae oder getreue gründliche Anweisung, Augsburg, 1714
- Sturm, L.C.: Durch einen großen Theil von Teutschland und den Niederlanden biß nach Pariß gemachete architectonische Reise-Anmerckungen, Augspurg 1719
- Sturm, L.C.: Vollständige Anweisung, Regierungs- Land- und Rath-Häuser, wie auch Kauff-Häuser und Börsen starck, bequem und zierlich anzugeben, Augspurg 1718
- Sturm, L.C/ Goldmann, N.: Erste Ausübung der vortrefflichen und vollständigen Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst Nicolai Goldmanns, Braunschweig 1699
- Sturm, L.C/ Goldmann, N.: Vollständige Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst, Braunschweig 1696
- Sturm, L.C: Vollständige Anweisung, alle Arten von Kirchen wohl anzugeben, Augspurg 1718
- Tarbuck E.L.: The encyclopaedia of practical carpentry and joinery, London 1857–59
- Tredgold, Th.: Elementary principles of carpentry. 3<sup>rd</sup> ed., London 1840
- Valadier G.: Valadier, L'architettura pratica. Bd. 2, Rom 1831
- Valdenaire A.: Friedrich Weinbrenner : sein Leben u. seine Bauten, Karlsruhe 1985
- Valeriani 2006: S. Valeriani, Kirchendächer in Rom: Beiträge zu Zimmermannskunst und Kirchenbau von der Spätantike bis zur Barockzeit, Petersberg 2006
- Valeriani, S. 2008. Behind the façade: Elias Holl and the Italian influence on building techniques in Augsburg. Working paper no. 29/08, London: London School of Economics, Dept. of Economic History.
- Vitruvius/Ryff, W.: Vitruvius : des allernamhaftigsten unnd hochehrnachten römischen Architecti unnd kunstreichen Werck oder Bawmeisters Marci Vitruvij Pollionis zehen Bücher von der Architectur und künstlichem Bawen : (...), Basel 1548
- Voch, L.: Anleitung zur Verfertigung schöner Zimmerwercks-Rißen, Augsburg 1777
- Voit, J. M.: Ueber die Anwendung der Curven von Holz und Guseisen zu Dächern und Brücken, oder gründliche Anleitung zur Construction der Bohlendächer, Bohlenbrücken, eiserner Brücken und Dachstühle, Augsburg und Leipzig 1825
- Vollmar, B.: Die Dachwerkkonstruktionen des Elias Holl. In Baer, W. (ed.), Elias Holl und das Augsburger Rathaus, Regensburg 1985
- Vorlegeblätter für Zimmerleute. Nach der Originalausgabe der königl. Technischen Deputation für Gewerbe mit deren Bewilligung herausgegeben. Zweite Auflage, Berlin 1835 (Erstmals erschienen 1827 für den internen Gebrauch, Inhalt der zweiten Auflage ist identisch zur ersten).

- Walter, C. [d.Ä.]: Architectura Civilis, Oder Beschreibung und Vorreissung einiger Vornehmer Dach-Werck, Augsburg 1704
- Walter, C. [d.J.]: Zimmerkunst oder Anweisung wie allerley Arten von deutschen und welschen Thurnhauben, auch Kugelhelme, nach der neuesten Manier, zu Bedeckung der Kirchenthürme nicht nur zu entwerfen, sondern auch mit Holz zu verbinden, Augsburg 1769
- Wanderley, Germano: Handbuch der Bau-Constructionslehre. 2. Aufl. Bd. 1: Die Constructionen in Holz. Halle 1877
- Ware, I.: The four books of architecture / by Andrea Palladio ; literally translated from the original Italian by Isaac Ware, London 1738
- Wedeke, J.C./ Romberg, A.: Handbuch der Landbaukunst und der landwirtschaftlichen Gewerbe. Zweiter Theil. Leipzig 1853
- Wiegmann, R.: Über die Construction von Kettenbrücken nach dem Dreiecksysteme, und deren Anwendung auf Dachverbindungen, Düsseldorf 1839
- Wiesneth, A./ Jelschweski, D.: Das Dachwerk über dem Mittelpavillon des Schlosses Nymphenburg, in: Barthel, Rainer: Denkmalpflege und Instandsetzung. Vorträge im Wintersemester 2008/09, München 2010
- Wolfram, L. F.: Handbuch für Baumeister. Dritter Theil. Zimmerwerkskunst, Rudolstadt 1824
- Wolfram, L. F.: Darstellungen der Zimmerbauwerke, Stuttgart 1842
- Wolfram 1844: L.F. Wolfram, Lehre von den Zimmer-Bauwerken der Hochgebäude, Stuttgart 1844
- Wünnemann (Säbel)/ A., Holzer, S.M.: Wooden wide-span roofs of 19th century theatre buildings. In: Cerbais Retal Nuts and bolts of construction history. Culture, technology and society, Vol. 3, Paris 2012
- Wünnemann (Säbel), A./ Holzer S.M.: 19th Century curved board roofs in Bavarian. In: Structural analysis of historical constuctions, 8th International Conference SAHC 2012, Breslau 2012
- Yeoman 1992: D. Yeomans, The trussed roof: its history and development, Aldershot 1992
- Zabaglia, N.: Castelli e ponti, Rom 1743
- Zuchold, G.-H.: Die Publikation der frühchristlichen und mittelalterlichen Kirchen Roms durch Johann Gottfried Gutensohn und Johann Michael Knapp; In: Stiftung Preussischer Schlösser und Gärten Berlin Brandenburg