

Clemens Knobling

## **Die historische Dachkonstruktion der Münchner Frauenkirche**

*Der folgende Text ist eine Zusammenfassung der Diplomarbeit des Verfassers zur Rekonstruktion des im Zweiten Weltkrieg zerstörten Dachwerks der Münchner Frauenkirche. Das Projekt wird derzeit vom Verfasser im Rahmen des Forschungsprojektes „Münchner Dachwerke“ am Lehrstuhl für Baugeschichte, Historische Bauforschung und Denkmalpflege an der TU München weiter bearbeitet.*

In den Bombenangriffen des Zweiten Weltkrieges wurde auch die Münchner Frauenkirche schwer getroffen. Die Explosionen der Sprengbomben rissen klaffende Wunden in Dach, Gewölbe, Pfeiler, Wände und Ausstattung.

Mit dem Dachwerk der Frauenkirche ging eine der größten historischen Holzkonstruktionen verloren. Stets unter der Dachhaut verborgen, zeugte diese Konstruktion vom großen Erfahrungsschatz des Zimmermeisters Heinrich von Straubing, der dieses Meisterwerk entwarf und umsetzte. Das Dachwerk war Bestandteil einer kontinuierlichen Entwicklung der Zimmerkunst. Den Grundtypus seiner Konstruktion bezeichnet man als „Kehlbalkendach“, einer Weiterentwicklung aus dem einfachen Sparrendach - bestehend aus einem Sparrenpaar und einem Zerr- oder Dachbalken.

Das Sparrenpaar bildet dabei einen Dreigelenkbogen<sup>1</sup>, der Zerrbalken nimmt die nach außen wirkenden Kräfte als Zugglied auf. Je größer die Dachwerke, und somit die Sparrenlängen werden, desto stärker wird die Belastung der Sparren als tragende Elemente. Folglich wurden zur Aussteifung horizontale Elemente, die sogenannten Kehlbalken eingeführt, die das Dachwerk in mehrere Ebenen gliederten. Damit entstanden Dachwerke, die in mehrere Geschosse unterteilt waren<sup>2</sup>. Wurden wiederum die Spannweiten der Kehlbalken zu groß, so erstellte man eine fachwerkartige Unterkonstruktion aus Säulen, den sogenannten „Stehenden Stuhl“. Das Dachwerk der Münchner Frauenkirche war gleich aus mehreren Konstruktionen dieser Art zusammengesetzt. Ziel des Zimmermeisters Heinrich von Straubing (dem man in der Frauenkirche dafür sogar ein Denkmal setzte) war, die Lasten – bestehend aus Winddruck und Eigenlast – ohne zu starke Verformungen in die Auflager zu leiten.

Die mächtigen Mittelsäulen bildeten mit Bundbalken und Andreaskreuzen einen fachwerkartigen Bau. Auf diesem steht jener Bereich des Daches, der ein echtes Kehlbalkendachwerk darstellt. Stellt man sich also vor, die Sparren begännen erst am unteren durchlaufenden Kehlbalken und es gäbe keinerlei Konstruktionen links und rechts der großen Stuhlsäulen, dann bliebe ein Gebilde, das einem Fachwerkhaus sehr nahe kommt, übrig<sup>3</sup>. Es stellt ein eigenständiges, steifes Bauglied dar, welches für den Anschluss weiterer Konstruktionen diene.

### **Beschreibung der Rekonstruktion**

Spätestens im Jahre 1477, als mit dem Aufrichten des Dachwerkes begonnen wurde, müssen die Sargwände (Mauern über den Arkaden des Kirchenschiffes) als Auflager fertig gestellt worden sein. Auch die Wand zwischen den Türmen war aller Wahrscheinlichkeit nach bereits hergestellt. Dem

Zimmermeister stellte sich nun folgende Aufgabe:

Es galt, 31,60 m in Querrichtung und 90 m in Längsrichtung zu überdachen. Als Auflager dienten die Sargwände, die von den Seitenschiffen in einer lichten Weite von 8,57 m, über dem Mittelschiff in einer lichten Weite von 11,60 m entfernt stehen.

Durch die gleichmäßige Auflagersituation konnte Meister Heinrich ein einheitliches Dachwerk erstellen, das sich in einen Satteldachabschnitt und in einen fünffach geschlossenen Walmdachabschnitt über dem Chor gliedert.

Alle rekonstruierten Maße gehen von einem idealisierten Zustand aus. Durch die Dachneigung von 54° erreicht das Dachwerk, von der Oberkante der Sargmauern bis zum First gemessen, eine Höhe von 21,76 m. Es ist in 19 Normalbinder und einen Anfallsbinder im Bereich des Chorwalmes gegliedert. Jeder Binderabschnitt besteht aus dem Binderespärre und vier Leergespärren mit einem Achsabstand von 68 cm. Lediglich in den drei westlichen Binderfeldern weitet sich dieser Abstand gering auf, so dass zwischen dem ersten Binder und der Westwand lediglich drei Leergespärre Platz finden. Insgesamt werden 80 Leergespärre gezählt. Der Achsabstand zwischen den Binderespärren beträgt folglich 3,75 m.

Das Dachwerk ist aus sieben stehenden Stühlen aufgebaut. Durchgehende Kehlbalkenlagen gibt es nur im oberen Bereich. Sie ruhen auf drei jeweils zwölfteinhalb Meter hohen Stuhlwänden, die in Querrichtung mit einem 20/25cm- starken Bundbalken und 9,80 m weit gespannten Andreaskreuzen verbunden sind. Diese sind mit dem verzapften Bundbalken überblattet und schließen mit Hakenblättern an den großen Stuhlsäulen an. Auf diese Weise entsteht ein besonders fester Verbund. Die Mittelsäule steht in der Achse zwischen den Sargwänden, also ohne entsprechenden Mauerunterbau. Ihr Gewicht wird durch die Diagonalen der Andreaskreuze abgestrebt, sie wirken wie eine Kombination aus Hänge- und Sprengwerk. Offenbar hat man der Wirksamkeit dieser Verstrebung nicht getraut und daher eine zusätzliche Diagonale eingeführt, die sich zwischen die Schwelle der hohen Stuhlsäulen und den Anschlusspunkt des Bundbalkens an der Mittelsäule einspreizt (nicht im Modell dargestellt).

Eine der bemerkenswerten Eigenheiten des Münchener Dachwerkes sind die unterteilten Zerrbalken. Die Hölzer sind ohne Verbund durch eine konstruktive Holzverbindung in drei Abschnitten nebeneinander gelegt und mit den Mauerlatten verkämmt. Die beiden Zerrbalkenabschnitte über den Seitenschiffen bilden mit den eingezapften Sparren Dreiecke. Das 28 cm starke Vorholz an diesem Punkt deutet darauf hin, dass merkliche Schubkräfte der Sparren erwartet wurden. Ein Andreaskreuz, das sowohl am Sparren als auch an den großen Stuhlsäulen angeblattetet ist, mindert jedoch die Belastung auf den Sparrenfußpunkt. Zudem kann auch der Zerrbalkenabschnitt über dem Seitenschiff durch die Verkämmung mit der Mauerlatte und der aus der Auflast der Stuhlsäule folgenden Fixierung im Bereich der Sargmauern über den Scheidarkaden derartige Kräfte als Zugglied<sup>4</sup> kompensieren.

Durch das Nebeneinanderlegen der Zerrbalkenabschnitte entsteht zwangsläufig ein Versatz in der Balkenlage. Im Bereich der Sargmauern überlappen sich diese und sind mit den Mauerlatten verkämmt. Die Kammsasse schneidet dabei in den Zerrbalken ein.

Die seitlichen, kleineren Stehenden Stühle sind durch Fußbänder, die mit den Zerrbalken verblattet sind, in der Querrichtung gesichert. Die Festigkeit dieser Verbindung deutet darauf hin, dass man die Säulen für den Aufstellungsvorgang gegen Kippen sichern wollte. Die im fertigen Zustand beabsichtigte Wirkung der Lastaufteilung wäre an diesem Punkt auch durch eine nur druckfeste Verbindung, dem Zapfen, erreicht worden.

Die Ausbildung mit überwiegend zug- und druckfesten Verbindungen sollte dafür sorgen, dass der Schub der Sparren auf die Zerrbalken schon oberhalb der Anschlusspunkte rückverankert wird. Dies stand sicher im Zusammenhang mit der nur bedingt zugfest ausgebildeten Zerrbalkenlage.

Im oberen Bereich des Dachwerkes werden ebenfalls viele Knotenpunkte ausgebildet. Ein sparrenparalleles Steigband (18/22cm) läuft von der Säule des großen mittleren Stuhles über den unteren durchgehenden Kehlbalken durch die obere Halbstuhlsäule, den dazugehörigen Kehlstichbalken, die obere Stuhlsäule und den dazugehörigen Kehlbalken bis hin zum Hahnenbalken. Die Knoten sind als Blattverbindungen ausgeführt. Das Steigband steift den oberen Bereich durch die entstandenen Über-Eck-Verbindungen aus und leitet die Dachlasten zur Unterstützung der Sparren, in die große, untere Stuhlkonstruktion und schließlich in die Wände ein. Somit werden auch dem untersten Kehlbalken, auf dem die oberen Stuhlsäulen relativ ungünstig im Mittelbereich zwischen den Auflagern stehen, Lasten entzogen.

Die vergleichsweise steife Ausbildung des oberen Dachbereiches mit Blattverbindungen wirkt entlastend für den Stoß der Sparren, welcher mit einem einfachen, schrägen Blatt oberhalb der ersten Kehlbalkenlage ausgeführt ist<sup>5</sup>.

Aus der Teilung des Bindergespärres in Ober- und Unterdach resultiert auch eine Zweiteiligkeit der Leergespärre. Aus dem fachwerkartigen Mittelbau der Binder folgt, dass nur die oberen drei Kehlbalken durchlaufen. Die im Bereich der Halbstühle fehlenden Kehlbalken müssen durch eine Hilfskonstruktion ersetzt werden: an den Sparren sind ein kurzer Kehlbalkenstumpf und ein stehendes Element in Form eines Sparrenknechtes angeblattet, die wiederum auf den längs laufenden Stuhlrähmen aufliegen. Der Kehlbalkenstumpf liegt auf dem Halbstuhlrähm. Beide Elemente sind miteinander verblattet und überkreuzen sich so weit, dass das jeweilige Stuhlrähm vom stehenden Element auf fast voller Querschnittslänge umfasst werden kann. So entsteht eine dreieckige Verbindung, die der aus den Sparren entstehenden Last in zweierlei Hinsicht entgegenwirkt. Einerseits wirkt sie wie ein Kehlbalken, andererseits sollte der aus dem Sparren entstehende Schub kompensiert werden, da die Zerrbalken nicht durchlaufend sind und, wie oben erörtert, nur vermindert als Zugglied wirken können. Der am Rähm anliegende Sparrenknecht leitet diesen Schub in die Stuhlkonstruktionen ein, wo er über viele Knotenpunkte abgeleitet wird. Auch für den Stoß der Sparren ist die Konstruktion sehr hilfreich. Da der Sparren im Oberdach fest an drei Punkten angeschlossen ist, kann die Verbindung zum unteren Sparren mit einem einfachen, schrägen Stoß ausgeführt werden. Beide Sparrenhälften sind nach dem Aufrichten unabhängig in ihrer Position gefestigt. Insgesamt sind die Leergespärre dadurch sehr sparsam ausgeführt<sup>6</sup>.

Ähnlich dem Querverband der Binderfelder ist auch der Längsverband sehr stark ausgebildet. An den hohen Stuhlsäulen und den Mittelsäulen sind jeweils zwei Andreaskreuze übereinander angeordnet.

Sie sind alle mit Hakenblättern angeschlossen und an den Kreuzungspunkten überblattet. Zusätzlich sind noch Bundbalken an den hohen Säulen angebracht, die wiederum mit den oberen Andreaskreuzen überblattet sind. Man sah die Notwendigkeit, die mächtigen Stuhlsäulen gründlich in ihrer Position zu sichern und wählte daher eine derart feste Aussteifung. Durch die Anordnung von jeweils zwei Andreaskreuzen übereinander konnte man diese mit vergleichsweise schlankem Querschnitt (9 x 18 cm) ausführen.

Die seitlichen Stuhlsäulen sind ebenfalls mit Andreaskreuzen gesichert, auf die Bundbalken wurde hier jedoch verzichtet. Die äußeren Stuhlsäulen im unteren Dachbereich sind durch Fußbänder mit der Schwelle verbunden. Auch diese Elemente sind alle mit Hakenblättern angeschlossen.

Im Oberdach sind die hohen Stuhlsäulen mit Fußbändern gesichert, die Halbstuhlsäulen kommen ohne expliziten Längsverband aus.

Sowohl für das Dachwerk, als auch zum Brennen der Ziegel für die Frauenkirche wurden riesige Mengen Holz verbraucht: pro 15000 Ziegel wurden 18 Festmeter Holz benötigt<sup>7</sup>, was für den Ziegelbedarf der Frauenkirche umgerechnet einem Verbrauch von etwa 1100 Festmetern entspräche. Das ist fast die doppelte Menge des im Dachwerk verbauten Holzes.

Sowohl Bau- als auch Brennholz wurden aus dem Isarwinkel herangeflößt<sup>8</sup>. Als Baumaterial wurde, nachdem keine andere Holzart für die Flöße jener Zeit überliefert ist<sup>9</sup>, Fichte verwendet. Die Flöße bestanden in der Regel aus bis zu 10 Bäumen mit einem Stirnmaß von bis zu 47cm<sup>10</sup>. Die längsten Bauglieder der Frauenkirche sind mit etwa 17m die unteren Sparrenabschnitte. Die gewöhnliche Floßlänge von 40 Schuh, also 11,68m<sup>11</sup>, musste für den Bauholztransport gelegentlich überschritten werden. Das längste Floß, das zu dieser Zeit überliefert die Isar hinunterfuhr hatte eine Länge von 84 Schuh<sup>12</sup>, also 24,5m. Es muss sich dabei um Flöße gehandelt haben, die auf nahezu voller Länge den entsprechenden Nutzquerschnitt von 23,5 x 28 cm hergeben konnten.

Für das Münchener Dachwerk wurden 92 Schnittholzflöße mit insgesamt 630 Festmetern Holz benötigt. Die Trockenmasse dieser Menge beträgt 271 Tonnen. Für eine exakte Bestimmung des Gewichtes der Dachkonstruktion müsste allerdings noch die Verschnittmenge ermittelt und abgezogen werden.

Würde man allein die Sparren aneinanderreihen, so ergäbe dies eine Strecke von 5,17 Kilometern.

#####

<sup>1</sup> Sachse, Hans-Joachim: Barocke Dachwerke, Decken und Gewölbe. Berlin, 1975. Seite 11.

<sup>2</sup> Ebd., S. 11.

<sup>3</sup> Vgl. auch eine Darstellung zu ähnlicher Konstruktionsweise in Amberg, St. Martin bei:

Wedel, Horst: Das Dachwerk von St. Martin - Konstruktion, Entstehung und baugeschichtliche Bedeutung, in: Der Eisengau, Band 17, Amberg 2001, Seite 101.

<sup>4</sup> Daher wird auch von der Bezeichnung „Zerrbalken“, die ja auf eine Zugbeanspruchung hinweist, nicht abgesehen. Folglich werden alle drei Glieder der Balkenlage als Zerrbalken bezeichnet, obgleich der Mittelteil lediglich durch die Verkämmung mit der Mauerlatte die Wirkung eines Zuggliedes hat.

<sup>5</sup> Die historischen Photos deuten darauf hin, dass einige Sparren auch zweimal gestoßen sind. Die Gesamtkonstruktion kann gut auf solche Punkte reagieren, daher bot sich die Möglichkeit, auch kürzere Hölzer zu verbauen.

<sup>6</sup> Ostendorf, Friedrich: Die Geschichte des Dachwerks. Leipzig 1908. Seite 65.

#####

Allerdings wird die von Ostendorf gelobte Ersparnis von Holz durch die aufwendige Ausführung der Binderfelder relativiert.

<sup>7</sup> Vangerow, Hans Heinrich: Vom Stadtrecht zur Forstordnung, in: *Miscellanea Bavarica Monacensia*, Heft 66, München 1976. S. 62.

<sup>8</sup> Ebd., S. 13.

<sup>9</sup> Ebd., S. 161.

<sup>10</sup> Ebd., S. 156 f.

<sup>11</sup> Ebd., S. 156.

<sup>12</sup> Ebd., S. 17.

#