

### 3.3 Die Rekonstruktion des Tragwerkes der Kuppel des Ersten Projektes der dresdner Frauenkirche bis hin zu seiner Vergegenständlichung in einem Anschauungsmodell.

#### 3.3.1 Aufgabenstellung und Sichtung des zur Rekonstruktion zu Grunde zu legenden Planmaterials.

Bei dem Versuch, die bautechnische Geisteswelt GEORGE BÄHR'S zu durchdringen, erschien es sinnvoll, eine Rekonstruktion des Tragwerkes der Kuppel des Ersten Projektes anzustreben und damit die ingenieurtechnische Leistung des Entwurfsverfassers für dieses Bauwerk in bereits diesem frühen Planungsstadium beurteilen zu können. Diese Rekonstruktion<sup>1</sup> stützt sich auf die in Wort und Bild vorhandenen Archivalien<sup>2</sup> aus der Planungszeit und auf markante Eigenschaften baulich paralleler Tragwerke. Sie äußert sich in detaillierteren Plänen, überschlägigen Ermittlungen des dem Tragwerk zugehörigen Spannungs- und Verformungszustandes infolge Wind- und Eigenlasten und in der Anfertigung eines Rekonstruktionsmodells, mit dem das Tragwerk dieser Holzkuppel seine Vergegenständlichung erfährt.<sup>3</sup>

Von der dresdner Frauenkirche sind mehrere Pläne zu den einzelnen Entwürfen überliefert.<sup>4</sup> Speziell zum Ersten Projekt existieren ein Längs- und ein Querschnitt sowie einige Grundrißdarstellungen<sup>5</sup>, die als Kupferstiche gearbeitet wurden. Die Grundrisse beziehen sich nur auf das aufgehende Mauerwerk, so daß keine horizontalen Schnitte in Höhe der Holzkonstruktion des Daches vorhanden sind.<sup>6</sup> Die Pläne bedurften der Aufarbeitung<sup>7</sup> zur Ermöglichung einer Rekonstruktion des Dachtragwerkes.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die beiden zu Grunde gelegten, einer Fassung entspringenden Schnittdarstellungen nicht exakt zueinander passen. Der Kuppelanlauf beinhaltet mit einem liegenden Stuhl im Längsschnitt und einem stehenden Stuhl im Querschnitt zwei verschiedene

---

<sup>1</sup> Zu dem Gesamtkomplex der Rekonstruktion des Tragwerkes der Kuppel des Ersten Projektes und des Baus des Anschauungsmodells vgl. auch Schinke, 1996.

<sup>2</sup> In der Epoche des Barock fertigten die Architekten und Baumeister nur einige wenige Unterlagen für die Errichtung eines Bauwerkes an, um dem Bauherren eine Vorstellung von dem entstehenden Gebäude zu vermitteln, die Prinzipien der Baukonstruktion erläutern und den bauausführenden Meistern und Vorarbeitern die grundlegende Gestalt zeigen zu können. Meist sind nur die Pläne der Nachwelt erhalten geblieben, die als Kupferstiche, zwar vielfach in künstlerisch vollendeter Weise, aber trotzdem das Tragwerk nicht in eindeutiger Form und Liebe zum Detail beschreibend, Eingang in die Archive und Kupferstichkabinette gefunden haben. Deren prinzipielle Qualität schätzte bereits LEONHARD CHRISTOPH STURM ein: "... Aus den Kupferstichen so davon heraus sind, lässet sich gar keine Proportion finden, ohne Zweifel weil sie gar nicht zu accurat seyn mögen ...". Sturm, o. J. Diese Umstände sind bei der Verwendung historischen Planmaterials in jedem Falle zu beachten.

<sup>3</sup> Das Rekonstruktionsmodell wurde im Maßstab 1 : 50 gefertigt. Vgl. Bild 3.3.1.

<sup>4</sup> Nur sehr wenige der überlieferten Pläne sind direkt von GEORGE BÄHR'S Hand, zumeist wurden die den damaligen Behörden vorzulegenden Planmaterialien von Gehilfen anhand der vom Baumeister vorgegebenen Skizzen ausgearbeitet.

<sup>5</sup> Vgl. dazu Bild 3.3.2 mit einer Gegenüberstellung von Längs- und Querschnitt und einem aufgearbeiteten Grundriß des aufgehenden Mauerwerkes des Kirchenschiffes sowie einer Draufsicht auf die Kirche. Zur Einordnung des Entwurfes vgl. Abschnitt 3.2

<sup>6</sup> Weitere wichtige Details konnten allerdings mit der verbalen Beschreibung SPONSELS, Sponsele, 1893, herausgearbeitet werden, auch wenn diese Beschreibung erst etwa 170 Jahre nach BÄHR'S Entwurf entstanden ist.

<sup>7</sup> Zur Auswertung der Pläne mit dem Ziel, die Holzkuppel des Ersten Projektes rekonstruieren zu können, mußten zuerst die Kupferstiche aufgearbeitet und mit Maßen ergänzt werden, um damit eine verwertbare Arbeitsgrundlage zu schaffen. Jeder Kupferstich hat ein Vergleichsmaß, das als Maßstab dienen kann. Gleichzeitig sind die Hauptmaße in dem beschreibenden Verzeichnis der Monographie von SPONSELE enthalten. Bei der Ermittlung von Zwischenmaßen wurden die Werte der einzelnen Kupferstiche miteinander verglichen und bei der Summation der Einzelmaße an die Hauptmaße angeglichen.

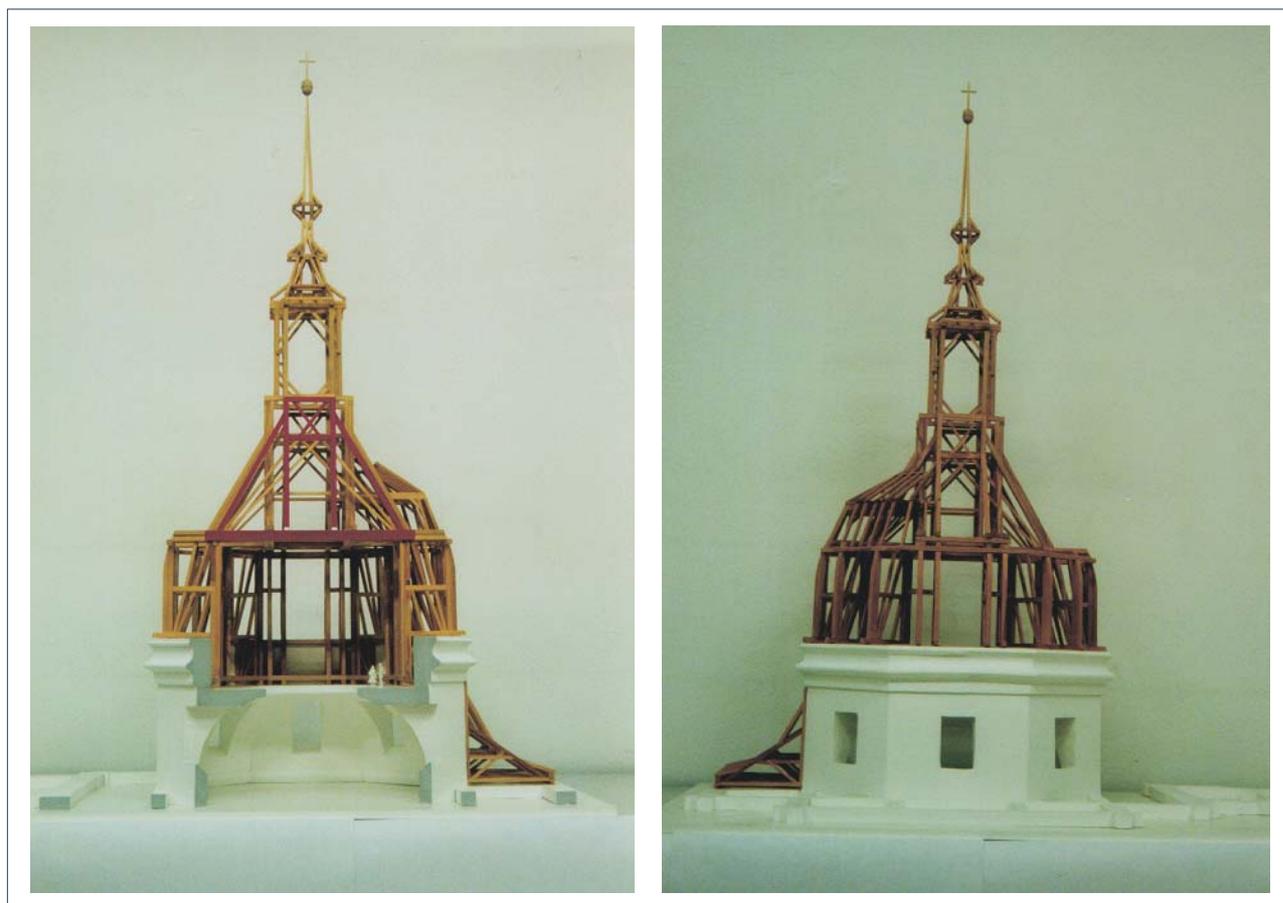


Bild 3.3.1: Anschauungsmodell als Vergegenständlichung des Ersten Projektes der dresdner Frauenkirche.  
 a) Ansicht des Schnittes mit Innenlaterne und Strebenwerken.  
 b) „Außenansicht“.

Konstruktionsarten. Innerhalb einer Konstruktion erscheint aber ein Wechsel der Stuhlsysteme nicht sinnvoll. Ein weiterer wesentlicher Unterschied ist in Höhe der Innenlaterne zu erkennen. Die äußeren Stützen der Unterkonstruktion sind im Querschnitt leicht geneigt, im Längsschnitt hingegen stehen die äußeren Stützen mit einem doppelten Querschnitt senkrecht auf dem Gurtgesims. Die Anpassung an die Kuppelform ist durch eine zusätzliche Beplankung im unteren Bereich und die verringerte Dicke des äußeren Querschnittes im oberen Teil erreicht worden. In Abwägung der genannten Unterschiede wurde der Längsschnitt als der maßgebende Hauptschnitt festgelegt und das System auf den Querschnitt übertragen. Trotzdem sind die Differenzen der Kupferstiche untereinander und zum rekonstruierten Kuppeltragwerk als sehr gering einzuschätzen.

### 3.3.2 Der Kuppelanlauf.

Der Kuppelanlauf<sup>8</sup> windet sich pultdachartig um das massive Maueroktagon des Kuppeltambours. Als tragendes Konstruktionselement bietet sich das Sparrendach an, wobei im vorliegenden Falle als Besonderheit in der Anordnung eines vertikalen Lagerholzes in jeder Sparrenebene festzuhalten ist. Die Sparren werden dadurch am Kopf- und Fußpunkt mit einem Versatz an den horizontalen und vertikalen Lagerhölzern befestigt, Aufschiebblinge am Fußpunkt

<sup>8</sup> Vgl. Bild 3.3.3.

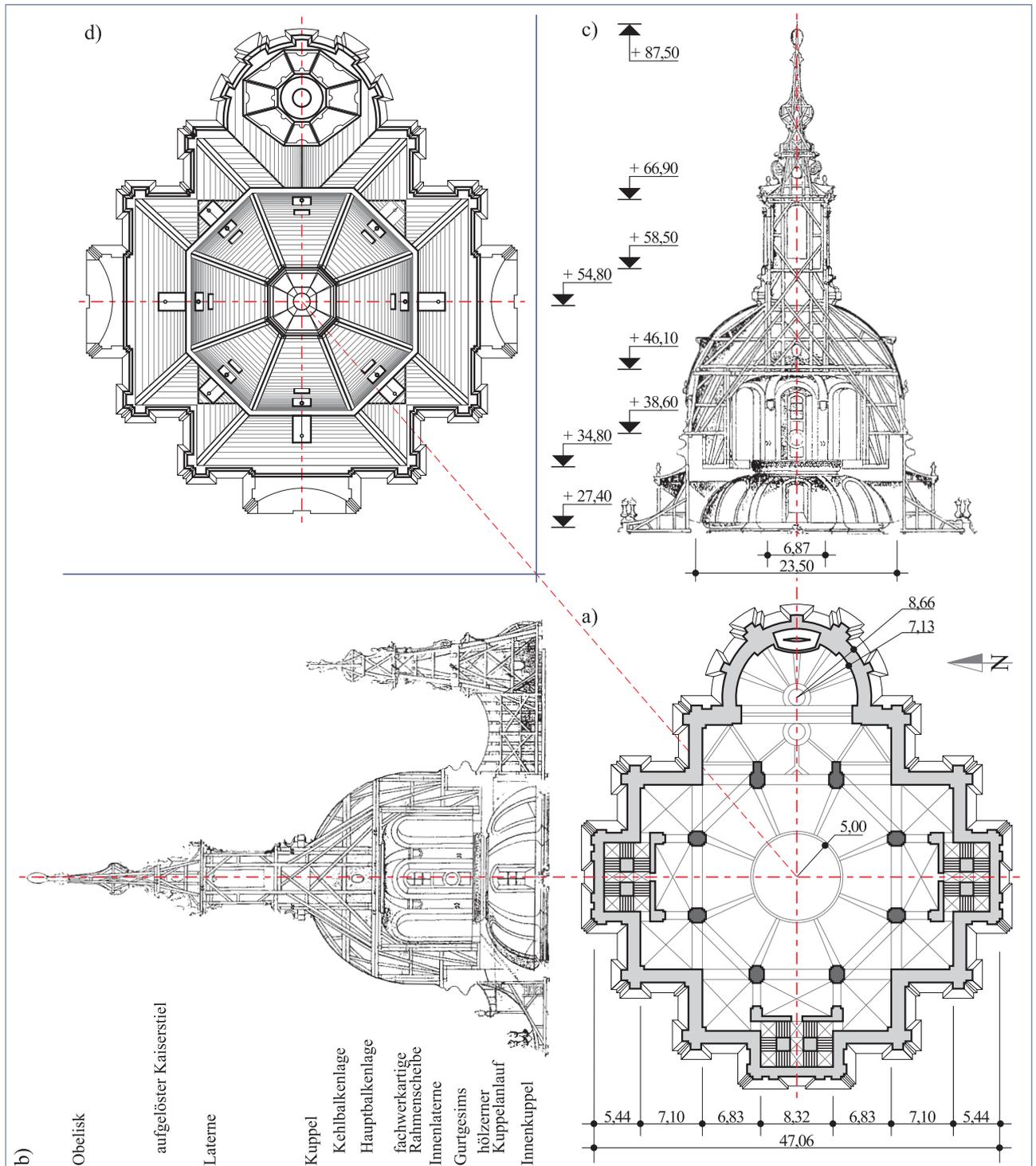


Bild 3.3.2: Auftrag von Längs- (c) und Querschnitt (b) der Kuppelkonstruktion (Originalplan der Planungszeit) über dem aus einem Originalplan heraus aufgearbeiteten Grundriß (a) des aufgehenden Mauerwerkes sowie einer Draufsicht (d) der Kirche, Angabe der wichtigsten Bauwerksabmessungen und Bezeichnung der wichtigsten architektonischen und konstruktiven Elemente.

und am First stützen die Form des Kuppelanlaufes. Der vertikale Lagerbalken wird über die Sparren hinaus geführt, um die Auflagerung der Aufschieblinge zu ermöglichen. Der mittlere Sparrenabstand beträgt etwa 1,2 m. Der untere Aufschiebling wird am Sparren mit einem Versatz angeschlossen und liegt am Fußpunkt auf einem senkrecht zur Sparrenachse liegenden Lagerholz. Dieser hat ausschließlich formgebende Funktion. Im vorliegenden Fall haben die Sparren eine

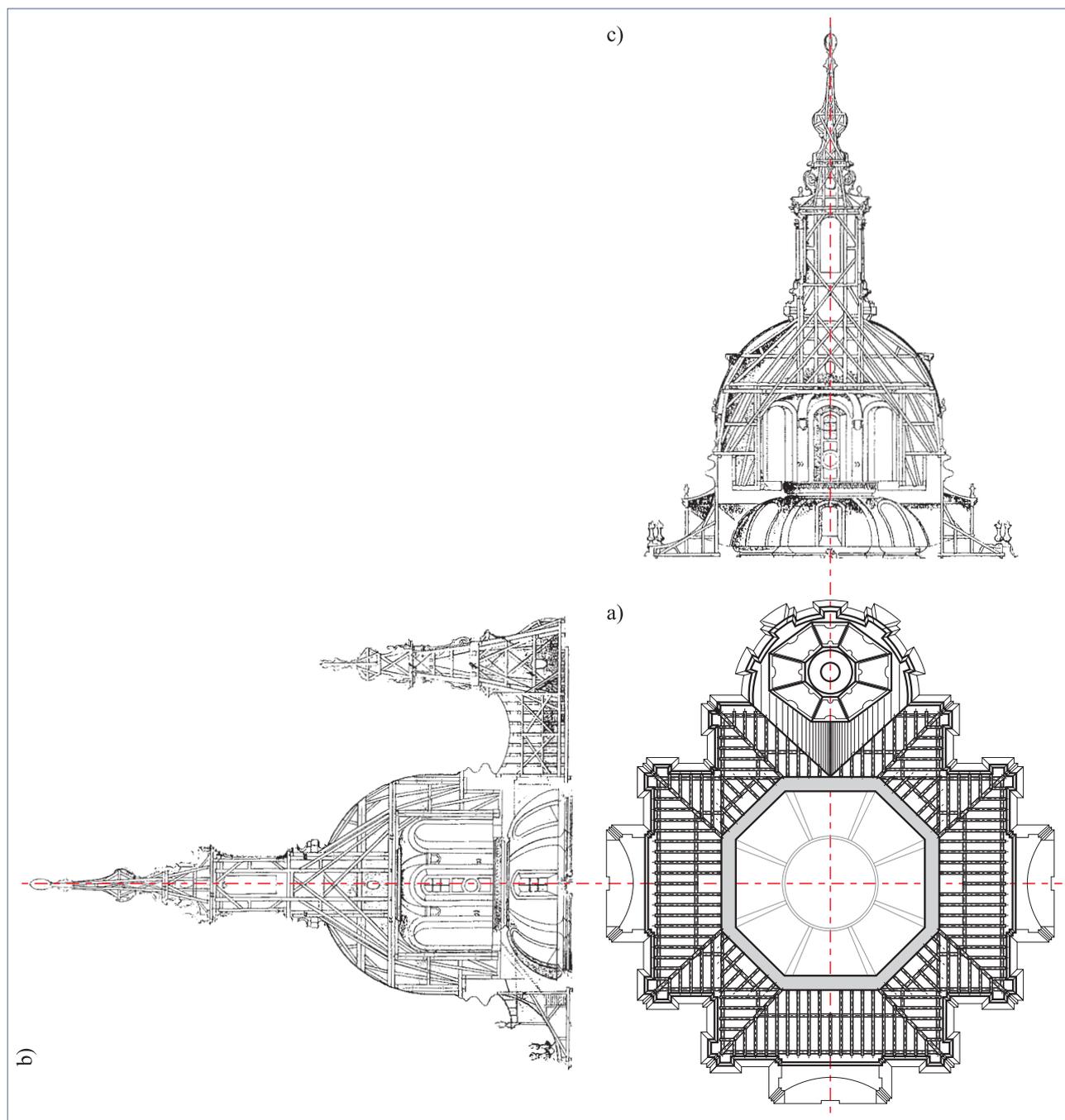


Bild 3.3.3: Auftrag von Längs- (c) und Querschnitt (b) der Kuppelkonstruktion (Originalplan der Planungszeit) über dem aus den Schnittdarstellungen heraus entwickelten Grundriß des Balkenwerkes des Kuppelanlaufs (a) der Kirche, Originaldarstellung des Dachstuhles des Kuppelanlaufs im Querschnitt, zur Rekonstruktion herangezogen wurde der im Längsschnitt abgebildete Dachstuhl.

Länge von etwa 7,8 m. Hier ist eine Unterstützung erforderlich, die mit einer Kehlbalkenlage gewährleistet wird. Ein liegender Dachstuhl mit Pfette, Kopfband und einem Stuhlsäulenabstand von 4,8 m steift den Kuppelanlauf in horizontaler Richtung aus. Der Bereich der Einkehlung zwischen den Kreuzarmen in Verbindung mit der achteckigen Form der Innenkuppel weist eine komplizierte geometrische Struktur auf. In diesem Bereich durchdringen sich die geschwungenen Dachseitenflächen der Kreuzarme mit einer eingeschobenen geschwungenen Fläche für den dazwischenliegenden Bereich. Die mit einem Stuhl unterstützten Gratsparren werden dabei von

beiden Seiten durch Schiftsparren belastet. Die Sparren der eingeschobenen Flächen belasten dagegen die Kehlsparren.<sup>9</sup>

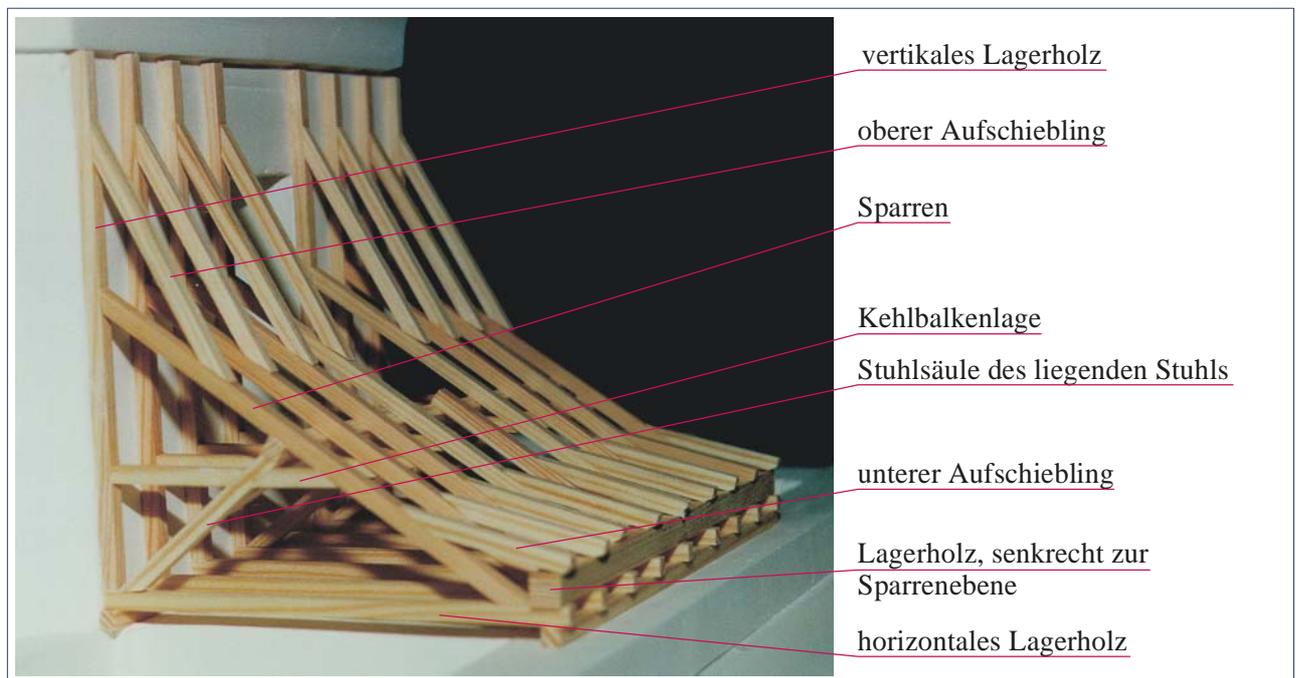


Bild 3.3.4: Kuppelanlauf, Holzkonstruktion mit liegendem Stuhl. Modellfoto.

### 3.3.3 Die Unterkonstruktion - Anordnung der Rahmenscheiben.

Die großformatige Innenlaterne<sup>10</sup> mit ihren sehr großen Lichtöffnungen sowie die achteckige Form der bekrönenden Laterne bilden geometrisch-konstruktive Randbedingungen für den Unterbau des Dachstuhles, so daß die Aufstellung von Holzstützen nur in ausgewählten Bereichen möglich ist. Lagerhölzer verteilen die Lasten auf eine größere Grundfläche und nehmen einen großen Teil des seitlichen Schubes der Holzkonstruktion auf. Da nur der äußere Bereich der Ebene über der Innenlaterne für das Tragwerk in Anspruch genommen werden kann, müssen die Lagerhölzer einer Ringstruktur folgen. Bei dem ersten Projekt der Frauenkirche wurden drei Lagerringe verwendet, zwei liegen direkt auf der Innenkuppel, einer auf dem Gurtgesims auf.<sup>11</sup> Über dem mittleren Ring findet sich in Höhe des oberen Abschlusses des Gurtgesimses zur Erhöhung der Steifigkeit ein weiterer Balkenring, der mit dem äußeren Ring vor allem zur Minimierung von dessen Verschiebung verbunden wird. Die beiden unteren Ringe auf der Innenkuppel sind auf Lagerbalken aufgekämmt. In GEORGE BÄHR'S Kostenanschlag sind dafür 24 extra starke Hölzer mit dem Querschnitt 34/42 cm und der sehr kurzen Länge von 3,5 m an erster Position<sup>12</sup> aufgeführt, an keiner anderen Stelle des Systems werden derart kurze Hölzer von

<sup>9</sup> Vgl. Bild 3.3.4.

<sup>10</sup> Im Kanon der barocken sächsischen Zentralbauten stellt - wie bereits erwähnt - diese großformatige Innenlaterne eine architektonische Singularität der Frauenkirche dar.

<sup>11</sup> Vgl. Bild 3.3.8.

<sup>12</sup> "144 Thlr. - Gr. -Pf. vor 24 stracke Kieferne Balcken 6.44 Ellen lang - 14 und 18 Zoll starck." Specification vom 20./25. November 1723 von JOHANN GOTTFRIED FEHRE und GEORGE BÄHR, die Ausarbeitung der hier erwähnten Zimmererleistung stammt von GEORGE BÄHR, zitiert nach Sponcel, 1893, S. 77 f.

dieser Stärke benötigt. Damit ergibt sich die Anordnung von 24 Rahmenscheiben im Unterbau.<sup>13</sup> Diese müssen so angeordnet werden, daß die Lichtöffnungen - sowohl der Innenlaterne als auch der Fenster in den Gaupenhäuschen - nicht beeinflußt werden. Die - allerdings spätere - Literatur<sup>14</sup> kennt mit den Systemen nach OTZEN und MOLLER zwei unterschiedliche Anordnungsmöglichkeiten der Stützung von Turmhelmen, welche sich auf die Ausbildung der Unterkonstruktion der Holzkuppel der Frauenkirche übertragen lassen:

Das System von OTZEN<sup>15</sup> verzichtet auf eine ausgeprägte Hauptrichtung. Den acht Seiten der Grundfläche werden jeweils zwei Stützenscheiben zugeordnet, in den Eckpunkten des Achtecks

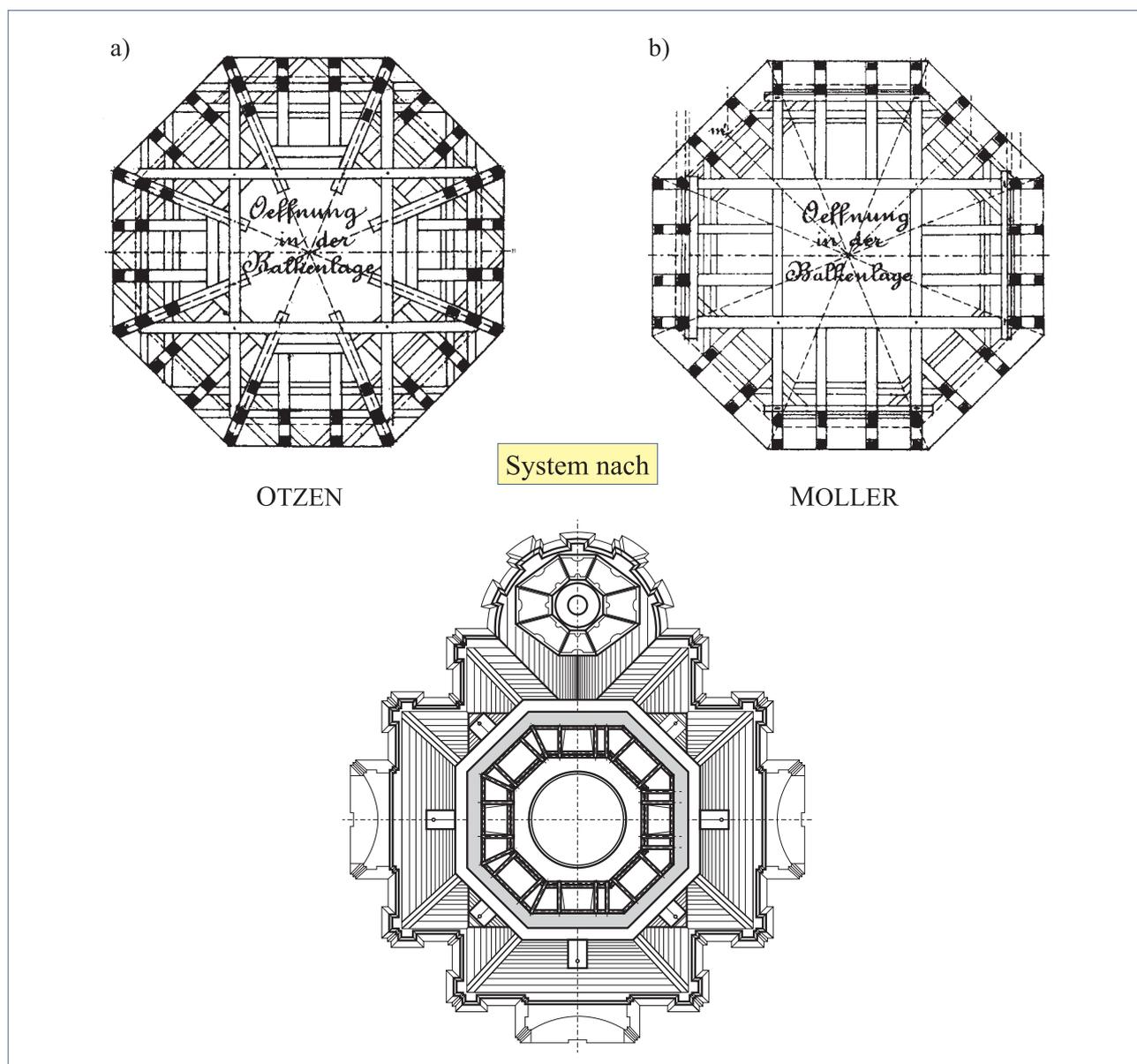


Bild 3.3.5: Anwendung der später in der Literatur eingegangenen Konstruktionssysteme für Kirchturmhelme nach OTZEN (a) und MOLLER (b)<sup>16</sup> auf die Rahmenscheiben der Unterkonstruktion innerhalb der Kuppel der dresdner Frauenkirche.

<sup>13</sup> Vgl. Bild 3.3.6.

<sup>14</sup> Vgl. beispielsweise dazu Stade, 1904.

<sup>15</sup> Vgl. Bild 3.3.5 links (a).

<sup>16</sup> Abbildungen nach Stade, 1904.

wird eine Scheibe mit einer radialen Ausrichtung angeordnet, die den höher belasteten Grat direkt unterstützt. Die gleichmäßige Anordnung der Stühle bewirkt auch eine Vergleichmäßigung der Lasten. Die die gegenüberliegende Scheiben verbindenden Riegel, welche gleichzeitig die Hauptbalkenlage bilden, führen zu einer sehr komplizierten geometrischen Struktur mit vielen Überschneidungspunkten, die wiederum Querschnittsschwächungen der Riegel nach sich ziehen. Zudem durchlaufen die Riegel das der Belichtung des Binnenraumes dienende Okular in der Decke der Innenlaterne und stören so dessen Transparenz.

MOLLER<sup>17</sup> hingegen ordnet die Stützenscheiben grundsätzlich senkrecht zu den Umfassungsmauern an. Auf den vier längeren Seiten des Achtecks werden jeweils vier Scheiben angeordnet,

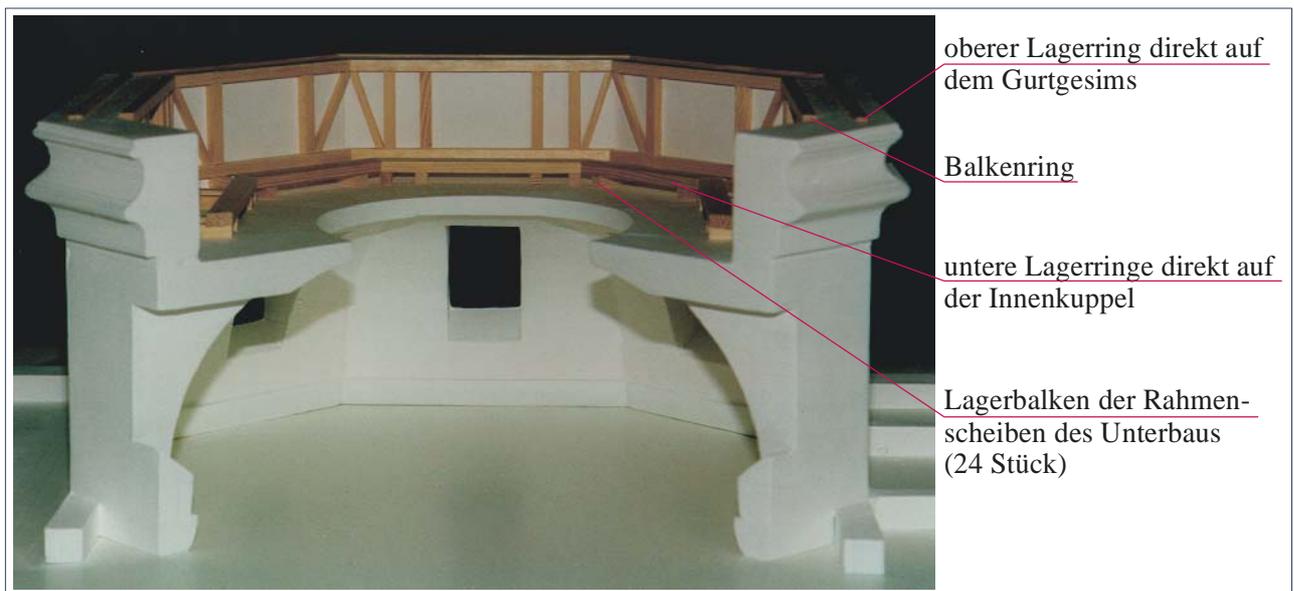


Bild 3.3.6: Lagerhölzer der Holzkonstruktion.  
Modellfoto.

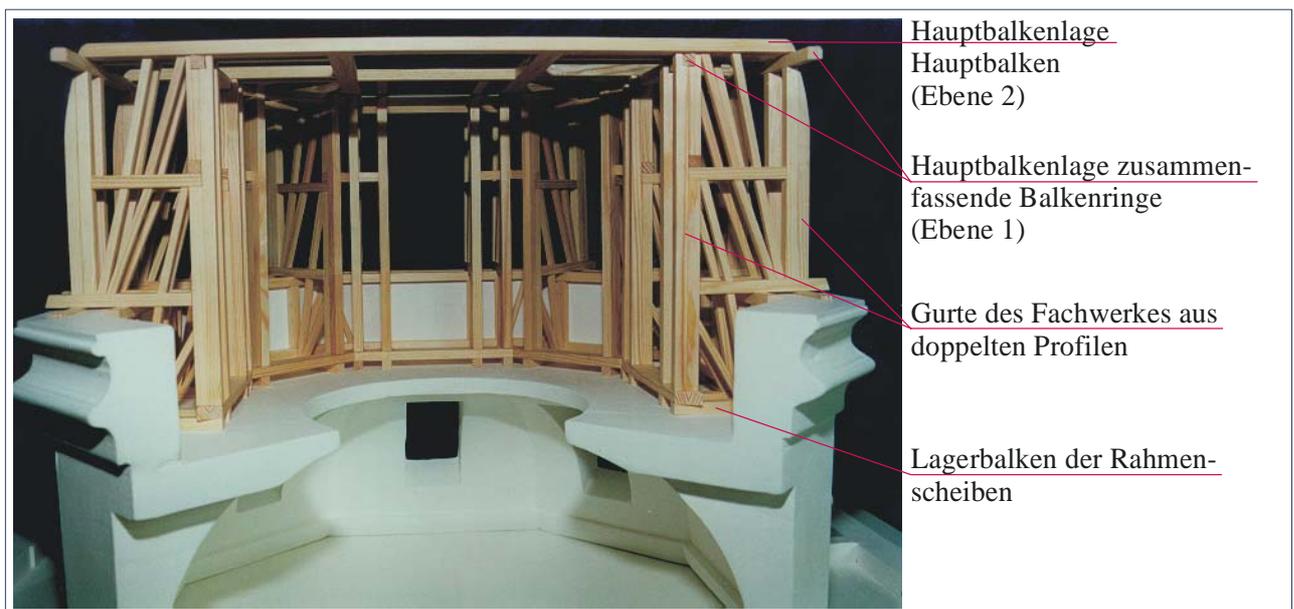


Bild 3.3.7: Innenlaterne mit fachwerkartigen Rahmenscheiben und Hauptbalkenlage (untere Ebenen).  
Modellfoto.

<sup>17</sup> Vgl. Bild 3.3.5 rechts (b).

die mit den jeweils gegenüberliegenden Scheiben und der Hauptbalkenlage einen Rahmen bilden. Auf den kürzeren Seiten des Achteckes stehen jeweils nur zwei Scheiben, die in den Rahmenriegel der Hauptseiten einbinden. Durch die senkrecht zueinander verlaufenden Riegel entsteht eine sehr günstige orthogonale Struktur in der Hauptbalkenlage, das Okular im Zentrum der Innenlaternen- decke bleibt frei. Die Orientierung der Aufstellung der Stützenscheiben, so wie es später unter dem Namen „System von MOLLER“ in der Literatur eingegangen ist, muß als das geeignetere für die Kuppel der Frauenkirche angesehen werden und wird daher als Grundlage für die Rekonstruktion angenommen.

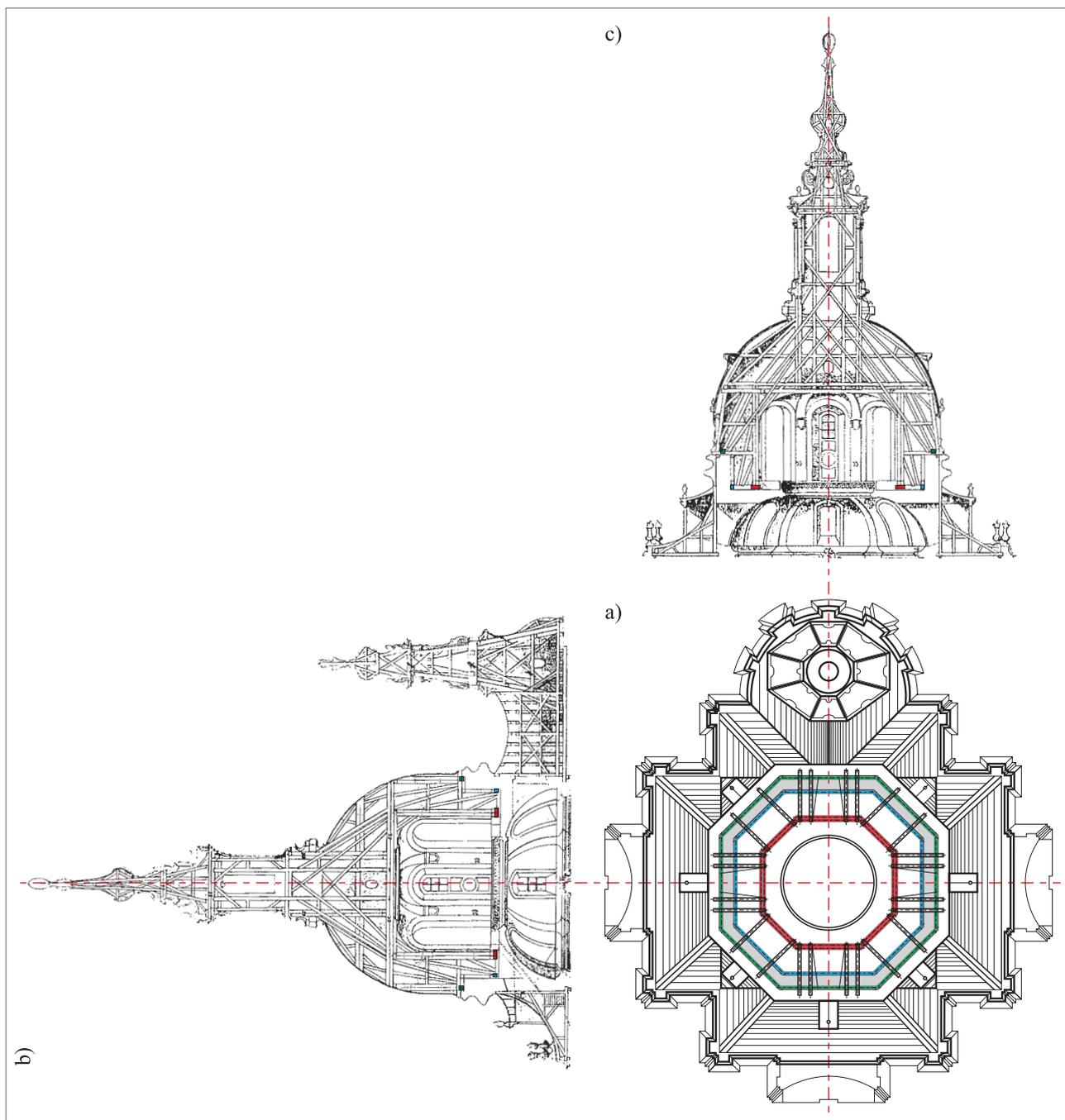
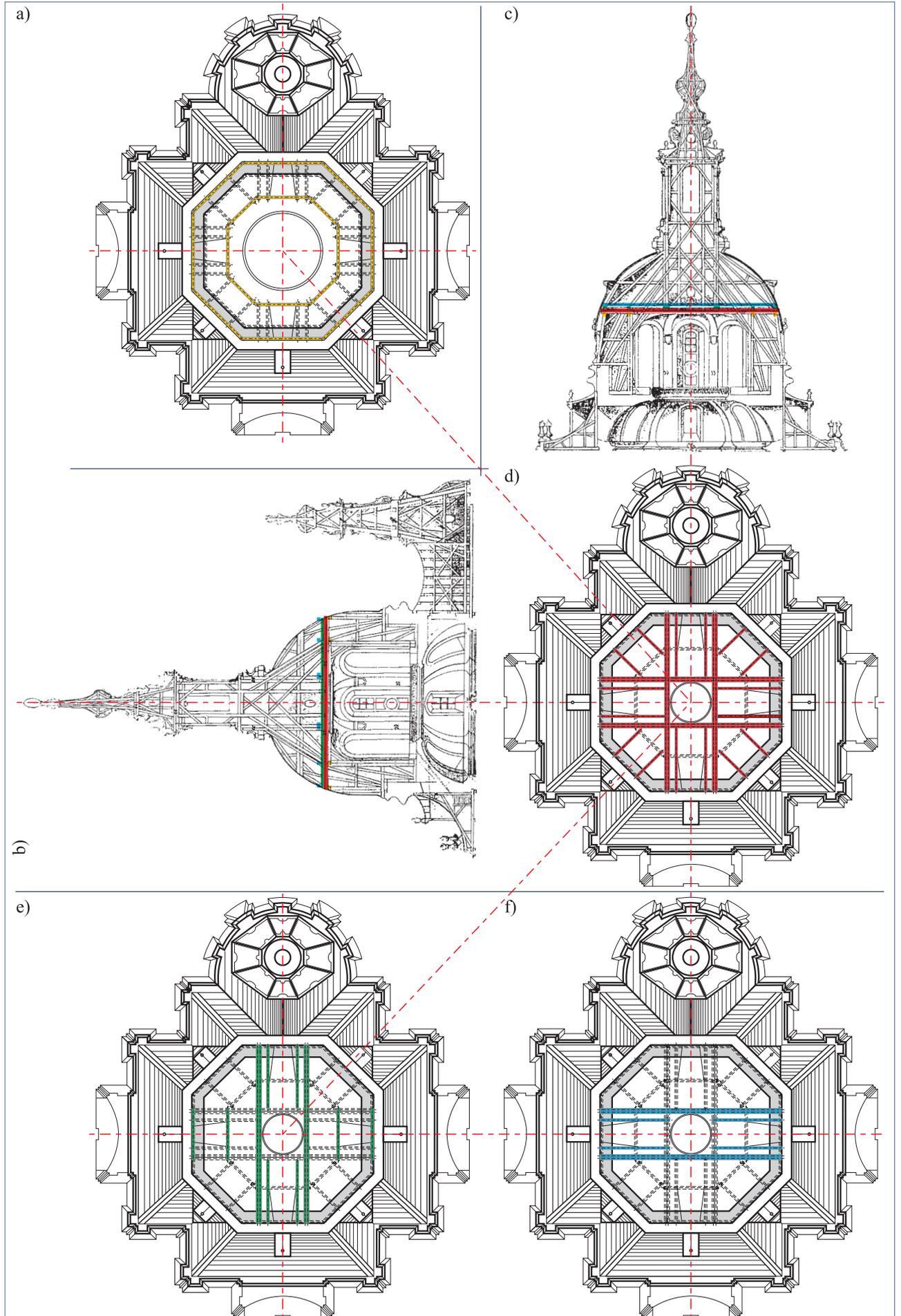


Bild 3.3.8: Auftrag von Längs- (c) und Querschnitt (b) der Kuppelkonstruktion (Originalplan der Planungszeit) über dem aus den Schnittdarstellungen heraus entwickelten Grundriß der Lagerhölzer (a) der Kirche.



Die überlieferten Schnittdarstellungen zeigen Rahmensysteme für die Unterkonstruktion. Die Rahmenstiele sind die Fachwerkscheiben des Unterbaues, die eine hohe Steifigkeit für die Unterkonstruktion gewährleisten. Die Gurte dieses Fachwerkes werden mit doppelten Profilen ausgeführt, um den hohen Lasten gerecht zu werden. Das Fachwerk ist im Abstand von 3-4 m von horizontalen Ebenen unterteilt, welche mit schrägen Stielen den Verband aussteifen. Die ungünstige Beanspruchung durch Eckmomente in den Anschlußpunkten ist im Holzbau zu vermeiden. Die aufgelösten Rahmenstützen teilen das ideale Eckmoment der Rahmenecke in ein Kräftepaar.<sup>18</sup>

### 3.3.4 Die Hauptbalkenlage.

Durch die hergeleitete Unterkonstruktion ergibt sich eine den geosteten Hauptachsen der Kirche folgende orthogonale Struktur der Balken in der Hauptbalkenlage<sup>19</sup>, die aus vier übereinander liegenden Balkenebenen gebildet wird. Die Rahmenscheiben der Unterkonstruktion werden von zwei zusammenfassenden Balkenringen<sup>20</sup> umschlossen, die deren Auseinanderverschieben verhindern. Zur Minimierung der Horizontalverformungen dürfen die Verbindungen nur einen sehr geringen Schlupf aufweisen. Über diesen Holzringen liegen die Hauptbalken in der

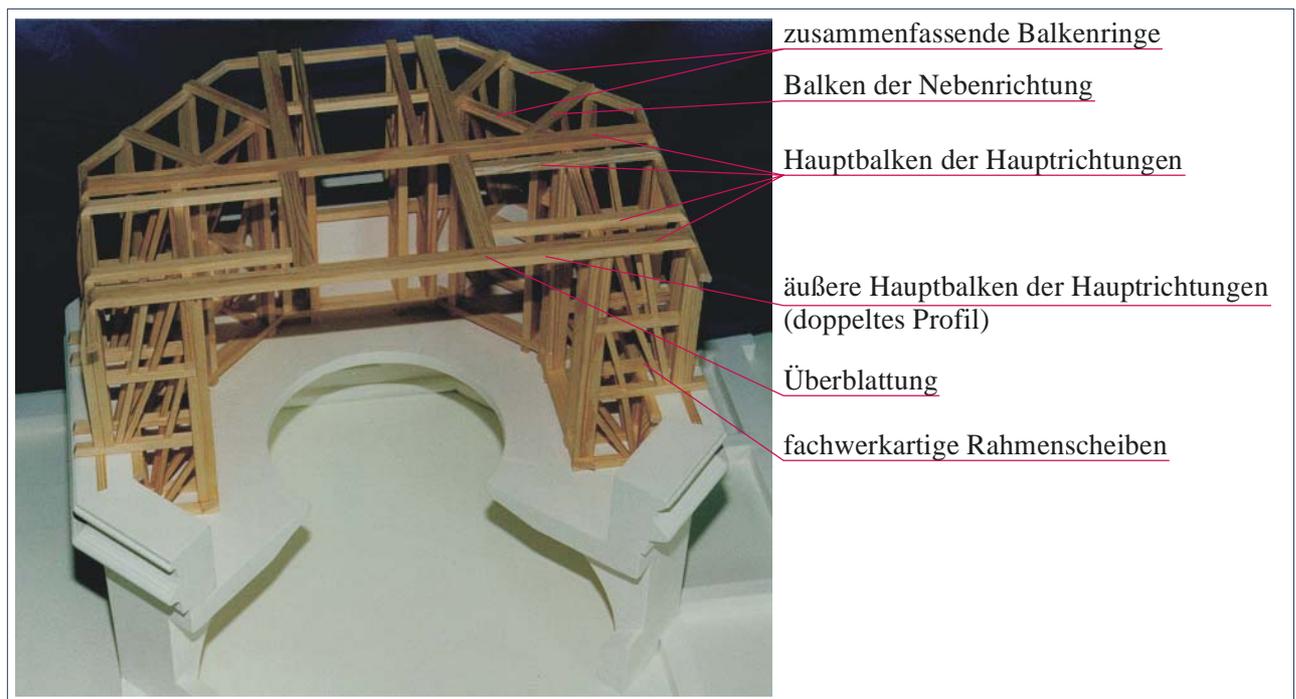


Bild 3.3.10: Hauptbalkenlage über der Innenlaterne mit den Ringbalken und den Hauptbalken (Ebene 1). Modellfoto.

Abbildung der vorhergehenden Seite:

Bild 3.3.9: Auftrag von Längs- (c) und Querschnitt (b) der Kuppelkonstruktion (Originalplan der Planungszeit) über dem aus den Schnittdarstellungen heraus entwickelten Grundriß der Hauptbalkenlage der Kuppel mit der Darstellung ihrer einzelnen Ebenen: Ebene 1 – zusammenfassende Balkenringe (a), Ebene 2 - Hauptbalken mit Überblattungen in den Kreuzungspunkten (d), Ebene 3 - aufgelegte Balken der Längsrichtung (e), Ebene 4 - aufgelegte Balken der Querrichtung (f).

<sup>18</sup> Vgl. Bild 3.3.7.

<sup>19</sup> Vgl. Bild 3.3.9.

<sup>20</sup> Ebene 1, vgl. 3.3.9 oben links (a).

jeweiligen Scheibenrichtung, die äußeren Balken der Hauptrichtungen werden von zwei aneinander liegenden Balken gebildet, die dabei durchgängig über die gesamte Spannweite verlaufen. An den dabei entstehenden Kreuzungspunkten werden die Balken überblattet. Es entsteht so ein Quadrat über der Innenlaterne. Die mittleren Balken der Hauptrichtungen und die Balken der Nebenrichtung binden in den durchgängigen Hauptbalken mit einer zugfesten Schwalbenschwanzverbindung ein.<sup>21</sup> Zur weiteren Verstärkung der Balkenlage werden in den beiden Hauptrichtungen auf die äußeren Hölzer zwei nebeneinanderliegende Profile aufgelegt. Im Gegensatz zu den darunterliegenden Hölzern werden diese Profile ohne Ausführung einer Querschnittsschwächung aneinander vorbeigeführt.<sup>22</sup> Die mittleren Balken der Hauptrichtung und die Balken der Nebenrichtung binden im Hauptbalken ein.<sup>23</sup>

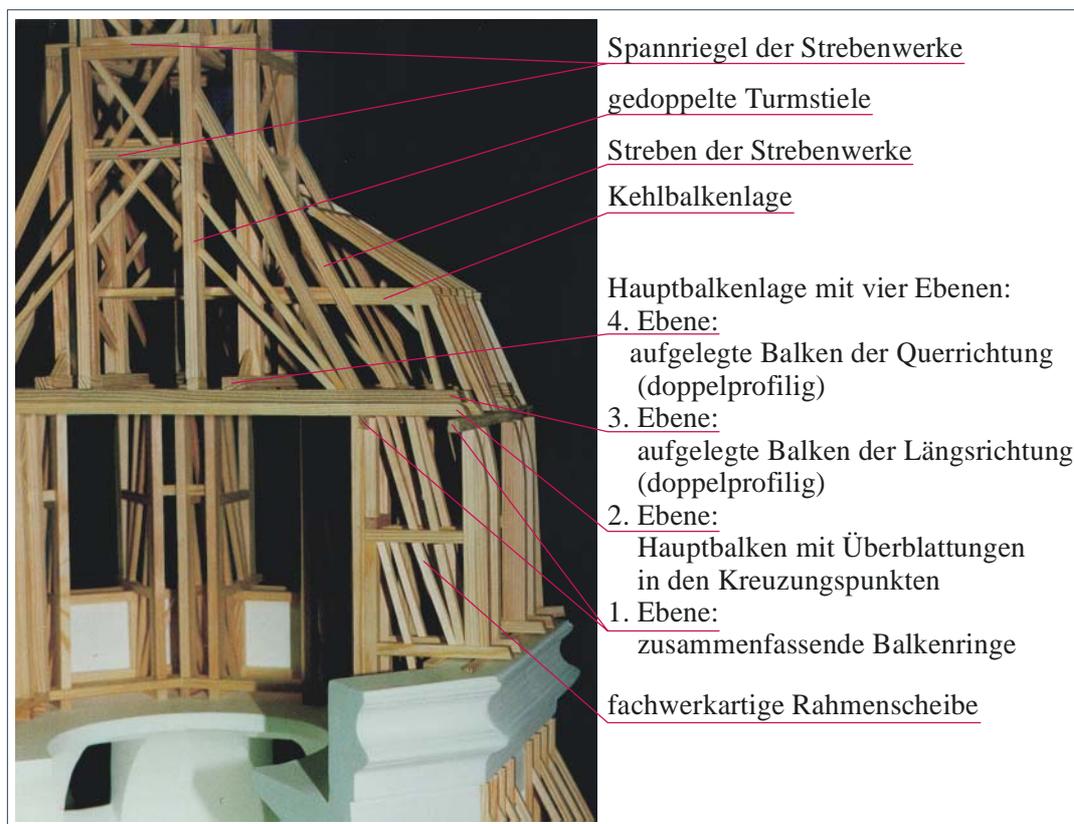


Bild 3.3.11: Fachwerkartige Rahmenscheibe mit Hauptbalkenlage und Strebenwerken.  
Modellfoto.

### 3.3.5 Die Strebenwerke.

Die Biegesteifigkeit der Hauptbalkenlage ist trotz der doppelten Balkenlage zu gering, um die Lasten des Turmes mittels Biegung auf die Rahmenscheiben ableiten zu können. Damit wird die Anordnung von Strebenwerken entsprechend den zur Verfügung stehenden Konstruktionsprinzipien der Entwurfszeit zwingend. Das Strebenwerk - hier in seiner Eigenschaft als Sprengwerk verwendet<sup>24</sup> - bildet das Hauptelement für die Ableitung der Laternen- und Windlasten.

<sup>21</sup> Ebene 2, vgl. Bild 3.3.9 rechts (d) und Bild 3.3.10.

<sup>22</sup> Ebenen 3 und 4, vgl. 3.3.9 unten links (e) und rechts (f).

<sup>23</sup> Vgl. Bild 3.3.11.

<sup>24</sup> Vgl. dazu Abschnitt 2.4 und Bild 2.4.2.

Im Gegensatz zu den kleineren Kirchen von Schmiedeberg und Forchheim<sup>25</sup> besitzt die Frauenkirche ihrer achteckigen Kuppelgrundfläche entsprechend acht Turmstiele. Das ermöglicht die Anordnung von jeweils vier Sprengewerken in Richtung jeder der beiden Hauptachsen, womit der notwendigen Ableitung der großen Lasten der sehr hohen Laterne Rechnung getragen wird. Gleichzeitig werden die Turmstiele bis zum Beginn der Laterne oberhalb des Kuppelgesimses mit doppelten Querschnitten ausgebildet. Die Strebenwerke lassen sich in Hauptstrebenwerke<sup>26</sup> und

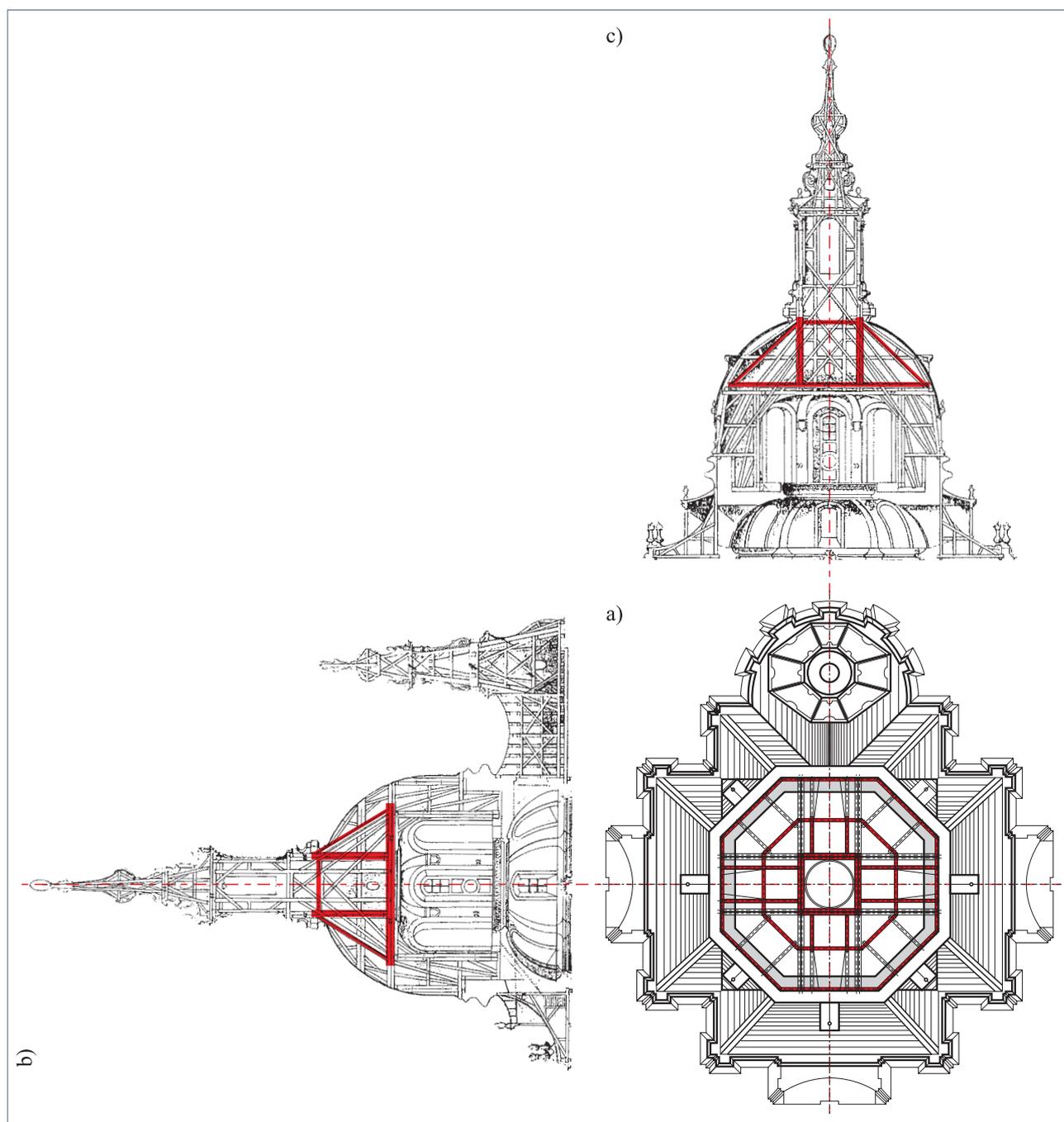


Bild 3.3.12: Auftrag von Längs- (c) und Querschnitt (b) der Kuppelkonstruktion (Originalplan der Planungszeit) über dem aus den Schnittdarstellungen heraus entwickelten Grundriß der Strebenwerke (a), Kennzeichnung der Hauptstrebenwerke.

<sup>25</sup> Diese Kirchen haben einen quadratischen Turmgrundriß, die Lasten der vier Eckstiele des Turmes werden mit Hilfe von je zwei Sprengewerken in Richtung der Hauptsymmetrieachsen abgeleitet. Vgl. Abschnitt 2.5.

<sup>26</sup> Vgl. Bild 3.3.12.

Nebenstrebenwerke<sup>27</sup> gruppieren. Die Hauptbalkenlage wird durch die Konstruktion der Strebenwerke - hier in der Funktion von Hängewerken - unterstützt. Die Turmstiele bilden im System des Hängewerkes die Hängesäulen. Im Längsschnitt belasten die Streben den inneren Ring der Hauptbalkenlage bzw. der Unterkonstruktion. Dieser Ring nimmt einen großen Teil der Zugkräfte der Strebenwerke auf. Die Anschlüsse dieses Ringes müssen so gestaltet werden, daß der Schlupf gering gehalten wird. Im Kirchenquerschnitt belasten zwei Hängewerke mit ihren Streben den äußeren Ring. Dadurch vergrößert sich die Spannweite der Druckstrebe und die Druckkraft erhöht

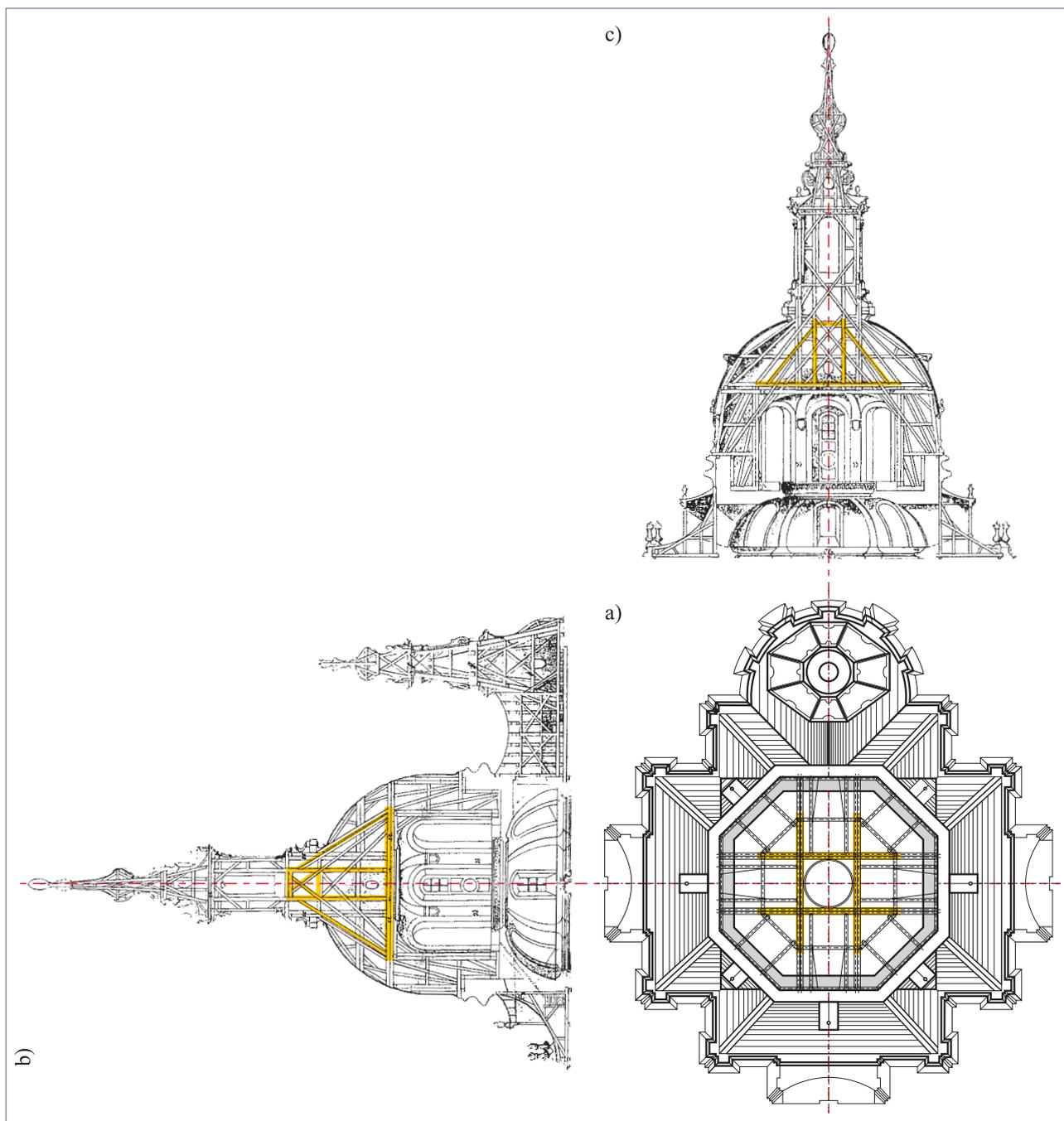


Bild 3.3.13: Auftrag von Längs- (c) und Querschnitt (b) der Kuppelkonstruktion (Originalplan der Planungszeit) über dem aus den Schnittdarstellungen heraus entwickelten Grundriß der Strebenwerke (a), Kennzeichnung der Nebenstrebenwerke.

<sup>27</sup> Vgl. Bild 3.3.13.

sich bei gleichbleibender Belastung. Die unsymmetrische Anordnung des Strebenwerkes in den Darstellungen von Längs- und Querrichtung erscheint wenig sinnvoll, sie kann als Planungsdifferenz innerhalb der beiden Pläne interpretiert werden, deren Auflösung im Zuge der Bauausführung zu erwarten gewesen wäre.<sup>28</sup> Die Spannriegel sind in einem ringförmigen Balkenpaar aufgelöst. Weitere Stabgruppen sind zur zusätzlichen Aussteifung der Laterne angeordnet worden, sie entsprechen einer Dreibockkonstruktion und nehmen hier in geringem Umfang Windkräfte auf. Die Aussteifung der acht doppelten Turmstiele erfolgt in drei Ebenen.<sup>29</sup> Die horizontalen Stäbe sind wie in der Hauptbalkenlage orthogonal zueinander ausgerichtet.<sup>30</sup>

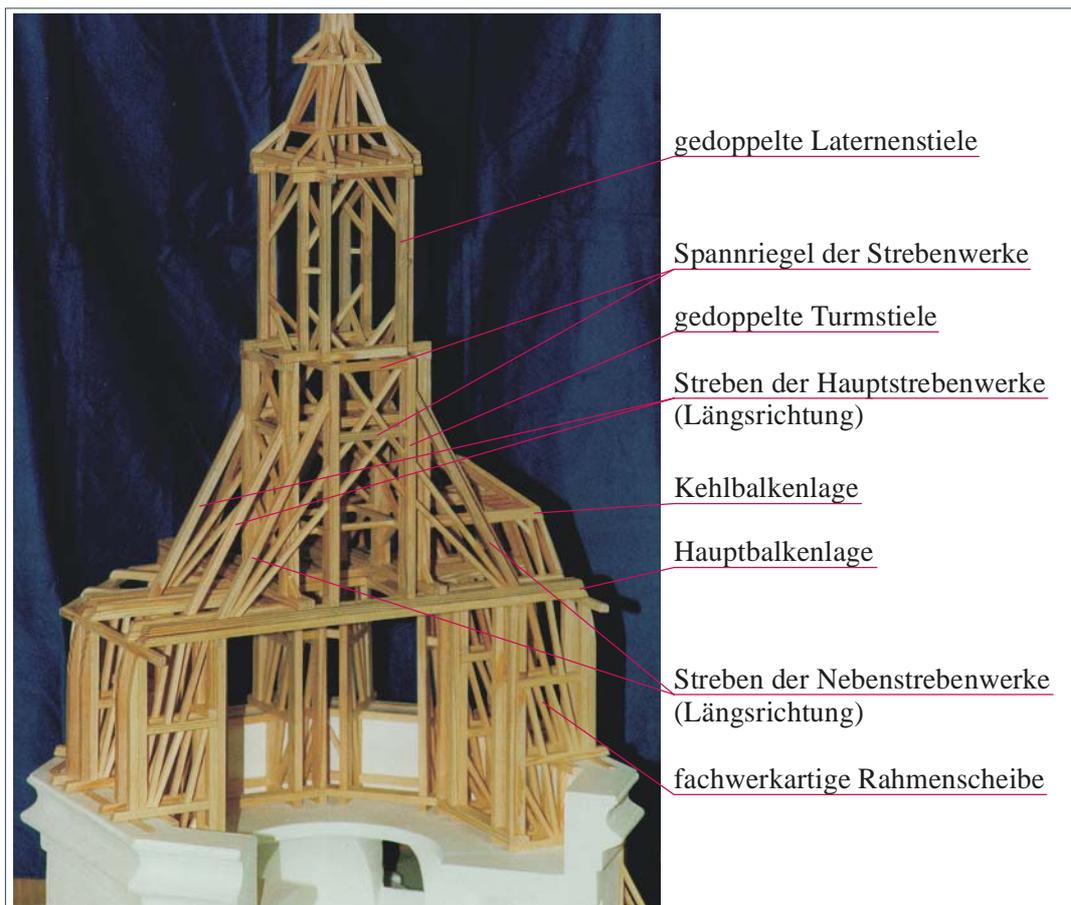


Bild 3.3.14: Hölzernes Kuppeltragwerk mit Rahmenscheiben, Hauptbalkenlage, Strebenwerken und Laterne. Modellfoto.

### 3.3.6 Die Kehlbalkenlage und die Sparren der Kuppel.

Zur formalen Annäherung an die Silhouette der Kuppel werden die Sparren in der Kehlbalkenebene unterbrochen. Die untere Sparrenlage reicht damit von der Hauptbalkenlage bis zur Kehlbalkenebene und bindet mit einem Versatz ein. Die Kehlbalken werden über den durchgängigen Balken der Hauptbalkenlage angeordnet, sie reichen bis zu den Turmstielen. Zwischen

<sup>28</sup> Innerhalb der Tragwerksrekonstruktion wurde diese Differenz in das Tragwerk eingearbeitet, um die Authentizität der historischen Darstellung nicht zu mindern.

<sup>29</sup> Ringförmige Strukturen würden sich günstig auf die Verteilung der Kräfte auswirken. Diese sind in den Kupferstichen nicht erkennbar und demzufolge im rekonstruierten Tragwerk nicht angeordnet worden.

<sup>30</sup> Vgl. Bild 3.3.14.

diesen Kehlbalken wird ein verbindender Balken vor den Streben des Strebenwerkes geführt, in den alle weiteren Kehlbalken einbinden. Die Kehlbalkenlage ist durch ihre räumliche Struktur unverschieblich. Innerhalb der Turmstiele sind zur besseren Aussteifung der Kehlbalkenlage eine rechtwinklig zueinander laufende Balkenlage angeordnet, die an ihren Schnittpunkten mit einer Überblattung aneinander vorbeigeführt werden. Die Sparren im oberen Teil haben eine geringere Neigung als im unteren Teil. Die Gratsparren des obersten Kuppelabschnittes werden bis zu den acht Turmstielen geführt und mit einem vor den Stielen liegenden horizontalen Balken miteinander verbunden, in den die Sparren der Dachfläche einbinden. Hochkant gestellte Bohlen über den Sparren dienen der endgültigen Ausrundung der Kuppel, auf ihnen liegt die Schalung mit der Kupferblechdeckung.

### 3.3.7 Die Turmkonstruktion mit der Laterne und dem Obelisk.

Die acht gedoppelten Turmstiele ragen um etwa 4 m über den eigentlichen Kuppelabschluß hinaus. Ein Gesims versteckt hier die die Kuppelsilhouette überschreitenden Hängewerkstreben und bildet gleichzeitig einen optischen Kuppelabschluß mit einem harmonischen Übergang zur Laterne.<sup>31</sup> Auf der abschließenden Ebene der doppelten Turmstiele werden die acht Laternenstiele um eine Holzbreite nach innen gesetzt und in die rechtwinklig zueinander laufenden horizontalen Balken

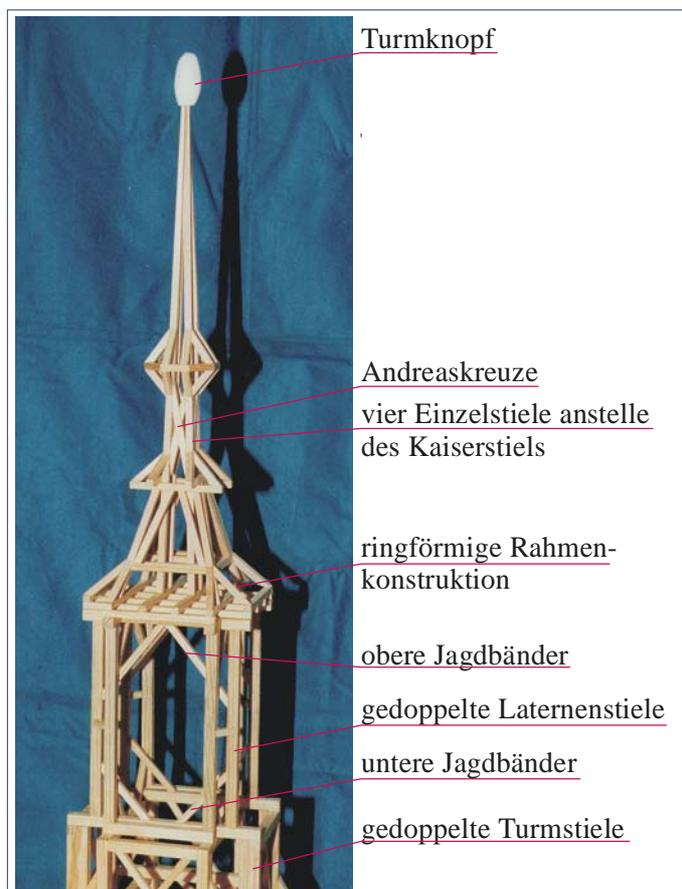


Bild 3.3.15: Holzkonstruktion von Laterne und Obelisk. Modellfoto.

<sup>31</sup> Vgl. Bild 3.3.15.

eingezapft. Da die im Grundriß mit abgeschrägten Ecken gebrochene viereckige Laterne große Öffnungen aufweist, kann in ihrem Innenbereich keine aussteifende Konstruktion vorgesehen sein. Daher werden in ihrem Kopf- und Fußbereich große Jagdbänder angeordnet, die jeweils zwei Rahmen in jeder Hauptrichtung bilden. Zur besseren Lastverteilung des Rahmensystems dienen im mittleren Bereich der abgeschrägten Ecken Verbindungshölzer.

Die sehr große Höhe des Laternenabschlusses<sup>32</sup> erfordert anstatt des sonst für eine Turmhaube üblichen Kaiserstieles vier Einzelstiele, die, um Biegemomente aufnehmen zu können, über die gesamte Länge durchgängig sein müssen. Sie werden durch Andreaskreuze miteinander verbunden und zusätzlich dazu infolge der geringen Aufstandsfläche des Obelisken mittels einer weiteren ringförmigen Rahmenkonstruktion an ihrem Fuß ausgesteift. Die Spitze des Obelisken wird von einem Turmknopf zusammengefaßt.

---

<sup>32</sup> Die Höhe des Laternenabschlusses (Obelisk) beträgt in diesem Entwurf immerhin etwa 20,60 m, die Gesamthöhe der Laterne einschließlich Obelisken beträgt mit 32,70 m fast 40 % der Höhe des gesamten Bauwerks. Vgl. dazu Bild 3.3.2.