

# ENTLASTET



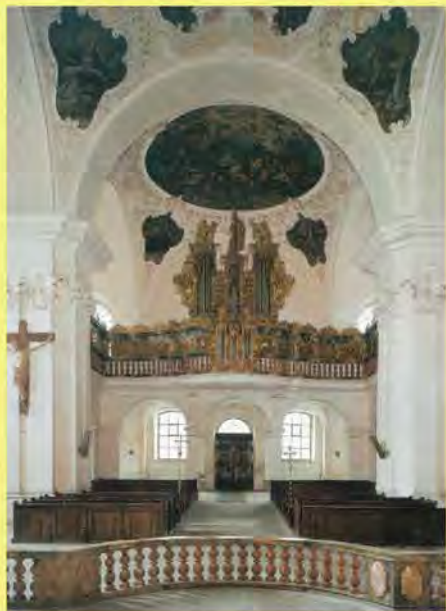
01

Es war nur ein vom Gewölbe abgeplatzt Stück Putz, aber was es signalisierte, war dramatisch: ein durch die Last des Daches stark verformtes Gewölbe der Klosterkirche St. Katharinental in Diessenhofen. Die Lösung zur statischen Sicherung ist nun aber ebenso elegant wie wirkungsvoll.

Zu «verdanken» sind die Sicherungsmassnahmen an der Kirche des Klosters St. Katharinental der einstigen Priorin Josepha Dominica von Rottenberg. Sie verwarf das vom Baumeister Johann Michael Beer vorgeschlagene Walmdach und bestand auf einem steilen Satteldach (Bild 1). Die Warnungen ihres Baumeisters in den Wind zu schlagen hatte fatale Folgen: Bereits zwei Jahre nach Fertigstellung des Baus 1735 wandte sich der verantwortliche Zimmermann an Beer mit der Bitte, er möge ihn beraten, wie er die entstandenen Schäden – der Bau wies Risse auf – beheben könnte (siehe Kästen).

Das steile Satteldach – mit dem im Vergleich zu einem Walmdach grösseren Gewicht – hatte eine stärkere Lasteführung auf die Aussenwände zur Folge, wofür die Wände, wie Beer sie geplant hatte, nicht geschaffen waren. Der mit der Sanierung beauftragte Ingenieur Jürg Buchli relativiert die «Schuld» der Priorin allerdings insofern, als die Dachform nicht zwingend der Grund für die Verformungen und Risse, die daraufhin entstanden, sein müsse: «Es hätte auch mit einer anderen Dachform passieren können.»

Nachdem zwei Jahre nach Bauende erstmals Risse aufgetreten waren, wurde mehrmals in die Konstruktion eingegriffen. Zuerst wurden die Sicherungsmassnahmen (Zugelemente) in Holz, später, vermutlich 1929 anlässlich einer umfassenden Restauration, in Stahl (Stahlstangen und -schlösser) ausgeführt. Diese hielten zwar die Binder zusammen, belasteten aber die Säulen zusätzlich, die auf das Gewölbe drückten – bis 2004 ein Mauerziegel des Gewölbes ausbrach und ein Stück Putz von der Decke abplatzte (Bild 9). Der Stein verhakte sich im Verbund und fiel daher nicht ebenfalls in den Kirchenraum.



02

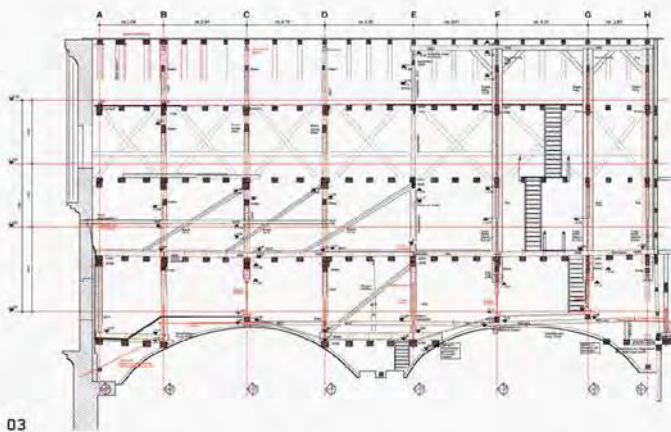
01 Nordwestansicht der Klosterkirche (Bild: Hochbauamt Kanton Thurgau)

02 Kirchenschiff, westliche Kuppel (Bild: Werner Knöpfli, Kunstdenkmäler des Kantons Thurgau, Band IV)

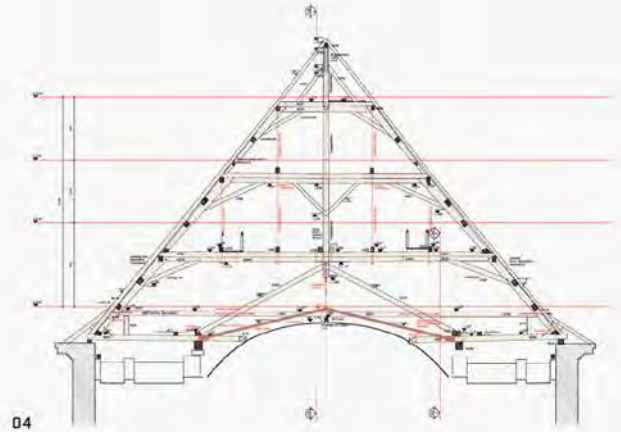
## «HÖHENKURVEN»-DIAGRAMM

Dies war der Anlass, die Kirche einer genauen Inspektion zu unterziehen und die Statik ein für alle Mal in den Griff zu bekommen. Es stellte sich heraus, dass die Kuppeln über die Jahrzehnte derart enormen Belastungen ausgesetzt waren – weil die Dachkonstruktion (Bilder 3, 4 und 5) an einzelnen Punkten auf den Kuppeln auflag und so das Gewicht des Daches auf diese übertrug –, dass sie sich zum Teil erheblich verformten. Diese Verformungen wurden durch den Geometer exakt bestimmt und in einem Höhenkurven-Diagramm (Abstand der Höhenlinien 5 cm) dargestellt (Bild 7). Dabei erwies sich die grösste Kuppel als am stärksten verformt.

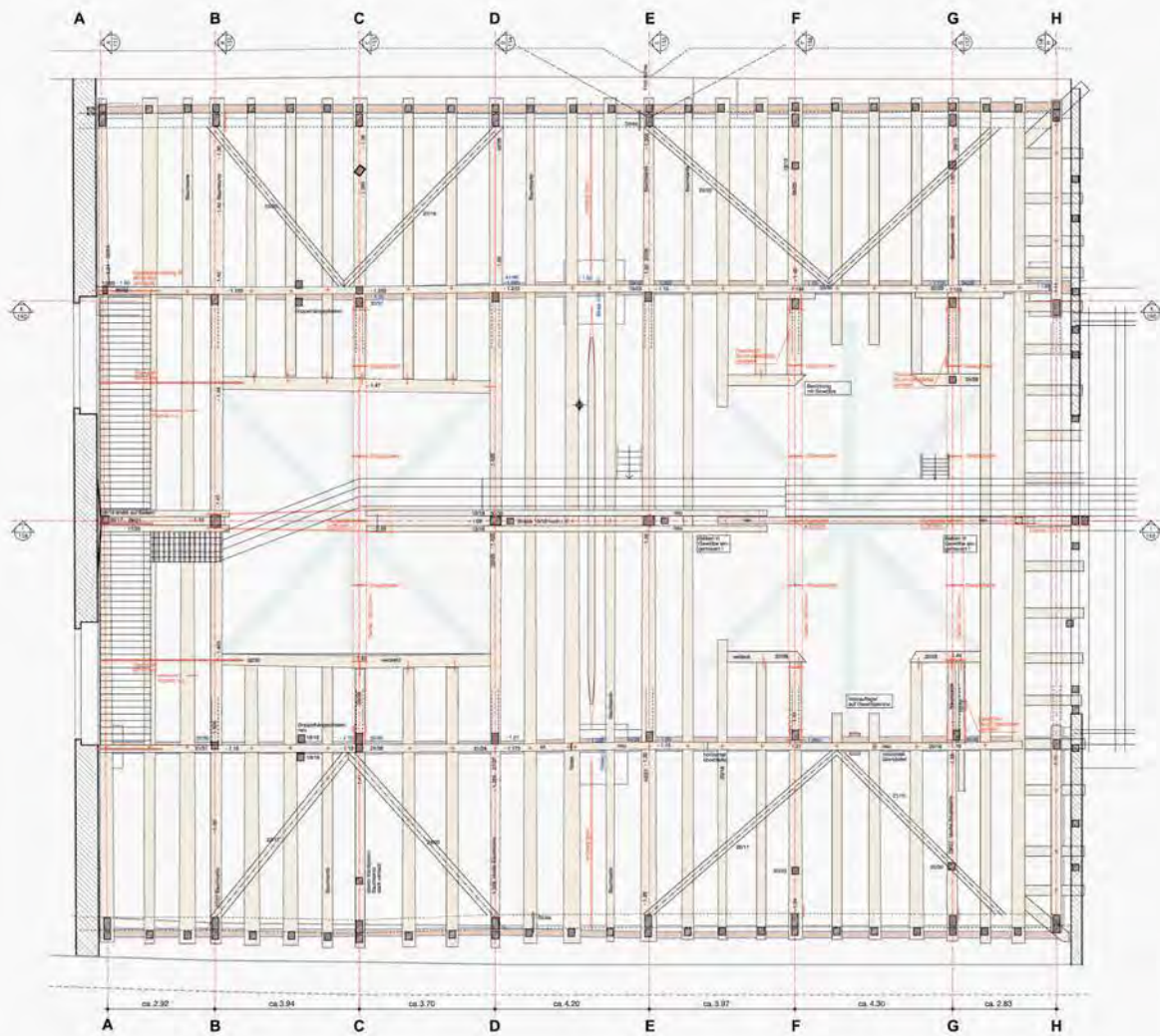
Eine weitere Ursache für die prekäre Statik war, dass die Balken von einer Spannweite von jeweils 23 Metern, die das Dach hätten zusammenhalten sollen – das die Tendenz hat, die Aussenmauern auseinanderzudrücken, jeweils dort, wo sich die Kuppeln in den Dachstuhl wölben –, unterbrochen werden mussten. Wären die Balken durchgehend geführt worden, das Dreieck des Dachstuhls mithin ein geschlossenes System gewesen, hätte die Konstruktion statisch funktioniert – so aber drückte das Gewicht des Dachstuhls sowohl auf die Kuppeln als auch auf die Aussenwände. Dies vermochten auf die Dauer auch die erwähnten Zugelemente aus Holz bzw. Stahl nicht wirksam zu verhindern, mittels deren die Konstruktion im Laufe des 19. und 20. Jahrhunderts «zusammengehängt» worden war. Sie hielten zwar die Binder zusammen, belasteten aber die Säulen und damit das Gewölbe zusätzlich.



03



04



05

03 Längsschnitt im Scheitel des Dachstocks, Zustand vor den aktuellen Sicherungsmassnahmen. Massstab 1:1000 (Pläne: Naf Holzbau Kesswil)

04 Querschnitt des Dachstocks im Scheitel der grösseren Kuppel, Zustand vor den aktuellen Sicherungsmassnahmen. Die Kraftumlenkung über die Kuppel ist deutlich erkennbar. Massstab 1:1000

05 Grundriss des Dachstocks, Zustand vor den aktuellen Sicherungsmassnahmen. Die Aussparungen für die beiden Gewölbe mit den unterbrochenen Bundbalken sind deutlich erkennbar. Massstab 1:1000

## BAUBEGINN IM GLAUBENSEIFER

(rhs) Seinen Anfang nahm das Klosterleben im 13. Jahrhundert: «Die klösterliche Siedlung leitet ihren Ursprung her von einer Sammlung frommer Frauen, von Beginen oder Halbnonnen, die unter Führung ihrer Vorsteherin Williburg von Hünikon und bewogen durch den Priester Hugo in Diessenhofen um das Jahr 1230 von ihrem ersten Sitz in Winterthur nach Diessenhofen übersiedelten, um hier besser ihren Lebensunterhalt (...) finden zu können.»<sup>1</sup>

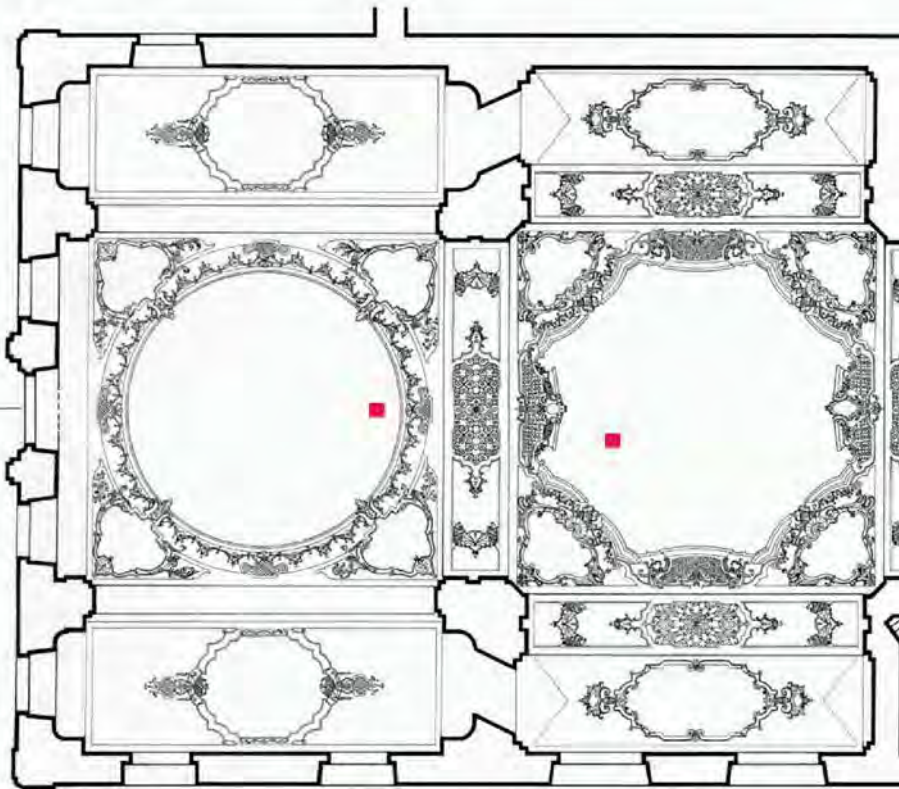
Im 18. Jahrhundert initiierte Maria Dominica Josepha von Rottenberg, kaum zur Priorin gewählt und vom Strom der Gegenreformation getrieben, den Neubau der Anlage – erst des Konventgebäudes, dann der Kirche.

Maria Dominica Josepha war Verfechterin einer strengen Ordenszucht, die sie mit der Wiedereinführung der Klausur zu festigen gedachte. Damit begründete sie den Ersatz der bestehenden Klostergebäulichkeiten.

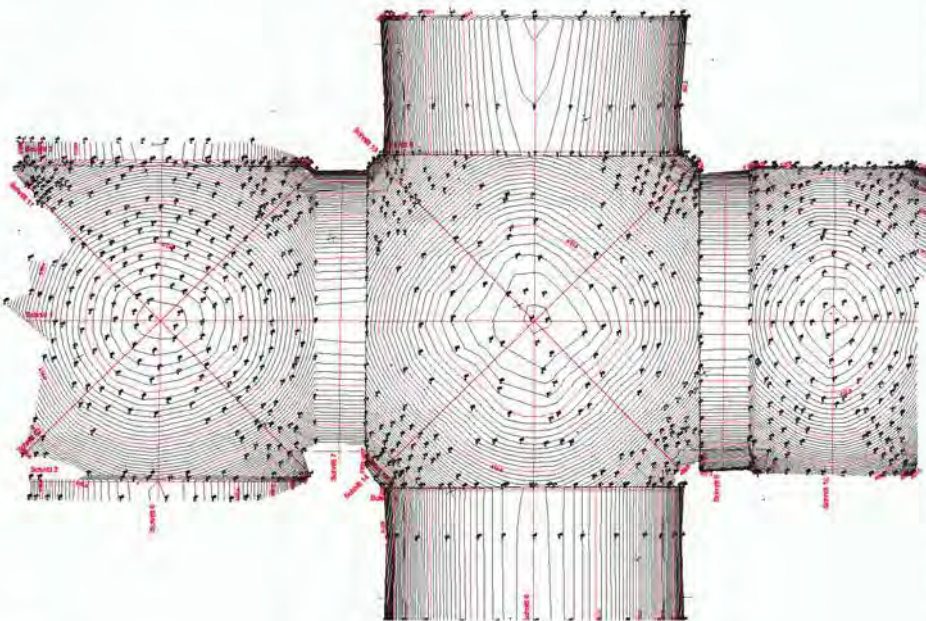
Die bestehende Anlage schien ihr nämlich die geforderte Abschottung der «Insassinnen» gegenüber der Aussenwelt nicht ausreichend zu gewährleisten, weshalb sie den Neubau, zunächst des Konventgebäudes, in Angriff nahm, der 1718 vollendet war. Unmittelbar danach sollte die Kirche folgen, doch war die Klosterkasse nicht nur leer, es klaffte gar ein Loch von 90 000 Gulden (fl) an Bauschulden, die noch zu tilgen waren. Im Laufe der folgenden 13 Jahre gelang es, die Bauschulden auf 6000 fl zu reduzieren, und als auch diese aufgetrieben waren, steckte sie die Priorin kurzerhand in den Bau der neuen Kirche, statt die Schulden zu begleichen. Am 21. Januar 1732 wurde der Bauakkord mit dem Baumeister Johann Michael Beer von Blaichingen abgeschlossen. Für 7000 Gulden wollte Beer die alte Kirche abbrechen, ihre Fundamente ausgraben und die neue Kirche mit einer Länge von 180, einer Breite von 80 und einer Höhe von 58 Schuh bauen.

Im Frühling 1732 wurde die alte Kirche abgebrochen, die Grundsteinlegung für die neue erfolgte am 24. Juni desselben Jahres. Trotz der mühsamen Fundamentierungsarbeiten – bis zu 12 Fuss tief musste gegraben werden, um die alten Fundamente ausheben zu können – stand die Kirche im Rohbau noch im selben Jahr. Die Kirchweih wurde am 12. August 1735 gefeiert.

Das Kloster sollte über 100 Jahre Bestand haben und wurde, nachdem es 1836 unter staatliche Verwaltung kam, 1869 säkularisiert. Es ist heute ein denkmalgeschütztes Bauwerk im Besitz des Kantons Thurgau.



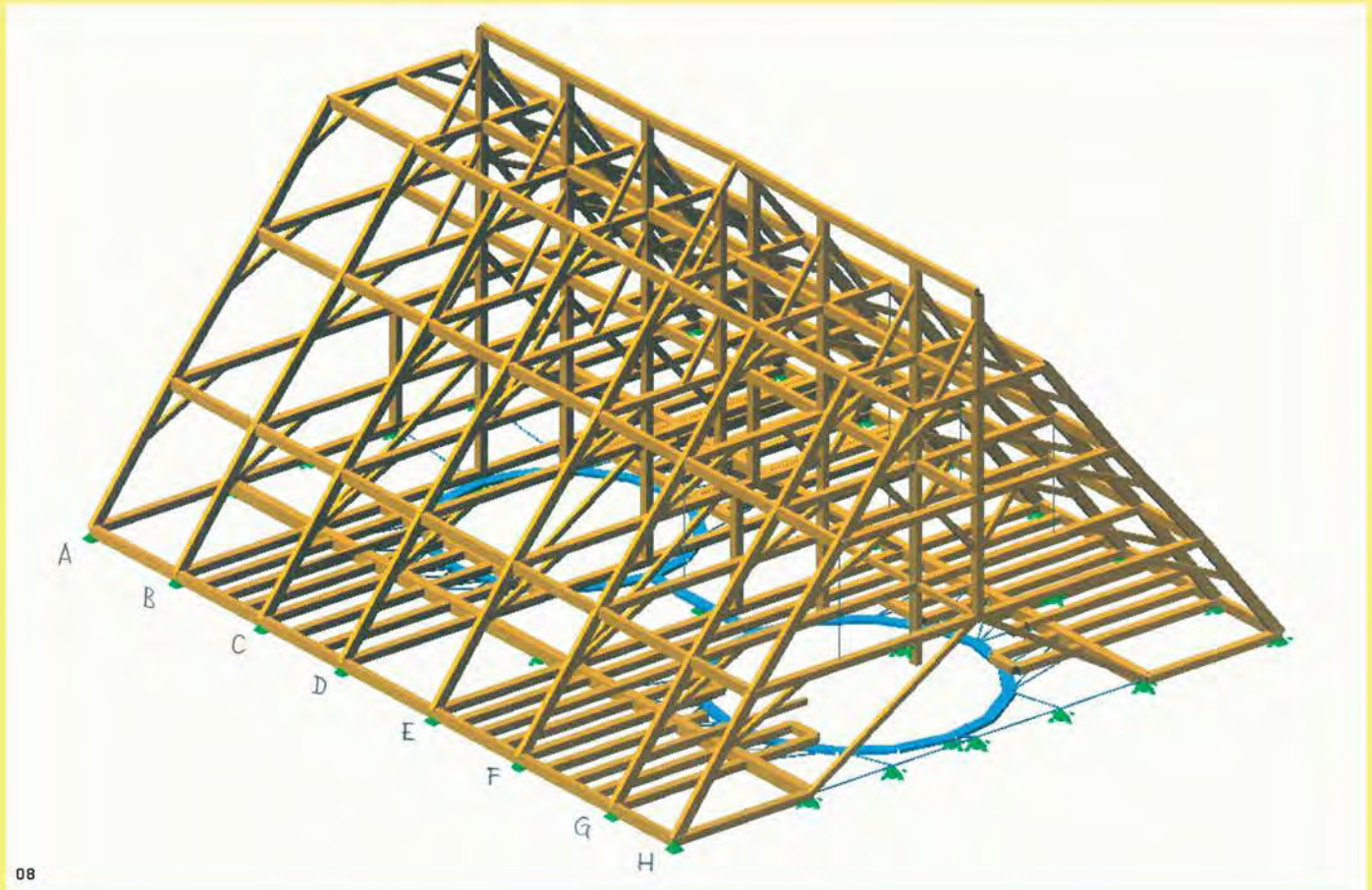
06



07

06 Deckenspiegel mit Positionen der Ausbruchstelle in der westlichen Kuppel (links) und einer grösseren Hohlstelle in der östlichen Kuppel. Massstab 1:1000 (Bild: Hochbauamt Kanton Thurgau)

07 Höhenlinien der Kuppelvermessung mit Lage der Schnitte für die numerische Auswertung. Massstab 1:1000 (Bild: Béchaz + Flükiger, Diessenhofen)



08

#### BAUDATEN

**Bauherrschaft:** Hochbauamt des Kantons Thurgau

**Projektverfasser:** Jürg Buchli, dipl. Bauing. ETH/SIA, Haldenstein, juerg.buchli@spin.ch

**Holzbau:** Näf, Kesswil

**Bauaufnahme / Vermessung:** Béchaz + Flückiger, Ingenieure, Diessenhofen

## STAHLRINGE

Um das Problem ein für alle Mal zu lösen, konzipierte Ingenieur Jürg Buchli zwei Stahlringe – im Gegensatz zur früheren Konstruktion, welche die Kräfte über die Kuppeln hinweglenkte, sollten sie nun um die Gewölbe herumgeführt werden (Bild 8). Die beiden Ringe mit Durchmessern von 10.57 m bzw. 10.17 m bestehen aus je zwölf als U-Profile ausgebildeten Elementen – ergeben also eigentlich ein Zwölfeck. Ursprünglich war geplant, sie als liegende Acht zu konstruieren, um sie miteinander zu verbinden. Nun aber sind es zwei separate Ringe, die mit Zugstangen verbunden sind (Bild 10). Ebenfalls mittels Zugstangen wurden die Aussenwände in das System eingespannt, weil die Kräfte, die durch die «Spreizung» des Dachs auf die Wände wirken – und zwar sowohl in Quer- als auch in Längsrichtung –, so auch «neutralisiert» werden können, das heisst, die Wände werden vom Druck des Daches entlastet.

Die Stahlelemente der beiden Ringe wurden mittels eines Bauaufzugs mit einer Plattform von drei auf zwei Metern über die Fassade auf die Höhe des Dachstuhls gehievt. Ursprünglich hätte diese Aufgabe mit einem Autokran bewerkstelligt werden sollen. Das hätte aber bedeutet, alle Elemente gleichzeitig im Dachstuhl unterzubringen, was angesichts der engen Platzverhältnisse kaum möglich gewesen wäre. Daher entschieden sich die Planer für den Fassadenlift. Ausserdem konnte ihn der Zimmermann ebenfalls für seine Arbeiten nutzen.

An den Balken wurde dann eine leichte Kranbahn montiert, die es erlaubte, die Elemente dorthin zu befördern, wo sie später eingesetzt werden sollten. Dann wurden die Elemente abgesenkt, an den Balken zunächst angebunden und exakt platziert. Dabei mussten die Kuppeln – um sie eben nicht zusätzlich zu belasten – gemieden werden. Deshalb wurde entsprechend dem Verlauf des Rings ein Gerüst mit Schaltafeln aufgebaut, das keine Berührungspunkte mit den Kuppeln aufwies und auf dem die Arbeiter sich einigermaßen bewegen und die Elemente – unter Aufwendung akrobatischen Geschicks – montieren konnten. Schliesslich wurden die Elemente von unten her mittels Gewindestangen an den Balken befestigt und gespannt, sodass sich die Mittelpartie, die am Giebel aufgehängt ist, anhebt und Wände und Balken vom Druck entlastet werden.



09

**08** Statisches System der Dachstuhlansierung mit zwei verbundenen Stahlringen (blau; Bild: Jürg Buchli)

**09** Mörtelausbruch in der Westkuppel (Bild: Hochbauamt Kanton Thurgau)



## FEUER IM DACH

(rhs) Als «pièce de résistance» des Neubaus 1732 erwies sich die Dachgestaltung. Baumeister Johann Michael Beer sah einen niedrigen Dreieckgiebel vor, den er «auff italienische oder auff französische maniere zu einer auff italienische Art erbauten Kirchen entworfen», deren Fassade «nur einen niederen Giebel zu tragen proportionieret ware». Die Priorin Maria D. Josepha von Rottenberg opponierte diesem Ansinnen ursprünglich nicht, als es aber «zur Errichtung des Dachstuhls kammete, taugten die welschen Dächer in Deutschland nicht», und die Priorin verlangte ein deutsches Dach. Da sich Beer hartnäckig weigerte, ein solches zu bauen, beauftragte von Rottenberg – eine Abwesenheit des Baumeisters nutzend – den Zimmermann, den Dachstuhl abzuändern. «Kaum ware dieses Dach errichtet, so schiene es ein Scheürdach zu seyn», das auch der Priorin missfiel, die nun wiederum Beer engagierte, eine neuerliche Änderung vorzunehmen. Beer liess sich darauf ein in der Hoffnung, der «geschwind gemachte Riss» vermöchte der Priorin die «ungeheure Unform» des Daches vor Augen führen. Doch weit gefehlt: Trotz der Warnung Beers, das Dach werde auf die Fassadenmauer drücken und «stehe im Widerspruch zur gegenwärtigen Art zu bauen», beschied die Priorin, der Giebel werde so hoch wie das Dach geführt, der Walm ausgelassen und über dem Torbogen das Dach in Sattelform gestaltet. «Als gefügiges Werkzeug der Priorin figurirte der Zimmermann Joseph Schlatter aus Diessenhofen», schreibt Frei-Kundert. Bereits zehn Jahre nach der Kirchweih vom 12. August 1735, im November 1745, machten sich «Verspaltungen» bemerkbar. 14 Jahre nachdem diese repariert worden waren, traten neuerliche Schäden auf, für deren Behebung das Kloster den ursprünglichen Baumeister Beer aufbot, der nunmehr am kurfürstlichen Hof in Mainz tätig war. Der mochte sich allerdings nicht nach Diessenhofen begeben und empfahl, die Schäden mittels «eiserner Schlaudern» zu beheben und das Fundament zu sichern. Es ist belegt, dass diese Arbeiten auch tatsächlich ausgeführt wurden, und zwar im September 1761. Nach den 90000 Gulden für den Neubau des Konventgebäudes schlug die Kirche nun zusätzlich mit 52791 Gulden zu Buche. Eine Vorstellung des Werts dieser Summe vermitteln die Vergleichszahlen von Frei-Kundert: So kostete ein Stier 45 Gulden, und für 5½ Gulden war eine ganze Eiche zu haben.



13 Verankerungen eines Stahlrings in den Bundbalken. Das Bild entspricht der Position unten rechts in Bild 10

Einigermassen komplex ist die Verbindung zwischen Stahl und Holz. Bulldog-Holzverbinder, zahnradähnliche Ringe, die oben an die Platten angeschweisst sind und ins Holz hineingreifen, gewährleisten eine «reibunglose» Übertragung der Last vom Holz auf die Stahlelemente – sie verhindern, dass das Holz «entgleitet» (Bilder 11 und 12). «Konflikte» konnten hingegen nicht ganz vermieden werden. Obwohl die Ingenieure darauf achteten, dass die Stösse zwischen den einzelnen Stahlelementen nicht auf die Verankerungen treffen, liess sich das nicht in jedem Fall verhindern (Bild 10).

## GEWÖLBE SANIERT

Nachdem die Kirche statisch wieder ins Lot gebracht war, mussten die Kuppeln, die durch die Verformungen gelitten hatten, repariert werden. Zusätzlich zu den Aufnahmen des Geometers, die ja nur den Zustand der Oberfläche illustrieren – also nicht nur echte Verformungen dokumentieren, sondern auch allfällige Unregelmässigkeiten des Verputzes – wurden mittels fahrbarer Bühne die Gewölbe – nunmehr von unten, also vom Kirchenraum her – nach Hohlräumen abgeklopft, die betreffenden Stellen angebohrt und mit Injektionen eines Gips-Kalk-Gemisches gefüllt.

Rahel Hartmann Schweizer, hartmann@tec21.ch

### Anmerkungen

1 Alle Zitate aus: K. Frei-Kundert: Thurgauische Beiträge zur vaterländischen Geschichte. Historischer Verein des Kantons Thurgau, Heft 66, Huber & Co., Frauenfeld, 1929.