

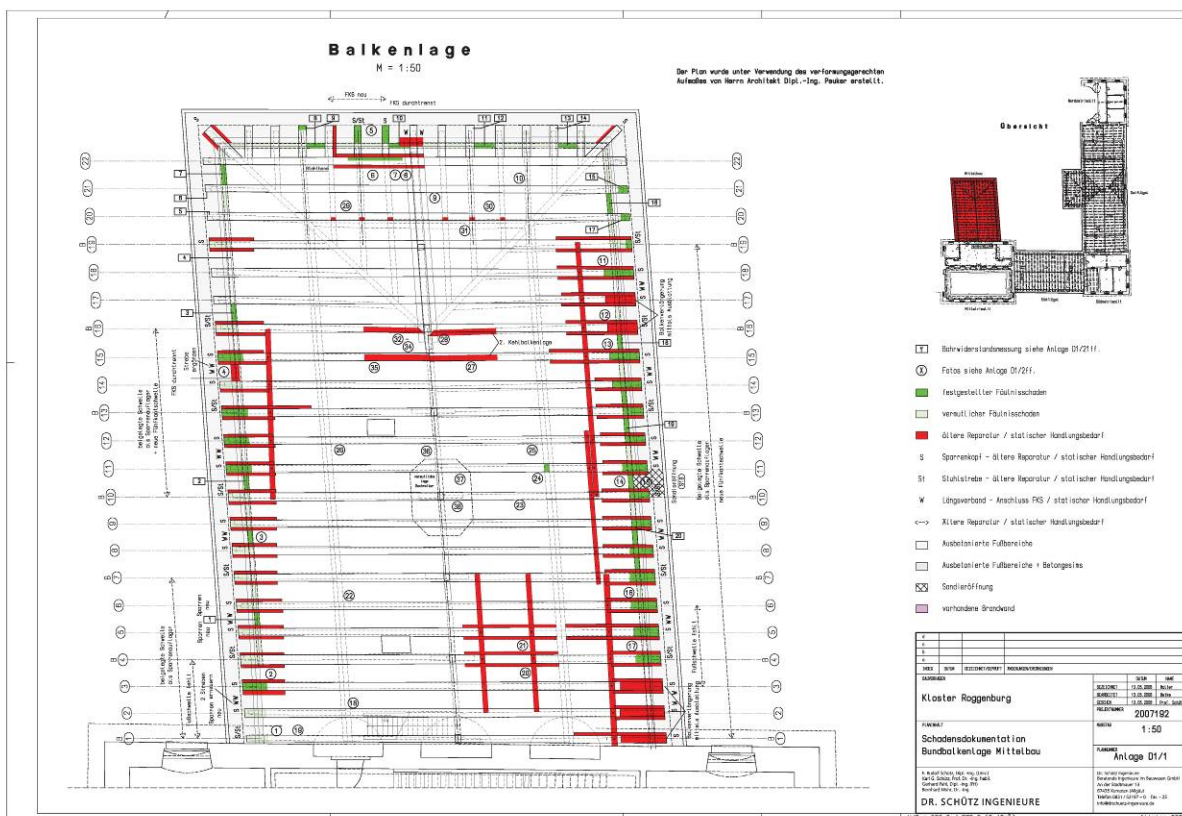
# Sanierung des Kloster Roggenburg aus der Sicht der Tragwerksplanung

Dipl.-Ing. Andreas Jocham, Prof. Dr.-Ing. habil. Karl G. Schütz

## 1. Erfassung der Tragkonstruktion und deren Schädigung

Als erster Schritt erfolgte durch das Ingenieurbüro DR. SCHÜTZ INGENIEURE - Beratende Ingenieure im Bauwesen GmbH, An der Stadtmauer 13 in 87435 Kempten, im laufenden Betrieb eine Bestands- und Schadensaufnahme des Tragwerks über Sondieröffnungen mit Freilegung der Konstruktion der Dachfußpunkte sowie der Auflager der Deckenbalken. Als Grundlage hierzu diente das verformungsge- rechte Aufmaß des Büros für Gebäudevermessung Peuker.

Die Schäden am Dachtragwerk wurden systematisch erfasst und in Grundrissplänen der Bundbalken- lage kartiert und mit Fotos exemplarisch dokumentiert (1). Die in höher liegenden Ebenen festgestellten Schäden wurden fotografiert und deren Lage in der Grundrissprojektion in die Pläne der Bundbalken- lage eingetragen. Am Dachtragwerk zeigten sich insbesondere an den Dachfußpunkten umfangreiche Fäulnisschäden, die Fußschwelle war in großen Bereichen einbetoniert. Im Rahmen dieser Vor- untersuchungen wurde Myzel des Echten Hausschwamms gefunden (Bestätigung des Befundes durch Laboruntersuchungen). An schwer zugänglichen Stellen wurde der Zustand der Holzbalken mit Bohr- widerstandsmessungen beurteilt. Fäulnisschäden an den Balkenlagen im Dach (Bundbalken mit Mauerschwellen) sowie vorhergehende Reparaturen wurden zudem farbig in die Grundrisspläne einge- zeichnet, um den Schadensumfang quantifizieren zu können.



1 Schadenskartierung im Grundriss Dachstuhl Mittelflügel

Im Rahmen der Untersuchungen vor Ort wurden an einzelnen Deckenauflagern Sondieröffnungen angelegt. Der jeweils vorgefundene Zustand wurde aufgenommen, mit Handskizzen sowie Fotografien dokumentiert (2). Die Bodenaufbauten und Schüttungen wurden als Grundlage für die Ausführungsplanung aller beteiligten Planer aufgenommen. Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden die einzelnen Deckenbalken statisch nachgerechnet sowie die festgestellten Mängel dargestellt und bewertet. An den Sondieröffnungen zeigten sich Fäulnisschäden an den eingemauerten Balkenköpfen sowie der Mauerschwelle, des weiteren wurde der Echte Hausschwamm sowie der Weiße Porenschwamm festgestellt.

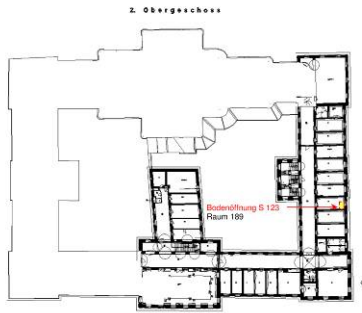
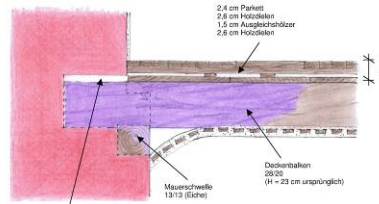


Foto 1: Übersicht Sondieröffnung S 123, 2. Obergeschoss Raum 189

Längsschnitt M 1 : 10



Legende:   
■ durch Fäulnis geschädigtes Holz   
■ intaktes Holz   
■ Ziegelmauerwerk   
■ Befall mit echten Hausschwamm / Weißem Porenschwamm   
■ Verdacht auf Befall mit echten Hausschwamm / Weißem Porenschwamm



Foto 2: Detailaufnahme Bodenaufbau Sondieröffnung S 123

- ⊙ Parkett (2,4 cm)
- ⊙ Dielen (2,6 cm)
- ⊙ Ausgleichshölzer (1,5 cm)
- ⊙ Dielen (2,6 cm)
- ⊙ Deckenbalken



Foto 3: Detailaufnahme Bodenaufbau Sondieröffnung S 123

## 2 Auszug aus der Dokumentation einer Sondieröffnung

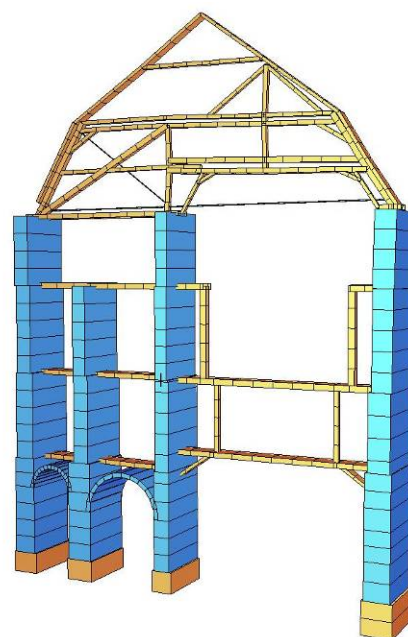
Zur Klärung der Gründungssituation wurden Schürfen im Innenhof, der Südseite sowie im Ostflügel des Klosters angelegt. Hierbei wurde die Gründungstiefe sowie die Geometrie des Fundaments (Fundamentvorsprünge) und die vorhandenen Maßnahmen gegen eine Fundamentdurchfeuchtung (Vertikalabdichtung, Drainage) aufgenommen. Die Dokumentation erfolgte analog zu den Sondieröffnungen im Gebäudeinneren mit Handskizzen sowie Fotografien. Die festgestellten Mängel wurden dargestellt und bewertet, sich hieraus direkt zu empfehlende Maßnahmen wurden angegeben.

## 2. Konzeptentwicklung zur Ertüchtigung des Tragwerks

Auf der Grundlage der Schadensaufnahme an der Tragkonstruktion sowie dem verformungsgerechten Aufmaß erfolgte eine statische Nachrechnung des Bestands anhand ebener Schnitte des Gesamttragwerks unter Berücksichtigung der Schiefstellungen der Wände.



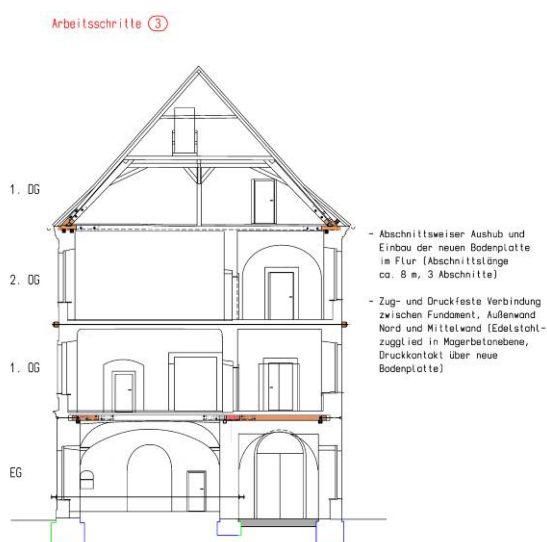
3 Ansicht Mittelrisalit mit ausbauchender Südfassade



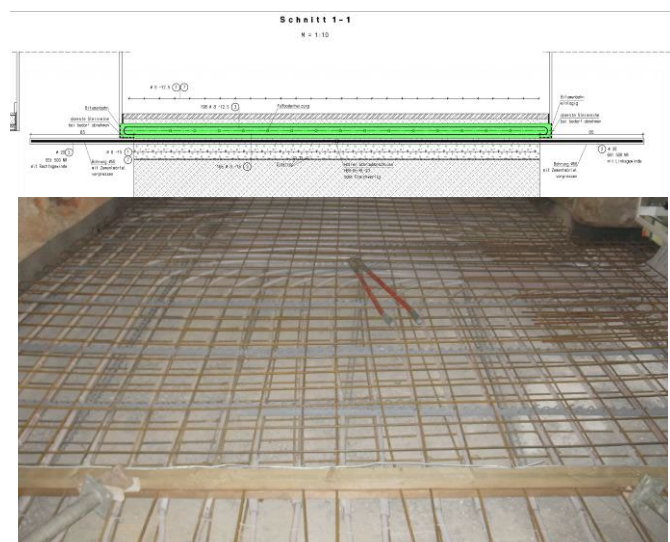
4 Rechenmodell Querschnitt Mittelrisalit mit Dachstuhl, Deckenbalken und Längswänden

Die im Zuge dieser Betrachtung ermittelten Grundbruchsicherheiten der Fundamente erreichten teilweise das nach aktueller Normung geforderte Sicherheitsniveau nicht. Die ermittelten Werte wurden als Richtschnur zur Beurteilung der baulichen Veränderung herangezogen, d.h. die im Rahmen der Sanierung durchgeführten Änderungen durften zu keinem Zeitpunkt im Bauablauf zu schlechteren Ergebnissen bei der Grundbruchsicherheit führen als im Bestand vor der Baumaßnahme. Im Zuge der Sanierung des Klosters waren Maßnahmen vorgesehen, welche die Gründungssituation weiter verschlechtert hätten. Hier sind insbesondere die Lasterhöhung durch Erweiterung der Nutzung (Nutzung des Dachgeschosses) sowie der Einbau eines neuen Fußbodenaufbaus mit einer Dämmebene (Verringerung der Fundamenteinbindung) im Erdgeschoss zu nennen.

Der Leitgedanke bei der Entwicklung des Tragkonzeptes war, mit möglichst substanz- sowie ressourcenschonenden Maßnahmen diese Verschlechterung der Gründungssituation zu kompensieren und direkte Maßnahmen zur Gründungsverbesserung (Unterfangung, ..) wegen der Risiken für das Bauwerk aufgrund von Lastumlagerungen sowie der sehr aufwändigen und kostenintensiven Arbeiten zu vermeiden. Dies wurde mit einer Versteifung des Baukörpers durch eine Kopplung der Mauerwerksaußenwände, das Entschütten der Deckenaufbauten sowie einem aus statischer Sicht optimierten Bauablauf (5) mit einem Minimum an Baubehelfen erreicht. Hierbei wurden sowieso neu vorgesehene Bauteile, wie die Bodenplatte mit Betonkernaktivierung (6), durch die entsprechende statische Anbindung (zug- und druckfest) berücksichtigt.



5 Statisches Sanierungskonzept mit Planung der Arbeitsschritte zur Aussteifung



6 Bodenplatte Erdgeschoss mit Betonkernaktivierung und Aussteifungselementen sowie ELT-Trasse

Aufgrund der Anforderungen an die Nutzung des Gebäudes wurden zwei Neubauteile (Lastenaufzug und Verbindungsbau zur Kirche) geplant. Diese Neubauteile schließen direkt an die historischen Bauteile an, daher durften hier keine nennenswerten Setzungen auftreten. Aufgrund der schlechten Baugrundverhältnisse sowie der von Seiten der Nutzung erforderlichen geringen Differenzsetzung gegenüber den historischen Bauteilen wurden die Neubauteile auf Mikropfählen gegründet.

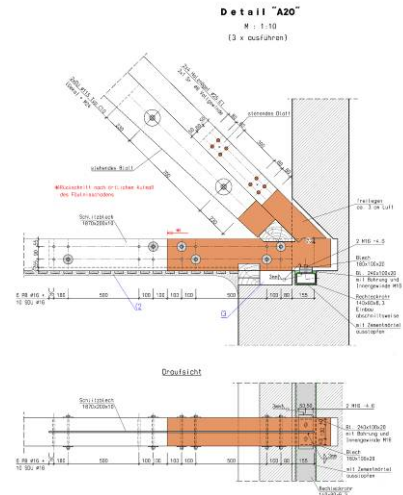
### 3. Ausführungsplanung und Umsetzung der Sanierung

An Hand der festgestellten Schäden und Mängel sowie der statischen Nachrechnung wurde eine detaillierte Instandsetzungsplanung erstellt. Es erfolgte die Entwurfs- und Ausführungsplanung für die Instandsetzungsarbeiten an den Dachfußpunkten (7 und 8) sowie die vom zunächst angenommenen Schädigungsgrad abhängige Detailentwicklung für die Sanierung der Deckenbalken.



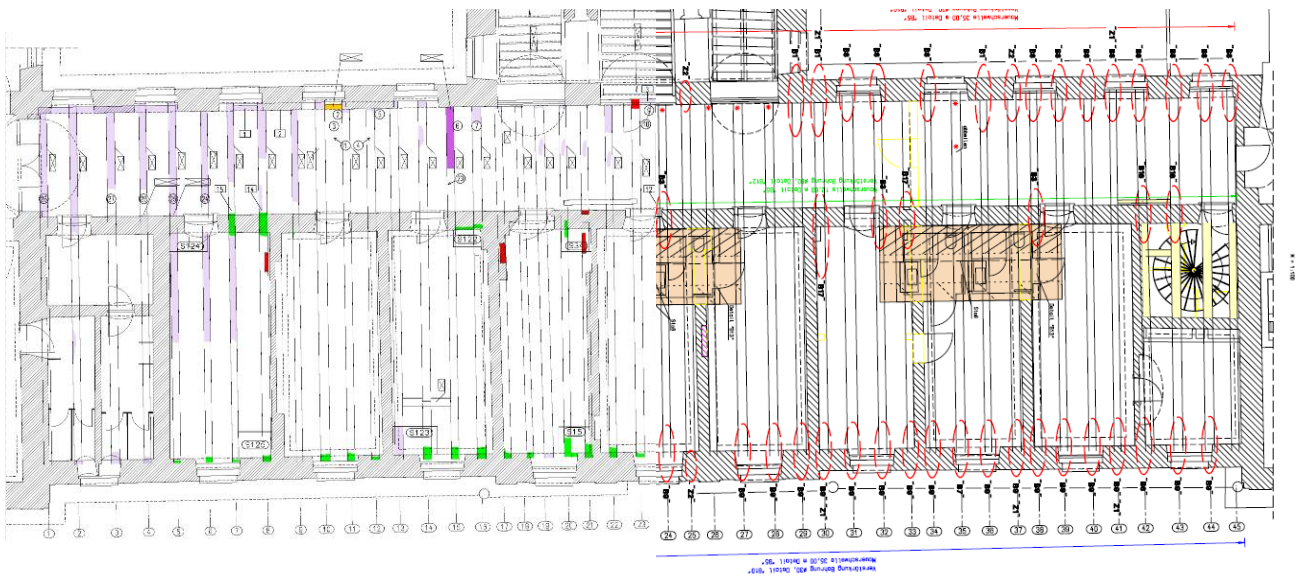


7 Querschnittsgleiche Fußpunktinstandsetzung der Bundbalken, Sparren, Stuhlstreben und Windverbandstreben.



8 Sanierungsdetail Binderfußpunkt

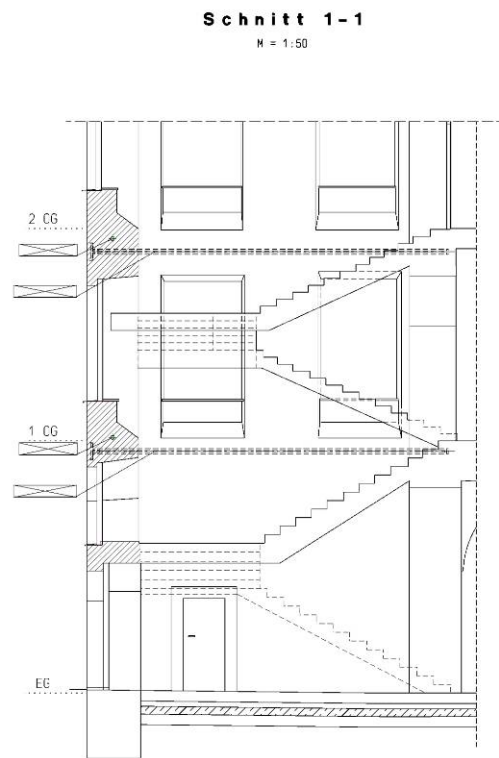
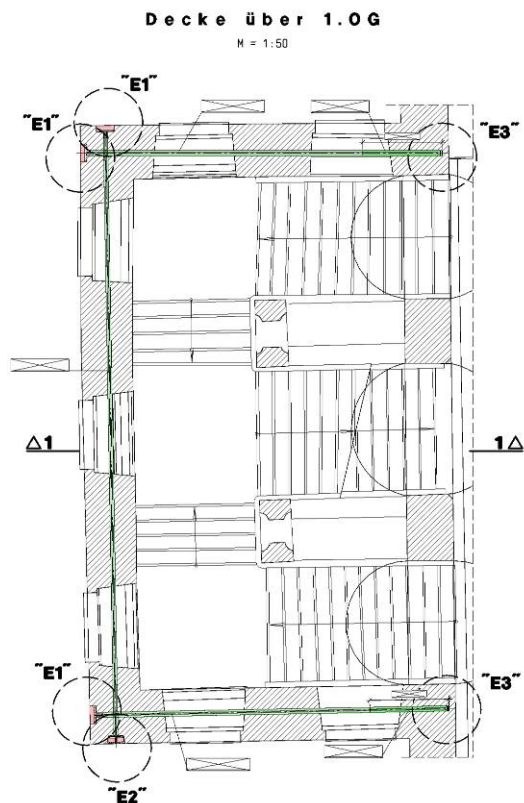
Die Sanierungsarbeiten wurden im Rahmen der Fachbauleitung während der Baumaßnahme intensiv betreut. Hierbei musste insbesondere, nach dem vollständigen Freilegen der Tragkonstruktion der Deckenbalken, der Umfang der angenommenen Schädigung überprüft und die Ausführungsplanung um die achsweise Vorgabe der bereits vorhandenen Sanierungsdetails (9a und 9b) ergänzt werden.



9a Aufnahme der Schäden im Grundriss

9 b Achsweise Vorgabe der Sanierungsdetails der Holzbalkendecke

Neben den Sanierungsarbeiten der Holzkonstruktion wurden auch Verbesserungsmaßnahmen zur Gebäudeaussteifung durchgeführt. Die Maßnahmen erfolgten zielgerichtet in Bereichen, in denen im Rahmen der Voruntersuchung auffällige Rissbildungen sowie Setzungen im Bereich der Außenfassade festgestellt wurden. So erfolgte z.B. eine Unterfangung der Südwestecke des Haupttreppenhauses des Ostflügels auf frostfreies Niveau sowie die Verspannung der Außenwände (10) aufgrund eines Abrisses und Kippens dieses Anbaus des Ostflügels.



10 Verspannung Haupttreppenhaus Ostflügel in zwei Ebenen.

#### 4. Hausschwammbekämpfung – Planung und Monitoring

Die im Rahmen der Planung der Hausschwammbekämpfung vorgesehenen Maßnahmen wurden unter der Vorgabe des größtmöglichen Erhalts der historischen und denkmalgeschützten Substanz gewählt.

Für die Holzkonstruktion wurde bereits bei der Ausführungsplanung der Holzbausanierung als Ziel die Herstellung bzw. Wiederherstellung einer Luftumspülung der Holzbauteile gesetzt. Hierzu wurden z.B. die Dachfußpunkte freigelegt (Entschütten, Betonplombenausbau) sowie eine Hinterlüftung der Traufe in weiten Teilen beider Bauabschnitte hergestellt.



11 Im Rahmen der Baumaßnahme freigelegter Dachfußpunkt mit Myzel des Echten Hausschwamms



12 durch Echten Hausschwamm zerstörte Mauerschwelle aus Eiche

Diese Luftumspülung wird bei neuen Deckenbalkenköpfen durch eine Verjüngung des Querschnittes im Bereich der Balkenaufleger (Einbindung ins Mauerwerk im Pfeilerbereich) sowie im Fensternischenbereich durch das Abnehmen der Aufmauerungen auf der Mauerschwelle bzw. Abnehmen der Ausmauerung zwischen den Balkenköpfen verbessert.



Es wurden mit dem Echten Hausschwamm befallene Hölzer der Tragkonstruktion über den letzten optischen erkennbaren Befall (wie Braunfärbung und Würfelbruch) zurückgeschnitten, die Kontaktflächen zum alten Holz wurden mit einem farblosen Holzschutzmittel behandelt. Die Rückschnittlänge der befallenen Deckenbalken wurde aufgrund der direkt daran befestigten historischen Stuckdecke abweichend zur DIN 68800-4 geringer gewählt, ergänzend erfolgte eine zusätzliche chemische Behandlung des Deckenbalkens.

In Befallsschwerpunkten wurden die im Bereich der Deckenbalkenaufleger unverputzten Mauerwerkfugen (Stoß- und Lagerfuge) ausgekratzt und auf Myzelwachstum untersucht. Wurde kein in das Mauerwerk übergreifendes Myzelwachstum festgestellt, erfolgte eine Reinigung der Oberflächen und eine Oberflächenbehandlung mit Schwammsperrmittel. Wurde weitergehendes Myzelwachstum im Mauerwerk festgestellt (13), erfolgte in Abstimmung mit dem Restaurator eine Putzabnahme in den betroffenen Bereichen, die Schwamm-Myzele wurden mechanisch entfernt oder mit Flammgerät abgebrannt. Des Weiteren erfolgte eine Bohrlochtränkung (Tiefentränkung) des Mauerwerks. Die Bohrlochtränkung erfolgte zur Substanzerhaltung ebenfalls abweichend zu den technischen Vorgaben in einem kleineren Bereich. Mit dieser Vorgehensweise wird ein chemischer Schutzgürtel zur Holzkonstruktion ausgebildet.



13 Mauerwerk im Bereich der Deckenbalkenebene durchwachsen mit dem Myzel des Echten Hausschwamms



14 durch Echten Hausschwamm geschädigte Lattung der Stuckdecke

Im Bereich der Traufe erfolgte aufgrund der vorgesehenen Traufbelüftung sowie der regelmäßigen Inspektion im Regelfall nur eine Oberflächenbehandlung der Befallsbereiche mit großzügigem horizontalen Überlappungsbereich.

Putz- bzw. Stuckdeckenbereiche, bei denen ein Befall mit dem Echten Hausschwamm festgestellt wurde (sichtbar geschädigte Lattung (14) im Bereich von Deckenbalkenrückschnitten, mit Myzel durchwachsene Bockshaut) wurden durch den Restaurator saniert. Hierzu wurde die geschädigte Lattung ausgebaut sowie mit Myzel durchwachsene Bereiche der Bockshaut über den sichtbaren Befall entfernt. Die Putzoberseite wurde abgereinigt und mit einem verträglichen Schwammsperrmittel behandelt.

Es wurden aufgrund der denkmalpflegerischen Betrachtung mit dem größtmöglichen Substanzerhalt sowie der wirtschaftlichen Optimierung (größtmöglicher Verzicht auf Bohrlochtränkungen im Mauerwerk) von den in der DIN 68800-4 vorgegebenen Maßnahmen abweichende Ausführungen im Rahmen der Bekämpfung des Echten Hausschwamms geplant und ausgeführt. Zur Kompensation der Abweichungen wird durch unser Ingenieurbüro ein Hausschwammmonitoring der Tragkonstruktion durchgeführt. Neben der Durchsicht der Traufpunkte erfolgt die Inspektion des Hohlraums in den Deckenbalkenebenen mit einem Endoskop. Hierzu werden vorhandene Lüftungsöffnungen in den gemauerten Gewölben sowie hierfür erstellte Bohrungen im Bereich der Elektrozugschächte in den mit Stuckdecken versehenen Bereichen genutzt. Anhand dieser Überwachung soll frühzeitig ein evtl. Aufleben des Hausschwambefalls erkannt werden und damit ein erforderliches frühes Eingreifen ermöglicht werden. Die Überwachung dient zur Kompensation des reduzierten Vorgehens im Rahmen der Bekämpfung des Echten Hausschwamms und damit der Reduzierung des Restrisikos eines möglichen Wiederauflebens des Echten Hausschwamms.