

Ulmer Münster: Projekt Südlicher Chorturm Vorbereitende Maßnahmen und Restaurierung

Die Bürger von Ulm hatten im Jahr 1377 mit der Errichtung des Münsters begonnen. Erst im Jahr 1890 sollte diese Großkirche mit dem höchsten Kirchturm der Welt fertig gestellt werden. Das Erscheinungsbild des Ulmer Münsters wird aber nicht nur durch den Hauptturm geprägt, sondern auch durch die beiden ca. 86 m hohen Chortürme, die sich an der Nahtstelle zwischen Chor und Seitenschiff an der Ostseite des Münsters erheben. Nur durch ständige Pflege und Restaurierung konnte die vielschichtige historische Bausubstanz dieser Kirche über die Jahrhunderte hinweg erhalten werden.

Ingrid Rommel

Zurzeit allerdings ist der südliche Chorturm des Ulmer Münsters in einem alarmierenden Zustand. Der gesamte Turm weist vom Fundament bis zur Spitze gravierende Schäden auf, wie eine intensive Voruntersuchung gezeigt hat, die in den vergangenen drei Jahren durchgeführt wurde. Die bestehenden Schäden lassen sich auf verschiedene Ursachen zurückführen und haben auch mit der Baugeschichte des Turms zu tun. Baumeister Ulrich von Ensingen, der auch den Hauptturm des Münsters plante und die unteren

Partien baute, schloss den mittelalterlichen und ersten Bauabschnitt der Chortürme in einer Höhe von ca. 32 m vorläufig ab, als er 1399 einer Berufung nach Straßburg folgte. Sein Werk sollte erst 500 Jahre später fertig gestellt werden. Baumeister Ludwig Scheu, der die Errichtung der beiden Chortürme 1870 wieder aufnahm, hatte zu Beginn Schwierigkeiten, an die mittelalterliche Bauweise anzuknüpfen. Die Nahtstellen zwischen dem mittelalterlichen Unterbau und dem späteren Aufbau zeigen sich besonders deutlich



1 Blick auf den mittelalterlichen Unterbau aus Ziegelstein, darüber die Oktogonhalle mit Turmhelm aus Naturstein. Ansicht von Süden aus, 1999.

2 Einrüstung des Turmhelms bis zur Turmspitze, Westansicht, Anfang 2000.



an dem südlichen Chorturm, mit dem Baumeister Ludwig Scheu begonnen hatte (Abb. 1). Das Steinmetzhandwerk konnte nicht gleich an den verloren gegangenen Ausführungsstil seiner Zunft aus dem Mittelalter anknüpfen. Daher wurden für den Weiterbau zunächst nur kleinteilige Werkstücke hergestellt und verbaut, die natürlich am Bauwerk entsprechend mehr Fugen und Verbindungen erforderten. Dies lässt sich besonders deutlich an den beiden Wendeltreppen und Ziertürmchen, aber auch am Turmhelm erkennen. Erst später, als man bei dem Aufbau am nördlichen Chorturm angelangt war, wurden die Werkstücke wieder aus größeren Rohlingen gefertigt, wie dies auch im Mittelalter üblich gewesen und wie es für die statische Stabilität des Turms auch von Vorteil war.

Aber auch die Verwendung unterschiedlicher Steinsorten als Baumaterial, die dem Aufbau der Chortürme das besondere Erscheinungsbild verleihen, führte zu Schwachstellen an dem südlichen Chorturm. Für die statisch konstruktiven Teile des Turms hat man den härteren Schlaitdorfer Sandstein eingesetzt, der im Raum um Tübingen vorkommt. Der wesentlich weichere Savonnières-Kalkstein, der nach dem deutsch-französischen Krieg 1870–71 als Reparationsleistung an das Ulmer Münster geliefert wurde, kommt zum Aufbau von statisch nicht beanspruchten Brüstungen an der Viereckplattform und der Oktogonhalle vor. An den Verbindungen der beiden unterschiedlichen Materialien treten bauphysikalische Probleme auf. Außerdem wurden die beiden Steinsorten vielfach auch in minderwertiger Qualität verbaut, was sich heute deutlich am Bau-

werk erkennen lässt. Der Zahn der Zeit hat gerade an diesen materialbedingten Schwachstellen des Bauwerks deutliche Verwitterungsspuren hinterlassen.

Die natürliche Verwitterung der verbauten Natursteine wurde auch noch durch das feuchte neblige Klima an der Donau verstärkt, das über die Wintermonate vorherrscht. Eine weitere Ursache für das vorgefundene Ausmaß der Bauschäden ist die im 19. Jahrhundert einsetzende Industrialisierung. Die Industrialisierung brachte, schon zu der Zeit, als Baumeister Ludwig Scheu noch mit der Vollendung der Ostseite des Münsters beschäftigt war, eine ansteigende Belastung der Luft mit sich. Die Abgase aus Industrie, Verkehr und Gebäudeheizungen verwandelten Niederschläge in sauren Regen, der seit Jahrzehnten auch den Stein am Ulmer Münster zerstört. Der saure ätzende Niederschlag wandelt im Steingefüge Kalk zu Gips und beschleunigt eine schädliche Salzbildung. Letztlich kommt es zum Absanden, Aufblättern und zur Schalenbildung an den Steinoberflächen bis hin zum Verlust der notwendigen Druckfestigkeit des Steins.

Die baulich gegebenen Schwachstellen und die Vielfalt der äußeren Belastung führten langsam, aber stetig zu der Zerstörung der Bausubstanz in einem beängstigenden Umfang. Die ersten alarmierenden Anzeichen der bis dahin unterschätzten Schäden zeigten sich während des strengen Winters 1996–97: Einige der Rippen an der Oktogonhalle waren im Bereich der Ringanker an Stellen wieder aufgebrochen, die man bereits 1968 gesichert hatte. Diese Schäden machten eine sofortige Überprüfung des südlichen Chor-

turms notwendig. Die erste Überprüfung 1997 zeigte einen äußerst bedenklichen Zustand des südlichen Chorturms.

An der gesamten Bausubstanz des Turmaufbaus zeigten sich Schäden wie:

- schichtenparalleles Aufblättern und Absanden an den Oberflächen des Schlaitdorfer Sandsteins;
- Verlust und Ablösen freistehender Architekturteile durch Fehlstellen im Naturstein;
- starke Schalenbildung und Aufblättern an der Bauzier aus Savonnières-Kalkstein;
- Rissbildung durch thermische Dehnungen wie aufgrund von Frost- und Tauphasen;
- Rostbildung an den umlaufenden Ringankern der Oktagon-Eckhalle führte zur Sprengung des Natursteins, besonders den Stellen mit geringem Querschnitt;
- verbliebene Kriegsschäden, die durch die Druckwellen der detonierenden Bomben beim Luftangriff am 17. Dezember 1944 entstanden waren. Besonders hat es das Maßwerk des Turmhelms getroffen (Abb. 3).

Auch der mittelalterliche Unterbau, der im Wesentlichen aus Ziegelstein aufgebaut ist, weist Schäden auf und zwar in Form ausgeprägter Rissbilder. Noch heute ist abzulesen, dass es mehrfache Bemühungen gab, beispielsweise die Risse an der Süd- und Westwand des südlichen Chorturms, die über fünf Geschosse ausgedehnt sind, zu schließen. Die Risse sind auf die thermische Dehnung zurückzuführen. Daneben finden sich unterschiedlich starke Verschiebungen, wie etwa am Marienpfeiler, die auf den Unterbau und die gewählte Bauform zurückzuführen sind. Dort befindet sich im Baugrund ein Keller der Vorgängerbauung. Während das Fundament im Keller errichtet wurde, hatte man den Marienpfeiler unmittelbar auf dem Kellergewölbe versetzt.

Mit den aufgeführten gravierenden Schäden von seinem Fundament bis zu seiner Spitze ist der südliche Chorturm in einem äußerst bedenklichen Zustand und macht umfangreiche Restaurierungsarbeiten mit einem außergewöhnlichen Aufwand notwendig.

Um eine fundierte und nachhaltige Restaurierung in hoher Qualität zu gewährleisten, wurde zunächst eine vorbereitende Untersuchung/Maßnahme konzipiert und in die Wege geleitet. Wegweisend für das Konzept zu dieser Untersuchung war der Anspruch, eine umfassende und grundlegende Dokumentation über den aktuellen Zustand des Chorturms zu erstellen, die sowohl für die Planung der Restaurierungsmaßnahmen als auch später bei der Ausführung der Restaurierungsarbeiten effektiv zu verwerten war. Außerdem mussten an exemplarischen Abschnitten des Turms Materialsubstanz und charakteristische

Schäden mit geeigneten analytischen Methoden genau untersucht werden, wobei Experten aus verschiedenen Disziplinen hinzuzuziehen waren. Für die Erfassung des Ist-Zustandes des südlichen Chorturms vom Fundament bis zur Spitze wurde die digital-photogrammetrische Aufnahmetechnik ausgewählt, die eine effektive und präzise Methode für diese Aufgabenstellung ist. Als wesentlicher Vorteil der digital-photogrammetrischen Planvorlagen ist deren vielfältige Verwendungsmöglichkeit zu nennen. Ein Wettbewerb ausgewählter Fachfirmen, der auf Probeaufnahmen an einem vorgegebenen Abschnitt des Chorturms und deren Auswertung basierte, war entscheidende Voraussetzung, die geforderte Qualität in einem angemessenen Kostenrahmen zu halten. Anhand der gebotenen Genauigkeit und Qualität des Auswertergebnisses entschied man sich für das Ingenieurbüro Wolfgang Fischer. Im April 1998 wurde mit den digital-photogrammetrischen Aufnahmen begonnen und der Ist-Zustand des Turms festgehalten und dokumentiert. Diese Aufnahmen zeigen präzise alle Setzungen und Verschiebungen des Bauwerks. Es erfolgte eine digitale Auswertung der Aufnahmen. Damit wurden maßstabsgetreue digitale Planvorlagen erstellt, die als Basis für die nachfolgenden Arbeitsschritte dienen sollten.

Auf Grundlage dieser Pläne wurde von der Gerüstbaufirma unter der Leitung von Günther Schwarz das Arbeitsgerüst geplant und erstellt. Zu den aufwändigeren Arbeiten in diesem Zusammenhang gehörten die Absicherung der Oktagonhalle und Turmspitze sowie die Anbindung eines Lastenlifts bis in eine Höhe von ca. 72 m (Abb. 2).

Danach wurde vor Ort der Materialbestand und die Schäden am Stein und gesamten Aufbau visuell begutachtet und in Form einer Kartierung auf die digitalen Planvorlagen von Hermann Schäfer übertragen. Diese Kartierung liefert ein vollständiges und übersichtliches Gesamtbild über die am südlichen Chorturm eingesetzten Baumaterialien und ihren heutigen Zustand. Anhand der kartierten Schadensbilder lässt sich auch festlegen, welche Restaurierungsmaßnahmen in welchem Umfang notwendig sind.

Langfristige Prognosen über Beständigkeit restauratorischer Maßnahmen sind naturgemäß schwierig und mit großen Unsicherheiten behaftet. Was liegt daher näher, als Baustoffe und Baumaterialien, die sich am Münster über lange Zeit bewährt haben, im Hinblick auf ihre Verwertbarkeit bei der anstehenden Restaurierung genauer zu untersuchen.

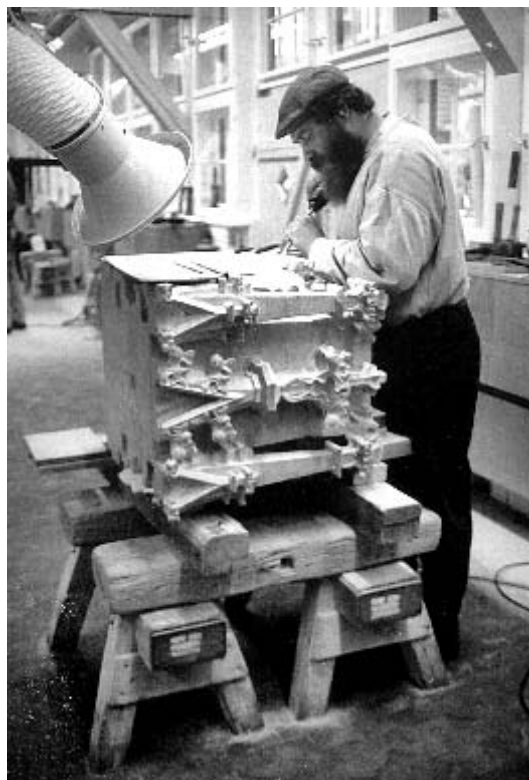
In einer Untersuchung ist der Mineraloge/Sedimentologe Roman Koch deshalb den Ursachen und Mechanismen der extrem starken Verwitte-

rung des Savonnières-Kalksteines auf den Grund gegangen. Ziel war dabei auch, mithilfe der Kennwerte die besser geeignete Savonnières-Kalksteinvarietät festzustellen, um für die anschließende aufwändige Restaurierung das gleiche Ersatzmaterial in der geforderten Qualität und ausreichenden Quantität zur Verfügung zu stellen.

Die Schäden an den Zierteilen und Werkstücken aus Schlaitdorfer Sandstein wurden von Gabriele Grassegger von der Materialprüfanstalt Stuttgart/FMPA untersucht. Weil der früher genutzte Steinbruch inzwischen stillgelegt ist, musste nach einem geeigneten Ersatzmaterial gesucht werden. Eine Untersuchungsreihe an Prüfkörpern aus ausgesuchtem und für geeignet gehaltenem Sandsteinmaterial wurde durchgeführt. Gleichzeitig wurden die Materialien durch die Steinmetze der Münsterbauhütte auf ihre Bearbeitungstauglichkeit getestet. Es zeigte sich, dass der sog. weiße Mainsandstein als Ersatzmaterial geeignet ist und alle geforderten Kriterien erfüllt.

Die Qualitätssicherung bei der Auswahl des Naturstein-Ersatzmaterials erfolgt sowohl für den Kalkstein als auch den Sandstein über mehrere Stufen:

- Als Erstes wird im Steinbruch eine geeignete Schicht ausgewählt, aus der Naturstein für das Ulmer Münster abgebaut werden soll.
- Vor der Freigabe zum Zusägen wird mit einer visuellen Prüfung der gebrochenen Blöcke festgestellt, ob die gewünschte Qualität vorliegt.
- Die 6-seitig gesägten Blöcke werden noch bei dem Natursteinlieferanten einer Ultraschallprüfung unterzogen.



4 a Fertigen von Ersatzwerkstücken für den südlichen Chorturm, 2000.

- Danach werden die einzelnen Steine entsprechend ihrer Qualität und Eigenschaften zur Verwendung für verschiedene Werkstücke bestimmt.

Daneben hat sich die Frage nach einem geeigneten Kompressenmaterial gestellt, um die schädlichen Salzeinlagerungen aus den Zierteilen und Werkstücken aus Schlaitdorfer Sandstein vor Ort zu lösen. Da es möglich war, die Komresse genau auf die Steinart einzustellen, wurden die Untersuchungen durch die FMPA durchgeführt. Es ging auch darum, ein geeignetes, bereits vorhandenes, zertifiziertes und konfektioniertes Kompressenmaterial gegenüberzustellen. Es zeigte sich, dass für die Anwendung ein Kompressenmaterial der Firma Interacryl verwendet werden kann. Die Salzeinlagerungen ließen sich mit dieser Komresse gut herauslösen und entfernen. Diese Methode hat wesentlich zum Erhalt der historischen Bausubstanz beigetragen.

Das Ziel der Qualitätssicherung bei der Restaurierung ist jedoch nicht nur auf den Naturstein ausgerichtet, sondern auf das gesamte Baugesüge einschließlich der Fugen. Es war daher von großer Bedeutung, die zum Bau verwendeten Verbindungsmaterialien, die sich über eine lange Standzeit am Münster bewährt haben, zu erfassen. Dazu wurden am Münster auch Mörtelproben genommen und das Material analysiert. Auf der Basis der damit gewonnenen historischen Mörtelrezepturen werden die bei der Restaurierung eingesetzten Mörtel nachgestellt. Die Rezepturen variieren je nach Verwendung der Mörtel zum:

- Vergießen der Vertikal- und Horizontalfugen
- Versetzen
- Verfugen

Insgesamt kommen bis zu sechs verschiedene Rezepturen zur Anwendung.

Bei der durchgeführten bauhistorischen Untersuchung wurden die baulichen Veränderungen und Besonderheiten bis in die Details, wie zum Beispiel Baunähte, aufgenommen und dokumentiert. Die Ergebnisse dieser Bauaufnahme wurden auf eine dreidimensionale Computerdarstellung übertragen von Jan-Ruben Fischer. Um den Bestand an spätgotischer und neogotischer Bausubstanz im Außen- wie im Innenbereich darzustellen, hatte man den Baukörper optisch „durchgeschnitten“ und mit der Hinzufügung z. B. der Baunähte und Dachkonstruktionen ergänzt.

Die unzureichenden Unterlagen zu den Arbeiten im Innenbereich des Münsters, die zwischen 1946 und 1963 durchgeführt wurden, machten eine Dokumentation in Form eines Raumbuches unerlässlich. Anfang des Jahres 2001 wurde das Raumbuch erstellt und als Erstes der bauliche Zustand, die technischen Einrichtungen sowie die künstlerische Ausstattung im Kirchenraum und



den Kapellen erfasst. An diese Dokumentation wurde in einem zweiten Arbeitsschritt die Bestandsaufnahme auch aller Turmgeschosse, der Dachböden und Heizkanäle angeschlossen. Erst mit dieser vollständigen Erfassung in einem Raumbuch hatte man einen Überblick, wo früher Restaurierungen durchgeführt worden sind und sich gefährdete Bereiche befinden.

Das Raumbuch konnte Ende August 2001 abgeschlossen und im September auf der Internationalen Tagung der Dom-, Münsterbaumeister und Hüttenmeister in Ulm vorgestellt werden. Danach wurde es für die anstehende Erneuerung der technischen Einrichtungen im Innenraum des Münsters benutzt.

Der aktuelle Zustand des südlichen Chorturmes bezüglich seiner Statik wurde von Rudolf Pörtner in einer Bauuntersuchung überprüft. Die Bewegungen am Bauwerk lassen sich erstmals aufzeigen anhand der Rissbilder, die der Turm aufweist. Noch heute zeigen die vielen Eisenklammern an der Fiale und Spitze des Marienpfeilers, dass man Sicherungsmaßnahmen durchgeführt hat. Bei der Errichtung des Marienpfeilers hatte man ihn nicht mit dem darunter stehenden Fundament verbunden, das im Keller einer Vorgängerbebauung steht. So kam es zu erneuten Verschiebungen, trotz einer Verbesserung am Fundament. In

dieser Schieflage steht der Pfeiler nun seit 1931 an der Südwestecke des Chorturms. Im Jahr 2000 hat man deshalb mithilfe von Spannankern und der Vernadelung der Risse den Pfeiler mit der Süd- und Westwand des südlichen Chorturms verbunden.

Ein Ziel unserer Voruntersuchung war es, Klarheit darüber zu gewinnen, wie hoch der Aufwand für die notwendige Restaurierung sein muss, um den südlichen Chorturm zu bewahren. Dies natürlich auch im Hinblick auf eine denkmalgerechte, bautechnisch optimale, aber auch wirtschaftliche Restaurierung.

Nach Ansicht der an unserer Untersuchung beteiligten Experten stehen für die Münsterbauhütte Ulm unter Hüttenmeister Peter Völkle insgesamt ca. 100 cbm Steinmaterial zur Bearbeitung an, dazu gehören ca. 70 cbm Sandsteinmaterial und 30 cbm Kalkstein allein für den Turmhelm. Nur für die Restaurierung der Turmspitze sind 120 Werkstücke herzustellen und im Verband zu wechseln (Abb. 4 a). Für diese Arbeit werden nach der Kalkulation 14 Steinmetze etwa 4 Jahre benötigen. Parallel dazu werden zwei Steinrestauratoren mithilfe von 120 Tonnen Kompressenmaterial die Salze aus befallenen Steinen am Turm herauslösen (Abb. 4 b–c). Außerdem gibt es auch Arbeiten, die nur von externen Spezialisten durchgeführt werden können, wie zum Beispiel die Rückverankerung des Marienpfeilers und die Steinreinigung, die im Trockenverfahren mittels Strahlgerät substanzschonend mit Glasgranulat und Glaspudermehl ausgeführt wird (Abb. 5).

Die oben vorgestellten Ergebnisse der vorbereitenden Untersuchung haben uns den alarmie-



4 b Entsalzung der Werkstücke aus Schlaitdorfer Sandstein, 2000.

4 c Beprobung verschiedener Injektionsmittel zum Schließen der Risse am Savonnières-Kalkstein, 2001.

5 Reinigung im Inneren des Maßwerkhelms, Anfang 2000.

rend schlechten Zustand des südlichen Chorturms in aller Deutlichkeit vor Augen geführt. Mit diesen Ergebnissen in den Händen sind uns Art und Umfang der notwendigen Restaurierungsmaßnahmen klar und eindeutig vorgegeben, und es gilt jetzt diese Maßnahmen in die Tat umzusetzen. Es wurde aber auch deutlich, dass dies eine Steigerung unserer Aufwendungen zur Erhaltung dieses Bauwerks notwendig macht, wollen wir den Wettlauf gegen Verwitterung und Zerfall des südlichen Chorturms gewinnen. Für diese umfangreiche Restaurierung des südlichen Chorturms gibt es aber keine Alternative, soll der Turm als ein wichtiges Zeugnis der Baugeschichte des Ulmer Münsters bewahrt werden.

Weiterführende Literatur:

Münsterblätter: Heft 1, 1878; Heft 2, 1880; Heft 3–4, 1883; Heft 5, 1888.
Rudolf Pfeleiderer, Das Münster zu Ulm, Ulm 1907.

Karl Friedrich, Die Wiederherstellungsarbeiten am Ulmer Münster im 19. und 20. Jh., Ulm und Oberschwaben 25, 1927.

Karl Friedrich, Die Risse zum Hauptturm des Ulmer Münsters, Ulm und Oberschwaben 38, 1955.

Hans-Joachim Koepf, Die gotischen Planrisse der Ulmer Sammlung, Forschungen zur Geschichte der Stadt Ulm 18, 1977.

Reinhard Wortmann, Das Ulmer Münster, Große Bauten Europas, Band 4, 1972.

Reinhard Wortmann, Hrsg. Hans Eugen Specker, 600 Jahre Ulmer Münster, 1977.

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen am „Projekt Südlicher Chorturm“ sind auch nachzulesen unter: www.muensterbauhuetten-ulm.de

*Münsterbaumeisterin Ingrid Rommel
Münsterbauamt Ulm
Münsterplatz 1a
89073 Ulm*