



Reparatur statt Erneuerung Der Grüne Turm in Ravensburg

Die Erhaltung historischer Dachdeckungen zählt bis heute zu den kritischen Fragen in der Denkmalpflege. Zunehmend werden Stimmen laut, die sich für eine Erhaltung alter Eindeckungen an Ort und Stelle ohne Lösung des historisch-konstruktiven Zusammenhangs einsetzen.

Bruno Siegelin / Ulrich Knapp

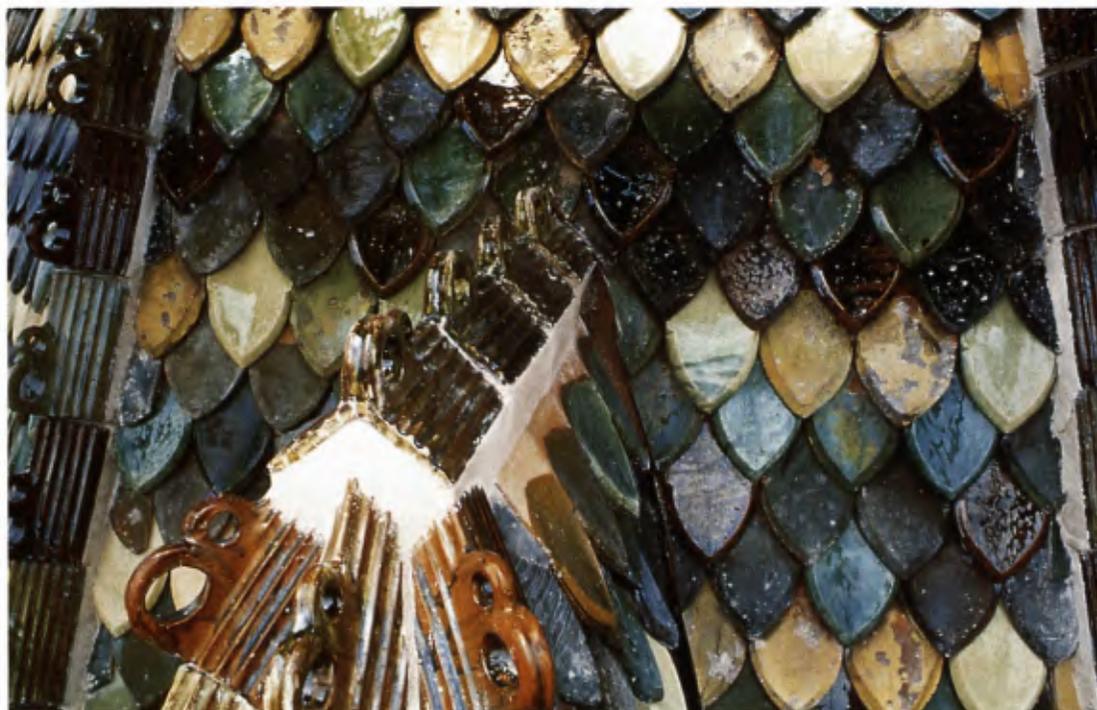
War es in der Vergangenheit beinahe die Regel, alte Dächer bei Restaurierungsmaßnahmen abzudecken und im günstigsten Fall den Bau mit den alten Ziegeln wieder neu einzudecken, so gewinnt heute die Erkenntnis an Verbreitung, dass Dachstuhl und Dachhaut eine enge konstruktive wie historische Verbindung darstellen.

Dabei wird in jedem konkreten Fall zu entscheiden sein, wie bei notwendigen Reparaturen am Dach zu verfahren ist. Bei gravierenden Schäden

am Dachstuhl oder der Dachhaut wird es oft nicht zu vermeiden sein, die Dachhaut komplett abzunehmen. Häufig ist aber die vollständige Entfernung der Dachhaut überhaupt nicht erforderlich, da Dachstuhlkonstruktion und Lattung keine oder nur punktuelle Schäden aufweisen. Hier besteht durchaus die Möglichkeit, die geschichtlich gewachsene Einheit von Dachstuhlkonstruktion und Dachhaut unangetastet zu erhalten. Dabei kann es sicherlich keine allgemein verbindliche



1 Der Grüne Turm in Ravensburg nach Abschluss der Reparatur seiner Dachhaut im Jahr 1998. Blick vom Marktplatz.



2 Gaubenfirst des Grünen Turms nach der Reparatur.

Vorgehensweise geben – vielmehr ist in jedem konkreten Einzelfall zu entscheiden, wie Bestand und Schäden erfasst und – darauf gründend – die vom Zimmermann und vom Dachdecker auszuführenden Maßnahmen konzipiert und ausgeschrieben werden.

Die Vorgehensweise bei der Bestandserfassung ist vom konkreten Objekt, der dort vorhandenen historischen Substanz, Art und Umfang der geplanten Maßnahme abhängig. Den nachfolgenden Ausführungen wird zugrunde gelegt, dass eine umfassende Dachreparatur ausgeführt werden soll. Neben der heute bereits selbstverständlichen Bestands- und Schadenskartierung des Dachstuhls ist eine ebensolche für die Lattung und die Dachhaut erforderlich. Die konkrete Vorgehensweise ist dabei individuell unterschiedlich. Eine großflächige Eindeckung mit gleichartigen Ziegeln des 18. oder 19. Jahrhunderts verlangt eine andere Aufarbeitung als eine Dachhaut aus dem 12. oder 13. Jahrhundert, eine vollständige Eindeckung mit einem Ziegeltyp eine andere Vorgehensweise als ein mit unterschiedlichen Ziegeln, evtl. auch in Ornamenten verlegt, gedecktes Dach. Reicht im ersten Fall eine Bestimmung des oder der einzelnen Ziegeltypen um die denkmalpflegerische Zielsetzung zu formulieren, so kann im letzteren Falle eine wesentlich kleinteiligere Aufnahme erforderlich sein, die im Extremfall bis zur vollständigen Kartierung und Bestimmung aller an einer Dachhaut vorhandenen Ziegel gehen kann. Die Kartierung kann in Schemata erfolgen, muß aber durch einen Typenkatalog der am Bau vorkommenden Ziegel ergänzt werden, in dem die verschiedenen Ziegeltypen mit allen technischen Details erfaßt sind.

Der konkrete Fall: Der Grüne Turm in Ravensburg

Der Grüne Turm in Ravensburg ist ein Teil der Stadtmauer und befindet sich an der Nordflanke der Stadt, unmittelbar westlich neben dem Liebfrauentor. Trotz seiner geringen Höhe ist er sehr exponiert, da die Stadtmauer an dieser Stelle abknickt, so dass er über Feld weithin sichtbar war. Von der Stadtseite gesehen, führt von Süden der Marktplatz auf den Turm zu und von Westen die heutige Judenstraße. Hier befand sich bis 1428 das Judenviertel der Stadt. Der Turm entstand in zwei Bauabschnitten, die durch dendrochronologische Untersuchungen zeitlich genau bestimmt werden konnten. Der steinerne Unterbau entstand in den letzten Jahren des 14. Jahrhunderts, das Holzwerk des Turmhelms wurde 1418/19 aufgeschlagen. Der etwa 13 m hohe Turmhelm ist achteckig, an jeder zweiten Dachfläche befindet sich eine Gaube. Die Dachfläche ist mit kleinformatigen, bunt glasierten Ziegeln eingedeckt, die in Streifen- und Rautenmustern verlegt sind. Die Dacheindeckung galt bis zu Beginn der jüngsten Reparaturarbeiten als mehrheitlich mittelalterlich. In mehreren Standardwerken zu historischen Dacheindeckungen ist der Grüne Turm als charakteristisches Beispiel für ein spätmittelalterliches Turmdach erwähnt. Besonders beachtet wurden drei Abschlussziegel der Grate, deren Stirnseiten plastisch ausgearbeitet sind. Sie zeigen Büsten mit Judenhüten, und waren wohl an dem zum Judenviertel zeigenden Grat angebracht. Diese so genannten Judenziegel befinden sich heute im Städtischen Museum Ravensburg, im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg und in Privatbesitz.



3 Der Grüne Turm vor der Sanierung.

Als sich nach Unwettern im Jahre 1997 Ziegel vom Turm lösten, wurde die Dachfläche durch die zuständige Baubehörde in Augenschein genommen. Dabei zeigten sich erhebliche Schäden an der Deckung. Unmittelbar absturzgefährdete Ziegel wurden sofort abgenommen. Zur Behebung der Schäden standen grundsätzlich folgende mögliche Konzepte zur Auswahl:

- komplette Neueindeckung mit handelsüblichen Ziegeln, wahlweise unglasiert oder glasiert.

- Abnahme der alten Deckung, Aussortieren der weiter verwendbaren Ziegel, Neuanfertigung von Ersatzziegeln. Neulattung des Dachstuhls und Neueindeckung mit alten und neuen Ziegeln.

- partielle Reparatur der Dachhaut.

Die Entscheidung, wie bei der bevorstehenden Maßnahme vorgegangen werden sollte, war schwierig. Aus der Sicht der Denkmalpflege war eine partielle Reparatur die substanzschonendste und damit denkmalverträglichste Maßnahme. War sie aber auch realistisch? Waren die historischen Ziegel noch in einem solchen Zustand, dass man sie auf dem Dach belassen konnte? Wie hoch ist der Anteil der noch intakten Ziegel? Kann man überhaupt adäquates Ersatzmaterial beschaffen und wie hoch sind die Kosten einer solchen Reparatur? Um dieser Entscheidung eine verlässliche Grundlage zu geben, wurde für den Grünen Turm eine umfassende Untersuchung von Dachstuhl und Dachhaut durchgeführt, deren Ziel es war, zu klären:

- Welche Deckungsmaterialien sind tatsächlich vorhanden, wie alt sind sie und in welchem Zustand befinden sie sich? Welcher Art und wie umfangreich sind die Schäden?
- In welchem Zustand befinden sich Dachstuhl und Lattung? Welche Schäden sind hier vorhanden? Welche Reparaturen sind erforderlich?

Die Ziegelkartierung

Für eine solche Kartierung gab es bislang keine Vergleichsuntersuchung, auf die zurückgegriffen werden konnte. Es war ein möglichst einfaches System zur Erfassung der Dachhaut und des Dachstuhls zu entwickeln. Dazu mussten jeder Ziegel und jedes Konstruktionsteil des Dachstuhls darstellbar sein. Im Beispielsfall erfolgte die Kartierung in einem einfachen und beliebig ausbaubaren Schema: für jeden Ziegel wurde ein hochrechteckiger Kasten genommen, in dem in drei Registern Ziegeltyp, Glasur bzw. Glasurfarbe und Schadenstypen aufgenommen wurden. Über jeder Kästchenreihe gibt es eine durchlaufende Zeile für die Dachlatte. Hier können Schäden an der Dachlatte, Dachlattenstöße, Verstärkungen oder Ausnehmungen eingetragen werden. Die einzelnen Ziegelreihen wurden dabei von der Traufe ausgehend nach oben hin und die Ziegel pro Reihe jeweils von der linken Kante aus durchgezählt. So konnte jeder Ziegel über die Bezeichnung der Dachfläche, die Reihennummer und die laufende Nummer innerhalb der betreffenden Reihe genau bestimmt und dementsprechend bei der Durchführung der Reparatur auch wieder gefunden werden. Für die Sparren wurden seitlich senkrechte Zeilen in die Kar-

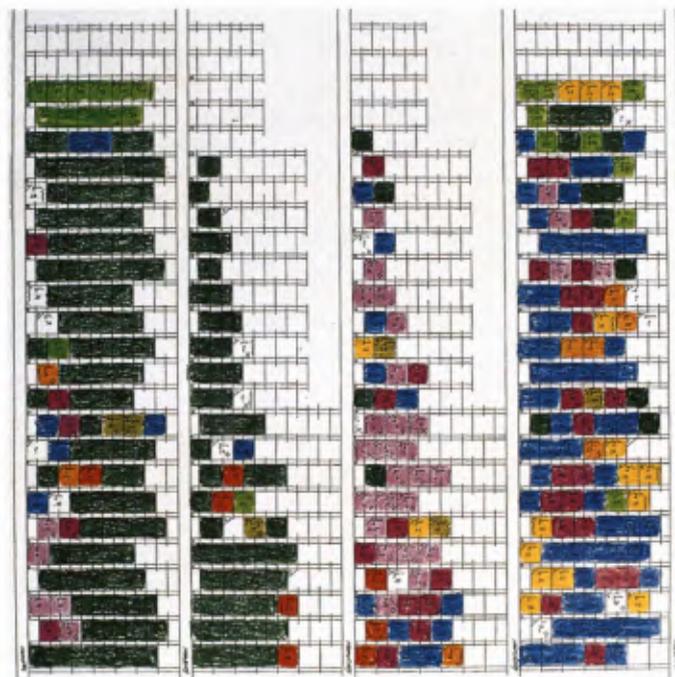
rierung aufgenommen, in denen die Schäden bzw. Befunde an den Sparren kartiert werden konnten. Es handelt sich dabei also um keine maßgenaue Kartierung, sondern um eine reine Schemakartierung, auf der aber alle für die konkrete Reparatur erforderlichen Befunde und Angaben vermerkt werden können. Eine solche Kartierung kann allerdings keine verformungsgenaue Bauaufnahme eines Dachstuhles ersetzen. Umgekehrt kann in einer verformungsgenaue Aufmaßzeichnung keine umfassende Dokumentation einer Dachhaut dargestellt werden, da die Überdeckung der Ziegelreihen hier kaum eine unmissverständliche Darstellung zulässt. Im Idealfall würden die beiden sich ergänzenden Methoden gemeinsam angewandt werden.

Der Ziegelbestand

Bei der Kartierung wurden die Ziegeltypen durchnummeriert, wobei es sich gezeigt hat, dass eine chronologische Durchnummerierung der Typen eigentlich erst nach der vollständigen Erfassung der Dachfläche möglich ist. Daher wurde auf eine chronologische Abfolge der Typenbezeichnung verzichtet und die Nummern für die Ziegeltypen in der Abfolge ihrer Auffindung bei der Kartierung vergeben.

Rasch zeigte sich, dass es letztlich drei Ziegeltypen aus der Zeit bis etwa 1850 und drei Ziegeltypen der letzten 150 Jahre waren, die das Erscheinungsbild der Dachfläche prägten. Bemerkenswerterweise war dabei der Ziegeltyp, aus dem nach Lage der Dinge die bauzeitliche Dachhaut bestand, noch am häufigsten auf dem Dach vertreten. Dabei handelt es sich nicht um einen Normtyp, sondern um eine ganze Typenfamilie mit weit über einem Dutzend Untertypen. Neben dem eigentlichen Biberschwanzziegel zum Eindecken der Fläche, hier Flächenziegel genannt, fanden sich Trauf-, Grat- und Kehlziegel sowie Zuschnitte für die Anschlüsse und Zierformen.

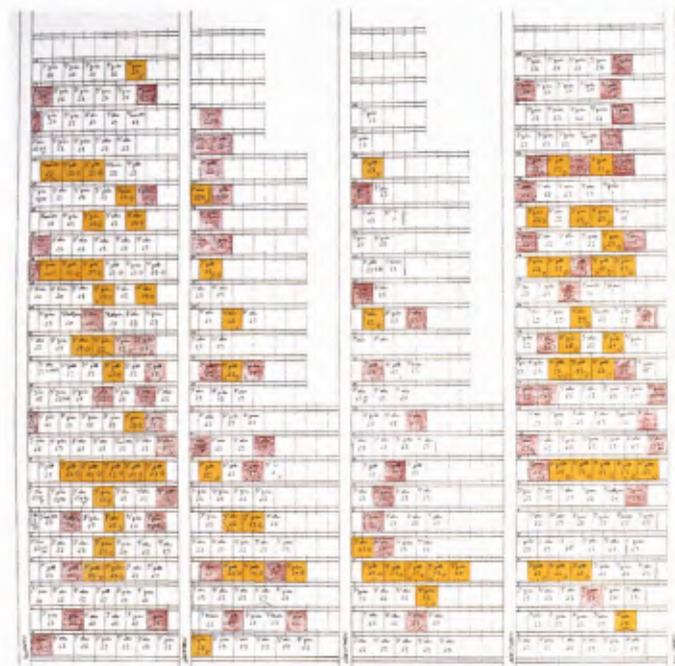
Der Flächenziegel dieser „Typenfamilie“ ist im Zugschnitt kürzer und geringfügig schmaler als die im frühen 15. Jahrhundert in der Region verbreiteten Flachziegel. Erstaunlich sind einige Besonderheiten, die darauf hinweisen, dass es sich dabei um einen Ziegel handelt, der speziell für die Helmeindeckung geschaffen worden ist. Hier ist zunächst die geringe Länge zu nennen, aufgrund derer die Bruchgefahr des Ziegels bei einer stärkeren Verwindung oder Drehung des Turmhelmes, wie sie bei stärkerem Wind auftritt, stark herabgesetzt wurde. Die Ziegel besitzen auf der Rückseite eine Ausnehmung in der Längsachse, die mittig verläuft. Durch sie wird verhindert, dass bei Bewegungen des Turmhelmes Punktbelastungen im Überdeckungsbereich der Ziegel auf-



Grüner Turm Ravensburg
Dachreparatur
Ziegel- und Schichtenkartierung
Architekturbüro Dr. Knappe /
Dipl.-Ing. Siegel
Archivdatum: 02/97

Grüngrün
Dachfläche in pro Zelle
Ziegel in pro Reihe
Farbe des grü. Ziegel / Farbe Stein
Ziegeltyp, siehe Typenbestimmung
Schichten: 0 Glasurkittchen
1 Glasurkittchen
2 Keine gelblich
3 gelblich
4 Blau
5 Schichten zerstört

Vertikale Kennzeichnung des Ziegels
auf Wiederherstellung prüfen
siehe Wiederherstellung



Grüner Turm Ravensburg
Dachreparatur
Ziegel- und Schichtenkartierung
Architekturbüro Dr. Knappe /
Dipl.-Ing. Siegel
Archivdatum: 02/97

Grüngrün
Dachfläche in pro Zelle
Ziegel in pro Reihe
Farbe des grü. Ziegel / Farbe Stein
Ziegeltyp, siehe Typenbestimmung
Schichten: 0 Glasurkittchen
1 Glasurkittchen
2 Keine gelblich
3 gelblich
4 Blau
5 Schichten zerstört

Vertikale Kennzeichnung des Ziegels
auf Wiederherstellung prüfen
siehe Wiederherstellung

4 Kartierung der Dachziegeltypen. In Dunkelgrün die bauzeitlichen Ziegel von 1418.

5 Kartierung der Schäden an den Ziegeln (Reinschrift).

6 Die drei Grundfärbungen der bauzeitlichen Ziegel.

7 Die Färbungen der jüngeren Reparaturziegel.

8 Zeichnung der vier Ansichten eines bauzeitlichen Ziegels.



treten. Auch die weitere Ausbildung der Details diente vor allem dem Ziel, Spannungen innerhalb der Dachhaut bei den an einem Turmhelm ständig vorhandenen Bewegungen zu vermeiden. Technisch wurden die Ziegel nach der so genannten Französischen Manier hergestellt, d.h. in der Form wurde ein Rohling ausgestrichen, bei dem die Nase in Form einer Zunge an der Oberkante überstand und nach Entnahme aus der Form nach hinten umgebogen wurde. Die Nasen sind dabei relativ lang, so dass sie die Stärke der Dachlatten überragen. Ein ungefähr mittig angebrachtes Nagelloch diente der zusätzlichen Sicherung – die meisten der alten Ziegel waren zusätzlich mit einem Nagel gesichert. Neben diesen Flächenziegeln wurden unzählige Untertypen für alle am Dach vorkommenden Anschlüsse angefertigt. So gibt es angeschnittene Flächenziegel mit diagonal verlaufender Rinne für die Kehlen, fein abgestufte Zuschnitte für die Anschlüsse vor allem an den Kehlziegeln sowie auch zu den Graten. Flächenziegel, deren Oberfläche vollständig mit Längsrillen versehen sind, könnten eine Schmuckform sein. Stilistisch und tech-

nisch zugehörig sind dazu relativ mächtige Gratziegel, die ebenfalls Längsrillen an den Oberseiten aufweisen und die jeweils am unteren Ende eine Gratzier besitzen.

Für die Traufen wurden aus dem Flächenziegel aufwendige verzierte Traufziegel hergestellt, die der Traufe einen zinnenartigen Abschluss verliehen. Über das Bruchbild lassen sich reichliche Aussagen über den Rohstoff und die Verarbeitung treffen. Der verwendete Ton ist auffallend homogen und besitzt einen hohen Anteil an Glimmer. Durch nachträgliche Brennversuche konnte die Sintertemperatur auf etwa 980 °C ermittelt werden. Viele der Scherben besitzen in der Mitte einen grauschwarzen bis schwarzen Kern, der auf der glasierten Seite bis an die Oberfläche reicht, während er zu den nicht glasierten Oberflächen sich deutlich zurücknimmt. Dies deutet auf einen sekundär gelagerten Ton, richtigen Lehm hin, wie er in der Regel in dünnen Flözen in Schwemmbereichen abgelagert wird. Durch die geringe Schichtstärke konnte das Oberflächenwasser den Kalk ausspülen, gleichzeitig ist der Ton jedoch durch organische Stoffe verunreinigt. Diese sind auch die Ursache für den dunklen Kern. Beim Erhitzen im Ofen vergasen die organischen Bestandteile und erzeugen durch Sauerstoffentzug eine Zwangsreduktion im Kern, in Oberflächennähe erhält der Scherben wieder genügend Sauerstoff für einen oxidierenden Brand. Dieser Vorgang ist auch mit von der Lage im Ofen, der Nähe zum Feuer, abhängig. Unter der Glasur reicht der Reduktionskern bis an die Oberfläche, was als Hinweis zu nehmen ist, dass die Glasur bereits auf den ungebrannten Grünling aufgetragen wurde. Mit steigender Temperatur verläuft diese und schirmt den Scherben gegen die Atmosphäre und so auch geringen Sauerstoffzutritt ab. In Anbetracht der beträchtlichen Holzmengen, die für einen Brand gebraucht wurden, stellt der Verzicht auf den Schürbrand, wie heute allgemein üblich, eine erhebliche Erleichterung dar. Darüber hinaus erhält man so ein charakteristisches lebendiges Glasurbild, welches bei den transparenten Glasuren ohne Engobe durch die bis zur Oberfläche reichenden Reduktionskerne noch gesteigert wurde.

Bei den Gratziegeln, die in ihrer dünnen und feinen Ausarbeitung an Ofenkacheln erinnern können, wurde die Zier, in der Regel in der Form einer großen Acht, in derselben Technik angebracht, in der man gezogene Henkel an Krügen, Töpfen etc. anbringt. Dies setzt einen fetten und plastischen Ton voraus. Nachträglich wurde hier dann von der Innenseite aus wieder ein Teil des Materials weggenommen, der Ansatz der Gratzier also ausgehöhlt, um eine gleichmäßige Scherbenstärke zu erreichen, was spätere Kom-

plikationen während des Anheizens (plötzliches Verdampfen von Restfeuchte, dadurch Sprengung des Scherbens) ausschloss. Diese Eigenheiten, die Verwendung eines fetten und plastischen Tones, der nach Bedarf abgemagert wurde, und die Verarbeitungsqualitäten sollten als Hinweise darauf verstanden werden, dass diese Ziegel tatsächlich auch von Hafnern und nicht von Zieglern geschaffen wurden.

Bei späteren Reparaturen verwendete man teilweise, wie etwa im 17. Jahrhundert, damals übliche Ziegelformate, die auf die besondere Verwendung als Turmziegel nicht weiter modifiziert worden sind. Im 18. Jahrhundert schuf man einen Ersatzziegel, bei dem man sich weitgehend bemüht hat, die besonderen Eigenheiten des ursprünglichen Ziegeltyps nachzuahmen. Zur zweiten großen Gruppe von Ziegel zählen Ersatzziegel, die in den Jahrzehnten kurz vor und um 1800 verwendet wurden. Auf einem der Ziegel hatte sich der Fertiger, der Ravensburger Hafner Johann Jakob Nabholz, der in den 80er und 90er Jahren des 18. Jahrhunderts in den Ravensburger Quellen auch fassbar ist, verewigt. Diese Ziegel unterscheiden sich formal und technisch erheblich von den mittelalterlichen Stücken. Bemerkenswert ist vor allem die schlechte Materialaufarbeitung. Obwohl diese Ziegel bereits beim Trocknen und beim Brand zahlreiche Risse erhalten hatten, haben sie gut 200 Jahre auf dem Dach überdauert. Heute kann man bei Ziegeln dieses Typs häufig ein schollenartiges Abplatzen einzelner Stücke beobachten, wobei die Bruchgrenzen jeweils entlang der Materialgrenzen des Scherbens verlaufen.

Um 1824 erfolgte eine weitere Reparatur der Dachhaut. Bei den extra hierfür angefertigten Ziegeln bemühte man sich wiederum, die Form der alten Ziegel zu wiederholen. Die neuen Exemplare sind allerdings wesentlich dünner als die älteren und weisen auch nicht die charakteristischen Besonderheiten der spätmittelalterlichen Turmziegel auf. Große Teile der von weithin sichtbaren Rautenmuster des Turmes waren aus diesen Ziegeln gebildet.

Ab 1875 wurde das Turmdach erneut repariert. Damals schuf der Ravensburger Hafner Georg Huber die Ersatzziegel. Sie waren jeweils im passenden Farbton glasiert, so dass die Reparaturen vom Boden aus kaum sichtbar waren. Vor allem an den Graten waren wohl umfangreiche Reparaturen erforderlich. Huber hat relativ viele Ziegel signiert und datiert, so dass man einen guten Überblick über die mehr als zehn Jahre währenden Arbeiten erhalten kann. Bei den Reparaturen in unserem Jahrhundert hatte man sich weniger Mühe gegeben. Hier wurden handelsübliche Ziegel verwendet, wie sie an jedem beliebigen an-

deren Bau ebenfalls eingesetzt werden konnten, und bisweilen mit Silikon und Spanplatten-schrauben befestigt.

Die detaillierte Kartierung der Dachhaut ergab also, dass sich auf dem Dach des Grünen Turms gut 580 Jahre Ravensburger Ziegelgeschichte erhalten haben. Dies ist allein dem Umstand zu verdanken, dass das Dach nie durch Brand oder Kriegseinwirkungen zerstört wurde und man bei Schäden immer nur lokale Reparaturen durchgeführt hat. Bei der anstehenden Maßnahme galt es diese 580 Jahre Ziegelgeschichte fortzuschreiben.

Eine konsequente De- und Remontage der vorhandenen Dachhaut, wie sie zunächst ebenfalls ins Auge gefasst war, hätte nicht nur den Zeugniswert der Dachhaut zerstört, sondern durch unnötige Materialbewegungen wäre auch sehr viel Ziegelbruch entstanden. Dies galt es zu vermeiden. Aus diesem Grund arbeiteten wir darauf hin, dass die Maßnahme in Form einer möglichst kleinteiligen Reparatur durchgeführt wurde.

Da die meisten Ziegel genagelt sind, kam ein einfaches Umdecken nicht in Frage. Der gesamte Aufbau mit Sparren, Lattung und Ziegel musste als konstruktive Einheit gesehen und entsprechend behandelt werden. Erst über die sorgfältige Bestandsaufnahme der Schäden kann dabei der Umfang der Arbeiten und der Bedarf an Material ermittelt und in seinen Feinheiten geplant werden. Die vielschichtigen Informationen, die auf der Kartierung zusammengetragen wurden, ermöglichen ein rasches Erkennen von konstruktiven und/oder schadensrelevanten Ursachenzusammenhängen.

Die Schadenskartierung

Die Kartierungspläne sind schematisch so vorbereitet, dass Dachwerk (Sparren) und Dachhaut (Lattung und Ziegel) im Zusammenhang dargestellt werden. So können nach Eintragung der Schadenstypen und der Schadensintensität Verbindungen zwischen einzelnen Schadensphänomenen hergestellt und Schadensursachen erschlossen werden. Im Hinblick auf die Planung der durchzuführenden Reparatur ist ein solcher Mehrschichtenplan der Schäden notwendig. So bedingen beispielsweise stark geschädigte Dachlatten oder Sparren auch das Abnehmen einer intakten Dachhaut. Da in der Kartierung auch der Ziegeltyp und damit über den Typenkatalog Alter und Herstellungsmerkmale des Ziegels erfasst sind, können über die Schadenskartierung auch Aussagen über bauarttypische Schäden einzelner Ziegelgenerationen gemacht werden.

Am Ziegel selbst wurden sieben verschiedene Schadenstypen (Glasurschäden, kraterförmige



9 Traufziegel der Dach-eindeckung des 15. Jahrhunderts.



Ausbrüche an der Oberfläche, Nasenbrüche, Risse um Scherben, Abbrüche an den Kanten, schichtweise Aufsplitterung des Scherbens und Silikonverklebungen), an Sparren und Lattung wurden Stöße, Brüche, Ausnehmungen oder Verstärkungen, ehemalige Ausstiege und Fäulnis- und Fraßschäden erfasst. Die qualitative Beurteilung der Schäden wurde durch farbige Kennzeichnungen in der Kartierung festgehalten: In Grün sind solche Beschädigungen ausgewiesen, die die technische Funktionsfähigkeit des Ziegels nicht beeinträchtigen, im Grunde also keine Schäden im eigentlichen Sinne, sondern allenfalls Gebrauchsspuren sind. In Gelb sind Schäden gekennzeichnet, bei denen eine Überprüfung auf eine mögliche Weiterverwendung in Absprache mit dem ausführenden Dachdecker erfolgen muss, und in Rot sind jene Ziegel markiert, bei denen eine Weiterverwendung vollkommen ausgeschlossen ist, die also in jedem Fall ersetzt werden müssen.



11 Bruchbild eines bauzeitlichen Ziegels mit grauem Reduktionskern.

Bei der Schadensaufnahme wurde die Dachhaut parallel von innen und außen beurteilt, gleichzeitig wurden von innen Sparren und Lattung untersucht. In der Ersterfassung wurden sämtliche Beobachtungen an den Ziegeln mit ihrer qualitativen Beurteilung in den Farben Grün, Gelb und Rot erfasst. In der Reinschrift, die den ausführenden Handwerkern als „Handbuch“ übergeben wurde, sind die vorgefundenen Schäden in gleicher Weise wie die Angaben zu Ziegeltyp und Glasur in Form von grafischen Symbolen angegeben. Die qualitative Gesamtbeurteilung wurde hier durch die Hintergrundfarbe des betreffenden Ziegels wiedergegeben. Dabei beschränkte sich die Kolorierung auf die Farben Gelb und Rot, also auf jene Ziegel, die ausgetauscht werden müssen oder die auf eine mögliche Belassung an ihrem Ort geprüft werden müssen.

Die Schäden

An den Ziegeln konnten zwei grundsätzlich unterschiedliche Arten von Schäden festgestellt werden: zum einen Schäden, die durch äußere Kräfteinwirkungen entstanden, und zum anderen Schäden, deren Ursache im Material oder Verarbeitung der Dachhaut lag.

Die knapp 14 Meter langen Sparren des Turmhelms ragen über neun Meter über den im Zentrum des Helms aufgebauten stehenden Stuhl hinaus. Schon bei geringen Windkräften kommt es bei dem Dach zu Pendel- und/oder Torsionsbewegungen. Die Dachhaut muss daher eine gewisse Elastizität besitzen, damit sie diese Bewegungen nachvollziehen kann, ohne dass die Dachhaut dabei Schaden nimmt. Erhält nun die Dachhaut durch die Verwendung ungeeigneter Ziegel oder durch eine falsche Verarbeitung eine zu große Steifigkeit, so kann es bei entsprechenden Bewegungen der Dachhaut zu Schäden durch Ziegelbruch kommen. Schon bei der ersten Begehung fielen die extrem geschädigten Grate des Turmhelms auf. Kaum ein Ziegel war hier unbeschädigt. Viele, vor allem jüngere Reparaturziegel waren in der Mitte vollständig durchgerissen. Große Mörtelmengen zeigen, dass hier oft repariert wurde. Bei den jüngeren Reparaturen verwendete man dabei sehr harten Zementmörtel. Die Verbindung zwischen diesem Mörtel und den Ziegeln war offensichtlich fester als der Ziegel selbst. Bei einer starken Bewegung des Turmes gab daher nicht die vermörtelte Fuge, sondern der Ziegel nach und brach auseinander. Es handelt sich dabei eindeutig um Schäden, deren Ursache in der Verwendung ungeeigneten Materials bei der Vermörtelung der Grate liegt.

Das Zementkorsett der Grateinmörtelung führte vor allem im oberen Bereich der Dachflächen zu erheblichen Schäden bei der Eindeckung. Hier liegen teilweise nur zwei bis vier Ziegel nebeneinander in einer Reihe. Da die beiden äußeren Ziegel jeweils ebenfalls in das Korsett mit eingebunden sind, werden die Kräfte auch auf die Flächenziegel übertragen, so dass hier neben Bruch auch entlang der Längskanten erhebliche Kantenpressungen auftreten können, die in zahlreichen Fällen zu einer vollständigen Zersplitterung der Ziegel geführt haben. Daneben führte die unsachgemäße Vermörtelung der Grate und die bei der hier vorhandenen Eindeckung unsachgerechte rückseitige Einspeisung der Flächenziegel zu Feuchtigkeitsschäden an den Ziegeln und am Holzwerk des Daches. An den Graten waren mitunter die gesamten Hohlräume unter den Gratziegeln mit zementhaltigem Mörtel gefüllt. Das hohe Wasserbindevermögen des zementgebundenen Mörtels führte zu einer anhaltenden Durchfeuchtung von Ziegel und Holzwerk. Bei den Flächenziegeln kam hinzu, dass durch die überflüssige und falsch angebrachte Vermörtelung nicht nur die Luftzirkulation unterbrochen, sondern in weiten Teilen auch die Dachlatten eingemörtelt wurden. Damit wurde verhindert, dass diese rasch abtrocknen konnten. Die

entsprechende Schädigung der Dachlatten war hier nur eine Frage der Zeit.

Die zweite Gruppe der Schäden ist vielfältig und jeweils ziegeltypcharakteristisch. Vor allem bei den zu Ende des 18. Jahrhunderts hergestellten Ziegeln treten häufig schollenartige Ablösungen ganzer Oberflächenteile auf. Die Bruchgrenzen laufen dabei jeweils entlang der bei diesen Stücken vorhandenen Materialgrenzen. Der Ziegler hatte das inhomogene Ausgangsmaterial wohl nur wenig aufbereitet, so dass eine homogene Durchmischung der unterschiedlichen Sedimente nicht stattgefunden hat. Da die einzelnen Tongemenge physikalisch unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, kam es so an den Materialgrenzen zu Haarrissen, die später zu Rissen oder schollenartigen Ablösungen führten. Hier handelt es sich also um ein materialbedingtes Schadensphänomen, das auf einen bestimmten Ziegeltyp beschränkt ist. Durch schlechter werdende Rahmenbedingungen, vor allem durch Behinderung der Ablüftung der Ziegel durch falsch verstandene Reparaturmaßnahmen trat dieses Schadensbild in der jüngeren Vergangenheit verstärkt zu Tage.

Eine ebenfalls große Schadensgruppe bilden die Schäden an der Oberfläche. Um der Glasur Leuchtkraft zu verleihen, wurde darunter eine weiße Engobe aufgetragen. Besitzt die Engobe, die eine Tonschlämme ist, andere physikalische Eigenschaften als der Ziegel selbst und wurde zu dick aufgetragen, so ergeben sich im Material Spannungen, die ein Abplatzen der Engobe und der darauf liegenden Glasur zur Folge haben. Bei



dünn aufgetragener Engobe verringert sich diese Gefahr.

Bemerkenswert erscheint hier die Tatsache, dass vor allem bei den jüngeren Ziegeln eher großflächige Schäden vorhanden sind, bei den spätmittelalterlichen und frühneuzeitlichen dagegen vorwiegend punktuelle Schäden.

Was nicht generell als eigentlicher Schaden anzusprechen ist, sind die Absprengungen durch Kalk-einschlüsse. Befinden sich bei der Herstellung des Ziegels Kalkbatzen im Material, so quillt dieser bei der ersten Durchfeuchtung nach dem Brand auf und führt zu Absprengungen und Kraterbildung. Dieser Vorgang ist damit beendet.

Was allerdings als Schaden anzusprechen ist, sind handwerklich falsche Ausführungen, die zu den oben genannten Schäden erst verstärkt geführt haben.

12 Dachfläche mit Grat im oberen Turmbereich vor der Sanierung.

13 Ziegelfläche mit Schäden vor der Sanierung.

14 Detailaufnahme der Verlegung der Gratziegel.

15 Flächenanschluss an einen Dachgrat. Die Ziegel führen das Wasser in die Dachfläche und nicht zum Grat.



Der Ersatzziegel

Der für den Grünen Turm entwickelte Reparaturziegel sollte sich in seinem Erscheinungsbild und in seinen technischen Eigenschaften möglichst nahe an den spätmittelalterlichen Ziegel annähern, der für den Turmhelm geschaffen worden war. Es waren damit folgende Kriterien zu erfüllen:

- Eine lang gezogene Nase für den sicheren Halt an der extrem steilen Dachfläche.
- Mittellängsrinne an der Rückseite zur Vermeidung von Punktlasten der darunter liegenden Ziegel und vor allem zur besseren Hinterlüftung.
- Ein aus der Mittelachse versetztes Nagelloch, das in der Regel von dem darüber liegenden Ziegel verdeckt wird.
- Trapezoider Querschnitt des Ziegels über das herstellungsbedingte Maß hinaus, so dass die Breite der Unterseite geringfügig schmaler ist als die Oberseite. Der Ziegel kann so die Verwindung des Turmhelmes nachvollziehen, ohne dass es zu extremen Kantenpressungen kommt, und es entsteht eine zusätzliche Lüftungsmöglichkeit.
- Gewichtsminimierung durch reduzierten Querschnitt im Mittelteil des Ziegels.
- Scharf geschnittene Fase entlang der Spitze des Ziegels, damit das Oberflächenwasser von den Fugen zwischen den Ziegeln abgeleitet wird und über die untere Spitze auf den nächsten Flächenziegel abfließt.

16 Schnitte und Seitenansichten von Rohlingen der Reparaturziegel.



- Bei den Glasuren sollten die alten Farben soweit dies heute technisch machbar und – im Hinblick auf die verwendeten Materialien – zulässig ist, nachgestellt werden. Im Unterschied zu den spätmittelalterlichen Vorgängern wurden die neuen Ziegel jedoch zweimal gebrannt.

Diese Anforderungen waren in der noch während der Kartierung ausgearbeiteten Ausschreibung formuliert. Die anbietenden Ziegeleien mussten in ihrem Gebot auch darlegen, wie der Ersatzziegel geschaffen werden sollte. Neben den von den Anbietern vorgelegten Mustern entschied vor allem diese technische Darlegung über die Vergabe des Auftrags. Mit dem ausführenden Betrieb wurden schließlich die Feinheiten der Herstellung des Flächenziegels, der Sonderschnitte und der Gratziegel weiterentwickelt. Die manufakturmäßige Herstellung der Ersatzziegel führte dabei zu durchaus gewünschten und verlangten kleinen Unregelmäßigkeiten bei der Gestaltung, die Kohlefeuerung beim Brand zu Farbnuancen beim Scherben und den Glasuren, so dass sich die 1998 neu verlegten Ziegel unauffällig in das gewachsene Bild der Dachhaut einfügen.

Die Durchführung der Reparatur

Entscheidend für die Qualität der Reparatur und deren Beständigkeit ist letztendlich aber noch immer die konkrete Ausführung der Maßnahme. Der beste Reparaturziegel kann nicht von Dauer sein, wenn er fehlerhaft verlegt wird. Aus diesem Grunde erscheint eine frühe Hinzuziehung der

ausführenden Handwerker bei der Vorbereitung einer solchen Reparatur notwendig. Wichtig ist, dass die Schadensursachen erkannt und bei der Reparatur nicht die Fehler früherer Reparaturmaßnahmen wiederholt werden.

Das hier realisierte Reparaturkonzept führte dazu, dass die Dachhaut bei den intakten Bereichen an Ort und Stelle verblieb. Nur bei den punktuell erforderlichen Reparaturingriffen wurden die Ziegel vorsichtig entnagelt und abgenommen, um die Maßnahme durchzuführen. Einzelne lose Ziegel oder die obersten Ziegel im Anschluss an eine bestehende Fläche wurden mit einem Edelstahlendraht an die Lattung gebunden.

Bei der Verlegung der Reparaturziegel musste der Dachdecker wie auch bei den Originalziegeln nicht nur auf das Farbenspiel achten, sondern auch darauf, dass die in sich leicht verformten Ziegel zueinander passend verlegt wurden.

Die infolge der technisch falschen Vermörtelung aus früheren Reparaturphasen nahezu vollständig zerborstenen Grate mussten komplett abgenommen werden. Die Gratziegel wurden nahezu vollständig ersetzt.

Der Mörtel im Grat- und Firstbereich hat in erster Linie die Aufgabe einer „Dichtlippe“ – gehalten wird der Ziegel von der Nagelung. Zur Entlastung dieses „Schwachpunktes“ sollten die an den Grat anstoßenden Flächenziegel das ablaufende Wasser in die Fläche leiten. Der Mörtel selber muss eine gewisse Elastizität aufweisen, um Bewegungen folgen zu können sowie möglichst wenig Feuchtigkeit materialbedingt zurückzuhalten, damit eine gute Auslüftung auch der umgebenden Ziegel zur Vermeidung von Frostschäden sichergestellt wird. Traditionell wurde hier ein mit Tierhaaren armierter Luftkalkmörtel verwendet, der mit verschiedenen Zusätzen wie Muschelkalk, Talkum und öligen Bestandteilen und manchem mehr optimiert wurde. Für die Neuvermörtelung der Grate wurde ein Mörtel verwendet, dessen Zusammensetzung aus der Analyse historischer Dachdeckerermörtel resultiert.

Neben den Materialeigenschaften des Mörtels ist auch die Ausführung für ein gutes Ergebnis mitverantwortlich. So darf der Mörtel nicht über die Kante des Gratziegels hervorreichen, die Flächenziegel sollten dem Grat kein Wasser zuleiten und die Oberfläche des Mörtels muss durch anschließendes Glattstreichen verdichtet werden.

Der Mörtelschlag hat nur schmal im Bereich der Kanten des Gratziegels zu erfolgen, so dass der Grat zwischen Ziegel und Sparren belüftet ist; auch ist die schadensfreie Beweglichkeit der Kan-



te so besser sichergestellt. Als Montagehilfe wurde bei dem steilen glasierten Dach ein entsprechendes breites Drahtgeflecht verwendet, welches auch als zusätzliche Armierung dient. Denn nur mit einer entsprechend sorgfältigen Ausführung und Verwendung bester Materialien erreichen wir eine elastische, gut sich selber belüftende Dachhaut, auf der die Ziegelgeschichte des Grünen Turms weiter fortgeschrieben werden kann.

Das 1998 reparierte Dach des Grünen Turmes hat das Sturmtief „Lothar“ vom 26.12.1999 ohne erkennbaren Schaden überstanden.

Dipl.-Ing. Bruno Siegelin
Waldhof
88634 Herdwangen-Schönach

Dr. Ulrich Knapp
Dom-Museum
Domhof 4
31 134 Hildesheim

17 Die Turmspitze nach Abschluss der Sanierungsmaßnahme.