

Baudokumentationen sind bei Sanierungs- und Umbaumaßnahmen von Kulturdenkmalen eine entscheidende Voraussetzung für die notwendige Rücksichtnahme auf den erhaltenswerten historischen Bestand. Sie sind weiterhin Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen und dokumentieren das Bauwerk als historische Quelle.

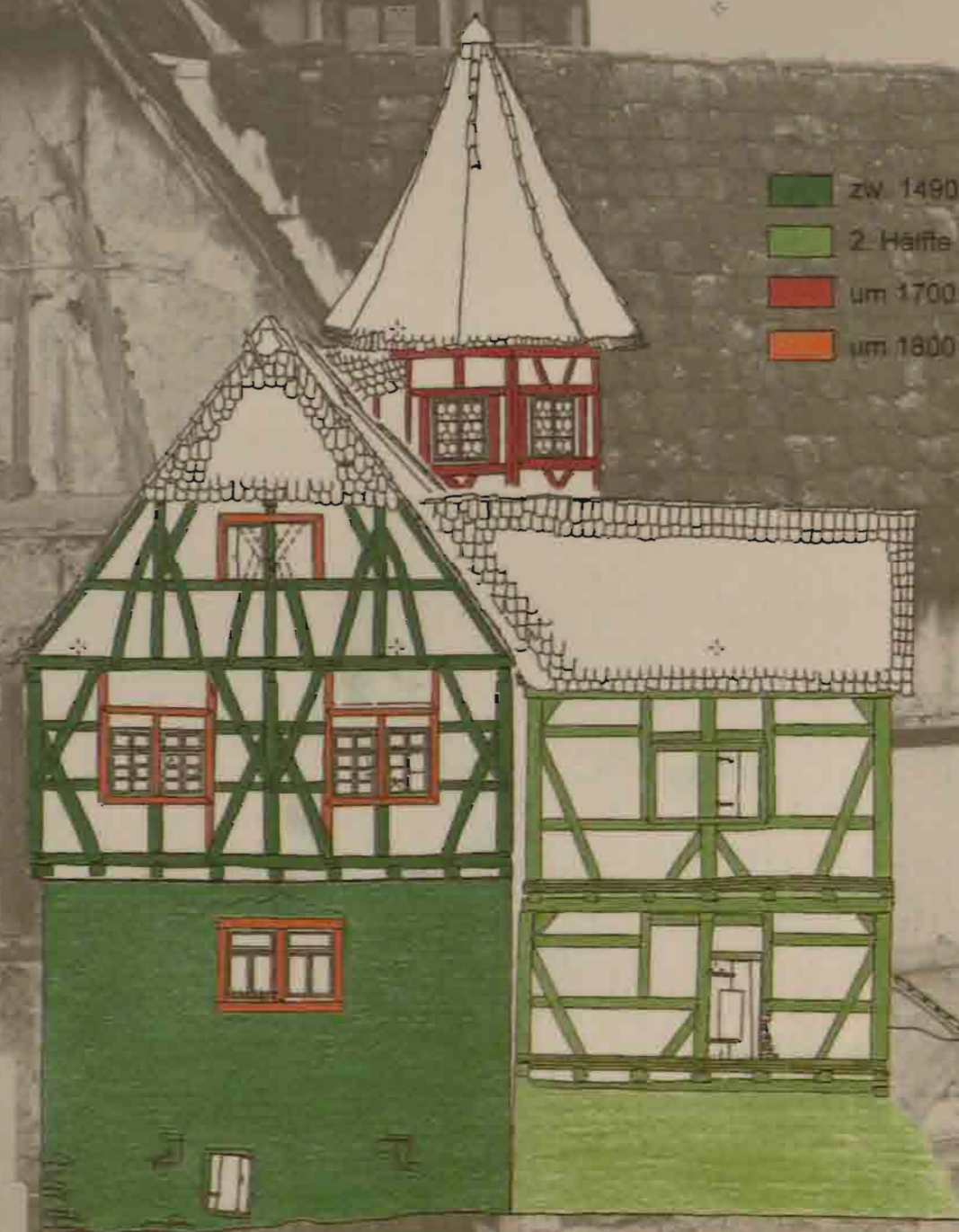
In der vorliegenden Publikation werden Bauaufnahmen und darauf aufbauende Bauuntersuchungen vorgestellt, die exemplarisch Arbeitsschritte und Arbeitsergebnisse sowie deren Darstellung aufzeigen, sodass in der Praxis gleichwertige Leistungen bei unterschiedlichen Objekten von verschiedenen Bearbeitern möglich sind. Da nicht jedes Gebäude mit derselben Intensität dokumentiert werden muss, werden unterschiedliche Genauigkeitsstufen bei den Bauaufnahmen und unterschiedlich detaillierte Verfahren bei den Bauuntersuchungen vorgegeben. Darüber hinaus werden Grundlagen zur digitalen Bauaufnahme und zur photogrammetrischen Dokumentation vermittelt, weitere Hinweise werden zur Kalkulation und zu Leistungsanfragen gegeben.

Das Arbeitsheft ist eine Orientierungshilfe für Denkmalpfleger, Bauherren und Architekten sowie für Firmen oder Personen, die sich mit der Vermessung, Beschreibung und Beurteilung historischer Bauwerke befassen.

Direktion
Landesdenkmalamt
Baden-Württemberg

Günter Eckstein

Empfehlungen für Baudokumentationen



51

LH
60370
HF 1660
(2)

Landesdenkmalamt
Baden-Württemberg
Arbeitsheft 7

Inhalt

Vorwort zur zweiten Auflage	7	2.2.1 Untersuchungen zur Baustruktur	42
Einführung	9	2.2.2 Baualterspläne	47
1. Bauaufnahme	11	2.2.3 Literaturrecherche und Archiverhebungen	48
1.1 Genauigkeitsdefinition und Genauigkeitsstufen	11	2.3 Untersuchungen mit Eingriffen in die Bausubstanz	48
1.1.1 Genauigkeitsstufe I	12	(Hartmut Schäfer)	
– schematisches Aufmaß (Johannes Gromer)		2.3.1 Restauratorische und bauarchäologische Untersuchungen	48
1.1.2 Genauigkeitsstufe II	12	(Hartmut Schäfer)	
– annähernd wirklichkeitsgetreues Aufmaß (Johannes Gromer)		2.3.2 Weitere Sonderuntersuchungen	50
1.1.3 Genauigkeitsstufe III	13	(Ulrike Henes-Klaiber)	
– verformungsgetreues Aufmaß (Johannes Gromer)		2.4 Schadenskartierungen	53
1.1.4 Genauigkeitsstufe IV	13	2.4.1 Holzkonstruktion	53
– verformungsgetreues Aufmaß mit detaillierter Darstellung (Johannes Gromer)		2.4.2 Natursteinfassaden	54
1.2 Darstellungshinweise	14	2.4.3 Verformungsanalyse	56
1.3 Digitale Bauaufnahme	30	3. Anhang	65
2. Bauuntersuchung und Befunddokumentation	34	3.1 Grundlagen der digitalen Bauaufnahme	65
2.1 Baubeschreibung und Raumbuch	34	3.2 Photographische und photogrammetrische Dokumentation	66
(Michael Goer)		3.3 Kalkulationsgrundlagen	70
2.1.1 Maßnahmenbezogene Baubeschreibung	34	3.4 Leistungsverzeichnis für Baudokumentationen	71
(Michael Goer)		3.5 Literaturhinweise	75
2.1.2 Raumbuch	41	4. Die Autoren	77
(Michael Goer)		5. Bildnachweis	78
2.2 Bauhistorische Untersuchungen	42		

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Umschlag:
Lauda-Sachsenflur, Schlösschen, Ansicht Süd.
Bauaufnahme in der Genauigkeitsstufe IV,
Reinzeichnung, Kennzeichnung der Bau- und
Umbauphasen in Form eines farbigen Baualtersplanes.

© Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Stuttgart 2003
zweite, überarbeitete Auflage
Alle Rechte vorbehalten
Konrad Theiss Verlag GmbH, Stuttgart
Druck: Ludwig Auer GmbH, Donauwörth
ISBN 3-8062-1475-1
Printed in Germany

Vorwort zur zweiten Auflage

Bauaufnahmen und darauf aufbauende Bauuntersuchungen zur Dokumentation von Kulturdenkmalen werden heute in erster Linie von freien Architekten oder Firmen erstellt, die sich auf die Vermessung, Beschreibung und Beurteilung historischer Bauwerke spezialisiert haben. Baudokumentationen sind einerseits bei Sanierungs- und Umbaumaßnahmen eine entscheidende Voraussetzung für die notwendige Rücksichtnahme auf den erhaltenswerten historischen Bestand, andererseits werden sie für wissenschaftliche Untersuchungen und zur Dokumentation des Bauwerkes als historische Quelle benötigt. Deshalb können als Auflage zur denkmalschutzrechtlichen Genehmigung eine Bauaufnahme und weiterführende Bauuntersuchungen verlangt werden. Diese Forderung stößt in der Regel auf viel Verständnis, da exakte Pläne und Befundbeschreibungen nicht nur für die Dokumentation, sondern auch für Planung, Ausschreibung, Kalkulation, Bauausführung und Abrechnung in hohem Maß hilfreich sind.

Bei vielen Baudokumentationen hat sich aber gezeigt, dass die Qualität sehr unterschiedlich ist und zum Teil den gestellten Anforderungen nicht entspricht. Manche Bewerber geben bei Ausschreibungen mangels Erfahrung ein zu niedriges Angebot ab und können dann in der Durchführung aus Kostengründen die geforderte Genauigkeit und Qualität nicht erbringen. In anderen Fällen wird nicht beachtet, dass der Aufwand größtmöglicher Präzision und vollständiger Detailerfassung nicht bei allen Gebäuden gleichermaßen erforderlich ist.

Aus diesen Gründen wurde 1986 im Referat Technische Dienste, Photographie und Photogrammetrie des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg die Broschüre »Empfehlungen für Bauaufnahmen – Genauigkeitsstufen – Planinhalte – Kalkulationsrahmen« erarbeitet. Die erste Auflage fand nicht nur innerhalb des Landes, sondern weit darüber hinaus großen Anklang und war in kürzester Zeit vergriffen, sodass 1990 eine zweite verbesserte und um das Thema Raumbuch erweiterte Fassung herausgegeben werden konnte, in der die zwischenzeitlich gesammelten Erfahrungen und neuen Erkenntnisse berücksichtigt wurden.

Stand bei diesen Auflagen die zeichnerische Aufnahme im Vordergrund, wird in der vorliegenden Neubearbeitung ein zusätzliches Gewicht auf die weiterführende Bauuntersuchung und Befunddokumentation gelegt. Der Titel wurde deshalb in »Empfehlungen für Baudokumentationen. Bauaufnahme – Bauuntersuchung« geändert und in die Reihe der Arbeitshefte des Landesdenkmalamtes aufgenommen.

Grundlegende Veränderungen haben sich seit 1990 im EDV-Bereich ergeben: Bauaufnahmen werden in zunehmendem Maße digital erstellt, bei der weiterführenden Befunddokumentation werden graphische Daten mit Sachdaten verknüpft, für die Planungen werden CAD-gerechte Daten verlangt. In der Broschüre werden diese Entwicklungen aufgegriffen und sowohl Grundlagen als auch praktische Anwendungen aufgezeigt.

Die thematische Gliederung, die Inhalte der Einzelthemen und die Auswahl der Anwendungsbeispiele entstanden nach einer intensiven Zusammenarbeit der unterschiedlichen Fachabteilungen im Landesdenkmalamt. Besonders die Referate Bau- und Kunstdenkmalpflege in Stuttgart, Restaurierung, Archäologie des Mittelalters/Bauforschung, Haushalt und Inventarisierung sind zu nennen. Im Einzelnen möchte ich folgenden Mitarbeitern für ihre Unterstützung bei dem Zustandekommen des Heftes besonders danken: Norbert Bongartz, Gertrud Clostermann, Martin Dendler, Julius Fekete, Michael Goer, Dieter Heitzmann, Ulrike Henes-Klaiber, Rainer Hussendörfer, Franz Meckes, Hartmut Schäfer, Andreas Stiene, Richard Strobel, Matthias Untermann, Benno Willburger, Sabine Weyrauch und Otto Wölbert. Die Koordination lag beim Referat Technische Dienste, Photographie und Photogrammetrie, unter der Leitung von Günter Eckstein. Darüber hinaus wurden erfahrene freiberufliche Partner der Denkmalpflege mit einbezogen. Herzlicher Dank für die bereitwillige und effektive Mitarbeit gebührt Johannes Gromer, Claudius Homolka, Albert Kieferle, Burkhard Lohrum und Rudolf Pörtner.

Das Ziel bei der Bearbeitung der Broschüre war, Grundlagen für praxisbezogene Anwendungen zu schaffen. An dem vorliegenden Arbeitsheft können sich nun Denkmalpfleger, Architekten und Bauherren bei der Erarbeitung von Bauaufnahmen und Bauuntersuchungen orientieren. Die Auflage von 1999 war innerhalb von drei Jahren vergriffen, sodass nun eine zweite, überarbeitete Fassung aufgelegt werden kann. Ich bin zuversichtlich, dass die »Empfehlungen für Baudokumentationen« breite Zustimmung und vielfache Anwendung finden werden.

Prof. Dr. Dieter Planck
Präsident des Landesdenkmalamtes
Baden-Württemberg

Esslingen, im Dezember 2003

Einführung

Baudokumentationen sind Leistungen, die vor allem Architekten, Bauingenieure oder Bauforscher erbringen. Spezialuntersuchungen können in Abstimmung mit den Bauherren als Auftrag an Dritte vergeben werden. Bei Kulturdenkmälern ist die Art und der Umfang der Dokumentation mit den zuständigen Denkmalschutzbehörden abzustimmen.

Die vorliegenden »Empfehlungen für Baudokumentationen« wurden erarbeitet, um exemplarisch Arbeitsschritte und Arbeitsergebnisse sowie deren Darstellung aufzuzeigen, sodass in der Praxis möglichst gleichwertige Leistungen bei unterschiedlichen Objekten von verschiedenen Bearbeitern möglich sind. Nicht jedes Gebäude muss mit derselben Intensität dokumentiert werden, deshalb werden unterschiedliche Genauigkeitsstufen bei den Bauaufnahmen und unterschiedlich detaillierte Verfahren bei den Bauuntersuchungen vorgegeben.

Die Gliederung erfolgt in die zeichnerische Bauaufnahme, entsprechend den Empfehlungen für Bauaufnahmen von 1986/90 mit zusätzlichen Hinweisen auf die digitale Bauaufnahme, und in die darauf aufbauende Bauuntersuchung und Befunddokumentation. Im Anhang werden technische und kaufmännische Grundlagen erläutert und Hinweise auf weiterführende Literatur gegeben.

Die Baudokumentation beinhaltet zunächst die Ergebnisse der Voruntersuchungen. Darauf aufbauend kann die Maßnahmenplanung erfolgen. Für die weitere Dokumentation ist wesentlich, dass nicht nur die Planungen, sondern auch die tatsächlich ausgeführten Maßnahmen dokumentiert werden. Die Ergebnisse sind in einer Schlussdokumentation zusammenzufassen. Sie muss auch Zwischenzustände wie Befunde, die während der Bau- oder Restaurierungsmaßnahmen frei lagen, enthalten.

Das Arbeitsheft soll Grundlage sein für die Wechselbeziehungen zwischen Bauherren, Konservatoren und dem Personenkreis, der die Baudokumentation durchführt. Absprachen hinsichtlich Inhalten, Ausarbeitungsgrad und Genauigkeiten können sich direkt auf die einzelnen Abschnitte und Beispiele im Heft beziehen. Das Heft ist somit in erster Linie ein Nachschlagewerk; unvermeidlich ist deshalb, dass sich bestimmte Aussagen in den einzelnen Abschnitten wiederholen.

Bauaufnahme

Bei der Bauaufnahme werden vier Genauigkeitsstufen unterschieden, jeweils definiert durch die Messgenauigkeit und die Genauigkeit bei der Erfassung und Darstellung der Befunde. Die Planbeispiele und die Darstellungshinweise können natürlich nur einen Rahmen schaffen, da unterschiedliche Objekte und Baumaterialien jeweils gesondert beurteilt und dargestellt werden. Weiterhin sind bei notwendigen Sanierungs- oder Restaurierungsmaßnahmen bestimmte thematische Vorgaben zu berücksichtigen,

die zu Beginn jeder Bauaufnahme im Detail festgelegt werden müssen.

In dem vorliegenden Heft wird der Schwerpunkt bei der Bauaufnahme auf den Inhalt und auf die Darstellung gelegt. Die unterschiedlichen Aufnahmeverfahren stehen nicht zur Diskussion und sollen auch nicht vorgeschrieben werden, da erfahrene Fachleute ihre bewährten Mess- und Dokumentationsmethoden beibehalten und andere nicht einführen möchten oder über die technische Ausstattung für bestimmte Messverfahren nicht verfügen.

Bei der Bauaufnahme, der weiterführenden Bauuntersuchung sowie bei den Bauplanungen werden im zunehmenden Maße über EDV graphische Daten verarbeitet. Durch neue Entwicklungen bei der tachymetrischen Aufnahme und der photogrammetrischen Vermessung stehen heute rationelle Verfahren zur Datenerfassung zur Verfügung, die gegenüber dem traditionellen »Handmaß« neue Möglichkeiten eröffnen. Damit verbunden ist eine Neuorganisation der Bauaufnahme, nicht nur in der Technik des Aufmaßes, sondern auch bei der Gliederung der Daten. Linien mit unterschiedlichen Strichstärken, Symbole und thematische Zuordnungen werden auf unterschiedlichen Layern bzw. Ebenen abgelegt und können entsprechend graphisch strukturiert werden. Die herkömmliche Reinzeichnung entfällt und die Ausgabe kann in unterschiedlichen Maßstäben erfolgen. Um Qualitätsverluste gegenüber herkömmlichen Bauaufnahmen zu vermeiden und um die Möglichkeiten der neuen Techniken voll ausschöpfen zu können, werden Grundlagen aufgezeigt, Hinweise auf unterschiedliche Anwendungsbereiche gegeben und konkrete Verfahrensabläufe vorgeschlagen. Generell gelten bei der digitalen Bauaufnahme dieselben Bedingungen hinsichtlich der Planinhalte und der Genauigkeiten wie bei der herkömmlichen Aufnahme.

Bauuntersuchung und Befunddokumentation

Bei der Bauuntersuchung und Befunddokumentation muss generell zwischen Maßnahmen unterschieden werden, die zerstörungsfrei sind, und solchen, die Eingriffe in die zu schützende Substanz erfordern. Substanzeingriffe dürfen generell nur erfolgen, wenn alle zerstörungsfreien Untersuchungsmethoden ausgeschöpft sind. Im Rahmen der Voruntersuchungen können durch gezielte Suchfenster und Schnitte diese Eingriffe minimiert und dennoch Informationen zur Gesamtstruktur des historischen Bestandes gewonnen werden. Trotzdem bedeuten Eingriffe in die Bausubstanz immer eine Teilerstörung des Bestandes, sie dürfen deshalb nur in Abstimmung mit den Denkmalschutzbehörden und im Einverständnis mit dem Bauherren erfolgen.

Das Ziel der maßnahmenbezogenen Baubeschreibung und des Raumbuches ist in der hier vorgestellten Form zu-

nächst nicht die wissenschaftliche Erforschung eines Gebäudes, sondern es soll der historische Baubestand so detailliert wie erforderlich beschrieben werden, um Entscheidungen für Instandsetzungs- und Umbaumaßnahmen treffen zu können. Diese Arbeiten sollen von dem mit der Planung und Ausführung beauftragten Architekten betreut werden.

Sind weiterführende bauhistorische Untersuchungen erforderlich, müssen Bearbeiter mit speziellen Kenntnissen bei der Interpretation historischer Bausubstanz hinzugezogen werden. Baukonstruktionen und Bauabfolgen können durch Beobachtungen vor Ort analysiert und mit entsprechenden Archivrecherchen korreliert werden. Diese Untersuchungen sind notwendig, wenn Eingriffe in das konstruktive Gefüge geplant sind oder wenn sich bauhistorisch relevanter Bestand zeigt oder vermutet wird.

Restauratorische und bauarchäologische Untersuchungen dürfen ausschließlich von speziell geschultem Fachpersonal durchgeführt werden. Der Personenkreis, der die Bauaufnahme und die weiterführende Bauuntersuchung durchführt, besitzt in der Regel weder die technische Ausstattung noch die naturwissenschaftlichen Kenntnisse. Deshalb werden nur die Grundbedingungen zu diesen Untersuchungen angeführt, technische Einzelheiten würden den Rahmen dieses Heftes sprengen. Weitere Sonderuntersuchungen werden in kurzer Form, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, angeführt.

Schadenskartierungen vor konkreten Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen erfordern unter Umständen besondere Vorgehensweisen bei der Bauaufnahme und speziell abgestimmte Interpretationsschlüssel bei der Darstellung und Beurteilung der Schäden. Die drei aufgeführten Themen können nur allgemeine Hinweise geben, die anhand von exemplarischen Beispielen erläutert werden. Bei den Schadenskartierungen für Holzkonstruktionen und für Natursteinfassaden werden jeweils Beispiele mit einfacher und mit aufwändiger Baubefund- und Schadenskartierung vorgestellt.

Das Thema Bauuntersuchung und Befunddokumentation kann in dem vorgegebenen Rahmen nicht abschließend behandelt werden, deshalb werden zum Schluss der jeweiligen Abschnitte konkrete Hinweise auf weiterführende Literatur gegeben.

Anhang

Bei den Grundlagen zur digitalen Bauaufnahme und zur photographischen und photogrammetrischen Dokumentation werden in erster Linie die unterschiedlichen Strukturen und Methoden erläutert. Wesentlich ist hier, dass die Begriffe richtig definiert und die Unterschiede und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Verfahren verdeutlicht werden.

Der Abschnitt Kalkulationsgrundlagen soll die Kostenfaktoren sowohl für den Auftraggeber als auch für den Bieter bei der Ausarbeitung eines Angebotes transparent machen. Als Berechnungsbasis werden Vergleichswerte bezogen auf den umbauten Raum empfohlen. So weit wie möglich werden Kostenrelationen und Einflussfaktoren bei unterschiedlichen Techniken und objektspezifischen Bedin-

gungen aufgezeigt. Die Rahmenbedingungen sind zu Beginn jeder Aufnahme bei einer Ortsbegehung festzulegen. Dokumentationen sind im Rahmen der jeweils gültigen Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) abzurechnen. Je nach Schwierigkeitsgrad und Aufwand können diese Leistungen als Sonderleistungen mit dem beauftragten Architekten vereinbart werden.

Das Leistungsverzeichnis für Baudokumentationen soll als Mustervorlage bei Leistungsanfragen dienen. Es ist so aufgebaut, dass die gängigen Leistungen und Vereinbarungen zur Bauaufnahme aufgeführt sind, Bauuntersuchungen sind für jeden Einzelfall zu beschreiben. Mit dem Musterverzeichnis ist die Gewähr gegeben, dass von verschiedenen Bietern direkt vergleichbare Angebote ausgearbeitet und keine Fakten vergessen werden. Weiterhin werden Festlegungen empfohlen, die für die Leistungsanfrage und die Auftragsvergabe von Bedeutung sind. Hierzu zählen Anfragen zu den Leistungsmerkmalen und Festlegungen zu den Rechten an den zu erbringenden Leistungen.

Am Schluss dieser Broschüre sind allgemeine Literaturhinweise beigefügt. Aufgenommen wurden ausschließlich Bücher oder Arbeitshefte, die Grundlagen vermitteln bzw. den aktuellen Stand der jeweiligen Fachdisziplinen aufzeigen. Einzelaufsätze in Zeitschriften oder Bücher, die über das Thema Baudokumentation hinausführen, sind am Ende der einzelnen Abschnitte aufgeführt. Zur Vertiefung des Themas sind folgende Bücher besonders zu empfehlen: In dem Buch »Bauaufnahme« von Gerda Wangerin, 1992, werden Grundlagen, Methoden des Aufmaßes und unterschiedliche Darstellungsarten und -techniken detailliert beschrieben. Es ist insbesondere für Berufsanfänger und Studenten ein gutes Lehrbuch und Nachschlagewerk. In dem Arbeitsheft »Bauforschung« des Rheinischen Amtes für Denkmalpflege, 1992, werden anhand von Beispielen aus der denkmalpflegerischen Praxis das methodische Vorgehen bei der Bauaufnahme und der weiterführenden Bauuntersuchung erläutert und die Grundlagen für eine wissenschaftliche Auswertung dargelegt. In dem Buch »Bauaufnahme und Dokumentation« von Ulrich Klein, 2001, werden die Arten, die Systematik, die Inhalte und die Erhaltung einer Baudokumentation beschrieben. Die Anforderungen an das Aufmaß hinsichtlich Messgenauigkeit und Detaillierung differenziert Klein in 25 Stufen und ordnet sie tabellarisch unterschiedlichen Gebäudearten und Messverfahren zu. Das Ablaufschema einer Dokumentation gliedert er in 3 Untersuchungsstufen ohne, mit geringen und mit erweiterten Eingriffen in die Bausubstanz, denen die entsprechenden Entscheidungs- und Maßnahmenstufen folgen. In dem Band »Fachwerkinstandsetzung nach WTA«, 2002, zeigt Günter Eckstein in dem Aufsatz »Die Bestandsaufnahme – Beobachten, Messen, Analysieren, Dokumentieren« u. a. die technischen Entwicklungen und inhaltlichen Anforderungen auf dem Gebiet der Mess- und Dokumentationstechnik der letzten 40 Jahre im Spiegel der Fachliteratur auf, und er gibt eine Übersicht über die heute gängigen Aufnahmeverfahren. Die »Empfehlungen für Baudokumentationen« des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg entstanden aus der Notwendigkeit, das Thema in ein konkretes, für die tägliche Praxis brauchbares System zu bringen.

1. Bauaufnahme

»Bauaufnahme ist die Bestands- und Zustandserfassung eines dreidimensionalen Objektes und dessen Wiedergabe in zweidimensionalen Plänen und – soweit zeichnerisch nicht darstellbar – durch verbale Beschreibung. Damit läßt sich die Bauaufnahme als die Umkehrung des Prozesses beschreiben, der vom architektonischen Entwurf über die Bauausführung zum fertig gestellten, ggf. im Laufe der Zeit veränderten Bauwerk führt.« Dieses Zitat von G. Wangerin (Bauaufnahme, 1992) kennzeichnet treffend den Begriff der Bauaufnahme.

Die Bauaufnahme dokumentiert den Istbestand eines Gebäudes und ist zunächst eine wert- und nutzungsneutrale Handlung, die Grundlagen schafft und Kenntnisse vermittelt: Sie zeigt die konstruktiven Zusammenhänge auf, Detailbefunde werden in den Plänen kartiert und beschrieben, Bauschäden werden erfasst. Die Pläne sind somit die Grundlage für die weiterführende Bauuntersuchung und für jede genaue wissenschaftliche Erforschung und sorgsame Betreuung eines Gebäudes.

Darüber hinaus ist bei konkreten Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen sowie Umbauten die Bauaufnahme die Grundlage für die Bauplanung, Maßnahmenkartierung, Abrechnung und Schlusssdokumentation.

Wesentlich ist, dass alle weiterführenden Bearbeitungen, wie Rekonstruktionen, maßnahmenorientierte Schadenskartierungen oder Bauplanungen, auf Kopien der Bauaufnahme erfolgen, sodass die »Grundpläne« erhalten bleiben. Werden Bauaufnahmen in digitaler Form erstellt, so ist zusätzlich ein Plansatz im »Zielmaßstab« der entsprechenden Genauigkeitsstufe in analoger Form zu archivieren.

Bei der Bauaufnahme wird der sichtbare Bestand aufgenommen, die Dokumentationsmethode ist somit zerstörungsfrei. Bei der weiterführenden Bauuntersuchung können Eingriffe in die Bausubstanz erforderlich werden, die auf ein Minimum zu beschränken sind. Aufgrund der erworbenen Vorkenntnisse durch die Bauaufnahme können nun diese Arbeiten zielgerichtet vorgenommen werden. Kommt es im Zuge der Baumaßnahmen zu Freilegungen, muss gewährleistet sein, dass die Bestände in der Bauaufnahme nachgetragen werden.

Nicht jedes Gebäude muss in derselben Intensität und Genauigkeit aufgenommen werden. Sind keine oder nur geringe Eingriffe in die Bausubstanz zu erwarten, muss nicht in hoher Genauigkeit aufgenommen werden. Bei geplanten Umbauten oder bei Gebäuden mit schadhafter Bausubstanz, wo Eingriffe in den Bestand unvermeidlich sind, muss genauer dokumentiert werden. Komplizierte und detailreiche Befunde lassen sich nur großmaßstäblich erfassen. Deshalb werden nachfolgend vier Genauigkeitsstufen zur Bauaufnahme vorgegeben (Abb. 4).

Unabhängig von der Messgenauigkeit und den damit verbundenen technischen Voraussetzungen ist die Qualität einer Bauaufnahme vom richtigen Erkennen und Dar-

stellen der Baubefunde abhängig. Genaue Einzelmessungen ergeben allein noch keine gute Bauaufnahme, wenn wesentliche Befunde falsch interpretiert oder gar nicht erkannt werden. Nur wer die konstruktiven Zusammenhänge erkennt, kann eine hochwertige Bauaufnahme anfertigen.

1.1 Genauigkeitsdefinition und Genauigkeitsstufen

Genauigkeitsdefinition

Generell muss bei einer Bauaufnahme in Messgenauigkeit und Darstellungsgenauigkeit unterschieden werden.

Die Messgenauigkeit ist zunächst abhängig von der möglichen Genauigkeit des Messverfahrens und von der Sorgfalt der Ausführung. Weiterhin ist sie davon abhängig, ob vor der Detailaufnahme ein unabhängiges und kontrolliertes Messnetz aufgebaut wurde, das die neben- und übereinander liegenden Bauteile in der entsprechenden Genauigkeit aufeinander bezieht, oder das Aufmaß additiv erfolgt.

Die Darstellungsgenauigkeit ist vom Abbildungsmaßstab abhängig. Vor Ort kann man mit einfachen Hilfsmitteln etwa 0,5 mm genau auftragen. Bei kleinmaßstäblichen Plänen, z. B. Maßstab 1:100 mit Darstellungsgenauigkeit ± 5 cm, kann man genauer messen als darstellen, Sims- und Fensterprofile müssen generalisiert werden, d. h. es muss eine Auswahl getroffen werden, welche Linien dargestellt und welche weggelassen werden. Bei großmaßstäblichen Plänen lassen sich die gemessenen Werte genau auftragen, die Darstellungsgenauigkeit entspricht somit der Messgenauigkeit. In der Regel können im Maßstab 1:20 noch alle relevanten Details mit Ausnahme von Zierelementen und feingliedriger Bauplastik dargestellt werden.

Beim digitalen Aufmaß entspricht die Darstellungsgenauigkeit zwar immer der Messgenauigkeit, dennoch muss entsprechend der geplanten Genauigkeitsstufe generalisiert werden, sodass auch hier der Begriff der Darstellungsgenauigkeit weiterverwendet wird. Auch hier gilt wie bei der herkömmlichen Bauaufnahme, dass die Pläne im vorgegebenen Maßstab lesbar sind und Linien nicht zusammenlaufen dürfen. Deshalb gelten auch für die digitale Bauaufnahme die nachfolgend beschriebenen Genauigkeitsstufen.

Genauigkeitsstufen

Bei Genauigkeitsstufe I sind Mess- und Darstellungsgenauigkeit nicht vorgegeben, da hier ein schematisches Aufmaß genügt, d. h. Verformungen nicht gezeichnet werden müssen. Maßketten sind trotzdem mit der möglichen

Genauigkeit aufzutragen. In Einzelfällen kann es auch genügen, dass der konstruktive Aufbau eines Gebäudes grobmaßstäblich in Form von Skizzen festgehalten wird. Für die Genauigkeitsstufe I ist somit der genaue Ausarbeitungsgrad vorzugeben.

Die Genauigkeitsstufe II beinhaltet ein annähernd wirklichkeitsgetreues Aufmaß, das nicht die hohe Mess- und Darstellungsgenauigkeit der Stufe III verlangt. Die Pläne werden als Grundlage für einfache Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen benötigt. Sie sollen, ohne ins Detail zu gehen, das konstruktive Grundsystem aufzeigen. Möglich ist auch, dass bei Bauaufnahmen in der Stufe III einzelne Bereiche, die für zugrunde liegende Fragestellungen nicht relevant, aber für eine vollständige Bauaufnahme erforderlich sind, z. B. Keller oder Dachstühle, in der Stufe II gefertigt werden.

Die Genauigkeitsstufen III und IV beinhalten ein verformungsgetreues Aufmaß mit detaillierter Darstellung der Baubefunde. Die Pläne bilden die Grundlage für die weiterführende Untersuchung und für die Maßnahmenplanung bei schwierigen und bauhistorisch wertvollen Objekten.

Die Stufen III und IV unterscheiden sich in erster Linie im Abbildungsmaßstab und somit im Detaillierungsgrad. Holzverbindungen oder Steinfugen können z. B. in Stufe IV doppellinig und somit genauer dargestellt werden als in Stufe III. Differenzierte Schadenskartierungen bei hochwertigen Dachwerken oder Natursteinfassaden sind nur in Stufe IV möglich. Mit großmaßstäblichen Bauaufnahmen lassen sich zusätzliche Detailzeichnungen oder Baubeschreibungen einsparen.

Bei den Genauigkeitsstufen sind die Mess- und Darstellungsgenauigkeiten und so weit wie möglich die Planinhalte vorgegeben. Darüber hinausgehende Forderungen müssen für jede Maßnahme objekt- und aufgabenspezifisch festgelegt werden.

Moderne tachymetrische und photogrammetrische Messverfahren, aufgebaut auf einem kontrollierten Messnetz, haben hohe Grundmessgenauigkeiten, die automatisch den Genauigkeitsstufen III oder IV entsprechen. Abstufungen, z. B. für Genauigkeitsstufe II, sind hier nur bei der Darstellung sinnvoll.

Mit modernen Bearbeitungsmethoden ist es heute problemlos möglich, gleichartige Bauelemente, z. B. Fenster, zu kopieren und zu vervielfältigen. Während dies in Stufe II noch zulässig ist, wenn sichergestellt ist, dass Identität vorliegt und das Verfahren in den Plänen gekennzeichnet wird, müssen in den Stufen III und IV alle Elemente einzeln eingemessen werden.

Bei den Stufen III und IV müssen die Auftragungen vor Ort erfolgen. Bei der digitalen tachymetrischen Bauaufnahme mit Überarbeitung im Büro und bei der photogrammetrischen Vermessung müssen die Pläne bei einem Ortsvergleich auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft werden.

Der erforderliche Umfang einer Bauaufnahme, die genaue Lage der Schnittebenen und die erforderlichen Detailaufnahmen müssen zu Beginn jeder Bauaufnahme mit allen Beteiligten erörtert, abgestimmt und festgelegt werden.

1.1.1 Genauigkeitsstufe I – schematisches Aufmaß*

Aufmaß im Maßstab 1:100.

Schematische, jedoch vollständige Darstellung durch direktes Auftragen vor Ort oder anhand von Maßblattskizzen mit anschließendem Auftragen in Freihandzeichnung oder am Reißbrett.

Bauschäden, Verwerfungen und Durchbiegungen brauchen nicht dargestellt zu werden.

Ausarbeitungsgrad: ungefähr maßstäbliche Freihandzeichnung bis Baugesuchsgenauigkeit.

In den Plänen wird Folgendes dargestellt:

- Außenabmessungen und lichte Raummaße (Fertigmaße inkl. Putz).
- Lage und Größe der Wandöffnungen.
- Geschoss- und Dachstuhlhöhen.
- Wand- und Deckenstärken.
- Winkel der Gebäudeecken durch Diagonalmäße.
- Vereinfachte Darstellung von Dachkonstruktion und Sichtfachwerk.
- Eintragung der Raumbezeichnungen mit Raumnummern in den Grundrissen.

Ergebnis: einfache Dokumentation eines Gebäudetyps in Grundrissgliederung, Höhenentwicklung, Form und Außenscheinung. Die Pläne sollen als Besprechungsgrundlage bei Vorplanungen dienen oder Grundlage für Renovierungsmaßnahmen ohne Eingriffe in die Bausubstanz sein (Abb. 5–7).

1.1.2 Genauigkeitsstufe II – annähernd wirklichkeitsgetreues Aufmaß

Aufmaß im Maßstab 1:50 oder 1:100.

Annähernd wirklichkeitsgetreues Aufmaß als Grundlage für einfache Sanierung ohne weiterführende Umbaumaßnahmen oder als Grundlage für Orts- und Stadtbildanalysen sowie für vorsorgliche Dokumentationen auch im Rahmen der klassischen Inventarisierung. Die Messgenauigkeit, bezogen auf das Gesamtgebäude, muss innerhalb ± 10 cm liegen. Dabei muss der konstruktive Aufbau richtig proportioniert sein, grobe Verformungen müssen erfasst werden. Übereinander liegende Grundrisse müssen, z. B. mit durchgehenden Loten, lagemäßig einander zugeordnet werden. Einzelteile wie Fensterabmessungen und Balkenstärken müssen innerhalb der Zeichengenauigkeit dargestellt werden. Details, die nicht dem konstruktiven Aufbau zuzuordnen sind, wie Tür- und Fensterprofile oder Zierelemente, können vereinfacht dargestellt werden. Für die Inventarisierung ist besonderer Wert auf die zeichnerische Ausarbeitung, auch im Hinblick für eine Verwendung als Druckvorlage im verkleinerten Maßstab, zu legen.

* 1.1.1 bis 1.1.4 aus Empfehlungen für Bauaufnahmen 1986/90, hier redaktionell überarbeitet.

In den Plänen wird, soweit erkennbar, Folgendes dargestellt:

- Konstruktion und Struktur der Wände.
- Spannrichtungen der Deckenbalken im Grundriss.
- Deutlich sichtbare Deckendurchbiegungen, Fußbodengefälle und Wandneigungen sowie Grundrissabweichungen vom rechten Winkel.
- Hinweise auf frühere Bauzustände.
- Eintragung der Raumbezeichnungen mit Raumnummern in den Grundrissen.

Folgendes kann zusätzlich vereinbart werden:

- Ausbaudetails wie Türen, Fenster oder Lamberien durch vereinfachte Konturen – typenmäßige Erfassung durch Photos.
- Außenabmessungen und lichte Raummaße.
- Bezeichnung von Baumaterial und Konstruktion.
- Erfassen von Bauschäden.

Ergebnis: Annähernd wirklichkeitsgetreue Dokumentation eines Baubestandes mit der Feststellung des hauptsächlich konstruktiven Systems. Die Pläne sollen als Grundlage für einfache Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen sowie zur Kartierung restauratorischer Untersuchungen benutzbar sein. Weiterhin sollen sie die Grundlage für bauhistorische Untersuchungen an einfacheren Einzelgebäuden sowie bei der Erarbeitung von Orts- und Stadtbildanalysen und daraus abgeleiteten Gestaltungssatzungen bilden (Abb. 8–10).

1.1.3 Genauigkeitsstufe III – verformungsgetreues Aufmaß

Aufmaß im Maßstab 1:50.

Exaktes und verformungsgetreues Aufmaß, das auch den Erfordernissen der Bauforschung genügt und die Grundlage für Umbaumaßnahmen bildet. Voraussetzung für das verformungsgetreue Aufmaß ist ein dreidimensionales Vermessungssystem, auf das außerhalb und innerhalb des Gebäudes in allen Räumen die Detailaufnahme aufgebaut ist. Die Höhen sind auf Meereshöhe (m ü. NN) zu beziehen. Grundrisspläne, Schnitte und Ansichten müssen über Netzkreuze oder Passpunkte auf- oder aneinandergepasst werden können.

Die Auftragungen müssen vor Ort erfolgen. Die Darstellungsgenauigkeit muss innerhalb $\pm 2,5$ cm liegen. Wenn erforderlich, werden die gemessenen Werte mit eingetragen.

In den Plänen wird Folgendes dargestellt:

- Konstruktion und Struktur der Wände.
- Konstruktion und Untersicht der Decken.
- Struktur und Aufbau der Fußböden.
- Baufugen.
- Zimmermanns- und Steinmetzzeichen.
- Hinweise auf frühere Bauzustände wie vermauerte Wandöffnungen, Ansätze vormaliger Gewölbe, nicht mehr genutzte Zimmermannsdetails.

- Bei Bedarf Detailzeichnungen im vergrößerten Maßstab.
- Beschreibung des Baumaterials und der Konstruktion, sofern dafür Symbole nicht ausreichen.
- Erfassen von Bauschäden wie Risse im Mauerwerk oder gebrochene Hölzer.
- Eintragung der Raumbezeichnungen mit Raumnummern in den Grundrissen.

Ergebnis: Verformungsgetreue Dokumentation für Restaurierungs- und Umbauplanungen, der statischen Sicherung und der planungsvorbereitenden Bauzustandsanalyse sowie für die Zwecke der wissenschaftlichen Bauforschung (Abb. 11–15, 20).

1.1.4 Genauigkeitsstufe IV – verformungsgetreues Aufmaß mit detaillierter Darstellung

Aufmaß im Maßstab 1:25 oder größer.

Exaktes und verformungsgetreues Aufmaß, das den Erfordernissen der Bauforschung genügt und die Grundlage für schwierige Umbaumaßnahmen bildet.

Die messtechnischen Voraussetzungen für das verformungsgetreue Aufmaß sowie die Planinhalte entsprechen der Genauigkeitsstufe III. Die Darstellungsgenauigkeit muss innerhalb ± 2 cm liegen. Bei höheren Anforderungen, z. B. bei Untersuchungen für die statische Sicherheit, muss die Darstellungsgenauigkeit der möglichen Messgenauigkeit entsprechen, z. B. Maßstab 1:20 ± 1 cm, Details im Maßstab 1:10 $\pm 0,5$ cm. Sinn der großmaßstäblichen Bauaufnahme ist die Möglichkeit der detaillierten Darstellung, z. B. bei Fenster- und Türleibungen und Zierelementen sowie Doppellinien bei Steinfugen und Fachwerksverbindungen. Großmaßstäbliche Bauaufnahmen sind erforderlich, wenn bei Translozierungen und Rekonstruktionen früherer Bauzustände kleinste Hinweise wie Verzapfungs- und Überplattungsnegative, Holznägel, Streifnuten, Beschlaglöcher usw. erfasst werden müssen. Da solche Details oft erst im Zuge der Baumaßnahmen, nach Abschlagen des Verputzes, nach Herausnehmen der Ausfachungen oder beim Auswechseln oder Abnehmen von Bauteilen, erkennbar sind, muss gewährleistet sein, dass diese Informationen in den Plänen nachgetragen werden.

Bauaufnahmen in der Genauigkeitsstufe IV werden für hochwertige Objekte mit hohem Schwierigkeitsgrad benötigt, bei denen detaillierte und genaue Darstellungen erforderlich sind.

Ergebnis: Großmaßstäbliche und verformungsgetreue Dokumentation für komplizierte Restaurierungs- und Umbauplanungen, Translozierungen, Rekonstruktionen, für die statische Sicherung und planungsvorbereitende Bauzustandsanalyse sowie für alle Zwecke der wissenschaftlichen Bauforschung (Abb. 16–18, 19).

1.2 Darstellungshinweise

Lageplan

Lagepläne, die im Rahmen einer Bauaufnahme gefertigt werden, zeigen die Einordnung von Gebäuden oder Gebäudeanlagen in ihrer Umgebung auf. Gängiger Maßstab ist 1:200; je nach Objektbeschaffenheit und Zweck der Zeichnung können auch andere Maßstäbe zwischen 1:100 und 1:500 gewählt werden. Die Gebäude werden in ihren Umrissen gezeichnet, wobei die Lage der Türen anzudeuten ist. Beim Geländeaufmaß werden die baulichen und topographischen Einzelheiten erfasst. Hierzu zählen Straßen, Wege, Mauern, Zäune, Hecken, Schächte, Leitungen, Brücken, Gewässer, Geländeformen und ggf. Bäume und Nutzungsarten. In Sonderfällen werden Höhenangaben in Form von Höhenpunkten und bzw. oder Höhenlinien mit aufgenommen, Katastergrenzen übernommen oder Dachformen und -höhen kartiert.

Grundriss

Die Schnittebenen für die Grundrissmessungen sind so zu wählen, dass Fenster, Türen und Nischen dargestellt werden. In der Regel wird etwa ein Meter über dem Fußbodenniveau geschnitten (Meterriss). Unter Umständen kann es erforderlich werden, mit den Schnittstellen innerhalb der Geschosse zu verspringen. Die genauen Schnitthöhen sind durch Höhenangaben oder durch Eintragungen in Ansichts- und Schnittpläne festzuhalten. Es empfiehlt sich, diese Höhen bei der Ansichts- und Schnittmessung gleich mitzuverwenden. Die Lage der Grundrisse soll möglichst genordet sein. Die genaue Nordrichtung ist durch einen Nordpfeil zu kennzeichnen.

Im Grundriss wird neben der Raumgliederung auch die Struktur der Einzelräume dargestellt. Hierzu zählen neben den Sichtkanten unterhalb der Schnittebene auch die darüber liegenden Raumteile, z. B. Unterzüge, Balkenlagen und Gewölbekanten oder -rippen, die lang gestrichelt dargestellt werden. Tür- und Fensterstürze werden dann dargestellt, wenn sie nicht mit Schwellen und Simsen zusammenfallen. Stuckdecken werden punktiert gezeichnet, ebenso für die Grundrissdarstellung umgeklappte Tonnengewölbe. Müssen Fußböden und Decken dargestellt werden, sind ggf. zwei Pläne zu zeichnen. Verdeckte Teile sind kurz gestrichelt darzustellen.

Dachstuhlgrundriss

Dachstuhlgrundrisse werden an den Giebelseiten in Höhe des Meterrisses gemessen. Im Bereich der Traufe muss die Schnittebene auf den Dachfuß, d. h. den Schnittpunkt Sparren/Deckenbalken, verlegt werden, um den gesamten Raum zu erfassen.

Deckenspiegel

Bei komplizierten Deckenaufbauten, wie Kassetten- oder Stuckdecken oder Kreuzrippen- oder Netzgewölben, kann

die gestrichelte Darstellung im Grundriss zu unübersichtlich sein. Es empfiehlt sich hier, einen separaten Deckenspiegel zu zeichnen. Dabei werden die Befunde über der Schnittebene durch Volllinien dargestellt. Darüber liegende verdeckte Bauteile werden kurz gestrichelt gezeichnet.

Schnitt

Die Schnittebenen für Längs- und Querschnitte sind so zu wählen, dass der konstruktive Aufbau in der Grundstruktur erfasst wird. Unter Umständen kann es erforderlich sein, mit den Schnittebenen zu verspringen. Die genaue Lage der Schnittebenen ist in die Grundrisse und Ansichten einzutragen.

Mauerwerk

Bei steingerechtem Aufmaß werden regelmäßige Steinfugen im Maßstab 1:25 und größer mit Doppellinien, im Maßstab 1:50 und kleiner mit einer Linie dargestellt. Bei Bruchsteinmauerwerk genügt es, wenn die Steinstruktur an einigen ausgewählten Stellen aufgezeichnet wird. Bossierungen bei Buckelquadern werden lang gestrichelt dargestellt. Stuckdetails, z. B. beim Kapitell, oder Verzierungen können gepunktet werden. Putzflächen können in Sonderfällen (historischer Putz) durch Punkte angedeutet werden.

Fachwerk

Im Fachwerkverband werden in der Ansicht im Maßstab 1:25 und größer verzapfte oder nur anstoßende Hölzer mit Doppellinien, angeblattete Bänder oder verblattete Riegel und Streben mit einer Linie dargestellt. In den Genauigkeitsstufen III und IV sind Holznägel, Verblattungsnegative sowie sichtbare Nuten und Verzapfungsnegative grundsätzlich zu erfassen.

Linien und Kanten

Sichtkanten, Projektionen, verdeckte Bereiche, Umklappungen und messtechnische Kennzeichnungen werden in unterschiedlichen Stricharten dargestellt (Abb. 1).

Abstufungen im Bleistiftoriginal

Exakte Strichstärkenabstufungen sind beim Bleistiftoriginal nicht möglich. Bei ansichtigen Bauteilen kann maximal zwischen kräftigen und weniger kräftigen Strichen differenziert werden. Geschnittene Bauteile können durch eine regelmäßige Schraffur oder durch eine rasterähnliche Punktierung hervorgehoben werden, oder es werden die Schnittkanten nachträglich in Tusche gezeichnet (nach innen verstärkt).

Geschnittene Kanten (nach innen verstärkt)

Sichtkanten

Kanten vor oder über der Schnittebene, z. B. Deckenuntersicht

Verdeckte Linien, z. B. Verzapfungsnegative

Gewölbeumklappung, ansichtige Bogenansätze

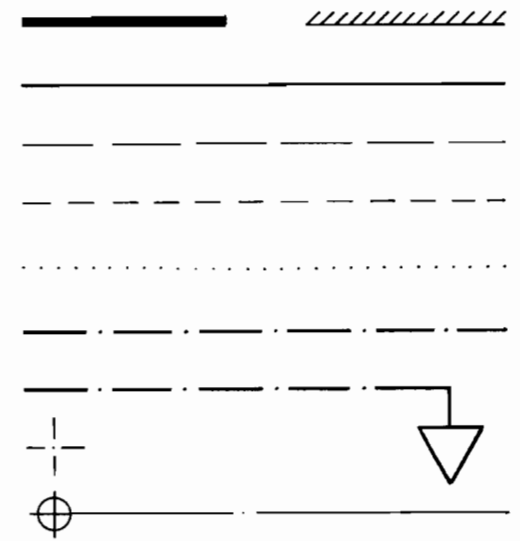
Wechsel der Projektionsebene

Schnittebene

Netzkreuz

Messlinien (Fluchten und Nivellement – nur im Bleistiftoriginal)

Abb. 1 Linien und Kanten.



Geschnittene Teile

Massive Mauern und Decken, tragende Zwischenwände und Decken

Fachwerkteile, Bodenlinie
Leichtbauwände, Treppen, Fensterstäbe, Füllmauerwerk im Fachwerkverband

In Sonderfällen, insbesondere für Publikationen, können die Strichstärken erhöht werden; bei feingliedrigen Details sind weitere Abstufungen möglich.

Ansichtige Teile

Umrisslinien, Hauptkanten

Vordere Kanten bei Rücksprüngen, Kanten bei massiven Fenster- und Türleibungen

Konstruktiver Aufbau
Fachwerk, Mauerwerk, Treppen, Kanten bei Holz-, Fenster- und Türleibungen

Nichtkonstruktive Details
Fenstersprossen, Türfüllungen, Ziegel, Profilierungen und Verzierungen

Abb. 2 Strichstärkenabstufungen in der Reinzeichnung.

	Maßstab 1:25 Maßstab 1:20	Maßstab 1:50
Massive Mauern und Decken, tragende Zwischenwände und Decken	1,00 mm	0,70 mm
Fachwerkteile, Bodenlinie Leichtbauwände, Treppen, Fensterstäbe, Füllmauerwerk im Fachwerkverband	0,70 mm	0,50 mm
Umrisslinien, Hauptkanten	0,50 mm	0,35 mm
Vordere Kanten bei Rücksprüngen, Kanten bei massiven Fenster- und Türleibungen	0,35 mm	0,25 mm
Konstruktiver Aufbau Fachwerk, Mauerwerk, Treppen, Kanten bei Holz-, Fenster- und Türleibungen	0,25 mm	0,18 mm
Nichtkonstruktive Details Fenstersprossen, Türfüllungen, Ziegel, Profilierungen und Verzierungen	0,18 mm	0,13 mm

Abstufungen in der Reinzeichnung

Bei der Reinzeichnung und bei der digitalen Bauaufnahme wird die Bauaufnahme mit unterschiedlichen Strichstärken gegliedert. Hauptkanten werden hervorgehoben, nichtkonstruktive Details durch dünne Linien dargestellt. Zurückliegende Ebenen können in der Strichstärke zurückgestuft werden, sie treten dann auch optisch in den Hintergrund. Bei senkrechten Rücksprüngen sind die vorderen Kanten

zu verstärken, die anschließenden hinteren Linien sind abzusetzen; die Abstände können entsprechend den Tiefen variiert werden. Schnittlinien werden nach innen verstärkt und können in der Strichstärke ebenfalls unterschieden werden. Der Abstand zweier benachbarter Linien soll so gewählt werden, dass bei Verkleinerungen und beim Druck die Linien nicht zusammenlaufen. Die Grenzwerte liegen je nach Verkleinerungsfaktor zwischen 0,5 und 0,8 mm (Abb. 2).

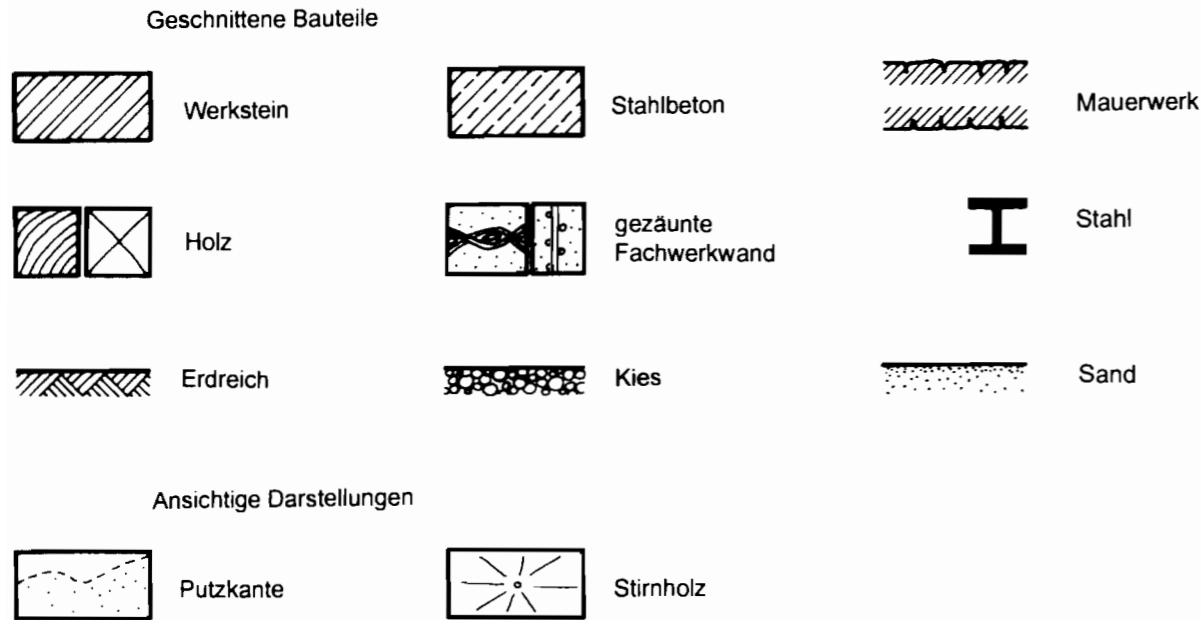


Abb. 3 Interpretation. Signaturen im Bleistiftoriginal, ggf. auch bei der digitalen Bauaufnahme auf getrennten Ebenen.

Interpretation

Während der Bauaufnahme können durch Symbole oder Rasterungen verschiedene Materialien unterschieden werden (Legende). Weiterhin können Kurzbeschreibungen über Bausubstanz, Bauabfolgen, Bauschäden sowie Maßangaben bei Setzungen, Neigungen und Verschiebungen in die Pläne mit aufgenommen werden. Erkenntnisse, die nach erfolgter Bauaufnahme im Gesamtzusammenhang gewonnen werden, wie Bauabfolgen oder Maßabweichungen vom Sollzustand, sollten in Kopien der Pläne festgehalten werden. Erfolgt eine Reinzeichnung, ist es sinnvoll, die Originale als »Grundpläne« zu belassen und die Interpretation ebenfalls auf Kopien vorzunehmen (Abb. 3).

Rekonstruktion

Die Bauaufnahme soll ausschließlich den erfassbaren Ist-Zustand darstellen. Nicht messbare Teile, z. B. unzugängliche Traufgesimse, müssen unbearbeitet bleiben. Rekonstruktionen sind grundsätzlich von der Aufnahme des Ist-Zustandes zu unterscheiden, d. h. auf Kopien der Bestandsaufnahme darzustellen und als solche zu bezeichnen. Nur in Einzelfällen ist es statthaft, fehlende Teile zu ergänzen und entsprechend zu bezeichnen, z. B. fehlendes Kopfband durch strichpunktierte Darstellung.

Maßketten

Werden Bauaufnahmen nicht nur zur Bestandsdokumentation, sondern auch für die Ausführungsplanung bei Aus- und Umbaumaßnahmen benötigt, sind Maßketten erforderlich. Maßketten sollen mehr beinhalten als Außenabmessungen und lichte Raummaße (Genauigkeitsstufe I). Es ist aber auch nicht sinnvoll, jede geringfügige Verformung, die

bei der Handmessung durch das direkte Auftragen am Ort dargestellt oder bei der digitalen Bauaufnahme erfasst wird, mit Maßzahlen zu belegen. Maßketten sollen sich deshalb auf den konstruktiven Aufbau und auf die wesentlichen Raumgliederungen beziehen. Detailzeichnungen, die zugleich als Werkplan verwendet werden, müssen dagegen sämtliche Maße beinhalten. Formell ist die Bemaßung entsprechend DIN 1356, Bauzeichnungen, vorzunehmen.

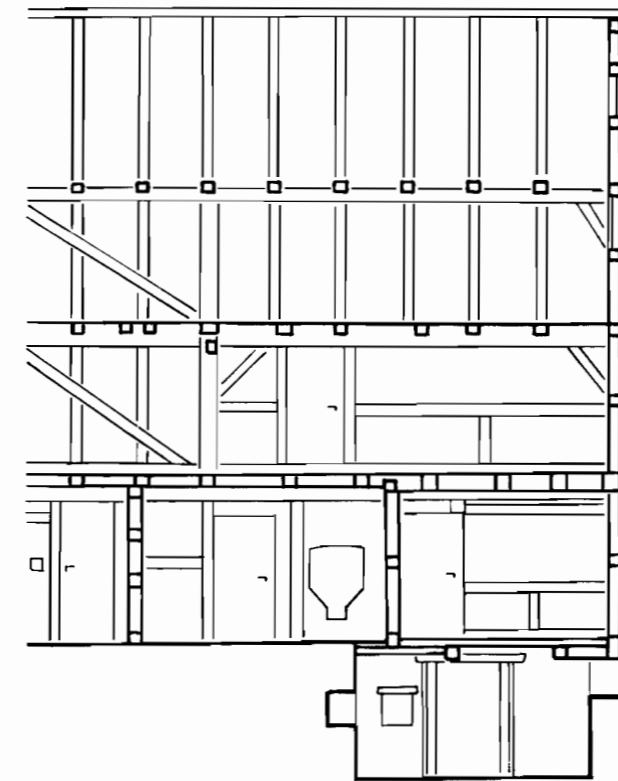
Da aus Genauigkeitsgründen beim Handaufmaß fortlaufend und nicht abgesetzt gemessen wird, müssen die Messwerte beim Auftragen in die Originalpläne oder auf Messblätter festgehalten und später zu Maßketten zusammengefasst werden. Es empfiehlt sich, diese Eintragungen auf Kopien der Rein- oder Originalzeichnungen festzuhalten. Obwohl für die Maßstäbe 1:25 oder größer die Messgenauigkeit der Darstellungsgenauigkeit entspricht, sollen auch hier die Originalmaße benutzt und nicht aus den gezeichneten Plänen entnommen werden, um Übertragungsfehler zu vermeiden. Bei tachymetrischen oder photogrammetrischen Messmethoden werden die Maße direkt aus den Koordinaten abgeleitet (Abb. 12, 14).

Beschriftung

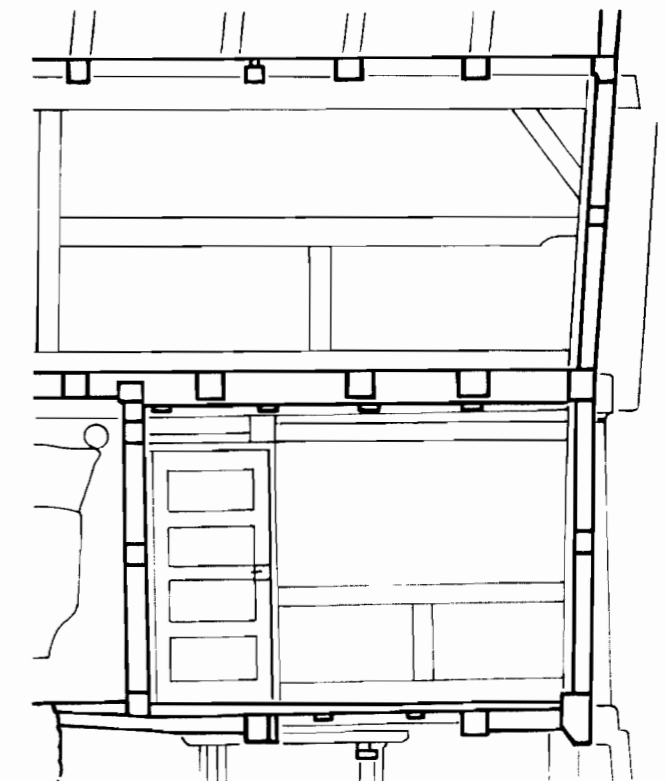
Die Beschriftung der Pläne soll folgende Angaben enthalten: Ort, Straße, Hausnummer, Objektname, Bauteil, Planbezeichnung, Maßstabsangabe mit Maßstabsleiste, ggf. Genauigkeitsstufe, Nordpfeil bei Lageplänen und Grundrissen, Aufnahmedatum und Bearbeiter.

Weiterführende Literatur:

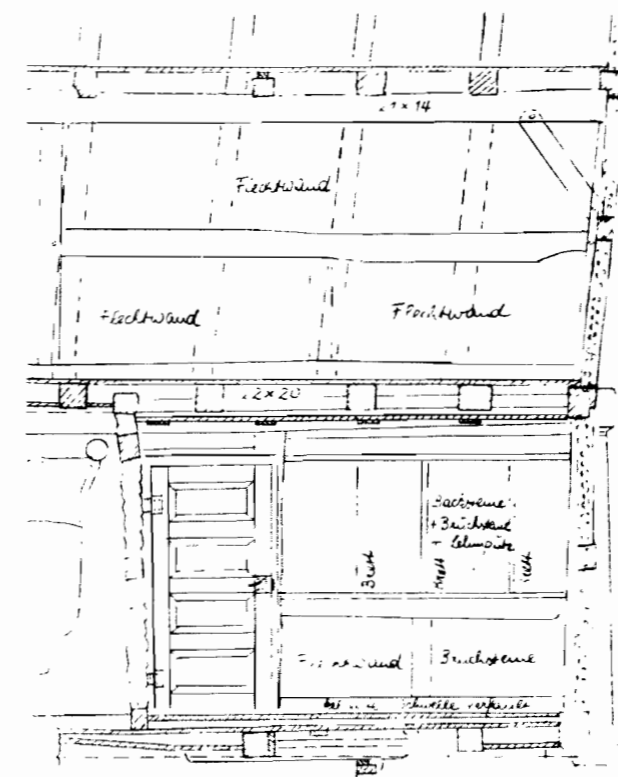
Wendehorst/Muth, Bautechnische Zahlentafeln, Stuttgart 28/1998. – Deutsche Norm, Bauzeichnungen. Teil 1: Arten, Inhalte und Grundregeln der Darstellung, DIN 1356-1. – Deutsche Norm, Baugrund- und Wasserbohrungen. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse, DIN 4023.



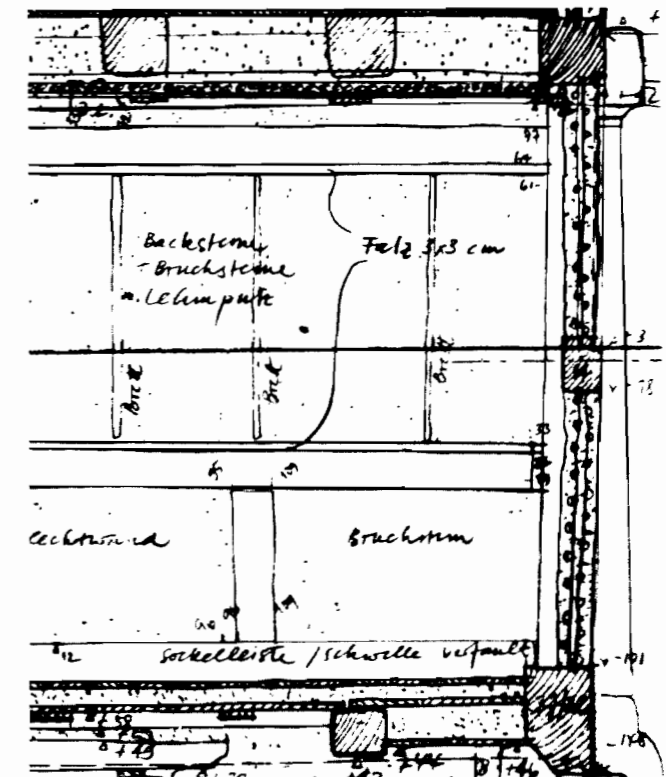
Genauigkeitsstufe I Maßstab 1 : 100



Genauigkeitsstufe II Maßstab 1 : 50



Genauigkeitsstufe III Maßstab 1 : 50



Genauigkeitsstufe IV Maßstab 1 : 25

Abb. 4 Genauigkeitsstufen I-IV. Wernau, Haus Freitagshof 11. Längsschnitt Ausschnitt aus der Bauaufnahme Genauigkeitsstufe IV von Abb. 16. Umzeichnung und Reduktion für die Genauigkeitsstufen I-III.

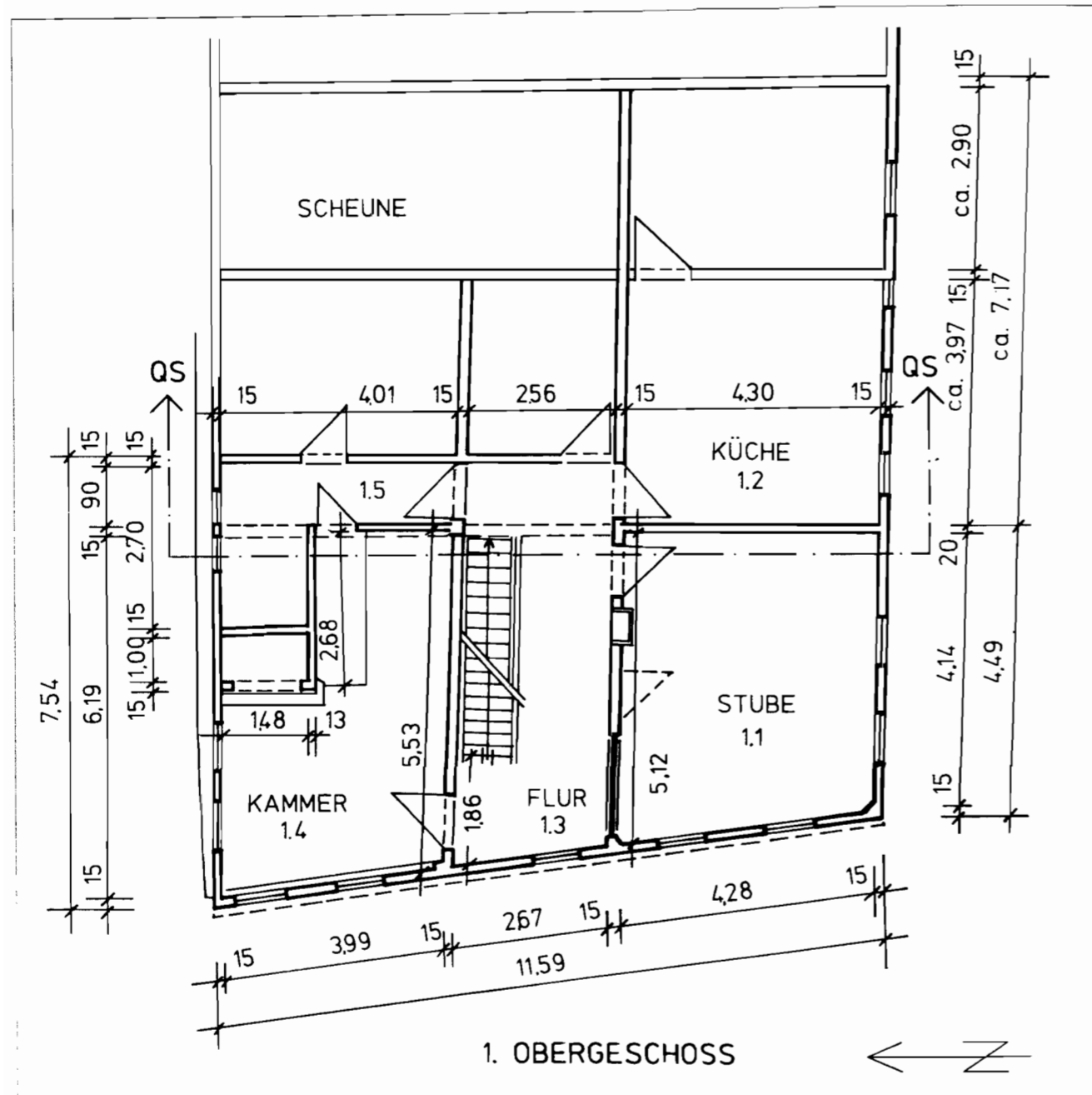
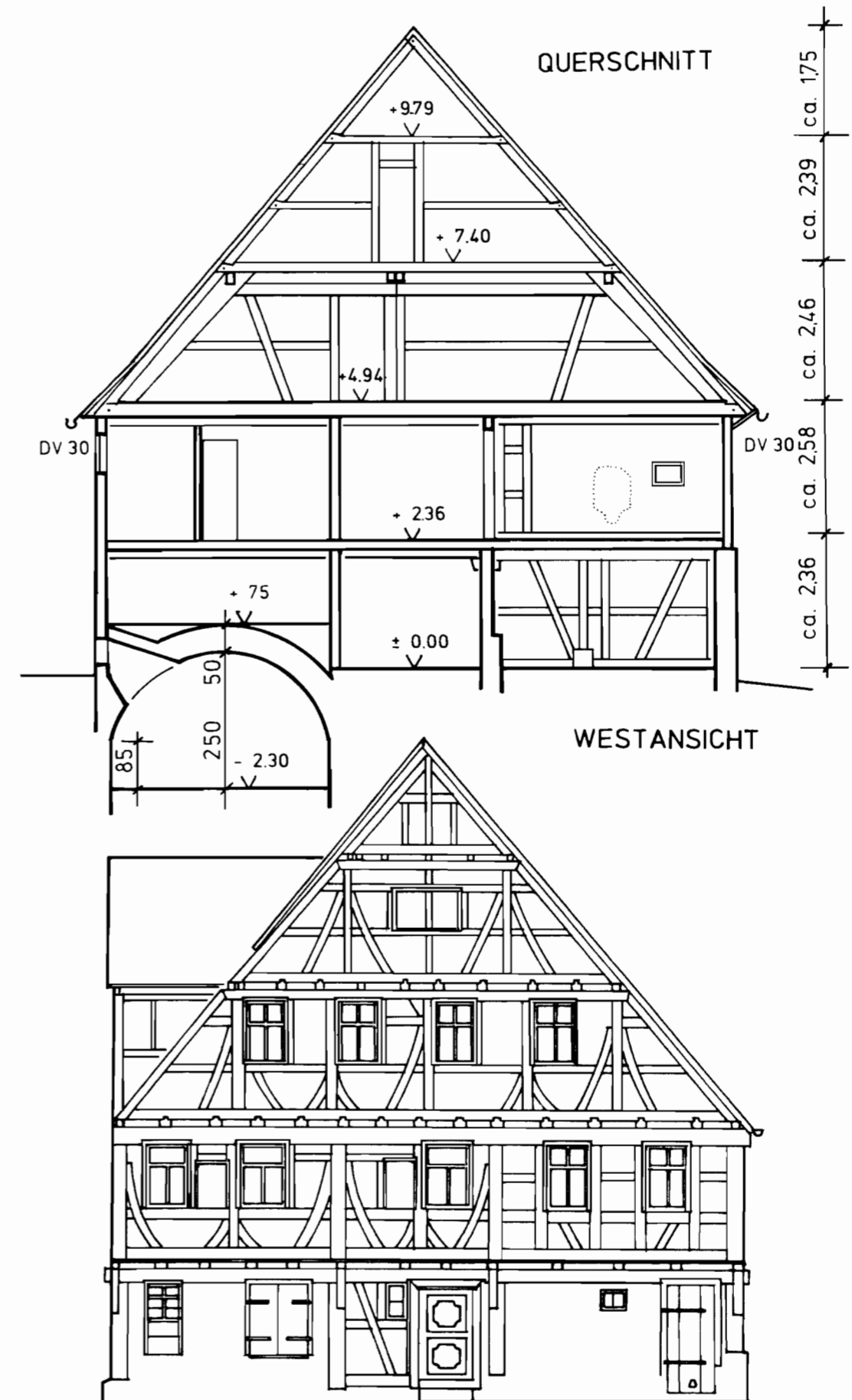


Abb. 5 Genauigkeitsstufe I. Weilheim/Teck, Marktstraße 5, Grundriss 1. OG. Handaufmaß im Maßstab 1:100, Reinzeichnung mit Eintrag der Außenabmessungen und lichten Raummaße. Baugesuchsgenauigkeit.

Abb. 6. 7 (rechts) Genauigkeitsstufe I. Weilheim/Teck, Marktstraße 5, Querschnitt und Ansicht West. Handaufmaß im Maßstab 1:100, Reinzeichnung mit Eintrag der Geschosshöhen. Baugesuchsgenauigkeit.



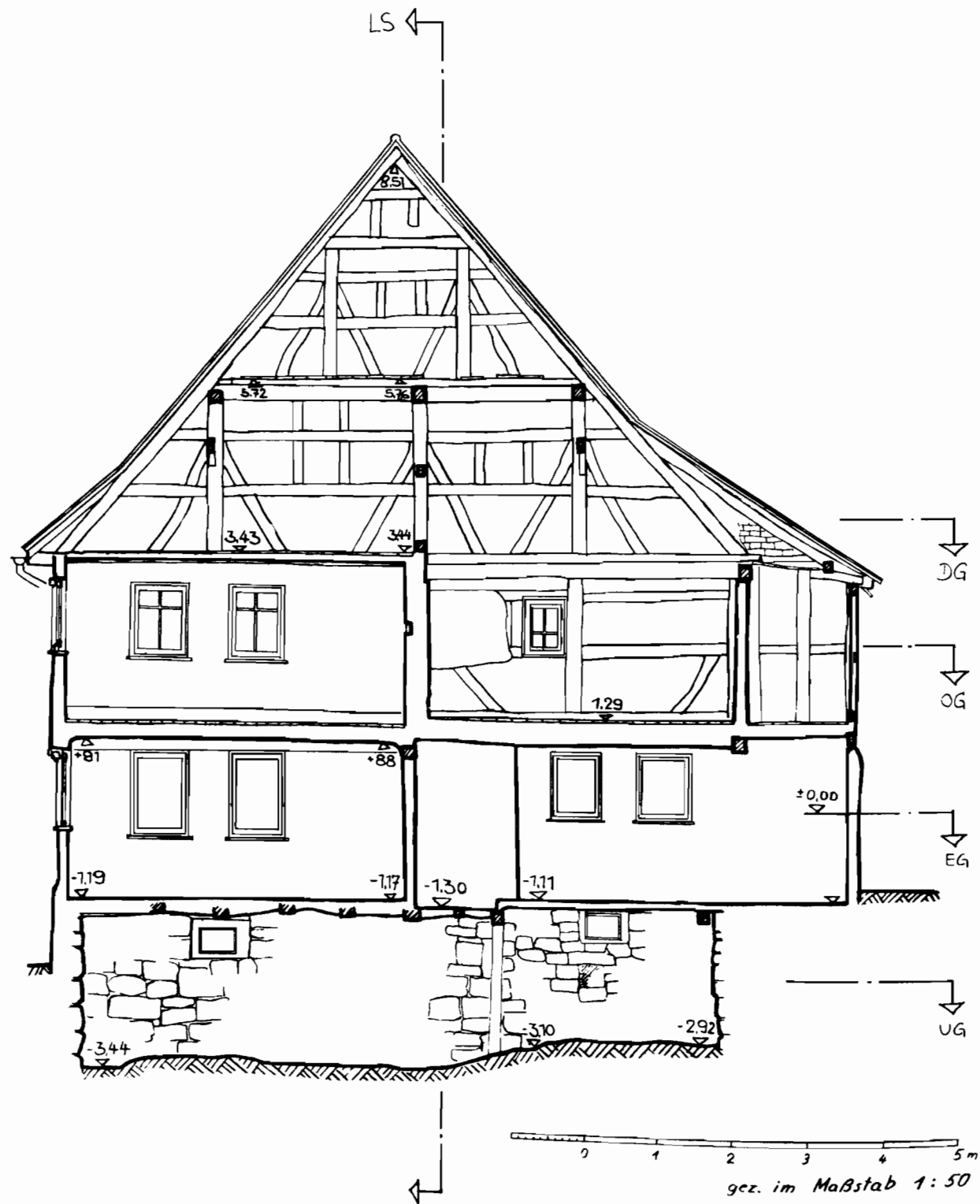


Abb. 8 Genauigkeitsstufe II. Weilheim/Teck-Hepsisau, Untere Ortsstraße 1, Querschnitt. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:75. Bleistiftoriginal.

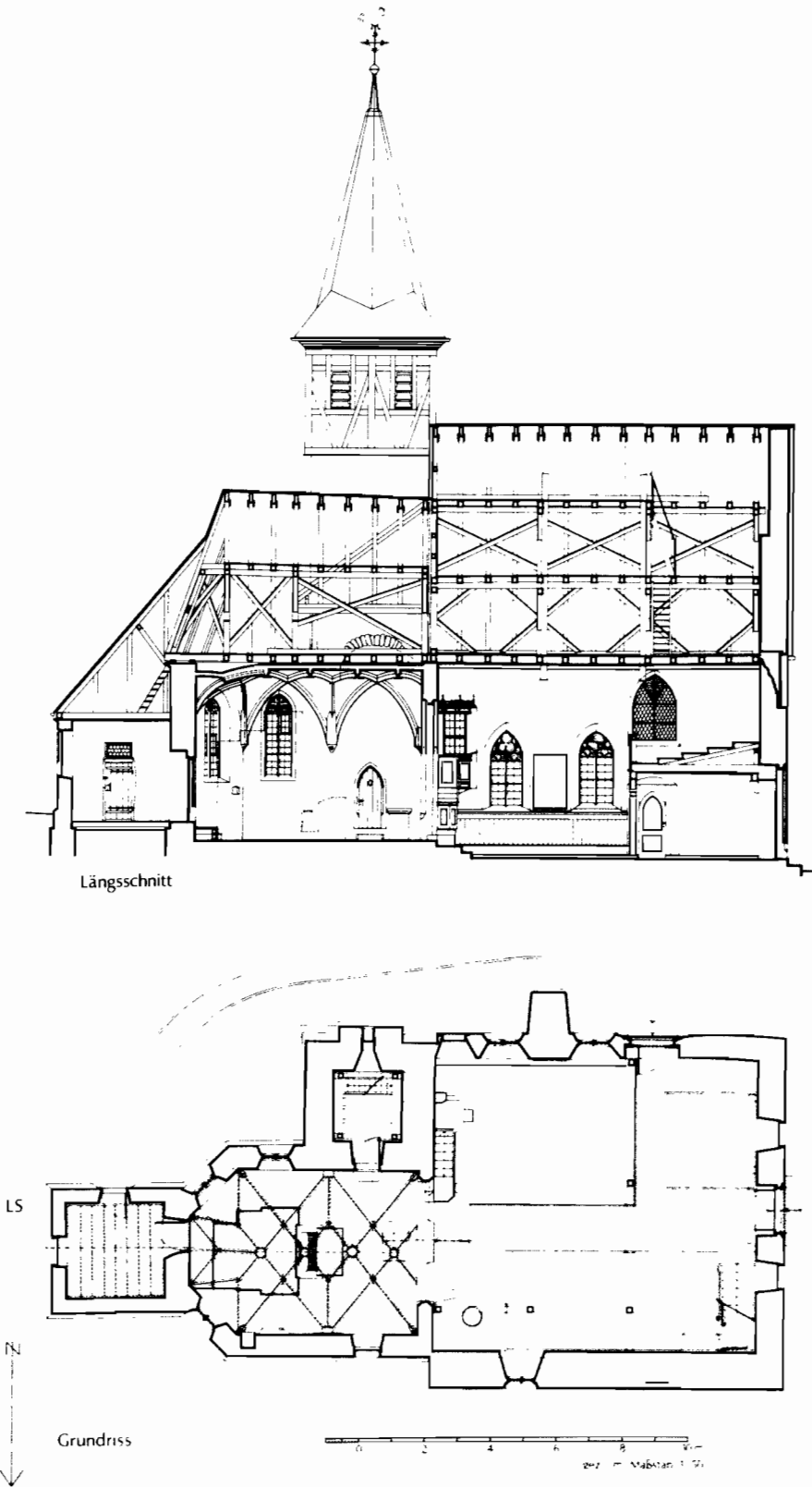


Abb. 9, 10 Genauigkeitsstufe II. Leutenbach-Weiler zum Stein, Ev. Pfarrkirche St. Petrus. Längsschnitt und Grundriss. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:200. Reinzeichnung. Bauaufnahme für »Die Kunstdenkmäler in Baden-Württemberg. Rems-Murr-Kreis«, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, 1983.

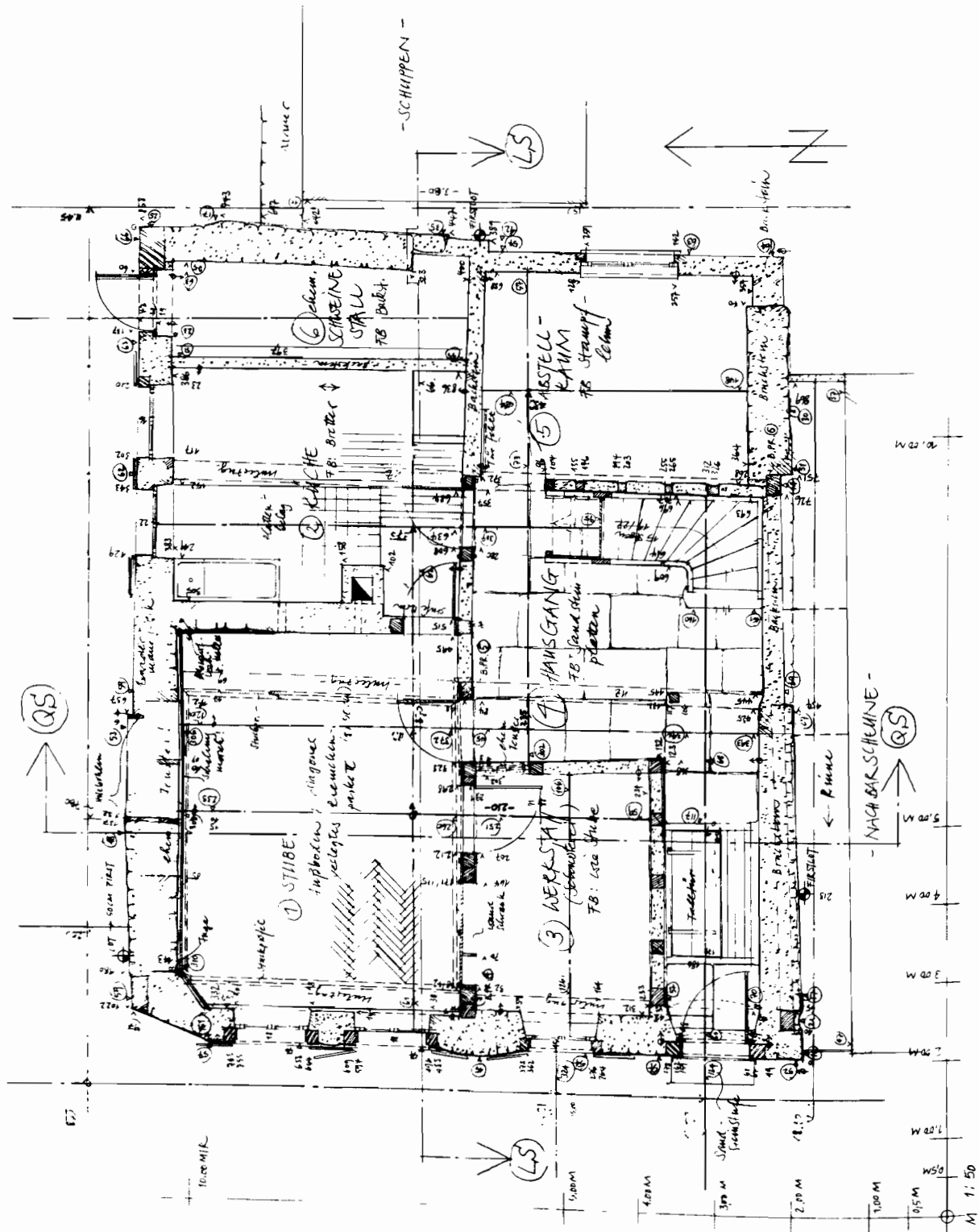


Abb. 11 Genauigkeitsstufe III. Marktgröningen, Marktbrunnengässle 4, Grundriss EG. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:75. Bleistiftoriginal mit Eintrag der gemessenen Maße und Befundangaben.

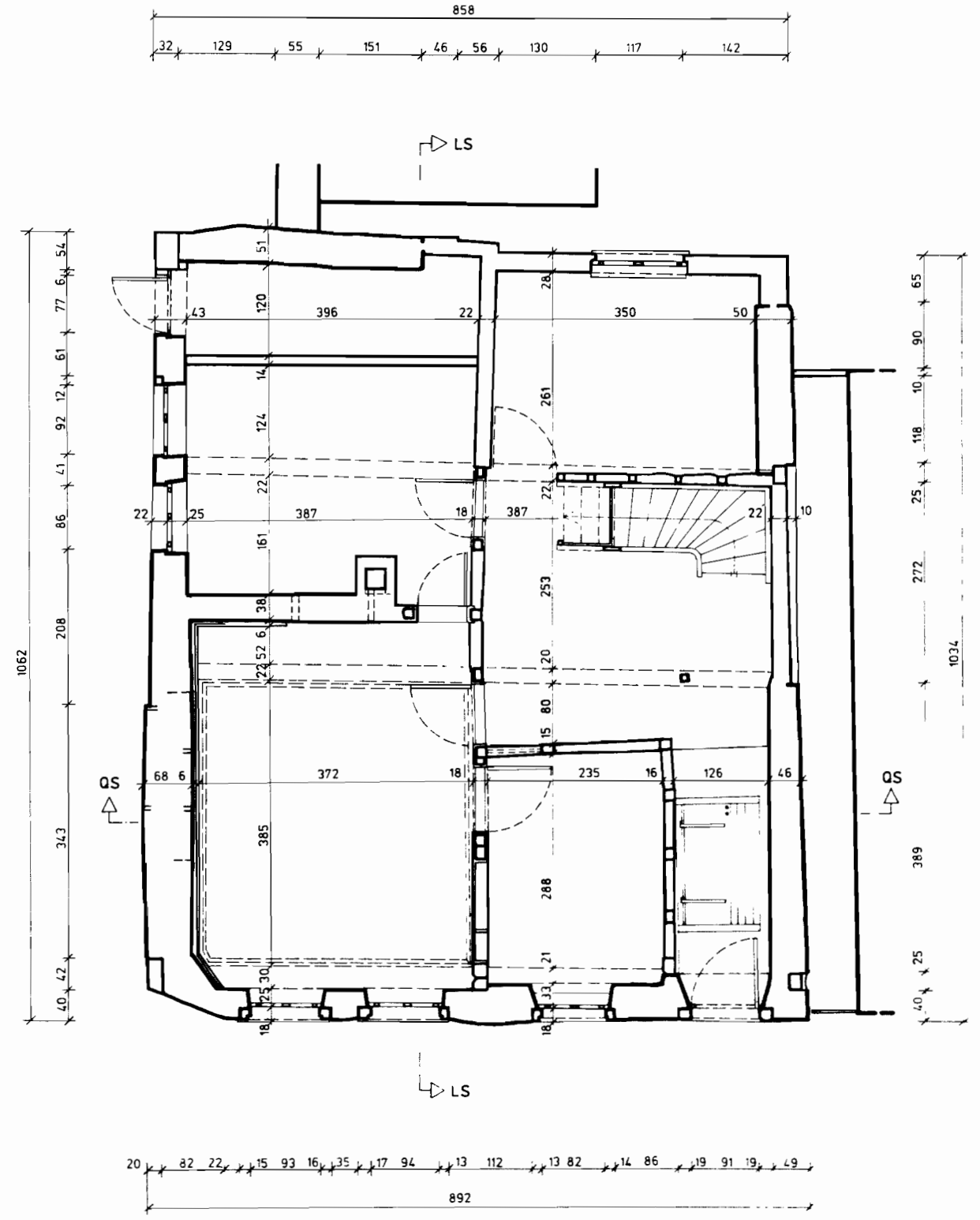


Abb. 12 Genauigkeitsstufe III. Marktgröningen, Marktbrunnengässle 4, Grundriss EG. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:75, Reinzeichnung mit Maßketten.

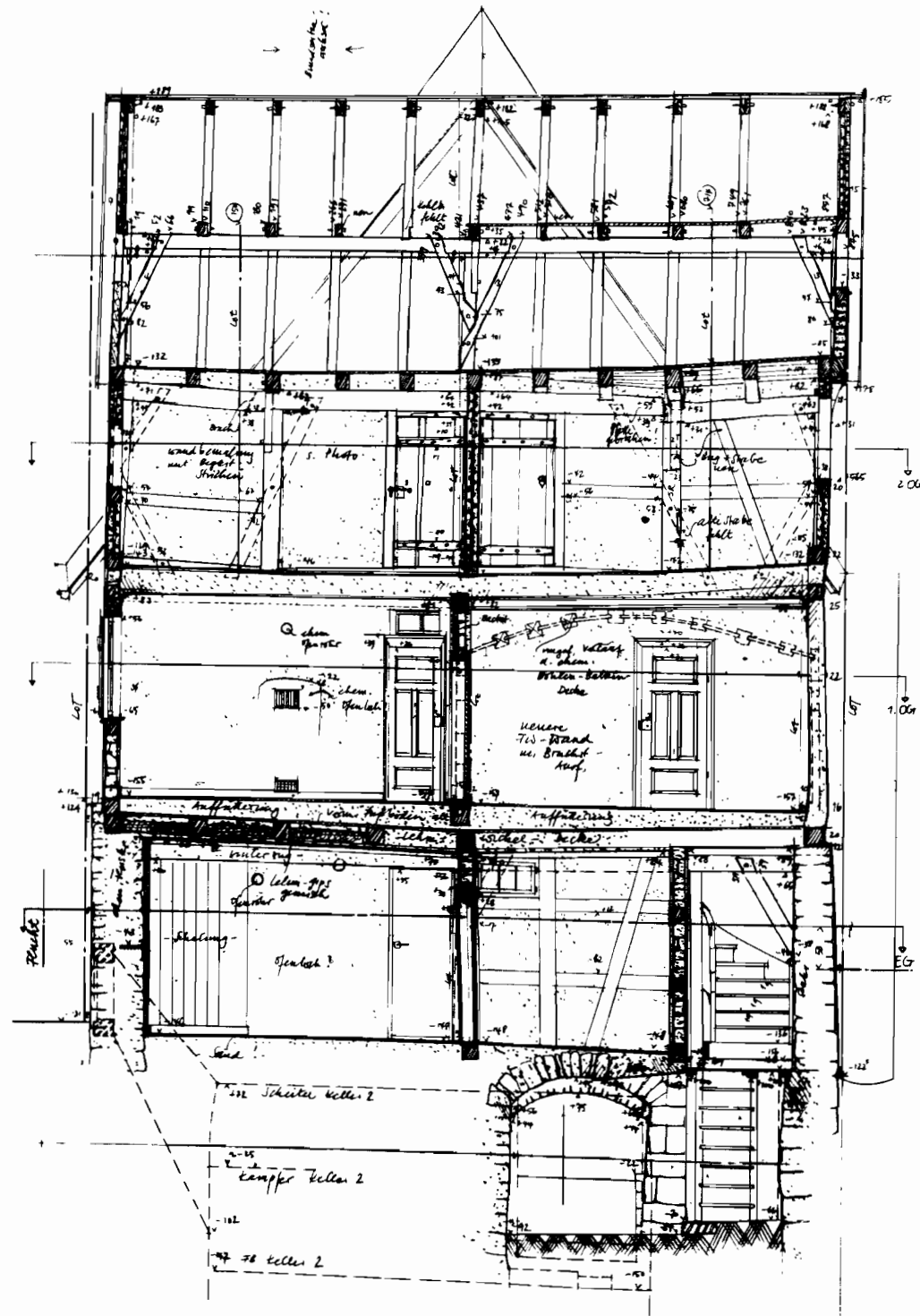


Abb. 13 Genauigkeitsstufe III. Markgröningen, Marktbrunnengässle 4, Querschnitt. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:75. Bleistiftoriginal mit Eintrag der gemessenen Maße und Befundangaben.

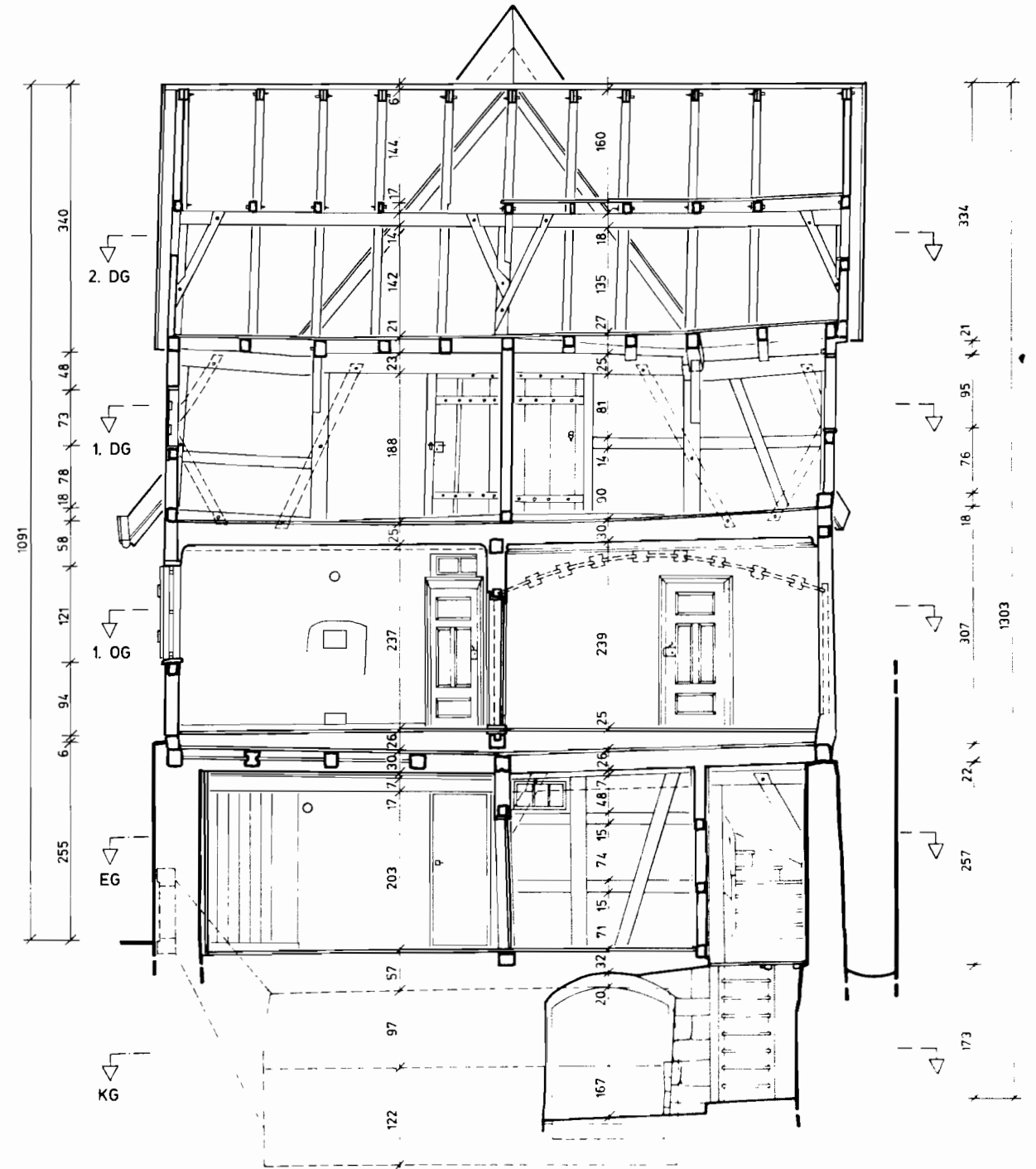


Abb. 14 Genauigkeitsstufe III. Markgröningen, Marktbrunnengässle 4, Querschnitt. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:75. Reinzeichnung mit Maßketten.

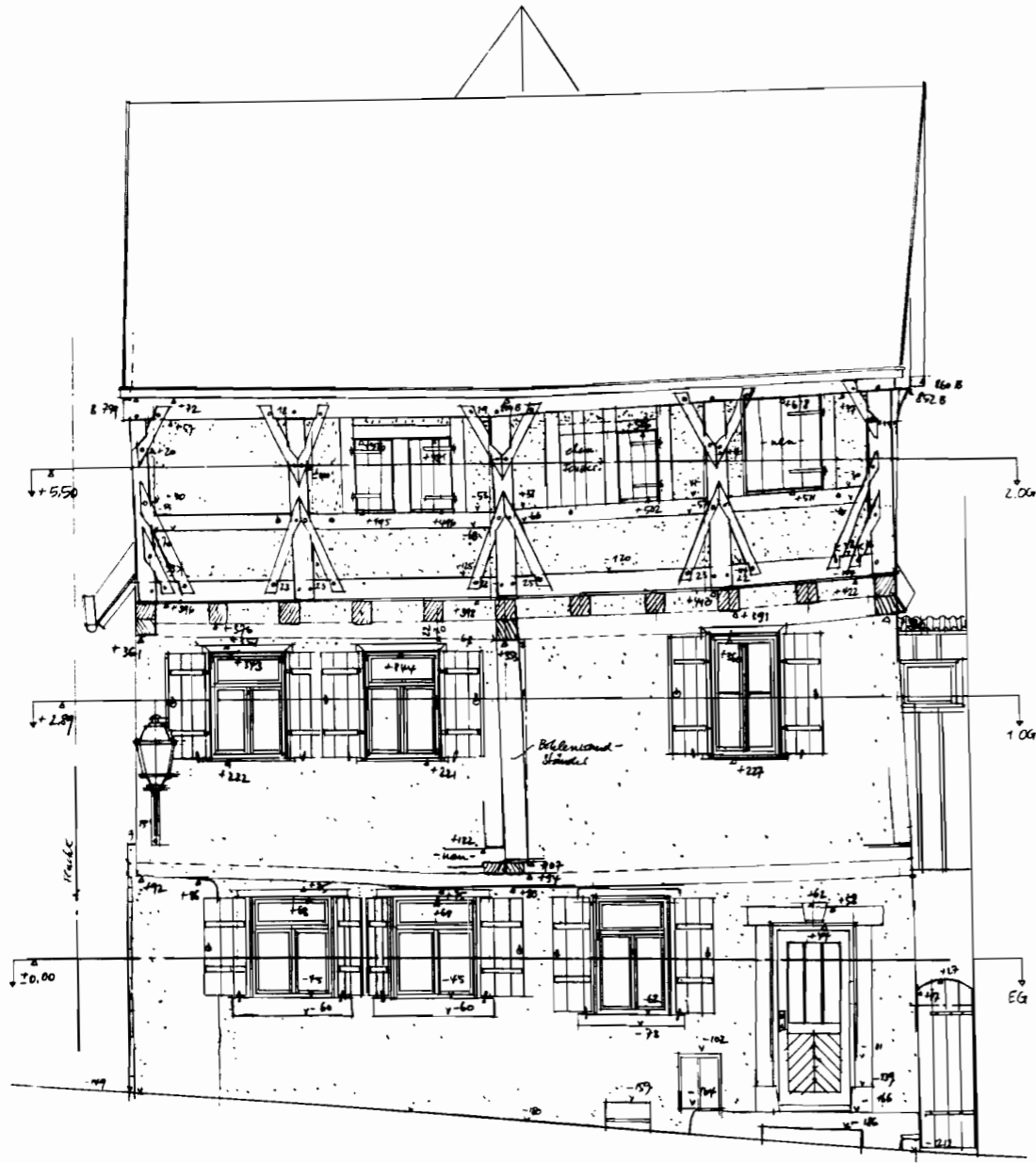


Abb. 15 Genauigkeitsstufe III. Markgröningen, Marktbrunnengässle 4, Ansicht West. Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:75. Bleistiftoriginal mit Eintrag der gemessenen Maße und Befundangaben.

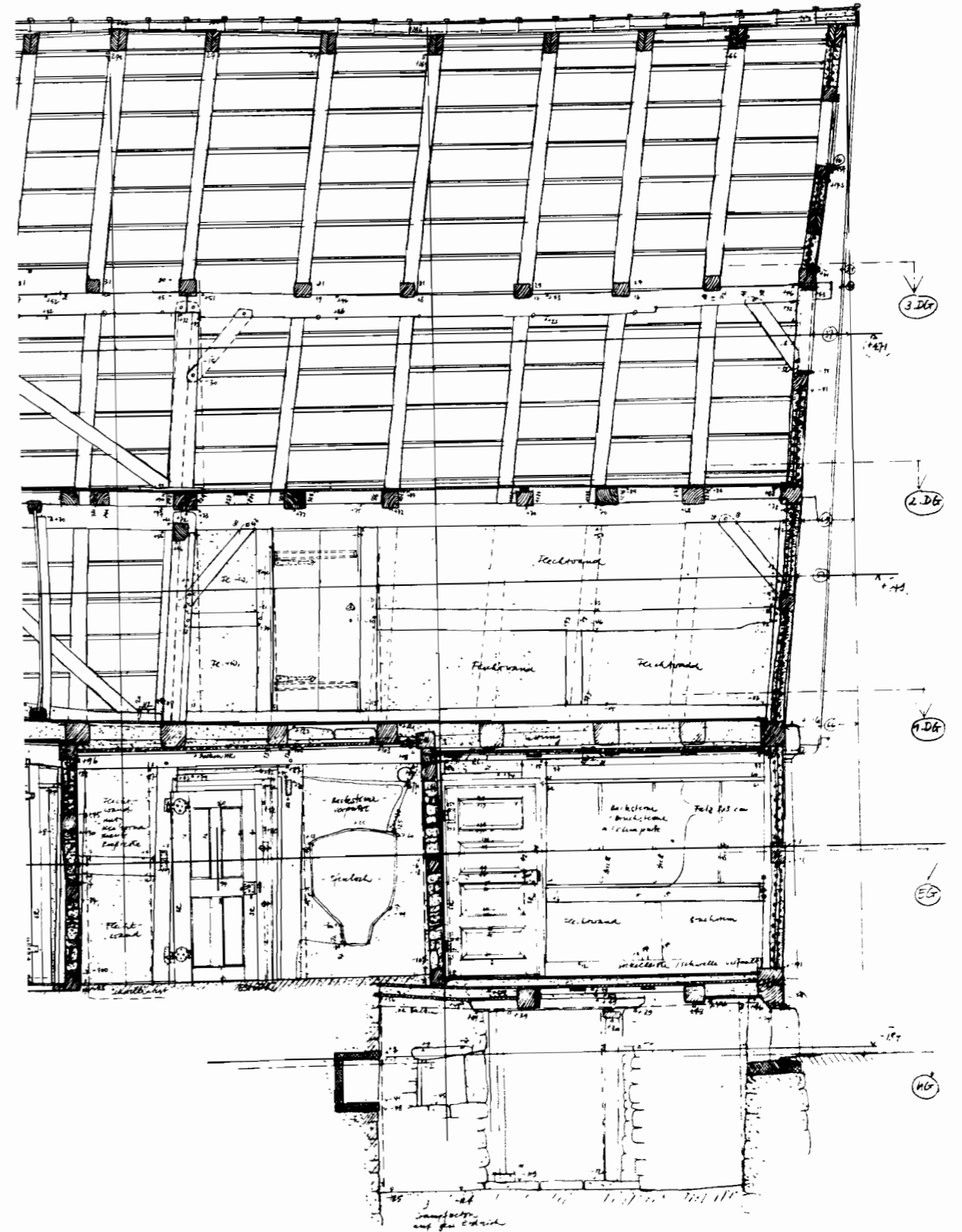


Abb. 16 Genauigkeitsstufe IV. Wernau, Haus Freitagshof 11. Längsschnitt. Ausschnitt aus dem Handaufmaß im Maßstab 1:25, verkleinert auf Maßstab 1:50. Bleistiftoriginal mit Eintrag der gemessenen Maße und Befundangaben.

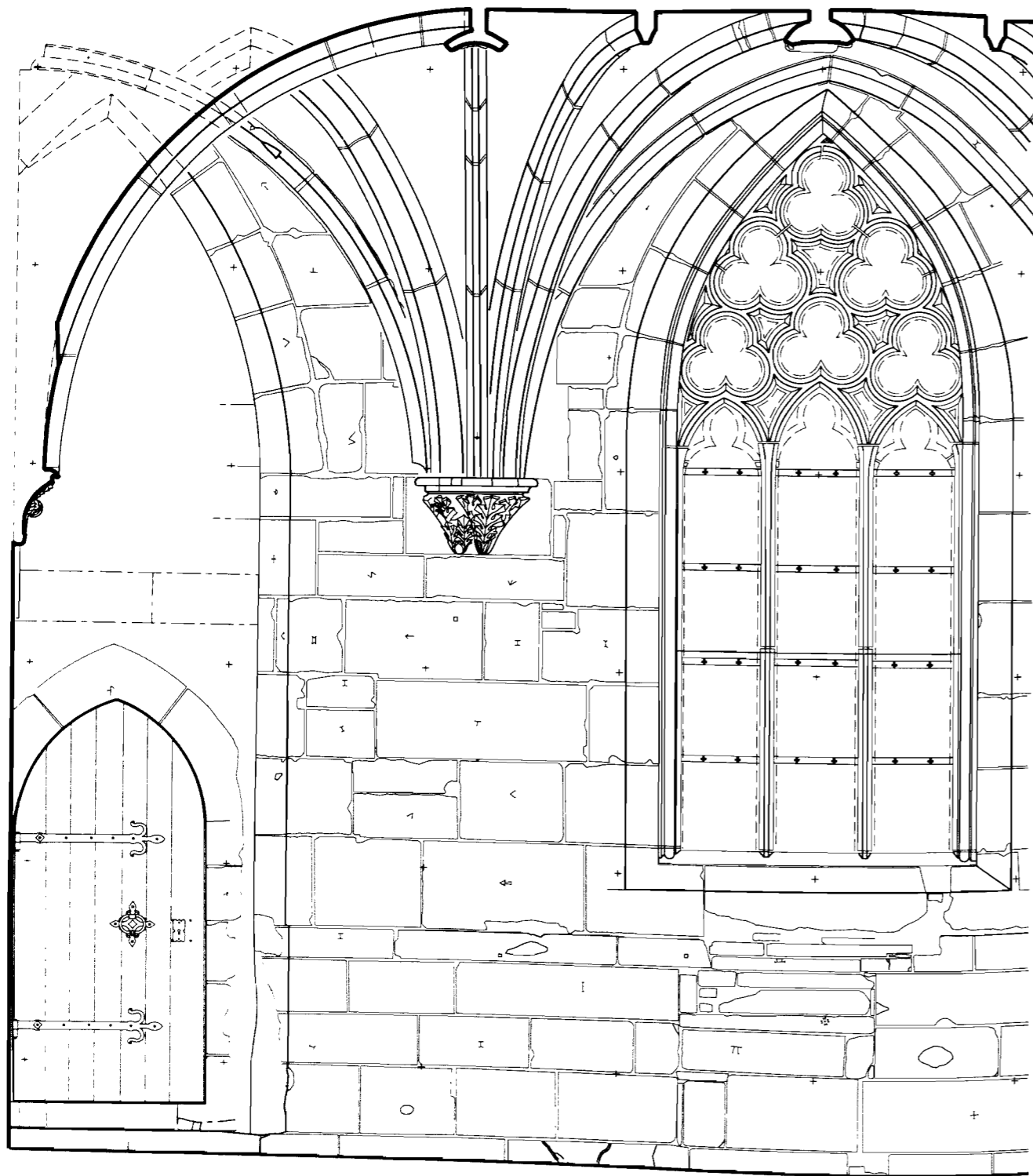
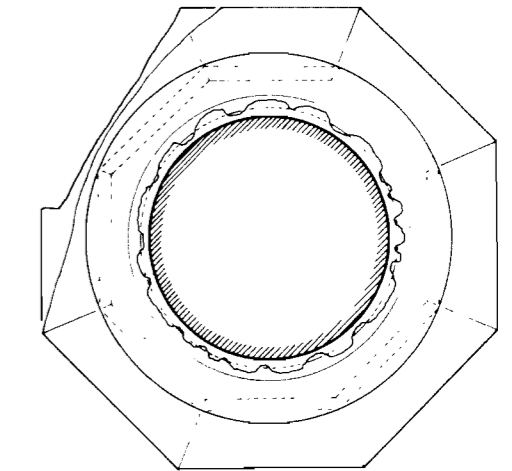
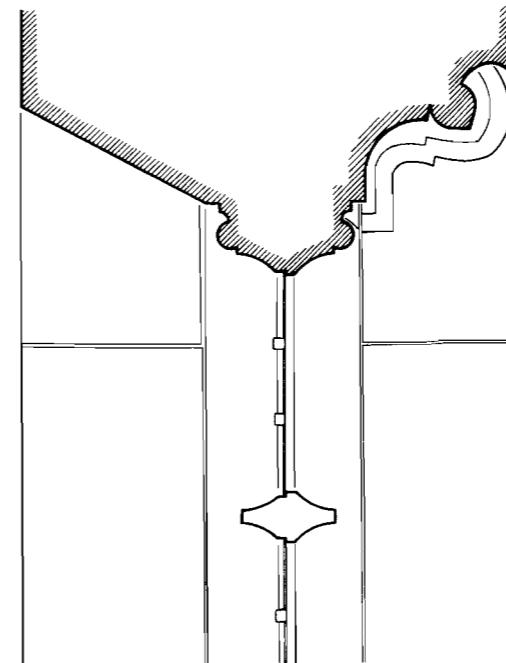
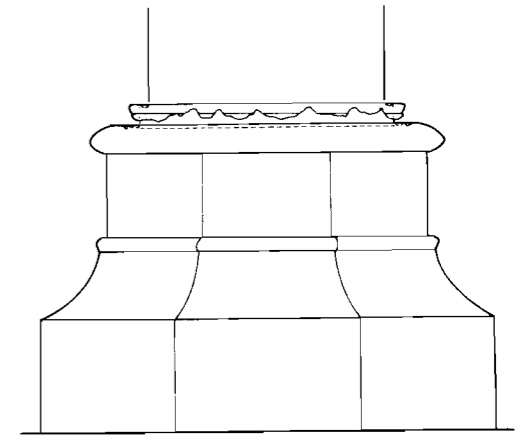
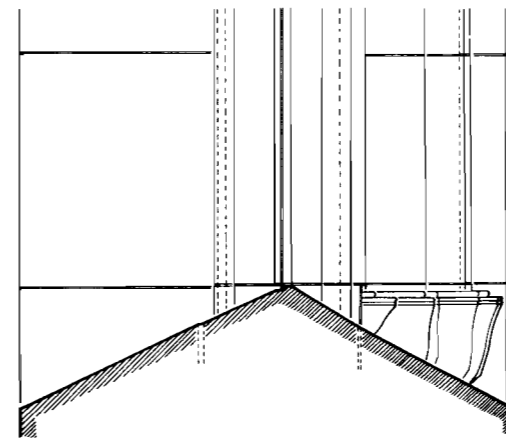
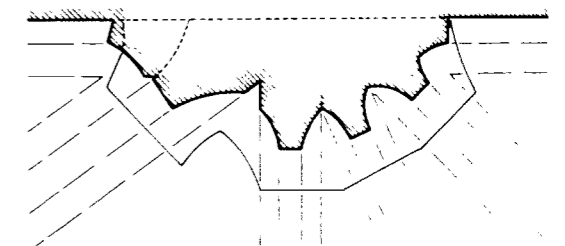
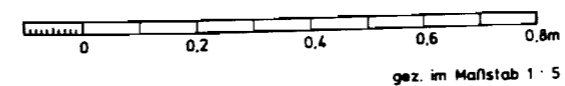


Abb. 17 Genauigkeitsstufe IV. Maulbronn, Kloster, Kapitelsaal, Längsschnitt. Ausschnitt aus der photogrammetrischen Auswertung im Maßstab 1:20, nachträglich überarbeitet und manuell digitalisiert. Ausgabe im Maßstab 1:30.



Sockel des nördlichen Rundpfeilers
- Ansicht von Süd
- Horizontalschnitt

Nördliches Fenster der Ostmauer
- Vertikalschnitt nach Nord
- Horizontalschnitt



Nördlicher Rippenanfänger an der Ostmauer

Abb. 18 Genauigkeitsstufe IV. Maulbronn, Kloster, Kapitelsaal, Detailaufnahme. Handaufmaß im Maßstab 1:5, verkleinert auf Maßstab 1:12,5, Reinzeichnung.

1.3 Digitale Bauaufnahme

Bei der digitalen Bauaufnahme wird die Geometrie eines Gebäudes in zwei- oder dreidimensionaler Form digital erfasst. Die graphische Ausgabe kann anschließend in beliebigen Maßstäben erfolgen. Gleichwohl werden die Mess- und Darstellungsgenauigkeiten für die unterschiedlichen Genauigkeitsstufen definiert, sodass für die Bearbeitung ein Zielmaßstab vorgegeben werden muss. Bei der digitalen Bauaufnahme gelten dieselben Genauigkeitsanforderungen wie bei der herkömmlichen Bauaufnahme.

Die digitale Bauaufnahme ist in der Regel eine Vektorgraphik aus Punkten und Linienverbindungen. Die Daten werden bei der Aufnahme direkt in das CAD-System eingelesen, oder sie werden zwischengespeichert und nachträglich in ein CAD-System konvertiert. Bei der Aufnahme werden Einzelpunkte mit entsprechenden Symbolen und Linientypen mit entsprechenden Verbindungen wie Vektoren, Kreisbögen oder mathematisch bestimmten Kurven definiert und über die Eingabecodes der Messprogramme aktiviert. Bei Linien müssen die Anfangs- und Endpunkte bezeichnet werden; sind für spätere Anwendungen Flächen zu kennzeichnen, muss jeweils der vorletzte Punkt eines Polygons mit dem Anfangspunkt verknüpft werden.

Linien mit unterschiedlicher Bedeutung werden auf verschiedenen Layern bzw. Ebenen gespeichert und können somit mit verschiedenen Strichstärken dargestellt werden. Weiterhin können ihnen unterschiedliche Stricharten für

Sichtkanten, Projektionen, Verdeckungen und Umklappungen zugeordnet werden. Die Bauaufnahme wird dadurch graphisch strukturiert.

Der Vorteil der digitalen Bauaufnahme liegt jedoch in der thematischen Gliederung und Darstellung der Befunde. Der konstruktive Aufbau eines Gebäudes, Baubefunde wie Zangenlöcher, Steinmetz- oder Abbundzeichen sowie unterschiedliche Bauschäden können auf getrennten Ebenen erfasst und somit für weiterführende Analysen und Planungen in beliebiger Reihenfolge hinzugezogen oder abgeschaltet werden. Weiterhin können unterschiedliche Materialien unterschieden werden, wobei empfohlen wird, die Struktur der bisherigen Ebenenbelegung hinsichtlich der Strichstärken und der Befundkartierungen beizubehalten bzw. zu duplizieren.

Eine weitere Möglichkeit der digitalen Bauaufnahme ist die Erfassung mit Rasterdaten (digitale Bildverarbeitung). Je nach Aufnahme- und Bearbeitungsverfahren ist eine mehr oder weniger exakte geometrische Darstellung möglich. Die Daten sind jedoch unstrukturiert und müssen entsprechend nachinterpretiert werden, d. h. sie werden mit Vektordaten überlagert. Innerhalb einer Bauaufnahme mit Vektordaten können digitale, meist entzerrte Bilder Detailzeichnungen ersetzen (s. auch 3.1 Grundlagen der digitalen Bauaufnahme).

Das Aufmaß in Form einer Vektorgraphik erfolgt in der Regel durch tachymetrische Aufnahmen vor Ort oder durch analytische photogrammetrische Auswertungen. Die Messverfahren zeichnen sich durch hohe Grundgenauigkeiten

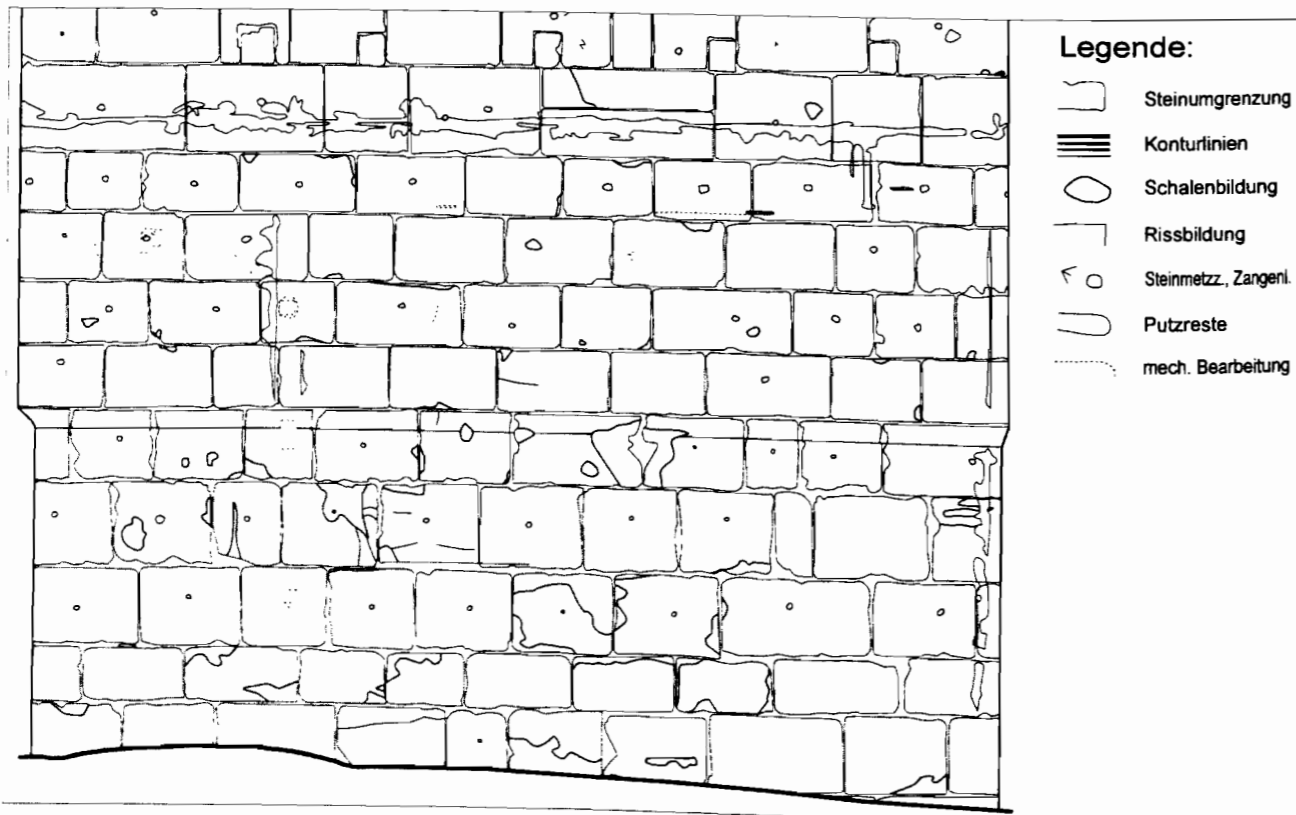


Abb. 19 Digitale Bauaufnahme. Genauigkeitsstufe IV. Esslingen. Frauenkirche, Nordfassade. Ausschnitt aus der photogrammetrischen Auswertung. Zielmaßstab 1:20. Ausgabe im Maßstab 1:40. Die Auswertung ist Grundlage für die Steinschadenskartierung. Die Steinumrisse sind als geschlossene Polygone gezeichnet (s. auch 2.4 Schadenskartierungen; 2.4.2 Natursteinfassaden).

aus. Parallel dazu muss jedoch auf die detailgenaue Darstellung der Befunde entsprechend den Vorgaben der Genauigkeitsstufen geachtet werden. Der erforderliche Aufwand ist insbesondere bei der tachymetrischen Aufnahme nicht zu unterschätzen.

Verwinkelte Innenräume oder Dachwerke mit hohen Anforderungen an die Detailgenauigkeit können in der Regel nicht vollständig photogrammetrisch oder tachymetrisch erfasst werden. Es wird empfohlen, so viel wie rationell möglich aufzumessen und anschließend auf einem groß-

maßstäblichen Plot die Ergänzungen vor Ort durch Handvermessung vorzunehmen. Dadurch wird die Bauaufnahme gleichzeitig auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft.

Photogrammetrische oder tachymetrische Aufnahmen sind in der Regel dreidimensional. Die Übertragung der Ergänzungsmessungen ins CAD-System erfolgt entweder anhand der Maßzahlen oder durch manuelles Digitalisieren von maßstäblichen Zeichnungen. Die Ergänzungsmessungen können nur durch einen stark erhöhten Auf-

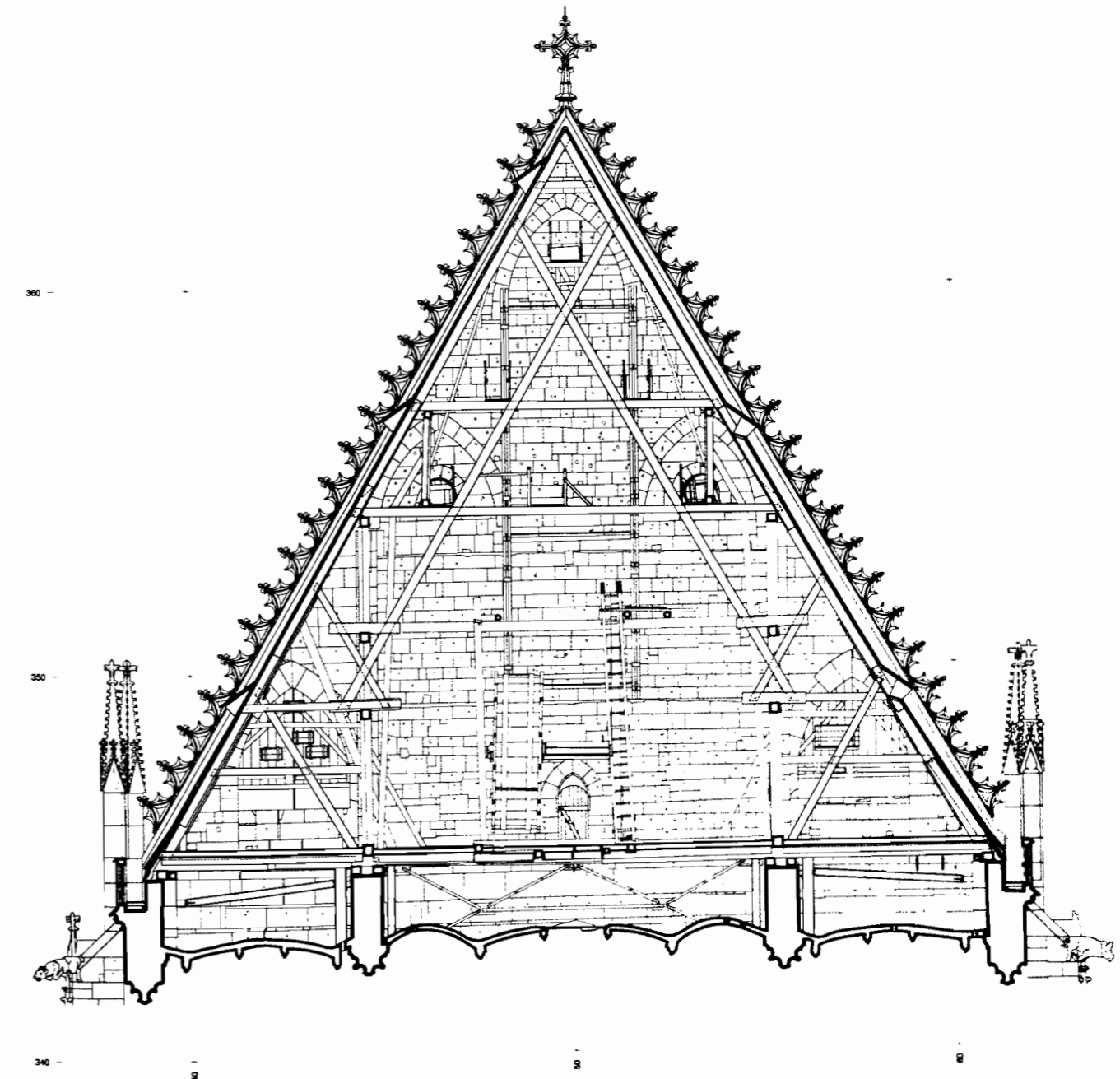


Abb. 20 Digitale Bauaufnahme. Genauigkeitsstufe III. Schwäbisch Gmünd, Münster. Querschnitt durch das Dach des Schiffes. Digitale Aufnahme vor Ort und photogrammetrische Auswertung des Westgiebels. Zielmaßstab 1:50. Ausgabe im Maßstab 1:150. Gliederung in drei in der Tiefe gestaffelte, hier farblich gekennzeichnete Ebenenblöcke. Die einzelnen Bereiche können getrennt ausgegeben werden; in der vorliegenden Bearbeitung wurden die verdeckten Linien ausgeschnitten. Bauaufnahme für »Die Kunstdenkmäler in Baden-Württemberg. Stadt Schwäbisch Gmünd, Band I«. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, 2003.

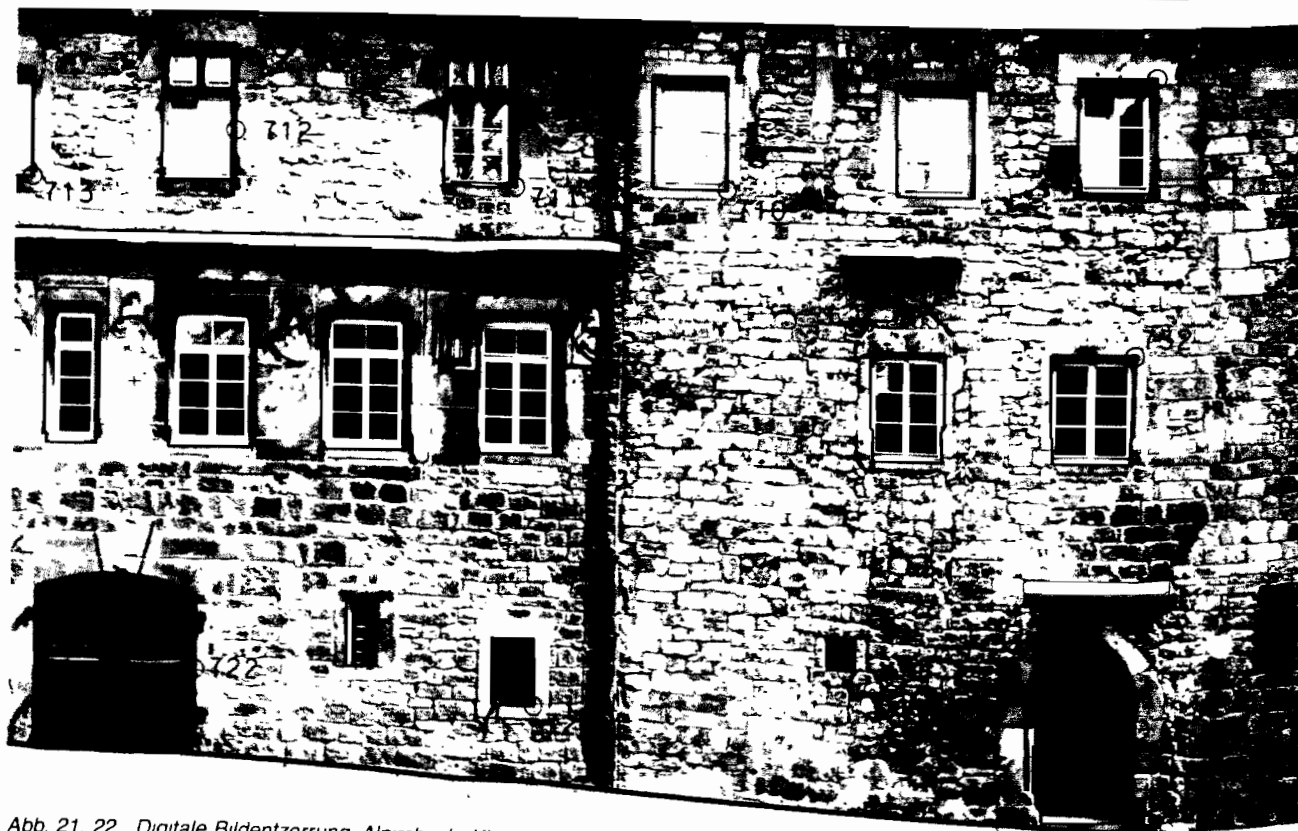


Abb. 21, 22 Digitale Bildentzerrung. Alpirsbach, Kloster, Konventgebäude. Ausschnitt der Westfassade. Digitale Entzerrung einer Aufnahme von 1900 mit Eintrag der Passpunkte aus der photogrammetrischen Vermessung. Digitale Entzerrung und Montage von zwei photogrammetrischen Aufnahmen mit Eintrag der Passpunkte und photogrammetrischer Auswertung der Hauptkonturen. Hybride Darstellung mit Rasterdaten und überlagerten Vektordaten.

Nr.	Beschreibung	Farbe	Strichart
Konstruktiver Aufbau			
1	Schnittlinie	schwarz	
2	Bodenlinie	schwarz	
3	Gebäudeumriss	schwarz	
4	Hauptkontur	schwarz	
5	Kontur	schwarz	
6	Details; Kleinteile	schwarz	
7			
8	Sonderfall / Kontur (Steinumriss / Fachwerkbauweise)	blau	
9	Texteintragungen zum konstruktiven Aufbau		
10	Sonstige Konturen (z. B. Ritzfugen, Bossierung)	schwarz	
Baubefunde			
11	Malereikonturen	violett	-----
12	Zangenlöcher / Holznägel	schwarz	
13	Steinmetzzeichen / Abbundzeichen	schwarz	
14	Putzränder	braun	-----
15	Mechanische Bearbeitung	grau	-----
16	Risse	rot	-----
17	Schaden Typ 1 (z. B. Ausbruch, Schalenbildung)	violett	
18	Schaden Typ 2 (...)	grün	
19	Texteintragungen zu den Baubefunden		
20	Sonstige Befunde (ohne weitere Festlegung)		

Abb. 23 Ebenenbelegung zur digitalen Bauaufnahme.

wand dreidimensional eingegeben werden. Deshalb muss festgelegt werden, ob die endgültige Ausarbeitung mit 3D- oder mit 2D-Koordinaten erfolgen soll.

Bei der digitalen Bauaufnahme entfällt die Reinzeichnung im herkömmlichen Sinn. Wichtig ist, dass schon zu Beginn der Aufnahme die Daten genau strukturiert werden, damit die Nacharbeiten so weit wie möglich reduziert werden können. Aufwändig ist die Darstellung von geschnittenen Kanten, da die Verstärkung einseitig nach innen erfolgen muss. Die Ausarbeitung erfolgt in der Regel nachträglich durch Parallellinien oder durch Rasterung der geschnittenen Flächen.

Bei der digitalen Aufnahme und der CAD-Bearbeitung gibt es viele unterschiedliche Systeme. Wesentlich ist, dass die Übertragung in die vorhandenen gängigen Systeme gewährleistet sein muss. Empfohlen wird, dass Vektordaten über das DXF-Format konvertiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass spezielle Kurvenfunktionen oder Linienarten Probleme bereiten können. Ferner sind unterschiedliche DXF-Versionen zu berücksichtigen. Hier müssen im Einzelfall entsprechende Lösungen ausgearbeitet werden. Bei Rasterdaten wird das TIFF-Format empfohlen; hier sind unterschiedliche Komprimierungsverfahren zu beachten (Abb. 19–22).

Ebenenbelegung zur digitalen Bauaufnahme

Es wird empfohlen die Bauaufnahme in Blöcke von jeweils zehn bzw. zwanzig Ebenen zu gliedern:

– Ebene 1–10: konstruktiver Aufbau – Gliederung in unterschiedliche Strichstärken.

– Ebene 11–20: Befundkartierung – bauhistorische Befunde, Bauschäden.

Sind innerhalb einer Bauaufnahme weitere Unterscheidungen notwendig, sind zusätzliche Blöcke mit zehn bzw. zwanzig Ebenen zu bilden: Grundrisse sollen mit und ohne Deckenprojektion dargestellt werden, bei Schnitten sollen in der Tiefe versetzte Bauteile gesondert gekennzeichnet werden. Unterschiedliche Baumaterialien können definiert werden. Für methodische Studien können zeitlich versetzte oder unterschiedlich genaue Bauaufnahmen innerhalb eines Gebäudes unterschieden werden.

Für weiterführende Bauuntersuchungen nach bestimmten thematischen Vorgaben, die durch Flächenfüllungen mit Rastern oder Farben, Symbolen sowie Beschreibungen gekennzeichnet werden, werden zusätzliche Blöcke mit den entsprechenden Ebenen benötigt: Baualterspläne, Materialkartierungen, z. B. Steinarten bei Natursteinfassaden, Schadenskartierungen. Weitere Ebenen können für die Kartierung der geplanten Maßnahmen und für die Schlussdokumentation belegt werden (Abb. 23).

Weiterführende Literatur:

Claudius Homolka. Photogrammetrie und Bauaufnahme für das Kunstdenkmäler-Inventar der Stadt Schwäbisch Gmünd – Die digitale Bestandserfassung des Heiligkreuzmünsters – Vom Detail bis zur Gesamtdarstellung. Martin Dendler. Dokumentation des römischen Gutshofes in Oberndorf-Bochingen – Photogrammetrische Dokumentationsmethoden – Stereoauswertung und digitale Bildpläne. In: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Hg.). Vom Messbild zur Bauanalyse – 25 Jahre Photogrammetrie im Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. Arbeitsheft 9. Stuttgart 2001, 43–50 und 85–94.

2. Bauuntersuchung und Befunddokumentation

Bei der Bauaufnahme wird der Istbestand eines Gebäudes in erster Linie zeichnerisch erfasst, ggf. ergänzt durch stichwortartige Material- bzw. Zustandsbeschreibungen. Bei der Bauuntersuchung werden darauf aufbauend zusätzliche Erhebungen vor Ort vorgenommen, die Bauaufnahme dient als Orientierungsmedium für die weitere Befunddokumentation. Wesentlich ist, dass die Pläne der Bauaufnahme als »Grundpläne« erhalten bleiben. Für weiterführende Untersuchungen werden Kopien verwendet. In einfachen Fällen können als Untersuchungsgrundlage auch Skizzen oder Photos genügen.

Bauuntersuchung und Befunddokumentation werden in der Regel vor Instandsetzungs- und Umbaumaßnahmen notwendig. Aus der Sicht der Denkmalpflege sind folgende Schritte erforderlich: Dokumentation des Bestandes, bei einfachen Fällen durch den mit der Planung und Ausführung beauftragten Architekten, bei schwierigen Fällen und bei besonderen Schadensphänomenen unter Hinzuziehung von Spezialfirmen bzw. von Bearbeitern mit entsprechenden Fachkenntnissen, Planung der Maßnahmen durch den Architekten oder Fachingenieur nach möglichst detaillierter Vorabgespräche mit den Denkmalschutzbehörden, denkmalschutzrechtliche Genehmigung, Bauausführung und Schlusssdokumentation. Darüber hinaus bietet die Bauuntersuchung und Befunddokumentation über ihren konkreten Anlass hinaus die Grundlage für weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen im Rahmen der Bauforschung.

Bei Bauuntersuchungen muss generell in Verfahren unterschieden werden, bei denen der Bestand zerstörungsfrei erfasst werden kann, d. h. es werden nur die Befunde dokumentiert, die sichtbar sind oder mit geringen Eingriffen schadensfrei erfasst werden können, und in Verfahren, die Eingriffe in die zu schützende Substanz erfordern. Substanzeingriffe sind nur gestattet, wenn alle zerstörungsfreien Untersuchungsmethoden ausgeschöpft sind.

2.1 Baubeschreibung und Raumbuch

Denkmalpflegerisches Ziel bei der Sanierung eines Kulturdenkmals ist es, die überlieferte historische Bausubstanz und das tradierte Erscheinungsbild so weit wie möglich zu erhalten; diesem Ziel sollen die maßnahmenbezogene Baubeschreibung oder das Raumbuch dienen. In der hier vorgestellten Form sind sie keine Instrumente wissenschaftlicher Erforschung eines Gebäudes, sondern dienen vorrangig als Entscheidungsgrundlage für konkrete Instandsetzungs- oder Umbaumaßnahmen. Trotz hoher Informationsdichte kann die gezeichnete Bauaufnahme nicht alle jeweils relevanten Erkenntnisse, die am Originalbestand ablesbar sind, vermitteln; das beschreibende Wort und Photos müssen weitere Informationen liefern. Beschrieben wird der sichtbare oder durch einfache Untersu-

chungen, d. h. zerstörungsfrei, feststellbare Baubestand. Werden Eingriffe in die Bausubstanz erforderlich, z. B. bei restauratorischen, mineralogischen, bauarchäologischen oder geotechnischen Untersuchungen, müssen diese vorher mit den Denkmalschutzbehörden abgestimmt werden.

Während Bauaufnahme und Photographien einen momentanen Zustand wiedergeben, soll in der maßnahmenbezogenen Baubeschreibung und im Raumbuch der vorgefundene Zustand mit den geplanten Maßnahmen nachvollziehbar verknüpft werden.

Die nachfolgenden Beispiele bzw. die Abbildungen zeigen drei Detaillierungsgrade auf:

- Maßnahmenbezogene Baubeschreibung.
- Raumbuch, raumweise differenziert.
- Raumbuch, flächenweise differenziert.

2.1.1 Maßnahmenbezogene Baubeschreibung

Die maßnahmenbezogene Baubeschreibung stellt eine Grundlagenermittlung des Architekten und Planers dar. Sie basiert zeichnerisch auf einer Bauaufnahme der Genauigkeitsstufe I, bei Außenmaßnahmen können auch ausgerichtete Photos genügen. Als einfache Bestandsdokumentation und Maßnahmenbeschreibung ist sie als Entscheidungsgrundlage in der Regel dann ausreichend, wenn generell nur geringe Eingriffe in den überlieferten Bestand vorgesehen oder lediglich gut überschaubare Teilbereiche eines Kulturdenkmals berührt sind.

Der mit der Planung und Ausführung beauftragte Architekt hat in dieser Genauigkeitsstufe nur die Bereiche oder Gewerke darzustellen, in oder an denen konkrete Maßnahmen beabsichtigt sind. Dabei sind Textteil und Plandarstellung nachvollziehbar zu verknüpfen. Die Dokumentation ist in drei Schritte zu gliedern:

- Darstellung des Ist-Zustandes mit Angaben zu den vorgefundenen Bauweisen, Konstruktionen, Materialien und Formen.
- Aussagen zu Art und Umfang von Schäden (falls erforderlich).
- Beschreibung von Art und Umfang der beabsichtigten Maßnahme mit genauen Angaben zu Bauweise, Konstruktion, Material und Form (ggf. Detailskizzen bzw. Werkzeichnungen).

Hinzu kommt eine Photodokumentation mit exemplarischen Bestandsaufnahmen (Außenansichten und dazu je nach Art und Umfang der beabsichtigten Maßnahmen: Fassaden detailliert, Innenräume, Ausstattungsdetails). Die Photos sind im Standardformat 10 × 15 schwarzweiß oder farbig anzufertigen und mit der Plandarstellung sowie den jeweiligen Textpassagen zu verknüpfen (Abb. 24).



Fassadeninstandsetzung

Bestand

Dreigeschossiges barockes Wohnhaus mit älterem Kern. Die zur Sanierung anstehende Hauptfassade im Erdgeschoss und im 1. Obergeschoss in Sandsteinquadern aufgemauert. Die Steine zeigen mit Ausnahme der Tür- und Fenstergewände Reste einer dünnen Schlämme. Das 2. Obergeschoss über Stockwerksschwelle in verputztem Fachwerk aufgeführt. Profiliertes Traufgesims als Übergang zum Walmdach mit überwiegend älterer Biberschwanzdeckung. Im 1. Dachgeschoss großes mittiges Zwerchhaus in verputztem Fachwerk und mit Walmdach; beidseitig des Zwerchhauses je eine Schleggaube. Die drei Hauptgeschosse ausgestattet mit Holzklappläden, im Erdgeschoss gefeldert (an zwei Fenstern rechts fehlen die Läden), in den Obergeschossen mit Lamellen. Barocker Fensterbestand im Erdgeschoss (zweiflügelig und achteilig, Einscheibenverglasung mit Holzsprossen), Obergeschosse mit einflügeligen, sprossierten Holzverbundfenstern wohl der 1960er-Jahre. Zwerchhaus mit dreiflügeligem Barockfenster und Bleisprossierung. Mittlerer Hauseingang mit dreistufiger Freitreppe aus Sandsteinstufen und jüngerer Holztüre.

Art und Umfang von Schäden

Sandsteine im Sockelbereich durch Hochwasser beschädigt bzw. ausgezehrt, teilweise Salzausblühungen; Beschädigungen bzw. Fehlstellen an Tür- und Fenstergewänden; Ausfugung lückenhaft. Putzflächen

teilweise lose oder fehlend; Anstrich abblättern. Stockwerks- und Traufgesims mit Feuchtigkeitsschäden. Einscheibenverglasung teilweise beschädigt, barocke Fensterflügel schwergängig und teils verzogen. Fehlende und teils beschädigte Fensterläden. Dachhaut undicht.

Art und Umfang der beabsichtigten Maßnahmen

Restauratorische Befunduntersuchung an der Steinfassade und den farbig gestrichenen Holzteilen. Schadenskartierung als Grundlage für Art und Umfang der steinrestauratorischen und steinmetzmäßigen Arbeiten. Auftragen einer dünnen Kalkschlemme auf die zurückliegenden Natursteinflächen im EG und 1. OG. Festigung und Ergänzung der Putzflächen im 2. OG und am Zwerchhaus. Schreinermäßige Reparatur der Gesimse. Fehlende Scheiben an den Barockfenstern ersetzen und Rahmen überarbeiten. Anstrich sämtlicher Fenster weiß deckend. Ausbessern vorhandener Fensterläden und Ergänzung entsprechend historischer Vorgaben. Neue Haustüre entsprechend der vorliegenden Werkzeichnung; Anbringung von Hochwasserschienen am Türgewände zur Aufnahme von Dichtbohlen. Abnahme und Hand-sortierung der Dachziegel. Erneuerung der Lattung. Eindeckung der Dachflächen mit vorhandenen Biberschwanzziegeln, notwendige Ergänzung nach Möglichkeit durch Altziegel. Erneuerung der Dachrinnen und Fallrohre in Kupfer. Anstrich der gesamten Fassade einschließlich Fensterläden, Gesimse und Holzbekleidungen auf der Grundlage der restauratorischen Befunduntersuchung und in Abstimmung mit den Denkmalschutzbehörden.

Abb. 24 Maßnahmenbezogene Baubeschreibung. Öhringen, Altstadt 38, Amtshaus. Baubeschreibung redaktionell erstellt auf der Grundlage der Maßnahmenbeschreibung des Architekturbüros Vosseler und Schimmel, Februar 1998.

ORT:	STRASSE; NR.:
OBJEKT:	

	Bestand	Restauratorische Befunduntersuchung	Schäden
Raum Nr. E2 Laden	Die Außenwände sind massiv gemauert (wohl Bruchsteinmauerwerk), die Innenwände bestehen aus Fachwerk. Die meisten Wandflächen und die Decke sind verputzt und hell gestrichen. Der Wandbereich neben der Ladeneingangstüre ist über hoher Sockelleiste senkrecht verbrettert, beides weiß lackiert. Die vierfelderige Eingangstüre wohl der Jahrhundertwende mit alten Beschlägen ist gleichfalls weiß lackiert. Unter dem Linoleum des Fußbodens befindet sich ein Zementestrich. Der Raum besitzt straßenseitig zwei große Schaufenster wohl der 1960er Jahre ohne jegliche Unterteilung und hofseitig ein sprossiertes Doppelfenster in Einfachverglasung. Die Elektroleitungen laufen teils unter und teils auf Putz.		Die Wandverkleidung aus Holz ist mürbe und zeigt starken Wurmbefall. Die elektro- und wärmetechnische Ausstattung ist ungenügend, die Innenraumhöhe für eine Ladennutzung unzureichend.
Raum Nr. 2.05 Wohnstube	Außen- und Innenwände bestehen aus Fachwerk. Raumprägend ist die umlaufende, weiß deckend gestrichene Holzlamerie mit breiten Rechteckfeldern. Die darüberliegenden Wandflächen sind tapeziert. Die Decke ist mit einer Kalktünche überstrichen. Unter dem Linoleum des Fußbodens befindet sich ein Pitchpine-Boden. Der Raum besitzt straßenseitig vier Fenster, eines davon wurde in jüngerer Zeit übertapeziert. Es handelt sich dabei um ein dreiflügeliges Fenster des 19. Jh. mit Einfachverglasung, alten Beschlägen und graugrünem Farbanstrich. Die drei übrigen Fenster sind als einflügelige, sprossenlose Verbundfenster mit Dreh- und Kippbeschlag ausgebildet. Die zweifeldrige, weiß lackierte Zimmertür ist mit verzierten Beschlägen und einem Kastenschloß ausgestattet. Die Elektroleitungen laufen auf Putz.		Die Lamberie zeigt teilweise Schwundrisse und Holzwurmbefall. Die Zimmertür schließt schlecht. Die elektro- und wärmetechnische Ausstattung ist ungenügend.

BAUHERR:
PLANUNG:

Beabsichtigte Maßnahmen	Konservatorische Stellungnahme	Tatsächlich ausgeführte Maßnahmen	
Entfernung des Linoleums, der Wandverkleidung und sämtlicher Installationen. Herausnahme des Zementestrichs und Absenkung des Bodenniveaus. Neuaufbau des Bodens entsprechend heutigen bautechnischen Erfordernissen. Neuverlegung der Elektro- und Heizungsinstallation unter Putz. Erhalt der Ladeneingangstüre, dabei technische Verbesserung durch eingefräste Dichtungen und Einbau eines Schließzylinders. Einbau neuer Schaufenster aus Holz nach altem Vorbild (Reste auf der Bühne vorhanden). Zum Hof hin Einbau von dreiflügeligen Isolierglasfenstern aus Holz. Weiß deckender Anstrich sämtlicher Fenster und Türen. Anstrich sämtlicher Wände und Decken in Weiß einschließlich üblicher Vorarbeiten.	Bei der geplanten Fußbodenabsenkung darf nicht in das Kellergewölbe eingegriffen werden. Zudem ist der Nachweis zu erbringen, daß der vorgesehene Bodenaufbau für den Keller statisch und bauphysikalisch unbedenklich ist. Für die neuen Fenster sind den Denkmalschutzbehörden Ansichten im Maßstab 1:10 und Profilschnitte im Maßstab 1:1 zur Abstimmung vorzulegen. Die Schaufenster sind dunkel deckend zu streichen und zu bemustern.		Raum Nr. E2 Laden
Abnahme der Tapeten, Entfernung des Linoleums und sämtlicher Installationen. Neuverlegung der Elektroinstallation unter Putz. Einbau von Röhrenradiatoren mit sichtbaren Zu- und Ableitungen. Schreinermäßige Instandsetzung des Holzbodens, der Zimmertür und der Lamberie; Holzwurmbehandlung. Versiegelung des Holzfußbodens. Technische Verbesserung der Türe durch eingefräste Dichtungen und Kastenschloß mit Schließzylinder. Einbau von vier neuen Fenstern als dreiflügelige konstruktive Holzverbundfenster in formaler Anlehnung an das ältere Fenster. Weiß deckender Anstrich von Fenstern, Lamberie und Türe. Rauhfaseretapete, gleichfalls weiß gestrichen.	Vor Beginn der Elektroinstallation ist im Bereich der geplanten Leitungsführung eine restauratorische Schichtenuntersuchung durchzuführen. Für das Einschlitzen in die Wände ist die ausdrückliche Freigabe durch die Denkmalschutzbehörden erforderlich. Sämtliche Schalter und Steckdosen müssen oberhalb der Lamberie installiert werden. Der Holzfußboden ist zu wachsen und nicht zu versiegeln. Das vorhandene Fenster des 19. Jh. ist in situ zu erhalten und schreinermäßig instandzusetzen. Es kann zu einem Kastenfenster erweitert werden. Für die neuen Fenster sind den Denkmalschutzbehörden Profilschnitte im Maßstab 1:1 zur Abstimmung vorzulegen. Halbfutter und Bekleidung sind außen wie innen zu erhalten. Bei der Decke ist auf eine Tapezierung zu verzichten; stattdessen Anstrich in einer bestandsverträglichen Technologie.		Raum Nr. 2.05 Wohnstube

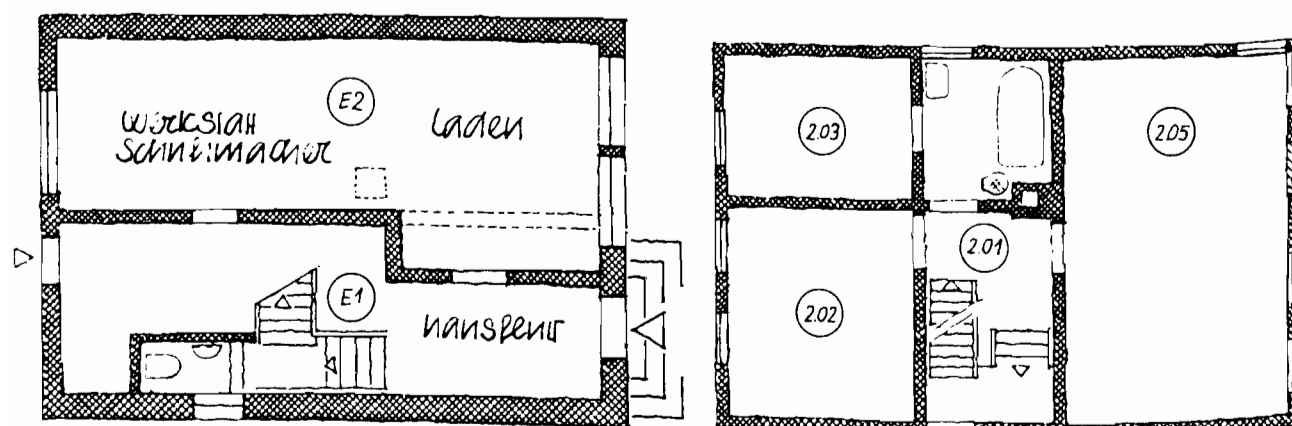
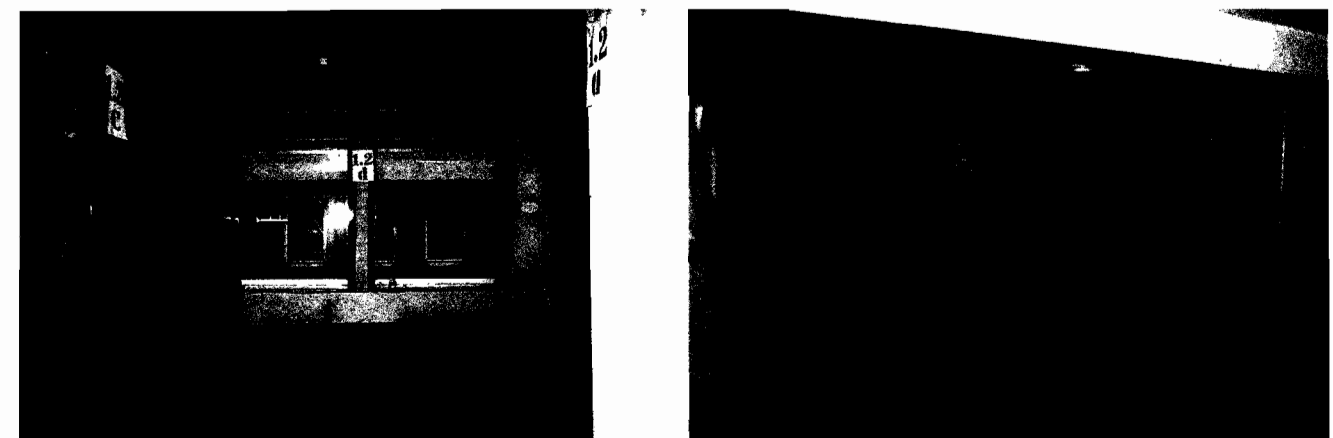


Abb. 25 (oben und rechts) Raumbuch, raumweise differenziert. Öhringen, Kirchbrunnengasse 4. Raumbuch redaktionell erstellt auf Grundlage der Maßnahmenbeschreibung von S. Lauk, Juni 1997.



ORT:	STRASSE, NR.:
OBJEKT:	RAUM-NR.:

	Bestand	Restauratorische Befunduntersuchung	Schäden
Wände allgemein	Die Außenwand aus Sandsteinmauerwerk, die Innenwände aufgerichtet in ausgemauertem Fachwerk. Alle Wandflächen verputzt und in einem Rotton gestrichen. Umlaufende schmale Sockelleisten in beigefarbenem Anstrich.	An den Wänden Kalkputz mit heller graubeige Kalkschlämme als Grundierung. Darauf geringe Reste von ehemals bedruckten Tapeten und grauem Makulaturpapier aus alten Zeitungen. Darüber ein kräftiger roter Farbton - nach Abnahme der Tapeten - mehrfach lasierend aufgetragen. Die letzte Fassung ein mittelroter Leimfarbenstrich. Sekundäre Sockelleisten aus Nadelholz mit hellweißer Grundierung, darauf beige Anstrich in Ölfarbe.	Wände an mehreren Stellen mit geringen Setzungsrisen. Anstrich auf den Sockelleisten blättert teilweise ab.
Wand 1 (Nord) Außenwand	In dieser Wandfläche sind 2 Fenster mit Außenklapppläden enthalten. Zurückspringende Fensterbrüstungen mit beige lackiertem Fensterbrett. Weiß lackierte Holzverbundfenster der 1960er Jahre: links einflügelig mit außenliegender Kreuzsprosse und Oberlichtflügel mit senkrechter Außensprosse, rechts vierflügelig mit durchlaufendem Setzholz.		Sämtliche Beschläge schwergängig. An beiden Fenstern fehlen die Oliven.
Wand 2 (Ost) Innenwand	Beige lackierter Türrahmen. Die Bekleidung ausgestattet mit außen umlaufender Profilierung und markanten Basen. Das Türblatt, das zum angrenzenden Raum aufging, ist eingelagert.	Türrahmung aus Nadelholz. Helle rötlich beige Grundierung und altweißer Anstrich als Erstfassung. Dunkelgraue Zweitfassung. Helle graublauere Drittfassung. Beige Farbton als jetzt angetroffener Zustand.	
Wand 3 (Süd) Innenwand	In der Wandmitte ehemalige Türöffnung, mittels überstrichener Holzplatte geschlossen.		Risse entlang der Holzplatte.
Wand 4 (West) Innenwand	siehe Wand 2 (Ost)		
Decke	Unterseitig verputzte Holzbalkendecke mit weißem Anstrich. Am Deckenrand umlaufendes Stuckprofil. Im Abstand von etwa 30 cm durch Stabprofil eingefaßter Deckenspiegel.	Unter der jetzt vorhandenen hellen Leimfarbschicht weitere leimgebundene oder leimemulgierte Farbschichten. Diese Farbtöne bewegen sich in hellen grauen und blaugrauen Farben. Zwischen Deckenspiegel und Stuckrand aufschablonierte Malerei, zum Randstuck hin abgeschlossen mit einem etwa 1 cm breitem dunkelblauen Band. Die Tiefen der Stuckprofilierungen in dunkelbraunen Tönen.	Die Decke mit etlichen Rissen, die auch durch das Stuckrandprofil gehen.
Fußboden	Kassettierter Holzfußboden mit unterschiedlich breiten Holzdielen (bis zu 40 cm), rot überstrichen. Aufteilung der Hölzer in Bestandszeichnung festgehalten.		Schwundrisse, einige Dielen zudem lose.
Installationen	Elektroleitungen unter Putz. In der östlichen Fensternische Elektrospeicherofen, Zuleitung auf Putz verlegt.		
Sonstiges			

BAUHERR:
PLANUNG:

Beabsichtigte Maßnahmen	Konservatorische Stellungnahme	Tatsächlich ausgeführte Maßnahmen	
Durch den Restaurator: Abnahme des mittelroten Leimfarbenstrichs. Schließen der Risse im Kalkputz. Sichern des Putzes und der verbleibenden Anstriche. Rekonstruierende Neufassung des kräftigen Rottons in reversibler Technologie. Durch den Maler: Abwaschen und anschleifen der Sockelleisten. Ausspachteln der schadhafte Stellen, vorlackieren. Schlußanstrich in grau nach Bemusterung.	Die Tapetenfragmente sind zu sichern und zu erhalten. Nach Abnahme des mittelroten Leimfarbenstrichs kann in Absprache mit den Denkmalschutzbehörden ein Sichtfeld (etwa DIN A 4 groß) ausgespart werden, in dem die restauratorisch gesicherte, unretuschierte kräftig rote Originalfassung gezeigt wird.		Wände allgemein
Erhalt der Fenster. Beschläge gangbar machen, falls erforderlich austauschen. Erneuern der Oliven. Neuanstrich der Fenster weiß deckend nach Vorarbeiten. Anstrich der Fensterbretter in grau nach Bemusterung.			Wand 1 (Nord) Außenwand
Neuanstrich in reversibler Technologie nach Bemusterung und in Anlehnung an die Drittfassung.	Es wird empfohlen, das eingelagerte Türblatt zwecks Wiederverwendung ggf. schreinermäßig instandzusetzen und raumseitig analog zum Türrahmen neu zu streichen.		Wand 2 (Ost) Innenwand
Wiederherstellung eines Türrahmens samt Türblatt in Form und Farbgebung wie in Wand 2 und 4.	Der neue Türrahmen samt Türblatt ist nicht als detailgetreue Kopie zu fertigen sondern lediglich in freier Anlehnung an den Altbestand. Werkpläne (Ansicht im Maßstab 1:10, Profilschnitte im Maßstab 1:1) sind den Denkmalschutzbehörden zur Abstimmung vorzulegen.		Wand 3 (Süd) Innenwand
			Wand 4 (West) Innenwand
Durch den Restaurator: Entfernung der zuletzt aufgetragenen Leimfarbe. Sicherung von Putz, Stuck und älteren Farbfassungen. Schließen vorhandener Risse. Neufassung in reversibler Technologie nach historischem Befund samt Schablonenmalerei. Weitere Angaben zu Materialien und Detailausführung siehe Leistungsverzeichnis des Restaurators.	Nach Abnahme des Leimfarbenstrichs sollte in Absprache mit den Denkmalschutzbehörden ein Sichtfeld (etwa DIN A 4 groß) ausgespart werden, in dem die restauratorisch gesicherte, unretuschierte Schablonenmalerei samt anschließender Farbfassung der Stuckprofilierung gezeigt wird. Die Neufassung ist zu bemustern und mit den Denkmalschutzbehörden abzustimmen.		Decke
Erhalt des historischen Bodens. Abschleifen, ausbessern und ausfugen der Risse. Die schmaleren Eichenriemen dunkel beizen und den gesamten Boden versiegeln.	Um die vorhandene Unebenheit des historischen Bodens zu erhalten, sollte auf ein maschinelles Abschleifen des Bodens verzichtet werden. Im ersten Schritt ist der Boden auf einer Musterfläche abzulaugen. Die weiteren Arbeiten werden in Abstimmung mit dem Handwerker und den Denkmalschutzbehörden festgelegt. Auf ein Nachbeizen der Eichenriemen und auf eine Versiegelung des Bodens ist zu verzichten. Stattdessen ist der Boden zu wachsen.		Fußboden
Entfernung sämtlicher Installationen. Einbau von Röhrenradiatoren, HK-Anschlußleitungen im waagerechten Schlitz. Beleuchtung: 4 System-Wandleuchten in den Raumecken; 2 NV-System mit Strahler. 1 Notleuchte; FM-Technik: 1 Rauchmelder, 1 Raumüberwachung. UP-Installation sämtlicher Elektroleitungen.	Die Zu- und Ableitungen der Röhrenradiatoren sind sichtbar zu führen und anthrazit zu streichen. Die Beleuchtungskörper sind zu bemustern und mit den Denkmalschutzbehörden abzustimmen.		Installationen
			Sonstiges

Abb. 26 (oben und rechts) Raumbuch, flächenweise differenziert. Öhringen, Karlsvorstadt 38, Weygangmuseum. Auszug aus dem Raumbuch des Architekturbüros K. Bernhardt, Raum E5, Juni 1998, redaktionell überarbeitet.

2.2 Bauhistorische Untersuchungen

Bei bauhistorischen Untersuchungen werden Baubefunde in ihrem räumlichen und stilistischen Zusammenhang interpretiert. Grundlage ist jeweils die Bauaufnahme; in ihr werden die konstruktiven Zusammenhänge aufgezeigt und die Bauabfolgen dargestellt. Für bestimmte Fragestellungen sind gezielte Eingriffe in die Bausubstanz oft unerlässlich; hier ist in der Regel ein Restaurator hinzuzuziehen. Andere naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden, z. B. Dendrodatierungen, können weitere Aufschlüsse über Bauabfolgen und -alter geben. Parallel dazu erfolgen Recherchen zu den Bild- und Schriftquellen.

Für bauhistorische Untersuchungen müssen die Bearbeiter entsprechende Fachkenntnisse mit Erfahrungen an gleichartigen Objekten vorweisen können.

Zusammengefasst ergeben diese Untersuchungen ein Bild von der ehemaligen Funktion, dem Aufbau und den Veränderungen eines Gebäudes, auf dessen Grundlage die Umsetzung geplanter Maßnahmen erfolgen kann.

2.2.1 Untersuchungen zur Baustruktur

Bauhistorische Untersuchungen am Objekt haben primär das Ziel, die ursprüngliche Konstruktion, d. h. den Kernbestand, zu lokalisieren und die unterschiedlichen Um- und Anbauphasen zu erkennen und einzuordnen. Weiterhin werden Hinweise auf den konstruktiven Aufbau gegeben, z. B. wo tragende Wände sind und wie die Lastabtragungen im Dachwerk und in den einzelnen Stockwerken sind. Dabei gilt es auch, konstruktive Schwachstellen zu erkennen und zu beschreiben. Zusätzliche Aussagen werden zu den ursprünglichen Nutzungen der Räume erwartet.

Grundlage für die Kartierung der Einzelbefunde und der konstruktiven Zusammenhänge ist die Bauaufnahme. Die erforderliche Genauigkeitsstufe richtet sich nach der Dichte der Einzelinformationen und den zusätzlichen Belangen, z. B. für Schadenskartierung und Planung. Sind Grundlagen für statisch-konstruktive Untersuchungen zu erstellen, ist Stufe III oder IV obligatorisch. Kurzuntersuchungen, die ausschließlich die strukturellen Zusammenhänge aufzeigen sollen, können auf der Grundlage von Altplänen mit geringerer Genauigkeit oder mit ungefähr maßstäblichen Skizzen durchgeführt werden. Untersuchungen zur Baustruktur können sich auf ein Gesamtgebäude oder auf speziell zu untersuchende Einzelaspekte und -bereiche beziehen.

Bei den Untersuchungen sind zunächst die relativen Bauabfolgen zu erfassen, z. B. welche Mauerzüge sind durchgehend bzw. welche Ecken sind im Verbund gemauert, welche Mauern wurden nachträglich angesetzt oder welche nachträglichen Veränderungen sind in einem Dachwerk oder an einer Fassade erfolgt. Wertvolle Hinweise auf den Originalbestand können Steinmetzzeichen und Zangenlöcher beim Mauerwerk und Abbundzeichen bei hölzernen Tragwerken geben. Erst danach kann, wenn möglich und erforderlich, die absolute Zuordnung erfolgen. Bestimmte Fragen lassen sich oft nur durch Eingriffe in die Bausubstanz beantworten. Hier ist ein Restaurator hinzuzuziehen, der durch gezielte Sondagen zusätzliche Er-

kenntnisse über den Schichtenaufbau und die Bauabfolgen gewinnen kann.

Der Untersuchungsbericht ist in folgende Abschnitte zu gliedern:

- Kartierung der Einzelbefunde, stichwortartige Beschreibung in den Plänen oder nach Befundnummern.
- Zusammenfassung und Beschreibung der Befunde nach stilistischen und typologischen Merkmalen und unter den Gesichtspunkten Funktion, Form, Material und Bautechnik.
- Beschreibung der Befunde unter den Gesichtspunkten Konstruktion und Gefüge, Bauabfolgen, frühere Funktionen und ggf. Bauzustand.
- Zusammenfassung und Gesamtbeurteilung.

Einzelbefunde und Raumeindrücke sind zusätzlich photographisch zu dokumentieren. Bauabfolgen können durch Baualterspläne verdeutlicht werden.

Dendrochronologische Untersuchungen

Durch dendrochronologische Untersuchungen sind in der gefügekundlichen Analyse kurzfristige und prägnante Aussagen möglich. Wesentlich ist auch hier, dass das Gebäude oder Bauteil zunächst baulich und konstruktiv beurteilt wird. Aus den dendrochronologischen Daten können dann Rückschlüsse auf die zeitliche Einordnung der zugehörigen Konstruktionseinheiten gewonnen werden (Abb. 28-32).

Die dendrochronologische Untersuchung gliedert sich in vier Abschnitte (nach B. Lohrum):

- Ziel der Untersuchung: Erkennen und Datieren des Kernbestandes, ggf. der Umbauphasen, ggf. der wiederverwendeten Hölzer.
- Dokumentation: Kartieren der Baubefunde und Probenentnahmestellen. Liegt keine Bauaufnahme vor oder ist sie für diese Belange unvollständig, ist ein Skizzenaufmaß des zu datierenden Bauteils zu erstellen. Neben einem obligatorischen Grundriss können Schnitte oder Photos die Dokumentation ergänzen (ein Dendrodatum ist nur bedingt verwendbar, wenn auf eine Lokalisierung der Probeentnahmestelle verzichtet wurde). Ziel der Dokumentation ist die verständliche Darstellung der analysierten und untersuchten Bauteile verbunden mit der Information, was datiert wurde.
- Dendrochronologische Daten: Auflistung der dendrochronologischen Fakten, die nach Auswertung im Dendrolabor die Datierung ergeben.
- Schriftliche Zusammenfassung: Kurze Beschreibung der untersuchten Bauteile und ihrer Bezüge zu den ermittelten Dendrodaten.

Weiterführende Literatur:

Becker, Bernd, Dendrochronologie in der Hausforschung am Beispiel nordbayrischer Häuser, in: Jahrbuch für Hausforschung 33, 1983, 423-441. - Lohrum, Burghard, Bundseiten und Bezugsachsen-schnittpunkt im historischen Fachwerkbau, in: Südwestdeutsche Beiträge zur historischen Bauforschung, Band I/1992, 151-169.

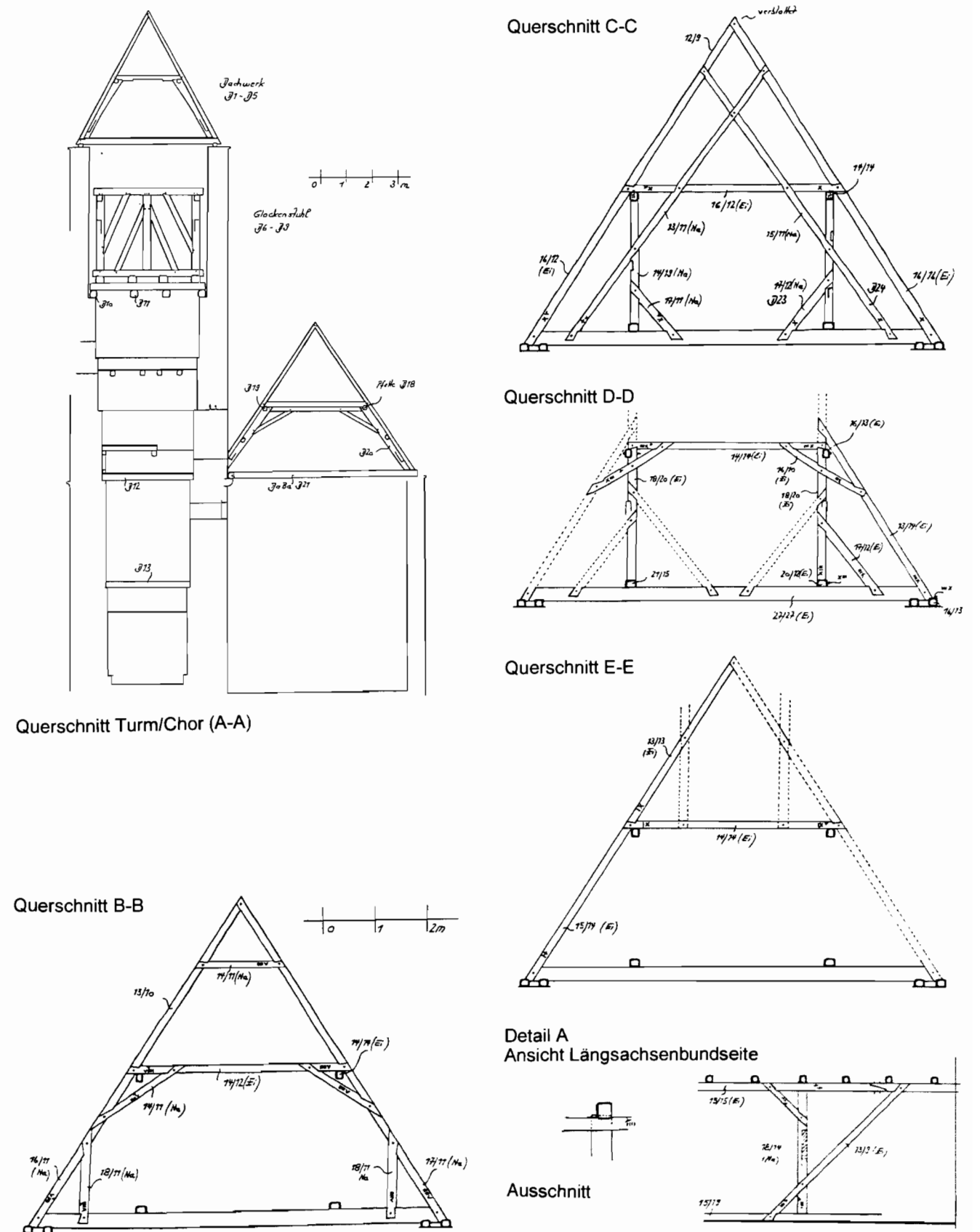


Abb. 28 Dendrochronologische Untersuchung. Fischingen, Ev. Kirche, Systemquerschnitte im Maßstab ca. 1:50 bzw. 1:100, verkleinert im Maßstab ca. 1:100 bzw. 1:200 mit Kartierung der Baubefunde und Kennzeichnung der Probeentnahmestellen.

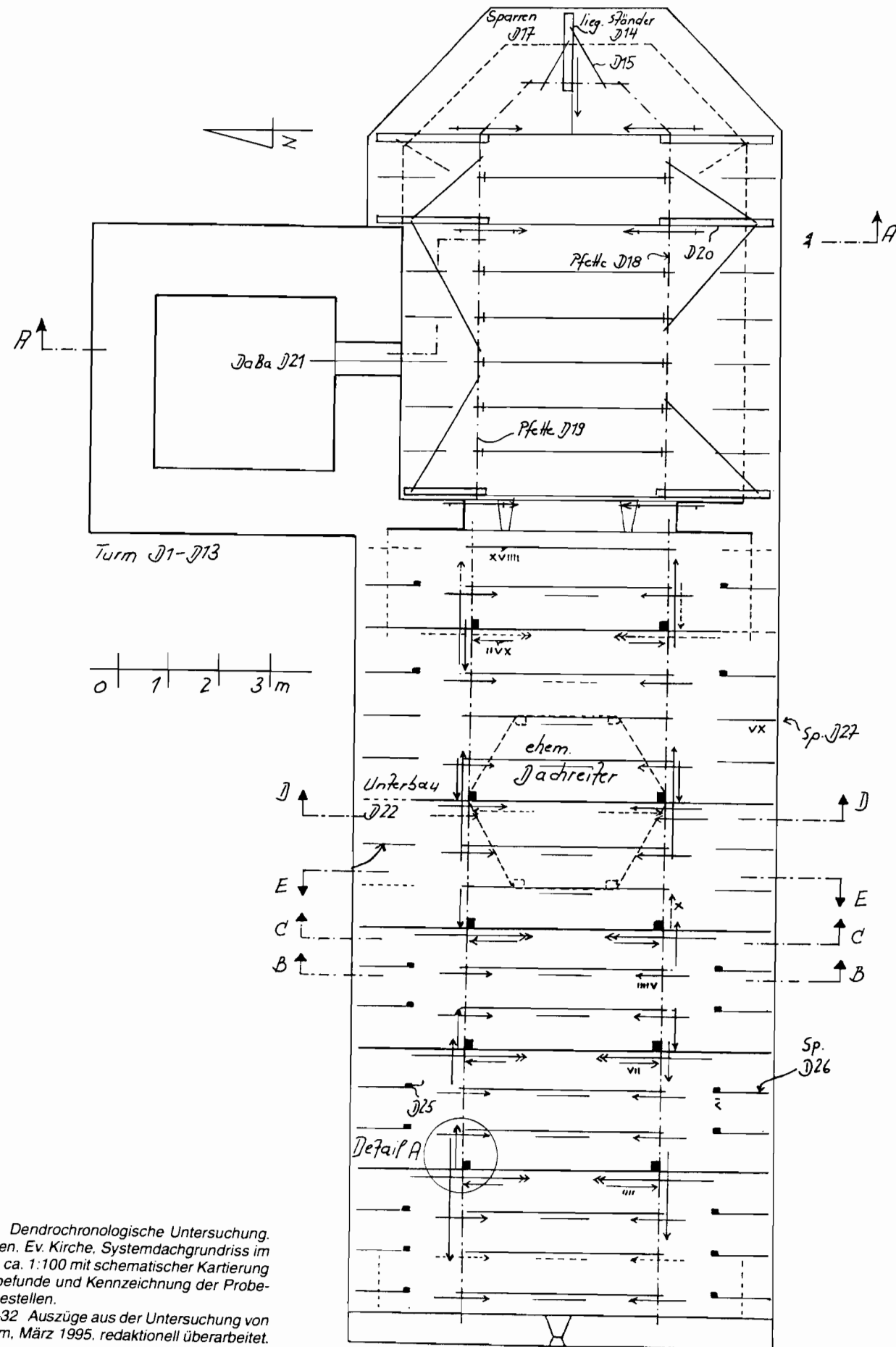


Abb. 29 Dendrochronologische Untersuchung. Fischingen. Ev. Kirche. Systemdachgrundriss im Maßstab ca. 1:100 mit schematischer Kartierung der Baubefunde und Kennzeichnung der Probenentnahmestellen.
Abb. 28-32 Auszüge aus der Untersuchung von B. Lohrum, März 1995. redaktionell überarbeitet.

Gerüst

- vorh. origin. Ständer
- nachgewiesener Ständer
- vermuteter Ständer
- Ständer mit kopfzoniger Schale
- Unterzug/Pfette
- Wand
- Lage der Bundseite an Unterzug/Pfette
- Lage der Bundseite an Ständer/Wand

Dachwerk

- stehender Ständer
- Pfette
- liegender Stuhlständer
- über zwei Dachebenen durchlaufender lieg. Stuhlständer
- Schwelle, Riegel, Sparren, Kehlbalken
- Dachaussteifung zw. lieg. Ständer - Pfette geblattet
- Dachaussteifung zw. Schwelle - über Riegel - Pfette gezapft
- verblatteter Kehlbalken
- gezapfter Kehlbalken
- Hahnbalcken
- Walm vorhanden
- Walm fehlt

Gefüge

- vorhandenes Gefügeholz
- nachgewiesenes Gefügeholz
- einseitig gezapft/verblattet
- beidseitig gezapft
- Ständer-/Wandaussteifung
- zum Ständer ansteigendes Fußband
- zum Ständer ansteigende Fußstrebe
- vom Ständer aufsteigendes Kopfband
- vom Ständer aufsteigende Kopfstrebe
- Ständer diagonal überquerendes Steigband
- Ständer diagonal überquerende Steigstrebe
- überkreuzende Aussteifung verblattet
- überkreuzende Aussteifung gezapft
- bis zur nächsten Ebene aufsteigendes Gefügeholz
- von unterer Ebene aufsteigendes Gefügeholz
- Feldband
- Feldstrebe
- sich überkreuzende Wandbänder
- sich überkreuzende Wandstreben

Wandfüllung

- Flechtwerk
- Bruchstein
- Backstein
- Hohlziegel
- Bohlen
- Bretter

Abb. 30 Befunddarstellung Holzkonstruktion. Symbole und Erläuterungen zur Befunddarstellung in Systemgrundrissen.

Dachwerk, Turm (QS A-A)		16 Tanne, 80 Ringe, vor WK, letzter erh. Ring: 1516
1 Tanne, 78 Ringe, WK	Fällung: Winter 1525/26	17 Tanne, 49 Ringe, WK nicht datiert
2 Tanne, 32 Ringe, WK?	Fällung: Winter 1516/17	Dachwerk, Chor (GR, QS A-A)
3 Tanne, 58 Ringe, WK	Fällung: Winter 1525/26	18 Fichte, 39 Ringe, WK nicht datiert
4 Tanne, 22 Ringe, WK	Fällung: Winter 1525/26	19 Tanne, 34 Ringe, WK nicht datiert
5 Tanne, 16 Ringe, WK	nicht datiert	20 Fichte, 39 Ringe, WK nicht datiert
21 Tanne, 42 Ringe, WK	nicht datiert	Langhaus, Türsturz Nordwand (GR)
Glockenstuhl, Turm (QS A-A)		22 Eiche, 44 Ringe, WK? letzter erh. Ring: 1383?
6 Eiche, 118 Ringe, kein Splint, letzter erh. Ring: 1498		Dachwerk, Langhaus (GR, QS C-C)
7 Eiche, 83 Ringe, WK nicht datiert		23 Tanne, 39 Ringe, WK Fällung: Winter 1383/84
8 Eiche, 104 Ringe, kein Splint, letzter erh. Ring: 1501		24 Tanne, 45 Ringe, WK Fällung: Winter 1383/84
9 Eiche, 116 Ringe, WK Fällung: Winter 1519/20		25 Tanne, 38 Ringe, WK Fällung: Winter 1384/85
Gebälk unter Glockenstuhl (QS A-A)		26 Tanne, 52 Ringe, WK Fällung: Winter 1383/84
10 Eiche, 42 Ringe, Splint, Fällung: 1526 +/- 10		27 Eiche, 51 Ringe, WK Fällung: Winter 1387/88
11 Eiche, 56 Ringe, vor WK, letzter erh. Ring: 1516		28 Eiche, 41 Ringe, WK Fällung: Winter 1388/89
Turmgebälk (QS A-A)		
12 Eiche, 81 Ringe, WK Fällung: Winter 1527/28		
13 Eiche, 77 Ringe, WK Fällung: Winter 1527/28		
Walm, Chordach (GR)		
14 Tanne, 79 Ringe, WK Fällung: Winter 1523/24		
15 Tanne, 29 Ringe, WK Fällung: Winter 1523/24		

WK = Waldkante, letzter gewachsener Ring vor der Fällung. Die Lage der untersuchten Bauhölzer ist aus den beigelegten Skizzen ersichtlich.

Gerüst- und Gefügesystem	Langhaus
Der Kirchenbau besitzt einschließlich dem hölzernen Innengerüst des Turmes vier verschiedene Dachwerkkonstruktionen.	Das Dachwerk des Langhauses ist weitaus älter. Zwischen zwei massiven Giebeln ist ein einheitliches Dachwerk abgezimmert. Es besteht aus insgesamt 19 verblatteten Gebinden. Ausgehend vom Westgiebel sind sie durch die römische Zahlenfolge I bis XVIII gekennzeichnet, wobei zur Unterscheidung der beiden Traufen die Hölzer ein zusätzliches Symbolzeichen besitzen (Dachgrundriß).
Chor	Das tragende Gerüst bildet in sich stabile Sparrendreiecke (QS B-B), welche durch eine zweifach stehende, auf Längsschwellen gezapfte Stuhlkonstruktion unterstützt werden (QS C-C).
Der Chorwalm mit dem liegenden, in der Regel verblatteten Stuhlgerüst datiert in die Jahre 1523/24(d). Das ehemals zeitgleiche Chordach, dessen konstruktive Anschlüsse an den Walm noch erkennbar sind, wurde im 18./19. Jahrhundert ersetzt.	Dieses Stuhlgerüst ist in 5 inneren Querbindern angeordnet. Besondere Beobachtung gilt dem 2. Querbinder von Ost (QS D-D). Zusammen mit den beiden benachbarten Leergebinden (QS E-E) unterstützte er ehemals einen zur Kernkonstruktion gehörigen, später abgebrochenen Dachreiter.
Turm	Bemerkenswert ist die Verbindung zwischen Pfette und Stuhlständer. Die Zapfen der Stuhlständer durchstoßen die gesamte Pfettenhöhe und greifen in der Art eines Kammes in die Kehlbalken (Detail A).
Die Holzkonstruktion des Turmes ist ebenfalls der Bauperiode des Chores zuzurechnen. So datiert das Turmgebälk um 1527/28(d), während die Hölzer für das liegende, verzapfte Stuhlgerüst des Turmdaches im Winter 1525/26 gefällt wurden (QS A-A).	

Abb. 31, 32 Dendrochronologische Daten und Bericht zur Dendrodatierung, Fischingen, Ev. Kirche.

2.2.2 Baualterspläne

Um einen Überblick über das Alter von Gebäuden einer Stadt oder einer Anlage sowie der Bauphasen eines Gebäudes zu erhalten, werden Baualterspläne ausgearbeitet. In einfachen Fällen genügt es, die einzelnen Bauphasen oder Perioden durch Schraffuren oder Raster zu kennzeichnen, wobei die älteren Gebäude oder Bauteile dichter bzw. dunkler gekennzeichnet werden als die jüngeren. Einen besseren Überblick erhält man, wenn die Bauphasen farbig angelegt werden.

Eine genaue und allgemein gültige Zuordnung der Farben zu einer Zeitstellung oder zu einem Baustil kann nicht gegeben werden, da innerhalb eines Jahrhunderts oder einer Stilrichtung mehrere Phasen vorkommen können und somit eine flexible Regelung erforderlich ist. Die hier vorgegebene Farbskala mit den entsprechenden Richtwerten kann deshalb nur dann eingehalten werden, wenn die Bauabfolgen in dieses Schema passen, ansonsten muss die Skala verschoben werden. Dagegen wird die Farbabfolge von Violett nach Blau, Grün, Rot, Ocker und Gelb festgelegt. Die Abstufung erfolgt somit von den dunkleren zu den helleren Farben, wobei zwischen Grün und Rot eine Unterbrechung und Umkehrung des Farbkreises in Kauf genommen wird. Innerhalb der einzelnen Grundfarben kön-

nen wiederum durch dunklere und hellere Töne weitere Abstufungen erfolgen, wobei auch hier die dunkleren Töne jeweils die älteren Bereiche kennzeichnen.

Bei komplizierten Befunden können zusätzliche Kennzeichnungen mit Schraffuren oder Rastern erforderlich werden. Insbesondere bei bauarchäologischen Untersuchungen mit unterschiedlichen Perioden oder Vorgängerbauten können hinsichtlich der Lesbarkeit Probleme auftauchen, ggf. müssen hier mehrere Pläne gezeichnet werden.

Die Farbe Schwarz soll nicht verwendet werden, da sie gezeichnete Befunde verdeckt. Die Bereiche, die keiner Bauphase zugeordnet werden können oder nicht untersucht wurden, bleiben weiß.

Die genaue Zuordnung der Farben muss für jedes Objekt definitiv in einer Legende festgehalten werden. Unterschiedlich dicht aufgetragene Farben sowie unterschiedliche Druck- und Kopierverfahren können die Farbwerte verschieben; Farblegenden müssen deshalb auf allen Plänen angebracht werden.

Baualterspläne von Städten können sowohl nach stilistischen Kriterien als auch nach Zeitspannen aufgestellt werden. Möglich ist auch eine Kombination aus beiden Elementen, wobei primär die Stilrichtungen vor- und die Zeitspannen, ggf. mit Überschneidungen, ergänzend angegeben werden (s. auch Strobel/Buch, Ortsanalyse, 1986, 40).

Farbton	Bauphase	CMYK Anteile in % (K=0%)	FABER- "polychromas"	PANTONE- "uncoated"
	Romantik	vor 12. Jh.	136	513
		12. Jh.	125	233
	Gothik	13. Jh.	120	661
		14. Jh.	145	836
	Renaissance	15. Jh.	163	355
		16. Jh.	170	392
	Klassizismus	17. Jh.	117	485
		18. Jh.	124	486
	Historismus	19. Jh.	186	137
		20. Jh.	105	102
	(unbestimmt)			

Abb. 33 Farbabfolgen zur Kartierung der Bauphasen. Die Farbskala kann in Bezug auf Zeitstellung und auf die Stilrichtung verschoben werden, die Farbabfolgen sind beizubehalten.

Exakte Daten werden aus archivalischen Quellen (Ergänzung »a« nach der Jahreszahl), Inschriften (»i«) oder dendrochronologischen Untersuchungen (»d«) gewonnen, sie werden in einem Baualtersplan so genau wie nachweisbar angegeben. Datierungen aufgrund von stilistischen Erkenntnissen können umschrieben werden, z. B. »2. Hälfte 18. Jh.« bzw. »um 1780«. Bauteile, die zwischen zwei bekannten Bauphasen liegen müssen, werden entsprechend gekennzeichnet, z. B. »zw. 1780 u. 1840«. Weiterhin können bestimmte Bauphasen zusammengefasst werden, wenn sie für die weitere Beurteilung oder für die Rekonstruktion der wichtigen Bauzustände nicht relevant sind, z. B. alle jüngeren Umbauten ab einem bestimmten Zeitpunkt. Unterschiedliche Fassungen an den Wänden, ermittelt durch restauratorische Untersuchungen, können im Grundriss mit wandparallelen Linien gekennzeichnet werden (s. Titelbild u. Abb. 33–35, 49).

2.2.3 Literaturrecherche und Archiverhebungen

Bei den bauhistorischen Untersuchungen erfolgt parallel zu den Arbeiten am Objekt die Erhebung und Auswertung der Bild- und Schriftquellen. Bei der Auswertung sind die Quellen kritisch auf ihre Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit zu prüfen. Sie wurden in der Regel für eine andere Zweckbestimmung erstellt und können subjektiv beeinflusst sein. Viele Informationen, die Rückschlüsse auf das Bauwerk geben, lassen sich nur indirekt erschließen, z. B. über Rechnungen, Steuer- und Inventarlisten, Kaufverträge oder Schenkungsurkunden. Der Aufwand für eine gründliche Recherche ist deshalb nicht zu unterschätzen, auch weil die Erhebungen häufig in verschiedenen Bibliotheken und Archiven vorgenommen werden müssen.

Photographien sind authentische Quellen, sie können die sichtbaren Baubefunde in allen erkennbaren Details zeigen. Einen besonderen Stellenwert haben photogrammetrische Aufnahmen, sie können nicht nur interpretiert (räumlich bei Stereoaufnahmen) sondern auch ausgemessen werden.

Pläne oder Zeichnungen wurden immer für ein bestimmtes Thema gefertigt, sie können fehlerhaft oder unvollständig sein. Deshalb müssen das Planthema hinterfragt, die Genauigkeit abgeschätzt bzw. überprüft und der Generalisierungsgrad bewertet werden. Bei Bauplänen muss gefragt werden, ob die Bauausführung tatsächlich nach der Planung erfolgt ist.

Orts- und Bauakten des ausgehenden 19. und des 20. Jahrhunderts lassen sich in der Regel problemlos lesen und bewerten. Problematisch ist meist, dass die geplanten Maßnahmen variantenreich und ausführlich im Schriftverkehr erörtert und mit Skizzen oder Plänen belegt sind, die tatsächlich ausgeführten Maßnahmen oft nicht oder nur anhand der Rechnungen rekonstruiert werden können.

Ältere Archivalien sind schwieriger zu lesen und zu interpretieren. Hier müssen Personen mit Spezialkenntnissen, Kunsthistoriker oder Archivare, hinzugezogen werden.

Nicht zu unterschätzen sind mündliche Überlieferungen. Ältere Hausbewohner können oft Hinweise auf frühere oder heute nicht sichtbare Bauzustände geben.

Bei Untersuchungsberichten und Veröffentlichungen müssen entsprechende Zitate gekennzeichnet und die genauen Quellen angegeben werden. Bei Abbildungen müssen die Veröffentlichungsrechte geprüft und eingeholt werden.

Weiterführende Literatur:

Grossmann, Ulrich, Einführung in die historische Bauforschung, 1993. – Knopp, Gisbert/Norbert Nußbaum/Ulrich Jacobs, Bauforschung. Dokumentation und Auswertung, Landschaftsverband Rheinland, Rheinisches Amt für Denkmalpflege, Arbeitsheft 43, Köln 1992.

2.3 Untersuchungen mit Eingriffen in die Bausubstanz

Baudenkmäler sind Geschichtsquellen der Vergangenheit. Jeder Eingriff in den überkommenen Bestand und jede Veränderung ist mit Verlusten verbunden. Da historische Quellen – Zeugen der Vergangenheit – nicht wie natürliche Rohstoffe »nachwachsen«, bedarf es des sorgsamsten Umgangs. Die Denkmalpflege ist gehalten, für Pflege und Erhaltung dieser Denkmäler Sorge zu tragen, zugleich aber auch die Denkmalkennntnis zu verbessern. Dieser scheinbare Widerspruch bedeutet, dass der Wunsch nach Erforschung der baugeschichtlichen Entwicklung des einzelnen Denkmals und der Ermittlung von Nutzungen, innerer Organisation, Konstruktionsweisen und Ausstattungsmerkmalen der Grundforderung nach Erhaltung und Pflege nachzuordnen ist.

Die Sanierung, Restaurierung, Modernisierung oder Umnutzung historischer Bauten setzt ihre Kenntnis voraus. Hier ist es konservatorische Aufgabe, die Problemstellungen und Fragen zu formulieren, deren Beantwortung am Gebäude Voraussetzung für eine angemessene, substanzschonende denkmalpflegerische Behandlung der jeweiligen Problemstellung ist. Die dabei unvermeidlichen, regelmäßig in die gewachsene Bausubstanz eingreifenden Maßnahmen sind auf das Notwendigste zu beschränken. Wesentlich ist, dass zuvor alle zerstörungsfreien Dokumentationsmethoden – Bauaufnahme, Beschreibung des sichtbaren Bestandes im Raumbuch – ausgeschöpft wurden und aufgrund der dadurch erworbenen Vorkenntnisse die Eingriffe in die Bausubstanz auf ein Minimum beschränkt werden können.

Untersuchungen mit Eingriffen in die Bausubstanz dürfen ausschließlich von speziell geschultem Fachpersonal durchgeführt werden. Sie müssen mit den Denkmalschutzbehörden abgestimmt werden, und es muss das Einverständnis des Bauherren vorliegen.

2.3.1 Restauratorische und bauarchäologische Untersuchungen

Bauarchäologische und restauratorische Untersuchungen sind oft in mehreren Schritten notwendig: Durch gezielt angelegte Suchfenster in den Wänden oder Schnitte im Boden werden Informationen gewonnen, die vom fragmentarisch Sichtbaren auf die Gesamtstruktur schließen lassen. Wichtig ist, dass bei diesen stratigraphischen Untersu-

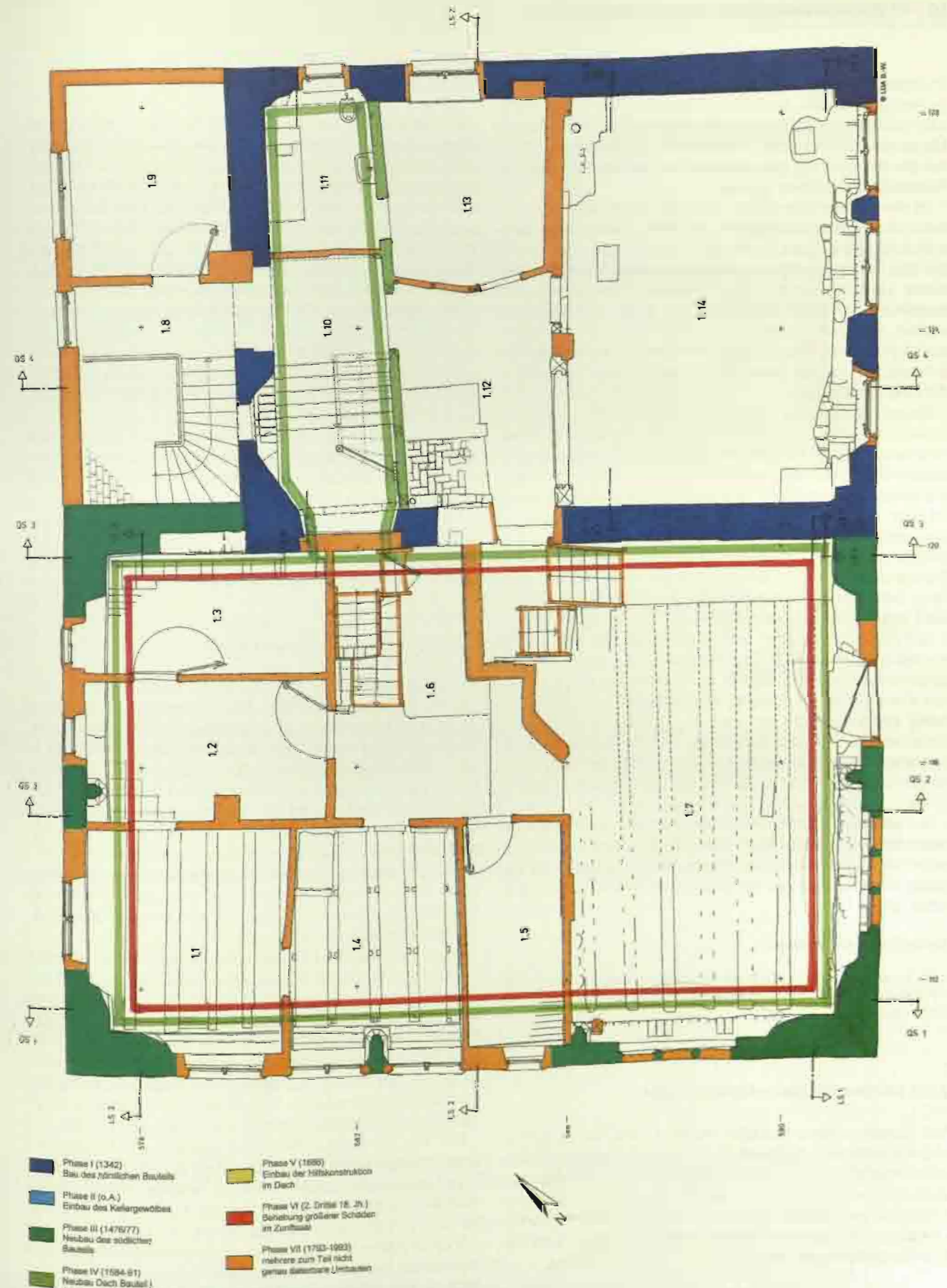


Abb. 34 Baualtersplan. Wangen, Zuntzhausgasse 11, Grundriss 1. OG. Bauaufnahme, Handaufmaß im Maßstab 1:20, verkleinert auf Maßstab 1:125. Abfolge der Bauphasen mit Kennzeichnung der Restaurierungsphasen im ehemaligen Zuntzsaal.

chungen sämtliche Schichten dokumentiert und genau eingemessen werden. Auf dieser Grundlage kann eine erste bauhistorische Analyse erstellt werden, bei notwendigen Modernisierungen oder Umbaumaßnahmen kann schon bei der Planung auf die bauhistorisch wertvollen Bereiche Rücksicht genommen werden.

Ist die Bauplanung erfolgt, sind bei notwendigen Eingriffen in die Bausubstanz oder in den Untergrund erneut bauarchäologische Untersuchungen erforderlich. Dies kann vor den Baumaßnahmen erfolgen, in vielen Fällen werden diese Untersuchungen aber während der Bauarbeiten stattfinden müssen. Problematisch sind kleinere Baustellen, wo sporadische baubegleitende Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Hier muss die rechtzeitige Information und die Koordination der Arbeiten durch den Architekten erfolgen.

Bauarchäologische Untersuchungen werden in zunehmendem Maße von freiberuflich Tätigen durchgeführt. Während bei den Voruntersuchungen der Umfang der Arbeiten wie bei der zeichnerischen Bauaufnahme im Vorfeld festgelegt und somit der Aufwand kalkuliert werden kann, ist dies bei den nachfolgenden Untersuchungen nicht immer eindeutig möglich. Hier sind entsprechende Vereinbarungen zu treffen; die Absprachen zwischen Architekten, Denkmalpflegern und Bauarchäologen über Art und Umfang der Untersuchungen sowie die zeitlichen Vorgaben sind von Fall zu Fall festzulegen.

Bei restauratorischen und bauarchäologischen Untersuchungen ist es eine Grundaufgabe, die als notwendig erachteten Substanzeingriffe im Einzelfall in angemessener Form durch Zeichnung, Photographie und Beschreibung zu dokumentieren und zu archivieren. Die damit verbundenen Beobachtungen und Erkenntnisse sind für nachfolgende Untersuchungen an anderen Baudenkmalen und objektübergreifenden Studien verfügbar zu machen.

Bei all diesen Untersuchungen wird ein hohes Maß an Verantwortung gegenüber dem Kulturdenkmal vorausgesetzt. Die angemessene Lösung dieser Aufgabe ist nur durch ein kooperatives Verhalten aller Beteiligten möglich (Abb. 35).

Weiterführende Literatur:

Biel, Jörg/Dieter Klonk, Handbuch der Grabungstechnik, 1994/1998.
- Fehring, Günter P., Einführung in die Archäologie des Mittelalters, Darmstadt 1987.

2.3.2 Weitere Sonderuntersuchungen

Mit Sonderuntersuchungen werden hier die Untersuchungsmethoden bezeichnet, für die spezielle naturwissenschaftliche Kenntnisse und besondere technische Ausstattungen erforderlich sind. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie soll lediglich die Themen anreißen. Für weiter gehende Fragen wird auf die entsprechende Literatur verwiesen.

Geotechnische Untersuchungen

Die Tragfähigkeit des Baugrundes lässt sich anhand von Bodenproben bestimmen, wobei die gesamte Schichtenfolge, die durch das Bauwerk beeinflusst wird, untersucht werden sollte (Untersuchung nach DIN 4017 und DIN 4019, Grundbruch und Setzung). Schürftgruben und Baugrundaufschlussbohrungen liefern aussagekräftige Proben. Kleinbohrungen (BS) eignen sich bei geringer Tiefe und beengtem Platzangebot. In rolligen Böden können zusätzlich auch Rammsondierungen angewendet werden.

Der Zustand von Fundamenten lässt sich am besten durch Schürftgruben (DIN 4123, DIN 4124 beachten) und ggf. durch Horizontalbohrungen mit durchgehendem Kerngewinn prüfen. An unzugänglichen Stellen kann die Gründungstiefe durch Schrägsondierungen mit der Rammsonde ermittelt werden.

Die Grundwasserverhältnisse werden im Allgemeinen durch den Einbau von Pegeln (GW-Mess-Stellen) in Bohrungen oder Schürftgruben überprüft. Alternativ können Rammpegel eingesetzt werden.

Soll der Chemismus (Betonaggressivität DIN 4030) geprüft werden, sind Pegel mit 4,5 Zoll Durchmesser oder größer optimal. Unterhalb 2 Zoll ist eine ordnungsgemäße Wasserprobenentnahme meist nicht möglich.

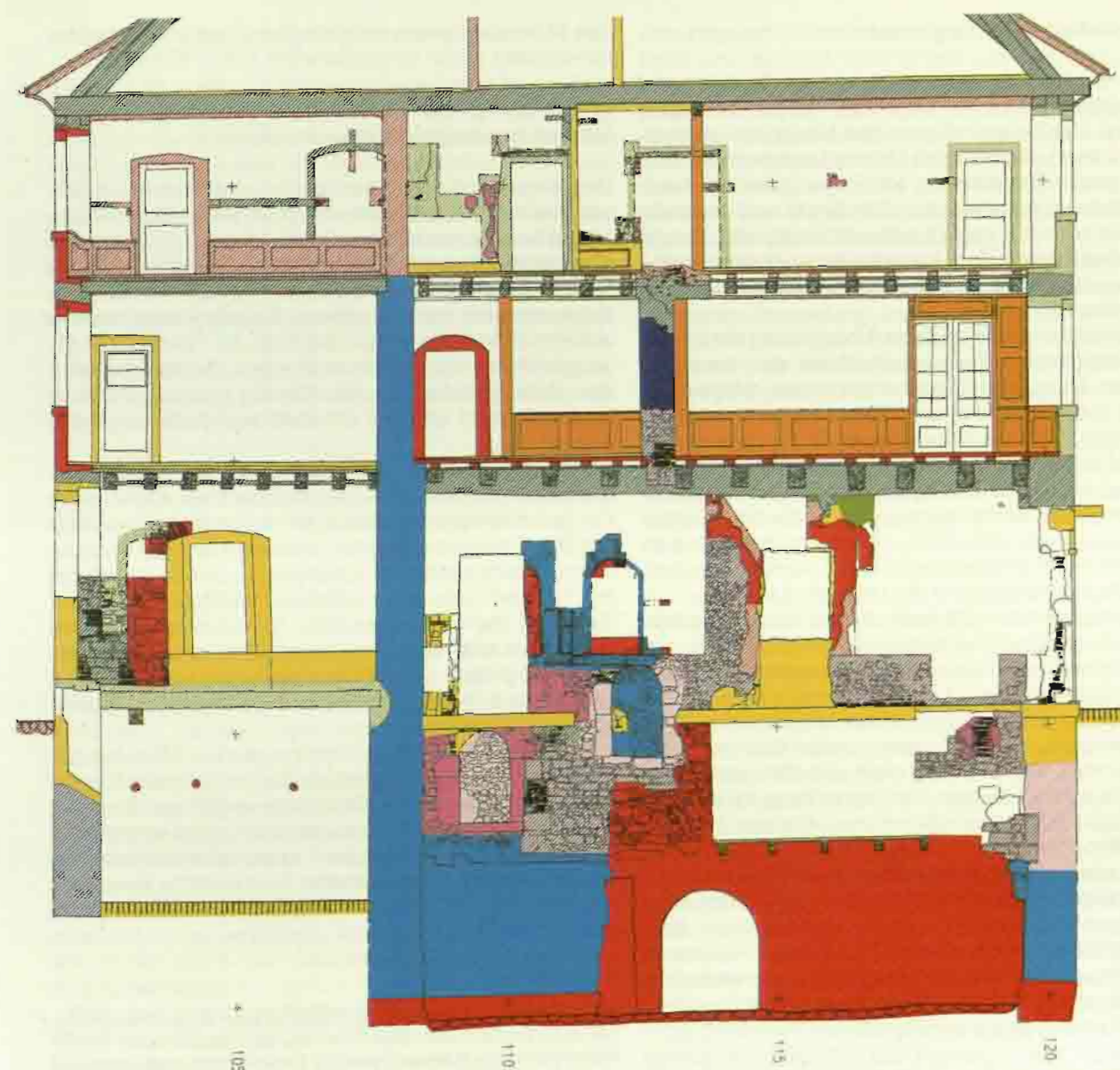
Geophysikalische Untersuchungen

Bei geophysikalischen Prospektionen werden die physikalischen Eigenschaften des Untergrundes bis zu einer durch die Messanordnung vorgegebenen Tiefe untersucht. Voraussetzung ist das Vorhandensein von Kontrasten in den physikalischen Eigenschaften des Bodens. Störungen bzw. Anomalien müssen entsprechend interpretiert werden. Die Messmethoden sind zerstörungsfrei, liefern aber oft mehrdeutige Ergebnisse. Es ist daher eine Interpretation durch einen erfahrenen Geophysiker notwendig.

Bei der geomagnetischen Prospektion wird das bodennahe Erdmagnetfeld mit Sensoren erfasst; Störfelder mit magnetischen Eigenschaften zeichnen sich auf dem Magnetogramm als Anomalien ab.

Bei der geoelektrischen Prospektion wird der elektrische Widerstand im Boden bis zu einer Tiefe, die aufgrund der Sondagenkonfiguration festgelegt werden kann, bestimmt. Mit Elektroden wird Strom in den Boden eingespeist, das künstlich erzeugte elektrische Feld wird sodann an der Erdoberfläche mit Sonden abgegriffen. Das Resistogramm zeigt die Verteilung der Bodenwiderstandswerte; unterschiedliche Verdichtungen nach Bodeneingriffen und unterirdische Mauerzüge können nachgewiesen werden.

Bei der Bodenradarmessung werden elektromagnetische Impulse in den Untergrund abgestrahlt. Diese werden an Inhomogenitätsstellen teilweise reflektiert, teilweise refraktiert und dringen tiefer bis zur nächsten Inhomogenität vor. Die unterschiedlichen Laufzeiten der Impulse werden mit einer Antenne empfangen, dadurch ist es möglich, die Strukturen in der Tiefe aufzulösen. In Verbindung mit der lagemäßigen Messanordnung erhält man eine dreidimensionale Information über den Untergrund.



Bauzeiten - Legende

I	um 100/1200	VII	2. Hälfte 15. Jh.
II	1127d	VIIa	1506d
II a-e	1139/40 - 1156/58 ±10d	VIII	1559i/d
III	1184d	IX	1604d
IV	1233d	X	1711d
IV a+b	2. Hälfte 13. Jh.	XI a+b	1751d + 1767d
V	1302d	XII	1780 - 1820
VI	1388d	XIII-XIV	19. - 20. Jh.

Abb. 35 Bauarchäologische Untersuchung, Freiburg, Salzstraße 20, Querschnitt. Bauaufnahme, Handaufmaß im Maßstab 1:50, verkleinert auf Maßstab 1:125. Kartierung der bauarchäologischen Befunde, Sondagen und flächigen Freilegungen, Ausarbeitung zu einem Baualtersplan.

Bauphysikalische Untersuchungen

Zur Untersuchung der Durchfeuchtung von Bauteilen und der Feuchteverteilung im Mauerwerk werden Bohrkerne im Höhen- und Tiefenprofil aus dem Mauerwerk entnommen, an denen gravimetrisch Materialfeuchte und Durchfeuchtungsgrad (Bestimmung von Eingangsfeuchte, maximaler Wasseraufnahme nach DIN 52103 und anschließende Berechnung des Durchfeuchtungsgrads) festgestellt werden können. Zur Unterscheidung von hygroskopischer Feuchtigkeit ist die hygroskopische Wasseraufnahme zu prüfen.

Um raumklimatische Probleme (Überprüfung der thermischen Behaglichkeit, Tauwasserschäden etc.) beurteilen zu können, erfasst man Raumtemperaturen, relative Luftfeuchten und Oberflächentemperaturen über einen möglichst langen Zeitraum. Mithilfe dieser Werte lässt sich ermitteln, ob sich Kondenswasser gebildet hat. Anemometer dienen zur genauen Messung der Luftgeschwindigkeit.

In vielen Fällen ist der rechnerische Nachweis des Wärmeschutzes nach DIN 4108 (Wärmedurchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient, Oberflächentemperaturen, Tauwasserausfall in Bauteilen etc.) sinnvoll.

Die Wasseraufnahmefähigkeit der Baustoffe (kapillare Wasseraufnahme: w-Wert nach DIN 52617) lässt sich mithilfe Karstenscher Prüfröhrchen und einer anschließenden Berechnung feststellen.

Die Oberflächendruckfestigkeit der verschiedenen Baumaterialien kann, je nach Material, mit dem Rückprall- oder Pendelhammer, die Druckfestigkeit von Naturstein nach DIN 52105 ermittelt werden. Zur Überprüfung der Haftzugfestigkeit von Putzen und Anstrichen wird das Haftzugmessgerät eingesetzt.

Aufbau eines Mauerwerks und verdeckte Konstruktionen können mittels Infrarot-Thermographie aufgrund der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit der verschiedenen Baustoffe identifiziert werden. Auch Feuchtigkeit im Mauerwerk lässt sich qualitativ feststellen. Zur Aufdeckung verdeckter Konstruktionen im Mauerwerk können in Einzelfällen Georadaruntersuchungen geeignet sein.

Mineralogische und chemische Untersuchungen

Mineralbestand, Gefüge und Bindemittelverlust der Baumaterialien lassen sich anhand von Dünnschliffen unter dem Polarisationsmikroskop feststellen.

Über die Salzbelastung der Baumaterialien können Bohrkerne Auskunft geben, die in Höhen- und Tiefenprofilen aus dem Mauerwerk entnommen und dann qualitativen und quantitativen Untersuchungen unterzogen werden. Eine quantitative Bestimmung der vorhandenen Salze (Anionen) kann mittels Ionenchromatographie durchgeführt werden. Die qualitative Feststellung der vorhandenen Salze und des Mineralbestands kann durch Röntgenbeugungsanalyse getroffen werden.

Das Rasterelektronenmikroskop (REM) bietet die Möglichkeit einer optischen Untersuchung der vorliegenden Materialien bis zu hunderttausendfacher Vergrößerung. In Verbindung mit der Mikrosonde (energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse) ist eine quantitative Bestimmung

des Mineralbestandes möglich. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt in den vergleichsweise hohen Kosten.

Statisch-konstruktive Untersuchungen

Grundlage für die Untersuchung des statisch-konstruktiven Bestandes eines Gebäudes ist die Bauaufnahme. Darauf aufbauend lassen sich Konstruktionen, Systeme und Materialien erfassen und darstellen. Im nächsten Schritt werden Bauschäden kartiert und beurteilt. Konstruktive Schwachstellen werden erkannt, Schadensursachen und zeitliche Schadensabfolgen beurteilt. Als Faustformel gilt: Je gründlicher die Voruntersuchungen durchgeführt werden, desto gezielter kann die Planung erfolgen und desto kostengünstiger sind die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen.

Die Genauigkeiten von Bauaufnahme und Bauuntersuchung hängen zunächst vom Ziel der Untersuchung ab. Für gutachterliche Beurteilungen des statisch-konstruktiven Bestandes vor geplanten Umbauten und Sanierungen können stichprobenartige Erkundungen auf der Grundlage von Altplänen oder grobmaßstäblichen Skizzen genügen. Zeigt sich dabei, dass bauliche Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind, oder sind die Schäden so offensichtlich, dass das genaue Schadensausmaß zu quantifizieren ist, sind genaue Bauaufnahmen und umfassende Untersuchungen erforderlich.

Für statisch-konstruktive Sicherungen bei Altbauten gibt es meist mehrere Lösungswege. Für die Denkmalpflege ist wesentlich, dass auf der Grundlage sorgfältiger Voruntersuchungen ein substanzschonendes Konzept erstellt wird. Nicht jeder Bauingenieur kann entsprechende Erfahrungen im Umgang mit historischer Bausubstanz vorweisen, ggf. müssen hier Bearbeiter mit Spezialkenntnissen hinzugezogen werden.

Weiterführende Literatur:

Arendt, Claus, Altbausanie rung, 1993. – Haller, Jürgen/Rudolf Pörtner, Bau- und Schadensaufnahmen von alten Bauten nach den Erfordernissen des Bauingenieurs, in: Sonderforschungsbereich 315 der Universität Karlsruhe, Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Bauaufnahme, Arbeitsheft 7, 1987, 85–100. – Henes-Klaiber, Ulrike, Feuchteschäden und Methoden zu ihrer Beseitigung, in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg 1/1988, 5–22. – Sonderforschungsbereich 315 der Universität Karlsruhe, Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Empfehlungen für die Praxis, Hölzerne Tragwerke, 1999; Historisches Mauerwerk, 2000; Historischer Mörtel und Reparaturmörtel, 2001; Baugrund und historische Gründungen, 2003. – Weber, Helmut/Engin Dagda, Fassadenschutz und Bausanie rung, in: Kontakt und Studium, 1986. – Weber, Helmut, Mauerfeuchtigkeit – Ursachen und Gegenmaßnahmen, in: Kontakt und Studium, 137, 1988.

2.4 Schadenskartierungen

Bauschäden können bei Einzelbefunden im Zuge der Bauaufnahme gekennzeichnet werden, oder sie werden vor konkreten Baumaßnahmen in der maßnahmenbezogenen Baubeschreibung oder im Raumbuch dokumentiert. Bei Holzkonstruktionen, insbesondere bei Dachtragwerken, und bei Natursteinfassaden wurden besondere Verfahren entwickelt, die eine durchgehende Dokumentation der Arbeitsschritte Schadenskartierung, Schadensanalyse, Maßnahmenkatalog und Schlusssdokumentation ermöglichen. Verformungen können nach bestimmten Kriterien analysiert werden. In diesen Fällen sind spezielle Vorgehensweisen bei der Bauaufnahme und abgestimmte Interpretationsschlüssel bei der Darstellung und Beurteilung der Schäden erforderlich.

Bei den Schadenskartierungen für Holzkonstruktionen und für Natursteinfassaden werden jeweils Beispiele mit einfacher und mit aufwändiger Baubefund- und Schadenskartierung vorgestellt.

2.4.1 Holzkonstruktion

Bei der Dokumentation von bauhistorisch wertvollen Holzbefunden, insbesondere vor konkreten Sanierungen oder Umbaumaßnahmen, ist eine Fülle von Informationen zu verarbeiten, die besondere Bearbeitungsweisen bei der Bauaufnahme und Befunddokumentation erforderlich machen. Generell gilt, je komplizierter die Befunde, desto größer ist der Aufnahmemaßstab zu wählen. Knotenpunkte oder kleinteilige Befunde sind mit zusätzlichen Detailzeichnungen darzustellen. Weiterhin sind Befunde wie Abundzeichen, Bearbeitungsspuren, Holzquerschnitte und unterschiedliche Holzmaterialien zu erfassen. Bautechnische und baugeschichtliche Besonderheiten sind zusätzlich mit Übersichts- und Detailaufnahmen photographisch zu dokumentieren.

Eine besondere Vorgehensweise erfordert die Befundaufnahme im Dachwerk. Eine Bauaufnahme muss exemplarisch die konstruktiven Elemente aufzeigen. Sie beinhaltet in der Regel einen Grundriss, einen Längs- und einen Querschnitt. Für eine detaillierte Befunddokumentation, insbesondere vor notwendigen Sanierungen, reichen diese Unterlagen nicht aus. In den meisten Fällen genügen jedoch für die weitere Befundkartierung Systemskizzen der einzelnen Gebinde und Gespärre. Hierzu werden der gemessene Querschnitt kopiert und die Abweichungen vom Vorlageblatt durch Ergänzungen oder Löschen korrigiert. Bei schwierigeren Befunden können weitere Pläne, z. B. Grundrisse der Kehlbalkenlagen, gegenüberliegender Längsschnitt oder Sparrenaufsichtsplan, erforderlich werden; sie können wiederum aus den vorhandenen Vorlagen als Systemskizzen abgeleitet werden.

Die Beschreibung der Befunde kann direkt in den Plänen oder Skizzen erfolgen, wobei Begriffe, die sich ständig wiederholen, durch Abkürzungen definiert werden. Komplizierte Befunde können auch anhand von Befundnummern extern beschrieben werden.

Bei der Schadenskartierung ist wesentlich, dass die Schadensursachen, z. B. Wasserschäden, Insektenbefall

oder Hausschwamm, erkannt und bezeichnet werden. Weiterhin sind fehlende, gebrochene oder verschobene Bauteile sowie gelöste Verbindungen zu erfassen. Es wird empfohlen, die Schadensbefunde durch Schraffuren oder in Farbe (Feuchteschäden blau, Insektenbeschädigungen gelb, nicht kraftschlüssige Verbindungen orange oder als Schraffur usw.) in Kopien der Pläne zu kennzeichnen. Weiterhin sind die einzelnen Schadenstypen durch exemplarische Photos zu dokumentieren.

Zusätzlich kann der Zerstörungsgrad bzw. die Tragfähigkeit gekennzeichnet werden, wobei hier Kenntnisse bei der statischen Beurteilung und u. U. besondere Techniken, z. B. Bohrwiderstandsmessungen, notwendig sind. Es wird empfohlen, die drei Stufen »ausreichend tragfähig«, »mit Resttragfähigkeit« und »ohne Tragfähigkeit« zu unterscheiden.

Zur weiteren Schadensanalyse muss das ursprüngliche Tragsystem erkannt werden. Wurden Teile der Holzkonstruktion entfernt, ausgewechselt oder umgebaut oder wurde eine zusätzliche Konstruktion eingebaut, wird empfohlen, diese Befunde entsprechend einem Baualtersplan zu kennzeichnen. Forderungen nach dem Erhalt und der Art und Weise notwendiger Reparaturen müssen sich nicht zuletzt an der bauhistorischen Beurteilung orientieren (s. auch 2.2.1 Untersuchungen zur Baustruktur).

Die Ergebnisse der Baubefund- und Schadenskartierung werden in einem Bericht zusammengefasst. Er bildet zusammen mit den statischen Berechnungen die Grundlage für die Ausarbeitung eines Maßnahmenkataloges. Die projektierten Maßnahmen werden auf Kopien der Schadenspläne beschrieben, bei komplizierten Tragwerken anhand von Befundnummern, die sich in der Regel auf die Systemquerschnitte beziehen.

Die Planung ist, entsprechend dem Vorgehen bei der maßnahmenbezogenen Baubeschreibung bzw. dem Raumbuch, mit den Denkmalschutzbehörden abzustimmen. Stellt sich während der Baumaßnahmen heraus, dass Planänderungen vorzunehmen sind, sind diese zu begründen bzw. bei größerem Umfang erneut vorzulegen.

Die Schlusssdokumentation beinhaltet den Maßnahmenkatalog einschließlich der Kartierung der Auswechslungen, Ergänzungen und Ausbauten durch Schraffuren oder bei komplizierten Maßnahmen in Farbe (Auswechslungen mit neuen Hölzern rot, Auswechslungen mit Althölzern bzw. Spolien orange, zusätzliche Hölzer grün, zusätzliche Eisen- bzw. Stahlkonstruktionen blau, Ausbauten gelb), einen zusammenfassenden Bericht, bei komplizierten Fällen eine detaillierte Ausführungsbeschreibung und exemplarische Photos der durchgeführten Maßnahmen (Abb. 37–40).

Weiterführende Literatur:

Mader, Gert, Bauuntersuchung historischer Holzkonstruktionen, in: Sonderforschungsbereich 315, Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Universität Karlsruhe (Hg.), Bauaufnahme, Bestandsuntersuchung und Dokumentation historischer Bauwerke, 8. Kolloquium des SFB 315, Arbeitsheft 7/1986, 36–57. – Lohrum, Burghard, Die Reparatur historischer Holzkonstruktionen, in: Köhner, Klaus/Jochim Wagenblast, »Steh fest mein Haus im Weltgebrauch«, Denkmalpflege – Konzeption und Umsetzung, Stuttgart 1998, 122–139.

2.4.2 Natursteinfassaden

Vor einer Sicherung und Instandsetzung von Natursteinfassaden ist eine detaillierte Kartierung der Baubefunde und der Schäden des Mauerwerks und seiner Oberflächen erforderlich. Grundlage für die Erhebungen ist eine Bauaufnahme, wobei entsprechend der Qualität und der bauhistorischen Wertigkeit des Mauerwerks sowie entsprechend dem Schadensbild unterschiedliche Genauigkeitsstufen in Betracht kommen.

Für einfache Fassaden ohne statische Probleme genügen auch maßstäblich vergrößerte oder entzerrte Photos. Steinskulpturen, Reliefs, Epitaphien oder Inschriften werden in jedem Fall photographisch dokumentiert (die Untersuchung ist durch einen Restaurator vorzunehmen). Die Befunde werden in der Regel auf darüber gelegte Folien eingetragen. Erfolgt die Bearbeitung mit digitalen Bildern, werden die Befunde in unterschiedlichen Ebenen als Vektordaten über die Rasterdaten gelagert (s. auch 3.1 Grundlagen der digitalen Bauaufnahme).

Bei der zeichnerischen Bauaufnahme werden die Werksteine steingerecht dargestellt. Die Fugen werden in den Genauigkeitsstufen II und III mit einer Linie und in der Stufe IV mit zwei Linien erfasst. Bei Bruchsteinmauerwerk werden Umriss, Öffnungen und Baunähte gezeichnet. Die Mauerwerkstruktur wird an exemplarischen Stellen aufgenommen, um die durchschnittlichen Steingrößen und die Schichtungen anzudeuten. Bauschäden werden, soweit linienweise darstellbar, z. B. Risse und Ausbrüche, gezeichnet.

Für die digitale tachymetrische oder photogrammetrische Bauaufnahme gelten hinsichtlich der CAD-gestützten Weiterbearbeitung besondere Bedingungen. Die einzelnen Bau- und Schadensbefunde werden auf unterschiedlichen Ebenen erfasst, sodass sie getrennt oder beliebig zusammengefasst bearbeitet werden können. In der Genauigkeitsstufe IV werden die Steinumrisse als geschlossene Polygone aufgenommen, sodass sie als Flächen definiert werden können. Für die thematische Bearbeitung werden Farbplots empfohlen (Konturlinien schwarz, Steinumrisse dunkelblau, andere Materialien wie Eisen- oder Holzteile violett, Steinmetzzeichen und Zangenlöcher schwarz, Risse im Mauerwerk rot, Schadenskanten bei Ausbrüchen oder Schalenbildungen grün).

Die weitere Befundaufnahme erfolgt in einem separaten Arbeitsschritt auf Kopien der Pläne. Je nach der Komplexität der Befunde müssen externe Berater bzw. Gutachter wie Steinrestauratoren, Geologen, Bauphysiker, Mikrobiologen oder Bauhistoriker hinzugezogen werden. Folgende thematische Kartierungen können erforderlich werden:

- Steinarten und -varietäten.
- Steinoberflächenbearbeitung.
- Steinschäden - Schadensarten.
- Steinschäden - Schadensstufen, Oberflächenverluste.
- Salz- und Feuchtebelastungen.
- Mörtel und Putz.
- (Farb-)Fassungen.

Die Befunde werden innerhalb der thematischen Gruppen oder in Teilen zusammengefasst kartiert. Wichtigstes

Kriterium ist, dass die Pläne lesbar bleiben. Bei den Schadensarten können sich Schäden überlagern, sodass Primär- und Sekundärschäden kartiert werden müssen. Generell können die einzelnen Merkmale durch Ziffern, Buchstaben, Symbole, Linienabgrenzungen, Raster bzw. Schraffuren und Farben gekennzeichnet werden. Am übersichtlichsten ist die farbige Kennzeichnung der Primärschäden oder der Schäden mit Oberflächenverlusten, Sekundärmerkmale können zusätzlich durch Schraffuren oder Symbole hervorgehoben werden.

Bei der digitalen Bearbeitung werden innerhalb der Gruppen die einzelnen Merkmale jeweils auf getrennten Ebenen abgelegt, sodass sie einzeln aufgerufen oder ausgeblendet werden können. Weiterhin ist es möglich, gruppenweise Befunde zu überlagern, z. B. Steinarten und Steinschäden, sodass daraus weitere Erkenntnisse gezogen werden können. Hierzu ist es erforderlich, dass die Merkmale innerhalb der Gruppen unterschiedlich dargestellt werden können, z. B. Steinarten farbige und Steinschäden durch Raster oder Schraffuren.

Als Grundlage für die Kartierung der Bau- und Schadensbefunde hat die Arbeitsgruppe »Bestandsaufnahme« des BMFT-Projektes »Steinzerfall« 1990 eine allgemein gültige Dokumentationslegende entwickelt. Die einzelnen Merkmale werden objektspezifisch definiert und der entsprechenden Kennzeichnung zugeordnet. Zusätzlich können innerhalb der Legende Sonderfälle aufgenommen werden (Abb. 40).

Bei schwierigen Befunden wird die Darstellung der Schadensarten in Farbe empfohlen (Absanden gelb, Schuppenbildung orange, Schalenbildung rot, Bewuchs grün).

Für die Kennzeichnung der Schadenstiefen bzw. -stufen werden Kreuzschraffuren mit zunehmender Dichte oder Farben empfohlen (Stufe 0, unbeschädigt, weiß; Stufe 1, beginnender Oberflächenverlust, grün; Stufe 2, stärkerer Oberflächenverlust, gelb; Stufe 3, tiefe Schädigung, rot; Stufe 4, sehr tiefe Schädigung, violett). Für die einzelnen Stufen können Maßangaben für die Schädigungstiefen definiert werden.

Unterschiedliche Steinarten können in einfacher Form durch visuelle Beobachtungen unterschieden werden. Detaillierte Untersuchungen mit Varietäten können nur durch petrographische Untersuchungen erfolgen. Aufgrund der Vielfalt der Gesteinsarten ist eine allgemein gültige farbliche Festlegung nicht möglich.

Neben den technisch-naturwissenschaftlichen Untersuchungen ist nicht zuletzt die bauhistorische Beurteilung von Bedeutung. Unterschiedliche Bau- und Instandsetzungsphasen sind entsprechend einem Baualtersplan zu kennzeichnen.

Alle Kartierungsthemen sind in einem Kurztexzt zu beschreiben und mit exemplarischen Photos in einem definierten Maßstab zu belegen.

Die Kartierungen, bei schwierigen Befunden mit zusätzlichen naturwissenschaftlichen Untersuchungen, ermöglichen Aussagen zur Schadenshäufigkeit, zu den Schadensursachen und zur Schadensentwicklung. Die Ergebnisse bilden zusammen mit den statischen Berechnungen die Grundlage zur Ausarbeitung eines Maßnahmenkatalogs zur Sanierung und Restaurierung.

Kartierungsthema	Ort		Objekt			Bauteil/ Bereich
Merkmale	Ziffer / Buchst.		Symbol	Linie	Raster	Farbton
	1	A				
2	B	II				RAL 1037 Stein 87 / 315
3	C	III				RAL 2008 Stein 87 / 325
4	D	IV				RAL 3002 Stein 87 / 315
5	E	V				RAL 3019 Stein 87 / 335
6	F	VI				RAL 4008 Stein 87 / 345
7	G	VII				RAL 5012 Stein 87 / 450
8	H	VIII				RAL 5002 Stein 87 / 425
9	I	IX				RAL 8017 Stein 87 / 575
10	J	X				RAL 8005 Stein 87 / 550
11	K	XI				RAL 8001 Stein 87 / 585
12	L	XII				RAL 8014 Stein 87 / 530

Abb. 36 Befunddarstellung Natursteinfassaden. Blanko-Legende als Grundlage für alle Kartierungsthemen. Aus U. Eickelberg, u. a., Die Dokumentation in der Bestandsaufnahme - Untersuchung, Bewertung und Restaurierung denkmalpflegerischer Objekte, in: Bautenschutz und Bausanierung, 1990, S. 11.

Die projektierten Maßnahmen werden beschrieben und auf den Plänen gekennzeichnet, bei einfachen Fällen in schwarzweiß, ansonsten in Farbe (Auswechslungen und Vierungen rot, Festigung grün, Mörtelantrag bzw. Kittung orange, Neuverfugung blau).

Die Planung ist, entsprechend dem Vorgehen bei der maßnahmenbezogenen Baubeschreibung bzw. dem Raumbuch, mit den Denkmalschutzbehörden abzustimmen. Stellt sich während der Baumaßnahmen heraus, dass Planänderungen vorzunehmen sind, sind diese zu begründen bzw. bei größerem Umfang erneut vorzulegen.

Die Schlusssdokumentation beinhaltet den Maßnahmenkatalog, ggf. mit Nachtrag der Änderungen bei der Ausführung, einen zusammenfassenden Bericht und exemplarische Photos der durchgeführten Maßnahmen (Abb. 36, 41-47).

Weiterführende Literatur:

Eickelberg, Ute/Susanne Herppich/Jutta Zallmanzig, Die Dokumentation in der Bestandsaufnahme - Untersuchung, Bewertung und Restaurierung denkmalpflegerischer Objekte, in: Bautenschutz und Bausanierung, 1990. - Fitzner, Bernd/Ralf Kownatzki, Bauwerkskartierung, Schadensaufnahme an Naturwerkstein, in: Der Freiberger Restaurator 4/1990, 25-40. - Eckstein, Günter/Martin Dendler, Photogrammetrische Datenerfassung und CAD-gestützte Auswertung der Bau- und Schadensbefunde an den Fassaden der Frauenkirche in Esslingen, in: Rolf Snethlage, Verbundforschungsprojekt Steinzerfall-Steinkonservierung, Jahresbericht 1994-1996, 309-322. - Grassegger, Gabriele/Günter Eckstein, Schadensvermessung an Natursteinen. Photogrammetrische und naturwissenschaftliche Untersuchungen, in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg, Heft 1, 1990, 23-33. - Sauder, Martin, Zustands- und Materialkataster an Natursteinbauwerken, Entwurf WTA-Merkblatt 1996. - Wölbert, Otto, Die Reparatur von Steinteilen, in: Köhner, Klaus/Joachim Wagenblast, »Steh fest mein Haus im Weltgebräus«. Denkmalpflege - Konzeption und Umsetzung, Stuttgart 1998, 152-165.

2.4.3 Verformungsanalyse

Verformungs- oder Deformationsbeobachtungen werden generell in zwei unterschiedliche Arten gegliedert:

- Vergleich des Ist-Zustandes mit den Sollwerten des ursprünglichen Bauzustandes.
- Vergleich eines messtechnisch definierten Bauzustandes mit zeitlich versetzten Folgebeobachtungen.

Der Ist-Zustand eines Gebäudes wird durch die verformungsgetreue Bauaufnahme entsprechend den Genauigkeitsstufen III oder IV ermittelt. Maßgebend ist, dass die Bauaufnahme durch sämtliche Geschosse auf ein einheitliches Messsystem aufgebaut ist. Ergänzend dazu können zusätzliche Messungen erforderlich werden. Bei der Definition der Sollwerte wird davon ausgegangen, dass Sockel- oder Traufgesimse sowie benachbarte oder gegenüberliegende Bauteile wie Fenster oder Säulenbasen gleiche Höhen hatten, dass Mauern senkrecht errichtet wurden und dass einzelne Bauelemente bestimmte geometrische Formen hatten. Aus der Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten ergeben sich die Verformungswerte. Weitere Erkenntnisse werden aus den Rissbildern oder aus sonstigen Bauschäden wie Abplatzungen durch Kantenpresungen oder gelösten Holzverbindungen gewonnen.

Die Verformungswerte und die zusätzlichen Beobachtungen werden in Kopien der Bauaufnahmepläne eingetragen und ggf. zusätzlich farbig hervorgehoben. Zur Verdeutlichung können die Verformungen als Vektoren in einem überhöhten Maßstab dargestellt werden. In Sonderfällen können bei Gewölben oder bei ausbauchenden Wänden Höhen- bzw. Tiefenlinien erforderlich werden.

Die Genauigkeiten der Verformungswerte sind von der Bauaufnahmepräzision und von der möglichen Rekonstruktion des Sollzustandes abhängig. Wesentlich ist, dass einzelne Messwerte nicht überbewertet werden, sondern aus der Summe aller Beobachtungen Rückschlüsse gezogen werden. Aussagen sind dann im Zentimeterbereich möglich (Abb. 48, 49).

Genauere Verformungswerte werden langfristig aus Bauüberwachungsmessungen ermittelt. Die Messpunkte müssen dabei fest im Mauerwerk installiert werden. Standard sind Setzungsbeobachtungen durch Feinnivellment, Neigungsbeobachtungen zwischen unteren und oberen Punkten durch Winkelmessungen und Rissbreitenbeobachtungen durch Spannmaßkontrollen (Schieblehre).

Die Messungen gliedern sich in die Basisbeobachtung, sie ist zur Vermeidung von groben Fehlern und zur Genauigkeitssteigerung in zwei unabhängigen Durchgängen

vorzunehmen, und in die Folgebeobachtungen, die in festgelegten zeitlichen Abständen durchgeführt werden. Veränderungen werden jeweils auf die Basisbeobachtung bezogen. Wichtig ist, dass die Messanlage so festgelegt wird, dass die Folgebeobachtungen so einfach wie möglich durchgeführt werden können.

Genauere Aussagen über Baubewegungen können erst nach zwei oder mehreren Folgebeobachtungen gemacht werden. Danach kann festgestellt werden, ob es sich um natürliche Bauschwankungen, um eine einmalige Veränderung oder um fortgesetzte Baubewegungen handelt.

Baubewegungen werden nachgewiesen, wenn die Verformungswerte größer als die möglichen Messgenauigkeiten sind. Im Normalfall können durch zeitlich versetzte Messungen Setzungen ab 0,6 mm, Neigungen ab 1–3 mm – je nach möglicher Messanlage und Höhenlage der Punkte – und Rissveränderungen ab 0,3 mm nachgewiesen werden.

Diese Messungen zählen zu den Standardmethoden. Daneben gibt es weitere, z.T. hochgenaue Messgeräte und -verfahren zur Bauüberwachung, auf die hier nicht eingegangen wird. Herausgehoben werden dagegen photogrammetrische Verfahren, die einen Bauzustand mit sämtlichen Details dokumentieren. Veränderungen können visuell beurteilt oder mit Folgeaufnahmen messtechnisch ermittelt werden (s. auch 3.2 Photographische und photogrammetrische Dokumentation).

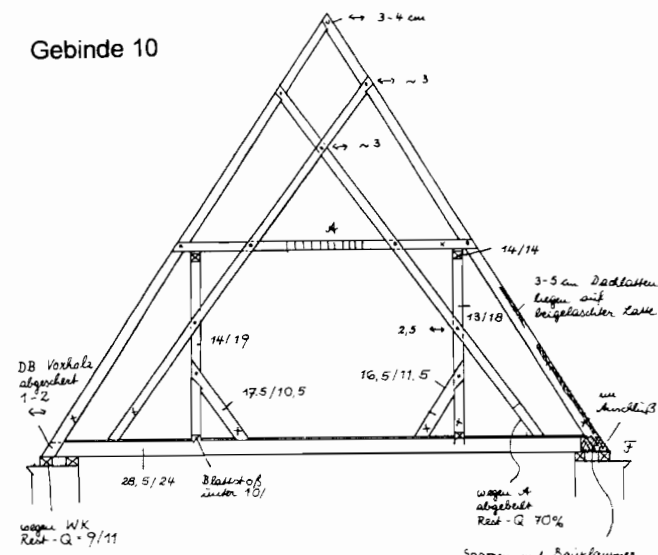
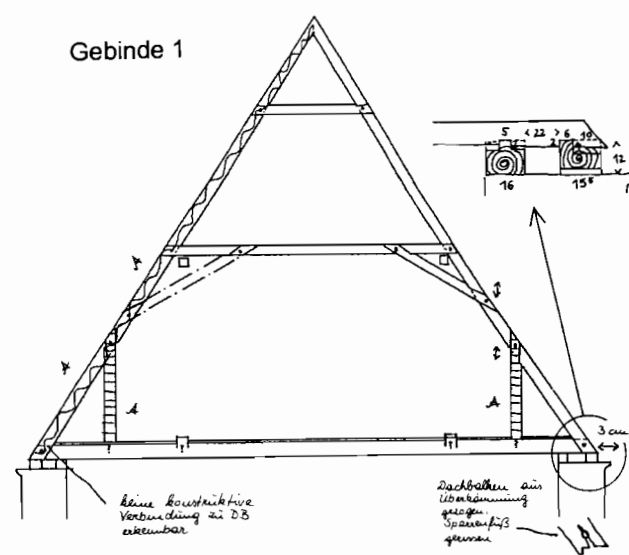
Die Interpretation der Verformungen muss jeweils in Verbindung mit den entsprechenden Bauabfolgen und den nachträglichen baulichen Veränderungen erfolgen. Hierzu müssen neben den Baubeobachtungen die schriftlichen Quellen sowie historische Pläne und Photos ausgewertet werden.

In einer Verformungsanalyse werden Antworten auf folgende Fragen gesucht:

- Welche Bereiche haben sich verformt?
- Wie groß sind die Verformungen?
- Was sind die Ursachen der Verformungen?
- In welchem Zeitraum sind die Verformungen entstanden?
- Sind die Baubewegungen zum Stillstand gekommen oder nicht?

Weiterführende Literatur:

Eckstein, Günter, Photogrammetrische Dokumentation zur Sicherung des historischen Baubestandes, in: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Hg.), Konservatorenauftrag und heutige Denkmalherausforderung. Heidelberger Tagung 1993, Arbeitsheft 4, Stuttgart 1995, 113–123.



Legende:

	zerstört oder mit geringer Resttragfähigkeit		Sekundäres Bauteil		Bauteil fehlt
	geschädigt, ausreichende Resttragfähigkeit	Q	Querschnitt reduziert		Verbindung gelöst
	ohne Schaden	F	Faulnis	DB	Deckenbalken
		A	Insektenbefall		

Dach über Langhaus

Konstruktive Schäden und Mängel

Die beiden Pfettenkonstruktionen haben sich insgesamt abgesenkt, so daß die Kehlbalke nicht mehr auf den Längspfetten aufliegen. Folglich trägt das Dach nicht mehr als Pfetten-, sondern als Kehlbalke, d.h. die gesamte Last muß ausschließlich über den Anschluß der Sparren an die Deckenbalken abgetragen werden. Die Sparrenfußpunkte wurden der Bauzeit entsprechend als Blattverbindungen hergestellt und sind für die derzeitige Beanspruchung unzureichend tragfähig. An den meisten der Fußpunkte hat der Horizontalschub der Sparren dazu geführt, daß die Holznägel gebrochen sind und das Vorholz der Deckenbalken abgesichert ist. Bereichsweise wurde auch die äußere Mauerlatte in Richtung Traufe gedrückt. An einigen Stellen ist das Gefüge mit Eisenklammern notdürftig gesichert worden.

Die Gebinde des Daches haben sich erheblich nach Westen geneigt. Zahlreiche Verbindungen haben sich gelöst oder sitzen locker, insbesondere die Anschlüsse der Kopfbänder an die Sparren und Kehlbalke. Möglicherweise hat das Kippen der Sparren das Kippen der westlichen Giebelwand mitverursacht. Vermutlich haben mehrere Ursachen zum Kippen der Gebinde geführt. Windsog und Eingriffe in den Baugrund können diesen Vorgang verstärkt haben.

Feuchteschäden

Feuchteschäden am Holzwerk sind aufgrund der intakten Dachdeckung auf wenige Stellen begrenzt. Einige Firstpunkte sind zerstört, die beiden äußeren Mauerlatten bereichsweise

geschädigt. In der nordwestlichen Ecke sind die Traufpunkte und Sparrenfüße in den Bündeln 19 und 20 wegen einer lokalen Undichtigkeit im Dach zerstört.

Insektenfraß

Schäden durch Holzwurm- bzw. Hausbockbefall sind überwiegend auf Reparaturhölzer sowie auf die Kehlbalke beschränkt. Aktiver Befall wurde nicht festgestellt.

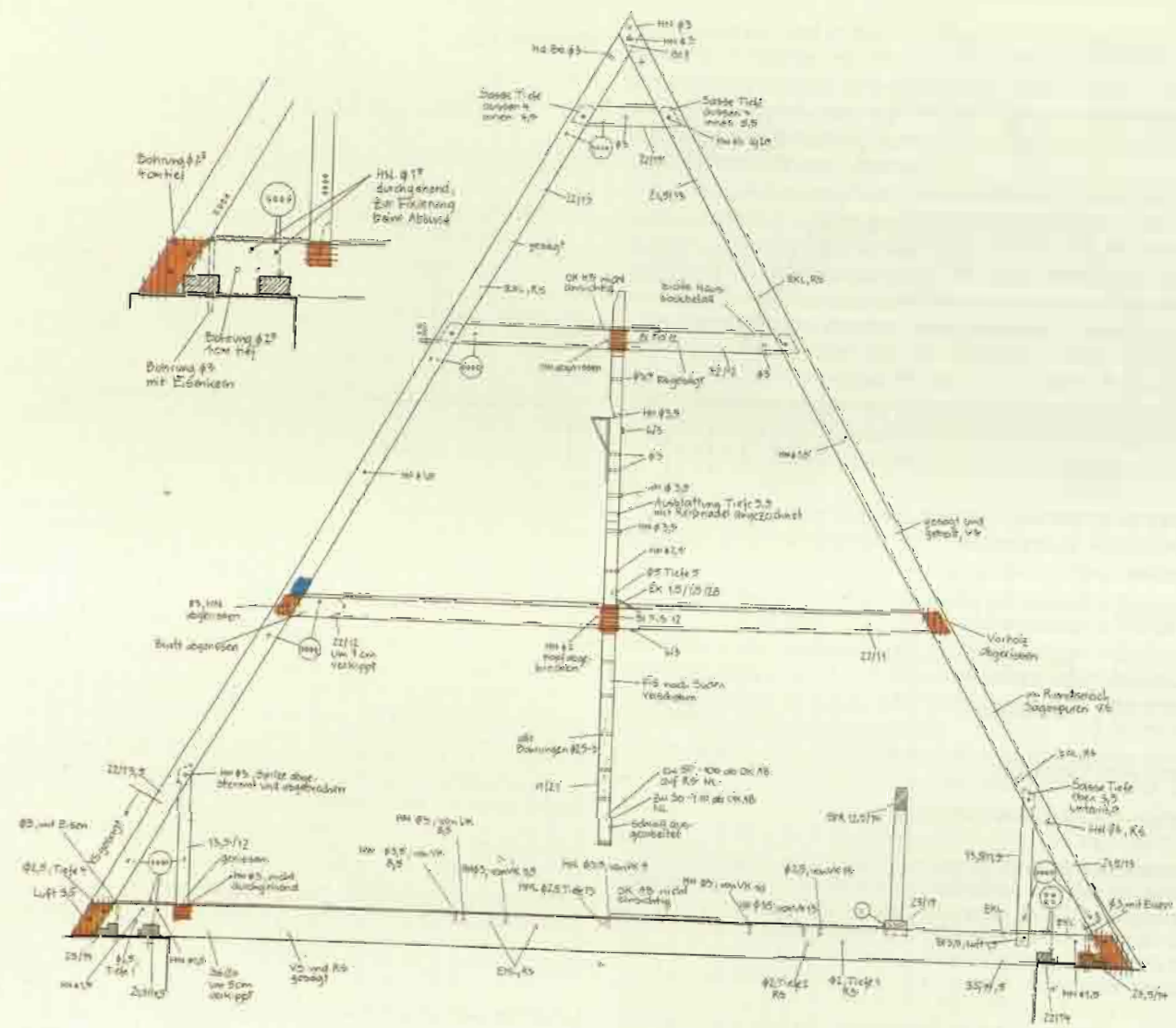
Unsachgemäße Reparaturen

An mehreren Stellen sind neue Sparrenabschnitte mit Blattstößen angeschlossen worden. Die meisten dieser Anschlüsse liegen genau im Anschluß der Kehlbalke an die Sparren. Hier wurden die Blätter zur Hälfte abgeschnitten, die Zugsicherung der Kehlbalke ist somit unwirksam.

Befunde und Schlußfolgerungen für die Verkehrs- und Standsicherheit

Für das Dachtragwerk über dem Langhaus kann zusammenfassend festgestellt werden, daß es sich hinsichtlich seines Alters, seiner Vollständigkeit und trotz der Konstruktionsmängel um ein außergewöhnlich gut erhaltenes Dachtragwerk handelt. Die vorhandenen Reparaturhölzer weisen handwerklich und im Hinblick auf den Zustand des Holzes fast durchweg einen schlechteren Zustand auf als das Original. Aufgrund der Schäden an den Sparrenfußpunkten und wegen der unzureichenden Längsaussteifung sind konstruktive Ergänzungen und Reparaturen aber dringend erforderlich.

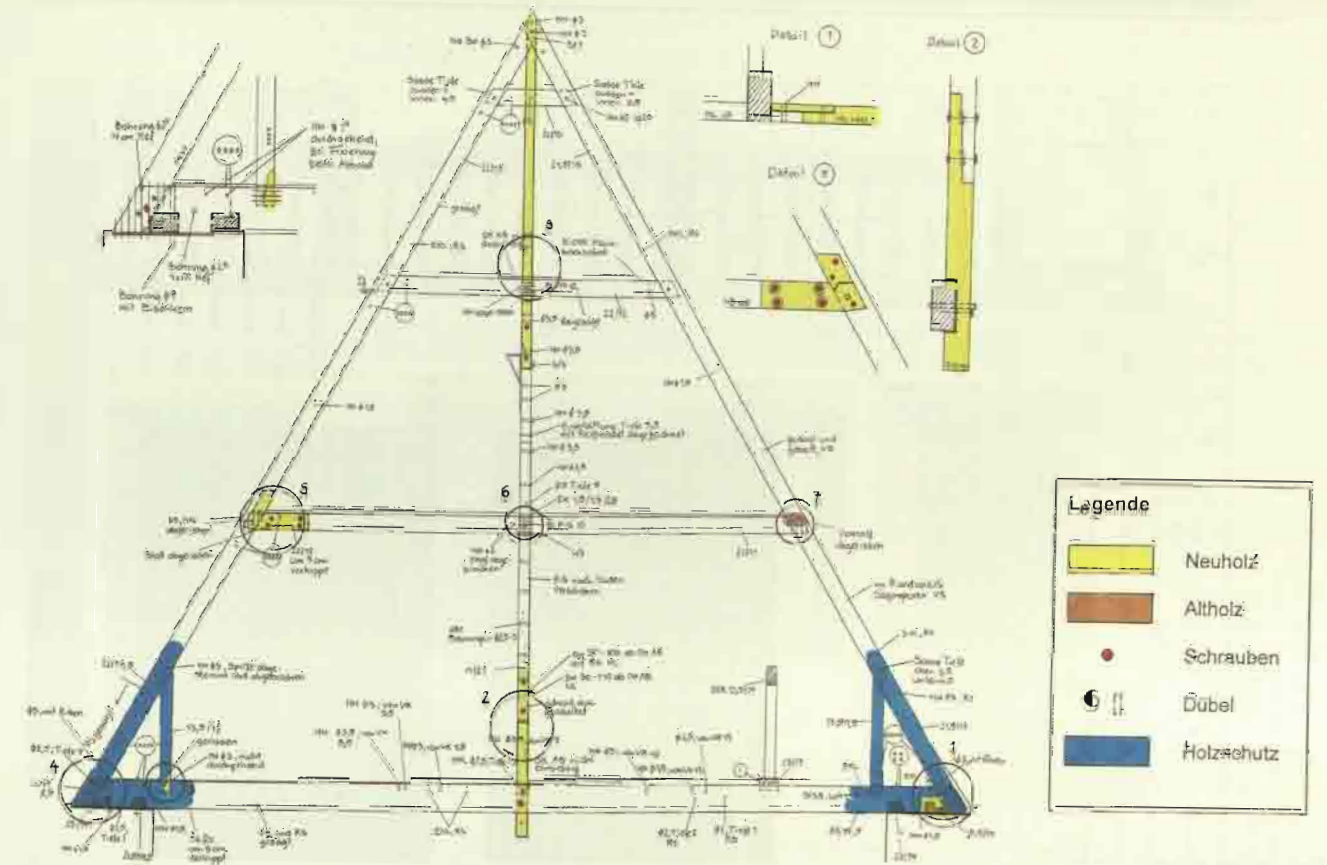
Abb. 37, 38 Schadenskartierung und Schadensbericht. Fischingen, Ev. Kirche, Langhausdach. Auszüge aus dem „Gutachten über den statisch-konstruktiven Bestand“ von S. Szakilla, R. Pörtner, April 1996. Systemquerschnitte im Maßstab ca. 1:50, verkleinert auf Maßstab ca. 1:100. Einfache Kartierung und Beschreibung der Schäden in den Plänen einschließlich der Beurteilung der Tragfähigkeit der Hölzer. Beschreibung der Schadensbilder und -ursachen, Beurteilung der Verkehrs- und Standsicherheit.



Abkürzungen	Abbindziffer, -zeichen
AB - Ankerbalken	0000 bzw. 0000
AZ - Abbindzeichen	
BA - Balkenaufleger (alters)	
DB - Deckenbalken	
EB - Eiche	
EK - Eisenklammer	
EKL - Eisenkammerloch	
FIS - Firstsäule	
ha.Bo. - halbierte Bohrung	
HN - Holznagel	
KA - Kamm	
KB - Kehlbalken	
ML - Mauerlatte	
NA - Nagel	
NH - Nadelholz	
NL - Nagelloch	
RI - Riegel	
RSS - Rückseite	
SH - Sattelholz	
ST - Ständer	
STR - Strebe	
VS - Vorderseite	

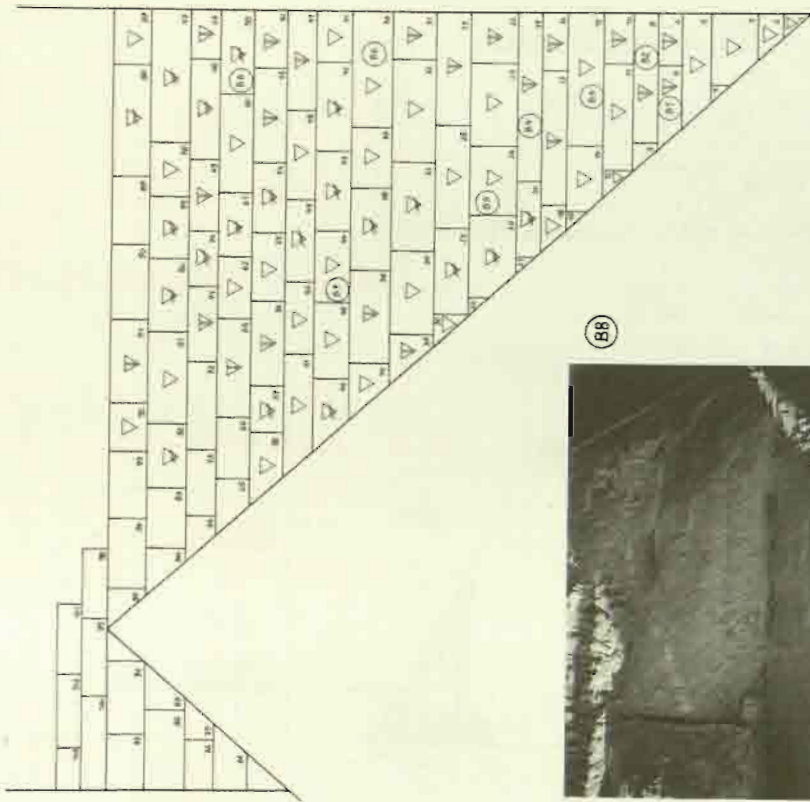
Legende
Anobien (Nagekäfer)
Haulbockbefall
Wasserschaden
Verbindung nicht kraftschlüssig
Bauteil fehlt
Abbindzeichen
Eisenanagel (NA), Nagelloch (NL)
Holznagel (HN)

Abb. 39 Baubefund- und Schadenskartierung. Salem, Münster, Langhausdach. Systemquerschnitt im Maßstab ca. 1:33, abgeleitet von einem Querschnitt der Bauaufnahme; verkleinert auf Maßstab 1:75. Detaillierte Kartierung und Beschreibung der Baubefunde, Kartierung der Schäden (auf Plankopie).



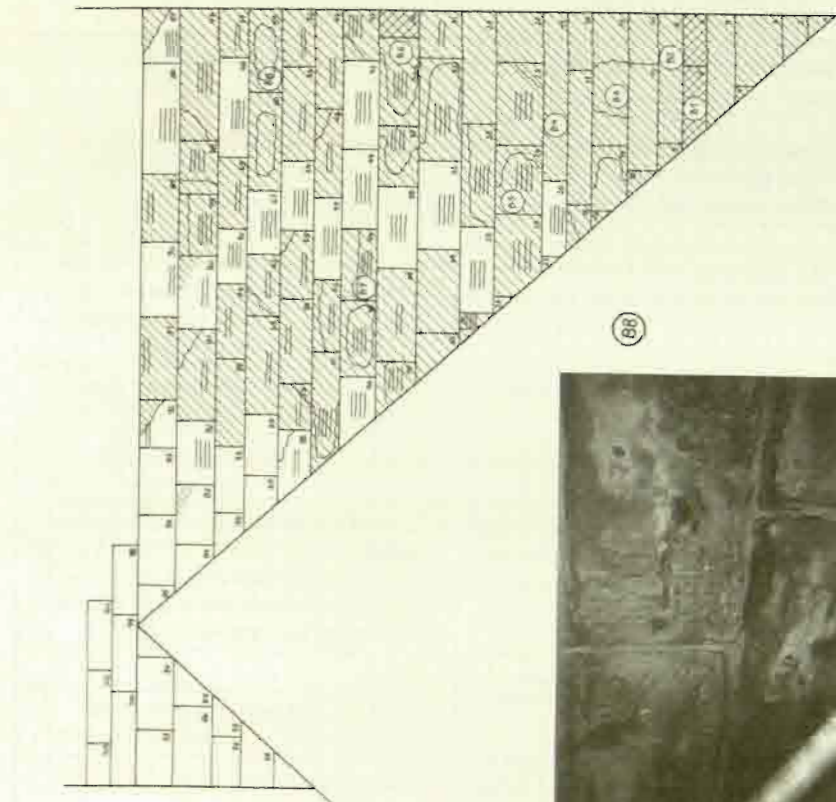
Nr.	Schadensbeschreibung	Maßnahmenkatalog	Ausführung
9.1	Überblattung Sparren/Binderbalken 2 cm Luft, HN-Kopf abgebrochen Mauerlatte zwischen Nr. 8 und 9 leichter Wasserschaden	zusammenspannen, 1 neuer HN, Lagesicherung genaue Prüfung des Schadens durch Endoskopie; beschädigte Bereiche mit Neuholz (Eiche) auswechseln	2 neue HN, 2 Schrauben zur Lagesicherung s. Detail 1, neue ML-22/14 cm 1,2 mlg gehobelt, Anschluß an alte Mauerlatte mit gehobeltem Eichenkreuz 14/5 cm 0,5 mlg, 4 HN Ø3
9.2	Firstsäule unterer Teil abgesägt	mit gehobeltem Neuholz (Nadelholz) ergänzen, Verbindung mittels Gerberstoß; Verbindung Binderbalken/Firstsäule mit HN sichern	s. Detail 2, Neuholz 21/11 cm 2,2 mlg, Gerberstoß mit 2 Einpreßdübeln ø 50 mm, 2x M16/260 mit U-Scheiben; Binderbalken/Firstsäule mit HN Ø3 sowie zusätzl. Schlüssel-schraube M12/240 mit U-Scheibe
9.3	Sparrenknecht unter Blattsacke ausgebrochen	mit gehobeltem Neuholz (Eiche) Ausbruch ergänzen	Neuholz 28/12 cm, Verbindung verleimt und mit Kreuzschlitzschrauben 6/80 gesichert
9.4	Überblattung Sparren/Binderbalken 3 cm Luft	zusammenspannen, 2 neue HN, Lagesicherung	HN alt, 2 Sicherungsschrauben 8/100
9.5	Kehlbalkenblatt ausgerissen, Wasserschaden an Hakenblattsasse	mit gehobeltem Neuholz (Nadelholz) ergänzen, Verbindung mittels Gerberstoß, neuer HN, Lagesicherung, Wasserschaden mit Neuholz (Nadelholz) ergänzen	s. Detail 5, Neuholz 22/5 cm 0,8 mlg, Gerberstoß mit 4x M16/160 als Stabdübel mit U-Scheiben, Sicherungsschraube 8/100, Wasserschaden Neuholz: 16/5 cm 0,25 mlg, verleimt, 2 Kreuzschlitzschrauben 6/80
9.6	HN ausgerissen, Firstsäule verschoben	ausrichten, durch neuen HN sichern	HN Ø3
9.7	Vorholz des Hakenblattes abgerissen	Vorholz wiederherstellen	Originalvorholz verleimt, 2 Kreuzschlitzschrauben 6/80, Sicherungsschraube 8/100
9.8	Firstsäule im oberen Teil abgesägt	s. 9.2, Verbindungen Firstsäule/2 Kehlbalken bzw. Hahnenbalken bzw. Firstspitze überblatten und mit HN sichern	s. auch Detail 2, Neuholz 21/11 cm 4,7 mlg, neue HN Ø3

Abb. 40 Maßnahmenplanung und -dokumentation. Salem, Münster, Langhausdach. Systemquerschnitt mit Kartierung der Maßnahmen, Beschreibung der Schäden, der projektierten und der durchgeführten Maßnahmen nach Befundnummern.



Schadenskartierung Nr. 1-103

- (B1) Foto Nr. 1-8
- ▽ Schale ganz abgefallen
- ▽ Schale teilweise abgefallen
- ▽ Schale vorhanden mit Rissen
- ▽ nur Risse



Maßnahmenkartierung Nr. 1-103

- (B1) Foto Nr. 1-8
- partell gefestigt
- gefestigt
- Risse geschlossen
- Schalen und Risse geschlossen
- Schalen teilweise abgefallen und geschlossen
- Auswachsung oder Verputz

Abb. 41, 42 Schadenskartierung und Maßnahmenkatalog. Neuenstein, Schloss, Bergfried, Südansicht. Auszüge aus der Dokumentation von Steinmetzmeister Schäffler, Dezember 1998, redaktionell überarbeitet. Schematische Steindarstellung, einfache Kennzeichnung der Steinschäden mit exemplarischen Photos (Auswahl). Einfache Kennzeichnung der durchgeführten Maßnahmen mit exemplarischen Photos (Auswahl).



- Schaden Stein
- Fehlstellen
 - Ausblühungen
 - Lagerrisse
 - Risse
 - Schalen
 - Schuppen
 - Lagerige
 - Rückwärtig
 - Absonden

Ausblühungen:

Abb.: Ausblühungen

Beschreibung: Auf der Steinoberfläche bilden sich flaumartige weißliche Verfärbungen (Whiskers).
Betroffene Materialien: Sandsteine, Putz.
Schadensumfang: Das Erdgeschoss ist bis in eine Höhe von ca. 2 m davon betroffen.
Schadensbewertung: Die hohe Salzbelastung, die hiervon signalisiert wird, ist Ursache der meisten Schäden am Bauwerk.
Schadensursache: Nutzung.

Im Zuge dieser Untersuchung wurde eine Salzanalyse durch die FMFA veranlaßt, deren Untersuchung als getrennter Bericht vorliegt.

Darstellung in der Kartierung:

Schalen:

Abb.: Schalenbildung am Gesims unterhalb der Brüstung

Beschreibung: Die Oberfläche des Steins löst sich in einer zumeist ca 8-10mm starken Schicht vom Kern. Durch zunehmende Verdichtung der Oberfläche und ein verändertes thermisches Verhalten bildet sich in der darunter liegenden Mürbazone ein oberflächenparalleler Riß.
Betroffenes Material: Sandstein
Schadensumfang: Der Schaden ist mäßig verbreitet. Betroffen sind hauptsächlich die grünlichen Sandsteine.
Schadensbewertung: Die Schalen stellen eine Gefährdung des Baubestands und beim Abfallen der Steinoberfläche können sie Passanten gefährden.
Schadensursache: Die Schalen entstehen vor allem an der Bewitterung besonders ausgesetzten Bereichen des Bauwerks.

Darstellung in der Kartierung:

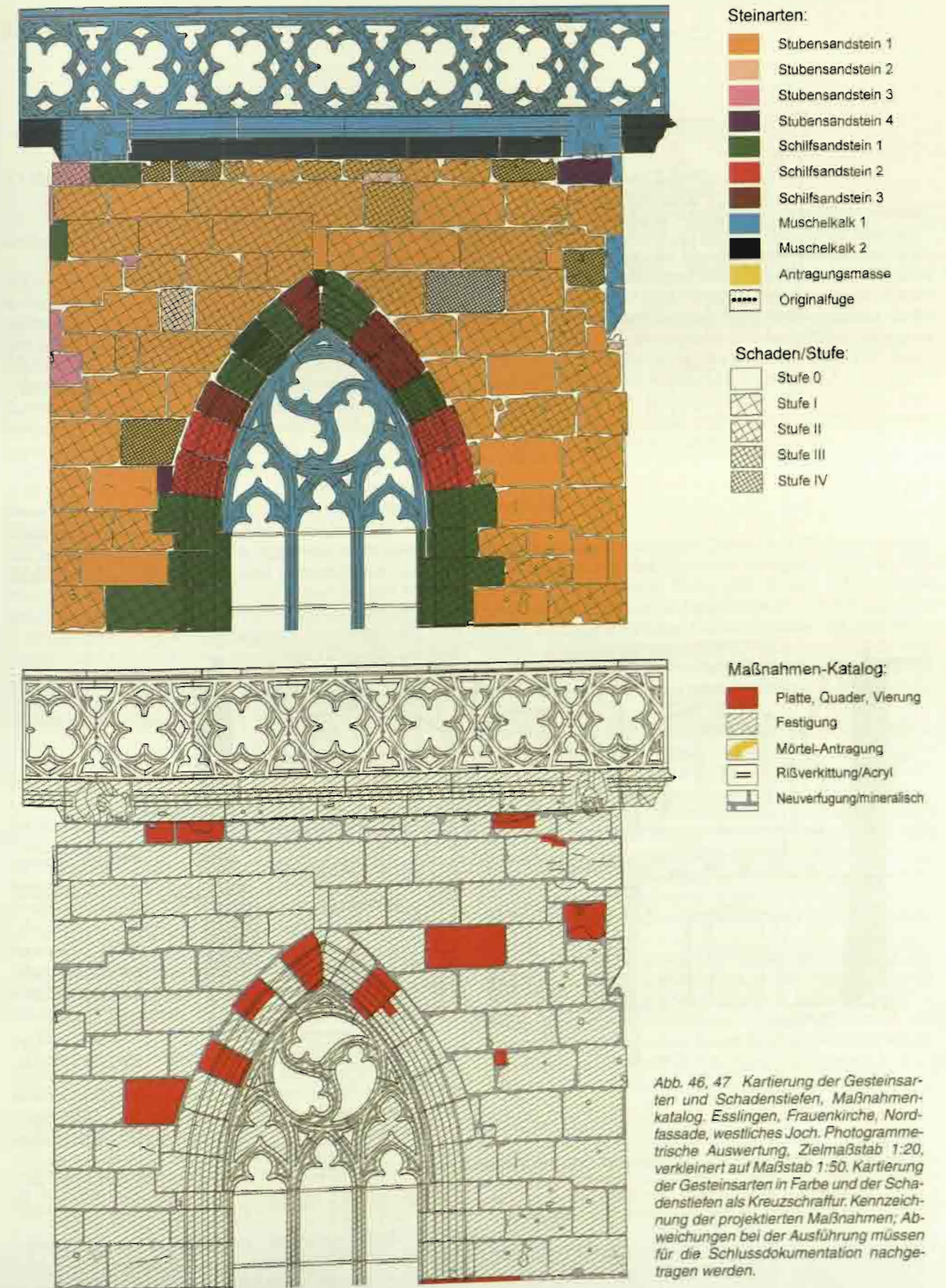
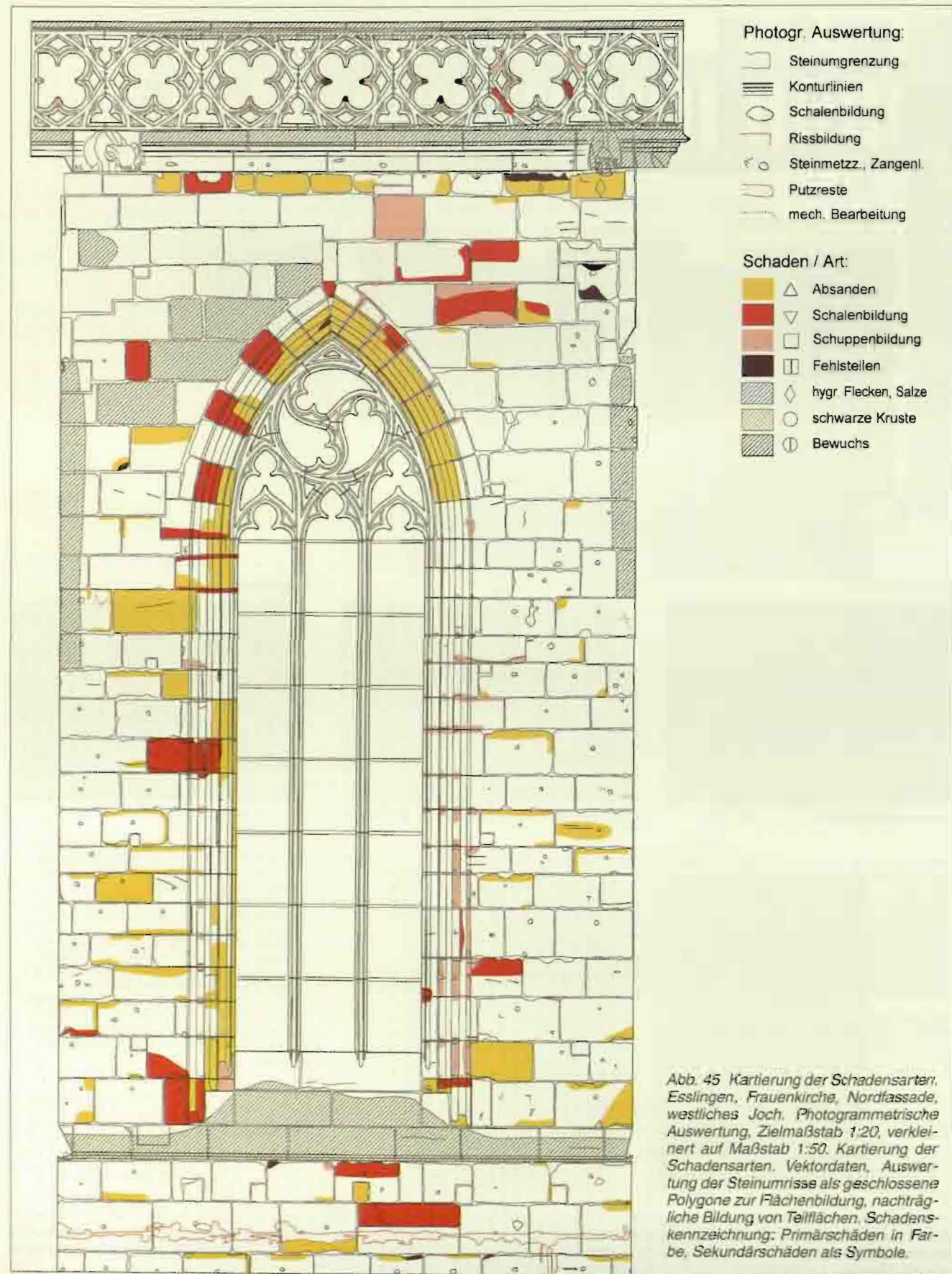
Lagerrisse:

Abb.: Lagerrisse

Beschreibung: Der Stein bildet einen oder mehrere Risse aus, die erkennbar entlang von Lagern im Stein verlaufen.
Betroffenes Material: Sandstein
Schadensumfang: Lagerrisse sind nur ganz vereinzelt anzutreffen.
Schadensbewertung: Wenn die Steine mit waagerechten Lagern versetzt wurden, sind diese Risse meist nicht bedrohlich. Sie sind jedoch frostgefährdet, vergrößern die Oberfläche und bieten Flächen für Bewuchs, weswegen sie geschlossen werden müssen.
Schadensursache: Lagerrisse sind in erster Linie durch das verwendete Steinmaterial bedingt.

Darstellung in der Kartierung:

Abb. 43, 44 Schadenskartierung. Bönningheim, Schlossstraße 35, Südansicht. Auszüge aus dem Untersuchungsbericht mit Maßnahmenkonzept von A. Kieferle/P. Reiner, Januar 1999. Digitale Bildentzerrung, Hochzeichnen der Steinumrisse, Kartierung der Steinschäden (Ausschnitt), Material- und Schadensbeschreibung mit exemplarischen Photos (Auswahl).



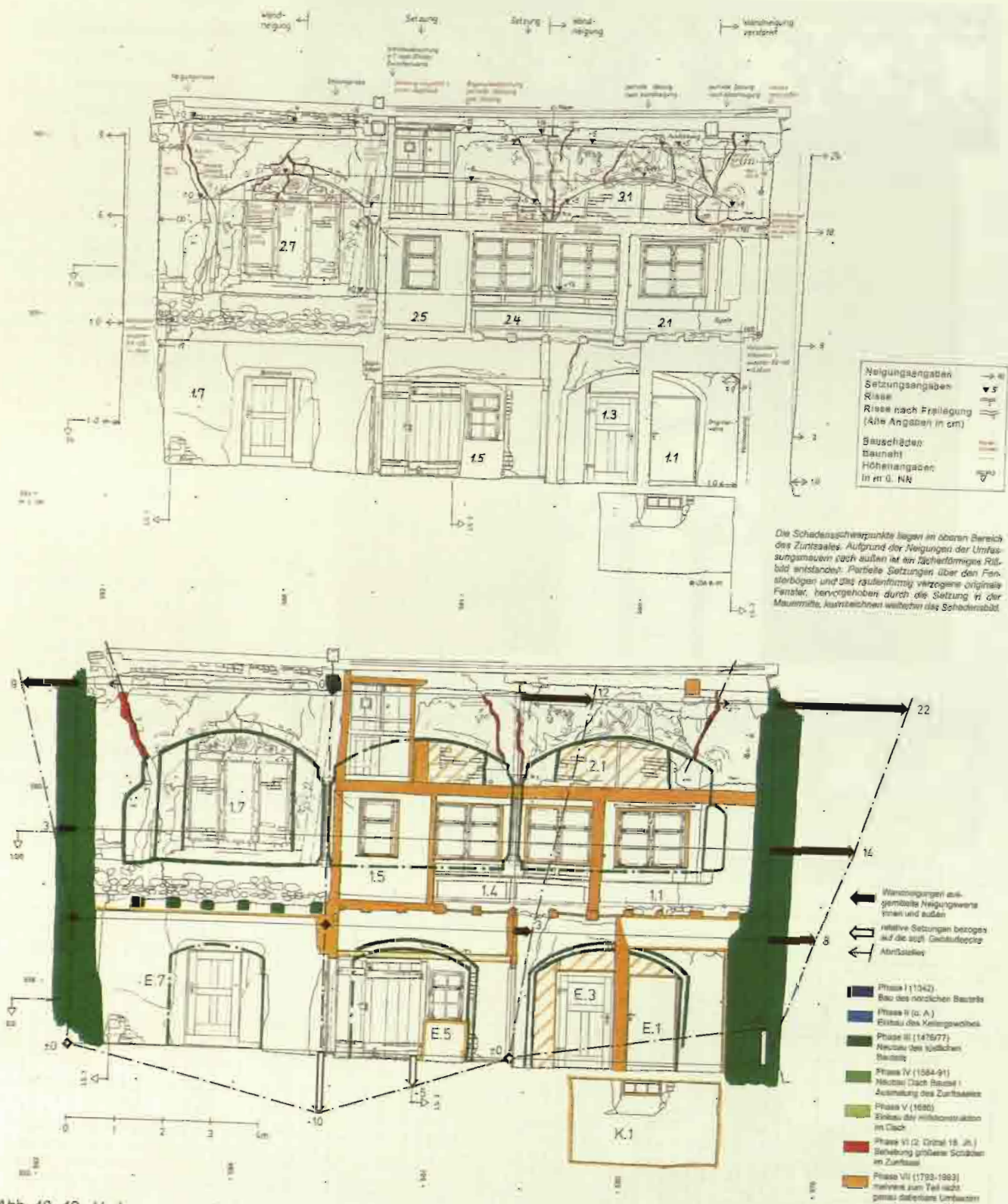


Abb. 48, 49 Verformungsanalyse und Bauphasen. Wangen, Zunftausgasse 11, Querschnitt vor der südwestlichen Innenwand des Zunftsaales. Photogrammetrische Vermessung und Handaufmaß im Maßstab 1:20, verkleinert auf Maßstab 1:125. Ermittlung der Neigungs- und Setzungswerte, farbige Kennzeichnung und Beschreibung der Bau- und Schadensbefunde. Darstellung der Hauptneigungen und -setzungen in Form von Vektoren. Farbige Kennzeichnung der Bauphasen.

3. Anhang

3.1 Grundlagen der digitalen Bauaufnahme

Vektordaten

Vektordaten beinhalten die geometrischen Grundelemente Punkt, Linie und Fläche. Sie haben eine geordnete Objektstruktur und zeichnen sich durch geringe Datenmengen und kurze Rechenzeiten aus. Die Datenerfassung ist relativ aufwändig.

Vektordaten werden bei der digitalen Bauaufnahme durch tachymetrische oder photogrammetrische Vermessungen gewonnen. Die Datenerfassung erfolgt in der Regel dreidimensional.

Analoge Pläne können manuell digitalisiert, d. h. in Vektordaten umgewandelt werden. Zur Transformation der Plandaten in ein CAD-System werden mindestens zwei koordinatenmäßig bekannte Punkte benötigt. Der Planinhalt wird auf einem Digitalisieretaflet mit einer Messlupe angemessen, oder der Plan wird gescannt und am Bildschirm vektorisiert. Für begrenzte Anwendungen können gescannte Pläne mithilfe von Vektorisierungsprogrammen in Vektordaten umgewandelt werden. Voraussetzung sind einfache Vorlagen mit hoher graphischer Qualität, um eine automatische Erkennung zu ermöglichen, ggf. müssen die Daten interaktiv überarbeitet werden. Die Datenerfassung ist zweidimensional.

Rasterdaten

Bei Rasterdaten ist das geometrische Grundelement das Pixel, welches zeilen- und spaltenweise angeordnet ist. Die Betrachtung erfolgt flächenhaft. Rasterdaten haben keine logischen Verbindungen zwischen den einzelnen Bildelementen, die Datermenge ist groß und der Rechenaufwand hoch. Dagegen ist die Datenerfassung relativ einfach.

Rasterdaten werden bei Aufnahmen mit Digitalkameras oder durch Scannen von analogen Bildern oder vorhandenen Plänen gewonnen. Die Datenerfassung ist zweidimensional.

Bildrasterdaten haben zunächst keinen Objektbezug, sie müssen über Passpunkte in das Koordinatensystem der Bauaufnahme eingebunden werden (s. auch 3.2. Photogrammetrische und photogrammetrische Dokumentation zu maßstäbliche Vergrößerung, Entzerrung, Orthophoto).

Dreidimensionale Rasterdaten können durch geodätische oder photogrammetrische Messungen sowie aus Laserscanneraufnahmen erzeugt werden. Mit entsprechenden Rechenprogrammen können daraus Höhen- bzw. Geländemodelle, Höhen- bzw. Tiefenlinien, Neigungsmodelle, Schummerungsmodelle und bei zeitversetzten Messungen Differenzenmodelle abgeleitet werden.

Hybride Graphik

Rasterdaten können von Vektordaten überlagert werden. Die Darstellungsart wird als hybride Graphik bezeichnet.

Zur Verdeutlichung der geometrischen Strukturen können die Hauptkonturen und die wesentlichen Baubefunde wie Baunähte oder nachträgliche Veränderungen linienweise hervorgehoben werden. Dies kann entweder durch Hochzeichnen von den digitalen Photos oder für genauere Darstellungen durch Bauaufnahmen vor Ort oder durch photogrammetrische Auswertungen erfolgen.

Weiterhin können die Rasterdaten durch Linien- oder Flächendarstellungen oder durch alphanumerische Kennzeichnungen thematisch überarbeitet werden.

Sachdaten

Sachdaten oder thematische Daten sind Attribute zur Bauaufnahme. Sie repräsentieren die nichtgeometrischen Elemente wie allgemeine Texte und Zahlen sowie Eigenschaften wie konstruktive Baumerkmale und Schadensbefunde. Sachdaten können bei der digitalen Bauaufnahme mithilfe eines CAD-Programms in Pläne oder digitale Photos eingearbeitet werden, oder sie können extern durch allgemeine Beschreibungen oder Befundnummern verwaltet werden.

Sachdaten in Form einer relationalen Datenbank können darüber hinaus direkt mit der Geometrie der digitalen Bauaufnahme verknüpft werden. Die Verknüpfung erfolgt wiederum über Nummern und kann sich auf Punkte und auf Flächen beziehen. Die Verknüpfungen sind wechselseitig und können je nach Programmaufbau gesteuert werden: Es kann zunächst die CAD-Bearbeitung erfolgen und die Daten werden danach in die Datenbank eingelesen, oder die Sachdaten werden zuerst in der Datenbank erfasst und danach über entsprechende Algorithmen graphisch dargestellt.

Sinnvoll sind Anwendungen durch flächenweise Verknüpfungen. Den Einzelflächen, z. B. Oberflächen von Natursteinen, können in einer Datenbank Baualter, Material, Bearbeitungsart oder Schäden zugeordnet werden. Die Befunde können danach statistisch und graphisch ausgewertet werden (s. auch 2.4 Schadenskartierungen; 2.4.2 Natursteinfassaden).

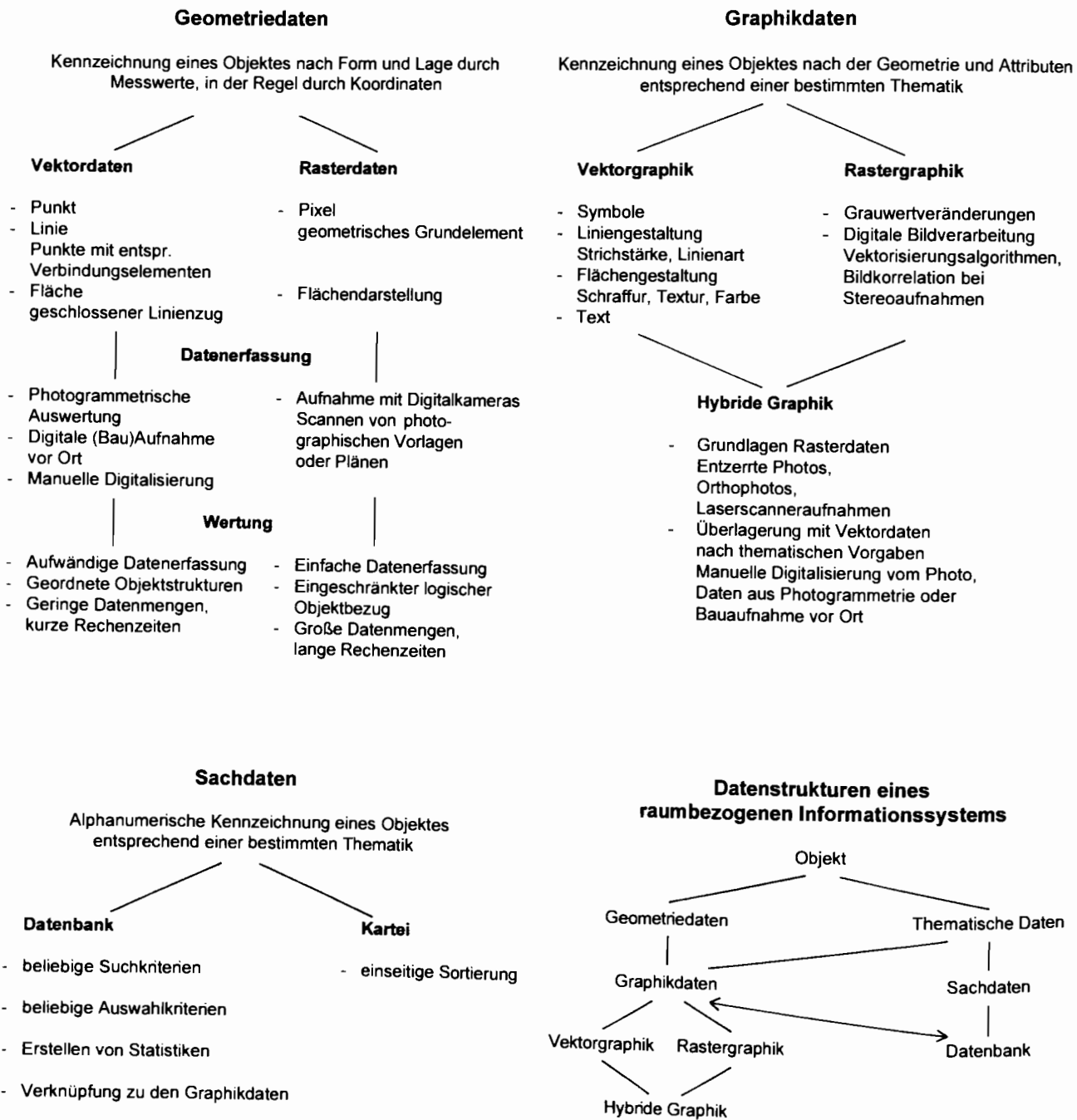


Abb. 50 Datentypen. Datenerfassung bei der digitalen Bauaufnahme, Eigenschaften der Daten und Bearbeitungsmöglichkeiten. Datenstrukturen eines raumbezogenen Informationssystems.

Gebäudeinformationssystem

Durch die direkte Verknüpfung der graphischen Daten mit den Sachdaten werden auf der Basis der digitalen Bauaufnahme neue Anwendungsbereiche für die Schadensanalyse, Planung, Kalkulation, Bauausführung, Maßnahmen-dokumentation und Abrechnung erschlossen. Die digitale Bauaufnahme wird Bestandteil eines raumbezogenen Informationssystems bzw. eines Gebäudeinformationssystems (Abb. 50).

3.2 Photographische und photogrammetrische Dokumentation

Wesentlicher Bestandteil einer Bauaufnahme mit zusätzlicher Dokumentation der Befunde ist die photographische Aufnahme. Gegenüber der interpretierten und generalisierten Bauaufnahme bildet das Photo Nebensächlichkeiten gleichermaßen mit ab wie Hauptmotive, was bei nachträglichen Fragestellungen von entscheidender Bedeutung sein kann. Photos ergänzen die Bauaufnahme, oder

sie können auch anstelle von ausführlichen Detailzeichnungen Teilbereiche ersetzen. Die photogrammetrische Bauaufnahme beinhaltet beide Dokumentationsarten: Die photographische Aufnahme und die interpretierte Auswertung.

Ein entscheidender Faktor ist die Haltbarkeit der Filme und der Vergrößerungen. Schwarzweißaufnahmen sind wesentlich haltbarer als Farbaufnahmen. Sind farbige Befunde zu erfassen, wird empfohlen Farb- und Schwarzweißaufnahmen herzustellen. Bei Schwarzweißentwicklungen ist darauf zu achten, dass ausreichend fixiert und gründlich, möglichst bei 20 °C, gewässert wird. Schwarzweißaufnahmen sind grundsätzlich auf Barytpapier (kein Kunststoffpapier) zu vergrößern. Bei der Archivierung ist darauf zu achten, dass gleichmäßige und möglichst niedrige Temperaturen und geringe Luftfeuchtigkeiten vorliegen.

Wesentlich ist die Kennzeichnung der Aufnahmen bezüglich Objekt, Lage, Richtung, Motiv und Datum (eine undatierte Aufnahme hat nur den halben Informationswert). Bei Detailaufnahmen ist es sinnvoll, einen Beschriftungsblock und eine Maßstabsleiste mitzuphotographieren. Bei größeren Serien wird empfohlen, Aufnahmeübersichten, z. B. auf den Grundrissen der Bauaufnahme, zu fertigen.

Photographische Aufnahme

Die photographische Aufnahme soll Gesamtansichten und Raumeindrücke möglichst in ihrer natürlichen Form abbilden. Wandparallele Aufnahmen können in bestimmten Fällen zeichnerische Bauaufnahmen ersetzen, oder sie dienen der zusätzlichen Interpretation. Diagonalaufnahmen zeigen durch die perspektivische Darstellung die Raumtiefen auf und ergänzen die Bauaufnahme. Weiterhin sind Details zu erfassen und optisch aufzuwerten. Bestimmte Befunde können nur durch besondere Techniken, wie mit Streiflicht oder Infrarotfilm, kenntlich gemacht werden. Filmart, Objektivwahl und Aufnahmerichtung sind entsprechend diesen Kriterien zu wählen.

Photogrammetrische Messmethoden

Im Gegensatz zur photographischen Aufnahme, bei der das Motiv im Mittelpunkt steht, unterliegen die photogrammetrischen Aufnahmen konkreten technischen Bedingungen hinsichtlich der Aufnahmeanordnung und der Kamera. Photogrammetrische Aufnahmen werden vorgeplant, ausschlaggebend sind Detailerkennbarkeit und Messgenauigkeit.

Für die photogrammetrische Auswertung werden Passpunkte benötigt, die in der Regel geodätisch eingemessen werden, um die Zeichnungen oder die Daten auf das Messsystem der Bauaufnahme beziehen zu können.

Photogrammetrie bedeutet Bildmessung. Generell gibt es drei photogrammetrische Messmethoden, die sich sowohl bei der Aufnahmeanordnung als auch bei der Auswertung unterscheiden: Einzelbildauswertung, Stereoauswertung und monoskopische Mehrbildauswertung. Die

Wahl des geeigneten Verfahrens ist von den Faktoren Objektbeschaffenheit, Interpretationsmöglichkeit und geforderte Genauigkeit abhängig. Bei der Einzelbildauswertung werden zweidimensionale, bei den übrigen Verfahren dreidimensionale Messwerte erzeugt.

Darüber hinaus werden die graphische, analoge, analytische und digitale Auswertung unterschieden.

Die graphische Mehrbildauswertung (Messtisch- oder Einschneidebildmessung) hatte im 19. Jahrhundert große Bedeutung, wird aber heute nicht mehr eingesetzt.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts werden an optisch-mechanischen Auswertegeräten Stereoaufnahmen ausgewertet. Die Übertragung der Messwerte erfolgt analog durch punkt- oder linienweises Auswerten auf einem angeschlossenen Zeichentisch in einem bestimmten Maßstab.

Seit Beginn der 80er-Jahre wird die Analogauswertung durch die analytische Auswertung ersetzt. Die erforderlichen Orientierungsvorgänge und Messabläufe erfolgen rechnerisch. Die Auswertungsergebnisse, Punkte und Linien, werden digital erfasst und gespeichert. Die graphische Ausgabe kann direkt (on-line) oder zu einem späteren Zeitpunkt (off-line) erfolgen, oder die Daten werden in ein CAD-System übertragen und weiterbearbeitet.

Seit Beginn der 90er-Jahre werden in zunehmendem Maße digitale Bilder bearbeitet. In der Architektur-photogrammetrie betrifft dies insbesondere die Einzelbild-entzerrung und die monoskopische Mehrbildauswertung. Stereoauswertungen werden noch überwiegend mit herkömmlichen Aufnahmen durchgeführt (s. auch 3.1 Grundlagen der digitalen Bauaufnahme – Vektordaten, Rasterdaten).

Messmethode	Einzelaufnahme Stereoaufnahme Monoskopischer Bildverband
Photographische Anforderungen	Filmemulsion, Entwicklung Lichtverhältnisse, Kontraste Blenderwahl, Belichtungszeit
Aufnahmemmaßstab	Detailerkennbarkeit Messgenauigkeit
Aufnahmeanordnung	Wahl der Aufnahmestandpunkte Senkrechtaufnahmen Schrägaufnahmen Basisverhältnis bei Stereoaufnahmen
Passpunktbestimmung	signalisierte Punkte, natürliche Punkte Anordnung der Passpunkte Genauigkeit der Passpunkte
Auswertung	innere und äußere Orientierung Interpretationsgenauigkeit Messgenauigkeit

Abb. 51 Genauigkeitsabhängigkeiten bei photogrammetrischen Vermessungen.

Einzelbildauswertung

Maßstäblich vergrößerte Einzelaufnahmen können als Messgrundlage für die Bauaufnahme herangezogen werden, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind: Das Aufnahmeobjekt muss in einer Ebene liegen und die Aufnahmen müssen senkrecht dazu hergestellt werden. Schrägaufnahmen können auch nachträglich entzerrt werden. Ist ein Objekt nicht eben, müssen Genauigkeitsverluste in Kauf genommen werden; in der Tiefe versetzte Ebenen können getrennt bearbeitet werden. Entzerrte Einzelbilder können zu einem Gesamtbildplan montiert werden.

Maßstäblich vergrößerte oder entzerrte Aufnahmen können somit Teile von Bauaufnahmen ersetzen, oder Befunde können direkt hochgezeichnet und in die Bauaufnahme übernommen werden (Photovermessung). Das Vergrößern und Entzerren kann analog oder über digitale Bildverarbeitungsmethoden erfolgen.

Einzelbildauswertungen werden bei möglichst ebenen Objekten und bei geringeren Genauigkeitsansprüchen empfohlen.

Ein Sonderfall bildet die Orthophotoprojektion, die insbesondere bei gekrümmten oder unebenen Flächen angewendet wird. Durch eine Differentialentzerrung auf der Grundlage einer mathematischen Formel, z. B. eines Zylinders oder eines digitalen Modells, wird ein photographisches Bild, d. h. eine Zentralperspektive, in eine orthogonale Projektion umgewandelt.

Stereoauswertung

Die Stereoauswertung erfolgt im räumlichen Modell, die Tiefenwahrnehmung entspricht dem »natürlichen räumlichen Sehen«. Bei der Auswertung wird eine Messmarke räumlich auf das Objekt aufgesetzt, die Messwerte werden mechanisch oder analytisch ermittelt. Im Modell kann an jeder beliebigen Stelle, ohne dass markierte Punkte oder Ecken vorliegen, gemessen werden.

Die Genauigkeit einer Stereovermessung ist neben dem Aufnahmemaßstab vom Basisverhältnis, d. h. der Relation zwischen der Aufnahmebasis und der Objektentfernung, abhängig. In der Architekturphotogrammetrie wird das Basisverhältnis relativ klein gewählt (1:4–1:8), um einen möglichst natürlichen Raumeindruck zu erhalten und um bei Objektversprüngen den stereoskopisch nicht einsehbaren Bereich möglichst gering zu halten.

Stereoauswertungen werden bei unregelmäßigen Objekten und bei mittleren Genauigkeitsansprüchen (Bauaufnahmegenaugigkeit) empfohlen. Im Gegensatz zu allen anderen Verfahren können durch die räumliche Interpretation Verwerfungen am Objekt oder Bauschäden erkannt werden, sodass Stereoaufnahmen nicht nur für aktuelle Bauaufnahmen, sondern auch zur räumlichen Dokumentation eines Zustandes zum Zeitpunkt der Aufnahme speziell für die Belange der Denkmalpflege von Bedeutung sind.

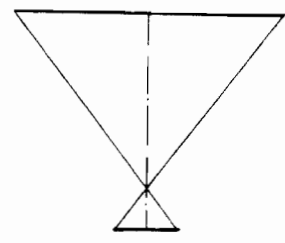
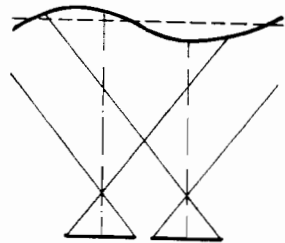
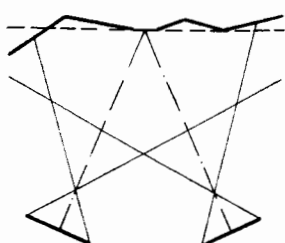
	Einzelaufnahme	Stereoaufnahme	Bildverband
Objektbedingungen	ebenes Objekt	räumliches Objekt ohne Einschränkungen	räumliches Objekt mit eindeutigen Identifikationspunkten
Aufnahmebedingungen	strenge Parallelausrichtung bei maßstäblichen Vergrößerungen, genähert bei Entzerrungen	Stereoaufnahme, wenn möglich parallel zur Objektebene	zwei oder mehrere Aufnahmen mit möglichst konvergierenden Aufnahmeachsen
Messtechnische Bearbeitung	maßstäbliche Vergrößerung, Entzerrung, Differentialentzerrung (Orthophoto) bei unebenen Objekten	räumliche punkt- oder linienweise Auswertung	monoskopische Punkt-messungen auf zwei oder mehr Aufnahmen, bei definierten Ebenen auf einer Aufnahme
Interpretation	monoskopisch	stereoskopisch	monoskopisch
Messergebnisse	2-dimensional	3-dimensional	3-dimensional
Objekt und Aufnahme			

Abb. 52 Photogrammetrische Messmethoden. Aufnahmekonstellationen, Bearbeitung und mögliche Ergebnisse.

	Aufnahmebedingungen	Bearbeitung bzw. Auswertung	Ausgabe
Photographische Bearbeitung	Aufnahme mit möglichst verzerrungsfreien Objektiven	maßstäbliche Vergrößerung, Entzerrung, Orthophoto, Bildplan	maßstäbliche photographische Ausgabe
Graphische Einschneide-Bildmessung	Messkammern	graphische Auswertung	maßstäbliche Zeichnung
Analoge Stereoauswertung	Messkammern	optisch-mechanische Auswertung	direkte graphische Ausgabe in einem bestimmten Maßstab
Analytische Auswertung	Messkammern oder Teilmesskammern	rechnergestützte Orientierung und Auswertung – Stereoauswertung / monoskopische Mehrbildauswertung	Vektordaten, Ausgabe in unterschiedlichen Maßstäben bzw. CAD-Bearbeitung
Digitale Bearbeitung und Auswertung	Digitalkameras bzw. Scannen von photographischen Aufnahmen	Entzerrung, Orthophoto, Bildplan Rechnergestützte Orientierung und Auswertung – Stereoauswertung / monoskopische Mehrbildauswertung Automatische Messungen	Rasterdaten, Ausgabe maßstäblicher Bilder Vektordaten, Ausgabe in unterschiedlichen Maßstäben bzw. CAD-Bearbeitung Generierung digitaler Modelle, digitale Bildanalyse, Soll-Ist-Vergleiche

Abb. 53 Photogrammetrische Auswerte- und Bearbeitungsmethoden. Aufnahmebedingungen, Bearbeitungs- und Ausgabemöglichkeiten.

Monoskopische Mehrbildauswertung

Monoskopische Mehrbildauswertungen standen am Beginn der Entwicklung der Photogrammetrie (graphische Einschneidebildmessung). Durch die Computertechnologie hat dieses Verfahren eine Renaissance erfahren. Die Messung erfolgt punktweise auf zwei oder mehreren Aufnahmen. Ist eine Ebene definiert, kann auch auf einem Bild weitergemessen werden. Mit entsprechenden Auswerteprogrammen werden die Punkte in Koordinaten umgerechnet. Das Anmessen kann auf Vergrößerungen der Aufnahmen mit einer Messlupe oder mit digitalen Bildern am Bildschirm erfolgen.

Da keine stereoskopische Betrachtung erfolgt, können die Aufnahmen so angeordnet werden, dass günstige Schnitte entstehen. Geschlossene Bildverbände mit Konvergenzaufnahmen und moderne Triangulations- und Ausgleichsberechnungen ermöglichen sehr hohe Messgenauigkeiten. Nachteilig ist, dass genaue Auswertungen nur mit eindeutigen Identifikationspunkten möglich sind, sodass die theoretische Genauigkeit in der Praxis wieder relativiert wird. Die Interpretationsmöglichkeit entspricht der Einzelbildauswertung, Tiefenunterschiede können nicht interpretiert werden, was zu unvollständigen oder falschen Messungen führen kann. Unregelmäßige und in der Tiefe differenziert gegliederte Objekte eignen sich somit nicht für diese Messmethode.

Monoskopische Mehrbildauswertungen werden bei Objekten mit eindeutigen Strukturen empfohlen. Weiterhin werden sie bei Präzisionsmessungen für Passpunktverdichtungen oder bei Deformationsbeobachtungen mit signalisierten Punkten eingesetzt (Abb. 51–53).

Laserscanneraufnahmen

Einen Sonderfall bilden 3D-Laserscanneraufnahmen, die sowohl geodätische als auch photogrammetrische Elemente beinhalten. Bei der Aufnahme wird die Oberfläche eines Objektes punktweise in einer vordefinierten Rasterweite abgetastet. Gemessen werden pro Punkt Strecke, Horizontal- und Vertikalwinkel sowie die Intensität des Laserlichtes. Aus den Messungen wird eine so genannte »Punktwolke« abgeleitet, die sowohl die dreidimensionalen Koordinaten jedes Messpunktes als auch ein Intensitätsbild liefert. Mithilfe von speziellen Programmen können aus diesen Rohdaten Linienzeichnungen, Oberflächenmodelle oder Volumenkörper extrahiert werden, wobei je nach Objektbeschaffenheit und gewünschter Darstellungsgenauigkeit manuelle, halbautomatische oder automatische Verfahren Anwendung finden.

3.3 Kalkulationsgrundlagen

Kostenrelation

Die hier aufgeführten Kalkulationsgrundlagen sollen für Auftraggeber und -nehmer Hinweise auf Kostenrelationen und -einflüsse bei der Ausarbeitung von Angeboten geben. Konkrete Beträge können hier jedoch nicht festgelegt werden, da diese Broschüre nur Empfehlungen gibt und die Kostenentwicklung laufend fortgeschrieben werden muss. Jeder Benutzer muss deshalb seinen Kostenrahmen selbst ausarbeiten.

Bei der Bauaufnahme wird für die entsprechenden Genauigkeitsstufen empfohlen, die Kosten auf Kubikmeter des umbauten Raumes oder auf Quadratmeter der aufzunehmenden Fläche zu beziehen. Dadurch erhält man eine Kalkulationsbasis für vergleichbare Objekte. Dabei sind Wohn- und Wirtschaftsgebäude anders zu beurteilen als Sakralbauten oder Burgen und Schlösser. Weiterhin werden die Kosten dadurch beeinflusst, ob Details wie Kapitelle, Stuckdecken und Skulpturen oder Ausstattungsgegenstände wie Altäre oder technische Anlagen mitzuerfassen sind.

Eine vollständiges Aufmaß, d. h. ein Regelplansatz, besteht aus den Grundrissen aller Vollgeschosse und des Dachfußes, einem Längs- und einem Querschnitt und den vier Ansichten. Es können zusätzliche Schnittebenen, z. B. für statische Untersuchungen, Detailzeichnungen oder ein Lageplan erforderlich sein.

Beim Handaufmaß wird sinnvollerweise mit der Grundrissmessung begonnen, darauf aufbauend werden die Schnitte und Ansichten bearbeitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der erste Grundriss einen verhältnismäßig größeren Aufwand beinhaltet als die weiteren Grundrisse. Werden photogrammetrische Vermessungen bei der Bauaufnahme integriert, sollte damit begonnen werden, z. B. Außenansichten und Außenkonturen von Grundrissen und Schnitten, und danach die Handvermessung erfolgen.

Wird die Bauaufnahme auf einer dichten Anzahl von geodätisch gemessenen Einzelpunkten aufgebaut, sind keine zusätzlichen Messlinien beim Handaufmaß erforderlich. Auf der Grundlage der kartierten Punkte können Grundrisse, Schnitte und Ansichten parallel zueinander, in der Regel raumweise, gezeichnet werden.

Bei der digitalen photogrammetrischen oder tachymetrischen Bauaufnahme müssen Ergänzungen und Verbesserungen im Ortsvergleich auf der Grundlage eines Kontrollplots und das Nachdigitalisieren in der Kalkulation berücksichtigt werden.

Die Planung eines sinnvollen und messtechnisch abgesicherten Arbeitsablaufes ist unerlässlich, um bei der Nachkalkulation keine bösen Überraschungen zu erleben.

Herkömmliche Bauaufnahmen beinhalten kopierfähige Bleistiftzeichnungen auf maßhaltiger Folie. Dazu kommen gegebenenfalls prozentual zur Gesamtsumme folgende Kosten hinzu:

- Reinzeichnung in Tusche 20–30%
- Vermaßung je nach Umfang und Schwierigkeit 5–15%

Bei digitalen Bauaufnahmen entfällt die Reinzeichnung im herkömmlichen Sinn, für die endgültige graphische Ausarbeitung muss dennoch Zeit einkalkuliert werden, insbesondere bei der Darstellung von Schnittlinien oder -flächen.

Bei Bauuntersuchungen müssen die Kosten in der Regel für jedes Objekt gesondert kalkuliert werden. Vergleichswerte, die sich auf Volumen oder Flächen beziehen, können nur in Einzelfällen, z. B. bei der flächenbezogenen Schadenskartierung von Natursteinfassaden, für die Kalkulation hinzugezogen werden. Archiverhebungen oder Untersuchungen mit Eingriffen in die Bausubstanz können zeitlich nicht genau eingegrenzt werden, hier wird empfohlen, auf der Basis eines Stundenhonorars abzurechnen, wobei zuvor ein Höchstsatz festgelegt wird. Für Probeentnahmen und Laboruntersuchungen kann ein Festbetrag bestimmt werden, wobei auch hier der Höchstbetrag festgelegt werden sollte.

Abrechnungsmodalitäten

Standarddokumentationen wie auch darüber hinausgehende Leistungen sind im Rahmen der jeweils gültigen Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) abzurechnen. Je nach Schwierigkeitsgrad und Aufwand können diese Leistungen als Sonderleistungen mit dem beauftragten Architekten vereinbart werden.

Schwierigkeitsgrad

Bei der Kalkulation sind die unterschiedlichen Schwierigkeiten, die bei der Aufnahme der einzelnen Objekte auftreten können, zu berücksichtigen:

- Bauart: Massiv gemauerte und verputzte Bauten sind in der Regel einfacher aufzunehmen als solche, die z. B. in Sichtfachwerk ausgeführt sind. Komplizierte Baukonstruktionen, die evtl. nur durch punktuelle Freilegungen erkennbar sind, benötigen einen größeren Zeitraum. Viele kleine Räume, die keine langen Fluchten erlauben, wirken erschwerend. Frei stehende Gebäude sind einfacher zu erfassen als Objekte, die von mehreren Seiten eingebaut sind.
- Zustand: Sind viele und weit gehende Schäden zu erfassen, ist der Aufwand höher. Bauwürdige Gebäude sind nur durch komplizierte Messanlagen sicher aufzunehmen. In den Wintermonaten können Aufnahmen in unbeheizten Räumen erheblich erschwert werden.
- Nutzung: Die Aufnahme und Untersuchung eines bewohnten oder nicht entrümpelten Gebäudes benötigt wesentlich mehr Zeit als die eines geräumten Hauses. Bautätigkeiten während der Aufnahme können zu Zeitverzögerungen führen.

Kostenrahmen

Um die Kosten einzugrenzen ist bei jeder Baudokumentation das Arbeitsziel als Auftrag zu definieren. Zuvor sind in einer Ortsbegehung folgende Fragen zu klären:

- Welche Genauigkeitsstufen sind beim Aufmaß und bei der Bauuntersuchung erforderlich, muss innerhalb eines Gebäudes differenziert werden?
- Welche Grundrisse, Schnitte und Ansichten sind zu zeichnen und wie sind die Schnittebenen zu legen?
- Welche Besonderheiten sind bei der Bauaufnahme und Bauuntersuchung zu berücksichtigen?
- Welche Schwierigkeiten sind beim Aufmaß und bei der weiterführenden Bauuntersuchung zu erwarten?
- Welche Sonderuntersuchungen sind erforderlich, müssen Dritte (Firmen oder Institute mit Spezialkenntnissen, Laborarbeiten) hinzugezogen werden, wie sind die zeitlichen Abläufe, welche Kosten sind anzusetzen?

Sind diese Punkte geklärt, ist es einerseits möglich, einen ungefähren Kostenrahmen vorzugeben, andererseits kann der Bauaufnehmer jetzt ein exaktes Angebot ausarbeiten.

Einzelne Aufnahmearbeiten, die zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe nicht festlegbar sind, können auf der Basis eines Stundenhonorars ausgeführt werden. Überschreiten diese Arbeiten eine bestimmte Größe, sollte ein Zusatzangebot eingeholt werden.

Nebenkosten (Reisekosten, Geräteeinsatz, Material und Versicherung) sind in der Regel in die Gesamtpreise mit einzuberechnen. Werden sie ganz oder teilweise gesondert erstattet, sind besondere Vereinbarungen zu treffen.

3.4 Leistungsverzeichnis für Baudokumentationen

Das Leistungsverzeichnis für Baudokumentationen soll als Mustervorlage bei Leistungsanfragen dienen.

Bei der Bauaufnahme sind alle gängigen Leistungen aufgeführt; gekennzeichnet und kalkuliert werden nur die gewünschten Leistungen.

Bei Bauuntersuchungen sind die entsprechenden Leistungen für jeden Einzelfall detailliert zu beschreiben. Weiterhin kann direkt auf die einzelnen Beschreibungen und Beispiele des Heftes Bezug genommen werden.

Neben den inhaltlichen Angaben sind allgemeine Vereinbarungen zu Terminen und Verfahrensfragen zu treffen und die Abrechnungsmodalitäten für Zusatzleistungen, die zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe nicht bekannt sind, festzulegen.

Neben den Festlegungen im Leistungsverzeichnis sind schon bei der Leistungsanfrage konkrete Vereinbarungen zu den Leistungsmerkmalen und zu den Rechten an den zu erbringenden Leistungen zu benennen, falls es zu einer Beauftragung kommt. Die folgenden Punkte sind zu berücksichtigen.

Anfragen zu den Leistungsmerkmalen

Mit der Leistungsanfrage ist zu klären, ob die beschriebenen technischen Voraussetzungen gegeben sind, ob vergleichbare Aufgaben (Referenzen) schon durchgeführt wurden und ob die Leistung in dem vorgegebenen Zeitrahmen erbracht werden kann. Weiterhin ist anzufragen, ob Alternativen zu den vorgeschlagenen Arbeitsschritten und einzelnen Leistungsmerkmalen aus der Sicht der Firmen gegeben werden können, oder ob zusätzliche Bedarfspositionen eingeführt werden sollten. Der Auftragnehmer ist zu verpflichten, dass die angebotenen Leistungen von seinem Büro mit eigenem Personal zu erbringen sind. Werden Dritte in die Bearbeitung mit eingebunden, z. B. bei Sonderuntersuchungen, ist dies mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Rechte an den zu erbringenden Leistungen

Der Auftragnehmer überträgt dem Auftraggeber das Eigentum an dem geschaffenen Werk und räumt ihm das ausschließliche Nutzungsrecht, insbesondere das Recht der Veröffentlichung unter Benennung des Erstellers, und der Verwertung an den durch seine Leistung entstehenden Urheberrechten ein. Er ist mit der Übertragung der Nutzungsrechte auf Dritte und mit der Einräumung einfacher Nutzungsrechte an Dritte einverstanden. Die Veröffentlichung, Verwertung und öffentliche Wiedergabe des Werkes durch den Auftragnehmer bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

Insbesondere werden die Originalunterlagen nach der Bearbeitung dem Auftraggeber zum Eigentum übergeben. Hierzu zählen die messtechnischen Grundlagen, Pläne, digitale Datensätze, Originalfilme, Photoabzüge, Kalibrierungsdaten bei photogrammetrischen Aufnahmen und Texte.