

## Baufaufnahme und Dokumentation – Beispiele aus Tirol

Andreas Brusckke | MESSBILDSTELLE GmbH Dresden

Eine Reihe musterhafter Projekte hat in den letzten Jahren dazu beigetragen, den Stellenwert der Bauaufnahme in Tirol weiter auszubauen. Eine kleine Auswahl soll hier exemplarisch vorgestellt werden. Ein Baustein war auch die Veranstaltung „Gebauter verstehen – Voruntersuchung und Dokumentation als Planungsinstrument“ im Mai 2004 in Bozen (u. a. die Beiträge [2], [5] und [6]). Im Mittelpunkt steht die Frage, auf welche Art und Weise das für die konkrete Aufgabe benötigte Ergebnis erreicht werden kann und natürlich was das kostet.

Die Bauaufnahme und Architekturvermessung verschließt sich weitgehend einer Automatisierung. Die ständige technische Entwicklung und beeindruckende Neuerungen sind nur die eine Seite. Die Interpretation im Sinne des Erkenntnisgewinnes für die Bauaufnahme ist die andere Seite. Entscheidend bleiben immer zuerst die Qualifikation und Erfahrung des Personals und (da müssen wir ganz konservativ bleiben) die Zeit, die für die Beobachtung und Auseinandersetzung am Objekt zur Verfügung steht. „Man kann nur das sehen, was man weiß!“ – dieser Lehrsatz von Prof. Walter Haas begleitet die MESSBILDSTELLE seit dem gemeinsamen Siena-Projekt [8].

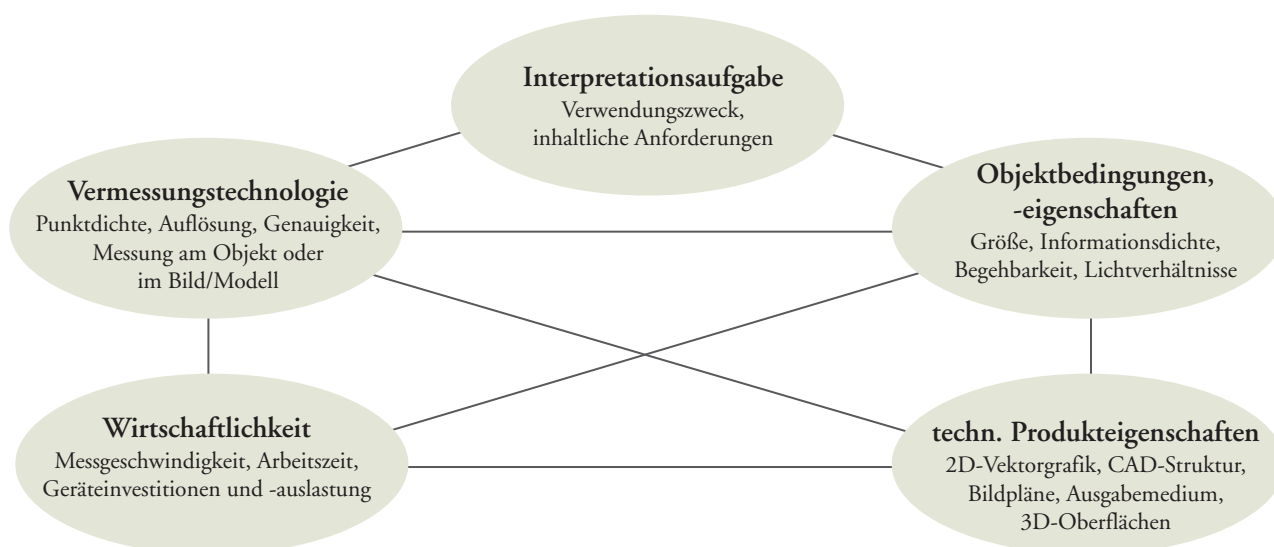
Eine umfassende Orientierung zum heutigen Stand des Fachgebietes geben verschiedene, in den Literaturhinwei-

sen genannte Beiträge. Das Verständnis kann eventuell mit folgender Übersicht erleichtert werden, als Versuch zur Objektivierung der Entscheidungsfindung (subjektive Faktoren s. o.). Die wechselseitigen Zusammenhänge und Einflussfaktoren zeigen, dass eine konkrete Aufgabe ein ziemlich komplexes Optimierungsproblem darstellt (siehe Grafik unten).

Zuerst also zweckgebundene Informationsgewinnung und -vermittlung, in zweiter Linie die Vermessung. In Abwägung dieser Bedingungen und Abhängigkeiten sind Entscheidungen zum Einsatz einer bestimmten Methode an einem konkreten Objekt und zu einer bestimmten Form des Ergebnisses zu treffen.

Vor der Antwort auf die Frage nach den Kosten sind eine Reihe anderer Fragen zu beantworten. Die wichtigsten:

- Welche Ziele werden mit der Bauaufnahme verfolgt, welche inhaltlichen Anforderungen ergeben sich daraus, wie ist eine Arbeitsteilung zwischen verschiedenen Fachdisziplinen organisiert?
- Welche technischen Anforderungen bestehen an das Endergebnis?



- c. Welche Objekteigenschaften und Umgebungsbedingungen sind zu berücksichtigen?
- d. Welche alternativen Methoden sind geeignet?

In den nachfolgenden Fallbeispielen werden unterschiedliche Anwendungen und Anforderungen demonstriert, eine vollständige Übersicht aller Möglichkeiten oder eine Systematik ist hier nicht möglich. Die Methodik der Bestandsaufnahme, formal gegliedert in die Bereiche Bauaufnahme und Bauuntersuchung mit Befunddokumentation, wird entsprechend der verschiedensten Anforderungen systematisiert. Die bekannteste Einteilung wird nach vier Genauigkeitsstufen vorgenommen [9], [10]. In [11] wird der Genauigkeitsbegriff noch stärker differenziert. Die „Aussageschärfe“ eines Bauaufmasses wird hier von zwei wesentlichen Faktoren abhängig gemacht – der Messgenauigkeit und der Darstellungsgenauigkeit. Neben der rein geometrischen Genauigkeit kommt der Form der Darstellung eine besondere Bedeutung zu. Die Differenzierung in Anforderungsstufen wird betont anwendungsbezogen vorgenommen und durch eine 5. Stufe für wissenschaftliche Zwecke erweitert.

Die typische Aufgabe für Bauaufnahmen dürfte die Herstellung werkplanfähiger Bestandsgrundlagen sein [11]: „Für eine denkmalpflegerische Projektierung mit entwurfsbedingten Eingriffen in den Baubestand ist eine formgetreue Plangrundlage der Stufe III unverzichtbar.“ Da sich wohl selten alle Anforderungen vorhersehen lassen und erst in der Bauphase durch Freilegungen neue Erkenntnisse ergeben, wird darüber hinaus eine projektbegleitende Bauaufnahme vorgeschlagen, die auf einer Grundlage wie in Stufe III aufbaut und in weiteren Phasen die Informationen verdichtet [7].

Wenn nicht entsprechend voraus gedacht wird und spätere Anforderungen nicht erkannt werden, kann es also passieren, dass für eine einfache Bauaufnahme der Stufe I oder II umsonst Geld ausgegeben wird. Solche Bestandspläne lassen sich nicht verbessern, auch die Nutzung von Altplanbeständen gehört in den Bereich der Legende [11].

Eine Erläuterung der Aufmaßmethoden sowie die Bewertung der Vor- und Nachteile erfolgt unter verschiedenen Gesichtspunkten in [2], [3], [7] und [11]. Prinzipiell werden außer den photogrammetrischen Verfahren das traditionelle Handaufmaß, das tachymetrische Aufmaß und das Laserscannen beschrieben. Gleichwertige Alternativen gibt es je-

doch nur selten. Häufig kann eine komplexe Aufgabe nur durch die Kombination mehrerer Methoden gelöst werden.

Im Dienstleistungsbereich ist es entscheidend, die Anforderungen so klar zu definieren, dass weitgehend die Qualität des Endproduktes gesichert werden kann und nachprüfbar ist. Neben der oben diskutierten Frage eines eindeutigen Leistungsverzeichnisses mit klaren inhaltlichen Vorgaben müssen jedoch ebenso kontrollierbare Vorgaben zur Messtechnik aufgestellt werden (z. B. zur Photogrammetrie [1], Vermessungskonzepte allgemein [13]). Nach DIN ISO 9001 dient Qualitätsmanagement der Erreichung beherrschter Prozesse. Insofern trägt die Definition qualitätsbestimmender technologischer Rahmenmerkmale auch zur Vermeidung von Missverständnissen, Ärger, Mehraufwand und -kosten bei. In seltenen Fällen wird das berücksichtigt, in jedem dieser Fälle aber erfolgreich. Der Aufwand für die Qualitätssicherung macht sich also bezahlt [4].

### Fallbeispiel 1 – Schloß Tirol

Die herausragende, europäische Stellung von Schloß Tirol und die beispielhafte Bedeutung für die deutsche Profanarchitektur des frühen 11. Jahrhunderts waren schon lange Anlaß für eine intensive Auseinandersetzung. Die bisherigen Forschungsergebnisse wurden 1994 der internationalen Fachwelt vorgestellt. Anlaß für weitere intensive Forschungsarbeiten waren die Zusammenfassung der Einzel Forschungen, die Klärung von Detailfragen und die Umsetzung der Ergebnisse in zeitgerechte Präsentationen der Bau- und Restaurierungsgeschichte für ein neues Museumskonzept.

Die umfassende Dokumentation des gesamten Baubestandes und der Restaurierungsgeschichte diente darüber hinaus als Grundlage für die Planung notwendiger Sanierungsmaßnahmen und für zukünftige denkmalpflegerische Maßnahmen.

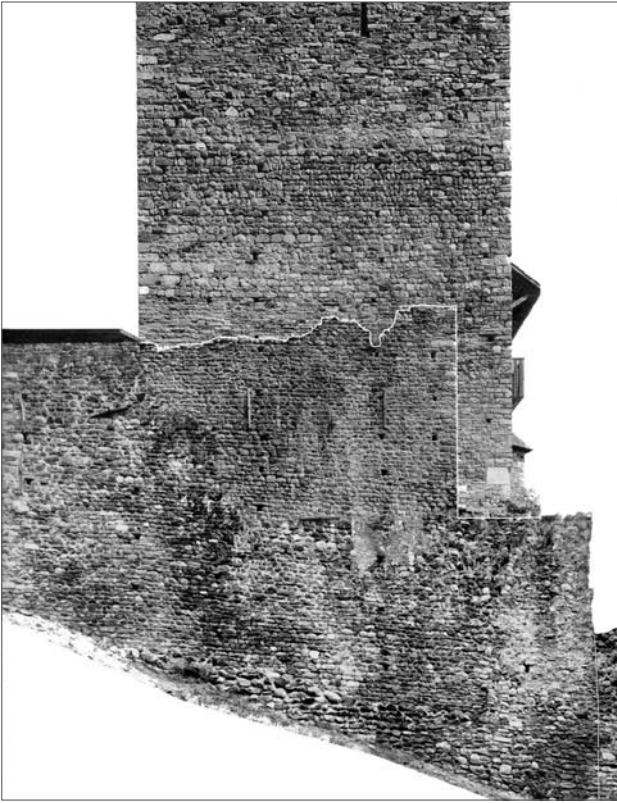
Die Aufnahme umfaßte sämtliche der für die Befundanalyse relevanten Fassaden- und Wandflächen außen und innen. Die Messbilder wurden überwiegend im Format 13 cm x 18 cm aufgenommen. Mit dem extremen Weitwinkel von 108° sind auch die engsten Räume mit einer minimalen Bildanzahl zu erfassen. Es entstanden ca. 90



Abbildung 1: Südpalast, Kapellenportal, Stereoauswertung,  
original im Maßstab 1:10



Abbildung 2: Arbeit am analytischen  
Stereoauswertegerät Planicom P3

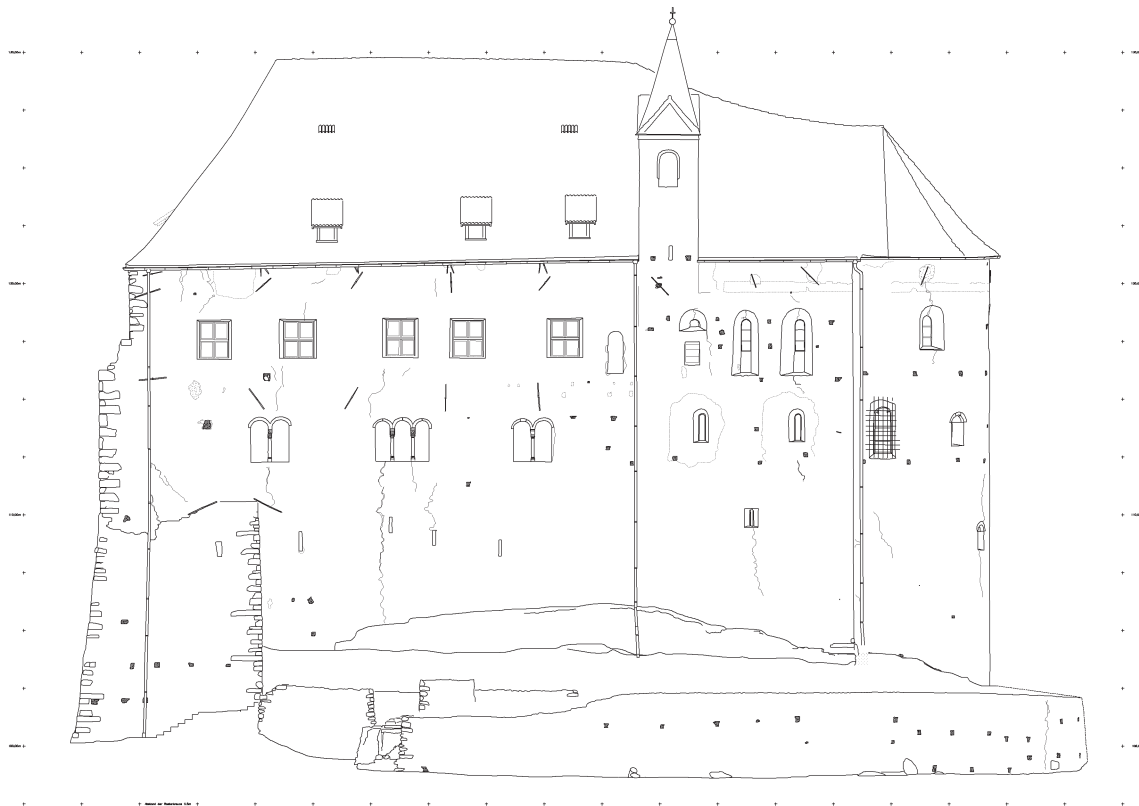


photogrammetrisch ausgewertete Zeichnungen und ca. 160 entzerrte Meßbilder bzw. Bildpläne als Grundlage für folgende Dokumentationen:

- Bauanalyse mit räumlicher und zeitlicher Abgrenzung einzelner Bauphasen, auf Grundlage einer steingerechten, im Einzelfall auch texturgerechten Aufnahme der Mauerflächen,
- Geologie mit Mörtel- und Gesteinsinventar,
- Archäologie mit Gerüstlochinventar,
- Dendrochronologie mit Bauholzinventar.

Die ausführliche Beschreibung der gesamten photogrammetrischen Arbeiten s. [12].

*Abbildung 3: Bergfried mit Ringmauer von West, original im Maßstab 1:20*



*Abbildung 4: Palas und Kapelle, Ansicht von Südosten, Auswertung der Architekturumrisse einschl. besonderer Baudetails und Schadensphänomene, M 1:50*

## Fallbeispiel 2 – Pfarrkirche Terlan

Eine typische Aufgabe für die Photogrammetrie ist die Herstellung von Kartierungsgrundlagen für die Restaurierung, hier demonstriert an einem ganz besonderen Beispiel, dem flächenmäßig größten Freskenschatz einer südtiroler Kirche, bei dem besonders auch der dokumentarische Wert eine wesentliche Rolle spielt. Mehrere vorangegangene Restaurierungen haben ihre Spuren hinterlassen. Putzunebenheiten, Risse, Fehlstellen und Spuren älterer Bemalungen sind zu beobachten.

Die Fresken befinden sich in einer Höhe bis zu 11 Metern und sind sehr dunkel. Mit dem bloßen Auge sind die beschriebenen Feinheiten dort oben nicht zu erkennen. Die sichere Interpretation der Befunde hängt jedoch maßgeblich von der fotografischen Qualität der Aufnahmen, d. h. neben der Auflösung bzw. dem Bildmaßstab hier im Wesentlichen von einer entsprechenden Ausleuchtung ab. Eine hohe allgemeine Helligkeit wird mit starken Tageslichtlampen aus möglichst größerer Entfernung erzeugt, die für eine gleichmäßige Lichtverteilung über die gesamte Fläche sorgen. Wenn möglich werden

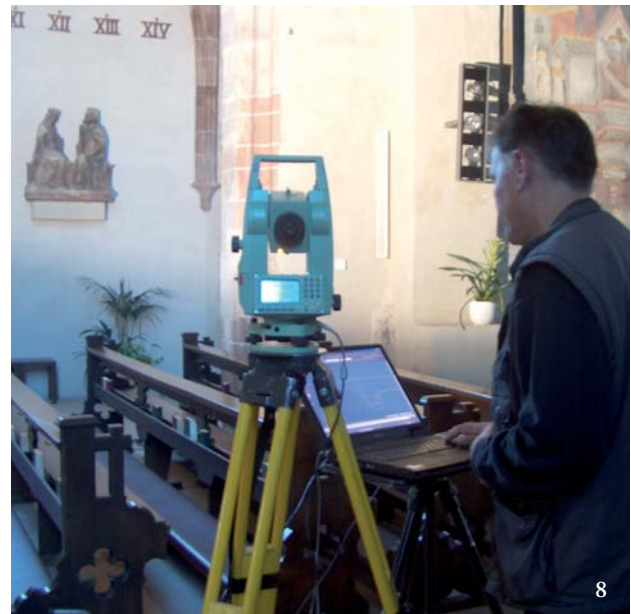
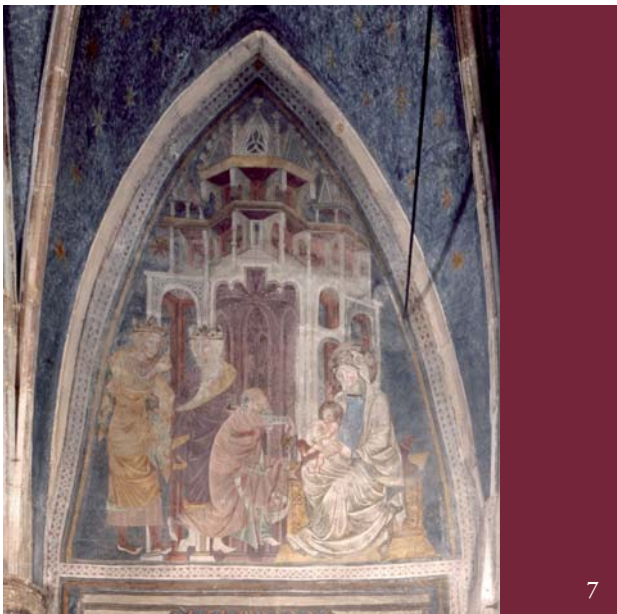


Abbildung 5: Pfarrkirche Terlan

Abbildung 6: Beleuchtungstechnik in der St. Michael-Kapelle

Abbildung 7: Entzerrtes Meßbild (Ausschnitt)

Abbildung 8: Aufmaß mit Tachymeter und Zeichnen am Notebook

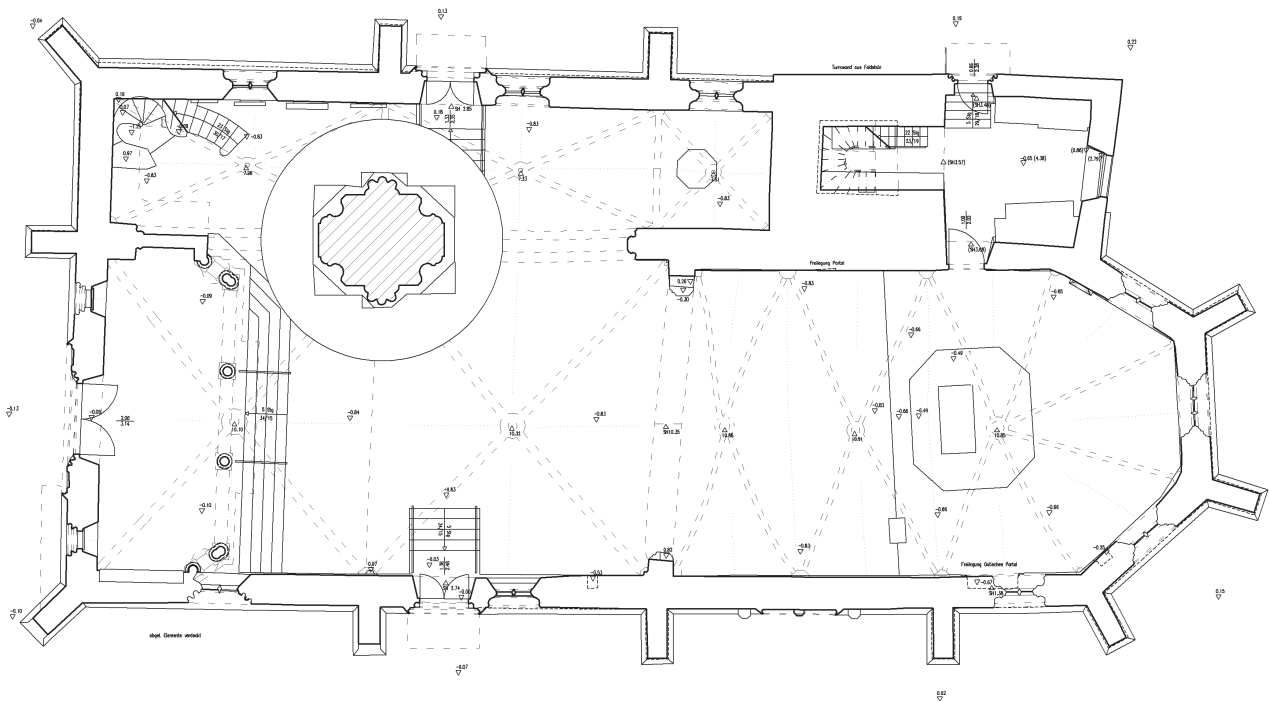


Abbildung 9: Grundriß der Pfarrkirche im Originalmaßstab 1:50, Detailausschnitt M 1:5

weitere Leuchten für Streiflicht eingesetzt, um entsprechende Plastizität im Bild zu schaffen. Diffuses Licht zur Vermeidung von Schlagschatten und Reflexionen wird durch die Schirme erzeugt. So werden Oberflächenstrukturen sichtbar, die sonst nur bei intensiver Beobachtung aus unmittelbarer Nähe gewonnen werden können.

Es wurden sämtliche Fresken einschließlich der Gewölbe mit Color-Diafilm auf Großformat 13 x 18 aufgenommen. Der Bildmaßstab der Aufnahmen von 1:100 garantiert eine ausreichende Bildauflösung für die gescannten und digital entzerrten Bilder im Maßstab 1:20.

Der mit dem Tachymeter gemessene und direkt vor Ort in AutoCAD gezeichnete Gesamtgrundriß im Maßstab 1:50 entspricht einer Detailgenauigkeit von Maßstab 1:5, damit alle Profile wirklichkeitsgetreu wiedergegeben werden können (s. Ausschnittvergrößerung Abbildung 9). Durch die formgerechte Bauaufnahme werden sowohl baugeschichtlich relevante Details dokumentiert als auch die massiven Verformungen, die seit der Entstehung die Kirche geprägt haben. Sinnvoll wäre für eine Gesamtansicht die Vervollständigung durch Vertikalschnitte und Ansichten.

### Fallbeispiel 3 – Die Haderburg in Salurn

Die Ruine der Haderburg liegt stark höhengestaffelt auf einem Felsvorsprung bei der Gemeinde Salurn über dem Etschtal. Der romanische Bergfried und die umfangreichen Mauerreste sind von großem bauhistorischen Interesse. Die Sicherung und Erschließung der Ruine bietet die Möglichkeit hervorragender Ausblicke und schafft eine reizvolle Kulisse für kulturelle Veranstaltungen.



Abbildung 10: Hubschraubereinsatz zur Aufnahme der Meßbilder an der Haderburg

Als Ergebnis der Bauaufnahme der Hauptburg sowie der oberen und unteren Vorburg wurden insgesamt 22 Grundrisse, Schnitte und Ansichten im Maßstab 1:50 erstellt. Alle romanischen Mauerabschnitte wurden zusätzlich durch Orthofotos im Maßstab 1:20 erfaßt. Auf Grund der unzugänglichen Lage konnte das überwiegend nur photogrammetrisch geschehen. Die einzige Möglichkeit war hier die bereits häufig angewendete Meßbildaufnahme aus dem Hubschrauber.

Die notwendigen 50 Aufnahmen für alle Seiten sind in nur 20 Flugminuten erledigt, so dass diese teure Aufnahmeplattform trotzdem ein sehr wirtschaftliches Hilfsmittel ist. Voraussetzungen sind eine exakte Flugplanung und -organisation sowie ein entsprechendes Können der Piloten, die die zugewiesenen Positionen in der Stand-  
schwebe in nächster Distanz zum Bauwerk einnehmen müssen. Die Flugplanung berücksichtigt neben den allgemeinen photogrammetrischen Bedingungen insbesondere

die Lichtverhältnisse. Zum Beispiel ist bei Rundum-Aufnahmen Gegenlicht auszuschließen. Vorausschauende Beobachtungen der Wetter- und Windverhältnisse sind unabdingbar.

Mehrere Reihen sich überlappender Meßbilder sind die Grundlage für eine photogrammetrische Triangulation zur Bestimmung von Paßpunkten und der Orientierung der Aufnahmen in einem einheitlichen Koordinatensystem. Die Stereoauswertung und die ergänzenden tachymetrischen Messungen für Grundrisse, Schnitte und Ansichten beschränken sich auf Umrisse der Mauerteile, Öffnungen, noch erkennbare Architekturmerkmale sowie wesentliche Befunde in den Wandflächen.

Aus Nahaufnahmen mit entsprechender hoher Bildauflösung werden in Ergänzung zu den Bestandsplänen 1:50 digitale Bildpläne im Maßstab 1:20 für die weitere detailierte Kartierung bauhistorischer Befunde angefertigt. In



Abbildung 11: Helikopteraufnahme für Triangulation und Stereoauswertung, Bildmaßstab ca. 1:250

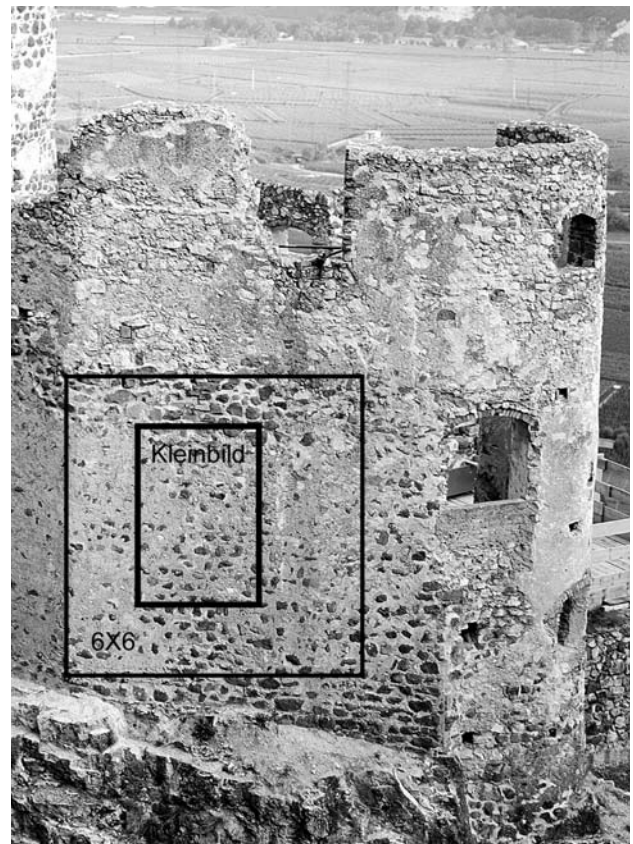


Abbildung 12: Nahaufnahme für Bildpläne, Bildmaßstab original ca. M 1:100 für verschiedene Kameraformate

der hier abgebildeten Großformataufnahme 13 x 18cm (Abbildung 12) sind zum Vergleich eine fiktive 6 x 6- und eine Kleinbildaufnahme mit gleichem Maßstab, d. h. gleicher Bildqualität markiert. Die Verwendung kleinerer Formate hätte also eine wesentlich größere Bildanzahl mit einem erheblichen Mehraufwand zur Folge.

Die Bauaufnahme ist an das staatliche Vermessungsnetz angeschlossen. Sie kann damit jederzeit ergänzt und erweitert werden.



Abbildung 13: Vertikalschnitt mit Blick nach Nord durch die untere Vorburg mit Ansicht der oberen Vorburg (links) und Hauptburg mit Bergfried (Originalmaßstab 1:50)



#### Fallbeispiel 4 – Klaus Altfinstermünz

Das mittelalterliche Ensemble am historischen Flußübergang im romantischen Inntal gehört zur Gemeinde Nauers. Es besteht heute noch aus dem Wohnturm, der Brücke mit Brückenturm, einer Kapelle, dem im Felsen eingebauten Verteidigungsposten Sigmundseck sowie aus Ruinenresten. Andere Gebäudeteile sind in den letzten Jahrzehnten verloren gegangen. Die private Nutzung des Wohnturms mit originaler Ausstattung hat diesen bisher gerettet. Anlaß der Bauaufnahme und der sich anschließenden gründlichen bauhistorischen Dokumentation und Schadensanalyse war die Absicht der Gemeinde, den weiteren Verfall zu stoppen und das Ensemble langfristig durch eine touristische Nutzung auf einfachem Niveau zu erhalten.

Neben Grundrissen, Vertikalschnitten, Ansichten und Orthofotos der Fassaden aller Gebäudeteile gehört hier selbstverständlich ein Lageplan des Gesamtensembles mit allen noch sichtbaren Mauerresten und Geländestufen dazu, der die früher viel umfangreichere Bebauung und Nutzung erkennen läßt. Wie auch in der Haderburg, so mussten hier sämtliche Arbeiten unter Expeditionsbedingungen, d.h. ohne Stromanschluß ausgeführt werden. Der Unterschied bestand jedoch darin, dass der tägliche Anmarsch nicht 30 min auf den Berg hinaufführte, sondern hinab ins Tal.

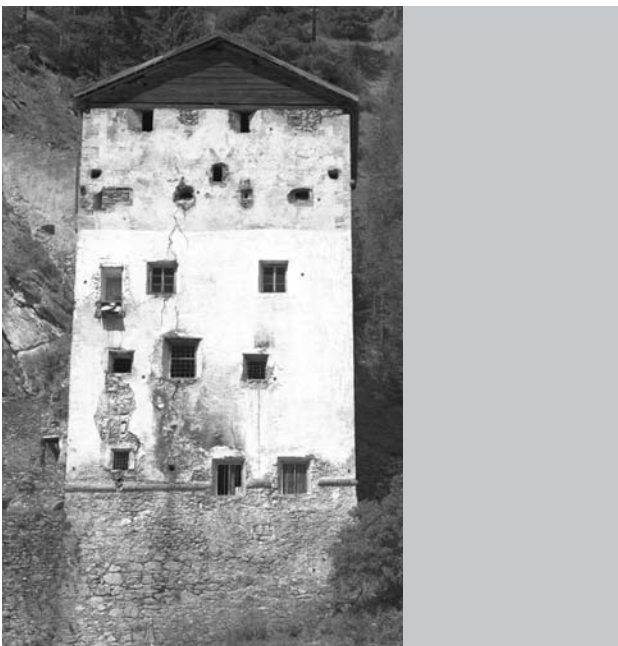


Abbildung 14: Meßbild des Torturmes vom gegenüberliegenden Flußufer

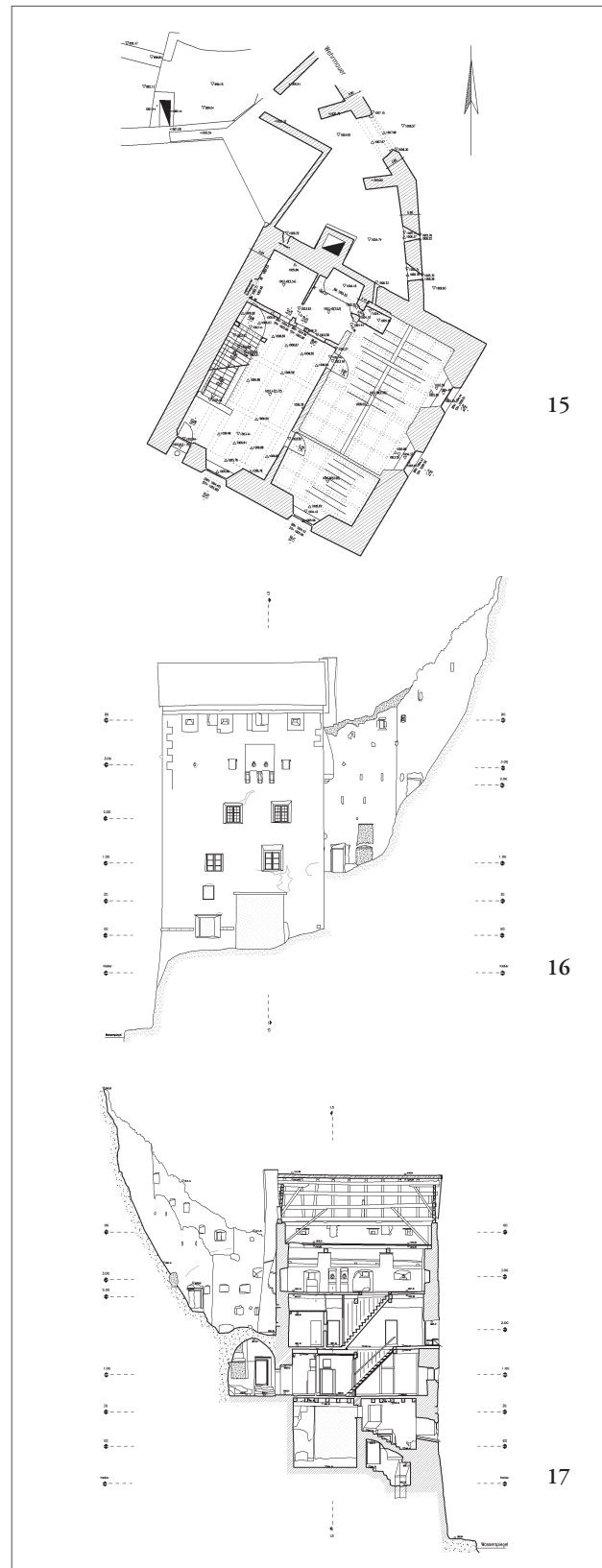


Abbildung 15: Grundriß 2. OG

Abbildung 16: Ansicht Torturm von Ost

Abbildung 17: Vertikalschnitt Torturm

## Literatur

- [1] Brusckke, A.: Photogrammetrie zur Dokumentation und als Planungsgrundlage – Qualitätsbetrachtung, in Venzmer, H. (Hrsg.): Europäischer Sanierungskalender 2006, Fraunhofer IRB-Verlag
- [2–7] Brusckke, A. (Hrsg.): Bauaufnahme in der Denkmalpflege, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2005 unter anderem mit folgenden Beiträgen:
- [2] Brusckke, A.: Bauaufnahme als Erkenntnisprozeß – Anforderungen und Methodenvergleich,
- [3] Eckstein, G.: Die Bestandsaufnahme – Beobachten, Messen, Analysieren, Dokumentieren,
- [4] Fuchsberger, H.: Qualitätssicherung in der Bestandsaufnahme,
- [5] Lanz, B., Mitterer, S.: Bauforschung im Planungsprozeß des Architekten,
- [6] Schuller, M.: Building Archaeology,
- [7] Weferling, U.: Randbedingungen und Anwendungspotentiale moderner Aufnahmefethoden.
- [8] Brusckke, A.: The Cathedral of Siena – Experiences of the Documentation and proposals for Quality Assurance in the Documentation of Mounuments, XVIIth International Symposium of CIPA 2001 in Potsdam, International Archives of Photogrammetrie, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 34-5/C7: 551-555
- [9] Eckstein, G.: Empfehlungen für Baudokumentationen, Arbeitsheft 7, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Konrad Theiss Verlag Stuttgart 1999
- [10] Anforderungen an eine Bestandsdokumentation in der Baudenkmalpflege, Arbeitsmaterialien zur Denkmalpflege in Brandenburg, Nr. 1, Imhof Verlag, Petersberg, 2002, Hrsg: Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege
- [11] Hädler, H.: Sanierungsvoruntersuchung und Bauforschung als Teil des Planungsprozesses, in Architekten in der Denkmalpflege (Hrsg.: H. Thomas), Rudolf Müller Verlag, Köln 2004
- [12] Renisch, J.: Stereophotogrammetrische Dokumentation und Bestandsaufnahme, in Bauforschung auf Schloß Tirol, Heft 1, 1999, S. 12-29
- [13] Measured and Drawn – Techniques and practice for the metric survey of historic buildings, Published by English Heritage, 2003
- [14] Weferling, U., Heine, K., Wulf, U. (Hrsg.): Von Handaufmaß bis High Tech: Messen, Modellieren, Darstellen; Aufnahmeverfahren in der historischen Bauforschung, Zabern, Mainz 2001
- [15] Riedel, A., Heine, K., Henze, F. (Hrsg.): Von Handaufmass bis Hightech II: Informationssysteme in der historischen Bauforschung, Zabern, Mainz 2006