

Die naturwissenschaftlichen Fachrichtungen sind auf dem Arbeitsgebiet „historische Bauwerke“ erst seit relativ kurzer Zeit vertreten und mit eigenen Publikationen zurückhaltend. Es ist denkbar, die in dem vorliegenden Heft begonnene Reihe von Fachbeiträgen – bisher aus dem „traditionellen Team“ – zu einem späteren Zeitpunkt mit Beiträgen aus den betroffenen naturwissenschaftlichen Disziplinen fortzusetzen.

Der Rahmen sämtlicher Beiträge ist durch das Thema *Bestandsuntersuchung* abgesteckt: Weder die Möglichkeiten und Methoden der wissenschaftlichen Verwertung der Ergebnisse noch die konzeptionelle Phase der denkmalpflegerischen, architektonischen und ingenieurmäßigen Umsetzung der aus Voruntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse in konkrete Planungen sind Gegenstand vorliegender Beiträge.

Klaus Bingenheimer

Das Bestandsaufmaß als Grundlage der Bauanalyse

Vorbemerkung

Die technischen Möglichkeiten der Bestandserfassung sind vielfältig bis zur Verwirrung. Sie lassen sich jedoch zu der folgenden vergrößernden Systematik zusammenfassen:

- A *Geometrisch-grafische Verfahren*
 - A.1 Analoge geometrisch-grafische Verfahren
 - A.1.1 Messen und Zeichnen (Handaufmaßstechniken)
 - A.1.2 Fotografieren und Zeichnen (Fotogrammetrie)
 - A.2 Digitale geometrisch-grafische Verfahren
 - A.2.1 Fotografieren und Zeichnen mit Zwischenstufe Digitalisierung der Aufnahmen (Fotogrammetrie)
 - A.2.2 EDV-gestütztes Messen und Zeichnen
(Tachymetervermessung mit Datenverarbeitung im Rechner und Datenausgabe auf dem Plotter)
-
- B *Fotografische Verfahren*
 - B. 1 Stehende Aufnahmen (Fotodokumentation)
 - B. 2 Bewegte Aufnahmen (Videos, Filme)
-
- C *Textgebundene Verfahren*
 - C.1 Raumbuch
(Beschreibung und Bewertung von Ausstattungen, Oberflächen und anderen konstruktiven und nicht-konstruktiven Bauteilen. Grenze zur restauratorischen Befunduntersuchung fließend. Kann während der Tragwerksuntersuchung um Schadensbefunde ergänzt werden)
 - C.2 Restauratorische Befunduntersuchung
(Beobachtung, Freilegung, Beschreibung und Bewertung von Putz- und Malschichten)
 - C.3 Naturwissenschaftliche Verfahren
(Untersuchungen mit Eingriffen in die physische Substanz: Probenentnahmen und Laboruntersuchungen. Tragwerksanalyse und Bauschadensuntersuchung, teilweise)

- C. 4 Geisteswissenschaftliche Verfahren
(kunst- und baugeschichtliche Untersuchungen, teilweise)
-
- D *Grafische (Plangebundene) Verfahren*
 - D.1 Tragwerksanalyse – teilweise –
(Auswertung des Bestandsaufmaßes zur Klärung und Darstellung von Lastabtragungen, Spannungsüberschreitungen, statischen Systemen etc.)
 - D.2 Bauhistorische Untersuchung – teilweise –
(Auswertung des Bestandsaufmaßes zur Klärung und Darstellung von Bauphasen, ggf. zur Rekonstruktion nicht mehr erhaltener Bauzustände)
 - D.3 Bauschadensuntersuchung – teilweise –
(Auswertung und Verwertung des Bestandsaufmaßes zur Klärung und Lokalisierung von Schäden und Schadensursachen)

Keines der genannten Verfahren ist für sich allein ausreichend zur vollständigen Erfassung eines Baudenkmals. Teilweise bedingen sie einander und überschneiden sich, wie die provisorischen Abgrenzungen in der vorstehenden Übersicht erkennen lassen. Sie sind daher nicht isoliert „lebensfähig“. Zu einer kompletten Bauanalyse gehört deshalb die sorgfältig abgestimmte Kombination mehrerer – wenn nicht sogar aller – dieser Bestandsaufnahme-Techniken.

Unbestrittene Grundlage und damit jeweils einer der ersten Verfahrensschritte von Bauuntersuchungen ist die zeichnerische Dokumentation. Originalpläne von Denkmälern sind in der Regel – falls sie je existierten – verschollen oder stimmen mit dem aktuellen Bauzustand nicht mehr überein. Man wird zur eindeutigen Verständigung wie zum Verständnis der physischen Substanz und der Problematik eines Denkmals deshalb sinnvollerweise das Bauaufmaß an den Anfang eines Untersuchungsprozesses stellen.

Vom verformungsgetreuen Handaufmaß zum Einsatz EDV-gestützter Aufmaßverfahren: Kriterien der Aufwandsoptimierung

Der vorliegende Beitrag beschränkt sich auf die Abwägung der Leistungsfähigkeit der gegenwärtig gebräuchlichsten geometrischen Aufnahmeverfahren. Einige der nicht-geometrischen Verfahren zur Bestandsdokumentation werden in den anschließenden Beiträgen diskutiert.

Auf die Diskussion der nicht-verformungsgetreuen additiven Aufmaßtechniken wurde bewußt verzichtet, weil sie für die Bestandserfassung an Baudenkmalen ungeeignet sind. Aufmaßverfahren ohne dreidimensional bestimmte Meßnetze können Schiefwinklichkeiten und Verformungen am Bauwerk nicht in der erforderlichen Zuverlässigkeit erfassen und darstellen. Sie taugen bestenfalls für überschlägliche Handwerkeraufmäße an rechtwinkligen Neubauten.

Die darüberhinaus praktizierte Gepflogenheit, im Objekt nur Handskizzen anzufertigen, sie mit additiv ermittelten Maßen zu versehen und das Aufmaß anschließend im Büro zu zeichnen, bietet Zuverlässigkeitsrisiken, wie sie beim Umgang mit historischen Bauwerken nicht zu vertreten sind.

Den Idealfall der zeichnerischen Bestandsaufnahme stellt sicher das verformungsgerechte Handaufmaß in einem möglichst großen Maßstab (1:20 oder 1:50) dar, mit zusätzlichen Detailaufnahmen im Maßstab 1:10 bis M 1:1.

Was ein „verformungsgetreues Handaufmaß“ ist und wie es entsteht, wird hier als bereits bekannt vorausgesetzt. Beiträge zur Auseinandersetzung mit diesem Thema sind publiziert (s. Literaturhinweise).

Gründe für die Bevorzugung des verformungsgetreuen Handaufmaßes sind (die Ausführung durch einen versierten Könnner vorausgesetzt) neben der hohen Darstellungsgenauigkeit und Informationsdichte auch die intime Kenntnis vom Objekt, die sich der Aufmesser durch die Dauer und die Intensität seiner Arbeit im Gebäude erwirbt.

Es entsteht in dem Prozeß von Messen, Erkennen und Dokumentieren ein hochgradig vernetztes Informationssystem, in dem das messende, erkennende und dokumentierende Subjekt integraler Bestandteil wird.

Da das Entstehen der zweidimensionalen Zeichnung von einem räumlichen Objekt zwangsweise eine Abstraktion und Reduktion zur Folge hat, bleibt der Aufmesser als erkennendes Subjekt im Besitz zusätzlicher, nicht zeichnerisch darstellbarer Informationen.

Ich leite aus diesen Beobachtungen die folgenden Forderungen ab:

- Der „Handaufmesser“ muß ein Baufachmann sein, der konstruktive Zusammenhänge zu erkennen und nach ihrer Wichtigkeit einzuordnen in der Lage ist. Geschieht dies nicht, besteht bei der Reduktion auf die zweidimensionale Plandarstellung die Gefahr, daß unwesentliche Einzelheiten dargestellt, hingegen für das Verständnis von Konstruktions- und Schadenszusammenhängen wesentliche Aussagen nicht gemacht werden.
- Der Aufmesser muß so weit wie möglich in den Planungsprozeß integriert werden, damit die bei ihm „abgelegten“ zusätzlichen Informationen im Bedarfsfalle reaktiviert werden können. Im (selten zu verwirklichenden) Idealfall sind Aufmesser und Planer identisch.

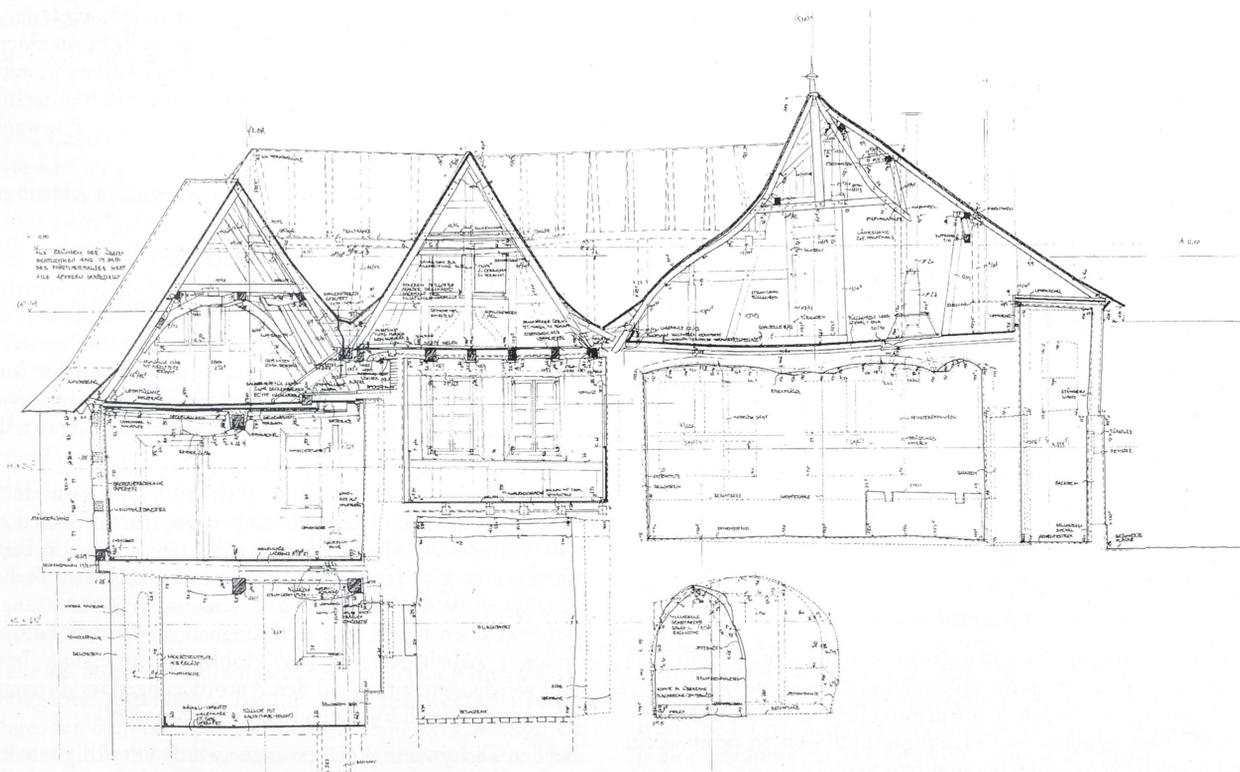


Abb. 1. Grafenschloß Diez/Lahn, nördliche Vorburg (Ausschnitt): Verformungsgetreues Handaufmaß M 1:50 von hohem Standard (Zeichnung: Thomas Eßmann, 1987).

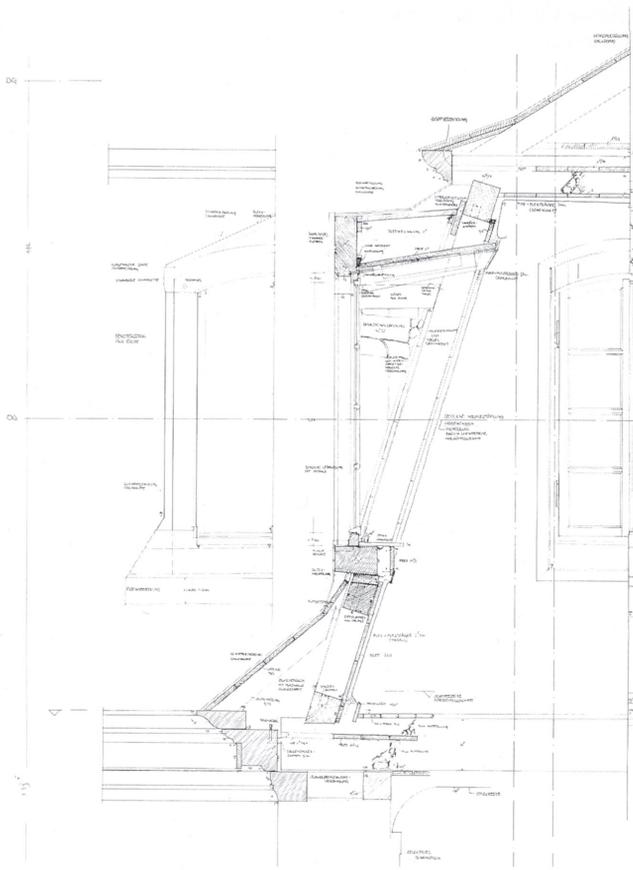


Abb. 2. Schloss Braunshardt bei Darmstadt: Detailschnitt durch Dachkonstruktion/Gaube, M 1:10, Ausschnittvergrößerung: aufwendige Bestandsdokumentation zur Klärung komplizierter Konstruktionspunkte (Zeichnung: Stefan Hassenzahl, 1987).

Je größer der gewählte Darstellungsmaßstab ist, um so mehr können die Bestandszeichnungen durch „zusätzliche“ Informationen, z.B. über Konstruktions- und Ausstattungsdetails, verdichtet werden, um so höher wird jedoch auch der Zeitbedarf. Dabei ist zu bedenken, daß auch bei höchstem Meß- und Darstellungsstandard die Erfassung von Ausstattungen und Oberflächen im Aufmaß entsprechend der Auswahl von Darstellungsebenen zufällig und unsystematisch geschieht. Selbst das beste Handaufmaß kann die Instrumente „Fotodokumentation“ und „Raumbuch“ nicht ersetzen.

Es ist deshalb in den seltensten Fällen nötig und auch möglich, diesen Höchststandard zu erreichen. Nicht nur für die Aufstellung eines Gesamtprogramms einer Voruntersuchung ist es erforderlich, Zielstellung und Erkenntnisinteresse genau zu definieren. Dasselbe gilt natürlich auch als Voraussetzung für die wohlüberlegte und kostenoptimierende Dosierung der einzelnen Verfahrensschritte im Rahmen des Gesamtprogramms.

Die Gründe für ein Abweichen vom Idealanspruch des großmaßstäblichen Handaufmaßes können vielfältig sein, die häufigsten sind:

- Untergeordnete Bedeutung des Bauwerks
- Zeit- und Geldmangel
- Unzugänglichkeit des Aufmaßobjekts

Das vermessungsgetreue Handaufmaß stellt ohne Zweifel die anspruchsvollste und kostenaufwendigste Dokumentationsmethode dar. Im Bestreben, den Aufwand für die denkmalpflegerischen Entscheidungs- und Planungsgrundlagen zu optimieren, sind folgende Möglichkeiten praktikierbar:

- Verzicht auf die vermessungsgetreue Bestandsaufnahme (Reduzierung zu Lasten des Denkmals, keine Optimierung);

- Beschränkung auf kleinere Darstellungsmaßstäbe (M 1:50 oder M 1:100 bei großen Bauten), gleichbedeutend mit einer Reduzierung der Aussagedichte;

- Kombination mit anderen meßtechnischen Verfahren

Das in der letztgenannten Variante steckende Potential verdient es, ausführlicher dargestellt zu werden. Hinter dieser Möglichkeit verbergen sich nicht nur finanzielle Optimierungen. Vielmehr bietet die Beherrschung der kombinierten Einsatzmöglichkeiten dieser Technologien den Zugang zu einer effektiveren Denkmaldokumentation.

Ich werde im folgenden nicht die technische Funktionsweise der in der Denkmalpflege einsetzbaren Vermessungsverfahren darstellen. Auch das haben die Vertreter ihrer Zunft an anderen Stellen bereits selber in profunder Weise getan (Eckstein, Korte, Mader : s. Literaturhinweise). Vielmehr sollen Leistungsfähigkeit und Eignung verschiedener vermessungstechnischer Verfahren in bezug auf die Erfassung und Dokumentation von Denkmalen ausgelotet werden. Dazu ist ein Exkurs in die Logik dieser Verfahren erforderlich.

Aufnahme/Auswertung

Die heute gebräuchlichen technischen Vermessungsverfahren unterscheiden zwischen Aufnahme und Auswertung. Gemeinsam ist allen Verfahren ein geodätisches Bezugssystem, entweder in Form eines dreidimensionalen Meßnetzes (vorzugsweise rechtwinklig für die Handaufnahmeverfahren) oder in Form beliebiger Koordinatenpunkte für Fotogrammetrie und Tachymetervermessung. Alle diese Verfahren liefern bei gewissenhaftem Einsatz ihrer technischen Mittel zuverlässig vermessungsgetreue Ergebnisse.

Aufnahmetechniken

Der Handvermesser differenziert seine Leistung üblicherweise nicht in einen Aufnahme- und einen Auswertungsschritt, weil sein Aufnahmeprozess bereits selektiv, durch das Bewußtsein gefiltert, abläuft. Er nimmt nur diejenigen Daten eines Gebäudes auf, die für seine Fragestellung relevant sind, und nur diese Daten bringt er zu Papier. Die Auswertung in Form einer Bauzeichnung entsteht also beim Handaufmaß bereits unmittelbar am Untersuchungsobjekt, während die technisch unterstützten Verfahren eines Transformationsprozesses zur Umwandlung ihrer Daten in eine Planzeichnung bedürfen.

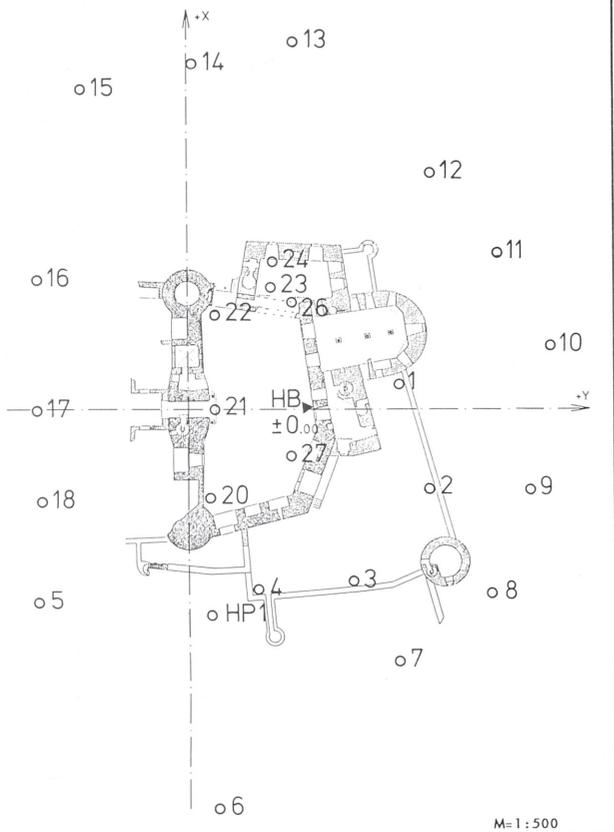
Des weiteren ist zwischen analogen und digitalen Aufnahmeverfahren zu unterscheiden.

Eine analoge Aufnahmetechnik ist das Foto – entweder in Form der Meßkammer-Aufnahmen in der Stereofotogrammetrie oder in Form der Einbild-Aufnahme für die Einbild-Entzerrungsverfahren. Eine erste Selektion findet bei fotografischen Aufnahmen nur in Form der Auswahl und Beschränkung der Aufnahme-Standorte statt. Ihr folgen weitere Selektionsprozesse mit dem Ziel der Konzentration auf das Wesentliche erst während der Auswertung.

Die Grenzen der Leistungsfähigkeit fotografiegestützter Aufnahmeverfahren sind in räumlich beengten Situationen erreicht. Zur Vermessung kleiner Innenräume eignen sich – neben dem universellen Handaufmaß – die erwähnten digitalen Techniken (Tachymeteraufnahmen). Deren technische Ausstattung und Arbeitsweisen haben sich ursprünglich im Tunnelbau und bei anderen Arbeitsgebieten der Hohlraumvermessung bewährt und werden, entsprechend den Anforderungen modifiziert, seit Jahren erfolgreich für Bauaufnahmen eingesetzt.

Bei den Tachymeter-Vermessungen werden rein digitale Raumdaten erhoben: Ein Rechner speichert Winkel- und Abstandsmessungen, die auf ein übergeordnetes Koordinatensystem bezogen sind. Es gibt dafür berührungsfreie Verfahren (vergleich-

Burgruine Reichenberg
FESTPUNKTÜBERSICHT



K O O R D I N A T E N V E R Z E I C H N I S				
Objekt..Burgruine.Reichenberg..... Nr.065.04..... Seite.....				
Punkt-Nr.	Y Rechte	X Hoch	Z Höhe ü. NN	Bemerkungen
1	130,84	103,80	- 2,040	
2	134,25	88,96	- 1,956	
3	123,56	74,52	- 2,393	
4	108,09	72,25	- 2,343	
5	79,25	73,12	- 8,516	
6	104,18	44,03	-17,979	
7	129,66	64,70	-14,684	
8	142,71	74,13	-14,797	
9	148,17	88,71	-14,486	
10	151,19	109,21	-13,232	
11	143,62	122,12	-12,879	
12	134,27	133,08	-11,888	
13	115,13	151,55	-13,833	
14	100,75	148,45	-13,921	
15	85,23	144,60	-14,299	
16	79,00	118,33	0,098	
17	78,94	99,80	0,200	
18	79,91	87,29	0,140	
20	103,33	87,73	- 1,662	
21	103,85	100,03	- 0,147	
22	104,10	113,44	- 0,515	
23	111,71	117,17	- 0,687	
24	111,64	121,15	- 0,743	
26	114,80	115,14	- 0,651	
27	115,01	93,59	- 0,418	
HP1	103,59	71,31	- 8,002	
HB	--	--	± 0,000	OK Hbriz.Schraube

Ing.-Büro FISCHER • Lina-Kromer-Str. 9 • D-7840 Müllheim 1 • Tel.(07631)2963

Abb. 3 und 4. Burgruine Reichenberg bei St. Goarshausen, Grundlagen der fotogrammetrischen Vermessung: Übersichtsplan für die im Gelände vermarkten Festpunkte; Koordinatenverzeichnis für die Festpunkte, bezogen auf eine X-, eine Y- und eine Z-Achse (Ingenieurbüro W. Fischer, Müllheim, 1989).

bar dem Echolot-System der Fledermäuse) und solche, bei denen zur Messung ein Reflektor eingesetzt werden muß. Um den Aufwand der Datenerhebung in sinnvollem Rahmen zu halten, bedarf es auch hierbei vor der Vermessung präziser Absprachen zwischen dem Vermessungsingenieur und dem Auftraggeber.

Auswerteverfahren

Die Fotografie unterscheidet nicht zwischen wesentlichen und unwesentlichen Details. Die Abbildung, die sie schafft, ist hochkomplex, aber flächig. Die dritte Dimension ist nur in starker Verzerrung ablesbar. Hingegen erzeugen die digitalen Vermessungsverfahren keine Bilder, sondern erhebliche Datenmengen, die „verwaltet“ werden müssen.

Zwischen dem Aufnahme- und dem Auswertungsschritt steht deshalb notwendig ein weiterer Selektionsprozeß, in dem sich Vermessungsingenieur und Auftraggeber über das grafische Ergebnis verständigen müssen, damit keine absurden oder überflüssigen Produkte entstehen.

Im Falle der Stereo-Fotogrammetrie hat es sich bewährt, daß der Auftraggeber (Architekt, Bauforscher, Tragwerksanalytiker) Abzüge der Stereobildpaare durch ein Spiegelstereoskop betrachtet und die Bereiche markiert, die er in besonderer Form ausgewertet haben will. Die Dosierungsmöglichkeiten reichen hierbei von der bloßen Konturdarstellung über verschiedene Grade steingerechter Wiedergabe bis zur Darstellung charakte-

ristischer Reißbilder und Oberflächenbefunde. Analog verläuft dieser Auswahlprozeß bei digitalen Aufnahmen durch die Betrachtung mit Hilfe von CAD-Programmen auf dem Bildschirm.

Die für das Handaufmaß charakteristische Qualität der hochgradig vernetzten Information kann also bei den technisierten Aufmaßverfahren in einem sukzessiven Entscheidungsprozeß ebenfalls erreicht werden. Das grafische Ergebnis kann dem durch das verformungsgetreue Handaufmaß gewonnenen ebenbürtig sein, entsteht aber selten in einem Zuge.

Wie entstehen die grafischen Auswertungen bei den unterschiedlichen technisierten Aufnahmeverfahren?

Durch Stereofotogrammetrische Aufnahmen wird die Dreidimensionalität unmittelbar geometrisch rekonstruierbar, die Einbild-Verfahren ermitteln die Daten der dritten Dimension rechnerisch und benötigen dafür Einzelaufnahmen von verschiedenen Standorten. Während die Stereo-Bildpaare immer zeitgleich entstehen, ist dies keine Bedingung für die Einzelebild-Aufnahmen (interessante Möglichkeiten ergeben sich daraus für die geometrische Rekonstruktion ruinöser Gebäude: beliebige historische Fotos von unterschiedlichen Aufnahmestandorten und je eine bekannte vertikale und horizontale Bezugsstrecke genügen zur Herstellung maßlich exakter Rekonstruktionspläne – jedenfalls bei denjenigen Verfahren, die keine spezielle Meßkammer mit Réseauplatte für ihre Aufnahmen verwenden).

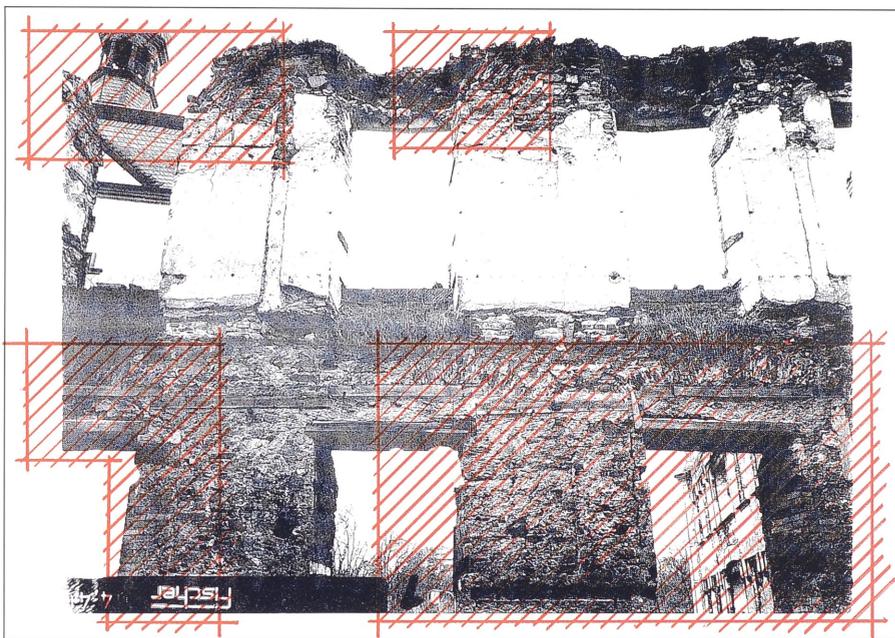


Abb. 5. Ruine Schloß Sayn, Bendorf-Sayn: Stereo-Bildpaar nach der Kennzeichnung von Auswertungsschwerpunkten durch den Architekten (Aufnahmen: Ing.-Büro W. Fischer, Müllheim, 1990).

Abb. 6. Dasselbe Bauwerk: Fertige fotogrammetrische Auswertung mit stellenweise verdichteten Aussagen. Außerdem: Nachtrag der Grabungsbefunde im Handaufmaß (Aufnahmen: Ing.-Büro W. Fischer, Müllheim, 1990).

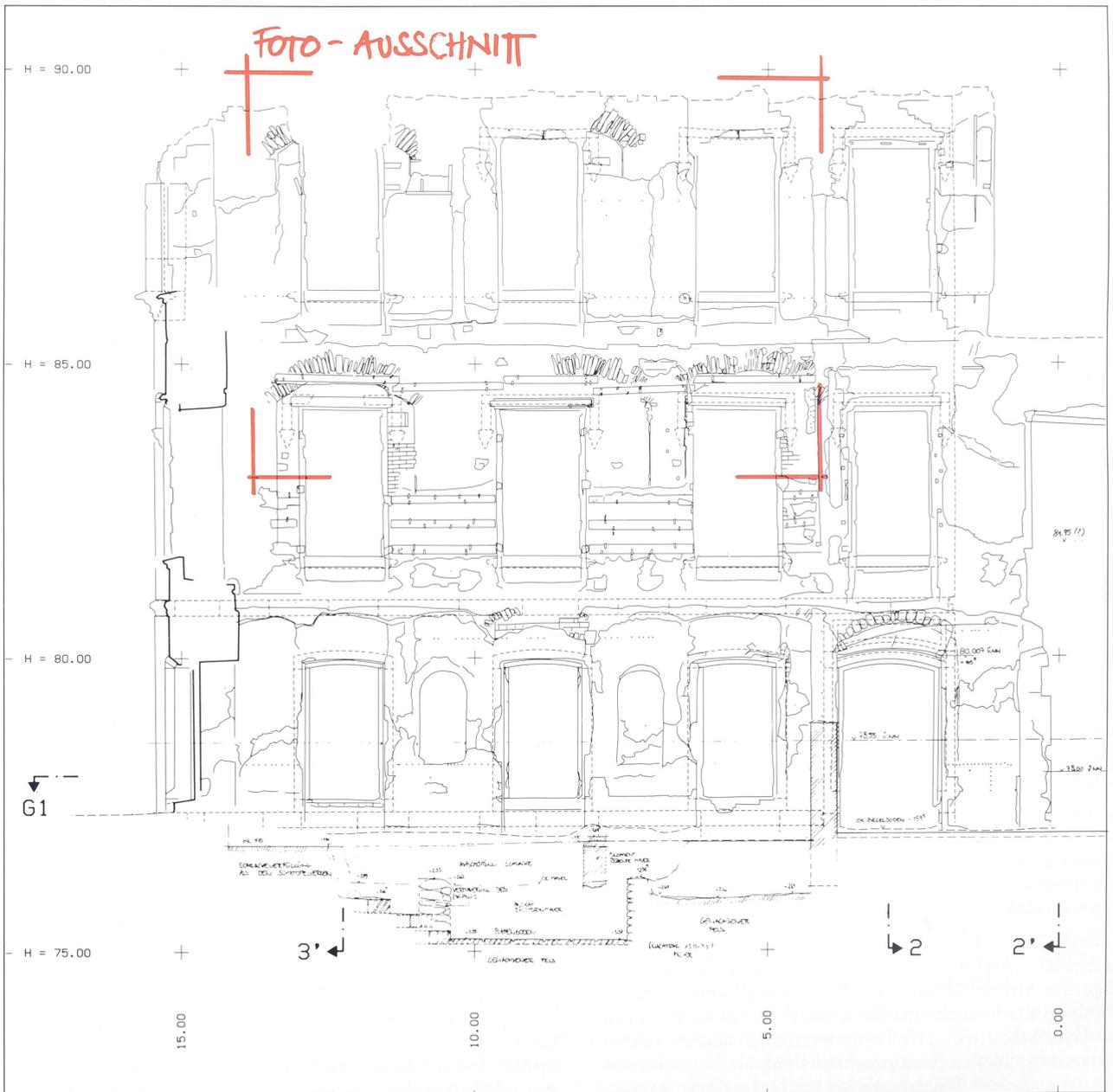
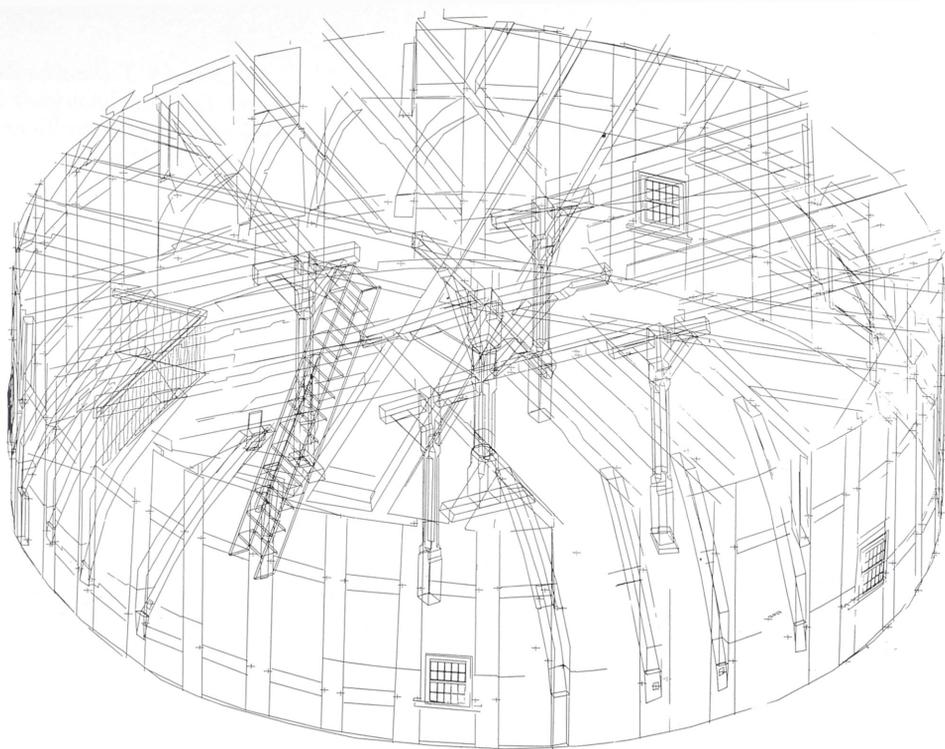


Abb. 7. Junker-Hansen-Turm, Neustadt/Hess., Rohplot von der Auswertung einer digitalen Bauteil-Aufnahme mit CAD-Verfahren (Aufnahme und Auswertung: System CASOB, Adiplan GmbH, Berlin, 1991).



Die Umwandlung von stereo-fotogrammetrischen Aufnahmen in Strichzeichnungen kann auf der rein analogen Ebene ausgeführt werden: Die Negativpaare werden in einem Auswertungsgerät stereoskopisch abgefahren und über einen gekoppelten Pantografen maßstäblich gezeichnet. Die Entzerrung von Vor- und Rücksprüngen erfolgt analog. Modernere Verfahren digitalisieren die nachgefahrenen Linien. Die Zeichnung entsteht dann über einen elektronisch gesteuerten Plotter, der einen Gravurstichel oder ein Zeichengerät (Bleistift- oder Kugelschreibermine, Tuschefüller) bewegt.

Demgegenüber geschieht die Einbild-Auswertung ausschließlich über rechnerische Verfahren. Die Fotos werden „schichtweise“ – also nach räumlich gestaffelten Ebenen getrennt – digitalisiert, wobei die von unterschiedlichen Standorten aufgenommenen Bilder nicht nur der Erfassung des Gebäudes von allen Seiten dienen, sondern auch zum Fehlerabgleich genutzt werden. Die Zeichnung entsteht ähnlich wie bereits beschrieben.

Wurden diese fotogrammetrischen Verfahren ursprünglich nur für die Herstellung von Fassadenplänen genutzt, so zielt diese Aufgabenstellung, gemessen an der mittlerweile erreichten Leistungsfähigkeit dieser Techniken, heute zu kurz. Durch den Bezug auf ein geodätisches Koordinatensystem können inzwischen Grundriß- und Schnittzeichnungen erstellt werden, die nach Bedarf im Handaufmaß zu verdichten sind. Die Beschränkung der Fotogrammetrie besteht in den zu erfassenden Raumgrößen. Innenräume, die nicht mehr als etwa 8m Objektabstand zulassen, sind derzeit mit diesen Techniken nicht ökonomisch zu bearbeiten.

Kosten

Zu den Kosten dieser Verfahren lassen sich kaum verallgemeinerbare Aussagen machen. Keines der beschriebenen Verfahren ist a priori teurer oder billiger als die anderen. Das hat folgende Gründe:

- Jedes Denkmal setzt der Bestandsdokumentation spezifische Widerstände entgegen, für die man die jeweils angemessene Dokumentationsmethode finden muß. Zu diesen Widerständen gehören z.B. eine schwierige Zugänglichkeit, ein fortgeschrittener Zerfallsprozeß oder enge Innenraumverhältnisse.
- Jede der beschriebenen Techniken hat ihre Schwachstellen und ihre Stärken auf einem jeweils anderen Gebiet. Es gibt also Leistungen, die mit einem zeitaufwendigen Handaufmaßverfahren

kostengünstiger zu erbringen sind als mit einem schnellen High-Tech-Verfahren.

- Während sich die Kosten des verformungsgetreuen Handaufmaßes zu 90% als Personalkosten darstellen, sind es bei den fotogrammetrischen Verfahren überwiegend die teuren Vermessungs- und Auswertungsgeräte, deren Amortisation auf die Rechnung umgelegt werden muß.

Einzelheiten zu den Kosten verformungsgereuer Handaufmaße finden sich in den unter den Literaturhinweisen erwähnten Beiträgen von Magerl (in: Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz, Heft 16, 1982) und Bingenheimer u. Hädler (in : Deutsche Kunst u. Denkmalpflege, 44. Jahrg., Heft 2, 1986).

Letztlich bietet nur die Sachkenntnis und Erfahrung des koordinierenden Fachmanns eine Gewähr dafür, daß durch die geeignete Kombination der unterschiedlich leistungsfähigen Dokumentationsverfahren eine kostenoptimierte Lösung gefunden wird.

Zusammenfassung

Das konventionelle verformungsgetreue Handaufmaß erfordert im Unterschied zu den fotogrammetrischen oder digitalen Aufnahmetechniken eine hohe „Baustellenpräsenz“, denn es gilt die Grundregel, daß Messen und Zeichnen in einem Arbeitsgang im Aufmaßobjekt erledigt werden müssen. Dies kann besonders im Winter für die Aufmesser unangenehm sein. Das Handaufmaß ist personal- und zeitintensiv und kann deswegen teurer sein als Fotogrammetrie oder Tachymeter-Vermessung.

Die beschriebenen technisierten Aufmaßverfahren werden von Ingenieuren ausgeführt, die aus dem Fachgebiet Vermessungskunde kommen. Ihr Vorwissen und ihr Interesse richten sich verständlicherweise auf das Problem der geometrischen Exaktheit. Wie zuvor auseinandergesetzt wurde, ist ein Aufmaß aber mehr als eine geometrisch exakte Vermessung. Falls der Vermessungsingenieur nicht zufällig auch über eine Ausbildung als Architekt und Bauforscher verfügt oder durch langwährende Spezialisierung die Fragestellung beim Aufmaß eines Baudenkmal richtig einzuschätzen weiß, bedarf er präzise ausgearbeiteter Arbeitsanweisungen. Anders ist der Vorteil der Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren gegenüber dem Handaufmaß durch überflüssigen Aufnahme- und Auswertungsaufwand nicht mehr gegeben.



Abb. 8.



Abb. 9.

Abb. 8 und 9. Technische Hochschule Darmstadt, Elektrotechnisches Institut: (anonyme) historische Aufnahmen eines im 2. Weltkrieg zerstörten Turmbelms, heute verwendet als Grundlage von Einbild-Auswertungen (Archiv Bingenheimer/Hädler).

Abb. 10 a. Dasselbe Bauwerk: Plot-Beispiel der Einbildauswertung. Ansicht mit Schnitt (System „Fotomaß“, Ing.-Büro Markus, Herdecke, 1990).

Abb. 10 a.

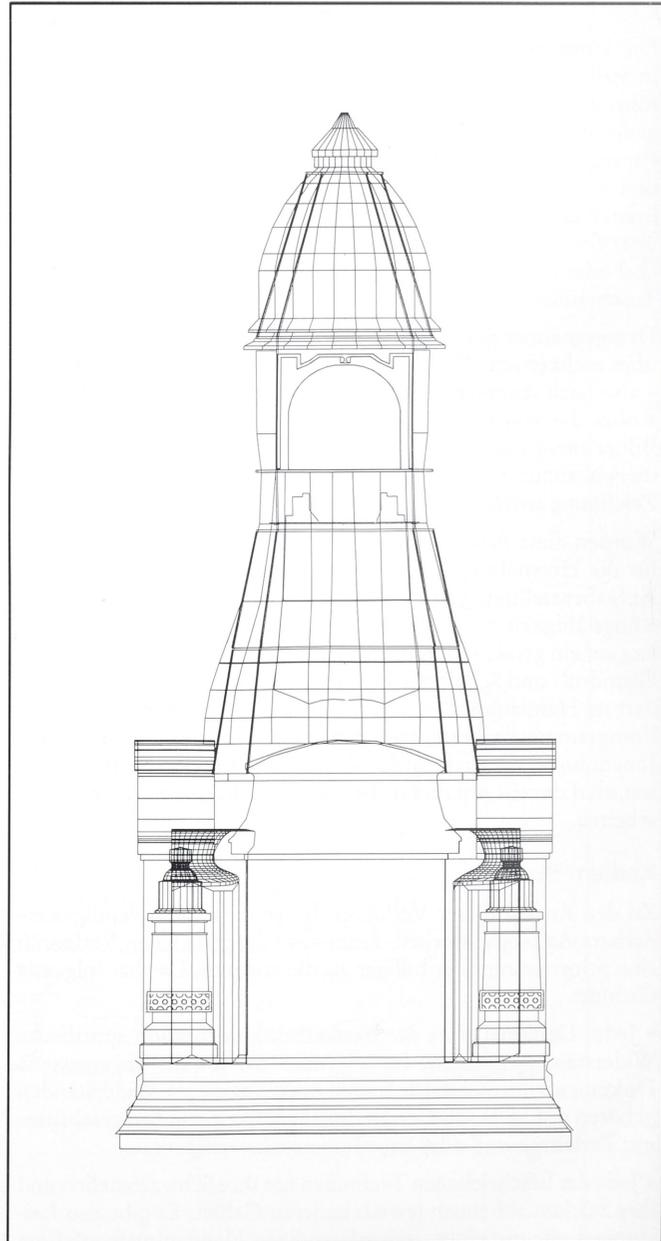


Abb. 10 b. Isometrie, Grundriß und Detail.

Abb. 11. Dasselbe Bauwerk: im Büro entstandene Reinzeichnung eines Plots als Werkplan (1990).

Abb. 10 b.

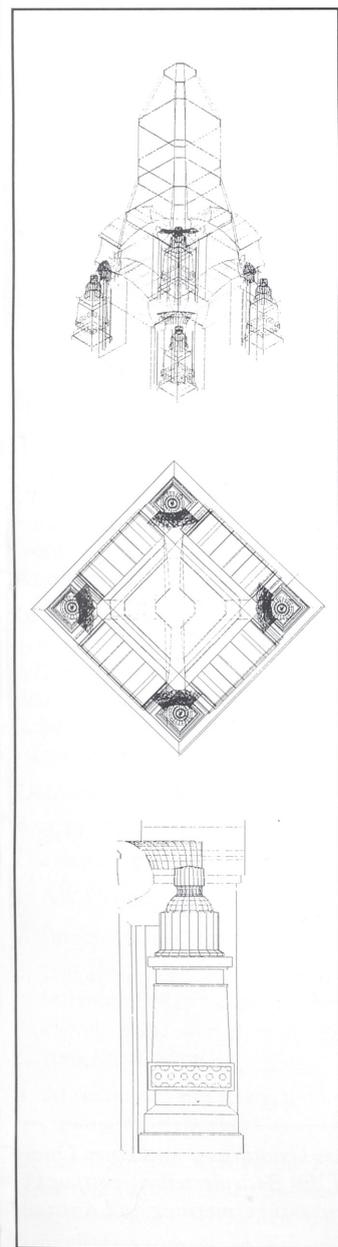
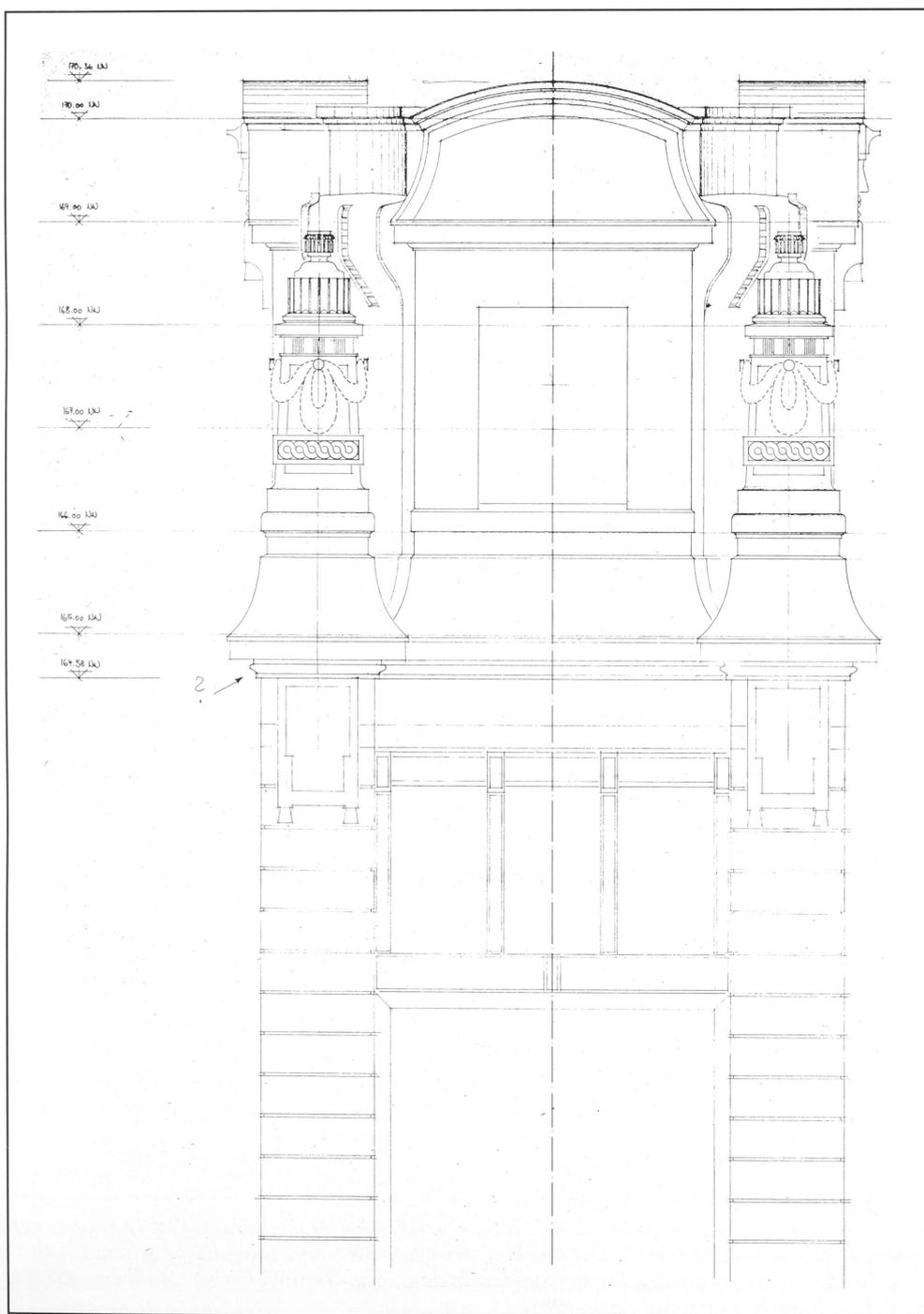


Abb. 11.



Die als Ergebnis der beschriebenen technisierten Verfahren gelieferten Pläne bieten nur dann einen vergleichbaren Grad an Differenziertheit wie ein gutes Handaufmaß, wenn ein hoher Auswertungsaufwand getrieben wird: Für Differenzierung der Strichstärken und Darstellung von Oberflächentexturen z.B. nähert sich der Kostenaufwand wieder demjenigen für ein verformungsgetreues Handaufmaß. Schriftliche Befundkommentare, Querverweise, Vermaßungen und andere im Handaufmaß übliche Textzusätze sind nur in einem getrennten Arbeitsgang möglich und entsprechend teuer.

Grundsätzlich sind die Vorzüge des Einsatzes technisierter Vermessungsverfahren gegenüber dem Handaufmaß erst nach sorgfältiger Einschätzung des betroffenen Baudenkmals und des tat-

sächlichen Bedarfs zu erkennen. Sie stehen nicht a priori für alle Aufgaben und Schwierigkeitsgrade fest.

Wenn erfahrene Fachleute (Denkmalpfleger, Denkmalarchitekten) Arbeitsumfang, Arbeitsschwerpunkte und Untersuchungsziele abgestimmt auf die Leistungsfähigkeit der Vermessungstechniken formulieren, führt die optimale Nutzung ihrer Potentiale sicher zu kostengünstigeren Lösungen, als dies mit dem reinen Handaufmaß erreichbar wäre.

Die Techniken entwickeln sich rasant. Was heute als noch nicht machbar bezeichnet wird, kann morgen schon selbstverständlicher Standard sein. Es ist also Aufgabe der koordinierenden Denkmal-Fachleute, sich über den Entwicklungsstand und die Einsatzmöglichkeiten der beschriebenen Verfahren auf dem laufenden zu halten und ihre Forderungen zu präzisieren.

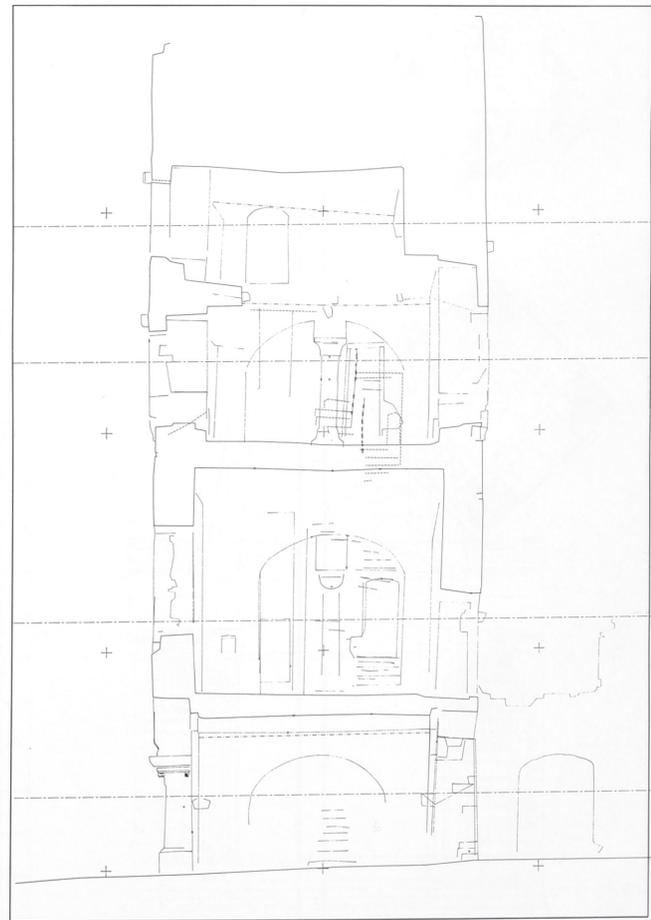
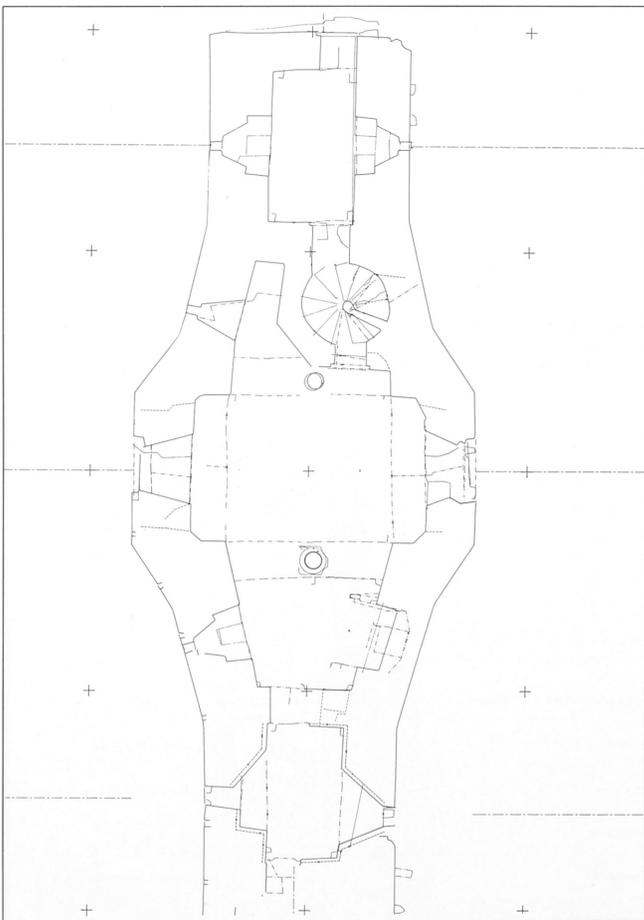


Abb. 12 und 13. Burgruine Reichenberg bei St. Goarshausen, Mantelmauer: Plot (Auswertung) eines Grundrisses und eines Querschnitts, entstanden aus der Zusammenspielung der von zwei Vermessungsbüros getrennt – aber auf der Basis derselben Festpunkt-Koordinaten (s.o.) – ermittelten Daten (Außenaufnahme: Ing.-Büro W. Fischer, Müllheim, 1989; Innenraumvermessung und Auswertung: Ing.-Büro M. Korte, München, 1989).