

Guido F. Moschig

Bausanierung

Guido F. Moschig

# Bausanierung

Grundlagen – Planung – Durchführung

3., überarbeitete und ergänzte Auflage

Mit 180 Abbildungen

STUDIUM



**VIEWEG+**  
**TEUBNER**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Prof. Dipl.-Ing. Dr. Guido F. Moschig ist – nach langjähriger Lehrtätigkeit – als Architekt, Baumeister, Konsulent für Bauphysik und Bausanierung, wissenschaftlicher Leiter der Forschungsgesellschaft für Materialuntersuchung sowie allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger tätig.

1. Auflage 2004
2. Auflage 2008
- 3., überarbeitete und ergänzte Auflage 2010

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2010

Lektorat: Dipl.-Ing. Ralf Harms | Sabine Koch

Vieweg+Teubner ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.  
[www.viewegteubner.de](http://www.viewegteubner.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg  
Satz/Layout: Dipl.-Vw. Annette Prenzer  
Druck und buchbinderische Verarbeitung: MercedesDruck, Berlin  
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.  
Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-0972-8

## Vorwort zur 3. Auflage

Unabdingbare Voraussetzung jedes Bauens ist eine exakte und vollständige Planung.

Nur wenn das Bauwerk in Ausführungs- und Detailzeichnungen und eingehenden Leistungsbeschreibungen bis in die letzte Einzelheit dargestellt ist kann ein mängelfreies Bauen gewährleistet werden. Ohne diese Grundvoraussetzungen darf mit dem Bauen nicht begonnen werden. Fehlen Teile dieser Voraussetzungen oder sind mangelhaft, so wird auch das Bauwerk mangelhaft sein. Damit sind die Voraussetzungen für langdauernde Rechtsstreitigkeiten gegeben.

Ohne detaillierte Ausführungszeichnungen, Detailzeichnungen und Leistungsbeschreibungen kann weder eine exakte Kostenkalkulation noch eine realistische Bauzeitplanung vorgenommen werden. Ohne die vorstehend genannten Zeichnungen mit Leistungsbeschreibung, Kostenkalkulation und Bauzeitplan sind weder die Abstimmung aufeinander noch das klaglose Ineinandergreifen der einzelnen Gewerke möglich. Die Folgen werden Mängel, Baukostenüberschreitungen und längere Bauzeiten sein.

Diese für den Neubau geltenden Voraussetzungen gelten naturgemäß auch für die Sanierung, wobei bei dieser noch die detaillierte Bestandsaufnahme und Bauteilanalyse hinzukommen.

Die vielfachen Anregungen aus Wissenschaft und Praxis und das Echo aus der Fachwelt haben den Verlag bewogen in relativ kurzer Zeit eine ergänzte und verbesserte 3. Auflage herauszugeben.

Die Überarbeitungen und Ergänzungen betreffen hauptsächlich den Teil 5 Bausanierung, jedoch wurde auch das Kapitel 3.5 beispielsweise durch das Unterkapitel Energieausweis ergänzt und auch die übrigen Abschnitte überarbeitet, verbessert und ergänzt.

Das Kapitel 5.4 wird durch das Unterkapitel 5.4.3 Maßnahmen zum nachträglichen Brandschutz ergänzt.

Das Kapitel 5.7 wird durch ein Unterkapitel Fundamente erweitert und die Vorgangsweise bei Fundament-Unterfangungen dargestellt.

Das Kapitel 5.10 Sanieren von Holzkonstruktionen wird durch ein Unterkapitel Sanierungsmaßnahmen ohne Austausch von Holzkonstruktion erweitert

Das in der 2. Auflage neu aufgenommene Kapitel Sanierungsplanung mit seinen Unterkapiteln wurde überarbeitet und die Kapitel Bauwerksanalyse und Sanierung ergänzt und erweitert.

Die Beispielsammlung, der Anhang und das Stichwortverzeichnis wurden über vielfachen Wunsch erweitert und ergänzt.

Ebenso wurde, nach dem Muster der Zusammenstellung der für die Bausanierung wesentlichen Ö-Normen, eine Zusammenstellung der für die Bausanierung einschlägigen DIN-Normen in den Anhang aufgenommen. Für die tatkräftige Mithilfe dabei sei den Normungsinstituten an dieser Stelle gedankt, besonders Herrn Wolfgang Hiller vom Österr. Normungsinstitut, der mir bei der Überarbeitung eine wertvolle Hilfe war.

Die Erfüllung des mehrfach geäußerten Wunsches nach mehr Farbabbildungen liegt leider nicht in meinem Einflussbereich, von Seiten des Verlages wird versucht einen möglichst guten Kompromiss in dieser Hinsicht zu finden

Mein besonderer Dank gilt wiederum dem Verlag Vieweg+Teubner, insbesondere dessen Cheflektor Herrn Dipl. Ing. Ralf Harms, der die Herausgabe dieser 3. Auflage ermöglichte.

## Vorwort zur 2. Auflage

Die vielfachen Anregungen aus Wissenschaft und Praxis und das Echo aus der Fachwelt haben den Verlag bewogen, eine vollständig überarbeitete und verbesserte 2. Auflage herauszugeben.

Zur Gänze neu wurde das Kapitel Sanierungsplanung mit 6 Unterkapiteln aufgenommen und die Kapitel Bauwerksanalyse und Sanierung wurden vollständig überarbeitet, ergänzt und wesentlich erweitert.

Ebenso wurden die Beispielsammlung und der Anhang vervollständigt. In den Anhang wurde, in Zusammenarbeit mit dem Österr. Normungsinstitut, eine Zusammenstellung der für die Bausanierung wesentlichen Normen aufgenommen.

Auf eine detaillierte Aufstellung von Technischen Baubestimmungen (DIN-Normen, Richtlinien) wird, um den Umfang nicht zu sprengen, verzichtet, da diese in den einschlägigen Tabellenbüchern (siehe Wendehorst; Bautechnische Zahlentafeln, 31. Auflage, Verlag B.G. Teubner) ausführlich und nach Sachgebieten gegliedert dargestellt sind.

Dem mehrfach geäußerten Wunsch nach mehr Farbabbildungen im Text konnte aus drucktechnischen Gründen nicht ganz entsprochen werden, doch wurden die Farbabbildungen im Anhang durch signifikante Beispiele ergänzt und im Text darauf hingewiesen.

In Kürze steht eine überarbeitete und auf den letzten Stand der österreichischen Normung gebrachte bauphysikalische Berechnung mit der Bezeichnung „DampfDiff“ auf CD-ROM zur Verfügung, die als Ergänzung zum Buch dienen kann.

Eine auf der DIN-Norm basierende Version ist ebenfalls in Ausarbeitung und wird in absehbarer Zeit fertig gestellt sein.

Damit soll nicht nur dem angehenden Bauingenieur und Architekten, sondern auch den in der Praxis Tätigen ein zusätzlicher Behelf zur Bewältigung der vielfach gestellten Anforderungen, im Besonderen in bauphysikalischer Hinsicht, bei der Sanierung von Bauteilen und Bauwerken zur Verfügung stehen.

Für die vielen Anregungen, die mir in Form von Buchbesprechungen zugegangen sind, möchte ich mich herzlich bedanken, denn sie haben wesentlich dazu beigetragen, das Werk in der nunmehrigen Form vorlegen zu können.

Mein besonderer Dank gilt wiederum dem B.G. Teubner Verlag, insbesondere dessen Lektor Herrn Dipl. Ing. Ralf Harms, der die Herausgabe dieser 2. Auflage möglich machte.

Graz, im November 2006

Prof. Dr. G. F. Moschig

## Vorwort zur 1. Auflage

Ein Bauwerk ist ein komplexes Gebilde, in dem die einzelnen Teile, so wie im menschlichen Organismus die Organe, zusammenwirken müssen, um als Ganzes klaglos zu funktionieren. Wasser ist dazu im Bauwerk unabdingbar. Einerseits ist es zur Bildung von Baukonstruktionen (mineralische Bindemittel, Beton usw.) erforderlich, andererseits durchzieht es in den Leitungssysteme-

men der Ver- und Entsorgungsleitungen (Kaltwasser, Warmwasser, Abwasser etc.) die Baukonstruktionen. In Form von Überschusswasser und Schadenswasser übt es einen negativen Einfluss auf die Nutzung (Behaglichkeit) des Bauwerkes und einen schädigenden Einfluss auf die Baukonstruktion aus (erhöhter Wärmedurchgang, Schimmelpilz, Korrosion, Zerstörung organischer Baustoffe, Quell- und Schwindrisse usw.) und trägt zum frühzeitigen Verfall bei.

Im Schadensfall (Dachundichtigkeiten, Rohrgebrecen usw.) hat man die durchfeuchteten Bauteile (beispielsweise Verputzkonstruktionen) in der Regel rigoros entfernt und durch neue gleichartige ersetzt. Man hat dabei nicht bedacht, dass die neu hergestellten Teile unter Umständen einen höheren Feuchtegehalt aufweisen als die entfernten. Wertvolle historische Bausubstanz (z. B. bei Durchfeuchtung von Decken- und Fußkonstruktionen) ging dabei sehr oft unwiederbringlich verloren. Damit war bei dieser Form der „Sanierung“ aber auch eine Nutzung des Objektes während der Bauarbeiten vollkommen ausgeschlossen und nach Abschluss der Arbeiten für eine gewisse Zeit nur sehr eingeschränkt möglich. Zudem wurden durch die Bauarbeiten andere Bauteile (beispielsweise Bodenbeläge usw.) und Materialien (Anstrich) beeinträchtigt, sehr oft auch zerstört. So dass zusätzliche Wiederherstellungsarbeiten notwendig wurden. Es ist daher leicht nachvollziehbar, dass dies hohe Aufwendungen und Kosten verursacht.

Die Beschäftigung mit der Frage wie man eine Zerstörung der Baukonstruktion im vorgenannten Sinne verhindern könne, wann eine Durchfeuchtung für einen Baustoff kritisch ist und nach welchen Grundsätzen eine Bausanierung generell ohne tief greifende Zerstörungen an der bestehenden Bausubstanz möglich ist führte mit zu dieser Arbeit. Eine nachhaltige Bausanierung muss stets aus mehreren aufeinander folgenden Schritten bestehen: einer umfassenden Baubestandsaufnahme, einer Bauzustandsanalyse, einer Sanierungsplanung mit Kostenermittlung und Zeitplan und den tatsächlichen Sanierungsarbeiten.

Sanierungsarbeiten sind stets schwieriger durchzuführen als Neuherstellungen, da zu den reinen Bauarbeiten noch zusätzliche Maßnahmen zur temporären Lastabtragung und Sicherung der Bausubstanz hinzukommen. Außerdem ist eine beliebige Auswahl von Baustoffen nicht möglich, da die neu herzustellenden Bauteile auf die bestehenden Baustoffe in bauphysikalischer Hinsicht abzustimmen sind. Deshalb kommt einer bauphysikalischen Durchrechnung sowohl bei der Bauzustandsanalyse als auch bei der Sanierungsplanung besondere Bedeutung zu.

Um nicht das „Rad neu zu erfinden“, wurden Darstellungen aus der Fachliteratur übernommen, bzw. den Zeichnungen und Abbildungen zu Grunde gelegt. Dies ist bei den einzelnen Abbildungen angemerkt und die Zahl in Klammer verweist auf das einschlägige Werk im Literaturverzeichnis. Den einzelnen Verlagen möchte ich für die entgegenkommenden Genehmigungen danken.

Mein besonderer Dank gilt dem B. G. Teubner Verlag, insbesondere dessen Lektor Herrn Dipl.-Ing. Ralf Harms, der die Herausgabe des Werkes möglich machte.

Eine solche Arbeit kann naturgemäß nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben, denn dazu ist das behandelte Thema zu komplex. Daher möchte ich, gewissermaßen zur Rechtfertigung, ein Zitat des großen Juristen Anselm Feuerbach an den Anfang stellen:

*„Wer vieles umfassen will, darf sich kleiner Irrtümer nicht schämen; wer alles im ganzen überdenkt, kann nicht alles im einzelnen ergründen, sondern muss über vieles nur hinwegstreifen, manches im Dunkeln lassen, anderes nur auf Treu und Glauben hinnehmen.“*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
<b>2</b>	<b>Bestandsaufnahme</b>	5
2.1	Bauaufnahme und Bestandserfassung	5
2.2	Aufgabe der Bestandsaufnahme	8
2.3	Geräte und Methoden	8
2.3.1	Geräte	10
2.3.2	Aufmaßmethoden	24
2.4	Durchführung von Gebäudeaufnahmen	26
2.4.1	Grundrisse	26
2.4.2	Schnitte	30
2.4.3	Ansichten - Axonometrie	32
2.4.4	Lageplan	36
2.4.5	Detailkonstruktionen	38
2.5	Darstellung und Arbeitstechnik	39
2.6	Baudokumentation	40
2.7	Beweissicherung	42
2.8	Bestandsdauer – Checklisten	47
2.8.1	Bestandsdauer von Bauteilen	47
2.8.2	Checkliste zur Bauaufnahme und Bestandserfassung	48
<b>3</b>	<b>Bauwerksanalyse</b>	49
3.1	Grundlagen – Kenngrößen – Kenndaten	49
3.2	Feuchtemessung	59
3.3	Salzanalyse	74
3.4	pH-Wert – Untersuchung, Farb- und Fällungsreaktionen	80
3.5	Bauphysikalische Durchrechnung (Überprüfung) bestehender Baukonstruktionen	82
3.5.1	Bauphysikalische Berechnung – Berechnungsbeispiel	84
3.5.2	Energieausweis	88
3.6	Standsicherheitsuntersuchung	88
3.7	Austausch von Konstruktionsteilen	91
3.8	Untersuchung künftiger Nutzungsmöglichkeiten	92
3.9	Sonstige Untersuchungen und Laboruntersuchungen	93
3.9.1	Thermografie	93
3.9.2	Endoskopische Untersuchungen	105
3.9.3	Probennahme	110
3.9.4	Holzuntersuchungen – Pilzuntersuchungen	113
3.9.5	Darrtrocknung und sonstige Feuchtebestimmungen im Labor	121
3.9.6	Festigkeitsprüfungen und sonstige Untersuchungen	125
3.10	Kostenschätzung – Sanierungskostenvorausschätzung	133
<b>4</b>	<b>Sanierungsplanung</b>	137
4.1	Zeichnerische Darstellung	137
4.1.1	Allgemeine Bemerkungen	137
4.1.2	Geschoss – Grundriss	138
4.1.3	Holzdecken – Balkenlage	138
4.1.4	Werksatz – Sparrenlage	138

4.1.5	Längs- und Querschnitt .....	139
4.1.6	Ansichten .....	139
4.1.7	Detailzeichnungen .....	139
4.1.8	Sonderzeichnungen.....	140
4.2	Leistungsverzeichnis .....	140
4.3	Arbeits- und Zeitplan .....	144
4.4	Finanzierungsplanung .....	145
4.5	Anbotlegung und Vergabe .....	145
4.6	Bauüberwachung und Abnahme .....	149
4.6.1	Bauüberwachung – örtliche Bauaufsicht .....	149
4.6.2	Bautagebuch .....	149
4.6.3	Bauabnahme .....	150
<b>5</b>	<b>Bausanierung</b> .....	<b>151</b>
5.0	Allgemeines – Baustofftechnologie .....	151
5.0.1	Natursteine.....	153
5.0.2	Mörtel, Verputz und Bindemittel.....	157
5.0.3	Beton – Estrich .....	162
5.0.4	Keramische (gebrannte) Bausteine und Baustoffe.....	171
5.0.5	Gebundene Bausteine und Baustoffe.....	175
5.0.6	Bauglas (mineralisches Glas) .....	176
5.0.7	Metalle im Bauwesen .....	178
5.0.8	Holz und Holzwerkstoffe .....	180
5.0.9	Dämmstoffe .....	189
5.0.10	Bitumen und bituminöse Massen (bitumenhaltige Bindemittel) .....	195
5.0.11	Kunststoffe .....	198
5.0.12	Oberflächenbeschichtungen, Tapeten, Bodenbeläge.....	200
5.0.13	Bauhilfsstoffe .....	205
5.1	Bauphysikalische Durchrechnung – Verbesserung.....	206
5.2	Sperrungs- und Abdichtungsmaßnahmen .....	212
5.2.1	Abdichtungsmaßnahmen gegen Feuchtigkeit.....	212
5.2.2	Nachträglicher Einbau von Sperrschichten .....	234
5.3	Künstliche Bauteiltrocknung.....	236
5.4	Maßnahmen zur Wärme- und Schalldämmung.....	240
5.4.1	Wärmedämmung .....	240
5.4.2	Schalldämmung .....	241
5.4.3	Maßnahmen zum nachträglichen Brandschutz.....	244
5.5	Fugen und Risse .....	245
5.5.1	Fugen .....	245
5.5.2	Risse .....	247
5.6	Auswechseln von Bau- und Konstruktionsteilen .....	250
5.6.1	Unterfangungen, Pölzungen und Absteifungen.....	250
5.6.2	Holzbalkendecken .....	253
5.6.3	Fensterkonstruktionen .....	255
5.7	Mauerwerks- und Gewölbekonsolidierung.....	255
5.8	Sanierung von Beton- und Stahlbetonbauteilen .....	265
5.9	Sanieren von Metallkonstruktionen .....	277
5.10	Sanieren von Holzkonstruktionen .....	278
5.10.1	Holzwände .....	278
5.10.2	Holzbalken.....	280
5.10.3	Holzverkleidungen .....	280

5.10.4	Sanierung .....	280
5.11	Putzsanierung – Schimmelpilzbeseitigung.....	282
5.11.1	Putzsanierung .....	282
5.11.2	Schimmelpilzbildung und seine Beseitigung.....	283
5.12	Sanierung von Dachdeckungen und Dachanschlüssen .....	286
5.13	Sanierung von Ausbauteilen und haustechnischen Anlagen.....	289
5.13.1	Fenster und Türen.....	289
5.13.2	Boden- und Wandbeläge, Anstriche.....	290
5.13.3	Elektroinstallation.....	291
5.13.4	Wasser- und Sanitärinstallation.....	292
5.13.5	Heizungsinstallation .....	292
5.13.6	Sonstige haustechnische Anlagen.....	293
5.14	Sanierung von Abwasseranlagen und -leitungen .....	294
5.14.1	Abwasseranlagen.....	294
5.14.2	Abwasserleitungen .....	297
5.15	Sonnenschutzeinrichtungen .....	299
5.16	Beispiele ausgeführter Sanierungen .....	300
5.16.1	Ehemaliges Bezirksgericht in O. ....	300
5.16.2	Wohnhaus Dr. E. in J. ....	302
5.16.3	Mehrfamilienwohnhaus in G. ....	304
5.16.4	Viergeschossiges Mehrfamilienhaus in G. ....	304
5.16.5	Wohnhaus in K. bei K. ....	305
5.16.6	Wohnhaus in J. ....	306
5.16.7	Wirtschaftsgebäude bei Schloss H. in H. ....	307
5.16.8	Palais A. in W. ....	308
5.16.9	Ehemaliges Forsthaus in A. ....	309
5.16.10	Landeskrankenhaus in H. ....	309
5.16.11	Landeskrankenhaus in W. ....	310
5.16.12	Tennishalle in W. ....	311
5.16.13	Wohnhaus K. in O. ....	312
5.16.14	Wohnhaus Dr. W. in V. ....	312
5.16.15	Terrasse bei Wohnhaus Dr. I. in W. ....	313
5.16.16	Hallenbad Dr. U. in L. ....	314
5.16.17	Wohnhaus H. in H. ....	315
5.16.18	Wohnhaus Dr. R. in S. ....	316
5.16.19	Wohnung S. in G. ....	318
5.16.20	Wellness-Bereich Hotel L. in R. ....	319
5.16.21	Wohnhaus mit Büroeinheiten in G. ....	320
5.16.22	Einfamilienwohnhaus G. in T. ....	322
5.16.23	Mehrfamilienwohnhaus in G. ....	323
5.16.24	Einfamilienwohnhaus in G. ....	324
<b>6</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>325</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>385</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>393</b>

# 1 Einleitung

Die Sanierung von Bauobjekten, die in den vergangenen 50–100 Jahren errichtet wurden sowie von historisch wertvollen und denkmalgeschützten Bauten ist zu einem wesentlichen Bestandteil der Bautätigkeit geworden.

Die zunehmende Zahl von fehlgeschlagenen „Sanierungen“ sowie die Entwicklung der Bautechnik, die Veränderungen im Normenwerk, die Ergebnisse der Bauforschung und die Anregungen aus Lehre und Praxis sind der Anlass, das ursprünglich als Kompendium gedachte Werk über Bausanierung neuerlich zu überarbeiten und zu ergänzen.

Bei der Sanierung von Bauwerken wird oft blindes Vertrauen in Produkte der Bauchemie, die alles möglich machen sollen, gesetzt. Damit einerseits die zur Verwendung kommenden Baustoffe und andererseits die Produkte der Bauchemie, einander ergänzend, zu einer nachhaltigen Sanierung eingesetzt werden, wird die Technologie der wichtigsten Baustoffe im erforderlichen Ausmaß behandelt.

Bei der „Sanierung von Sanierungen“ muss leider immer wieder festgestellt werden, dass vor der Sanierung keine bzw. keine ausreichende Bestandsaufnahme und Bauwerksanalyse vorgenommen wurde. Daher wird auf die Bestandsaufnahme und Bauwerksanalyse, die eine zwingende Voraussetzung für die erfolgreiche Sanierungsplanung und eine darauf aufbauende funktions-tüchtige Bausanierung darstellen, besonders eingegangen.

Bei der Sanierung haben die bauphysikalischen Komponenten eine besondere Bedeutung, da unterschiedliche Baumaterialien mit unterschiedlichen chemischen und physikalischen Verhaltensformen (technologische Eigenschaften)<sup>1</sup> kombiniert werden müssen, um den vielfältigen Anforderungen, die an sie gestellt werden, gerecht zu werden. Eine Abstimmung der einzelnen Baustoffe und Baukonstruktionen aufeinander ist daher sowohl aus konstruktiver als auch bauphysikalischer Sicht unabdingbar.

Ein weiterer Aspekt ist in diesem Zusammenhang oft der, dass das zu sanierende Objekt nicht als Ganzes gesehen wird. Vielmehr werden die einzelnen Baukonstruktionen jeweils für sich allein betrachtet. Damit kann zwar eine einzelne Konstruktion als solche funktionieren, im Zusammenhang gesehen, ist dies aber oft nicht mehr der Fall. Eine ganzheitliche Betrachtungsweise muss bei der Bausanierung im Vordergrund stehen.

Eine besondere Betrachtung erfordern in dieser Hinsicht historische Bau-Konstruktionen. Bei diesen Konstruktionen müssen oft traditionelle Baumaterialien bei der Sanierung mit modernen Baumaterialien, die manchmal neu entwickelt wurden, kombiniert werden. Einer rechnerischen Abstimmung<sup>2</sup> dieser Materialien aufeinander, im Zusammenwirken mit der gesamten Baukonstruktion gesehen, ist daher aus Gründen der Nachhaltigkeit jeder Sanierung besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Als Leitmaxime bei der Bausanierung kann das alte römische Sprichwort „Quidquid agis, prudenter agas et respice finem<sup>3</sup>“ gelten.

Bausanierung ist keineswegs, wie in einer Einladung zu einer Seminarreihe zu lesen ist, ein „Kampf gegen das Wasser“, sondern eine ganzheitliche Bauaufgabe, die das Bauwerk in seiner Gesamtheit umfassen und von Nachhaltigkeit geprägt sein muss.

---

<sup>1</sup> Zum Beispiel Wärmdämmung, Dampfdiffusion usw. von verschiedenen Baustoffen

<sup>2</sup> Bauphysikalische Berechnung

<sup>3</sup> Was immer du tust, tu' es klug und bedenke, was am Ende dabei herauskommt

Die bei der Sanierung eines Bauwerks eingesetzten konstruktiven Maßnahmen unterscheiden sich teilweise sehr weitgehend von den konstruktiven Maßnahmen des Neubaus. Mit Sanierungsmaßnahmen wird immer eine Sicherung des vorhandenen Baubestandes verbunden sein. Diesem Aspekt ist daher besonderes Augenmerk zu schenken.

Außerdem können bei einer Bausanierung die Baustoffe meist nicht so frei gewählt werden, wie bei der Neuherstellung eines Objektes, da eine Abstimmung der zur Sanierung verwendeten Baustoffe mit der vorhandenen Baukonstruktion notwendig ist.

Die Bausanierung ist damit eine wesentlich komplexere Bauaufgabe als ein Neubau und stellt an den Bauschaffenden daher besonders hohe Anforderungen.

Der mit der Sanierung befasste Baufachmann muss nicht nur Baukonstruktion und Baustofftechnologie genau kennen, sondern auch über fundiertes Wissen, die historischen Bauformen und Baukonstruktionen sowie die ursprünglich verwendeten Materialien und deren Eigenschaften betreffend, verfügen.

Die einzelnen Leistungspositionen einer Sanierung können nicht mit den vergleichbaren Preisanätzen eines Neubaus kalkuliert werden. Bei einer Bausanierung kann daher die Wirtschaftlichkeit der gewählten Sanierungsmethode von großer Bedeutung sein.

Eine vorausschauende Kostenschätzung ist im Zusammenhang mit der Bauaufnahme und der Bestandsanalyse bei Abwägung der verschiedenen Methoden unabdingbar.

Der Bauablaufplanung kommt bei der Bausanierung eine ganz entscheidende Bedeutung zu, denn die einzelnen Sanierungsschritte müssen so gesetzt werden, dass sie sich einerseits nicht gegenseitig behindern und andererseits nicht zusätzlich Kosten verursachen. Die einzelnen Schritte müssen vielmehr nahtlos ineinander greifen. Bei der Bausanierung kann daher in bestimmten Fällen eine ganz andere Bauablaufplanung notwendig sein, als sie beispielsweise bei Neubauten üblich ist.

Bei Neubauten hängen die Baukosten unmittelbar von der Sorgfalt der Planung ab. Bei der Sanierung eines bestehenden Bauobjektes hingegen haben Bestandsanalyse und Sanierungsplanung eine zusätzliche Bedeutung.

Aufgrund der großen Zahl bestehender Bauwerke und der ebenso großen Zahl von historischen und erhaltenswerten Bauwerken, die heute zur Sanierung anstehen, stellt die Bausanierung heute einen eigenen Zweig der Bautechnik dar. Dieser Aspekt sollte im Ausbildungsplan der künftigen Architekten und Bauingenieure den entsprechenden Niederschlag finden.

Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass die Bausanierung eine weit über die Neuherstellung eines Bauwerkes hinausgehende komplexe Bauaufgabe ist, die an die damit befassten Architekten und Bauingenieure ganz besonders hohe Anforderungen stellt.

Die vorliegende Arbeit ist Versuch die Bausanierung in Planung und Ablauf zu systematisieren um damit diesen besonderen Umständen gerecht zu werden. Im Vordergrund steht das Bemühen, möglichst allgemein gültige Regeln aufzustellen, wobei man sich aber bewusst sein muss, dass jede einzelne Bauaufgabe jeweils spezielle Anforderungen stellt.

Die vorgestellte Systematisierung soll den Bauschaffenden als Hilfsmittel und Anleitung dienen. Sie soll ein Werkzeug sein, um sowohl die Bestandsaufnahme und Bauwerksanalyse für den jeweiligen Zweck umfassend durchzuführen, als auch, nach entsprechender Sanierungsplanung, die Sanierung nachhaltig und Erfolg versprechend vorzunehmen. Dabei kann keineswegs der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden, da die wissenschaftliche Forschung in der Bausanierung noch am Anfang steht und die Forschungsergebnisse in Zukunft eine besondere Bedeutung für die konstruktive Ausbildung, die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit einer Bausanierung haben werden.

Eine eingehende Beschäftigung mit dem Thema Bausanierung zeigt, dass dazu grundlegende und vertiefende Kenntnisse auf nachstehenden Gebieten notwendig sind:

- Neue Aufmaß- und Analysemethoden
- Technologie der Baustoffe
- Untersuchungsmethoden im Feld und im Labor
- Baustoffprüfung
- Konstruktiver Hochbau
- Historische Baustoffe und Baukonstruktionen (Bauforschung)
- Sicherungsmaßnahmen an Baukonstruktionen
- Bauphysikalische Untersuchungs- und Berechnungsmethoden
- Kostenschätzung und Bauablaufplanung
- Praktische Anwendbarkeit verschiedene Sanierungsmethoden.

Besonders sei betont, dass die Bausanierung als Spezialgebiet des konstruktiven Hochbaues eine komplexe technische Aufgabe darstellt, die nachhaltig und schadenfrei nur mit wissenschaftlich gesicherten Konstruktionen und Methoden bewältigbar ist.

## 2 Bestandsaufnahme

Eine vollständige und eingehende Bestandsaufnahme des zu sanierenden Objektes und der vorhandenen Bausubstanz<sup>1</sup> ist unabdingbare Voraussetzung jeder Bausanierung.

### 2.1 Bauaufnahme und Bestandserfassung

Unter Bauaufnahme und Bestandserfassung, im Folgenden kurz als Bauaufnahme bezeichnet, ist eine vollständige Erfassung des Bestandes und ausführliche Beschreibung des Zustandes eines Bauobjektes zu verstehen.

Die Bauaufnahme wird in maßstabgerechten Zeichnungen, Lichtbildern und in einer dazu gehörenden und ergänzenden verbalen Beschreibung niedergelegt.

Die Genauigkeit der Bauaufnahme und der Plandarstellung wird durch den Zweck der Bauaufnahme bestimmt. Im gegenständlichen Fall wird die Bauaufnahme nur insoweit dargestellt, als sie für eine spätere Planung und Durchführung der Bausanierung erforderlich ist.

Eine Bauaufnahme kann man als Umkehrung des Planungsprozesses verstehen, daher muss der Genauigkeitsgrad der Bauaufnahme zumindest dem Grad der Genauigkeit für die Bauausführung (Ausführungszeichnungen, Leistungsbeschreibung usw.) entsprechen.

Eine vollständige Bauaufnahme besteht aus:

- a) Erhebung und Aufmaß vor Ort, fotografische und fotogrammetrische Aufnahme
- b) Zeichnerische Wiedergabe mit besonderer Darstellung wichtiger Details
- c) Verbale Beschreibung (Baubeschreibung, Beschreibung des Zustandes)
- d) Angaben zu Baugrund und Tragsystem sowie besonderer Umstände
- e) Darstellung der Baugeschichte und der im Laufe der Zeit vorgenommenen baulichen Veränderungen.

Dem letzten Punkt kommt bei historischen Bauwerken, im Rahmen der Sicherung und Erhaltung der historischen Bausubstanz (Denkmalpflege), bei der Sanierung besondere Bedeutung zu.

Einzelne Phasen einer Bauaufnahme für Sanierungszwecke:

Dazu wird als Ergänzung und Vertiefung besonders auf die einschlägige Literatur (siehe Literaturverzeichnis) hingewiesen.

#### **Aufmaß an Ort und Stelle:**

Darunter ist das Einmessen des Objektes und Eintragen der Messergebnisse, entweder in vorhandene Bestandspläne, oder in anzufertigenden Arbeitszeichnungen, zu verstehen.

Zum Aufmaß gehören auch fotografische Aufnahmen und eventuell eine fotogrammetrische<sup>2</sup> Erfassung der einzelnen Fassadenflächen, entweder jeweils in der Gesamtfläche, bzw. bei zu gerin-

<sup>1</sup> Gegebenenfalls auch der Nachbarobjekte im Einflussbereich.

<sup>2</sup> Fotogrammetrie, ein Verfahren, mit dem Messbilder hergestellt werden, die dann ausgewertet werden können. Je nach Aufnahmeort unterscheidet man zwischen Erdbildmessung und Luftbildmessung. Bei der Luftbildmessung können aus diesen Messbildern Landkarten erstellt werden. Um die Messbilder zu erstellen, bedient man sich in der Regel spezieller Kameras. Bei der Luftbildmessung kommen daneben aber auch Satellitenphotos zum Einsatz. Verzerrungen, die bei Luftbildmessungen auftreten können, werden mittels einer stereoskopischen Vorrichtung, dem so genannten Stereoplotter, ausgeglichen. Der Stereoplotter erstellt durch die Überlagerung von Bildern, die ein bestimmtes Terrain aus verschiedenen Winkeln zeigen, dreidimensionale Bilder. Umrisse, Straßen und Eigenschaften der Oberflächenbeschaffenheit werden dann anhand des dreidimensionalen Bildes abgelesen und ausgewertet.

gem Aufnahmeabstand in Einzelflächen, die zu einer Gesamtansicht zusammengeführt werden.

Der Vorteil einer fotogrammetrischen Aufnahme (siehe unter fotografische Darstellung) besteht darin, dass einerseits die Aufnahmetätigkeit vor Ort wesentlich verkürzt und andererseits eine höhere Detailgenauigkeit erzielt wird.

Ebenso kann bei dieser Form der Aufnahme auf aufwändige Gerüstkonstruktionen verzichtet werden, so dass, trotz der Kosten der Fotogrammetrie selbst, letztlich Aufwand und Gesamtkosten der Bauaufnahme sich verringern.

Die Qualität der Aufnahme an Ort und Stelle ist bestimmend für alle weiteren Tätigkeiten.

Je genauer die Aufnahme an Ort und Stelle erfolgt, desto geringer wird der Mehraufwand durch zusätzlich erforderliche nochmalige Erhebungen an Ort und Stelle, die unter Umständen im Zusammenhang mit der Sanierungsplanung notwendig werden können.

### **Bestandspläne<sup>3</sup>:**

Zur Herstellung eines Bauwerkes ist eine vollständige zeichnerische Darstellung aller Einzelheiten notwendig. Diese besteht aus Grundrissen der einzelnen Geschosse, Ansichten, Darstellung der erforderlichen Schnitte, sowie Erfassung der einzelnen Detailpunkte.

Für eine Bestandsaufnahme, bzw. für die Erstellung von Bestandszeichnungen, muss der gleiche Grundsatz gelten.

Bestandszeichnungen werden im Maßstab 1 : 50, einschließlich der zeichnerischen Darstellung der gegebenenfalls fotogrammetrisch aufgenommenen Ansichten erstellt.

Detailpunkte werden im Maßstab 1 : 10, bzw. auch größer, dargestellt. Bei historisch wichtigen Detailpunkten (z. B. Wappensteinen) kann unter Umständen eine Darstellung im Maßstab 1 : 1 erforderlich sein.

### **Beschreibung des Objektes**

Bei der Beschreibung des Objektes, die als Ergänzung zur zeichnerischen Darstellung aufzufassen ist, wird man bei der Bauaufnahme systematisch von einer allgemeinen Lageschreibung ausgehend (Standort, Orientierung zu Himmelsrichtungen, Firstrichtung, Geländeeinbindung, Bodenverhältnisse, Tragsystem usw.) zu einer detaillierten Beschreibung von Außen nach Innen übergehen.

In der Praxis hat sich eine, immer gleich bleibende, geschossweise Beschreibung beim Durchschreiten der einzelnen Räume, entweder im Uhrzeigersinn oder entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn sehr gut bewährt. Besonders ist darauf zu achten, dass die Richtungsbeschreibungen<sup>4</sup> in den einzelnen Geschossen jeweils gleichlaufend erfolgen.

Die Beschreibung gibt den visuellen Eindruck des Zustandes der einzelnen Räume wieder, wobei bei der Beschreibung der einzelnen Oberflächen (Fußboden, Wand, Decke, usw.) gleichzeitig eine Zustandsbeschreibung (z. B. Risse, Putzschäden, Schimmelpilz usw.) der Baukonstruktionen vorzunehmen ist. Die Beschreibung muss eine eindeutige und zuverlässige Information, sowohl über den Bestand, als auch über den Zustand des Objektes und seiner Einzelheiten geben. Diese eingehende Beschreibung ist die Grundlage für die Entscheidung über vorzunehmende weitere Untersuchungen (Entnahme von Laborproben, usw.), die im Rahmen der Bauwerksanalyse vorgenommen werden müssen.

<sup>3</sup> DIN 1356 Bauaufnahmezeichnungen

<sup>4</sup> z. B. Angabe der Himmelsrichtung zur späteren Orientierung

## Fotografische Darstellung

### Allgemeine Fotografie

Mit den Methoden der Fotografie, im Besonderen der digitalen Speicherung von Aufnahmedaten, kann neben der fotogrammetrischen Aufnahme einzelner Bauteile (Fassaden, Architekturgliederungen) eine vollständige visuelle Darstellung der einzelnen Bauteile vorgenommen werden.

Die fotografische Darstellung ist somit ein integrierender Bestandteil der zeichnerischen Erfassung, da sie im Zusammenhang mit der Baubeschreibung auch eine Zuordnung der einzelnen Konstruktionsteile (z. B. aus unterschiedlichen Baustoffen bestehend) möglich macht.

Im besonderen ist im Rahmen der Sanierung von denkmalgeschützten Objekten dieser Darstellungsform ein ganz besonderes Augenmerk zuzuwenden, da fotografische Aufnahmen nicht nur für die Darstellung der Baugeschichte, sondern auch für eine eventuell notwendige Rekonstruktion eine nicht zu unterschätzende Aussagekraft besitzen können. Bei den einzelnen Aufnahmen ist eine Teilung in Übersichtsaufnahmen und Detailaufnahmen anzuraten.

Dies kann beispielsweise bei einer Fassadenaufnahme sinnvoll gestaltet werden, da aus der Übersichtsaufnahme ohne eine besondere zusätzliche Beschreibung die Lage der einzelnen Detailaufnahmen entnommen werden kann.

### Fotogrammetrie<sup>5</sup>

Bei der Fotogrammetrie<sup>6</sup> handelt es um ein Verfahren zur Aufnahme von Bildern zu Messzwecken (verformungsgetreues Aufmaß). Dazu werden in der Regel besondere Aufnahmegeräte (Messkamern) mit speziellen Objektiven und Richtsystemen verwendet. Damit werden Messungen an unzugänglichen und nicht berührbaren Bauteilen vereinfacht bzw. überhaupt erst möglich. Es wird zwischen Einbildauswertung und Zweibildfotogrammetrie unterschieden.

Für die Zwecke der Bauaufnahme können auch konventionelle Spiegelreflexkameras mit Spezialobjektiven (Shift-Objektiv, auch als PC<sup>7</sup>-Objektiv bezeichnet) zur verzeichnungsfreien Aufnahme (SW-Aufnahmen) eingesetzt werden. Shift-Objektive sind zwischen 10 und 15 mm aus der optischen Achse dezentrierbar. Durch eine drehbare Fassung ist eine Parallelverschiebung, die von Großformat-Fachkameras her bekannt ist, in alle Richtungen möglich. Die Aufnahme erfolgt damit verzeichnungsfrei (ohne stürzende Kanten), da die Kamera bei der Aufnahme nicht hochgeschwenkt werden muss, sondern senkrecht auf die aufzunehmende Fläche ausgerichtet werden kann. Die Aufnahmen werden mit einem CAD-Programm (z. B. AutoCAD) ausgewertet und die Zeichnungen über einen Plotter ausgegeben.

### Darstellung der Baugeschichte<sup>8</sup>

Besonders bei einer Sanierung von historischen Bauobjekten lassen sich durch die erhobenen baugeschichtlichen Daten wichtige Informationen für die weitere Sanierungsplanung<sup>9</sup> ableiten.

Wichtige baugeschichtliche Daten sind:

- Erbauungszeit,
- Besitzverhältnisse im Laufe der Bauwerksgeschichte,
- Umbaumaßnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten,
- Veränderungen des konstruktiven Gefüges durch Umbaumaßnahmen,
- verwendete Materialien bei diesen Umbaumaßnahmen,

<sup>5</sup> Schwidewsky, Kurt; Photogrammetrie Grundlagen, Verfahren, Anwendungen, B. G. Teubner 1976

<sup>6</sup> Siehe dazu auch Reinhard Richter, Einfache Architekturphotogrammetrie, Vieweg Verlagsges. Braunschweig 1990

<sup>7</sup> perspective control

<sup>8</sup> Großmann, Einführung in die historische Bauforschung

<sup>9</sup> Dzierzon/Zull; Altbauten zerstörungsarm untersuchen S 8

- Veränderungen in der Grundrissgestaltung,
- stilistische Veränderungen,
- Veränderungen der Innenausgestaltung,
- Veränderungen der Nutzung, usw.

Die Erfassung der Baugeschichte wird, in Abhängigkeit vom untersuchten Objekt, mehr oder weniger umfangreich darzustellen sein.

## 2.2 Aufgabe der Bestandsaufnahme

Eine Bauaufnahme kann verschiedenen Zwecken dienen.

Im Zuge einer Bausanierung muss sie alle relevanten Daten für eine eingehende und vollständige Sanierungsplanung liefern.

Ebenso kann sie einer umfassenden Baudokumentation dienen. Dabei müssen die zu verschiedenen Zeiten vorgenommenen baulichen Veränderungen in den Bestandszeichnungen exakt dargestellt (beispielsweise durch unterschiedliche Farbgebung) werden.

Bei historischen Bauwerken kann neben der konstruktiven Sanierung auch der gestalterischen Sanierung und einer gegebenenfalls notwendig werdenden Rekonstruktion besondere Bedeutung zukommen.

Eine detaillierte Bauaufnahme ist auch die Grundlage für die Art der zu ergreifenden Sicherungsmaßnahmen (Pölzungen und Absteifungen bei Baugebrechen) des Bestandes vor Beginn und für die Dauer der Sanierung.

Neben einer Darstellung von baulichen Mängeln müssen in der Bauaufnahme auch erkennbare Mängel an der Standsicherheit der Baukonstruktion, der bauphysikalischen Einzelheiten (z. B. Feuchteinwirkungen) usw. enthalten sein.

Die Aufgabe der aus der Bauaufnahme, Bestandserfassung und Bauanalyse abgeleiteten Sanierungsplanung besteht neben der Sicherung der Bausubstanz auch in der Beseitigung von vorhandenen Baumängeln und Bauschäden.

Wenn der Verdacht auf solche Mängel und Schäden besteht, oder wenn Hinweise dafür vorhanden sind, wird es notwendig sein, Fußbodenkonstruktionen oder Deckenaufbauten und unter Umständen auch Wandaufbauten detaillierter durch Freilegen, Endoskopie, Entnahme von Bohrkernen usw. zu untersuchen<sup>10</sup>.

Dazu wird auf die Ausführungen im Kapitel 3 Bauwerksanalyse verwiesen.

Zusätzlich zur Bausanierung wird eine Bestandsaufnahme<sup>11</sup> auch für wissenschaftliche Zwecke zur Bestandserfassung bei denkmalgeschützten Objekten, sowie zur Dokumentation gefährdeter historischer Gebäude und zur Rekonstruktion von teilweise zerstörten Bauteilen eingesetzt.

Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang die Bedeutung für die bauhistorische Erforschung von Gebäudeformen und historischen Baukonstruktionen.

## 2.3 Geräte und Methoden

Es ist nicht ganz einfach, für das Aufmaß an Ort und Stelle allgemein gültige und verbindliche Regeln über die anzuwendenden Methoden und die dafür erforderlichen Geräte aufzustellen, die für jedes Objekt in der gleichen Weise anwendbar bzw. einsetzbar sind.

<sup>10</sup> Bauanalyse

<sup>11</sup> Dzierzon/Zull; Altbauten zerstörungsarm untersuchen S 19

Dies deshalb, weil die einzelnen Objekte unterschiedlich in Erscheinung treten und je nach Einsatzbereich und Objekt stark variierende Fragestellungen ein einheitliches Vorgehen im Einzelfall oft nicht zulassen.

Es können daher nur allgemeine Richtlinien gegeben werden, die überwiegend einsetzbar sind für eine Systematik der Bauaufnahme, des Messens, die Vorgangsweise und die dazu einzusetzenden Geräte und Hilfsmittel.

Um ein dreidimensionales Objekt zweidimensional darstellen zu können, ist eine Aufteilung in verschiedene Ebenen<sup>12</sup> (Geschosse, Schnitte) notwendig. Es müssen daher immer so viele Schnittebenen, bzw. Abbildungsebenen, in horizontaler und vertikaler Hinsicht eingesetzt werden, wie zum Verständnis der Baukonstruktion und der Baustruktur und gegebenenfalls auch für die gestalterische Aussage notwendig sind.

Zu diesem Zweck müssen vor Beginn einer Bauaufnahme Lage und Anzahl der erforderlichen Schnittebenen festgelegt werden.

Diese Ebenen sind beim Messen und bei der zeichnerischen Darstellung so anzuordnen, dass es möglich ist, jeden gemessenen Punkt eindeutig in der Zeichnung wiederzugeben und zu erkennen. Ebenso muss zur eindeutigen Zuordnung ein Zusammenhang zwischen den einzelnen Schnittebenen bestehen.

Als Schnittebenen oder Abbildungsebenen werden Grundrisse (horizontale Schnitte), Quer- und Längsschnitte (vertikale Schnitte) durch das Objekt sowie die Ansichten<sup>13</sup> verstanden.

Bei den Horizontalschnitten wird in der Regel die Schnittebene in 1,00 m Höhe über der Fußbodenoberkante geführt. Gegebenenfalls sind auch andere Höhen der Schnittebenen, wie beispielsweise bei Gewölben oder unterschiedlich hoch liegenden Öffnungen, anzusetzen.

Die Schnittebenen werden in der Regel als Orthogonalschnitte gelegt, können jedoch auch in Form von schrägen Schnitten oder abgetreppten Schnittebenen ausgeführt werden. Um eine größere Anschaulichkeit zu erreichen, können Schnittebenen auch springen, damit die erforderlichen Angaben mit einer geringeren Anzahl von Schnitten möglich sind.

Dies kann beispielsweise dann erforderlich sein, wenn einzelne Fenster nicht in der gleichen Brüstungs-Ebene liegen. Abweichungen von der orthogonalen Darstellung sind unverwechselbar zu kennzeichnen.

Lage und Bezeichnung der einzelnen Schnittebenen ist in den jeweiligen Darstellungen<sup>14</sup> anzugeben. Bei verspringenden Schnitten ist eine zusätzliche Markierung der Sprungpunkte anzugeben, um darzustellen, an welcher Stelle die Schnittebene abgewinkelt wird.

Die Mess- und Darstellungsgenauigkeit ist von der Aufgabenstellung, der Art und Größe des Objektes, dem Erhaltungszustand der Baukonstruktion und der Bauform abhängig.

Bei der Bestimmung der Abmessungen einzelner Bauteilschichten, die für eine bauphysikalische Dimensionierung (Berechnung) herangezogen werden, wird eine höhere Messgenauigkeit der einzelnen Baustoffschichten, fallweise im Millimeterbereich, notwendig sein.

Für alle übrigen Darstellungen wird man auf 0,5 cm genau vermessen.

Lediglich für Detaildarstellung wird man, bei einem Maßstab von 1 : 10, auch auf eine Genauigkeit von  $\pm 1$  mm zu achten haben.

Die Maßstabsgröße der Darstellung, die für eine Sanierungsplanung erforderlich ist, kann in der Regel mit 1:50 und 1:20 angesetzt werden. Dies sind Maßstabsgrößen, wie sie auch in der Denkmalpflege und in der Bauforschung Verwendung finden.

---

<sup>12</sup> Horizontal- und Vertikalebene

<sup>13</sup> Schnittebene vor dem Objekt

<sup>14</sup> Grundrissen und Schnitten

Für die Darstellung von Einzelheiten, wie beispielsweise baukünstlerischen Details (Gesimse, Reliefs, usw.) können Maßstäbe von 1 : 10, 1 : 5 bzw. fallweise sogar 1 : 1 erforderlich sein.

Für die Eintragung der einzelnen Maßzahlen werden Handrisse vor Ort angefertigt, die jeweils einen bestimmten Teilausschnitt des Objektes darstellen, oder, wenn vorhanden, bestehende Planunterlagen verwendet.

Diese Handrisse bzw. ergänzten Planunterlagen werden später in der maßstäblichen Zeichnung zu Gesamtdarstellungen der Grundrissebenen und Schnittebenen in Bestandsplänen zusammengefasst.

2

Neben der Aufnahme des eigentlichen Objektes sind auch Teile anschließender Bauobjekte mit zu erfassen um gegebenenfalls auf bestehende Rechte (z. B. Fensterrechte) oder Dienstbarkeiten (Einsicht im Grundbuchauszug), Brandschutzbestimmungen usw. Rücksicht nehmen zu können.

Für die Handvermessung<sup>15</sup> finden heute neben dem Maßstab und Rollmaß immer stärker Lasergehäte mit automatischer Aufzeichnungsmöglichkeit Verwendung, die eine Genauigkeit im Millimeterbereich aufweisen. Mit solchen Geräten sind auch sehr einfach Diagonalmäße und Höhen zu messen, da die Geräte entweder von der Gerätevorderkante oder von der Geräterückkante an selbstregistrierend messen können. Dies ist bei schwer zugänglichen Messpunkten (Verstellung durch Möbel usw.) sehr oft von großem Vorteil. Die jeweilige Meßmethode selbst ist am Messgerät einstellbar. Solche Handlasermeter<sup>16</sup> ermöglichen auch eine kabellose Datenübertragung (BLUETOOTH-Technologie) mit geeigneter Software zum PC (Notebook, Tablet-PC).

Auch zur Bestimmung der Horizontalebene, bzw. der Abweichung von der Horizontalebene, werden heute anstatt von Schlauchwasserwaagen bevorzugt Laser-Nivelliere und Laser-Wasserwaagen eingesetzt.

Anstelle der konventionellen Wasserwaage werden für Neigungs- und Gefällebestimmungen (z. B. Gefälle von Plätzen, Straßen usw.) Wasser-Waagen mit Laservisierereinrichtung und digitaler Anzeige des Gefälles, bzw. der Neigung, entweder in Millimeter, bezogen auf die Länge der Wasserwaage, oder in Gefälle-Prozenten, verwendet.

Für die Winkelmessung finden das Winkelprisma (fallweise noch der Winkelspiegel), bevorzugt jedoch das Nivelliergerät und der Theodolit Verwendung.

Für fotografische Aufnahmen eignen sich besonders gut Spiegelreflexkameras mit Wechselobjektiven, wobei der Trend eindeutig zur digitalen Aufnahmetechnik geht, da damit eine Auswertung in einfacher Form (maßstäbliche Darstellung, direkte Übertragung in den Computer und Weiterverarbeitung) möglich ist.

Nachstehend wird auf die für die Bauaufnahme zur Verwendung kommenden Geräte und Aufnahmemethoden näher eingegangen.

### 2.3.1 Geräte

Bevor mit der Aufnahme begonnen wird, müssen alle zur Verwendung gelangenden Geräte, ihrem Verwendungszweck entsprechend ausgewählt, vor dem Einsatz auf Genauigkeit geprüft und gegebenenfalls justiert werden.

Aus Effizienz- und Kostengründen wird man Geräten (z. B. Laser-Messgerät anstatt Bandmaß), die von einer Person zu bedient werden können und keine zusätzliche Hilfskraft zum Messen erfordern, den Vorzug geben.

<sup>15</sup> Dzierzon/Zull; Altbauten zerstörungsarm untersuchen

<sup>16</sup> Zum Beispiel Leica DISTO™ plus

## Geräte für Längenmessungen

### Maßstäbe

Für die Längenmessungen werden Maßstäbe mit 1,00–2,00 m Länge verwendet, bevorzugt aber Rollbandmaße mit einer Länge von 1,00–50,00 m.

Die Maßstäbe bestehen in der Regel aus Holz (ev. aus Metall) und können auf 20 cm eingeklappert werden. Sie zeigen eine farblich abgesetzte mm-Teilung und cm-Teilung, sowie eine Markierung im dm-Bereich (Zahlen jeweils farblich gegenüber der cm-Teilung absetzt). Einsatzbereich bei geringfügigen Messaufgaben.

Zahlenangaben werden in cm (1,2...10,11... 100,101...) angeführt. Eine mm-Teilung ist zusätzlich vorhanden.

### Rollbandmaße

Rollbandmaße bestehen aus einem in einer Hülle laufenden emaillierten Stahlband mit Millimeter-Teilung, Zentimeter-Teilung, Dezimeter-Teilung, Meter-Teilung und 10-Meter-Teilung. Die Teilungsmarkierung ist jeweils farblich abgesetzt.

Auch für längere Maßbänder werden geschlossene Kapseln, in die das Stahlband eingezogen wird, verwendet. Fallweise kommen Bänder mit Metallgabeln zum Einsatz. Die früher gebräuchlichen Textilbänder werden nicht mehr verwendet, da die Haltbarkeit geringer und die Maßungenaugigkeit zufolge der höheren Dehnung größer als beim Stahlbandmaß ist.

### Laser- und Ultraschall-Messgeräte

Ultraschall-Messgeräte haben in der Bauaufnahme keine besondere Bedeutung mehr, da sie gegenüber Laser-Messgeräten keine ausreichende Genauigkeit und keine Zielpunktvisierung aufweisen.

Für die Längenmessung werden immer häufiger Laser-Messgeräte verwendet, die Entfernungsmessungen bis zu 100 m erlauben und darüber hinaus über eine sehr hohe Messgenauigkeit<sup>17</sup> verfügen. Als Beispiel sei dazu das „Leitz-Disto“-Gerät angeführt, das zusätzlich zu den gemessenen Maßen eine  $m^2$ - und  $m^3$ -Berechnung und die Abspeicherung der Messdaten erlaubt. Laser-Messgeräte sind auch im Freien und sogar bei Sonnenschein einsetzbar. Durch den Aufsatz eines Zielfernrohres ist damit auch über größere Entfernungen des Messpunktes dieser genau zu bestimmen. Außerdem besitzen die Geräte eine Schnittstelle, um die Messdaten direkt in einen tragbaren Rechner einzulesen. Eine Verbindung zwischen Messgerät und Rechner ist über ein Verbindungskabel mit der seriellen, besser USB-Schnittstelle möglich.

Die neueren Geräteversionen verfügen über eine drahtlose Infrarot-Schnittstelle bzw. ermöglichen eine kabellose (Funkübertragung) Datenübertragung über *Bluetooth*<sup>18</sup> oder *W-Lan*. *Bluetooth* und *W-Lan* besitzen den Vorteil, dass nicht direkt auf den Sensor des Rechners visiert werden muss und Hindernisse zwischen Messgerät und Rechner zu keiner Beeinträchtigung der Übertragung führen. Mit entsprechender Software kann eine automatische Speicherung der Messdaten für die spätere Auswertung vorgenommen werden.

Der große Vorteil des Laser-Messgerätes besteht darin, dass Messungen von einer Person, nicht wie sonst von zwei, vorgenommen werden können und dass die Messungen mit hoher Genauigkeit auch mit größerer Schnelligkeit durchzuführen sind.

Besonders vorteilhaft ist damit die Raumhöhe zu messen, da keinerlei Leitern und sonstige Hilfsmittel erforderlich sind. Das Gerät wird dazu auf dem Fußboden aufgesetzt und der Messstrahl senkrecht zur Decke gerichtet.

<sup>17</sup> Lt. Herstellerangabe  $\pm 3$  mm

<sup>18</sup> Neuer Standard für den kabellosen Datenaustausch zwischen Messgeräten, Taschen PCs und Notebooks bzw. Handys



**Bild 2.3.1.1**  
Laser-Messgerät  
„Leitz DISTOTM A3“

Auf Knopfdruck erfolgt die Messung und kann digital angezeigt bzw. gespeichert werden. Bei den Messungen mit dem Laser-Gerät reduziert sich der Personalaufwand von drei auf zwei Personen, da die Messungen von einer Person und die Protokollierung von einer zweiten Person durchgeführt werden. Bei der vorgenannten automatischen Aufzeichnung kann das Aufmaß von einer Person vorgenommen und direkt auf den PC übertragen werden.

### Optische Entfernungsmesser



**Bild 2.3.1.2**  
Optisches  
Entfernungsmessgerät

Heute kaum mehr in Verwendung stehen Distanzmessgeräte auf optischer Basis und Infrarot-Basis. Die Geräte haben den Nachteil, dass kein punktgenaues Messen möglich ist und zufolge des großen Streubereiches des Infrarotstrahles eine hohe Störungsanfälligkeit besteht. Zudem ist die Messgenauigkeit nicht so hoch wie bei einem Laser-Messgerät oder bei der Handvermessung. Die optischen Messgeräte dienen lediglich zur Entfernungsabschätzung, z. B. zur Abstandsmessung eines Bauobjektes von der Sprengstelle eines Steinbruches, um eine mögliche Gefährdung nach der Abstands-Mengen-Formel abzuschätzen.

Nivelliergerät, Theodolit (siehe unter Geräte für Winkelmessung)

Für die Längenmessungen und Höhenmessungen mit dem Nivelliergerät bzw. Theodolithen<sup>19</sup> wird dieses zusammen mit einer Meßplatte (4 m lang, auf 1 m einklappbar) oder einem Geometerstab eingesetzt.

<sup>19</sup> mechan.-opt. Präzisionsinstrument zur Bestimmung von Horizontal- und Vertikalwinkeln; Hauptbestandteile: Grundplatte mit horizontalem Teilkreis (*Limbus*), Fernrohr mit Faden- oder Strichkreuz, Dosen- und Röhrenlibelle zum Horizontieren. Der T. ist auf einem dreibeinigen Stativ montiert. T. mit Einrichtungen zur Entfernungsmessung werden als *Tachymeter (Schnellmesser)* bezeichnet. *Elektron. Tachymeter* arbeiten mit einem modulierten Infrarotsender und einem Reflektor am Zielpunkt. Die Entfernung wird durch Phasenvergleich zw. reflektiertem und Referenzsignal bestimmt.

Der Geometerstab weist auf einer Seite eine cm-Teilung wie ein Holzmaßstab, auf der anderen Seite eine graphische Teilung, wie bei einer Nivellierlatte, auf.

Er kann wie ein Maßstab eingeklappt werden und ist daher leichter als eine Nivellierlatte (Klapplänge 1,00 m) zu transportieren.

Der Geometerstab wird ebenso wie die Nivellierlatte sowohl für astronomische (Teilung auf dem Kopf stehend) als auch für terrestrische Fernrohre geliefert. Bei Einsatz mit einem Nivelliergerät oder einem Theodoliten mit astronomischem Fernrohr muss eine Meßlatte oder ein Geometerstab mit auf dem Kopf stehenden Maßzahlen eingesetzt werden.



**Bild 2.3.1.3**  
Geometerstab 3,00 m (einklappbar)

Beim Geometerstab handelt es sich in der Regel um einen 4 m langen Holzmaßstab, der ähnlich wie ein Maßstab gelenkig auf 40 cm Länge eingeklapppt werden kann. Im Grunde genommen stellt er eine vergrößerte Ausgabe eines Holzmaßstabes mit 2,00 m Länge dar.



**Bild 2.3.1.4** Fassadenaufnahme mit Vergleichsmaßstab (Geometerstab senkrecht)

Die mit einem Gerätefaktor des Nivelliergerätes oder Theodoliten multiplizierte Differenz der abgelesenen Zahlenwerte bei Oberfaden und Unterfaden ergibt die Entfernung Gerät-Meßlatte (Geometerstab). Hochwertige Geräte führen dies automatisch durch und zeigen die Entfernung digital an bzw. speichern die Messdaten oder übertragen diese automatisch für die spätere Weiterverarbeitung.

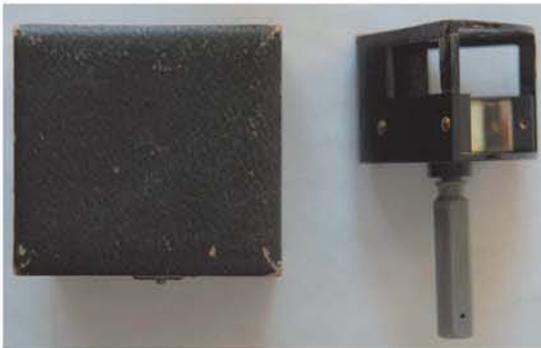
Als Vergleichsmaßstab bei fotografischen Aufnahmen kann ein Geometerstab (Länge 4 m) vorteilhaft eingesetzt werden.

## 2

### Geräte für Winkelmessungen

Für Winkelmessungen werden neben den Absteckgeräten für rechte Winkel, wie dem Winkelspiegel und dem Winkelprisma, heute bevorzugt Nivelliergeräte und Theodoliten verwendet.

Auch Laser-Wasserwaagen, mit einem Horizontalkreis auf dem Stativ, können dazu zum Einsatz kommen.



**Bild 2.3.1.5**  
Winkelspiegel mit Etui

Mit dem Winkelspiegel und dem Winkelprisma können ausschließlich rechte Winkel abgesteckt werden, wobei mit den Horizontalkreisen eines Nivelliergerätes oder Theodoliten sowie einer Laser-Wasserwaage jeder beliebige Winkel gemessen und abgesteckt werden kann.

Für eine Winkelabsteckung<sup>20</sup> mit dem Winkelspiegel oder dem Winkelprisma werden drei Fluchtstäbe benötigt.



**Bild 2.3.1.6**  
Winkelprisma  
mit Visiereinrichtung und Lot

<sup>20</sup> Dzierzon/Zull; Altbauten zerstörungsarm untersuchen S 13

Diese bestehen in der Regel aus zusammensteckbaren 1,00 m langen Aluminiumrohren mit rot-weißer Teilung. Auch Fluchtstäbe aus Holz mit gleicher Teilung und Farbgebung, wie die aus Alu-Rohr, finden noch Verwendung.

Für die einfache Absteckung einer Geraden im Gelände, wie beispielsweise einer Standlinie, werden drei Fluchtstäbe benötigt. Zwei, um die festen Punkte zu markieren, und ein Stab, um entweder einen Punkt zwischen den beiden festen Punkten einzuvisieren, oder einen Punkt in gerader Verlängerung der durch die beiden Festpunkte bestimmten Linie festzulegen.



**Bild 2.3.1.7**  
Fluchtstab 2 × 1,00 m

Damit die Fluchtstäbe für das Durchfluchten in vertikaler Position aufgestellt werden und in dieser Lage gesichert bleiben, werden sie mit Dreibeinstativen (Spinnen), nach dem Einrichten mit einer Dosenlibelle, gesichert.



**Bild 2.3.1.8**  
Lattenrichter(Dosenlibelle)

Diese Dreibeinstative dienen auch zur Aufstellung von Fluchtstäben auf festen Untergründen (Straßenbelag), in die der Fluchtstab nicht eingedrückt werden kann.

Für die behelfsmäßige Anlegung eines rechten Winkels können zu einem rechtwinkligen Dreieck zusammengefügte Bretter mit einer Seitenlänge von 60, 80, 100 cm, bzw. einem Seitenverhältnis im recht-winkligen Dreieck von 3 m, 4 m, 5 m, verwendet werden.

Zur Bestimmung des Winkels zwischen zwei aneinander stoßenden Wänden finden verstellbare Stahlwinkel mit eingravierter Gradteilung Verwendung.

2



**Bild 2.3.1.9**  
Neigungsmesser „PERNUMETER“

Zur Winkelmessung von Dachneigungen und Ebenen werden Neigungsmesser in der nachstehend abgebildeten Bauart eingesetzt. Diese Neigungsmesser funktionieren nach dem Prinzip der Setzwaage.

### Geräte für Höhen- und Ebenenmessungen

Die früher allgemein verwendete Schlauchwaage<sup>21</sup> für Höhemessungen (z. B. Absteckung der Fußbodenhöhe mit einem Waagriss) wird heute durch das Nivelliergerät oder die digitale Wasserwaage mit Laser-Zieleinrichtung bzw. den Theodoliten ersetzt.

Eine Schlauchwaage besteht aus einem nicht zu dünnen Schlauch, der an beiden Enden mit Wasserstandsrohren aus Glas mit Teilung und Abschlussventil versehen ist.

Der Schlauch wird mit Wasser gefüllt (am besten gefärbtes Wasser) und an den beiden Standgläsern wird die Höhe des Wasserspiegels abgelesen und daraus die Höhe über dem Gelände oder Fußboden bestimmt. Es dürfen sich keine Luftblasen im Schlauch befinden, da diese die Messung verfälschen würden.

Anstelle der vorgenannten Schlauchwaage wird für Höhemessungen im Gebäudeinneren die Laser-Wasserwaage (auf Stativ montiert), im Freien das Nivelliergerät oder gleichfalls die Laser-Wasserwaage mit Zieleinrichtung verwendet.



**Bild 2.3.1.10**  
Digitale Laserwasserwaage  
„SOLATRONIC“

<sup>21</sup> Wangerin, Gerda; Bauaufnahme, S. 126 ff.

Die Laser-Wasserwaage besitzt zusätzlich zur Horizontallibelle eine horizontale Laser-Ziel-Einrichtung und weist neben den beiden Libellen für Horizontal- und Vertikaleinrichtung auch eine Digitalanzeige zur Neigungsmessung auf. Die Messgenauigkeit einer Laser-Wasserwaage beträgt 0,15 mm/m.

Für die Horizontalmessung wird die Laser-Wasserwaage auf einem Stativ montiert und drehbar horizontal ausgerichtet.

Ein Messpunkt (roter Laserpoint), der auf die Wandoberfläche projiziert wird, erlaubt die Ableseung bzw. die Anbringung einer Höhenmarke. Bei der Projektion auf einen Maßstab oder Geometerstab ist die direkte Ablesung des Abstandes vom darunter liegenden Geländepunkt wie beim Nivelliergerät möglich.

Die Laserdistanz einer Laser-Wasserwaage beträgt für die vorgenannte Genauigkeit der Messung in der Regel 10,00 m, so dass bei mittiger Aufstellung Räume mit einer Länge von bis zu 20,00 m und ebensolcher Breite mit 0,15 mm/m Messgenauigkeit vermessen werden können.

Zur Herstellung eines Waagrisses eignet sich die Laser-Wasserwaage sehr gut, da jeweils nur bei den einzelnen Laserpunkten eine Strichmarkierung anzubringen ist, die dann mit der nächsten Strichmarkierung mit Hilfe einer Aluminiumplatte verbunden wird.

Damit kann in kurzer Zeit ein geschlossener Waagriss auf den Raumbegrenzungswänden hergestellt werden. Vom Waagriss kann an jeder Stelle die Höhe des Fußbodens gemessen und eventuell vorhandene Unebenheiten der Bodenkonstruktion bestimmt werden.



**Bild 2.3.1.11**  
Einfaches „Automatisches Nivelliergerät“

Ähnlich wie mit der Laser-Wasserwaage wird mit dem konventionellen Nivelliergerät und dem Laser-Nivellier vorgegangen, jedoch wird auf einer Nivellierlatte oder einem Geometerstab die Messzahl abgelesen. Eine Speicherung ist bei hochwertigen Geräten so wie bei den Theodoliten möglich.

Die Nivellierlatte ist in der Regel 4,00 m lang und kann auf 1,00 m eingeklappt werden.

Die Latte selbst ist in 10-cm-Felder eingeteilt und nach Dezimeter so beziffert, so dass jeweils in den Dezimeterabschnitten Zahlen stehen, zwischen denen die cm abgelesen, bzw. abgeschätzt werden. Aufgrund dieses Aussehens wird diese Teilung als E-Teilung (siehe Geometerstab) bezeichnet.

Mit dem Nivelliergerät ist ebenso wie mit den Theodoliten durch Umstellung des Gerätes eine Messung auch über größere Distanzen möglich.

Im Zentrum des Okulars des Fernrohres ist eine senkrechte und eine waagrechte Strichmarkierung (Fadenkreuz) angebracht. Zusätzlich sind noch zwei Horizontalstriche in gleichem Abstand

oberhalb und unterhalb des Mittelfadens vorhanden. Aus der Ablesedifferenz zwischen Ober- und Unterfaden kann unter Benutzung des gerätetypischen Multiplikators die Entfernung bis zum Messpunkt (Abstand Gerät zu Messpunkt) bestimmt werden.

Heute werden fast ausschließlich automatische Nivelliere oder Laser-Nivelliere eingesetzt, d.h. Nivelliere, die eine automatische Horizontal-Ausrichtung ermöglichen und keine Justierung mit 3 Stellschrauben erforderlich machen. Damit wird die Einstellzeit verkürzt, da eine aufwändige Justierung entfällt, die bei jedem Umstellen des Gerätes notwendig ist. Ebenso wird dadurch die Einstellgenauigkeit erhöht, da Einstellfehler vermieden werden.

2

Zusätzlich kann mit einem Nivelliergerät der Horizontal-Winkel zwischen zwei Sichtrichtungen bestimmt und somit eine horizontale Winkelmessung des Ebenenwinkels vorgenommen werden.

Bei Industriebauten bzw. bei Hallen wird das Nivelliergerät anstelle der Schlauchwaage oder Laser-Wasserwaage zur Herstellung des Waagrisses und zur Ebenenbestimmung (Festlegung der Fußbodenhöhe) verwendet, da damit eine Messung über größere Distanzen als mit der Laser-Wasserwaage möglich ist. Ebenso dient ein Nivellement bei der Montage von Fertigteilen zum genauen Einmessen der einzelnen Fertigteilelemente.

Neben den konventionellen Nivelliergeräten mit Fernrohr gewinnen Laser-Nivelliere an Bedeutung, die eine Messung bis auf größere Entfernung erlauben, automatische Registriereinheiten besitzen und Anschluss- und Übertragungsmöglichkeit der Daten zu einem portablen Computer bieten.

Besonders für umfangreichere Messungen werden Digitalnivelliere vorteilhaft eingesetzt. Sie liefern genaue und fehlerfreie Ergebnisse, da eine optische Lattenablesung nicht mehr nötig ist. Die Reichweite beträgt 2–80 m und Einzelmessungen werden mit einer sehr geringen Messdauer von weniger als 3 Sekunden aufgezeichnet.

Für die Datenspeicherung eignen sich sehr gut Notebook oder Tablet-PC, da damit auch das Eingeben von Aufmaßskizzen und Handzeichnungen sowie Detailkonstruktionen leicht möglich ist.

Diese Geräte können ähnlich wie ein Aufmaßblatt gehandhabt werden und ermöglichen zudem (mit entsprechender Software) eine digitale Weiterverarbeitung der handschriftlichen Eingaben.

Ähnlich wie ein Nivelliergerät funktioniert der Theodolit, jedoch mit dem Unterschied, dass das Fernrohr nicht nur um eine horizontale Achse drehbar, sondern auch um eine vertikale kippbar ist. Einzelne Geräte sind mit einem Laserlot (wie beim Digitalnivellier) mit einer Genauigkeit von 1,5 mm auf 1,5 m ausgestattet.



**Bild 2.3.1.12**  
Theodolit-Einfacher Bauart

Mit Theodoliten ist neben der Ebenenmessung und Winkelmessung sowie der ebenen Distanzmessung, so wie beim Nivelliergerät, zusätzlich eine Höhenmessung möglich, d. h. der Höhenwinkel (Vertikalwinkel) und die Entfernung des Messpunktes bestimmbar.

### Fotografische Geräte

Aus der großen Zahl der auf dem Markt befindlichen fotografischen Aufnahmegeräte erscheinen für die Bestandsaufnahme lediglich Spiegelreflexkameras für analoge oder digitale Aufnahme mit Wechselobjektiven geeignet.

Diese Spiegelreflexkameras ermöglichen nicht nur den Einsatz von Objektiven unterschiedlicher Brennweite, sondern auch von Spezialobjektiven (z. B. Perspektive-Korrektur-Objektive, Teleobjektive, Makroobjektive, Mikroskopadapter usw.).

Mit Spezialobjektiven, wie z. B. den vorgenannten Perspektiv-Korrektur-Objektiven können verzerrungsfreie (senkrechte Verschiebung) fotografische Aufnahmen vorgenommen werden. Es können zudem störende Objekte vor dem Aufnahmegegenstand durch Horizontalverschiebung des Objektivs ausgeblendet werden.

Bei Verwendung spezieller, verzeichnungsfreier Weitwinkelobjektive (16 mm Brennweite) ist auch bei geringer Aufnahmedistanz eine vollständige fotografische Dokumentation möglich.

Einen weiteren Vorteil bieten Spiegelreflexkameras (analog oder digital) mit wechselbaren Suchersystemen, so dass ein Einblick von oben<sup>22</sup> oder über Kopf erfolgen kann.

Mit einem hochwertigen Zoom-Objektiv (z. B. Brennweitenbereich 2,8/24–85 mm) kann bereits bei der Aufnahme der Bildausschnitt, ohne Veränderung des Aufnahmestandortes, bestimmt werden.



**Bild 2.3.1.13**  
Shift-Objektiv (PC-Nikkor)  
im verschobenen Zustand

Vorteilhaft ist der Einsatz eines Kamertyps, dessen Suchereinblick 100 % der Abbildung auf dem Film bzw. dem CCD-Bildsensor entspricht und ein in den Sucher einblendbares Gitternetz besitzt. Zur besonders genauen Einstellung kann an das Sucherokular eine klappbare Einstell-Lupe angeschraubt werden.

<sup>22</sup> Lichtschachtsucher



**Bild 2.3.1.14**  
Digitale Spiegelreflexkamera  
„NIKON D200“

In Verbindung mit einem GPS-Gerät, das über ein spezielles Kabel an die Zubehör-Schnittstelle der Digitalkamera angeschlossen wird, können GPS-Daten (Breiten- und Längengrad, Höhe und Weltzeit) zusätzlich zur Bildinformation mit aufgezeichnet werden.

Mit einem Scanner entsprechender Auflösung ist eine Digitalisierung der analogen Bilder und deren digitale Weiterverarbeitung möglich. Damit kann eine digitale Bearbeitung (Bildbearbeitungsprogramm) wie mit Aufnahmen, die mit einer Digitalkamera gemacht werden, wie z. B. die Darstellung eines SW-Orthofoto aus einem Farbnegativ usw., erfolgen. In weiterer Folge kann sie als maßstäbliche Zeichnung einer Fassade oder eines Fassadenausschnittes ausgegeben werden.

Mit einer Spiegelreflexkamera lassen sich bei Einsatz entsprechend kalibrierter Objektive fotogrammetrische Aufnahmen herstellen.

Die Digitalaufnahme ermöglicht nicht nur eine sofortige Kontrolle der Aufnahme und gegebenenfalls Wiederholung derselben, sondern auch eine zeitsparende Weiterverarbeitung, ohne Umweg über das Einschannen des analogen Bildes.

Digitale Bilder können direkt in eine Beschreibung oder Baudokumentation eingebunden und dazu in ihrer Größe beliebig verändert und dem Text angepasst werden. Damit ist eine maßstäbliche Darstellung eines Bildes im Textprogramm und in einer Zeichnungsdatei (Detailpunkte) ohne großen Aufwand möglich.

Bei analogen Spiegelreflexkameras ist der Einsatz von Datenrückwänden von Vorteil, da damit, sowohl in das Bild als auch auf dem Filmsteg zwischen zwei Aufnahmen, zusätzliche Informationen über den Zeitpunkt der Aufnahme bzw. die verwendeten Aufnahmedaten usw. mit aufgenommen werden können. Des Weiteren ermöglichen Datenrückwände bei analogen Spiegelreflexkameras die Herstellung von Belichtungsreihen, um zu optimal belichteten Aufnahmen zu kommen.

Digitale Spiegelreflexkameras speichern die Aufnahmedaten jedes Bildes automatisch mit ab und ermöglichen eine Einstellung des Weißabgleichs<sup>23</sup> und die Herstellung von Belichtungsreihen mit einstellbarer Belichtungsschrittweite über das Kameramenu. Dies ist beispielsweise bei der Aufnahme von Wandfresken von besonderem Vorteil. Nur die am besten geeignete Aufnahme aus einer Belichtungsreihe kann als Grundlage für eine Restaurierung beispielsweise eines Wandfreskos herangezogen werden.

<sup>23</sup> Anpassung an die Farbtemperatur zwischen 2500 und 10000 K

Dazu ist bei analogen Aufnahmen die für den geforderten Einsatzzweck am besten geeignete Filmsorte (Tageslicht-Kunstlichtfilm) und bei Digitalaufnahmen der Weißabgleich<sup>24</sup> von ausschlaggebender Bedeutung.

Es stehen neben Filmen mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten und Auflösungsvermögen auch Spezialfilme mit unterschiedlicher Sensibilisierung in ausreichender Auswahl für den Einsatz in der technischen Fotografie zur Verfügung. Hochwertige Digitalkameras ermöglichen neben den Einstellungen für verschiedene Beleuchtungen auch die Eingabe der Farbtemperatur, die in besonderen Fällen mit einem externen Belichtungs- Messgerät bestimmt wird.

Bei fotografischen Aufnahmen sollte der Grundsatz, besser ein oder mehrere Bilder zu viel als eines zu wenig, gelten, da das heute verwendete Negativmaterial relativ preiswert ist und in den Kosten einer Bestandsaufnahme eine untergeordnete Rolle spielt. Bei digitalen Aufnahmen fällt diese Kostenüberlegung überhaupt weg, da das Speichermedium der Kamera nach dem Auslesen im Computer beliebig oft wieder verwendet werden kann.

Mit einer digitalen Spiegelreflexkamera ist eine Kontrolle des Bildes auf dem in der Kamera eingebauten Monitor unmittelbar nach der Aufnahme möglich, so dass eine Aufnahme sofort wiederholt werden kann. Zusätzlich kann zu jeder Aufzeichnung auch eine kurze Sprachaufzeichnung zur Erläuterung des Aufnahmebildes vorgenommen werden.

Der große Vorteil der digitalen Aufnahmetechnik besteht daher nicht nur darin, dass das aufgenommene Bild auf dem eingebauten Monitor der Aufnahmekamera überprüft werden kann, sondern auch darin, das aufgenommene Bild, wenn es den Anforderungen nicht entspricht, zu löschen und sofort durch eine neue Aufnahme mit modifizierten Aufnahmeformaten zu ersetzen.

Als Speichermedien dienen Speicherkarten mit Speicherkapazitäten von 128 MB bis 8 GB und mehr sowie Mikrodrives (Festplatten im Speicherkartenformat der CF-Karte).

Verwendete Speicherkarten:

- Compact-Flash,
- Smart-Media (nur mehr für digitale Diktiergeräte in Verwendung),
- SD-Card, auch mit Kleinformaten
- Memory-Stick mit verschiedenen Formen
- Microdrive
- xD-Card



**Bild 2.3.1.15**  
Weitwinkelobjektiv „AF NIKKOR 1:2,8D  
18 mm“

<sup>24</sup> Einstellungen: Auto, Kunstlicht, Leuchtstofflampe, direktes Sonnenlicht, bewölkter Himmel, Schatten, Farbtemperaturwert.

Durch den Einsatz von Teleobjektiven können Details der Baukonstruktion, die für ein Aufmaß selbst schwer zugänglich oder erkennbar sind, aufgezeichnet und für die weitere Verwendung dokumentiert werden.

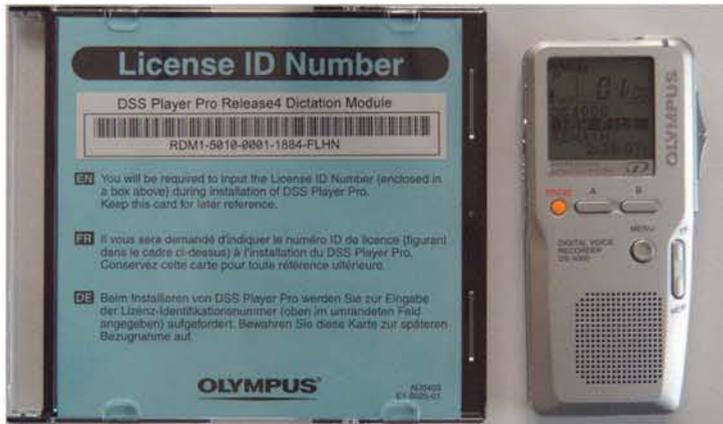
Bei geringen Aufnahmeabständen eignen sich Weitwinkelobjektive zur fotografischen Bestandsaufnahme und für Übersichtsaufnahmen sehr gut. Geeignet sind dazu aber nur hochwertige und zeichnungsfreie Objektive.

## 2

### Diktiergeräte

Bei den zur Zeit eingesetzten Diktiergeräten unterscheidet man zwischen analogen Geräten mit Aufzeichnung auf Band und digitalen Geräten mit Aufzeichnung auf eine Speicherkarte<sup>25</sup>. Die digitalen Diktiergeräte beginnen die analogen Geräte immer mehr abzulösen, da die Speicherkapazität der Speichermedien sehr groß ist und Datum und Uhrzeit automatisch mit aufgezeichnet werden. Dies ist besonders für Beweissicherungsaufnahmen von besonderer Bedeutung.

Außerdem kann nach dem Einlesen der Speicherkarte mit geeigneten Softwarepaketen (Spracherkennungsprogramm<sup>26</sup>) eine direkte Verarbeitung im Textverarbeitungsprogramm<sup>27</sup> vorgenommen werden.



**Bild 2.3.1.16** Digitales Diktiergerät „OLYMPUS DS-4000“

Der Vorteil beim Einsatz eines Diktiergerätes gegenüber handschriftlicher Notizen besteht darin, dass der visuelle Eindruck direkt an Ort und Stelle ausführlich auf das Speichermedium aufgezeichnet werden kann. Somit kann ohne nennenswerten Aufwand eine große Anzahl an Informationen über das untersuchte Objekt in kurzer Zeit festgehalten werden.

Damit ist bereits bei der Bauaufnahme, beim Begehen des Objektes, eine genaue verbale Beschreibung der Baukonstruktion, des Schadensbildes usw. möglich.

Die weitere Auswertung kann bei analogen Diktiergeräten über ein Tischgerät und weitergehend im Computer mit einem Textverarbeitungsprogramm vorgenommen werden. Beim digitalen Gerät entfällt der Umweg über das Tischgerät, denn es erfolgt die Aufzeichnung digital auf einen Massenspeicher (z. B. Compact Flash, SD-Karte usw.).

<sup>25</sup> Gleiche Karten wie bei Digitalkameras (siehe oben)

<sup>26</sup> z. B. Via Voice oder Dragon Naturally Speaking

<sup>27</sup> z. B. Microsoft Word