

# Masterarbeit

im Studiengang Bauschäden, Baumängel und Instandsetzungsplanung

## Bauwerksprüfungen im Hochbau nach dem aktuellen Stand der Technik unter besonderer Berücksichtigung der VDI-Richtlinie 6200



**Abb. 1.1: Bei Beachtung der VDI-Richtlinie 6200 wäre das nicht passiert**

**Betreuer:** **Professor Dipl.-Ing. Peter Bindseil**  
Fachhochschule Kaiserslautern  
TAS® - Technischen Akademie Südwest e.V.  
Schoenstraße 9 (FH II – Kammgarn)  
67 659 Kaiserslautern

**Mitbetreuer:** **Dr.-Ing. Robert Hertle**  
Obmann VDI-Arbeitsgruppe VDI 6200  
Bussardstraße 8  
82166 Gräfelfing

**Bearbeiter:** **Dipl.-Ing. (FH) Uwe Angnes**  
Beratender Ingenieur  
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Schäden an Gebäuden / Massivbau



**Abb. 1.2:**  
**Einsturz Dach und Passagierbrücke Paris Charles de Gaulle 2004**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	Seite ..	9
1.1 Aufgabenstellung .....		9
1.2 Abkürzungsverzeichnis .....		10
<b>2. Allgemeine Anmerkungen zur Bauwerksprüfung</b> .....	Seite ..	11
2.1 Der Begriff der Bauwerksprüfung im üblichen Hochbau .....		11
2.2 Die Anwendung der Bauwerksprüfung im üblichen Hochbau .....		13
2.2.1 Die Bauwerksprüfung als Instrument der Bauwerkserhaltung .....		13
2.2.2 Die Bauwerksprüfung als Unterstützung beim Bauen im Bestand .....		16
2.2.3 Die Bauwerksprüfung zur Qualitätssicherung beim Neubau .....		22
2.2.4 Die Bauwerksprüfung als Hilfsmittel des nachhaltigen Bauens .....		24
<b>3 Kurzbeschreibung der Hauptelemente einer qualifizierten Bauzustandserfassung im Massivbau</b> .....	Seite ..	26
3.1 Einleitung .....		26
3.2 Zusammenstellung der vorhandenen techn. Unterlagen (Bauwerksbuch) .....		26
3.4 Örtliche Bestandsaufnahme und Erstellung Schadenskataster .....		27
3.4 Schadensaufnahme und Bauwerksdiagnostik .....		28
3.5 Die wichtigsten Prüfverfahren an massiven Bauwerken .....		32
3.5.1 Vorwort zur Auswahl der Prüfverfahren .....		32
3.5.2 Zerstörungsfreie Prüfverfahren am Bauwerk .....		32
3.5.2.1 Messen von Rissen / Rissbreitenänderungen .....		32
3.5.2.2 Rückprallhammer-Prüfung - Betondruckfestigkeit .....		35
3.5.2.3 Messung Lage / Betonüberdeckung der Bewehrung .....		37
3.5.2.4 Messungen mit dem Radar-Gerät .....		40
3.5.2.5 Potentialmessungen (aktive Bewehrungskorrosion) .....		41
3.5.2.6 Impact-Echo-Prüfverfahren (mechanische Anregung) .....		43
3.5.2.7 Messungen mit dem Ultraschall-Gerät .....		44
3.5.2.8 Magnetfeld-Verfahren (Magnetremanenz-Verfahren) .....		46
3.5.2.9 Hohlrauminspektionen mit Endoskop und Boroskop .....		47

---

3.5.3 Zerstörende Prüfverfahren am Bauwerk .....	47
3.5.3.1 Ermittlung Karbonatisierungstiefe (Phenolphthalein-Test) .....	47
3.5.3.2 Ermittlung des Chloridgehaltes .....	51
3.5.3.3 Bohrkernentnahme und Ermittlung Betondruckfestigkeit .....	53
3.5.3.4 Prüfung Betonfeuchte (Darren und CM-Gerät) .....	57
3.5.3.4 Abreißprüfungen (Oberflächen- und Haftzugfestigkeit) .....	58
3.5.3.5 Prüfung der Ausziehkraft .....	60
3.5.3.5 Feststellung der Bewehrungsstahlgüte (Zugfestigkeit).....	63
3.5.3.6 Feststellung des Korrosionsgrades der Bewehrung.....	64
3.6 Schadensanalyse und Bewertung der Schäden .....	65
3.6.1 Einleitung .....	65
3.6.2 Die Bewertung von mechanischen Kenngrößen.....	67
3.6.3 Die Bewertung von geometrischen Größen .....	70
3.6.4 Die Bewertung von chemischen Prüfergebnissen.....	76
3.6.5 Die Bewertung von Prüfergebnissen hinsichtlich des Betonangriffs.....	79
<b>4. Die Rechtslage in der Bauwerksüberprüfung .....</b>	<b>Seite 81</b>
4.1 Anmerkungen zur Notwendigkeit von Bauwerksprüfungen .....	81
4.2 Erläuterung der bestehenden Gesetzeslage .....	84
4.2.1 Die Unterscheidung in privates und öffentliches Recht .....	84
4.2.2 Das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) .....	85
4.2.3 Die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB).....	86
4.2.4 Bauproduktenrichtlinie (BPR) und Bauproduktengesetz (BauPG) .....	87
4.2.5 Musterbauordnung (MBO) und Landesbauordnung (LBauO) .....	90
4.3 Die Regeln der Technik in der Bauwerksprüfung.....	97
4.3.1 Beziehung zwischen dem Recht und den Regeln der Technik.....	97
4.3.2 Differenzierung der Regeln der Technik.....	99
4.3.3 Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	100
4.4 Technische Regelwerke der Bauwerksüberprüfung in Deutschland.....	105
4.4.1 Allgemeine Vorbemerkungen.....	105
4.4.2 Regelwerke für Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen u. Wegen	105
4.4.3 Regelwerke für Gebäude des Hochbaus.....	110
4.4.3.1 Vorbemerkungen.....	110
4.4.3.2 Bauwerksüberprüfung bei baulichen Anlagen des Bundes.....	110
4.4.3.3 Bauwerksüberprüfung von sonstigen Hochbauten .....	113
4.5 Technische Regelwerke im Kontext mit der Judikative	
Die VDI – Richtlinie 6200 – Stand der Technik? .....	122
4.5.1 Die Beziehung zwischen Recht und Technischen Regelwerken.....	122
4.5.2 Stellung der Regelwerke der Bauwerksüberprüfung im Recht .....	123

---

<b>5.</b>	<b>Erläuterung der VDI-Richtlinie 6200</b> .....	Seite	125
5.1	Entwicklung und Ziel der VDI-Richtlinie 6200.....		125
5.2	Die Begriffe in der Bauwerksüberprüfung.....		126
5.3	Die Grundlagen der Bauwerksprüfung .....		129
5.4	Die Bauwerkstypen und Bauwerkskonstruktionen.....		130
	5.4.1 Vorbemerkungen .....		130
	5.4.2 Einteilung in Schadensfolgeklassen ( <u>C</u> onsequence <u>C</u> lasses).....		130
	5.4.3 Einteilung in Robustheitsklassen ( <u>R</u> obustness <u>C</u> lasses).....		133
5.5	Die regelmäßige Bauwerksüberprüfung nach VDI 6200 .....		146
	5.5.1 Methodik der Bauwerksüberprüfung nach VDI-6200 .....		146
	5.5.2 Begehung durch den Eigentümer / Verfügungsberechtigten.....		146
	5.5.3 Inspektion durch eine fachkundige Person .....		149
	5.5.4 Eingehende Prüfung durch eine besonders fachkundige Person.....		150
	5.5.5 Zeitintervalle der regelmäßigen Überprüfungen.....		151
	5.5.6 Vertiefte Untersuchungen, Sanierungsplanung und Sicherungsmanagement.....		153
5.6	Bauwerksbestand.....		154
5.7	Baustoffe und Einwirkungen .....		155
	5.7.1 Einfluss von Baustoffen und Einwirkungen auf die Standsicherheit.....		155
	5.7.2 Baustoffeigenschaften und deren potenzielle Beeinträchtigung.....		157
	5.7.3 Erfassung und Bewertung der Veränderung von Baustoffeigenschaften.....		159
	5.7.4 Der Einfluss von Einwirkungen auf die Standsicherheit.....		160
5.8	Bauwerksbuch Standsicherheit .....		162
5.9	Anforderungen an Planer und Ausführende .....		163
	5.9.1 Grundsätze für die Planung und Ausführung von Bauwerken.....		163
	5.9.2 Anforderungen an den Objektplaner.....		164
	5.9.3 Anforderungen an den Tragwerksplaner.....		165
	5.9.4 Anforderungen an die Planung der technischen Ausrüstung .....		166
	5.9.5 Anforderungen an den Außenanlagenplaner.....		167
	5.9.6 Anforderungen an die Bauausführung.....		168

<b>6.</b>	<b>Praktisches Beispiel zur Anwendung der VDI-6200</b>	<b>170</b>
6.1	Vorstellung des ausgesuchten Bauwerks	170
6.2	Kurzbeschreibung des vorhandenen Tragwerks	173
6.2.1	Der Altbau von 1958	173
6.2.2	Der Anbau von 1982	203
6.2.3	Die Umnutzung und Erweiterung von 1997	204
6.3	Erläuterung der Durchführung der Erstüberprüfung nach VDI-6200	208
6.3.1	Vorbemerkungen zur Erstüberprüfung	208
6.3.2	Sichtung und Zusammenstellung Bestandsunterlagen (Phase 1)	208
6.3.3	Erstbegehung / Inspektion mit Bestandsaufnahme (Phase 2)	209
6.3.4	Auswertung der Erstbegehung / Inspektion (Phase 3)	225
6.3.5	Eingehende Erstüberprüfung (Phase 4)	241
6.3.6	Auswertung der Erstüberprüfung mit Ergebnisliste (Phase 5)	264
6.3.7	Einstufung des Bauwerks (Phase 6)	269
6.3.8	Prüf- und Wartungsplan Regelmäßige Überprüfung (Phase 7)	271
6.3.9	Dokumentation Erstüberprüfung und Hinweise für den Eigentümer / Verfügungsberechtigten (Phase 8)	273
6.3.10	Ablaufplan Erstüberprüfung	274
6.4	Erstellung des Bauwerksbuchs Standsicherheit	276
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>277</b>

## **Quellenverzeichnisse**

Q 1	Normen-, Richtlinien- und Merkblattverzeichnis	281
Q 2	Literaturverzeichnis	284
Q 3	Verzeichnis der Gesetze und Verordnungen	285
Q 4	Abbildungsverzeichnis	286
Q 5	Tabellenverzeichnis	288

## **Anhang A. Bauwerksbuch Standsicherheit (zu Kapitel 6.4)**

Siehe eigenes Inhaltsverzeichnis!

# 1. Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Gegenstand der Masterarbeit ist das Thema

***Bauwerksprüfungen im Hochbau nach dem aktuellen Stand der Technik unter besonderer Berücksichtigung der VDI-Richtlinie 6200: Standsicherheit von Gebäuden – regelmäßige Überprüfung.***

Die nachfolgende Ausarbeitung beschäftigt sich mit Prüfungen von Bauwerken hinsichtlich Ihres Zustandes, insbesondere in Bezug auf die Standsicherheit. Nach dem Einsturz der Eissporthalle in Bad Reichenhall wurde deutlich, dass derartige Untersuchungen notwendig sind. Mittlerweile wurden die vereinzelt vorhandenen Überlegungen, Anregungen und Regeln in der VDI-Richtlinie 6200 zusammengefasst und im Februar 2010 veröffentlicht.

In dieser Arbeit, die sich auf Bauwerke des Massivbaus beschränkt, soll der Stand der technischen Regelungen und der rechtlichen Randbedingungen für Bauwerksuntersuchungen zusammengestellt und die Praktikabilität der neuen VDI-Richtlinie erprobt werden.

Im Rahmen der Bearbeitung sollen eine allgemeine Beschreibung von Bauwerksprüfungen bezüglich der Veranlassung, Durchführung und Auswertung und eine zusammenfassende Darstellung derzeitiger Regeln zur Notwendigkeit von Prüfungen an Bauwerken mit deren rechtlicher Einordnung erfolgen.

Die VDI-Richtlinie 6200 soll mit einem anschließenden Praxisbeispiel an einem Bauwerk bezogen auf wesentliche Einzelbauteile des Massivbaus, wie Stahlbetonstützen, Porenbetondachplatten und vorgespanntem Dachbinder angewendet werden.

---

## 1.2 Abkürzungsverzeichnis

ARGEBAU	Bauministerkonferenz – Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder
aaRdT	allgemein anerkannte Regel der Technik
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BFP	Besonders Fachkundige Person
BPR	Bauproduktenrichtlinie
BauPG	Bauproduktengesetz
BGH	Bundesgerichtshof
BMVBW	Bundesministerium für Verkehrswesen, Bau- und Wohnungswesen
CEN	European Committee for Standardization (frz. ... de Normalisation) Europäisches Komitee für Normung
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DBV	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.
DGZfB	Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V.
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
EOTA	European Organization for Technical Approvals
ETA	European Technical Approvals (Europäische technische Zulassungen)
ETAG	European Technical Approval Guidelines – Leitlinie für europäische technische Zulassung
ETB	Eingeführte Technische Baubestimmungen
LAU-Anlage	Anlage zum Lagern - Abfüllen - Umschlagen
LBauO	Landesbauordnung des Landes Rheinland-Pfalz
MBO	Musterbauordnung
RLP	Rheinland-Pfalz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WTA	Wissenschaftlich-Technischer-Arbeitskreis e.V.

## 2. Allgemeine Anmerkungen zur Bauwerksprüfung

### 2.1 Der Begriff der Bauwerksprüfung im Hochbau

Der Begriff „**Bauwerksprüfung**“ wird von zwei zusammengeführten Einzelwörtern gebildet. Das im vorderen Teil stehende Wort **‘Bauwerk’** beschreibt ein durch eine menschliche Bauleistung entstandenes Werk bzw. Konstruktion mit ruhendem Kontakt zum Untergrund. Hierbei handelt es sich im Regelfall um ein Gebäude oder eine bauliche Anlage bzw. auch nur um einen kleineren Teil daraus. Häufig sind z.B. einzelne tragende Bauteile, wie Stahlbetonbalken, -decken oder Mauerwerkswände Gegenstand der Bauwerksprüfung. Unter dem zweiten Begriff **‘Prüfung’** wird im Allgemeinen eine feststellende Untersuchung der Eigenschaften eines Gegenstands mit nachfolgendem Vergleich mit den in entsprechenden Prüfvorschriften definierten Anforderungen verstanden. Die Untersuchung kann visuell oder unter Zuhilfenahme von Mess- und Laborgeräten erfolgen. Im Falle der Bauwerksprüfung werden deshalb folgerichtig die tatsächlichen Eigenschaften eines Bauwerks und der hierbei eingesetzten Baumaterialien ermittelt und anschließend mit den in einschlägigen Normen, Richtlinien und Merkblättern vorgegebenen Anforderungen verglichen und eingeordnet.

Als **Hochbauten** werden im Allgemeinen bauliche Anlagen und Gebäude bezeichnet, die sich wesentlich über die Geländeoberfläche erheben, selbstständig nutzbar, überdacht und auf Dauer errichtet sind. Hierunter fallen u.a. Wohn-, Büro und Geschäftshäuser, Krankenhäuser, Parkhäuser, landwirtschaftliche, gewerbliche und industrielle Produktionsgebäude und -hallen, sowie Versammlungsstätten, wie Sport- und Mehrzweckhallen, Konzertsäle, Museen oder Theater. Zu den Hochbauten zählen aus technischen Gründen aber auch selbständig benutzbare unterirdische Bauwerke, die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen, wie u.a. Schutzbunker oder Tiefgaragen. Nach [R1] wird hierzu einschränkend als *üblicher Hochbau* ein solcher Hochbau bezeichnet, wenn er für vorwiegend ruhende, gleichmäßig verteilte Nutzlasten bis  $5,0 \text{ KN/m}^2$ , gegebenenfalls auch für Einzellasten bis  $7,0 \text{ KN}$  und für Personenkraftwagen zu bemessen ist. Die entsprechenden Nutzlastannahmen sind [R2] zu entnehmen.

Als **Bauwerksprüfung im Hochbau** ist somit die Feststellung von tatsächlichen Eigenschaften der in gewöhnlichen Gebäuden oder baulichen Anlagen eingebauten Baustoffe oder Bauteile mit anschließendem Vergleich der Anforderungen gemäß den einschlägigen Vorschriften zu verstehen. Die Bauwerksprüfung erfolgt durch zerstörungsfreie Messungen am Bauwerk, Auswertung von aus dem Bauwerk zerstörend entnommenen Proben im Labor oder vor Ort, Bestandsaufnahme mit Kartierung und gegebenenfalls nachfolgender Berechnung, sowie durch visuelle Bewertung nach Augenschein.

Häufig wird in der Fachliteratur auch der Begriff der **Bauwerksüberprüfung** benutzt, der sich nach Auffassung des Autors von dem Begriff der **Bauwerksprüfung** darin

unterscheidet, dass die beschriebene Prüfung wiederholt wird, also regelmäßig wiederkehrend erfolgt. Dieser wiederkehrende Vorgang wird auch häufig als **Begehung, Besichtigung, laufende Beobachtung, Inspektion** oder als **Bauwerksüberwachung und Prüfung** während der Nutzungsdauer bezeichnet.

Vielfach ist die Begriffsunterscheidung in Fachliteratur, Normen und Richtlinien nicht eindeutig. So wird in der VDI-Richtlinie 6200 [R5] und in den Hinweisen der Baumministerkonferenz [R10] von regelmäßiger **Überprüfung** der Standsicherheit von Bauwerken gesprochen, während in DIN 1076 [R6] bei gleicher Zielsetzung von der **Überwachung und Prüfung** von Ingenieurbauwerken im Zuge von Straßen und Wegen die Rede ist. Hierin wird auch keine Inspektion beschrieben, sondern eine **Besichtigung** und eine **laufende Beobachtung**. Die **Inspektion** als solche gilt in [5] wiederum nach der dort als erste Überprüfungsstufe beschriebenen **Begehung** durch den Eigentümer wiederum als Vorstufe der **eingehenden Überprüfung** des Bauwerks und erfolgt durch eine fachkundige Person als visuelle Prüfung ohne Verwendung von technischen Prüfmitteln, während die eingehende Überprüfung diese ausdrücklich mit einschließt und nur von besonders fachkundigem Personal durchzuführen ist. Die eingehende Überprüfung wird in [R10] analog zu [R5] und die Stufe der Inspektion wird bei gleicher Beschreibung als **Sichtkontrolle** durch eine fachkundige Person bezeichnet. Nach [L3] und insbesondere DIN 31051 [R4], sowie dem Merkblatt Bauwerksbuch des DBV [R7] umfasst die Inspektion jedoch bereits Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustands einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung. Hier geht die Inspektion der Wartung und Instandsetzung unmittelbar voraus und stellt quasi deren Vorstufe dar. Sie schließt in diesen Regelwerken demnach die Bauwerksüberwachung und Prüfung mit ein.

Zur Vermeidung von begrifflichen Unstimmigkeiten werden in der nachfolgenden Ausarbeitung die Begriffe gemäß Abb.2.1 verwendet. Wichtig ist dabei, dass nachfolgend insbesondere die einzelne Materialprüfung, z.B. die Bestimmung der Druckfestigkeit des Betons durch Bohrkernentnahme und nachfolgendem Abdrücken in einer Presse im Labor bzw. in der Materialprüfanstalt, als Bauwerksprüfung bezeichnet wird, während eine Untersuchung mit einer Vielzahl von Einzelprüfungen Bauwerksüberprüfung genannt wird.

• Bauwerksprüfung	=	Einzelprüfung am Bauwerk (Detailprüfung)
• Bauwerksüberprüfung	=	(regelmäßige) Untersuchung mit (mehreren) Einzelprüfungen durch eine besonders fachkundige Person
• Begehung, Besichtigung	=	Besichtigung des Bauwerks durch Eigentümer
• Inspektion	=	Visuelle Prüfung durch fachkundige Person

**Abbildung 2.1: Verwendete Begriffe**

Im Folgenden werden die Betrachtungen und Ausführungen zur Bauwerksprüfung und -überprüfung außerdem eingegrenzt auf Bauwerke bzw. einzelne tragende Bau-

teile des Massivbaus, also auf Bauteile aus den mineralischen Werkstoffen Beton, Stahlbeton, Spannbeton und Mauerwerk. Auch die beschriebenen Prüfverfahren beziehen sich ausschließlich auf die Anwendung im Massivbau.

In der modernen Bauwerksprüfung werden neben diesen Massivbauteilen auch Bauteile aus anderen Werkstoffen, wie z.B. Holz, Metallen wie Stahl und Aluminium, sowie anderen innovativen Baumaterialien wie u.a. Kunststoffe, Glas oder Textilien untersucht und qualifiziert. Eine detaillierte Beschreibung aller Verfahren und Anwendungen der Bauwerksprüfung würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

## **2.2 Die Anwendung der Bauwerksprüfung im üblichen Hochbau**

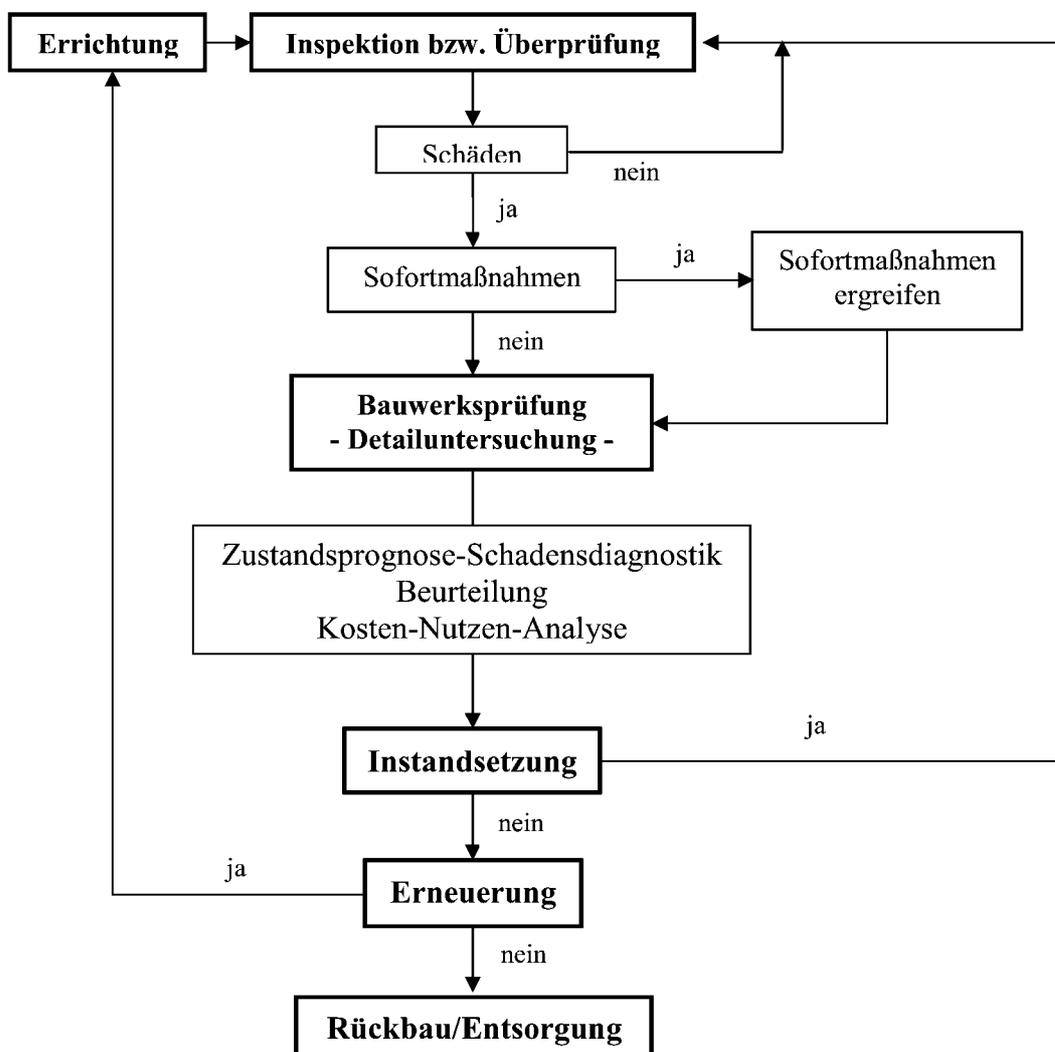
### **2.2.1 Die Bauwerksprüfung als Instrument der Bauwerkserhaltung**

Bauwerke müssen unter den jeweiligen Umweltbedingungen und unter Beachtung der Alterung der Baustoffe während der gesamten geplanten Lebensdauer den ständig wechselnden Beanspruchungen durch die verschiedensten Einwirkungen widerstehen können. Dies können u.a. Einwirkungen aus Eigengewicht, Nutzung, Erd- und Wasserdruck, Schnee, Wind, Brand, Anprall und Erschütterungen, sowie aus Zwang infolge von Setzungen, Temperatur- und Feuchteunterschieden sein. Die Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Bauwerke ist unter Beachtung der wirtschaftlichen Aspekte zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten und der volkswirtschaftliche Wert der baulichen Anlagen, der neben den statisch-konstruktiven Elementen auch vom optischen Erscheinungsbild geprägt wird, ist durch Pflege und Anpassung an die laufenden Nutzungsanforderungen zu erhalten. Da der Anteil an älterer und alter Bausubstanz immer weiter steigt, kommt dieser Werterhaltung auch im Hinblick auf die Funktionssicherheit und Sicherstellung der gesetzlich geforderten Verkehrssicherungspflicht der Gebäude und baulichen Anlagen eine immer größere Bedeutung zu.

Um dieser Bedeutung gerecht zu werden und die vorbeschriebenen Ziele möglichst effizient zu erreichen, ist ein hochwertiges Qualitätsmanagement während der Lebenszeit eines Bauwerks erforderlich. Dieses in [L3] als **Lebenszyklusmanagement** bezeichnete Handeln beginnt mit der *Planung* und *Errichtung* des Bauwerks und beinhaltet im Rahmen der nachfolgenden *Bauwerkserhaltung* bzw. *-instandhaltung* die wiederkehrende Durchführung von *Inspektionen* und *Bauwerksüberprüfungen* mit anschließender *System- und Schadensidentifikation* und je nach deren Ergebnis auf Basis einer eingehenden *Schadensdiagnostik* eine anschließende *Instandsetzung* während der Nutzungsdauer oder schließlich, am Nutzungsende, den *Rückbau* mit Entsorgung oder den Wiederaufbau bzw. die *Erneuerung* mit dem Beginn einer neuen Nutzungsdauer. Die bestimmende Größe in diesem Lebenszyklusmanagement ist die Bauwerkserhaltung bzw. -instandhaltung. Deren zielgerichtete Anwendung gestattet eine kosteneffiziente Gestaltung des Lebenszyklus bei gleichzeitiger Wahrung eines akzeptablen Sicherheitsniveaus. In [R4] wird die Instandhaltung definiert als die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen, sowie der Maßnahmen des Managements während eines Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustands oder zur Rückführung in diesen Zu-

stand, sodass die Einheit die geforderte Funktion erfüllen kann. Im Anschluss an die Bauwerksüberwachung bei der Herstellung des Bauwerks ist die sich regelmäßig wiederholende, fachkundige **Bauwerksüberprüfung** und **-prüfung** gemeinsam mit den vorgeschalteten **Inspektionen**, sowie der Wartung und Pflege ein wesentliches Element der **Bauwerkserhaltung**.

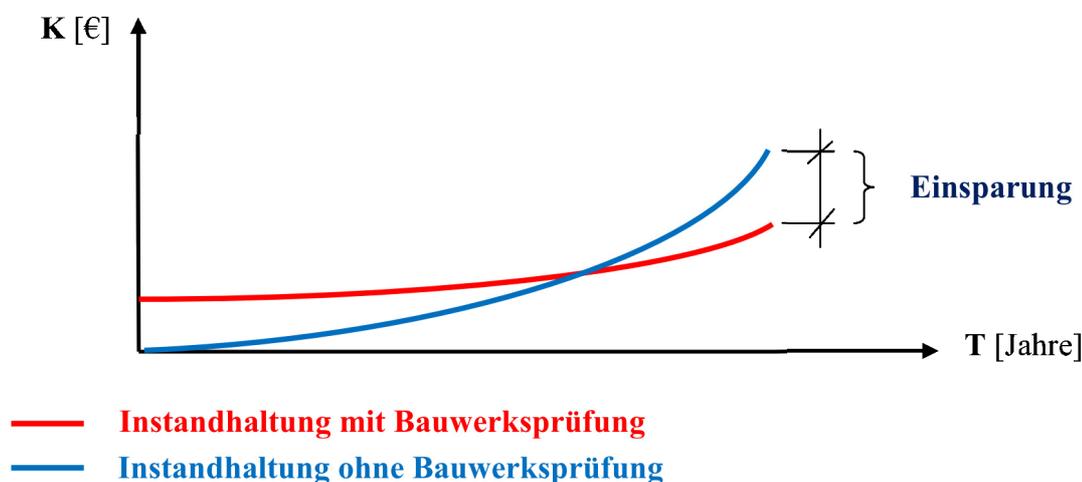
Wie Abb.2.2 verdeutlicht, dienen die Ergebnisse aus Inspektion und Bauwerksüberprüfung unmittelbar der Entscheidung, ob infolge von Schäden, Sofortmaßnahmen zur Sicherstellung der Standsicherheit oder weitere Untersuchungen in Form von detaillierten Bauwerksprüfungen durchzuführen sind. Die Ergebnisse dieser detaillierten Prüfungen ermöglichen dann die Erstellung einer Zustandsprognose und einer Kosten-Nutzen-Analyse, welche eine Beurteilung ermöglichen, ob und in welcher Form eine Instandsetzung oder ein Rückbau des Bauwerks mit oder ohne nachfolgendem Wiederaufbau sinnvoll ist.



**Abb. 2.2: Arbeitsablauf in der Bauwerksunterhaltung**



nicht denkbar sind. Wie auf Abb.2.4 dargestellt, trägt die regelmäßige Bauwerksprüfung dazu bei, den Einsatz von Finanzmitteln für Instandhaltung bzw. Instandsetzung optimal und zielgenau einzusetzen, was über den gesamten Lebenszyklus betrachtet zu erheblichen Einsparungen führt.



**Abb. 2.4: Kostenprognose über den Lebenszyklus eines Gebäudes**

Die fristenmäßige Überprüfung von Bauwerken, z.B. nach [R5] oder [R10], lässt eine frühzeitige Erkennung und Beurteilung des baulichen Zustands zu und es sind Aussagen über den weiteren Schadensverlauf bzw. über vorhandene Instandhaltungsdefizite möglich. Auf Basis der Prüfergebnisse kann eine Instandhaltungsprognose mit nachfolgender zielgerichteter Planung der erforderlichen Maßnahmen bei gleichzeitiger Rücklagenbildung für die hierzu erforderlichen finanziellen Mittel erfolgen. Durch ein zielgerichtetes Lebenszyklusmanagement mit planmäßiger Früherkennung von Mängeln im Rahmen der regelmäßigen Bauwerksüberprüfung und gegebenenfalls des Monitorings mit Degradationsprognosen und Lebenszyklusbemessungen, und damit einhergehendem Vermeiden von größeren Schäden bei unmittelbarer Instandsetzung, ist außerdem eine optimale, langfristig verkehrssichernde Werterhaltung des Bauwerkszustands möglich.

## 2.2.2 Die Bauwerksprüfung als Unterstützung beim Bauen im Bestand

*Unter dem Begriff „Bauen im Bestand“ wird die Instandsetzung, die Ertüchtigung oder die Änderung eines bestehenden Gebäudes oder einer bestehenden baulichen Anlage verstanden.*

Anders als bei Neubauten wird beim Bauen im Bestand, dessen Regeln u.a. im Merkblatt Bauen im Bestand -Leitfaden [R8] zusammengefasst sind, bereits zur Investitionsentscheidung eine umfassende **Bestandsanalyse** des vorhandenen Gebäudes bzw. der baulichen Anlage mit Bewertung der Eignung inklusive Bestandsaufnahme mit Feststellung und Vervollständigung der Bestandsdokumentation und

Erstellung einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse unter Einbeziehung der Betriebs- und Baukosten gefordert. Hierzu ist u.a. die effiziente Überprüfung der Resttragfähigkeit und der Materialbeschaffenheit der vorhandenen tragenden Bausubstanz durch eine fach- und sachkundige Bauwerksprüfung im Regelfall unerlässlich. Im Hinblick auf eine aus ökonomischen und ökologischen Gründen möglichst genaue Abschätzung der Restnutzungsdauer und der in dieser Zeit geforderten Sicherstellung von Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit und insbesondere Standsicherheit ist dringend zu empfehlen, vor dem Bauen im Bestand die tatsächlich vorhandenen mechanischen Kenngrößen, wie u.a. Festigkeiten und Steifigkeiten, sowie die bauphysikalische Beschaffenheit der einzelnen Bauteile z.B. durch lokal zerstörende oder zerstörungsfreie Bauwerksprüfungen festzustellen und mit den erforderlichen Werten abzugleichen.

Nach [L9] ist im Rahmen der **Bestandsaufnahme** der bauliche Zustand bei tragenden Bauteilen verschiedener Baustoffe festzustellen in Bezug auf:

- Risse,
- Korrosionserscheinungen,
- Funktionsfähigkeit von Korrosionsschutzsystemen, Beschichtungen
- tierischem und pflanzlichem Befall, Schimmel und Fäulnis,
- Abplatzungen und Schädigungen im Bereich von Auflager und Knoten,
- Einbauteile und Verbindungsmittel.

Weiter werden für tragende Bauteile die vorhandenen Bauteil- und Achsabmessungen, sowie Verformungen und Schiefstellungen aufgenommen und dokumentiert.

Die zugehörigen Materialeigenschaften werden durch verschiedene Bauwerksprüfungen ermittelt. Von Interesse sind bei tragenden Massivbauteilen u.a. die Feststellung von

- Festigkeit von Steinen und Mörtel bei Mauerwerk,
- Rohdichte und Elastizitätsmodul von Mauerwerk,
- Festigkeit von Beton und Bewehrungsstahl bei Stahlbetonbauteilen,
- Festigkeit von Beton und Spannstahl bei Spannbetonbauteilen
- Betonüberdeckung,
- Karbonatisierungs- und Chlorideindringtiefen bei Stahlbetonbauteilen,
- Rissbreiten,
- Lage, Art, Querschnitt und Korrosionszustand der Bewehrung,
- Feuchtegehalt von Beton und Mauerwerk.

Die Bauwerksprüfung am vorhandenen Bauteil kann zudem eine **Kompensation** bewirken. Bei entsprechend positivem Prüfergebnis kann sie gemeinsam mit dem dazugehörigen statischen Nachweis zu einem dem Neubau vergleichbaren Niveau der Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und Standsicherheit der bestehenden baulichen Anlage im Sinne der grundlegenden Anforderungen der Musterbauordnung oder der vertraglich vereinbarten Beschaffenheit bzw. Verwendbarkeit führen.

Als Beispiel sei hier die Feststellung einer gegenüber den Bestandsunterlagen höherwertigen Betondruckfestigkeit von Stahlbetonstützen genannt. Diese höhere Druckfestigkeit kann gegebenenfalls den für eine Nutzlasterhöhung fehlenden Bewehrungsstahl ersetzen bzw. kompensieren.

Selbstverständlich kann auch das Gegenteil Resultat der Bauwerksprüfung sein und eine **Instandsetzung** oder Nutzlastreduzierung bzw. Nutzungsänderung erforderlich machen. Das Wissen um diesen Umstand ist im Vorfeld einer Baumaßnahme jedoch äußerst hilfreich, da eine Berücksichtigung in der Kosten-Nutzen-Analyse, sowie bei der Investitionsentscheidung möglich ist und spätere Überraschungen während der Bauphase oder gar erst im Schadensfall ausgeschlossen werden. Zu einem späteren Zeitpunkt gewonnene Erkenntnisse können den Planungsprozess aufhalten und geplante Tragsysteme grundsätzlich in Frage stellen. In [L9] wird von Einzelfällen berichtet, in denen zu spät gewonnene Erkenntnisse über Tragwerksdefizite noch im fortgeschrittenen Bauzustand zum Scheitern eines Umbauvorhabens und zum Abbruch des Bestandsgebäudes geführt haben.

Ein weiteres Beispiel für den sinnvollen Einsatz der Bauwerksprüfung in diesem Bereich stellt nach [L9] die Anwendung von günstigeren Teilsicherheitsbeiwerten beim statischen Nachweis von verlässlich geprüften Bestandsbauten dar. Sofern hiernach die Bestandsaufnahme Abmessungen, Bewehrungsumfang, Materialgüten und statische Modellbildung, sowie einen mängelfreien Bauzustand bestätigt, wird bei entsprechendem Lastverhältnis z.B. für Biegezugversagen eine Reduzierung der Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Bewehrung um bis zu 20% zugelassen. *Eine intensive Bauwerksüberprüfung sorgt somit aufgrund des Ausschlusses von vielen Unsicherheitsfaktoren, die bei Neubauten noch einzukalkulieren sind, für eine geringere Versagenswahrscheinlichkeit und für eine höhere Zuverlässigkeit.*

Auch zur Begründung des Bestandsschutzes kann eine Überprüfung der tragenden Bausubstanz erforderlich werden. Als **Bestandsschutz** wird der Grundsatz bezeichnet, dass ein Bauwerk, welches zu irgendeinem Zeitpunkt mit dem geltenden Recht in Einklang stand, in seiner bisherigen Funktion erhalten und genutzt werden darf, auch wenn seine Konstruktionsteile nicht mehr dem aktuellen Recht entsprechen. Ein solches Gebäude kann sogar abweichend von den aktuell geltenden technischen Baubestimmungen oder sonstigen technischen Regeln instandgesetzt werden. Hier von unabhängig müssen jedoch zur Vermeidung der Gefahr für Leib und Leben die Standsicherheit und auch der Brandschutz zu jedem Zeitpunkt gegeben sein. Auch dies kann in vielen Fällen, vor allem bei fehlender Bestandsdokumentation, nur durch eine Bauwerksprüfung an der tragenden Bausubstanz sicher nachgewiesen werden.

Selbst bei einer vollständig vorliegenden Bestandsdokumentation ist zur Erlangung von relativer Planungs- und Kostensicherheit eine Bauwerksprüfung zur Vermeidung von späteren Überraschungen äußerst sinnvoll, wie viele Praxisbeispiele belegen. Insbesondere in Bezug auf das Tragwerk sind bei Bestandsbauten Defizite häufig erst durch eine Bauwerksprüfung festzustellen. Ansonsten sind die Probleme während der Ausführung mit steigenden Kosten und minderer Sicherheit vorprogrammiert.

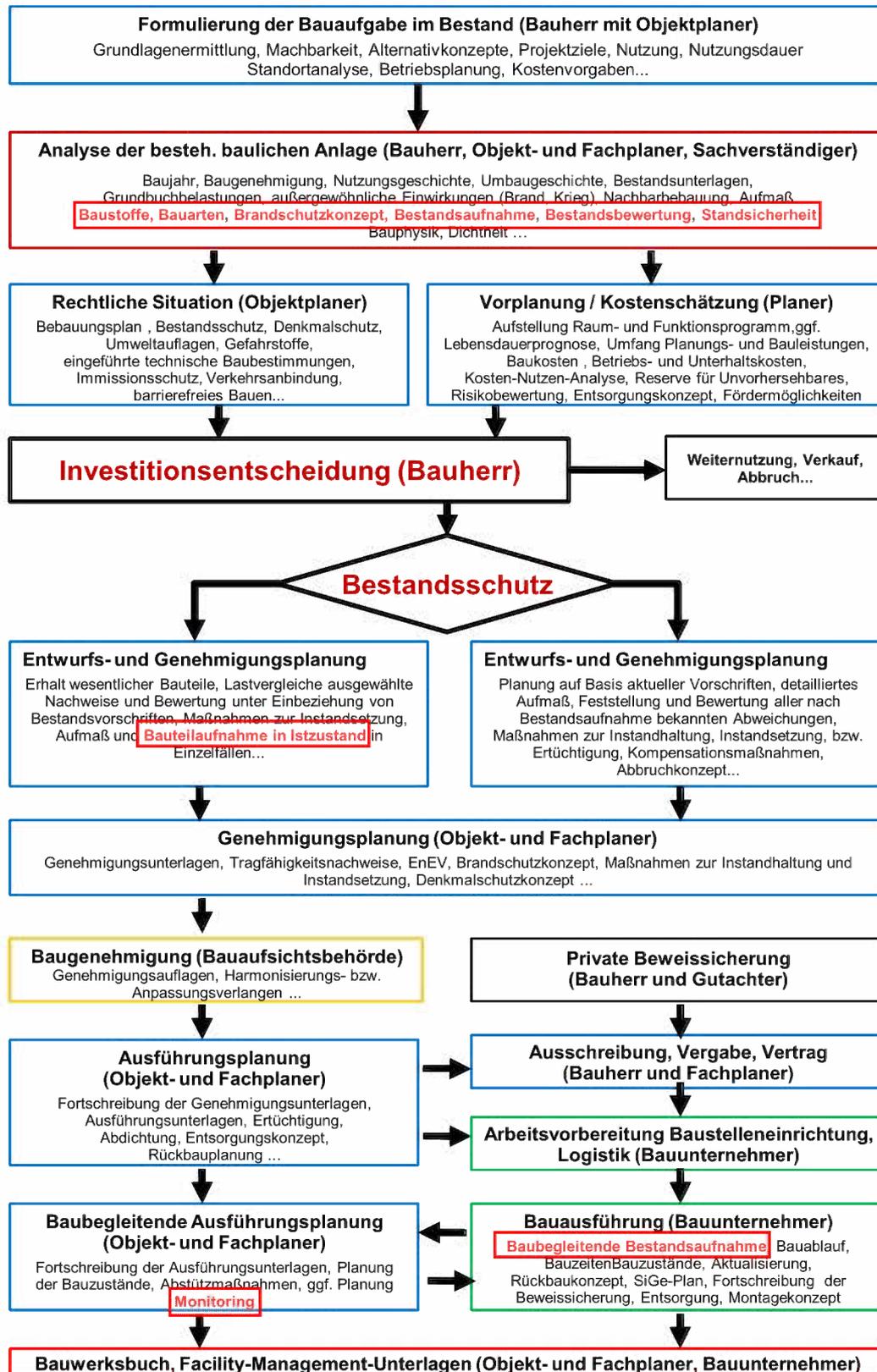
Eine eingehende Erstüberprüfung bzw. eine Zustandserfassung mit Ausarbeitung eines sogenannten Bauwerksbuches durch eine besonders fachkundige Person kann für die Belange der Standsicherheit nach [R5] und [R7] erfolgen. In [R7] werden neben dem Rohbau mit der Tragkonstruktion auch andere Gewerke, wie Ausbau, Gebäudehülle (Dach und Fassade) und technische Gebäudeausrüstung behandelt.

Das auf der nachfolgenden Seite als Abb.2.5 dargestellte Diagramm, zeigt den im Leitfaden des DBV [R8] empfohlenen Ablauf beim Bauen im Bestand in der Übersicht mit ergänzender Kennzeichnung der Leistungsphasen mit Beteiligung der Bauwerksprüfung. Es wird deutlich, dass ein wirtschaftliches Bauen bei gleichzeitiger Wahrung der Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit nur unter Mitwirkung der Bauwerksprüfung möglich ist.

Wie bereits am Beginn dieses Kapitels erläutert, werden unter dem Oberbegriff „Bauen im Bestand“ die nachfolgend erläuterten Einzeldisziplinen Instandsetzung, Ertüchtigung und Änderung verstanden.

Die erste Möglichkeit des Bauens im Bestand ist die unmittelbare Folge der Ergebnisse aus der Bauwerksüberprüfung im Rahmen der Bauwerkserhaltung. Unter der **Instandsetzung** ist die Wiederherstellung des Soll-Zustands oder der vollen Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks ohne verbessernden Charakter der Eigenschaften zu verstehen. Sobald auf Basis der Bauwerksprüfung eine Instandsetzung umgesetzt wird, wird das Bauen im Bestand Realität und es gelten dessen Regeln.

Beispielhaft für die zielgerichtete Anwendung der Bauwerksprüfung im Rahmen einer **Instandsetzung** steht die klassische Betoninstandsetzung einer Sichtbetonfassade, die aufgrund von Rissen, Betonabplatzungen und freiliegender, korrodierter Bewehrung infolge Karbonatisierung bei zu geringer Betondeckung erfolgt. Gemäß dem in Abb.2.2 dargestellten Ablaufplan nach [L3] für die Bauwerksunterhaltung und dem in Abb.2.5 gezeigten Ablaufdiagramm für das Bauen im Bestand [R8] erfolgt nach Feststellung der Schäden im Rahmen einer visuellen Bauwerksüberprüfung oder Inspektion, die Schadensaufnahme mittels einer detaillierten Bauwerksprüfung mit eingehender Kartierung und Zusammenstellung aller bauwerksrelevanten Bestandsunterlagen. In solchen Fällen werden im Regelfall insbesondere Betongüte und Karbonatisierungstiefe des oberflächennahen Betons, sowie Lage, Betondeckung und Korrosionsgrad der Bewehrung ermittelt. Außerdem wird zur Festlegung der möglichen Ausführung einer späteren Sanierung die Oberflächenzugfestigkeit des Betons geprüft. Anschließend werden die Ergebnisse im Rahmen der Zustandsprognose und der Kosten-Nutzen-Analyse unter Würdigung der Kriterien des Bauens im Bestand nach [R8] analysiert und nach Erstellung einer Vorplanung beurteilt. Auf dieser Basis erfolgt dann die Investitionsentscheidung des Bauherrn - Instandsetzung, Erneuerung oder Rückbau. Im Falle einer Instandsetzung ist der Bestandsschutz unter der Voraussetzung einer ausreichenden Standsicherheit im Regelfall gegeben, so dass anschließend z.B. unter Anwendung der Prinzipien aus der Richtlinie für Schutz- und Instandsetzung von Betonbauteilen [R11] ein Instandsetzungskonzept festgelegt, welches als Instandsetzungsziel die Sicherstellung der ursprünglich vorgesehenen Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchsfähigkeit hat. Da es sich um eine Instandsetzung handelt, erfolgt hierbei keine Verbesserung gegenüber der beim Neuzustand vorhandenen Eigenschaften des Bauteils.



**Abb.2.5: Ablaufdiagramm beim Bauen im Bestand mit den Einsatzphasen der Bauwerksprüfung (rot umrahmt)**

Auch die zweite Disziplin des Bauens im Bestand, die **Ertüchtigungen**, welche nach [R8] im Gegensatz zur Instandsetzung Maßnahmen am Bauwerk oder an Bauteilen mit Verbesserung der Eigenschaften über den Ursprungszustand hinaus darstellen, sind nur unter Zuhilfenahme der Bauwerksprüfung fachgerecht durchzuführen.

Eine *Ertüchtigung der Tragfähigkeit des Tragwerks* kann insbesondere aufgrund einer Nutzungsänderung im Bestand erforderlich werden. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn eine Decke im Industriebau aufgrund von Produktionsänderungen höhere Einwirkungen erfährt oder wenn ehemals zu Wohn- und Bürozwecken genutzte Räume oder Geschosse zukünftig als Versammlungsräume mit frei begehbaren Flächen genutzt werden sollen. Hierzu zählen u.a. Umnutzungen zu Museumsbauten, zu Sport- und Spielflächen oder zu Verkaufsräumen mit Einzelhandelsgeschäften. Nach [R2] werden für diese neue Nutzungen erheblich höhere charakteristische Nutzlasten gefordert als bei Wohn- oder Büroräumen, was im Regelfall eine Ertüchtigung unter Beachtung der Regeln des Bestandschutzes erforderlich macht. Als Beispiel für eine solche Ertüchtigung von Tragwerken kann hier u.a. die Erhöhung der zulässigen Nutzlasten durch das Verstärken von tragenden Stahlbetondecken oder Stahlbetonunterzügen durch das Aufkleben von CFK-Lamellen oder durch das Ummanteln von Stahlbetonstützen mit AFK-Bändern genannt werden. Auch Ergänzungen der tragenden Betonquerschnitte durch z.B. Spritzbetonauftrag mit und ohne Bewehrung können eine Ertüchtigung des Tragwerks darstellen. Im Mauerwerksbau können solche Verstärkungen u.a. durch den Einbau von Spiralankern erfolgen. Bei freitragenden Natursteinplatten, z.B. als Treppenstufen oder historische Balkonplatten, erfolgt eine Ertüchtigung häufig durch in den geschlitzten Querschnitt eingeklebte CFK-Lamellen, welche ein plötzliches Versagen des spröden Werkstoffs verhindern und im Falle des Überschreitens der Biegezugfestigkeit des Natursteins die Zugkräfte analog zur Stahlbewehrung im Stahlbetonbau übernehmen und abtragen sollen.

Häufig sind bei Nutzungsänderungen im Bestand auch *Ertüchtigungen infolge erhöhter Brand-, Schall-, Wärme- und Feuchteschutzanforderungen* erforderlich. Hier sind beispielsweise im Bereich des statisch-konstruktiven Brandschutzes von tragenden Teilen im Massivbau aufgrund der Einordnung in höhere Brandschutzklassen häufig erhöhte Betondeckungen, geringere Ausnutzungsgrade oder größere Bauteilabmessungen von Platten, Balken und Wänden erforderlich. Die Ertüchtigung erfolgt hier in der Regel durch einen ergänzenden Materialauftrag mit speziellen Betonen, bzw. Mörtel oder durch schützende Brandschutzverkleidungen.

Für alle vorgenannten und viele andere Ertüchtigungsmaßnahmen ist die Bauwerksprüfung ebenso wie bei der vorbeschriebenen Instandsetzung unentbehrlich. Die Bauwerksprüfung mit Ermittlung der vorhandenen Bauteilabmessungen, Materialfestigkeiten und -steifigkeiten ist die Grundlage eines wirtschaftlichen und tragfähigen Ertüchtigungskonzeptes inklusive der nachfolgenden Planung mit Standsicherheitsnachweis und nicht zuletzt einer sicheren und zielführenden Bauausführung. In allen Fällen sind auch hier die Ablaufpläne nach Abb.2.2 und 2.5 zu beachten.

Auch die dritte Disziplin des Bauens im Bestand, die **Änderung**, wird vornehmlich durch Nutzungsänderungen begründet. Zu den Änderungen zählen nach [R8] insbesondere wesentliche *Umgestaltungen bzw. Umbauten* oder *Erweiterungen*, wie Aufstockungen und Anbauten, *die einen neuen Zustand erzeugen*. Weitere Gründe für

eine Änderung stellen der Ersatz oder die Ergänzung wesentlicher Bauteile dar, die aufgrund bauordnungsrechtlicher Regeln zum Zeitpunkt der Errichtung genehmigungspflichtig waren oder zum Zeitpunkt der Änderung genehmigungspflichtig sind und somit keinen Bestandsschutz genießen.

Insbesondere bei geplanten Umbauten, Aufstockungen und Anbauten im üblichen Hochbau, bei denen bisher im Regelfall keine Bauwerkserhaltung mit regelmäßiger Bauwerksüberprüfung betrieben wird, liegen häufig keine oder nur unvollständige Bestandsunterlagen vor. Dies begründet beim geplanten Bauen im Bestand im Rahmen der differenzierten Formulierung der Bauaufgabe und zur Feststellung des Vorliegens des Bestandsschutzes, sowie insbesondere zur Bestandsaufnahme und -bewertung den Einsatz der Bauwerksprüfung und -überprüfung. Eine z.B. aufgrund einer Aufstockung und deren zusätzlicher Einwirkungen aus Eigengewicht und Nutzung höher ausgenutzte Tragkonstruktion kann nur auf Basis von realen Materialkennwerten auf der Widerstandsseite wirtschaftlich mit ausreichendem Sicherheitsabstand rechnerisch nachgewiesen werden.

Da das Bauen im Bestand gegenüber dem Neubau sowohl nach dem Bauvolumen als auch nach der Vielfalt der zu lösenden Bauaufgaben in Deutschland und Europa stetig zunimmt, wird auch die Bauwerksprüfung und -überprüfung in diesem Sektor in den nächsten Jahren stetig an Bedeutung gewinnen. Da die Anzahl der Bauaufgaben im Bereich der Instandsetzung, Ertüchtigung oder Änderung bestehender Bauwerke für Planer und Bauausführende in den nächsten Jahren und Jahrzehnten wachsen wird, werden auch die bauwerksprüfenden Ingenieure ein breites Betätigungsfeld finden.

### **2.2.3 Die Bauwerksprüfung zur Qualitätssicherung beim Neubau**

***Auch bei der Errichtung von neuen Hochbauten in massiver Bauweise findet die Bauwerksprüfung regelmäßige, normative Anwendung. Sie dient hier als Werkzeug der Bauüberwachung und der Konformitätskontrolle, sowie in Zweifelsfällen als Unterstützung im Rahmen von gutachterlichen Bewertungen.***

Bei der Herstellung von massiven Bauteilen aus Beton und Mauerwerk, wird eine Fülle von Prüfungen durchgeführt, deren Ziel die Sicherstellung der Qualität der eingebauten Baustoffe ist. Da diese Prüfungen jedoch im Regelfall im Werk oder vor dem Einbau in das feste Bauwerk erfolgen, handelt es sich dabei in den meisten Fällen nicht um Bauwerksprüfungen, die, wie bereits im Kapitel 2.1 beschrieben, immer am Bauwerk bzw. an aus dem festen Bauwerk entnommenen Probekörpern erfolgen. Trotzdem erfolgt in einigen Fällen des Neubaus die Prüfung auch direkt am Bauwerk, wie das nachfolgende Beispiel zur Herstellung von Betonbauteilen und -bauwerken belegt.

Bei der **Herstellung von Beton** nach DIN EN 206-1 [R12] bzw. DIN 1045-2 ist zu unterscheiden zwischen der Prüfung von Frischbeton und Festbeton. Bei der **Prüfung des Frischbetons**, dessen Prüfverfahren in DIN EN 12350 geregelt sind, handelt es sich in keinem Fall um eine Bauwerksprüfung, sondern um eine Prüfung der Konsis-

tenz oder anderer Kennwerte der Zusammensetzung, die im Werk bzw. vor dem Einbau in das Bauwerk erfolgt. Die **Prüfung des Festbetons**, dessen Prüfverfahren in DIN EN 12390 [R13] geregelt sind, erfolgt insbesondere zur **Konformitätskontrolle** des eingebauten Betons, also zur Nachprüfung der Übereinstimmung des Betons mit der zuvor getroffenen Festlegung des Betons nach [R12] Abs. 6. Die Festbetonprüfung, die nach [R12] Tab. 20 im Regelfall die Ermittlung der Rohdichte und insbesondere der Druckfestigkeit umfasst, ist ebenfalls keine Bauwerksprüfung und wird regelmäßig an Probekörpern durchgeführt, welche dem Frischbeton des jeweiligen Bauwerks entnommen und in Formen mit genormter Größe gegossen wurden. Diese Probekörper werden nach einer bestimmten Zeit, i.d.R. nach 28 Tagen, im Anschluss an die Ermittlung der Rohdichte am getrockneten Probekörper in einer Druckprüfmaschine bis zum Bruch belastet. Die erreichte Höchstlast wird aufgezeichnet und die Druckfestigkeit berechnet. Stellt sich im Rahmen dieser Kontrolle die **Nichtkonformität** heraus, können **zusätzliche Prüfungen am Bauwerk**, nun also als klassische Bauwerksprüfungen, nach DIN EN 12504-1 [R14] und DIN EN 12504-2 [R15] erforderlich werden. Die Beurteilung der Festigkeit am Bauwerk oder an Bauteilen darf nach DIN EN 13791 [R16] erfolgen. Sofern nichts anderes vereinbart wird, kann nach [R12] zuerst eine zerstörungsfreie Prüfung mit dem Rückprallhammer nach [R15] erfolgen. Weist diese Prüfung ausreichende Werte auf, kann der Beton einer Druckfestigkeitsklasse zugeordnet werden. Werden bei der Prüfung mit dem Rückprallhammer keine ausreichenden Werte ermittelt, wird eine in Abhängigkeit von der Bauteilgröße nach [R16] festzulegende Anzahl von Bohrkernen entnommen und nach [R14] geprüft. Weisen die Bohrkernkerne ausreichende Druckfestigkeiten auf, kann der Beton einer Druckfestigkeitsklasse zugeordnet werden.

Ähnlich verhält es sich, wenn aufgrund von Nutzeranforderungen eine frühzeitige Belastung eines in massiver Bauweise hergestellten Bauteils gewünscht wird. Als Nachweis der Tragfähigkeit des Bauteils zum gewünschten Zeitpunkt kann hier ebenfalls die vorbeschriebene Bauwerksprüfung mit Bewertung der Druckfestigkeit nach [R16] durchgeführt werden. Dabei kann z.B. die tatsächlich vorhandene Betondruckfestigkeit zum Zeitpunkt einer aus Produktionsgründen erforderlichen vorzeitigen Inbetriebnahme einer Decke oder Bodenplatte im Produktionsbereich eines Industriebetriebs ermittelt und der Betrieb freigegeben werden.

Ebenso wird die zuvor beschriebene Bauwerksprüfung nach [R16] eingesetzt, wenn Zweifel an der Qualität der Ausführung aufkommen. Sollte z.B. der Verdacht auf eine ungenügende Verdichtung des Betons oder der Verdacht auf eine nachträgliche Zugabe von Wasser oder von sonstigen Zusatzmitteln bestehen, kann die Bewertung der Güte des Betons durch Rückprallhammerprüfung und Bohrkernentnahme erfolgen.

Weitere Beispiele für den Einsatz von Bauwerksprüfungen im Bereich des Neubaus im üblichen Hochbau sind die

- **Prüfung der Bauteilfeuchte** massiver Bauteile vor dem Aufbringen von Abdichtungen, Belägen oder Beschichtungen (z.B. bei Estrichen nach DIN 18560 etc.)

- Prüfung der **Bauteiltemperatur** massiver Bauteile vor dem Aufbringen von Abdichtungen, Belägen oder Beschichtungen oder vor dem Einbau von chemischen Befestigungen z.B. mit Verbundankern
- **Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit** von Beton- oder auch Putzflächen für das Aufbringen von Beschichtungen, Wärmedämmverbundsystemen etc.
- **Prüfung der Wassereindringtiefe** bei wasserundurchlässigen Betonbauteilen oder wasserabweisenden Putzen

Außerdem werden bei Zweifeln an der Qualität und Konformität der Bauteile und Baustoffe viele Prüfverfahren angewandt, die auch beim Bauen im Bestand zur Anwendung gelangen. Hierzu zählen u.a. die **Gitterschnitt-** und die **Haftzugprüfung** bei Beschichtungen und Belägen oder die **Prüfung mit Ultraschallwellen** zur Feststellung von Fehlstellen bei massiven Baukörpern bei Zweifeln an der Qualität und Konformität oder auch die Prüfung mit elektromagnetischen Geräten zur Feststellung der Lage von Bewehrungsstahl bei der Herstellung von Durchbrüchen mittels Kernbohrungen.

Aufgrund der stetig wachsenden Vielfalt an eingesetzten Bauprodukten, zusätzlich gefördert durch die Europäisierung des Baumarktes, bei gleichzeitig immer geringerer Qualifizierung der Bauschaffenden und der stetig weniger werdenden Qualitätskontrolle im Zuge der Ausführung der Bauten wird die Bauwerksprüfung auch im Neubausektor immer mehr an Bedeutung gewinnen. Diese Entwicklung wird durch die immer bessere Qualität der Prüfgeräte mit Fortschritten in Handhabung und Ergebnisgenauigkeit, sowie die in den verschiedensten Normen geforderte steigende Anzahl von Prüfverfahren unterstützt.

Die gilt analog für die Anwendung der Bauwerksprüfung im Sachverständigenwesen, das infolge der beschriebenen Entwicklung bei der Planung und Ausführung der Baukörper ebenfalls stetig an Bedeutung gewinnt.

## **2.2.4 Die Bauwerksprüfung als Hilfsmittel beim nachhaltigen Bauen**

Nach dem Leitfaden für nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für [L17] strebt nachhaltiges Bauen für alle Phasen des unter Abschnitt 2.2.1 bereits ausführlich beschriebenen Lebenszyklus von Gebäuden und baulichen Anlagen eine Minimierung des Verbrauchs von Energie und Ressourcen, sowie eine möglichst geringe Belastung des Naturhaushaltes an.

**Nachhaltig bedeutet** demzufolge nach [L17] und [L36] die Sicherstellung einer

- **ökonomischen**
- **sozialen**
- **ökologischen**

**Zukunftsfähigkeit.**

Der Schwerpunkt des nachhaltigen Handelns liegt dabei im Bereich der sinnvollen Abstimmung von ökologischen und ökonomischen Aspekten. Es soll unter Wahrung des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit ein optimales finanzielles Wirtschaften ermöglicht werden. Die optimale Strategie für Investitionen soll Geld sparen *und* gleichzeitig Ressourcen schonen. Dies ist u.a. sehr effizient zu erreichen durch eine besonders lange Lebensdauer von Bauprodukten und Baukonstruktionen, was wiederum Grundlage einer langen Nutzungsdauer eines Bauwerks ist. Eine lange Nutzungsdauer führt im Verbund mit einer umbaufreundlichen Bauweise mit möglichst viel Flexibilität für nachträgliche bauliche Änderungen zu einem geringen Energie- und Ressourcenverbrauch. Sie ist deshalb ökologisch und ökonomisch im Sinne eines nachhaltigen Bauens unter Wahrung der Sicherheitsinteressen immer anzustreben.

Hinsichtlich der Umbaufreundlichkeit ist z.B. bei massiven Bürogebäuden mit abgehängten Decken eine möglichst unterzugsfreie, weitgespannte Deckenkonstruktion mit möglichst regelmäßigem Stützenraster anzustreben, um spätere Änderungen in der technischen Gebäudeausrüstung möglichst problemlos zu ermöglichen. Dabei sollten auch für die vertikalen Leitungsführungen Versorgungsschächte mit Reservekapazitäten in regelmäßiger Anordnung berücksichtigt werden und die Raumteilung ist bevorzugt mit möglichst flexiblen Trennwandsystemen ohne tragende Funktion zu gestalten. Die Anordnung von räumlichen Aussteifungssystemen ist vorteilhaft über sogenannte massive Kerne, wie Treppenhäuser und Aufzugsschächte zu realisieren.

Im Besonderen führt, wie bereits in den beiden vorhergehenden Abschnitten dargestellt, die regelmäßig wiederkehrende Bauwerksüberprüfung unter Anwendung der besonders eingehenden Bauwerksprüfung an Schwachpunkten im Rahmen der Bauwerksinstandhaltung zu optimalen ökonomischen und ökologischen Ergebnissen. Durch die frühe Erkennung von Verschleiß und Alterung, sowie von ersten Schäden, können die Kosten für die Instandhaltung und Wartung minimiert werden. Die Bauwerksprüfung und -überprüfung sichert somit die Nachhaltigkeit durch Erzielung einer optimalen Nutzungsdauer bei gleichzeitiger Sicherstellung von Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und Standsicherheit der baulichen Anlage.

Eine lange Lebens- und Nutzdauer von Bauwerken mit kostenoptimierter Pflege und Wartung infolge der Bauwerksüberprüfung schont die Umwelt und verhindert einen früheren Rückbau und Wiederaufbau oder auch eine material- und energieintensive Wartung bzw. Instandsetzung. So wird einem erhöhter Energie- und Ressourcenverbrauch und infolge des Abbruchmaterials erhöhte Immissionen mit Belastung des Naturhaushaltes vermieden.