



Bayerische
Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts



Bauen im Bestand

Leistungen von Ingenieuren beim
Bauen im Bestand, insbesondere
in der Denkmalpflege

Inhalt

Seite

4	1	Vorbemerkungen und Hinweise
5	2	Voruntersuchung
	2.1	Kontakte zur Denkmalfachbehörde
7	2.2	Zustandsbesichtigung
	2.2.1	Visuelle Beurteilung des Bauzustandes nach Bauteilen
	2.2.2	Lage bzw. Einbettung des Bauwerkes in das Gelände
	2.2.3	Offenkundige äußere Einwirkungsfaktoren auf das Bauwerk
8	2.3	Umfang der Bestandsaufnahme
	2.4	Erhebungen zur Vorgeschichte des Bauwerkes
	2.4.1	Akten, Unterlagen und Literatur sichten
9	2.4.2	Bauherren und sonstige Ortskundige befragen
	2.4.3	Behörden und Heimatpfleger einbeziehen
	2.4.4	Weitere Beobachtungen
10	3	Ingenieurtechnische Bauforschung
12	4	Bestandsaufnahme der Bauteile
	4.1	Bestandspläne
	4.2	Aufmaße
14	4.3	Tragwerke und nicht tragende Bauteile
	4.3.1	Vorbemerkung
	4.3.2	Holzbauteile
15	4.3.3	Bauteile aus Eisen und Stahl
	4.3.4	Mauerwerk
	4.3.5	Beton- und Stahlbetonbauteile
	4.3.6	Baugläser
16	4.4	Dachhaut
	4.5	Fassade
17	4.6	Technische Gebäudeausrüstung (TGA, Haustechnik)
	4.7	Gründung und Baugrund
	4.7.1	Bauwerksgründungen
	4.7.2	Bodenmechanik
	4.7.3	Geologie
	4.7.4	Hydrologie
18	4.8	Fotodokumentation
	4.9	Sicherungsmaßnahmen
19	5	Materialuntersuchungen
	5.1	Allgemeine Hinweise
20	5.2	Art und Zustand verwendeter Baustoffe
22	5.3	Erfassen von Schadensmechanismen
23	6	Bauphysikalische Untersuchungen
	6.1	Wärme- und Feuchteschutz
	6.2	Schallschutz
24	7	Brandschutz
	7.1	Vorbeugender Brandschutz
	7.2	Konstruktiver Brandschutz
25	8	Zusammenfassung
26	9	Literaturauswahl

1 Vorbemerkungen und Hinweise

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Darstellung der Aufgaben von Ingenieuren beim Bauen im Bestand, das heißt bei der Erhaltung, Instandsetzung, Restaurierung und Modernisierung von Bauwerken beziehungsweise Bauteilen.

Eine besondere Stellung nimmt die Denkmalpflege durch die kulturelle Bedeutung bestimmter Bauwerke ein. Im Folgenden wird deshalb schwerpunktmäßig auf die sich daraus ergebenden Besonderheiten eingegangen.

In der Öffentlichkeit wird die Denkmalpflege als Arbeitsgebiet von Architekten, Denkmalpflegern und Kunsthistorikern gesehen. Tatsächlich ist das Gebiet der modernen Denkmalpflege heute derart umfangreich, dass eine Vielzahl von Beteiligten am Gelingen von denkmalpflegerischen Aufgaben mitwirkt.

Die hier vorgelegte Darstellung soll die umfangreichen Leistungen von Ingenieuren beim Bauen im Bestand aufzeigen. Alle zu planenden Maßnahmen sind unter dem Gesichtspunkt der Denkmalverträglichkeit zu überprüfen. Eine wesentliche Voraussetzung für eine realistische Planung auch hinsichtlich der Kosten und zur Vermeidung unangenehmer, teurer Überraschungen ist eine sorgfältige Bestandsaufnahme.



2 Voruntersuchung

2.1 Kontakte zur Denkmalfachbehörde

In einem ersten Schritt sollte das beteiligte Ingenieurbüro beim Referat Z I der zuständigen Denkmalfachbehörde (BLfD) anfragen, ob das vor einer Maßnahme stehende Objekt in die Denkmalliste des jeweiligen Regierungsbezirkes eingetragen ist. Die Denkmalliste ist das nachrichtliche Verzeichnis der Bau- und Bodendenkmäler, die grundsätzlich für eine Fortschreibung offen ist. Denn die Denkmaleigenschaft und der damit verbundene gesetzliche Schutz wird in Art. 1 Denkmalschutzgesetz definiert und hängt nicht vom Eintrag in die Denkmalliste ab, so dass auch Objekte, die nicht in der Liste verzeichnet sind, Denkmäler sein können. Falls ein Verdacht auf Denkmaleigenschaft, aber kein Listeneintrag vorliegt, kann eine denkmalfachliche Bewertung durch den zuständigen Listenreferenten der Denkmalfachbehörde veranlasst werden.

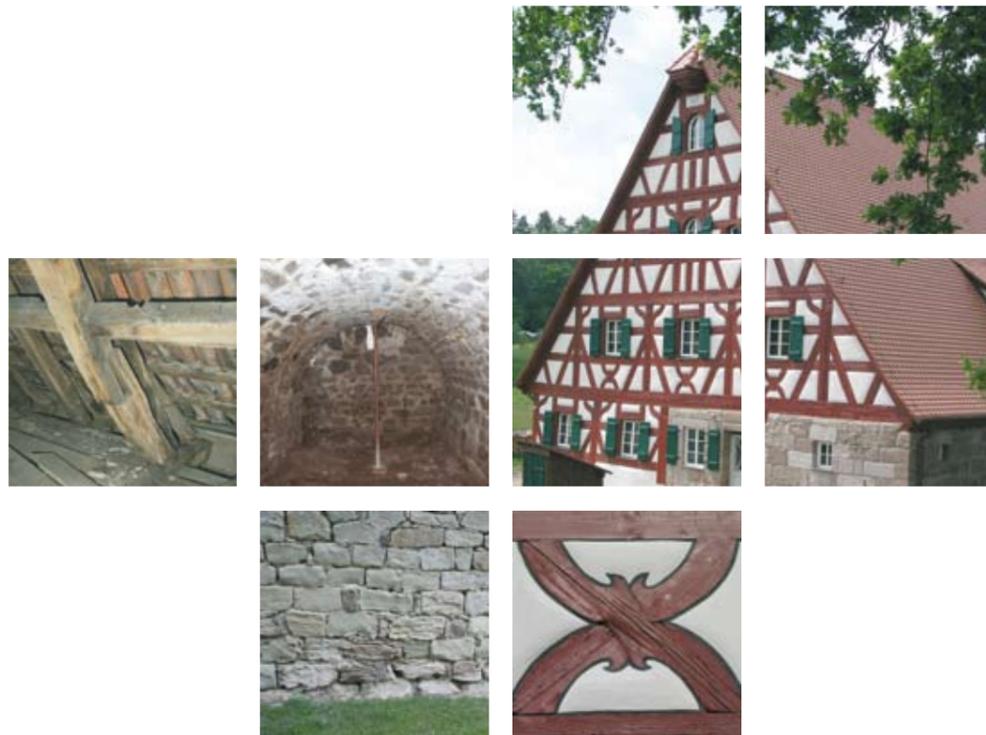
Zur Abklärung dieses Sachverhalts kann gegebenenfalls durch den Ingenieur oder durch einen freiberuflichen Fachmann eine ergänzende Archivrecherche erbracht werden. Der Nachtrag in die Denkmalliste erfolgt im Benehmen mit der jeweiligen Gemeinde (Art. 2 DSchG), die den Eigentümer am Nachtragsverfahren beteiligen soll.

Die zuständige Kommunalverwaltung (Kreisfreie Stadt, Landratsamt) wird schriftlich vom Nachtrag des Baudenkmals verständigt. Die Denkmaleigenschaft ist nicht nur an das äußere Erscheinungsbild gebunden, sondern umfasst grundsätzlich auch die innere Binnengliederung des Gebäudes und dessen Ausstattung (Fenster, Türen etc.). Dieser Vorlauf ist erforderlich, da erst die Denkmalfeststellung die Voraussetzung für die weitere Maßnahmenberatung und eine eventuelle Bezuschussung bildet.

Wurde eine Denkmaleigenschaft festgestellt, gehört es zu den Aufgaben des Ingenieurs, vor Planungs- bzw. Maßnahmenbeginn einen ersten, maßnahmenbezogenen Beratungstermin mit dem Gebietsreferenten der Denkmalfachbehörde und der Unteren Denkmalschutzbehörde (Kommunale Ebene) zu koordinieren. Nur eine frühzeitige Abstimmung der Vorplanung und / oder des Entwurfs zwischen Ingenieur und Denkmalfachbehörde gewährleistet, dass eine Reduktion der kulturhistorischen Aussagegewerte des Bauwerks und der damit verbundene Verlust einer Fördermöglichkeit durch die öffentliche Hand vermieden wird. In gleicher Weise wird durch die frühzeitige Einschaltung der Denkmalfachbehörde Kosten- und Planungssicherheit ermöglicht. Spätere Umplanungen oder Konzeptänderungen scheidet somit aus.

Infolge der denkmalfachlichen Beratung wird durch den beteiligten Ingenieur festgelegt, welche weiteren Fachleute zur Bewältigung der Maßnahme erforderlich sind (Bauforschung, Baugrundgutachten, Erstellung eines restauratorischen Befunds, Baualtersplan). Nach Vorliegen dieser Kennwerte kann die Erstellung einer ersten Kostenschätzung für die Gesamtmaßnahme erfolgen, die zugleich Grundlage einer öffentlichen Förderung ist.

Nach Festlegung der relevanten Förderschiene stellt der beteiligte Planer im Auftrag des Bauherrn die entsprechenden Förderanträge bei den zuständigen Behörden (Ministerium, Denkmalfachbehörde, Direktion für ländliche Entwicklung, Finanzamt, Kommunalverwaltung, Gebietskörperschaften). Nach Abschluss der Vorplanung und der Abklärung der denkmalpflegerischen Belange folgt die Einholung der Baugenehmigung (gegebenenfalls Voranfrage) bei der zuständigen Genehmigungsbehörde, die zugleich die zwingend erforderliche denkmalpflegerische Erlaubnis nach Art.6 Denkmalschutzgesetz für die Maßnahme abhandelt. Erfordert die Baumaßnahme keine Genehmigung, ist die denkmalpflegerische Erlaubnis bei der jeweiligen Kommunalverwaltung separat vor Baubeginn zu beantragen. Die Denkmalfachbehörde ermittelt den sogenannten denkmalpflegerischen Mehraufwand, der die Obergrenze der öffentlichen Förderung angibt. Dieser Kostenwert gibt an, welche Teile der Maßnahme ausschließlich der Instandsetzung und unmittelbaren Erhaltung des Baudenkmals dienen, denn nur diese werden öffentlich gefördert.



2.2 Zustandsbesichtigung

2.2.1 Visuelle Beurteilung des Bauzustandes nach Bauteilen

Sie umfasst die kritische Betrachtung der Außenansichten, also der Fassaden und des Daches einschließlich aller Anbauten, und der Innenansichten, also der verschiedenen Räume, Gänge, Treppen, Dach- und Kellerräume sowie Einbauten.

Diese Beurteilung bringt brauchbare Ergebnisse, wenn die einzelnen Bauteile im vorhandenen Zustand mit ihrem - vermeintlichen - Aussehen unmittelbar nach der Fertigstellung verglichen werden. Eine nach Bauteilen und Ebenen gegliederte Auflistung der festgestellten Schäden oder Änderungen gegenüber einem vorher bestehenden Zustand dient der späteren näheren Untersuchung als Wegweiser.

2.2.2 Lage bzw. Einbettung des Bauwerkes in das Gelände

Kellerwände, Stützmauern, Außentreppe u. ä. sind erforderlich für die Einpassung des Bauwerkes in das frühere Gelände. An den Stellen der Berührung sind Einwirkungen der dort vorhandenen Materialien möglich. Hierbei handelt es sich in der Regel um Erdanfüllungen, die im Bereich von Stützmauern und Kellerwänden zu Verformungen führen, die wiederum durch Ausbauchungen und Verformungen aus der ursprünglichen Flucht kenntlich sind. Beeinflussungen des Bauzustands können auch durch Maßnahmen in der Nachbarschaft des Gebäudes hervorgerufen werden, die in Hanglagen durch Abgrabungen oder Anschüttungen Veränderungen am Gleichgewicht des Erddrucks bewirken, und die in Tallagen meist durch Kanalisationsgräben und andere Aufgrabungen hervorgerufen werden. Besonders empfindlich sind Bereiche, die Grundwasser führen oder empfindliche Bodenschichten (z.B. Schwemmsande, wasserhaltige Tone) enthalten. Auch ist auf Einwirkungen aus Grundwasserabsenkungen zu achten. Schließlich ist auf zeitlich frühere Unterkellerungen zu achten, die besonders in historischen Ortsgebietslagen zu vermuten sind.

Die schon bei der ersten Zustandsbesichtigung sich ergebenden Feststellungen legen es nahe, von Beginn an neben dem Architekten den Denkmalpfleger und den Ingenieurdenkmalpfleger mit einzubeziehen; in manchen komplizierten Fällen hat es sich als technisch sinnvoll und finanziell wertvoll erwiesen, diesen Kreis von Fachleuten von Anfang an einzubeziehen.

2.2.3 Offenkundige äußere Einwirkungsfaktoren auf das Bauwerk

Die wesentlichsten äußeren Einwirkungen auf ein Bauwerk resultieren aus Witterungseinflüssen, Setzungsverhalten des Baugrunds, Baumaßnahmen in der Nachbarschaft sowie Straßenbaumaßnahmen und Anpflanzungen (treibendes Wurzelwerk, Entzug von Bodenfeuchtigkeit). Witterungseinflüsse lassen sich an Undichtigkeiten der Dachfläche einschließlich Traufen und Dachrinnen und an Schäden in den Putzflächen ablesen. Weitere Witterungseinflüsse stellen auch entstehende Temperatur- und damit Spannungsdifferenzen sowie die Auswirkungen aus der Dampfdiffusion dar.

Aus nachträglichem Setzungsverhalten sind Risse im Mauerwerk beziehungsweise in dessen Innen- und Außenputzflächen, erklärbar. Hierauf ist in der späteren Voruntersuchung detaillierter einzugehen. Weitere Maßnahmen in unmittelbarer und mittelbarer Nähe des Bauwerkes können als äußere Einwirkungen Schäden verursacht haben, soweit diese nicht auch schon im vorstehenden Abschnitt vorgestellt wurden.

Äußere Einwirkungen auf das Bauwerk erfolgen in der Regel auch aus dessen Nutzung, die sich auf die Belastung der tragenden Teile niederschlägt. Hier ist bei der Zustandsbesichtigung auf Verformungen von Decken und Unterzügen zu achten, da diese zuerst unzulässige Überlastungen anzeigen.

2.3 Umfang der Bestandsaufnahme

Der Umfang der Bestandsaufnahme richtet sich zum einen nach den Erfordernissen der Denkmalpflege in Abhängigkeit von der jeweiligen baugeschichtlichen Bedeutung des Bauwerks; zum andern nach den Anforderungen, die der Bauingenieur im Rahmen der von ihm zu erstellenden Nachweise (Standicherheit, Belastbarkeit, und damit zulässiger Nutzung in Bezug auf die möglichen Nutzlasten) für notwendig erachtet. Ferner sind auch die zeichnerischen Voraussetzungen für die restauratorische Befunderhebung zu schaffen. Der Umfang der Bestandsaufnahme richtet sich im Einzelnen nach den geschilderten Ansprüchen. In der Regel sind erforderlich: Grundrisse der einzelnen Stockwerke (das Erstellen von Zustandsplänen ist aber nicht die vordringlichste Leistung des Ingenieurs, sondern das Feststellen der Baukonstruktion), Schnitte in genügender Anzahl, Ansichten (Fassaden) des Gebäudes. Der zu wählende Maßstab dürfte in der Regel zwischen 1:25 und 1:50 liegen. Diese Unterlagen werden vom Architekten oder einem darauf spezialisierten Büro erstellt, sind aber unabdingbare Grundlage für die Arbeit des Ingenieurs beim Ermitteln der vorliegenden Baukonstruktion. Fallweise werden vom Landesamt für Denkmalpflege verformungsgerechte Grundriss- und Schnittaufnahmen verlangt. Diese Unterlagen können entweder von einem in der Denkmalpflege erfahrenen Architekten oder gegebenenfalls von einem Spezialbüro erstellt werden. Gleichfalls fallweise wird für das Bauwerk ein Raumbuch verlangt. Dieses Raumbuch enthält die zeichnerische Abwicklung der Wände mit allem jeweiligen Bestand (z.B. Fenster [einschließlich Rahmen und Flügel], Türen [vollständig mit Rahmen, Türflügel und Türblatt sowie Beschlag], Nischen, Öfen in allen Einzelheiten) und allem Zubehör (z.B. Wandgemälde, ornamentale Verzierungen wie Stuckarbeiten, Holzverkleidungen, Waschbecken, Leitungen), Darstellung von Rissen und Angabe von Verformungen. In gleicher Weise sind Decken und Böden zu dokumentieren.

2.4 Erhebungen zur Vorgeschichte des Bauwerkes

2.4.1 Akten, Unterlagen und Literatur sichten

Akten und Unterlagen können sich befinden beim Besitzer oder bei Vorbesitzern des Bauwerks, bei der Bauaufsichtsbehörde, im Staatsarchiv und in anderen einschlägigen Archiven.

Bei der Sichtung ist nicht nur auf zeichnerische Darstellungen zu achten, sondern auf alles Geschriebene, wie Mitteilungen von Ämtern und Behörden, Baugenehmigungen, Schriftverkehr zwischen allen am Bau oder dessen Unterhalt Beteiligten, Rechnungen, Regiezettel und Lieferscheine. In all diesen Unterlagen, die auf den ersten Blick als unwesentlich erscheinen mögen, sind in vielen Fällen Hinweise auf Reparaturen, deren Art und Umfang, auf Reklamationen, frühere Besichtigungen und Notizen enthalten, welche die Art, Größe und Datierung von Eingriffen in Form von Reparaturen und Umbauten ermitteln lassen.

In der im Internet beim BLfD zugänglichen Denkmalliste (www.blfd.bayern.de im Bereich der Abteilung Z) sind erste Hinweise auf Bautypus, Entstehungszeit und Struktur, gegebenenfalls auch auf den Baumeister abrufbar. Ensembles sind in einer eigenen Liste gesondert ausgewiesen. Die Listen sind nach den bayerischen Regierungsbezirken geordnet.

2.4.2 Bauherren und sonstige Ortskundige befragen

Gute Auskunft über die letzten 50 bis 70 Lebensjahre eines Bauwerks erhält man durch den Bauherrn, den gegenwärtigen Besitzer oder auch Vorbesitzer, durch frühere Mieter, durch näher und entfernter wohnende Nachbarn, je nach Struktur der Ortschaft durch den Ortsgeistlichen oder die Lehrer, gelegentlich bei Bauhandwerkern, die mit Umbauten oder Reparaturen beschäftigt waren.

2.4.3 Behörden und Heimatpfleger einbeziehen

Eine gute Quelle für interessierende Auskünfte sind die Akten der Brandversicherer, Mitarbeiter von Fremdenverkehrseinrichtungen der Gemeinde, Bauämter, die Untere Denkmalschutzbehörde bei Städten und Gemeinden und die ihnen zugeordneten Heimatpfleger.

2.4.4 Weitere Beobachtungen

Alle Erkenntnisse über die Geschichte des Bauwerks sind der Schlüssel zum Umgang mit dem Baudenkmal. Dessen Geschichte und deren Folgen resultieren zum einen aus dem natürlichen Alterungsvorgang (Umwelteinflüsse, Feuer-, Wasser-, Sturm- und Kriegsschäden), der entweder nicht korrigiert (= keine fortlaufende Schadensbehebung, also Pflege) zu Zerstörungen verschiedenen Umfangs führt, oder der auch bei ständiger Pflege dem natürlichen Prozess des Alterns, dem menschlichen Altern gleich, nicht entzogen werden kann.

Der natürliche Alterungsvorgang kann begleitet sein durch den Eingriff in den ursprünglichen Bestand. Diese Eingriffe können ausgeführt worden sein, ohne Folgeschäden hervorzurufen; sie können aber auch so angelegt sein, dass die Konzeption des Bauwerks beschädigt wurde. Ein weiterer Grund der Schädigung kann in einer ursprünglich nicht vorgesehenen Nutzung liegen. Die Überlastungen können dazu geführt haben, dass am Tragwerk nicht mehr umkehrbare Verformungen entstanden sind.



3 Ingenieurtechnische Bauforschung

Bei der Sanierung (verlustfreier Wiederherstellung) eines Baudenkmals muss der Erhalt der historischen Aussagequalität des Bauegefüges im Vordergrund stehen. Die historische Aussagequalität beinhaltet zum einen die Art (Ausführung) der Konstruktion, zum anderen die geschichtliche Hintergrundinformation, die sich aus der Art der Gebäudenutzung erschließt. Während die Gebäudekonstruktion den jeweiligen Stand der Technik repräsentiert, liefern z.B. die Grundrissaufteilung und Ausstattung des Gebäudes Informationen über den sozialen Rang und die Lebensweise des Bauherrn und der auf diesen folgenden Generationen. Um die vorbezeichnete Qualität an Informationen zu ermitteln ist der architekturhistorische Rang (Kategorie) des Bauwerks nicht entscheidend; das heißt, ein einfaches Bauernhaus bietet die gleiche Informationsfülle wie beispielsweise eine Schlossanlage. Inhalt einer tragwerksplanerisch geführten Maßnahme muss es sein, die vorbenannten Aussagequalitäten eines Gebäudes zu erhalten, da sie unwiederbringliche Informationen für die Nachwelt enthalten. Aufgabe des beteiligten Ingenieurs ist es, seine Planung bzw. das tragwerksplanerische Konzept so auf das Gefüge des Objekts abzustellen, dass vorbenannte baugeschichtliche Informationen erhalten bleiben.

Konzeptionell erfordert dies ein Zurücktreten der kreativen Auffassung des Ingenieurs hinter der historischen Planungsleistung seines historischen Vorgängers, der das Tragwerkssystem im Regelfall rein nach Erfahrungswerten dimensioniert und konzipiert hat. Er entwickelte es damit nach Inhalten einer jahrhundertalten, jeweils regional verschiedenen Handwerkstradition. Im Vordergrund steht deshalb die reine Reparatur des bestehenden historischen statischen Systems, die konzeptionell als prothetisch zu verstehen ist, das heißt, was noch funktionstüchtig ist wird mit Ergänzungen beibehalten.

Welcher Arten von Befunduntersuchungen in welchen Teilen des Bauegefüges und in welcher Intensität vorab zu veranlassen sind, hängt von Erhaltungszustand und Komplexität des historischen Bauegefüges (Schädigungsgrad), von der Art der zukünftigen Nutzung (Intensität des Eingriffs) und von der Originalität (Authentizität) des Bestandes ab. Je nach dem aus diesen Faktoren zusammengesetzten, variierenden Bild des Baudenkmals, ist eine bestimmte Kombination an Befunden bzw. Fachleuten (Team) erforderlich, um das Gefüge jeweils so aufzuklären, dass bei einer denkmalgerechten Instandsetzung die Verluste an historischer Information minimiert werden können. Nur wenn eine klare Erkenntnis vorliegt, was die historische Gebäudestruktur ausmacht und welche bauzeitlich jüngere Schichten davon trennbar sind, ist tragwerksplanerisch festlegbar, wo eine konventionelle handwerkliche Reparatur (z.B. Dachwerk) und an welcher Stelle des Baus technisch neuzeitliche Tragwerkskonzepte im deutlichen Kontrast zum Bestand realisierbar sind (z. B. Deckenkonstruktion in Anbau aus dem 20. Jahrhundert).

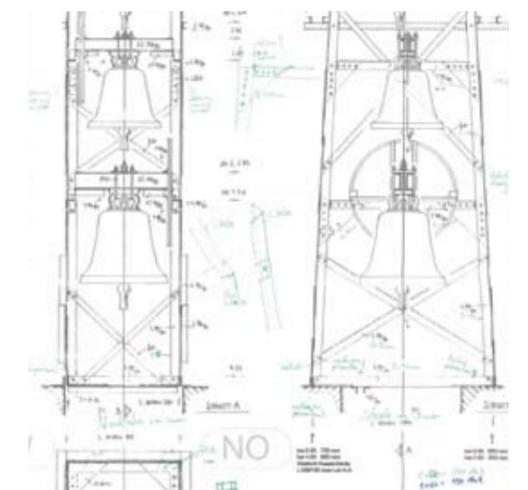
Miteinbezogen in diesen Abwägungsprozess ist die Rolle der Befunderhebung für andere Gewerke (Heizung / Lüftung / Sanitär), da die Art des tragwerksplanerischen Konzeptes die Trassenführung der vorbenannten Gewerke in einer Weise beeinflussen / lenken kann, die dem Baudenkmal schaden können.

Im Allgemeinen sind folgende Befundinhalte erforderlich:

- Bauaufmaß (ggf. verformungsgerecht) mit Klärung des historischen Tragwerksystems
- Baualtersplan
- restauratorische Befunderhebung

Der Erfahrung des Ingenieurs ist es überlassen, gemessen an der gestellten Bauaufgabe, welche Fachleute in welchem Umfang erforderlich sind und welche Intensität die Untersuchungen mindestens besitzen müssen, um einen Schaden für das Baudenkmal auszuschließen.

Je authentischer ein historischer Gebäudebestand ist, desto höher ist die Dichte an historischen Informationen, die ein Objekt zu liefern im Stand ist. In Abstimmung bzw. Beratung mit der Denkmalfachbehörde kann der spezifische Untersuchungsstandard durch den beteiligten Ingenieur festgelegt werden. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang, dass ausschließlich Firmen mit langjähriger Erfahrung einbezogen werden; Lernprozesse können auf Grund der Qualität und Bedeutung der historischen Inhalte (Befunde) nicht mehr am Objekt selbst vollzogen werden, da die Gefahr einer Zerstörung zu groß wäre. Grundsätzlich ist die Entscheidung über die Intensität der Untersuchungen wesentlicher Teil der Maßnahmenabstimmung mit der Denkmalfachbehörde, die immer vor Eintritt in die eigentliche Planungsphase erfolgen soll. Besondere Bedeutung besitzt dies für verschiedene Zuschussverfahren der öffentlichen Hand, die nur greifen, wenn oben genannter Vorabstimmungsprozess vollzogen wurde. Nach Erteilung des so genannten vorzeitigen Bau- bzw. Maßnahmenbeginns kann ohne Verlust der Förderung mit der Voruntersuchung am Baudenkmal begonnen werden. Daraus geht die zentrale Mittlerfunktion des beteiligten Ingenieurs hervor, die wesentlicher Faktor für das baufachlich und denkmalpflegerisch einwandfreie Ergebnis einer Maßnahme ist. Deutliche Einflüsse gehen hiervon auf die gesamte Finanzplanung einer Maßnahme aus. Je früher die Vorabstimmung erfolgt, desto eher können die Belange des Bauherrn und damit der Nutzung auf das historische Bauwerk / Tragwerk abgestimmt werden. Das hilft Planungsfehler und unnötige Lernprozesse vermeiden und damit können in großem Umfang Kosten gespart werden.



4 Bestandsaufnahme der Bauteile

4.1 Bestandspläne

Als Bestandspläne für die Erkundung der Tragwerksstruktur eignen sich sowohl die genehmigten Eingabepläne als auch die Positions- und Konstruktionspläne. Bei älteren Bauten sind in den Eingabeplänen häufig statische Angaben zu Holzquerschnitten, Deckensystemen, Wandstärken, Abfangungen aus Stahl, Gussstützen und Gewölbbestärken enthalten. Häufig liegen noch kleine Berechnungen bei. Diese Unterlagen befinden sich in der Regel in den Archiven der Bauaufsichtsbehörden. Zu Deckensystemen verschiedener Konstruktion existieren örtliche oder allgemeine Zulassungen mit Bemessungstabellen in der Literatur. Selbst Zeitschriften können als Fundquelle bedeutenderer Bauten nützlich sein. In den ersten Jahrzehnten der Stahlbetonbauweise wurden sogar Bewehrungszeichnungen in Zeitschriften veröffentlicht. Mit Fortschreiten der Prüfpflicht existieren getrennte statische Nachweise, Positionspläne und Konstruktionspläne.

In allen Fällen ist wenigstens die grundlegende Übereinstimmung mit der Ausführung zu prüfen. Dies kann auch durch zerstörungsfreie Prüfung der Bewehrungsstabanzahl erfolgen. Auf der Baustelle sind häufig während der Bauarbeiten Veränderungen vorgenommen worden, die von Bestandsunterlagen abweichen. Sorgfalt ist geboten. Auf spätere Änderungen und Umbauten ist zu achten. Die Abfolge der Umbauten lassen sich am genauesten aus den Genehmigungsakten zurückverfolgen.

Gerade bei jüngeren Stahlbetonbauten mit dichten Bewehrungsnetzen lassen sich die ursprünglichen Ausführungspläne kaum noch mit wirtschaftlich sinnvollem Aufwand wiederherstellen. Hier ist die Dokumentation der Bauunterlagen ausschlaggebend. Die Bestandspläne sind zu prüfen, zu überarbeiten und aus verschiedenen Vorlagen in einen aktuellen Plansatz zu überführen. Die Neuerstellung bleibt die Ausnahme und ist nur bei einfacheren Konstruktionen ohne großen Aufwand zu leisten.

4.2 Aufmaße

Ein Bauwerk kann in Folge verschiedener Einflüsse Verformungen und Schrägstellungen unterworfen werden. In erster Kenntnis der Tragstruktur sind die Lotabweichungen und aus sonstigen Beobachtungen erkennbare Horizontalverschiebungen in wesentlichen Punkten aufzumessen. Im selteneren Einzelfall muss ein verformungsgerechtes Aufmaß erfolgen, um die geometrische Modellbildung für Nachrechnungen später zutreffend aufstellen zu können. Die Entwicklung der Laserscanner zusammen mit entsprechender Software zur Übertragung in CAD-Systeme eröffnet in Zukunft hier neue Möglichkeiten.



4.3 Tragwerke und nicht tragende Bauteile

4.3.1 Vorbemerkung

Jede Stilepoche hat ihre eigenen typischen Bausysteme. Diese lassen sich zum Teil in der Fachliteratur aufspüren. Im Laufe der Zeit ist der ursprüngliche Zustand häufig durch Eingriffe verändert worden. Die vorrangige Aufgabe des Bauingenieurs ist es, den Erstzustand zu ermitteln und die Veränderungen einzuordnen und zu bewerten. Selbst Anschlussdetails können den Weg zu ursprünglichen statischen Systemen weisen. Zum Beispiel sind auch Systemänderungen an Hängewerken durch nachträgliche Unterstützungen auch schon historisch vollzogen worden. Hier ist der Ingenieur auf der Fährte in die Entwicklungsschritte der Baukunst. Nach heutiger Einschätzung können fehlerhafte Systeme auch ein historisches Merkmal sein.

Wie oben erwähnt, kann durch Aktenstudium beziehungsweise Nachvollzug der Genehmigungsabfolge auch die Veränderung der Tragwerke erfasst werden. Ansonsten bestehen hier nur die Möglichkeiten aufgrund von offensichtlichen Materialabweichungen bzw. durch Materialuntersuchungen, nachträgliche Veränderungen bzw. Altersunterschiede von Baustoffen festzustellen. Dachstühle können z.B. aufgrund von Fäulnis an den Auflagerpunkten an der Traufe über Jahrhunderte hinweg einer ganzen Reihe von Kipp- und Senkungsbewegungen, verbunden mit nachträglichen Verstärkungsmaßnahmen oder zusätzlichen Abstützungen unterworfen sein. Dadurch kann auch die Weiterleitung der Lasten sich auf andere Bereiche umlagern.

Nicht selten tragen ebene Tragwerke bei Schwächung oder Überlastung auch räumlich ab, wenn diese Lastabtragung mit geringeren Verformungen möglich ist (nach dem Prinzip des Minimums der Formänderungsarbeit). Manche Fälle lassen sich nur auf solchem Wege noch rechnerisch plausibel nachvollziehen. Vielfach verbergen sich Tragwerke hinter Verkleidungen, Vertäfelungen oder Putz. Erst nach Absprache mit zuständigen Fachleuten sollte das Tragwerk freigelegt werden. Ebenso gilt es, nicht gelungene Restaurierungen aufzudecken. Die konstruktive Eigenart der Tragwerke korrespondiert häufig mit dem verwendeten Material. Hinzu kommt bei historischen Bauten der Vorrang örtlicher Vorkommen von Baustoffen, wegen früher erschwelter Transportbedingungen sowie aus Kostengründen. Die Zustandsaufnahme muss die Alterung, Korrosion, Feuchteschäden, biologische Schäden, Schwind- und Kriechvorgänge, Überlastungen, Plastifizierungen, Dauerstandeffekte aus Dynamik aufdecken. Jeder Baustoff hat dabei seine spezifischen Alterungssymptome.

4.3.2 Holzbauteile

Grundsätzlich sind Holztragwerke sehr lange haltbar und lassen sich an Anschlüssen handwerklich gut verbessern. Sie sind jedoch empfindlich gegen wechselnde Feuchtigkeit, ebenso empfindlich bei höheren, ständigen Querlasten und zeigen dabei ausgeprägtes Kriechverhalten. Hohe Ausnutzungsgrade zeigen sich häufig an verquetschten Anschlüssen, seltener an Spaltrissen. Letztere sind überwiegend dem Schnittmuster und dem Ringschwinden zuzuordnen. Historische Dachtragwerke können im Traufbereich und in Auflagerzonen sowohl hinsichtlich eindringender Feuchte als auch wegen der Einleitung von Horizontalkräften Schäden aufweisen. Wiederverwendung ist bei Holzbalken nicht selten.

4.3.3 Bauteile aus Eisen und Stahl

Sie sind im 19. Jahrhundert als feingliedrige Fachwerke gebaut worden. Im Hallen-, Fabrik- und Brückenbau sind großartige Konstruktionen entstanden. Räumliche Konstruktionen und später Rahmen gehören zum Standardbau. Häufig sind die Fußbereiche korrosionsgeschädigt. Die atmosphärischen Einflüsse haben ein übriges getan. Im Außenbereich ist ständige Wartung unerlässlich, bei Brücken sind wegen des ständig zunehmenden Schwerlastverkehrs Dauerstandsprobleme nicht selten. Nietbilder werden bald historische Raritäten sein. Durch nachträgliche Wärmedämmungen können Wärmebrücken mit Tauwasserbildung und erhöhter Korrosion auftreten. Als überörtlich bekanntes Baudenkmal gilt die Seilkonstruktion der Olympischen Stätten in München mit Acryldach.

4.3.4 Mauerwerk

Mauerwerk gehört mit zur ältesten Bauwerkstechnik. Charakteristisch sind Mischmauerwerk, Zweischaligkeit und geringe Mörtelfestigkeiten. Während früher mit frisch gelöschtem Kalk hohe Festigkeiten erzielt wurden, kann bei ungewaschenen Zuschlagstoffen die Bindekraft des Kalkes verloren gegangen sein. Dies ist in vielen Bauten der Gründerphase der Fall. Feuchtigkeitstransporte in Mauerwerk führen zu vielerlei Schadensbildern. Fehlende Abdichtungen gegen aufsteigende Feuchtigkeit und Oberflächenwasser sind häufig die Ursache für Schäden. Im Grund verhält sich Mauerwerk recht gutmütig, da es durch Gewölbebildung Systemmängel auszugleichen vermag. Kraftverläufe werden häufig durch Rissbilder sichtbar.

4.3.5 Beton- und Stahlbetonbauteile

Sie haben ihre stürmische Entwicklung seit 1900 angetreten. Ein sehr weitreichender Mangel ist die unzureichende Überdeckung der Bewehrung und die nicht dichte Oberflächenstruktur. Ansonsten zeigen Stahlbetontragwerke durch Rissbildung Tragwerksmängel in frühem Zustand an. Bei den heute üblichen großen Abmessungen kommt der Temperaturdehnung eine zunehmend größere Bedeutung zu. Bekannt sind nicht unerhebliche Schäden in Garagen, da die Einflüsse aus Tausalz und Frost bislang in den Vorschriften und in der Fachwelt unterschätzt wurden.

4.3.6 Baugläser

Flachgläser für Bauverglasungen wurden bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts fast ausschließlich im Gusstisch- oder im Mundblasverfahren hergestellt. Die Oberflächen waren dadurch nicht ganz eben und zeigen beim Durchsehen leichte Verzerrungen. Auch Inhomogenitäten (»Schlieren«) sind typisch für alte Baugläser. Derartige Unregelmäßigkeiten im Glas sollten hingenommen werden. Selbst wenn Fenster bzw. Türen nicht restaurierbar sind, sollten alte Verglasungen geborgen und wieder verwendet werden.

Problematisch sind allerdings durch äußere Einwirkung entstandene Glasschäden. Dazu zählen z.B. Verblauungen, hervorgerufen durch Alkaliablagerungen an der Glasoberfläche, oder Erblindungen, entstanden durch andauernde Feuchtigkeitseinwirkung. Auch durch rostende Eisenrahmen können Gläser irreversibel verfärbt werden. Die Beurteilung der Schäden und deren Behebung ist weitgehend Sonderfachleuten vorbehalten.

4.4 Dachhaut

Dächer auf unsanierten Altbauten sind häufig durch mangelnden Bauunterhalt erheblich geschädigt. Das betrifft vor allem Teile des Dachtragwerkes, wie z.B. Schwellen, Pfetten und Sparren. Auch die Lattungen sind in der Regel nicht mehr ausreichend tragfähig oder auch von vornherein unterdimensioniert.

Im Zuge der notwendigen Erneuerung dieser Teile wird meistens auch die Ziegeldeckung geopfert. Bei der Neudeckung kommen dann oft künstlich patinierte Dachziegel zum Einsatz. Gerade Ziegeleiwaren sind gegenüber Umwelteinflüssen sehr dauerhaft. Die meisten Dachziegel, vor allem die sehr robusten Falzziegel, auch wenn sie natürliche Patina zeigen, erfüllen oft noch für lange Zeit ihre Funktion.

Eine Erhaltungsfähigkeit ist dann gegeben, wenn die Wasseraufnahme der bewitterten Fläche nach wie vor gering ist, keine Gefügeschäden und keine Salzschäden vorhanden sind. Hierzu sind vor allem auch die Ziegeluntersichten zu begutachten.

4.5 Fassade

Fassadenbaustoffe müssen einerseits eine Schutzfunktion für die Gebäudeaußenwände erfüllen. Zu dem sollen sie als wesentliches Architekturmerkmal langfristig bestimmten ästhetischen Anforderungen genügen, andererseits sind sie besonders hohen Beanspruchungen ausgesetzt, die komplex einwirken.

Dazu gehören:

- hermische Einflüsse durch Sonneneinstrahlung
- Temperaturwechsel zwischen Besonnung und Beschattung, Tag und Nacht, Sommer und Winter
- hygri-sche Einflüsse durch Einwirkung von Niederschlägen und Luftfeuchte, Wechsel zwischen Befeuchtung und Austrocknung
- chemische Einflüsse durch »sauren Regen« und sonstige Schadstoffe
- biologische Einflüsse durch Bakterien, Algen, Flechten und höhere Pflanzen
- mechanische Einflüsse durch den Gebrauch, durch Wind in Verbindung mit abrasiven Stäuben u. a.

Die Problematik wird dadurch verstärkt, dass oftmals verschiedene Materialien, d.h. Materialien unterschiedlichen Verhaltens, zusammentreffen, z.B. Naturstein und Putz, Putz und Holz und anderes. Oftmals treten frühzeitig Schädigungen ein, die sich mehr und mehr ausweiten und schließlich zum Versagen ganzer Außenwandkonstruktionen, wie bei Holzfachwerken oft zu beobachten, führen können. Bei der Beurteilung von Veränderungen an und in Fassadenbaustoffen ist auch unbedingt zwischen einer Patinierung, die in der Regel erwünscht ist, und tatsächlichen Schädigungsprozessen sorgfältig zu unterscheiden. Bei der Zustandsaufnahme ist deshalb zu erhaltenden Fassaden große Aufmerksamkeit zu widmen. Schon eine sorgfältige visuelle Begutachtung erfordert ein Gerüst oder wenigstens eine Hebebühne. Besonders im Fassadenbereich darf man sich allerdings nicht nur auf visuell erkennbare Veränderungen beschränken, sondern man muss oftmals für den Befund und die Planung benötigte Daten durch Materialuntersuchungen (siehe Ziffer 5.) ermitteln.

Untersuchungsschwerpunkte sind:

- Putze, einschließlich der Putzuntergründe
- Fassadenstuck
- Sichtmauerwerke, hier Steine und Fugenmörtel
- Anstriche und Anstrichuntergründe
- Bekleidungen, einschließlich der Befestigungen bzw. Tragkonstruktionen
- Anschlussbereiche zwischen verschiedenen Bauteilen bzw. Baustoffen
- Gesimse und deren Verankerung

4.6 Technische Gebäudeausrüstung (TGA, Haustechnik)

Weniger bekannt ist, dass Ingenieure auch bei der Planung, Instandhaltung und Modernisierung der technischen Gebäudeausrüstung mitwirken. Zur »Haustechnik« zählt neben den Heizungs-, Lüftungs- und Sanitär-gewerken auch das Elektrogewerk. Nur in den seltensten Fällen wird hier das tatsächliche Erhalten von alten, denkmalwürdigen Installationen gefordert sein, da meist die modernen Anforderungen des Wärme-, Schall- und Brandschutzes dem reinen Erhalt bauordnungsrechtlich entgegen stehen.

Vielmehr ist es hier dem Ingenieur vorbehalten, den Einbau neuer technischer Geräte und Leitungsführungen behutsam im Bestand zu gestalten. Viele Detaillösungen sind gerade in diesem Fall auch bei bester Vorplanung nur vor Ort im Zuge einer sorgfältigen Abstimmung möglich, so dass hier u.a. die Fähigkeiten des Ingenieurs als Bauleiter und Schnittstellenkoordinator gefragt sind.

4.7 Gründung und Baugrund

4.7.1 Bauwerksgründungen

In der Regel sind historische Gebäude zu flach gegründet. Doch die Auswirkung von Unregelmäßigkeiten im Baugrund sind durch Nachgründungen in der Regel beherrschbar. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen sind mit dem BLfD abzustimmen.

Während Holzpfehlgründungen bereits aus der Antike bekannt sind, gehören die überwiegende Anzahl der Tiefgründungen wie Pfähle, Brunnen, Schlitzwände und Mixed in Place den neueren Techniken an. Bekannt sind Schäden an Holzpfehlgründungen und Gebäuden bei absinkenden Grundwasserständen. Die ersten Betonpfehlgründungen wurden in Deutschland um 1905 ausgeführt.

4.7.2 Bodenmechanik

Globale Standsicherheitsfragen wie Böschungsbruch oder Hangrutschungen, verbunden mit wasserführenden Schichten können an baulichen Anlagen nicht nur zu Schäden führen, sondern auch die Standsicherheit an sich in Frage stellen.

4.7.3 Geologie

Aus den grundlegenden geologischen Verhältnissen lassen sich z. B. Langzeitsetzungen, Schollenbewegungen u. a. ableiten.

4.7.4 Hydrologie

Die Wasserverhältnisse im Untergrund unterliegen vielerlei Einflüssen. Dies sind sowohl Niederschlagsmengen, als auch Grundwasserentnahmen, Eintiefungen von Flüssen, Renaturierungsmaßnahmen. Im innerstädtischen Bereich kommen ins Grundwasser tauchende Gebäudeteile, Tunnels (oft gedükert), Kanäle und nicht gezogene Spundwände hinzu. Aus Altlasten entweichende Schadstoffe können Baustoffe im Boden angreifen. In Gefällegelagen sind oft Hangwasserläufe und Schichtwasser die Ursache von Schäden.



4.8 Fotodokumentation

Mit photographischen Dokumentationen sollte nicht zu spärlich umgegangen werden. Bilder von Digitalkameras lassen sich heute komfortabel mit Zusatzangaben in Berichte einfügen. Nicht zu vergessen sind dabei Vergleichsmaßstäbe. Der Wert von photographischen Aufnahmen mit ihrer Vielfalt an Aussagekraft kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Ausschnitte fokussieren auf wichtige Details und betonen deren Bedeutung am Gesamtwerk. Bei Schäden unterstützen Ausschnitte die technische Interpretation.

4.9 Sicherungsmaßnahmen

Sicherungsmaßnahmen können sich ergeben, um bei der Zustandserfassung eine erkannte akute Gefährdung zu beseitigen (Notsicherung). Derartige Maßnahmen sind in der Regel temporär. Die Entscheidung über Art und Umfang liegt vorwiegend beim Ingenieur. Eine andere Art von Sicherungsmaßnahme ergibt sich durch vorübergehend notwendige Kraftumlagerungen im Zuge der Instandsetzungsmaßnahmen an Tragwerken (Baubehef). Eine weitere Kategorie der Sicherung ist die im Bauwerk verbleibende, es ergänzende Hilfskonstruktion (Subsidiärkonstruktion). Insbesondere diese Konstruktionen sind in enger Zusammenarbeit mit der Denkmalpflege zu entwickeln.



5 Materialuntersuchungen

5.1 Allgemeine Hinweise

Stoffliche Untersuchungen umspannen einen weiten Bereich, von der einfachen visuellen Erfassung über mechanische Kennwertbestimmungen bis hin zum Einsatz teurer Geräte, wie Rasterelektronenmikroskop oder Röntgendiffraktometer. Dementsprechend weit ist auch die Spanne der Kosten, die durch Materialuntersuchungen entstehen. Es gehört zu den schwierigen Aufgaben des Planers, zu entscheiden, welche Untersuchungen zur Erfüllung einer konkreten Bauaufgabe notwendig sind, und auf welche verzichtet werden kann. In der Regel kennt der Planer die Gesamtkosten einer Baumaßnahme und orientiert daran Umfang und Aufwand für die Voruntersuchung bzw. Materialuntersuchung. Dies darf aber nicht alleiniges Kriterium sein. Größeres Gewicht haben hier der (kunst-)historische Wert von Bauwerken oder Bauteilen und die anzustrebende Dauerhaftigkeit der zutreffenden Maßnahmen, heute oft auch gerne als »Nachhaltigkeit« bezeichnet.

Der Umfang von Materialuntersuchungen lässt sich aus folgender Fragestellung ableiten, wobei objektbezogen durchaus unterschiedliche Prioritäten gesetzt werden können:

- welche Baustoffe / Bauteile sind ursprünglich, d.h. stammen aus der Bauzeit?
- welche Baustoffe / Bauteile wurden später verändert, ausgetauscht, hinzugefügt?
- in welchem Zustand befinden sich die Baustoffe / Bauteile?
- welche Baustoffe / Bauteile haben unter den herrschenden Nutzungsbedingungen standgehalten, welche nicht?
- welche Baustoffe / Bauteile können unverändert erhalten werden, an welchen sind Veränderungen notwendig, um sie zu erhalten, welche müssen ausgetauscht bzw. erneuert werden?

Genauere Materialkenntnis vom Bestand ist auch dann nötig, wenn Materialaustausch oder Materialergänzungen vorgenommen werden müssen, z.B. Ergänzung eines historischen Sichtmauerwerkes.

5.2 Art und Zustand verwendeter Baustoffe

Materialuntersuchungen sind primär nach Bauteilgruppen, sekundär nach Stoffgruppen zu organisieren. Eine Mauerwerksuntersuchung umfasst zum Beispiel sowohl die (verschiedenen) Steinarten, als auch den Mauermörtel, der den Zusammenhalt gewährleisten muss. Außerdem sei darauf verwiesen, dass es vor allem für inhomogene anorganische Baustoffe (zum Beispiel Mauerwerk) kaum zerstörungsfreie Prüfmethoden gibt, die genaue und quantitativ verwertbare Ergebnisse liefern. Die meisten Untersuchungen sind also (partiell) materialzerstörend, was eine sorgfältig geplante und mit den sonstigen Beteiligten (Denkmalpflege) abgestimmte Probenentnahme erfordert.

Im Folgenden werden einige Hinweise auf häufig erforderliche bzw. sinnvolle Untersuchungen unterteilt nach Stoffgruppen, gegeben:

Mauersteine / Mauerziegel:

- Formate, Abmessungen
- Festigkeitskenngrößen, vor allem Druckfestigkeit, E-Modul
- Rohdichte
- offene Porosität (Gehalt an von außen zugänglichen Poren)
- Wasseraufnahmekarakteristik (bei Fassadenbaustoffen)
- Gehalte an bauschädigenden Bestandteilen
- Frost-, Tau- und Wechselbeständigkeit (bei Fassadenbaustoffen)

Mauermörtel:

- Art der Bindemittel bzw. Bindemittelgemenge
- Art und Zusammensetzung der Zuschläge, Korngrößenverteilung
- Mörtelzusätze (auch in historischen Mörteln)
- chemische Umwandlungen, z.B. Vergipsung, Treibmineralbildung
- Schadstoffgehalte

Festigkeits- und Gefügeuntersuchungen sind auch bei Mauermörteln sinnvoll, allerdings lassen sich vor allem bei geringen Festigkeiten oft keine brauchbaren Proben gewinnen.

Putze:

Bei historischen Putzen ist zunächst durch restauratorischen Befund zu klären, ob Malschichten vorhanden sind, die eine Probenentnahme einschränken.

- Art der Bindemittel bzw. Bindemittelgemenge
- Art und Zusammensetzung der Zuschläge, Korngrößenverteilung
- chemische Umwandlungen, vor allem Vergipsung bzw. Bindemittelverlust bei bewitterten Putzen
- Schadstoffgehalte
- Haftung (Haftfestigkeit) am Putzgrund
- Haftzugfestigkeiten an der Putzoberfläche
- Festigkeitsprofil (vor allem bei bewitterten, historischen Putzen)
- Porosität
- Wasseraufnahmekarakteristik (Fassadenputze)

Bauhölzer (konstruktiv beansprucht):

- Art der Hölzer
- bei Erfordernis dendrochronologische Untersuchung zur Datierung
- Art und Umfang möglichen Befalls durch Insekten oder Pilze

Bevorzugt sind zu berücksichtigen:

- Kontaktstellen zu Mauerwerken, z.B. Auflager
- schlecht belüftete Bereiche
- Bereiche häufiger Tauwassergefährdung
- Holzfeuchten an kritischen Stellen
- Art und Konzentration in Poren eingelagerter löslicher Verbindungen (i.d.R. Salze) in Bereichen auffälliger Mazeration
- Art und Schichtdicke von Beschichtungen, soweit ein Verdacht auf schädigenden Einfluss besteht.

Beton / Stahlbeton:

- Art und Zusammensetzung der Zuschläge, Korngrößenverteilung
- Porosität
- Wasseraufnahme (bei bewitterten Konstruktionen)
- Rohdichte
- Druckfestigkeit / E-Modul
- Schadstoffgehalte (bei entsprechender Belastung)

zusätzlich bei Stahlbeton:

- Lage der äußeren Bewehrung (zerstörungsfrei)
- Betondeckungen (vor allem Problemzonen berücksichtigen, z.B. Knotenpunkte)
- Carbonatisierungsprofil
- Zustand korrodierter Bewehrung (Restquerschnitte)
- Haftzugfestigkeiten oberflächennaher Bereiche

Stahl / Eisen / Verbindungsmittel:

- Korrosionszustand, Restquerschnitte; hierbei sind auch Verbindungsmittel wie Nieten und Schrauben zu berücksichtigen
- mechanische Kennwerte
- Gefügeuntersuchungen (Untersuchungen am Dünnschliff, Röntgenuntersuchung), vor allem, wenn eine hohe Temperaturbeanspruchung, z.B. durch Brandeinwirkung erfolgt ist
- Untersuchungen zur Schweißbarkeit (bei notwendigen Verstärkungen oder Ergänzungen)

5.3 Erfassen von Schadensmechanismen

Die baustoffschädigende Wirkung von Wasser in Verbindung mit Frost ist hinreichend bekannt. Oftmals sind Baustoffschädigungen aber die Folge komplexer Prozesse an denen biologische, chemische und physikalische Vorgänge zusammenwirken.

Werden z.B. eiweißhaltige Stoffe durch Bakterien abgebaut, entsteht am Ende einer Reaktionskette Salpetersäure. Wirkt diese auf kalkhaltige Baustoffe ein, entsteht eine zurecht gefürchtete Verbindung, der »echte« Mauersalpeter. Die Folge ist ein stark lösender Angriff in Verbindung mit hygroskopisch verursachter Durchfeuchtung. Andere Bakterienarten bewirken eine Umsetzung leichtflüchtiger schwefelhaltiger Verbindungen, z.B. von Schwefelwasserstoff, in Schwefelsäure. Auch dies führt zu einem lösenden Angriff, in dessen Folge sich aber auch voluminöse, treibende Verbindungen bilden. Chemische Reaktionen und biologische Vorgänge setzen in der Regel immer das Vorhandensein von Feuchtigkeit voraus. Feuchtigkeit verschlechtert nicht nur bauphysikalische Eigenschaften von Baustoffen, sondern ist auch Trägermedium bauschädigender, löslicher Verbindungen und nicht zuletzt Reaktionspartner.

In betroffenen Bereichen, z.B. erdberührten Mauerwerken oder häufig durchfeuchteten Fassaden, sind deshalb entsprechende Untersuchungen angezeigt.

- Feuchtegehalte, Feuchteverteilung im Bauteil (um Feuchtegehalte richtig zu deuten ist es sinnvoll, sie auf Sättigungsfeuchten, d.h. Feuchtegehalte bei Porensättigung, zu beziehen)
- Anteil hygroskopisch aufgenommener Feuchte
- Art, Konzentration und Verteilung bauschädigender Verbindungen
- Anwesenheit biogener Schädiger bzw. deren Auswirkungen (Algen, Flechten, Moose, Bakterien, Pilze, Insekten)



6 Bauphysikalische Untersuchungen

6.1 Wärme- und Feuchteschutz

Unveränderte Altbauten weisen zwar in der Regel unzureichenden Wärmeschutz auf, jedoch sind tauwasserbedingte Schäden in Bauteilquerschnitten relativ selten. Dies ist damit zu erklären, dass wegen der durchgängig kapillar leitfähigen Baustoffe eine relativ schnelle Feuchteabgabe erfolgt und auch die Gebäudehüllen meist selbst stark luftdich-lässig sind. Kritischer sind innen liegende Bauteiloberflächen zu betrachten, die häufiger einer Tauwasserbeaufschlagung unterliegen. In diesem Zusammenhang müssen auch die inneren Oberflächen großformatiger, schlecht wärmedämmender Fenster (z.B. Kirchenfenster) und die angrenzenden Wandbereiche untersucht werden. In diesen Bereichen werden dem Mauerwerk oft beträchtliche Mengen an Feuchtigkeit zugeführt. Dabei sollte auch geprüft werden, in welchem Zustand sich möglicherweise vorhandene Sammelgefäße und Ableitungsrinnen für Tauwasser befinden. Anhaltende oberflächennahe Durchfeuchtungen haben oft Pilzbefall (Schimmel auf organischen und anorganischen Baustoffen, holzerstörende Pilze in Holzbauteilen) zur Folge. Weiterhin verursachen die Feuchtigkeit lösende und treibende Schädigungsprozesse an den Bauteiloberflächen, in der Regel an Putzen.

Besonders genau sind nachträglich angebrachte Zusatzdämmungen zu überprüfen. Das betrifft vor allem Wandinnendämmungen und Dachgeschossdämmungen. Diese Prüfung ist notwendig, obwohl die meisten älteren Dämmungen ohnehin unzureichend sind. Sie sind sehr oft auch falsch ausgelegt und schlecht, d.h. mit erheblichen Mängeln behaftet, ausgeführt. Es ist deshalb zu untersuchen, ob tauwasserbedingte Folgeschäden in Bauteilquerschnitten vorliegen. Besondere Aufmerksamkeit erfordern Fachwerk-Außenwände, bei denen die Holzteile schwer zugänglich sind.

Wie oben erwähnt, ist der Wärmeschutz von Altbauten, auch wenn in der Vergangenheit »Sanierungsmaßnahmen« durchgeführt worden sind, nach heutigen Maßstäben unzureichend. Zu bewerten sind vor allem Außenwände, oberste Geschossdecken, unterste Geschossdecken und Decken über unbeheizten Räumen bzw. Durchfahrten.

Bei der Überprüfung des Wärmeschutzes sind auch mögliche Wärmebrücken zu berücksichtigen. Besonders bei Außenwänden haben sich dazu thermografische Aufnahmen bewährt. Als Bewertungskriterium sind die Anforderungen der EnEV 2002 heranzuziehen. Diese gilt grundsätzlich auch für historische Bauwerke. Nur in begründeten Einzelfällen sind Ausnahmen zulässig.

6.2 Schallschutz

Bei der Bewertung des vorhandenen Schallschutzes sind vor allem Innenwände und Decken zwischen genutzten Einheiten zu überprüfen. Dies wird vor allem im Zuge von Neuaufteilungen bzw. der Umnutzung von Gebäuden erforderlich. Holzbalkendecken mit massigen Füllungen, z.B. Schüttungen auf Lehmverstrich, Gipsdielen, Formziegeln usw., erreichen unter Umständen relativ gute Luftschalldämmwerte. Decken mit derartigem Aufbau sollten nach Möglichkeit erhalten werden. Bei Holzbalkendecken muss allerdings generell von unzureichenden Trittschalldämmwerten ausgegangen werden.

Die Vorkehrungen gegen Brandausbreitung und Rauchausbreitung stellen häufig für Denkmäler und Ensembles sehr harte Forderungen dar. Aber auch hier gilt es intelligent mit den Baustoffen, Raumanordnungen und Nutzungen umzugehen. Ein historisch wertvolles Treppenhaus, das als nicht notwendige Treppe eingestuft werden kann, kann oft vollumfänglich in historischem Zustand erhalten werden.

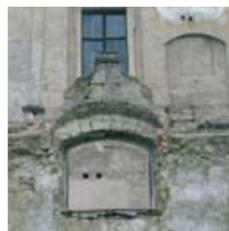
7 Brandschutz

7.1 Vorbeugender Brandschutz

Der vorbeugende Brandschutz setzt die Anforderungen fest, weist Fluchtwege aus und definiert die Feuerwiderstandsdauer für die einzelnen Bereiche. Mit technischen Ausrüstungen wie Sprinklerung lassen sich in Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde Feuerwiderstandsklassen reduzieren. Hier hilft auch die moderne Technik mit neuen Löschmethoden, bei denen nur noch ein Bruchteil an Wasser versprüht wird. Beim Einbau von Brandschutzverglasungen lassen sich die Raumwirkungen häufig erhalten. Nicht abgeschlossene Fluchttreppenbereiche sind eine häufige Mangelstelle.

7.2 Konstruktiver Brandschutz

Im konstruktiven Bereich sind die einzelnen Bauteile hinsichtlich ihrer erforderlichen Feuerwiderstandsdauer nachzuweisen. Hier ist im Denkmalschutz von Ausnahmen gezielt Gebrauch zu machen. Auch Sonderanwendungen helfen weiter. Zum Beispiel kann mit aufschäumenden Mitteln eine Guss säule für die Feuerwiderstandsdauer F 90 nachgewiesen werden. In besonderen Fällen kann dies bis zur Stellung einer Brandwache gehen, die einen Entstehungsbrand wirkungsvoll bekämpfen kann.



8 Zusammenfassung

Als Ergebnis der dargestellten Erhebungen und Untersuchungen ergibt sich eine Vielzahl von subjektiv gewonnenen Eindrücken aus Begehungen, Gesprächen und Erläuterungen, die auch gerne als »das Erfühlen historischer Bausubstanz« bezeichnet werden. Daneben wird bei diesem Vorgehen eine Menge an rationalen Erkenntnissen und Ergebnissen aus physikalischen Messungen, chemischen Analysen und statischen und bauphysikalischen Berechnungen gewonnen. Diese Summe der Erkenntnisse muss nun zusammen mit den anderen am jeweiligen Projekt Beteiligten zu einem gemeinsam getragenen Konzept verarbeitet werden, welches dann die Grundlage für die Ausführungsplanung bildet. Beim Bauen im Bestand und in der Denkmalpflege liegt der besondere Reiz darin, dass es in der gesamten Ingenieur Tätigkeit kaum ein anderes Betätigungsfeld gibt, bei dem man derart breit gefächert – angefangen von bauordnungsrechtlichen Anforderungen über die Abstimmung mit Kunsthistorikern und Bauforschern bis zur Zusammenarbeit mit Architekten und Sonderfachleuten – tätig werden kann.

9 Literaturauswahl

- Ahnert, R.; Krause, K. H.: (1991) Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Band 1, Verlag für Bauwesen, 3. Auflage, Berlin
- Ahnert, R.; Krause, K. H.: (1989) Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Band 2, Verlag für Bauwesen, 1. Auflage, Berlin
- Arendt, C. : (1994) Technische Untersuchungen in der Altbausanierung, Verlag R. Müller, Köln
- Bargmann, H.: (1993) Historische Bautabellen: Normen und Konstruktionshinweise 1870-1960, Werner-Verlag, 1. Auflage, Düsseldorf
- Binding G.; Nussbaum, N.: (1994) Der mittelalterliche Baubetrieb nördlich der Alpen, 3. Auflage, Darmstadt
- Dartsch, B.: (1990) Bauen heute in alter Substanz, historische Baubestimmung und aktuelle Hinweise, Verlag R. Müller, Köln (teilweise Bezug auf alte Normen und Details)
- Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz (Hg.): (1993) Texte zum Denkmalschutz und zur Denkmalpflege, Bonn
- Eberl, W.; Martin, D.; Petzet, M. : (1991) Bayerisches Denkmalschutzgesetz - Kommentar unter besonderer Berücksichtigung finanz- und steuerrechtlicher Aspekte, Deutscher Gemeindeverlag, 5. Auflage, München, 1997
- Fischer, M.: (1990) Wie lange dauern die Werke? Ein Lesebuch für Denkmalpfleger, ihre Freunde und Kritiker, Dt. Kunstverlag, München
- Gerner, M.: (1990) Historische Häuser erhalten und instandsetzen, Augustus Verlag, Augsburg
- Gerner, M.: (1992) Handwerkliche Holzverbindungen der Zimmerer, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart
- Kleeberg, Eberl (1990 mit Nachtrag 1993): Kulturgüter in Privatbesitz, Handbuch für das Denkmal- und Steuerrecht, Verlag Recht und Wirtschaft GmbH, Heidelberg
- Knopp, G.; Nusbaum, N.: (1992) Bauforschung. Dokumentation und Auswertung. Arbeitsheft der rheinischen Denkmalpflege 43, Köln.
- Ludwig, F.: (1982) Balthasar Neumann – Dachwerke seiner Landkirchen, Dissertation TU Berlin.
- Mönck, W.: (1995) Schäden an Holzkonstruktionen, Verlag für Bauwesen, Berlin
- Oswald, R.; Lamers, R.; Schnapauff, V. : (1995) Nachträglicher Wärmeschutz für Bauteile und Gebäude, Bauverlag, Berlin, 1995
- Petzet, M.: (1992) Grundsätze der Denkmalpflege. ICOMOS, Hefte des Deutschen Nationalkomitees X, München
- Petzet, M.; Mader: (1993) Praktische Denkmalpflege, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart
- Pieper, K.: (1983) Sicherung historischer Bauten, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München
- Schild, E.; Oswald, R.; Rogier, D.; Schweikert, H.; Schnapauff, V.: (1980) Konstruktionsempfehlungen zur Altbaumodernisierung: Bauteile im Erdreich, Bauverlag, Berlin
- Schmitz, H.; Böhning, J.; Krings, E. : (1991) Konstruktionsempfehlungen: Altbaumodernisierung im Detail, Verlag R. Müller, 2. Auflage, Köln, 1991
- WTA Merkblätter, Aktueller Stand (2007) Hrsg.: Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA-, München;

Impressum

Herausgeber:

Bayerische Ingenieurekammer-Bau
Körperschaft des öffentlichen Rechts
Schloßschmidstraße 3
80639 München
www.bayika.de

3. Auflage 2008

Alle Texte und Bilder sind urheberrechtlich geschützt. Abdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur nach Genehmigung durch den Herausgeber gestattet.

Erarbeitet vom Arbeitskreis »Denkmalpflege und Bauen im Bestand«:
Ernst Georg Bräutigam, Christian Dialer, Wolfgang Eberl, Dietmar Hettmann,
Florian Koch, Herbert Luy, Klaus Pauler, Karl Georg Schütz.

Titelbild: »Fachwerk« von Dipl.-Ing.(FH) Eduard Knoll



Bayerische Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Schloßschmidstraße 3
80639 München
Telefon 089 419434-0
Telefax 089 419434-20
info@bayika.de
www.bayika.de