

Bauwerksdiagnostik

Ein wichtiger Faktor zur Qualitätssicherung bei der Werterhaltung und Sanierung von Gebäuden (Teil 3)

1 Der Untersuchungsplan

Die ermittelten Daten und Erkenntnisse aus einer ersten orientierenden Bauwerksbegehung, der Bestands- und Schadensaufnahme sowie aus der Anamnese (siehe Teil 2 in der BAUSUBSTANZ 3/2012 [2]) fließen in die Planung der notwendigen Untersuchungen ein. Der Untersuchungsplan hat zum Ziel

- ▶ die Methoden für die Untersuchungen vor Ort,
- ▶ die Verfahren für die Prüfungen im Labor,
- ▶ die Bedingungen für die Probenahme (Ort, Zeit, Probenanzahl und -umfang),

festzulegen. Bei der Planung der Untersuchungen werden

- ▶ die Vorgehensweise (Ablauf der Untersuchungen, räumliche und zeitliche Bedingungen, Besonderheiten der Untersuchungsdurchführung),
- ▶ die Untersuchungen (Umfang, Verfahren und Methoden, Geräte, Laborpartner),
- ▶ die Kosten für die Untersuchungen
- ▶ die Skizzen zum Aufmaß fixiert bzw. erstellt.

Praktische Hinweise für die Planung:

- ▶ Hilfreich ist eine detaillierte, schrittweise Terminplanung für die Abfassung der Arbeit und die Durchführung der Untersuchungen.
- ▶ Die Auswertung aller vorhandenen Dokumente und Daten ist möglichst frühzeitig einzubeziehen.

- ▶ Alle Arbeitsschritte sind sorgfältig zu dokumentieren (wie Abfolge der Untersuchungen, Kriterien für die Auswahl des Untersuchungsmaterials).
- ▶ Zeitpuffer während der Untersuchungen/Prüfungen sollten eingeplant werden.
- ▶ Eventuelle Probleme sind zu berücksichtigen (z.B. Einholung von Sondergenehmigungen, Beschaffung spezieller Technik).
- ▶ Bei Ausführung klimatisch bedingter oder jahreszeitabhängiger Untersuchungen ist der Zeitablauf zu benennen.

Die Untersuchungen sollten durch dafür ausgewiesene Fachkräfte bzw. -einrichtungen durchgeführt werden, da diese einen hohen Sachverstand voraussetzen. Die Bewertung des jeweils konkreten Einzelfalls ist unter Hinzuziehung aller vorhandenen Informationen vorzunehmen. Eine einfache schematische Herangehensweise ist problematisch, jedoch sind einzelne Handlungsschritte prinzipiell notwendig. Von besonderer Wichtigkeit ist die Erstellung präziser Aufzeichnungen (Protokolle, Messergebnisse, Skizzen, Fotos usw.).

Es ist anzustreben, dass die vorgesehenen Untersuchungen die Substanz des Objektes schonen und dabei deren Aussagekraft sowie die Kosten vergleichbar bleiben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass bereits im Untersuchungsplan festgelegt wird, welcher Art, an welchem Ort

und in welchem Umfang zerstörende Entnahmen von Proben vorzunehmen sind. Betrifft es denkmalgeschützte Bauwerke sind zudem die Eingriffsmöglichkeiten zur Probenahme mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde abzuklären, die dann ggf. auch über restauratorische Untersuchungen und Prüfungen entscheidet.

Aufgrund der Komplexität dieser Thematik ist der Beitrag vorrangig darauf ausgerichtet, einen Überblick zu den Untersuchungen zu vermitteln, die vor Ort und/oder im Labor erforderlich bzw. sinnvoll sind und den dafür anwendbaren Verfahren und Methoden einschließlich Hinweisen zur Probenentnahme. In Abschnitt 3 werden einzelne Untersuchungsaufgaben näher erläutert.

2 Durchführung der Untersuchungen

2.1 Vorbemerkungen

Zu unterscheiden ist zwischen den Untersuchungen vor Ort (am Bauwerk) und Untersuchungen im Labor (an gewonnenen Baustoffproben). Für die Untersuchungen kommen verschiedene Methoden bzw. Prüfungen zur Anwendung, für die eine Entnahme von Proben erforderlich werden kann (hierzu nachfolgend allgemeine Erläuterungen). Im Teil 4 werden gesondert einige wichtige Methoden und Verfahren am Bauwerk und im Labor für die Bauteile Mauerwerk, Betonbauteile und Kons-

truktionshölzer in tabellarischer Form vorgestellt und bildlich dokumentiert.

2.2 Probenahme

Organisation und Ausführung der Probenentnahme wirken sich direkt auf das Prüfergebnis aus. Aus diesem Grund muss der Probenehmer über eine diesbezügliche Qualifikation verfügen.

Eine Entnahme von Proben dient üblicherweise zur weiteren Ermittlung der Art und Ursache(n) von Schäden in einem Labor. Dafür wird Material aus der Konstruktion bzw. aus den Bauteilen gewonnen. Menge, Art, Konsistenz, Verpackung und Versand der Proben hängen vom Untersuchungsziel und den vorgesehenen Untersuchungsmethoden ab. Deshalb ist eine vorherige Abstimmung mit dem Labor sinnvoll. Die Anzahl der Proben muss die verschiedenen Schadensformen, Baustoffe und Bauteile berücksichtigen. Die Proben müssen eine ausreichende Größe besitzen, um repräsentativ für den befallenen Bereich zu sein.

Die für die Entnahme benötigten Geräte bzw. Werkzeuge sind in Abhängigkeit von der zu beprobenden Materialart auszuwählen. Gegebenenfalls sind bestimmte Vorgaben bezüglich der vorgesehenen Laboruntersuchungen zu beachten oder geltende gesetzliche Regelungen.

Typische Methoden der Probenengewinnung bei Mauerwerk und Betonbauteilen sind das Bohren (Bohrmehl, Bohrstücke (siehe Abb. 1)) und die Kernbohrung (Bohrkerne). Auch das Abschlagen oder Herausschneiden von Probestücken von Hand (siehe Abb. 2) rechnet man zu den Standardverfahren.

Neben den für Holzkonstruktionen üblicherweise angewendeten Entnahmemethoden und -geräten wie

einfachen spitzen Gegenständen, Pinsel, Pinzette, Messer, Zuwachs- oder Hohlbohrer, Stechbeitel (Spaltstücke oder Späne vom Holz) kann auch die Entnahme von Balkenscheiben (wie für die Holzaltersbestimmung) notwendig sein.

In einem Protokoll sind die anfangs benannten Angaben zum Probenmaterial sowie Ort, Zeitpunkt, die herrschenden klimatischen Bedingungen, Name und Anschrift des Probenehmers zu dokumentieren. Zudem sind die notwendigen Daten der Entnahmestellen wie z.B. Lage, Richtung, Höhen- und Tiefenprofil aufzunehmen, wofür ergänzend eine Skizze angefertigt werden sollte. Hilfreich sind außerdem Angaben zum Bauwerk selbst, der bestehenden Situation und die fotografische Dokumentation der Beprobungsstelle(n).

Wichtig ist es, bei der Verpackung, dem Transport und der Lagerung entnommener Proben sicherzustellen, dass sich die Stoffkennwerte (wie die Materialfeuchte) nicht verändern.

2.3 Untersuchungen vor Ort (am Bauwerk)

Schädigungen an Bauwerken oder einzelnen Bauteilen treten in vielerlei Arten und Formen auf. Die Ermittlung der möglichen Ursachen und Mechanismen vorhandener Schäden oder gegebenen Gefahren ist soweit realisierbar vor Ort am Objekt auszuführen. Neben den örtlichen Gegebenheiten ist das Umfeld bei der Betrachtung zu berücksichtigen.

Die Untersuchungen am Bauwerk sind nur von fachkundigen Personen vorzunehmen. Typische Untersuchungen sind Sondierbohrungen und Endoskopie zur Erfassung des Gefüges (siehe Abb. 3) und der Abmessungen, Infrarot-Thermogra-



Abb. 1: Entnahmestellen von Mauerwerksproben durch Bohren (Anlegen einer Bohrachse), z. B. für die Feuchte- und Salzanalyse



Abb. 2: Beispiel einer Probeentnahme an einer Außentreppe durch Herausschneiden



Abb. 3: Bohrkern-Endoskopie im Holz und Bohrkernentnahme im Gefach, z. B. für die Feuchtemessung

fie zur Bestimmung der Wandaufbauten, Erfassung charakteristischer Kennwerte bei Rissen, Beobachtung von Bauteilbewegungen, Tragfähigkeit vorhandener Putze/Beschichtungen. Weitere Prüfungen umfassen u. a. qualitative Feuchtigkeitsmessungen, Temperatur- und Klimamessungen und Untersuchungen zu Baugrund, Tragverhalten und hydrogeologischen Verhältnissen.

Wichtig ist die schriftliche Erfassung aller Daten und Wahrnehmungen. Eine Fotodokumentation vermittelt zusätzlich oftmals sehr aussagekräftige Angaben.

2.4 Untersuchungen im Labor

Für eine gezielte Ursachen- oder Schadensermittlung oder die Bestimmung spezieller Kennwerte bedarf es der Einbeziehung von Speziallaboren. Ein entsprechender Nachweis über die jeweilige Eignung des Labors sollte vorliegen.

Die Auswahl der Prüfverfahren ist abhängig von der jeweilig benötigten Aussage (qualitativ/quantitativ), der zu untersuchenden Materialart, der zur Verfügung stehenden Probenmenge (da nicht immer sicherzustellen ist, dass bei der Probenentnahme die für die Laboranalyse vorgeschriebene Menge gewonnen werden kann).

Die Untersuchungen erfolgen in der Regel nach standardisierten Methoden und Verfahren mit den dafür vorgeschriebenen Geräten und unter Verwendung der dazu erforderlichen Chemikalien und Hilfsstoffe. Ebenso ist die Zeit und Art der Aufbewahrung für entnommene bzw. untersuchte Proben geregelt.

Durch die Festlegung des Untersuchungsziels und des dafür ausgewählten und angemessenen Prüfverfahrens können Aussagen zu Zusammensetzung, Aufbau, Struktur und

Gefüge eines Materials/Stoffs sowie der Materialschadensanalyse getroffen werden.

Die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen sind gemäß der Aufgabenstellung in einem Analysenprotokoll (Laborbericht) zu fixieren. Dieses sollte mindestens folgende Angaben enthalten:

- ▶ Name u. Anschrift des Auftraggebers,
- ▶ Name und Anschrift des Auftragnehmers (Labor),
- ▶ Name, Anschrift des Probenehmers (insofern nicht identische mit Auftraggeber),
- ▶ Datum, Ort und Zeit der Probenentnahme,
- ▶ Datum Probeneingang im Labor,
- ▶ Nummer des Auftrages/Probennummer des Auftraggebers,
- ▶ Art, Anzahl, Konsistenz des Probenmaterials,
- ▶ Art der Probenanlieferung und -verpackung,
- ▶ Aufgabenstellung,
- ▶ Prüfmethode/Prüfverfahren,
- ▶ Ergebnisse der Untersuchungen/Bewertung, wenn vom Kunden erwünscht,
- ▶ Datum, Unterschrift.

3 Beschreibung einzelner Untersuchungsaufgaben

3.1 Beurteilung der Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit von Bauteilen ergibt sich hauptsächlich aus den Festigkeitseigenschaften des Werkstoffs, der Form und den Abmessungen. Sind Bauteile schadhaft, ist in einem ersten Schritt deren Tragfähigkeit durch einen Fachkundigen zu kontrollieren.

Ist eine eingeschränkte Tragsicherheit zu vermuten, muss ein Statiker oder Tragwerksplaner in die Untersuchungen einbezogen werden. Für die Ermittlung bestimmter Festigkeits- und

Verformungskennwerten (z.B. Dichte, Dehnung) sind Proben für laboranalytische Prüfungen zu entnehmen.

Zu berücksichtigen sind bei den Kontrollen vor Ort auch die Lage und Einbettung des Bauwerks in das Gelände sowie offenkundig äußere Faktoren, die auf das Bauwerk/Bauteil wirken.

3.2 Materialuntersuchungen

3.2.1 Allgemeine Hinweise

Die Untersuchungen zur Bewertung von Baustoff- (oder stofflichen) Kennwerten umfassen einen weiten Bereich, von einfachen, kostengünstigen Erfassungsmethoden bis hin zur Anwendung modernster, teurer Gerätetechnik. Daraus erwächst für den Planer die Schwierigkeit der Entscheidung, welche Untersuchungen zur Realisierung einer konkreten Baumaßnahme erforderlich sind und auf welche verzichtet werden kann. Unbedingt zu beachten ist der eventuell bestehende kunsthistorische Wert eines Bauwerks oder von Bauteilen und die anzustrebende Dauerhaftigkeit der betreffenden Baumaßnahme.

3.2.2 Ermittlung von Baustoffkennwerten

Durch diese Untersuchungen sollen die Art und der Zustand der verwendeten Baustoffe festgestellt werden sowie eine Bewertung möglich sein, ob ausgebaute Materialien einer Wiederverwendung zugeführt werden können. In Tab. 1 sind häufig erforderliche bzw. ergänzende Untersuchungen aufgeführt.

3.2.3 Erfassen von Schadensmechanismen

Schädigungen an Bauwerken bzw. einzelnen Bauteilen werden oftmals durch eine Vielzahl unterschiedlicher Prozesse aufgrund der Wirkung chemischer, physikalischer und biologischer Vorgänge verursacht.

Tab. 1: Übersicht erforderlicher bzw. ergänzender Untersuchungen, unterteilt nach Stoffgruppen (in Anlehnung an [8])

Stoffgruppe	Art der Untersuchung	Anmerkungen
Mauersteine/ Mauerziegel	<ul style="list-style-type: none"> - Formate, Abmessungen - Festigkeitskenngrößen - Rohdichte - offene Porosität - Mechanismen der Wasseraufnahme - bauschädigende Bestandteile - Frost-, Tau-, Wechselbeständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Druckfestigkeit, E-Modul - Gehalt an von außen zugänglichen Poren - bei Fassadenbaustoffen
Mauermörtel	<ul style="list-style-type: none"> - Art der Bindemittel- bzw. Bindmittel-gemenge - Zusammensetzung und Art der Zuschläge - Korngrößenverteilung - Zusätze im Mörtel - chemisch bedingte Umwandlungen - Gehalte an Schadstoffen - Festigkeits- und Gefügeuntersuchungen 	<ul style="list-style-type: none"> - auch in historischen Putzen - wie Treibmineralienbildung, Vergipsung - wenn Probenahme möglich ist aufgrund der Festigkeit
Putze	<ul style="list-style-type: none"> - Art der Bindemittel- bzw. Bindmittel-gemenge - Art und Zusammensetzung der Zuschläge - Korngrößenverteilung - chemische Umwandlungen - Schadstoffgehalte - Haftung - Haftzugfestigkeit an der Putzoberfläche - Festigkeitsprofil - Porosität - Charakteristik der Wasseraufnahme 	<ul style="list-style-type: none"> - Vergipsung, Bindemittelverlust - Haftfestigkeit am Putzgrund - bei bewitterten, historischen Putzen - bei Fassadenputzen
Konstruktions-hölzer	<ul style="list-style-type: none"> - Holzart - dendrochronologische Untersuchungen (bei Notwendigkeit) - Art und Ausmaß eines möglichen Befalls durch Holzzerstörer (Insekten/Pilze) 	<p>Zu berücksichtigen sind besonders:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontaktstellen zum Mauerwerk - ungenügend belüftete Bereiche - Stellen mit Tauwassergefährdung - Holzfeuchtigkeit in kritischen Bereichen - Art und Dicke von Beschichtungen (insofern Hinweis auf schädigende Einwirkungen besteht) - Bereiche auffälliger Mazeration (Art und Konzentration der in Poren eingelagerten löslichen Verbindungen)
Beton/ Stahlbeton	<ul style="list-style-type: none"> - Porosität - Zusammensetzung und Art der Zuschläge - Korngrößenverteilung - Wasseraufnahme - Druckfestigkeit, E-Modul - Rohdichte - Gehalte an Schadstoffen 	<p>Bei Stahlbeton zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lage der äußeren Bewehrung - Betondeckungen - Profil der Karbonatisierung - Zustand/ Restquerschnitt korrodierender Bewehrung - Haftzugfestigkeit oberflächennaher Bereiche
Stahl/Eisen/ Verbindungs-mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Restquerschnitte und Korrosionszustand - mechanische Kennwerte - Untersuchungen am Gefüge - Beurteilung der Schweißbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - zu berücksichtigen sind Verbindungselemente wie Schrauben und Niete - z. B. bei erfolgter Brandeinwirkung - bei notwendigen Ergänzungen oder Verstärkungen

Chemische Reaktionen und biologische Abläufe sind überwiegend auf das Vorhandensein von FEUCHTIGKEIT zurückzuführen. Feuchtigkeit wirkt sich einerseits auf die bauphysikalischen Eigenschaften von Baustoffen negativ aus. Andererseits beeinflusst verfügbare Feuchtigkeit wesentlich die Mobilität bauschädigender Verbindungen wie Salze.

In die Baustoffe kann Wasser in flüssiger und in gasförmiger Form eindringen. Das Wasser wird jedoch nur in flüssiger Form in den Baustoffen transportiert. Dabei sind eine Reihe von Wasseraufnahmemechanismen zu unterscheiden, durch die der Feuchtigkeitsgehalt in einem Bauteil (z. B. einer Wand) erhöht werden kann und die somit bei den Untersuchungen zu berücksichtigen sind:

- ▶ kapillare Saugfähigkeit (oder Wasseraufnahme),
- ▶ Wasseraufnahme durch Sicker- bzw. Hangwasser im erdberührten Bereich,
- ▶ Wasseraufnahme durch Schlagregen oder Spritzwasser,
- ▶ hygroskopische Feuchtigkeitsaufnahme (oder Wasseraufnahme),
- ▶ Osmose,
- ▶ Wasseraufnahme durch Kondensation,
- ▶ Wasseraufnahme durch Kapillarkondensation (Tauwasserbildung).

Dringt Wasser in einen Baustoff ein, wirkt es als Transportmittel für GELÖSTE SALZE. Diese Salze können sich in Form von Ausblühungen, Verfärbungen, Gefügezerstörungen und Abplatzungen usw. sehr schädlich auf den Baustoff und damit auf ein Bauteil auswirken. Die Auswirkung bauschädigender Salze ist abhängig von deren Art, deren Konzentration im Bauteilquerschnitt und der Verfügbarkeit von Feuchtigkeit.



Abb. 4: Detail einer Innenwand mit flächigen Salzausblühungen, wo eine Probe für eine Untersuchung auf mauerwerkschädigende Salze entnommen wurde.



Abb. 5: Entnahmestelle einer Holzprobe aus einem Ständer im Dachgeschoss für die Untersuchung auf mögliche Holzschutzmittelbelastung



Abb. 6: Hier wurde eine Probe aus dem Fußboden in einer Wohnung entnommen zur Untersuchung der einzelnen verbauten Materialien auf Schadstoffinhalte aufgrund von Geruchsbelästigungen

Die wichtigsten bauschädlichen Salze sind Sulfate (z.B. Gips, Ettringit), Nitrate (z.B. Kalisalpeter), Chloride (Calciumchlorid) und Carbonate (z.B. Soda, Pottasche, Kalk). Zur Feststellung, welche Mechanismen die Schäden am Bauwerk hervorgerufen haben, sind entsprechende Untersuchungen einzuordnen

ALGEN, PILZE, MOOSE UND FLECHTEN sind ebenso wie BAKTERIEN UND HEFEN biologische Kleinstlebewesen, die in der natürlichen Umgebung sehr verbreitet vorkommen. Die Ursachen für das Wachstum von Algen und Pilzen sind vielfältig und zu unterscheiden in

- ▶ bauliche Einflüsse,
- ▶ Umwelt- und klimatische Einflüsse (Feuchtigkeit, Temperatur, Wind, Luftreinheit),
- ▶ bauliche Kriterien,
- ▶ materialspezifische Einflüsse (Eigenschaften von Putz, Beschichtungsstoffen usw.).

Förderlich auf den Bewuchs wirken sich ebenfalls Bäume und Sträucher in unmittelbarer Gebäudenähe aus. Zunehmend eine wesentliche Rolle spielt die Wärmedämmung von Fassaden, die durch nächtliche Abkühlung der Oberflächen die Tauwasserbildung fördern. Jedoch ist die Feuchtigkeit die wesentliche Voraussetzung für eine mikrobielle Ansiedlung.

Ein mikrobieller Bewuchs stellt in erster Linie ein ästhetisches Problem dar, da u.a. Algen und Pilze an der Fassade oftmals schon mit bloßem Auge punktuell erkennbar sind. Ein kurzzeitiger Befall einer Oberfläche durch mikrobiellen Bewuchs schränkt die Funktions- und Nutzungsmöglichkeit des Gebäudeteils nicht ein, auch nicht den Wetterschutz. Besiedeln Algen, Flechten usw. dagegen über einen längeren Zeitraum die Oberfläche, kann eine mikrobielle Zerstörung die Fol-

ge sein (bekannt unter dem Begriff der Biokorrosion).

Nähere Aussagen zum Befall lassen sich letztendlich nur anhand mikroskopischer oder anderer anwendbarer Untersuchungen in einem Speziallabor treffen. Ein Teströhrchen für den Keimindikator-Test erfasst auch die »natürliche Grundbelastung« und ist deshalb nur bedingt aussagekräftig.

Ist ein Befall durch holzerstörende Pilze und/oder Insekten zu vermuten oder bereits offensichtlich, ist zunächst die Art der Schadorganismen und der Umfang des Befalls eindeutig festzustellen, da sich hieraus die erforderlichen Maßnahmen ableiten. Kann anhand der Befallsmerkmale keine konkrete Aussage getroffen werden, sind Laboruntersuchungen zu beauftragen. Bestimmungen von Pilzen und Insekten führen z.B. Holzforschungsinstitute, botanische Universitätsinstitute, staatliche Materialprüfanstalten oder erfahrene Holzschutz-Sachverständige durch. Zu beachten sind bei Probenentnahme und -prüfung die geltenden Regelwerke, Richtlinien und entsprechende Kenntnisse auf diesem Gebiet.

3.3 Untersuchungen von Schadstoffbelastungen

Unter Schadstoffen (oder Giften, hier nachfolgend Schadstoffe benannt) versteht man anorganische, organische oder künstlich hergestellte Stoffe oder Stoffgemische, die schädlich für Menschen, Tiere, Pflanzen oder andere Organismen sowie ganze Ökosysteme sein können. Als »schädlich« wird ein Stoff im engeren Sinne wegen seiner Wirkung auf ein Ökosystem definiert (von den Mikroben bis hin zu Pflanze, Tier und Mensch).

Ein bestimmter, chemisch definierter Stoff (Substanz) ist also nicht

unbedingt in jedem Fall der Kategorie Schadstoff eindeutig zuzuordnen oder aus ihr auszuschließen, sondern es kommt auch auf die Menge und die Umgebungssituation an. Um die Wirkung eines Schadstoffes zu ermitteln, müssen deshalb u. a. Schadstoff-Analysen in Form von qualitativen Nachweisreaktionen und quantitativ-instrumentelle Messungen durchgeführt und dokumentiert werden.

Für den Bereich der Bauwerksdiagnostik wird der Begriff ›Schadstoffe‹ auf solche Stoffe/Stoffgruppen begrenzt, die

- ▶ ausgehend von verbauten Werkstoffen für die Gesundheit des Menschen ein Gefahrenpotenzial darstellen sowie
- ▶ auf biologischem Wege aufgrund einer nicht geeigneten Bauweise entstehen können.

Zu den wesentlichsten, im Rahmen dieses Beitrages behandelten Schadstoffgruppen gehören:

- ▶ Asbest,
- ▶ Wirkstoffe in Holzschutzmitteln,
- ▶ Schimmelpilze mit toxischer Wirkung,
- ▶ ausdünstende Hilfsstoffe oder Lösemittel aus Bauprodukten.

Tab. 2 enthält eine Auswahl von Methoden zur Untersuchung dieser Stoffgruppen.

3.4 Weitere Untersuchungen

Ist die Notwendigkeit gegeben oder besteht die Forderung, so sind weiterer Untersuchungen innerhalb der Bauwerksdiagnostik in Auftrag zu geben wie

- ▶ zur Bauphysik (Wärme- und Feuchteschutz, Schallschutz),
- ▶ zur Dauerhaftigkeit,
- ▶ zum Brandschutz.

4 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Anhand der Erkenntnisse aus orientierender Bauwerksbegehung, der Anamnese und Bestands- und Schadensaufnahme sowie der Zusammenschau der Ergebnisse aller untersuchten Prüfkriterien am Bauwerk und im Labor

- ▶ können die wesentlichsten Schadensursachen beurteilt werden,
- ▶ sind mögliche Schadensfolgen für das Bauwerk abschätzbar,
- ▶ ist die Ermittlung des aktuellen Zustandes eines Bauwerks realisierbar,
- ▶ kann eine entsprechende Schadensbehebung geplant werden.

Zu diesem Zweck ist eine geordnete und genaue Dokumentation sämtlicher Ergebnisse und Aufzeichnungen erforderlich.

Damit sind die Grundlagen vorhanden, um den Ist-Zustand dem

Tab. 2: Untersuchungsmethoden von Schadstoffbelastungen (Auswahl, in Anlehnung an [9])

Art der Prüfung	Methode/Verfahren	Grundlagen/Hilfsmittel	Ziel der Anwendung	Probenahme	Bewertung/Anmerkungen
Belastung durch Asbestfaser	Analyse mittels Rasterelektronenmikroskop und energiedispersiver Röntgenmikroskopie	standardisierte Probenahme- und Faserzählmethode	Ermittlung der Asbestfaserkonzentration in der Raumluft	8-stündige standardisierte Probenahme durch Abscheidung der Fasern auf Goldfilter	nur in Speziallaboren möglich
Belastung durch halogenierte Holzschutzmittel	Beilstein-Reaktion	Werkzeug für Probenahme (wie Messer), Lötlampe oder Bunsenbrenner, Kupferblech oder -rohr mit Halterung, schwarzes Blech	qualitativer Nachweis z.B. PCP, DDT, Lindan vor Ort oder im Labor	Holzprobe oder Altstaub	Vorprüfung, einfache Geräteausrüstung, zeitsparend
Belastung durch halogenierte Holzschutzmittel	gaschromatografische Analyse	Gaschromatograf mit Elektroneneinfangdetektor (ECD) als Detektionssystem	quantitativer Nachweis z.B. PCP, DDT, Lindan im Labor	Hölzer durch Kernbohrer oder Zapfenschneider, Altstaub mittels frischen Pinseln	Vorgaben der PCP-Richtlinie beachten
Schimmelpilzbelastung	mikroskopische Bestimmung an kultivierten Proben	sterile Instrumente (wie Spatel) oder Staubsammel-düse zur Entnahme, sterile Schälchen mit Spezialnährboden	Artenbestimmung	vor Ort durch Materialentnahme an belasteten Oberflächen oder durch gezieltes Absaugen von Objekten	I.d.R. sind weitere Untersuchungen zur Ermittlung und Beseitigung der Ursachen erforderlich.
Messung VOC*	Analyse im Labor z.B. Gaschromatografen mit Massenspektrometer/lamenionisationsdetektor	a) Kurzzeitmessung b) Langzeitmessung	Ermittlung VOC-Konzentration in der Raumluft	a) aktive Probenahme b) Passivsammler	Bei erhöhten VOC-Konzentrationen sind Materialuntersuchungen nötig.

* VOC – leichtflüchtige organische Verbindungen

Soll-Zustand gegenüberzustellen und die Diagnose abzuleiten, wofür verschiedene Wege dienen.

Zum einen ist ein Abgleich der vorliegenden Ergebnisse untersuchter Proben mit Grenz- oder Richtwerten aus Regelwerken, Normen, gesetzlichen Bestimmungen und/oder produktspezifischen Vorgaben bzw. mit wissenschaftlich oder empirisch ermittelten Vergleichswerten in Datenbanken, Wertetabellen usw. vorzunehmen. Durch die Abweichung der Ist-Werte von den praxisüblichen Sollwerten wird zum einen eine Einschätzung der wahrscheinlichen Schadensursachen ermöglicht. Zum anderen nimmt die Anwendung computergestützter Berechnungen durch die anwachsende Verfügbarkeit leistungsfähiger Rechner und Programme wie z.B. zur instationären hygrothermischen Bauteilsimulation immer mehr zu. Auf beiden Wegen – Vergleich mit Sollwerten und Berechnung weiterer Kenndaten – wird die Zielsetzung schließlich erreicht, die Wahrscheinlichkeit von Schadensursachen und somit die Entscheidung und Festlegung geeigneter Maßnahmen und Verfahren zur Sanierung des Bauwerks oder Bauteils zu beurteilen.

Um eine fehlerhafte Bewertung zu vermeiden, ist jedoch die Notwendigkeit des unmittelbaren Zusammenwirkens der Fachkundigen vor Ort am Bauwerk und den Fachmitarbeitern in den Laboren gegeben. Beachtet werden muss, dass sich Ergebnisse aus laboranalytischen Untersuchungen ausschließlich auf die jeweils untersuchte Probe beziehen und deren Übertragung auf das betreffende Bauwerk die Aufgabe des Fachmanns mit den entsprechenden Ortskenntnissen ist. Diesem obliegt es zugleich, Rückschlüsse vom Untersuchungsergebnis auf den geschädigten Bereich zu ziehen.

Die Erarbeitung der Diagnose schafft die Voraussetzung für eine fachgerechte Planung der Instandsetzung auf der Basis der Stand- und Funktionssicherheit des Bauwerks unter Beachtung des Gesamtzieles, also dem Soll-Zustand. Die Instandsetzungsplanung wird ein Thema in einem folgenden Teil dieser Beitragsreihe sein.

Literatur

- [1] Gänßmantel, Jürgen; Horn, Kornelia: Bauwerksdiagnostik. Ein wichtiger Faktor zur Qualitätssicherung bei der Werterhaltung und Sanierung von Gebäuden (Teil 1). BAUSUBSTANZ 3(2012), Nr. 2, S. 36–40
- [2] Gänßmantel, Jürgen; Horn, Kornelia: Bauwerksdiagnostik. Ein wichtiger Faktor zur Qualitätssicherung bei der Werterhaltung und Sanierung von Gebäuden (Teil 2). BAUSUBSTANZ 3(2012), Nr. 3, S. 42–48
- [3] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (Hrsg): WTA-Merkblatt E-1-6 Probenahme am Holz – Untersuchungen hinsichtlich Pilze, Insekten, Holzschutzmitteln, Holzalter, Holzarten
- [4] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (Hrsg): WTA-Merkblatt 4-5-99 Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerksdiagnostik
- [5] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (Hrsg): WTA-Merkblatt 5-6-99 Bauwerksdiagnostik
- [6] Gänßmantel, J.; Bestandsaufnahme und Gebäude-(Zustands-)Analyse. Skript für den WINGS-Studiengang an der Hochschule Wismar
- [7] Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege: Bau-maßnahmen an Baudenkmalen. Reihe Denkmalpflege Informationen. Sonderinfo 2/2008
- [8] Bayerische Ingenieurkammer-Bau: Bauen im Bestand. 2008
- [9] Bauer, Ch.; Wallasch, S.; Schunke, B.; Klopfer, R.; Eckermann, W.; Riks, E.: Wirtschaftliche Konzepte für die Bauwerksdiagnose und Dokumentation in der Instandhaltung, Instandsetzung und Modernisierung. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2001

Bildnachweis

Abb. 1–3: Ingenieurbüro Gänßmantel

Abb. 4–6: Dipl.-Ing. Kornelia Horn

INFO/KONTAKT



Dipl.-Ing.
Kornelia Horn

1979 bis 1983 Hochschulstudium, Fachrichtung Verfahrenstechnik; 1983 bis 2010 Mitarbeiterin in verschiedenen Unternehmen auf den Gebieten Magnetbandforschung, Umweltanalytik, Holz- und Bautenschutz; seit 2010 freiberuflich tätig (Ingenieur-Technische Leistungen).

Sachkundige für Holzschutz am Bau; Mitglied im WTA e.V. (Schriftleitung WTA-News)

Ingenieurtechnische Leistungen Kornelia Horn
Dorfstraße 5
06386 Südliches Anhalt OT Scheuder
E-Mail: konnyhorn@freenet.de



Dipl.-Ing.
Jürgen Gänßmantel

Studium der Verfahrenstechnik; bis 1999 in F&E/AWT Baustoffe/Bindemittel tätig; seit 1999 freiberuflich tätig als Beratender Ingenieur (Ing.-Kammer BaWü); Sachverständiger für mineralische Werkstoffe des Bauwesens (ö. b. u. v. IHK); Sachverständiger für Energieeffizienz von Gebäuden (EIPOS); Energieberater für Baudenkmale; Mitgründer und Vorsitzender des Fachverbands Innendämmung e. V. (FVID); Vorstandsmitglied der regionalen Gruppe WTA-Deutschland.

Ingenieurbüro Gänßmantel
Silcherstraße 9
72358 Dormettingen/Zollernalb
Tel.: 07427 914746
Fax: 07427 914964
E-Mail: buero@gaenssmantel.de