

Standssicherer Holzbau

Bauwerksprüfung und statisch-konstruktive Beurteilung im Holzbau

Eine periodisch durchgeführte Bauwerksprüfung verhindert die Gefährdung von Nutzern. Zudem können rechtzeitig erkannte Mängel und Schäden an der Tragkonstruktion schon mit vergleichsweise geringem Kostenaufwand instand gesetzt werden, denn die Ergebnisse einer Zustandserfassung gestatten eine präzise Einschätzung der notwendigen Maßnahmen. Damit die Bauwerksprüfung gelingt, gibt Florian Scharmacher, Sachverständiger für Holzbau und Holzschutz, Tipps zur Vorgehensweise vor Ort, zu den Methoden zur Zustandserfassung sowie zur statisch-konstruktiven Beurteilung.

■ Von Florian Scharmacher

Bauwerksprüfung im Sinne der ARGEBAU/MBO

Im Nachgang des Einsturzes der Eissporthalle in Bad Reichenhall im Januar 2006 veröffentlichte die Bauministerkonferenz (ARGEBAU) die *Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten* [1]. In den Vorbemerkungen stellt diese klar:

„Nach Art. 3 Abs. 1 der Musterbauordnung (MBO) sind bauliche Anlagen u. a. so instand

zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

Seit jeher trägt daher der Eigentümer/Verfügungsberechtigte die Verantwortung für die ordnungsgemäße Instandhaltung, Wartung, Überprüfung und ggf. Instandsetzung, und die Verkehrssicherheit der baulichen Anlage. Das gilt gleichermaßen für bauliche Anlagen von privaten Eigentümern/Verfügungsberechtigten wie von Bund, Ländern oder kommunalen Körperschaften.

Bei einer ordnungsgemäßen Planung und Bauausführung ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die bauliche Anlage bei bestimmungsgemäßem Gebrauch für die übliche Lebensdauer den bausicherheitsrechtlichen Anforderungen entspricht. Zu dem bestimmungsgemäßen Gebrauch gehört auch ein ordnungsgemäßer Bauunterhalt. Auch bei einer ordnungsgemäßen Bauausführung und einem ordnungsgemäßen Bauunterhalt bleibt allerdings das Risiko, dass bauliche Anlagen durch ‚Alterung‘ beeinträchtigt werden und bei extremen Einwirkungen zum Beispiel von Naturgewalten versagen können.“

Die Hinweise beziehen sich grundsätzlich auf alle Bauwerke im Sinne der MBO [2] mit Ausnahme von Ingenieurbauwerken. (Hier ist die Prüfung nach *DIN 1076 Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung* vorzunehmen.) Dabei unterscheidet die ARGEBAU in zwei Gebäudekategorien (Tabelle 1). Holzbauwerke finden sich in der Regel in Kategorie 2 (u. a. Bauwerke mit Spannweiten über 12 m) wieder.

Im Rahmen der wiederkehrenden Bauwerksprüfung ist entsprechend [1] ein abgestuftes Vorgehen vorgesehen, bei der die Überprüfung der Standsicherheit aus folgenden Teilschritten besteht:

Begehung durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten (ca. alle 2 bis 3 Jahre): Die Begehung durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten umfasst die Besichtigung des Bauwerks auf offensichtliche Schäden. Bei den tragenden Bauteilen wie Stützen, Wänden, Dach- und Deckenträgern und -bindern sind dies v. a. Schäden wie Verformungen, Schiefstellungen, Risse, Durchfeuchtungen, Ausblühungen und Korrosion. Über die Besichtigung des Zustands der tragenden Konstruktion hinaus empfiehlt es sich, darauf zu achten, ob andere

Gefährdungspotenzial/ Schadensfolgen	Gebäudetypen und exponierte Bauteile	Beispielhafte, nicht abschließende Aufzählung
Kategorie 1	Versammlungsstätten mit mehr als 5.000 Personen	Stadien
Kategorie 2	bauliche Anlagen mit über 60 m Höhe	Fernsehtürme, Hochhäuser
	Gebäude und Gebäudeteile mit Stützweiten > 12 m und/oder Auskragungen > 6 m sowie großflächige Überdachungen	Hallenbäder, Einkaufsmärkte, Mehrzweck-, Sport-, Eislauf-, Reit-, Tennis-, Passagierabfertigungs-, Pausen-, Produktionshallen, Kinos, Theater, Schulen
	exponierte Bauteile von Gebäuden, soweit sie ein besonderes Gefährdungspotenzial beinhalten	große Vordächer, angehängte Balkone, vorgehängte Fassaden, Kuppeln

Tabelle: © ARGEBAU [1]

(1) Einteilung der zum Anwendungsbereich gehörenden baulichen Anlagen nach Gefährdungspotenzial und Schadensfolgen

schädigende Einflüsse auf die Standsicherheit vorliegen, wie von außen eindringende Feuchtigkeit, schadhafte Entwässerung und unzuträgliche klimatische Bedingungen im Gebäudeinnern.

Sichtkontrolle durch eine fachkundige Person: Die Sichtkontrolle kann – soweit vertretbar – ohne Verwendung von Hilfsmitteln als intensive erweiterte Begehung von einer fachkundigen Person durchgeführt werden. Werden Schäden festgestellt, die die Standsicherheit beeinträchtigen können, empfiehlt es sich, in Zweifelsfällen eine besonders fachkundige Person hinzuzuziehen.

Eingehende Überprüfung durch eine besonders fachkundige Person: Bei der eingehenden Überprüfung werden durch eine besonders fachkundige Person im Regelfall alle maßgeblichen, auch die schwer zugänglichen, Bauwerksteile handnah auf Schädigungen überprüft. Sie kann sich auch – insbesondere, wenn die besonders fachkundige Person die Tragkonstruktion kennt – auf Stichproben beschränken. Es empfiehlt sich, über die eingehende Überprüfung einen Bericht – gegebenenfalls mit Fotodokumentation – zu erstellen, der auch bei stichprobenartiger Überprüfung die Beurteilung der Standsicherheit der ge-

samten Tragkonstruktion beinhaltet. Darin kann entweder festgehalten werden, dass die tragende Konstruktion keine Schäden aufweist, oder es können die festgestellten Schäden mit einer Beurteilung ihrer Relevanz für die Standsicherheit angegeben werden.

Bei Bestandsbauten, die längere Zeit nicht oder noch überhaupt nicht hinsichtlich der Standsicherheit überprüft wurden, wird empfohlen, möglichst bald eine Sichtkontrolle durchzuführen und je nach Ergebnis zu entscheiden, ob gegebenenfalls eine besonders fachkundige Person hinzuzuziehen ist. Die empfohlenen Zeiträume für Bauwerksprüfungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Bei der Überprüfung der Standsicherheit einer Tragwerkskonstruktion kommt es v. a. auf das Erkennen und Beurteilen von Schäden an. Diese Aufgabe erfordert statische, konstruktive und bauphysikalische Kenntnisse und Erfahrung. Aufgrund dessen wurden in [1] in Abschnitt 4.3 bezüglich der Qualifikation der fachkundigen und der besonders fachkundigen Personen ebenfalls Vorgaben gemacht:

„Fachkundige Personen sind zum Beispiel Bauingenieure und Architekten, die mindestens fünf Jahre Tätigkeit mit der Aufstellung

Kategorie (siehe Tabelle 1)	Gebäudetypen und exponierte Bauteile	Begehung nach 4.2.1 jeweils nach ... Jahr(-en)	Sichtkontrolle nach 4.2.2 jeweils nach ... Jahren	Eingehende Überprüfung nach 4.2.3 jeweils nach ... Jahren
1	Versammlungsstätten mit mehr als 5.000 Personen	1–2	2–3	6–9
2	bauliche Anlagen mit über 60 m Höhe Gebäude und Gebäudeteile mit Stützweiten > 12 m ¹⁾ und/oder Auskragungen > 6 m sowie großflächige Überdachungen ¹⁾ exponierte Bauteile von Gebäuden, soweit sie ein besonderes Gefährdungspotenzial beinhalten	2–3	4–5	12–15

¹⁾ Soweit aus Gründen der Standsicherheit vertretbar, kann sich die Überprüfung auf die betroffenen Gebäudeteile beschränken.

(2) Anhaltswerte für Zeitintervalle für die jeweilige Art der Überprüfung, getrennt nach Kategorie

Holzschäden beeinträchtigen die Stand- und Verkehrssicherheit von Bauwerken!



ZIS Ing-Bau

Die Software für Bauwerksprüfer

- Unterschriftsfertige Prüf- und Zustandsberichte erstellen
- Regelmäßige Bauwerksprüfungen planen und durchführen
- Komplexe Bauwerksstrukturen einfach digital abbilden
- Signifikante Schäden detailliert beschreiben und dokumentieren

Informieren und registrieren auf:
www.zisingbau.de

Jetzt kostenlosen Testzeitraum vereinbaren unter:

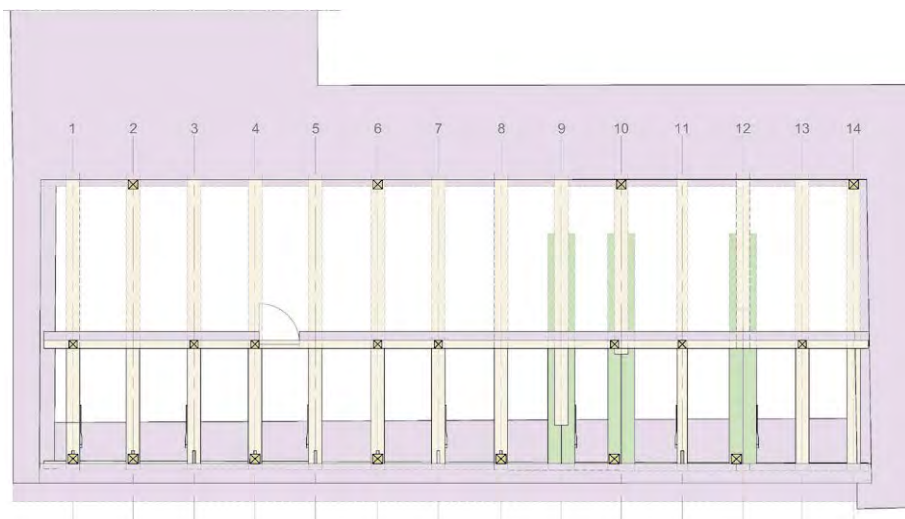
06821 / 970461

Eine Softwarelösung der



WPM - INGENIEURE GmbH

Über 20 Jahre Kompetenz und Erfahrung in der Entwicklung von Zustandsinformationssystemen (SIB Bauwerke)



(3) Aufmaß eines Kirchendachstuhls und Definition der Achsen



Bilder: © Florian Scharmacher

(4) Beispielbild mit Nummerierung und Maßstab

von Standsicherheitsnachweisen, mit technischer Bauleitung und mit vergleichbaren Tätigkeiten, davon mindestens drei Jahre mit der Aufstellung von Standsicherheitsnachweisen, nachweisen können. Sie sollen Erfahrung mit vergleichbaren Konstruktionen nachweisen können. (...)

Besonders fachkundige Personen sind zum Beispiel Bauingenieure, die mindestens zehn Jahre Tätigkeit mit der Aufstellung von Standsicherheitsnachweisen, mit technischer Bauleitung und mit vergleichbaren Tätigkeiten, davon mindestens fünf Jahre mit der Aufstellung von Standsicherheitsnachweisen und mindestens ein Jahr mit technischer Bauleitung, nachweisen können. Sie sollen Erfahrung mit vergleichbaren Konstruktionen in der jeweiligen Fachrichtung nachweisen können."

Die Voraussetzungen für besonders fachkundige Personen erfüllen z. B.:

- Bauingenieure mit oben genannten Qualifikationen
- Prüferingenieure für Standsicherheit/verantwortliche Sachverständige für Standsicherheit für die jeweilige Fachrichtung, Prüferämter für Baustatik
- öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige aus dem konstruktiven Ingenieurbau für das jeweilige Fachgebiet

Ziel der Überprüfung ist, festzustellen, ob die bauliche Anlage bzw. die Gebäudeteile, insbesondere die Tragkonstruktion, noch

der ursprünglichen („geplanten“) Nutzung entsprechen und Schäden vorhanden sind. Es wird daher empfohlen zu überprüfen, ob

- Belastungs- und Nutzungsänderungen oder bauliche Veränderungen eingetreten sind, z. B. Erhöhung der Nutzlasten durch eingelagerte Dachziegel, Schwächung der Tragkonstruktion durch nachträgliche Durchdringungen und Aussparungen,
- die bauphysikalischen Bedingungen der Tragwerkskonstruktion zuträglich sind,
- die Dachabdichtung und die Entwässerung funktionstüchtig und ausreichend dimensioniert sowie insbesondere am Tragwerk keine feuchten Stellen vorhanden sind,
- die Schutzvorrichtungen wie Geländer und Absturzsicherungen einen ordnungsgemäßen Zustand aufweisen, gegebenenfalls mit stichprobenartiger Überprüfung der Befestigungen.

Für den Regelfall werden für Holzkonstruktionen zusätzlich folgende Überprüfungen empfohlen, zu denen je nach Konstellation des Einzelfalls weitere hinzukommen können:

- Holzkonstruktionen auf Risse und Verformungen überprüfen. Dabei insbesondere Schrauben und sonstige Verbindungen auf festen Sitz sowie auf Druckbeanspruchte Stoßflächen auf sattes Aufeinandersitzen überprüfen.
- Holzkonstruktionen auf unzuträgliche Feuchtigkeit überprüfen. Dabei gegebenenfalls den Feuchtegehalt bestimmen sowie Stöße und Risse auf Ein-

dringen von Feuchtigkeit überprüfen. Auf die etwaige Bildung von Wassersäcken und einen Befall durch Holzschädlinge (Insekten und Pilze) achten.

Vorgehensweise

Für den eigentlichen Überprüfungstermin sollten die Örtlichkeiten gemeinsam mit einer für das Gebäude zuständigen Person vorab eingesehen werden. Alle erhältlichen Bauwerksdaten, wie Pläne, Baubeschreibungen und Nutzungsvereinbarungen, sollten hierfür zur Verfügung stehen. Weiterführende Informationen über die Art und Weise der Nutzung seit der Errichtung sind oft hilfreich. So können z. B. die über den Jahresverlauf auftretenden Klimabeanspruchungen und spezielle Beanspruchungen und Einwirkungen auf das Bauwerk besser abgeschätzt werden.

Von großer Bedeutung bei der Zustandserfassung und für das Nachvollziehen von Mängeln in der räumlichen Gebäudestruktur ist die Kenntnis des Tragverhaltens der Gesamtstruktur. Probleme bzw. Mängel in der Gesamtstabilität sind oftmals nur hierdurch zu erkennen. Zudem wurden mehrfach nachträglich bei Installationsarbeiten die wichtigen Stabilisierungsverbände kipp- und knickgefährdeter Bauteile durchtrennt oder aus Unkenntnis gar nicht erst eingebaut. Dies muss der verantwortungsbewusste Experte erkennen und entsprechende Maßnahmen einfordern. Für die Beurteilung einzelner Tragglieder muss die vollständige Zugänglichkeit stets gewähr-



(5) Brettschichholzträger mit Feuchteverfärbungen



(6) Handnahe Überprüfung einer Eishalle mittels Hebebühne

leistet sein. Die gesetzlichen Unfall- und Arbeitsvorschriften sind während der Zustandserfassung einzuhalten.

Für die spätere Beurteilung und Zuordnung der gewonnenen Messdaten sind die zu prüfenden Bauteile im Verlauf der Bauwerksprüfung/Zustandserfassung systematisch zu nummerieren bzw. zu benennen. Die Bezeichnung erfolgt entweder gemäß den Positionen oder den Achsen in den vorhandenen Planungsunterlagen oder durch vorab neu erstellte Pläne bei fehlender/lückenhafter Dokumentation (Bild 3).

In der Praxis haben sich zudem selbstklebende Nummern, mit denen die Untersuchungspunkte und Bauteile gekennzeichnet werden, bewährt (Bild 4). Dies erleichtert die Protokollierung der Messergebnisse und die Dokumentation der Beobachtungen erheblich. Ferner wird hierdurch eine gute Orientierung bei größeren und komplexen Tragwerken erreicht. Es empfiehlt sich, von den wichtigsten Bauteilen maßstäbliche Ansichten vorzubereiten und zur Erfassung von Beobachtungen zu nutzen. Ebenso sollten Protokolle für die Holzfeuchtemessung, die Rissaufnahme und die Fotodokumentation vorbereitet werden.

In Holzkonstruktionen lassen sich die Problemstellen meist frühzeitig durch Verfärbungen (Bild 5) und Risse erkennen, sofern regelmäßig Kontrollen durchgeführt werden. Ernsthafte Schäden sind so einfach zu vermeiden. Aus diesem Grund

steht zu Beginn der Zustandserfassung immer eine sorgfältige visuelle, handnahe Überprüfung und Kontrolle aller Bauteile im Mittelpunkt. In Kombination mit der Holzfeuchtemessung können die erkannten Problemstellen spezifiziert und gegebenenfalls mit ergänzenden Prüfmethoden detailliert untersucht werden. Hierbei gilt es, dass der Aufwand für den Einsatz der spezifischen Messmittel und Prüfgeräte in einem vernünftigen Verhältnis zum Nutzen stehen sollte.

Ein iteratives bzw. stufenweises Vorgehen ist in der Art der Methode und hinsichtlich der Anzahl der Messstellen sinnvoll. Für eine statistisch abgesicherte Aussage sind in der Regel mindestens 15 bis 20 Messergebnisse oder entnommene Proben erforderlich. Erfahrungsgemäß ist dies, mit einem vertretbaren Aufwand und aufgrund der örtlichen Einschränkungen, oft nicht möglich. Aus diesem Grund ist hier hinsichtlich der Anzahl der entnommenen Proben auch ein stufenweises Vorgehen

Methode	Verfahren	Zustand
visuelle/handnahe Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • Fotoaufnahme, Lupe, Mikroskop • Anklopfen und Anschlagen • Maßaufnahme, Einstechen, Anbohren • Rissaufnahme • einfache chemische Prüfungen • Holzfeuchtemessung 	<ul style="list-style-type: none"> • Querschnittsschädigung • Holzart, Holzqualität • Pilz- und Insektenbefall • Hohlräume, Risse • Oberflächenbehandlung • Klebstoffart • chemische Einwirkungen • Deformationen
gängige Prüfverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Bohrkernentnahme • Bohrwiderstandsmessung • Pilodin • Prüfung der Klebfugenqualität • mechanische Bestimmung der Festigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Querschnittsschädigung • Holzdichte • Holzsteifigkeit • Klebfugenqualität • mechanische Eigenschaften
spezielle Prüftechniken	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopie • Ultraschall • Röntgen 	<ul style="list-style-type: none"> • verdeckte Bauteile • Hohlräume • Anschlüsse • Pilz- und Insektenbefall
Belastungsversuche	<ul style="list-style-type: none"> • In-situ Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verformung • Steifigkeit der Gesamtstruktur

(7) Übersicht zu den typischen Methoden der Zustandserfassung von Holzkonstruktionen

Tabelle: © Florian Scharmacher



Bilder: © Florian Scharmacher

(8) Beispiel eines nicht ausreichenden Vorholzes am Knotenpunkten Sparren/Zerrbalken



(9) Dreidimensionales Statikmodell eines historischen Dachtragwerks

zu empfehlen. Weitere Informationen zum Vorgehen bei der Bauwerksprüfung von Holzkonstruktionen finden sich beispielsweise in [3].

Methoden zur Zustandserfassung

Alle getroffenen Aussagen und Befunde müssen belegbar und überdies für den baufachlichen Laien, z. B. den Eigentümer, nachvollziehbar dokumentiert und begründet sein. Die wichtigste Grundregel ist, ausnahmslos alle Bauteile handnah zu überprüfen. Eine stichprobenartige Untersuchung der Tragkonstruktion ist in den meisten Fällen nicht ausreichend. Nur die flächige Überprüfung der gesamten Tragkonstruktion lässt eine fundierte Aussage über den Zustand zu und gibt den Eigentümern wie Nutzern des Gebäudes die notwendige Sicherheit. Ferndiagnosen sind dafür ungeeignet und werden bei einem später eintretenden Schaden von den Gerichten in der Regel als grobe Fahrlässigkeit gewertet. Den verantwortlichen Ingenieur oder Fachmann trifft in diesem Fall die volle Haftung.

Für die Erfassung des aktuellen Zustands von Holzkonstruktionen steht eine breite Palette an zerstörungsfreien, zerstörungsarmen und gegebenenfalls zerstörenden Untersuchungsmethoden zur Verfügung. Die Methoden unterteilen sich in akustische, elektromagnetische, thermische, optische, sowie mechanische, zum Teil zerstörende,

Techniken. Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die typischen Verfahren in der Zustandserfassung von Holzkonstruktionen. Primär erfolgt die Anwendung von zerstörungsfreien und zerstörungsarmen Prüfverfahren. Die verschiedenen Verfahren haben jeweils spezifische Vor- und Nachteile und sind demnach für spezielle Anwendungen mehr oder weniger gut geeignet. Es ist daher wichtig, das optimale Verfahren für die geplante Untersuchung auszuwählen und fachgerecht anzuwenden. Oftmals erhöht die Kombination verschiedener Verfahren die Genauigkeit der zu treffenden Aussagen.

Die Prüfverfahren dienen als objektive Hilfsmittel für die Beurteilung des Bauwerks. Mit ihnen ist der Zustand der Materialien, der Bauteile und des Gesamttragwerks quantitativ messbar. Das zu prüfende Objekt nimmt in der Regel durch die Messungen keine Schäden, und der Verwendungszweck wird nicht beeinflusst. Die Auswertung und Interpretation der erhaltenen Messergebnisse erfordern ein ausgeprägtes Fachwissen sowie eine langjährige Routine. Vertiefende Aussagen über die Leistungsfähigkeit eines Bauteils sind oft nur durch zerstörende Sondierungen oder Probenentnahmen mit anschließenden Laborprüfungen möglich. Es ist deshalb ratsam, vorab die Folgen des erforderlichen Eingriffs dem erzielbaren Nutzen gegenüberzustellen.

Für die weiterführende Modellbildung bei Tragwerksanalysen können zur Abklärung

des Trag- und Verformungsverhaltens zusätzliche Belastungsversuche mit Erfassung der Verformung zweckmäßig sein. Demgegenüber ist eine Dehnungsmessung in Holzbauteilen mit den bekannten Methoden nur erschwert möglich und oft wenig aussagekräftig.

Statisch-konstruktive Beurteilung

Im Rahmen einer statisch-konstruktiven Beurteilung wird das Verhalten eines Tragwerks im Hinblick auf die zu betrachtenden Bemessungssituationen unter Einbezug der maßgebenden Einflussgrößen untersucht. Hinzu kommt der aktuelle Tragwerkszustand.

Hierbei ist es von großer Bedeutung, nicht nur lokal einzelne Bauteile zu untersuchen. Es ist zwingend erforderlich, sich ein Gesamtbild der Tragstruktur zu verschaffen. In diesem Rahmen ist auch eine Betrachtung des bisherigen und zukünftigen Verformungsverhaltens, aber auch die Abwägung möglicher Versagensarten (spröde, duktil, progressiv, usw.) durchzuführen. Zudem muss das Tragwerk hinsichtlich seiner Robustheit betrachtet werden.

Entsprechend [3] empfiehlt es sich, das bei der Planung von Neubauten meist last- bzw. kraftbasierte Denken durch das verformungsbasierte Denken zu ergänzen. Aspekte der Systemwirkung (serielle bzw. parallele Systeme), der plastischen Statik (Schnittkraftumlagerung und Kräfte-

gleichgewicht in zulässigen Verformungszuständen) und der Sichtung von möglichen Reserven im Tragwerk gewinnen stark an Bedeutung. Sinnvollerweise werden dazu die Einwirkungen gruppiert in lastgesteuerte (z. B. Eigenlast, Auflast, Nutzlast), kraftgesteuerte (z. B. Erdbeben) und verformungsgesteuerte Vorgänge (z. B. Setzungen, Temperaturänderungen).

Sonderfall historische Holzkonstruktionen

Insbesondere bei historischen Holztragwerken ist für die statisch-konstruktive Beurteilung ein hohes Maß an Erfahrung erforderlich. Obwohl nur die besten aller errichteten Holzkonstruktionen die Zeit überdauert haben, befinden sich manche historische Holztragwerke aufgrund konstruktiver Mängel in einem Grenzbereich der Tragsicherheit (Bild 8). Hier kommt den Tragwerken zugute, dass die Konstruktion durch die Art der Verbindungen sehr duktil ist und der räumliche Lastabtrag tendenziell unterschätzt wird. Aus diesen Gründen kann in historischen Dachtragwerken aufgrund des großen Lastumlagerungsvermögens oftmals der Ausfall einzelner Bauteile oder Verbindungen kompensiert werden.

Ein wichtiger Schritt für die statische Beurteilung von historischen Tragwerken ist eine realitätsnahe Modellbildung. Wie viel Aufwand beim Erstellen des Modells notwendig ist, um allen Aspekten der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit gerecht zu werden, hängt in erster Linie vom Anwendungszweck ab. Heutzutage ist es für die meisten historischen Dachtragwerke Standard, diese als 2-D-Stabtragwerk abzubilden.

Historische Dachtragwerke sind räumliche Strukturen, wobei jedoch Sparrendächer und Kehlbalckendächer die Lasten vorrangig in der senkrecht zum First verlaufenden Ebene abtragen. Die vollständige, dreidimensionale Modellierung der Dachtragwerke bringt den Vorteil, dass bei einer richtigen Modellierung eine hohe Übereinstimmung mit der Realität erreicht werden kann. Jedoch bringen diese komplexen Modelle auch Nachteile mit sich, u. a. einen deutlich erhöhten Zeitaufwand und eine geringere Fehlertoleranz bei der Eingabe. Das führt in den meisten Fällen dazu, dass ein wirtschaftlicheres Vorgehen in der Praxis bevorzugt wird. Da die Dachtragwerke häufig aus sich wiederholenden, jeweils ebenen Bauteilen (Gespärren) bestehen, bietet sich die Vereinfachung zum zweidimensionalen Modell an. Um jedoch den räumlichen Lastabtrag nicht vollständig zu ignorieren,

werden die in Dachlängsrichtung wirkenden Bauteile wie Rähm oder Stuhlwand häufig durch zusätzliche Auflager oder Federn berücksichtigt.

Unabhängig davon, ob mit einem ebenen oder räumlichen Modell gerechnet wird, ist der entscheidende Punkt die Modellierung der Knotenpunkte. Eine nachgiebige Modellierung der zimmermannsmäßigen Verbindungen in historischen Dachtragwerken ist notwendig, um ein realitätsnahes Tragverhalten abzubilden [4, 5, 6]. Dies betrifft insbesondere die Nachgiebigkeiten in Stabachse (Wegfedern).

Zusätzlich zu den nachgiebigen Verbindungen sollte auch das nichtlineare Verhalten berücksichtigt werden. Hierdurch kann u. a. erreicht werden, dass die Verbindungen nicht mehr Zugkräfte übertragen als konstruktionsbedingt (z. B. aufgrund einer reinen Holznagelverbindung) möglich ist. Ab einer vom Verbindungstyp abhängigen maximalen Zugkraft fallen die meisten Verbindungen aus. ■

Literatur

[1] Bauministerkonferenz, Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU): Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten. Fassung September 2006

[2] Musterbauordnung (MBO). Fassung November 2002, mit Änderung vom 21.09.2012

[3] Müller, A.; et al.: Zustandserfassung und Verstärkung von Brettschichtholz. Workshop, Berner Fachhochschule 2013

[4] Görlacher, R.; Eckert, H.; Falk, V. C. (Hrsg.): Historische Holztragwerke. Unter-

suchen, Berechnen und Instandsetzen. Sonderforschungsbereich Erhalten Historisch Bedeutsamer Bauwerke – Baugefüge, Konstruktionen, Werkstoffe. Universität Karlsruhe 1999

[5] Holzner, S. M.: Statische Beurteilung historischer Tragwerke. Band 2: Holzkonstruktionen. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 2015

[6] Meisel, A.: Historische Dachwerke. Beurteilung, realitätsnahe statische Analyse und Instandsetzung. Zugl.: Graz, Techn. Univ., Diss., 2015. Verl. der Techn. Univ. Graz (Monographic series TU Graz: Timber engineering & technology, 4), Graz 2015

Zur Person



**Dipl.-Ing. (FH)
Florian
Scharmacher,
M. Sc.**

ist gelernter Zimmermann und studierte Holzbau an der Hochschule Rosenheim und Bauingenieurwesen an der Berner Fachhochschule (Schweiz). Er ist von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Holzbau und Holzschutz. Seit 2016 führt er ein Ingenieur- und Sachverständigenbüro in München. Die Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Tragwerksplanung im Holzbau, Holzschutz und Bauwerks-erhaltung.

Kontakt

Ingenieurberatung Scharmacher
Internet: www.ib-scharmacher.de
E-Mail: info@ib-scharmacher.de