

1543

T 3068

13.151

# **Ergänzung bzw. Präzisierung der für die Nachweisführung zur Stand- und Tragsicherheit sowie Gebrauchstauglichkeit von Holzkonstruktionen in der Altbausubstanz maßgebenden Abschnitte der DIN 1052: August 2004**

11497

**VON**

**Karin Lißner und Wolfgang Rug**

## **1. Einleitung**

In den allgemeinen Anforderungen der Landesbauordnungen wird nicht nur für den Neubau baulicher Anlagen die Einhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung gefordert, sondern die geforderte Einhaltung gilt auch für die Änderung und Instandhaltung (damit natürlich auch für die Instandsetzung) von bestehenden baulichen Anlagen.

Weiterhin wird gefordert, dass die von der obersten Bauaufsichtsbehörde eingeführten Technischen Baubestimmungen zu beachten sind. Die einzuhaltenden Technischen Baubestimmungen beinhalten jedoch grundsätzlich nur Regeln für die Errichtung neuer Bauten. Und das, obwohl inzwischen das Bauvolumen im Bereich der Erhaltung, Instandsetzung und Modernisierung der bestehenden Bausubstanz bei ca. 60 % des Gesamtbauvolumens liegt. In Zukunft wird das Bauen im Bestand noch weiter an Bedeutung zunehmen.

Werden durch Umnutzung eines Gebäudes oder durch die Beseitigung von Bauschäden Eingriffe in die historische Bausubstanz notwendig, so sind die in diesem Zusammenhang stehenden statischen Nachweise nach den bauaufsichtlichen Regeln durchzuführen. Gerade bei historischen Holzkonstruktionen ergeben sich bei der Anwendung der bauaufsichtlichen Regeln Sicherheitslücken.

## **2. Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bei Holzbauteilen in der Altbausubstanz**

Ausgangspunkt der Arbeit des Tragwerksplaners bei der Bewertung der Bausubstanz, ihrer Erhaltungswürdigkeit und Prüfung auf Instandsetzungsnotwendigkeiten ist die allgemeine Überprüfung der statisch-konstruktiven Funktionsfähigkeit der eingebauten Bauteile.

Die neue Berechnungsnorm für den Holzbau, DIN 1052:2004 gilt nach Abschnitt 1 sinngemäß auch für Bauten im Bestand, soweit in den speziellen Normen nichts anderes bestimmt ist.

Die bisherige Praxis der statischen Beurteilung von historischen Holzkonstruktionen entspricht nicht den bauaufsichtlichen Anforderungen. Allgemeingültige Regelungen zum Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Holzkonstruktionen in Altbauten wurden bisher nicht erarbeitet und sind auch in der DIN 1052:2004 nicht enthalten.

### **2.1 Klassifizierung des verbauten Holzes**

Ungeschädigtes Altholz weist gegenüber vergleichbarem Neuholz keine Festigkeitsunterschiede auf. Eine Festigkeitssortierung des Altholzes ist somit unter Anwendung der geltenden Sortierkriterien für Neuholz (DIN 4074) möglich, wenn der untersuchende Fachmann über die entsprechende Sachkunde verfügt.

Der Baustoff Holz ist ein geregeltes Bauprodukt, d. h. die genormten Festigkeitskennwerte sind auch für Altholz anwendbar. Streng genommen aber nur, wenn das Holz nach den für unverbautes Holz geltenden bauaufsichtlichen Regeln nach DIN 4074 festigkeitssortiert

wurde. Die Übereinstimmung der Sortierung nach den bauaufsichtlichen Regeln der DIN 4074 ist durch ein Übereinstimmungskennzeichen zu bestätigen. Eine visuelle Sortierung darf nach den Regeln der Norm nur von geschulten Fachkräften durchgeführt werden. Die Schulung ist auf Nachfrage gegenüber der Bauaufsichtsbehörde nachzuweisen. Eine maschinelle Sortierung in Festigkeitsklassen kann nur von geeigneten Betrieben und nur mit einer Sortiermaschine sortiert werden, die von einer dafür anerkannten Stelle nach DIN 4074-3 geprüft worden ist.

Die Bedingungen für eine visuelle oder eine maschinelle Festigkeitssortierung sind aber beim verbauten Holz häufig nicht gegeben. Eine Festigkeitssortierung findet in der Praxis im Allgemeinen gar nicht statt, da die Praktiker die Bedeutung einer Festigkeitssortierung als eine wesentliche Voraussetzung für den Nachweis der Tragfähigkeit gar nicht kennen oder gar unterschätzen. Zusätzlich ist das Holz in den meisten Fällen durch biotischen Befall geschädigt. Weitere Schädigungen mit Auswirkungen auf die Stand- und Tragsicherheit können hinzukommen.

Im Zusammenhang mit einer fachkundigen Bauzustandsuntersuchung sind Altholzbauteile nach den Kriterien der DIN 4074 visuell zu sortieren und es ist festzulegen, welcher Holzart und Sortierklasse das Holzbauteil entspricht. Die Sortierkriterien stellen Mindestforderungen dar, die bezogen auf die jeweilige Festigkeitsklasse nicht überschritten werden dürfen. Sie gelten als Klassengrenzen für die jeweilige Sortierklasse. Und ihre Einhaltung sichert die Zuverlässigkeit der in der DIN 1052:2004 für die jeweilige Sortierklasse geltenden Festigkeitseigenschaften.

Für eine visuelle Sortierung von Altholz sind als wesentliche festigkeitsbestimmende Sortierkriterien die Ästigkeit, Schwindrisse und bei Nadelholz die Jahrringbreite zu beachten. Bei Einhaltung der Kriterien erhält man Holz niedriger Tragfähigkeit (S7/LS7), Holz normaler Tragfähigkeit (S10/LS10) und Holz hoher Tragfähigkeit (S13/LS13). Weiterhin ist in jedem Fall die Holzfeuchte zu bestimmen.

Auch bei der maschinellen Sortierung sind diese Kriterien zusätzlich zur Erfassung eines zuverlässig messbaren Festigkeitsparameters zu erfüllen. Mit einer maschinellen Festigkeitssortierung lassen sich unter Einsatz geeigneter Messverfahren höhere Festigkeiten erschließen. Hierfür gibt es aber noch keine bauaufsichtlichen Regeln.

Zusätzlich zur Sortierung des Altholzes sind Schädigungen oder Baumängel mit wesentlichem Einfluss auf die Stand- und Tragsicherheit sowie Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

## **2.2 Bewertung von Schädigungen auf die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit**

Konstruktionen in Altbauten unterliegen über ihre teilweise sehr lange Nutzungszeit den unterschiedlichsten Beanspruchungen. Langandauernde Belastungen führten zu Kriechverformungen, Überlastungen verursachten Brüche, langandauernde Feuchte förderte tierischen oder pflanzlichen Befall der Holzsubstanz, Eingriffe der Nutzer in das Tragwerk veränderten das ursprüngliche statische System, langzeitige Temperatureinwirkung oder aggressive Medien veränderten die Holzstruktur, Brände und Bombenabwürfe schädigten die Konstruktion, Baumängel aus der Entstehungszeit führten zu Überbeanspruchungen, frühere unsachgemäße Instandsetzungen schädigten die Konstruktionen u.s.w. Daraus ergibt sich, dass Altbaukonstruktionen in den seltensten Fällen den Regeln der Norm entsprechen und in jedem Einzelfall zusätzliche Untersuchungen zum Bauzustand, der Art und dem Umfang der Baumängel und Bauschäden sowie den Schadensursachen notwendig werden.

Ohne diese zusätzlichen Untersuchungen kann keine fachkundige Entscheidung zu der Erhaltungsfähigkeit der Konstruktionen und der Instandsetzungsstrategie gefällt werden. Je nach Bedeutung des einzelnen Bauteils für das Tragverhalten der gesamten Konstruktion und zusätzlicher denkmalschutzrechtlicher Anforderungen ergeben sich differenzierte Fragen,

die im Rahmen der Beurteilung der Standsicherheit, Trag- und Nutzungsfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit von Holzbauteilen in Altbauten zu klären sind.

Bei Konstruktionen im Altbau geht es deshalb nicht wie bei neuen Bauwerken um den freien Entwurf von Bauteilen, sondern in erster Linie um die Bewertung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von verbauten Bauteilen im Hinblick auf ihre weitere Nutzung. Bedingt durch die Nutzungsgeschichte einer bestehenden Konstruktion sind zusätzliche Prüfungen und Untersuchungen notwendig. Es gilt in jedem Fall sorgfältig zu prüfen, ob die Eingangsgrößen in die Berechnung (wie z.B. Lastannahmen, Festigkeitsklasse, Festigkeit, Tragfähigkeit der Verbindung, vorhandene Querschnittsmaße, Einhaltung von Randabständen und Mindestquerschnitten, notwendige Abminderungen oder Erhöhungen der Tragfähigkeit) im vorliegenden Fall zutreffend sind. Der Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit schließt deshalb zusätzliche Untersuchungen zum tatsächlichen Kraftfluss und dem real vorliegenden statischen System sowie aus der zukünftigen Nutzung resultierenden statischen Anforderungen ein.

So müssen die vom Tragwerksplaner getroffenen Annahmen vor Ort genau analysiert werden. Der Tragwerksplaner hat in jedem Fall eine genaue geometrische Erfassung der wesentlichen Bauteile und Verbindungen selbst vorzunehmen und diese zeichnerisch exakt zu dokumentieren. Liegen Bestandsunterlagen vor, so muss er diese sorgfältig prüfen und gegebenenfalls ergänzen. Unerlässlich ist hierbei die exakte Feststellung der Struktur des Lastabtrages mit den maßgebenden Verbindungen und Aussteifungen sowie der einflussgebenden Verformungen. Besonders wichtig ist dabei auch die Festlegung der in realistischer Näherung anzunehmenden statischen Systeme und der maßgebenden Beanspruchungen bzw. Belastungen.

Grundsätzlich muss ebenfalls geprüft werden, welche Anforderungen aus den Normen nicht eingehalten werden können. Dies erfordert eine Standsicherheitsuntersuchung zum Zeitpunkt vor einer notwendigen Sanierung und Instandsetzung sowie eine Untersuchung unter Berücksichtigung künftiger Nutzeranforderungen.

Danach kann ein fundiertes Standsicherheitskonzept entwickelt werden, welches Vorschläge für Instandsetzungen, Entlastungen, Verstärkungen, Veränderung der vorhandenen Tragstrukturen oder auch die begründete Abweichung von Neubauserfordernissen und -grenzverformungen enthält.

Seit Mitte der achtziger Jahre sind in Deutschland verschiedene Aspekte der Beurteilung und Bewertung von Holzbauteilen im Altbau untersucht worden. Der Bericht fasst die wichtigsten Ergebnisse in Form einer Literaturübersicht zusammen.

### **2.3 Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit**

Prinzipiell unterscheidet sich das Vorgehen beim Nachweis der Tragfähigkeit nicht von dem bei neuen Konstruktionen. Allerdings werden die Eingangsgrößen (wie zum Beispiel Lastannahmen, mögliche Lastreduzierungen, Sortier- und Festigkeitsklasse, tatsächliche Festigkeit und Tragfähigkeit des Bauteiles und der Verbindungen, Randabstände, Querschnittsreduzierungen, notwendige Abminderungen oder mögliche Erhöhungen der Tragfähigkeit) nicht frei gewählt, sondern sie sind durch den Bauzustand des Bauwerkes vorgegeben. Der Vorteil dabei ist, dass die Eigenschaften der Konstruktion durch genaue Untersuchungen zuverlässig bestimmt werden können. Andererseits ergibt sich die Notwendigkeit einer umfassenden und fachkundigen Untersuchung aus der Forderung nach Einhaltung der Technischen Baubestimmungen. Auf die Schließung von Sicherheitslücken ist dabei besonderes Augenmerk zu legen.

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind unbedingt einzuhalten.

Überschreitungen der Beanspruchungsfähigkeit der Bauteile und Verbindungen, wie teilweise mit Hinweis auf vorhandene Sicherheitsreserven bei Altbaukonstruktionen empfohlen, sind nicht zu tolerieren. Ob zusätzliche Sicherheiten genutzt werden können, kann nur für jeden

Einzelfall fachkundig festgestellt werden. Bisher gibt es hierzu aber keine grundlegenden Untersuchungen und auch keine entsprechenden Richtlinien.

Mit der Festlegung der Festigkeitsklasse lassen sich auch Aussagen zur Tragfähigkeit der in DIN 1052 geregelten zimmermannsmäßigen Verbindungen treffen. Hier regelt die DIN 1052 jetzt die Nachweise für Versätze, Zapfen und Holznägel bis 30 mm Nageldurchmesser. Bei stiftförmigen Verbindungsmitteln lässt sich für die festgestellte Sortierklasse die charakteristische Lochleibungsfestigkeit bestimmen. Außerdem wird für den Nachweis der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel die Festigkeit des Stahles benötigt. Ein Nachweis ist nur dann möglich, wenn die Forderungen zu den Mindestholzdicken, -eindringtiefen bzw. Mindestabständen eingehalten sind und keine tragfähigkeitsbeeinflussenden Schädigungen vorliegen.

#### **2.4 Nachweis Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**

Werden über die gesamte Nutzungszeit bestimmte Grenzwerte der Verformungen oder Schwingungen eingehalten, so ist die Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1052, Abschnitt 9 gewährleistet. Der Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten für die Durchbiegung ist nicht mehr zwingend vorgeschrieben. In der früheren Norm mussten die Grenzwerte unbedingt eingehalten werden. Dies erforderte bei Holzbalkendecken, bei denen etwa ab einer Schlankheit ( $l/h$ ) von 20 die Einhaltung der Durchbiegungsgrenzwerte für die Bemessung maßgebend wurde, sehr oft teure Verstärkungsmaßnahmen. Ob die in früheren Zeiten festgelegten Grenzwerte überhaupt sinnvoll sind, ist unter Fachleuten umstritten. Neue Vorschläge gibt es hier noch nicht.

Da nun in der neuen DIN 1052 die festgelegten Grenzwerte nicht mehr zwingend einzuhalten sind, können sie mit dem Bauherren vereinbart werden. Für den Altbau und die Denkmalpflege ergibt sich daraus ein Vorteil. Jetzt ist es möglich, zwischen den am Bau Beteiligten denkmalgerechte Lösungen auszuhandeln.

### **3. Besonderheiten der Nachweisführung zur Tragfähigkeit von zimmermannsmäßigen Verbindungen**

Die Bewertung der statischen Funktionsfähigkeit der am Lastabtrag beteiligten Verbindungen ist eine wichtige Voraussetzung für die Beurteilung der Stand- und Tragsicherheit der Gesamtkonstruktion. Die Beanspruchbarkeit der Verbindungen lässt sich nicht immer rechnerisch ermitteln, da die Berechnungsnormen nur ausgewählte historische Verbindungen enthalten.

Die neue DIN 1052:2004 enthält jetzt die Möglichkeit der Nachweisführung für Versätze, Zapfen und Holznägel. Auch Hakenblätter können nachgewiesen werden.

Aus Versuchen zur Tragfähigkeit von Blattverbindungen wurden Berechnungsansätze für die Tragfähigkeit von schrägen Schwalbenschwanzblattverbindungen und von Hakenblattverbindungen entwickelt. Die bisherigen Berechnungsansätze basieren zur Zeit noch auf der Methode der zulässigen Spannungen.

Hat das verbaute Holz eine höhere Rohdichte und ist es frei von festigkeitsbeeinflussenden Holzfehlern, wie zum Beispiel Rissen oder großen Ästen, so kann in aller Regel eine höhere Tragfähigkeit für die Verbindung attestiert werden.

### **4. Besonderheiten zur Nachweisführung der Tragfähigkeit von Verbindungen des Ingenieurholzbaues**

In den letzten einhundert Jahren wurden die vielfältigsten ingenieurmäßigen Verbindungen entwickelt und erprobt. Nur ein ausgewählter Teil wurde in früheren Normfassungen der DIN 1052 geregelt. Prinzipiell ist ein Nachweis im Rahmen der dort angegebenen Regeln möglich, wenn vorgefundene tragfähigkeitsmindernde Einflüsse berücksichtigt werden. Eine exakte Übersicht über die einzelnen früheren Regeln wurde bisher nicht erarbeitet. Der Bericht

enthält eine erste Zusammenstellung wichtiger Regeln früherer Normen. Die Nachweise können nur auf der Grundlage der Methode der zulässigen Spannungen durchgeführt werden. Dabei ist das „Mischungsverbot“ mit Berechnungen nach DIN 1052:2004 zu beachten.

#### **5. Folgerungen für die Praxis**

Die sich aus der Spezifik der Altbausanierung ergebenden Besonderheiten zur Nachweisführung der Stand- und Tragsicherheit sowie Gebrauchstauglichkeit wurden auf der Grundlage dieses Berichtes als ergänzende Erläuterungen zur DIN 1052:2004 zusammengefasst, nachzulesen in: Blaß, H-J. u. a.: Erläuterungen zu DIN 1052:2004-8, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München 2004.