

**DIN EN 17121**

ICS 91.080.20; 97.195

Einsprüche bis 2017-07-19

**Entwurf**

**Erhaltung des kulturellen Erbes –  
Historische Holzkonstruktionen –  
Leitlinien für die Bewertung vor Ort;  
Deutsche und Englische Fassung prEN 17121:2017**

Conservation of cultural heritage –  
Historic Timber Structures –  
Guidelines for the On Site Assessment;  
German and English version prEN 17121:2017

Conservation du patrimoine culturel –  
Structures en bois présentant un intérêt historique –  
Lignes directrices relatives à l'évaluation in-situ;  
Version allemande et anglaise prEN 17121:2017

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-05-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nabau@din.de](mailto:nabau@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 61 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (prEN 17121:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 346 „Erhaltung des kulturellen Erbes“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-01-36 AA „Erhaltung des kulturellen Erbes (SpA zu CEN/TC 346)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

## **Erhaltung des kulturellen Erbes — Historische Holzkonstruktionen — Leitlinien für die Bewertung vor Ort**

*Conservation du patrimoine culturel — Structures en bois présentant un intérêt historique — Lignes directrices relatives à l'évaluation in-situ*

*Conservation of cultural heritage — Historic Timber Structures — Guidelines for the On Site Assessment*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8l

## Inhalt

|                                                                                               | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                    | 3     |
| Einleitung .....                                                                              | 4     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                     | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                | 7     |
| 3 Begriffe .....                                                                              | 7     |
| 4 Vorläufige Bewertung .....                                                                  | 11    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                         | 11    |
| 4.1.1 Bedarf für eine vorläufige Bewertung .....                                              | 11    |
| 4.1.2 Kurzbeschreibung .....                                                                  | 12    |
| 4.1.3 Zeitabhängige Ergebnisse .....                                                          | 12    |
| 4.1.4 Voraussetzungen für die Zustandserhebung .....                                          | 12    |
| 4.2 Literaturstudie .....                                                                     | 13    |
| 4.3 Historische Analyse .....                                                                 | 13    |
| 4.4 Vorläufige visuelle Untersuchung .....                                                    | 13    |
| 4.5 Messuntersuchung .....                                                                    | 13    |
| 4.5.1 Allgemeines .....                                                                       | 13    |
| 4.5.2 Geometrische Untersuchung .....                                                         | 14    |
| 4.5.3 Diagnostische und technologische Untersuchung .....                                     | 14    |
| 4.6 Strukturelle Analyse .....                                                                | 15    |
| 4.7 Vorläufiger Bericht .....                                                                 | 16    |
| 5 Detaillierte Untersuchung .....                                                             | 17    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                         | 17    |
| 5.2 Feststellung der Holzart .....                                                            | 18    |
| 5.3 Messung der Holzfeuchte und Feuchtegradienten .....                                       | 18    |
| 5.4 Charakterisierung des biologischen Schadens .....                                         | 18    |
| 5.4.1 Identifizierung des biologischen Schadens .....                                         | 18    |
| 5.4.2 Bewertung des wirksamen Querschnitts .....                                              | 18    |
| 5.5 Festigkeitssortierung von Holz .....                                                      | 19    |
| 5.5.1 Allgemeines .....                                                                       | 19    |
| 5.5.2 Visuelle Festigkeitssortierung vor Ort von tragenden Holzbauteilen .....                | 19    |
| 5.5.3 Festigkeitsbewertung durch zerstörungsfreie Prüfungen .....                             | 20    |
| 5.6 Holzdatierung .....                                                                       | 20    |
| 5.7 Detaillierte Untersuchung von Holzverbindungen .....                                      | 20    |
| 5.7.1 Bewertung von Verbindungsmerkmalen .....                                                | 20    |
| 5.7.2 Detaillierte Geometrie .....                                                            | 21    |
| 5.7.3 Veränderungen .....                                                                     | 22    |
| 5.7.4 Holzqualität und -zustand .....                                                         | 22    |
| Anhang A (informativ) Werkzeuge für zerstörungsfreie Analysen von Holzbaukonstruktionen ..... | 23    |
| A.1 Ausrüstung für die visuelle Zustandserhebung .....                                        | 23    |
| A.2 Holzfeuchtemessgerät .....                                                                | 24    |
| A.3 Messgerät für die Oberflächenhärte .....                                                  | 25    |
| A.4 Kernbohren und Bohren .....                                                               | 26    |
| A.5 Boreskop .....                                                                            | 27    |
| A.6 Ausziehfestigkeit von Schrauben .....                                                     | 27    |
| A.7 Schwingung .....                                                                          | 27    |
| A.8 Ausbreitungszeit von elastischen Spannungswellen .....                                    | 27    |
| A.9 Tomographie .....                                                                         | 27    |
| A.10 Probelastungsprüfung .....                                                               | 28    |
| Literaturhinweise .....                                                                       | 29    |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17121:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 346 „Erhaltung des kulturellen Erbes“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

## Einleitung

Die Untersuchung bestehender Gebäude zur Bestimmung ihrer Eignung für die fortwährende Nutzung oder für eine Nutzungsänderung wird in ISO 13822 behandelt. Anhang I jener Norm behandelt Konstruktionen des Kulturerbes. Der Zweck jenes Dokuments ist die Berücksichtigung von Zustandserhebungs- und Diagnoseverfahren für die Bewertung von tragenden Holzkonstruktionen des Kulturerbes in Hinblick auf die Festlegung zulässiger Belastungen oder auf die Ermittlung eines Ertüchtigungs- oder Reparaturbedarfs, um ihre fortwährende Nutzung sicherzustellen und allgemein anerkannte Standards für die Durchführung einer derartigen Bewertung festzulegen.

Konstruktionen des Kulturerbes sind wichtige historische Objekte, die sich von anderen bestehenden Konstruktionen darin unterscheiden, dass ihrer Bausubstanz aufgrund ihrer historischen Bedeutung ein größerer Wert beigemessen wird. Es ist notwendig, Daten zu sammeln, um eine derartige Konstruktion dahingehend beurteilen zu können, ob sie gegenwärtig und in absehbarer Zukunft die erforderlichen Lasten tragen und weiterhin genutzt werden kann; sowie um diejenigen Bereiche der Konstruktion zu erkennen, die eine Reparatur oder Ertüchtigung erfordern. Sowohl die Durchführung der Zustandserhebung, der Bewertung als auch jegliche daraus folgende, eventuell erforderliche Reparatur oder Ertüchtigung, sollte mit einem minimalen Eingriff einhergehen. Dies kann einen größeren Aufwand rechtfertigen - sowohl bei der Untersuchung, Diagnose und Bewertung der Konstruktion, als auch bei der Erwägung der Reparaturverfahren, die zur Anwendung kommen könnten. Die bestmögliche Bewertung des Erhaltungszustands und der bestehenden Tragstruktur sollten durchgeführt werden; dies kann den Einsatz von Verfahren erfordern, die genauer sind als solche die bei bestehenden Konstruktionen angewendet werden, sowie mit Kosten einhergehen, die anderweitig nicht begründet werden könnten. Des Weiteren sollte die Planung von Eingriffen (Reparatur oder Ertüchtigung) an einer Konstruktion des Kulturerbes ausschließlich als letztes Mittel vorgenommen werden, mit einer minimalen Auswirkung auf die Bausubstanz (die originalen Baustoffe, die Tragstrukturen und die Verfahren).

Ein wichtiger Teil der Arbeit besteht in der Dokumentation und dem Verständnis der Geschichte einer Konstruktion und ihrer Lasten, um die geschichtliche Bedeutung entweder der Gesamtkonstruktion oder ihrer Bestandteile beurteilen zu können. Die geschichtliche Bedeutung einer Konstruktion kann mit der Geschichte der Konstruktion selbst oder mit der Geschichte des Gebäudes, dessen Teil sie ist, zusammenhängen. Ein derartiges Verständnis erfordert einen interdisziplinären Ansatz, und die Zusammenarbeit von Tragwerksplanern mit Architekten, Historikern, Archäologen, Denkmalpflegern, Holzspezialisten und jeder anderen Profession, die für das Bewertungsverfahren behilflich sein kann.

Aufgrund der vielen Unsicherheiten, die die Konstruktionen von Gebäuden des Kulturerbes mit sich bringt, sollte ihre Bewertung in mehrere Phasen unterteilt werden. Die erste vorläufige Phase sollte eine visuelle Untersuchung in Verbindung mit einer Literaturstudie umfassen. Diese vorläufige Untersuchung sollte eine allgemeine Beschreibung der Konstruktion bieten, mit einem Hinweis zu Problembereichen, die detaillierterer Untersuchung erfordern und die möglicherweise sofortiges Handeln erfordern. Sie sollte auch historisch bedeutsame Merkmale identifizieren.

Die Literaturstudie sollte Informationen bereitstellen, die bei der Ermittlung der Geschichte der Konstruktion hilfreich sind, um sowohl bei der Feststellung des Tragverhaltens behilflich zu sein als auch um die historische Bedeutung zu festzustellen. Diese Stufe sollte durch einen Restaurator oder in Zusammenarbeit mit einem Restaurator durchgeführt werden. Nationale Gesetzgebungen und staatliche Verzeichnisse legen auf staatlicher Ebene fest, welche Konstruktionen als historisch oder als Kulturerbe betrachtet werden.

In einigen Fällen, in denen die Probleme einfach und offensichtlich sind, könnte die vorläufige visuelle Untersuchung ausreichend sein; im Allgemeinen wird jedoch eine detailliertere Untersuchung notwendig

sein und die vorläufige Untersuchung sollte zu einer vorläufigen Strukturanalyse und zu Empfehlungen zur Durchführung einer detaillierteren Untersuchung führen.

Ein vorläufiger Bericht sollte erstellt werden und eine Beschreibung des Tragverhaltens enthalten, die auf die Bauteile hinweist, die die größeren Lasten tragen.

Zusammengefasst, sind die erforderlichen Schritte für die Untersuchung und Bewertung einer historischen Holzkonstruktion, die Folgenden:

- a) Die **Erste Phase, vorläufige Bewertung**, die in Abschnitt 4 dieser Norm eingehend behandelt wird. Dies beinhaltet:
- 1) Eine **Literaturstudie**, die Informationen liefern sollte, die für die Ermittlung der Geschichte der Konstruktion und, falls möglich, für die zugehörige Lastgeschichte hilfreich sind. Sie sollte auch die Absichten des Gebäudeeigentümers klar angeben, so dass die vorgesehene Grenzbelastung und die Umgebungsbedingungen bekannt sind.
  - 2) Eine **visuelle Untersuchung**. Sie dient lediglich dazu, einen für die Planung der nächsten Stufe ausreichenden Überblick über die Konstruktion zu erhalten, wobei festgestellt wird, welche Vorkehrungen nötig sind, um Zugang zu den Holzteilen zu erhalten.
  - 3) Eine **Messuntersuchung**, um die allgemeine Situation der tragenden Bauteile zu bestimmen und die Hauptprobleme zu ermitteln. Diese Untersuchung sollte die wichtigsten Abmessungen und die Nennmaße aller Bauteile umfassen. Sie sollte auch auf alle offensichtlichen Anzeichen für Schaden, Verfall oder statische Mängel hinweisen, die in einer nachfolgenden Stufe eingehender untersucht werden müssen.
  - 4) Eine vorläufige strukturelle Analyse, um die Gesamtkräfte und die allgemeinen Belastungswerte innerhalb der Konstruktion zu bestimmen.
  - 5) Ein vorläufiger Bericht sollte erarbeitet werden, der eine allgemeine Beschreibung der Konstruktion und ihres gegenwärtigen Erhaltungszustands enthält, mit einem Hinweis zu Problembereichen, die eine eingehendere Untersuchung und möglicherweise sofortige Sicherheitsmaßnahmen und sofortiges Handeln erfordern. Eine solche Beschreibung der Schadensbilder, der Einsatzbedingungen sowie des statischen Verhaltens, mit einer Bestimmung der Schwachstellen und derjenigen Bauteile und Verbindungen, die den größeren Spannungen und/oder Verformungen ausgesetzt sind, beinhaltet alle Probleme und/oder Schäden der Konstruktion sowie eine allgemeine vorläufige Bewertung des gegenwärtigen Erhaltungszustands der Konstruktion und Leitlinien/Vorschläge für die Fortsetzung der Untersuchung. Diese Leitlinien legen zusätzliche Untersuchungsarbeiten fest, die notwendig werden können (dies könnte notwendig sein, um dem Kunden eine genauere Kostenschätzung zu geben). Damit würden alle Aspekte der Konstruktion, die eine weitergehende Untersuchung erfordern und die empfohlenen Verfahren angegeben werden. Der Bericht stützt sich auf die vier bereits durchgeführten Schritte und die Elemente der Konstruktion identifizieren, die aufgrund ihres Werts für das Kulturerbe zu erhalten sind.
- b) **Zweite Phase, detaillierte Untersuchung**, wird in Abschnitt 5 eingehend behandelt.
- 1) Eine **detaillierte Untersuchung**, wie im vorläufigen Bericht angezeigt. Diese sollte die Bewertung von Bereichen mit biologischem Befall und biologischer Beschädigung, die Bewertung der Holz-Sortierklassen und die Ergebnisse aus zerstörungsfreien Verfahren, soweit anwendbar, umfassen. Sie wird auch die Eignung von Verbindungen berücksichtigen.

- 2) Einen **Diagnosebericht** zum Erhaltungszustand der Konstruktion und den Ursachen von Problemstellen mit Vorschlägen für Sanierungsmaßnahmen, sofern erforderlich. Das kann eine neue strukturelle Analyse bedeuten, die die in der detaillierten Untersuchung gesammelten Daten miteinbezieht.

Obwohl die vorstehend angegebene Liste einen linearen Prozess suggeriert, ist es wichtig, zu verstehen, dass Arbeiten in der Denkmalpflege häufig Wiederholungen einschließen. Zum Beispiel könnte die vorläufige visuelle Untersuchung Fragen aufwerfen, die durch eine gründlichere Literaturstudie beantwortet werden könnten, die imstande ist, beobachtete Änderungen an der Konstruktion zu dokumentieren. Häufig sind auch Wiederholungen zwischen den Stufen der Strukturanalyse und der Instandsetzungsstrategie erforderlich.

Ein ganzheitlicher Ansatz, der die Konstruktion als Ganzes betrachtet und bewertet, anstatt nur einzelner Bauteile und Verbindungen, ist stets erforderlich.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm sieht Informationen über die Kriterien zur Bewertung von tragenden Holzkonstruktionen in denkmalgeschützten Bauten vor. Sie richtet sich an alle Anwender, die an der Erhaltung von Bauten des Kulturerbes mit hölzernen Bauelementen beteiligt sind, von den verantwortlichen Eigentümern oder Behörden bis hin zu den eingesetzten Fachleuten. Sie sollte auch dabei helfen, Entscheidungen bezüglich des Bedarfs an Sofortmaßnahmen zu treffen. Ihr Zweck ist sicherzustellen, dass die Zustandserhebung und -bewertung die notwendigen Daten für die historische Analyse, die Bewertung der Tragfähigkeit und die Planung von Eingriffen bereitstellt.

Die Leitlinien können auch auf jede Art von Holzbauteil angewendet werden, mit Ausnahme von tragenden Bauteilen aus Holzwerkstoff, z. B. Brettschichtholz.

Diese Norm gilt für Dachkonstruktionen und „schwere“ Fachwerke mit nichttragender Ausfachung. Sie gilt weder für leichte Ständerkonstruktionen, deren Stabilität häufig auf einer seitlichen Beplankung beruht, noch für Bauten in Blockbauweise.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 335, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Gebrauchsklassen: Definitionen, Anwendung bei Vollholz und Holzprodukten*

EN 1995-1-1, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*

EN 13183-2:2002, *Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz — Teil 2: Schätzung durch elektrisches Widerstands-Messverfahren*

EN 13183-3:2005, *Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz — Teil 3: Schätzung durch kapazitives Messverfahren*

EN 16085, *Erhaltung des kulturellen Erbes — Verfahren der Probenahme an Materialien des kulturellen Erbes — Allgemeine Regeln*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Veränderung**

Wechsel des Erhaltungszustands von Holz (biologisch, mechanisch, chemisch) oder von Metallwerkstoffen, der nach dem Einbau auftritt

### 3.2

#### **Einwirkung**

Ursache (Kräfte, Verformungen usw.), die direkt oder indirekt Spannungen und/oder Dehnungen in einer Gebäudekonstruktion hervorruft und jede Erscheinung (chemisch, biologisch usw.), die die Werkstoffe beeinträchtigt, aus denen diese besteht

### 3.3

#### **Bewertung**

Reihe von Tätigkeiten, die durchgeführt werden, um die Zuverlässigkeit einer bestehenden Konstruktion für die zukünftige Verwendung zu verifizieren

### 3.4

#### **biologischer Schaden**

Schaden, der durch lebende Organismen wie Pilze oder Insekten verursacht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In tragenden Holzkonstruktionen wird der Schaden in Bezug auf die Verringerung des wirksamen Querschnitts betrachtet

### 3.5

#### **Klaue mit Zapfen im Nest**

Holzverbindung, die dazu verwendet wird, zwei Hölzer an ihren Enden zu verbinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie ist im Wesentlichen eine Schlitz-Zapfen-Verbindung, deren Schlitz an einer Seite offen ist. Sie wird am Scheitel eines Daches verwendet, zum Verbinden von Dachsparrenpaaren, oder zum Verbinden von Längsseiten von Platten, wie Wandplatten oder Arkadenplatten.

### 3.6

#### **Zustandserhebung**

Voruntersuchung

Inaugenscheinnahme, um den Erhaltungszustand zu beurteilen

### 3.7

#### **kritischer Bereich**

kritische Zone

Teil eines Holzbauelements, der länger als 150 mm ist oder der Tiefe des Bauteils entspricht, je nachdem, welcher Wert größer ist, und der aufgrund von Defekten, Lage, Erhaltungszustand und Spannungszuständen, die in der statischen Berechnung bestimmt wurden, für das statische Tragverhalten der Konstruktion relevant ist

### 3.8

#### **kritische Querschnittsfläche**

Querschnittsfläche, die für einen kritischen Bereich repräsentativ ist. Sämtliche Defekte, Veränderungen, Schäden und andere Merkmale, die im kritischen Bereich auftreten und einen Einfluss auf seine Festigkeit haben, werden dem kritischen Querschnitt zugeschrieben

### 3.9

#### **Schaden**

Veränderung, die die Bedeutung oder die Stabilität mindert

### 3.10

#### **Holzfehler**

Wuchsunregelmäßigkeit von Holz, die sich negativ auf die Festigkeit und Steifigkeit und/oder das allgemeine Tragverhalten (z. B. die Wirksamkeit von Verbindungen) von Holzbauteilen auswirken kann

### 3.11

#### **Diagnose**

Prozess der Ermittlung des gegenwärtigen Erhaltungszustandes einer Konstruktion und der Bestimmung der Art und Ursache eingetretener Änderungen, sowie die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen

### 3.12

#### **Schwalbenschwanz**

Verbindung, die durch eine oder mehrere sich verjüngenden Überstände (Zapfen) an einem Werkstück gebildet wird, die mit den entsprechenden Ausklinkungen oder Aussparungen (Zapfenlöcher) ineinandergreifen

### 3.13

#### **wirksame Querschnittsfläche**

Teil der Querschnittsfläche eines Holzbauteils, von dem angenommen wird, dass er in gutem Zustand ist, um den Spannungen zu widerstehen

### 3.14

#### **Belastungsprüfung vor Ort**

Probebelastung

Prüfung der Konstruktion oder eines Teils davon durch Belastung, um das Verhalten oder die mechanischen Eigenschaften zu beurteilen oder seine Tragfähigkeit zu bestimmen

### 3.15

#### **Keilzinkenverbindung**

(en: jupiter joint)

Holzverbindung, die dazu dient, Hölzer am Verrutschen zu hindern, bei der eine Reihe von sägezahnähnlichen Ausklinkungen so in die Kontaktflächen gearbeitet werden, dass sie sich in entgegengesetzter Folge gegenüberliegen

### 3.16

#### **überlappte Schwalbenschwanzverbindung**

Holzverbindung, die zwischen Binderbalken und Wandplatten verwendet wird, wobei der Binderbalken über letzteren abgeordnet wird; daher ist der Schwalbenschwanz am Binderbalkenkopf und die entsprechende Aussparung in der Wandplatte im Vergleich zu der Tiefe der beiden Hölzer verhältnismäßig flach

### 3.17

#### **Überlappungsverbindung**

einfachste Verbindung zwischen zwei Hölzern, bei der die Tiefe der beiden Hölzer verringert wird, so dass eine bündige Oberfläche entsteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Verbindungstyp ist dort am gebräuchlichsten, wo Hölzer einander kreuzen.

### 3.18

#### **mechanischer Schaden**

durch innere oder äußere mechanische Einwirkungen verursachter Schaden

### 3.19

#### **Schlitz**

#### **Zapfenloch**

in ein Teil gearbeitete(s) Loch oder Aussparung, das/die zur Aufnahme eines entsprechenden Überstands (Zapfen) an einem anderen Teil gestaltet ist, um die Teile miteinander zu verbinden oder zu verschränken

### 3.20

#### **Schlitz-Zapfen-Verbindung**

Grundlegende Verbindung bei vielen Zimmererarbeiten. An der Stirnseite des zu anzufügenden Bauteils wird eine Feder hergestellt, die als „Zapfen“ bezeichnet wird, und diese wird in einen als „Zapfenloch“ bezeichneten Schlitz im Grundbauteil eingefügt. Üblicherweise ist ein Zapfen mit Schultern an beiden Seiten ausgeführt. In einigen Fällen gibt es jedoch nur eine Schulter auf einer Seite, während die andere Seite bündig mit der Oberfläche des Bauteils ist. Diese Anordnung wird als ein einseitiger Zapfen bezeichnet. Bei einer Verbindung, deren angefügtes Bauteil für die Aufnahme von Zug ausgelegt ist, wird der Zapfen als ein halber Schwalbenschwanz ausgeführt. Das Zapfenloch ist dementsprechend tiefer sein und die Verbindung wird durch einen Keil zusammengehalten.

### 3.21

#### **ausgeklinkte Überlappingsverbindung**

Holzverbindung, bei der eine Ausklinkung in den Zapfen des angefügten Holzes gearbeitet ist, die mit einer ähnlichen Ausklinkung in der Aussparung im aufnehmenden Holz zusammenpasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zweck ist, eine Zugkraft im angefügten Holz zu entwickeln; diese Verbindung wird für gewöhnlich an den Enden von Fachwerkstreben verwendet.

### 3.22

#### **Fäule**

#### **Fäulnis**

Zersetzung des Holzes durch Pilze oder andere Mikroorganismen, die zu einem Erweichen und zunehmendem Verlust an Masse und Festigkeit sowie oft zu einer Änderung von Textur und Farbe führt

### 3.23

#### **zerstörungsarme Prüfung**

Prüfung, die geringe Auswirkung auf ein Holzbauteil hat und die weder seine Tragfähigkeit beeinflusst noch sein Aussehen verändert

### 3.24

#### **zerstörungsfreie Prüfung**

Prüfung, die keine Auswirkung auf ein Holzbauteil hat und die weder seine Tragfähigkeit beeinflusst noch sein Aussehen verändert

### 3.25

#### **Schäftung**

Holzverbindung, die zum längsseitigen Verbinden von Holz verwendet wird, die einfachste Form ist eine lange Überlappingsverbindung, oder noch üblicher ist es, an den gegenseitigen Kontaktflächen der Hölzer eine Gehrung zu sägen und die Endstöße können entweder senkrecht zur Kontaktfläche oder zu den Oberflächen der Hölzer verlaufen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn eine Schäftung dafür ausgelegt ist, Zugkräfte zu übertragen, wird eine Stufe in die Kontaktfläche gearbeitet.

### 3.26

#### **Bewertung der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit**

Beurteilung, dass die Konstruktion oder Teile davon nicht unter Belastung versagen werden oder dass Betriebsbedingungen den festgelegten Grenzzuständen entsprechen

### 3.27

#### **Festigkeitssortierung**

Verfahren, durch den ein einzelnes Holzbauteil einer Sortierklasse zugeordnet werden kann, die einem bekannten Niveau der mechanischen Leistungsfähigkeit entspricht

### 3.28

#### **Konstruktionsschema**

bezieht sich auf das lastbeständige Teilsystem einer Konstruktion

### 3.29

#### **Untersuchung**

Inaugenscheinnahme einer Konstruktion, um ihre Geometrie, konstruktive Durchbildung und ihren bestehenden Zustand bestimmen, die anhand von Zeichnungen und Berichten dokumentiert wird

### 3.30

#### **Zapfen**

überstehendes Stück Holz, das derart gearbeitet ist, in ein Zapfenloch eines anderen Werkstücks eingeführt zu werden

### 3.31

#### **Holzfeuchte**

Wassermenge im Holz, ausgedrückt als prozentuales Verhältnis zwischen der Masse des Wassers und der Masse des darrtrockenen Holzes

## **4 Vorläufige Bewertung**

### **4.1 Allgemeines**

#### **4.1.1 Bedarf für eine vorläufige Bewertung**

Der Zweck der Bewertung ist die Bestimmung, ob die gegenwärtige Tragfähigkeit der Konstruktion der geforderten entspricht und ob dies auch in absehbarer Zukunft noch der Fall sein wird. Die Arbeit sollte durch einen Architekten und/oder einen Bauingenieur durchgeführt werden, der auf Holzkonstruktionen spezialisiert ist. Es wird darauf hingewiesen, dass Konstruktionen, deren Tragfähigkeit in der Vergangenheit nachgewiesen wurde, diese behalten werden, wodurch eine detaillierte Bewertung der mechanischen Eigenschaften des Holzes nicht erforderlich ist, ausgenommen unter den folgenden Umständen:

- a) Es gibt eine mögliche Änderung der Lasten (z. B. aufgrund einer Änderung der Nutzung der Konstruktion);
- b) Es gab einen erheblichen Befall der Holzteile durch Fäule und/oder Insekten oder die Konstruktion hat Schäden erlitten, z. B. durch Brand;
- c) Es gab mechanische Beschädigung, Schäden oder übermäßige Durchbiegung, die darauf hinweisen, dass die Holzteile in der Vergangenheit überlastet wurden, die verwendeten Werkstoffe von minderer Qualität sind oder dass die ursprüngliche Bemessung und/oder die Bauausführung mangelhaft waren;
- d) Es gab im Verlauf der Lebensdauer Veränderungen oder Eingriffe an der Konstruktion, die zu einer Verringerung der Tragfähigkeit führten oder zu Änderungen des ursprünglichen Tragsystems; oder
- e) Um sicherzustellen, dass die Konstruktion geeignet ist, extremen klimatischen oder seismischen Ereignissen zu widerstehen.

**ANMERKUNG** Es wird darauf hingewiesen, dass in einigen Fällen die Sicherheit eher durch Beschränkung der zulässigen Belastungen sichergestellt werden könnte, als durch das Anwenden umfangreicher Ertüchtigungsmaßnahmen. Das kann die Beschränkung des Zugangs der Öffentlichkeit miteinschließen.

Die vorläufige Bewertung sollte einschließen:

- a) die Prüfung möglicher historischer Dokumentationen, um die Konstruktion zu datieren und die Abfolge der vorgenommenen Änderungen (historische Phasen) zu ermitteln;

- b) eine schriftliche Beschreibung der Konstruktion und eine photographische Dokumentation;
- c) eine Untersuchung der Konstruktion und eine graphische Darstellung ihrer geometrischen und baulichen Merkmale in (axonometrischen) 2D- und 3D-Zeichnungen;
- d) das Feststellen der in der Konstruktion (tragende und nicht tragende Bauteile) verwendeten Holzarten;
- e) eine Beschreibung des Tragsystems. Es wird darauf hingewiesen, dass dies erfordern kann, eine Beschreibung von tragendem Mauerwerk oder anderen Arten von Konstruktionen einzuschließen.
- f) eine Beschreibung der thermo-hygrometrischen Bedingungen unter üblichen Einsatzbedingungen und des daraus folgenden Feuchtegehalts des Holzes; und
- g) eine Aufzeichnung der Schadensbilder und die Kennzeichnung jeglicher Bereiche mit biologischem Befall oder mechanischer Beschädigung zusammen mit einer ersten Beschreibung der möglichen Schadensursachen (Diagnose).

#### 4.1.2 Kurzbeschreibung

Alle Zustandserhebungen und Diagnoseverfahren für die Bewertung denkmalgeschützter Konstruktionen müssen zerstörungswarm oder zerstörungsfrei sein, damit keine Teile der Konstruktion zwecks Laborprüfung entfernt werden müssen, ausgenommen kleine Proben zur Feststellung von physikalischen und mechanischen Eigenschaften, Holzarten sowie biologischen Wirkstoffen. In jedem Fall muss die Probenahme nach EN 16085 erfolgen und darf weder die mechanischen Eigenschaften der Bauelemente verändern noch Auswirkung auf andere Eigenschaften (z. B. ästhetische oder historische) der Holzkonstruktion haben.

#### 4.1.3 Zeitabhängige Ergebnisse

Die Bewertungsergebnisse betreffen den Zeitpunkt der Bewertung, denn Zersetzung ist ein fortwährender Prozess und weiterer Abbau ist zu erwarten, bis geeignete Stabilisierungsmaßnahmen ergriffen wurden und wirksam werden.

#### 4.1.4 Voraussetzungen für die Zustandserhebung

Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt werden:

- a) Sicherheit: Die Holzkonstruktion muss ein angemessenes Maß an Sicherheit bieten, wenn Bereiche auf oder unter ihr betreten werden, ansonsten sind Abstützungsmaßnahmen erforderlich.
- b) Zugänglichkeit: Die Zugänglichkeit der Holzbauteile muss in ausreichendem Maß hergestellt werden, um die Durchführung der korrekten Verfahren zu ermöglichen. Das betrifft zwei Aspekte:
  - i) die Fähigkeit, die Holzbauteile zum Zweck der Besichtigung zu erreichen, deren Zugänglichkeit von der Beschaffenheit der Konstruktion abhängig ist. Hierzu kann eine einfache Leiter verwendet werden oder es kann ein vollständiges Einrücken erforderlich sein. Die Zugänglichkeit hat einen großen Einfluss auf die Auswahl des Verfahrens der Inaugenscheinnahme;
  - ii) das Ermöglichen der Sichtbarkeit von Holzteilen, die durch andere Bauelemente verdeckt sein können, was erfordern kann, die Bausubstanz bis zu einem gewissen Maß zu öffnen. Derartiges Öffnen kann eine Absprache mit Denkmalschutz-Behörden erfordern.
- c) Beleuchtung: Um eine ordnungsgemäße Inaugenscheinnahme der Holzbauteile als Ganzes, der Einzelheiten der Holzoberfläche, der Verbindungen und der Auflager zu ermöglichen, muss geeignete Beleuchtung (Qualität und Intensität) zum Einsatz kommen.

- d) Reinigung: Die Oberfläche des Holzes darf keinesfalls mit Schutt, Schmutz und Staub bedeckt oder davon verdeckt sein. Der Sachverständige muss darauf vorbereitet sein, Bereiche des Holzes bei Bedarf unter Anwendung trockener Prozesse (Bürsten, Staubsaugen, Druckluft usw.) zu reinigen.

ANMERKUNG 1 Im Fall verzierter (bemalter) oder verdeckter Holzbauteile, kann die Zugänglichkeit und Sichtbarkeit der Holzoberfläche nicht vollständig möglich sein. In diesen Fällen kann der Bericht der Zustandserhebung im Einzelnen ausführen, welche Information nicht erlangt werden konnte und die Gründe dafür angeben.

ANMERKUNG 2 Die Zustandserhebung ist insbesondere an Punkten der Konstruktion wichtig, die unter starker Spannung stehen, in der Nähe von Verbindungen und an den Auflagern. In allen Teilen der Konstruktion, bei der eine reguläre visuelle Zustandserhebung nicht möglich ist, wie bei Wandplatten, Oberseiten von Dachpfetten oder Balkenköpfen, die in tragenden Wänden verbaut sind, können Alternativverfahren zur Zustandserhebung oder indirekte Bewertungsverfahren sorgfältig geplant werden.

## 4.2 Literaturstudie

Eine Literaturstudie ist ein integraler Bestandteil jedes Erhaltungsprozesses. Ihr Zweck ist das Erfassen von Dokumenten und anderen Informationsquellen (z. B. Zeichnungen, Fotos, mündlichen Zeugnissen) mit Bezug auf die Konstruktion, die Informationen zu historischen Aspekten der Konstruktion, der damit verbundenen Lastgeschichte und jeglichen anderen Aspekten liefern werden, die in Zusammenhang mit dem gegenwärtigen Status als Gebäude des Kulturerbes stehen. Jede Information bezüglich früherer Eingriffe oder Sanierungen müssen enthalten sein.

In Fällen, in denen die Konstruktion hauptsächlich aus Holz besteht, muss ein auf Holzkonstruktionen spezialisierter Restaurator die Leitung übernehmen und somit die Verantwortung für die Literaturstudie tragen. In diesen Fällen ist es wichtig, dass der Experte für Holzrestaurierung mit der Geschichte der Konstruktionsart und dem möglichen Aufbewahrungsort von historischen Dokumenten vertraut ist.

## 4.3 Historische Analyse

Der Zweck dieser historischen Analyse ist, den Prozess der Bauphasen zu beschreiben und alle nachfolgenden Ereignisse, die einen signifikanten Einfluss auf das Verhalten der Konstruktion hatten, festzustellen. Derartige Ereignisse können frühere Änderungen der Nutzung, Unfälle, Naturereignisse oder absichtliche Eingriffe in der Vergangenheit sein.

## 4.4 Vorläufige visuelle Untersuchung

Eine vorläufige visuelle Untersuchung ist erforderlich, um jeden offensichtlichen Schaden und anfällige oder gefährliche Bereiche der Konstruktion zu identifizieren, die Bewertungsstrategie zu erstellen und die mögliche Notwendigkeit für sofortige Abstützungs- oder Sicherheitsmaßnahmen und/oder eine Zugangsbeschränkung festzustellen. Der Zweck der vorläufigen Untersuchung ist auch, die detaillierte Untersuchung zu planen und darauf hinzuweisen, welche Vorkehrungen für einen angemessenen Zugang zur Konstruktion erforderlich sind. Sie muss auf zu ergreifende zusätzliche Maßnahmen, auf Beleuchtung und auf jegliche Reinigung oder jegliches Öffnen der Konstruktion sowie die möglicherweise erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen hinweisen.

## 4.5 Messuntersuchung

### 4.5.1 Allgemeines

Die Bewertung der Konstruktion erfordert mindestens eine Messuntersuchung, die die allgemeine Anordnung der tragenden Bauteile, die Hauptmaße, die Querschnitte und Maße der tragenden Bauteile und ihrer Verbindungen darstellt.

#### 4.5.2 Geometrische Untersuchung

Die geometrische Untersuchung muss umfassen:

- a) eine gezeichnete Übersicht der Konstruktion mit vollständigen Maßangaben;
- b) charakteristische Maße der wichtigsten tragenden Bauteile; und
- c) einen Hinweis zu den Verbindungsarten, sowohl zu den zimmermannsmäßigen Verbindungen als auch zu den Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln.

ANMERKUNG Einige Holzkonstruktionen, hauptsächlich Dächer, können auf Mauerwerkskonstruktionen gelagert sein können; in diesen Fällen muss die Art und Weise angegeben werden, in der Mauerwerk und Holz zusammenwirken.

In einigen Fällen können einfache zweidimensionale Zeichnungen bei Bedarf um dreidimensionale Skizzen oder um isometrische Zeichnungen mit Maßangaben ergänzt werden, um die Konstruktion zu erklären.

#### 4.5.3 Diagnostische und technologische Untersuchung

Sie muss umfassen:

- a) Angabe der Holzarten. Zunächst kann sie durch eine schnelle Besichtigung vorgenommen werden, bei der die Hölzer zumindest einer deutlichen Gruppe von Arten zugeordnet werden, und sei es nur zur Unterscheidung in Nadel- und Laubholz.

ANMERKUNG 1 Konstruktionen können aus verschiedenen Arten bestehen, weil gelegentlich unterschiedliche Arten für primäre und sekundäre Bauteile verwendet werden.

- b) Bestimmung der Holzfeuchte. Anfangs werden Messungen nur an bestimmten Stellen der Konstruktion vorgenommen, an denen die örtlichen Bedingungen das Vorhandensein eines höheren Feuchtegehalts nahelegen. Die Messungen müssen jedoch auch an anderen Stellen vorgenommen werden, um die allgemeine Gleichgewichtsfeuchte des Holzes zum Zeitpunkt der Zustandserhebung zu bestimmen. Messungen müssen unter Anwendung des elektrischen Widerstandsmessverfahrens nach EN 13183-2:2002 und/oder des kapazitiven Messverfahrens nach EN 13183-3:2005 erfolgen.
- c) Bestimmung der Umgebungsbedingungen. Die Nutzungsklassen nach EN 1995-1-1 (bezüglich der mechanischen Eigenschaften) und die Gebrauchsklassen nach EN 335 (bezüglich der biologischen Gefährdung), denen das Holzbauteil ausgesetzt wird, müssen ermittelt werden.

ANMERKUNG 2 Verschiedene Teile oder Bauteile einer Holzkonstruktion können verschiedenen Gefährdungsklassen angehören. Falls die Unterschiede zwischen vorübergehenden (vor oder während eines möglichen Eingriffs) und den Zielbedingungen (Endbedingungen) wichtig sind, können beide Fälle bestimmt werden.

- d) Aufzeichnung des Schadensbildes. Die Untersuchung auf Fehler und Schäden sollte folgendes umfassen:
  - eine Aufzeichnung der Lage und des Ausmaßes aller mechanischen, biologischen Schäden oder Brandschäden. Die Ursache des biologischen Schadens muss identifiziert werden und ein Hinweis muss verfasst werden, ob er noch aktiv ist oder nicht;
  - Art, Lage und Ausmaß von natürlichen Hauptdefekten (Knoten, Faserneigung);
  - ein Hinweis auf alle in der Konstruktion fehlenden Holzteile;
  - ein Hinweis zu Art und Ausmaß der Einspannung durch Auflager aus Mauerwerk;

- ein Hinweis zu allen Anzeichen von Änderungen, die während der Lebensdauer an der Konstruktion vorgenommen wurden. Diese könnten vorgenommen worden sein, um Änderungen der Nutzung, des Grundrisses oder der äußeren Form des Gebäudes oder früheren Reparaturen Rechnung zu tragen;
- ein Hinweis zu der Art dieser Änderungen;
- ein Hinweis aller Stellen, an denen Holzteile nicht deutlich zu sehen sind und an denen ein Öffnen der Konstruktion erforderlich ist;
- ein Hinweis auf jede statische Problemstelle in den Hölzern, wie Risse im Holz, Versagen von Bauteilen und Verbindungen eines Tragwerks oder übermäßige Durchbiegungen.
- ein Hinweis auf jede Problemstelle in Stützkonstruktionen oder stützenden Bauteilen (Mauerwerkskonstruktionen, Fundamenten usw.) und an nicht tragenden Holzbauelementen, die in Wechselwirkung mit der Holzkonstruktion stehen.

ANMERKUNG 3 Die drei letztgenannten Fälle orientieren sich an einer statischen Berechnung, die dabei hilft, die kritischen Bereiche/Zonen der Holzkonstruktionen ausfindig zu machen.

#### 4.6 Strukturelle Analyse

Nach der Untersuchung sollte der Ingenieur eine vorläufige strukturelle Analyse durchführen. Sie muss die Tragstruktur beschreiben, d. h., sie zeigt den Lastabtrag in den Baugrund. Der Ingenieur sollte auch die Art und die Näherungswerte für die Spannungszustände in den wichtigsten tragenden Bauteilen bestimmen.

Das Hauptziel dieser strukturellen Analyse ist die Feststellung von Bereichen der Konstruktion, die unter starker Spannung stehen und größerer Aufmerksamkeit erfordern, insbesondere bei den kritischen Bereichen/Zonen, die bei der Zustandserhebung festgestellt wurden. Hieraus sollte sich das Sicherheitsniveau der Konstruktion ergeben.

In einigen Fällen kann eine einfache und konservative Bewertung der Tragstruktur, der Eigenschaften von Bauteilen und ihrer wirksamen Querschnitte sowie der Leistungsfähigkeit von Verbindungen als ausreichend angesehen werden. Alternativ könnte die vorläufige Bewertung die Notwendigkeit für eine detailliertere strukturelle Analyse anzeigen. Im Fall von räumlichen Tragsystemen kann eine numerische Analyse mit dreidimensionalen Modellen erforderlich sein.

Da die numerische Analyse einer historischen Konstruktion ein schwieriger Prozess mit vielen Unsicherheiten ist, ist es nicht immer möglich, die Festigkeits- und Steifigkeitswerte von tragenden Bauteilen und Verbindungen, die Lastgeschichte und die Grenzzustände zu schätzen, oder in Kenntnis zu bringen, ob nicht etwa Bauelemente der Bausubstanz, die nicht für eine tragende Funktion vorgesehen waren, dennoch möglicherweise Lasten tragen.

Es kann auch zu berücksichtigen sein, dass die von stark verfaulten Bauteilen vormals zu tragenden Lasten nun durch andere Bauteile getragen werden. Daher kann es gut möglich sein, dass mehr als ein Weg des Lastabtrags berücksichtigt werden muss, wobei die Konstruktion als solche überprüft werden muss, um zwischen diesen wählen zu können.

Die Berechnung sollte die für den geplanten Nutzungszweck des Gebäudes und für die Region zutreffenden Belastungen (z. B. Verkehrslasten, seismische Belastungen, Schnee- und Windlasten, falls anwendbar) berücksichtigen.

Bei einem konservativen Ansatz kann EN 1990 (auf Neubauten ausgerichtet) bezüglich der Kombination von zu berücksichtigenden Einwirkungen für die Verifizierung des Grenzzustands der Tragfähigkeit befolgt werden. Falls Unsicherheiten bezüglich der Lastgeschichte und Materialeigenschaften verringert werden können, dürfen bei einer detaillierteren Berechnung andere Kombinationen von Einwirkungen berücksichtigt werden, vorausgesetzt, dass ein geeignetes Sicherheitsniveau sichergestellt ist.

Obwohl in bestimmten Fällen auch ein Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit wichtig sein kann, können für denkmalgeschützte Bauten höhere Grenzwerte zulässig sein (insbesondere für Durchbiegung und Schwingungen), als die in neuen Bauvorschriften festgelegt.

Die gesamte Standsicherheit der Konstruktion sowie das Verhalten einzelner Bauteile oder einzelner Rahmen sollte bewertet werden. Daher ist es erforderlich, die Eignung der Fachwerkstäbe sowie der wichtigsten tragenden Bauteile zu berücksichtigen.

Eine Zielstellung der Berechnung besteht darin, die Holzbauteile und -verbindungen zu identifizieren, die übermäßige Lasten tragen oder bei denen der Erhaltungszustand des Holzes und somit ihre Tragfähigkeit für das Verhalten der Gesamtkonstruktion entscheidend sind. Die Bestimmung derartiger Bereiche ist für die detaillierte Untersuchung der Konstruktion zu verwenden.

Einige zimmermannsmäßigen Verbindungen können in der Lage sein, bis zu einem gewissen Ausmaß Biegemomente sowie Schub- und Druckbeanspruchungen zu übertragen. Nur wenn geeignete Daten zu ihrem Biegemoment-Rotationsvermögen zur Verfügung stehen, darf ihr Beitrag zum Gesamttragverhalten berücksichtigt werden, anstatt sie als gelenkige Verbindungen anzusehen.

#### 4.7 Vorläufiger Bericht

Der vorläufige Bericht muss einschließen:

- a) Zeichnungen der Konstruktion mit Maßangaben, vervollständigt mit technischen Hinweisen, die das Tragsystem, seine wichtigsten Merkmale und Problemstellen, wie nach 4.5.2, beschreiben;
- b) die Dokumentation von Problemstellen und Schadensbildern, wie nach 4.5.2;
- c) ein Hinweis/Lageplan der Holzteile und Verbindungen, die nicht besichtigt wurden und die Begründung dafür;
- d) strukturelle Analysen, die die Lasten und Lastkombinationen auf die Konstruktion sowie die damit verbundenen Spannungen und Verformungen darstellen. Bemerkungen zu möglichen Änderungen von Lasten;
- e) Feststellung der verschiedenen Arten von tragenden Bauteilen — in Übereinstimmung mit den Spannungsarten — und der Lage der kritischen Bereiche (entweder hinsichtlich des Spannungsniveaus oder aufgrund vorhandener Holzfehler oder biologischer Schäden des Holzes);
- f) Interpretation der Schadensursachen und des allgemeinen Verhaltens der Konstruktion (Diagnose); und
- g) Nutzungsklassen und Gebrauchsklassen.

Der Bericht muss erforderliche weiterführende Untersuchungen angeben, mit vollständiger Begründung der Notwendigkeit aller empfohlenen Arbeiten und mit Angabe aller Stellen, an denen die Konstruktion geöffnet werden muss, um die Zustandserhebung durchführen zu können.

Ferner muss er jegliche spezielle Ausrüstung, die erforderlich sein wird, angeben.

## 5 Detaillierte Untersuchung

### 5.1 Allgemeines

Das Ziel der detaillierten Untersuchung ist das Erlangen der folgenden detaillierten Informationen für alle Bauteile der Konstruktion:

- Holzarten;
- Feuchtegehalt;
- Festigkeitsklasse oder Festigkeitswerte;
- Charakterisierung biologischer Schäden.

Insbesondere für kritische Bereiche der Konstruktion sind diese Informationen stets wichtig, und sie unterstützen die Neuberechnung der Spannungs- und Verformungsniveaus für den folgenden endgültigen Diagnosebericht.

Die Untersuchung sollte eine Zeichnung mit Maßangabe sämtlicher wesentlichen tragenden Holzbauteile einschließen sowie Hinweise auf Werkzeugspuren und Zeichen des Zimmermanns, die beim Aufstellen des Fachwerks angebracht wurden. Auch ein Hinweis zum Verarbeitungsverfahren, das gesägte Flächen und mit der Axt oder dem Dechsel bearbeitete Flächen kennzeichnet, ist für die historische und bauliche Kontextualisierung der Bauteile und der Konstruktion als Ganzes wichtig.

Wie auch die vorläufige Bewertung (siehe 4.1.4) erfordert die detaillierte Untersuchung die Erfüllung der folgenden Bedingungen:

- a) Sicherheit: Die Holzkonstruktion muss ein vernünftiges angemessenes Maß an Sicherheit bieten, wenn Bereiche auf oder unter ihr betreten werden, ansonsten sind Abstützungsmaßnahmen erforderlich;
- b) Zugänglichkeit: Die Zugänglichkeit der Holzbauteile muss in ausreichendem Maß hergestellt werden, um die Durchführung der korrekten Verfahren zu ermöglichen. Das betrifft zwei Aspekte:
  - i) die Fähigkeit, die Holzbauteile zum Zweck der Besichtigung zu erreichen, deren Zugänglichkeit von der Beschaffenheit der Konstruktion abhängig sein wird. Hierzu kann eine einfache Leiter verwendet werden oder es kann ein vollständiges Einrücken erforderlich sein. Die Zugänglichkeit hat einen großen Einfluss auf die Auswahl des Verfahrens der Inaugenscheinnahme;
  - ii) die Möglichkeit Holzteile zu sehen, die durch andere Bauelemente verdeckt sein können, was erfordern kann, die Bausubstanz bis zu einem gewissen Maß zu öffnen. Derartiges Öffnen könnte kann eine Absprache mit den Denkmalschutz-Behörden erfordern;
- c) Beleuchtung: Um eine ordnungsgemäße Inaugenscheinnahme der Holzbauteile als Ganzes, der Einzelheiten der Holzoberfläche, der Verbindungen und der Auflager zu ermöglichen, muss geeignete Beleuchtung (Qualität und Intensität) zum Einsatz kommen;

ANMERKUNG Die Regelung der Beleuchtung kann von Vorteil sein, da Oberflächenmerkmale bei einer geeigneten gerichteten Beleuchtung mitunter einfacher zu erkennen sind, als bei heller Allgemeinbeleuchtung.

- d) Reinigung: Die Oberfläche des Holzes darf keinesfalls mit Schutt, Schmutz und Staub bedeckt oder davon verdeckt sein. Der Sachverständige muss darauf vorbereitet sein, Bereiche des Holzes bei Bedarf unter Anwendung trockener Prozesse (Bürsten, Staubsaugen, Druckluft usw.) zu reinigen.