

DIN EN 384**DIN**

ICS 79.040

Ersatz für
DIN EN 384:2004-05

**Bauholz für tragende Zwecke –
Bestimmung charakteristischer Werte für mechanische Eigenschaften
und Rohdichte;
Deutsche Fassung EN 384:2010**

Structural timber –
Determination of characteristic values of mechanical properties and density;
German version EN 384:2010

Structures en bois –
Détermination des valeurs caractéristiques des propriétés mécaniques et de la masse
volumique;
Version allemande EN 384:2010

Gesamtumfang 20 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 384:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 124 „Holzbauwerke“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SFS (Finnland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-04-01 AA „Holzbau“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, Deutsches Institut für Normung e. V.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 384:2004-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) in 5.3.4.3 wurde die Gleichung zur Berechnung des Faktors k_1 geändert;
- c) Positionierung des Bildes 1 im Text verändert;
- d) in 5.4 die Angaben zur Anwendung der Faktoren k_s und k_v aktualisiert;
- e) Abschnitt zu „Rohdichte“ von Abschnitt 6 zu Abschnitt 8 umgestellt;
- f) Verweise im Dokument zu Abschnitt 6 aktualisiert;
- g) in 9.2.2 eine Anmerkung aufgenommen;
- h) Bild 2 gelöscht.

Frühere Ausgaben

DIN EN 384: 1996-07, 2004-05

Deutsche Fassung

Bauholz für tragende Zwecke —
Bestimmung charakteristischer Werte für mechanische
Eigenschaften und Rohdichte

Structural timber —
Determination of characteristic values of mechanical
properties and density

Structures en bois —
Détermination des valeurs caractéristiques des propriétés
mécaniques et de la masse volumique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 4. März 2010 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Mechanische Eigenschaften, ermittelt an Prüfkörpern in Bauteilgröße.....	8
5.1 Probenahme	8
5.2 Prüfung	8
5.3 Berechnung der Ergebnisse.....	9
5.4 Festigkeitseigenschaften.....	10
5.5 Elastizitätsmodul	11
6 Alternativverfahren zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften.....	12
6.1 Biegefestigkeit und Elastizitätsmodul, ermittelt an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern aus Laubholz	12
6.2 Weitere mechanische Eigenschaften	12
7 Mechanische Eigenschaften anderer Sortierklassen für Laubholz und Nadelholz.....	13
8 Rohdichte	13
9 Abnahmeverfahren zur Überprüfung eines Loses	14
9.1 Allgemeines.....	14
9.2 Überprüfung der Mittelwerte (z. B. des Mittelwerts für den Elastizitätsmodul)	14
9.3 Überprüfung der 5 %-Quantilwerte (z. B. der charakteristischen Festigkeit).....	15
10 Prüfbericht.....	16
Anhang A (normativ) Beispiel für einen Vordruck für die Angabe der charakteristischen Werte	17
Literaturhinweise	18

Vorwort

Dieses Dokument (EN 384:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 124 „Holzbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SFS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2010 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 384:2004.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

In dieser überarbeiteten Fassung wurden Änderungen an den Gleichungen vorgenommen, in denen die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften in 6.2.1 und dem Verfahren zur Berechnung des 5 %-Quantils der Rohdichte erfasst werden. Die Anforderungen an die Überprüfung in Abschnitt 9 sind ebenfalls verändert worden.

Bemessungsnormen können ihrem Zweck nur dann wirksam gerecht werden, wenn einheitlich geregelt wird, wie die mechanischen und physikalischen Eigenschaften zu bestimmen sind.

Für eine gegebene Grundgesamtheit können charakteristische Werte grundsätzlich nicht mit absoluter Genauigkeit ermittelt werden. Ein wesentliches Ziel der in dieser Norm angegebenen Verfahren wird vor allem darin gesehen, dass die damit bestimmten charakteristischen Werte für entsprechende Grundgesamtheiten vergleichbar sind. Ferner ist von Bedeutung, dass bereits vorliegende Prüfergebnisse trotz unterschiedlicher Probenahme und Prüfverfahren so umfassend wie möglich genutzt werden können.

Diese Norm enthält auch Verfahren, die regeln, wie charakteristische Werte bestimmt werden dürfen, wenn die optimale Menge von Ergebnissen aus Prüfungen in Bauteilgröße nicht oder wenn nur Ergebnisse von Prüfungen an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern zur Verfügung stehen. In diesen Fällen wird die geringere Aussagesicherheit durch Abminderungsfaktoren berücksichtigt.

Diese Norm umfasst für die Bestimmung der charakteristischen Werte die Teilbereiche Definition der Grundgesamtheit, Probenahme, Prüfung, Berechnung und Darstellung der Ergebnisse.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt fest, wie charakteristische Werte für mechanische Eigenschaften und Rohdichtewerte von Schnittholz definierter Grundgesamtheiten von visuell und/oder maschinell nach der Festigkeit sortierte Sortierklassen zu bestimmen sind.

Außerdem wird ein Verfahren zur Überprüfung der Festigkeitswerte einer Probe zum Vergleich mit genormten Festigkeitswerten angegeben.

Die nach dieser Norm bestimmten mechanischen Eigenschaften und Rohdichtewerte sind für die Zuordnung der Holzarten und -klassen in die Festigkeitsklassen nach EN 338 geeignet.

ANMERKUNG 1 Für die Zuordnung der Holzarten und -klassen in die Festigkeitsklassen nach EN 338 ist die Bestimmung von nur drei charakteristischen Werten, d. h. Biegefestigkeit, Mittelwert des Elastizitätsmoduls, parallel zur Faserrichtung, und Rohdichte, erforderlich. Die übrigen Eigenschaften dürfen der in EN 338 angegebenen Tabelle entnommen werden.

ANMERKUNG 2 EN 1912 gibt Beispiele für die Zuordnung von Festigkeitsklassen von bewährten nationalen und regionalen visuellen Sortiergraden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 338, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen*

EN 408, *Holzbauwerke — Bauholz für tragende Zwecke und Brettschichtholz — Bestimmung einiger physikalischer und mechanischer Eigenschaften*

EN 1912, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen — Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten*

EN 14081-1, *Holzbauwerke — Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 14081-2, *Holzbauwerke — Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt — Teil 2: Maschinelle Sortierung — Zusätzliche Anforderungen an die Erstprüfung*

ISO 3131:1975, *Wood — Determination of density for physical and mechanical tests*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 charakteristischer Wert

im Allgemeinen ein Wert, der einem Quantil der statistischen Verteilung einer Bauholzeigenschaft entspricht

ANMERKUNG Für die Festigkeitseigenschaften, den Elastizitätsmodul und die Rohdichte gilt das 5 %-Quantil; beim Elastizitätsmodul ist auch der Mittelwert ein charakteristischer Wert.

3.2 p %-Quantil

Wert, bei dem die Wahrscheinlichkeit des Auftretens geringerer Werte p % beträgt

3.3 Grundgesamtheit

Bauholz, für das die zugehörigen charakteristischen Werte zutreffen

ANMERKUNG Die Grundgesamtheit ist festgelegt durch Parameter wie Holzart oder Kombinationen von Holzarten, Herkunft und Festigkeitsklasse.

3.4 Probe

Anzahl von Prüfkörpern eines Querschnittmaßes aus einer Grundgesamtheit

ANMERKUNG (siehe 5.1)

3.5 Prüfung von kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern

Prüfung zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern

3.6 Prüfkörper

zur Prüfung vorbereitetes Stück Holz

3.7 Dicke

kleinere Seite eines Holzquerschnittes rechtwinklig zur Längsachse

3.8 Breite

größere Seite eines Holzquerschnittes rechtwinklig zur Längsachse

3.9 Höhe

Abmessung rechtwinklig zur Längsachse eines Holzträgers, in der Biegeebene

4 Symbole und Abkürzungen

a_f Abstand zwischen den innerem Lastangriffspunkten bei der Biegeprüfung (in mm)

COV Variationskoeffizient

\bar{E} Mittelwert des Elastizitätsmoduls einer Probe (in N/mm²)

$E_{0,mean}$ charakteristischer Wert (Mittelwert) des Elastizitätsmoduls parallel zur Faserrichtung (in N/mm²)

$E_{0,05}$ charakteristischer Wert (5 %-Quantile) des Elastizitätsmoduls parallel zur Faserrichtung (in N/mm²)

$E_{90,mean}$	charakteristischer Wert (Mittelwert) des Elastizitätsmoduls rechtwinklig zur Faserrichtung (in N/mm ²)
$E_{mean,acc}$	Mittelwert des Elastizitätsmoduls für ein Los in annehmbarer Qualität (in N/mm ²)
$E_{mean,unacc}$	Mittelwert des Elastizitätsmoduls für ein Los in nicht annehmbarer Qualität (in N/mm ²)
f	Festigkeitseigenschaft
$f_{c,0,k}$	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung (in N/mm ²)
$f_{c,90,k}$	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung (in N/mm ²)
f_k	charakteristischer Wert der Festigkeit (in N/mm ²)
$f_{m,k}$	charakteristischer Wert der Biegefestigkeit (in N/mm ²)
$f_{t,0,k}$	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faserrichtung (in N/mm ²)
$f_{t,90,k}$	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung (in N/mm ²)
f_{05}	5 %-Quantilwert einer einzelnen Probe (in N/mm ²)
$f_{05,acc}$	5 %-Quantilwert für ein Los in annehmbarer Qualität (in N/mm ²)
$f_{05,unacc}$	5 %-Quantilwert für ein Los in nicht annehmbarer Qualität (in N/mm ²)
\bar{f}_{05}	gewichteter Mittelwert von f_{05} aus mehreren Proben (in N/mm ²)
$f_{v,k}$	charakteristischer Wert der Schubfestigkeit (in N/mm ²)
G_{mean}	charakteristischer Wert (Mittelwert) des Schubmoduls (in N/mm ²)
h	Höhe eines Biegeprüfkörpers oder Breite eines Zugprüfkörpers (in mm)
k_h	Faktor zur Umrechnung von f_k , wenn h nicht 150 mm beträgt
k_l	Faktor zur Berücksichtigung der Länge
k_q	Faktor für die Überprüfung der Güte einer sortierten Probe
k_s	Faktor zur Berücksichtigung der Probenanzahl und des Probenumfangs
k_v	Faktor zur Berücksichtigung der maschinellen Sortierung
l	Spannweite (in mm)
l_{et}	effektive Länge für die Prüfung (in mm)
n	Anzahl der Prüfkörper in einer Probe
p_{lim}	annehmbarer Grenzwert für die Wahrscheinlichkeit für eine Festigkeit
α	Herstellerrisiko
β	Abnehmerrisiko
ρ	Rohdichte (in kg/m ³)
ρ_k	charakteristische Rohdichte (5 %-Quantil) (in kg/m ³)
ρ_{05}	5 %-Quantil der Rohdichte einer Probe (in kg/m ³)

5 Mechanische Eigenschaften, ermittelt an Prüfkörpern in Bauteilgröße

5.1 Probenahme

Die Proben sind der Grundgesamtheit des Bauholzes, das visuell oder maschinell nach den in EN 14081-1 festgelegten Anforderungen sortiert wurde, zu entnehmen.

Das Prüfmaterial muss eine repräsentative Probe der Grundgesamtheit darstellen. Es muss für die Herkunft des Bauholzes, die Größen und die Qualität, die bei der Produktion sortiert wird, repräsentativ sein. Jede Probe muss gleicher Herkunft sein.

ANMERKUNG 1 Um die Einstellungen der Sortiermaschinen vornehmen zu können, sind weitere Anforderungen an die Probenahme in EN 14081-2 angegeben.

Alle bekannten oder vermuteten Einflussgrößen auf die Verteilung der mechanischen Eigenschaften in der Grundgesamtheit, wie z. B. Wuchsgebiete, Sägewerke, Stammdicke oder Einschnittverfahren, sollten durch die Anzahl der gewählten Proben repräsentiert sein, d. h. mit gleicher Häufigkeitsverteilung wie in der Grundgesamtheit erfasst werden.

ANMERKUNG 2 Dies sollte das wesentliche Kriterium bei der Festlegung der Probenanzahl und des Probenumfangs sein.

Die Anzahl der Prüfkörper in jeder Probe muss mindestens 40 betragen.

ANMERKUNG 3 Bei einem geringen Probenumfang und/oder einer geringen Anzahl von Proben werden die charakteristischen Werte entsprechend abgemindert, siehe 5.4.

Innerhalb einer Probe muss der Querschnitt der Prüfkörper gleich sein; bei weiteren Proben kann er unterschiedlich sein, außer, wenn die Prüfdaten anzuwenden sind, um die Einstellungen für Sortiermaschinen zu bestimmen, die auf einer Größensmessung basieren (siehe EN 14081-2). Die Anzahl der Größen muss für das Spektrum der Größen, für die die Sortierregeln gelten, repräsentativ zu sein.

Prüfkörper für die Prüfung der Schubfestigkeit, der Zugfestigkeit rechtwinklig zu Faserrichtung und der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung sind verhältnismäßig klein und müssen daher frei von Eigenschaften sein, die eine Reduzierung der Festigkeit bewirken. Sie müssen jedoch für das volle Spektrum an Wuchsgebieten, Dichte und Zuwachsraten repräsentativ sein.

5.2 Prüfung

Die Prüfung ist nach EN 408 durchzuführen. Außer bei den mechanischen Eigenschaften Schubfestigkeit, Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung und Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung ist an jedem Prüfkörper ein kritischer Querschnitt zu bestimmen. Darunter wird jener Querschnitt verstanden, an dem nach Augenschein und nach anderen Informationen, wie z. B. den Messwerten einer Festigkeitssortiermaschine, vermutlich der Bruch eintreten wird. Der kritische Querschnitt muss im eigentlichen Prüfbereich angeordnet sein, z. B. bei der Biegeprüfung nicht außerhalb der Lastangriffspunkte und bei der Zugprüfung nicht direkt am bzw. im Einspannbereich. Bei Prüfungen zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls ist das Verfahren nach EN 408 anzuwenden, und der kritische Querschnitt ist zwischen den Belastungskolben anzuordnen. Die Sortierung des Bauholzteils wird durch die Sortierung des kritischen Querschnitts bestimmt.

ANMERKUNG 1 Da das Verfahren zur Bestimmung der Werte der 5%-Quantile der Festigkeitseigenschaften parameterfrei ist (siehe 5.3.1), brauchen nicht alle Prüfkörper der Proben bis zum Bruch geprüft zu werden.

Bei der Biegeprüfung zur Bestimmung der Festigkeit oder des Elastizitätsmoduls muss die Last auf eine Seite des Prüfkörpers aufgebracht werden; die Zugseite ist nach Zufallsgesichtspunkten auszuwählen.

Bei der Zugprüfung zur Bestimmung der Festigkeit oder des Elastizitätsmoduls muss die Länge des Prüfkörpers zwischen den Einspannbacken das Neunfache der Prüfkörperbreite betragen.

ANMERKUNG 2 Ergebnisse von Prüfungen mit abweichenden Prüfverfahren oder Holzfeuchten dürfen herangezogen werden, wenn genügend Informationen darüber vorliegen, wie diese Ergebnisse auf die Referenzbedingungen nach 5.3.3 umgerechnet werden können. Es können z. B. die Holzfeuchte, die Stützweiten oder die Ausrichtung der Prüfkörper (Druckseite, Zugseite) abweichen. Liegen diese Informationen nicht vor, sind die in 5.3.4 angegebenen Empfehlungen für die Umrechnung anzuwenden.

5.3 Berechnung der Ergebnisse

5.3.1 Bestimmung des 5 %-Quantils für die Festigkeit einer Probe

Für jede Probe muss ein 5 %-Quantilwert f_{05} bestimmt werden, indem alle Prüfwerte in steigender Folge gereiht werden. Das 5 %-Quantil ist der Wert derjenigen Prüfung, den 5 % der Prüfwerte nicht überschreiten. Falls dies kein Prüfwert ist (d. h. wenn die Anzahl der Prüfwerte nicht durch 20 teilbar ist), darf zwischen den beiden benachbarten Werten linear interpoliert werden.

5.3.2 Bestimmung des Mittelwertes des Elastizitätsmoduls einer Probe

Der Mittelwert des globalen Elastizitätsmoduls \bar{E} einer Probe muss nach folgender Gleichung, die zur Berücksichtigung des lokalen Elastizitätsmoduls angepasst wurde, bestimmt werden:

$$\bar{E} = \left[\sum E_i/n \right]^{1,3} - 2\,690$$

Dabei ist

E_i der i-te Wert des Elastizitätsmoduls (siehe 5.2) mit $i = 1$ bis n , in N/mm^2 .

5.3.3 Referenzbedingungen

5.3.3.1 Holzfeuchte

Die Bezugsholzfeuchte entspricht einer Holzfeuchte bei einer Lagerung bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte.

ANMERKUNG Bei den meisten Nadelhölzern entspricht dies einer Holzfeuchte von ungefähr 12 %.

5.3.3.2 Biegefestigkeit

Die Referenzbedingung entspricht einer Höhe von 150 mm und einer einheitlichen Prüfanordnung mit Lastangriff in den Drittelpunkten bei einer Stützweite gleich der 18fachen Höhe des Prüfkörpers.

5.3.3.3 Zugfestigkeit

Die Referenzbedingung entspricht einer Breite von 150 mm. Alle anderen Anforderungen sind in 5.2 genannt.

5.3.4 Umrechnungsfaktoren

5.3.4.1 Allgemeines

Jeder 5 %-Quantilwert oder Mittelwert einer Probe ist, wie nachstehend angegeben, auf die genormten Referenzbedingungen umzurechnen.

5.3.4.2 Holzfeuchte der Proben

Wurden Proben nicht unter Bezugsbedingungen geprüft, weisen aber eine Holzfeuchte zwischen 8 % und 18 % auf, sind die Prüfwerte wie folgt auf eine Holzfeuchte von 12 % (oder auf einen Wert, der nachweislich für die Referenzbedingungen für die betreffende Holzart zutreffender ist) umzurechnen. Sofern geeignete Umrechnungsfaktoren aus Prüfergebnissen vorliegen, sind stattdessen diese anzuwenden. Bei diesen Umrechnungen müssen Prüfkörper mit einer Holzfeuchte über 18 % ausgehend von 18 % und nicht von ihrem tatsächlichen Holzfeuchtwert betrachtet werden.

- Für die Biege- und die Zugfestigkeit: keine Umrechnung erforderlich;
- für die Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung: Änderung um 3 % je Prozentpunkt Holzfeuchteunterschied;
- für den Elastizitätsmodul: Änderung um 1 % je Prozentpunkt Holzfeuchteunterschied;
- für die Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung und Elastizitätsmodul: die Werte werden erhöht, wenn Werte mit einer höheren Holzfeuchte umzurechnen sind, und umgekehrt.

5.3.4.3 Bauholzmaße und Prüflänge

Die 5 %-Quantile der Biege- und Zugfestigkeit sind auf eine Höhe bzw. Breite von 150 mm umzurechnen, indem sie durch den nach folgender Gleichung zu bestimmenden Faktor k_h dividiert werden:

$$k_h = \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2}$$

Stimmt die Biegeprüfanordnung nicht mit den Bedingungen nach EN 408 überein (d. h. Stützweite $l = 18 h$ und Abstand der Lastangriffspunkte $a_f = 6h$), ist die 5 %-Quantile der Biegefestigkeit umzurechnen, indem sie durch den nach folgender Gleichung zu bestimmenden Faktor k_l dividiert wird:

$$k_l = \left(\frac{48 h}{l_{et}} \right)^{0,2}$$

Dabei ist

$$l_{et} = l + 5a_f$$

wobei a_f und l die entsprechenden Werte für die Prüfung aufweisen.

5.3.4.4 Weitere Umrechnungen

Weichen die Prüfverfahren und/oder -bedingungen auf andere Weise als in 5.3.4.2 und 5.3.4.3 beschrieben von den Referenzbedingungen ab, sind entsprechende Faktoren über Vergleichsverfahren und/oder -bedingungen herzuleiten und das 5 %-Quantil oder der Mittelwert ist auf die Referenzbedingungen umzurechnen.

5.4 Festigkeitseigenschaften

Der charakteristische Wert der Festigkeit f_k ist mit der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$f_k = \bar{f}_{05} k_s k_v$$

Dabei ist

\bar{f}_{05} der in N/mm² angegebene Mittelwert der umgerechneten und im Verhältnis der Probenumfänge gewichteten 5 %-Quantilwerte (f_{05}) der einzelnen Proben. Ist \bar{f}_{05} größer als das 1,2fache des niedrigsten umgerechneten Wertes für f_{05} , dann ist entweder die Referenz-Grundgesamtheit neu zu definieren, sodass der niedrigste Wert ausgeschlossen wird, oder \bar{f}_{05} ist als das 1,2fache des niedrigsten Wertes für f_{05} festzulegen;

k_s der Faktor zur Berücksichtigung der Probenanzahl und des Probenumfanges nach Bild 1;

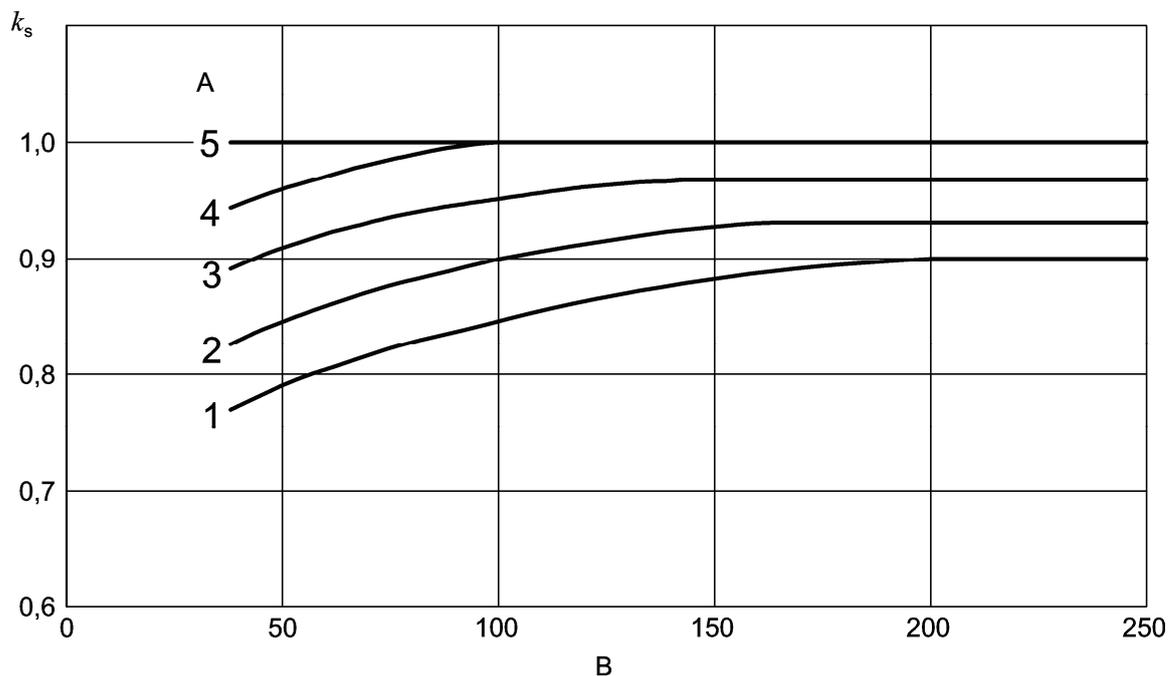
k_v der Faktor zur Berücksichtigung der geringeren Variabilität der Werte f_{05} von maschinell sortiertem Holz im Vergleich zu visuell sortiertem Holz;

Für Zug- und Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung: $k_v = 1,0$;

Für die Biegefestigkeit von maschinell sortiertem Holz mit f_{mk} größer als 30 N/mm² und visuell sortiertem Holz: $k_v = 1,0$;

Für die Biegefestigkeit von maschinell sortiertem Holz mit f_{mk} gleich oder kleiner als 30 N/mm²: $k_v = 1,12$.

Für die Schubfestigkeit, die Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung und die Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung: $k_s = k_v = 1$.



Legende

- A Anzahl der Proben
- B Probenumfang der kleinsten Probe

Bild 1 — Faktor k_s , in Abhängigkeit von Anzahl und Umfang der Proben

5.5 Elastizitätsmodul

Nach Umrechnung des Wertes \bar{E} für jede Probe (siehe 5.3.2) auf die Referenzbedingungen (siehe 5.3.3) ist der charakteristische Wert $E_{0,mean}$ nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$E_{0,mean} = \frac{\sum \bar{E}_j n_j}{\sum n_j}$$

Dabei ist

n_j die Anzahl der Prüfkörper in der Probe j;

\bar{E}_j der Mittelwert des Elastizitätsmoduls der Probe j, in Newton je Quadratmillimeter.

6 Alternativverfahren zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften

6.1 Biegefestigkeit und Elastizitätsmodul, ermittelt an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern aus Laubholz

Dieses Verfahren darf nur bei Laubholzarten angewendet werden.

Faktoren zur Berechnung charakteristischer Werte der Biegefestigkeit und des Elastizitätsmoduls dürfen hergeleitet werden, wenn für mindestens drei andere Holzarten Ergebnisse aus Prüfungen an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern und in Bauteilgröße zur Verfügung stehen. (Es ist wichtig, dass es sich dabei um gleichartige Holzarten handelt.) Diese Faktoren sind dann aus den Verhältniswerten zwischen den für die Sorte charakteristischen Werten aus den Ergebnissen der Prüfungen in Bauteilgröße und den Mittelwerten aus den Ergebnissen der Prüfungen an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern herzuleiten. Diese Faktoren dürfen sodann auf Holzarten übertragen werden, für die nur Ergebnisse aus Prüfungen an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern vorliegen.

Bei Ergebnissen aus Prüfungen an kleinen, fehlerfreien Prüfkörpern muss die Anzahl der von mindestens fünf Stämmen entnommenen Prüfkörper einer Probe mindestens 40 betragen; das Prüfverfahren muss in allen Fällen dasselbe sein.

Auf diese Weise ermittelte charakteristische Werte sind durch Multiplikation mit dem Faktor 0,9 abzumindern.

6.2 Weitere mechanische Eigenschaften

6.2.1 Allgemeines

Wenn für die entsprechenden Eigenschaften keine Ergebnisse von Prüfungen in Bauteilgröße zur Verfügung stehen, sind die charakteristischen Werte nach 6.2.2 bis 6.2.7 aus den charakteristischen Werten der Biegefestigkeit, des Mittelwerts des Elastizitätsmoduls und der Rohdichte zu berechnen, vorausgesetzt, dass diese Werte nach den Abschnitten 5, 6.1, Abschnitt 7 und Abschnitt 8 bestimmt wurden.

6.2.2 Zug- und Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung und Schubfestigkeit

Die charakteristischen Werte der Zugfestigkeit $f_{t,0,k}$ parallel zur Faserrichtung, der Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$ parallel zur Faserrichtung und der Schubfestigkeit $f_{v,k}$ sind folgendermaßen zu berechnen:

$$f_{t,0,k} = 0,6 f_{m,k}$$

$$f_{c,0,k} = 5 (f_{m,k})^{0,45}$$

$$f_{v,k} \quad \text{aus EN 338 für den zutreffendsten Wert der Biegefestigkeit zu entnehmen.}$$

6.2.3 Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung

Der charakteristische Wert der Zugfestigkeit $f_{t,90,k}$ rechtwinklig zur Faserrichtung hat den folgenden Wert:

$$f_{t,90,k} \quad 0,4 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für Nadelholz oder}$$

$$f_{t,90,k} \quad 0,6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für Laubholz.}$$

6.2.4 Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung

Der charakteristische Wert der Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$ rechtwinklig zur Faserrichtung ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$f_{c,90,k} = 0,007 \rho_k \quad \text{für Nadelholz oder}$$

$$f_{c,90,k} = 0,015 \rho_k \quad \text{für Laubholz.}$$

6.2.5 Charakteristischer 5 %-Quantilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faserrichtung

Der charakteristische Elastizitätsmodul $E_{0,05}$ parallel zur Faserrichtung ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

— für Nadelholz: $E_{0,05} = 0,67 E_{0,\text{mean}}$;

— für Laubholz: $E_{0,05} = 0,84 E_{0,\text{mean}}$.

6.2.6 Mittelwert des Elastizitätsmoduls rechtwinklig zur Faserrichtung

Der Mittelwert des Elastizitätsmoduls $E_{90,\text{mean}}$ rechtwinklig zur Faserrichtung ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

— für Nadelholz: $E_{90,\text{mean}} = E_{0,\text{mean}}/30$;

— für Laubholz: $E_{90,\text{mean}} = E_{0,\text{mean}}/15$.

6.2.7 Schubmodul

Der Mittelwert des Schubmoduls G_{mean} ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$G_{\text{mean}} = E_{0,\text{mean}}/16$$

7 Mechanische Eigenschaften anderer Sortierklassen für Laubholz und Nadelholz

Wenn Angaben zur Bestimmung charakteristischer Werte der Biegefestigkeit, des Elastizitätsmoduls und der Rohdichte nach den Abschnitten 5 und 8 nur für eine Sortierklasse einer Holzart oder Kombination von Holzarten zur Verfügung stehen, dürfen die charakteristischen Werte für andere Sortierklassen derselben Holzart durch Anwendung sortierklassenspezifischer Faktoren bestimmt werden. Diese Faktoren sind aus den Verhältniszahlen der nach den Abschnitten 5 und 8 bestimmten charakteristischen Werte von mindestens drei anderen vergleichbaren Holzarten (z. B. im Bereich der Größe von festigkeitsreduzierenden Eigenschaften und der Rohdichte) oder Kombinationen von Holzarten, für die Angaben für alle erforderlichen Sortierklassen vorliegen, abzuleiten.

8 Rohdichte

Die charakteristische Rohdichte ist durch Dichtemessungen an Proben zu ermitteln, die nach 5.1 entnommen wurden.

Die Messungen sind nach ISO 3131:1975, 6.1 durchzuführen. Wenn die Holzfeuchte mehr als 12 % beträgt, ist die Rohdichte je Prozentpunkt Holzfeuchte um 0,5 % zu verringern; wenn die Holzfeuchte weniger als 12 % beträgt, ist die Rohdichte je Prozentpunkt Holzfeuchte um 0,5 % zu erhöhen. Dabei wird vorausgesetzt, dass Masse und Volumen bei der gleichen Holzfeuchte geprüft werden. Das 5 %-Quantil der Rohdichte ρ_{05} einer Probe ist wie folgt zu berechnen.

Für jede Probe muss ein 5 %-Quantilwert ρ_{05} bestimmt werden, indem alle Prüfwerte in steigender Folge angeordnet werden. Das 5 %-Quantil ist der Wert derjenigen Prüfung, den 5 % der Prüfwerte nicht überschreiten. Falls dies kein Prüfwert ist (d. h. wenn die Anzahl der Prüfwerte nicht durch 20 teilbar ist), darf zwischen den beiden benachbarten Werten linear interpoliert werden.

Wenn nicht alle Prüfkörper bis zum Bruch geprüft werden, darf die Rohdichte jedes Prüfkörpers aus der Masse und dem Volumen des gesamten Prüfkörpers bestimmt und durch Division mit 1,05 auf die an kleinen, fehlerfreien Proben nach ISO 3131:1975 bestimmte Rohdichte umgerechnet werden. Diese enthält nicht den Einfluss der Holzfeuchte; er ist gegebenenfalls gesondert zu berücksichtigen.

Die charakteristische Rohdichte ρ_k ist nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$\rho_k = \frac{\sum \rho_{05,j} n_j}{\sum n_j}$$

Dabei ist

- n_j die Anzahl der Prüfkörper in der Probe j;
- $\rho_{05,j}$ der 5 %-Quantilwert der Rohdichte der Probe j.

9 Abnahmeverfahren zur Überprüfung eines Loses

9.1 Allgemeines

Um zu überprüfen, ob ein angegebener charakteristischer Wert eines bestimmten Loses entspricht, ist eine Probe nach 5.2 zu prüfen. Der Probenumfang und die Anforderungen an die Überprüfung werden in den folgenden Abschnitten für die Mittelwerte und die 5 %-Quantilwerte angegeben.

ANMERKUNG Diese Abschnitte wurden nach den Grundsätzen der Qualitätskontrolle unter Annahme eines Hersteller- $\alpha = 5\%$ und eines Abnehmerrisikos $\beta = 10\%$ abgeleitet. Ziel der Qualitätskontrolle ist ein Vergleich der Qualität des Loses mit der ursprünglich untersuchten Grundgesamtheit. Das Herstellerrisiko steht für die Wahrscheinlichkeit, dass ein Los in annehmbarer Qualität zurückgewiesen wird. Das Abnehmerrisiko steht für die Wahrscheinlichkeit, dass ein Los in nicht annehmbarer Qualität angenommen wird.

9.2 Überprüfung der Mittelwerte (z. B. des Mittelwerts für den Elastizitätsmodul)

9.2.1 Verfahren zur Beibehaltung eines Abnehmerrisikos von 10 %

Der Umfang der Probe, der vom Variationskoeffizienten (COV , en: coefficient of variation) der Probe abhängt, muss aus Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1 — Probenumfang für die Überprüfung der Mittelwerte

COV	$COV \leq 20\%$	$20\% < COV \leq 25\%$	$25\% < COV \leq 30\%$	$30\% < COV \leq 35\%$	$COV > 35\%$
n	34	54	77	105	140

Weil der Variationskoeffizient erst bei den Prüfungen bestimmt wird und daher vor der Prüfung nicht bekannt ist, kann von einer anfänglichen Schätzung für den COV von 20 % ausgegangen werden.

Wenn die Prüfung der Erstprobe abgeschlossen ist, muss der tatsächliche COV berechnet werden. Ist er größer als der Schätzwert, muss eine Prüfung durchgeführt werden, bei der die Anzahl der Prüfkörper entsprechend Tabelle 1 zu erhöhen ist.

Der Mittelwert der Probe darf nicht geringer sein als der geforderte Mittelwert multipliziert mit $k_q = 0,944$. Ist das nicht der Fall, wird festgelegt, dass das Los nicht annehmbar ist.

ANMERKUNG Bei Überprüfung der Mittelwerte ist, wenn ein Los in guter Qualität durch einen geforderten Mittelwert $E_{\text{mean,acc}}$ festgelegt wird, ein Los in nicht annehmbarer Qualität durch einen Mittelwert $E_{\text{mean,unacc}} = 90\% E_{\text{mean,acc}}$ festgelegt.

Falls der COV größer als 35 % ist, kann es sein, dass weitere Prüfungen zu aufwendig sind. In diesen Fällen darf das nachfolgend beschriebene alternative Verfahren angewendet werden.

9.2.2 Alternatives Verfahren zur Begrenzung des Probenumfangs für große COV s

Falls der COV 35 % überschreitet, darf die Anzahl der Prüfkörper auf 105 begrenzt werden. In diesem Fall ist $k_q = 0,934$.

ANMERKUNG Es sollte beachtet werden, dass diese Option das Abnehmerrisiko auf 20 % erhöht.

9.3 Überprüfung der 5 %-Quantilwerte (z. B. der charakteristischen Festigkeit)

9.3.1 Verfahren mit einem Abnehmerrisiko von 10 %

Der Probenumfang, der vom Variationskoeffizienten (COV) der Probe abhängt, muss aus Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2 — Probenumfang für die Überprüfung der 5 %-Quantilwerte

COV	$COV \leq 25 \%$	$25 \% < COV \leq 30 \%$	$30 \% < COV \leq 35 \%$	$35 \% < COV \leq 40 \%$	$COV > 40 \%$
n	40	48	93	187	411

Weil der Variationskoeffizient erst bei den Prüfungen ermittelt wird und daher vor der Prüfung nicht bekannt ist, kann von einer anfänglichen Schätzung für den COV von 25 % ausgegangen werden.

Wenn die Prüfung der Erstprobe abgeschlossen ist, muss der tatsächliche COV berechnet werden. Ist er größer als der Schätzwert, muss erneut eine Prüfung durchgeführt werden, bei der die Anzahl Prüfkörper entsprechend Tabelle 2 zu erhöhen ist.

Das Quantil des Wertes der untersuchten Probe, der dem geforderten charakteristischen Wert entspricht, muss durch Reihung der Prüfwerte ermittelt werden. Es darf nicht größer sein als der in Tabelle 3 angegebene Grenzwert p_{lim} . Ist es größer, wird festgelegt, dass das Los nicht annehmbar ist.

ANMERKUNG Bei Überprüfung der Festigkeit ist, wenn ein Los in annehmbarer Qualität durch einen geforderten 5 %-Quantilwert $f_{05,acc}$ festgelegt wird, ein Los in nicht annehmbarer Qualität durch einen 5 %-Quantilwert $f_{05,unacc} = 80 \% f_{05,acc}$ festzulegen.

Tabelle 3 — p_{lim} -Werte für die Überprüfung der 5 %-Quantilwerte

COV	$COV \leq 25 \%$	$25 \% < COV \leq 30 \%$	$30 \% < COV \leq 35 \%$	$35 \% < COV \leq 40 \%$	$COV > 40 \%$
p_{lim}	9,44 %	7,96 %	7,02 %	6,37 %	5,89 %

Falls der COV größer als 35 % ist, kann eine nachfolgend beschriebene alternative Option zur Begrenzung des Probenumfangs angewendet werden.

9.3.2 Alternatives Verfahren zur Begrenzung des Probenumfangs für große COV s

Für große COV s kann es sein, dass weitere Prüfungen zu aufwendig sind. In diesen Fällen ist der Probenumfang auf 93 Stücke zu begrenzen, und die p_{lim} -Werte müssen aus Tabelle 4 entnommen werden.

ANMERKUNG Es sollte beachtet werden, dass die Begrenzung des Probenumfangs das Abnehmerrisiko nach Tabelle 4 erhöht.

Tabelle 4 — p_{lim} -Werte für große COV s

COV	$35 \% < COV \leq 40 \%$	$COV > 40 \%$
p_{lim}	7,43 %	6,9 %
Abnehmerrisiko	20 %	30 %

10 Prüfbericht

Es ist ein schriftlicher Prüfbericht zu erstellen, der Angaben über die Grundgesamtheit, die Probenahme, die Prüfung sowie über analytische Verfahren und Berechnungen enthält (siehe Anhang A).

ANMERKUNG Wenn eine Sortierklasse und Holzart in EN 1912 als eine Sortierklasse und Holzart aufzunehmen ist, die den Anforderungen einer Festigkeitsklasse entspricht, werden Angaben zur Verteilung der Astgröße der Proben (am kritischen Querschnitt), zur Wachsrate und zur Rohdichte benötigt. Anhang A enthält ein Beispiel für einen Vordruck für die Angabe der charakteristischen Werte.

Literaturhinweise

- [1] EN 14081-3, *Holzbauwerke — Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt — Teil 3: Maschinelle Sortierung — Zusätzliche Anforderungen an die werkeigene Produktionskontrolle*