

# Konzept der Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen gemäss Norm SIA 265/1

René Steiger  
Empa Abteilung Holz, Dübendorf

## 1 TRAGWERKSANALYSE

### 1.1 Allgemeines

Die Norm SIA 265/1:2009 [1] gilt in Verbindung mit den Normen SIA 260:2003 [2] und 265:2003 [3]. Diese fordern ganz allgemein, dass die Einhaltung der an das Tragwerk gestellten Nutzungsanforderungen durch ein zweckmässiges Tragwerkskonzept, durch die Wahl geeigneter Baustoffe, durch eine korrekte Tragwerksanalyse und konstruktive Durchbildung sowie durch angemessene Überwachung und Instandhaltung sichergestellt werden muss.

In der Tragwerksanalyse wird das Verhalten eines Tragwerks im Hinblick auf die zu betrachtenden Bemessungssituationen unter Einbezug der massgebenden Einflussgrössen erfasst. Die zur Tragwerksanalyse verwendeten Methoden und Modelle sollen auf anerkannter, nötigenfalls experimentell bestätigter Theorie und Ingenieurpraxis beruhen. Baustoff- und herstellungsbedingte Streuungen der Eigenschaften sind dabei angemessen zu berücksichtigen.

### 1.2 Analyse von Holztragwerken

Bei der Analyse von Holztragwerken setzt die Norm SIA 265:2003 in der Regel ein linearelastisches Verhalten voraus. Die Gleichgewichtsbetrachtungen erfolgen im allgemeinen am unverformten System. Tragwerksanalyse und Berechnung sind in der Regel mit den mittleren (Kurzzeit-) Steifigkeitswerten der Baustoffe (Elastizitäts- und Schubmoduln) und den entsprechenden mittleren Werten der Verbindungen (Verschiebungsmoduln) durchzuführen.

Zwängungskräfte, die infolge veränderter Verformung entstehen, müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden. Bei auf Druck beanspruchten Stäben oder Tragsystemen ist der Verformungseinfluss bei der Bestimmung der Auswirkungen zu berücksichtigen.

## 2 BEMESSUNGSKONZEPT FÜR BAUTEILE GEMÄSS NORM SIA 265:2003

### 2.1 Nachweisformat

Der Nachweis der Tragsicherheit erfolgt nach dem generell für alle Normen der 260er Reihe angewandten Konzept des Nachweises in Grenzzuständen gemäss Norm SIA 260:2003. Dabei werden Bemessungswerte der Auswirkungen  $E_d$  mit solchen des Tragwiderstands  $R_d$  verglichen:

$$E_d \leq R_d \quad \text{SIA 260, (15)}$$

Im folgenden wird auf die rechte Seite der Grenzzustandsgleichung SIA 260, (15) eingegangen und aufgezeigt, welche Einflüsse im Falle der Bemessung von Tragwerken und Bauteilen aus Vollholz, Brett-schichtholz und Holzwerkstoffen zu berücksichtigen sind.

### 2.2 Bemessungswert des Tragwiderstands bzw. der Festigkeit

#### 2.2.1 Vorgaben der Norm SIA 260:2003

Gemäss Norm SIA 260:2003, Ziffer 4.4.2.7, gilt allgemein für den Bemessungswert des Tragwiderstands  $R_d$ :

$$R_d = \frac{R\{X_d, a_d\}}{\gamma_R} \quad \text{SIA 260, (10)}$$

Der Partialfaktor  $\gamma_R$  berücksichtigt Unschärfen im Widerstandsmodell.  $X_d$  ist der Bemessungswert einer Baustoffeigenschaft (z.B. der Biegefestigkeit) und  $a_d$  der Bemessungswert einer geometrischen Grösse (z.B. des Widerstandsmoments).

Alternativ zur Nachweisform SIA 260, (10) kann man auch die Ausdrücke SIA 260, (11) oder SIA 260, (12) verwenden:

$$R_d = R \left\{ \frac{\eta X_k}{\gamma_R}, a_d \right\} \quad \text{SIA 260, (11)}$$

$$R_d = \frac{\eta R_k}{\gamma_M} \quad \text{SIA 260, (12)}$$

$X_k$  ist der charakteristische Wert einer Baustoffeigenschaft und  $R_k$  derjenige des Tragwiderstands (z.B. einer Verbindung). Der Widerstandsbeiwert  $\gamma_M$  berücksichtigt sowohl Unschärfen im Widerstandsmo-  
dell (Partialfaktor  $\gamma_R$ ) als auch ungünstige Abweichungen der Baustoffeigenschaften vom charakteristischen Wert (Partialfaktor  $\gamma_m$ ):

$$\gamma_M = \gamma_R \gamma_m \quad \text{SIA 260, (13)}$$

Der Unterschied zwischen den Ansätzen SIA 260, (11) und SIA 260, (12) liegt darin, dass letzterer von einem Tragmodell ausgeht, das die Baustoffeigenschaft  $X_k$  und die Einflüsse der Geometrie  $a_d$  im der Bemessung zugrundegelegten Wert  $R_k$  subsumiert.

$\eta$  steht als Symbol für einen oder mehrere Umrechnungsfaktor(en) zur Berücksichtigung von Einflüssen wie z.B. der Dauer der Einwirkung, des Feuchtegehalts etc. auf den charakteristischen Wert bzw. Bemessungswert.

### 2.2.2 Umsetzung in der Norm SIA 265

Die Norm SIA 265:2003 übernimmt in der Ziffer 2.2.1 formell die beiden Ansätze SIA 260, (11) und SIA 260, (12). Ausgehend von Bemessungswerten der Festigkeit  $f_d$  (z.B. beim Nachweis von Vollquerschnitten aus Vollholz oder Brettschichtholz) ergibt sich:

$$R_d = R \{ f_d, a_d \} \quad \text{SIA 265, (2)}$$

Der Bemessungswert der Festigkeit  $f_d$  errechnet sich dabei zu

$$f_d = \frac{\eta_M \eta_t \eta_w}{\gamma_M} f_k \quad \text{SIA 265, (3)}$$

Ausgehend von charakteristischen Werten des Tragwiderstands  $R_k$  (z.B. bei Verbindungen) wird der Bemessungswert des Tragwiderstands  $R_d$  zu:

$$R_d = \frac{\eta_M \eta_t \eta_w}{\gamma_M} R_k \quad \text{SIA 265, (1)}$$

- $f_k$  charakteristischer Wert der Festigkeit (siehe Abschnitt 2.3)
- $R_k$  charakteristischer Wert des Tragwiderstands (siehe Abschnitt 2.3)
- $\eta_i$  Umrechnungsfaktoren (siehe Abschnitt 2.5)
- $\gamma_M$  Widerstandsbeiwert ( $\gamma_M = \gamma_R \gamma_m$ ).

## 2.3 Charakteristische Werte

Charakteristische, d.h. kennzeichnende Werte sind in der Regel nach Norm SIA 260:2003 [2] auf statistischer Basis festgelegte Werte einer Einwirkung, einer geometrischen Grösse oder einer Baustoffeigenschaft. Es kann sich dabei um Mittelwerte oder um obere bzw. untere Quantilen bzw. Fraktilen in einer tatsächlichen, empirischen oder in einer angenommenen mathematischen Verteilung handeln. Gegebenenfalls kann auch ein Nennwert, d.h. ein auf nicht-statistischer Basis (z.B. aufgrund von Erfahrungen oder physikalischen Bedingungen bzw. planmässig festgelegter Wert) oder ein vorsichtiger Erwartungswert verwendet werden. Sofern ein Nachweis eines Grenzzustands empfindlich auf die Änderungen einer Baustoffeigenschaft reagiert, sind sowohl untere als auch obere charakteristische Werte (im allgemeinen die 5%- und 95%-Fraktilwerte) zu verwenden.

Auf statistischer Basis festgelegte charakteristische Werte müssen stets für die Grundgesamtheit angegeben werden. Verlangt wird daher von den Normen (z.B. [4]) in der Regel eine auf eine ausreichenden Stichprobengrösse abgestützte verteilungsfreie Punktschätzung. Falls man in Ausnahmefällen charakteristische Werte auf Basis von (meist durch die Normen vorgegebenen) mathematischen Verteilungsmodellen ermittelt, so muss dies unter Beachtung der Stichprobengrösse und der Streuung der Versuchswerte erfolgen (siehe Norm SIA 265/1:2009, Kapitel 9 und 10).

Im Holzbau werden als charakteristische Werte 5%-Fraktilen bei Festigkeitskennwerten und Mittelwerte bei Steifigkeitskennwerten verwendet. In Fällen, wo Steifigkeitskennwerte in Tragsicherheitsnachweise Eingang finden, wird in der Regel mit reduzierten Steifigkeitskennwerten (5%-Fraktilen, Mittelwert dividiert durch  $\gamma_M$  bzw.  $\gamma_M / \eta_M$ ) gerechnet. Dies gilt z.B. bei der Berechnung der relativen Schlankheit im Knick- und im Kippnachweis (Formeln SIA 265, (34) und SIA 265, (42)). Der charakteristische Wert der Rohdichte ist als 5%-Fraktilwert der Grundgesamtheit definiert, ermittelt aus der Masse und dem Volumen eines Prüfkörpers im Zustand der Ausgleichsfeuchte bei einer Temperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65%.

Weil die mechanischen Holzeigenschaften von diversen Einflussgrössen (insbesondere von der Dauer der Einwirkung, vom Feuchtegehalt und von der Temperatur) abhängig sind, ist es notwendig, die charakteristischen Werte unter klar definierten Bedingungen zu ermitteln. Es sind dies in der Regel eine Einwirkungs-  
dauer von  $300 \pm 120$  Sekunden und eine im Prüfkörper herrschende gleichmässige Ausgleichsfeuchte

entsprechend einer Temperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65%. Es existieren europäische Prüfnormen, welche neben der Belastungsgeschwindigkeit und der Ausgleichsfeuchte im Prüfkörper weitere Vorschriften z.B. bezüglich Probekörperabmessungen, Lasteinleitungs- und Spannweitenverhältnisse etc. machen.

Die Umrechnung der in den Nachweisen verwendeten charakteristischen Werte bzw. Bemessungswerte von den normierten Versuchsbedingungen auf die in der Baupraxis effektiv herrschenden Verhältnisse erfolgt mittels der Umrechnungsfaktoren  $\eta_i$  (siehe Abschnitt 2.5).

## 2.4 Stoffgesetze

Die charakteristischen Werte werden gemäss Norm SIA 265:2003 unter Annahme einer linearen Beziehung zwischen Spannung und Dehnung bis zum Bruch gewonnen, was der üblichen Bemessungspraxis von Bauteilen aus Holz entspricht.

Für Bauteile, die aufgrund ihrer Baustoffqualität in der Lage sind, plastische Stauchungen zu entwickeln, darf im Druckbereich ein nicht lineares (elastisch-plastisches) Stoffgesetz zugrundegelegt werden.

Bei Querdruckbeanspruchungen tritt kein eigentlicher Bruch ein. Das Versagen bzw. die Bruchfestigkeit wird dort durch eine für die vorgesehene Konstruktion als übermässig betrachtete Verformung definiert.

## 2.5 Umrechnungsfaktoren $\eta_i$

### 2.5.1 Schritt vom Kurzzeit-Normversuch zum Bauteil ( $\eta_M$ )

Die charakteristischen Werte bzw. Bemessungswerte von in der Baupraxis effektiv eingesetzten Baustoffen, Bauteilen und Verbindungen sind nur in den wenigsten Fällen bekannt. Sie müssen aus Kurzzeit-Normversuchswerten abgeleitet werden.

Aus versuchstechnischen Gründen und entsprechend den Anforderungen bestehender Prüfnormen weisen die Prüfkörper oftmals (zu) kleine Abmessungen auf. Das Verhalten des Holzes in Bauteilgrösse kann im Kurzzeit-Normversuch also nur ungenügend erfasst werden. In solchen Versuchen ermittelte Festigkeitswerte dürfen daher nicht direkt zur Bemessung verwendet werden, sondern bedürfen einer Anpassung bzw. Umrechnung. Der Beiwert  $\eta_M$  ermöglicht diese Umrechnung des charakteristischen Werts des Tragwiderstands  $R_k$  bzw. der Festigkeit  $f_k$  von

Kurzzeit-Normversuchsverhältnissen auf für Bauteile geltende Bedingungen.

Der Faktor  $\eta_M$  kann zahlenmässig nicht eigenständig festgelegt werden, da er vom Widerstandsbeiwert  $\gamma_M$  abhängig ist. Die Unschärfen bzw. die Abweichungen im Widerstandsmodell und in den Baustoffeigenschaften sind nämlich für Kurzzeit-Normversuche und für baupraktische Bedingungen unterschiedlich. Es müssen also direkt die Verhältnisswerte  $\gamma_M / \eta_M$  angegeben werden (siehe Abschnitt 2.6). Diese Verhältnisswerte, welche auch als modifizierte  $\gamma_M$ -Werte betrachtet werden können, berücksichtigen bereits die üblichen tolerierten Unschärfen, wie beispielsweise Abweichungen der Holzfeuchte (z.B.  $\pm 4\%$ ) und der Temperatur (z.B. bis 50°C) von den der Feuchtekategorie 1 (siehe 2.5.2) entsprechenden Referenzwerten. In der Tabelle 1 ist die Bedeutung des Umrechnungsfaktors  $\eta_M$  dargestellt.

### 2.5.2 Einfluss der Holzfeuchte ( $\eta_w$ )

Holz ist hygroskopisch. Die Holzfeuchte stellt sich bei länger dauernder Klimaexposition entsprechend der in der Umgebung eines Bauteils herrschenden Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf dem Niveau der sog. Ausgleichs- oder Gleichgewichtsfeuchte ein. In SIA 265/1:2009, Fig.1a ist das Feuchtegleichgewicht (Absorptions- und Desorptionskurve) für Vollholz (Holzwerkstoffe siehe 3.5.1) in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit in einem Temperaturbereich von 0°C bis 20°C dargestellt. Die Ausgleichsgeschwindigkeit bzw. Anpassungsträgheit ist abhängig von der Holzart, der Schnittart, der Faserrichtung, den Querschnittsdimensionen und den Eigenschaften einer allfälligen Oberflächenbehandlung.

Wichtig für die Baupraxis und die Bemessung ist die Kenntnis der Ausgleichsfeuchte inkl. ihres Schwankungsbereichs bei verschiedenen Klimata bzw. Lagerungsbedingungen. Diese Information findet man in Ziffer 3.2.1.1 der Norm SIA 265:2003. Basierend auf einem Erwartungswert der durchschnittlichen Holzfeuchte, wie er sich im Mittel im Laufe der Zeit in einem Bauteil einhergehend mit einem aufgrund der saisonalen Verhältnisse zu erwartenden Schwankungsbereich einstellt, erfolgt die Einteilung der Bauteile in folgende Gruppen:

- vor der Witterung geschützte Bauteile
- vor der Witterung teilweise geschützte Bauteile
- direkt bewitterte Bauteile
- feuchte Bauteile
- Bauteile unter Wasser.

Kurzzeit-Normversuch		Praxisgerechte Situation
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normproben mit festgelegten (geringen) Abmessungen</li> <li>– Holz mit meist geringen Strukturstörungen</li> <li>– Holz meist in festgelegtem Dichtebereich</li> <li>– im konditionierten Zustand (20°C und 65% relative Luftfeuchtigkeit)</li> <li>– Temperatur in der Regel 20°C</li> <li>– mit stetiger Laststeigerung bis zum Bruch</li> <li>– Beanspruchung bis zum Bruch</li> </ul>	$\eta_M$ $\longrightarrow$	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauteile mit baupraktischen Abmessungen</li> <li>– Holz mit der Festigkeitsklasse entsprechenden Strukturstörungen und Abweichungen</li> <li>– Dichtebereich mit grösseren Streuungen</li> <li>– Holzfeuchte kann bis zu <math>\pm 8\%</math> vom Bezugswert (konditionierter Zustand) abweichen</li> <li>– Temperaturbereich -30° bis +50°C</li> <li>– Lasten unterschiedlichen Niveaus</li> <li>– Beanspruchungen, die z.T. weit unterhalb der mittleren Bruchfestigkeit liegen [5]</li> </ul>

Tabelle 1: Übergang vom Kurzzeit-Normversuch auf praxisgerechte Situationen

Für die Bemessung werden die Bauteile entsprechend ihres mittleren Feuchtegehalts letztlich in die Feuchteklassen 1 bis 3 eingeteilt (siehe Tabelle 2).

Die Feuchteklassen in der Norm SIA 265:2003 entsprechen den Nutzungsklassen der SN EN 1995-1-1:2004 [6] und sind wie folgt definiert:

- Die Feuchteklasse (Nutzungsklasse) 1 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 65% übersteigt. In der Nutzungsklasse 1 übersteigt der mittlere Feuchtegehalt der meisten Nadelhölzer 12% nicht.
- Die Feuchteklasse (Nutzungsklasse) 2 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 85% übersteigt. In der Nutzungsklasse 2 übersteigt der mittlere Feuchtegehalt der meisten Nadelhölzer 20% nicht.
- Die Feuchteklasse (Nutzungsklasse) 3 erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Feuchtegehalten als in Nutzungsklasse 2 führen.

Die in der Norm SIA 265:2003 angegebenen Bemessungswerte der Festigkeiten und die Steifigkeitswerte gelten für effektive Querschnitte bei einer Ausgleichsfeuchte von (exakt) 12%. Der Bemessungsquerschnitt entspricht den Abmessungen eines Bauteils im Gebrauchszustand entsprechend der Ausgleichsfeuchte am Einbauort. Aus Gründen der Dimensions- und Formstabilität sowie der Festigkeit und Dauerhaftigkeit, aber auch der Authentizität der Bemessung ist beim Einbau von Holzbauteilen darauf zu achten, dass deren Feuchtegehalt der Ausgleichsfeuchte am Anwendungsort entspricht. Sind die effektiven Querschnittsabmessungen am Bau im Zustand der Aus-

gleichsfeuchte infolge Schwindverformungen geringer als die Bemessungsquerschnitte, so ist die normgemässe Tragsicherheit nicht mehr vollumfänglich gewährleistet. Das Nichtberücksichtigen dieser Regel kann zu Schäden infolge von Rissen und Verformungen führen.

Die Holzfestigkeit nimmt mit zunehmender Holzfeuchte je nach Beanspruchungsart mehr oder weniger stark ab und erreicht ihren Tiefstwert oberhalb der Fasersättigung. Im baupraktischen Bereich zwischen 8% und 20% Feuchtegehalt kann der Zusammenhang zwischen Feuchtegehalt und Festigkeit linear angenommen werden. Pro % Holzfeuchteänderung sind bei Vollholz folgende Festigkeitsänderungen feststellbar [7]:

- Zug parallel/rechtwinklig zur Faser: 2,5% / 2%
- Druck parallel/rechtwinklig zur Faser: 6% / 5%
- Biegung: 4%
- Schub: 2,5%.

Auch bei den Steifigkeitswerten (Elastizitäts-, Schub- und Torsionsmoduln) ist mit zunehmendem Feuchtegehalt ein Abfall (ca. 1,5% pro % Holzfeuchteänderung [7]) feststellbar, doch wirkt sich dieser im Vergleich zu den Festigkeitswerten auf das Verhalten des Bauwerkes geringer aus. Die Norm SIA 265:2003, Tab.4 differenziert im Sinne einer Vereinfachung nicht zwischen den einzelnen Beanspruchungsarten und unterschiedlichen Festigkeitsklassen, sondern gibt pauschal festigkeits- und steifigkeitsmindernde Faktoren  $\eta_w$  an (siehe Tabelle 2).

Die in SIA 265:2003, Tab.3 angegebenen mittleren Feuchtegehalte entsprechen z.T. nicht denjenigen in SIA 265:2003, Tab. 2. Dies rührt daher, dass die Feuchteklassen, auf denen sämtliche in der Norm angegebenen Bemessungswerte, Steifigkeitsgrössen und feuchtebedingten Korrekturfaktoren beruhen, einer klaren Abgrenzung bedürfen. Die Grenzen müs-

Bauteil	Mittlere Holzfeuchte <sup>1)</sup>	Feuchteklasse	$\eta_w$ <sup>2)</sup>	
			Festigkeit	Steifigkeit
vor der Witterung geschützt	$\leq 12\%$	1	1,0	1,0
teilweise vor der Witterung geschützt oder direkt bewittert	12 bis 20%	2	0,8	0,9
feucht oder unter Wasser	$> 20\%$	3	0,6	0,75
<sup>1)</sup> Die Werte dürfen während einiger Wochen im Jahr überschritten werden.				
<sup>2)</sup> für Vollholz und Brettschichtholz. Für Holzwerkstoffe ist die Norm SIA 265/1:2009 massgebend.				

Tabelle 2: Einstufung der Bauteile in Feuchteklassen und entsprechende Beiwerte  $\eta_w$  zur Erfassung des Einflusses des Feuchtegehalts auf die Festigkeit und die Steifigkeit

sen nämlich bei der Bestimmung der charakteristischen Werte herrschenden Versuchsbedingungen (siehe 2.3) entsprechen. Die strikte Grenzziehung wird allerdings insofern relativiert, als die mittleren Feuchtegehalte in SIA 265:2003, Tab.3 während einiger Wochen im Jahr überschritten werden dürfen.

### 2.5.3 Einfluss der Einwirkungsdauer ( $\eta_t$ )

Der Tragwiderstand eines Bauteils oder einer Verbindung ist generell von der Einwirkungsdauer abhängig: je kürzer die Einwirkung, desto höher der Tragwiderstand. In der früheren Schweizer Holzbaunorm SIA 164:1981/92 [8] wurde für Windeinwirkung wegen deren kurzer Dauer eine Erhöhung der entsprechenden Festigkeitswerte (Grundwerte der zulässigen Spannungen) um 25% vorgesehen. Für stossartige Einwirkungen (z.B. dynamische Wirkung von Strassenlasten, Anprall etc.) betrug diese Erhöhung sogar 40% (Abb. 1). Durch eine derartige Differenzierung wurde eine bessere Baustoffausnützung angestrebt. Aus heutiger Sicht ist jedoch das gewählte Vorgehen zumindest in Teilbereichen nicht stichhaltig; der Einfluss der Einwirkungsdauer auf die Festigkeit wurde überschätzt, wie in [5] dargelegt wurde. Die Norm SIA 265:2003 macht daher ausser für stossartige Einwirkungen keine Differenzierung des Tragwiderstandes des Holzes und der Verbindungen in Funktion der Einwirkungsdauer mehr.

Die SN EN 1995-1-1:2004 [6] differenziert zwar prinzipiell stark bezüglich Lastdauereinfluss auf den Tragwiderstand (siehe Tabelle 3 und Abb. 2). Die Differenzierung wird allerdings durch eine Zusatzregelung wesentlich relativiert. Diese Regelung besagt, dass bei Bemessungssituationen mit unterschiedlicher Dauer der Einwirkungen (d.h. für den häufigsten Fall) die Zuordnung aufgrund der Einwirkung mit der kürzesten Dauer zu erfolgen hat. Das Ergebnis dieser

Regelung ist in Abb. 3 ersichtlich. Dort sind die Verhältnisse  $R_d / R_k$  in Funktion des Modifikationsbeiwerts  $k_{mod}$  dargestellt. Man sieht, dass:

- nur in einem kleinen Bereich eine Abminderung von  $R_d$  gegenüber dem Wert für kurzfristige Einwirkungen erforderlich ist
- die häufigsten Fälle in der Praxis zwischen  $R_d = 0,56R_k$  und  $R_d = 0,72R_k$  schwanken
- der SIA 265-Ansatz mit  $R_d = 0,67R_k$  eine sinnvolle Vereinfachung mit guter Näherung darstellt.

Mit Ausnahme von Lagergütern – welche der langfristigen Lastdauerklasse zugeordnet werden – fallen alle andern Nutzlasten in Gebäuden und auf Brücken in die mittel- oder kurzfristige Lastdauerklasse (siehe Tabelle 3 und Norm SIA 265/1:2009, Tab.15). Für den Fall der Lagergüter kann im Extremfall (d.h., wenn der Lastfall „Eigenlast + Lagergüter allein“ massgebend ist), wie dies Abb. 3 zeigt, beim Tragsicherheitsnachweis gemäss Norm SIA 265:2003 eine Unterbemessung von  $0,56 / 0,67 = 0,84$ , also von 16% vorliegen.

Unter Berücksichtigung der Zusatzregelung und der Zuordnung der verschiedenen Lastarten in die Lastdauerklassen ergibt sich daher, wie Abb. 3 (für Brettschichtholz) und Tabelle 4 (allgemein) zeigen, ein weitgehend konstanter Tragwiderstand in Funktion der Einwirkungsdauer. Nur in Grenzfällen kommt eine Differenzierung effektiv zum Tragen.

Für kurzfristige Einwirkungen (z.B. Wind) wäre gemäss SN EN 1995-1-1:2004 (siehe Tabelle 3) eine Erhöhung mit dem Verhältnis  $0,9/0,8 = 1,13$ , d.h. um ca. 10 bis 15% begründbar. Dies sieht allerdings die Norm SIA 265 nicht vor, und zwar zugunsten einer wesentlichen Vereinfachung des Nachweises, auch für den Fall der Lastkombinationen mit Wind.

Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED	Grössenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung	$k_{mod}$ <sup>4)</sup>	Beispiele für die Einwirkung [6] <sup>5)</sup>
ständig	länger als 10 Jahre	0,6	Eigengewicht
lang	6 Monate – 10 Jahre	0,7	Lagerstoffe
mittel	1 Woche – 6 Monate	0,8	Verkehrslasten <sup>3)</sup> , Schnee
kurz	kürzer als eine Woche	0,9	Schnee, Wind
Versuch <sup>1)</sup>	ca. 5 Sekunden <sup>1)</sup>	1,0	-
sehr kurz	<sup>2)</sup>	1,1	Wind und aussergewöhnliche Einwirkungen

ANMERKUNG: Da klimabedingte Einwirkungen (Schnee, Wind) in den Ländern in unterschiedlicher Grösse auftreten, kann die Zuordnung zu den Klassen der Lasteinwirkungsdauer im nationalen Anhang festgelegt werden.

- <sup>1)</sup> Die Versuche werden mit konstanter Laststeigerung bis zum Bruch gefahren (sog. ramp-loading). Die Gesamtversuchsdauer beträgt zwar 300 Sekunden, die Dauer, während der (kurz vor dem Bruch) die Maximallast herrscht, beträgt allerdings nur ca. 5 Sekunden.
- <sup>2)</sup> < 1 Sekunde
- <sup>3)</sup> Die SN EN 1995-1-1:2004 [6] gilt nur für Hochbauten. Verkehrslasten (Strassenverkehr) könnten sinngemäss hier eingestuft werden.
- <sup>4)</sup> für Vollholz und Brettschichtholz in den Nutzungsklassen 1 und 2
- <sup>5)</sup> Die SN EN 1995-1-1:2004 [6] gibt lediglich Beispiele der Zuordnung von Einwirkungen zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer KLED. Die national gültige Zuordnung ist durch die Länder selbst festzulegen.

Tabelle 3: Einteilung von Lasten in Lastdauerklassen gemäss SN EN 1995-1-1:2004 [6]

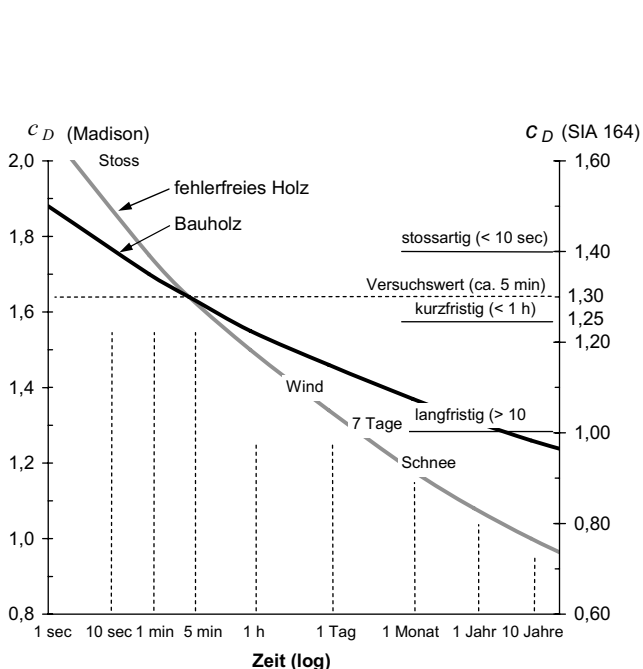


Abb. 1: Einfluss der Einwirkungsdauer auf die Festigkeit gemäss Norm SIA 164:1981/92 [8], [9]

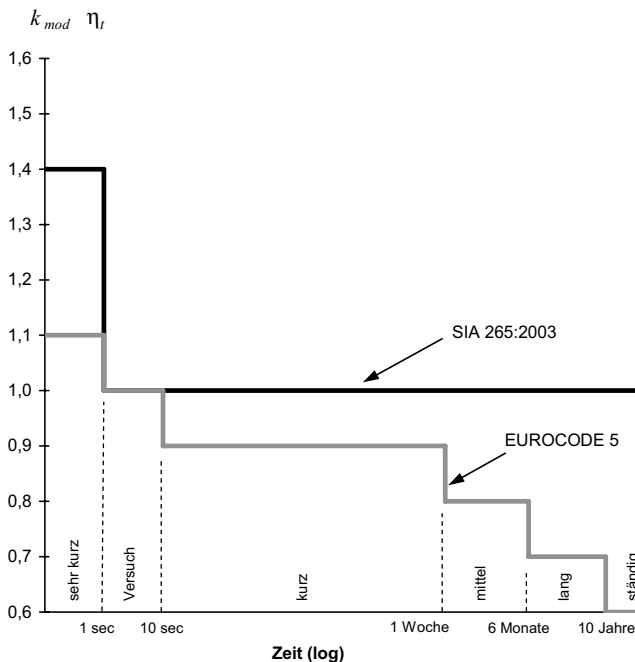


Abb. 2: Einfluss der Einwirkungsdauer auf die Festigkeit gemäss SN EN 1995-1-1:2004 [6] und Norm SIA 265:2003 [3]

Die Festlegung von konstanten Verhältnissen  $R_d / R_k$  bzw. der Verhältnisswerte  $\gamma_M / \eta_M$  (siehe 2.5.1) unabhängig von der Einwirkungsdauer in der Norm SIA 265:2003 stellt daher ein begründetes und

zweckmässiges Vorgehen dar, welches eine direkte Angabe von Bemessungswerten des Tragwiderstandes für Bauteile und Verbindungen in der Norm und auch in Tabellenwerken ermöglicht. Angegeben in der

Norm sind jeweils die sog. Basis- oder Grundwerte des Bemessungswiderstandes  $R_d$ , welche in mehr als 90% der Bemessungssituationen (siehe 2.7) massgebend sind und welche im Falle von Beanspruchungsarten, die deutlichere Zeiteinflüsse zeigen (z.B. Querkzug, Torsion) so festgelegt sind, dass diese Einflüsse abgedeckt sind. Einzig für stossartige Einwirkungen (z.B. dynamische Wirkung von Strassenlasten sowie Erdbeben- und Anprallkräfte) ermöglicht die Norm SIA 265:2003 den Nachweis mit um 40% erhöhten Bemessungswerten des Tragwiderstandes, d.h. mit  $\eta_t = 1,4$ . Diese bereits in der Norm SIA 164:1981/92 praktizierte Erhöhung des Tragwiderstandes für stossartige Einwirkungen erreicht mit 40% einen Wert, der nicht mehr vernachlässigt werden kann.

Ein Vergleich der Erfassung des Einflusses der Einwirkungsdauer auf die Festigkeit in den Normen SN EN 1995-1-1:2004 und SIA 265:2003 darf jedoch nicht anhand der Beiwerte  $k_{mod}$  und  $\eta_t$  erfolgen, sondern mittels des Verhältnisses zwischen den Bemessungswerten  $R_d$  und den charakteristischen Werten  $R_k$  des Tragwiderstandes. Dieser Vergleich ist in Abb. 3 und in Tabelle 4 dargestellt.

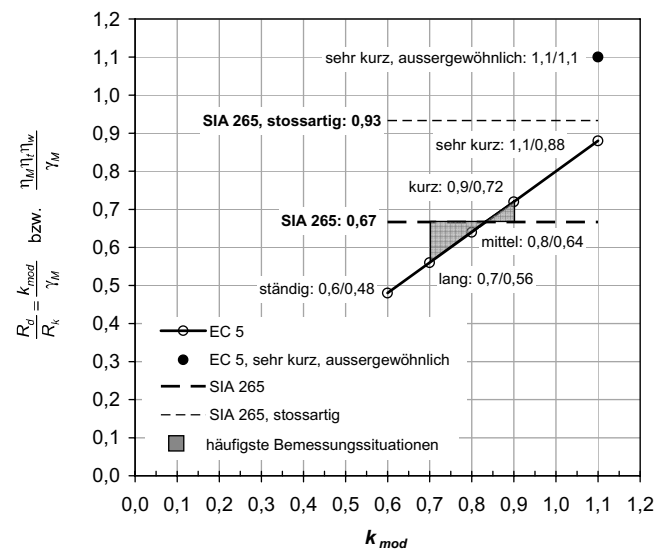


Abb. 3: Verhältnis  $R_d / R_k$  in Abhängigkeit von  $k_{mod}$  für Brettschichtholz in Feuchteklasse 1 gemäss SN EN 1995-1-1:2004 [6] ( $\gamma_M = 1,25$ ) und Norm SIA 265:2003 [3] ( $\gamma_M / \eta_M = 1,5$ )

Norm	$R_d / R_k$		
	Rund- und Vollholz, vollholzhähnliche Produkte	Qualitätsgesichertes Brettschichtholz	Maschinell sortiertes Vollholz
<b>SIA 265:2003</b>	$\gamma_M / \eta_M = 1,7$	$\gamma_M / \eta_M = 1,5$	$\gamma_M / \eta_M = 1,5$
Eigen- + Auf- + Nutzlasten	0,59	0,67	0,67
Eigen- + Auf- + Schneelasten	0,59	0,67	0,67
Eigen- + Auf- + Windlasten	0,59	0,67	0,67
<b>SN EN 1995-1-1:2004</b>	$\gamma_M = 1,3$ <sup>1)</sup>	$\gamma_M = 1,25$ <sup>1)</sup>	$\gamma_M = 1,3$ <sup>1)</sup>
Eigen- + Auf- + Nutzlasten <sup>3)</sup>	$\leq 0,62$	$\leq 0,64$	$\leq 0,62$
Eigen- + Auf- + Schnee- + Windlasten <sup>4)</sup>	$\leq 0,69$	$\leq 0,72$	$\leq 0,69$
Eigen- + Auf- + aussergew. Windböe <sup>5)</sup>	$\leq (0,85)$ <sup>2)</sup>	$\leq (0,88)$ <sup>2)</sup>	$\leq (0,85)$ <sup>2)</sup>
<sup>1)</sup> Empfohlene Werte aus der SN EN 1995-1-1:2004 [6] (Werte sind national festzulegen) <sup>2)</sup> Aufgrund einer Überschätzung der Baustoffeigenschaften unter sehr kurzfristiger Beanspruchung; somit unzulässig. <sup>3)</sup> Lastkombination „ständig + ständig + mittel“ → massgebend ist $k_{mod, mittel} = 0,8$ <sup>4)</sup> Lastkombination „ständig + ständig + mittel bzw. kurz + kurz“ → massgebend ist $k_{mod, kurz} = 0,9$ <sup>5)</sup> Lastkombination „ständig + ständig + sehr kurz“ → massgebend ist $k_{mod, sehr kurz} = 1,1$			

Tabelle 4: Verhältnisswerte  $R_d / R_k$  gemäss den Normen SIA 265:2003 [3] und SN EN 1995-1-1:2004 [6] für verschiedene Lastkombinationen

### 2.5.4 Einfluss der Temperatur

Festigkeits- und Steifigkeitswerte von Holz nehmen generell mit zunehmender Temperatur ab und umgekehrt. Im baupraktischen Bereich von  $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$  ist der Einfluss der Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften allerdings gering und bereits durch den Faktor  $\eta_M$  abgedeckt (siehe 2.5.1) [5]. Gesondert zu betrachten ist die Einwirkung Brand, wo in der Regel höhere Temperaturen auftreten.

### 2.5.5 Massstabseffekte (Volumeneinfluss)

Verschiedene Festigkeitseigenschaften von Holz zeigen eine signifikante Abhängigkeit von den Bauteil- bzw. Prüfkörperabmessungen. Dies gilt insbesondere bei sprödem Versagen unter Querkzug, Schub parallel zur Faser sowie Zug und Biegezug parallel zur Faser. Die Festigkeitsangaben sind somit an die Prüfkörperabmessungen gekoppelt. Diese Festigkeitswerte dürfen nicht direkt für die Bemessung verwendet werden; entsprechende Massstabseffekte sind durch Einführung von sog. Volumeneinflüssen rechnerisch zu berücksichtigen.

Ein derartiges Vorgehen erschwert den Bemessungsvorgang erheblich, ist jedoch beim Bezug der Festigkeitswerte auf Prüfkörper mit kleinen Abmessungen unumgänglich. Durch Wahl der praxisüblichen Bauteilabmessungen als Referenzgrösse für die Bemessungswerte der Festigkeiten ergeben sich massstabsbedingte Abweichungen, welche im Rahmen der üblichen Bemessungsungenauigkeiten liegen und somit tolerierbar sind.

Indem die Norm SIA 265:2003 die Festigkeitswerte und die Tragwiderstände direkt auf praxisübliche Bauteilabmessungen bezieht, müssen keine besonderen Korrekturen eingeführt werden, und der Bemessungsvorgang vereinfacht sich erheblich. Bei ausserordentlichen Bauteilen und Tragwerken mit unüblichen Abmessungen sind die Festlegungen der Norm allenfalls zu überdenken.

## 2.6 Widerstandsbeiwert $\gamma_M$

Beim Nachweis der Tragsicherheit sind auf der Widerstandsseite die charakteristischen Festigkeitswerte mittels des Widerstandsbeiwerts  $\gamma_M$  (siehe 2.2) zu reduzieren. Dieser erfasst sowohl die Unschärfen im Widerstandsmodell als auch ungünstige Abweichungen der Baustoffeigenschaften vom charakteristischen Wert (siehe 2.3). Beim gegenüber der SN EN 1995-1-1:2004 vereinfachten Bemessungskonzept der Norm SIA 265:2003 kann der Wert von  $\gamma_M$  nicht direkt zahlenmässig festgelegt werden, da er vom Faktor  $\eta_M$  abhängig ist (siehe 2.5.1).

In der Norm SIA 265:2003, Tab.1 sind daher direkt die Verhältniswerte  $\gamma_M / \eta_M$  angegeben. Bei Bauteilen aus Rund- und Vollholz sowie vollholzhähnlichen Produkten ist generell mit dem Verhältnis  $\gamma_M / \eta_M = 1,7$  zu rechnen. Die charakteristischen Werte von Baustoffen, welche bedingt durch eine Qualitätssicherung bzw. Sortierung geringere Streuungen der Festigkeitseigenschaften aufweisen (z.B. qualitätsgesichertes Brettschichtholz, maschinell sortiertes Vollholz) werden mit einem Widerstandsbeiwert von  $\gamma_M / \eta_M = 1,5$  reduziert. Dies entspricht einer Bonifikation von  $1,7/1,5 = 1,13$ , also von 13%.

Verbindungen mit Vollholz und Brettschichtholz werden generell mit  $\gamma_M / \eta_M = 1,7$  bemessen. Handelt es sich um duktile Verbindungen mit einem Duktilitätsmass von  $D_s \geq 3$ , so kann ein Wert von  $\gamma_M / \eta_M = 1,5$  angesetzt werden.

Die Verhältniswerte  $\gamma_M / \eta_M$  sind weder mit denjenigen der SN EN 1995-1-1:2004 noch mit denjenigen aus anderen Baustoffnormen der SIA 260er-Reihe direkt vergleichbar. Ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Normen bzw. Baustoffen kann ohnehin nur direkt anhand der Bemessungswerte des Tragwiderstandes erfolgen, welche sämtliche relevanten Einflüsse (Einwirkungsdauer, Massstabseffekte, Feuchtegehalt etc.) berücksichtigen.

## 2.7 Häufigste Bemessungssituation im Holzbau

Im Holzbau ist in rund 90% der Fälle die folgende Bemessungssituation massgebend:

- langfristige Einwirkungsdauer
- Holzfeuchte von ca. 8 bis 16%, entsprechend Feuchtekategorie 1
- Temperaturbereich  $T \leq 50^{\circ}\text{C}$ .

Die Norm SIA 265:2003 gibt daher für diese Situation in Ziffer 3 die Bemessungswerte für die Baustoffe Vollholz und Brettschichtholz und in Ziffer 6 die Bemessungswerte für Verbindungen, welche man gewissermassen als Basiswert oder Grundwerte bezeichnen könnte, direkt an. Dieses Vorgehen führt zu einer wesentlichen Vereinfachung der Bemessung, indem die Umrechnungsfaktoren bezüglich Einwirkungsdauer ( $\eta_t$ ) und Holzfeuchte ( $\eta_w$ ) auf diese Situation ausgelegt sind und der entsprechende Wert 1,0 wird.

Für die Bemessungswerte des Tragwiderstandes bzw. der Festigkeit ergibt sich dann:

$$R_d = \frac{\eta_M}{\gamma_M} R_k \quad \text{bzw.} \quad f_d = \frac{\eta_M}{\gamma_M} f_k$$



## 2.8 Unterschiede zur SN EN 1995-1-1:2004

Die wichtigsten Unterschiede der Norm SIA 265:2003 im Vergleich zur SN EN 1995-1-1:2004 [6] in bezug auf das Bemessungskonzept sind nachfolgend zusammengefasst aufgelistet:

- keine direkte Angabe des Widerstandsbeiwerts  $\gamma_M$
- Berücksichtigung der Art der Qualitätssicherung durch eine Differenzierung im Verhältniswert  $\gamma_M / \eta_M$
- getrennte Erfassung des Einflusses der Holzfeuchte und der Einwirkungsdauer auf die Festigkeit mittels der Beiwerte  $\eta_w$  und  $\eta_t$
- Festlegung der Bemessungswerte auf den häufigsten Bemessungsfall, womit keine durch Einwirkungsdauer, Holzfeuchte und Massstab bedingten Korrekturen notwendig sind.

## 3 BEMESSUNGSKONZEPT FÜR BAUTEILE AUS HOLZWERKSTOFFEN GEMÄSS NORM SIA 265/1:2009

### 3.1 Grundsätze

#### 3.1.1 Zusammenspiel der Normen SIA 265:2003 und 265/1:2009

Gemäss Ziffer 0.1.1 der Norm SIA 265/1:2009 [1] folgt die Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen grundsätzlich den Angaben in der Norm SIA 265:2003 [3]. Ein Abweichen von den Bestimmungen der beiden Normen ist zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen. Solche Abweichungen von den Normen sind in den Bauwerksakten nachvollziehbar und mit Begründung zu dokumentieren.

#### 3.1.2 Holzwerkstoffe im Sinne der Norm SIA 265/1:2009

Unter Holzwerkstoffen werden in der Norm SIA 265/1:2009 mehrlagige Massivholzplatten, Furnierschichtholz, Furniersperrholz, kunstharzgebundene sowie zementgebundene Spanplatten, Faserplatten und Gipsfaserplatten für den tragenden Einsatz verstanden. Keilgezinktes Vollholz oder Vollholz aus miteinander verklebten Lamellen oder kleineren Vollhölzern ist wie Vollholz gemäss der Norm SIA 265:2003 zu behandeln.

Die Verwendung von Holzwerkstoffen, welche in der Norm SIA 265/1:2009 nicht explizit erwähnt sind, ist grundsätzlich möglich. Es empfiehlt sich jedoch sicherzustellen, dass das verwendete Produkt die Vorschriften des Bauproduktgesetzes BauPG [10] einhält. Ein SIA-normengerechter Nachweis der Trag-

sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit ist grundsätzlich möglich, sofern durch den Produzenten verlässliche charakteristische Werte für das Produkt zur Verfügung gestellt werden. Bei der Konsultation von Angaben in Firmenprospekten ist es ratsam, die Hintergründe der angegebenen Werte kritisch zu hinterfragen. Handelt es sich um Bemessungswerte oder charakteristische Werte? Auf Basis welcher Normen wurden die Versuche zur Ermittlung der Werte durchgeführt? Wie gross war die Stichprobe? Welche Ausgleichsfeuchte herrschte in den Prüfkörpern? Versuchsaufbau? Belastungsgeschwindigkeit? Welche statistischen Verfahren wurden bei der Ableitung der charakteristischen Werte aus den Versuchsdaten angewandt?

Die Anforderungen an industriell gefertigte, in der Norm SIA 265/1:2009 erfasste Holzwerkstoffe sind in den jeweiligen Produktnormen gemäss Ziffern 7.2.2 bis 7.2.9 der Norm SIA 265/1:2009 aufgeführt. Die Erfüllung dieser Anforderungen mündet letztlich in eine CE-Kennzeichnung (Beispiel, siehe Abb. 4) oder in eine nationale oder in eine europäisch-technische Zulassung (ETAG). Zu beachten ist, dass Zulassungen zeitlich befristet sind.

#### 3.1.3 Spezielle Hinweise

Die mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Holzwerkstoffen werden durch die verwendeten Holzarten und Klebstoffe bzw. Bindemittel sowie durch die Form, Dimension und Anordnung der Holzteile oder Fasern bestimmt.

Bei der Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen ist zwischen der Wirkungsweise als Platte und jener als Scheibe zu unterscheiden.

Bei mehrlagigen Massivholzplatten, Furniersperrholz, Furnierschichtholz mit Querlagen und bei OSB-Platten ist der Winkel zwischen Beanspruchungs- und Faserrichtung bzw. Spanrichtung der Decklage zu berücksichtigen.



 02345-CPD-3456
AnyCo, PO Box 21, B-1050 04
SN EN 13986 SN EN 636 S E1 > 400 kg/m <sup>3</sup> 9,5 mm Brandverhalten: Klasse D-s2,d0

Abb. 4: Beispiel einer CE-Kennzeichnung von Sperrholz: Diese wurde von der Firma "AnyCo" im Jahr 2004 vorgenommen. Die werkseigene Produktionskontrolle der Firma unterliegt der Überwachung durch die zugelassene Zertifizierungsstelle mit der Kennnummer 02345. Die Nummer des Zertifikats der werkseigenen Produktionskontrolle für dieses Produkt lautet 02345-CPD-3456. Das Produkt erfüllt die Leistungseigenschaften für Sperrholz der Verklebungs-klasse 3 nach Typ SN EN 636:2003 [11]. Die Formaldehyd-klasse ist E1. Das Produkt hat eine Dicke von mehr als 9 mm und eine Rohdichte von mehr als 400 kg/m<sup>3</sup> und erfüllt somit die Anforderungen an die Euroklasse D-s2,d0 für das Brandverhalten. Das Produkt hat einen PCP-Gehalt < 5 ppm, so dass der PCP-Gehalt bei der CE-Kennzeichnung nicht angegeben ist. Es ist nicht mit Holzschutzmitteln behandelt, so dass keine entsprechende Angabe bei der Kennzeichnung erfolgt.

Auf dem Produkt selbst darf eine CE-Kennzeichnung mit den wichtigsten Angaben wie folgt angebracht werden:

 AnyCo, SN EN 13986, SN EN 636 S, 9,5 mm, E1

### 3.2 Einsatz von Holzwerkstoffen im Bauwesen

Massgebend für im Bauwesen sowohl tragend als auch nicht tragend verwendete Holzwerkstoffe ist die SN EN 13986:2004 [12]. Beim tragenden Einsatz wird unterschieden zwischen:

- Innenverwendung im Trockenbereich (Nutzungs-klasse 1)
- Innenverwendung im Feuchtbereich (Nutzungs-klasse 2)
- Verwendung im Aussenbereich (Nutzungs-klasse 3).

Das bedeutet: Nicht alle Holzwerkstoffe können in den verschiedenen Bereichen tragend eingesetzt werden! Die Nutzungsklassen entsprechen den Feuchteklas-sen in der Norm SIA 265:2003 (siehe 2.5.2).

### 3.3 Leistungseigenschaften von Holzwerkstoffen

Je nach Art des Holzwerkstoffs und dem Einsatz-zweck sind durch den Produzenten verschiedene grundlegende Leistungseigenschaften nachzuweisen:

- Biegefestigkeit und Biegesteifigkeit (E-Modul)
- Qualität der Verklebung
- Querzugfestigkeit
- Dauerhaftigkeit (Dickenquellung, Feuchtebestän-digkeit)
- Formaldehydabgabe
- Brandverhalten
- Wasserdampfdurchlässigkeit
- Luftschalldämmung
- Schallabsorption
- Wärmeleitfähigkeit
- Festigkeit und Steifigkeit
- mechanische und biologische Dauerhaftigkeit
- Gehalt an Pentachlorphenol PCP (Fungizid).

Nur wenn die für den Verwendungszweck relevanten Eigenschaften durch den Hersteller nachgewiesen sind, der Holzwerkstoff also SN EN 13986-konform ist, ist im Rahmen des BauPG [10] eine Kennzeich-nung (siehe 3.1) zulässig. Die Konformität der me-chanischen Eigenschaften Biegefestigkeit und Biege-steifigkeit mit den Anforderungen der Produktnormen ist durch den Hersteller wie folgt zu belegen:

- Mit Ausnahme von Massivholzplatten sind die Bie-gefestigkeit und die Biegesteifigkeit (Elastizitäts-modul) gemäss SN EN 310 [13] in einem 3-Punkt-Biegeversuch an Kleinproben (Spannweite = 20-Faches der Nenndicke) zu bestimmen mit einer Be-lastungsgeschwindigkeit von  $(60 \pm 30)$  s bis zum Bruch. Das Ergebnis der Prüfungen ist für die Bie-gefestigkeit als 5%-Quantilwert und für den Elastizi-tätsmodul als Mittelwert gemäss SN EN 326-1 [14] anzugeben.
- Massivholzplatten sind nach SN EN 789 [15] in einem 4-Punkt-Biegeversuch zu prüfen. Im Bruch-versuch beträgt die Belastungsgeschwindigkeit  $(300 \pm 120)$  s bis zur Höchstlast. Charakteristische Werte sind zu ermitteln nach SN EN 14358:2006 [16].

Die bei der Kontrolle der Leistungseigenschaften be-stimmten mechanischen Eigenschaften (Biegefestig-keit, Elastizitätsmodul) erlauben keine differenzierte Bemessung eines Holzwerkstoffes für den tragenden Einsatz! Für die einzelnen Holzwerkstoffe existieren daher spezifische Produktnormen mit den für eine Bemessung nötigen charakteristischen Werten:

- Furniersperrholz: SN EN 12369-2:2004 [17]
- kunstharzgebundene Spanplatten, OSB-Platten so-wie Faserplatten: SN EN 12369-1:2001 [18]
- zementgebundene Spanplatten: SN EN 634-2:1996 [19].

Bei mehrlagigen Massivholzplatten, Furnierschichtholz und Gipsfaserplatten sind aufgrund der Vielzahl der auf dem Markt etablierten Produkte mit unterschiedlichen Eigenschaften die Herstellerangaben massgebend.

Im Normalfall haben die Probenahme gemäss SN EN 1058 [20] und die Prüfung gemäss SN EN 789 [15] zu erfolgen. Bei diesen Versuchen handelt es sich wie bei Vollholz und Brettschichtholz um Kurzzeitnormversuche an bei einem Klima von 20°C/65% relativer Luftfeuchte bis zur Gewichtskonstanz auskonditionierten Prüfkörpern. Die charakteristischen Werte entsprechen 5%-Fraktilen (Festigkeiten sowie Rohdichte) bzw. Mittelwerten (Elastizitäts- und Schubmoduln).

Bei den Verbindungen entspricht der charakteristische Wert des Tragwiderstands  $R_k$  ebenfalls einem 5%-Fraktilewert, welcher im Kurzzeitversuch zu ermitteln ist, also bei einer mittleren Dauer bis zum Bruch von  $300 \pm 120$  s.

### 3.4 Nachweis der Tragsicherheit

Mangels Vorliegen von differenzierten Angaben zum Einfluss von Feuchtegehalt und Dauer der Einwirkung auf die mechanischen Eigenschaften von Holzwerkstoffen war es nicht möglich, Beiwerte zur Berücksichtigung des Einflusses des Feuchtegehalts  $\eta_w$  und der Einwirkungsdauer  $\eta_t$  anzugeben, d.h. das Konzept der Bemessung von Bauteilen aus Vollholz und Brettschichtholz der Norm SIA 265:2003 (siehe Abschnitt 2) auf die Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen zu übertragen. Die zuständige Normenkommission hat sich daher für die Übernahme des Bemessungskonzepts aus der SN EN 1995-1-1:2004 [6], des sogenannten „ $k_{mod}$  - Konzepts“, entschieden, wobei in der Norm SIA 265/1:2009 der Beiwert  $\eta_{mod}$  anstelle des Modifikationsbeiwertes  $k_{mod}$  steht. Mit diesem Schritt wird auch eine allfällige spätere, noch weiter gehende Anpassung der Norm SIA 265:2003 an den Eurocode 5 (SN EN 1995-1-1:2004) möglich sein. Durch die Festlegung der Lasteinwirkungsdauer (ständig, lang, mittel, kurz, sehr kurz) in Verbindung mit den klimatischen Bedingungen (Nutzungsklasse bzw. Feuchteklasse) ist es möglich, die Baustoffwiderstände mit dem Beiwert  $\eta_{mod}$  zu modifizieren. Für den Bemessungswert des Tragwiderstands  $R_d$  gilt dann ausgehend von charakteristischen Werten des Tragwiderstands  $R_k$ :

$$R_d = \frac{\eta_M \eta_t \eta_w}{\gamma_M} R_k = \frac{\eta_{mod}}{\gamma_M} R_k \quad \text{SIA 265/1, (13)}$$

$$\text{mit } \eta_{mod} = \eta_M \eta_t \eta_w .$$

Für den Bemessungswert der Festigkeit  $f_d$  gilt ausgehend von charakteristischen Werten der Festigkeit  $f_k$ :

$$f_d = \frac{\eta_M \eta_t \eta_w}{\gamma_M} f_k = \frac{\eta_{mod}}{\gamma_M} f_k \quad \text{SIA 265/1, (14)}$$

$$\text{mit } \eta_{mod} = \eta_M \eta_t \eta_w .$$

- $R_k$  charakteristischer Wert des Tragwiderstands (siehe 3.3)
- $f_k$  charakteristischer Wert der Festigkeit (siehe 3.3)
- $\eta_i$  Umrechnungsfaktoren (siehe 2.5 bzw. 3.6)
- $\gamma_M$  Widerstandsbeiwert ( $\gamma_M = \gamma_R \gamma_m$ , siehe 2.6 bzw. 3.7).

Im übrigen gilt die Norm SIA 265:2003, so z.B.:

- Ziffer 2.1.3: Das Einhalten der an das Tragwerk gestellten Nutzungsanforderungen ist durch ein zweckmässiges Tragwerkskonzept, durch die Wahl geeigneter Baustoffe, durch korrekte Tragwerksanalyse und konstruktive Durchbildung sowie durch angemessene Überwachung und Instandhaltung sicherzustellen.
- Ziffer 2.1.4: Die Tragwerksanalyse ist unter Verwendung geeigneter Modellannahmen durchzuführen. Baustoff- und herstellungsbedingte Streuungen der Eigenschaften sind angemessen zu berücksichtigen.
- Ziffer 2.1.5: Bei der Bestimmung der Auswirkungen wird in der Regel ein linear elastisches Verhalten vorausgesetzt. Die Gleichgewichtsbetrachtungen erfolgen im allgemeinen am unverformten System. Tragwerksanalyse und Bemessung sind in der Regel mit den mittleren (Kurzzeit-) Steifigkeitswerten der Baustoffe (Elastizitäts- und Schubmoduln) und der Verbindungen (Verschiebungsmoduln) durchzuführen.
- Ziffer 2.1.6: Der Einfluss der Holzfeuchte (bzw. des Feuchtegehalts) auf Tragfähigkeit und Verformungen ist zu erfassen und der Einfluss auf die Bauteilabmessungen (Schwinden und Quellen) zu berücksichtigen.
- Ziffer 2.1.7: Der Einfluss der Einwirkungsdauer auf die Verformungen (Kriechen, Relaxation) ist zu berücksichtigen.
- Ziffer 2.1.8: Zwängungskräfte infolge veränderter Verformung müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden. Bei behinderter Dehnung erreichen die Schwind- und Quellmasse nur einen Bruchteil der Werte gemäss Norm SIA 265/1:2009.
- Ziffer 2.1.9: Bei auf Druck beanspruchten Stäben oder Tragsystemen ist der Verformungseinfluss bei

der Bestimmung der Auswirkungen zu berücksichtigen. Erläuterung: Da es sich hierbei um ein Trag sicherheitsproblem (2. Ordnung) handelt, sind reduzierte Steifigkeitswerte der Bauteile aus Holzwerkstoffen, also die 5%-Fraktilwerte und reduzierte Verschiebungsmoduln der Verbindungen, d.h. die Mittelwerte dividiert durch  $\gamma_M / \eta_M$  gemäss Norm SIA 265:2003, Tab.1 anzusetzen.

### 3.5 Einfluss der Dauer der Einwirkung und des Feuchtegehalts auf den Tragwiderstand

Der Einfluss der Dauer der Einwirkung und des Feuchtegehalts auf die Festigkeit von Holzwerkstoffen und den Tragwiderstand von Bauteilen und Verbindungen mit Holzwerkstoffen wird durch den Beiwert  $\eta_{mod}$  erfasst.

In der Norm 265/1:2009, Tab.16 sind die Beiwerte  $\eta_{mod}$  für Holzwerkstoffe in Abhängigkeit der Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) und der Feuchtekategorie angegeben (Beispiel Furnierschichtholz siehe Tabelle 5). Für Gipsfaserplatten sind die Herstellerangaben zu beachten. MDF-Platten sind in den Klassen der Lasteinwirkungsdauer „ständig“, „lang“ und „mittel“ für den tragenden Einsatz in der Feuchtekategorie 2 nicht zugelassen.

Zur Festlegung des Beiwerts  $\eta_{mod}$  gelten die Feuchtekategorien gemäss Tabelle 3 der Norm SIA 265:2003 (siehe 2.5.2) und die Klassen der Lasteinwirkungsdauer gemäss Tabelle 14 der Norm SIA 265/1:2009.

#### 3.5.1 Einfluss des Feuchtegehalts

Holzwerkstoffe sind hygroskopisch. Das sich im Verlaufe der Zeit in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit einstellende Gleichgewicht des Feuchtegehalts ist in der Norm SIA 265/1:2009 in den Figuren 1b (für mehrlagige Massivholzplatten, Furnierschichtholz, Furniersperrholz), 2a (für organisch und mineralisch gebundene Spanplatten, OSB) und 2b (für Faserplatten) für eine Temperatur von 20°C dargestellt. Zu beachten ist der für relative Luftfeuchten > 65% (d.h. über Normalklima gemäss Feuchtekategorie 1) sich ergebende grosse Streubereich möglicher Gleichgewichtsfeuchten in den verschiedenen Holzwerkstoffen. In mittleren bis ungünstigen Fällen sind deutlich höhere Feuchteakkumulationen möglich als bei Vollholz in vergleichbarer Umgebung.

Dies und die langjährige gute Erfahrung mit der Norm SIA 164:1981/92 [8] hat die zuständige Normenkommission bewogen, analog zur Praxis in der Norm SIA 265:2003 die Festigkeiten und auch die Verformungsmoduln in den Feuchtekategorien 2 bzw. 3 gegenüber der Feuchtekategorie 1 analog zu den Faktoren gemäss Tabelle 2 abzumindern. Die in der Tabelle 16 der Norm SIA 265/1:2009 angegebenen Beiwerte zur Erfassung des Einflusses der Dauer der Einwirkung und des Feuchtegehalts  $\eta_{mod}$  sind daher in den Feuchtekategorien 2 und 3 geringer als die  $k_{mod}$ -Werte in der SN EN 1995-1-1:2004 (Beispiel Furnierschichtholz siehe Tabelle 5).

Holzwerkstoff <sup>1)</sup>	Norm	Feuchtekategorie	Kategorie der Lasteinwirkungsdauer (KLED) <sup>2)</sup>				
			ständig	lang	mittel	kurz	sehr kurz
Furnierschichtholz	SN EN 14374	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2 <sup>3)</sup>	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
		3 <sup>3)</sup>	0,35	0,40	0,50	0,55	0,65

<sup>1)</sup> Definition der Baustoffe siehe Ziffer 7.2.2 bis 7.2.9 der Norm SIA 265/1:2009

<sup>2)</sup> gemäss Tabelle 15 der Norm SIA 265/1:2009

<sup>3)</sup> In den Feuchtekategorien 2 bzw. 3 sind die  $\eta_{mod}$ -Werte gegenüber den  $k_{mod}$ -Werten aus der SN EN 1995-1-1:2004 so abgemindert, dass die Verhältnisse zwischen  $\eta_{mod, Feuchtekategorie 2}$  und  $\eta_{mod, Feuchtekategorie 1}$  0,8 bzw. zwischen  $\eta_{mod, Feuchtekategorie 3}$  und  $\eta_{mod, Feuchtekategorie 1}$  0,6 betragen. Begründung: siehe 3.5.1 und 2.5.2

Tabelle 5: Beiwerte  $\eta_{mod}$  zur Erfassung des Einflusses der Dauer der Einwirkung und des Feuchtegehalts bei der Bemessung von Furnierschichtholz gemäss Norm SIA 265/1:2009

#### 3.5.2 Einfluss der Dauer der Einwirkung

Bei Holzwerkstoffen sind die mechanischen Eigenschaften wie bei Vollholz und bei Brettschichtholz abhängig von der Dauer der Einwirkung. Einzelne

Holzwerkstoffe zeigen dabei eine stärkere, andere eine geringere Abhängigkeit der Festigkeit von der Dauer der Einwirkung. Die in Kurzzeitversuchen bei Normbedingungen ermittelten charakteristischen Werte müssen daher für den Bemessungsfall modifiziert

werden. Das wichtigste Ziel in der Modifikation der Baustoffeigenschaften ist die Vermeidung von Versagen unter hohen Dauerlasten sowie von Formänderungen zum Nachteil der Konstruktion.

Der Einfluss von  $\eta_{mod}$  wirkt sich auf die Bemessungswerte der Baustoffeigenschaften aus. Die Folge daraus kann sein, dass eine Kombination von Einwirkungen für den Bemessungswert der Festigkeit  $X_d$  massgebend werden kann, die nicht den maximalen Bemessungswert der Auswirkung  $E_d$  liefert. Daher ist es erforderlich, sämtliche relevanten Einwirkungskombinationen zu überprüfen! Der Lastfall Eigenlast wird, wie bereits weiter oben ausgeführt, selten massgebend. Der Anteil des Bemessungswertes aus den Eigenlasten an der Summe der Bemessungswerte der Beanspruchung müsste dafür bei einer Einwirkung mit KLED „mittel“ als kürzester Einwirkungsdauer über 66% und bei einer Einwirkung mit KLED „kurz“ als kürzester Einwirkungsdauer über 75% betragen [21].

Die Berücksichtigung des Einflusses der Einwirkungsdauer auf die Festigkeit erfolgt durch Zuweisung der jeweiligen Einwirkung in Abhängigkeit der „akkumulierten Dauer“ zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer KLED (ständig, lang, mittel, kurz, sehr kurz) entsprechend Norm SIA 265/1:2009, Tab.14. Dabei ist die jeweilige KLED durch die Wirkung einer konstanten Last gekennzeichnet, die für eine bestimmte Zeitperiode („akkumulierte Dauer“) innerhalb der gesamten Nutzungsdauer auf das Tragwerk einwirkt.

Die Tabelle 15 der Norm SIA 265/1:2009 enthält für die im Holzbau relevanten Einwirkungen der Normen SIA 261:2003 [22] und SIA 261/1:2003 [23] die Zuordnung zu einer Klasse der Lasteinwirkungsdauer.

Einwirkungen aus Strassenverkehr sind grundsätzlich der KLED „mittel“ zuzuweisen. Stossartige Einwirkungen aus Strassenlasten und andere stossartige Einwirkungen dürfen analog zur Erhöhung des  $\eta_l$ -Wertes auf 1,4 gemäss Norm SIA 265:2003, Ziffer 2.2.6 der KLED „sehr kurz“ zugeordnet werden, was zu einem entsprechend höheren  $\eta_{mod}$ -Wert führt.

In speziellen Situationen kann es angezeigt sein, die Einstufung einer Einwirkung in eine KLED im Einzelfall in Absprache mit dem Bauherrn oder der Aufsichtsbehörde zu entscheiden. Solche spezielle Einstufungen sind in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten.

Der Einfluss von Temperaturänderungen im baupraktischen Bereich von  $-30^\circ\text{C}$  bis  $+50^\circ\text{C}$  darf vernachlässigt werden [21]. Indirekte Einwirkungen aus Temperatur- und Feuchteänderungen können der Klasse „mittel“ zugeordnet werden [21]. Gemeint sind hierbei Fälle wie z.B. Verbundkonstruktionen von Holz mit Metallen oder Beton, in denen Temperatur- und

Feuchteänderungen zu nicht vernachlässigbaren Auswirkungen führen.

Indirekte Einwirkungen aus ungleichmässigen Setzungen können der Klasse „ständig“ zugeordnet werden [21]. Setzungen eines Bauwerks können bei statisch unbestimmten Tragsystemen zu erheblichen Zwängungskräften führen, wenn sie ungleichmässig verlaufen. Ihre Auswirkungen sind ständiger Natur und bestehen daher, wenn sie auftreten können, für die gesamte Nutzungsdauer des Tragwerks.

Die Einstufung der Einwirkung Schnee in eine Klasse der Lasteinwirkungsdauer ist abhängig von der Liegedauer, welcher dem Schneelastwert in der Einwirkungsnorm SIA 261:2003 [22] zugrunde liegt. Aus der Tabelle 2 der Norm SIA 260:2003 [2] kann man anhand des  $\psi_2$ -Wertes erkennen, dass erst ab einer Meereshöhe von 1000 m mit einer über längere Zeit („quasi-ständigen“) liegenden Schneelast gerechnet werden muss. Abklärungen der Autoren der Norm SIA 265/1:2009 bei den Fachleuten der Normenkommission SIA 261 Einwirkungen auf Tragwerke haben ergeben, dass die Liegedauer der winterlichen Höchstlast eine Funktion der Meereshöhe ist. Sie ist von Winter zu Winter sehr grossen Schwankungen unterworfen und kann als Abschätzung wie folgt angegeben werden:

- Meereshöhe 500 m: 0 – 4 Wochen
- Meereshöhe 1000 m: 2 – 8 Wochen
- Meereshöhe 2000 m: 3 – 12 Wochen.

Die charakteristische Last entspricht einem oberen Fraktilwert der Schneelastverteilung mit einer Jährlichkeit von 50 Jahren, ist also geringer als die Höchstlast und weist deshalb auch eine kürzere Liegedauer auf. Bei der Einteilung in eine KLED gilt es zu beachten, dass diese auf Basis einer akkumulierten Dauer der Lasteinwirkung, d.h. bezogen auf die gesamte Nutzungsdauer des Tragwerks vorgenommen werden muss. Entsprechend diesen Überlegungen sind Schneelasten für Lagen mit Meereshöhe bis 1000 m in die KLED „kurz“ und Schneelasten für Lagen oberhalb von 1000 m Meereshöhe in die KLED „mittel“ eingeteilt worden. Diese Einteilung wurde so auch in Deutschland und Österreich vorgenommen.

Einwirkungen innerhalb einer Bemessungssituation sind in der Regel verschiedenen KLED zuzuweisen. Da die Summe aus sämtlichen Einwirkungen einer Bemessungssituation nur für eine Zeit, die der kürzesten Einwirkungsdauer entspricht, vorhanden sein kann, ist bei Einwirkungskombinationen, die zu verschiedenen Klassen der Lasteinwirkungsdauer gehören, in der Regel ein Wert von  $\eta_{mod}$  zu verwenden, der zu der Einwirkung mit der kürzesten Dauer

gehört. Die entsprechende Bemessungsvorschrift in Ziffer 7.2.1.4 der Norm SIA 265/1:2009 wurde aus der SN EN 1995-1-1:2004 übernommen und wirkt sich wie in 2.5.3 beschrieben aus.

### 3.6 Zusammengesetzte Bauteile

Bei Tragwerken, bestehend aus Bauteilen mit unterschiedlichen Baustoffen, und bei aus mehreren Querschnittsteilen zusammengesetzten Bauteilen (Verbundbauteile) ist das unterschiedliche Verformungsverhalten der Baustoffe zu beachten. Die Spannungen in den Bauteilen sind getrennt zum Zeitpunkt des Kriechbeginns  $t_0$  und zum Endpunkt des Kriechens  $t_\infty$  unter Berücksichtigung der Steifigkeiten und Kriech-eigenschaften der Baustoffe zu ermitteln.

### 3.7 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit von Bauteilen aus Holzwerkstoffen gelten die Ziffer 2.3 der Norm SIA 265:2003 und die Ziffer 7.1.3 der Norm SIA 265/1:2009.

#### 3.7.1 Anzusetzende Steifigkeitswerte

Die Verformungen sind ausgehend von den Mittelwerten der Baustoff- und Verbindungseigenschaften zu berechnen (Norm SIA 265:2003, Ziffer 2.3.1.1). Die Elastizitäts- und Schubmoduln von Holzwerkstoffen und die Verschiebungsmoduln von Verbindungen sind analog zu Vollholz und Brettschichtholz (Norm SIA 265:2003) in der Feuchteklasse 2 mit dem Faktor 0,9 und in der Feuchteklasse 3 mit dem Faktor 0,75 zu reduzieren (Norm SIA 265/1:2009, Ziffer 7.2.1.2).

Die Werte zur Korrektur der Steifigkeit in Funktion der Feuchteklasse wurden aus der Norm SIA 164:1981/92, Ziffer 3 13 13 entnommen. Der Hintergrund dieser Abminderungsfaktoren ist in [24] beschrieben. Dort zitierte und ausgewertete umfangreiche Versuche [25] an strukturstörungsfreien Kleinproben aus Vollholz belegen einen Einfluss der Holzfeuchte sowohl auf die Festigkeit als auch auf die Steifigkeit. Für den baupraktisch interessanten Einsatzbereich von  $w = 10\%$  bis zur Fasersättigung kann bei einer Änderung der Holzfeuchte um 1% mit einer Änderung der Verformungswerte um 1,3% gerechnet werden. Aus dieser Proportionalität wurden die damaligen  $c_E$ -Werte der Norm SIA 164:1981/92 ermittelt: Holzfeuchten (HF) bis 15%:  $c_E = 1,0$ ; HF 18 bis 20%:  $c_E = 0,9$  und HF  $\geq 24\%$  bzw. über Fasersättigung:  $c_E = 0,8$ . In [26] wird gezeigt, dass dieser Zusammenhang auch für den Torsionsmodul gilt. Versuchsdaten über den Einfluss der Holzfeuchte auf den Verschiebungsmodul liegen nur vereinzelt vor.

Ausgehend davon, dass der massgebende Beitrag an den Verschiebungen vom Holzteil im Verbindungsbe-reich herrührt, darf als Näherung der gleiche Abminderungsfaktor wie für die Holzteile eingeführt werden. Aufgrund bisheriger guter Erfahrungen hat sich die zuständige Normenkommission entschieden, die Abminderung der Steifigkeitswerte in den Feuchte-lassen 2 und 3 gemäss Norm SIA 265:2003, Ziffer 3.2.1.3 beizubehalten und auch auf die Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen anzuwenden.

#### 3.7.2 Kriechen

Kriechverformungen infolge der ständigen Einwirkungen und des quasi-ständigen Anteils veränderlicher Einwirkungen müssen berücksichtigt werden. Sie dürfen näherungsweise als das  $\varphi$ -Fache der elastischen Verformungen – basierend auf den Mittelwerten der Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln für die betreffende Feuchteklasse – bestimmt werden (Norm SIA 265/1:2009, Ziffer 7.1.3). Richtwerte für Kriechzahlen  $\varphi$  für Holzwerkstoffe sind in der Norm SIA 265/1:2009, Tab.17 angegeben.

Diese Werte wurden aus der SN EN 1995-1-1:2004 übernommen. Die Werte für zementgebundene Spanplatte entstammen der DIN 1052:2004 [27]. Für mehrlagige Massivholzplatten wurden die Werte von Furnierschichtholz angesetzt. Für Gipsfaserplatten sind die Herstellerangaben zu beachten. Aus der Tabelle 17 der Norm SIA 265/1:2009 wird deutlich, dass nicht alle Holzwerkstoffe in den drei Feuchte-lassen tragend eingesetzt werden dürfen (siehe Abschnitt 3.2).

#### 3.7.3 Spezieller Hinweis

Bei Vorliegen eines Feuchtegefälles (Feuchtegradient) innerhalb eines Bauteilquerschnitts ist die daraus resultierende Krümmung bei der Berechnung der totalen Verformungen zu berücksichtigen.

### 3.8 Widerstandsbeiwert $\gamma_M$

Die Widerstandsbeiwerte  $\gamma_M$  zur Ermittlung des Bemessungswertes der Festigkeit  $f_d$  bzw. des Tragwiderstands  $R_d$  von Holzwerkstoffen und des Tragwiderstands  $R_{d,HWS}$  von Verbindungen mit Holzwerkstoffen sind in der Tabelle 13 der Norm SIA 265/1:2009 angegeben. Die empfohlenen Werte aus der SN EN 1995-1-1:2004 wurden unverändert übernommen. Für mehrlagige Massivholzplatten wurde der Wert von Vollholz, d.h.  $\gamma_M = 1,3$  angesetzt. Der Widerstandsbeiwert von Gipsfaserplatten ist produktespezifisch festzulegen. Näherungsweise kann ein Wert von  $\gamma_M = 1,3$  verwendet werden.

Die angegebenen  $\gamma_M$ -Werte gelten für andauernde und für vorübergehende Bemessungssituationen. Analog zur Ziffern 4.5.1.1 der Norm SIA 265:2003 beträgt im Fall der aussergewöhnlichen Bemessungssituation Brand  $\gamma_M = 1,0$ . Dies gilt allgemein auch für Nachweise der Gebrauchstauglichkeit und bei Ermüdungsnachweisen (hier ebenfalls in Analogie zu Ermüdungsnachweisen bei Bauteilen aus Vollholz oder Brettschichtholz gemäss Norm SIA 265:2003, Ziffer 4.4).

Im Gegensatz zur DIN 1052:2004, wo in Tragsicherheitsnachweisen mit der aussergewöhnlichen Bemessungssituation Erdbeben  $\gamma_M = 1,0$  gesetzt wird, sind bei Nachweisen gemäss der Norm SIA 265/1:2009 dieselben  $\gamma_M$ -Werte wie in andauernden und vorübergehenden Bemessungssituation anzusetzen. Die Aussergewöhnlichkeit der Bemessungssituation Erdbeben ist nämlich bereits bei der Festlegung der Verhaltensbeiwerte  $q$  (Norm SIA 265:2003, Tab. 10) eingeflossen [28], und zwar durch eine angepasste Berücksichtigung der Überfestigkeit der Baustoffe.

### 3.9 Abschliessender Hinweis

Trotz Übernahme des „ $k_{mod}$ -Konzeptes“ aus dem Eurocode 5 (SN EN 1995-1-1:2004) und Anpassung desselben auf Schweizer Verhältnisse sind auch für die Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen die SIA-Tragwerksnormen der 260er-Reihe massgebend. Das bedeutet:

- Die Einwirkungen sind den Normen SIA 261:2003 und SIA 261/1:2003 zu entnehmen.
- Die Bemessungswerte der Auswirkungen für verschiedene Bemessungssituationen sind gemäss den Kombinationsregeln der Norm SIA 260:2003 zu ermitteln.
- Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit sind gemäss den Regeln der Normen SIA 265:2003 und SIA 265/1:2009 zu führen. Richtwerte für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Verformungen, Schwingungen) sind dabei der Norm SIA 260:2003 (Tab.3, Tab.4, Tab.5) zu entnehmen.
- Die Anforderungen der Normen SIA 265:2003 und SIA 260:2003 an die Dauerhaftigkeit und die Robustheit sind zu beachten.

## 4 LITERATUR

[1] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, (2009), Norm SIA 265/1: Holzbau – Ergänzende Festlegungen. SIA, Zürich. 64 S.

[2] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, (2003), Norm SIA 260: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. SIA, Zürich. 44 S.

[3] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, (2003), Norm SIA 265: Holzbau. SIA, Zürich, Schweiz. 90 S.

[4] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, (2004), SN EN 384: Bauholz für tragende Zwecke – Bestimmung charakteristischer Werte für mechanische Eigenschaften und Rohdichte. SIA, Zürich. 15 S.

[5] Steiger, R., (2003), Tragsicherheit: Bemessungskonzept und Baustoffe. In: Dokumentation D 0185: Einführung in die Norm SIA 265 Holzbau. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich. S. 31-50.

[6] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, (2004), SN EN 1995-1-1: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau. SIA, Zürich. 133 S.

[7] Becker, K. & Blass, H. J., (2006), Ingenieurholzbau nach DIN 1052 – Einführung mit Beispielen. Ernst & Sohn, Berlin. 486 S.

[8] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, (1981/92), Norm SIA 164: Holzbau. SIA, Zürich. 76 S.

[9] Gehri, E., (1981), Grundlagen der Berechnung und Bemessung. In: Einführung in die Norm SIA 164(1981) – Autographie zum Fortbildungskurs für Bauingenieure. Zürich, 7.–9. Oktober 1981. ETH Zürich, Professur für Baustatik und Stahlbau. S. 59–117.

[10] Eidgenössische Kommission für Bauprodukte, (2000), Bundesgesetz über Bauprodukte (Bauproduktengesetz, BauPG). Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern. 86 S.

[11] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (2003), SN EN 636: Sperrholz – Anforderungen. SIA, Zürich. 15 S.

[12] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (2004), SN EN 13986: Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung. SIA, Zürich, 55 S.

[13] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (1993), SN EN 310: Holzwerkstoffe – Bestimmung des Biege-Elastizitätsmoduls und der Biegefestigkeit. SIA, Zürich. 8 S.

[14] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (1994), SN EN 326-1: Holzwerkstoffe – Probenahme, Zuschnitt und Überwachung – Teil 1: Probenahme und Zuschnitt der Prüfkörper sowie Angabe der Prüfergebnisse. SIA, Zürich. 11 S.

[15] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, (2004), SN EN 789: Holzwerkstoffe – Prüfverfahren – Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Holzwerkstoffen. SIA, Zürich. 32 S.

[16] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, (2006), SN EN 14358: Holzbauwerke – Berechnung der 5%-Quantile für charakteristische Werte und Annahmekriterien für Proben. SIA, Zürich. 8 S.

- [17] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (2004), SN EN 12369-2: Holzwerkstoffe – Charakteristische Werte für die Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Teil 2: Sperrholz. SIA, Zürich. 10 S.
- [18] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (2001), SN EN 12369-1: Holzwerkstoffe – Charakteristische Werte für die Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Teil 1: OSB, Spanplatten und Faserplatten. SIA, Zürich. 15 S.
- [19] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (1996), SN EN 634-2: Zementgebundene Spanplatten – Anforderungen – Teil 2: Anforderungen an Portlandzement (PZ) gebundene Spanplatten zur Verwendung im Trocken-, Feucht- und Aussenbereich. SIA, Zürich. 9 S.
- [20] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich SIA, (1995), SN EN 1058: Holzwerkstoffe – Bestimmung der charakteristischen Werte der mechanischen Eigenschaften und der Rohdichte. SIA, Zürich. 8 S.
- [21] Blass, H.J., Ehlbeck, J., Kreuzinger, H. & Steck, G. (2004), Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken. 1. Aufl. 2004, Karlsruhe: Bruderverlag. 217 S.
- [22] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, (2003), Norm SIA 261: Einwirkungen auf Tragwerke. SIA, Zürich. 114 S.
- [23] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, (2003), Norm SIA 261/1: Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen. SIA, Zürich. 32 S.
- [24] Steurer, A., (1981), Material. In: Einführung in die Norm SIA 164(1981) – Autographie zum Fortbildungskurs für Bauingenieure. Zürich, 7.–9. Oktober 1981. ETH Zürich, Professur für Baustatik und Stahlbau. S. 25–58.
- [25] Empa, (1955), Über den Einfluss von Wassergehalt, Raumgewicht, Faserstellung und Jahrringstellung auf die Festigkeit und Verformbarkeit schweizerischen Fichten-, Tannen-, Lärchen-, Rotbuchen- und Eichenholzes. Bericht Nr. 183. Empa, Zürich. 122 S.
- [26] Möhler, K., (1977) Karlsruher Forschungsarbeiten und Versuche im Ingenieurholzbau von 1972 bis 1977. bauen mit holz 79(5), 205–220.
- [27] Deutsches Institut für Normung DIN, (2004), DIN 1052:2004 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken: Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau. DIN, Berlin. 235 S.
- [28] Wenk, T. & Lestuzzi, P., (2003), Einwirkungen auf Tragwerke: Erdbeben. In Dokumentation D 0181: Einführung in die Normen SIA 260 und 261. SIA, Zürich. S. 59–66.



Dokumentation

**D 0235**

## **Holzbau - Ergänzende Festlegungen**

**Norm SIA 265/1, Bauteile aus Holzwerkstoffen**

**Bemessungskonzept und Beispiele**

schweizerischer  
ingenieur- und  
architektenverein

société suisse  
des ingénieurs  
et des architectes

società svizzera  
degli ingegneri  
e degli architetti

swiss society  
of engineers  
and architects

Herausgeber:

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
Selnastrasse 16, Postfach, 8027 Zürich  
Lignum, Holzwirtschaft Schweiz  
Falkenstrasse 26, 8008 Zürich

Autoren:

Klaus Richter, Dr. rer. nat., dipl. Holzwirt  
Empa, Abteilung Holz, 8600 Dübendorf  
René Steiger, Dr. sc. techn., dipl. Bauingenieur ETH/SIA  
Empa, Abteilung Holz, 8600 Dübendorf  
Andrea Frangi, Dr. sc. techn., dipl. Bauingenieur ETH/SIA  
ETH Zürich, Institut für Baustatik und Konstruktion, 8093 Zürich  
Christophe Sigrist, Dr. PHD., dipl. Bauingenieur ETH/SIA  
Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, 2500 Biel

Umschlagsfoto:

Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, 2500 Biel

Druck:

Schwabe AG, Muttenz, 2010  
Auflage 2500 Exemplare

ISBN 978-3-03732-024-2

Dokumentation SIA D 0235  
Holzbau – Ergänzende Festlegungen –  
Norm SIA 265/1, Bauteile aus Holzwerkstoffen,  
Bemessungskonzept und Beispiele

Copyright © 2010 by Lignum Zürich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen  
Nachdrucks, der auszugsweisen oder  
vollständigen Wiedergabe (Fotokopie,  
Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in  
Datenverarbeitungsanlagen und der  
Übersetzung, sind vorbehalten.