Brand, Brettsperrholz, reduzierter Querschnitt, Bemessung, CLT, BSP, X-Lam

Brandbeanspruchung

Die hier vorgeschlagene Brandbemessung wurde von A. Frangi in [1] beschrieben und basiert auf der Bemessungsmethode mit reduziertem Querschnitt gemäß EN 1995-1-2 [2]. Dabei spielt der zeitliche Verlauf des Abbrandes eine wesentliche Rolle. Die Abbrandtiefe d_{char} ist abhängig von der Abbrandrate β (mit / ohne Fugen), der Art des verwendeten Klebstoffs (hochtemperaturbeständig / nicht hochtemperaturbeständig) sowie vom Vorhandensein einer Brandschutzschicht.

Die Abbrandraten werden wie folgt festgelegt:

- Brettsperrholz ohne Fugen bzw. mit Fugen bis 2 mm: β = 0,65 mm/min
- Brettsperrholz mit Fugen bis 6 mm: β = 0,80 mm/min

In Abb. 1 ist die Abbrandtiefe in Abhängigkeit der Branddauer für verschiedene Situationen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ab Versagen der Brandschutzschicht bis zum Aufbau der schützenden Holzkohleschicht die doppelte Abbrandgeschwindigkeit auftritt. Das selbe Phänomen tritt auch bei Verwendung von nicht hochtemperaturbeständigen Klebern auf, da bei Brandprüfungen an BSP-Deckenelementen [3] (nicht jedoch bei Wandelementen) ein Abfallen der schützenden Holzkohleschicht beobachtet werden konnte.

Abb. 1: Abbrandtiefe in Abhängigkeit der Branddauer und der Art des Klebstoffes sowie der Verfügbarkeit einer Brandschutzschicht

Die Definitionen für den reduzierten Querschnitt sind der Abb. 2 zu entnehmen. Die Querschnittshöhe reduziert sich um die effektive Abbrandtiefe d_{ef}, die sich wiederum aus der Abbrandtiefe d_{char} sowie einer zeitabhängigen Schichtdicke ($k_0 \cdot d_0$) zur Berücksichtigung des Einflusses der Temperatureinwirkung auf die Materialeigenschaften zusammensetzt (siehe Glg. \eqref{eq:eqn_def}).

Diskussionen zum Zero-Strength Layer d_0: In [1] wurde für BSP d_0 wie auch für stabförmige Holzbauteile mit 7 mm festgelegt. Dieser Wert wurde in den letzten Jahren immer wieder in der Fachwelt diskutiert (siehe [4]). Laut A. Frangi sind 7 mm als ausreichend anzusehen.

Abb. 2: Definitionen für den reduzierten Querschnitt

$$\label{eq:eqn_dchar} d_{\text{char}} = \beta \cdot t$$

$$\label{eq:eqn_def} d_{\text{ef}} = d_{\text{char}} + k_{0} \cdot d_{0}$$

$$\label{eq:eqn_k0} k_{0} = \min \left\{ \matrix{ t/20 \cr 1,0 \cr } \right.$$

t	Zeitdauer der Brandbeanspruchung
β	Abbrandrate β_0 oder β_n je nachdem ob mit oder ohne Fugen
d_char	Bemessungswert der Abbrandtiefe
d_ef	ideelle Abbrandtiefe
d_0	Tiefe einer Schicht, bei der die Festigkeit und Steifigkeit zu null angenommen wird (Zero-Strength Layer)
k_0	Koeffizient

Bei Verwendung der Bemessungsmethode mit reduziertem Querschnitt können die Nachweise im Brandfall analog zur Kaltbemessung erfolgen. Da es sich um eine außergewöhnliche Bemessungssituation handelt, dürfen jedoch die 20 %-Fraktilwerte der Festigkeiten (siehe Glg. \eqref{eq:eqn_fd_fi} und \eqref{eq:eqn_f20}) sowie der Modifikationsbeiwert $k_{mod,fi}$ und der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M,fi}$ herangezogen werden.

\begin{equation} \label{eq:eqn_fd_fi} {f_\text{d,fi}} = {k_\text{mod,fi}} \cdot {{{f_\text{20}}} \over {{\gamma _\text{M,fi}}}} \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_f20} {f_\text{20}} = {k_\text{fi}} \cdot {f_\text{k}} \end{equation}

mit $k_{mod,fi}$ = 1,0, $\gamma_{M,fi}$ = 1,0 und k_{fi} = 1,15.

$f_\text{d,fi}$	Bemessungswert der Festigkeit im Brandfall
f_20	20 %-Fraktile der Festigkeit bei Normaltemperatur
$k_\text{mod,fi}$	Modifikationsbeiwert im Brandfall
$\gamma _\text{M,fi}$	Teilsicherheitsbeiwert für Holz bei Brandbeanspruchung
k_fi	Koeffizient

Abbrand von anfänglich geschützten Bauteilen

Abbrandraten

Für $t_\text{ch} \le t \le t_\text{f}$ sollte die Abbrandrate β mit dem Faktor k_2 nach Glg. \eqref{eq:eqn_k2} multipliziert werden.

\begin{equation} \label{eq:eqn_k2} k_\text{2} = 1 - 0,018 \cdot h_\text{p} \end{equation}

Wenn die Bekleidung aus **mehreren Lagen Gipsplatten Typ F** besteht, sollte für h_p die Dicke der inneren Lage eingesetzt werden.

Für **Brandschutzbekleidungen mit Steinwolleplatten** (Mindestdicke 20 mm, Mindestrohdichte 26 kg/m³, Schmelzpunkt T ≥ 1000 °C) darf k_2 der Tab. 1 entnommen werden. Für Dicken zwischen 20 mm und 45 mm dürfen die Werte linear interpoliert werden.

Tab. 1: Werte von k_2 für durch Steinwolleplatten geschütztes Bauholz nach EN 1995-1-2

Dicke h_ins [mm]	**k_2**
20	1
≥ 45	0,6

Für den Zeitraum $t_\text{f} \le t \le t_\text{a}$ nach dem Versagen der Brandschutzbekleidung sollte die Abbrandrate mit dem Faktor k_3 = 2 multipliziert werden.

Das Zeitlimit t_a sollte für $t_\text{ch} = t_\text{f}$ aus

\begin{equation} \label{eq:eqn_ta_fuer_tch=tf} {t_\text{a}} = \min \left\{ {\matrix{ {2 \cdot {t_\text{f}}} \cr {{{25} \over {{k_3} \cdot {\beta _\text{n}}}} + {t_\text{f}}} \cr } } \right. \end{equation}

oder für $t_\text{ch} < t_\text{f}$ aus

\begin{equation} \label{eq:eqn_ta_fuer_tch<tf} {t_\text{a}} = {{25 - \left({{t_\text{f}} - {t_\text{ch}}} \right) \cdot {k_2} \cdot {\beta _\text{n}}} \over {{k_3} \cdot {\beta _\text{n}}}} + {t_\text{f}} \end{equation}

berechnet werden.

Glg. \eqref{eq:eqn_ta_fuer_tch=tf}(b) basiert auf der Annahme, dass eine verkohlte Schicht von 25 mm einen ausreichenden Schutz für die Abminderung der Abbrandrate auf den Grundwert sicherstellt.

Beginn des Abbrandes

Holzbekleidungen oder Holzwerkstoffplatten

Für Bekleidungen aus einer oder mehreren Lagen Holzbekleidungen oder Holzwerkstoffplatten, sollte der Beginn des Abbrandes t_ch des geschützten Bauteils nach Glg. \eqref{eq:eqn_tch_Holzwerkstoff} mit β_0 nach Tab. 2 berechnet werden.

\begin{equation} \label{eq:eqn_tch_Holzwerkstoff} t_\text{ch} = {{h_\text{p}} \over {\beta_\text{0}}} \end{equation}

Tab. 2: Auszug aus Tabelle 3.1 von EN 1995-1-2 - Bemessungswerte der Abbrandraten β_0 und β_n für Bauholz, Furnierschichtholz, Holzbekleidungen und Holzwerkstoffe

Material	β_0	β_n
	mm/min	mm/min
Furnierschichtholz		
mit einer charakteristischen Rohdichte von ≥ 480 kg/m³	0,65	0,7
Platten		
Holzbekleidungen	0,9	-
Sperrholz	1,0	-
Holzwerkstoffplatten außer Sperrholz	0,9	-

Die in Tab. 2 angegebenen Werte für Holzwerkstoffplatten gelten für eine charakteristische Rohdichte von 450 kg/m³ und eine Werkstoffdicke von 20 mm. Für Werkstoffdicken h_p kleiner als 20 mm und andere Rohdichten ρ_k sollte die Abbrandrate nach Glg.

\eqref{eq:eqn_beta_0_rho_t} berechnet werden.

\begin{equation} \label{eq:eqn_beta_0_rho_t} \beta _{\text{0},\rho ,\text{t}} = \beta _0 \cdot k_{\rho} \cdot k_\text{h} \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_k_rho} {k_\rho } = \sqrt {{{450} \over {{\rho _\text{k}}}}} \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_k_h} {k_\text{h}} = \sqrt {{{20} \over {{h_\text{p}}}}} \end{equation}

Gipsplatten Typ A oder H

Für Bekleidungen aus **einer Lage Gipsplatten** von Typ A oder H nach EN 520 ist der Beginn des Abbrandes t_ch außerhalb von Stößen oder im Bereich von verspachtelten Stößen oder offenen Stößen mit einer Breite von ≤ 2 mm lt. EN 1996-1-2 nach Glg. \eqref{eq:eqn_tch_GK_Typ_A} anzunehmen.

\begin{equation} \label{eq:eqn_tch_GK_Typ_A} t_\text{ch} = 2,8 \cdot h_\text{p} - 14 \end{equation}

An Stellen im Bereich von offenen Stößen mit einer Breite von > 2 mm sollte der Beginn des Abbrandes nach Glg. \eqref{eq:eqn_tch_GK_Typ_A_mit_Fugen} ermittelt werden.

\begin{equation} \label{eq:eqn_tch_GK_Typ_A_mit_Fugen} t_\text{ch} = 2,8 \cdot h_\text{p} - 23 \end{equation}

Für Bekleidungen aus **zwei Lagen Gipsplatten**, Typ A oder H, sollte der Beginn des Abbrandes t_ch nach Glg. \eqref{eq:eqn_tch_GK_Typ_A} bestimmt werden, wobei die Dicke h_p der Dicke der äußeren Lage und 50 % der Dicke der inneren Lage entspricht, vorausgesetzt, dass der Abstand der Verbindungsmittel der inneren Lage nicht größer ist als der Abstand der Verbindungsmittel der äußeren Lage.

Gipsplatten Typ F

Für Bekleidungen aus **einer Lage Gipsplatten** von Typ F nach EN 520 ist der Beginn des Abbrandes t_ch nach Glg. \eqref{eq:eqn_tch_GK_Typ_A} bzw. Glg. \eqref{eq:eqn_tch_GK_Typ_A_mit_Fugen} zu bestimmen.

Für Bekleidungen aus **zwei Lagen Gipsplatten**, Typ F, sollte der Beginn des Abbrandes t_ch nach Glg. \eqref{eq:eqn_tch_GK_Typ_A} bestimmt werden, wobei die Dicke h_p der Dicke der äußeren Lage und 80 % der Dicke der inneren Lage entspricht, vorausgesetzt, dass der Abstand der Verbindungsmittel der inneren Lage nicht größer ist als der Abstand der Verbindungsmittel der äußeren Lage.

Versagenszeit von Brandschutzbekleidungen

Gipsplatten Typ A oder H

Für Brandschutzbekleidungen aus Holzwerkstoffplatten oder Gipsplatten Typ A oder H gemäß ÖNORM EN 520 [5] wird die Versagenszeit t_f mit dem Beginn des Abbrandes der Holzkonstruktion t_{ch} gleichgesetzt.

$$t_\text{f} = t_\text{ch}$$

Gipsplatten Typ F

Für Bekleidungen aus Gipsplatten Typ F kann nach ÖNORM B 1995-1-2 [6] die Versagenszeit t_f für Wände nach Glg. (eq:eqn_tf_Typ_F_Wand) und für Decken nach Glg. (eq:eqn_tf_Typ_F_Decke) berechnet werden.

$$t_\text{f} = 2{,}2 \cdot h_\text{p} + 4$$

$$t_\text{f} = 1{,}4 \cdot h_\text{p} + 6$$

h_p	Plattendicke in mm
t_ch	Zeitdauer bis zum Beginn des Abbrandes eines geschützten Bauteils (Verzögerung des Beginns des Abbrandes infolge einer Brandschutzbekleidung)
t_f	Versagenszeit der Brandschutzbekleidung
t_a	Zeitdauer, bis sich wieder eine schützende Kohleschicht gebildet hat

Weitere Informationen

BSPhandbuch - Brandverhalten von Brettsperrholzplatten

Referenzen

From:
https://wiki.ihbv.at/ - **IHBV Wiki**

Permanent link:
https://wiki.ihbv.at/doku.php?id=clt:design:fire&rev=1510648268

Last update: **2019/02/21 10:19**
Printed on 2026/11/10 01:08