

Brandschutznachweis Holz

Diese Dokumentation bezieht sich auf den in unseren Dach- und Holzprogrammen D10, HO1, HO4 und HO11 verwendeten Brandschutznachweis.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|---|
| Brandschutznachweis DIN 4102-22, EN 1995-1-2 - Grundlagen | 2 |
| Brandschutznachweis nach DIN 4102-4 - Grundlagen | 4 |
| Literatur | 6 |

Brandschutznachweis DIN 4102-22, EN 1995-1-2 - Grundlagen

(für DIN 1052:2004, EN 1995:2008)

Als konstante Abbrandgeschwindigkeiten sind folgende Werte empfohlen:

- Nadelhölzer ($\rho \geq 290 \text{ kg/m}^3$) $v = 0,8 \text{ [mm/min]}$
- Brettschichthölzer ($\rho \geq 290 \text{ kg/m}^3$) $v = 0,7 \text{ [mm/min]}$
- Laubhölzer ($\rho < 450 \text{ kg/m}^3$) $v = 0,7 \text{ [mm/min]}$
- Laubhölzer ($\rho \geq 450 \text{ kg/m}^3$) $v = 0,5 \text{ [mm/min]}$ (EN5 $v = 0,55 \text{ [mm/min]}$).

Es ist zu beachten, dass die Abbrandgeschwindigkeiten von der Feuchte, der Dichte, der Querschnittsform, der Brandbeanspruchung und der Holzbeschaffenheit beeinflusst werden.

Die Abbrandraten für Holzwerkstoffe sind nach Zulassung zu wählen oder aufgrund von Normvorgaben (EN5 4.4.2) zu bestimmen.

Mit den Abbränden wird die seitenbezogene Brandbeanspruchung bewertet:

Beispiele zur Darstellung der Brandbeanspruchung: (mit Querschnitt Breite = b, Höhe = h)

- 1-seitig: == z.B. $0 \cdot b, 1 \cdot h$ brandbeansprucht
- 2-seitig: == z.B. $1 \cdot b, 1 \cdot h$ brandbeansprucht
- 3-seitig: == z.B. $2 \cdot b, 1 \cdot h$ brandbeansprucht
- 4-seitig: == z.B. $2 \cdot b, 2 \cdot h$ brandbeansprucht

Es gelten folgende Beziehungen für Festigkeiten/Steifigkeiten:

$$f_{(c,t,m)d} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \frac{f_{(c,t,m)k}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{\text{mod},d,fi} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{\text{mod},d,fi} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \frac{f_{ak} \cdot G_{05}}{\gamma_{M,fi}} \quad \text{mit } f_{ak} = 2/3 \text{ bei VH; } f_{ak} = 1 \text{ bei BSH}$$

$$k_{\text{mod},fi}(m) = 1 - \frac{1 \cdot U_r}{225 \cdot A_r} \quad (\text{EN5 } k_{\text{mod},fi}(m) = 1 - \frac{1 \cdot U_r}{220 \cdot A_r}) \quad \text{für Biegung}$$

$$k_{\text{mod},fi}(c) = 1 - \frac{1 \cdot U_r}{125 \cdot A_r} \quad \text{für Druck}$$

$$k_{\text{mod},fi}(t, E_{\text{mod}}) = 1 - \frac{1 \cdot U_r}{333 \cdot A_r} \quad (\text{EN5: } k_{\text{mod},fi}(t, E_{\text{mod}}) = 1 - \frac{1 \cdot U_r}{300 \cdot A_r}) \quad \text{für Zug, Steifigkeiten}$$

$$k_{fi} = 1,25 \text{ für Vollhölzer NH, LH}$$

$$k_{fi} = 1,15 \text{ für Brettschichthölzer BS, Holzwerkstoffplatten}$$

$$k_{fi} = 1,10 \text{ für Furnierschichthölzer (Kerto)}$$

$$A_r = \text{Fläche [m}^2\text{] und } U_r = \text{Umfang [m] des Restquerschnitts}$$

Nach ÖNORM B 1995-1-2:2008 ist das oben beschriebene Verfahren nicht erlaubt. Es ist das ungünstigere Rechenverfahren mit reduziertem Querschnitt vorgeschrieben.

Nachweis für Normalkraft und Momentenbeanspruchung

Die Nachweise für Biegung, Biegezug und Biegedruck sowie die Stabilitätsnachweise werden analog zu den Ausführungen der DIN 1052:2004/2008 bzw. EN 1995 geführt – unter Berücksichtigung des verbleibenden Restquerschnittes und der Abnahme der Festigkeits- und Steifigkeitswerte. Das zugrunde liegende statische System darf sich während der Beflammung nicht ändern.

Ist die Normalspannung für den Brandschutz maßgebend, dann werden folgende Ergebnisse ausgegeben:

| | |
|------------|---|
| t_F | Abbranddauer in [min] oder alternativ |
| F30 B, R30 | Brandschutzklasse, wenn $t_F = 30$ min oder 60 min oder 90 min ist. |
| Abbrand | dokumentiert verkürzt das Abbrandverhalten der Oberflächen |
| σ | Brandspannung; Vergleich vorhandene Normalspannung zu zulässiger Spannung; Druckspannung hat negatives Vorzeichen. |
| min b/h | erforderlicher Mindestquerschnitt für die Abbranddauer |

Nachweis für Querkraftbeanspruchung (DIN 4102-4/-22 5.5.2.4)

Nach DIN 4102-4 ist für stabförmige Bauteile auch die Untersuchung der Brandtragfähigkeit unter Schubbeanspruchung notwendig. Dies geschah bisher entsprechend der vereinfachten Bedingungsgleichung (11I) bzw. (11). Der Nachweis wird jetzt entsprechend der Ausführung im Brandschutz Handbuch /1/ auf den Grenzzustand des statischen Vergleichswertes bezogen. Der Rechenansatz wird bei DIN 1052:2004/2008 und EN 1995 angewendet.

$$\text{Schubfestigkeit im Brandfalle} \quad f_{v,fi} = f_{v,d} \cdot \frac{k_{fi} \cdot \gamma_M}{k_{mod}}$$

$$\text{Schubspannung im Brandfalle} \quad \tau_{fi} = \tau_{d} \cdot \frac{b_y \cdot d_z}{b_{y,fi} \cdot d_{z,fi}} \cdot 0,5 \cdot \gamma_M$$

$$\text{Ausnutzung Schub im Brandfalle} \quad \eta_{fi} = \frac{\tau_{d}}{f_{v,d}} \cdot \frac{b_y \cdot d_z}{b_{y,fi} \cdot d_{z,fi}} \cdot \frac{0,5 \cdot k_{mod}}{k_{fi}}$$

Für den Abbrand gelten die Festlegungen des ideellen Restquerschnitts-Verfahrens.

| | |
|----------------------|--|
| b_y, d_z | Ausgangsquerschnittsdicken |
| $b_{y,fi}, d_{z,fi}$ | durch Abbrand reduzierte Querschnittsbreite und -höhe |
| $f_{v,d}$ | zulässige Schubfestigkeit im statischen Bemessungslastfall |
| τ_{d} | vorhandene Schubspannung im statischen Nachweis |
| $f_{v,fi}$ | zulässige Schubfestigkeit im Brandfall |
| τ_{fi} | vorhandene Schubspannung im Brandfall |
| Bedingung: | $\eta_{fi} \leq 1,0$ |

Ist die Schubspannung für den Brandschutz maßgebend, dann werden folgende Ergebnisse ausgegeben:

| | |
|------------------------|--|
| t_F | Abbranddauer in [min] oder alternativ |
| F30 B, R30 | Brandschutzklasse, wenn $t_F = 30$ min oder 60 min oder 90 min ist |
| Abbrand | dokumentiert verkürzt das Abbrandverhalten der Oberflächen |
| $\tau_{fi} / f_{v,fi}$ | Vergleich vorhandener Schubspannung zu zulässiger Schubfestigkeit |
| min b/h | erforderlicher Mindestquerschnitt für die Abbranddauer |

Brandschutznachweis nach DIN 4102-4 - Grundlagen

(für DIN 1052:1988)

Als Abbrandgeschwindigkeiten sind für

Nadelhölzer $v = 0,8$ [mm/min], für

Schichthölzer $v = 0,7$ [mm/min] und für

Laubhölzer $v = 0,56$ [mm/min] empfohlen.

Es ist zu beachten, dass die Abbrandgeschwindigkeiten von der Feuchte, der Dichte, der Querschnittsform, der Brandbeanspruchung und der Holzbeschaffenheit beeinflusst werden.

Mit den Abbränden wird die seitenbezogene Brandbeanspruchung bewertet:

Beispiele zur Darstellung der Brandbeanspruchung:

1-seitig: == z.B. $0 \cdot b, 1 \cdot h$ brandbeansprucht

2-seitig: == z.B. $1 \cdot b, 1 \cdot h$ brandbeansprucht

3-seitig: == z.B. $2 \cdot b, 1 \cdot h$ brandbeansprucht

4-seitig: == z.B. $2 \cdot b, 2 \cdot h$ brandbeansprucht

(mit Querschnitt Breite = b , Höhe = h)

Nachweis für Normalkraft und Momentenbeanspruchung

Faktor für die Regressionsanalyse:

$$\alpha = 0,398 \cdot t_F^{0,62}$$

Faktor zur Berücksichtigung der Brandbeanspruchung:

für 1-, 2-seitige Brandbeanspruchung: $\kappa = 0$

für 3-seitige Brandbeanspruchung: $\kappa = 0,25$

für 4-seitige Brandbeanspruchung: $\kappa = 0,4$

Mittlere Temperatur für den Restquerschnitt:

δ = $v \cdot t_F$ = max Dicke des Abbrands

b_y, d_z = vorhandene Querschnittsbreite und -höhe

mittlere Temperatur:

$$T_m = \left(1 + \kappa \cdot \frac{b_y}{d_z} \right) \cdot \left(20 + \frac{180 \cdot \delta^\alpha}{(1 - \alpha) \cdot \frac{b_y}{2} - \delta} \cdot \left(\left(\frac{b_y}{2} \right)^{(1 - \alpha)} - \delta^{(1 - \alpha)} \right) \right)$$

Ist $T_m > 150^\circ \text{C}$, dann ist der Nachweis nicht mehr zulässig.

Die zulässigen Brandspannungen und rechnerischen Steifigkeitswerte errechnen sich nach den Formeln:

Zulässige Biegespannung:

$$\beta_{Bf} = (1,0625 - 0,003125 \cdot T_m) \cdot 3,5 \cdot \text{DIN zul } \sigma_B$$

Zulässige Druckspannung:

$$\beta_{Df} = (1,1125 - 0,005625 \cdot T_m) \cdot 3,5 \cdot \text{DIN zul } \sigma_D$$

Zulässige Zugspannung:

$$\beta_{Zf} = (1,025 - 0,00125 \cdot T_m) \cdot 3,5 \cdot \text{DIN zul } \sigma_Z$$

Für $T_m > 100$ ist:

$$\beta_{Zf} = (1,03 - 0,004 \cdot T_m) \cdot 3,5 \cdot \text{DIN zul } \sigma_Z$$

Für DIN-Materialien wird für die zulässige Grenzspannung der 3,5-fache Wert der zulässigen Gebrauchsspannung angesetzt; bei Kerto der 3,0-fache Wert.

Elastizitätsmodul:

$$E_{\text{mod}} = (1,0375 - 0,001875 \cdot T_m) \cdot \text{DIN } E_{\text{mod}}$$

Torsionsmodul:

$$\text{Für Vollholz: } G_t = E_{\text{mod}} / 22 \cdot (0,6666666)$$

$$\text{Für Schichtholz: } G_t = E_{\text{mod}} / 22$$

Biege-Druckspannungsnachweis:

für Vollholz: Faktor = 2 / 250

$$i_z = 0,9 \cdot \sqrt{(I_{zz} / A)}, \quad i_y = 0,9 \cdot \sqrt{(I_{yy} / A)}$$

für Schichtholz: Faktor = 1,73 / 500

$$i_z = \sqrt{(I_{zz} / A)}, \quad i_y = \sqrt{(I_{yy} / A)}$$

$$\lambda = \max \left(\frac{S_{kz}}{i_z}, \frac{S_{ky}}{i_y} \right)$$

$$\varepsilon = 0,1 + \text{Faktor} \cdot \lambda$$

Zulässige Traglastspannung bei Druck:

$$A = 0,5 \cdot \left(\beta_{Df} + \pi^2 \cdot E_{\text{mod}} \cdot \frac{(1 + \varepsilon)}{\lambda^2} \right)$$

$$\sigma_F = 0,5 \cdot \left(\beta_{Df} + \pi^2 \cdot E_{\text{mod}} \cdot \frac{(1 + \varepsilon)}{\lambda^2} \right) - \sqrt{(A^2 - \pi^2 \cdot E_{\text{mod}} \cdot \beta_{Df} / \lambda^2)}$$

Zulässige Traglastspannung bei Zug:

$$\sigma_F = \beta_{Zf}$$

Brand-Spannungsnachweis ohne Kippen:

$$\sigma = \frac{N_x}{A_x} - \left(\frac{M_y}{W_{yy}} + \frac{M_z}{W_{zz}} \right) \cdot \frac{\sigma_F}{\beta_{BF}} \leq \sigma_F$$

Brand-Spannungsnachweis mit Kippen:

$$\sigma = \frac{N_x}{A_x} + \frac{\left(\frac{M_y}{W_{yy} \cdot K_{By}} + \frac{M_z}{W_{zz} \cdot K_{Bz}} \right)}{1,1} \cdot \frac{\sigma_F}{\beta_{BF}} \leq \sigma_F$$

Ist die Normalspannung für den Brandschutz maßgebend, dann werden folgende Ergebnisse ausgegeben:

| | |
|----------|---|
| t_f | Abbranddauer in [min] oder alternativ |
| F30 B | Brandschutzklasse, wenn $t_f = 30$ min oder 60 min oder 90 min ist |
| Abbrand | dokumentiert verkürzt das Abbrandverhalten der Oberflächen |
| T_m | mittlere innere Temperatur im Restquerschnitt |
| σ | Brandspannung; Vergleich vorhandene Normalspannung zu zulässiger Spannung Druckspannung hat negatives Vorzeichen |
| min b/h | erforderlicher Mindestquerschnitt für die Abbranddauer |

Nachweis für Querkraftbeanspruchung (DIN 4102 T4, /5/)

| | |
|-------------|--|
| b_y, d_z | Ausgangsquerschnittsdicken |
| b_f, h_f | durch Abbrand reduzierte Querschnittsbreite und -höhe |
| k_y, k_z | y/z- Mehrteiligkeit des Querschnitts |
| zul τ | zulässige Schubspannung nach DIN 1052 (Lastfall H) |
| k_s | Abminderungsfaktor infolge Feuchte nach DIN 1052 |
| cal τ | Schubspannung aufgrund des statischen Nachweises |
| zul τ | = 1,5 · zul τ · k_s |
| vorh τ | = cal τ · [($b_y \cdot d_z$) / ($b_f \cdot h_f$)] |

Bedingung: (zul τ / vorh τ) <= 1,0

Ist die Schubspannung für den Brandschutz maßgebend, dann werden folgende Ergebnisse ausgegeben:

| | |
|---------|--|
| t_f | Abbranddauer in [min] oder alternativ |
| F30 B | Brandschutzklasse, wenn $t_f = 30$ min oder 60 min oder 90 min ist |
| Abbrand | dokumentiert verkürzt das Abbrandverhalten der Oberflächen |
| T_m | mittlerer innere Temperatur im Restquerschnitt |
| τ | Vergleich vorhandene Schubspannung zu zulässiger Schubspannung |
| min b/h | erforderlicher Mindestquerschnitt für die Abbranddauer |

Literatur

/1/ C. Scheer, Mandy Peter: Holz Brandschutz Handbuch; 3. Auflage. Ernst & Sohn, Berlin 2009