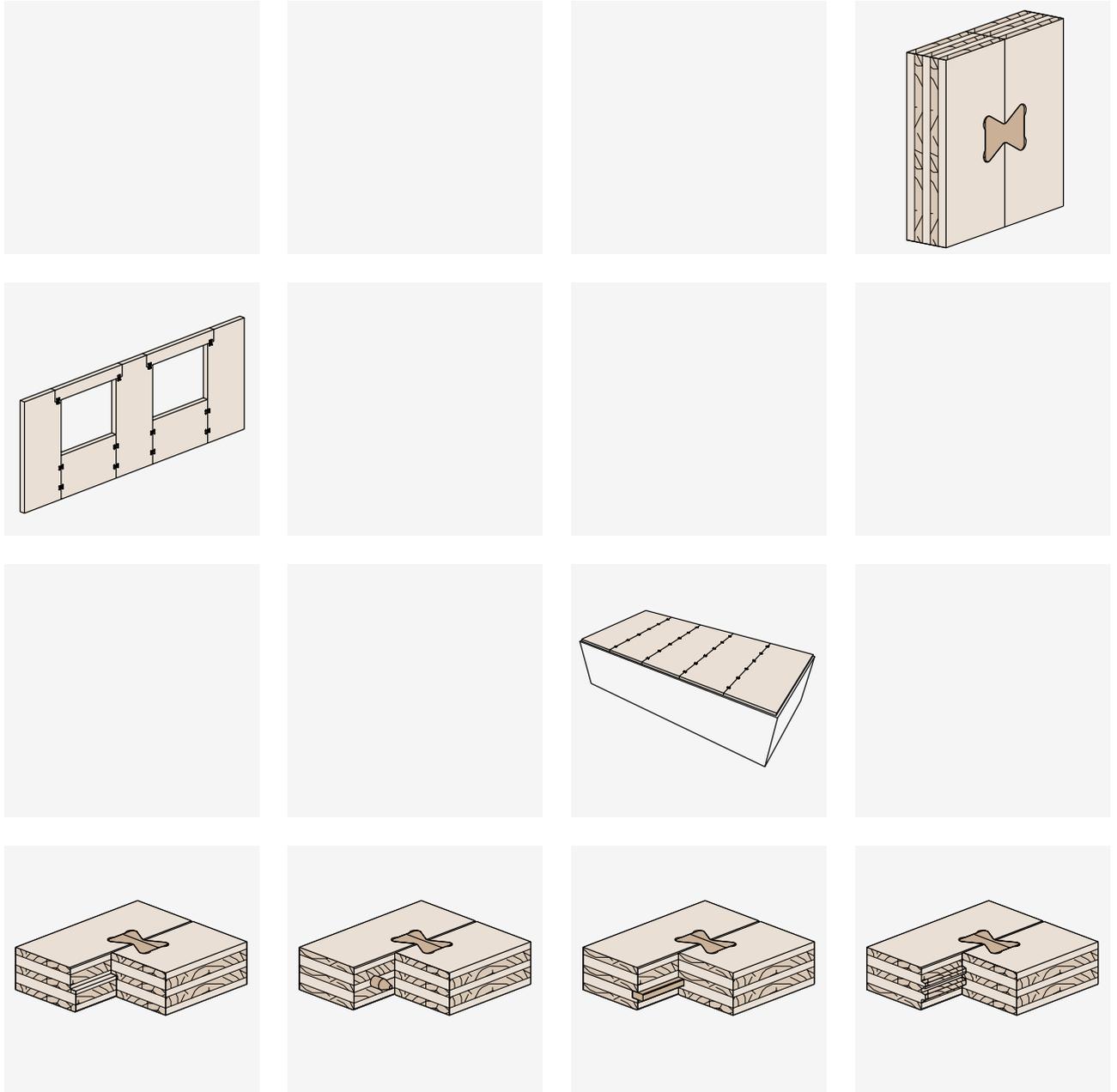


## Bemessungshandbuch X-fix



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Bemessungsbeispiele</b>	<b>2</b>
1.1 Bemessung einer mit X-fix Verbindern gefügten Deckenscheibe . . . . .	3
<b>2 Brandschutz</b>	<b>6</b>
2.1 Bauteil- und Elementfugen . . . . .	7

## Kapitel 1

# Bemessungsbeispiele

## 1.1 Bemessung einer mit X-fix Verbindern gefügten Deckenscheibe

nach DIN EN 1995:2010-12

Im nachfolgenden Bemessungsbeispiel wird der X-fix C Verbinder nach ETA-18/0254 vom 07.05.2018 nachgewiesen. Das Deckenfeld besteht aus sechs BSP-Elementen ( $d = 140$  mm, 5-schichtig, 40-20-20-20-40) in den Abmessungen  $2,50 \times 6,00$  m, so dass sich eine Spannweite des Deckenfeldes für die Windlast  $w_d$  von  $15,00$  m ergibt.

### Brettsperrholz-Deckenfeld mit X-fix Verbinder

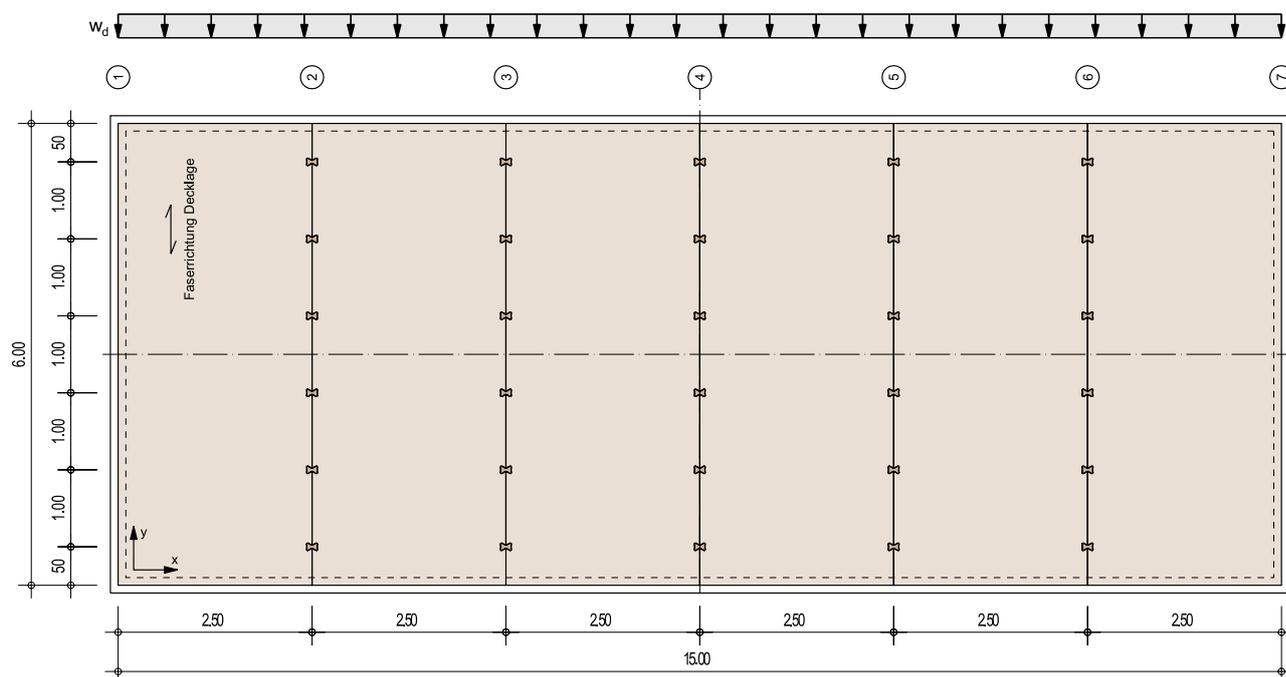


Abbildung 1.1: Geometrie der mit X-fix Verbindern gefügten Deckenscheibe

Der Bemessungswert der einwirkenden Windlast beträgt  $w_d = 4,90$  kN/m.

#### Nachweis der Tragfähigkeit des Verbindes in Feldmitte (Fuge 4)

$$M_{4,d} = \frac{w_d \cdot l_x^2}{8} = \frac{4,90 \cdot 15,00^2}{8} = 137,81 \text{ kNm}$$

Festigkeitswerte Brettsperrholz:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{21,00}{1,30} = 14,54 \text{ N/mm}^2$$

Länge der Druckzone [1]:

Bei relativ geringem Lastniveau werden sich sowohl die Druck- als auch die Zugzone jeweils über die halbe Fugenlänge erstrecken. Bei Laststeigerung wird sich wegen der höheren Steifigkeit durch Hirnholzpressung die Druckzone stark reduzieren, während die Zugzone anwächst und nahezu über die gesamte Fugenlänge verläuft. Bei Erreichen der Traglast wird die Holzfestigkeit in der Druckzone erreicht. Unter dieser Annahme kann die Länge der Druckzone ermittelt werden:

$$y_D = \frac{3 * M_{4,d}}{f_{c,0,d} * \sum d_{90} * l_y} = \frac{3 * 137.81}{14.54 * 2 * 20 * 6.00} * 10^3 = 118.5 \text{ mm} \quad (\text{nach [1], Gl. 4.19})$$

In diesem Bemessungsbeispiel wird angenommen, dass sich der Drehpunkt bzw. die Nulllinie der Deckenscheibe in einem Abstand  $y_D$  von 500 mm einstellt. Das polare Trägheitsmoment  $I_p$  um den angenommenen Drehpunkt lässt sich in der Fuge wie folgt ermitteln:

$$I_p = \sum_i y_i^2 = 1.00^2 + 2.00^2 + 3.00^2 + 4.00^2 + 5.00^2 = 55.00 \text{ m}^2$$

In Feldmitte der Deckenscheibe (Einfeldträger, Abbildung 1) ergeben sich unter der Streckenlast  $w_d = 4.90$  kN/m folgende Schnittgrößen:

$$V_{4,d} = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_{4,d} = 137.81 \text{ kNm}$$

Die Zugkraft  $F_{t,d}$  des maximal beanspruchten Verbinders in Fuge 4 errechnet sich zu:

$$F_{4,t,d} = \frac{M_{4,d}}{I_p} * y_{max} = \frac{137.81}{55.00} * 5.00 = 12.53 \text{ kN}$$

$$R_{t,k} = 28.00 \text{ kN}$$

(ETA-18/0254, Tab. 3)

$$R_{t,d} = k_{mod} * \frac{R_{t,k}}{\gamma_M} = 0.90 * \frac{28.00}{1.30} = 19.38 \text{ kN}$$

Nachweis des X-fix C auf Zug in Fuge 4:	$\frac{F_{4,t,d}}{R_{t,d}} = \frac{12.53}{19.38} =$	$0.65 \leq 1.00$
---	---	------------------

### Nachweis der Tragfähigkeit im ersten Plattenstoß (Fuge 2)

In diesem Beispiel sind die Brettsperrholzelemente symmetrisch aufgeteilt. So dass sich in Fuge 2 und 6 die gleichen Schnittgrößen ergeben.

$$V_{2,d} = w_d * \left( \frac{l_x}{2} - b \right) = 4.90 * \left( \frac{15.00}{2} - 2.50 \right) = 24.50 \text{ kN}$$

$$M_{2,d} = \frac{w_d * b}{2} * (l_x - b) = \frac{4.90 * 2.50}{2} * (15.00 - 2.50) = 76.56 \text{ kNm}$$

Beanspruchung des maximal beanspruchten Verbinders in Fuge 2:

$$F_{2,v,d} = \frac{V_{2,d}}{n} = \frac{24.50}{6} = 4.08 \text{ kN}$$

$$F_{2,t,d} = \frac{M_{2,d}}{I_p} * y_{max} = \frac{76.56}{55.00} * 5.00 = 6.96 \text{ kN}$$

$$R_{v,k} = 28.00 \text{ kN}$$

(ETA-18/0254, Tab. 3)

$$R_{v,d} = k_{mod} * \frac{R_{v,k}}{\gamma_M} = 0.90 * \frac{28.00}{1.30} = 19.38 \text{ kN}$$

Nachweis des X-fix C auf Abscheren in Fuge 2:	$\frac{F_{2,v,d}}{R_{v,d}} = \frac{4.08}{19.38} =$	$0.21 \leq 1.00$
Nachweis des X-fix C auf Zug in Fuge 2:	$\frac{F_{2,t,d}}{R_{t,d}} = \frac{6.96}{19.38} =$	$0.36 \leq 1.00$

Kombinierte Beanspruchung in Fuge 2:	$\left(\frac{F_{2,v,d}}{R_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{2,t,d}}{R_{t,d}}\right)^2 =$	$0.17 \leq 1.00$
--------------------------------------	---	------------------

### Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis des X-fix C auf Zug in Fuge 4:	$\frac{F_{4,t,d}}{R_{t,d}} = \frac{12.53}{19.38} =$	$0.65 \leq 1.00$
Nachweis des X-fix C auf Abscheren in Fuge 2:	$\frac{F_{2,v,d}}{R_{v,d}} = \frac{4.08}{19.38} =$	$0.21 \leq 1.00$
Nachweis des X-fix C auf Zug in Fuge 2:	$\frac{F_{2,t,d}}{R_{t,d}} = \frac{6.96}{19.38} =$	$0.36 \leq 1.00$
Kombinierte Beanspruchung in Fuge 2:	$\left(\frac{F_{2,v,d}}{R_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{2,t,d}}{R_{t,d}}\right)^2 =$	$0.17 \leq 1.00$

Nachweis des X-fix C:	$0.65 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------------------	------------------	-------------------------

### verwendete Normen und Literatur

DIN EN 1995-1-1:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauteilen, Teil 1-1
DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07	Änderung A2 zu EC5
DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08	Nationaler Anhang (EC5)
ETA-18/0254 vom 07.05.2018	X-fix C

[1] pro:Holz: Brettsperrholz Bemessung Band II  
ISBN 978-3-902320-96-4, 1. Auflage 2018

## Kapitel 2

# Brandschutz

## 2.1 Bauteil- und Elementfugen

nach DIN 4109-2

Die brandschutztechnische Anforderung an Bauteile im Holzbau und deren Nachweis über Abbrand oder Bekleidungen ist in der Fachliteratur vielseitig beschrieben. Dieses Dokument unterstützt bei der Planung von Bauteil- und Elementfugen hinsichtlich ihrer brandschutztechnischen Anforderungen.

Empfehlungen für Anschlüsse in Holzbauweise wurden von Suttner E., Werther N., Dumler P. in „Stand der Technik zur Qualität von Bauteil- und Elementfugen in Holzbaukonstruktionen im Hinblick auf den Durchtritt von Feuer und Rauch“, TUM, 2. überarbeitete Auflage, Stand 25.10.2020 beschrieben.

Ingtools greift diese Literatur auf und zeigt, wie brandschutztechnische Anforderungen mit den statischen Erfordernissen der Verbindungstechnik kombiniert werden.

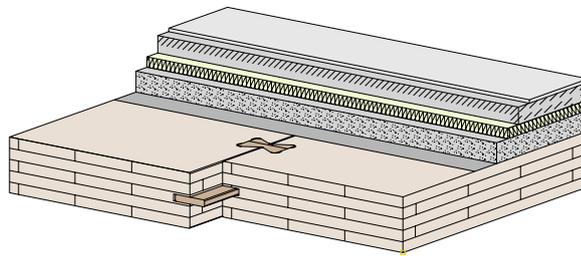


Abbildung 2.1: Beispiel eines Elementstoßes mit X-fix Verbinder und Fremdfeder

Tabelle 2.1: Anschlüsse von Elementfugen (Wand-Wand, Decke-Decke, Dach-Dach) mit geringer Fugenbreite

1	2	3
Detail	Legende	Beschreibung
<p>1*)</p>	<p>Fuge <math>s \leq 2 \text{ mm}^b</math></p> <p>1 - Bekleidung <sup>a)</sup> entsprechend Abschnitt „Bekleidungen“ oder Fußbodenaufbau zur Verhinderung von Konvektionsströmen</p> <p>A/B - Massivholzelement</p>	<p>Verbindung mit Stufenfalz mit einer minimalen ideellen Dicke des Restholzquerschnittes von 20 mm bis zum Stufenfalz</p>
<p>2*)</p>	<p>Fuge <math>s \leq 2 \text{ mm}^b</math></p> <p>1 - Bekleidung <sup>a)</sup> entsprechend Abschnitt „Bekleidungen“ oder Fußbodenaufbau zur Verhinderung von Konvektionsströmen</p> <p>A/B - Massivholzelement</p>	<p>Verbindung mit Nut-Feder oder Fremdfeder mit einer minimalen ideellen Dicke des Restholzquerschnittes von 20 mm bis zur Feder</p>
<p>3*)</p>	<p>Fuge <math>s \leq 2 \text{ mm}</math></p> <p>1 - Bekleidung <sup>a)</sup> entsprechend Abschnitt „Bekleidungen“ oder Fußbodenaufbau zur Verhinderung von Konvektionsströmen</p> <p>A/B - Massivholzelement</p>	<p>Verbindung mit beidseitig angeordnetem Deckbrett mit einer minimalen ideellen Dicke des Restholzquerschnittes von 20 mm bis zum Deckbrett</p>
<p>4*)</p>	<p>Fuge <math>s \leq 5 \text{ mm}</math></p> <p>1 - Bekleidung <sup>a)</sup> entsprechend Abschnitt „Bekleidungen“ oder Fußbodenaufbau zur Verhinderung von Konvektionsströmen</p> <p>A/B - Vollholzquerschnitt oder Massivholzelement</p>	<p>Fugen <math>\leq 5 \text{ mm}</math> mit beidseitiger Abdeckung durch die Bekleidung oder den Fußbodenaufbau</p>

\*) aus [1] „Stand der Technik zur Qualität von Bauteil- und Elementfugen in Holzbaukonstruktionen im Hinblick auf den Durchtritt von Feuer und Rauch“, Technische Universität München, 2. überarbeitete Auflage, Stand 25.10.2020

<sup>a)</sup> Auf die Bekleidung der brandabgewandten Seite kann verzichtet werden, sofern eine entsprechende Luftdichtheitsmaßnahme in der Nut-Feder-Verbindung, dem Stufenfalz oder am Deckbrett angeordnet wird und diese ebenfalls mindestens 20 mm innerhalb des jeweiligen rechnerischen Restholzquerschnittes liegen.

<sup>b)</sup> Auf der brandabgewandten Seite darf im Bereich des rückwärtigen Stufenfalzes oder hinter der Feder-Verbindung die Fugenbreite auf maximal das doppelte Maß erhöht werden.

Das nachfolgende Bemessungsbeispiel in der Feuerwiderstandsklassifizierung REI 60 zeigt eine Elementfuge von BSP-Deckenelementen mit X-fix Verbinder und Fremdfeder. Die Fremdfeder gewährleistet die Rauchdichtheit der Fuge und ermöglicht das Ausrichten der BSP-Elemente. Der X-fix Verbinder übernimmt die Schub- und Zugkräfte in der Elementfuge.

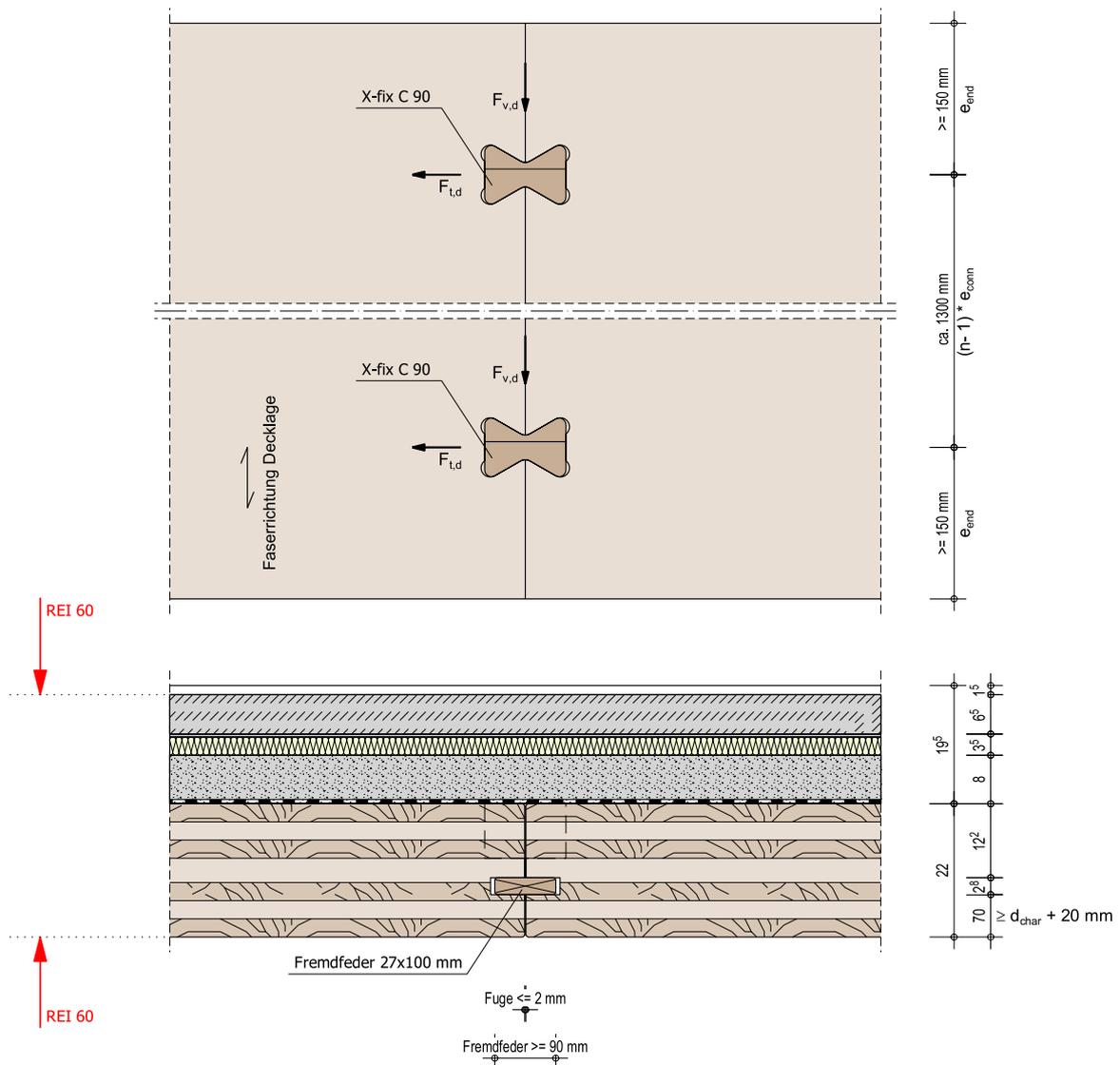
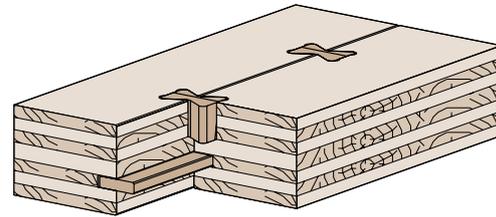


Abbildung 2.2: Beispiel eines Elementstoßes in der Feuerwiderstandsklassifizierung REI 60

Der Nachweis der Rauchdichtheit erfolgt gemäß Leitdetail 2 in Tabelle 1.

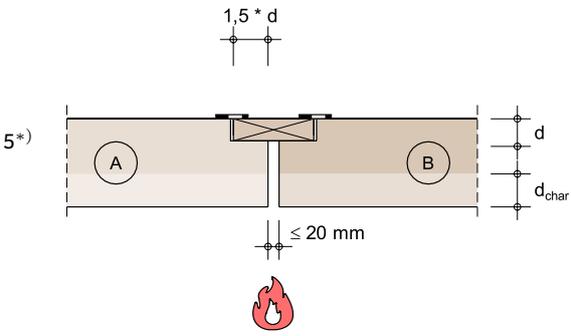
$$\beta_n = 0.80 \text{ mm/min}$$

(DIN EN 1995-1-2:2010-12, Tab. 3.1)

$$d_{char} = \beta_n * t = 0.80 \text{ mm/min} * 60 \text{ min} = 48 \text{ mm}$$

(DIN EN 1995-1-2:2010-12, Gl. 3.2)

Tabelle 2.2: Anschlüsse von Elementfugen (Wand-Wand, Decke-Decke, Dach-Dach) mit großer Fugenbreite

1 Detail	2 Legende	3 Beschreibung
	<p>Fuge <math>s \leq 20\text{ mm}</math></p> <p>A/B - Vollholzquerschnitt oder Massivholzelement</p>	<p>Fugen <math>s \leq 20\text{ mm}</math> mit rückseitiger Abdeckung durch Deckbrett der Dicke <math>d</math></p> <p><math>d = t_{req} * \beta_0 + 20\text{ mm}</math></p> <p>mit <math>t_{req}</math> = geforderte Zeitdauer des Feuerwiderstandes</p>

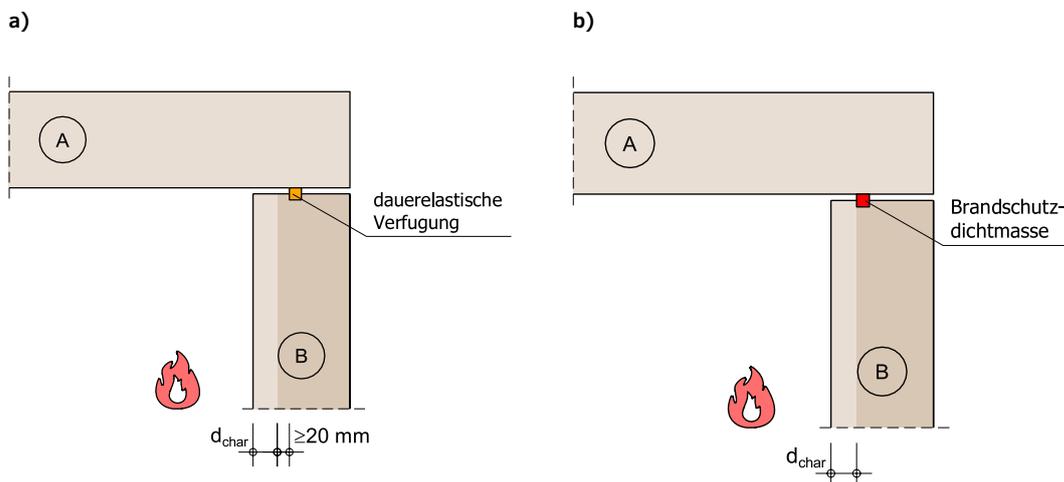
\*) aus [1] „Stand der Technik zur Qualität von Bauteil- und Elementfugen in Holzbaukonstruktionen im Hinblick auf den Durchtritt von Feuer und Rauch“, Technische Universität München, 2. überarbeitete Auflage, Stand 25.10.2020

### Bekleidungen

Die Fügungsprinzipien gelten für Bauteile mit einlagigen sowie mit mehrlagigen Bekleidungs-lagen. Die Ausführungsvarianten mit einlagigen Bekleidungs-lagen sind entsprechend auf mehrlagige Bekleidungen zu übertragen. Insbesondere sind Verspachtelungen oder Verfugungen in allen Lagen auszuführen.

### Verspachtelungen und Verfugungen aus [1]

Verspachtelungen beziehungsweise Verfugungen, welche entsprechend vorliegender Tabellen als Abdichtung brandzugewandt und brandabgewandt angesetzt werden, müssen in der Dicke der Bekleidungs-lage ausgeführt werden. Für dauerelastische Verfugungen gilt, dass diese Maßnahmen auch innerhalb der Kontaktfuge angeordnet werden können, sofern diese mindestens 20 mm innerhalb des jeweiligen rechnerischen Restquerschnittes liegen. Abweichend dazu darf für Brandschutzdichtmassen/-stoffe dieses Vorhaltemaß auf 0 mm reduziert werden.



## Literatur

- [1] Suttner E., Werther N., Dumler P.  
„Stand der Technik zur Qualität von Bauteil- und Elementfugen in Holzbaukonstruktionen im  
Hinblick auf den Durchtritt von Feuer und Rauch“, Technische Universität München,  
2. überarbeitete Auflage, Stand 25.10.2020