

# Einbau von Fenstern

## Planung des Bauanschlusses

Mit dem nachfolgenden Bericht wird ein Konzept zur Planung des Bauanschlusses von Fenstern auf Grundlage der derzeit vorliegenden Normung und technischen Richtlinien erarbeitet bzw. vorgeschlagen. In Ermangelung einer ausreichenden normativen deutschen Regelung wird Bezug auf internationale Regelwerke genommen. Das Hauptaugenmerk in diesem Bericht gilt der Befestigung der Fensterelemente.

**Stichworte** Fenster; Bauanschluss; Befestigung; Fensterbauschrauben; Verankerung; Absturz; Bauteilversuche

### 1 Stand der Normung

#### 1.1 Deutsche Normung

Mit der DIN EN 14351-1 (Stand Dez. 2016) wurde eine Produktnorm zur CE-Kennzeichnung bzw. Konformitätsbewertung von Fenstern und Türen veröffentlicht. Diese Norm behandelt hauptsächlich die bauphysikalischen Aspekte bzw. Anforderungen, die an Fenster und Türen gestellt werden, wie z.B. Brandverhalten, Dichtigkeit, Schallschutz etc., sowie die Durchführung bzw. Regelung von möglichen Bauteilversuchen. Diese Norm nimmt keinen Bezug auf den Bauanschluss bzw. die Planung eines solchen.

Darüber hinaus gilt derzeit in Deutschland die DIN 18055 (Stand Sept. 2020). Auch hier finden sich keine eindeutigen Angaben zur Ausführung eines möglichen Bauanschlusses. Lediglich unter Punkt 3.1, Anmerkung 3 wird der Hinweis gegeben, dass Fenster an mind. zwei gegenüberliegenden Seiten an eine tragende Struktur sicher angebunden werden müssen.

Bezüglich der absturzsicheren Verankerung bzw. Befestigung von Fensterelementen gilt in Deutschland noch immer die ETB-Richtlinie (Bauteile, die gegen Absturz sichern) in der Fassung vom Juni 1985. Unter 3.2.2.2.3 (Befestigungselemente) wird vorgegeben, dass Befestigungselemente eine Bruchkraft von mind. 2,8 kN aufweisen müssen, um als absturzsicher zu gelten.

#### 1.2 Internationale Normung

Wirft man nun einen Blick in unser Nachbarland, so wird einem planenden Ingenieur die ÖNORM B 5320 (Stand Okt. 2020) an die Hand gegeben. Diese behandelt kurz und prägnant die wichtigsten Planungsdetails für den Ein-

### Installation of windows – planning of the construction connection

In the following article, a concept for planning the structural connection of windows is developed or proposed on the basis of the currently available standardization and technical guidelines. In the absence of a sufficient normative German regulation, reference is made to international regulations. The main focus in this essay is the fastening of the window elements.

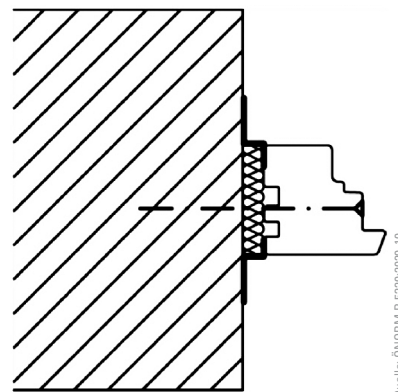
**Keywords** window; construction connection; fastening; window screw; anchoring; crash; component test

bau von Fenstern und Türen und verweist bei den entsprechenden Detailpunkten auf die jeweilige Fachnormung.

Mit den nachfolgenden Punkten werden die Grundprinzipien der o. g. Norm kurz und ausschnittsweise sinngemäß wiedergegeben. Für ausführlichere Erläuterungen empfiehlt es sich, einen entsprechenden Blick in diese Norm zu werfen; auch inwieweit ihre Anwendbarkeit in Deutschland gegeben ist.

### 2 Beschreibung des Standardfensteranschlusses

Das Grundprinzip des Fensteranschlusses bzw. Bauanschlusses in Bild 1 stellt die Mindestanforderungen an den Einbau von Fenstern in einer bauseitig vorhandenen Laibung bzw. Rohbauöffnung dar. Dieser Anschluss beinhaltet die Befestigung am Wandbildner, die innere und äußere Abdichtung sowie das Füllen der Fuge, im Hinblick auf Belastung bei Wind, Luftdurchlässigkeit und Schlagregendichtigkeit.



**Bild 1** Grundprinzip des Fensteranschlusses  
Basic principle of the window connection

### 3 Bauphysikalische Aspekte

#### 3.1 Abdichtung

Der Anschluss auf der Rauminnenseite muss luftdicht (zur Vermeidung von Konvektion in der Fuge) ausgeführt bzw. hergestellt werden. Eine umlaufend geschlossene Ausführung ist zu gewährleisten. Mögliche Unterbrechungen (z. B. durch Tragklötze) sind luftdicht zu schließen.

Der Anschluss an der Außenseite muss umlaufend schlagregen- und winddicht ausgeführt werden. Es muss zu jeder Zeit gewährleistet sein, dass keine Nässe in die Fuge eindringt und somit die Füllung bzw. innere Ebene schädigen kann. Auch hier sind mögliche Unterbrechungen fachgerecht zu schließen.

Das Füllen der Fuge (zwischen Fensterrahmen und Befestigungsuntergrund) muss fachgerecht und vollflächig mit Dämmstoff erfolgen.

Alternativ können die Fugen auch mittels vorkomprimierter Dichtbänder und Multifunktionsbänder geschlossen werden. Hier ist ebenfalls auf eine vollflächig umlaufende sowie geschlossene Ausführung zu achten.

#### 3.2 Bauphysikalische Aspekte

Bezüglich der bauphysikalischen Aspekte empfiehlt die ÖNORM B 5320:2020-10 sinngemäß Folgendes:

Bei nachfolgenden Anforderungen ist ein objektspezifischer Bauanschluss zu planen:

- Wärmeschutz, wenn ein Wärmebrückennachweis gefordert wird
- Schallschutz, wenn die Anforderungen an das bewertete Schalldämmmaß  $R_w$  des Fensters folgende Werte überschreiten:
  - $\geq 38$  dB bei Einbau in der Dämmebene vor dem Wandbildner
  - $\geq 42$  dB bei Einbau in der Laibung des Wandbildners
- Einbruchhemmung, wenn erhöhte bzw. besondere Anforderungen gestellt werden
- Einbausituationen oder klimatische Einwirkungen, die vom Standard abweichen

Weitere bzw. ausführlichere Erläuterungen sind den jeweiligen Fachnormen zu entnehmen.

### 4 Befestigung der Fensterelemente

In der Regel werden Fenster bzw. Fensterelemente mittels spezieller Fensterbauschrauben in einem regelmäßigen Abstand befestigt. Diese Befestigungsmittel müssen in der Lage sein, die auftretenden Lasten und Kräfte (z. B.

Wind und Holmdruck) sicher über die Bauteilfuge zwischen Fensterrahmen und Befestigungsuntergrund (i. d. R. 10–20 mm) ableiten zu können. Die einwirkenden Kräfte und Widerstände, bei klar definierten Randbedingungen (wie z. B. Befestigungsuntergrund, Güte und Qualität der Fensterbauschraube etc.), können mittels eines statischen Nachweises bestimmt werden. Bestehen Abweichungen oder nicht näher definierbare Situationen, so empfiehlt es sich, geeignete Bauteilversuche zur Ermittlung der Widerstände des Befestigungsmittels im jeweiligen Untergrund durchzuführen.

Prinzipiell kann die Tragfähigkeit einer definierten Fensterbauschraube für die Befestigungsuntergründe Beton und Holz gemäß der derzeit gültigen Normung und den entsprechenden technischen Regelwerken bzw. Veröffentlichungen abgeleitet werden. Für andere Untergründe ist dies derzeit nicht bzw. nur schwer möglich.

#### 4.1 Statische Auslegung

Nachfolgend wird ein Konzept zur Ermittlung der Tragfähigkeit von Fensterbauschrauben in den Befestigungsuntergründen Beton und Holz anhand eines Beispiels erarbeitet. Die einzelnen Schritte werden durch vorhandene technische Regelungen belegt bzw. dargestellt. Prinzipiell wird die Fensterbauschraube als stiftförmiges Bauteil auf Biegung nachgewiesen. Zusätzliche Tragreserven infolge einer Einspannung über das Gewinde im Befestigungsuntergrund (Prinzip Mantelreibung bzw. Einhängung über Seileffekt) bleiben unberücksichtigt.

Für die beispielhafte Berechnung wird von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

Es wird eine Fensterbauschraube mit einem Kerndurchmesser von  $d_k = 5,3$  mm, einem Außendurchmesser von  $d = 7,5$  mm und einer Schraubengüte 10.9 bemessen. Die plastische Biegetragfähigkeit ergibt sich somit wie folgt (Gl. (1)):

$$M_{\text{Rd,pl}} = \alpha_{\text{pl}} \times W_{\text{el}} \times f_{\text{y,k}} \div \gamma_{\text{m}} \quad (1)$$

$$M_{\text{Rd,pl}} = 1,7 \times (5,3 \div 2)^3 \times \pi \div 4 \times 900 \div 1,0$$

$$= 22.362 \text{ Nmm}$$

Für eine Verschraubung im Betonuntergrund (am Beispiel mit Betongüte C20/25) können die Randbedingungen wie folgt festgelegt werden (Gln. (2), (3)):

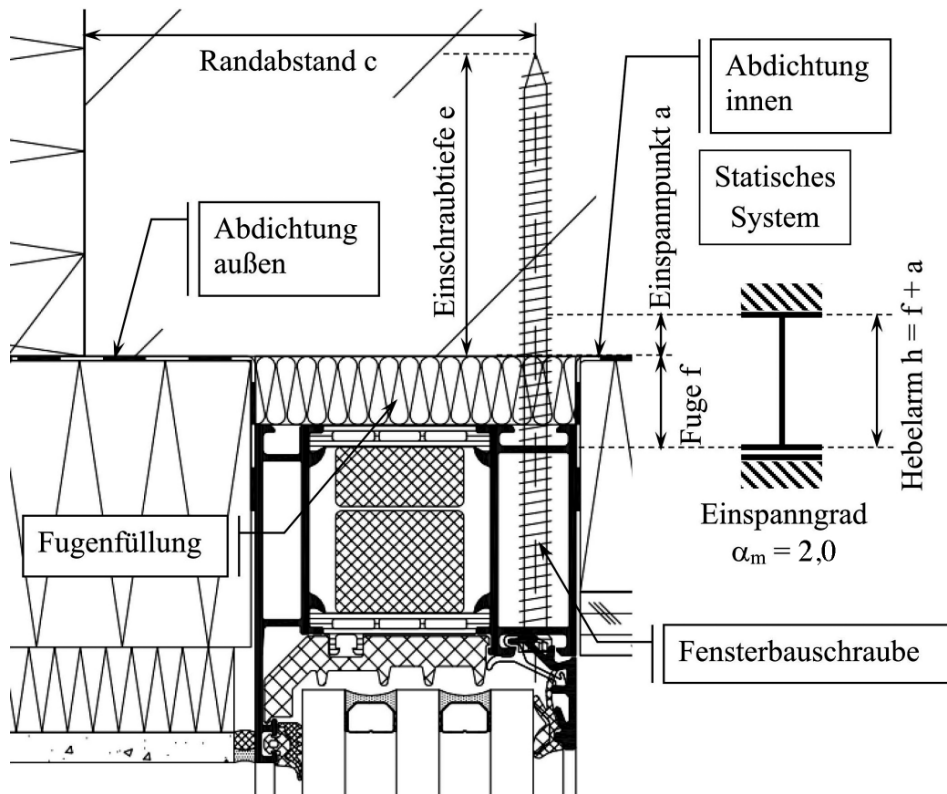
$$\text{Einschraubtiefe gemäß [1]} \quad (2)$$

$$e \geq 6 \times d = 6 \times 7,5 = 45 \text{ mm}$$

$$\text{Randabstand gemäß [2]} \quad (3)$$

$$c \geq 7 \times d = 7 \times 7,5 \approx 50 \text{ mm}$$

Als Obergrenze für die Schertragfähigkeit der Fensterbauschraube kann der Betonkantenbruch gemäß ETAG 001, Anhang C (Fassung Aug. 2010), Formel (5.7a) mit einer



**Bild 2** Systembild Fensterbefestigung  
System picture window fastening

Materialsicherheit von  $\gamma_c = 1,5$  wie folgt berücksichtigt werden (Gl. (4)):

$$V_{Rd,c} = k_1 \times d_{nom}^\infty \times h_{ef}^\beta \times \sqrt{f_{ck,cube}} \times c_1^{1,5} \div \gamma_m \quad (4)$$

Es ergibt sich somit eine Bemessungsobergrenze von  $F_{Rd} = 3,15$  kN für den Betonkantenbruch.

Für eine Verschraubung im Holzuntergrund (am Beispiel mit einer Rohdichte von  $\rho = 400$  kg/m<sup>3</sup>) können die Randbedingungen gemäß DIN EN 1995-1-1/NA (Stand Aug. 2013) wie folgt festgelegt werden (Gln. (5), (6)):

$$\begin{aligned} \text{Einschraubtiefe} & \quad (5) \\ e \geq t_{req} & \leq 1,15 \times 4 \times \sqrt{M_{y,Rk} \div f_{h,k} \div d} \\ e & \geq 1,15 \times 4 \times \sqrt{22.362 \div 30,34 \div 7,5} \approx 45 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Randabstand} & \quad (6) \\ c \geq a_{4,t} & = (3 + 4 \times \sin \alpha) \times d \\ c & \geq (3 + 4 \times \sin 90^\circ) \times 7,5 \approx 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

Die Tiefe des Einspannpunkts  $a$  kann wie folgt abgeleitet werden:

Für eine Befestigung im Betonuntergrund wird auf die ETAG 001, Anhang C (Fassung Aug. 2010), 4.2.2.4 verwiesen. Hier wird die Lage des Einspannpunkts mit  $a = 0,5 \times d$  definiert.

Im Holzuntergrund kann der Abstand des Einspannpunkts  $a$  von der Oberkante über die Lochleibungsdruckfestigkeit  $f_{h,d}$  wie folgt ermittelt werden (Gl. (7)):

$$\begin{aligned} \text{Widerstand Lochleibungsdruck} & \quad (7) \\ f_{h,d} & = 0,082 \times (1 - 0,01 \times d) \times \rho_k \div \gamma_m \end{aligned}$$

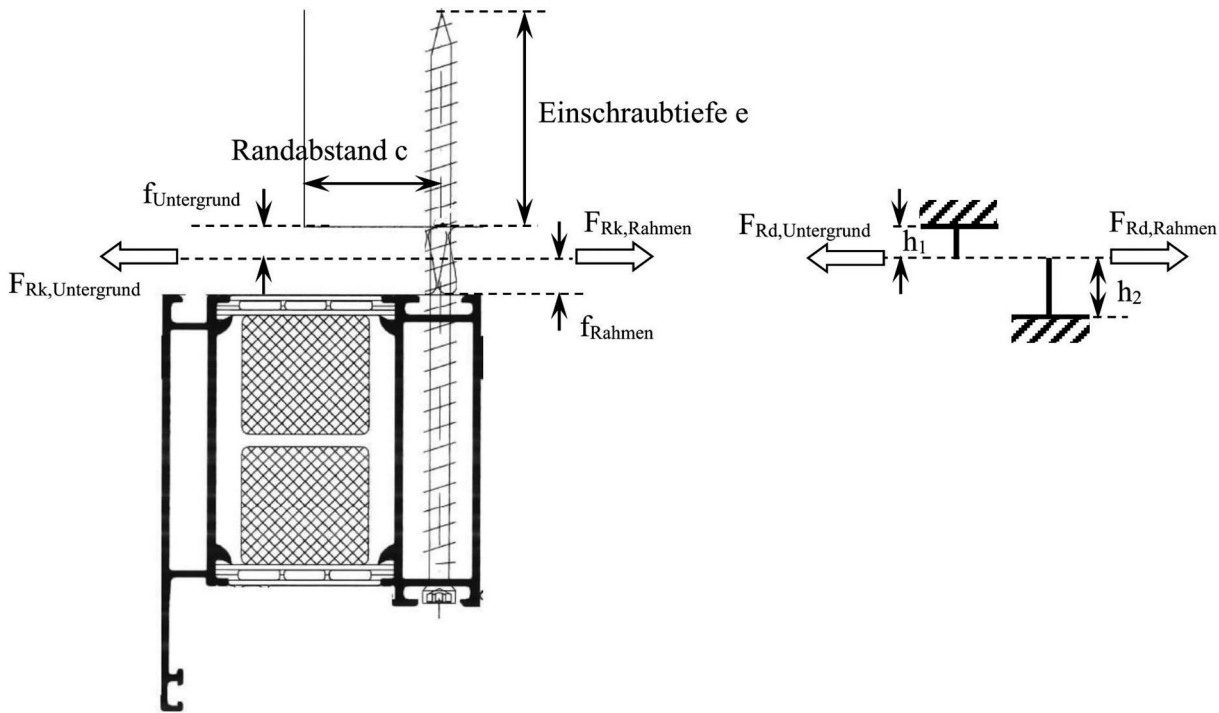
Diese Ermittlung hat jedoch iterativ zu erfolgen. Im folgenden Beispiel und unter Berücksichtigung einer Materialsicherheit von  $\gamma_m = 1,3$  ergibt sich die Lage des Einspannpunkts  $a$  wie folgt (Gl. (8)):

$$\begin{aligned} a_{\text{Holz}} & = \frac{1}{2} \times (F_{Rd} \times 1000 \div (f_{h,d} \times d)) \quad (8) \\ a_{\text{Holz}} & = \frac{1}{2} \times (1,78 \times 1000 \div (30,34 \div 1,3 \times 7,5)) \\ & = 5,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

Für eine Fuge von  $f = 20$  mm im Betonuntergrund (Betonqualität C20/25) ergibt sich der Widerstand der Fensterbauschraube somit wie folgt (Gl. (9)):

$$\begin{aligned} F_{Rd} & = \alpha_m \times M_{Rd,pl} \div (f + d \div 2) \quad (9) \\ & = 2 \times 22.362 \div (20 + 7,5 \div 2) \\ F_{Rd,Beton} & = 1,88 \text{ kN} \leq 3,15 \text{ kN} \end{aligned}$$

Für eine Fuge von  $f = 20$  mm im Holzuntergrund (Rohdichte von  $\rho = 400$  kg/m<sup>3</sup>) ergibt sich der Widerstand der Fensterbauschraube somit wie folgt (Gl. (10)):



**Bild 3** Versuchsvariante Möglichkeit 1  
Test variant option 1

$$\begin{aligned}
 F_{Rd} &= \alpha_m \times M_{Rd,pl} \div (f + a_{Holz}) & (10) \\
 &= 2 \times 22,362 \div (20 + 5,08) \\
 F_{Rd,Holz} &= 1,78 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## 4.2 Absturzsicherheit

Zur Bewertung der Absturzsicherheit eines Fensterbauanschlusses kann auf die ETB-Richtlinie (Bauteile, die gegen Absturz sichern) in der Fassung vom Juni 1985 verwiesen werden. Hier wird eindeutig definiert (unter 3.2.2.2.3), dass absturzsichernde Befestigungselemente eine Bruchlast von mind. 2,8 kN aufweisen müssen, um als absturzsichere Verankerung eingestuft werden zu können. Für baupraktische bzw. versuchstechnische Nachweise empfiehlt es sich hier, die Verwendung des Mittelwerts aller Bauteilversuche bzw. Untersuchungen zu verwenden, da solche Elemente i. d. R. redundant befestigt werden. Sollte ein einzelnes Befestigungselement nicht in der Lage sein, den geforderten Wert zu erreichen, so können diese auch gruppenweise angeordnet werden. Die Anordnung sollte ober- und unterhalb eines lasttragenden Kämpfers oder paarweise in einem Abstand von  $\leq 200$  mm erfolgen. Diese zweite Bedingung (Abstand  $\leq 200$  mm) kann der DIN 18008-4 (Stand Juli 2013) entnommen werden. Hier wird eine Ersatzstoßfläche als Quadrat mit einer Kantenlänge von 20 cm definiert.

## 4.3 Durchführung von Bauteilversuchen und Verifizierung

Können Befestigungssituationen nicht genauer definiert werden (z. B. nicht geregelter Untergrund) oder wird eine

höhere Tragfähigkeit der Befestigungsmittel gewünscht, so empfiehlt es sich, Bauteilversuche durchzuführen. Um eine ausreichend genaue 5%-Fraktile bzw. einen ausreichend genauen Mittelwert bilden zu können, wird empfohlen, mind. 5 Versuche/Befestigungseinheit zu veranschlagen. Prinzipiell besteht die Möglichkeit von zwei unterschiedlichen Versuchsvarianten in Kleinbauteilweise (Bilder 3, 4).

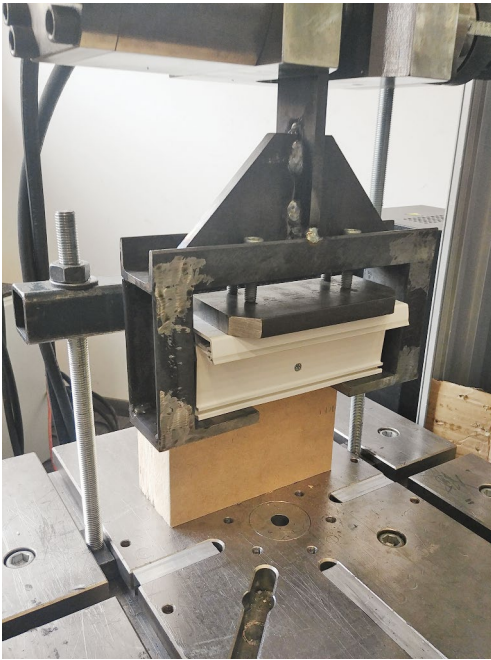
Das Befestigungssystem kann in zwei Einzelsysteme unterteilt und separat geprüft werden (Bild 3). Dies hat den Vorteil, dass der Versuchsaufbau relativ einfach gestaltet werden kann. Jedoch wird die doppelte Anzahl an Versuchen benötigt.

Das Befestigungssystem wird als Komplettbauteil geprüft (Bild 4). Hierfür wird der entsprechende Fensterrahmen mittels der zum Einsatz kommenden Fensterbauschraube auf dem tatsächlich vorhandenen Befestigungsuntergrund verankert. Um die Einspannung durch den Blendrahmen des Fensters simulieren zu können, muss die Zugprüfung mittels einer speziell dafür vorgesehenen Zangenkonsole erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass das System exakt abgebildet werden kann, jedoch ist der Versuchsaufbau hierfür deutlich aufwendiger als in der Versuchsvariante Möglichkeit 1.

Ebenfalls wäre es denkbar, nur die Biegetragfähigkeit einer Fensterbauschraube anhand eines Dreipunkt-Biegeversuchs zu ermitteln und mit dem zuvor genannten Bemessungsvorschlag bzw. Bemessungskonzept zu arbeiten.

Für die Auswertung wird empfohlen, die  $k_n$ -Werte der DIN EN 1990 (Stand: 2010-12), Tabelle D.1 zu verwenden. Als „bekannt“ gilt, wenn für alle Bauteile eine nor-





**Bild 4** Versuchsvariante Möglichkeit 2  
Test variant option 2

mative Regelung vorliegt (z.B. Untergrund Beton oder Holz, geregelter Schraubenwerkstoff, Fensterrahmen bzw. tragender Einschub aus Stahl, Holz oder Aluminium). Ist nur eine Kenngröße nicht bekannt bzw. nicht geregelt, so sollten die Werte „unbekannt“ verwendet werden (z.B. Untergrund Mauerwerk).

Zur ersten Verifizierung des zuvor beschriebenen Bemessungskonzepts können z.B. bestehende Bauteilversuche herangezogen werden. Interne Versuche eines Produzenten von Fensterbauschrauben geben z.B. folgende Anhaltswerte wieder:

## Literatur

[1] Leonhardt, F. (1977) *Vorlesung über Massivbau: Dritter Teil*. Berlin: Springer Verlag.

**Autor**  
Dipl.-Ing. (FH) Rolf Hofstetter (Korrespondenzautor)  
rolf.hofstetter@bastho.de  
BaStHo GbR  
Tragwerksplanung für Hoch-, Fassaden- und Membranbau  
Marktplatz 25  
85570 Markt Schwaben

- 5 Versuche im Befestigungsuntergrund Holz  
Mittelwert  $2578 \text{ N}/k_n = 1,8/\gamma_m = 1,1$  (Biegung Schraube Holz)/ $F_{Rd} = 1,79 \text{ kN}$   
Die Versuchsergebnisse bestätigen die Annahmen im zuvor aufgeführten Bemessungskonzept.
- 5 Versuche im Befestigungsuntergrund Kalksandstein  
Steinfestigkeitsklasse 20  
Mittelwert  $4488 \text{ N}/k_n = 2,33/\gamma_m = 1,25$  (Biegung Schraube allgemein)/ $F_{Rd} = 2,83 \text{ kN}$   
Die Versuchsergebnisse liefern deutlich höhere Tragfähigkeiten als im zuvor genannten Bemessungskonzept. Dies liegt u.a. daran, dass die Einhängung der Schraube für die Gewindetragfähigkeit zu einer deutlichen Laststeigerung führt. Jedoch kann daraus geschlossen werden, dass die dargestellte Berechnungsweise zu ausreichenden konservativen Ergebnissen führt und im Rahmen einer vereinfachten Betrachtung liegt.

## 5 Zusammenfassung

Der Bericht soll mögliche Lösungsvorschläge zur Planung und Bemessung eines Fensterbauanschlusses darstellen bzw. aufzeigen. Da in Deutschland keine offizielle Normung für diesen Bereich vorliegt, kann derzeit nur nach anerkannten Regeln der Technik geplant bzw. konzeptioniert werden. Auch im Hinblick auf die Verwendbarkeit von Bauprodukten zur Befestigung und Verankerung von Fensterelementen besteht noch dringender Klärungsbedarf. Das vorgestellte Konzept zur Bemessung von Fensterbauschrauben soll eine unverbindliche Hilfestellung geben, wie eine solche Berechnungsart und -weise anhand der derzeit vorliegenden Normung durchgeführt werden könnte. Aufgrund der Befestigungsvielfalt wird es jedoch weiterhin unabdingbar sein, weitere eingehende Bauteilversuche durchzuführen.

[2] Technische Mitteilung VPI (2012) *Verwendung von Gewindestangen als Scherbolzen im Stahlbeton-Montagebau*.

### Zitieren Sie diesen Beitrag

Hofstetter, R. (2021) *Einbau von Fenstern – Planung des Bauanschlusses*. Bautechnik 98, H. 10, S. 801–805.  
<https://doi.org/10.1002/bate.202100029>