

## Sachverständigen-Forum

### Nochmals: Bruchkraftberechnung

#### Zur Diskussion gestellt – Sachverständige berichten aus dem Fachgebiet Estrich und Belag

Erwiderung auf die Zuschrift von Harry Timm  
auf meine Abhandlung in Heft 7-8/84

von Werner Schnell

veröffentlicht in - boden-wand-decke – (Heft 11/1984)

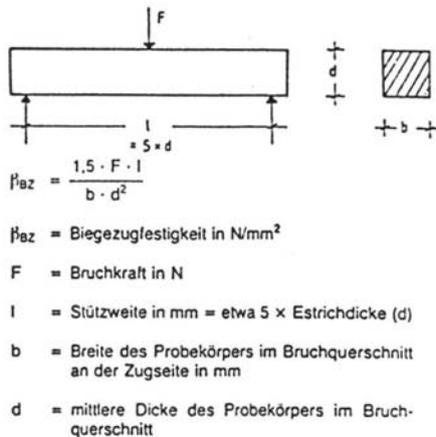
---

Die „Zahlenspielereien“ von Timm in Heft 10/84 wären erschreckend, wenn sie einen realen Hintergrund hätten. Tatsächlich beruhen aber seine Ausführungen und Schlussfolgerungen auf falschen Annahmen und Behauptungen:

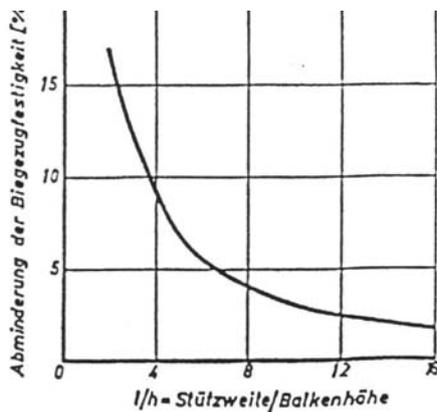
- a) Die Prüfung und Berechnung der Biegezugfestigkeit ist in DIN 18 560 Teil 2 eindeutig beschrieben, ebenso das weitere Vorgehen für die Bruchkraftermittlung. Das Verfahren muss nur konsequent angewandt werden, dann kann es keine „Spekulationen“ geben.
- b) Mit der vertraglichen Vereinbarung der Nenndicke und der Biegezugfestigkeit ist die Tragfähigkeit eines Estrichs vorgegeben, nicht aber eine Bruchkraft, wie weiter unten noch erläutert wird.
- c) Die Tragfähigkeit kann über die Bruchkraft - wie Timm richtig bemerkt - nur abgeschätzt werden. Zur Abschätzung gehört aber, dass der wahre Wert möglichst angenähert wird und nicht eine dubiose „Sicherheit für den Sachverständigen“ durch die Art der Berechnung eingebaut wird, deren Größe sich in jedem Einzelfall ändert und die deshalb in Wirklichkeit keine richtige Abschätzung mehr zulässt.
- d) Wie Timm bei meinem Beispiel in Heft 7-8/84 auf eine Biegezugfestigkeit von  $0,85 \text{ N/mm}^2$  kommt, bleibt sein Geheimnis. Wie jeder nachlesen kann, ist dort eine Biegezugfestigkeit für den geprüften Streifen von  $1,5 \text{ N/mm}^2$  und die lt. Norm geforderte Biegezugfestigkeit von  $2,5 \text{ N/mm}^2$  genannt.

#### Zunächst zur Norm DIN 18 560 Teil 2:

Die Biegezugfestigkeit wird nach dieser Norm bei der Bestätigungsprüfung an etwa 6 cm breiten Streifen aus dem verlegten Estrich entsprechend **Bild 1** ermittelt. Bei Estrichdicken größer als die Nenndicke kann die Biegezugfestigkeit sowohl an vor der Prüfung auf die Nenndicke abgearbeiteten Probekörpern, als auch an Probekörpern mit der Dicke Estrichdicke ermittelt werden. Wird die Biegezugfestigkeit an nicht abgearbeiteten Probekörpern ermittelt, so ist die Stützweite nicht



**Bild 1** Ermittlung der Biegezugfestigkeit eines Estrichs bei der Bestätigungsprüfung nach DIN 18 560 Teil 2

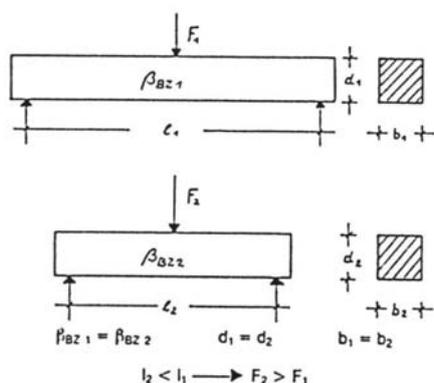


**Bild 2** Abminderung der Biegezugfestigkeit in Prozent in Abhängigkeit vom Verhältnis Stützweite/Balkenhöhe (nach Timoshenko): aus Wesche: Beton, Mauerwerk

5 x Nenndicke, sondern, wie eindeutig in der Norm beschrieben, 5 x Estrichdicke. Dasselbe gilt natürlich auch dann, wenn die an abgearbeiteten Probekörpern ermittelte Biegezugfestigkeit nicht ausreichend ist und deshalb die Bruchkraft an weiteren nicht abgearbeiteten Probekörpern ermittelt werden muss. Etwas anderes kann aus dem letzten Satz der Anmerkung in Verbindung mit der vorstehenden Prüfvorschrift nicht herausgelesen werden. Wenn jemand die Norm besonders genau nimmt und auch an abgearbeiteten Probekörpern eine Stützweite von 5 x Estrichdicke - dies wäre dann in diesem Fall eine Stützweite > 5 x Probekörperdicke (d) - einstellt, beeinträchtigt dies das Ergebnis, nämlich die Biegezugfestigkeit, vernachlässigbar, wie **Bild 2** zeigt.

Dem Bild 2 ist zu entnehmen, dass bei der Biegeprüfung erst etwa ab einem Verhältnis  $l/d > 4$  eine nahezu reine Biegebeanspruchung vorliegt. Bei einem Verhältnis  $l/d < 3$  liegt eine gemischte Biege- und Schubbeanspruchung vor. Bei einem Verhältnis  $> 4$  ist die ermittelte Biegezugfestigkeit bei unterschiedlichen Stützweiten und sonst gleichen Verhältnissen nur wenig unterschiedlich, bei kleinerem Verhältnis sind Unterschiede zu erwarten. Je größer das Verhältnis  $l/d$ , um so eindeutiger ist die Biegebeanspruchung. Dem steht entgegen, dass die Probengröße nicht unendlich wachsen kann. Die Festlegung bei schwimmenden Estrichen  $l \cong 5 \times D$  ist also ein Kompromiss zwischen Probengröße und dem Streben nach möglichst reiner Biegebeanspruchung. Bei diesem Verhältnis  $l/d$  ist der Einfluss der Schubbeanspruchung vernachlässigbar klein. Bei Verbundestrichen wurde das Verhältnis kleiner ( $l/d > 3$ ) gewählt (siehe DIN 18 560 Teil 3 E), weil bei diesen Estrichen große Proben nur mit unververtretbarem Aufwand entnommen werden können. Hier nahm man zu Gunsten der Probeentnahme eine größere Abweichung in der Biegebeanspruchung in Kauf.

### Nun zur Estrichtragfähigkeit:



Die Biegezugfestigkeit  $\beta_{BZ}$  ist eine Materialkenngröße. Bei homogenen Probekörpern aus demselben Material ermittelt man deshalb, unabhängig von den Abmessungen und der Stützweite, immer denselben Wert, wenn eine reine Biegebeanspruchung vorhanden und nicht die Druckfestigkeit für den Bruch entscheidend ist. Die Bruchkraft bei der Biegeprüfung ist dagegen eine Größe, die von den Abmessungen des Probekörpers, der Biegezugfestigkeit des Materials und der Stützweite abhängig ist. Wird eine dieser Randgrößen verändert, wird eine andere Bruchkraft ermittelt.

**Bild 3** Abhängigkeit der Bruchkraft von der Stützweite

**Bild 3** zeigt z.B., dass die Bruchkraft bei gleicher Biegezugfestigkeit und gleichen Abmessungen des Probekörpers mit kleiner werdender Stützweite zunimmt. Wie oben schon ausgeführt, ist die Tragfähigkeit des Estrichs durch die Biegezugfestigkeit und die Dicke des Estrichs gekennzeichnet. Ist die Estrichdicke größer als die

Nennstärke und die geforderte Biegezugfestigkeit nicht erreicht, kann man durch eine vergleichende Betrachtung abschätzen, ob die durch die Nennstärke und die geforderte Biegezugfestigkeit vorgegebene Tragfähigkeit dennoch vorhanden ist. Diese vergleichende Betrachtung muss bei gleicher Stützweite erfolgen, denn die Tragfähigkeit des Estrichs hängt in erster Näherung allein von der Biegezugfestigkeit und Dicke des Estrichs ab. Deshalb kann nur dann ein Tragfähigkeitsvergleich durchgeführt werden, wenn die übrigen Kenngrößen gleich bleiben. Wird die Stützweite ebenfalls verändert, wird nicht nur die Bruchkraft, sondern auch das Bezugssystem verändert (siehe **Bild 3**). Zweckmäßigerweise wird für die vergleichende Betrachtung die Stützweite gewählt, die bei der Biegeprüfung eingestellt worden war. Die Stützweite ist dann für den beim Vergleich gedachten Probekörper mit Nennstärke und geforderter Biegezugfestigkeit größer als 5 x Probendicke. Dies hat aber, wie oben erläutert, bei einem Verhältnis  $l/d > 5$  einen vernachlässigbaren Einfluss. Die richtige Vorgehensweise ist auch an Hand der bekannten Formeln nachzuvollziehen. Formt man die Formel des Bildes 1 nach der Bruchkraft  $F$  um, ergibt sich

$$F = \frac{\beta_{BZ} \cdot b \cdot d^2}{1,5 \cdot l}$$

Das Ziel bei der vergleichenden Betrachtung ist, die geforderte Bruchkraft mit der vorhandenen zu vergleichen. Dies ist mühelos möglich, wenn ich einen Zählerwert, z.B. die Biegezugfestigkeit  $\beta_{BZ}$ , verkleinere und dafür die Probendicke  $d$  vergrößere. Verändere ich auch die Stützweite  $l$ , die ja zu den Kenngrößen im Zähler in keiner Abhängigkeit steht, erhalte ich eine Bruchkraft, die nicht mehr mit der Ausgangsbruchkraft vergleichbar ist. Kommen wir zurück auf mein Beispiel aus Heft 7-8/84:

Estrich-Nennstärke	$d = 40 \text{ mm}$
Estrich-Dicke	$d = 70 \text{ mm}$
$\beta_{BZ}$ -Soll	$= 2,5 \text{ N/mm}^2$
Stützweite bei der Prüfung $l$	$= 350 \text{ mm}$

Ermittelt wird bei der Prüfung am 70 mm dicken Probekörper eine Bruchkraft  $F = 840 \text{ N}$ . Dies ergibt eine Biegezugfestigkeit von  $1,5 \text{ N/mm}^2$ . Bei der Nennstärke  $d = 40 \text{ mm}$  und der geforderten

Biegezugfestigkeit von  $2,5 \text{ N/mm}^2$  errechnet sich bei derselben Stützweite von  $l = 350 \text{ mm}$  eine Bruchkraft von  $F = 460 \text{ N}$ .

Timm dagegen verändert auch die Stützweite, und zwar auf  $l = 5 \times \text{Nennstärke} = 200 \text{ mm}$  und erhält dann eine „Soll-Bruchkraft“ von  $800 \text{ N}$ . Diese Bruchkraft vergleicht er mit der bei der Stützweite  $l = 350 \text{ mm}$  ermittelten Bruchkraft. Da die Bruchkraft mit kleiner werdender Stützweite bei sonst gleichen Verhältnissen größer wird (siehe **Bild 3**), vergleicht er tatsächlich einen Probekörper mit wesentlich höherer Biegezugfestigkeit als nach Norm gefordert mit dem vorhandenen Probekörper, was sich leicht mit der Formel in **Bild 1** beweisen lässt:

$$\beta_{\text{BZ}} = \frac{1,5 \cdot 800 \cdot 350}{60 \cdot 40^2} = 4,4 \text{ N/mm}^2$$

Gegen die von Timm aufgezeigte „weitere Möglichkeit“, die gleiche Stützweiten zur Grundlage hat, ist nur einzuwenden, dass die Biegebeanspruchung bei  $70 \text{ mm}$  dicken Probekörpern und einer Stützweite von  $200 \text{ mm}$ , also einem Verhältnis  $l/d < 3$  zu sehr durch die Schubbeanspruchung überlagert wird. Es ist deshalb besser, die dicken Probekörper bei der Stützweite  $5 \times d$  zu prüfen und die Vergleichsrechnung dann bei dieser Stützweite vorzunehmen, als die umgekehrte Vorgehensweise.

Nicht unerwähnt bleiben darf bei der Bruchkraftberechnung die Vorgabe, dass die Oberflächenfestigkeit des Estrichs ausreichend sein muss. Deshalb darf die Biegezugfestigkeit auch bei dicken Estrichen nicht beliebig abfallen.

Und das Fazit? Es muss nicht immer richtig sein, was in Lehrbüchern von verdienten Persönlichkeiten steht. Meine Ausführungen in Heft 7-8/84 sollten auf einen leider schon eingebürgerten Fehler hinweisen. Ich hoffe, dass ich mit den vorstehenden Erläuterungen denen geholfen habe, die bereit sind, weiter in die Materie einzusteigen.