

## 2 Sicherheitskonzepte

Wenn wir sichere Bauteile entwerfen wollen, dann müssen wir auch berücksichtigen, dass die Belastungen sich ungünstig verändern können. Zum Beispiel kann das Eigengewicht eines Baustoffes sich erhöhen, wenn der Baustoff sehr feucht ist. Auch kann es möglich sein, dass die Verkehrslast durch Personen, die eine Decke zu tragen hat, größer ist als der rechnerische Wert, weil sich zu viele Personen auf der Decke befinden. Man löst diese Problematik, indem die Lasten durch die Multiplikation mit Sicherheitsbeiwerten erhöht werden.

Zurzeit befinden wir uns immer noch in einer Übergangsphase. Die rechnerische Behandlung der Sicherheitsproblematik wird in allen Normen von einem sogenannten „globalen Sicherheitskonzept“ auf ein sogenanntes „Teilsicherheitskonzept“ umgestellt. Einige Nachweise werden aber noch in herkömmlicher Weise erstellt, während andere schon mit dem neueren Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten erfolgen. Die Eurocodes benutzen nur das Teilsicherheitskonzept. Am nachfolgenden einfachen Zahlenbeispiel sollen diese unterschiedlichen Vorgehensweise demonstriert werden:

Auf einer Betonfläche von  $1,0 \text{ m}^2$  aus einem unbewehrten Beton C25/30 (ungefähr alter B 25) wirken eine ständige Drucklast (z. B. Eigengewicht) von  $5,0 \text{ MN}$  und eine veränderliche Drucklast (z. B. Verkehrslast) von  $3,2 \text{ MN}$ .

### 2.1 Nachweis mit dem globalen Sicherheitskonzept (alt)

- a) gesamte Lastspannung

$$\text{vorh } \sigma = \frac{5,0 \text{ MN}}{1,0 \text{ m}^2} + \frac{3,2 \text{ MN}}{1,0 \text{ m}^2} = 8,2 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

- b) zulässige Lastspannung (aus Vorschrift)  
für den Beton B 25 mit dem Sicherheitsbeiwert 2,1

$$\text{zul } \sigma = \frac{\beta_R}{\gamma} = \frac{17,5 \text{ MN/m}^2}{2,1} = 8,3 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

- c) Nachweis

$$\text{vorh } \sigma \leq \text{zul } \sigma$$

$$8,2 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} < 8,3 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

## 2.2 Nachweis mit dem Teilsicherheitskonzept (neu)

- a) Multiplikation der Lastspannungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten: 1,35 für den ständigen und 1,50 für den veränderlichen Anteil

$$\gamma_G = 1,35 \text{ und } \gamma_Q = 1,50$$

$$\sigma_d = \gamma_G \cdot \frac{G_k}{A} + \gamma_Q \cdot \frac{Q_k}{A} = 1,35 \cdot \frac{5,0 \text{ MN}}{1,0 \text{ m}^2} + 1,50 \cdot \frac{3,2 \text{ MN}}{1,0 \text{ m}^2} = 11,55 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

- b) Bemessungsfestigkeit für den Beton C25/30

$$f_d = 0,70 \cdot \frac{f_k}{\gamma} = 0,70 \cdot \frac{25 \text{ MN/m}^2}{1,50} = 11,67 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

- c) Nachweis

$$\sigma_d \leq f_d \quad \text{oder} \quad \frac{\sigma_d}{f_d} \leq 1,00$$

$$11,55 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} < 11,67 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \quad \text{oder}$$

$$\frac{11,55 \text{ MN/m}^2}{11,67 \text{ MN/m}^2} = 0,99 < 1,00 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Die anzusetzenden Lasten ( oben 5,0 MN und 3,2 MN) werden als „charakteristische“ Lasten  $G_k$  und  $Q_k$  bezeichnet und die Festigkeit des Baustoffes als „charakteristischer“ Festigkeitswert  $f_k$ . Mit diesen charakteristischen Werten und den Teilsicherheitsbeiwerten werden die Bemessungswerten berechnet,  $F_d$  und  $f_d$ , und mit diesen wird dann der Nachweis geführt.

Berechnung der Bemessungslasten für eine ständige Last  $G_k$  und eine veränderliche Last  $Q_k$ :

$$\text{Bemessungslast} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_k$$

Oder näherungsweise

$$\text{Bemessungslast} \approx 1,40 \cdot (G_k + Q_k)$$

Vereinfachte Berechnung der Bemessungslasten für eine ständige Last  $G_k$  und mehrere veränderliche Lasten  $Q_{k,i}$ :

Entweder nur eine veränderliche Last (wie oben) berücksichtigen oder

$$\text{Bemessungslast} = 1,35 \cdot G_k + 1,35 \cdot \sum_i Q_{k,i}$$

Der ungünstigste Wert (größere Wert) ist maßgebend!

**Berechnung der Bemessungsfestigkeiten  $f_d$   
aus den charakteristischen Festigkeiten  $f_k$ :**

Baustoff	charakteristische Festigkeit $f_k$	Bemessungsfestigkeit $f_d$
Mauerwerk	siehe Tabelle 12.12 und Tabelle 12.13	$f_d = 0,85 \cdot \frac{f_k}{1,50 \cdot k_0} = \frac{f_k}{1,76 \cdot k_0}$ $k_0 = 1,25$ bei Pfeilern mit $A < 1000 \text{ cm}^2$ , sonst $k_0 = 1,00$
Bauholz (beheizt, nicht beheizt und überdachte Räume bei ständiger Lasteinwirkungsdauer)	siehe Tabelle 12.17 oder Tabelle 12.18	$f_d = 0,60 \cdot \frac{f_k}{1,30} = \frac{f_k}{2,17}$
Baustahl	S235 $f_k = 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $f_u = 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$f_d = f_k$ (Biegung, Zug) $f_d = f_k / 1,10$ (Knicken) $f_d = f_u / 1,39$ (Zug, mit $A_{\text{net}}$ )
	S355 $f_k = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $f_u = 490 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$f_d = f_k$ (Biegung, Zug) $f_d = f_k / 1,10$ (Knicken) $f_d = f_u / 1,39$ (Zug, mit $A_{\text{net}}$ )
Betonstahl	B500 $f_k = 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$f_d = \frac{f_k}{1,15} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Beton für Stahlbeton	wie 1. Wert der Betonbezeichnung, z. B. für C20/25 $f_k = 20 \text{ N/mm}^2$	$f_d = 0,85 \cdot \frac{f_k}{1,50} = \frac{f_k}{1,76}$
Beton, unbewehrt	wie 1. Wert der Betonbezeichnung, z. B. für C20/25 $f_k = 20 \text{ N/mm}^2$	$f_d = 0,70 \cdot \frac{f_k}{1,50} = \frac{f_k}{2,14}$

Die Bemessungswerte für Bodenpressungen – auch Sohlwiderstand genannt – finden sich in den Tabellen 12.14 und 12.15.

**Zahlenbeispiel**

Es ist die Bemessungslast (als Streckenlast) für einen Stahlträger IPB400, der mit einer Betondecke von 26 kN/m (ständige Last) und einer veränderlichen Last aus Personen, Möbeln usw. (auch Verkehrslast genannt) von 20 kN/m beansprucht wird, zu berechnen.

*Ständige Lasten*

Eigengewicht des Stahlträgers (s. Tabelle 12.26)  $G = 155 \text{ kg/m}$ .

Das entspricht dann  $10 \cdot 155 = 1550 \text{ N/m} = 1,55 \text{ kN/m}$ .

Charakteristische ständige Last (Stahlträger + Betondecke)

$$G_k = 1,55 \text{ kN/m} + 26,00 \text{ kN/m} = 27,55 \text{ kN/m}$$

Charakteristische veränderliche Last (häufig auch Verkehrslast genannt)

$$Q_k = 20,00 \text{ kN/m}$$

Bemessungslast

$$= 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_k = 1,35 \cdot 27,55 + 1,50 \cdot 20,00 = 67,2 \text{ kN/m}$$

Oder näherungsweise ist die Bemessungslast

$$= 1,40 \cdot (G_k + Q_k) = 1,40 \cdot (27,55 + 20,00) = 66,6 \text{ kN/m.}$$



<http://www.springer.com/978-3-658-08927-6>

Kleine Baustatik

Grundlagen der Statik und Berechnung von Bauteilen

Krings, W.

2015, XI, 237 S. 215 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-08927-6