

# BEGRIFFE

## **Biegebemessung:**

Rechnerischer Bruchsicherheitsnachweis für die Stellen der extremalen Biegemomente!

## **Schubbemessung:**

Nachweis, dass ein zu bemessender Querschnitt auch in der Lage ist Schubkräfte aufzunehmen, die sich als Querkräfte aus den Biegemomenten ergeben.

## **Betonstahl:**

Die Bezeichnung lautet im allgemeinen BSt 420/500. Dabei gibt die erste Zahl die Mindeststreckgrenze  $\beta_s$  und die zweite Zahl die Mindestzugfestigkeit  $\beta_z$  an. Beide Größen haben die Dimension N/mm<sup>2</sup>.

## **Betondeckung:**

Als Betondeckung wird die Dicke der Betonschicht bezeichnet, die die Bewehrungsseisen überdeckt. Dabei hat die Betondeckung drei wesentliche Aufgaben:

- Sicherung des Verbundes
- Korrosionsschutz
- Schutz vor Brandeinwirkung

## **Spannung**

Spannung = Kraft / Fläche.

## **Normalspannungen:**

Sind Spannungen, die senkrecht zur Schnittfläche stehen. Die bemessungsmaßgebenden Normalspannungen ergeben sich normalerweise aus der Momentenbelastung.

## **Schubspannungen:**

Schubspannungen sind Spannungen, die in der Schnittfläche auftreten. Die bemessungsmaßgebenden Schubspannungen ergeben sich normalerweise aus den Querkräften.

## **Verdübelungskraft:**

Das ist die Kraft, die man benötigt, um ein Auseinandergleiten der Druck- und der Zugzone zu vermeiden. Diese wird durch die sogenannte Schubbewehrung aufgenommen.

## **Schubbewehrung:**

Die Schubbewehrung kann durch Vertikalbügel und/oder Schrägstäbe (Schrägaufbiegungen) realisiert werden. Dabei ist zu beachten, dass eine gewisse Mindest-Bügelbewehrung erforderlich ist, die sich wie folgt ergibt:

$$t_{Bü} \geq 0,25 * t_0$$

Daraus lässt sich die resultierende Verdübelungskraft errechnen:

$$erfT'_{Bü} \geq 0,25 * t_0 * b$$

Schließlich kann man hieraus den erforderlichen Bügelquerschnitt berechnen:

$$a_{s,Bü} = \frac{erfT'_{Bü}}{zul s_s}, \text{ wobei sich } zul s_s \text{ wie folgt ergibt: } zul s_s = \frac{b_s}{g = 1,75}$$

Die restliche Verdübelungskraft, die noch zur Gesamtverdübelungskraft  $T'_a$  fehlt, muss durch die Schrägaufbiegungen gestellt werden. Dabei ist  $T'_{Rest} = T'_a - T'_{Bü}$ . Der benötigte Querschnitt  $t$  ergibt sich aus:

$$A_{Sa}^{Rest} = \frac{1}{\sqrt{2}} * \frac{T'_{Rest}}{zul s_s}$$

### Verminderte Schubdeckung → Schubbereich 2:

Verminderte Schubdeckung heißt: Der Rechenwert  $\tau$  der Schubspannung, mit dem die Verdübelungskräfte  $T_a$  bzw.  $T'$  entsprechend bestimmt werden  $T_a = \int_a \tau * b * ds$

darf nach folgender Formel abgemindert werden:  $t = \frac{vorh.t_0^2}{t_{02}} \geq 0,4 * t_0$ .

Der Nachweis der Schubdeckung kann jetzt genauso wie der Nachweis der vollen Schubdeckung erfolgen.

### Schubbereich 1:

Im Schubbereich 1 mindert man den Rechenwert  $\tau$  genau auf  $0,4 * t_0$  ab und legt die hierfür errechnete Bewehrung konstruktiv ein. Daraus würde sich bei kompletter Bügelbewehrung folgender Bügelquerschnitt ergeben:

$$a_{s,Bü} \geq \frac{0,4 * t_0 * b}{zul s_s}$$

### Die gesamte Vorgehensweise bei der Biege- und Schubbemessung eines Balkens lautet:

- Biegebemessung und Bestimmung der M/z-Linie
- Nachweis der Schubspannungen und Ermittlung der  $T'$ -Fläche
- Versatzmaß  $v$  und versetzte Zugkraftlinie
- Zugkraft-Deckungslinie
- Nachweis der Schubdeckung
  - (Mindest)- $T'_{Bü} \geq erf. T'_{Bü}$
  - Schrägaufbiegung oder Zusatzbügel (Achtung →  $T'_{Rest}$ )
- Bewerungsauszug – Bewehrungszeichnung

### Warum wird das Versatzmaß zu $v \approx h$ angenommen?

Weil der Lastausbreitungswinkel =  $45^\circ$  ist.

### Grundmaß der Verankerungslänge:

Zwischen dem Betonstahl und dem Beton tritt eine Verbundspannung auf, die eine bestimmte, betonspezifische zul. Verbundspannung nicht überschreiten darf. Wird genau die zul. Verbundspannung angesetzt, so erhält man das Grundmaß der Verankerungslänge:

$$l_0 = \frac{Z_s}{g * U * zul t_1} = \frac{d_s}{4 * zul t_1} * \frac{b_s}{g} = \frac{b_s}{7 * zul t_1} * d_s$$

## Was sind die fünf Hauptparameter des Tragvermögens?

- Konstruktive Konzeption
- Art und Qualität des Baustoffes
- Abmessungen der wichtigsten Tragglieder
- Konstruktive Durchbildung der Tragglieder
- Güte der Ausführung

## Was ist ein Modell:

Idealisierung der Wirklichkeit

## Unter welchen Vorgaben findet die Modellbildung im Gebrauchszustand des Bauwerks statt?

- → Annahmen im Stahlbetonskript I Seite 76/77

## Unterscheidung der Lasten

- ständige Lasten (Eigengewicht der tragenden Konstruktion, ständige Nutzlasten)
- veränderliche Lasten
  - vorwiegend ruhend (Wind, Schnee, Temperatur)
  - nicht vorwiegend ruhend (Stoßlasten, Lasten schwingender Glocken, Anfahrlasten, Sonderlasten – wie Erdbeben)

## Unterscheidung hinsichtlich der Lastbilder:

- Streckenlast
- Flächenlast
- Punktlast

## Abgrenzung zwischen Balken und Platte:

Balken:  $b \leq 5 \cdot d$

Platte:  $b > 5 \cdot d$

## Durchlaufträger:

Durchlaufträger sind statisch unbestimmte Bauwerke, die sich planmäßig monolithisch über mindestens zwei Felder mit gleichen oder ungleichen Stützweiten erstrecken.

## Direkte Lagerung:

Die Auflagerkraft kann direkt in die im Balken ausgebildeten Druckstreben im inneren des Fachwerks einfließen.

## Indirekt Lagerung:

Die Auflagerkraft kann nicht direkt in die im Balken ausgebildeten Druckstreben im inneren des Fachwerks einfließen, sondern muss einen Umweg über eine Zugstrebe nehmen, ehe sie indirekt die nächste Druckstrebe erreicht.

## Wieso darf die bemessungsmaßgebende Querkraft bei einer direkten Auflagerung abgemindert werden und bei einer indirekten Auflagerung nicht?

Bei der direkten Auflagerung wird die durch das Auflager eingeleitete Druckkraft sofort in eine Druckstrebe des Stahlbetonbalkens eingeleitet, so dass es zur Ausbildung eines Druckgewölbes kommt. Dieses Druckgewölbe baut Gegenkräfte zur Querkraft auf, so dass diese abgemindert wird.

Bei der indirekten Auflagerung muss die Auflager-Druckkraft noch einen Umweg über eine Zugstrebe (zum Beispiel einen Bügel) nehmen, ehe sie in die nächste Druckstrebe indirekt eingeleitet werden kann. Dadurch wirkt am Auflager natürlich die komplette Querkraft, die nicht abgemindert werden darf.

### **Wie wird bemessen, welche Bewehrung ich vorsehen muss?**

Man sieht sich die Kraft an, die abgetragen werden muss und multipliziert diese mit einem Sicherheitsbeiwert (je nach dem, ob sich das Versagen ankündigt [1,75] oder nicht [2,1]). Diese Kraft muss über den Bewehrungsstahl abgetragen. Die Kraft, die der Bewehrungsstahl aufnehmen kann, setzt sich aus dem Stahlquerschnitt und der Streckgrenze des Stahls – also der maximal bis zur Streckgrenze aufnehmbaren Zugspannung zusammen. Damit erhält man die maximal aufnehmbare Zugkraft. Beide Kräfte werden nun gleichgestellt und es wird nach dem unbekanntem Stahlquerschnitt ( $A_s$ ) der Bewehrung umgestellt.

### **Sicherheitsbeiwert $\gamma$ :**

Stahl kündigt sein Versagen durch ein ausgeprägtes Fließen an  $\rightarrow \gamma=1,75$

Auf Druck belasteter Beton kann sein Versagen nicht ankündigen  $\rightarrow \gamma=2,1$

### **Konstruktive Hinweise für die Ausbildung von Konsolen:**

- Die gesamte Konsole liegt im Störbereich der Lasteinleitung  $\rightarrow$  deswegen die gesamte Konsole mit konstruktiver Bewehrung umschließen.
- Konsole sorgfältig mit dem Hauptträger verbinden  $\rightarrow$  Bewehrung ausreichend im Hauptträger verankern.
- Lasten immer über Lagerkonstruktionen einleiten!
- Gevoutete Konsolen sollen immer etwa wie im Stahlbeton I Skript S.114 geformt werden.

### **Welche Größen haben einen Einfluss auf den wahrscheinlichen Wert für die Durchbiegung $f$ ?**

- Die Stützweitenverhältnisse
- Die Materialkennwerte (E-Modul und Biegezugfestigkeit des Betons)
- Die Kriech- und Schwindmaße des Betons
- Die Laststellung und Lastgrößen
- Das Alter des Bauteils zu dem Zeitpunkt, zu dem die Durchbiegung berechnet wird.

$\rightarrow$  Achtung: Näherungsformeln benutzen!!! Heft 240 DAfStb

### **Zusammenfassung der Biegebewehrung:**

#### Hauptbewehrung: ( $a_{sx}$ )

- Gemäß Statik und Bemessung
- Vorsicht mit planmäßigen Einspannungen
- Einspannung in Randunterzügen sollten nicht berücksichtigt werden (da Weiterleitung des Einspannmomentes durch Torsion in den Unterzug)

#### Querbewehrung ( $a_{sy}$ ):

$\rightarrow$  konstruktive Abdeckung  $a_{sy} \geq 20\% \max a_{sx}$

#### Eckbewehrung:

Frei aufliegende Ränder mit oberer und unterer Eckbewehrung versehen oder (in Ausnahmefällen) Feldbewehrung um 15% vergrößern.

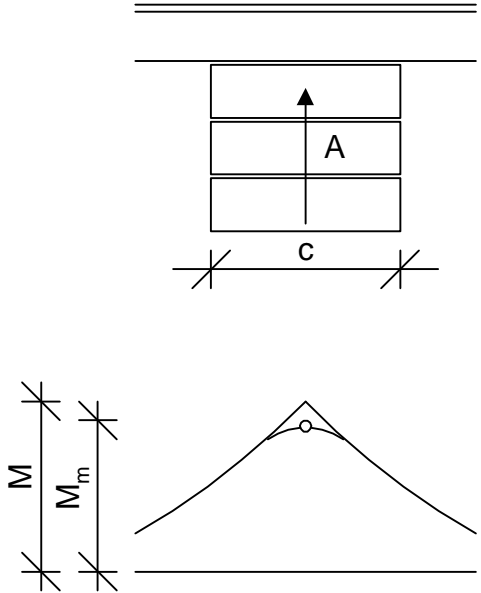
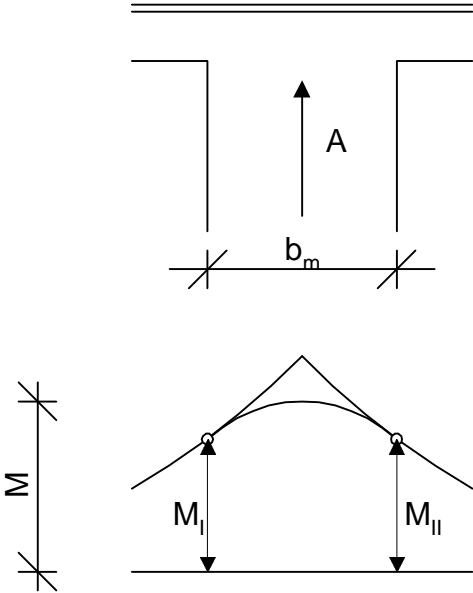
Vernachlässigte Einspannungen bei monolithischen Verbindungen:

$a_{sA} \rightarrow$  konstruktive Abdeckung (Abreibbewehrung oben)

Einspannung in ein starkes Bindeglied  $\rightarrow a_{sA} \geq 60\% \text{ max. } a_{sX}$

Einspannung in ein Torsionsglied  $\rightarrow a_{sA} \geq 30\% \text{ max. } a_{sX}$

### Abrundung des Bemessungsmomentes

Auflagerung auf Mauerwerk	Auflagerung auf Unterzügen, die mit der Platte monolithisch verbunden sind:
 $M_m = M + \frac{c}{8} * A$	 $M_{I/II} = M + \frac{b_0}{2} * Q_{I/r}$

### Durchstanzen:

Unter Durchstanzen versteht man einen örtlichen Schubbruch im Stützenbereich. Diese Versagensform tritt im allgemeinen ein, bevor die Biegebruchlast erreicht wird  $\rightarrow$  Der Sicherheit gegen Durchstanzen ist also besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

### Theorie I. Ordnung

Voraussetzung: geometrische Linearisierung  
Schnittgrößenermittlung an unverformten Systemen

### Theorie II. Ordnung

Schnittgrößenermittlung am verformten System.

### Theorie III. Ordnung

Wird auf die in der Theorie II. Ordnung noch verbliebenen Linearitäten verzichtet, so spricht man von der Theorie III. Ordnung zur Schnittgrößenermittlung.

### Noch näher anzusehen:

$C_0/C_u$ -Verfahren – Schneider 6.13