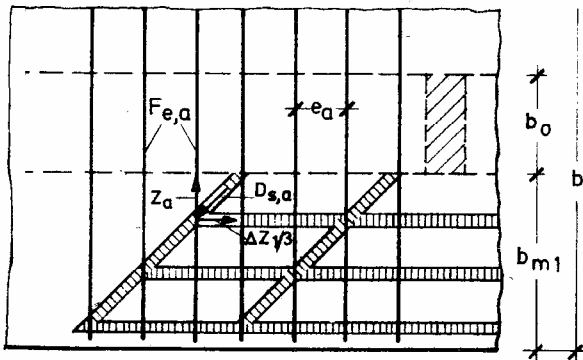


(Bemessungsquerkraft V_{Ed}) senkrecht zum Steg, die durch Bewehrung abgedeckt werden müssen.



b) Strebensystem im Zugflansch (Beispiel mit 3 Stäben)

Bild 2: Anschluss eines Zuggurtes nach [3] (Bezeichnungen sind alt)

Zur Berechnung und Bemessung dieser Kräfte sind nach DIN 1045-1 folgende Vereinfachungen erlaubt:

- Es darf eine abschnittsweise Betrachtung an einer Teillänge a_v des Trägers durchgeführt werden.
- Innerhalb dieser Abschnitte darf davon ausgegangen werden, dass die Längsschubkräfte näherungsweise konstant und das Biegemoment linear veränderlich sind. Damit die Näherung bei Trägern mit nicht linearem Momentenverlauf nicht zu grob wird, darf
- die Länge a_v höchstens halb so lang sein, wie der Abstand zwischen Momentenmaximum und Momentennullpunkt. Die gewählten Abschnitte dürfen nicht über die Querkraftsprünge wesentlicher Einzellasten hinwegreichen.

Die Nachweise für die Querkrafttragfähigkeit dürfen nach Abschnitt 10.3.4 geführt werden. Die Formeln ergeben sich mit

h_f = Gurthöhe und
 a_v = Abschnittslänge

wie folgt:

$$V_{Ed} = \Delta F_d$$

$$V_{Rd,c} = 2,4 \cdot 0,1 \cdot \eta_1 \cdot f_{ck}^{1/3} \cdot (1 - 1,2 \cdot \sigma_{cd} / f_{cd}) \cdot h_f \cdot a_v \quad \eta_1 = 1 \text{ für Normalbeton}$$

Bem: σ_{cd} bei Druck negativ einsetzen

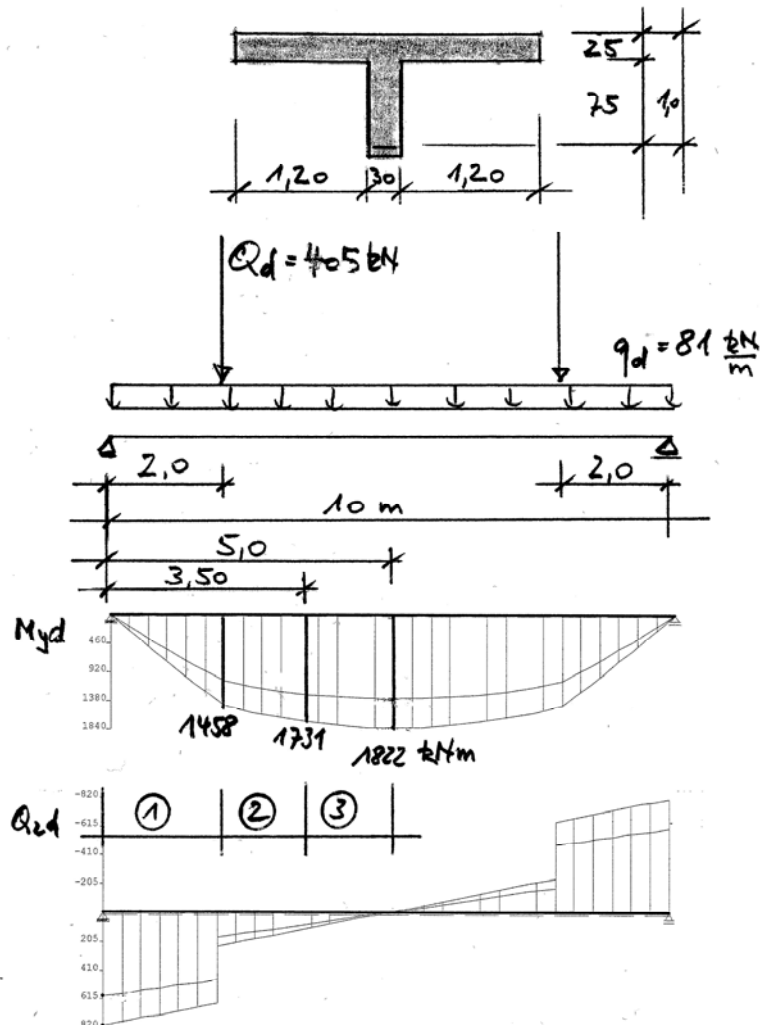
$$a_{Sf} = V_{Ed} / (f_{yd} \cdot a_v \cdot \cot\theta)$$

$$V_{Rd,max} = h_f \cdot a_v \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta) \quad \alpha_c = 0,75 \text{ für Normalbeton}$$

Der Neigungswinkel der Druckstreben kann vereinfachend mit $\cot\theta = 1,2$ (bzw. $1,0$ bei Zuggurten) angenommen werden oder nach 10.3.4 begrenzt werden. Sollte ein flacherer

Druckstrebenneigungswinkel gewählt werden, so ist darauf zu achten, dass die flacher geneigten Druckstreben auch geometrisch ins Modell passen.

3. Beispiel



C20/25

Wegen des Querkraftsprunges bei $x = 2 \text{ m}$ und dem halben Abstand zwischen Momentennullpunkt und Momentenmaximum müssen hier 3 Bereiche untersucht werden:

- Bereich 1: Zwischen $x = 0$ und $x = 2 \text{ m}$
- Bereich 2: Zwischen $x = 2$ und $x = 3,5 \text{ m}$
- Bereich 3: Zwischen $x = 3,5$ und $x = 5 \text{ m}$

Bereich 1: $a_v = 2,0 \text{ m}$; $M_{1yd} = 0 \text{ kNm}$; $M_{2yd} = 1458 \text{ kNm}$; $z = 7/8 \cdot 1,0 = 0,875 \text{ m}$

Für die Bemessungsquerkraft gilt genähert:

$$V_{Ed} = \Delta F_d = (1458 - 0)/0,875 \cdot 1,2/2,7 = 741 \text{ kN} \quad (= \text{Anteil der Betondruckkraft in } b_{\text{eff},1})$$

Druckstrebenneigung:

$$\cot \theta = 1,2 \text{ (vereinfacht)}$$

maximal zulässige Querkraft:

$$V_{Rd,max} = 0,25 \cdot 2,0 \cdot 0,75 \cdot 11,3 / (1,2 + 1 / 1,2) = 2,08 \text{ MN} > 0,741 \text{ MN}$$

Gurtbewehrung zum Anschluss (senkrecht zum Steg):

$$a_{sf} = 741 / (2,0 \cdot 43,5 \cdot 1,2) = 7,1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Diese Bewehrung kann auf Ober- und Unterseite des Gurtes verteilt werden.

Bereich 2 und **Bereich 3** werden im Prinzip analog bemessen. Wegen des flacheren Verlaufs der Momentenlinie in diesen Bereichen ergeben sich kleinere Bewehrungen.

4. Bewehrung aus Querbiegung

Ergeben sich zusätzliche Beanspruchungen aus Querbiegung der Gurte, so brauchen die Bewehrungen aus dem Anschluss des Gurtes und aus Querbiegung nicht addiert zu werden. Es muss jeweils die größere Bewehrung (entweder aus Querbiegung oder halber Anteil aus dem Gurtanschluss) eingelegt werden. Dies gilt weil durch die Biegedruckzone der Querbiegung der fehlende Teil der Anschlusszugkraft wieder ausgeglichen wird.

5. Literatur

- [1] DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 1 – 07/2001
Deutsches Institut für Normung e.V.
- [2] Heft 525 des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton:
Erläuterungen zu DIN 1045-1
Beuth Verlag GmbH
- [3] F. Leonhardt: Vorlesungen über Massivbau – Erster Teil
Springer Verlag