

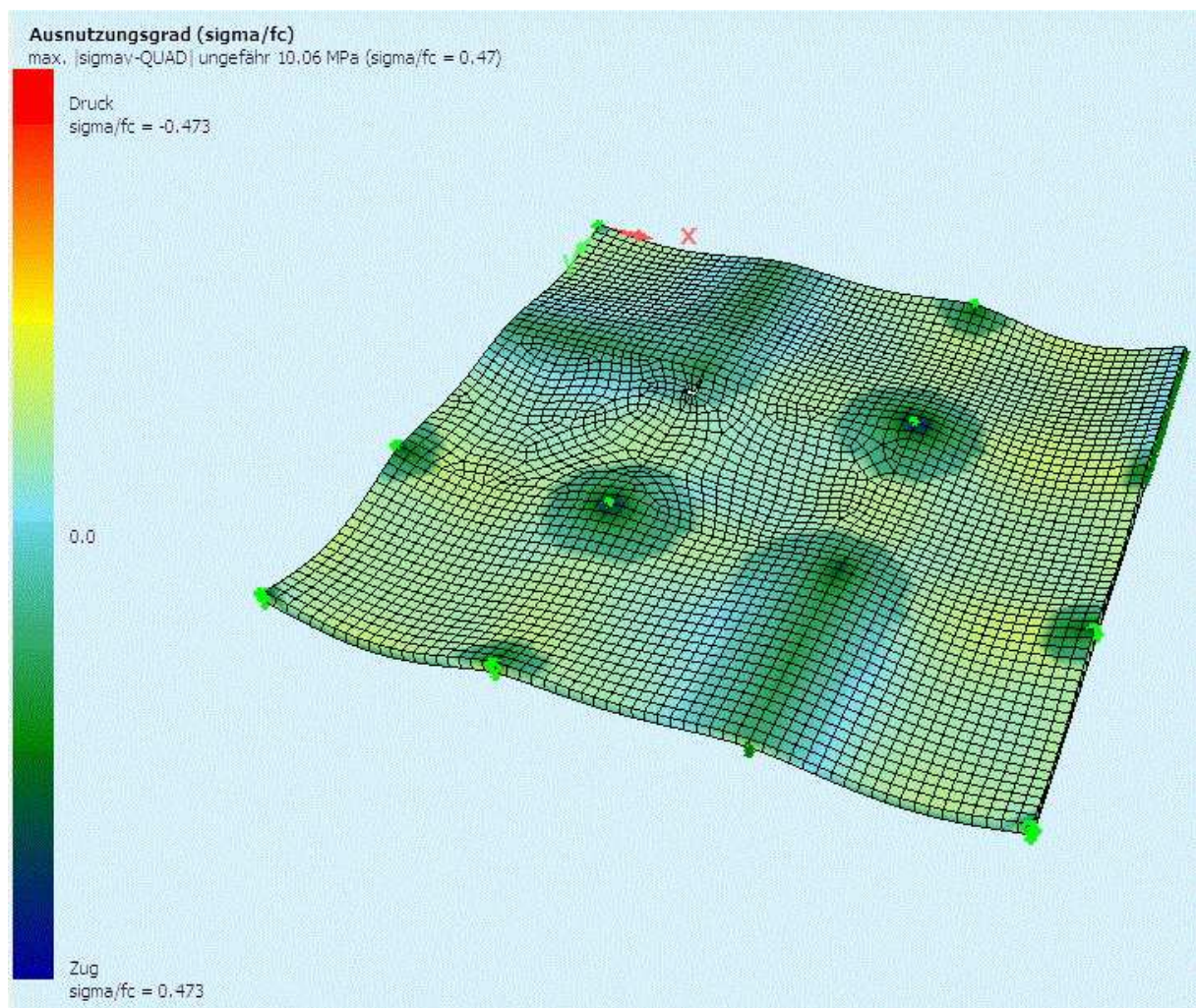
Normenbeispiel

Nachweise GZT gegen

Durchstanzen über

Wandenden und -Ecken

gemäß DIN1045-1 (06/2008)



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	3
2	System + Belastung	3
2.1	System	3
3	Nachweise Bruchzustand	5
3.1	Durchstanznachweis über Wandende, Strukturpunkt 9.....	5
3.1.1	Ergebnisse der Bemessung mit BEMESS.....	5
3.1.2	Handrechnung	5
3.1.3	Vergleich der Ergebnisse	15
3.1.4	CADINP Eingabe der Bemessungseinstellungen.....	16
3.2	Durchstanznachweis über einer Wandecke, Strukturpunkt 10	17
3.2.1	Ergebnisse der Bemessung mit BEMESS.....	17
3.2.2	Handrechnung	17
3.2.3	Vergleich der Ergebnisse	29
3.2.4	CADINP Eingabe der Bemessungseinstellungen.....	29
3.3	Durchstanznachweis über Wandende am Deckenrand, Strukturpunkt 11.....	30
3.3.1	Ergebnisse der Bemessung mit BEMESS.....	30
3.3.2	Handrechnung	30
3.3.3	Vergleich der Ergebnisse	32
3.3.4	CADINP Eingabe der Bemessungseinstellungen.....	32

1 Einführung

Nachfolgend werden die Durchstanznachweise (im Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT) gemäß DIN 1045-1 (Ausgabe 06/2008) am Beispiel einer punkt- und linienförmig gestützten Platte durchgeführt. Die durch das Programm berechneten Ergebnisse werden mittels einer Handrechnung überprüft. Die Nachweise werden an einzelnen Stellen mit vorgegebenen Bemessungsschnittgrößen durchgeführt.

2 System + Belastung

2.1 System

Untersucht wird eine Flachdecke mit Gesamtabmessung 15,00 x 15,00 m und einem Stützenraster von $L_s = 5,00$ m. Bereichsweise werden Wände angeordnet.

Für alle Berechnungen wird eine zwängungsfreie Lagerung angenommen.

Die Nachweise beschränken sich rein auf das Durchstanzen der Decke über den Wandenden (Punkte 9, 10 und 11). Die Ermittlung der Biegebewehrung erfolgt hier nicht. Ggf. für die Bemessung erforderliche Werte werden vom Programm übernommen und zur Weiterverarbeitung verwendet.

<u>Querschnittswerte:</u>	Plattendicke	$h = 22$ cm
	Stützenabmessungen	$b/h = 30/30$ cm
	Wanddicken	$h = 25$ cm
	Beton:	C 20/25
	Bewehrungsstahl:	BSt 500 S
	Abstand Betonkante bis Achse Bewehrung	3,7/5,1 cm
	bei Stäben $\varnothing 14$ mm => nom c = 3,0 cm	

Belastung:

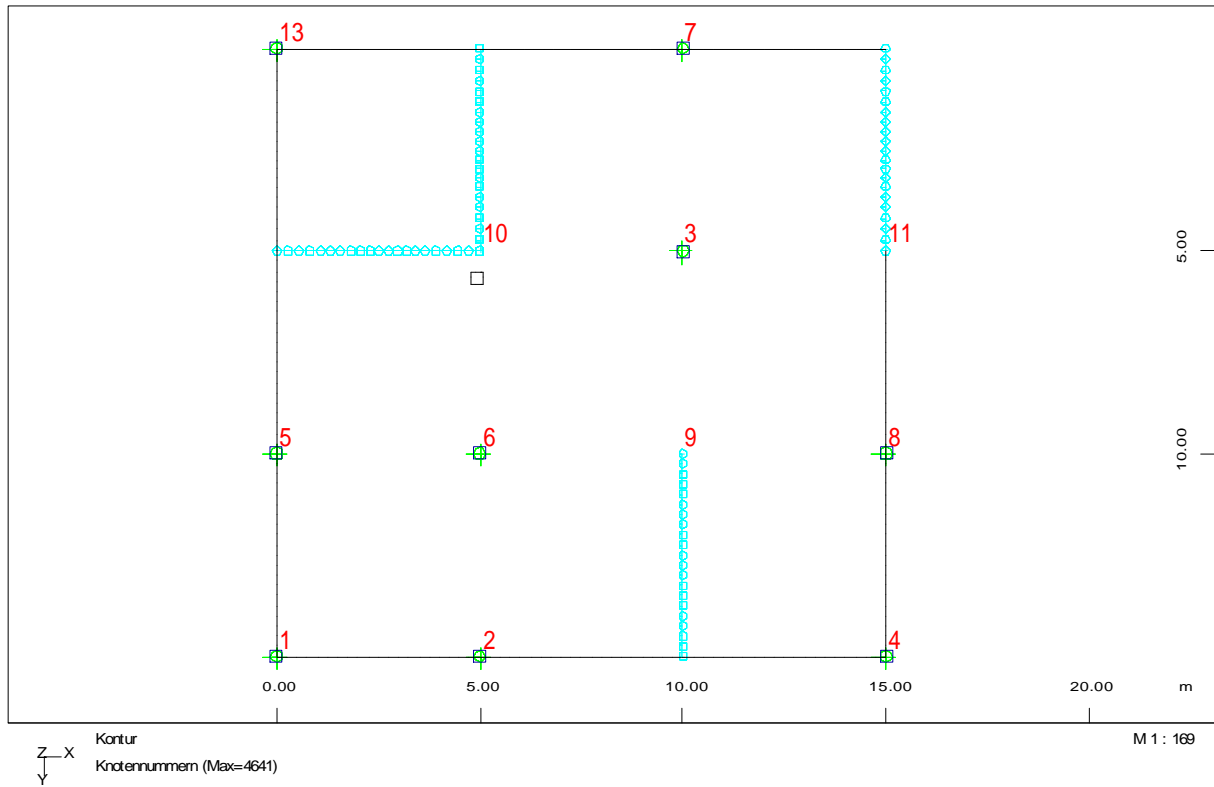
Eigenlast Platte	0,22*25	$g = 5,50$ kN/m ²
Eigenlast Aufbau		$\underline{g = 1,50}$ kN/m ²
Summe Eigenlasten		$\Sigma g = 7,00$ kN/m ²

Veränderliche Lasten		$q = 3,50$ kN/m ²
----------------------	--	------------------------------

Die Platte erhält eine Bewehrung aus Stabstahl $\varnothing 14$ mm.



Die Eingabe erfolgt sowohl auf numerischer Basis mit der CADINP Eingabesprache im TEDDY als auch graphisch über den SSD und Sofiplus.



3 Nachweise Bruchzustand

3.1 Durchstanznachweis über Wandende, Strukturpunkt 9

3.1.1 Ergebnisse der Bemessung mit BEMESS

Evtl. Unterschiede der Ergebnisse aus der Teddy-Datei und dem SSD-Projekt sind auf Vernetzungsunterschiede zurückzuführen!

```

Auflagerknoten Nummer =      9           X= 10.00 [m]           Y= 10.00 [m]
größte Querkraft  V-Ed= 244.1 [kN]       LF= 2102 aus QUAD Anschlusskräften
Integriert aus den verteilten Reaktionen auf eine Länge von 1.5*Wanddicke d.
Wandende           b= 0.375 [m]         d= 0.250 [m]
Plattendicke  h-platte= 0.220 [m]       depth 0.176 [m]
Nachweisschnitt  1.5*d= 0.264 [m]           ucrit= 1.579 [m]
(Schenkellänge s= 0.250 [m]   ucrit = 2*s + d + Halbkreis mit r= 0.264)
Biegebewehrung    fe>= 18.40 [cm2/m]   mue= 1.05 [o/o]   VRdct 146.2 [kN/m]
mue erforderlich zur Einhaltung von vRD,max nach DIN 1045-1 Gleichung 107!
v-Ed = 1.35*V/ucrit = 208.6 [kN/m]     > 146.2 [kN/m] =VRdct
1.35=pauschaler Exzentrizitätsbeiwert beta
Beta Wert an Wandenden/ecken nach DIN 1045-1 Stand 2008 Bild 44.
1. Nachweisschnitt der Schubbewehrung im Abstand 0.5d -> hierfür u= 0.823 [m]
erf.Schubbewehrung Ass= (V-Ed*ucrit/u-VRdc)*u/fyd/kappa-s (kappa-s=0.70)
erf.Schubbewehrung Ass= 6.87 [cm2]     ass= 63.31 [cm2/m2]
einzulegen in Schubzone 1 im Bereich bis Stützenkante + 0.154 [m]
2. Rundschnitt Ass= 3.71 [cm2]     ass= 22.99 [cm2/m2] bis 0.286 [m]
Ass= (V-Ed(u)-VRdc)*u*sw/d/fyd/kappa-s
3. Rundschnitt Ass= 2.25 [cm2]     ass= 10.48 [cm2/m2] bis 0.418 [m]
4. Rundschnitt Ass= 1.32 [cm2]     ass= 4.92 [cm2/m2] bis 0.550 [m]
5. Rundschnitt Ass= 1.59 [cm2]     ass= 4.92 [cm2/m2] bis 0.682 [m]
Mindestschubbewehrung min-ro war maßgebend [DIN 1045-1 10.5.5(5)]

```

3.1.2 Handrechnung

Für die Handrechnung wird zunächst die Größe der Einzugsfläche ermittelt. Dabei wird ein Durchlauffaktor für Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten berücksichtigt.

Wandende, Längen der Einzugsfläche

$$L_1/L_2 \approx 5,00/2,80 \text{ m} \quad \Rightarrow A = 14,00 \text{ m}^2$$

Durchlaufaktor für 3-Feldträger, Auflager A

$$f = 1,2$$

3.1.2.1 Bemessungsquerkraft über dem Wandende

$$V_{Ed} = (1,35 \cdot 7 + 1,5 \cdot 3,5) \cdot 1,2 \cdot 14,00 = 247 \text{ kN}$$

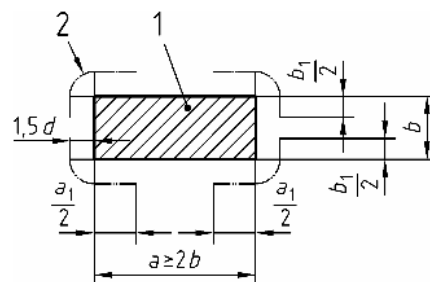
Der vom Programm ermittelte Wert beträgt

$$V_{Ed} = 244,1 \text{ kN}.$$

Die beiden Werte stimmen recht gut überein.

Der besseren Nachvollziehbarkeit wegen wird nun mit dem vom Programm ermittelten Wert weiter gerechnet.

3.1.2.2 Festlegung der Geometrie für die maßgebenden Rundschnitte anhand von Bild 38 der DIN 1045-1



Legende

- 1 Lasteinleitungsfläche A_{load}
 2 maßgebende Abschnitte des kritischen Rundschnitts

$$a_1 \leq \begin{cases} a \\ 5,6d - b_1 \end{cases} \quad b_1 \leq \begin{cases} b \\ 2,8d \end{cases}$$

Bild 38 — Maßgebende Abschnitte für den kritischen Rundschnitt bei ausgedehnten Auflagerflächen

Mittlere statische Höhe der Decke: $d_{Decke} = 22 - (3,7 + 5,1) / 2 = 17,6 \text{ cm}$

Länge der Wand: $a \geq 2,00 \text{ m}$

$$2b = 2 \cdot 25 = 50 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm} \quad (\text{Wandstärke})$$

$$5,6d - b_1 = 5,6 \cdot 17,6 - 25 = 73,56 \text{ cm}$$

$$2,8d = 2,8 \cdot 17,6 = 49,28 \text{ cm}$$

$$\underline{a_1 = 50 \text{ cm}}$$

$$\underline{b_1 = 25 \text{ cm}}$$

3.1.2.3 Aufzunehmende Querkraft im kritischen Rundschnitt

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / u_{crit}$$

mit $\beta = 1,35$ (Wandende)

mit $u_{crit} = 3 \cdot b_1 + 1,5 \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$

$$\Rightarrow u_{crit} = 3 \cdot 0,25 + 1,5 \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 1,579 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed} = 1,35 \cdot 244,1 / 1,579 = 208,7 \text{ kN / m}$$

3.1.2.4 Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung

$$v_{Rd,ct} = [(0,21 / \gamma_c) \cdot \eta_1 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot d$$

mit $\eta_1 = 1,0$ (Normalbeton)

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \Rightarrow \kappa = 2,0 \quad (\text{statische Höhe} \leq 200 \text{ mm})$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq \begin{cases} 0,5 \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5 / (500 / 1,15) = 0,0163 \\ 0,02 \end{cases}$$

Der maximal anzusetzende Bewehrungsgrad beträgt 1,63%. Dieser Wert wird zunächst für die Ermittlung von $v_{Rd,ct}$ angesetzt.

$$f_{ck} = 25 \text{ MN / m}^2$$

$$\sigma_{cd} = 0$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct} = [(0,21 / 1,5) \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0163 \cdot 25)^{1/3} - 0,12 \cdot 0] \cdot 0,176 \cdot 1000$$

$$v_{Rd,ct} = 169,6 \text{ kN / m}$$

3.1.2.5 Nachweis im kritischen Rundschnitt (nicht erfüllt)

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,ct} \Rightarrow 208,7 \not\leq 169,6$$

\Rightarrow Hier ist eine Durchstanzbewehrung erforderlich!

3.1.2.6 Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung mit der vorhandenen Biegebewehrung

Da der Nachweis ohne Schubbewehrung im kritischen Rundschnitt mit der maximal erlaubten Biegebewehrung nicht erfüllt wird, errechnet BEMESS die Querkrafttragfähigkeit mit der aus der Biegebemessung resultierenden Biegebewehrung.

Diese wiederum wird so weit erhöht, bis $v_{Rd,max}$ für die Querkraftaufnahme ausreicht. Darüber hinaus wird der Bewehrungsgrad noch weiter erhöht, um ggf. die Anzahl der Nachweisschnitte mit Durchstanzbewehrung zu begrenzen.

$$v_{Rd,ct} = [(0,21/\gamma_c) \cdot \eta_1 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot d$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq \frac{18,4}{100 \cdot 17,6} = 0,01045 \quad (\text{Ermittlung } A_s \text{ siehe oben})$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct} = [(0,21/1,5) \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,01045 \cdot 25)^{1/3} - 0,12 \cdot 0] \cdot 0,176 \cdot 1000$$

$$v_{Rd,ct} = 146,2 \text{ kN / m}$$

3.1.2.7 Querkrafttragfähigkeit mit Durchstanzbewehrung bei Erreichen der Druckstrebenfestigkeit

Die maximal aufnehmbare Querkraft bei Erreichen der Druckstrebenfestigkeit wird beim Durchstanzen begrenzt auf

$$v_{Rd,max} = 1,5 \cdot v_{Rd,ct} = 1,5 \cdot 146,2 = 219,3 \text{ kN / m}$$

3.1.2.8 Nachweis im kritischen Rundschnitt unter Mitwirkung von Schubbewehrung

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} \Rightarrow 208,7 \leq 219,3$$

=> Die vorhandene Querkrafttragfähigkeit ist generell ausreichend. Es ist aber eine Schubbewehrung anzuordnen.

3.1.2.9 Ermittlung der Schubbewehrung im 1. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

Im 1. Schubbemessungsschnitt im Abstand $0,5 \cdot d$ vom Auflagerstand wird eine Schubbewehrung aus senkrechten Bügeln angeordnet.

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,1} \cdot f_{yd}}{u_1} \Rightarrow A_{sw} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_1}{\kappa_s \cdot f_{yd}}$$

$$\text{mit } u_1 = 3 \cdot b_1 + 0,5 \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$$

$$\Rightarrow u_1 = 3 \cdot 0,25 + 0,5 \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 1,03 \text{ m} \quad (\text{BEMESS errechnet sich}$$

die Länge des Bemessungsschnittes über

viele kuchenstückförmige Sektoren, wobei der Mittelpunkt nicht an der Wandkante liegt. Wenn in einem dieser Sektoren eine Öffnung liegt, wird dieser nicht berücksichtigt. Daher ist hier eine geringe Abweichung vorhanden, die jedoch auf der sicheren Seite liegt.

$$\text{mit } \kappa_s = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{d - 400}{400} \begin{cases} \geq 0,7 \\ \leq 1,0 \end{cases}$$

$$\kappa_s = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{176 - 400}{400} = 0,532 \Rightarrow \kappa_s = 0,7$$

$$\text{mit } f_{yd} = 50 / 1,15 = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

$$\text{mit } v_{Rd, sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{1,03} = 319,9 \text{ kN / m}$$

$$\text{mit } = v_{Rd, c} = v_{Rd, ct} = 146,2 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow A_{sw,1} = \frac{(319,9 - 146,2) \cdot 1,03}{0,7 \cdot 43,48} = 5,88 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 1. Bemessungsschnitt:

$$\rho_{w,1} = \frac{A_{sw,1}}{s_w \cdot u_1} \geq \min \rho_w$$

$$\text{mit } \min \rho_w = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,00083 = 0,000498 \quad [\text{DIN 1045-1, Abschnitte 10.5.5 (5), 13.2.3 (5), 13.3.3 (2)}]$$

$$\Rightarrow \rho_{w,1} = \frac{5,88}{0,75 \cdot 17,6 \cdot 103} = 0,0043 \geq \min \rho_w = 0,000498$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird eingehalten.

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 1. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,1,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

$$\text{mit } v_{Ed,1,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{1,a}}$$

$$\text{mit } u_{1,a} = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$$

$$\Rightarrow u_{1,a} = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 1,86 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,1,a} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{1,86} = 177,2 \text{ kN / m}$$

mit $v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$

mit $\kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$

mit $l_w = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 17,6 = 8,8 \text{ cm}$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 8,8 / (3,5 \cdot 17,6) = 0,959$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,959 \cdot 146,2 = 140,2 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow 177,2 \text{ kN / m} \not\leq 140,2 \text{ kN / m}$$

\Rightarrow Nachweis nicht erfüllt. Es ist der Nachweis für einen 2. Bemessungsschnitt mit Schubbewehrung zu führen.

3.1.2.10 Ermittlung der Schubbewehrung im 2. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

Im 2. Schubbemessungsschnitt im Abstand $(0,5+0,75) \cdot d$ vom Stützenrand wird ebenfalls eine senkrechte Schubbewehrung aus Bügeln angeordnet.

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,2} \cdot f_{yd} \cdot d}{u_2 \cdot s_w} \Rightarrow A_{sw,2} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_2 \cdot s_w}{\kappa_s \cdot f_{yd} \cdot d}$$

mit $u_2 = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 0,75) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$

$$\Rightarrow u_2 = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 0,75) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 1,44 \text{ m}$$

mit $s_w = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 0,176 = 0,132 \text{ m}$

mit $\kappa_s = 0,7$

mit $f_{yd} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$

mit $v_{Rd,sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_2} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{1,44} = 228,8 \text{ kN / m}$

mit $= v_{Rd,c} = v_{Rd,ct} = 146,2 \text{ kN / m}$

$$\Rightarrow A_{sw,2} = \frac{(228,8 - 146,2) \cdot 1,44 \cdot 0,132}{0,7 \cdot 43,48 \cdot 0,176} = 2,93 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 2. Bemessungsschnitt:

$$\rho_{w,2} = \frac{A_{sw,2}}{s_w \cdot u_2} \geq \min \rho_w$$

$$\text{mit } \min \rho_w = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,00083 = 0,000498$$

$$\Rightarrow \rho_{w,2} = \frac{2,93}{0,75 \cdot 17,6 \cdot 144} = 0,00154 \geq \min \rho_w = 0,000498$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird eingehalten.

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 2. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,2,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

$$\text{mit } v_{Ed,2,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{2,a}}$$

$$\text{mit } u_{2,a} = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$$

$$\Rightarrow u_{2,a} = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 2,27 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,2,a} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{2,27} = 145,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{mit } v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$$

$$\text{mit } \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$$

$$\text{mit } l_w = (0,5 + 0,75) \cdot d = (0,5 + 0,75) \cdot 17,6 = 22 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 22 / (3,5 \cdot 17,6) = 0,896$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,896 \cdot 146,2 = 131 \text{ kN/m}$$

$$\Rightarrow 145,2 \text{ kN/m} \not\leq 131 \text{ kN/m}$$

\Rightarrow Nachweis nicht erfüllt. Es ist der Nachweis für einen 3. Bemessungsschnitt mit Schubbewehrung zu führen.

3.1.2.11 Ermittlung der Schubbewehrung im 3. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

3. Schubbemessungsschnitt im Abstand $(0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d$ vom Stützenrand:

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,3} \cdot f_{yd} \cdot d}{u_3 \cdot s_w} \Rightarrow A_{sw,3} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_3 \cdot s_w}{\kappa_s \cdot f_{yd} \cdot d}$$

$$\text{mit } u_3 = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$$

$$\Rightarrow u_3 = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 1,86 \text{ m}$$

$$\text{mit } s_w = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 0,176 = 0,132 \text{ m}$$

$$\text{mit } \kappa_s = 0,7$$

$$\text{mit } f_{yd} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

$$\text{mit } v_{Rd, sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_3} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{1,86} = 177,2 \text{ kN / m}$$

$$\text{mit } = v_{Rd, c} = v_{Rd, ct} = 146,2 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow A_{sw,3} = \frac{(177,2 - 146,2) \cdot 1,86 \cdot 0,132}{0,7 \cdot 43,48 \cdot 0,176} = 1,42 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 3. Bemessungsschnitt:

$$\rho_{w,3} = \frac{A_{sw,3}}{s_w \cdot u_3} \geq \min \rho_w$$

$$\text{mit } \min \rho_w = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,00083 = 0,000498$$

$$\Rightarrow \rho_{w,3} = \frac{1,42}{0,75 \cdot 17,6 \cdot 186} = 0,00058 \geq \min \rho_w = 0,000498$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird eingehalten.

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 3. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,3,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

$$\text{mit } v_{Ed,3,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{3,a}}$$

$$\text{mit } u_{3,a} = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$$

$$\Rightarrow u_{3,a} = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 2,68 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,3,a} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{2,68} = 123 \text{ kN / m}$$

$$\text{mit } v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$$

$$\text{mit } \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$$

$$\text{mit } l_w = (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d = (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot 17,6 = 35,2 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 35,2 / (3,5 \cdot 17,6) \geq 0,835$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,835 \cdot 146,2 = 122,1 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\Rightarrow 123 \text{ kN} / \text{m} \not\leq 122,1 \text{ kN} / \text{m}$$

\Rightarrow Nachweis nicht erfüllt. Es ist der Nachweis für einen 4. Bemessungsschnitt mit Schubbewehrung zu führen.

3.1.2.12 Ermittlung der Schubbewehrung im 4. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

4. Schubbemessungsschnitt im Abstand $(0,5+3 \cdot 0,75) \cdot d$ vom Stützenrand:

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,4} \cdot f_{yd} \cdot d}{u_4 \cdot s_w} \Rightarrow A_{sw,4} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_4 \cdot s_w}{\kappa_s \cdot f_{yd} \cdot d}$$

mit $u_4 = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$

$$\Rightarrow u_4 = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 2,27 \text{ m}$$

mit $s_w = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 0,176 = 0,132 \text{ m}$

mit $\kappa_s = 0,7$

mit $f_{yd} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$

mit $v_{Rd,sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_4} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{2,27} = 145,2 \text{ kN / m}$

mit $v_{Rd,c} = v_{Rd,ct} = 146,2 \text{ kN / m}$

$$\Rightarrow A_{sw,4} = \frac{(145,2 - 146,2) \cdot 2,27 \cdot 0,132}{0,7 \cdot 43,48 \cdot 0,176} = -0,06 \text{ cm}^2 \quad (\text{rechnerisch keine Schubbewehrung mehr erforderlich!})$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 4. Bemessungsschnitt:

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird hier maßgebend.

$$\Rightarrow A_{sw,4} = \min \rho_w \cdot s_w \cdot u_4 = 0,000498 \cdot 0,75 \cdot 17,6 \cdot 2,27 = 1,49 \text{ cm}^2$$

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 4. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,4,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

mit $v_{Ed,4,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{4,a}}$

mit $u_{4,a} = 3 \cdot b_1 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14$

$$\Rightarrow u_{4,a} = 3 \cdot 0,25 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 = 3,10 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,4,a} = 1,35 \cdot \frac{244,1}{3,10} = 106,3 \text{ kN / m}$$

mit $v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$

$$\text{mit } \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$$

$$\text{mit } l_w = (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot d = (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot 17,6 = 48,4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 48,4 / (3,5 \cdot 17,6) \geq 0,772$$


$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,772 \cdot 146,2 = 112,9 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow 106,3 \text{ kN / m} \leq 112,9 \text{ kN / m}$$

\Rightarrow Nachweis erfüllt!

BEMESS muss aufgrund der etwas ungünstigeren Rundschnittlängen noch einen 5. Bemessungsschnitt betrachten.

3.1.3 Vergleich der Ergebnisse

	Vergleich der Ergebnisse	
	BEMESS	Handrechnung
Aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$	146,2 kN/m	146,2 kN/m
kritischer Rundschnitt	1,579 m	1,579 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	208,6 kN/m	208,7 kN/m
1. Bemessungsschnitt	0,823 m	1,03 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	319,9 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	6,87 cm ²	5,88 cm ²
2. Bemessungsschnitt	-	1,44 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	228,8 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	3,71 cm ²	2,93 cm ²
3. Bemessungsschnitt	-	1,86 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	177,2 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	2,25 cm ²	1,42 cm ²
4. Bemessungsschnitt	-	2,27 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	145,2 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	1,32 cm ²	1,49 cm ²
5. Bemessungsschnitt	-	-
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	-
Schubbewehrung A_{ss}	1,59 cm ²	-

Die geringen Abweichungen entstehen, wie bereits im Abschnitt 3.1.2.9 erwähnt, dadurch, dass BEMESS die Länge des Bemessungsschnittes über viele kuchenstückförmige Sektoren ermittelt, wobei der Mittelpunkt nicht an der Wandkante liegt. Daher sind immer geringe Abweichungen vorhanden.

Durch diese Methode können vorhandene Öffnungen einfacher erfasst werden. Ist in einem dieser Sektoren eine Öffnung vorhanden, bleibt dieser Sektor bei der Ermittlung des Umfangs unberücksichtigt.

3.1.4 CADINP Eingabe der Bemessungseinstellungen

```
+PROG BEMESS urs:4 $ Bemessungsparameter
KOPF Normenbeispiel Durchstanzen an Wandenden
GEOM HO 37 DHO 14 HU 37 DHU 14
RICH OBEN 0 UNTE 0
PARA DO 14
ENDE

+PROG BEMESS urs:12.1 $ Bemessung GZT - Flächenelemente
KOPF Normenbeispiel Durchstanzen an Wandenden
ECHO dust extr $ umfangreiche Textlistenausgabe
STEU LFB 1 $ Nummer der Bewehrungsverteilung
STEU RO_V 0.2 $ Maximaler Längsbewehrungsgrad für Schub im Plattenbereich
DUST JA RO_V 2
LF DESI
ENDE
```


3.2 Durchstanznachweis über einer Wandecke, Strukturpunkt 10

3.2.1 Ergebnisse der Bemessung mit BEMESS

Evtl. Unterschiede der Ergebnisse aus der Teddy-Datei und dem SSD-Projekt sind auf Vernetzungsunterschiede zurückzuführen!

```

Auflagerknoten Nummer =    10                X= 5.000 [m]                Y= 5.000 [m]
größte Querkraft V-Ed= 139.2 [kN]          LF= 2104 aus QUAD Anschlusskräften
Integriert aus den verteilten Reaktionen auf eine Länge von 2*0.246 [m]
Wandeck                a= 0.246 [m]
Plattendicke h-platte= 0.220 [m]            depth 0.176 [m]
Nachweisschnitt 1.5*d= 0.264 [m]                ucrit= 0.722 [m]
    (Schenkellänge s= 0.246 [m]    ucrit = 2*s + Viertelkreis mit r= 0.264)
Biegebewehrung        fe>= 27.25 [cm2/m]    mue= 1.55 [o/o]    VRdct 166.7 [kN/m]
mue erforderlich zur Einhaltung von vRD,max nach DIN 1045-1 Gleichung 107!
v-Ed = 1.20*V/ucrit = 231.3 [kN/m]        > 166.7 [kN/m] =VRdct
Durchstanznachweise (DIN1045-1 2008)
    1.20=pauschaler Exzentrizitätsbeiwert beta
Beta Wert an Wandenden/ecken nach DIN 1045-1 Stand 2008 Bild 44.
1. Nachweisschnitt der Schubbewehrung im Abstand 0.5d -> hierfür u= 0.330 [m]
erf.Schubbewehrung Ass= (V-Ed*ucrit/u-VRdc)*u/fyd/kappa-s (kappa-s=0.70)
erf.Schubbewehrung Ass= 3.68 [cm2]    ass= 84.38 [cm2/m2]
    einzulegen in Schubzone 1 im Bereich bis Stützenkante + 0.154 [m]
2. Rundschnitt Ass= 2.03 [cm2]    ass= 30.20 [cm2/m2] bis 0.286 [m]
    Ass= (V-Ed(u)-VRdc)*u*sw/d/fyd/kappa-s
3. Rundschnitt Ass= 1.31 [cm2]    ass= 14.59 [cm2/m2] bis 0.418 [m]
4. Rundschnitt Ass= 0.92 [cm2]    ass= 8.21 [cm2/m2] bis 0.550 [m]
5. Rundschnitt Ass= 0.66 [cm2]    ass= 4.92 [cm2/m2] bis 0.682 [m]
6. Rundschnitt Ass= 0.77 [cm2]    ass= 4.92 [cm2/m2] bis 0.814 [m]
Mindestschubbewehrung min-ro war maßgebend [DIN 1045-1 10.5.5(5)]

```

3.2.2 Handrechnung

Für die Handrechnung wird zunächst die Größe der Einzugsfläche ermittelt. Dabei wird ein Erhöhungsfaktor aufgrund der Einspannwirkung durch die Wandschenkel berücksichtigt.

Wandecke, Längen der Einzugsfläche

$$L_1/L_2 \approx 2,80/2,80 \text{ m} \quad \Rightarrow A = 7,84 \text{ m}^2$$

Faktor für Einspannung durch beide Wandschenkel

$$f = 1,1*1,1 = 1,21$$

3.2.2.1 Bemessungsquerkraft über der Wanddecke

$$V_{Ed} = (1,35 \cdot 7 + 1,5 \cdot 3,5) \cdot 1,21 \cdot 7,84 = 139,5 \text{ kN}$$

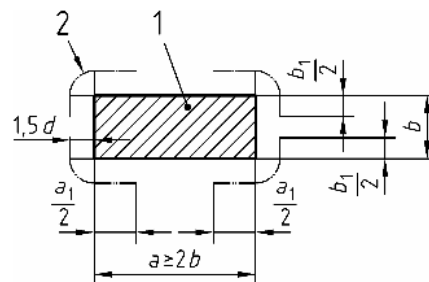
Der vom Programm ermittelte Wert beträgt

$$V_{Ed} = 139,2 \text{ kN} .$$

In diesem Fall stimmen die beiden Werte recht gut überein.

Der besseren Nachvollziehbarkeit wegen wird nun mit dem vom Programm ermittelten Wert weiter gerechnet.

3.2.2.2 Festlegung der Geometrie für die maßgebenden Rundschnitte anhand von Bild 38 der DIN 1045-1



Legende

- 1 Lasteinleitungsfläche A_{load}
- 2 maßgebende Abschnitte des kritischen Rundschnitts

$$a_1 \leq \begin{cases} a \\ 2b \\ 5,6d - b_1 \end{cases} \quad b_1 \leq \begin{cases} b \\ 2,8d \end{cases}$$

Bild 38 — Maßgebende Abschnitte für den kritischen Rundschnitt bei ausgedehnten Auflagerflächen

Mittlere statische Höhe der Decke: $d_{Decke} = 22 - (3,7 + 5,1) / 2 = 17,6 \text{ cm}$

Abmessungen der Wände $a \geq 2,00 \text{ m}$

$$b \geq 2,00 \text{ m}$$

$$2b = 2 \cdot 200 = 400 \text{ cm}$$

$$b \geq 2,00 \text{ m}$$

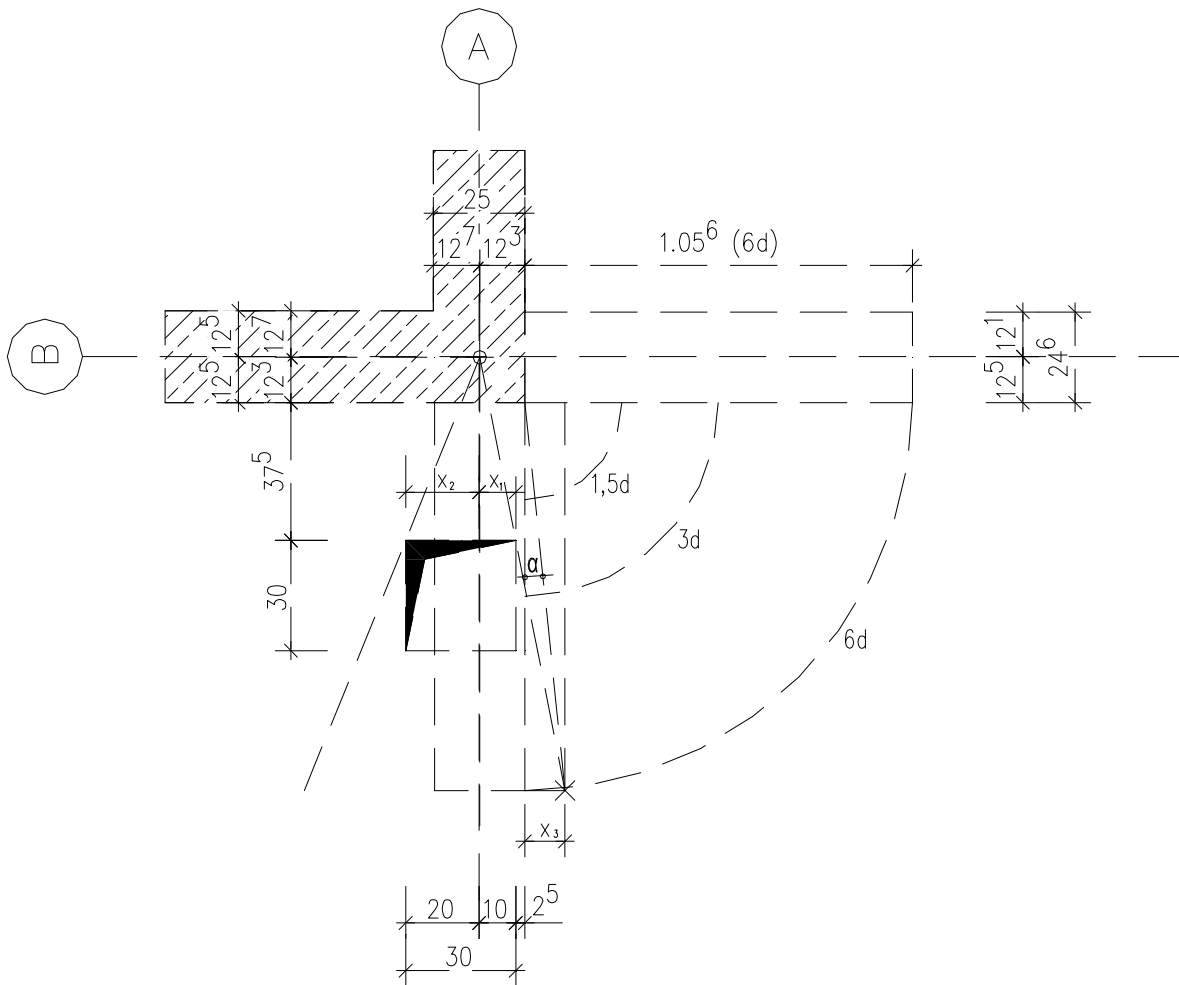
$$5,6d - b_1 = 5,6 \cdot 17,6 - 49,28 = 49,28 \text{ cm}$$

$$2,8d = 2,8 \cdot 17,6 = 49,28 \text{ cm}$$

$$\underline{a_1 = 49,28 \text{ cm}}$$

$$\underline{b_1 = 49,28 \text{ cm}}$$

3.2.2.3 Aufzunehmende Querkraft im kritischen Rundschnitt



$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / u_{crit}$$

mit $\beta = 1,2$ (Wanddecke)

mit $u_{crit} = b_1 / 2 + 1,5 \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1 + 0,1232 - x_2$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + 1,5 \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + 1,5 \cdot d}{49,82 / 9,82} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + 1,5 \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 7,63 \text{ cm}$$

$$\frac{49,32}{20,18} = \frac{12,32 + 1,5 \cdot d}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + 1,5 \cdot d}{49,32 / 20,18} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + 1,5 \cdot 17,6}{49,32 / 20,18} = 15,68 \text{ cm}$$

$\Rightarrow x_2 = 12,32 \text{ cm}$ (darf nicht größer werden als $a_1/4 = 12,32 \text{ cm}$)

$\Rightarrow u_{crit} = 0,2464 + 1,5 \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,0763 = 0,708 \text{ m}$

$\Rightarrow v_{Ed} = 1,2 \cdot 139,2 / 0,708 = 235,9 \text{ kN / m}$

3.2.2.4 Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung

$$v_{Rd,ct} = [(0,21/\gamma_c) \cdot \eta_1 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot d$$

mit $\eta_1 = 1,0$ (Normalbeton)

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad \Rightarrow \quad \kappa = 2,0 \quad (\text{statische Höhe} \leq 200 \text{ mm})$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq \begin{cases} 0,5 \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5 / (500 / 1,15) = 0,0163 \\ 0,02 \end{cases}$$

Der maximal anzusetzende Bewehrungsgrad beträgt 1,63%. Dieser Wert wird zunächst für die Ermittlung von $v_{Rd,ct}$ angesetzt.

$$f_{ck} = 25 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{cd} = 0$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct} = [(0,21/1,5) \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0163 \cdot 25)^{1/3} - 0,12 \cdot 0] \cdot 0,176 \cdot 1000$$

$$v_{Rd,ct} = 169,6 \text{ kN} / \text{m}$$

3.2.2.5 Nachweis im kritischen Rundschnitt (nicht erfüllt)

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,ct} \quad \Rightarrow \quad 235,9 \not\leq 169,6$$

=> Hier ist eine Durchstanzbewehrung erforderlich!

3.2.2.6 Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung mit der vorhandenen Biegebewehrung

Da der Nachweis ohne Schubbewehrung im kritischen Rundschnitt mit der maximal erlaubten Biegebewehrung nicht erfüllt wird, errechnet BEMESS die Querkrafttragfähigkeit mit der aus der Biegebemessung resultierenden Biegebewehrung

Diese wiederum wird so weit erhöht, bis $v_{Rd,max}$ für die Querkraftaufnahme ausreicht.

Darüber hinaus wird der Bewehrungsgrad noch weiter erhöht, um ggf. die Anzahl der Nachweisschnitte mit Durchstanzbewehrung zu begrenzen.

$$v_{Rd,ct} = [(0,21/\gamma_c) \cdot \eta_1 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot d$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq \frac{27,25}{100 \cdot 17,6} = 0,0155 \quad (\text{Ermittlung } A_s \text{ siehe oben})$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct} = [(0,21/1,5) \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0155 \cdot 25)^{1/3} - 0,12 \cdot 0] \cdot 0,176 \cdot 1000$$

$$v_{Rd,ct} = 166,8 \text{ kN / m}$$

3.2.2.7 Querkrafttragfähigkeit mit Durchstanzbewehrung bei Erreichen der Druckstrebenfestigkeit

Die maximal aufnehmbare Querkraft bei Erreichen der Druckstrebenfestigkeit wird beim Durchstanzen begrenzt auf

$$v_{Rd,max} = 1,5 \cdot v_{Rd,ct} = 1,5 \cdot 166,8 = 250,2 \text{ kN / m}$$

3.2.2.8 Nachweis im kritischen Rundschnitt unter Mitwirkung von Schubbewehrung

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} \Rightarrow 235,9 \leq 250,2$$

=> Die vorhandene Querkrafttragfähigkeit ist generell ausreichend. Es ist aber eine Schubbewehrung anzuordnen.

3.2.2.9 Ermittlung der Schubbewehrung im 1. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

Im 1. Schubbemessungsschnitt im Abstand $0,5 \cdot d$ vom Auflagerrand wird eine Schubbewehrung aus senkrechten Bügeln angeordnet.

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,1} \cdot f_{yd}}{u_1} \Rightarrow A_{sw} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_1}{\kappa_s \cdot f_{yd}}$$

$$\text{mit } u_1 = b_1 / 2 + 0,5 \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1 + 0,1232 - x_2$$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + 0,5 \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + 0,5 \cdot d}{49,82 / 9,82} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + 0,5 \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 4,16 \text{ cm}$$

$$\frac{49,82}{20,18} = \frac{12,32 + 0,5 \cdot d}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + 0,5 \cdot d}{49,82 / 20,18} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + 0,5 \cdot 17,6}{49,82 / 20,18} = 8,55 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow u_1 = 0,2464 + 0,5 \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,0416 + 0,1232 - 0,0855 = 0,504 \text{ m}$$

$$\text{mit } \kappa_s = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{d - 400}{400} \begin{cases} \geq 0,7 \\ \leq 1,0 \end{cases}$$

$$\kappa_s = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{176 - 400}{400} = 0,532 \Rightarrow \kappa_s = 0,7$$

mit $f_{yd} = 50 / 1,15 = 43,48 \text{ kN} / \text{cm}^2$

mit $v_{Rd,sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{0,504} = 331,4 \text{ kN} / \text{m}$

mit $= v_{Rd,c} = v_{Rd,ct} = 166,8 \text{ kN} / \text{m}$

$$\Rightarrow A_{sw,1} = \frac{(331,4 - 166,8) \cdot 0,504}{0,7 \cdot 43,48} = 2,73 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 1. Bemessungsschnitt:

$$\rho_{w,1} = \frac{A_{sw,1}}{s_w \cdot u_1} \geq \min \rho_w$$

mit $\min \rho_w = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,00083 = 0,000498$

$$\Rightarrow \rho_{w,1} = \frac{2,73}{0,75 \cdot 17,6 \cdot 50,4} = 0,0041 \geq \min \rho_w = 0,000498$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird eingehalten.

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 1. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,1,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

mit $v_{Ed,1,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{1,a}}$

mit $u_{1a} = b_1 / 2 + (0,5 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1 + 0,1232 - x_2$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 1,5) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 1,5) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 1,5) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 9,37 \text{ cm}$$

$$\frac{49,82}{20,18} = \frac{12,32 + (0,5 + 1,5) \cdot d}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + (0,5 + 1,5) \cdot d}{49,82 / 20,18}$$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + (0,5 + 1,5) \cdot 17,6}{49,82 / 20,18} = 19,25 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow x_2 = 12,32 \text{ cm} \quad (\text{darf nicht größer werden als } a_1/4 = 12,32 \text{ cm})$$

$$\Rightarrow u_{1a} = 0,2464 + (0,5 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,0937 + 0 = 0,829 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,1,a} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{0,829} = 201,5 \text{ kN} / \text{m}$$

mit $v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$

mit $\kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$

mit $l_w = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 17,6 = 8,8 \text{ cm}$

$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 8,8 / (3,5 \cdot 17,6) = 0,959$

$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,959 \cdot 166,8 = 160 \text{ kN / m}$

$\Rightarrow 201,5 \text{ kN / m} \not\leq 160 \text{ kN / m}$

\Rightarrow Nachweis nicht erfüllt. Es ist der Nachweis für einen 2. Bemessungsschnitt mit Schubbewehrung zu führen.

3.2.2.10 Ermittlung der Schubbewehrung im 2. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

Im 2. Schubbemessungsschnitt im Abstand $(0,5+0,75) \cdot d$ vom Stützenrand wird ebenfalls eine senkrechte Schubbewehrung aus Bügeln angeordnet.

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,2} \cdot f_{yd} \cdot d}{u_2 \cdot s_w} \Rightarrow A_{sw,2} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_2 \cdot s_w}{\kappa_s \cdot f_{yd} \cdot d}$$

mit $u_2 = b_1 / 2 + (0,5 + 0,75) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1 + 0,1232 - x_2$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 6,77 \text{ cm}$$

$$\frac{49,82}{20,18} = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75) \cdot d}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75) \cdot d}{49,82 / 20,18}$$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75) \cdot 17,6}{49,82 / 20,18} = 13,90 \text{ cm}$$

$\Rightarrow x_2 = 12,32 \text{ cm}$ (darf nicht größer werden als $a_1/4 = 12,32 \text{ cm}$)

$\Rightarrow u_2 = 0,2464 + (0,5 + 0,75) \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,0677 + 0 = 0,647 \text{ m}$

mit $s_w = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 0,176 = 0,132 \text{ m}$

mit $\kappa_s = 0,7$

mit $f_{yd} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$

mit $v_{Rd,sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_2} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{0,647} = 258,2 \text{ kN / m}$

$$\text{mit } v_{Rd,c} = v_{Rd,ct} = 166,8 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow A_{sw,2} = \frac{(258,2 - 166,8) \cdot 0,647 \cdot 0,132}{0,7 \cdot 43,48 \cdot 0,176} = 1,46 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 2. Bemessungsschnitt:

$$\rho_{w,2} = \frac{A_{sw,2}}{s_w \cdot u_2} \geq \min \rho_w$$

$$\text{mit } \min \rho_w = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,00083 = 0,000498$$

$$\Rightarrow \rho_{w,2} = \frac{1,46}{0,75 \cdot 17,6 \cdot 64,7} = 0,00171 \geq \min \rho_w = 0,000498$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird eingehalten.

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 2. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,2,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

$$\text{mit } v_{Ed,2,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{2,a}}$$

$$\text{mit } u_{2a} = b_1 / 2 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1 + 0,1232 - x_2$$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 11,968 \text{ cm}$$

$$\frac{49,82}{20,18} = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot d}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot d}{49,82 / 20,18}$$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{12,32 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot 17,6}{49,82 / 20,18} = 24,595 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow x_2 = 12,32 \text{ cm} \quad (\text{darf nicht größer werden als } a_1/4 = 12,32 \text{ cm})$$

$$\Rightarrow u_{2a} = 0,2464 + (0,5 + 0,75 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,11968 + 0 = 1,01 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,2,a} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{1,01} = 165,4 \text{ kN / m}$$

$$\text{mit } v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$$

$$\text{mit } \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$$

$$\text{mit } l_w = (0,5 + 0,75) \cdot d = (0,5 + 0,75) \cdot 17,6 = 22 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 22 / (3,5 \cdot 17,6) \geq 0,896$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,896 \cdot 166,8 = 149,5 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow 165,4 \text{ kN / m} \not\leq 149,5 \text{ kN / m}$$

\Rightarrow Nachweis nicht erfüllt. Es ist der Nachweis für einen 3. Bemessungsschnitt mit Schubbewehrung zu führen.

3.2.2.11 Ermittlung der Schubbewehrung im 3. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

3. Schubbemessungsschnitt im Abstand $(0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d$ vom Stützenrand:

$$v_{Rd,sy} = v_{Rd,c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,3} \cdot f_{yd} \cdot d}{u_3 \cdot s_w} \Rightarrow A_{sw,3} = \frac{(v_{Rd,sy} - v_{Rd,c}) \cdot u_3 \cdot s_w}{\kappa_s \cdot f_{yd} \cdot d}$$

$$\text{mit } u_3 = b_1 / 2 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1$$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 9,37 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow u_3 = 0,2464 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,0937 = 0,829 \text{ m}$$

$$\text{mit } s_w = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 0,176 = 0,132 \text{ m}$$

$$\text{mit } \kappa_s = 0,7$$

$$\text{mit } f_{yd} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

$$\text{mit } v_{Rd,sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_3} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{0,829} = 201,5 \text{ kN / m}$$

$$\text{mit } = v_{Rd,c} = v_{Rd,ct} = 166,8 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow A_{sw,3} = \frac{(201,5 - 166,8) \cdot 0,829 \cdot 0,132}{0,7 \cdot 43,48 \cdot 0,176} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Mindestschubbewehrung im 3. Bemessungsschnitt:

$$\rho_{w,3} = \frac{A_{sw,3}}{s_w \cdot u_3} \geq \min \rho_w$$

$$\text{mit } \min \rho_w = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,00083 = 0,000498$$

$$\Rightarrow \rho_{w,3} = \frac{0,97}{0,75 \cdot 17,6 \cdot 82,9} = 0,00089 \geq \min \rho_w = 0,000498$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird eingehalten.

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 3. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,3,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

$$\text{mit } v_{Ed,3,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{3,a}}$$

$$\text{mit } u_{3a} = b_1 / 2 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 \cdot (90^\circ - \alpha) / 180^\circ$$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 14,57 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow x_3 = 14,57 - 12,32 = 2,25 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \alpha = \arctan \frac{x_3}{r_{\text{Bemessungsschnitt}}} = \arctan \frac{2,25}{(0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 17,6} = 2,092^\circ$$

$$\Rightarrow u_{3a} = 0,2464 + (0,5 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 \cdot (90 - 2,092) / 180 = 1,19 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,3,a} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{1,19} = 140,4 \text{ kN / m}$$

$$\text{mit } v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$$

$$\text{mit } \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$$

$$\text{mit } l_w = (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d = (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot 17,6 = 35,2 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 35,2 / (3,5 \cdot 17,6) \geq 0,835$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,835 \cdot 166,8 = 139,3 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow 140,4 \text{ kN / m} \not\leq 139,3 \text{ kN / m}$$

\Rightarrow Nachweis nicht erfüllt. Es ist der Nachweis für einen 4. Bemessungsschnitt mit Schubbewehrung zu führen.

3.2.2.12 Ermittlung der Schubbewehrung im 4. Bemessungsschnitt und Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im zugehörigen äußeren Rundschnitt

4. Schubbemessungsschnitt im Abstand $(0,5+3 \cdot 0,75) \cdot d$ vom Stützenrand:

$$v_{Rd, sy} = v_{Rd, c} + \frac{\kappa_s \cdot A_{sw,4} \cdot f_{yd} \cdot d}{u_4 \cdot s_w} \Rightarrow A_{sw,4} = \frac{(v_{Rd, sy} - v_{Rd, c}) \cdot u_4 \cdot s_w}{\kappa_s \cdot f_{yd} \cdot d}$$

mit $u_4 = b_1 / 2 + (0,5 + 2 \cdot 0,75) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - x_1$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 11,97 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow u_4 = 0,2464 + (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 + 0,1232 - 0,1197 = 1,01 \text{ m}$$

mit $s_w = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 0,176 = 0,132 \text{ m}$

mit $\kappa_s = 0,7$

mit $f_{yd} = 43,48 \text{ kN} / \text{cm}^2$

mit $v_{Rd, sy} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_4} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{1,01} = 165,4 \text{ kN} / \text{m}$

mit $v_{Rd, c} = v_{Rd, ct} = 166,8 \text{ kN} / \text{m}$

$$\Rightarrow A_{sw,4} = \frac{(165,4 - 166,8) \cdot 1,01 \cdot 0,132}{0,7 \cdot 43,48 \cdot 0,176} = -0,03 \text{ cm}^2 \quad (\text{rechnerisch keine Schubbewehrung mehr erforderlich!})$$

Der Mindestbewehrungsgrad für Schubbewehrung wird hier maßgebend.

$$\Rightarrow A_{sw,4} = \min \rho_w \cdot s_w \cdot u_4 = 0,000498 \cdot 0,75 \cdot 17,6 \cdot 101 = 0,66 \text{ cm}^2$$

Prüfung der Querkrafttragfähigkeit des zugehörigen äußeren Rundschnittes im Abstand $1,5 \cdot d$ vom 4. Bemessungsschnitt

$$v_{Ed,4,a} \leq v_{Rd,ct,a}$$

mit $v_{Ed,4,a} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_{4,a}}$

mit $u_{4a} = b_1 / 2 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 \cdot (90^\circ - \alpha) / 180^\circ$

$$\frac{49,82}{9,82} = \frac{12,32 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d}{49,82 / 9,82}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{12,32 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 17,6}{49,82 / 9,82} = 17,17 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow x_3 = 17,17 - 12,32 = 4,85 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \alpha = \arctan \frac{x_3}{r_{\text{Bemessungsschnitt}}} = \arctan \frac{4,85}{(0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 17,6} = 3,71^\circ$$

$$\Rightarrow u_{4a} = 0,2464 + (0,5 + 3 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot 0,176 \cdot 3,14 \cdot (90 - 3,71) / 180 = 1,37 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed,4,a} = 1,2 \cdot \frac{139,2}{1,37} = 121,9 \text{ kN / m}$$

mit $v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$

mit $\kappa_a = 1 - 0,29 \cdot l_w / (3,5 \cdot d) \geq 0,71$

mit $l_w = (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot d = (0,5 + 3 \cdot 0,75) \cdot 17,6 = 48,4 \text{ cm}$

$$\Rightarrow \kappa_a = 1 - 0,29 \cdot 48,4 / (3,5 \cdot 17,6) \geq 0,772$$


$$\Rightarrow v_{Rd,ct,a} = 0,772 \cdot 166,8 = 128,8 \text{ kN / m}$$

$$\Rightarrow 121,9 \text{ kN / m} \leq 128,8 \text{ kN / m}$$

\Rightarrow Nachweis erfüllt!

BEMESS muss aufgrund der etwas ungünstigeren Rundschnittlängen noch einen 5. und 6. Bemessungsschnitt betrachten.

3.2.3 Vergleich der Ergebnisse

	Vergleich der Ergebnisse	
	BEMESS	Handrechnung
Aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$	166,7 kN/m	166,8 kN/m
kritischer Rundschnitt	0,722 m	0,708 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	231,3 kN/m	235,9 kN/m
1. Bemessungsschnitt	0,33 m	0,504 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	331,4 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	3,68 cm ²	2,73 cm ²
2. Bemessungsschnitt	-	0,647 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	258,2 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	2,03 cm ²	1,46 cm ²
3. Bemessungsschnitt	-	0,829 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	201,5 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	1,31 cm ²	0,71 cm ²
4. Bemessungsschnitt	-	1,01 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	165,4 kN/m
Schubbewehrung A_{ss}	0,92 cm ²	0,66 cm ²
5. Bemessungsschnitt	-	-
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	-
Schubbewehrung A_{ss}	0,66 cm ²	-
6. Bemessungsschnitt	-	-
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	-	-
Schubbewehrung A_{ss}	0,77 cm ²	-

Bzgl. Der Abweichungen siehe Kommentar in Abschnitt 3.1.3!

3.2.4 CADINP Eingabe der Bemessungseinstellungen

Siehe Abschnitt 3.1.4!

3.3 Durchstanznachweis über Wandende am Deckenrand, Strukturpunkt 11

3.3.1 Ergebnisse der Bemessung mit BEMESS

Evtl. Unterschiede der Ergebnisse aus der Teddy-Datei und dem SSD-Projekt sind auf Vernetzungsunterschiede zurückzuführen!

```

Auflagerknoten Nummer =    11           X= 15.00 [m]           Y= 5.000 [m]
größte Querkraft V-Ed= 106.2 [kN]       LF= 2101 aus QUAD Anschlußkräften
Integriert aus den verteilten Reaktionen auf eine Länge von 1.5*Wanddicke d.
Wandende           b= 0.375 [m]         d= 0.250 [m]
Plattendicke h-platte= 0.220 [m]       depth 0.176 [m]
Nachweisschnitt 1.5*d= 0.264 [m]           ucrit= 0.915 [m]
(Schenkellänge s= 0.250 [m]   ucrit = s + d + Viertelkreis mit r= 0.264)
Biegebewehrung     fe>= 22.67 [cm2/m]   mue= 1.29 [o/o]   VRdct 156.8 [kN/m]
v-Ed = 1.35*V/ucrit = 156.8 [kN/m]     <= 156.8 [kN/m] =VRdct
1.35=pauschaler Exzentrizitätsbeiwert beta
Beta Wert an Wandenden/ecken nach DIN 1045-1 Stand 2008 Bild 44.
Es ist keine Durchstanz-Schubbewehrung erforderlich.

```

3.3.2 Handrechnung

Für die Handrechnung wird zunächst die Größe der Einzugsfläche ermittelt. Dabei wird ein Erhöhungsfaktor aufgrund der Einspannwirkung durch den Wandschenkel berücksichtigt.

Wandende, vergleichbar mit Randstütze, Längen der Einzugsfläche

$$L_1/L_2 = 2,80/2,80 \text{ m} \quad \Rightarrow A = 7,84 \text{ m}^2$$

Faktor für Einspannung durch einen Wandschenkel

$$f = 1,1$$

3.3.2.1 Bemessungsquerkraft über der Stütze

$$V_{Ed} = (1,35 \cdot 7 + 1,5 \cdot 3,5) \cdot 1,1 \cdot 7,84 = 127 \text{ kN}$$

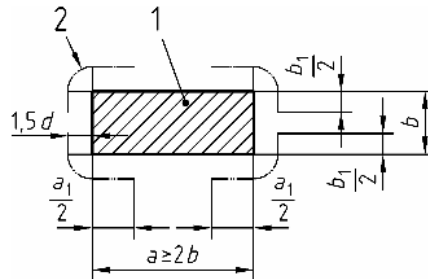
Die vom Programm ermittelte Last beträgt

$$V_{Ed} = 106,2 \text{ kN} .$$

Der vom Programm ermittelte Wert ist genauer, da für die Handrechnung nur überschläglic mit Durchlauffaktoren gerechnet wurde.

Der besseren Nachvollziehbarkeit wegen wird hier ebenfalls wieder mit dem vom Programm ermittelten Wert weiter gerechnet.

3.3.2.2 Festlegung der Geometrie für die maßgebenden Rundschnitte anhand von Bild 38 der DIN 1045-1



Legende

- 1 Lasteinleitungsfläche A_{load}
 2 maßgebende Abschnitte des kritischen Rundschnitts

$$a_1 \leq \begin{cases} a \\ 2b \\ 5,6d - b_1 \end{cases} \quad b_1 \leq \begin{cases} b \\ 2,8d \end{cases}$$

Bild 38 — Maßgebende Abschnitte für den kritischen Rundschnitt bei ausgedehnten Auflagerflächen

Mittlere statische Höhe der Decke: $d_{Decke} = 22 - (3,7 + 5,1) / 2 = 17,6 \text{ cm}$

Länge der Wand: $a \geq 2,00 \text{ m}$

$$2b = 2 \cdot 25 = 50 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm} \quad (\text{Wandstärke})$$

$$5,6d - b_1 = 5,6 \cdot 17,6 - 25 = 73,56 \text{ cm}$$

$$2,8d = 2,8 \cdot 17,6 = 49,28 \text{ cm}$$

$$\underline{a_1 = 50 \text{ cm}}$$

$$\underline{b_1 = 25 \text{ cm}}$$

3.3.2.3 Aufzunehmende Querkraft im kritischen Rundschnitt

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / u_{crit}$$

mit $\beta = 1,35$ (Wandende)

mit $u_{crit} = 2 \cdot b_1 + 1,5 \cdot d_{Decke} \cdot 3,14 / 2$

$$\Rightarrow u_{crit} = 2 \cdot 0,25 + 1,5 \cdot 0,176 \cdot 3,14 / 2 = 0,914 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{Ed} = 1,35 \cdot 106,2 / 0,914 = 156,9 \text{ kN / m}$$

3.3.2.4 Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung

$$v_{Rd,ct} = [(0,21 / \gamma_c) \cdot \eta_1 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot d$$

mit $\eta_1 = 1,0$ (Normalbeton)

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \Rightarrow \kappa = 2,0 \quad (\text{statische Höhe} \leq 200 \text{ mm})$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq \begin{cases} 0,5 \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5 / (500 / 1,15) = 0,0163 \\ 0,02 \end{cases}$$

$$\rho_1 = \frac{22,7}{100 \cdot 17,6} = 0,0129 \quad (A_s \text{ wird vom Programm so weit erhöht, bis } V_{Rd,ct}$$

für die Querkraftaufnahme ausreicht)

$$f_{ck} = 25 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{cd} = 0$$

$$\Rightarrow v_{Rd,ct} = [(0,21 / 1,5) \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0129 \cdot 25)^{1/3} - 0,12 \cdot 0] \cdot 0,176 \cdot 1000$$

$$v_{Rd,ct} = 156,9 \text{ kN} / \text{m}$$

3.3.2.5 Nachweis im kritischen Rundschnitt

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,ct} \Rightarrow 156,9 \leq 156,9$$

An diesem Wandende ist keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

3.3.3 Vergleich der Ergebnisse

	Vergleich der Ergebnisse	
	BEMESS	Handrechnung
Aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$	156,8 kN/m	156,9 kN/m
kritischer Rundschnitt	0,915m	0,914 m
Bemessungsquerkraft v_{Ed}	156,8 kN/m	156,9 kN/m

3.3.4 CADINP Eingabe der Bemessungseinstellungen

Siehe Abschnitt 3.1.4!