Konstruktion von Flchentragwerken

Zusammenfassung fr schriftliche Prfung

—

Hierbeit handelt es sich um eine Zusammenfassung von oft verlangten Rechenwegen bei der schriftlichen Prfung zu Konstruktion aus Flchentragwerken. Es ist eine Zusammenstellung von Rechenwegen aus den im BOKU learn verfgbaren ausgearbeiteten Prfungsbeispielen (und aus Prfungseinsichten aus den letzen zwei Prfungen). Es sind jeweils die bentigten Formeln/Rechenwege angefhrt und Anmerkungen zu Sonderfllen (bzw. Fallen), die in vergangenen Prfungen aufgetaucht sind, angegeben.

Es ist auf jeden Fall trotzdem ratsam, einen Bewehrungsatlas aus der Bibliothek auszuborgen und mitzunehmen. Um auf Nummer sicher zu gehen, vielleicht auch Schneider's Bautabellen.

1 Materialien

1.1 Beton

C30/37:

$f_{\texttt{ck}} := 30\, Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$

$\gamma_c := 1.5$

$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$

$\gamma_{Beton} := 25\, Unit\left(\frac{'kN'}{'m'^3}\right)$

Achtung!Bei manchen alten Prfungen sind mehrereverschiedene Betonklassenund somit auch mehrere verschiedene Beiwerte gegeben. Hier die bersicht ber die hufigsten (nhere Details siehe S.82 im Skriptum):

Betonfestigkeitsklasse

C20/25

C25/30

C30/37
C35/45
C40/50
fck
20
25
30
35
40
fcd
13, 33
16, 66
20
23, 33
26, 66
fctm
2, 2
2, 6
2, 9
3, 2
3, 5

Ebenso kommt es vor, dass verschiedene Bauteile (e.g. Scheibe, Fundament) verschiedene Expositionsklassen haben. Das wirkt sich dann auf die erforderliche Betondeckung aus!

Erforderliche Betondeckung:
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$
c_{min}

kommt auf Expositionsklasse an (Skriptum S. 112)
$\Delta c_{dev} = 5\, mm$
‘¿

1.2 Bewehrungsstahl

BSt 550 od. 500
$f_{yk} := 550\, Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$

$$f_{yk} := 550\, Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$$

$\gamma_{BSt} := 1.15$
$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{BSt}}$
‘¿

$$f_{yd} := 478.2608696\, Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$$

‘¿

$$f_{yk2} := 500\ Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$$

$$f_{yk2} := 500\ Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$$

$$f_{yd2} := \frac{f_{yk2}}{\gamma_{BSt}}$$

$$f_{yd2} := 434.7826087\ Unit\left(\frac{'N'}{'mm'^2}\right)$$

2 Lastaufstellung

3 Aus Stabtragwerken relevante Bauteile:

Obwohl die LV eigentlich autonom sein sollte, baut sie doch sehr stark auf Stabtragwerken auf. In vergangenen Prfungen ist es immer wieder vorgekommen, dass Bauteile zu berechnen waren, die in FTW gar nicht vorkommen - etwa ein Plattenbalken in der Prfung von Juni 2017. Auerdem kann es sein, dass Wandteile wie Sttzen (z.B. schmale Bereiche zwischen Fenstern) oder Balken (z.B. schmale Bereiche ber Fenstern, die aufgrund ihrer geringen Hhe nicht als wandartige Trger idealisiert werden knnen) berechnet werden mssen.

3.1 Balken

Dieses Bauteil ist extrem wichtig, da die Berechnungen von allen Arten von Platten (einachsig/zweiachsig gespannt und punktgesttzt) darauf basieren! Siehe entsprechende Abschnitte.

Reine Balkenberechnung wird z.B. gebraucht, wenn man eine Scheibe mit groten ffnungen (Fenstern/Tren) hat. In diesem Fall, muss man die Scheibe aufteilen und die einzelnen Teile separat berechnen. In dem unten dargestellten Fall z.B. die schmalen Teile zwischen den Fenstern bzw. seitlich als Sttzen, die Teile ber den Fenstern als Balken oder wandartige Trger.

Wann Berechnung als wandartiger Trger/wann als Balken? =¿ kommt auf Schlankheit (l/h) an.

Bei Einfeldtrgern: l/h ¡ 2 =¿ fr uns relevant

Zweifeldtrger: l/h ¡ 2.5

Durchlauftrger: l/h ¡ 3.0

Wichtig: Folgender Fall ist in Prfungen seit Juni 2017 dauernd aufgetaucht:

Wenn diese Scheibe zu berechnen ist, sind die Teile zwischen bzw. seitlich der Fenster als Sttzen zu berechnen, die Teile ber den Fenstern als Balken oder wandartige Trger (Unterscheidung siehe oben). Wird der Teil ber dem Fenster als Balken idealisiert, ist eine zweiseitige Einspannung anzunehmen und auch die Schnittkrfte sind dementsprechend zu berechnen (siehe Ausarbeitung Prfung vom Juni 2017). Wenn er als wandartiger Trger idealisiert wird, ist eine einseitige Einspannung (auf der Seite in der Mitte des Bauteiles) anzunehmen (siehe Antwort von Zeman an mich bezglich Prfungseinsicht). Warum verstehe ich derzeit nicht =¿ besser als Balken berechnen.

Achtung: Es muss in jedem Fall eine Auflagerbreite angenommen werden! Z.B. fr die Berechnung als Balken :$l = l_{Fenster} + l_{Auflager}$ mit$l_{Auflager} = m$ (kommt allerdings auf die Dimensionen an, im obrigen Fall war die Breite der Bereiche zwischen den bzw. seitlich der Fenster ca. 1 m und die Auflagerbreite wurde trotzdem mit 1 m angenommen.

3.1.1 Ermittlung von Schnittkrften

falls bereits ein Verlauf der Schnittkrfte gegeben ist (siehe Prfung Juni 2017), sind die grten Betrge des Feld- und des Sttzmomentes heranzuziehen

bei Einfeldtrgern mit Gleichlast q (fr ausfhrlichere Formeln siehe Skript S. 396 ff.)

- beidseitig gelenkig gelager:$V_a = V_b \wedge V_b = 1/2\, ql$ $M_{max} = 1/8\, ql^2$

- einseitig eingespannt (an Auflager B):$V_a = 3/8\, ql$ $V_b = 5/8\, ql$ $M_{Feld} = \dfrac{9\, ql^2}{128}$

$M_{Einspann} = M_{St} \wedge M_{St} = -1/8\, ql^2$

- zweiseitig eingespannt:$V_a = V_b \wedge V_b = 1/2\, ql$ $M_{Feld} = 1/24\, ql^2$ $M_{Einspann} = M_{St} \wedge M_{St} = -1/12\, ql^2$

fr mehrfeldige Trger, siehe Durchlauftrgertabelle in Skriptum S. 244 ff.

Achtung: Wenn es sich um einen Balken handelt, der in einer Scheibe ber einem Fenster idealisiert wurde, nicht nur die Last von der oben aufliegenden Platte bercksichtigen, sondern auch das Eigengewicht des "Balkens"

3.1.2 Biegebemessung (Skriptum S. 212 ff)

berschlgige Abschtzung der Bewehrung:

$A_{serfSt} := \dfrac{M_{St}}{f_{yd}\, z}$

$A_{serfF} := \dfrac{M_F}{f_{yd}\, z}$

$z = 0.8\, h_{Balken}$

Bewehrungswahl mithilfe der Tabellen S. 114 im Skriptum. Angabe als: WAHL:n_{sl} (Stabanzahl) d_{sl} (Stabdurchmesser)

Die Berechnung ist getrennt fr Sttz- (bzw. Einspann-) und Feldmoment durchzufhren. Es ist allerdings der Einfachkeit halber zu beachten, dass man den selben Stabdurchmesser$d_{\texttt{sl}}$ fr die Bewehrung verwendet, da es sonst mit der statischen Nutzhhe kompliziert wird.

Ermittlung statische Nutzhhe'¿

$d = h_{Balken} - c_{nom} - d_{sl}/2$

Anmerkung: In Stabtragwerken wurde auch immer noch der Durchmesser des Bgels abgezogen - hier nicht.

3.1.3.3) berprfung, ob die gewhlten Stbe/Durchmesser im Querschnitt Platz haben

Minimaler Stababstand:$a_{min} = \max\left(d_{max}, 1.4\, d_{sl}, 20\, mm\right)$

$d - 2\,c_{nom} - 2\,d_{sw} - n_{sl}\,d_{sl} - (n_{sl} - 1)\,a_{min} < b_{balken}$

Ermittlung der bezogenen Schnittgren:

$\mu_F \; := \; \dfrac{M_F}{b_{Balken}\,d^2\,f_{cd}}$

$\mu_{St} \; := \; \dfrac{M_{St}}{b_{Balken}\,d^2\,f_{cd}}$

Kontrolle, ob Druckbewehrung erforderlich ist

μ_F

bzw.μ_{St} ¡μ_{sdslim}

μ_{sdslim}

= 0.252 (bis 35/45), dann 0.206

3.1.3.5) Ermittlungω und erforderliche Bewehrung

ω

ist aus den Tabellen S. 216 ff. linear zu interpolieren (je nachdem, ob Druckbewehrung erforderlich ist, oder nicht)

in weiterer Folge kann die erforderliche Bewehrung ermittelt werden:

$A_{serf} = \dfrac{\omega\,b_{balken}\,d f_{cd}}{f_{yd}}$

Fr Feld und Sttzmoment!

berprfung Mindest- und Maximalbewehrung

$A_{slmin} = \max\;0.0013\,d b_{\texttt{Balken}}\;\;0.26\,\dfrac{f_{ctm}\,d b_{Balken}}{f_{yk}}$

$A_{slmax} = 0.04\,h_{Balken}\,b_{Balken}$

=¿ Anpassen der Bewehrungswahl, falls notwendig, Angabe der vorhandenen Bewehrung in Feld- und Sttzbereich:A_{svorhF} und$A_{svorhSt}$

3.1.3 Schubnachweis (wird mndlich gerne gefragt!), Skriptum S. 222 ff.

3.1.4 Nachweis der Zugstrebe:

$k = \min\left(1 + \sqrt{200\,\dfrac{mm}{d}}, 2\right)$

Achtung: d in mm einsetzen!

$\nu_{min} = 0.035\,k^{3/2}\sqrt{f_{ck}}$

Achtung:f_{ck} in$\dfrac{N}{mm^2}$ einsetzen

$C_{Rdc} = 0.18\,{\gamma_c}^{-1}$

Bewehrungsgrad der Lngsbewehrung in der Zugzone:

$\rho_1 = \min\left(\dfrac{A_{svorhSt}}{b_{Balken}\,d}, 0.2\right)$

$V_{Rdc} = C_{Rdc}\,k\,\sqrt[3]{100}\,\sqrt[3]{\rho_1\,f_{ck}} b_{Balken}\,d$

Achtung:f_{ck} in$\dfrac{N}{mm^2}$ einsetzen

V_A

bzw.V_B bzw.V_{sd} (je nachdem, welche Situation Einfeldtrger/Mehrfeldtrger etc. vorliegt) muss kleiner sein alsV_{Rdc}

WennV_{sd} ¿V_{rdc} ist rechnerische Schubbewehrung erforderlich

3.1.5 Erforderliche Schubbewehrung

innerer Hebelsarm, keine Normalkraft:$z = 0.9\, h_{Balken}$
kein Spannbeton:$\alpha_{cw} = 1$
wird mit 45 angenommen
$$a_{swerf} = \frac{|V_{sd}|}{z f_{yd}\, \cot(\Theta)}$$

3.1.6 Nachweis der Druckstrebe:

$V_{sd} \leq V_{Rdmax}$
$\nu = 0.6 - 0.002400000000\, f_{ck}$
$$V_{Rdmax} = \frac{\alpha_{cw}\, b_{Balken}\, \nu\, z f_{cd}}{\cot(\Theta) + \tan(\Theta)}$$
$=\frac{|V_{sd}|}{V_{Rdmax}} \leq 1$ =¿ Nachweis OK

3.1.7 Bewehrungswahl

maximaler Bgelabstand:
$\alpha = 90$

$s_{wmax} = \min\left(0.75\, b_{Balken}\, (1 - \cot(\alpha)), 250\, mm\right)$
Bgel wirken zweischnittig:$a_{swerf}/2$ '¿
WAHL: DNd_{sw} /s_{sw} (e.g. DN12/15cm)
Mindestschubbewehrung:
$$\rho_{wmin} = 0.15\, \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$
$a_{smin} = \rho_{wmin}\, b_{uz}\, \sin(\alpha)$

3.2 Plattenbalken

In den neueren Prfungen bisher einmal verlangt = ¿ im Juni 2017 (Unterzge von einachsig gespannter Platte)

Mittwirkende Plattenbreite wird nur dann angesetzt, wenn sie in der Druckzone liegt. Die Lnge des mittragenden Bereichs entspricht dem Abstand zwischen Momentennulldurchgngen

Zweiteilige Berechnung: Im Sttzbereich wird mit dem Rechteckquerschnitt gerechnet, im Feldbereich mit dem Plattenbalkenquerschnitt.

3.2.1 Geometrie und Lastaufstellung

Bercksichtigung von:
Achsenabstand Unterzge:e_a und
Lnge der Plattenbalkenspannweite:l_F

Bei Belastung ist nicht nur Last aus Platte, sondern auch Eigengewicht des Unterzuges miteinzuberechnen!

Wenn vereinfachend auf eine feldweise Belastung verzichtet wird, muss dies angegeben werden!

3.2.2 Schnittkraftermittlung (mithilfe DLT-Tabellen, falls notwendig)

3.2.3 Biegebemessung im Feldbereich (als Plattenbalken)

3.2.4 Ermittlung von mitwirkender Plattenbreite (berschlgige Ermittlung nach EC2 reicht, allerdings als Vereinfachung anzumerken)

$h_r = h_p + h_{uz}$
$b_1 = e_a/2 - b_{uz}/2$
h_p
= Plattenhhe
h_u
= Hhe Unterzug
e_a
= Achsenabstand Unterzge
b_1
$=b_1$ wenn symmetrisch, sonst separate Berechnung
$l_0 = 0.85\, l_f$
l_f
= Lnge der Plattenbalkenspannweite
$b_{eff1} = \min(0.2\, b + 0.1\, l_0, 0.2\, l_0)$
¡b_1

$$b_{eff1} = \min(0.2\, l_0, 0.2\, b + 0.1\, l_0)$$

$b_{eff1} = b_{eff2}$
wegen Symmetrie
$b_{eff} = b_{eff1} + b_{eff2} + b_{UZ}$

3.2.5 Berechnung als Balken

=¿ Die restliche Berechnung erfolgt analog zum Balken in 3.1 nur dass statt b, beff und statt h, hr eingesetzt wird.

Einzige Hinzufugung: Wenn mithilfe der Tabellenwerteω ermittelt wird, ist gleichzeitig zu ermitteln. Denn:x_{res} =$\xi\, d_F$ muss kleiner sein, als die Plattendicke. Sonst ist die Berechnung als Plattenbalken nmlich nicht zulssig, da er nicht vollstndig in der Druckzone liegt.

Achtung: nicht vergessen Mindest- & Maximalbewehrung auszurechnen!

3.2.6 Biegebemessung Sttzbereich (als Rechtecksquerschnitt)

ganz normale Bemessung als Balken:

Verwendete Breite: b=
b_{uz}

Verwendete Hhe: h=h_r

Achtung: nicht vergessen Mindest- & Maximalbewehrung auszurechnen!

3.2.7 Schubnachweis

Hierfr darf nur der Rechteckquerschnitt verwendet werden!

=¿ Siehe Berechnungsvorgang in 3.1.4

'¿

3.3 Sttze

Auch die Sttze ist eines der Bauteile aus den Stabtragwerken, die in den Flchentragwerken immer wieder vorkommt, da man sie fr die Berechnung von Scheiben nach dem Knicknachweise mit dem Modellstzenverfahren (1 m Breite) hernehmen muss. (Fr genauere Informationen bungsprsentationen anschauen =¿ im Skriptum ist dazu leider wenig drin)

Generell gilt: h/b¿4 =¿ Scheibe, h/b¡4 =¿ Sttze

Generell haben wir es nur mit Einzelstben mit einachsiger Knickgefahr zu tun =¿ Berechnung ab Skriptum S. 164

3.3.1 Ermittlung der Belastung

Es wird auf eine Punktlast reduziert: die Last, die direkt auf den Abschnitt wirkt und (wenn es um einen Teil geht, der als Sttze idealisiert wird, wie in der Skizze unter punkt 3.1) eventuelle idealisierte Auflagerkrfte, die hier wirken (Balken ber Fenster).

Gesamtpunktlast:N_{sd}

3.3.2 Bestimmung der Ersatzstablnge l0 mithilfe der Eulerflle (siehe Skriptum S.158 fr Skizzen)

'¿

l_{col}

= eigentliche Sttzenlnge

= Eulerbeiwert

$l_0 = l_{col}\,\beta$

Anmerkung: fr Bereich zwischen Fenstern bei Scheiben wurde =1 in Ausarbeitung gewhlt

3.3.3 Bestimmung der vorhandenen Schlankheit

Eckige Sttzen:

$i = \dfrac{h}{\sqrt{12}}$

=¿ ACHTUNG! Auf die Achse achten! h immer senkrecht auf die Knickachse bestimmen!

Runde Sttzen:$i = d/4$

$\lambda_{vorh} = \frac{l}{i}$

3.3.4 Bestimmung der Grenzschlankheit

$\nu_u = \frac{N_{sd}}{f_{cd}\,A_c}$
$\lambda_{crit} = \max\left(25, 15\;(\sqrt{\nu_u})^{-1}\right)$
wennλ_{vorh} ¡λ_{criT} =¿ nicht schlank
wennλ_{voR} ¿λ_{crit} =¿ schlanke Sttze
'¿

3.3.5 Bemessung einer nicht schlanken Sttze

Ermittlung des Bemessungsmomentes:
$e = \max(h/30, 20\,mm)$
e = Ausmitte
h = Sttzendurchmesser bzw. Dicke der Wand/ Hhe der Sttze
Weitere Berechnung mit:
$M_{sd} = N_{sd}\,e$
N_{sd}

3.3.6 Bemessung einer schlanken Sttze

BerechnungAuerplanmige Ausmittee_a
$\alpha_a = \max\left(\frac{1}{100\,\sqrt{l_{col}}}, \frac{1}{400}\right)$
fr Eulerfall 2-4
$\alpha_a = \max\left(\frac{1}{100\,\sqrt{l_{col}}}, \frac{1}{400}\right)$
fr Eulerfall 1, 5 und 6
$e_a = 1/2\,\alpha_a\,l_0$
Berechnung Ausmitte nach Theorie 1. Ordnunge_0
$e_o = \frac{M_{sd}}{N_{sd}}$
fr uns eigentlich nicht relevant, da wir nie Momente bei der Berechnung haben
Berechnung Ausmitte nach Theorie 2. Ordnunge_2
fr ¿35:$k_1 = 1$
fr 25 ¡ ¡ 35:$k_1 = \lambda/10 - 2.5$
$\varepsilon = \frac{f_{yd}}{E_s}$
($E_s = 200\;000\frac{N}{mm^2}$)
$r^{-1} = 2.222222222\,\frac{\varepsilon_{yd}}{d}$
(d = stat. Nutzhhe)

$e_2 = 1/10\,\frac{k_1\,{l_0}^2}{r}$

Berechnung Ausmitte durch Kriechene$_{cr}$

kann eigentlich immer vernachlssigt werden =¿ Notieren!

Gesamtausmitte:

$e_{tot} = e_a + e_0 + e_2$

Die Bemessung der Sttze erfolgt mit:

N_{sd}

und

$M_{sd} = N_{sd}\,e_{tot}$

3.3.7 Abschtzung von statischer Nutzhhe

Abschtzung des Bgeldurchmessersd_{sw}

Abschtzung der Lngsbewehrungd_{sl}

$d = h - c_{nom} - d_{sw} - d_{sl}/2$

h = Stzendurchmesser (rund), Hhe (eckig), Wanddurchmesser (Modellsttzenverfahren)

$d_1 = h - d$

'¿

'¿

3.3.8 Tragfhigkeitsnachweis

Auswahl des Diagrammes:$\frac{d_1}{d}$ =¿ im Skriptum ab S. 173

$\mu_{sd} = \frac{|M|}{bh^2 f_{cd}}$

$\nu_{sd} = \frac{N_{sd}}{bhf_{cd}}$

Mit diesen beiden Eingangswerten in Tabelle =¿ω_{tot} auslesen!

3.3.4.4) Ermittlung der erforderlichen Bewehrung:

$A_{stot} = A_{s1} + A_{s2} \wedge A_{s1} + A_{s2} = \frac{\omega_{tot}\,bhf_{cd}}{f_{yd}}$

3.3.9 Mindest- & Maximalbewehrung

Mindestbewehrung:

$A_{smin} = \max\left(0.13\,\frac{N_{sd}}{f_{yd}}, 0.0026\,A_c\right)$

(A_c = Querschnittsflche)

Maximalbewehrung:

$A_{smax} = 0.04\,A_c$

3.3.10 Bewehrungswahl treffen und konstruktive Vorgaben

gewhlter Durchmesser$d_{\mathtt{sl}}$ und Anzahl der Stbenn_{sl} =¿$A_{\mathtt{svorh}}$

gewhlter Bgeldurchmesser:d_{sw}

Abstnde der Querbewehrung:$\max_{sw} = \min(12\, d_{sl}, b, h, 25\ cm)$

Reduzierte Abstnde der Querbewehrung:$red_{sw} = 0.6 \max_{sw}$ =¿ zu whlen unmittelbar ber und unter Balken oder Platten ber eine Lnge von$\max(h, b)$

Breitenkontrolle:
$a_{min} = \max(20\ mm, 1.4\, d_{sl}, d_{max})$
$b_{erf} = 4\, c_{nom}\, d_{sw}\, n_{sl}\, d_{sl} + (n_{sl} - 1)\, a_{min}$
b_{erf}

¡ b =¿ OK

4 Berechnung punktgesttzte Platte

4.1 Ermittlung Schnittgren

Achtung: Wenn in x- und y-Richtung unterschiedlich viele Sttzenreihen sind bzw. die Geometrie anders ist, sind getrennte Berechnungen durchzufhren. D.h. man hat im schlimmsten Fall jeweils in x- und y-Richtung jeweils Gurt- und Randstreifen fr jeweils Feld- und Sttzmoment. Oida!

Voraussetzung fr die Verwendung des Nherungsverfahrens Modellrahmen

a) Gleichlast

b) 1,33 ¿ lx/ly ¿ 0.75

c) rechteckiger Sttzenraster

4.1.1 Mithilfe von Durchlauftrgertabellen

Standardfall! bungsskriptum S. 244

Achtung: Bercksichtigung von feldweise gnstigem/ungnstigem Ansetzen von vernderlichen Lasten, falls in der Angabe so gewnscht (einfache Addition)

Achtung: Es wird mit der Einheit kN/mˆ2 gerechnet! Das heit, dass die output-Einheiten auch entsprechend anzupassen sind: Momente z.B. nicht in kNm sondern in kNm/m
‘¿

4.1.2 Oaschkompliziert - falls mehr Felder als in DLT-Tablle bzw. rund

Fall bei Prfungen November 2017 und Mrz 2018: Runde Stb-Platte, viele Sttzen (unterschiedlich viele in jeder Reihe weil rund) und an der breitesten Stelle mehr Felder als in DLT-Tabellen gegeben

Ermittlung von maximalen Moment: Annehmen von beidseitiger Einspannung!
$M_F := 1/24\, q_{ges}\, l^2$
$M_{St} := 1/12\, q_{ges}\, l^2$

(S.396ff. Skript =¿ bersichtsformeln, damit fr verschiedene Lagerungsflle nicht extra gerechnet werden muss)

Ermittlung vonAuflagerkrften fr Durchstanznachweis: Einflussflchen der Sttzen sind mit zu bercksichtigen! (Einheiten immer noch pro m bzw. mˆ!) =¿ mindestens lx/ly, am besten noch mit Faktor aus DLT-Tabelle erhht (e.g. 1.132)

4.1.3 Noch komplizierter - falls berhnge mit zu bercksichtigen sind

Bei Fall mit einem zentralen Feld und zwei berhngen:

Folgende Berechnung:
$M_{St} := 1/2\,que^2$
$M_F := 1/2\,ql^2\left(1/4 - \frac{ue^2}{l^2}\right)$
‘¿

4.1.4 Ermittlung von Schnittgren fr Sttzen (Durchstanznachweis)

Achtung: Einheiten in kN!

Innensttze:$V_{sdS1} = 1.5625\,l_x\,l_y\,q_{sd}$

Randsttze:$V_{sdS2} = 1.25\,l_x\,(0.375\,l_y + ue)\,q_{sd}$ (Es wird angenommen, dass in y-Richtung ein ein berstand vorhanden ist =¿ sonst das einfach ignorieren!)

Ecksttze:$V_{sdS3} = (ue + 0.375\,l_x)\,(0.375\,l_y + ue)$

Diese Faktoren (1.25 und 0.375) stammen aus den DLT-Tabellen und sind fr einen Zweifeldtrger angelegt. Wenn der Sttzenraster mehr Felder hat, sind die Faktoren anzupassen!

4.2 Aufteilung von Momenten auf Streifen

Breite Gurtstreifen: 0.25*l

Breite Feldstreifen: 0.5*l

Fr Sttzmmente:

Gurtstreifen: 1.4

Feldstreifen: 0.6

$M_{StG} := 1.4\,M_{St}$
$M_{StF} := 0.6\,M_{St}$

Fr Feldmomente:

Gurtstreifen: 1.2

Feldstreifen: 0.8

$M_{FG} := 1.2\,M_F$
$M_{FF} := 0.8\,M_F$

4.3 Biegebemessung wie fr Biegebalken, ab S. 212 im Skript

4.3.1 berschlgige Bewehrungsabschtzung

$A_{serfSt} := \frac{M_{StG}}{f_{yd}\,z}$

$A_{serfF} := \frac{M_{FG}}{f_{yd}\, z}$
$z = 0.8\, h_{Pl}$
'¿
Vorlufige Bewehrungswahl: mit Stben (s. 114 im Skriptum) fr Errechnung von Statischer Nutzhhe =¿ bestimmen vond_{sl} (z.B. 12mm) =¿ am besten fr Feld- und Sttzmoment dieselben Durchmesser hernehmen, da es sonst mit den statischen Nutzhhen verdammt kompliziert wird!

4.3.2 Ermittlung statische Nutzhhe

Achtung: Unterschied zwischen x- und y-Richtung! Die grere statische Nutzhhe sollte in der Richtung liegen, in der das maximale Moment ist!
$d_x := h_{Pl} - d_{sl}/2 - c_{nom}$
$d_y := d_x - d_{sl}$

Achtung: Unterschied zu Stabtragwerken! Hier wird die zweite Bewehrungslage miteinbezogen, dafr aber keine Bgel miteinberechnet!

Wenn man sich das Berechnen in beide Richtungen ersparen will, nimmt man fr alle weiteren Berechnungen dy als d her =¿ ist ungnstiger und daher zulssig
'¿

4.3.3 Ermittlung von m und berprfung, ob Druckbewehrung notwendig ist

$\mu := \frac{M}{b{d_y}^2 f_{cd}}$
b = 1 (wir nehemen eine Breite von 1 an)

Verwendung von dx bzw. dy je nachdem in welche Richtung ich gerade rechne!

berprfung ob:$\mu < \mu_{Sdslim}$ um zu bestimmen, ob Druckbewehrung notwendig ist

μ_{Sdslim}

bis C35/45 0,252, darber dann 0,206 (laut Skript S. 212) =¿ normalerweise keine Druckbewehrung notwendig

4.3.4 Ermittlung von omega mithilfe von Tabellen und aserf

Dann mitμ Werten weite in die Tabelle S. 216 gehen undω ermitteln =¿
$a_{serf} := \frac{\omega\, d f_{cd}}{f_{yd}}$

Achtung: d wiederum je nach Richtung!
'¿

4.3.5 Ermittlung Mindest- und Maximalbewehrung

berprfung Mindestbewehrung:$a_{slmin} := \max\left(0.0013\, d_x, 0.26\, \frac{f_{ctm}\, d_x}{f_{yk}}\right)$

Achtung: hier wird dx verwendet, da es den greren Wert gibt!

berprfung Maximalbewehrung:

$a_{slmax} := 0.04\,h_p$

Maximalbewehrung wird normalerweise nie tragend, Mindestbewehrung schon! Oft ist es so, dass nur das Sttzmoment im Gurtstreifen ber die Mindestbewehrung hinaus geht.

A wird klein geschrieben und in $\frac{cm^2}{m}$ angegeben. (In Stabtragwerken immer A)

'¿

4.3.6 Wahl von Matten und Zeichnen von Bewehrungsplnen

Mit diesem Wert knnen dann Matten gewhlt werden. Normalerweise ist die meiste Bewehrung fr den Bereich mit dem Sttzmoment notwendig. Das Feldmoment wird in der unteren Bewehrungslage bewehrt, das Sttzmoment in der oberen. Es kann auch Sinn machen, einfach gleichmig Matten einzulegen und dann Zulagen aus Stben im Bereich des Sttzmomentes hinzuzufgen. (Beispiele siehe Anhang!)

4.4 Durchstanznachweis

4.4.1 Material und Umwelt

ACHTUNG: bei manchen Prfungen (e.g. Juni 2017) haben die Bauteile unterschiedliche Betontypen/Expositionsklassne =¿ Mindestbetondeckung ndert sich dementsprechend!

'¿

4.4.2 Geometrie und Lastaufstellung

Belastung aus Platte und (wenn es ums Durchstanzen in der Bodenplatte geht) aus der Sttze miteinzubeziehen

Querkrfte auf Sttzen 1, 2, und 3 zu ermitteln

V_{S1}, V_{S2}, V_{S3}

'¿

4.4.3 Ermittlung der mittleren statischen Hhe der Platte

Manchmal ist in Angabe bereits$d_{\mathtt{sl}}$ gegeben, sonst Annahme

d_x

$=h_P - c_{nom} - d_{sl}/2$

$d_y = d_x - d_{sl}$

$d = d_x/2 + d_y/2$

'¿

4.4.4 Ermittlung der Sttzenkrfte fr den Durchstanznachweis

ACHTUNG! Die Faktoren sind nach der Lage der Sttze eingeteilt. ABER wenn eine Sttze zwar am Rand des Sttzenrasters liegt, aber ein relativ groer berstand vorhanden ist, kann es sein, dass man trotzdem die Faktoren fr die Innensttze verwenden muss (Prfung 140228!)

Das ist der Fall, wenn der Radius des kritischen Rundschnittes (fr runde Sttzen:$r_{us} = c_x/2 + 2\,d$) kleiner ist, als der berstand !

berprfung, ob -Werte verwendet werden mssen:

Faktoren je nach Lage der Sttze:

Faktor fr Innensttze:$\beta_1 = 1.15$

Kritischer Rundschnitt:

Runde Sttze:$u_{S1} = (c_x + 4\,d)\,\pi$

Eckige Sttze:$u_{S1} = 4\,d\pi + 2\,cx + 2\,cy$

$$\nu_{sdS1} = \frac{\beta_1\,V_{sdS1}}{u_{S1}\,d}$$

Faktor fr Randsttze:$\beta_1 = 1.4$

Kritischer Rundschnitt (steht fr berstand, falls vorhanden)

Eckige Sttze:$u_{S2} = 2\,d\pi + 2\,c_x + c_y + 2\,ue$

Runde Sttze:$u_{S2} = 2\,ue + 1/2\,(c_x + 4\,d)\,\pi$

$$\nu_{sdS2} = \frac{\beta_2\,V_{sdS2}}{u_{S2}\,d}$$

Faktor fr Ecksttze:$\beta_3 = 1.5$

Kritischer Rundschnitt (steht fr berstand, falls vorhanden)

Eckige Sttze:$u_{S3} = d\pi + c_x + c_y + 2\,ue$

Runde Sttze:$u_{S3} = 2\,ue + 1/4\,(c_x + 4\,d)\,\pi$

$$\nu_{sdS3} = \frac{\beta_3\,V_{sdS3}}{u_{S3}\,d}$$

4.4.5 Nachweis ohne Durchstanzbewehrung

$C_{Rdc} = 0.1200000000$

$$C_{Rdc} = 0.1200000000$$

$$k = \min\left(1 + \sqrt{200\,\frac{mm}{d}}\right)$$

d in mm eingeben!

mittlerer Bewehrungsgrad auf einer Breite$b_x = c_x + 6\,d$,$b_y = c_y + 6\,d$

a_{svorh}

(schauen, welche Matten verwendet werden, Angaben in$m$)

Wenn in X und Y Richtung die gleiche Bewehrung vorliegt (e.g. AQS Matte) ist ein Mitteln nicht notwendig.

$$\rho_1 = \frac{a_{svorh}}{b_x\,d}$$

Wenn in X und Y Richtung nicht die gleiche Bewehrung vorliegt:

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx}}{b_y\,d_x}$$

und$\rho_{ly} = \frac{A_{sy}}{b_x\,d_y}$

$\rho_1 = \sqrt{\rho_{lx}\,\rho_{ly}}$

"Anmerkung: Fr dieses Beispiel und speziell fr die Berechnung von VRdc wurde vereinfacht angenommen, dass in den Gurtstreifen ber den Sttzen S2 und S3 dieselbe Sttzlngsbewehrung liegt wie ber S1, wo diese berechnet wurde. Ansonsten muss bei der Berechnung von vRdc die dort effektiv vorhandene obere Bewehrung angesetzt werden."

$v_{min} = 0.035\,k^{3/2}\sqrt{f_{ck}}$

$V_{Rdc} = C_{Rdc}\,k\sqrt[3]{100}\sqrt[3]{\rho_1\,f_{ck}}$

WennV_{Sd1}, V_{Sd2}, $V_{Sd3} < V_{\mathtt{Rdc}}$, kein weiterer Nachweis notwendig. Sonst weitere Berechnung (normalerweise fr die Innenstzte notwendig), ab hier weisenβ *und* u_{sd} auf die Faktoren bzw. den kritischen Rundschnitt der jeweiligen Sttze hin (fr die der Nachweis gerade gefhrt wird).

4.4.6 Nachweis der Betontragfhigkeit

An der Sttze ist der Durchstanzwiderstand begrenzt nach:

Innensttze:$u_0 = 2\,\pi\,r$ fr runde Sttze$u_0 = 2\,c_x + 2\,c_y$ fr eckige Sttze

Randsttze:$u_0 = c_2 + 3\,d \wedge c_2 + 3\,d \leq c_2 + 2\,c_1$

Ecksttze:$u_0 = 3\,d \wedge 3\,d \leq c_1 + c_2$

Frage: Was ist mit runder Sttze? =¿ Professor schreiben

$v_{Ed} = \dfrac{\beta\,V_{Ed}}{u_0\,d} \Rightarrow \mathit{neue\ Berechnung\ des Eingangswertes,\ mit\ anderem\ kritischen\ Rundschnitt}$

$v = 0.6 - 0.002400000000\,f_{ck}$

$v_{Rdmax} = 0.5\,v f_{cd}$

$v_{Ed} < v_{Rdmax}$

Im Kritischen Rundschnitt ist der Durchstanzwiderstand begrenzt durch:

$v_{Ed} = \dfrac{\beta\,V_{ED}}{u_{sd}\,d}$

(hier wird wieder das ganz normale Vsd hergenommen!)

$v_{Ed} < 1.65\,V_{Rdc}$

Muss beides erfllt sein!

4.4.7 Bestimmung der erforderlichen Bewehrung

$f_{ydef} = \min(250 + 0.25\,d, f_{yd})$

d ist in mm einzusetzen

Senkrechte Bewehrungsbgel:$\alpha = 90$

gewhlter Abstand der Bgelreihen:$s_r = 20\,cm$ ¡0.75 d

$A_{sw} = 0.6666666667\,\dfrac{(v_{sd} - 0.75\,v_{Rdc})\,s_r\,u_{sd}}{f_{ydef}\,\sin(\alpha)}$

Asw ist die Durchstanzbewehrung fr einen Ring von Bgelschenkeln im Rundschnitt

4.4.8 Konstruktive Bewehrungsanordnung:

Rundschnitt, fr den die Durchstanzbewehrung nicht mehr notwendig ist:

$u_{out} = \frac{\beta\, V_{sd}}{v_{Rdc}\, d}$

runder Querschnitt:

$r_{outef} = 1/2\, \frac{-\pi\, c_x + u_{out}}{\pi}$

eckiger Querschnitt:$r_{outef} = 1/2\, \frac{u_{out} - 2\, c_x - 2\, c_y}{\pi}$

$r_{outBew} = r_{outef} - 1.5\, d$

Abstand der ersten Bgelreihe vom Sttzenrand:

Maximaler tangentialer Abstand der Stbe im kritischen Rundschnitt:

$s_{tmax} = 1.5\, d$

Anzahl der Reihen an Bewehrung:

$n_{tmin} = \frac{u_{sd}}{s_{tmax}}$

=¿ Wahl vonn_t

=¿ Bestimmung von$s_{tvorh} = \frac{u_{sd}}{n_{tgew}}$

=¿$r_{ingew},\, s_{rgew}$

=¿$n_{erf} = \frac{r_{out} - r_{in}}{s_r} + 1$

$n_{erf} = Anzahl\ der\ Reihen\ an Bewehrung$

Kontrolle:

$r_{outBewvorh} = r_{ingew} + (n_r - 1)\, s_r$

4.4.9 Bestimmung der Mindestdurchstanzbewehrung:

$\rho_{wmin} = 0.8\, \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$

$A_{swmin} = \frac{\rho_{wmin}\, s_r\, s_t}{1.5\, \sin(\alpha) + \cos(\alpha)}$

‘¿

4.4.10 Skizzen

Aus Prfung 150226:

Aus dem Bewehrungsatlas: Nicht vergessen, die Sttzenbewehrung auch anzudeuten!

Aus Bewehrungsatlas (S. 108)

5 Berechnung zweiachsig gespannte Platte

5.1 Schnittkraftermittlung

Mithilfe von Czerny-Tafeln

ACHTUNG: Es gilt die Breite der FELDER

ACHTUNG: lyist immer als die lngere Seite definiert!

Verwendung von Tafeln fr aufliegende Platten mit 3 oder 4 drehbaren Rndern

Als Vereinfachung notieren: ”Eigengewicht wird vereinfachend auf alle Flchen mit gleichem Teilsicherheitsbeiwert angesetzt”

Achtung: bei ly/lx sind grere Werte ungnstiger =¿ bei Vereinfachung daher immer Wahl des nchsthheren Wertes

Bei mehreren Feldern mglich: Ausrundung des Sttzmomentes: Bemessunswert darf umM_{sd} reduziert werden =¿ ob monolithisch oder frei drehbar gelagert, kann aus der Skizze abgelesen werden!

5.1.1 Ein Feld:

nur positive Feldmomente,kein Sttzmoment

Verwendung von:m_{ymax}, $m_{\mathtt{xm}}$ fr Momente undq_{yerm}, q_{xerm} fr Auflagerkrfte (Schubnachweis wird mit der greren Kraft berechnet)

Weil es kein Sttzmoment gibt, erfolgt die Bewehrung nur an der Plattenunterseite

"Die Decke ist einfeldrig, daher nur positive Feldmomente. Konstruktiv werden an der Oberseite am Rand Bewehrungseisen fr die ungewollte Einspannung vorgesehen. Fr die Berechnung wird die Platte als vierseitig gelenkig gelagert betrachtet"

"Da es sich bei dieser Dachplatte um eine einfeldrige Platte handelt, ist kein rechnerischer Nachweis fr die Sttzbewehrung erforderlich -¿ Konstruktive Bewehrung zur Abdeckung der Drillmomente an der Plattenoberseite"

5.1.2 Zwei Felder:

Aufteilung in:

symmetrischen Lastanteil

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} q\left(x\right) = g_d + q_d/2$$

antimetrischen Lastanteil$\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}x^2} q\left(x\right) = q_d/2$

Wahl der Lagerungsflle:

fr maximales Feldmoment:

symmetrisch: Einspannung wo ein anderes Plattenfeld anschliet

antimetrisch: alles frei drehbar

fr minimales Sttzmoment:

symmetrisch: Einspannung wo ein anderes Plattenfeld anschliet

antimetrisch: Einspannung nur wo das Sttzmoment berechnet wird

Sttzmoment: V2 (in Tabelle wirdm_{yerm} und$q_{\mathtt{yerm}}$ verwendet!)

Feldmoment: symmetrisch: V2, antimetrisch: V1 =¿ Achtung, hier hat man einen Unterschied zwischen x und y Richtung!

Man errechnet sich also bei symmetrisch:

LV2 =¿ S.260!

$m_{\mathtt{yfeldsym}}$

mitm_{ymax} in Tabelle

$m_{xfeldsym}$

mitm_{xm} in Tabelle

Und bei antimetrisch:

LV1 =¿ S.258!

$m_{yfeldanti}$
mitm_{ymax} in Tabelle
$m_{xfeldanti}$
mitm_{xm} in Tabelle
Dann Ermittlung durch Addition:
$m_{yfeld} = m_{\texttt{yfeldsym}} + m_{yfeldanti}$
$m_{xfeld} = m_{\texttt{xfeldxym}} + m_{xfeldanti}$
‘¿

5.1.3 Mehr als zwei Felder:

Berechnung des Sttzmomentes
1) Fr symmetrischen UND antimetrischen Lastanteil LFV2
2) fr symmetrischen Lastanteil V3 und fr antimetrischen Lastanteil V2
dann Mittelung:$m_{xerm} = 1/2 \left(\frac{q_s}{k_{\texttt{1s}}} + \frac{q_a}{k_{\texttt{1a}}}\right) {l_x}^2 - 1/2 \left(\frac{q_s}{k_{\texttt{2s}}} + \frac{q_a}{k_{\texttt{2a}}}\right) {l_x}^2$ (k sind Faktoren aus den Czerny-Tafeln)
fr Querkrfte: getrennte Betrachtung auf biden Seiten, kleinere fr Ausrundung verwendet
$q_{xerm1} = -\left(\frac{q_s}{k_{xerm1s}} + \frac{q_a}{k_{xerm1a}}\right) l_x$
$q_{xerm2} = \left(\frac{q_s}{k_{xerm2s}} + \frac{q_a}{k_{xerm2a}}\right) l_x$
ab dann Biegebemessung wie fr punktgesttzte Platte!
Achtung: Getrennte Berechnung fr x- und y-Richtung, auch wenn die Felder symmetrisch sind.
Fr Querkraftnachweis: qerm
‘¿
‘¿

5.2 Biegebemessung

Biegebemessung wie fr Biegebalken, ab S. 212 im Skript

Achtung: Bemessung erfolgt fr Sttzmoment und fr Feldmoment in x- und y-Richtung getrennt. Aufpassen, dass man mit der richtigen statischen Nutzhhe rechnet!

Achtung: Am besten schauen, dass man fr die Bewehrung von Feldmoment UND Sttzmoment dieselben Durchmesser verwendet, da man sonst mit noch mehr statischen Nutzhhen rechnen muss!
$d_x := h_{Pl} - d_{sl}/2 - c_{nom}$
— fr Berechnung von Feldmoment in X-Richtung
$d_y := d_x - d_{sl}$
— fr Berechnung von Sttzmoment und fr Feldmoment in Y-Richtung
Als Anmerkung dazunotieren: ”Annahme: uere Lage liegt in Y-Richtung”

Achtung: Auerdem dazunotieren: "Aufgrund der Querdehnzahl mssen in Querrichtung 20% der Bewehrung eingelegt werden!" d.h.
$A_{serfxstuetz} = 0.2\, A_{serfystuetz}$

=¿ ist bei Matten aber generell mit abgedeckt!

Nicht vergessen, minimal- und Maximalbewehrung zu errechnen!

5.3 Schubnachweis

$C_{Rdc} = 0.1200000000$

$C_{Rdc} = 0.1200000000$

$k = \min\left(1 + \sqrt{200\,\frac{mm}{dy}}\right)$

d in mm eingeben!

$\rho_1 = \frac{A_{svorhstuetz}}{d_y}$

$v_{min} = 0.035\, k^{3/2} \sqrt{f_{ck}}$

$V_{Rdc} = C_{Rdc}\, k \sqrt[3]{100} \sqrt[3]{\rho_1\, f_{ck}}$

6 Berechnung einachsig gespannte Platte

7 Berechnung Scheibe

Die Berechnung von Scheiben ist eines der Hauptthemen in Konstruktion von Flchentragwerken. Es gibt mehrere Mglichkeiten, dies zu bewerkstelligen.

Unterschied zwischen Scheibe/Wandartiger Trger:

Interessanterweise sind in vielen alten Prfungsausarbeitungen Scheiben als wandartige Trger berechnet, OBWOHL sie eigentlich laut Skizze eine kontierliche Lagerung haben sollten. Wenigstens meiner Meinung nach.

7.1 Berechnung als Scheibe nach dem Modellsttzenverfahren:

'¿

7.2 Berechnung als Wandartiger Trger

Lt. Skriptum S. 287

Geometrie:

l

= Breite der Scheibe

$l_{auflager}$

=Auflagerbreite

$l_{eff} = l - l_{auflager}$

h_s

= Hhe Scheibe

d_s

= Dicke Scheibe

7.2.1 Ermittlung der Zug- und Druckkrfte, die an den Auflagern wirken

Linienlasten ber die gesamte Oberseite der Scheibe:

7.2.2

$M = 1/8\, q {l_{\mathit{eff}}}^2$
$z = \min\left(0.6\, l, 0.75\, h\right)$
fr Einfeldtrger
$z = \min\left(0.4\, l, 0.75\, h\right)$
fr Durchlauftrger im Feld und ber der Sttze
$Z_d = \frac{M}{z}$
'¿
ACHTUNG: Wenn das Eigengewicht der Scheibe am oberen Rand als Linienlast angesetzt wird, nicht vergessen es mit$\gamma_g = 1,35$ zu multiplizieren!
$F_{da} = 1/2\, ql$

7.2.3 Linienlasten ber einen Teil der Oberseite der Scheibe

(e.g. Prfung vom 26.02.2015 =¿ nur die Hlfte der Oberseite wird durch eine Aufliegende Terassendecke beeinflusst.)

Es wird auf eine Punktlast reduziert (Als Vereinfachung notieren!) und dann nach dem unten beschriebenen System errechnet.

Fr die Aufteilung der Auflagerkrfte kommt es darauf an, an welcher Stelle die Punktlast dann liegt!

7.2.4 Punktlasten

e.g. aus einer Sttze einer darber liegenden Punktgesttzten Platte

Wenn Sttzen (z.B. Ecksttzen) am Rand der Scheibe liegen, knnen sie fr die Berechnung der Zugstrebe ignoriert werden, sind aber immer noch fr die Auflagerkrfte relevant!
$u = \min\left(0.1\, h_s, 0.1\, l_{\mathit{eff}}\right)$
$\Delta h_a = h_s - u$
(Es wird angenommen, dass das Kraftdreieck bei u/2 unter dem oberen Rand anfngt, und die Zugstrebe bei u/2 ber dem unteren Rand liegt)
$\Delta l_a = l_{\mathit{eff}}/2$
$\alpha_a = \arctan\left(\frac{\Delta h_a}{\Delta l_a}\right)$
Rundschnitt am Lasteinleitungspunkt:
$D_{da} = 1/2\, \frac{V_{ed}}{\sin\left(\alpha_a\right)}$
Rundschnitt am unteren Knoten und Summe der horizontalen Krfte=0

$Z_{da} = D_{da}\,\cos(\alpha_a)$

$$Z_{da} = D_{da}\,\cos(\alpha_a)$$

'¿

Bei Mittiger Punktlast:

$F_{da} = V_{ed}/2$

ACHTUNG: Wenn die Punktlast nicht an der oberkante der Scheibe ansetzt, sondern wie z.B. bei einer Konsole weiter unten, wird fr die Berechnung von u trotztdem die Hhe der gesamten Scheibe herangezogen!

'¿

'¿

7.2.5 Ermittlung erforderliche Bewehrung

7.2.6 Zugstrebe

Aufsummierung aller Zugkrfte$Z$ (Fachwerkmodelle sind superponierbar)

$A_{serf} = \frac{Z_d}{f_{yd}}$

Stababstand:

$a_1 = u/4$

Zur Aufnahme der Umlenkkrfte der Druckstrebe mssen zustzlich 25 % der Zugbewehrunghorizontal ber der Hauptzugbewehrung zwischen 0,1 und 0,3 h verteilt werden:

$A_{s2erf} = 0.25\,A_{serf}$

$a_{s2erf} = 1/4\,\frac{A_{s2erf}}{u}$

$a_{smin} = 0.001\,d_s$

'¿

7.2.7 Druckspannung am Auflagerpunkt

$A_{lager} = l_{auflager}\,d_s$

Aufsummierung der Auflgerkrfte Fda'¿

$\sigma_{cda} = \frac{F_{da}}{A_{lager}}$

$v = 1 - \frac{f_{ck}}{250}$

Nachweis D-Z-D-Knoten vereinfacht (nur fr die vertikale Auflagerkraft):

$\frac{\sigma_{cda}}{f_{\texttt{cd*v*0.85}}}$

7.2.8 Konstruktive Anforderungen

lotrechte Bewehrung ist innen anzuordnen (wegen Lastverteilung, Schwinden, Temperaturschwankungen, Ausknicken)

Mindesbewehrung ist je zur Hlfte auf die beiden Seiten aufzuteilen

Eine auenliegende Hauptbewehrung ist durch Querbewehrung mit mindestens 4 Bgeln jem^2 Wandflche zu verbinden

Lotrechte Mindestbewehrung:
$a_c = d_{scheibe}\, m$
$a_{svmin} = \max\left(0.15\,\frac{|n_{ed}|}{f_{yd}}, 0.0015\, a_c\right)$
$a_{svmin} = \max\left(0.15\,\frac{|n_{ed}|}{f_{yd}}, 0.003\, a_c\right)$
wenn| $\frac{‘n_e d‘ \,|}{‘a_c‘ \geq 0.3 \cdot ‘f_c d‘}$ ‘¿
Lotrechte Maximalbewehrung:
$0.02\, a_c \leq a_{smax}$
bei Wnden ohne Verbgelung
$0.04\, a_c \leq a_{smax}$
bei Wnden mit Verbgelung wie bei Sttzen
Horizontale Mindestbewehrung:
$a_{shmin} = \max(0.2\, a_{sv})$
wenn$0.3\, f_{cd} \leq \frac{|ned|}{a_c}$ dann$0.5\, a_{sv} \leq a_{shmin}$
Derzeit bin ich mir bei der Definition von asv und ac nicht ganz sicher!

8 Berechnung Konsole

9 Checkliste fr Bewehrungsplne

Bewehrungsplne in der Prfung mssen enthalten:
c_{nom}
muss eingezeichnet sein
die errechnete Bewehrung (aufpassen auf: Abstufung, richtiges Einzeichnen obere/untere Bewehrungslage)
konstruktive Bewehrung (z.B. Eckbewehrung)
Stahlliste
Schnittanleitung fr Matten
Angaben zu: Beton und Bewehrungsstahl,c_{nom} , Expositionsklasse, Nutzungsdauer, dmax

9.1 Vorlage fr Platten:

‘¿

10 Sonderfall Kreuzlagenholzplatte als einachsig gespannte Deckenplatte

(e.g. Prfung 160608)
Ich habe hier zwar die Durchrechnung angeschrieben, aber ganz ehrlich: Wenn so etwas kommt, sind wir sowieso am Arsch.

Anmerkung: Die Formeln basieren auf der Ausarbeitung von Prfung 160608 - aber sie weichen etwas von den Formeln ab, die in dem bungsbeispiel verwendet werden, das online ist. Ich werde dem Prof schreiben und fragen.

10.1 Geometrie und Material:

Anzahl der Hauptlagen:$n_h = 3$

Anzahl der Nebenlagen:$n_n = 2$

Dicke einer Hauptlage:$d_h = 5\,cm$

Dicke einer Nebenlage:$d_n = 2\,cm$

Gesamtdicke:$d_{ges} = n_h\,d_h + n_n\,d_n$

bezogene Breite:$b_{klk} = m$ (wird so wie "normale" einachsig gespannte Platte auch als 1 m breiter Balken berechnet)

Werte von Seite 100 skript

f_{mk}

f_{t90k}

$f_{rk} = 2\,f_{t90k}$

(Rollschubfestigkeit: nach EN-1995-1-1 nherungsweise das doppelte der Zugfestigkeit normal zur Faser)

$\rho_H = \rho\mathtt{mean}$

$G = 690\,MPa$

$E = 11000\,MPa$

$G_r = 50\,MPa$

(Rollschubmodul, allerdings woher der Wert ist, wei auch nur Gott!)

Bestimmung Faktoren (skript S.26 u. 27) Nutzungsklasse 1, Lasteinwirkungsdauer mittel =¿$k_{mod} = 0.8$, $k_{def} = 0.6$

Es ist der Teilsicherheitsbeiwert fr BSP relevant !$\gamma_m = 1.25$

Feldlnge:$l_{klh} = 6.25\,m$

10.2 Lastaufstellung und Lastkombinationen

Lastaufstellung Erfolgt ganz normal, wie bei Stahlbetonbauteil

Lastkombinationen:

Anwendung von vereinfachter Hochbaukombination fr Grenzzustand der Tragfhigkeit:

- mit fhrender Vernderlicher
- mit mehreren Vernderlichen

Fr Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (S.31 Skript)

- Quasistndige Lastkombination
- Charakteristische Lastkombination

=¿ fr Tabellen und Beiwerte, siehe bungsskriptum

10.3 Ermittlung Querschnittskennwerte

Schwerpunktsabstand von oben$z_s = d_{ges}/2$

Teilflchenschwerpunkte von SP

1.Lage von oben:$a_1 = z_s - d_h/2$
2.Lage von oben:$a_2 = z_s - d_h - d_n/2$
3.Lage von oben:$a_3 = z_s - 3/2\, d_h - d_n$
4. Lage von oben:$a_4 = d_n/2 + d_h/2$
5. Lage von oben:$a_5 = d_n + d_h$

Die letzten zwei machen meiner Meinung nach nicht wirklich Sinn und stimmen auch nicht mit dem berein, was im bungsskriptum steht - ich werde den Profs. schreiben !

Skizze aus bungsbeispiel (t statt d!)

Randfaserabstnde:oben: Hauptlage, unten: Nebenlage

$z_{O0} = z_s$
$z_{U0} = z_{O0}$
$z_{O90} = z_s - d_h$
$z_{U90} = z_{O90}$

fr ULS:

Tragfhigkeitsmoment netto ohne Schubverformung (fr Lagen mit gleichem E-Modul)

$I_{\mathtt{0net}} = 1/4\, b_{lkh}\, {d_h}^3 + b_{lkh}\, d_h$
$I_{\mathtt{90net}} = 1/6\, b_{klh}\, {d_n}^3 + b_{klh}\, d_n\, {a_2}^2 + b_{klh}$

Aus der bung (t statt d!)

Widerstandsmomente:

$$W_{\mathtt{0net}} = \frac{I_{\mathtt{0net}}}{\max\left(z_{O0}, z_{u0}\right)}$$

$$W_{\mathtt{90net}} = \frac{I_{\mathtt{90net}}}{\max\left(z_{O90}, z_{U90}\right)}$$

statisches Moment:

$s_{R0} = b_{klh}\, d_h\, a_1$

fr SLS:

Trgheitsmomente effektiv mit Schubverformung:

$$\gamma_1 = \left(1 + \frac{\pi^2 E d_h\, d_n}{{l_{klh}}^2 G_r}\right)^{-1}$$

$\gamma_5 = \gamma_1 \wedge \gamma_1 = \gamma_{\mathtt{2}}$

(bei symmetrischen Querschnittsaufbau)

$l_{\mathtt{0ef}} = 1/4\, b_{klh}\, {d_h}^3 + b_{klh}\, \left(\gamma_1\, d_h\, {z_1}^2 + \gamma_5\, d_h\, {z_5}^2\right)$
$l_{\mathtt{90}_{ef}} = 1/6\, b_{klh}\, {d_n}^3 + b_{klh}\, \left(\gamma_2\, d_n\, {a_2}^2 + \gamma_4\, d_n\, {a_4}^2\right)$

10.4 Schnittkraftermittlung:

(in diesem Fall Einfeldtrger, sonst mit DLT-Tabellen)

Feldmoment:

$M_{sd} = 1/8\, q{l_{kh}}^2$

Querkraft/Auflager:

$V_{sd} = 1/2\, ql_{klh}$

10.5 Bemessung auf Durchbiegung

fr quasistndig:

$w_{instq} = \frac{5\, q_{quasi}\, {l_{klh}}^4}{384\, EI_{\mathtt{0ef}}}$

$w_{creep} = k_{def}\, w_{instq}$

$w_{finq} = w_{instq} + w_{creep}$

fr charakteristisch:

$w_{instc} = \frac{5\, q_c\, {l_{klh}}^4}{384\, EI_{\mathtt{0ef}}}$

$w_{finc} = w_{instc} + w_{creep}$

‘¿

10.6 Nachweise:

10.6.1 ULS = Ultimate Limit State = Tragfhigkeit

10.6.2 SLS = Serviceability Limit State = Gebrauchstauglichkeit

10.7 Tabellen fr Brettsperrholz:

Aus dem Bemessungsleitfaden fr Brettsperrholz (http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/
entnommene Tabellen:

‘¿

‘¿

‘¿