

Programm

ST-FUSS

für PCs unter Windows 95/98/ME/NT 4.0/2000

**Gelenkige und eingespannte Fußpunktstrukturen
für Stützen aus I-Profilen**

Benutzer-Handbuch

Fassung Februar 2001

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung
Der ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH ist es nicht gestattet, dieses Benutzer-Handbuch
oder Teile daraus auf jedwede Art zu vervielfältigen.

**© ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH
Am Zellweg 2 • D-93464 Tiefenbach**

Telefon: 0 96 73 / 17 75 oder 17 76

Telefax: 0 96 73 / 17 70

E-Mail: info@dlubal.com

Internet: <http://www.dlubal.de>



1.	EINLEITUNG	1
1.1	ST-FUSS INSTALLIEREN	3
2.	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	4
2.1	GELENKIGER FUßPUNKT MIT BÜNDIGER FUßPLATTE (KONSTRUKTIVER PLATTENÜBERSTAND), STÜTZE MIT I-PROFIL (FP1)	4
2.2	GELENKIGER FUßPUNKT MIT ÜBERSTEHENDER FUßPLATTE, STÜTZE MIT I-PROFIL (FP2)	10
2.3	GELENKIGER FUßPUNKT MIT BÜNDIGER FUßPLATTE UND ZWEI STEGSTEIFEN (FP3)	12
2.4	EINGESPANNTE STÜTZE (HÜLSENFUNDAMENT) (FP4)	17
3.	ARBEITEN MIT ST-FUSS	21
3.1	ST-FUSS STARTEN	21
3.2	EINGABEMASKEN	22
3.2.1	Maske 1.1 Varianten und Schnittgrößen	23
3.2.2	Maske 1.2 Stützenprofil und Materialien	25
3.2.3	Maske 1.3 Fuß- und Ankerplatte	27
3.2.4	Maske 1.4 Knagge	27
3.2.5	Maske 1.5 Bolzen für Ankerplatte	29
3.2.6	Maske 2.1, Rippengeometrie	30
3.3	ERGEBNISMASKEN	31
3.3.1	Maske 3.1 Bildschirmausgabe	31
3.4	PULLDOWNMENÜS	31
3.4.1	Datei	31
3.4.2	Aktion	32
3.4.3	Gehe zu	32
3.4.4	Ansicht	32
3.4.5	Datenübernahme RSTAB	32
3.4.6	Extras	33
3.4.7	Info	34
4.	BEISPIELE	35
4.1	BEISPIEL 1	35
4.2	BEISPIEL 2	40
	ANHANG A: LITERATURVERZEICHNIS	46
	ANHANG B: NOTATIONEN	47



1. Einleitung

Für einen Stützenfußpunkt unter einer vorgegebenen Beanspruchung (Bemessungswerte der Einwirkungen = γ -fache Schnittgrößen) wird eine Bemessung (Auslegung) nach DIN 18800, Teil 1 durchgeführt (Verfahren elastisch-elastisch bzw. elastisch-plastisch). Alternativ zur Auslegung eines Fußpunkte kann auch eine bestehende Konstruktion mit Hilfe des Programmes nachgewiesen werden. Zur Zeit stehen vier verschiedene Fußpunkte für Stützen mit I-Profil zur Verfügung.

- FP1 Gelenkiger Fußpunkt mit bündiger Fußplatte (konstruktiver Plattenüberstand), Ankerplatte (optional), Knagge (optional)
- FP2 Gelenkiger Fußpunkt mit überstehender Fußplatte, Ankerplatte (optional), Knagge (optional)
- FP3 Gelenkiger Fußpunkt mit bündiger Fußplatte mit zwei Stegsteifen, Ankerplatte (optional), Knagge (optional)
- FP4 Eingespannte Stütze (Hülsenfundament)

Eine Erweiterung ist geplant, u. a. auch für Hohlprofile und zugbeanspruchte Stützen. Die gelenkigen Fußpunkte FP1 bis FP3 sind für die Aufnahme einer Stützendruckkraft N_d und einer Horizontallast V_d ausgelegt, die Köcherkonstruktion FP4 kann zusätzlich noch ein Einspannmoment M_d aufnehmen. Vom Anwender kann das Programm wahlweise für eine der beiden Optionen eingesetzt werden:

- Modul Auslegung
Automatische Wahl aller Konstruktionselemente (Platte, Ankerplatte, Knagge, Bolzen, Steifen, Schweißnähte, Einspannlängen) und deren Nachweis nach DIN 18800 Teil 1.
- Modul Nachweis
Eingabe einer bestehenden Konstruktion und Nachweis nach DIN 18800 Teil 1.

Die Voraussetzungen und Leistungen des Programmes sind in Tafel 1.1 zusammengestellt:

Voraussetzungen

- Druckkraft N_d in der Stütze
- Gelenkiger Fußpunkt nur für Stützen mit einer Profilhöhe $h \leq 800$ mm (Größere Profile sollten zur Erzielung einer gelenkigen Lagerung mit einer Zentrierleiste ausgeführt werden)
- Stützen mit I-Profil (Walzprofile, doppelsymmetrische Schweißprofile)
- Gewindebolzen nach Tabelle 4, DIN 18000 Teil 1
- Ankerplatte und Fußplatte nicht schubfest verbunden
- Ansatz der Reibung zur Einleitung der Horizontallast von der Stützenfußplatte in den Beton (Reibungsanteil = $\mu_H N_d/1,5$ mit $\mu_H = 0,5$)
- Schubsicherung durch eine Walzprofilknagge

Vorgaben

- Stützenprofil und Bemessungswerte der Einwirkungen
- Stützengeometrie
- Stahlsorten: - Stütze
- Stützenfußplatte
- Ankerplatte (optional)
- Knagge (optional)
- Beim Modul „Nachweis“ zusätzliche Eingabe von: - Fußplattenabmessungen
- Ankerplatte, Bolzen
- Knagge
- Steifen
- Schweißnähten



<ul style="list-style-type: none"> • Normalkraftübertragung über Druckkontakt (Minimalnähte nach DIN 18800) oder voll über die Schweißnähte
<p>Ergebniskatalog</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modul „Auslegen“: automatische Ermittlung aller Abmessungen <ul style="list-style-type: none"> - Fußplatte - Ankerplatte - Stegrippen - Bolzen und Bolzenabstände - Schweißnähte - Knaggenprofil und -länge - Einspannlänge (FP4) <p>Nachweis aller Bauteile incl. der Betonpressung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modul „Nachweis“: Nachweis aller Bauteile incl. der Betonpressungen

Tafel 1.1: Voraussetzungen, Vorgaben, Ergebnisse

Im Kapitel 2 sind die einzelnen Stützenfußpunkte definiert und die Nachweise erläutert.

Wichtig: Je nach Wahl der Fußpunkt konstruktion kann es zu sehr unterschiedlichen Abmessungen der Fußplatte kommen. Besonders signifikant kann der Unterschied zwischen FP1 (bündige Platte) und FP2 (überstehende Platte) sein. FP2 liefert in der Regel dünnere Fußplattendicken, da die Plattenüberstände u_F und u_S (siehe Bild 2.5) iterativ unter Ausnutzung der vollen Betongrenzpressung ausgelegt werden. Die daraus resultierenden Plattenmomente können dann kleiner sein, als die Momente für FP1, die für eine dreiseitig gelagerte Platte (Tafel 2.2) unter konstanter Flächenlast ermittelt werden, siehe Beispiele der Kapitel 4.1 und 4.2.

Programmname:	STFUSS Vers. 1.xx (Stützenfußpunkte für Stützen aus Walz- und/oder Schweißprofilen)
Rechner-Konfiguration:	IBM-PC/AT bzw. PS/2 oder Kompatible, mind. 16 MB RAM, Festplatte mit mindestens 8 MB freiem Speicherplatz
Peripherie:	9- oder 24-Nadel- oder Tintenstrahl oder HP-Laser-Drucker (bzw. kompatibel), Maus
Betriebssystem:	Windows 95 bzw. Windows NT
Programmiersprache:	Visual Basic 5.0 / Borland Pascal 7.0
Programmgröße:	insgesamt etwa 12 MB
Theoretische Programmentwicklung:	Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee Ingenieurgesellschaft Klee + Wriggers Siegessäße 3, 30175 Hannover
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Walter Rustler
Programmierung:	Ing. Software Dlubal GmbH
Handbuch:	Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee Dipl.-Ing. Georg Dlubal Franz Windmaißer
Theoretische Ausarbeitung:	Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee Siegessäße 3, 30175 Hannover
Programmkontrolle:	Dipl.-Ing. Georg Dlubal Dipl.-Ing. Walter Rustler Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee
Zweck:	Berechnung und automatische Auslegung von gelenkigen Stützenfußpunkten (FP1 bis FP3) und eingespannten Stützen (Köcherfundament FP4) nach DIN 18800 Teil 1. Stützen aus Walzprofilen und/oder Schweißprofilen mit doppelsymmetrischem I-Querschnitt

Tafel 1.2: Kurzbeschreibung



1.1 ST-FUSS installieren

Das Programm STFUSS befindet sich auf der CD mit der Aufschrift "RSTAB 5 mit Zusatzmodulen" und läßt sich von dort wie folgt installieren:

Installation unter Windows 95/98/ME/NT 4.0/2000

Installation vom Desktop aus:

1. Legen Sie die CD in Ihr CD-ROM-Laufwerk ein.
2. Die Installationsroutine startet automatisch.
3. Klicken Sie im Eröffnungsbildschirm [Installation ausführen].
4. Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Assistenten.

Sofern die CD bei Ihnen wegen deaktivierter Auto-Play-Funktion nicht automatisch startet, doppelklicken Sie das Symbol Ihres CD-ROM-Laufwerkes und machen weiter mit Schritt 3.

Installation über das Startmenü:

1. Wählen Sie **Ausführen** im Windows-Startmenü.
2. Geben Sie ein: **X:\Willkom.exe** ↵. Ersetzen Sie dabei X durch den Laufwerksbuchstaben Ihres CD-ROM-Laufwerkes.
3. Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Assistenten.

Installation über den Windows-Explorer:

1. Öffnen Sie im Explorer Ihren CD-ROM-Ordner.
2. Doppelklicken Sie **Willkom.exe**.
3. Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Assistenten.

Empfohlene Systemkonfiguration

PC mit Prozessor ab Pentium 200, 32 MB RAM, Microsoft-Windows 95/98/ME/NT 4.0/2000 oder höher, CD-ROM, Grafikkartenauflösung 1024 x 768 Pixel, Festplatte mit mind. 50 MB freiem Speicherplatz.



2. Theoretische Grundlagen

2.1 Gelenkiger Fußpunkt mit bündiger Fußplatte (konstruktiver Plattenüberstand), Stütze mit I-Profil (FP1)

Die Fußplatte wird mit konstruktiven Plattenüberständen \bar{u}_l und \bar{u}_b zur Aufnahme der Kehl-nähte ausgeführt, siehe Bild 2.1.

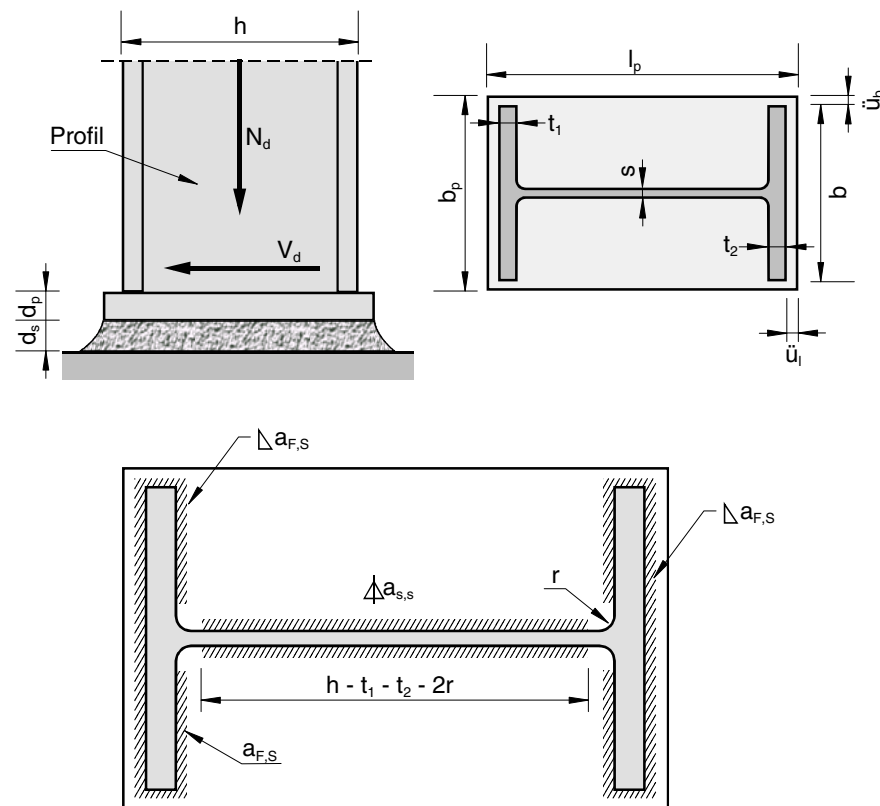


Bild 2.1: Bündige Fußplatte mit konstruktiven Überständen

Als maximale Überstände werden $\bar{u}_l = \bar{u}_b = d_p$ zugelassen, damit ist eine Plattenbiegung im Bereich der Überstände ausgeschlossen.

$$\min b_p = b + 2\sqrt{2}a_{F,S}$$

$$\max b_p = \max \begin{cases} b + 4\sqrt{2}a_{F,S} \\ b + 2d_p \end{cases}$$

$$\min l_p = h + 2\sqrt{2}a_{F,S}$$

$$\max l_p = \max \begin{cases} h + 4\sqrt{2}a_{F,S} \\ h + 2d_p \end{cases}$$

Gleichungen 2.1

a) Anschluß der Stütze an die Fußplatte

Das Programm legt die Kehlnähte so fest, daß die Mindest- bzw. Maximaldicken nach DIN 18800 T1 [1] eingehalten werden oder gibt einen entsprechenden Hinweis an den Anwender, falls eine der Restriktionen nicht eingehalten wird.

$$\min a_{F,S} = \max \begin{cases} \sqrt{\max(t_1, t_2, d_p)} - 0,5 \\ 2 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\max a_{F,S} = 0,7 \cdot \min(t_1, t_2, d_p)$$

$$\min a_{S,S} = \max \begin{cases} \sqrt{\max(s, d_p)} - 0,5 \\ 2 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\max a_{S,S} = 0,7 \cdot \min(s, d_p)$$

Gleichungen 2.2

Die Plattendicke d_p wird immer so ausgelegt, daß Gl. (2.2) erfüllt wird. Nach DIN 18800 T1, Element 837 [1] dürfen Druckkräfte, die normal zu einer Kontaktfuge gerichtet sind, vollständig durch Kontakt übertragen werden. Die Lagersicherung geschieht hier durch die Nähte mit den Mindestnahtdicken. Vom Anwender wird gewählt, ob die Normalkraft durch Kontakt oder durch die Kehlnähte übertragen werden soll. Eine vorhandene Horizontalkraft wird immer durch die Stegnaht übertragen.

Fall 1: Übertragung von N_d durch Kontakt

Flanschnähte: Mindestdicken nach Gl. (2.2)

Stegnähte: (siehe Bild 2.1)

$$\text{erf } a_{S,S} = \frac{V_d}{2(h - t_1 - t_2 - 2r) \sigma_{w,Rd}}$$

$$\sigma_{w,Rd} = \alpha_w \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

Gleichungen 2.3

Fall 2: Übertragung von N_d und V_d durch die Kehlnähte

Die Schweißnähte der Flansche und des Steges übertragen die jeweiligen anteiligen Kräfte:

$$\text{max. Flanschkraft : } N_{F,S} = \frac{b \cdot \max(t_1, t_2)}{A_S} N_d$$

A_S Gesamtquerschnittsfläche der Stütze

Erforderliche Kehlnahtdicke am Flansch (beide Seiten gleich ausgeführt)

$$\text{erf } a_{F,S} = \frac{N_{F,S}}{\sigma_{w,Rd}(2b - s - 2r)}$$

Anteilige Stegnormalkraft

$$N_{S,S} = N_d \frac{A_S - b(t_1 + t_2)}{A_S}$$

Nahtfläche Steg

$$A_{w,SS} = 2a_{S,S}(h - t_1 - t_2 - 2r)$$

Nahtspannungen

$$\sigma_{w,SS} = \frac{N_{S,S}}{A_{w,SS}}, \tau_{w,SS} = \frac{V_d}{A_{w,SS}}$$

Aus der Bedingung für die Nahtvergleichsspannung



$$\sigma_{w,vS} = \sqrt{\sigma_{w,SS}^2 + \tau_{w,SS}^2} \leq \sigma_{w,Rd}$$

folgt für die erforderliche Kehlnahtdicke

Gleichungen 2.4

$$\text{erf } a_{s,S} = \frac{\sqrt{N_{S,S}^2 + V_d^2}}{2\sigma_{w,Rd}(h - t_1 - t_2 - 2r)}$$

Gleichung 2.5

b.) Aufstandsfläche, Betonspannungen

Nach DIN 18800 T1 [1] Element 767 ist die Grenzspannung des Betons mit $\beta_R/1,3$ festgelegt (β_R nach DIN 1045 (07.88)). Diese Grenzpressungen sind in der Tabelle 2.1 zusammengefaßt.

Betonfestigkeitsklasse	Rechenwert β_R in kN/cm ²	Grenzpressung $\sigma_{b,Rd} = \beta_R/1,3$ in kN/cm ²
B 5	0,35	0,27
B 10	0,70	0,54
B 15	1,05	0,81
B 25	1,75	1,35
B 35	2,30	1,77
B 45	2,70	2,08
B 55	3,00	2,31

Tabelle 2.1: Betongrenzspannung $\sigma_{b,Rd} = \beta_R/1,3$

Unter der Voraussetzung einer konstanten Betonpressung p unter der Fußplatte lassen sich aus

$$p = \frac{N_d}{b_p l_p} \leq \sigma_{b,Rd}$$

Gleichung 2.6

die erforderlichen Plattenabmessungen ermitteln, die der Anwender dann in Abhängigkeit der Restriktionen nach Gl. (2.1) festlegt.

c.) Auslegung bzw. Nachweis der Fußplattendicke d_p

Die Fußplatte wird nach der Elastizitätstheorie bemessen. Die Ermittlung der Plattenmomente m geschieht am System einer dreiseitig gestützten Platte, die frei auf den Stützenflanschen aufliegt und am Steg aus Symmetriegründen voll eingespannt ist (siehe Tabelle 2.2).

$$I_x = h - 0,5(t_1 + t_2); I_y = 0,5 b$$

$$m = \rho \frac{I_x I_y}{k} \quad \text{für } 0,25 \leq \frac{I_y}{I_x} \leq 2,0$$

$$m = \rho \frac{I_x^2}{8} \quad \text{für } \frac{I_y}{I_x} > 2,0$$

$$m = \rho \frac{I_y^2}{2} \quad \text{für } \frac{I_y}{I_x} < 0,25$$

Gleichungen 2.7

$\epsilon = I_y/I_x$	k
0,25	9,05
0,30	8,08
0,40	7,12
0,50	6,82
0,60	6,85
0,70	7,05
0,80	7,45
0,90	7,96
1,00	8,51
1,10	9,64
1,20	9,83
1,30	10,6
1,40	11,3
1,50	12,1
1,60	13,5
1,70	13,7
1,80	14,9
1,90	15,4
2,00	15,9

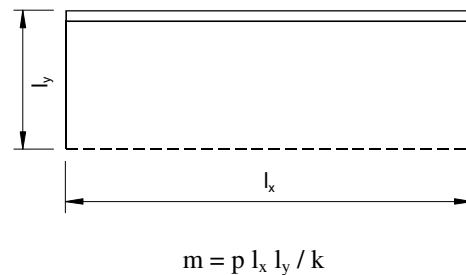


Tabelle 2.2: Beiwert k zur Ermittlung der Plattenmomente [2]

Aus der Bedingung

$$\sigma_d = \frac{m}{\frac{d_p^2}{6}} \leq \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

ergibt sich die erforderliche Plattendicke d_p

$$\text{erf } d_p = \sqrt{\frac{6m \gamma_M}{f_{y,k}}}$$

Gleichung 2.8

die vom Anwender in Abstufungen dann gewählt wird. Falls die rechnerisch erforderliche Plattendicke zu klein ist um die Bedingungen (2.2) zu erfüllen (erforderliche Nahtdicken wurden vorweg ermittelt), so wird die Plattendicke d_p an die Bedingung (2.2) angepaßt.

d.) Ableitung der Horizontallast, Knagge

Die Bemessungshorizontallast V_d muß kleiner gleich der Grenzgleitkraft

$$V_{R,d} = \mu_H \frac{N_d}{1,5} + H_{K,R,d}$$



Gleichung 2.9

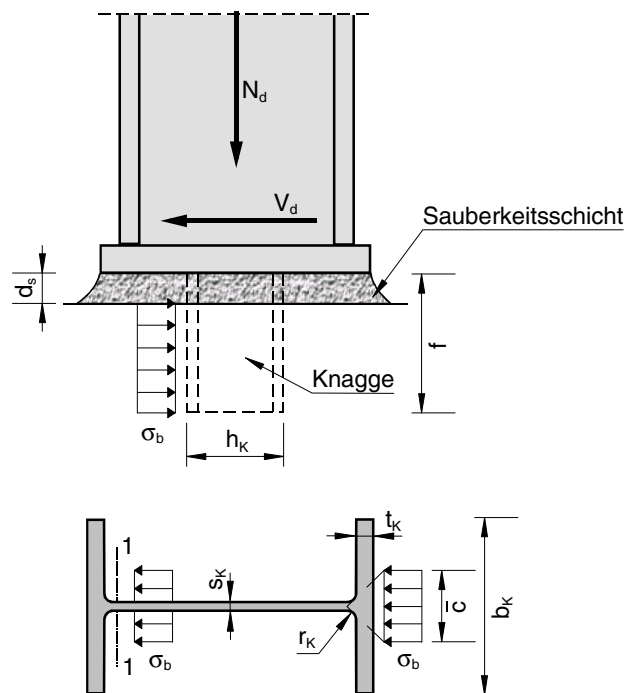
sein. Mit

$\mu_H = 0,5$ Bemessungswert für die Reibungszahl in der Lagerfuge, Stahl auf Beton
 $H_{K,R,d}$ Grenzkraft aus der Knagge (mechanische Schubsicherung)

Für $V_d \leq \mu_H N_d/1,5$ kann die Horizontallast über Reibung abgeleitet werden, N_d ist die zu V_d zugehörige Stützendruckkraft. Es darf angenommen werden, daß der Reibwiderstand und der Scherwiderstand mechanischer Schubsicherungen gleichzeitig wirken, bei $V_d > \mu_H N_d/1,5$ muß also der Anteil

$$\Delta V_d = V_d - \mu_H \frac{N_d}{1,5}$$

von der mechanischen Schubsicherung, hier in Form einer Knagge aus einem Walzprofil, aufgenommen werden, siehe Bild 2.2



$$\bar{c} = s_K + 1,61 r_K + 5,0 t_K \leq b_K$$

Bild 2.2: Knagge als Schubsicherung

Mit Rücksicht auf die Flanscbiegung wird von einer Einleitung der Betonpressung in den Steg unter der Neigung 1 : 2,5 ausgegangen (Bild 2.2).

Die Betonpressung wird durch die elastische Stauchung des Betons auf beide Stützenflansche verteilt mit 55 % Anteil des direkt belasteten Flansches, damit folgt für die gesamte rechnerische Plattenbreite

$$c = \frac{\bar{c}}{0,55} = 1,82 \bar{c}$$

Die erforderliche Knaggenlänge wird aus der Bedingung

$$\sigma_b = \frac{\Delta V_d}{c(f - d_s)} \leq \sigma_{b,R,d}$$

Gleichung 2.10

bestimmt:

$$\text{erf } f = \frac{\Delta V_d}{c \sigma_{b,R,d}} + d_s$$

Gleichung 2.11

Nachweis der Stahlknagge:
Schubspannung

$$\max \tau_d = \frac{\Delta V_d \cdot S_{yK}}{I_{yK} s_K} \leq \frac{f_{yK}}{\sqrt{3} \gamma_M}$$

S_{yK} : Statisches Moment der Knagge

I_{yK} : Flächenträgheitsmoment der Knagge

s_K : Stegdicke der Knagge

Knaggenmoment

$$M_K = \Delta V_d \left(\frac{f - d_s}{2} + d_s \right) = \Delta V_d \frac{f + d_s}{2}$$

mit der maximalen Spannung:

$$\sigma_{xd} = \frac{M_K}{W_{yK}} \leq \frac{f_{y,K}}{\gamma_M}$$

W_{yK} : Widerstandsmoment der Knagge

maximale Vergleichsspannung der Knagge im Schnitt 1-1 (siehe Bild 2.2)

$$S_{y1-1} = b_K t_K \frac{h_K - t_K}{2}, \quad h_1 = h_K - 2t_K - 2r_K$$

$$\tau_{d1-1} = \frac{\Delta V_d S_{y1-1}}{I_{yK} s_K}, \quad \sigma_{x,d1-1} = \frac{M_K}{I_{yK}} \cdot \frac{h_1}{2}$$

$$\sigma_{v,d} = \sqrt{\sigma_{xd1-1}^2 + 3 \tau_{d1-1}^2} \leq \frac{f_{y,K}}{\gamma_M}$$

Gleichung 2.12

Aus der Gleichung (2.11) folgt die erforderliche Einspanntiefe f der Knagge und aus der Spannungsberechnung das erforderliche Knaggenprofil. Vom Anwender vorzugeben sind die Profillreihe und die Stahlsorte der Knagge.

Weiterhin wird vom Programm die Bedingung

$$b_K \leq b_p - 10 \text{ mm}$$

überprüft. Der Anschluß der Knagge an die Fußplatte über Doppelkehlnähte wird vom Programm ausgelegt und nachgewiesen. Für den vereinfachten Nachweis ergibt sich:

Flanschnähte $a_{F,K}$ umlaufend

$$a_{F,K} \geq \begin{cases} \sqrt{\max(d_p, t_K)} - 0,5 \\ 2 \text{ mm} \end{cases} \leq 0,7 \min(t_K, d_p)$$

Gleichungen 2.13



Flanschkraft

$$F_F = \frac{M_K}{h_K - t_K}$$

Nahtfläche Flansch

$$A_{w,FK} = a_{F,K} [2(b_K + t_K) - s_K - 2r_K]$$

$$\sigma_{w,F,K} = \frac{F_F}{A_{w,FK}} \leq \sigma_{w,R,d}$$

Stehnaht, beidseitig $a_{s,K}$

$$a_{S,K} \geq \begin{cases} \sqrt{\max(s_K, d_p)} - 0,5 \\ 2 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\leq 0,7 \min(d_p, s_K)$$

Nahtfläche Steg

$$A_{w,SK} = 2 \cdot (h_K - 2t_K - 2r_K) a_{S,K}$$

$$\tau_{w,S,K} = \frac{\Delta V_d}{A_{w,SK}} \leq \sigma_{w,R,d}$$

$$\sigma_{w,R,d} = \alpha_w \frac{f_{y,K}}{\gamma_M}$$

Gleichungen 2.14

Die Nahtdicken werden iterativ so angepaßt, bis alle Nachweise erfüllt sind. Ebenso wird das Knaggenprofil selbst bei einer vorgegebenen Profilreihe so ausgelegt - im Zusammenspiel mit den Schweißnahtnachweisen - daß die Spannungsnachweise erbracht werden.

e) Anschluß an einbetonierte Ankerplatte

Aus Montagegründen ist es oft zweckmäßig, die Stütze mit angeschweißter Fußplatte auf eine bereits einbetonierte Ankerplatte anzuschließen, siehe Bild 2.3.

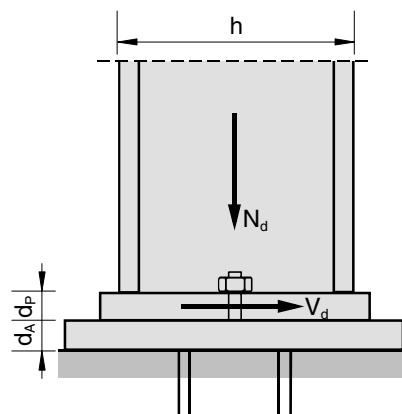


Bild 2.3: Anschluß Stütze an Ankerplatte mittels Gewindebolzen

Die Fußplatte wird dabei mit 2 oder 4 Gewindebolzen an die Ankerplatte d_A angeschraubt. Die charakteristischen Werte für die Gewindebolzen sind in Tabelle 2.3 zusammengestellt, siehe Tabelle 4 DIN 18800 Teil 1 [1]. Die Horizontalkraft V_d wird über die Bolzen in die Ankerplatte eingeleitet. Reibung wird hierbei nicht angesetzt, wohl aber bei der Bemessung der Knagge. Die Gewindebolzen sind **stumpf** auf die Ankerplatte geschweißt.

	1	2	3
	Gewindebolzen d in mm	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ N/mm ²
1	nach DIN 32500 Teil 1 Festigkeitsklasse 4.8	320	400
2	nach DIN 32500 Teil 3 mit der chemischen Zusammensetzung des St 37-3 nach DIN 17100	350	450
3	aus St 37-2, St 37-3 nach DIN 17100 $d \leq 40$	240	360
4	aus St 52-3 nach DIN 17100 $d \leq 40$	360	510

Tabelle 2.3: Charakteristische Werte für Gewindebolzen

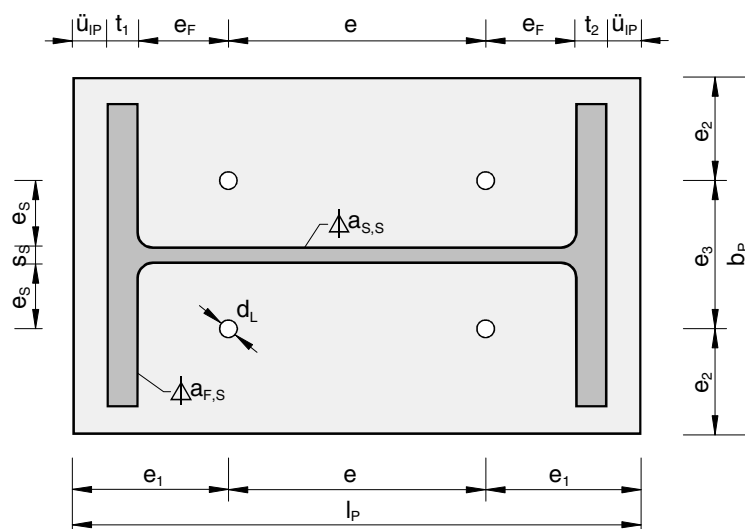
Die Grenzspannung für die Schweißnaht **und** für den Bolzen beträgt

$$\sigma_{b,R,d} = \frac{f_{y,b,k}}{\gamma_M}; \tau_{b,R,d} = 0,7 \frac{f_{y,b,k}}{\gamma_M},$$

wobei für den Gewindebolzen der Spannungsquerschnitt als Bezugsfläche gilt [1]. Die Grenzscherkraft eines **stumpf** geschweißten Gewindebolzens beträgt damit

$$V_{a,R,d} = A_{sp} \tau_{b,R,d} = A_{sp} 0,7 \frac{f_{y,b,k}}{\gamma_M}$$

Gleichung 2.15



Maß a_1 zur Schraubbarkeit

Bolzen d	12	16	20	22	24	27	30	36
a_1 (mm)	25	30	40	45	50	60	60	75

Bild 2.4: Gewindebolzenabstände



$$\min e_3 \geq \max \begin{cases} 2 a_1 + s_S \\ s_S + 2\sqrt{2} a_{S,S} + \emptyset \\ s_S + 2\sqrt{2} a_{S,S} + \min e \\ 2,4 d_L \end{cases}$$

$$\min e_F \geq \max \begin{cases} a_1 \\ \sqrt{2} a_{F,S} + \emptyset \\ \sqrt{2} a_{F,S} + \min e \\ 1,2 d_L - \ddot{u}_{IP} - \min(t_1, t_2) \end{cases}$$

$$e \geq 2,2d_L \quad e_2 \geq 1,2d_L$$

\emptyset Scheibendurchmesser

$\min e$ Eckmaß Schraubenmutter

d_L Lochdurchmesser

Gleichungen 2.16

Das Maß e sollte wegen des gelenkigen Anschlusses möglichst klein gewählt werden. Bei der Berechnung der Grenzlochleibungskraft muß unterschieden werden, ob die auf das Schraubenloch wirkende Kraft zum Fußplattenrand (Interaktion zum Rand mit e_1) oder in Richtung des nächsten Schraubenloches wirkt (Interaktion untereinander mit e). Für den Lochleibungswert α_1 und die Grenzlochleibungskraft folgt ([1], [8])

2 Gewindebolzen ($e = 0$)

$$\alpha_{lr} = (1,85 \varepsilon - 0,5) \frac{\beta}{3} - (0,75 \varepsilon - 0,2) \leq 3,0$$

$$\varepsilon = \frac{e_1}{d_L}$$

$$\beta = \frac{e_2 + \frac{1}{2} e_3}{d_L}$$

$$\sum V_{l,R,d} = 2 \alpha_{lr} d \frac{f_{y,k,P} d_P}{\gamma_M} \geq V_d$$

$f_{y,k,P}$ Fließspannung der Fußplatte

e_1 darf rechnerisch nur mit maximal $3,0 d_L$ in Rechnung gestellt werden, $e_2 \leq 1,5 d_L$ und $e_3 \leq 3,0 d_L$.

4 Gewindebolzen

$$\alpha_{lr} = (1,85 \varepsilon - 0,5) \frac{\beta}{3} - (0,75 \varepsilon - 0,2) \leq 3,0 \text{ mit } \varepsilon = \frac{e_1}{d_L},$$

$$\alpha_{lu} = (1,80 \varepsilon - 1,3) \frac{\beta}{3} - (0,72 \varepsilon - 0,53) \leq 3,0$$

$$\varepsilon = \frac{e}{d_L} \text{ (e rechnerisch maximal } 3,5 d_L \text{)}$$

$$\beta = \frac{e_2 + \frac{1}{2} e_3}{d_L}$$

$$\sum V_{l,R,d} = 2 (\alpha_{lr} + \alpha_{lu}) d \frac{f_{y,k,P} d_P}{\gamma_M} \geq V_d$$

$$(e_2 \leq 1,5 d_L \text{ und } e_3 \leq 3,0 d_L)$$

Gleichungen 2.17

Bei der Ermittlung der Fußplattendicke d_P darf die Dicke d_A der Ankerplatte mit berücksichtigt werden. Unter der Voraussetzung, daß die Ankerplatte an allen vier Seiten über die Fußplatte übersteht gilt:

d_A : Vorwahl durch Anwender (Vorschlag $d_A \geq 10 \text{ mm}$)

$$m \leq m_{\text{elastisch}} = \frac{1}{6} d_A^2 f_{y,d,A} + \frac{1}{6} d_P^2 f_{y,d,P}$$

$$\text{erf } d_P = \sqrt{\frac{6m}{f_{y,d,P}} - \frac{f_{y,d,A}}{f_{y,d,P}} d_A^2}.$$

Gleichung 2.18

Dabei wurde auf der sicheren Seite vorausgesetzt, daß zwischen Anker- und Fußplatte keine schubfeste Verbindung besteht.

2.2 Gelenkiger Fußpunkt mit überstehender Fußplatte, Stütze mit I-Profil (FP2)

Zur Aufnahme von größeren Druckkräften N_d kann ein gelenkiger Fußpunkt mit überstehender Fußplatte gewählt werden, siehe Bild 2.5.

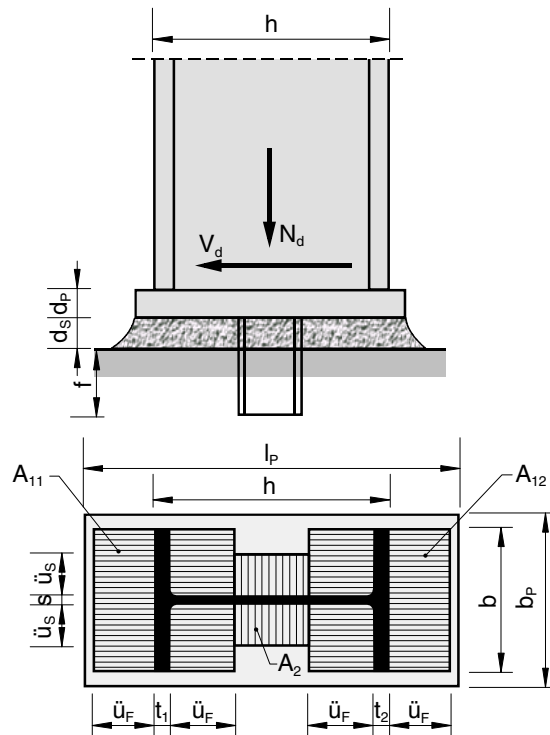


Bild 2.5: Gelenkiger Fußpunkt mit Plattenüberstand \ddot{u}_F an den Stützenflanschen

a) Ermittlung des Plattenüberstandes \ddot{u}_F und der Fußplattendicke d_p

Die Überstandsmaße sind begrenzt durch:

$$\max b_p = b + 60 \text{ mm}$$

$$\max \ddot{u}_S = 0,5 (b - s)$$

$$\max \ddot{u}_F = 0,5 (h - t_1 - t_2).$$

Gleichungen 2.19

Der Plattenüberstand \ddot{u}_F wird vom Programm iterativ so ausgelegt, daß die Betonpressung p eingehalten wird (siehe Bild 2.5)

$$\ddot{u}_S = \frac{s}{\max(t_1, t_2)} \cdot \ddot{u}_F \leq 0,5 (b - s)$$

$$A_{11} = b(2\ddot{u}_F + t_1)$$

$$A_{12} = b(2\ddot{u}_F + t_2)$$

$$A_2 = (h - 2\ddot{u}_F - t_1 - t_2)(2\ddot{u}_S + s)$$

$$A = A_{11} + A_{12} + A_2$$

$$p = \frac{N_d}{A} \leq \sigma_{b,Rd},$$

Gleichung 2.20

mit $\sigma_{b,Rd}$ nach Tabelle 2.1.

Die Plattenmomente m und Querkräfte v am Flansch (Index F) und Steg (Index S) ergeben sich dann zu

$$m_F = p \frac{\ddot{u}_F^2}{2} \quad v_F = p \ddot{u}_F$$

$$m_S = 0,5 p \ddot{u}_S^2 \quad v_S = p \ddot{u}_S$$

Gleichungen 2.11

Die Bemessung der Fußplattendicke erfolgt nach dem Verfahren elastisch-plastisch

$$m_{pl,d} = \frac{d_p^2}{4} \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$v_{pl,d} = \frac{d_p f_{y,k}}{\sqrt{3} \gamma_M}$$

$$\Rightarrow \text{red } m_{pl,d} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{v_{pl,d}} \right)^2} m_{pl,d}$$

Gleichungen 2.22

Aus den Nachweisen

$$m_F = 0,5 p \ddot{u}_F^2 \leq \text{red } m_{pl,d,F} = \sqrt{1 - \left(\frac{p \ddot{u}_F \sqrt{3} \gamma_M}{d_p f_{y,k}} \right)^2} \frac{1}{4} d_p^2 \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

Gleichung 2.23

und analog

$$m_S = 0,5 p \ddot{u}_S \leq \text{red } m_{pl,d,S}$$

läßt sich dann die erforderliche Plattendicke d_p berechnen.

b) Anschluß der Stütze an die Fußplatte

Die Mindestnahtdicken werden nach Kapitel 2.1 (Gl. 2.2) ermittelt. Wenn die Normalkraft über Kontakt übertragen werden soll, wird für $a_{F,S}$ die Mindestnahtdicke gewählt und $a_{S,S}$ nach Gleichung 2.3 berechnet. Ansonsten folgt mit der vorhandenen Betonpressung p :

Flanschnaht $a_{F,S}$

$$\sigma_{w,FS} = p \frac{\ddot{u}_F + 0,5 \max(t_1, t_2)}{a_{F,S}} \leq \sigma_{w,Rd}$$

$$\Rightarrow \text{erf. } a_{F,S} = \frac{p [\ddot{u}_F + 0,5 \max(t_1, t_2)]}{\sigma_{w,Rd}}$$

Gleichungen 2.24

Stegnaht $a_{S,S}$

$$\sigma_{w,SS} = \frac{p (\ddot{u}_S + 0,5 \cdot s)}{a_{S,S}}$$

$$\tau_{w,SS} = \frac{V_d}{A_{w,SS}}$$

mit $A_{w,SS}$ nach Gleichung 2.4. Aus der Vergleichsspannung

$$\sigma_{w,vS} = \sqrt{\sigma_{w,SS}^2 + \tau_{w,SS}^2}$$

folgt die erforderliche Dicke der Stegnaht

$$\text{erf. } a_{S,S} = \frac{1}{\sigma_{w,Rd}} \sqrt{[p(\ddot{u}_S + 0,5 s)]^2 + \left[\frac{V_d}{2(h - t_1 - t_2 - 2r)} \right]^2}$$



c) Ableitung der Horizontallast, Knagge

Die Nachweise und die Auslegung dieser Bauteile erfolgen entsprechend Kapitel 2.1, Abschnitt d).

d) Anschluß an eine einbetonierte Ankerplatte

Die Schraubenanordnung erfolgt analog zu Bild 2.4. In den Abstandsbedingungen nach Gleichung 2.16 ist für $\ddot{u}_1 = 0,5$ (l_p-h) zu setzen. Die Gewindebolzen berechnen sich nach Gleichung 2.15 und 2.17. Unter Berücksichtigung der Ankerplatte berechnet sich die Fußplattendicke d_p aus:

$$m_{pl,d} = \frac{1}{4 \gamma_M} (f_{y,k,P} d_P^2 + f_{y,k,A} d_A^2)$$

$$v_{pl,d} = \frac{1}{\sqrt{3} \gamma_M} (f_{y,k,P} d_P + f_{y,k,A} d_A)$$

mit den Nachweisen (siehe Gleichung 2.21) :

$$m_F = 0,5 p \ddot{u}_F^2 \leq \sqrt{1 - \left(\frac{v_F}{v_{pl,d}} \right)^2} m_{pl,d}$$

$$m_S = 0,5 p \ddot{u}_S^2 \leq \sqrt{1 - \left(\frac{v_S}{v_{pl,d}} \right)^2} m_{pl,d}$$

Gleichung 2.26

2.3 Gelenkiger Fußpunkt mit bündiger Fußplatte und zwei Stegsteifen (FP3)

Die maximalen und minimalen Plattenüberstände sowie die Mindestnahtdicken ergeben sich nach Gleichung 2.1 und Gleichung 2.2.

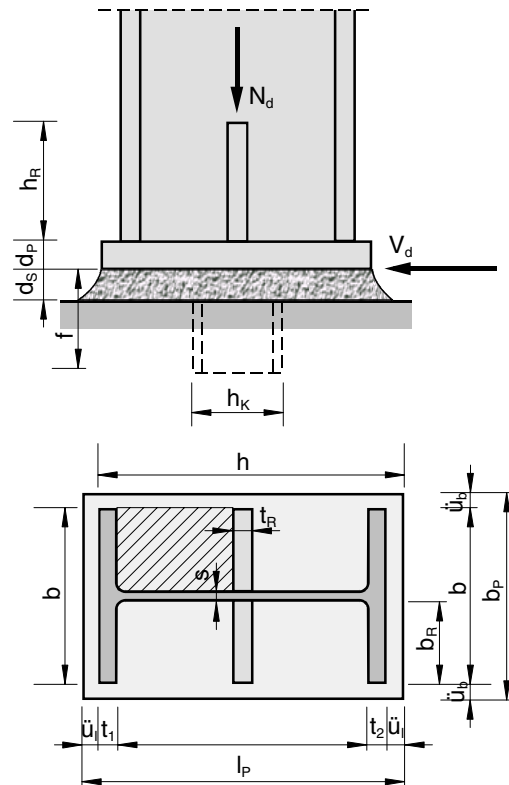


Bild 2.6: Bündige Fußplatte mit zwei Stegsteifen (Rippen)

a) Ermittlung und Nachweis der Fußplattendicke

Die Fußplatte wird als dreiseitig gelagerte Platte (siehe Tabelle 2.4) nach dem Verfahren elastisch-plastisch berechnet:

$$l_x = 0,5 [h - 0,5 (t_1 + t_2)]; \quad l_y = 0,5 b$$

$$\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}; \quad p = \frac{N_d}{b_P l_P}$$

$$\varepsilon > 1,5 : \max m = m_S = p \frac{l_x^2}{8}$$

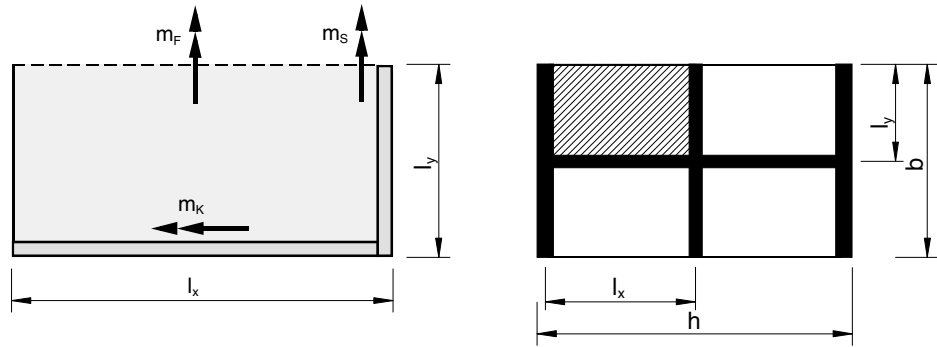
$$\varepsilon < 0,25 : \max m = m_K = p \frac{l_y^2}{2}$$

$$0,25 \leq \varepsilon \leq 1,5 : m_S = p l_x \frac{l_y}{k_S}$$

$$m_F = p l_x \frac{l_y}{k_F}$$

$$m_K = p l_x \frac{l_y}{k_K}$$

Gleichungen 2.27



$\epsilon = l_y/l_x$	k_S	k_F	k_K
0,2	-10,8	58,3	-9,00
0,3	-8,70	43,3	-8,21
0,4	-6,77	27,0	-7,60
0,5	-6,10	19,5	-7,69
0,6	-5,99	16,5	-8,16
0,7	-5,26	15,3	-8,88
0,8	-6,54	15,1	-9,78
0,9	-7,04	15,4	-10,8
1,0	-7,63	16,0	-11,9
1,1	-8,33	16,8	-13,2
1,2	-9,00	17,9	-14,3
1,3	-9,71	19,0	-15,6
1,4	-10,5	20,2	-17,0
1,5	-11,2	21,5	-18,4

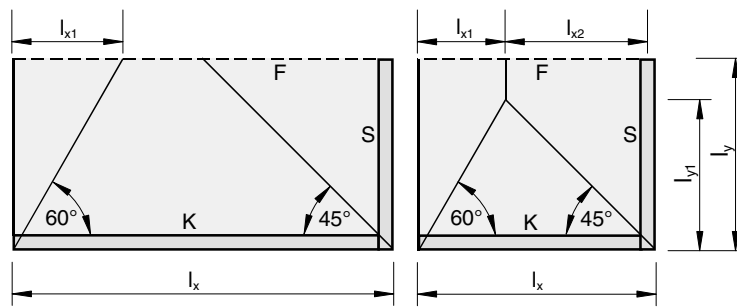
$$m_S = \frac{p l_x l_y}{k_S}$$

$$m_F = \frac{p l_x l_y}{k_F}$$

$$m_K = \frac{p l_x l_y}{k_K}$$

Tabelle 2.4: Momentenbeiwerte dreiseitig gelagerte Platte

Für die Ermittlung der Plattenquerkräfte müssen nach Bild 2.7 zwei Fälle unterschieden werden.



Fall 1: $l_y \tan 30^\circ + l_y \leq l_x$

Fall 2: $l_y \tan 30^\circ + l_y > l_x$

Bild 2.7: Zur Ermittlung der Plattenquerkräfte

Plattenquerkräfte (siehe auch Bild 2.7)

Fall 1: $v_K = v_S = p \cdot l_y$; $v_F \approx 0$

Fall 2: $l_{y1} = l_{x2} = 0,634 l_x$, $l_{x1} = 0,366 l_x$
 $v_K \leq 0,634 p l_x$; $v_S = 0,634 p l_x$
 $v_F \approx 0$

Gleichungen 2.28

Aus der Tabelle 2.4 ist ersichtlich, daß die maximalen Plattenmomente immer die Stütz-
momente m_S bzw. m_K sind, wegen $\max v_K = \max v_S = v$ sind die zugehörigen Plattenquer-
kräfte gleich groß. Mit Gleichung 2.22 folgt dann für den Nachweis

$$\max m = \max \begin{cases} m_S \\ m_K \end{cases}$$

$$\max m \leq \text{red } m_{pl,d} = \frac{f_{y,k} d_P^2}{\gamma_M 4} \sqrt{1 - \left(\frac{v \sqrt{3} \gamma_M}{f_{y,k} d_P} \right)^2}$$

Gleichungen 2.29

Aus der Gleichung 2.29 läßt sich dann die erforderliche Plattendicke d_P ermitteln.

b) Anschluß der Stütze an die Fußplatte

Wenn die Normalkraft N_d über Kontakt übertragen werden soll, werden für die
Flanschnähte die Mindestdicken (Gleichung 2.2) gewählt, die Stegnaht $a_{S,S}$ wird
nach Gleichung 2.3 berechnet.

Ansonsten folgt mit der Betonpressung p :

Flanschnähte $a_{F,S}$

Ermittlung der maximalen Linienlasten

$$\text{Fall 1 : } p_F \leq p [0,577 l_y + 0,5 \max(t_1, t_2) + \ddot{u}_l]$$

$$\text{Fall 2 : } p_F \leq p [0,366 l_x + 0,5 \max(t_1, t_2) + \ddot{u}_l]$$

$$\sigma_{w,d} = \frac{p_F}{2 a_{F,S}} \Rightarrow \text{erf } a_{F,S} = \frac{p_F}{2 \sigma_{w,R,d}}$$

Gleichungen 2.30

Stegnahte $a_{S,S}$

maximale Linienlast

$$\text{Fall 1 : } p_S = 2 p (l_y + \ddot{u}_b)$$

$$\text{Fall 2 : } p_S = 2 p \cdot 0,634 l_x + 2 p \ddot{u}_b$$

$$A_{w,SS} = 2 a_{S,S} (h - t_1 - t_2 - 2 r)$$

$$\sigma_{w,SS} = \frac{p_S}{2 a_{S,S}}; \quad \tau_{w,SS} = \frac{V_d}{A_{w,SS}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{w,v,S} = \sqrt{\sigma_{w,SS}^2 + \tau_{w,SS}^2} \leq \sigma_{w,R,d}$$

$$\Rightarrow \text{erf } a_{S,S}$$

Gleichungen 2.31

c) Berechnung der Stegrippen

Die Rippenbreite wird zu $b_R = 0,5 (b-s)$ gesetzt. Vom Anwender ist die Rippenhöhe $h_R \geq b_R$
vorzugeben. Die Ausklinkung



$$c_R \geq \sqrt{2} a_{S,S}$$

wird in der Berechnung vernachlässigt.

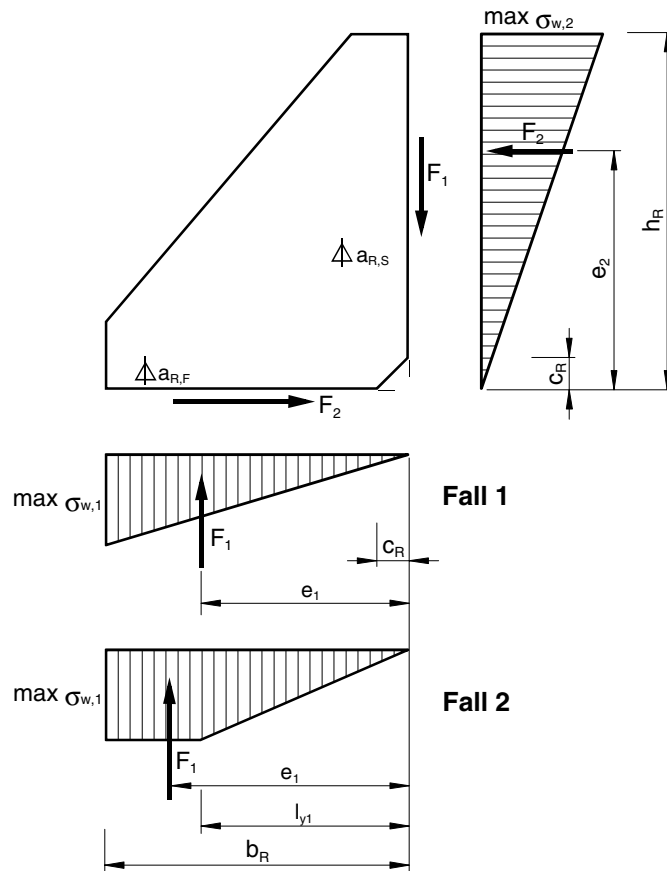


Bild 2.8: Rippenbeanspruchung

Entsprechend der Lastverteilung nach Bild 2.7 muß zwischen zwei Fällen unterschieden werden, siehe Bild 2.8.

Fall 1: $l_y/l_x \leq 0,634$

$$e_1 = \frac{2}{3} b_R, \quad e_2 = \frac{2}{3} h_R$$

$$F_1 = 2 p l_y, \quad 0,5 l_y = p l_y^2$$

$$F_2 = \frac{e_1}{e_2} F$$

Rippe unten

$$\max \sigma_d = \frac{2 F_1}{t_R b_R}; \quad \tau_d = \frac{F_2}{t_R b_R}$$

$$\sigma_{v,d} = \sqrt{\sigma_d^2 + 3 \tau_d^2} \leq f_{y,d} \Rightarrow \text{erf } t_{R,u}$$

Rippe seitlich

$$\max \sigma_d = \frac{2 F_2}{t_R h_R} \quad \tau_d = \frac{F_1}{t_R h_R} \Rightarrow \sigma_{v,d} \Rightarrow t_{R,s}$$

$$t_R = \max(t_{R,u}; t_{R,s})$$

Naht unten $a_{R,F}$

$$\sigma_w = \frac{2 F_1}{2 a_{R,F} b_R}, \quad \tau_w = \frac{F_2}{2 a_{R,F} b_R}$$

$$\sigma_{w,v} = \sqrt{\sigma_w^2 + \tau_w^2} \leq \sigma_{w,R,d} \Rightarrow \text{erf } a_{R,F}$$

Naht seitlich $a_{R,S}$

$$\sigma_w = \frac{2 F_2}{2 a_{R,S} h_R}; \quad \tau_w = \frac{F_1}{2 a_{R,S} h_R}$$

$$\sigma_{w,v} \Rightarrow \text{erf } a_{R,S}$$

Gleichungen 2.32

Fall 2: $l_y/l_x > 0,634$

Siehe Bilder 2.7 und 2.8

$$l_{y1} = 0,634 l_x = l_{x2}$$

$$F_1 = 0,634 p l_x \cdot 2 (b_R - l_{y1}) + 0,634 p \cdot l_x \cdot 2 \frac{l_{y1}}{2}$$

$$F_1 = 1,268 p l_x (b_R - 0,5 l_{y1})$$

$$e_1 = \frac{1,268 p l_x}{F_1} \left(\frac{1}{2} b_R^2 - \frac{1}{6} l_{y1}^2 \right)$$

$$F_2 = \frac{e_1}{e_2} F_1, \quad e_2 = \frac{2}{3} h_R$$

Rippe unten

$$\max \sigma_d = \frac{0,634 p \cdot l_x \cdot 2}{t_R}; \quad \tau_d = \frac{F_2}{b_R t_R}$$

$$\Rightarrow \sigma_{v,d} \Rightarrow t_{R,u}$$

Rippe seitlich

$t_{R,S}$ analog zu Fall 1

Naht unten $a_{R,F}$

$$\sigma_w = \frac{0,634 p \cdot l_x \cdot 2}{2 a_{R,F}}; \quad \tau_w = \frac{F_2}{2 a_{R,F} b_R}$$

$$\Rightarrow \sigma_{w,v} \Rightarrow \text{erf } a_{R,F}$$

Naht seitlich $a_{R,S}$

erf $a_{R,F}$ analog zu Fall 1

d) Ableitung der Horizontallast, Knagge

Analog zu Kapitel 2.1 d.

e) Anschluß der Stütze an eine einbetonierte Ankerplatte

Die Fußplatte der Stütze wird mittels 4 Gewindebolzen an die einbetonierte Ankerplatte angeschlossen. Dabei soll das Maß e_R und damit e möglichst klein gewählt werden, siehe Bild 2.9.

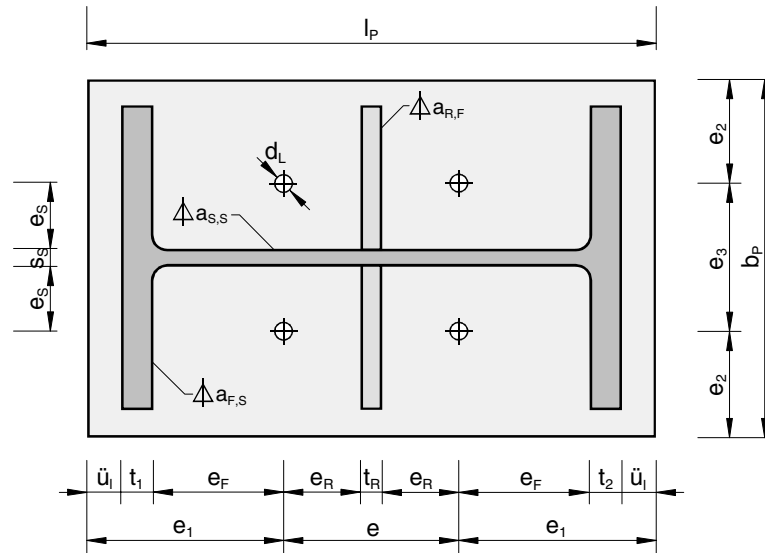


Bild 2.9: Gewindebolzenabstände

Für die Abstände ergeben sich die folgenden Grenzen:

e_F, e_3 wie Gleichung 2.16

$$\min e_R \geq \max \begin{cases} a_1 \\ \sqrt{2} a_{R,F} + \emptyset \\ \sqrt{2} a_{R,F} + \min e \\ 0,5 (2,2 d_L - t_R) \end{cases}$$

$$e_2 \geq 1,2 d_L$$

Gleichungen 2.34

Die Gewindebolzenberechnung erfolgt nach Gleichung 2.15 bzw. 2.17. Die Ankerplatte d_A wird bei der Berechnung der erforderlichen Fußplattendicke d_P berücksichtigt. Die plastischen Schnittgrößen ergeben sich entsprechend Gleichung 2.26. Der Nachweis erfolgt dann nach (siehe Gleichung 2.29):

$$\max m = \max \begin{cases} m_S \\ m_K \end{cases} \leq \text{red } m_{pl,d} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{v_{pl,d}} \right)^2} m_{pl,d}$$

Gleichung 2.36

2.4 Eingespannte Stütze (Hülsenfundament) (FP4)

Die Berechnung erfolgt analog zu Petersen [5] und Kahlmeyer [4] und Heft 220 DAfStb [6].

a) Ermittlung der erforderlichen Einspanntiefe

Das Parabel-Recheckdiagramm der Betondruckspannungen (siehe Bild 2.7) wird ersetzt durch ein Rechteck mit der 0,8-fachen Länge und einer 0,95-fachen Betongrenzspannung.



$$x = \frac{V_d}{1,6 p_{R,d}} + 0,5 f$$

Gleichung 2.39

und damit

$$D_o = 0,5 V_d + 0,4 p_{R,d} f$$

$$D_u = 0,4 f p_{R,d} - 0,5 V_d$$

Gleichungen 2.40

Setzt man die Gleichungen 2.39 und 2.40 in das Momentengleichgewicht

$$\sum M_{(D_o)} = 0$$

$$0 = D_u \left[\frac{1}{2} 0,8(f - x) + 0,2f + 0,4x \right] - V_d \cdot 0,4x - M_d$$

Gleichungen 2.41

ein, so ergibt sich eine quadratische Gleichung für die erforderliche Einspanntiefe, die sich aus der Betongrenzspannung ergibt:

$$\text{erf } f_B = \frac{1,04 V_d}{p_{R,d}} + \sqrt{2,13 \left(\frac{V_d}{p_{R,d}} \right)^2 + 4,17 \frac{M_d}{p_{R,d}}}$$

Gleichung 2.42

Die Stütze wird im lokalen Bereich der Einspannung (Hülse) durch eine große Querkraft beansprucht. Aus der Forderung, daß diese Querkraft die plastische Querkraft des Stützenprofils nicht überschreiten darf, ergibt sich die erforderliche Einspannlänge f_S , s. Bild 2.12.

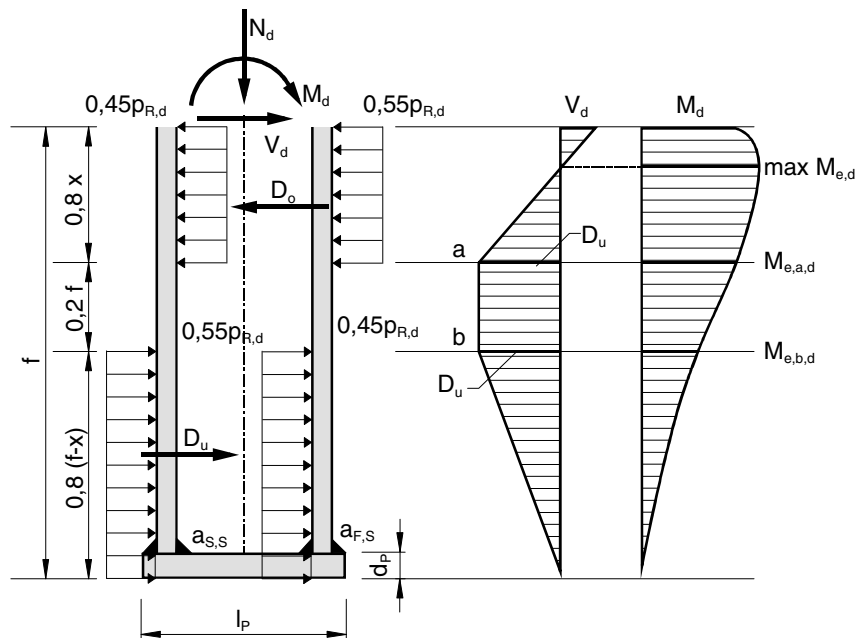


Bild 2.12: Beanspruchungen der Stütze im Einspannbereich

Aus Gleichung 2.37 folgt:

$$x = f - \frac{D_u}{0,8 p_{R,d}}$$

Gleichung 2.43

und mit (2.37) und $\Sigma H = 0$:

$$D_o + D_u = 0,8 \cdot f \cdot p_{R,d}$$

$$D_o = D_u + V_d$$

$$\Rightarrow 0,8 p_{R,d} = \frac{(2 D_u + V_d)}{f} .$$

Mit (2.43) folgt dann

$$x = f \left(1 - \frac{D_u}{2 D_u + V_d} \right) .$$

Setzt man x in die Momentensumme Gleichung 2.41 ein, so läßt sich die erforderliche Einspannlänge f_s als Funktion der maximalen Querkraft D_u darstellen:

$$f = \frac{M_d}{0,6 D_u - 0,4 V_d \left(1 - \frac{D_u}{2 D_u + V_d} \right)} .$$

Die maximale Querkraft im Einspannbereich darf die plastische Querkraft $V_{pl,d}$ des Profils nicht überschreiten

$$\max V = D_u \leq V_{pl,d}$$

$$V_{pl,d} = \frac{f_{y,k} I_y s}{\sqrt{3} \gamma_M S_y}$$

I_y Trägheitsmoment des Stützenprofils

S_y statisches Moment des Stützenprofils

s Stegdicke

$$\Rightarrow \text{erf } f_s = \frac{M_d}{0,6 V_{pl,d} - 0,4 V_d \left(1 - \frac{V_{pl,d}}{2 V_{pl,d} + V_d} \right)}$$

Gleichung 2.44

Damit ergibt sich die erforderliche Einspanntiefe zu

$$\text{erf } f = \max (f_B, f_S) .$$

b) Aufnahme der Stützendruckkraft N_d durch eine Stirnplatte

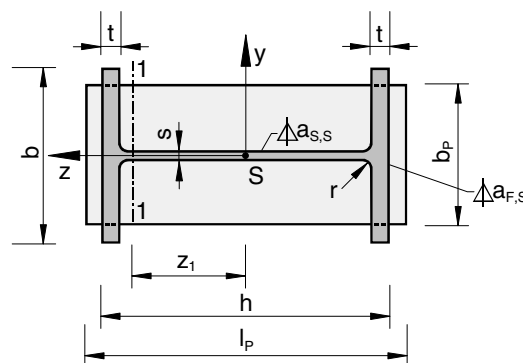


Bild 2.13: Fußplatte mit Schweißnähten

Die Reibung zwischen der Stahlstütze und dem Vergußbeton wird nicht in Rechnung gestellt, so daß nur über die Fußplatte die Druckkraft N_d in den Beton geleitet wird. Die Ermittlung der Plattenmomente erfolgt am System der dreiseitig gestützten Platte analog zu Gleichung 2.7 und Tabelle 2.2 mit

$$l_x = h - t; \quad l_y = 0,5 b_p .$$



Aus der Bedingung

$$\frac{N_d}{b_p \cdot h} \leq \sigma_{b,Rd}$$

ergibt sich die erforderliche Fußplattenbreite b_p . Da die Reibung vernachlässigt wurde, wird die Fußplattendicke ohne Querkraftinteraktion bestimmt:

$$m \leq m_{p,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} \frac{d_p^2}{4}$$

$$\Rightarrow \text{erf } d_p = \sqrt{\frac{4m \gamma_M}{f_{y,k}}}$$

Gleichungen 2.45

Bei Übertragung der Normalkraft N_d über Kontakt werden für die Nähte $a_{F,S}$ und $a_{S,S}$ die Mindestnahtdicken angesetzt, ansonsten werden die Nahtdicken aus den anteiligen Kräften ermittelt:

$$N_{d,F} = N_d b \frac{t}{A}$$

$$N_{d,S} = N_d - 2 N_{d,F}$$

$$\text{erf } a_{F,S} = \frac{N_{d,F}}{(2 b_p - s - 2 r) \sigma_{w,R,d}}$$

$$\text{erf } a_{S,S} = \frac{N_{d,S}}{(h - 2 t - 2 r) 2 \sigma_{w,R,d}}$$

Gleichungen 2.46

c) Nachweis des Stützenprofils

Das Programm ermittelt die erforderliche Einspanntiefe, die dann vom Anwender gewählt wird. Damit wird die vorhandene Betonpressung σ_b dann aus der Gleichung 2.42 ermittelt.

$$f^2 - 2,08 \frac{V_d}{p} - 1,04 \left(\frac{V_d}{p} \right)^2 - 4,17 \frac{M_d}{p} = 0$$

$$\Rightarrow p = 0,5\beta + \sqrt{\frac{1}{4}\beta^2 + 1,04 \left(\frac{V_d}{f} \right)^2}$$

$$\beta := 2,08 \frac{V_d}{f} + 4,17 \frac{M_d}{f^2}$$

$$\sigma_b = \frac{p}{b_n} \leq \sigma_{b,Rd}$$

Gleichungen 2.47

Mit b_n nach Gleichung 2.38. Für die Schnittgrößen im Einspannbereich nach Bild 2.12 folgt:



$$D_u = V_{e,d} = \max V_{e,d} = 0,4 f \cdot p - 0,5 V_d = V_{e,a,d} = V_{e,b,d}$$

$$x = \frac{V_d}{1,6 p} + 0,5 f$$

$$D_o = 0,5 V_d + 0,4 p \cdot f$$

$$\max M_{e,d} = M_d + \frac{V_d^2}{2 p}$$

$$\begin{aligned} M_{e,a,d} &= D_u \left[\frac{1}{2} 0,8 (f - x) + 0,2 f \right] \\ &= D_u \left(0,4 f - 0,25 \frac{V_d}{p} \right) \end{aligned}$$

$$M_{e,b,d} = D_u 0,4 (f - x) = D_u \left(0,2 f - 0,25 \frac{V_d}{p} \right)$$

Gleichungen 2.48

Damit werden die maximalen Spannungen und die Vergleichsspannungen in den Schnitten a-a und b-b (Bild 2.9) nachgewiesen:

$$\max \tau_{e,d} = \frac{D_u S_y}{I_y s} \leq \tau_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{\sqrt{3} \gamma_M}$$

$$\max \sigma_{e,d} = \frac{N_d}{A} + \frac{\max M_{e,d}}{W_y} \leq \sigma_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

Gleichungen 2.49

Die Vergleichsspannung

$$\sigma_{v,d} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_z + 3 \tau_1^2} \leq \sigma_{R,d}$$

Gleichung 2.50

wird am Ende der Ausrundung (Schnitt 1-1 in Bild 2.13) nachgewiesen. Nach [7] wird die Querdruckspannung σ_z jeweils mit einem Abminderungsfaktor α_a bzw. α_b (Schnitt a-a bzw. Schnitt b-b)

$$\alpha_a = \frac{0,4 x}{0,4 x + 2,5 (t + r)} ; \quad \alpha_b = \frac{0,4 (f - x)}{0,4 (f - x) + 2,5 (t + r)}$$

Gleichungen 2.51

multipliziert, der die Vergrößerung der Verteilungslänge der Betonpressung um 2,5 (t+r) berücksichtigt. Es folgt

Walzprofil

$$z_1 = 0,5 h - t - r$$

$$S_{y_{1-1}} = S_y - s \cdot 0,5 z_1^2$$

Schweißprofil

$$z_1 = 0,5 h - t$$

$$S_{y_{1-1}} = 0,5 \cdot b \cdot t (h - t)$$



Spannungsnachweise Schnitt 1-1

Schnitt t	Biegedruckseite	Biegezugseite
a-a	$\sigma_{x,d} = -\frac{N_d}{A} - \frac{M_{e,a,d}}{I_y} z_1$ $\sigma_{z,d} = -0,55 \frac{p}{s} \alpha_a$ $\sigma_{v,d} \text{ Gl. (2.42)}$	$\sigma_{x,d} = -\frac{N_d}{A} + \frac{M_{e,a,d}}{I_y} z_1$ $\sigma_{z,d} = 0,45 \frac{p}{s} \alpha_a$ $\sigma_{v,d} \text{ Gl. (2.42)}$
b-b	$\sigma_{x,d} = -\frac{N_d}{A} - \frac{M_{e,b,d}}{I_y} z_1$ $\sigma_{z,d} = 0,45 \frac{p}{s} \alpha_b$ $\sigma_{v,d} \text{ Gl. (2.42)}$	$\sigma_{x,d} = -\frac{N_d}{A} + \frac{M_{e,b,d}}{I_y} z_1$ $\sigma_{z,d} = -0,55 \frac{p}{s} \alpha_b$ $\sigma_{v,d} \text{ Gl. (2.42)}$

mit $\tau_{1,a,d} = \tau_{1,b,d} = \frac{D_u S_{y_{1-1}}}{I_y s}$

Hinweis:

In der derzeit vorliegenden Version von FP4 wird die Stützenfußplatte als bündige Fußplatte mit einem Platteneinzug von 0,5.t (t = Flanschdicke) ausgelegt (Bild 2.14).

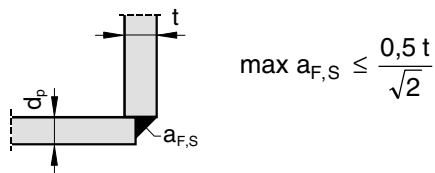


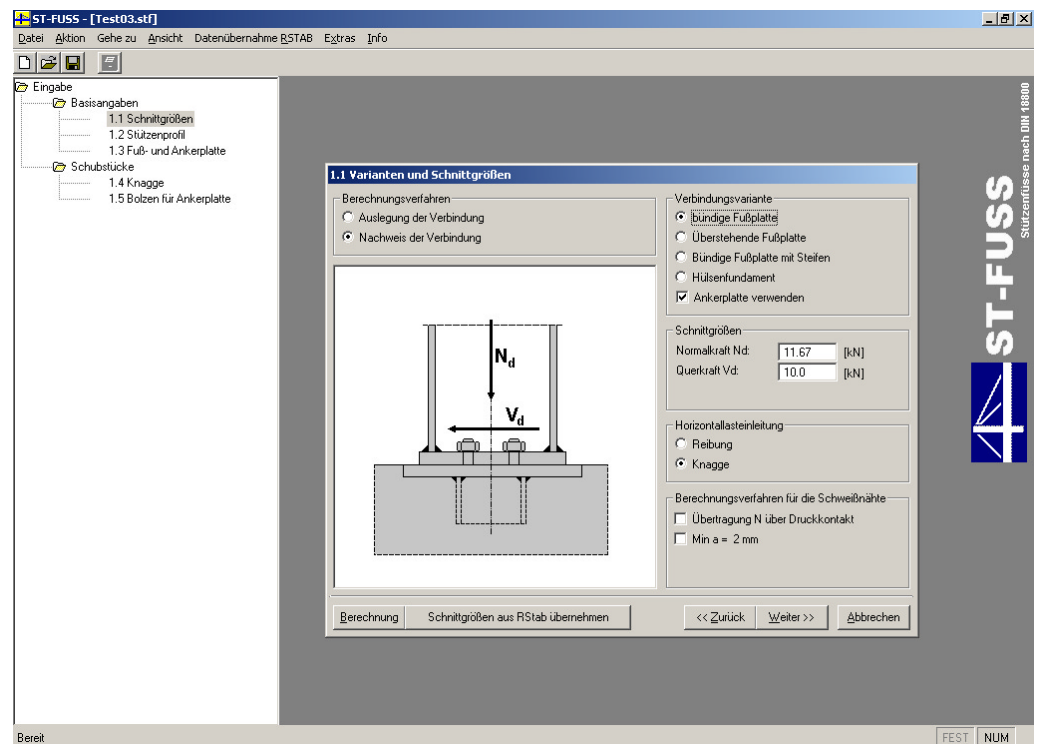
Bild 2.14: Bündige Fußplatte

3. Arbeiten mit ST-FUSS

3.1 ST-FUSS starten

Das Programm ST-FUSS kann mit [Start] → [Programme] → [Dlubal Anwendungen] → [ST-FUSS] gestartet werden.

Die Benutzeroberfläche ist als Standard-Windows-Oberfläche aufgebaut. Das vertraute Erscheinungsbild ermöglicht ein schnelles, intuitives Einarbeiten in die Funktionen des Programms. Die Benutzeroberfläche gliedert sich in Titelzeile, Menüleiste, Werkzeugleiste, Navigator, den Arbeitsbereich und der Statuszeile.



Benutzeroberfläche von ST-FUSS

Das Programmfenster lässt sich, wie unter Windows gewohnt, minimieren, maximieren und durch Ziehen des Fensterrandes mit der Maus vergrößern und verkleinern.

Die Titelzeile

Die Titelzeile zeigt den Programmnamen an. Ist eine Projektdatei geladen, dann wird ihr Name angezeigt.

Die Menüleiste

Die Menüleiste kann durch Anklicken mit der Maus, mit der Funktionstaste [F10] oder mit der [Alt]-Taste aktiviert werden. Durch drücken des unterstrichenen Buchstabens wird die gewünschte Aktion ausgeführt.

Die Werkzeugleiste

Häufig verwendete Funktionen können direkt mit einem Mausklick von der Werkzeugleiste aus gestartet werden. Verweilt der Mauszeiger einen Moment auf einer Schaltfläche, dann erscheint in der Nähe des Mauszeigers ein Hinweis, der die Funktion der Schaltfläche erklärt.



Der Arbeitsbereich

Im Arbeitsbereich finden alle Ein- und Ausgaben des Programmes statt. Dazu werden Masken geöffnet, die nacheinander alle Informationen abfragen. Zwischen den einzelnen Masken kann mit den Schaltflächen [Weiter>>] und [<<Zurück] gewechselt werden.

Der Navigator

Mit dem Navigator kann einfach zwischen den verschiedenen Masken gewechselt werden, indem man die entsprechenden Einträge im Navigator anklickt.

Die Statuszeile

In der Statuszeile werden, abhängig von der Mausposition, zusätzliche Hinweise zum laufenden Arbeitsprozeß angezeigt.

Im Programm ST-FUSS stehen folgende Masken zur Verfügung:

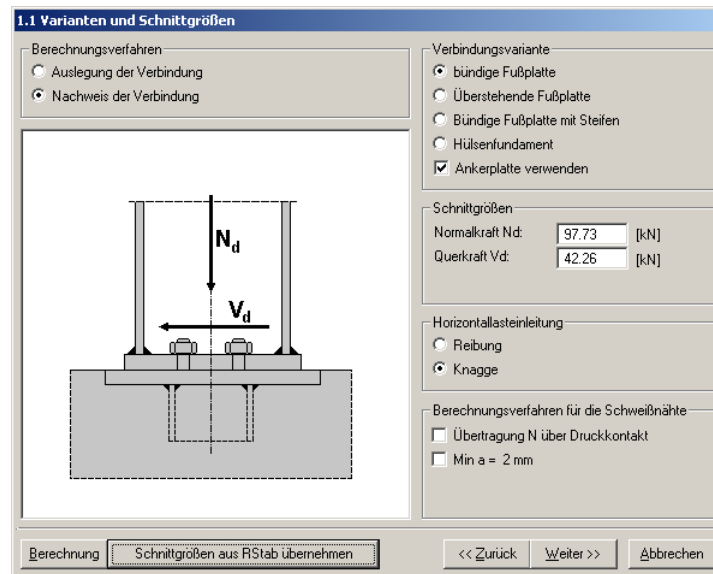
- Eingabemasken
 - Maske 1.1 Varianten und Schnittgrößen
 - Maske 1.2 Stützenprofil
 - Maske 1.3 Ankerplatte
 - Maske 1.4 Knagge
 - Maske 1.5 Bolzen für Ankerplatte
 - Maske 2.1 Plattengeometrie
 - Maske 2.2 Schweißnähte
- Ergebnismasken
 - Maske 3.1 Bildschirmausgabe

3.2 Eingabemasken

Sowohl die Eingaben aller Daten zur Berechnung als auch die Ausgabe der Ergebnisse auf dem Bildschirm geschehen in Masken.

Die Ansteuerung aller Masken kann wahlweise durch Anklicken des entsprechenden Eintrages im Navigator oder sequentielles Durchblättern geschehen. Geblättert werden kann entweder mit den Tasten [F2] und [F3] oder durch Anklicken der Schaltflächen [<<Zurück] und [Weiter>>].

3.2.1 Maske 1.1 Varianten und Schnittgrößen



Maske 1.1, Varianten und Schnittgrößen

In dieser Maske wird das Berechnungsverfahren festgelegt. Im Auswahlfeld *Berechnungsverfahren* kann zwischen *Auslegung der Verbindung* und *Nachweis der Verbindung* gewählt werden.

Berechnungsverfahren

Auslegung der Verbindung

In diesem Modus legt das Programm die Geometriedaten selbständig fest und führt alle erforderlichen Nachweise mit der berechneten Geometrie.

Nachweis der Verbindung

Der Anwender können alle Geometriedaten vom Benutzer festgelegt werden. Der Eingabeaufwand ist dementsprechend größer.

Sinnvoll ist es, zunächst eine Auslegung des Stützenfußes durchzuführen und danach mit dem Nachweismodus eine Anpassung der Geometriedaten vorzunehmen.

Verbindungsvarianten

Das Programm kann folgende Varianten für die Fußpunkte nachweisen:

- bündige Fußplatte
- überstehende Fußplatte
- bündige Fußplatte mit Steifen
- Hülsenfundament

Durch Aktivieren der entsprechenden Kontrollfläche ändert sich die erläuternde Grafik auf der linken Seite der Maske.

Wird die Fußplatte nicht direkt auf den Beton, sondern auf eine einbetonierte Ankerplatte aufgesetzt, dann muß das Kontrollfeld *Ankerplatte* aktiviert werden. Dann erfolgt ein Nachweis der Bolzen und der Ankerplatte.

Schnittgrößen

In die Eingabefelder N_d , V_d und M_d werden die Bemessungswerte (γ -fach nach DIN 18800) der Stabendschnittgrößen am Fußpunkt eingegeben. Dabei ist zu beachten, daß für



die Normalkraft in der gegenwärtigen Programmversion nur positive Werte zulässig sind. Negative Normalkräfte (abhebende Lasten) führen zu einer Fehlermeldung. Das Eingabefeld M_d ist nur bei der Variante Hülsenfundament sichtbar.

Horizontallasteinleitung

In diesem Abschnitt wird angegeben, ob die Horizontallast durch Reibung in das Fundament übertragen wird oder ob eine Knagge diese Aufgabe übernimmt.

Berechnungsverfahren für die Schweißnähte

Wird das Kontrollfeld *Übertragung von N_d durch Druckkontakt* aktiviert, dann werden die Schweißnähte nur für die Übertragung der Querkräfte ausgelegt.

Mit den Kontrollfeld *Min $a=2\text{ mm}$* wird die minimale Schweißnahtstärke festgelegt.

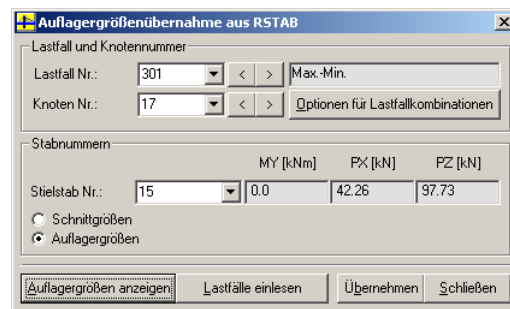
Funktionsschaltflächen

Berechnung

Startet die Berechnung

Schnittgrößen von RSTAB übernehmen

Ermöglicht die Übernahme der Schnittgrößen aus RSTAB 4 und RSTAB 5.



Dialog Schnittgrößenübernahme aus RSTAB

In der Regel sollen die Schnittgrößen aus der aktuellen RSTAB-Position übernommen werden. Die Einstellungen dazu werden im Menü *Datenübernahme RSTAB* (siehe S. 32) vorgenommen.

Nach dem Klicken auf die Schaltfläche [Lastfälle einlesen] kann in der Pulldownliste *Lastfall-Nr.* der Lastfall oder die Lastfallgruppe ausgewählt werden, für die die Bemessung durchgeführt werden soll.

In der Pulldownliste *Knoten-Nr.* wird der Knotennummer des Fußpunktes ausgewählt. Meist ist nur ein Stab an solch ein Auflager angeschlossen. Es ist jedoch auch möglich, daß mehrere Stäbe anschließen (Rahmenstiel mit Verbandsdiagonale). Dann muß in der Pulldownliste *Stielstab Nr.* dem Programm die Stabnummer des Stiels mitgeteilt werden. Mit [Schnittgrößen anzeigen] werden die Stabendschnittgrößen angezeigt und werden mit [Übernehmen] für die weitere Berechnung übernommen.

Wurde eine Lastfallkombination ausgewählt, dann erscheint die Schaltfläche [Optionen für Lastfallkombinationen].

Optionen für Lastfallkombinationen			
Auflagergrößen für max.FZ gewählt			
	MY [kNm]	FX [kN]	FZ [kN]
max.MY
min.MY
max.FX	0.0	42.26	97.73
min.FX	0.0	0.0	0.0
max.FZ	0.0	42.26	97.73
min.FZ	0.0	0.0	0.0

Dialog Optionen für Lastfallkombinationen

Für Lastfallkombinationen gibt es keine eindeutigen Auflagerkräfte wie bei Lastfällen oder Lastfallgruppen. Für jede Schnittgröße gibt es einen Maximal- und einen Minimalwert. Mit [Alles einlesen] werden die maximalen und minimalen Schnittgrößen der Lastfallkombination in die Tabelle eingelesen. Durch Drücken des entsprechenden Knopfes vor der Zeile kann ausgewählt werden, welche Werte für die weitere Berechnung übernommen werden sollen.

Zurück

Sind bereits Ergebnisse vorhanden, dann wird der Eingabemodus verlassen und die letzte Maske des Ausgabeprotokolls aufgerufen.
Sind keine Ergebnisse vorhanden, dann wird die letzte Eingabemaske aufgerufen.

Weiter

Die nächste Eingabemaske wird aufgerufen.

Abbrechen

Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

3.2.2 Maske 1.2 Stützenprofil und Materialien

Maske 1.2, Stützenprofil und Materialien

Teilsicherheitsbeiwert

In diesem Eingabefeld wird der Teilsicherheitsfaktor für die Stahlbemessung angegeben. In der Regel kann der voreingestellte Wert 1,1 unverändert bleiben.



Beton

In der Pulldownliste kann die Betonsorte des Fundaments ausgewählt werden. Rechts neben der Liste wird die Grenzpressung der Betonsorte nach DIN 18800 T1, Element 767 angezeigt.

Im unteren Bereich des Abschnitts Beton kann eventuell die Dicke der Sauberkeitsschicht unter der Fußplatte angegeben werden. Dieses Eingabefeld steht nur zur Verfügung, wenn in der Maske 1.1 das Kontrollfeld *Ankerplatte verwenden* nicht aktiviert ist.

Stützenmaterial

In den Pulldownlisten kann die Stahlsorte für die Stütze ausgewählt werden. Unter der Liste wird die zugehörige Streckgrenze angezeigt.

Stützenreihe

In dieser Pulldownliste können Sie die Profilreihe für die Stütze wählen.

Stützengeometrie

In der Pulldownliste wird aus der oben gewählten Stützenreihe das Profil für die Stütze ausgewählt. In den Feldern darunter werden die zugehörigen Geometriedaten angezeigt. Mit [Details] werden die Querschnittswerte aus der Profilbibliothek angezeigt.

1.2.1 Details des Stützenprofils

Profilwerte für IPE 500				
Bezeichnung	Name	Größe	Einheit	
Querschnittsfläche	A	116.0	[cm ²]	
Profilbreite	b	200.0	[mm]	
Profilhöhe	h	500.0	[mm]	
Flächenträgheitsmoment	I _y	48198.54	[cm ⁴]	
Trägheitsradius	i _y	20.43	[cm ⁴]	
Flächenträgheitsmoment	I _z	2139.81	[cm ³]	
Trägheitsradius	i _z	4.3	[cm]	
Ausrundungsradius	r	21.0	[mm]	
Stegdicke	s	10.2	[mm]	
Statisches Moment	S _y	1097.06	[cm ³]	
Flanshdicke	t	16.0	[mm]	
Widerstandsmoment	W _y	1927.94	[cm]	
Widerstandsmoment	W _z	2139.81	[cm ³]	

Schließen

Dialog Details des Stützenprofils

3.2.3 Maske 1.3 Fuß- und Ankerplatte

Maske 1.3, Ankerplatte

Wenn in der Maske 1.1 das Kontrollfeld *Ankerplatte verwenden* aktiviert ist, dann steht der Abschnitt *Ankerplatte* zur Verfügung. Ansonsten werden hier nur die Daten für die Fußplatte eingegeben.

Nähte Stütze - Fußplatte

In den beiden Eingabefeldern werden die Schweißnahtstärken Flansch und Steg eingegeben. Wenn sich die Einfügemarke in diesem Abschnitt befindet, dann wird eine erläuternde Grafik dazu eingeblendet.

Fußplatte

In den Eingabefeldern werden die Abmessungen der Fußplatte erfaßt. Werden die Überstände der Fußplatte verändert, dann wird die Länge bzw. die Breite angepaßt. Wenn die Länge bzw. die Breite geändert wird, dann werden die Überstände angepaßt.

In der Pulldownliste kann die Stahlsorte für die Fußplatte ausgewählt werden. Die zugehörige Streckgrenze wird darunter angezeigt.

Ankerplatte

In den Eingabefeldern wird die Geometrie der Ankerplatte festgelegt. Die Blechdicke kann aus der Pulldownliste gewählt werden, es kann jedoch eine beliebige andere Blechdicke eingegeben werden. In einer Pulldownliste wird die Stahlsorte der Ankerplatte gewählt.



3.2.4 Maske 1.4 Knagge

1.4 Knaggenprofil und Material

Ankerplatte - Knagge
 Ankerplatte - Knaggenflansch Ankerplatte - Knaggensteg
 a_FK = 3.0 [mm] a_SK = 8.0 [mm]

Knaggenmaterial
 Material: St 37-2
 f_{yk} = 240.0 [N/mm²]

Knaggentiefe
 f = 70.0 [mm]

Knaggenreihe
 HE-B

Knaggengeometrie
 Größe iterativ bestimmen
 HE-B 140

Profilhöhe h:	140.0	[mm]
Flanschbreite b:	140.0	[mm]
Flanschdicke t:	12.0	[mm]
Stegdicke s:	7.0	[mm]
Ausrundungsradius r:	12.0	[mm]

Maske 1.4, Knagge

Wenn in der Maske 1.1 *Hülsenfundament* ausgewählt wurde, dann steht diese Maske nicht zur Verfügung.

Schweißnähte Ankerplatte – Knagge

Dieser Abschnitt ist aktiv, wenn in der Maske 1.1 das Berechnungsverfahren Nachweis ausgewählt wurde. In den beiden Eingabefeldern werden die Schweißnahtstärken Flansch und Steg eingegeben. Wenn sich die Einfügemarke in diesem Abschnitt befindet, dann wird eine erläuternde Grafik dazu eingeblendet.

Knaggenmaterial

In der Pulldownliste kann das Material für die Knagge ausgewählt werden. Unter der Liste wird der charakteristische Wert der Streckgrenze des gewählten Stahls angezeigt.

Knaggentiefe

Wenn in der Maske 1.1 das Berechnungsverfahren Nachweis der Verbindung ausgewählt wurde, dann ist dieses Eingabefeld aktiviert, und es kann die Länge des Schubstücks festgelegt werden.

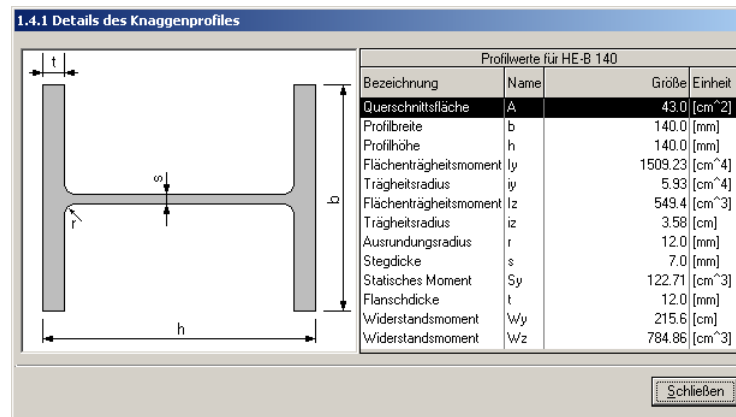
Knaggenreihe

In der Pulldownliste wird die Profilreihe der Knagge ausgewählt.

Knaggengeometrie

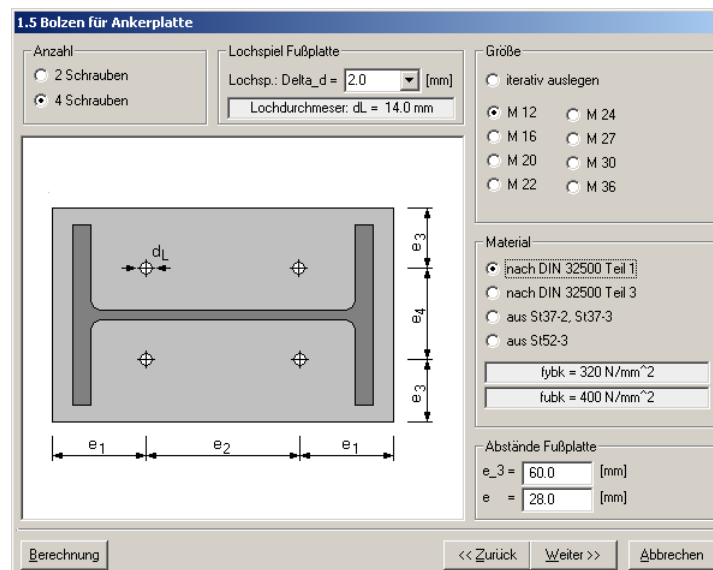
Wenn das Kontrollfeld *Größe iterativ bestimmen* aktiviert ist, wird beim Überschreiten eines Nachweises das eingestellte Profil erhöht, bis eine Lösung gefunden ist. Ansonsten wird der Nachweis mit dem eingestellten Profil geführt und es wird nur die Knaggenlänge variiert.

Mit [Details] werden die Querschnittswerte der Knagge aus der Profilbibliothek angezeigt.



Dialog Details des Stützenprofils

3.2.5 Maske 1.5 Bolzen für Ankerplatte



Maske 1.5, Bolzen für die Ankerplatte

Hier werden die Bolzen zur Verbindung Ankerplatte – Fußplatte definiert.

Wenn in der Maske 1.1 das Kontrollfeld *Ankerplatte verwenden* aktiviert ist, dann ist diese Maske verfügbar. Wenn in der Maske 1.1 *Hülsenfundament* ausgewählt wurde, dann steht diese Maske nicht zur Verfügung.

Anzahl

In diesem Auswahlfeld kann die Anzahl der Bolzen auf der Ankerplatte eingestellt werden.

Lochspiel Fußplatte

In die Pulldownliste kann das Lochspiel ausgewählt werden. Je nach eingestelltem Lochspiel und gewählten Bolzendurchmesser wird unter der Liste der Lochdurchmesser für die Fußplatte angezeigt.

Größe

In diesem Auswahlfeld kann ein Durchmesser für die Gewindebolzen festgelegt werden. Mit iterativ auslegen bestimmt das Programm automatisch den optimalen Durchmesser.



Material

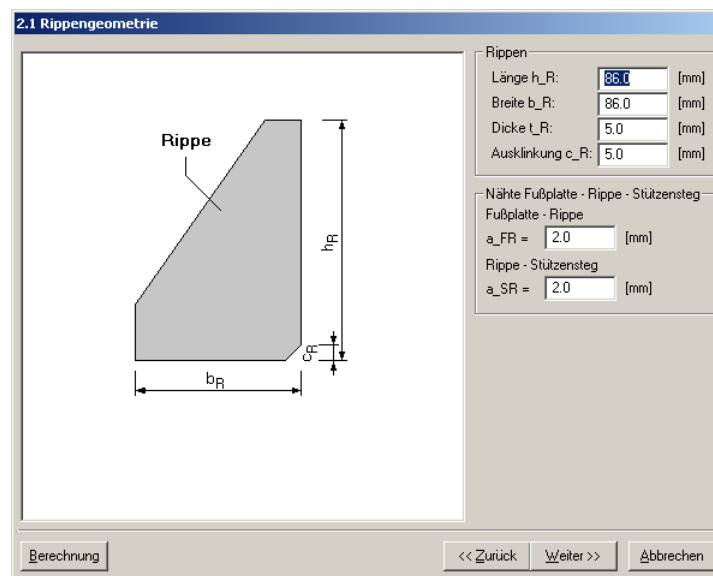
Hier kann das Material der Gewindebolzen entsprechend der DIN 18800 T1, Tabelle 1 ausgewählt werden (siehe S. 9).

Die Streckgrenze und die Bruchgrenze wird unter dem Auswahlfeld angezeigt.

Abstände Fußplatte

Entsprechen der Skizze sind die Bolzenabstände zu definieren. Der Abstand e ist der Abstand der Bolzen untereinander in Krafrichtung, der Abstand e_3 bezeichnet den Abstand untereinander senkrecht zur Krafrichtung.

3.2.6 Maske 2.1, Rippengeometrie



Maske 2.1: Rippengeometrie

Diese Maske steht nur zur Verfügung, wenn die Verbindungsvariante Bündige Fußplatte mit Steifen gewählt wurde und der Nachweismodus aktiv ist.

Rippen

In diesem Abschnitt wird die Geometrie der Steifen entsprechend der Skizze definiert.

Nähte Fußplatte – Rippe – Stützensteg

In den Eingabefeldern werden sie Schweißnähte für die Verbindung mit der Fußplatte und dem Stützensteg festgelegt.

3.3 Ergebnismasken

3.3.1 Maske 3.1 Bildschirmausgabe

```
3.1 Bildschirmausgabe
-----
1 Äußere Einwirkungen
-----
Nd = 108.99 kN ; Vd = 53.5 kN

2 Bauteile
2.1 Stütze
-----
Typ: IPE 450
Stahl: St 37-2 ; fyk = 240.0 N/mm^2 ; gamma_M = 1.1

2.2 Stützenfußplatte mit Ankerplatte
-----
Fußplatte Stütze
Stahl: St 37-2 ; fyk = 240.0 N/mm^2
l_P = 480.0 ; b_P = 220.0 ; d_P = 15.0 [mm]
ü_lP = 15.0 ; ü_bP = 15.0 [mm]
Doppelkehlnähte: Flansche a_FS = 2.0 Steg a_SS = 2.0 [mm]

Ankerplatte
Stahl: St 37-2 ; fyk = 240.0 N/mm^2
l_A = 500.0 ; b_A = 240.0 ; d_A = 12.0 [mm]
ü_lA = 10.0 ; ü_bA = 10.0 [mm]

Zwei Rippen aus Stahl St 37-2 mit f_yk = 240 N/mm^2
Rippendicke t_R = 5.0 ; Rippenhöhe h_R = 91.0 [mm]
Rippenbreite b_R = 91.0 ; Ausklinkung c_R = 3.0 [mm]
Doppelkehlnähte: Fußplatte a_RF = 2.0 Stützensteg a_RS = 2.0 [mm]

Knagge als Walzprofil HE-B 100
Länge: f = 10.0 mm Stahl: St 37-2 ; fyk = 240.0 N/mm^2
Doppelkehlnähte: Flansche a_FK = 2.0 Steg a_SK = 2.0 mm

Verbindung der Fußplatte mit Ankerplatte mit 4 Gewindebolzen d = 12 mm
(nach Tabelle 4 DIN 18800 Teil 1) nach DIN 32500 Teil 1, Festigkeitsklasse 4.8

<< Zurück Weiter >> Abbrechen
```

Maske 3.1, Bildschirmausgabe

Nachdem die Schaltfläche [Berechnung] gedrückt wurde, erscheint im Navigator der Eintrag für diese Maske und sie wird automatisch nach dem Berechnen angezeigt. Mittels der Bildlaufleiste kann man sich den gesamten Text anzeigen lassen. Mit [<<Zurück] kommt man zur letzten Eingabemaske; [Weiter>>] zeigt die erste Eingabemaske an.

3.4 Pulldownmenüs

In diesem Kapitel werden alle Menübefehle von ST-FUSS beschrieben.

3.4.1 Datei

Neu	[Strg+N]	Öffnet eine neue Datei.
Öffnen	[Strg+O]	Öffnet eine bestehende Datei.
Schließen	[Strg+C]	Schließt die offene Datei.
Speichern	[Strg+S]	Speichert die aktuelle Datei.
Speichern unter	[Strg+A]	Speichert die aktuelle Datei unter einem anderen Namen.
Projektmanager		Ermöglicht eine übersichtliche Verwaltung aller mit ST-FUSS berechneten Positionen.
Drucken		



<i>Kurzfassung</i>		Druckt die Kurzfassung des Ergebnisprotokolls.
<i>Langfassung</i>		Druckt die Langfassung des Ergebnisprotokolls.
<i>Beenden</i>	[Alt+F4]	Beendet das Programm.

3.4.2 Aktion

<i>Eingabemasken Einblenden</i>	[F4]	Blendet die Eingabemaske 1.1 <i>Schnittgrößen</i> ein.
<i>Berechnung starten</i>	[F5]	Startet den Berechnungsvorgang.
<i>Ergebnisse anzeigen</i>	[F6]	Gibt das Ergebnisprotokoll auf dem Bildschirm aus. Dieser Menüpunkt ist nur aktiviert, wenn auch Ergebnisdaten vorliegen.
<i>Datenbanken</i>	[F7]	Öffnet das Datenbank-Interface zum Einsehen der Schrauben- und Profildaten.
<i>Firmenkopf</i>		Ermöglicht die Eingabe verschiedener Firmenköpfe.
<i>Druckkopf</i>		Ermöglicht die Verwendung verschiedener Druckköpfe mit Übernahmemöglichkeit der Firmenköpfe.

3.4.3 Gehe zu

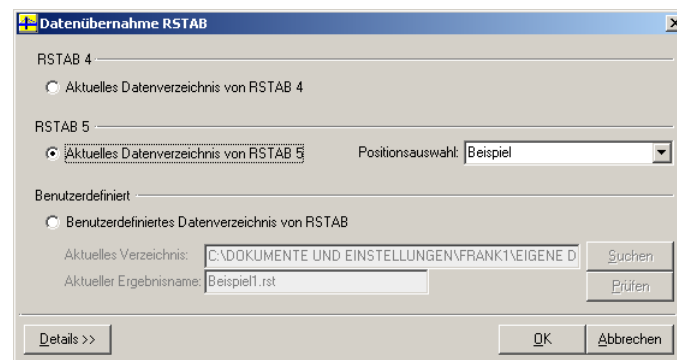
Mit diesem Menü kann direkt zu beliebigen Masken gesprungen werden.

3.4.4 Ansicht

<i>Symbolleiste</i>	Blendet die Symbolleiste ein oder aus.
<i>Statusleiste</i>	Blendet die Statuszeile ein oder aus.
<i>Dialogfenster</i>	Schaltet die Anzeige des Navigators ein oder aus.

3.4.5 Datenübernahme RSTAB

Durch diesen Menüpunkt wird der Dialog *Datenübernahme RSTAB* eingeblendet.



Dialog *Datenübernahme RSTAB*

Hier kann eingestellt werden, ob die Schnittgrößen aus dem aktuellen RSTAB 4 – Ordner, dem aktuellen RSTAB 5 – Ordner oder einem benutzerdefinierten Ordner erfolgen soll. Wenn die Schnittgrößen aus dem aktuellen RSTAB 5 – Ordner eingelesen werden sollen, denn muß in der Pulldownliste die gewünschte Position gewählt werden.

Mit *benutzerdefiniertes Datenverzeichnis* können die Daten aus einer Position übernommen werden, die nicht im aktuellen Projekt liegt. Im Eingabefeld Aktuelles Verzeichnis kann der Pfad entweder direkt eingegeben werden oder man wählt mit [Suchen] den Ordner in einem Dialog aus.

3.4.6 Extras

Rechner

Startet den Windows-Taschenrechner.

Systeminfo

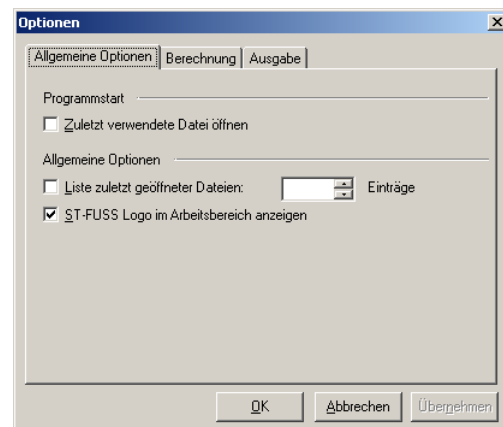
Gibt Auskunft über die Konfiguration Ihres Systems.

Optionen

Öffnet den Dialog *Optionen*

Dialog Optionen

Register *Allgemeine Optionen*

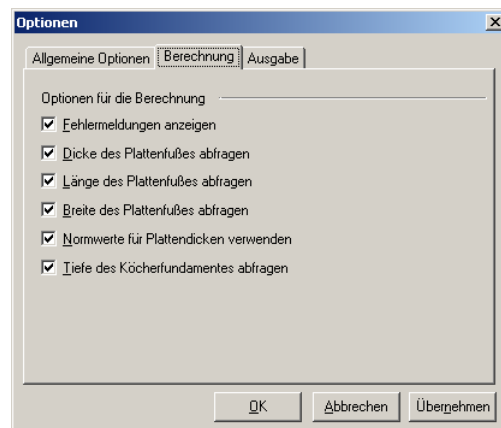


Dialog Optionen, Register *Allgemeine Optionen*

Wenn im Abschnitt *Programmstart* das Kontrollfeld *Zuletzt verwendete Datei öffnen* aktiviert ist, dann wird der zuletzt bearbeitete Fußpunkt beim Programmstart automatisch geöffnet. Ansonsten wird ein leere Position erzeugt.



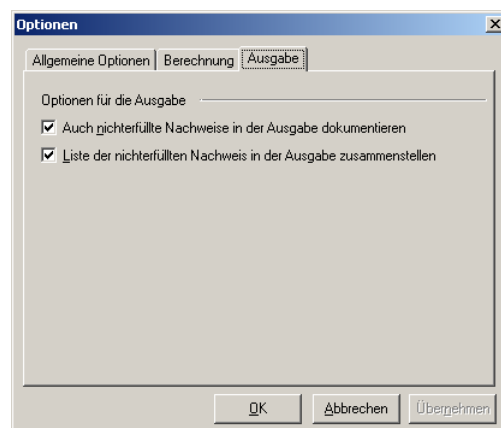
Register *Berechnung*



Dialog Optionen, Register *Berechnung*

Hier wird eingestellt, welche Daten bei der Berechnung abgefragt werden sollen.

Register *Ausgabe*



Dialog Optionen, Register *Ausgabe*

Wenn das erste Kontrollfeld aktiviert ist, dann werden auch nicht erfüllte Nachweise im Ausdruckprotokoll aufgenommen.

Wenn das zweite Kontrollfeld aktiviert ist, dann werden die Fehlermeldungen am Anfang des Ausdruckprotokolls aufgelistet.

3.4.7 Info

Über diesen Menüpunkt erhält man Versions- und andere Informationen über das Programm.

4. Beispiele

4.1 Beispiel 1

Stützenfuß mit bündiger Fußplatte

(konstruktiver Überstand zur Aufnahme der Schweißnähte)

Vorgaben durch den Anwender

Stützenprofil HE-B 450 St 52-3

Fußplatte aus St 37-2, $b = 318$ mm

(wählbare Plattenbreite wird vom Programm angezeigt)

Ankerplatte $d_A = 15$ mm aus St 37-2

Ankerplattenüberstände $\ddot{u}_{lA} = \ddot{u}_{bA} = 40$ mm

4 Gewindebolzen aus St 52-3, DIN 17100, $\Delta d = 2$ mm

Beton B35, keine Sauberkeitsschicht, $d_S = 0$

Gewählte Bolzenabstände $e = 100$ mm, $e_3 = 170$ mm

(Grenzen werden vom Programm vorher angezeigt)

Knagge der Profilreihe HE-B aus St 52-3

Schweißnahtdickenbegrenzung nach DIN 18800, Teil 1

Einwirkungen $N_d = 750$ kN, $V_d = 500$ kN

Übertragung von N_d durch die Schweißnähte

(alternativ über Kontakt, $\min a = 2$ kann optional ebenfalls gewählt werden).

Auslegung durch das Programm

Fußplatte $d_p = 35$ mm, $l_p = 468$ mm

Ankerplatte $l_A = 548$ mm, $b_A = 398$ mm

Knagge HE-B 180, Einspannlänge $f = 76$ mm

Gewindebolzen $d = 30$ mm, alle Bolzenabstände

Schweißnahtdicken: Stütze – Fußplatte

Knagge – Ankerplatte

Nachweise FP1

Stützenfußplatte mit Ankerplatte, Betonpressung

Fußplattenlänge

$$l_p \geq h + 2\sqrt{2} a_{FS} = 450 + 2\sqrt{2} \cdot 6 = 466,9 \text{ mm} \quad \Rightarrow l_p = 468 \text{ mm}$$

Betonpressung

$$p = \sigma_B = \frac{750 \cdot 1000}{468 \cdot 318} = 5,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$< \sigma_{B,Rd} = 17,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

maximales Plattenmoment

$$l_x = 450 - 2 \cdot 0,5 \cdot 26 = 424 \text{ mm}$$

$$l_y = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ mm}, \quad \varepsilon = \frac{l_y}{l_x} = 0,35$$

Tabelle 2.2 : $k = 7,6$

$$m = 0,504 \frac{42,4 \cdot 15,0}{7,6} = 42,2 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$



elastisches Grenzmoment

$$m_{el,d} = \left(\frac{1}{6} \cdot 3,5^2 \cdot 24 + \frac{1}{6} \cdot 1,5^2 \cdot 24 \right) \frac{1}{1,1}$$

$$= 52,73 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}} > 42,2$$

Aufnahme der Horizontallast

- a) Einleitung in die Ankerplatte über 4 Bolzen $d = 30 \text{ mm}$, aus St 52-3 DIN 17100

Abscheren

$$A_{sp} = 5,61 \text{ cm}^2; f_{y,b,k} = 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{a,R,d} = 5,61 \cdot 0,7 \frac{36}{1,1} \cdot 4 = 514,08 \text{ kN} > 500 \text{ kN}$$

Lochleibung

$$e = 100 \text{ mm} \Rightarrow e_1 = 0,5 \cdot (468 - 100) = 184 \text{ mm}$$

$$e_3 = 170 \text{ mm} \Rightarrow e_2 = 0,5 \cdot (318 - 170) = 74 \text{ mm}$$

(Eingabewerte e und e_3 werden vom Programm kontrolliert, siehe z. B. Beispiel 2 und Gl. 2.16)

Interaktion zum Rand, $e_1 = 184 \text{ mm}$, $d_L = 32 \text{ mm}$

$$\varepsilon = \frac{184}{32} = 5,75 \Rightarrow \varepsilon = 3,0$$

$$\beta = \frac{e_2 + 0,5e_3}{d_L}$$

wobei die rechnerischen Maximalwerte $e_2 \leq 1,5 d_L$ und $e_3 \leq 3,0 d_L$ eingehalten werden müssen.

$$\left(\frac{e_2}{d_L} = 2,31, \frac{e_3}{d_L} = 5,75 \right)$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{1,5 d_L + 0,5 \cdot 3,0 d_L}{d_L} = 3,0$$

$$\alpha_{ir} = (1,85 \cdot 3,0 - 0,5) \frac{3,0}{3} - (0,75 \cdot 3,0 - 0,2) = 3,0$$

Interaktion untereinander (Gleichung 2.17)

$$\varepsilon = \frac{100}{32} = 3,125 \leq 3,5$$

$$\beta = 3,0$$

$$\alpha_{lu} = (1,8 \cdot 3,125 - 1,3) \frac{3,0}{3} - (0,72 \cdot 3,125 - 0,53) = 2,605$$

$$\sum V_{l,R,d} = 2(3,0 + 2,605) \cdot 3,0 \cdot 3,5 \frac{24}{1,1} = 2568,1 \text{ kN} > 500$$

- b) Ermittlung der Horizontallast von der Ankerplatte in den Beton über eine Knagge HE-B 180

Der Nachweis ist identisch mit dem vom Beispiel 2, siehe dort.

Nachweis der Schweißnähte

a) Stütze St 52 – Fußplatte St 37

Die Normalkraft soll nicht über Kontakt übertragen werden.

$$\alpha_w = 0,95, \quad \sigma_{w,R,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{240}{1,1} = 207,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Stegnaht } a_{SS} = 6 \text{ mm}$$

$$\min a_{SS} = \sqrt{35} - 0,5 = 5,4 \text{ mm} \Rightarrow 6 \text{ mm}$$

$$\max a_{SS} = 0,7 \cdot 14 = 9,8 \text{ mm} \Rightarrow 9 \text{ mm}$$

Anteilige Normalkraft im Steg (Gleichung 2.4)

$$N_{SS} = 750 \frac{218 - 2 \cdot 2,6 \cdot 30}{218} = 213,3 \text{ kN}$$

$$A_{w,SS} = 344 \cdot 2 \cdot 6 = 4128 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{w,SS} = \frac{213300}{4128} = 51,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

$$\tau_{w,SS} = \frac{500000}{4128} = 121,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

$$\sigma_{w,v,SS} = \sqrt{51,7^2 + 121,1^2} = 131,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

$$\text{Flanschnaht } a_{w,FS} = 6 \text{ mm}$$

$$\min a_{w,FS} = \sqrt{35} - 0,5 = 5,4 \text{ mm} \Rightarrow 6 \text{ mm}$$

$$\max a_{w,FS} = 0,7 \cdot 26 = 18,2 \text{ mm} \Rightarrow 18 \text{ mm}$$

Anteilige Normalkraft im Flansch (Gleichung 2.4)

$$N_{F,S} = \frac{2,6 \cdot 30}{218} \cdot 750 = 268,35 \text{ kN}$$

$$A_{w,FS} = 6 \cdot (300 \cdot 2 - 14 - 2 \cdot 27) = 3192 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{w,FS} = \frac{268350}{3192} = 84,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

b) Knagge St 52 – Ankerplatte St 37

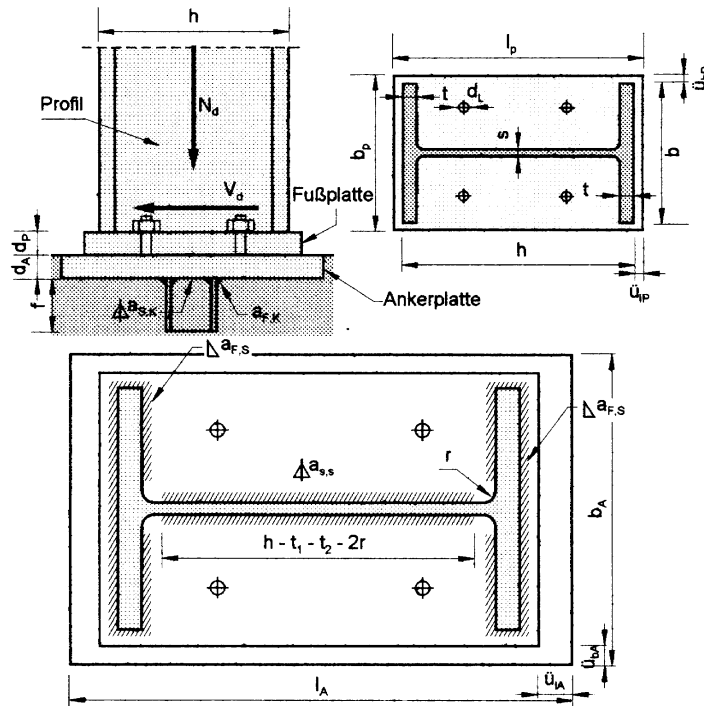
Nachweis identisch mit Beispiel 2, siehe dort.



Ing.-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach
Position: bündige Fußplatte - FP1
Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 1

Tel.: +49.9673.1775
Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
Seite 1



1 Äußere Einwirkungen

$N_d = 750.0$ kN ; $V_d = 500.0$ kN

2 Bauteile

2.1 Stütze

Typ: HE-B 450

Stahl: St 52-3 ; $f_{yk} = 360.0$ N/mm² ; $\gamma_M = 1.1$

2.2 Stützenfußplatte mit Ankerplatte

Fußplatte Stütze

Stahl: St 37-2 ; $f_{yk} = 240.0$ N/mm²
 $l_P = 468.0$; $b_P = 318.0$; $d_P = 35.0$ [mm]
 $\dot{u}_{lP} = 9.0$; $\dot{u}_{bP} = 9.0$ [mm]
 Doppelkehlnähte: Flansche $a_{FS} = 6.0$ Steg $a_{SS} = 6.0$ [mm]

Ankerplatte

Stahl: St 37-2 ; $f_{yk} = 240.0$ N/mm²
 $l_A = 548.0$; $b_A = 398.0$; $d_A = 15.0$ [mm]
 $\dot{u}_{lA} = 40.0$; $\dot{u}_{bA} = 40.0$ [mm]

Knagge als Walzprofil HE-B 180

Länge: $f = 76.0$ mm Stahl: St 52-3 ; $f_{yk} = 360.0$ N/mm²
 Doppelkehlnähte: Flansche $a_{FK} = 4.0$ Steg $a_{SK} = 5.0$ mm

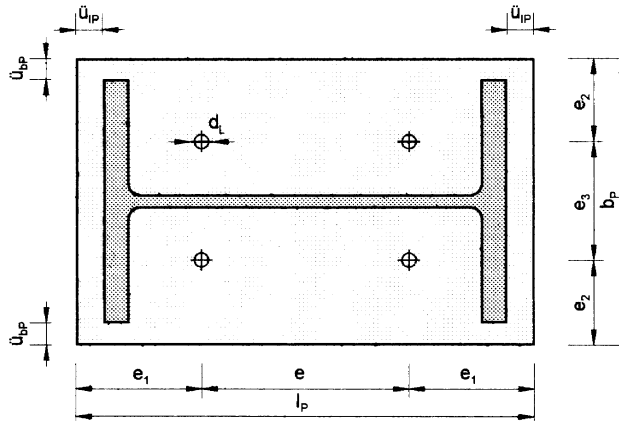
Verbindung der Fußplatte mit Ankerplatte mit 4 Gewindebolzen $d = 30$ mm

Ing.-Software Dlubal GmbH
 Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach
 Position: bündige Fußplatte - FP1
 Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 1

Tel.: +49.9673.1775
 Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
 Seite 2

(nach Tabelle 4 DIN 18800 Teil 1) aus St52-3 DIN 17100
 Streckgrenze: $f_{yk} = 360.0$ [N/mm²]
 Spannungsquerschnitt: $A_{Sp} = 5.61$ [cm²]



$e_1 = 184.0$; $e = 100.0$; $e_2 = 74.0$ [mm]
 $e_3 = 170.0$; $d_L = 32.0$ [mm]

2.3 Fundament

Material: Beton B35 Grenzpressung: 17.69 [N/mm²]

3 Nachweise

3.1 Nachweis der Stützenfußplatte mit Ankerplatte

$\epsilon = l_y/l_x = 0.35$; Plattenmoment $m = 42.37$ kNcm/cm
 $l_x = 424.0$; $l_y = 150.0$ [mm]
 $m = 42.37 < m_{el,d} = (d_P^2 * f_{ykP} + dA^2 * f_{yKA}) / (6 * gM) = 52.73$ kNcm/cm

3.2 Nachweis der Betonspannung unter der Ankerplatte

$\eta = \sigma_B / \sigma_{BRd} = 5.04 / 17.69$ [N/mm²] = 0.28 < 1

3.3 Aufnahme der Horizontallast

a) Einleitung der Horizontallast mittels 4 Bolzen M 30 in die Ankerplatte
 - Abscheren

$V_{aRd} = n * A_{Sp} * 0.7 * f_{ybK} / \gamma_M = 514.08 > 500.0$ [kN]

- Lochleibung

Lochleibung zum Rand mit $\alpha_{ph_r} = 3.0$

Lochleibung untereinander mit $\alpha_{ph_u} = 2.61$

$V_{lRd} = 2 * (\alpha_{ph_r} + \alpha_{ph_u}) * d_b * f_{ykP} * d_P / \gamma_M = 2568.11 > 500.0$ [kN]

b) Einleitung der Horizontallast von der Ankerplatte in den Beton

Reibwiderstand $V_{dR} = \mu * N_d / 1.5 = 0.5 * 750.0 / 1.5 = 250.0$ kN

$V_d / V_{dR} = 500.0 \text{ kN} / 250.0 \text{ kN} = 2.0 > 1$

-> Knagge als Schubstück erforderlich $\Delta V_d = 250.0$ [kN]

$c_{quer} = s + 1.61 * r + 5 * t = 102.65$ [mm]

mittragende Flanschbreiten $c = c_{quer} / 0.55 = 186.64$ mm

Einspannlänge $f = 76.0$ mm ; Moment $M_d = 950.0$ kNcm

$\max_{\tau_d} = 184.8 < \tau_{Rd} = 188.95$ [N/mm²]

$\max_{\sigma_d} = 22.32 < \sigma_{Rd} = 327.27$ [N/mm²]



Ing.-Software Diubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach
Position: bündige Fußplatte - FP1
Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 1

Tel.: +49.9673.1775
Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
Seite 3

Syl-1 = 209.16 [cm³]
sigma_xdl-1 = 15.13 tau_d1-1 = 160.57 [N/mm²]
sigma_vdl-1 = 278.53 < sigma_Rd = 327.27 [N/mm²]
Betonspannung am Flansch der Knagge
sigma_B = 17.63 < sigma_BRd = 17.69 [N/mm²]

3.4 Nachweis der Schweißnähte

3.4.1 Stütze-Fußplatte

maßgebende Fließspannung $f_{yk} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_w = 0.95$ $\sigma_{wRd} = 207.27 \text{ N/mm}^2$

Anschluß Steg - Fußplatte mit $a_{SS} = 6.0 \text{ mm}$
Anteilige Normalkraft im Steg: $N_{SS} = 213.3 \text{ kN}$
Schweißnahtfläche des Steges: $A_{wSS} = 4128.0 \text{ mm}^2$
 $\min.a_{SS} = 6.0 \text{ mm}$; $\max.a_{SS} = 9.0 \text{ mm}$
 $\eta = \sigma_{wSS} / \sigma_{wRd} = 51.67 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.25 < 1$
 $\eta = \tau_{wSS} / \sigma_{wRd} = 121.12 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.58 < 1$
 $\eta = \sigma_{wvSS} / \sigma_{wRd} = 131.69 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.64 < 1$

Anschluß Flansch - Fußplatte mit $a_{FS} = 6.0 \text{ mm}$
Anteilige Normalkraft im Flansch: $N_{FS} = 268.35 \text{ kN}$
Schweißnahtfläche eines Flansches: $A_{wFS} = 3192.0 \text{ mm}^2$
 $\min.a_{FS} = 6.0 \text{ mm}$; $\max.a_{FS} = 18.0 \text{ mm}$
 $\eta = \sigma_{wFS} / \sigma_{wRd} = 84.07 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.41 < 1$

3.4.3 Knagge-Ankerplatte

maßgebende Fließspannung $f_{yk} = 240.0 \text{ [N/mm}^2]$
 $\alpha_w = 0.95$ $\sigma_{wRd} = 207.27 \text{ N/mm}^2$

Flanschdoppelkehlnaht $a_{FK} = 4.0 \text{ mm}$ mit einer Nahtfläche von 1398.0 mm^2
 $\sigma_{wF} = (M_d / (h - t)) / A_{wFK} = 40.94 \text{ [N/mm}^2] < \sigma_{wRd}$

Stegdoppelkehlnaht mit $a_{SK} = 5.0 \text{ mm}$ mit einer Nahtfläche von 1220.0 mm^2
 $\tau_{wS} = (\Delta V_d / A_{wKS}) = 204.92 \text{ [N/mm}^2] < \sigma_{wRd}$

4.2 Beispiel 2

Stützenfuß mit überstehender Kopfplatte

Vorgaben durch den Anwender

Stützenprofil HE-B 450 St 52-3
Fußplatte aus St 37-2, $b = 318$ mm
Ankerplatte $d_A = 15$ mm aus St 37-2
Ankerplattenüberstände $\ddot{u}_{iA} = \ddot{u}_{bA} = 40$ mm
4 Gewindebolzen aus St 52-3 DIN 17100, $\Delta d = 2$ mm
Beton B 35, keine Sauberkeitsschichtdicke $d_S = 0$
Gewählte Bolzenabstände $e = 100$ mm, $e_3 = 170$ mm
(Grenzen werden vom Programm vorher angezeigt)
Knagge der Profilreihe HE-B aus St 52-3
Schweißnahtdickenbegrenzungen nach DIN 18800, Teil 1
Einwirkungen $N_d = 750$ kN, $V_d = 500$ kN
Übertragung von N_d über die Schweißnähte

Auslegung durch das Programm

Fußplatte $d_p = 8$ mm, $l_p = 490$ mm
Ankerplatte $l_A = 570$ mm, $b_A = 398$ mm
Knagge HE-B 180, Einspannlänge $f = 76$ mm
Gewindebolzen $d = 36$ mm, alle Bolzenabstände
Schweißnahtdicken: Stütze – Fußplatte
Knagge – Ankerplatte

Nachweise FP2

Stützenfußplatte mit Ankerplatte, Betonpressung

$$\ddot{u}_F = (490 - 450) \cdot 0,5 = 20 \text{ mm}$$

$$\ddot{u}_S = \frac{s}{t} \ddot{u}_F = \frac{14}{26} \cdot 20 = 11 \text{ mm} \leq 0,5 (300 - 14) = 143 \text{ mm}$$

$$A_{11} = 300 (2 \cdot 20 + 26) = 19800 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = (450 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 26) \cdot (2 \cdot 11 + 14) = 12888 \text{ mm}^2 \text{ (siehe Bild 2.5)}$$

$$A = 2 A_{11} + A_2 = 52488 \text{ mm}^2$$

Betonpressung

$$p = \sigma_B = \frac{750000}{52488} = 14,29 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{B,Rd} = 17,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (B35)}$$

Plattenmomente und -querkräfte

$$m_F = 1,429 \cdot \frac{2,0^2}{2} = 2,86 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

$$v_F = 1,429 \cdot 2,0 = 2,86 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

$$m_S = 1,429 \cdot 1,1^2 \cdot 0,5 = 0,86 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

$$v_S = 1,429 \cdot 1,1 = 1,57 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

Vollplastische Grenzschnittgrößen Fußplatte mit Ankerplatte



$$m_{pl,d} = \frac{24 \cdot 0,8^2}{4 \cdot 1,1} + \frac{24 \cdot 1,5^2}{4 \cdot 1,1} = 15,76 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

$$V_{pl,d} = \frac{24 \cdot 0,8}{\sqrt{3} \cdot 1,1} + \frac{24 \cdot 1,5}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 28,97 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

Querkraftreduzierte plastische Momente

$$\text{red. } m_{pl,d,F} = 15,76 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{2,86}{28,97}\right)^2} = 15,68 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

$$> m_F = 2,86 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

$$\text{red. } m_{pl,d,S} = 15,76 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{1,57}{28,97}\right)^2} = 15,74 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

$$> m_S = 0,86 \frac{\text{kNcm}}{\text{cm}}$$

Aufnahme der Horizontallast

a) Einleitung in die Ankerplatte über 4 Bolzen $d = 36$ mm, aus St 52-3 DIN 17100 (Gl. 2.15)

$$\text{Abscheren, } A_{sp} = 8,17 \text{ cm}^2, f_{y,bk} = 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (Tabelle 2.3)}$$

$$V_{a,R,d} = 8,17 \cdot 0,7 \cdot \frac{36}{1,1} \cdot 4 = 748,7 \text{ kN} > 500$$

Lochleibung

$$e = 100 \text{ mm} \Rightarrow e_1 = (490 - 100) \cdot 0,5 = 195 \text{ mm}$$

$$e_3 = 170 \text{ mm} \Rightarrow e_2 = (318 - 170) \cdot 0,5 = 74 \text{ mm}$$

Eingabewerte e und e_3 werden vom Programm kontrolliert, z. B. $\min e_3$ nach Gl. 2.16

$$\min e_3 \geq \max \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 75 + 14 = 164 \\ 14 + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 + 60 = 85,3 \\ 14 + 2\sqrt{2} \cdot 4 + 60,79 = 86,1 \\ 2,4 \cdot 38 = 91,2 \end{array} \right\} = 164 \text{ mm}$$

$$\min e_2 = 1,2 d_L = 1,2 \cdot 38 = 45,6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \max e_3 = 318 - 2 \cdot 45,6 = 226,8 \text{ mm}$$

Interaktion zum Rand, $e_1 = 195$ mm

$$\varepsilon = \frac{195}{38} = 5,13 \Rightarrow \varepsilon = 3,0$$

$$\beta = \frac{e_2 + 0,5 \cdot e_3}{d_L} \text{ mit rechnerischen Maximalwerten } e_2 \leq 1,5 d_L \text{ und } e_3 = 3,0 d_L, \text{ also}$$

$$\beta = \frac{1,5 d_L + 0,5 \cdot 3,0 d_L}{d_L} = 3,0$$

$$\alpha_{lr} = (1,85 \cdot 3,0 - 0,5) \frac{3,0}{3} - (0,75 \cdot 3,0 - 0,2) = 3,0$$

Interaktion untereinander (Gl. 2.17)

$$\varepsilon = \frac{100}{38} = 2,63 < 3,5$$

$$\beta = 3,0$$

$$\alpha_{lu} = (1,8 \cdot 2,63 - 1,3) \frac{3,0}{3} - (0,72 \cdot 2,63 - 0,53) = 2,07$$

$$\sum V_{l,r,d} = 2(2,07 + 3,0) \cdot 3,6 \frac{24}{1,1} \cdot 0,8 = 637,2 \text{ kN} > 500$$

- b) Einleitung der Last von der Ankerplatte in den Beton über eine Knagge HE-B 180
Grenzgleitkraft aus Reibung (Bild 2.2 ff)

$$V_{R,d} = 0,5 \cdot \frac{750}{1,5} = 250 \text{ kN} < 500 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \Delta V_d = 500 - 250 = 250 \text{ kN}$$

$$\bar{c} = 8,5 + 1,61 \cdot 15 + 5 \cdot 14 = 102,65 \text{ mm} \leq 180$$

$$c = \frac{\bar{c}}{0,55} = 186,6 \text{ mm}$$

Moment

$$M_d = \Delta V_d \cdot 0,5 f = 250 \cdot 0,5 \cdot 7,6 = 950 \text{ kNcm}$$

Betonpressung

$$\sigma_B = \frac{250}{13,66 \cdot 7,6} = 1,76 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 17,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 17,7$$

Knaggenspannungen

$$\max \sigma_{x,d} = \frac{950 \cdot 10}{426} = 22,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \frac{360}{1,1} = 327$$

$$\max \tau_d = \frac{250 \cdot 10 \cdot 241}{3830 \cdot 0,85} = 185,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 189$$

$$S_{y1-1} = 18 \cdot 14 (18 - 14) \cdot 0,5 = 209 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{d1-1} = \frac{250 \cdot 209}{3830 \cdot 0,85} \cdot 10 = 160,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 189$$

$$h_1 = 180 - 2 \cdot 14 - 2 \cdot 15 = 122 \text{ mm}$$

$$\sigma_{x,d1-1} = \frac{950}{3830} \cdot \frac{122}{2} = 15,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{v,d1-1} = \sqrt{15,1^2 + 3 \cdot 160,6^2} = 278,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 327$$

Nachweis der Schweißnähte

- a) Stütze St 52 – Fußplatte St 37

Die Normalkraft soll nicht über Kontakt übertragen werden

$$\alpha_w = 0,95 \quad \sigma_{w,Rd} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{240}{1,1} = 207,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Stegnaht } a_{SS} = 4 \text{ mm}$$

$$\min a_{SS} = \sqrt{14} - 0,5 = 3,24 \text{ mm} \rightarrow 4 \text{ mm}$$

$$\max a_{SS} = 0,7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ mm} \rightarrow 5 \text{ mm}$$

Schweißnahtfläche



$$A_{w,SS} = (450 - 2 \cdot 26 - 2 \cdot 27) \cdot 2 \cdot 4 = 2752 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{w,SS} = \frac{14,29 (11 + 0,5 \cdot 14)}{4} = 64,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

$$\tau_{w,SS} = \frac{500000}{2752} = 181,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

$$\sigma_{w,vSS} = \sqrt{64,3^2 + 181,6^2} = 192,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

$$\text{Flanschnaht } a_{w,FS} = 5 \text{ mm}$$

$$\min a_{w,FS} = \sqrt{26} - 0,5 = 4,59 \rightarrow 5 \text{ mm}$$

$$\max a_{w,FS} = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \rightarrow 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{w,FS} = \frac{14,29 (20 + 0,5 \cdot 26)}{5} = 94,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

b) Knagge St 52 – Ankerplatte St 37

$$\sigma_{w,Rd} = 0,95 \cdot 240 = 207,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Flanschnähte } a_{F,K} = 4 \text{ mm}$$

$$\min a_{F,K} = \sqrt{15} - 0,5 = 3,37 \rightarrow 4 \text{ mm}$$

$$\max a_{F,K} = 0,7 \cdot 14 = 9,8 \rightarrow 9 \text{ mm}$$

$$\text{Flanschkraft } F_K = \frac{950 \text{ kNcm}}{(18 - 1,4) \text{ cm}} = 57,22 \text{ kN}$$

Nahtfläche eines Flansches

$$A_{w,FK} = 4 [2 (180 + 14) - 8,5 - 2 \cdot 15] = 1398 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{w,FK} = \frac{57220}{1398} = 40,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Stegnaht } a_{S,K} = 5 \text{ mm}$$

$$\min a_{S,K} = \sqrt{15} - 0,5 = 3,37 \rightarrow 4 \text{ mm}$$

$$\max a_{S,K} = 0,7 \cdot 8,5 = 5,95 \rightarrow 5 \text{ mm}$$

Nahtfläche Steg, $\Delta V_d = 250 \text{ kN}$

$$A_{w,SK} = 2 (180 - 2 \cdot 14 - 2 \cdot 15) \cdot 5 = 1220 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{w,SK} = \frac{250000}{1220} = 204,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 207,3$$

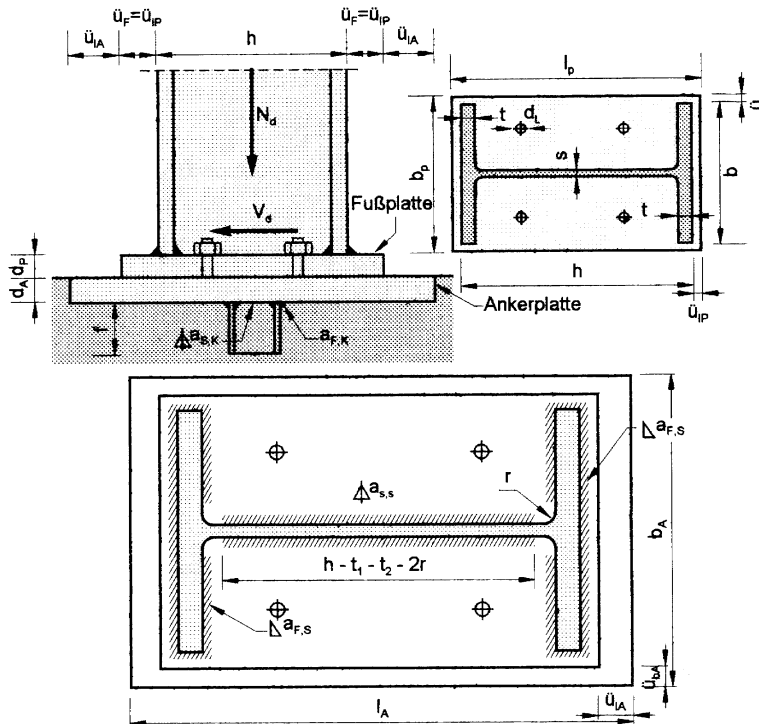
Wichtiger Hinweis:

Anhand dieser zwei Beispiele mit gleichem Stützenprofil und gleicher Beanspruchung konnte gezeigt werden, daß infolge der unterschiedlichen zugrundeliegenden Theorien sehr große Unterschiede in den erforderlichen Fußplattendicken bestehen, hier z. B. $d_p = 35 \text{ mm}$, bei bündiger Fußplatte FP1 bzw. $d_p = 8 \text{ mm}$ bei überstehender Fußplatte FP2. Bei FP1 wird die Fußplatte bei konstanter Betonpressung über die ganze Aufstandsfläche nach der Plattentheorie bemessen (elastisch-elastisch) während bei FP2 die volle Betonpressung über relativ kleine Aufstandsflächen angesetzt und die Platte nach dem Verfahren elastisch-plastisch bemessen wird (Vergleiche Kapitel 2.1 mit 2.2). Es kann daher oft wesentlich wirtschaftlicher sein, die Lösung FP2 mit relativ kleinen Plattenüberständen an den Flanschen zu wählen.

Ing.-Software Dlubal GmbH
 Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach
 Position: überstehende Fußplatte - FP2
 Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 2

Tel.: +49.9673.1775
 Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
 Seite 1



1 Äußere Einwirkungen

$N_d = 750.0 \text{ kN}$; $V_d = 500.0 \text{ kN}$

2 Bauteile

2.1 Stütze

Typ: HE-B 450
 Stahl: St 52-3 ; $f_{yk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_M = 1.1$

2.2 Stützenfußplatte mit Ankerplatte

Fußplatte Stütze

Stahl: St 37-2 ; $f_{yk} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $l_P = 490.0$; $b_P = 318.0$; $d_P = 8.0$ [mm]
 $\dot{u}_{lP} = \dot{u}_F = 20.0$; $\dot{u}_{bP} = 9.0$ [mm]
 Doppelkehlnähte: Flansche $a_{FS} = 5.0$ Steg $a_{SS} = 4.0$ [mm]

Ankerplatte

Stahl: St 37-2 ; $f_{yk} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $l_A = 570.0$; $b_A = 398.0$; $d_A = 15.0$ [mm]
 $\dot{u}_{lA} = 40.0$; $\dot{u}_{bA} = 40.0$ [mm]

Knagge als Walzprofil HE-B 180

Länge: $f = 76.0 \text{ mm}$ Stahl: St 52-3 ; $f_{yk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$
 Doppelkehlnähte: Flansche $a_{FK} = 4.0$ Steg $a_{SK} = 5.0 \text{ mm}$

Verbindung der Fußplatte mit Ankerplatte mit 4 Gewindebolzen $d = 36 \text{ mm}$



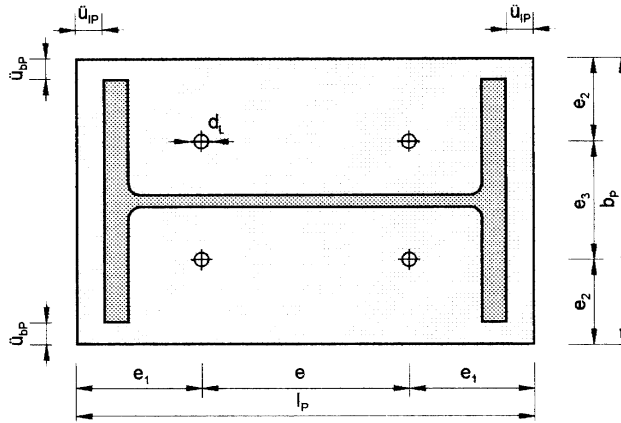
Ing.-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49.9673.1775
Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
Seite 2

Position: überstehende Fußplatte - FP2
Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 2

(nach Tabelle 4 DIN 18800 Teil 1) aus St52-3 DIN 17100
Streckgrenze: $f_{yk} = 360.0$ [N/mm²]
Spannungsquerschnitt: $A_{Sp} = 8.17$ [cm²]

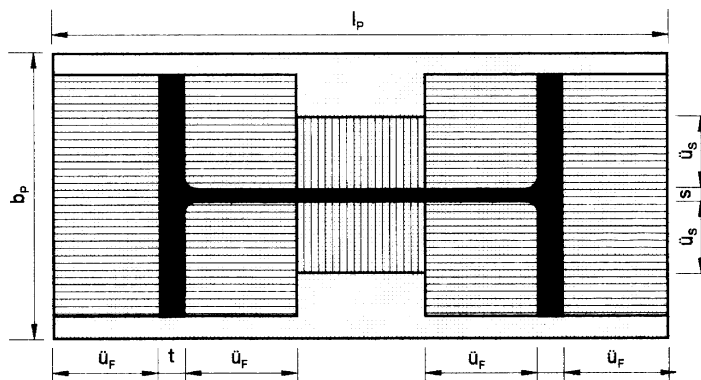


$e_1 = 195.0$; $e = 100.0$; $e_2 = 74.0$ [mm]
 $e_3 = 170.0$; $d_L = 38.0$ [mm]

2.3 Fundament

Material: Beton B35 Grenzpressung: 17.69 [N/mm²]

3 Nachweise



$u_S = 11.0$; $u_F = 20.0$ [mm]
 $d_P = 8.0$; $d_A = 15.0$ [mm]

3.1 Nachweis der Stützenfußplatte mit Ankerplatte

$m_{pl,d} = (f_{yk,P} * d_P^2 + f_{yk,A} * d_A^2) / (4 * \gamma_M) = 15.76$ kNcm/cm
 $v_{pl,d} = (f_{yk,P} * d_P + f_{yk,A} * d_A) / (\text{Sqr}(3) * \gamma_M) = 28.97$ kN/cm



Ing.-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49.9673.1775
Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
Seite 3

Position: überstehende Fußplatte - FP2
Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 2

Flansch
 $m_F = 2.86$ < red.m_plF = 15.69 [kNcm/cm]
 $v_F = 2.86$ kN/cm
 Steg
 $m_S = 0.86$ < red.m_plS = 15.74 [kNcm/cm]
 $v_S = 1.57$ kN/cm

3.2 Nachweis der Betonspannung unter der Ankerplatte

$A_{11} = b * (2 * \ddot{u}_{FP} + t) = 19800 \text{ mm}^2$
 $A_2 = (h - 2 * \ddot{u}_{FP} - 2 * t) * (2 * \ddot{u}_{SP} + s) = 12888 \text{ mm}^2$
 $A_{\text{Netto}} = 2 * A_{11} + A_2 - \text{delta}_A = 52488 \text{ mm}^2$
 $\sigma_B = N_d / A_{\text{Netto}} = 14.29 \text{ N/mm}^2$
 $\eta = \sigma_B / \sigma_{BRd} = 14.29 / 17.69 \text{ [N/mm}^2] = 0.81 < 1$

3.3 Aufnahme der Horizontallast

a) Einleitung der Horizontallast mittels 4 Bolzen M 36 in die Ankerplatte
 - Abscheren
 $V_{aRd} = n * A_{Sp} * 0.7 * f_{ybk} / \gamma_M = 748.67 > 500.0 \text{ [kN]}$
 - Lochleibung
 Lochleibung zum Rand mit $\text{alphan}_r = 3.0$
 Lochleibung untereinander mit $\text{alphan}_u = 2.07$
 $V_{lRd} = 2 * (\text{alphan}_r + \text{alphan}_u) * d_b * \bar{f}_{ykP} * d_P / \gamma_M = 637.43 > 500.0 \text{ [kN]}$

b) Einleitung der Horizontallast von der Ankerplatte in den Beton
 Reibwiderstand $V_{dR} = \mu_e * N_d / 1.5 = 0.5 * 750.0 / 1.5 = 250.0 \text{ kN}$
 $V_d / V_{dR} = 500.0 \text{ kN} / 250.0 \text{ kN} = 2.0 > 1$
 -> Knagge als Schubstück erforderlich $\text{delta}_{Vd} = 250.0 \text{ [kN]}$
 $c_{\text{quer}} = s + 1.61 * r + 5 * t = 102.65 \text{ [mm]}$
 mittragende Flanschbreiten $c = c_{\text{quer}} / 0.55 = 186.64 \text{ mm}$
 Einspannlänge $f = 76.0 \text{ mm}$; Moment $M_d = 950.0 \text{ kNcm}$
 $\text{max}_{\tau_d} = 184.8$ < $\tau_{Rd} = 188.95$ [N/mm²]
 $\text{max}_{\sigma_d} = 22.32$ < $\sigma_{Rd} = 327.27$ [N/mm²]
 $S_{y1-1} = 209.16$ [cm³]
 $\sigma_{xd1-1} = 15.13$ $\tau_{d1-1} = 160.57$ [N/mm²]
 $\sigma_{vdl-1} = 278.53$ < $\sigma_{Rd} = 327.27$ [N/mm²]
 Betonspannung am Flansch der Knagge
 $\sigma_B = 17.63$ < $\sigma_{BRd} = 17.69$ [N/mm²]

3.4 Nachweis der Schweißnähte

3.4.1 Stütze-Fußplatte

maßgebende Fließspannung $f_{yk} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_w = 0.95$ $\sigma_{wRd} = 207.27 \text{ N/mm}^2$

Anschluß Steg - Fußplatte mit $a_{SS} = 4.0$ mm
 Schweißnahtfläche des Steges: $A_{wSS} = 2752.0$ mm²
 $\text{min.} a_{SS} = 4.0$ mm; $\text{max.} a_{SS} = 5.0$ mm
 $\sigma_{wSS} = \sigma_B * (\ddot{u}_{SP} + 0.5 * s) / a_{SS} = 64.3 \text{ N/mm}^2$
 $\eta = \sigma_{wSS} / \sigma_{wRd} = 64.3 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.31 < 1$
 $\eta = \tau_{wSS} / \sigma_{wRd} = 181.69 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.88 < 1$
 $\eta = \sigma_{wvSS} / \sigma_{wRd} = 192.73 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.93 < 1$

Anschluß Flansch - Fußplatte mit $a_{FS} = 5.0$ mm
 $\text{min.} a_{FS} = 5.0$ mm; $\text{max.} a_{FS} = 5.0$ mm
 $\sigma_{wFS} = \sigma_B * (\ddot{u}_{FP} + 0.5 * t) / a_{FS} = 94.31 \text{ N/mm}^2$
 $\eta = \sigma_{wFS} / \sigma_{wRd} = 94.31 / 207.27 \text{ [N/mm}^2] = 0.45 < 1$



Ing.-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49.9673.1775
Fax.: +49.9673.1770

Datum: 27.12.2000
Seite 4

Position: überstehende Fußplatte - FP2
Projekt: Handbuchbeispiel Nr. 2

3.4.3 Knagge-Ankerplatte

maßgebende Fließspannung $f_{yk} = 240.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$\alpha_w = 0.95$ $\sigma_{wRd} = 207.27 \text{ N/mm}^2$

Flanschdoppelkehlnaht $a_{FK} = 4.0 \text{ mm}$ mit einer Nahtfläche von 1398.0 mm^2

$\sigma_{wF} = (M_d / (h - t)) / A_{wFK} = 40.94 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{wRd}$

Stegdoppelkehlnaht mit $a_{SK} = 5.0 \text{ mm}$ mit einer Nahtfläche von 1220.0 mm^2

$\tau_{wS} = (\Delta V_d / A_{wKS}) = 204.92 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{wRd}$



Anhang A: Literaturverzeichnis

- [1] DIN 18800, Teil 1, Ausgabe November 1990
- [2] Stiglat, K.; Wippel, H.: Platten, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München, Düsseldorf, 1973
- [3] Hünensen, G.; Fritsche, E.: Stahlbau in Beispielen, Werner-Verlag, 3. Auflage, Düsseldorf 1995
- [4] Kahlmeyer, E.: Stahlbau nach DIN 18800 (11.90), Werner-Verlag, 2. Auflage, Düsseldorf 1996
- [5] Petersen, C.: Stahlbau, Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig, Wiesbaden 1997
- [6] Bemessung von Beton- und Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045, Heft 220, Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1979
- [7] Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, Deutscher Stahlbauverband DSTV in Zusammenarbeit mit dem deutschen Ausschuß für Stahlbau, Stahlbau-Verlags-GmbH, Köln.
- [8] Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4, Beuth, Ernst & Sohn, 2. Auflage 1994



Anhang B: Notationen

a_1	Schraubbarkeitsmaß
$a_{F,K}$	Flanschnähte Knagge an Fußplatte
$a_{F,S}$	Flanschnähte Stütze an Fußplatte
$a_{R,F}$	Doppelkehlnaht Stegrippe an Fußplatte
$a_{R,S}$	Doppelkehlnaht Stegrippe an Stützensteg
A_S	Fläche der Stütze
$a_{S,K}$	Stegnähte Knagge an Fußplatte
A_{sp}	Spannungsquerschnitt Bolzen
$a_{S,S}$	Stegnähte Stütze an Fußplatte
$A_{w,FK}$	Schweißnahtfläche Flansch, Knagge
$A_{w,FS}$	Schweißnahtfläche Flansch, Stütze
$A_{w,SK}$	Schweißnahtfläche Steg, Knagge
$A_{w,SS}$	Schweißnahtfläche Steg, Stütze
b	Profilbreite
b_K	Flanschbreite Knagge
b_R	Rippenbreite
b_P	Fußplattenbreite
c_R	Rippenausklinkung
d	Bolzendurchmesser
d_A	Dicke Ankerplatte
d_p	Fußplattendicke
e_1, e_2, e_3	
e_F, e_R, e_S	Schraubenabstände
f	erforderliche Knaggenlänge, bzw. Einspannlänge (FP4)
$f_{y,b,k}$	charakteristische Fließspannung der Bolzen
$f_{y,k}$	charakteristische Fließspannung
$f_{y,d}$	Grenzfließspannung
h	Profilhöhe
$H_{K,Rd}$	Grenzkraft der Knagge
h_R	Rippenhöhe
I_{yK}	Trägheitsmoment Knagge
l_P	Fußplattenlänge
l_y, l_x	Plattenspannweiten, Ersatzsystem der Fußplatte
m	maximales Plattenbiegemoment
M_d	Stützeinspannmoment (γ -fach)
$M_{e,a,d}$	Stützenmoment im Einspannbereich, Bereich a
$M_{e,b,d}$	Stützenmoment im Einspannbereich, Bereich b
$m_{pl,d}$	vollplastisches Plattenmoment
N_d	Stützendruckkraft (γ -fach), Bemessungsnormalkraft Stütze
$N_{F,S}$	resultierende Flanschnormalkraft der Stütze
$N_{S,S}$	resultierende Stegnormalkraft der Stütze
p	Betonspannung



p_S	Ersatzlinienlast Stützensteg (FP3)
p_F	Ersatzlinienlast Stützenflansch (FP3)
r	Ausrundungsradius Stütze
r_K	Ausrundungsradius Knagge
s	Stützenstegdicke
s_K	Stegdicke Knagge
S_{yK}	statisches Moment Knagge
t	Flanschdicke der Stütze
t_K	Flanschdicke Knagge
t_R	Rippendicke
\ddot{u}_b	Plattenüberstand in Stützenbreitenrichtung
\ddot{u}_F	Fußplattenüberstand am Flansch
\ddot{u}_l	Plattenüberstand in Längsrichtung
\ddot{u}_S	Fußplattenüberstand an Steg (FP2)
v	Plattenquerkraft
$V_{a,R,d}$	Abschergrenzkraft
V_d	Stützenquerkraft (γ -fach)
$V_{l,R,d}$	Lochleibungsgrenzkraft
$v_{pl,d}$	vollplastische Stützenquerkraft
$V_{pl,d}$	vollplastische Plattenquerkraft

Griechische Buchstaben

\emptyset	Unterlegscheibendurchmesser
α_l	Lochleibungsfaktor nach DIN 18800
α_w	Schweißnahtfaktor nach DIN 18800
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand
ε, β	Verhältniszahlen bei der Lochleibung
μ_H	Reibzahl, Beton-Stahl: $\mu_H = 0,5$
$\sigma_{b,Rd}$	Betongrenzspannung
$\sigma_{v,d}$	Vergleichsspannung
$\sigma_{w,Rd}$	Grenzspannung der Schweißnaht
σ_{xd}	Normalspannung
τ_d	Schubspannung