

**Programm**

# **V-ECK**

**für PCs unter Windows 98/Me/NT 4.0/2000/XP**

**Biegesteife Rahmenecken aus IPE-,  
HE-A-, HE-B- und HE-M-Profilen  
mit Auslegung und Nachweisen für  
Stütze und Riegel nach DIN 18800**

## **Benutzer-Handbuch**

**Fassung Dezember 1999**

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**

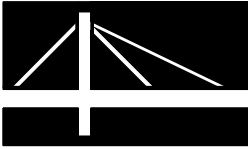
Telefon: 0 96 73 / 17 75 oder 17 76

Telefax: 0 96 73 / 17 70

E-Mail: [info@dlubal.com](mailto:info@dlubal.com)

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

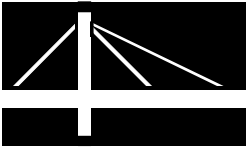




# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1 - 1</b>
1.1	Vorwort	1 - 1
1.2	Kurzbeschreibung	1 - 3
<b>2.</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>2 - 1</b>
2.1	Nachweiskonzept	2 - 1
2.2	Bemessungswerte der Einwirkungen in den Schnitten, Hebelarme	2 - 2
2.3	Nachweise	2 - 3
2.3.1	Nachweise in den Schnitten 2-2 und 4-4	2 - 3
2.3.2	Nachweise für den Stirnplattenanschluß 1-1	2 - 4
2.3.2.1	Ermittlung der Zugkraft $Z_V$ , Einleitung der Druckkraft $D_S$	2 - 4
2.3.2.2	Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zulagebleches (z) nach [1], [5] und [8]	2 - 6
2.3.2.3	Übertragung der Querkraft $V_{R1}$ durch die Schrauben im Druckbereich	2 - 13
2.3.2.4	Nachweis der beiden Zugschrauben	2 - 16
2.3.3	Nachweis im Schnitt 3-3, Auslegung des Vouteneckbleches	2 - 16
2.3.4	Nachweis des Vouteneckbleches	2 - 18
2.3.5	Nachweis der Schweißnähte	2 - 19
2.3.6	Nachweis der Schubspannung des Stützensteges infolge $Z_S$	2 - 21
2.3.7	Beschreibung des Iterationsablaufes	2 - 22
<b>3.</b>	<b>V-ECK installieren</b>	<b>3 - 1</b>
<b>4.</b>	<b>Arbeit mit V-ECK</b>	<b>4 - 1</b>
4.1	V-ECK starten	4 - 1
4.2	Eingabedaten	4 - 3
4.2.1	Maske 1.1: Schnittgrößen der Verbindung	4 - 3
4.2.2	Maske 1.2: Profile und Material	4 - 4
4.2.3	Maske 1.3: Schrauben	4 - 5
4.2.4	Maske 2.1: Stirnplatte, Zulage- und Vouteneckblech	4 - 7
4.2.5	Maske 2.2: Schraubenbild	4 - 8
4.2.6	Maske 2.3: Schweißnähte	4 - 9
4.3	Ausgabedaten	4 - 10
4.3.1	Maske 3.1: Ergebnisprotokoll-Lösungsvarianten	4 - 10
4.3.2	Maske 3.2: Ausgabeprotokoll-Schnittgrößen	4 - 11
4.3.3	Maske 3.3: Ausgabeprotokoll-Profildaten	4 - 11
4.3.4	Maske 3.4: Ausgabeprotokoll-Schrauben und Eckblech	4 - 12
4.4	Berechnung	4 - 13
4.5	Funktionstasten und Befehlsreferenzen	4 - 14
4.6	Menüfunktionen	4 - 15
<b>5.</b>	<b>Beispiel</b>	<b>5 - 1</b>
<b>A.</b>	<b>Anhang A. Literaturverzeichnis</b>	<b>A - 1</b>

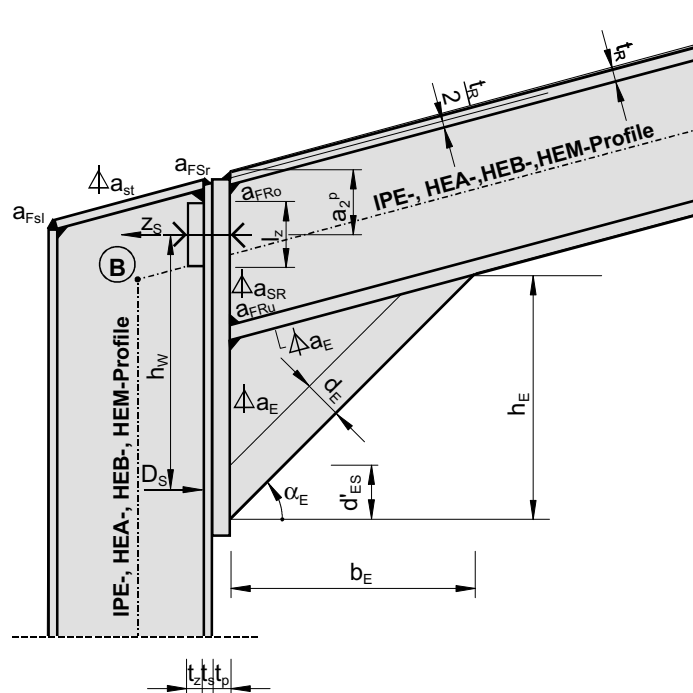




# 1. Einleitung

## 1.1 Vorwort

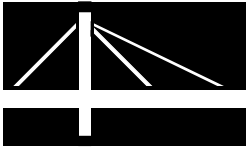
**Bild 1.2:**  
Rahmenecke, Stütze mit  
schrägem Abschluß



Die wichtigsten Konstruktionsmerkmale sind:

- Biegesteifer Stirnplattenanschluß mit 2 vorgespannten HV-Schrauben in der Zugzone, Auslegung aller Schrauben und der geometrischen Abmessung durch das Programm
- Voutenartige Erhöhung des Riegelquerschnitts in der Rahmenecke (45°-Voute)
- Keine Verstärkung des Stützensteges
- Rippenlose Lasteinleitungen in das Stützen- und Riegelprofil
- Kein Voutenflansch durch Verdickung des Vouteneckbleche
- Aufnahme der Querkraft durch Schrauben auf der unteren Druckseite
- Riegelneigung bis 30°
- Schräge Stützensausbildung möglich
- Ausnutzung der Voutenwirkung beim Nachweis des Riegel- und Stützenprofils

Die Nachweise erfolgen nach DIN 18800 Teil 1 [2] und Teil 2 [2] unter Verwendung der Versuchsergebnisse von Dangelmaier [1]. Die Berechnungsverfahren basieren auf der Ausnutzung plastischer Reserven mit dem Ziel, durch Optimierung der Stirnplattendicke, der Schraubendruckmesser und der Schweißnähte eine wirtschaftliche Konstruktion zu erzielen.



1. Einleitung  
1.1 Kurzbeschreibung

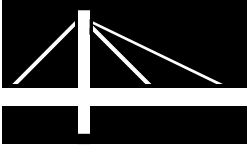
---

---

## 1.2 KURZBESCHREIBUNG

**Tafel 1.1:**  
Kurzbeschreibung

<b>Programmname:</b>	V-ECK Vers. 1.xx (Biegesteife Rahmenecke aus Walzprofilen)
<b>Rechner-Konfiguration:</b>	IBM-PC/AT bzw. PS/2 oder Kompatible, mind. 16 MB RAM, Festplatte mit mindestens 8 MB freiem Speicherplatz
<b>Peripherie:</b>	9- oder 24-Nadel- oder Tintenstrahl oder HP-Laser-Drucker (bzw. kompatibel), Maus
<b>Betriebssystem:</b>	Windows 95 bzw. Windows NT
<b>Programmiersprache:</b>	Visual Basic 4.2
<b>Programmgröße:</b>	insgesamt etwa 7,0 MB
<b>Programmentwicklung:</b>	Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee Dipl.-Ing. Jan-Frederik Paul Ingenieurgemeinschaft Klee + Wriggers Siegessäße 3, 30175 Hannover
<b>Ansprechpartner:</b>	Dipl.-Ing. Walter Rustler Dipl.-Ing. Peter Achter
<b>Programmierer:</b>	Dipl.-Ing. Jan-Frederik Paul Ingenieurgemeinschaft Klee + Wriggers
<b>Handbuch:</b>	Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee Dipl.-Ing. Georg Dlubal Franz Windmaißer
<b>Theoretische Ausarbeitung:</b>	Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee Siegessäße 3, 30175 Hannover
<b>Programmkontrolle:</b>	Dipl.-Ing. Georg Dlubal Dipl.-Ing. Walter Rustler Prof. Dr.-Ing. K.-D. Klee
<b>Zweck:</b>	Berechnung von biegesteifen Rahmenecken aus Walzprofilen und Vouten ohne Rippen unter Verwendung von HV-Schrauben der Güte 10.9 und 8.8 nach DIN 18800

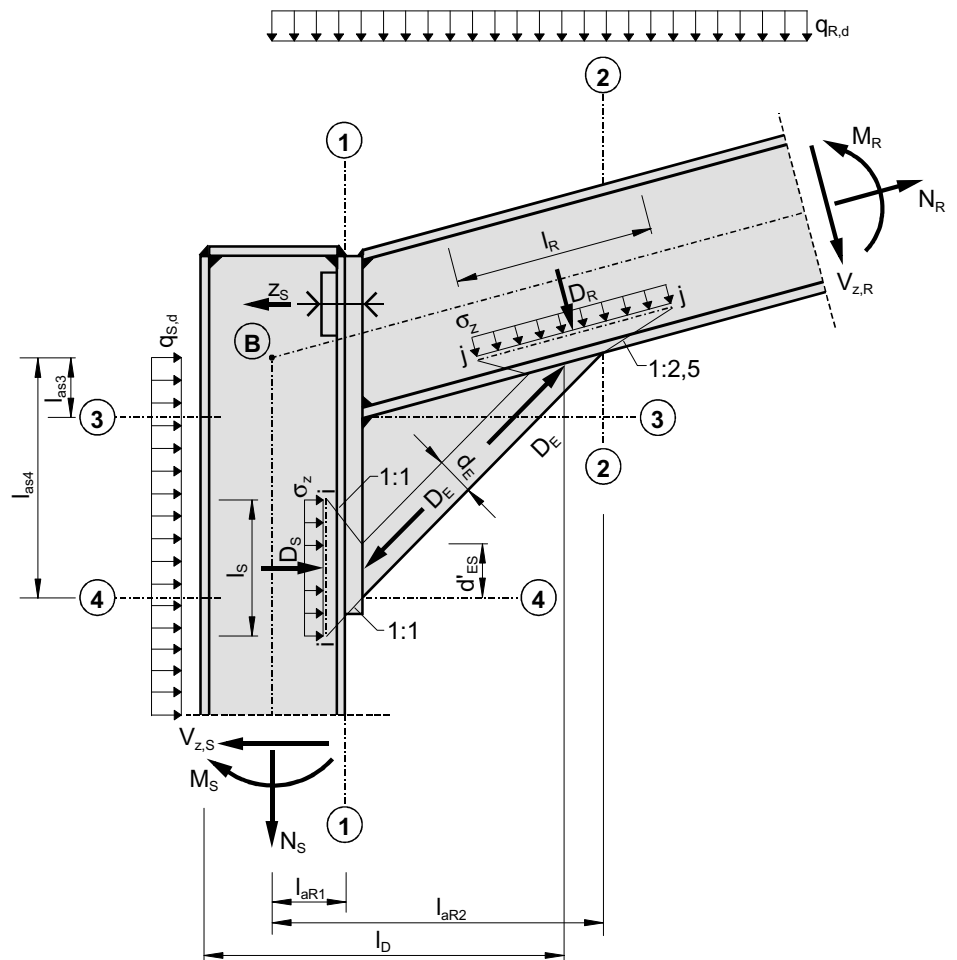


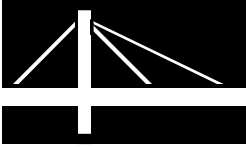
## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

### 2.1 NACHWEISKONZEPT

Die Geometrie der Rahmenecke mit den verwendeten Bezeichnungen ist in den Bildern 1.1 und 1.2 dargestellt. Bild 2.1 zeigt die Rahmenecke mit den Nachweisstellen. Die Berechnung des Rahmens ist unter  $\gamma$ -fachen Lasten durchzuführen [2], bei den einzugebenden Rahmeneckschnittgrößen im Systempunkt B handelt es sich also um die Bemessungsgrößen der Einwirkungen. Aus diesen Größen und den  $\gamma$ -fachen Streckenlasten lassen sich dann die Beanspruchungen in den einzelnen Nachweisschnitten 1-1 bis 4-4 und Lasteinleitungspunkten i-i und j-j (Bild 2.1) ermitteln. Vom Programm werden die Geometriewerte des Voutenbleches  $b_E$ ,  $h_E$  und die Dicke  $s_E$  und die Schraubengröße und Stirnplattendicke  $t_p$  so optimiert, daß alle Nachweise in den betreffenden Schnitten erfüllt werden.

**Bild 2.1:**  
Ecke mit Nachweisstellen





## 2.2 BEMESSUNGSWERTE DER EINWIRKUNGEN IN DEN SCHNITTEN, HEBELARME

Die  $\gamma$ -fachen Schnittgrößen (von Riegel und Stiel) in der Rahmenecke B stehen im Gleichgewicht:

**Gleichungen 2.1:**

$$M_{BS} = M_{BR} \leq 0$$

$$N_{BS} = N_{BR} \sin \alpha_R - V_{z,BR} \cos \alpha_R$$

$$V_{z,BS} = V_{z,BR} \sin \alpha_R + N_{BR} \cos \alpha_R$$

Die Berechnung im Programm erfolgt nur für negative Rahmeneckmomente. Für die Schnittgrößen in den einzelnen Schnitten a-a gilt:

Riegel

**Gleichungen 2.2:**

$$V_{z,aR} = V_{z,BR} - q_{R,d} l_{aR} \cos \alpha_R,$$

$$N_{aR} = q_{R,d} l_{aR} \sin \alpha_R + N_{BR},$$

$$M_{aR} = M_{BR} + V_{z,BR} \frac{l_{aR}}{\cos \alpha_R} - q_{R,d} \frac{l_{aR}^2}{2}$$

Stiel

**Gleichungen 2.3:**

$$V_{z,as} = V_{z,BS} + q_{S,d} l_{as},$$

$$N_{as} = N_{BS},$$

$$M_{as} = M_{BS} - V_{z,BS} l_{as} - q_{S,d} \frac{l_{as}^2}{2}$$

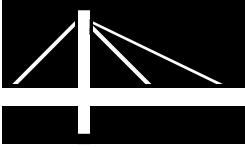
Die Hebelarme in den einzelnen Schnitten ergeben sich mit den Bezeichnungen nach Bild 1.1 und Bild 2.1 zu

**Gleichungen 2.4:**

$$l_{aR1} = 0,5 h_S,$$

$$l_{aR2} = 0,5 h_S + t_p + b_E,$$

$$l_{aS4} = \frac{0,5 h_R}{\cos \alpha_R} - (0,5 h_S + t_p) \tan \alpha_R + h_E - b_E \tan \alpha_R$$



## 2.3 NACHWEISE

### 2.3.1 Nachweise in den Schnitten 2-2 und 4-4

In diesen Schnitten müssen die Querschnittsgrenztragfähigkeiten nachgewiesen werden. Die Nachweise erfolgen als vereinfachte Tragsicherheitsnachweise für doppelsymmetrische I-Profile mit  $N - M_y - V_z$ -Beanspruchung nach DIN 18800, Teil 1, Tabelle 16 [2]. Für die Grenzschnittgrößen im vollplastischen Zustand gilt:

**Gleichungen 2.5:**

$$V_{pl,z,d} = (h - t) \cdot s \frac{f_{y,k}}{\sqrt{3} \gamma_M},$$

$$M_{pl,y,d} = 2 S_y \frac{f_{y,k}}{\gamma_M},$$

$$N_{pl,d} = A \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

Im jeweiligen Schnitt ist nachzuweisen, daß das Bemessungsmoment  $M_{y,d} \leq$  der durch  $N_d$  und  $V_{z,d}$  reduzierten Beanspruchbarkeit  $red M_{y,d}$  ist. Nach [2] sind dabei vier Fälle zu unterscheiden:

**Gleichungen 2.6a:**

$$1.) \quad N_d \leq 0,1 N_{pl,d} \quad \underline{\text{und}} \quad V_{z,d} \leq 0,33 V_{pl,z,d}$$

$$red M_{y,d} = M_{pl,y,d}$$

**Gleichungen 2.6b:**

$$2.) \quad N_d \leq 0,1 N_{pl,d} \quad \underline{\text{und}} \quad 0,33 < \frac{V_{z,d}}{V_{pl,z,d}} \leq 0,9$$

$$red M_{y,d} = \left[ 1 - 0,37 \frac{V_{z,d}}{V_{pl,z,d}} \right] \cdot \frac{M_{pl,y,d}}{0,88}$$

**Gleichungen 2.6c:**

$$3.) \quad 0,1 < \frac{N_d}{N_{pl,d}} \leq 1,0 \quad \underline{\text{und}} \quad V_{z,d} \leq 0,33 V_{pl,z,d}$$

$$red M_{y,d} = \left( 1 - \frac{N_d}{N_{pl,d}} \right) \cdot \frac{M_{pl,y,d}}{0,9}$$

**Gleichungen 2.6d:**

$$4.) \quad 0,1 < \frac{N_d}{N_{pl,d}} \leq 1,0 \quad \underline{\text{und}} \quad 0,33 < \frac{V_{z,d}}{V_{pl,z,d}} \leq 0,9$$

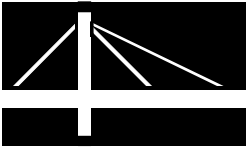
$$red M_{y,d} = \left[ 1 - 0,33 \frac{V_{z,d}}{V_{pl,z,d}} - 0,89 \frac{N_d}{N_{pl,d}} \right] \cdot \frac{M_{pl,y,d}}{0,8}$$

Der Tragsicherheitsnachweis in dem jeweiligen Schnitt erfolgt durch

**Gleichungen 2.7:**

$$M_{y,d} \leq red M_{y,d}$$

$$\text{und } V_{z,d} \leq 0,9 V_{pl,z,d}$$



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.1 Ermittlung der Zugkraft $Z_v$ , Einleitung der Druckkraft $D_s$

### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

#### 2.3.2.1 Ermittlung der Zugkraft $Z_v$ , Einleitung der Druckkraft $D_s$

In diesem Schnitt werden das Moment  $M_{aR1}$  und die Normalkraft  $N_{aR1}$  durch die Zugkraft  $Z_s$  in Höhe der HV-Schrauben und die Druckkraft  $D_s$  im Kontaktbereich zwischen Stirnplatte und Stützenflansch übertragen. Die Druckkraft wird in einem Streifen der Höhe  $d_E$  im Voutenblech übergeleitet (siehe [1]). Die Querkraft  $V_{z,aR1}$  wird durch die Schrauben im Druckbereich aufgenommen. Die resultierende Zugkraft ergibt sich zu (Bild 1.2):

**Gleichung 2.8:**

$$Z_s = \frac{1}{h_w} \left[ -M_{aR1} + (N_{aR1} \cos \alpha_R + V_{z,aR1} \sin \alpha_R) \cdot \left( h_w + a_2^p - \frac{0,5 h_R}{\cos \alpha_R} \right) \right]$$

mit

**Gleichung 2.9:**

$$h_w = \frac{h_R}{\cos \alpha_R} - a_2^p - 0,5 d'_{ES} + h_E - b_E \tan \alpha_R$$

**Gleichung 2.10:**

$$d'_{ES} = \frac{d_E}{\cos \alpha_E}$$

Das Maß  $a_2^p$  hängt von der Stützenendausbildung ab (siehe Bilder 2.5a, 2.5b und 2.5c). Es ergibt sich zu:

a.) Stützenende gerade und  $\alpha_R = 0$

**Gleichung 2.11a:**

$$a_2^p = a_1 + t_R$$

b.) Stützenende gerade und  $\alpha_R \neq 0$

**Gleichung 2.11b:**

$$a_2^p = a_1 + \frac{t_R}{\cos \alpha_R}$$

c.) Stützenende schräg mit  $\alpha_R$  und  $\alpha_R \neq 0$

**Gleichung 2.11c:**

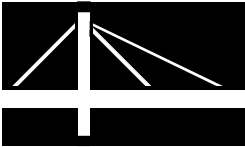
$$a_2^p = a_1^S + 0,5 t_s \sin \alpha_R + \frac{t_{St}}{\cos \alpha_R} + t_p \sin \alpha_R$$

wobei  $a_1^S$  der Schraubenrandabstand zur Stützenflanschmittellinie ist (siehe Bild 2.5c und Gleichung 2.31). Das Maß  $a_1$  ist der Abstand der Schraube zur Flanschunterseite nach Tabelle 2.1, der eine Schraubbarkeit gewährleistet, siehe [4] und Bild 2.5.

**Tabelle 2.1:**

Maß  $a_1$  zur Schraubbarkeit

Schraube M	12	16	20	22	24	27	30	36
$a_1$ (mm)	25	30	40	45	50	60	60	70



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.1 Ermittlung der Zugkraft $Z_v$ , Einleitung der Druckkraft $D_S$

Die Voutenhöhe  $d_E$  und -breite  $b_E$  sind noch unbekannte Größen, die iterativ festgelegt werden,  $d_{E'S}$  ergibt sich nach Gleichung 2.10. Die Schraubenkräfte werden in der Regel durch Kontaktkräfte größer als  $0,5 Z_S$  (siehe Kap. 2.3.2.2).

Die Druckkraft

**Gleichung 2.12:**

$$D_S = Z_S - N_{aR1} \cos \alpha_R - V_{z,aR1} \sin \alpha_R$$

muß vom Stützenprofil durch lokale Lasteinleitung ohne Rippen aufgenommen werden (siehe Schnitt i-i in Bild 2.1). Die Lastausbreitung von der Druckstrebe  $d'_{ES}$  aus mit der Neigung 1:1 über Stirnplatte, Stützenflansch und Ausrundungsradien ergibt sich aus Messungen [1]. Die mittragende Stegfläche ergibt sich zu

**Gleichung 2.13:**

$$A_{i-i} = s_S \left[ d'_{ES} + 2 (t_p + t_s + r_s) \right]$$

In der Stegfaser des Schnittes i-i erzeugen die Schnittgrößen  $M_{as4}$  und  $N_{as4}$  Längsspannungen  $\sigma_{x,d}$  und die Querkraft  $(D_S + V_{z,as4})$  Schubspannungen  $\tau_d$ :

**Gleichung 2.14:**

$$\sigma_{x,d} = \frac{M_{as4}}{I_{yS}} \left( \frac{h_s}{2} - t_s - r_s \right) + \frac{N_{as4}}{A_S}$$

$$\tau_d = \frac{D_S + V_{z,as4}}{(h_s - 2t_s) s_S}$$

Die für die lokale Lasteinleitung noch zur Verfügung stehende "Restspannung"

$$\Delta\sigma_{z,d} = \mu_s f_{y,d}^S = \mu_s \frac{f_{y,k}^S}{\gamma_M}$$

läßt sich aus der Vergleichsspannung  $\sigma_v$  berechnen:

**Gleichung 2.15:**

$$\sigma_v^2 = \sigma_{x,d}^2 + \sigma_{z,d}^2 - \sigma_{x,d} \sigma_{z,d} + 3\tau_d^2 = \left( \frac{f_{y,k}^S}{\gamma_M} \right)^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{z,d,1,2} = \frac{\sigma_{x,d}}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_{x,d}^2}{4} - \sigma_{x,d} \sigma_{z,d} - 3\tau_d^2 + \left( \frac{f_{y,k}^S}{\gamma_M} \right)^2}$$

$$\min \sigma_{z,d} = \min \begin{cases} \sigma_{z,d1} \\ \sigma_{z,d2} \end{cases}$$

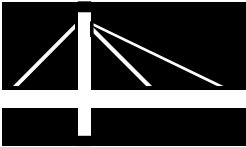
$$\mu_s := \frac{|\min \sigma_{z,d}|}{\frac{f_{y,k}^S}{\gamma_M}}$$

$\sigma_{x,d}$  ist mit Vorzeichen einzusetzen.

Nach [1] darf bei der Berechnung der Normalspannung auf den Momentenanteil verzichtet werden, wenn die Stützenflansche allein dazu in der Lage sind das Moment zu tragen, also gilt

**Gleichung 2.16:**

$$M_{as4} \leq b_s t_s (h_s - t_s) f_{y,d}^S$$



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zul...

Die Normalkraft  $N_{as4}$  in Gleichung 2.14 darf vernachlässigt werden, wenn sie allein durch den Steg aufgenommen werden kann, also wenn

**Gleichung 2.17:**

$$N_{as4} < (h_s - 2t_s) s_s f_{y,d}^S$$

gilt. Die einzuleitende Druckkraft muß der Bedingung

**Gleichung 2.18:**

$$D_s \leq A_{i-i} \mu_s f_{y,d}^S$$

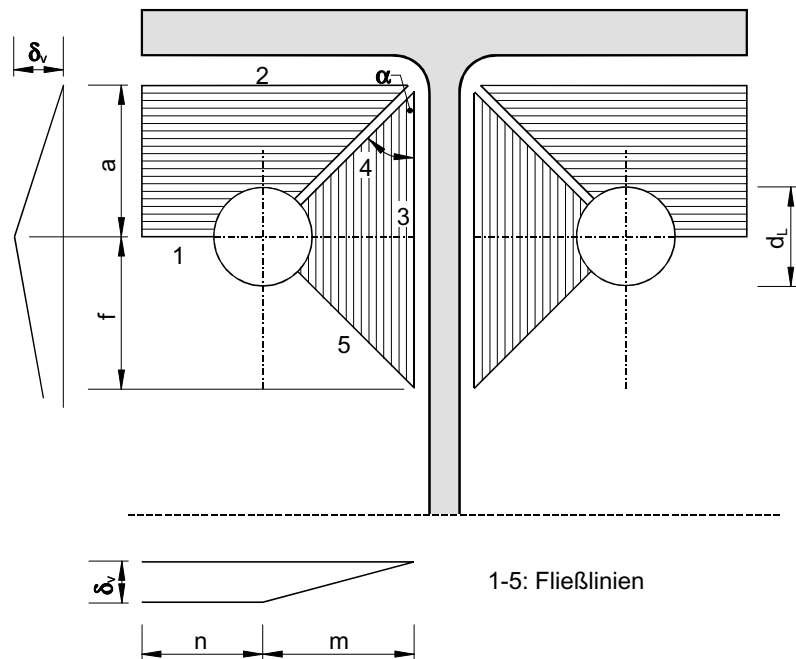
genügen.

#### 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zulagebleches (z) nach [1], [5] und [8]

Diese Platten müssen die Zugkraft  $Z_s$  übertragen können, dafür wird ein vereinfachtes Fließlinienmodell angewendet. Aus den Deformationen bildet sich eine Kontaktkraft zwischen Stützenflansch und Stirnplatte aus, die die Schraubenkraften vergrößert. Das angenommene Fließlinienmuster ist für Stirnplatte und Stützenflansch prinzipiell gleich und ist in Bild 2.2 dargestellt.

**Bild 2.2:**

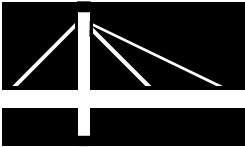
Fließlinienmuster für Stirnplatte und Stützenflansch nach [1], [5]



Die Länge  $f$  ist dabei so zu variieren, daß die zugehörige Traglast zum Minimum wird. Die Bedingung für  $f$  lautet dann [1]:

**Gleichung 2.19:**

$$f = \left[ \frac{m^2}{2} - \frac{d_L}{4} \frac{m^2}{\sqrt{m^2 + f^2}} \right]^{1/2} \Rightarrow f$$



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zul...

Die Tragelasten für Stirnplatte und Stützenflansch ergeben sich zu

Gleichungen 2.20:

$$F_u = k \frac{1}{a} m_{pl}$$

$$k = \left[ n - \frac{d_L}{2} + c(m+n) + \frac{a}{m}(a+f) + \frac{1}{\sin \alpha} \left( \frac{a}{\cos \alpha} - \frac{d_L}{2} \right) + \frac{1}{\tan \alpha} \left( \frac{m^2 + f^2}{f} - \frac{d_L}{2} \frac{\sqrt{m^2 + f^2}}{f} \right) \right]$$

mit  $\tan \alpha = \frac{m}{a}$  und

Gleichungen 2.21:

$$\left. \begin{aligned} c^p &= t_s^2 \frac{f_{y,d}^S}{t_p^2 f_{y,d}^p} \\ m_{pl}^p &= 0,25 t_p^2 f_{y,d}^p \end{aligned} \right\} \text{Stirnplatte } F_{u,p}$$

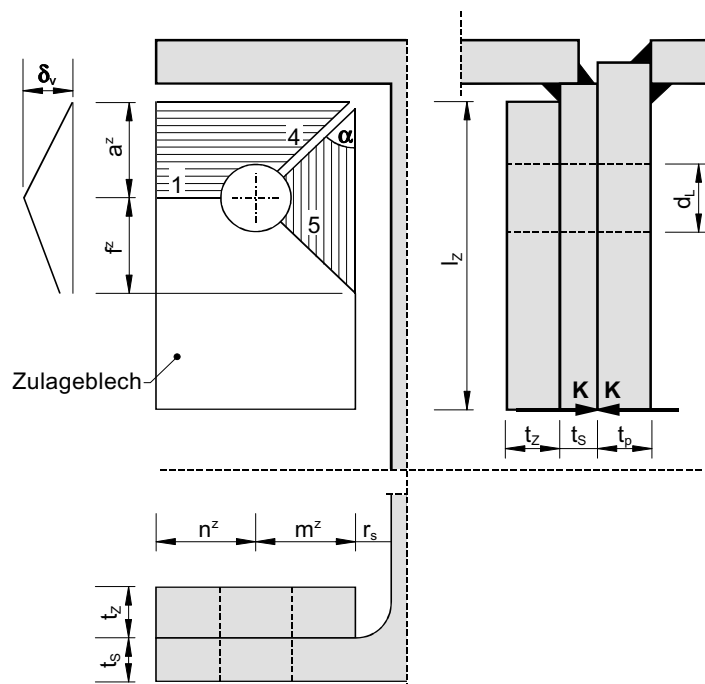
Gleichungen 2.22:

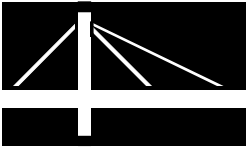
$$\left. \begin{aligned} c^S &= 1 \\ m_{pl}^S &= 0,25 t_s^2 f_{y,d}^S \end{aligned} \right\} \text{Stützenflansch } F_{u,s}$$

Wegen der Weichheit des Stützenflansches wird die Traglast des Stützenflansches  $F_{u,s}$  in der Regel nicht ausreichen, um die Schraubenzugkraft  $Z_s$  sowie die Kontaktkraft  $K$  zu übertragen. In einem solchen Fall sind Zulagebleche anzuhängen (siehe Detail im Bild 2.3).

Bild 2.3:

Fließlinienmuster Zulageblech [1]





## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zul...

Die Traglast eines Zulagebleches kann nach dem Fließlinienmodell des Bildes 2.3 (Fließlinien 2 und 3 nach Bild 2.2 entfallen) berechnet werden:

**Gleichungen 2.23:**

$$f = \left[ m^2 - \frac{d_L}{2} \frac{m^2}{\sqrt{m^2 + f^2}} \right]^{1/2} \Rightarrow f$$

$$(f = f^z; m = m^z)$$

**Gleichungen 2.24:**

$$F_{u,z} = k^z \frac{1}{a^z} m_{pl,z}$$

$$m_{pl}^z = 0,25 t_z^2 f_{y,d}^z$$

**Gleichung 2.25:**

$$k^z = \left[ n - \frac{d_L}{2} + \frac{1}{\sin \alpha} \left( \frac{a}{\cos \alpha} - \frac{d_L}{2} \right) + \frac{1}{\tan \alpha} \left( \frac{m^2 + f^2}{f} - \frac{d_L}{2} \frac{\sqrt{m^2 + f^2}}{f} \right) \right]$$

mit  $n = n^z$ ,  $a = a^z$ ,  $m = m^z$  (siehe folgende Gleichungen).

Die sich aus der Versteifung des Stützenflansches ergebende Kontaktkraft  $K$  nach Bild 2.3 ergibt sich zu [1]

**Gleichung 2.26:**

$$K = \frac{1}{l^z - a^z} (m_{pl,S} + m_{pl,Z}) (m^z + n^z - d_L)$$

Die Länge des Zulagebleches wird gesetzt zu:

**Gleichung 2.27:**

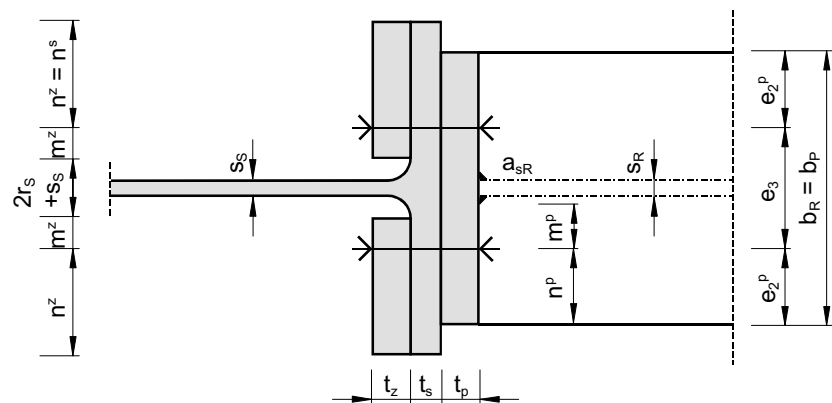
$$l^z = 3 a^z$$

Die geometrischen Werte in den obigen Gleichungen ergeben sich nach den Anforderungen der DIN 18800 und der Schraubbarkeit der Konstruktion. Mit  $m$  als Eckmaß der Schrauben und  $\emptyset$  als Scheibendurchmesser ergibt sich:

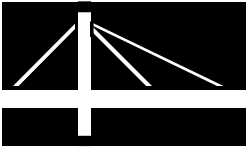
**Bild 2.4a:**

Geometrie Futterblech

$$b_R < b_S$$

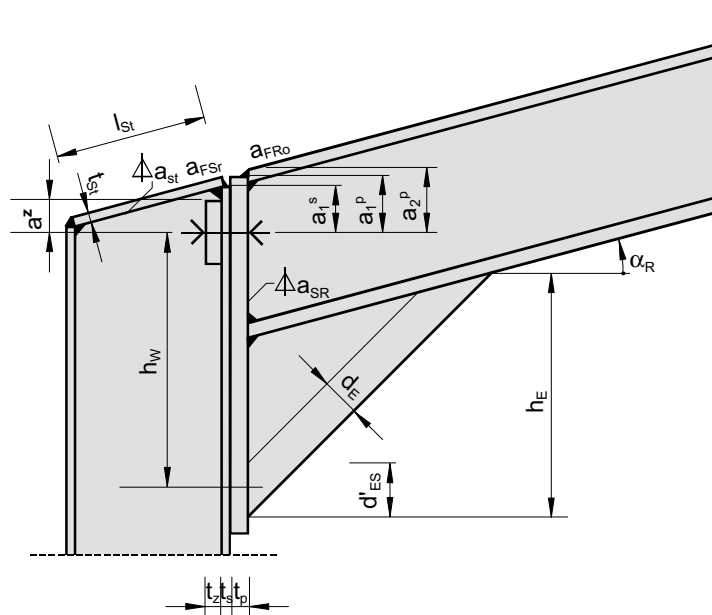






2. Theoretische Grundlagen  
 2.3 Nachweise  
 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1  
 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zul...

**Bild 2.5c:**  
 Geometrie  
 schräges Stützenende,  $\alpha_R \neq 0$



$$\ddot{u} = t_p$$

-Zugbereich

**Gleichungen 2.28a:**

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

-Druckbereich

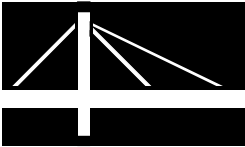
**Gleichungen 2.28b:**

$$e_3^D \geq \max \begin{cases} s_E + 2 a_1 \\ s_E + 2\sqrt{2} a_E + \emptyset \\ s_S + 2 r_S + \min e \\ s_S + 2 r_S + \emptyset \\ s_E + 2\sqrt{2} a_E + \min e \\ s_S + 2 a_1 \\ 2,4 d_L \end{cases}$$

$$e_2^S = (b_S - e_3) \cdot 0,5 \geq 1,2 d_L$$

$$e_2^P = (b_R - e_3) \cdot 0,5 \geq 1,2 d_L$$

$$b_P = b_R$$



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zul...

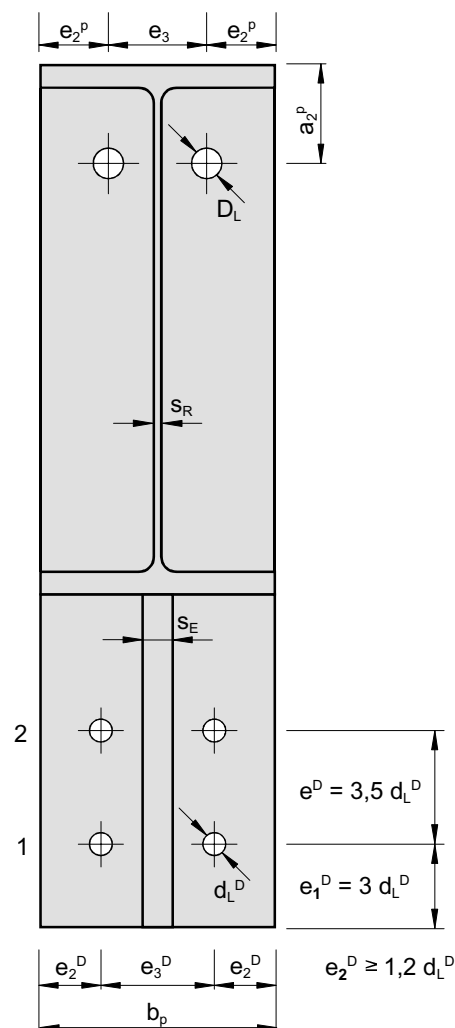
Bei gestanzten Löchern muß  $e_2 \geq 1,5 d_L$  sein. Falls die Randabstände  $e_2$  im Zug- und Druckbereich eingehalten werden, wird  $e_3$  für den Zug- und Druckbereich unter Einhaltung von Gl. 2.28 gleich gewählt.

Für den Fall, daß die Dicke des Voutenbleches wesentlich größer als die Stegdicke des Riegels ist, als z.B.  $e_3^D = 2a_1 + s_E$  maßgebend wird, kann  $e_2^P$  oder  $e_2^S$  kleiner als  $1,2 d_L$  ( $1,5 d_L$ ) werden. In diesem Fall ist  $e_3$  im Zugbereich verschieden von  $e_3^D$  im Druckbereich. Im Druckbereich wird iterativ die Schraubensorte bestimmt, für die  $e_2^D$  noch größer als  $1,2 d_L^D$  ( $1,5 d_L^D$ ) ist.

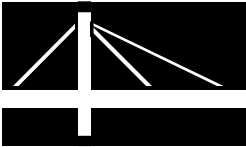
Mit dieser Schraubengröße wird dann, wie vorher beschrieben, die Übertragung der Querkraft nachgewiesen (siehe Bild 2.6).

**Bild 2.6:**

Anordnung der Schrauben im Druckbereich, wenn die Zugschrauben zu groß für den Druckbereich sind.



Falls für die gewählte Schraube im Zugbereich der Randabstand von  $e_2$  nicht eingehalten wird, bricht das Programm die Berechnung ab. Der Anwender kann z.B. durch Vergabe einer kleineren Schraube die Berechnung neu starten.



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.2 Nachweis der Stirnplatte (p), des Stützenflansches (S) und des Zul...

Die geometrischen Abmessungen ergeben sich zu ( $a_1$  Tabellenwerk nach Tab. 2.1)

a.) Stützenende gerade,  $\alpha_R = 0$  nach Bild 2.5a:

**Gleichungen 2.29:**

$$a_1^S = a_1, \quad t_{st} = t_R$$

$$a_1^P = a_1 + 0,5 t_R$$

$$a_2^P = a_1 + t_R$$

$$a^Z = \min \begin{cases} a_1 - a_{FSr} \sqrt{2} \\ a_1 - a_{st} \sqrt{2} \end{cases}$$

$$a^S = a_1 - a_{FSr} 0,8 \sqrt{2}, \quad m^P = 0,5 (e_3 - s_R) - 0,8 \sqrt{2} a_{SR}$$

$$a^P = a_1 - a_{FR0} 0,8 \sqrt{2}, \quad n^Z = e_2^S = n^S$$

$$m^Z = 0,5 e_3 - 0,5 s_S - r_S = m^S, \quad n^P = e_2^P$$

b.) Stützenende gerade,  $\alpha_R \neq 0$  nach Bild 2.5b:

**Gleichungen 2.30:**

$$t_{st} = t_R$$

$$a_1^P = a_1 + \frac{0,5 t_R}{\cos \alpha_R} = a_1^S$$

$$a_2^P = a_1 + \frac{t_R}{\cos \alpha_R}$$

$$a^Z = \min \begin{cases} a_1^S - \sqrt{2} a_{FSr} \\ a_1^S - \sqrt{2} a_{st} \end{cases}$$

$$a^S = a_1^S - a_{FSr} 0,8 \sqrt{2}$$

$$a^P = a_1 - a_{FR0} 0,8 \sqrt{2}$$

$$n^Z = e_2^S, \quad m^Z = 0,5 e_3 - 0,5 s_S - r_S = m^S$$

$$n^S = n^Z$$

$$n^P = e_2^P, \quad m^P = 0,5 (e_3 - s_R) - 0,8 \sqrt{2} a_{SR}$$

c.) Stützenende schräg,  $\alpha_R \neq 0$  nach Bild 2.5c:

**Gleichungen 2.31:**

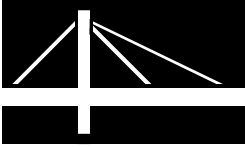
$$t_{st} = t_R$$

$$a_1^S = \max \begin{cases} a_1 + t_z \sin \alpha_R + 0,5 t_S \sin \alpha_R \\ a_1 + a_{FSr} \sqrt{2} + 0,5 t_S \sin \alpha_R \end{cases}$$

$$a_2^P = a_1^S + 0,5 t_S \sin \alpha_R + \frac{t_{st}}{\cos \alpha_R} + t_p \sin \alpha_R$$

$$a_1^P = a_2^P - \frac{0,5 t_R}{\cos \alpha_R}$$

$$l_{st} = \frac{h_s - t_s}{\cos \alpha_R}, \quad b_{st} = b_s$$



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1

##### 2.3.2.3 Übertragung der Querkraft $V_{R1}$ durch die Schrauben im Druckbereich

Fließlinien

$$a^z = a_1$$

$$a^s = a_1^s - 0,5 t_s \sin \alpha_R - a_{FSr} 0,8 \sqrt{2}$$

$$a^p = a_2^p - \frac{t_r}{\cos \alpha_R} - a_{FRo} 0,8 \sqrt{2}$$

$$m^s = 0,5 e_3 - 0,5 s_s - r_s = m^z$$

$$m^p = 0,5 e_3 - \frac{1}{2} s_R - 0,8 \sqrt{2} a_{SR}$$

$$n^s = n^z = e_2^s$$

$$n^p = e_2^p$$

Für alle drei Fälle ergibt sich der Hebelarm  $h_w$  (siehe Bild 2.5) nach den Gleichungen 2.9 und 2.10.

Die erforderlichen Dicken der Stirnplatte und der Zulagebleche ergeben sich aus den Forderungen, daß die jeweiligen Plattentraglasten größer als die anteilige Zugkraft  $Z_s/2$  plus der Kontaktkraft  $K$  sein müssen:

**Gleichungen 2.32:**

$$F_{u,p} = \frac{1}{a^p} k^p m_{pl}^p \geq \frac{Z_s}{2} + K,$$

$$F_{u,s} + F_{u,z} \geq \frac{Z_s}{2} + K$$

Daraus folgen dann iterativ die Plattendicken zu:

**Gleichungen 2.33:**

$$t_p^2 = \frac{4 a^p (0,5 Z_s + K)}{k^p f_{y,d}^p}$$

$$t_z^2 = \frac{4 a^z (0,5 Z_s + K - F_{u,s})}{k^z f_{y,d}^z}$$

#### 2.3.2.3 Übertragung der Querkraft $V_{R1}$ durch die Schrauben im Druckbereich

Die Bemessungsquerkraft parallel zum Stützenflansch im Schnitt 1-1 ergibt sich zu:

**Gleichung 2.34:**

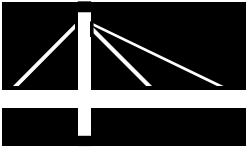
$$V_{R1} = V_{z,aR1} \cos \alpha_R - N_{aR1} \sin \alpha_R$$

Diese Kraft wird den Schrauben in der Druckzone zugewiesen und über Abscheren und Lochleibung abgetragen. Die Abschergrenzkraft ergibt sich zu [2].

**Gleichung 2.35:**

$$V_{a,R,d} = \alpha_a \frac{f_{u,b,k}}{\gamma_M} \cdot A$$

mit dem Scherfaktor  $\alpha_a$  und dem Abscherquerschnitt nach Tabelle 2.2.



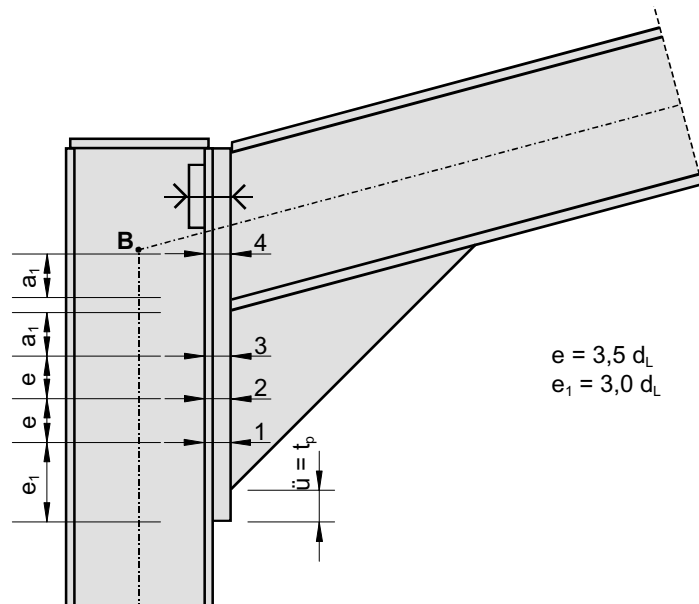
2. Theoretische Grundlagen  
 2.3 Nachweise  
 2.3.2 Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1  
 2.3.2.3 Übertragung der Querkraft  $V_{R1}$  durch die Schrauben im Druckbereich

**Tabelle 2.2:**  
 Scherfaktor  $\alpha_a$ ,  
 Abscherquerschnitt

Scherfuge	Schraubenart	$\alpha_a$		A
		8.8	10.9	
Schaft	roh	0,6	0,55	$\frac{\pi d^2}{4}$ ; $d = d_N$
Schaft	Paß	0,6	0,55	$\frac{\pi d^2}{4}$ ; $d = d_N + 1$
Gewinde	roh, Paß	0,6	0,44	$A_{sp}$

Die Grenzlochleibungskraft hängt vom Abstand der Schrauben untereinander ab, die Abstände sind in den Bildern 2.4, 2.6 und 2.7 definiert.

**Bild 2.7:**  
 Anordnung der Schrauben zur  
 Aufnahme der Querkraft



Die Grenzlochleibungskraft ist nach Gleichung 2.36 zu bestimmen.

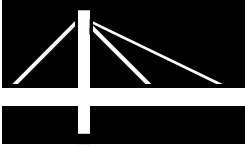
**Gleichung 2.36:**

$$V_{l,R,d} = t_{sch} \alpha_l \frac{f_{y,k}}{\gamma_u}$$

Sie ist getrennt für den Stützenflansch und die Kopfplatte zu ermitteln. Um eine möglichst große Grenzkraft zu erhalten (und dadurch wenig Schrauben) werden die Abstände so gewählt, daß  $\alpha_l$  groß wird (siehe Bild 2.7).

$$e_1 = 3,0 d_L, e = 3,5 d_L$$

Für den Stützenflansch wird zur Bestimmung von  $\alpha_l$  nur die Interaktion untereinander maßgebend, die Berechnung erfolgt nach [6] und [7]:



2. **Theoretische Grundlagen**  
2.3 **Nachweise**  
2.3.2 **Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1**  
2.3.2.3 **Übertragung der Querkraft  $V_{R1}$  durch die Schrauben im Druckbereich**

---

**Gleichungen 2.37:**

Stütze:

$$\alpha_1^s = (1,8\varepsilon - 1,3) \frac{1}{3} \beta^s - (0,72\varepsilon - 0,53) \leq 3,0$$

$$\varepsilon = \frac{e}{d_L} \quad \text{mit } e = 3,5 d_L \Rightarrow \varepsilon = 3,5$$

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

Bei der Stirnplatte muß nach dem Vorzeichen von  $V_{R1}$  unterschieden werden:

Stirnplatte:

**Gleichungen 2.38:**

$$V_{R1} \geq 0$$

$$\alpha_e^p = (1,8\varepsilon - 1,3) \frac{1}{3} \beta^p - (0,72\varepsilon - 0,53) \leq 3,0$$

$$\varepsilon = \frac{e}{d_L}, \quad e = 3,5 d_L \Rightarrow \varepsilon = 3,5$$

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

$$V_{R1} < 0$$

$$\alpha_1^p = (1,85\varepsilon - 0,5) \frac{1}{3} \beta^p - (0,75\varepsilon - 0,2) \leq 3,0$$

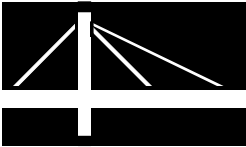
$$\varepsilon = \frac{e_1}{d_L}, \quad e_1 = 3,0 d_L \Rightarrow \varepsilon = 3,0$$

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

Je Schraubenreihe wird die minimale Grenzkraft aus

$$V_{a,l,R,d}^j = \min \left\{ V_{a,R,d}; V_{l,R,d}^{si}; V_{l,R,d}^{pi} \right\}$$

ermittelt und daraus die nötige Anzahl der Schraubenreihen im Druckbereich. Generell werden für die Schrauben im Druckbereich die gleichen Schrauben wie die zwei Zugschrauben gewählt, es sei denn, die Randabstände  $1,2 d_L$  bzw.  $1,5 d_L$  werden nicht eingehalten. Dann werden kleinere Schrauben gewählt (siehe Kap. 2.3.2.2). Falls mehr als eine Reihe im Druckbereich notwendig ist, werden die zusätzlichen Schraubenreihen so angeordnet, daß die Abstände untereinander  $e = 3,5 d_L$  betragen und die Abstände zum unteren Riegelflansch zur Sicherung der Schraubbarkeit gleich  $a_1$  nach Tabelle 2.1 sind (siehe Bild 2.7)



2. **Theoretische Grundlagen**  
 2.3.2 **Nachweis für den Stirnplattenanschluß 1-1**  
 2.3.2.4 **Nachweis der beiden Zugschrauben**  
 2.3.3 **Nachweis im Schnitt 3-3, Auslegung des Vouteneckbleches**

### 2.3.2.4 Nachweis der beiden Zugschrauben

Die Zugkraft der Schrauben setzt sich anteilig aus der halben Zugkraft  $Z_S$  und der Kontaktkraft  $k$  zusammen:

**Gleichung 2.39:**

$$Z_{\text{schr}} = 0,5 Z_S + K \leq N_{R,d}$$

Die Grenzzugkraft beträgt nach [2]

**Gleichung 2.40:**

$$N_{R,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{A_{\text{sch}} f_{y,b,k}}{1,1 \gamma_M} \\ \frac{A_{\text{sp}} f_{u,b,k}}{1,25 \gamma_M} \end{array} \right.$$

mit den charakteristischen Werten für die Schraubenfließspannung  $f_{y,b,k}$  bzw. Zugfestigkeit  $f_{u,b,k}$  nach Tabelle 2.3.

**Tabelle 2.3:**

Charakteristische Werte für die Schraubenwerkstoffe [2]

Festigkeitsklasse	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )
8.8	640	800
10.9	900	1000

### 2.3.3 Nachweis im Schnitt 3-3, Auslegung des Vouteneckbleches

Die Umleitung der Bemessungsgrößen der Einwirkungen in der Rahmenecke (Schnitt 1-1) erfolgt durch das aus  $Z_S$  und  $D_S$  gebildete Moment und der Übertragung der Querkraft durch die Schrauben im Druckbereich der Kopfplatte. Bei der Voutenauslegung wird vorausgesetzt, daß nur der Druckstreifen  $d_E \times s_E$  mitwirkt, der restliche Vouteneckblechbereich also nicht mitwirkt. Damit ist die aus  $D_S$  resultierende Druckkraft  $D_E$  im Eckblech konstant. Diese Kraft erzeugt eine in den Riegelsteg einzuleitende Druckkraft  $D_R$  (siehe Bilder 2.1 und 2.8). Für die Voutendruckkraft ergibt sich aus  $D_S$

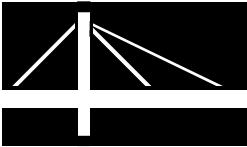
**Gleichung 2.41:**

$$D_E = \frac{D_S}{\cos \alpha_E}$$

und damit die einzuleitende Druckkraft

**Gleichung 2.42:**

$$D_R = D_E \sin(\alpha_E - \alpha_R) = \frac{\sin(\alpha_E - \alpha_R)}{\cos \alpha_E} D_S$$



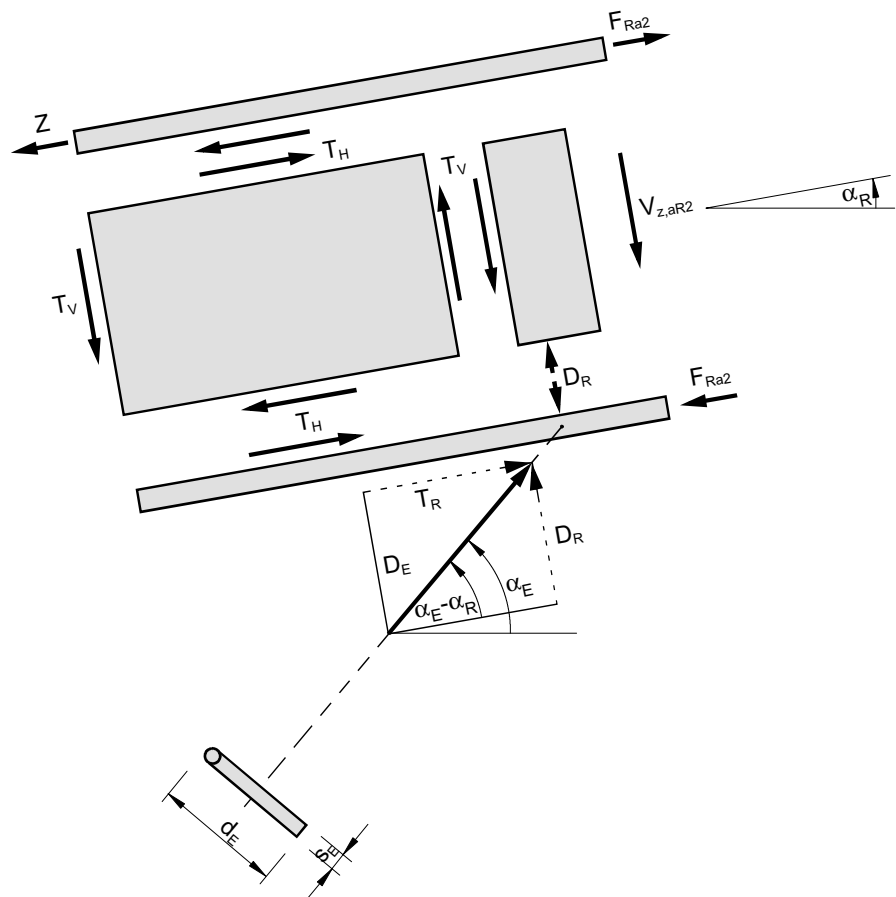
2. Theoretische Grundlagen  
 2.3 Nachweise  
 2.3.3 Nachweis im Schnitt 3-3, Auslegung des Vouteneckbleches

Die Differenz an der Flanschkraft  $F_{Ra2}$  (aus  $M_{Ra2}$  und  $N_{Ra2}$ ) und der aus  $D_E$  resultierenden Kraft  $T_R = D_E \cos(\alpha_E - \alpha_R)$  wird über die Schubkraft  $T_H$  vom Flansch auf den Steg übertragen (siehe Bild. 2.8). Die Kraft  $D_R$  muß vom Riegelprofil durch lokale Lasteinleitung ohne Rippen aufgenommen werden (siehe Schnitt j-j im Bild 2.1). Die Lastausbreitung erfolgt hier mit der Neigung 1:2,5 [1], [2]. Der Nachweis erfolgt analog zu Kapitel 2.3.2.1, die Lasteinleitungsfläche ergibt sich zu

Gleichung 2.43:

$$A_{j-j} = s_R (d'_{ER} + 5 t_R + 5 r_R)$$

Bild 2.8:  
 Kräfte Voute-Riegel



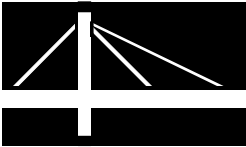
mit  $d'_{ER} = \frac{d_E}{\sin(\alpha_E - \alpha_R)}$

Die Querkraft  $T_v$  in diesem Schnitt erzeugt Schubspannungen

Gleichung 2.44:

$$\tau_d = \frac{D_R - V_{z,aR2}}{(h_R - 2t_R) s_R}$$

und die Normalkraft und das Biegemoment Normalspannungen



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.3 Nachweis im Schnitt 3-3, Auslegung des Vouteneckbleches

#### 2.3.4 Nachweis des Vouteneckbleches

Gleichung 2.45:

$$\sigma_{x,d} = \frac{M_{aR2}}{I_{yR}} \left( \frac{h_R}{2} - t_R - r_R \right) + \frac{N_{aR4}}{A_R}$$

die analog zu den Gleichungen 2.14 bis 2.17 zu einer Reduzierung der Fließspannung führen, die zur Lasteinleitung zur Verfügung steht. Mit dem Reduktionsfaktor  $\mu_R$  (siehe Gleichung 2.16) folgt für die Lasteinleitung

Gleichung 2.46:

$$D_R \leq A_{j-j} \mu_R f_{y,d}^R$$

### 2.3.4 Nachweis des Vouteneckbleches

Die Druckkraft  $D_S$  verursacht eine parallel zum freien Rand der Voute verlaufende Druckkraft  $D_E$  (siehe Gleichung 2.41). Aus Versuchen [1] hat sich zum Abtrag dieser Kraft ein Streifen der Breite  $d_E$  herausgestellt:

Gleichung 2.47:

$$\text{grenz } d_E = \min \begin{cases} 0,25 h_E \cos \alpha_E \\ 0,25 b_E \cos \alpha_E \end{cases}$$

Dieser Grenzwert darf nicht überschritten werden. Aus der Lasteinleitung folgt außerdem

Gleichung 2.48:

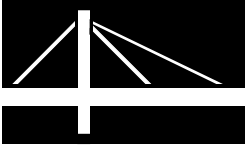
$$\text{erf } s_E = \frac{D_E}{\text{grenz } d_E \cdot f_{y,d}^R}$$

Die Dicke des Eckbleches  $s_E$  wird weiterhin durch die Bedingung festgelegt, daß das lokale Beulen des freien Randes durch Begrenzung des  $b/t$ -Verhältnisses ausgeschlossen wird. Nach DIN 18800, Teil 1, Tabelle 15 [2] (siehe auch [1]) folgt für einen einseitig gelagerten Plattenstreifen mit Druckspannung am freien Rand

Gleichung 2.49:

$$\text{grenz } \left( \frac{d_E}{s_E} \right) \leq 10 \sqrt{\frac{24 \text{ kN/cm}^2}{f_{y,k}^R \text{ (kN/cm}^2\text{)}}}$$

$$\Rightarrow s_E \geq \frac{1}{49} \sqrt{f_{y,k}^R \text{ (kN/cm}^2\text{)}} d_E$$



2. Theoretische Grundlagen  
 2.3 Nachweise  
 2.3.5 Nachweis der Schweißnähte

### 2.3.5 Nachweis der Schweißnähte

Alle Nähte werden als Doppelkehlnähte mit der Grenzschnittnahtspannung

Gleichung 2.50:

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

$$\alpha_w = 0,95 \text{ St 37}$$

$$\alpha_w = 0,8 \text{ St 52}$$

ausgebildet. Nach Element 829 [2] wird  $f_{y,k}$  für größere Blechdicken nicht reduziert. Die Nähte ergeben sich im Einzelnen (nach [2]) zu:

#### Riegelflansch - Stirnplatte

Gleichung 2.51:

$$a_{FRo} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{Z_s}{2 b_R \sigma_{w,R,d}^R} \\ 0,5 t_R \end{array} \right.$$

$$3 \text{ mm} \leq a_{FRo} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 0,7 t_R \\ 0,7 t_p \end{array} \right.$$

#### Riegelsteg - Stirnplatte

Gleichung 2.52:

$$a_{SR} = \frac{V_{R1} \cos \alpha_R}{2 (h_R - 2 t_R) \sigma_{w,R,d}^R}$$

$V_{R1}$  nach Gleichung 2.34

Gleichung 2.53:

$$3,0 \text{ mm} \leq a_{SR} \leq 0,7 s_R$$

#### Riegeluntergurt - Stirnplatte

Gleichung 2.54:

$$a_{FRu} = 3,0 \text{ mm}$$

#### Stirnplatte - Eckblech - Riegeluntergurt

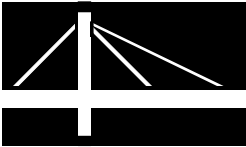
a.) Stirnplatte - Eckblech

Die Kraft  $D_E$  wird in Kräfte parallel und senkrecht zur Naht zerlegt:

Gleichungen 2.55:

$$T_S = D_S \tan \alpha_E = T_{||}$$

$$D_S = T_{\perp}$$



2. Theoretische Grundlagen  
 2.3 Nachweise  
 2.3.5 Nachweis der Schweißnähte

Daraus folgt

$$\tau_{\parallel} = \frac{T_S}{2 a_E (h_E - b_E \tan \alpha_R)}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{D_S}{2 a_E (h_E - b_E \tan \alpha_R)},$$

$$\text{aus } \sigma_V = \sqrt{\tau_{\parallel}^2 + \sigma_{\perp}^2} \leq \frac{\alpha_w^R f_{y,k}^R}{\gamma_M}$$

folgt schließlich

**Gleichung 2.56:**

$$a_E^1 \geq \frac{D_S \sqrt{\tan^2 \alpha_E + 1} \cdot \gamma_M}{2 (h_E - b_E \tan \alpha_R) \alpha_w^R f_{y,k}^R}$$

Hierbei wurde nach [1] die volle Nahtlänge der Voutenschenkel herangezogen.

b.) Eckblech - Riegeluntergurt

Nach Bild 2.8 folgt

**Gleichungen 2.57:**

$$T_{\parallel} = T_R = D_E \cos (\alpha_E - \alpha_R)$$

$$T_{\perp} = D_R = D_E \sin (\alpha_E - \alpha_R)$$

und damit

$$\tau_{\parallel} = \frac{T_R}{2 a_E b_E \cos \alpha_E},$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{D_R}{2 a_E b_E \cos \alpha_E}$$

$$\text{aus } \sigma_V \geq \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \leq \alpha_w^R \frac{f_{y,k}^R}{\gamma_M}$$

folgt schließlich

**Gleichung 2.58:**

$$a_E^2 \geq \frac{\gamma_M D_E \cos \alpha_E}{2 b_E \alpha^R f_{y,k}^R}$$

Damit ergibt sich für  $a_E$

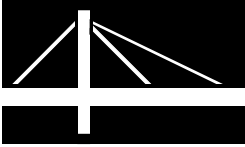
**Gleichung 2.59:**

$$a_E = \max \begin{cases} a_E^1 \\ a_E^2 \end{cases}$$

und

**Gleichung 2.60:**

$$3 \text{ mm} \leq a_E \leq \min \begin{cases} 0,7 s_E \\ 0,7 t_R \\ 0,7 t_P \end{cases}$$



## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.3 Nachweise

#### 2.3.5 Nachweis der Schweißnähte

#### 2.3.6 Nachweis der Schubspannung des Stützensteges infolge $Z_S$

---

##### Stützenkopfplatte - Stützensteg

Gleichung 2.61:

$$a_{st} = \frac{Z_S}{2 (h_S - t_S \cdot 2) \sigma_{w,R,d}^S}$$

Gleichung 2.62:

$$3 \text{ mm} \leq a_{st} \leq 0,7 s_S$$

##### Stützenkopfplatte - Stützenflansch links

Gleichung 2.63:

$$a_{Fsl} = 3 \text{ mm}$$

##### Stützenkopfplatte - Stützenflansch rechts

Gleichung 2.64:

$$a_{Fsr} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{Z_S}{2 b_S \sigma_{w,R,d}^S} \\ 0,5 t_S \end{array} \right.$$

Die minimalen Schweißnahtdicken werden entsprechend [1] zu 3 mm angesetzt. Weiterhin sollte die Bedingung nach [2] für alle Nähte

Gleichung 2.65:

$$\min a \geq \sqrt{\max t} - 0,5$$

eingehalten werden.

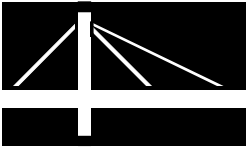
### 2.3.6 Nachweis der Schubspannung des Stützensteges infolge $Z_S$

Der Stützensteg muß am Stützenkopf die Zugkraft  $Z_S$  durch Schub abtragen. Es muß daher der Nachweis

Gleichung 2.66:

$$Z_S \leq \frac{f_{y,k}^S}{\sqrt{3} \gamma_u} s_S (h_S - t_S)$$

geführt werden.



2. *Theoretische Grundlagen*  
2.3 *Nachweise*  
2.3.7 *Beschreibung des Iterationsablaufes*

---

### 2.3.7 Beschreibung des Iterationsablaufes

Alle in Kapitel 2.3 beschriebenen Nachweise werden durch das Programm geführt. Folgende Nachweise stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Geometrie des Vouteneckbleches

- 1.) **Nachweis in den Schnitten 2-2 und 4-4 nach Kap. 2.3.1**
- 2.) **Lokale Lasteinleitung in den Stielsteg nach Kap 2.3.2.1**
- 3.) **Nachweis der beiden Zugschrauben nach Kap. 2.3.2.4**
- 4.) **Lokale Lasteinleitung in den Riegelsteg nach Kap. 2.3.3**

Das Programm erhöht bei einer vorgegebenen Schraubengröße und -festigkeit die Vouteneckblechhöhe  $h_E$  bzw. -breite  $b_E$  im Einzelnen wie folgt:

*Zu 1.) Nachweis in den Schnitten 2-2 und 4-4 nach Kap. 2.3.1*

Solange der Tragsicherheitsnachweis der Momente gemäß Gleichung 2.7 in den jeweiligen Schnitten nicht erfüllt ist, wird das Vouteneckblech vergrößert, um damit das jeweilige Moment  $M_{y,d}$  in diesen Schnitten zu verkleinern. Dieses Moment wird dann mit  $red M_{y,d}$  verglichen.

*Zu 2.) Lokale Lasteinleitung in den Stielsteg nach Kap 2.3.2.1*

Übersteigt die Längsspannung  $\sigma_{x,d}$  nach Gleichung 2.14 infolge der Schnittgrößen  $M_{aS4}$  und  $N_{aS4}$  oder die Schubspannung  $\tau_d$  nach Gleichung 2.14 infolge der Querkraft  $(D_S + V_{z,aS4})$  die Fließgrenze des Stielmaterials, wird  $h_E$  erhöht, um die wirksamen äußeren Belastungen zu reduzieren.

Ebenfalls wird  $h_E$  erhöht, wenn der Nachweis gemäß Gleichung 2.18 nicht geführt werden könnte.

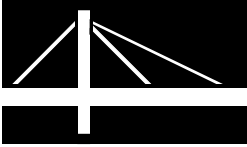
*Zu 3.) Nachweis der beiden Zugschrauben nach Kap. 2.3.2.4*

Die Zugschrauben müssen die Übertragung der wirksamen Schraubenkraft gemäß Gleichung 2.39 übertragen. Eine Erhöhung der Vouteneckblechhöhe verringert die Zugkraft  $Z_S$ .

*Zu 4.) Lokale Lasteinleitung in den Riegelsteg nach Kap. 2.3.3*

Ähnlich der Lasteinleitung in den Stielsteg muß für den Riegel die Lasteinleitung der Kräfte in den Steg gewährleistet sein. Übersteigt die Längsspannung  $\sigma_{x,d}$  nach Gleichung 2.45 infolge der Schnittgrößen  $M_{aR2}$  und  $N_{aR2}$  oder die Schubspannung  $\tau_d$  nach Gleichung 2.44 infolge der Querkraft  $(D_R - V_{z,aR2})$  die Fließgrenze des Stielmaterials wird  $h_E$  erhöht, um die wirksamen äußeren Belastungen zu reduzieren.

Ebenfalls wird  $h_E$  erhöht, wenn der Nachweis gemäß Gleichung 2.46 nicht geführt werden konnte.



### 3. V-ECK installieren

---

## 3. V-ECK INSTALLIEREN

---

Das Programm V-ECK 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/NT 4.0

#### 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:

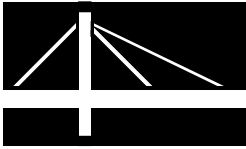
1. Wählen Sie **Ausführen** im Windows-Startmenü.
2. Geben Sie ein: **X:Willkom.exe ↵**. Ersetzen Sie dabei X durch den Laufwerksbuchstaben Ihres CD-ROM-Laufwerkes.
3. Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Assistenten.

#### 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/NT 4.0 oder höher, CD-ROM, Grafikkartenauflösung 1024 x 768 Pixel, Festplatte mit mind. 50 MB freiem Speicherplatz.



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.1 V-ECK starten

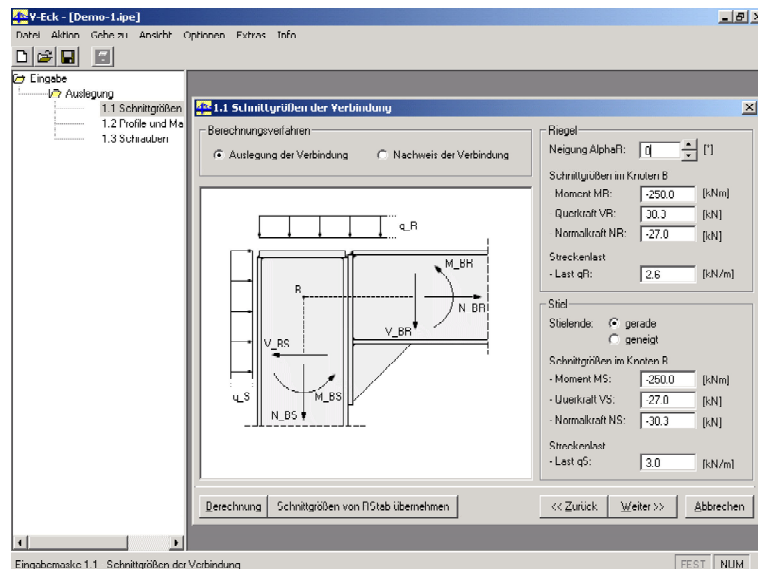
# 4. ARBEIT MIT V-ECK

## 4.1 V-ECK STARTEN

Das Programm V-ECK kann aus der Programmgruppe Dlubal Anwendungen/V-ECK und dann V-ECK gestartet werden.

Die Benutzeroberfläche von V-ECK ist ähnlich der Windows-Standard-Oberflächen aufgebaut. Das vertraute Erscheinungsbild ermöglicht ein schnelles, intuitives Einarbeiten in die Funktionen des Programmes. Die Benutzeroberfläche gliedert sich in Titelzeile, Menüleiste, Toolbar, den Arbeitsbereich und der Statuszeile (s. Bild 4.1).

**Bild 4.1:**  
Benutzeroberfläche des Programms



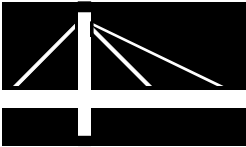
Das Programmfenster lässt sich, wie unter Windows gewohnt, minimieren, maximieren und durch ziehen des Fensterrandes mit der Maus vergrößern und verkleinern

### Die Titelzeile

Die Titelzeile zeigt beim Aufruf des Programmes den Programmnamen V-ECK an. Ist eine Projektdatei geladen, wird der Name der geladenen Datei in der Form V-ECK - [Dateiname.ipe] angegeben.

### Die Menüleiste

Die Menüleiste kann entweder mit der Maus, der Funktionstaste [F10] oder der [Alt]-Taste aktiviert werden. Innerhalb der Menüleiste wählt der Anwender die gewünschte Programmaktion aus. Menüpunkte mit schwarzer Textfarbe sind aktiviert, mit grauer Textfarbe deaktiviert. (s. auch Kap.4.3: *Menüfunktionen*)



## **4. Arbeit mit V-ECK**

### **4.1 V-ECK starten**

---

#### **Die Toolbar**

Die Toolbar ermöglicht es die wichtigsten und am häufigsten verwendeten Menüfunktionen direkt durch Mausklick zu starten.

Ein kurzes Verweilen auf einem Button lässt einen Hinweis in der Nähe des Mauszeigers erscheinen, der die Funktion des entsprechenden Buttons kurz erläutert.

#### **Der Arbeitsbereich**

Im Arbeitsbereich finden alle Ein- und Ausgaben des Programmes statt.

#### **Die Statuszeile**

In der Statuszeile wird rechts der Status der Numlock-Taste bzw. Umschalt-Taste angezeigt.

Links erscheinen zusätzliche Hinweise über laufende Arbeitsprozesse des Programmes. Bewegt man die Maus über die Eingabemasken, so werden ebenfalls Erläuterungen zu den einzelnen Eingabegrößen angezeigt.

Im Programm V-ECK stehen folgende Masken zur Verfügung:

#### **1. Eingabedaten**

- **1.1: Schnittgrößen der Verbindung**
- **1.2: Profile und Material**
- **1.3: Schrauben**

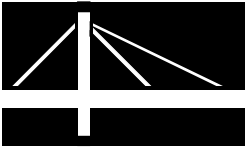
#### **2. Nachweis**

- **2.1: Stirnplatten, Zulage- und Vouteneckblech**
- **2.2: Schraubenbild**
- **2.3: Schweißnähte**

#### **3. Ausgabedaten**

- **3.1: Lösungsvarianten**
- **3.2: Schnittgrößen**
- **3.3: Profildaten**
- **3.4: Schrauben und Eckblech**
- **3.5: Stirnplatte und Zulageblech**
- **3.6: Traglasten**
- **3.7: Traglasten und Nachweise**
- **3.8: Verbindungsgeometrie**
- **3.9: Stückliste**

Mit dem Positionsnavigator kann einfach zwischen den Masken gewechselt werden.



## 4. Arbeit mit V-ECK

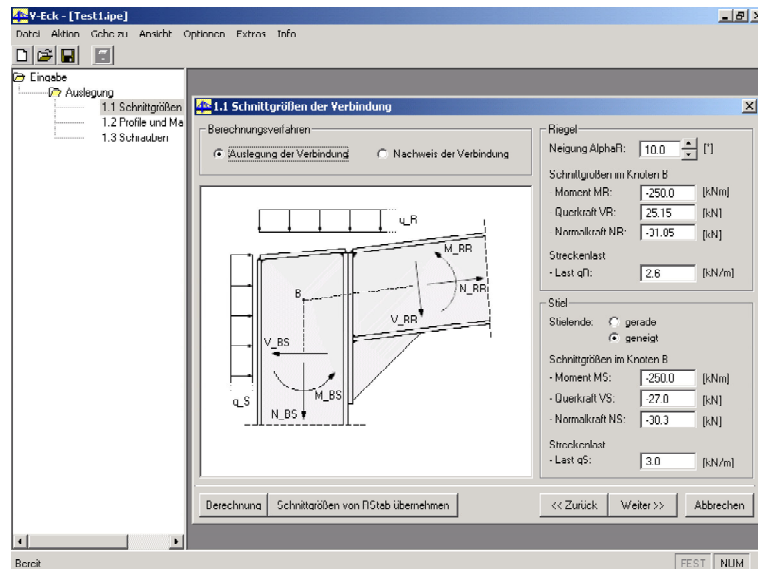
### 4.2 Eingabedaten

#### 4.2.1 Maske 1.1: Schnittgrößen der Verbindung

## 4.2 EINGABEDATEN

### 4.2.1 Maske 1.1: Schnittgrößen der Verbindung

**Bild 4.2:**  
Maske 1.1:  
Schnittgrößen der Verbindung



Die Maske 1.1 dient zur Eingabe des verwendeten Berechnungsverfahrens, der Neigung von Riegel bzw. Stiel und der  $\gamma$ -fachen Einwirkungen im Knotenpunkt B der Verbindung sowie der Streckenlasten von Riegel und Stiel. Alle Schnittgrößen ausschließlich der Momente können in den Grenzen

-99.999,99 - 99.999,99

eingetragen werden. Die Momente können in den Grenzen

0 - -99.999,99

angegeben sein.

#### Berechnungsverfahren

- **Auslegung der Verbindung**

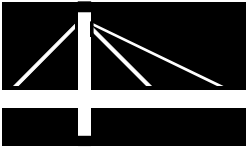
Der Auslegungsmodus legt nach Eingabe der Basisdaten die Geometrie der Verbindung selbständig fest und führt alle erforderlichen Nachweise mit der berechneten Verbindungsgeometrie.

- **Nachweis der Verbindung**

Der Nachweismodus erfordert im Vergleich zum Auslegungsmodus mehr Eingaben vom Benutzer. Wird zunächst eine Auslegung durchgeführt, so können anschließend die ermittelten Geometriedaten als Voreinstellung für weitere Nachweise übernommen werden. Der Nachweismodus ermöglicht eine Anpassung verschiedener geometrischer Daten wie Lochabstände, Abmessungen für Stirnplatten, Zulagebleche und Eckbleche.

#### Riegel

Die Riegelneigung kann in den Grenzen  $\alpha_R = 0-30^\circ$  durch Eingabe in das Textfeld oder durch verwenden der Pfeiltasten neben dem Textfeld frei gewählt werden. Die Schnittgrößen des Riegels werden dabei automatisch angepaßt.



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.2 Eingabedaten

#### 4.2.1 Maske 1.1: Schnittgrößen der Verbindung

#### 4.2.2 Maske 1.2: Profile und Material

---

Die Schnittgrößen  $M_{BR}$ ,  $N_{BR}$  und  $V_{BR}$  im Knotenpunkt B der Verbindung sowie die Streckenlast  $q_R$  können in den entsprechenden Textfelder vorzeichengerecht angegeben werden. Alle Größen sind optionale Größen, jedoch muß mindestens eine Einwirkung angegeben sein

#### Stiel

Das Stielende kann gerade und geneigt ausgebildet sein. Die Neigung des Stielendes entspricht dabei der Neigung des Riegels.

Die Schnittgrößen  $M_{BS}$ ,  $N_{BS}$  und  $V_{BS}$  im Knotenpunkt B der Verbindung sowie die Streckenlast  $q_R$  können in den entsprechenden Textfelder vorzeichengerecht angegeben werden. Alle Größen sind optionale Größen, jedoch muß mindestens eine Einwirkung angegeben sein

#### Funktionsbuttons

- **Berechnung**

Startet die Berechnung.

- **Zurück**

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

- **Weiter**

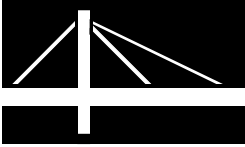
Die aktuelle Maske wird verlassen und die nächste wird aufgerufen

- **Abbrechen**

Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

- **Schnittgrößen von RSTAB übernehmen**

Ermöglicht die Übernahme der Schnittgrößen von RSTAB 4 oder RSTAB 5 bzw. von beliebigen Verzeichnissen, welche die RSTAB-Daten enthalten. Die Einstellung, von welcher Programmversion die Übernahme erfolgen soll, wird unter dem Menüpunkt Optionen vorgenommen. Zur problemlosen Übernahme von RSTAB 5 empfehlen wir, nur eine Position in RSTAB 5 zu öffnen und die Ergebnisse des gewünschten Lastfalls in RSTAB 5 anzuzeigen. Schließen Sie RSTAB 5 bitte nicht, da dann die Daten nicht im korrekten Format für V-ECK vorliegen.



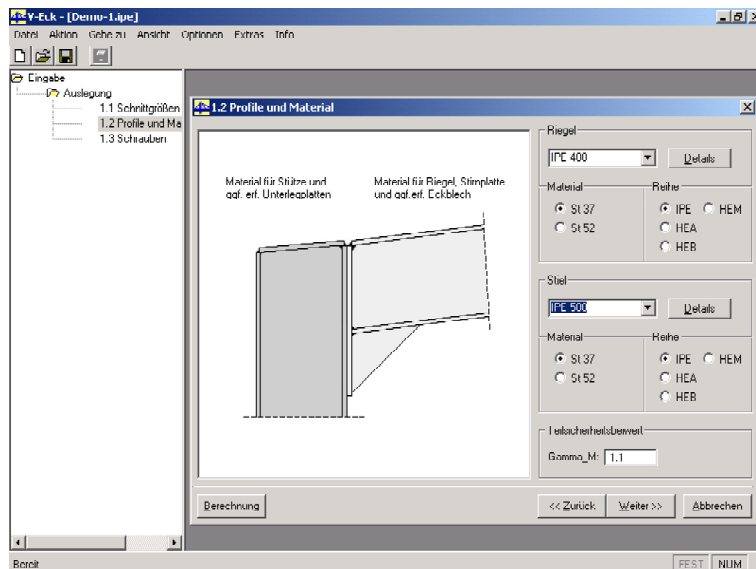
## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.2 Eingabedaten

#### 4.2.2 Maske 1.2: Profile und Material

### 4.2.2 Maske 1.2: Profile und Material

**Bild 4.3:**  
Maske 1.2:  
Profile und Werkstoffe



Die Maske 1.2 dient zur Eingabe der Profilgrößen und der verwendeten Werkstoffe sowie des Teilsicherheitsbeiwertes  $\gamma_M$ .

#### Riegel

Durch Klicken auf den Pfeil neben dem Profil-Feld öffnet sich das Feld und es können genormte Walzprofile ausgewählt werden. Unter Details werden die Querschnittswerte des gewählten Profiles in einer eigenen Maske angezeigt.

Der Werkstoff für die riegelseitigen Bauteile, also für Riegel, Riegelstirnplatte und Vouteneckblech, kann zwischen St37 und St52 gewählt werden.

#### Stiel

Wie für den Riegel können für den Stiel genormte Walzprofile gewählt werden. Unter Details werden die Querschnittswerte des gewählten Profiles angezeigt.

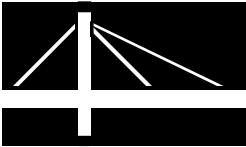
Der Werkstoff für die stielseitigen Bauteile, also für Stiel, Stielstirnplatte und Zulageblech, kann zwischen St37 und St52 gewählt werden.

#### Teilsicherheitsbeiwert

Der Teilsicherheitsbeiwert muß nach DIN 18800 für einen Gebrauchstauglichkeitsnachweis größer eins, für einen Traglastnachweis größer oder gleich 1,1 gewählt werden.

#### Funktionsbuttons

- **Berechnung**  
Startet die Berechnung.
- **Zurück**  
Die aktuelle Maske wird verlassen und die vorherige wird aufgerufen
- **Weiter**  
Die aktuelle Maske wird verlassen und die nächste wird aufgerufen



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.2 Eingabedaten

#### 4.2.2 Maske 1.2: Profile und Material

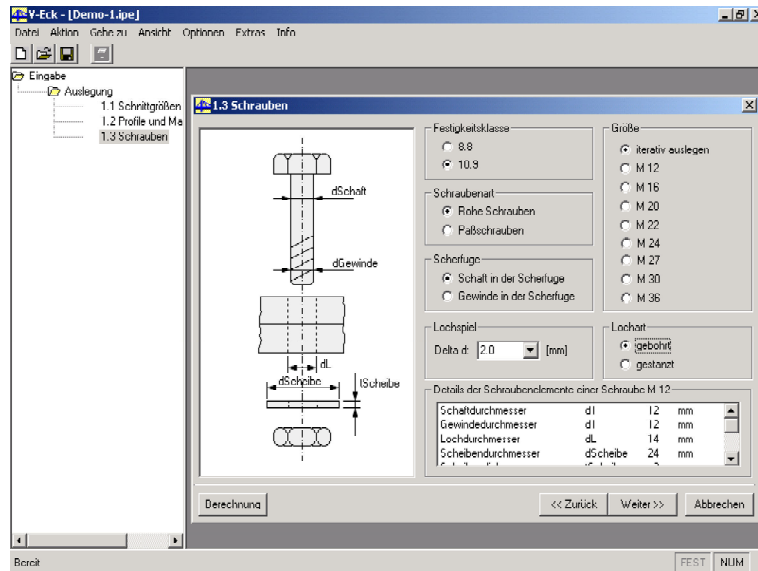
#### 4.2.3 Maske 1.3: Schrauben

- **Abbrechen**

Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

### 4.2.3 Maske 1.3: Schrauben

**Bild 4.4:**  
Maske 1.3:  
Schrauben



Die Maske 1.3 dient zur Eingabe aller relevanten Werte für Schrauben und Schraubenlöcher.

#### Festigkeitsklasse

Es stehen die Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 zur Verfügung. Bei hochfesten Schrauben 10.9 sind Unterlegscheiben kopf- und mutterseitig vorzusehen.

#### Lochspiel

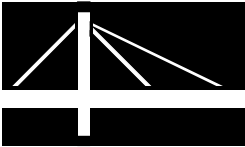
Durch Klicken auf den Pfeil neben dem Lochspiel-Feld öffnet sich das Feld und das Lochspiel der Schraubenverbindung kann nun für Paßschrauben in den Grenzen 0 - 0,3 mm und für Rohe Schrauben in den Grenzen 0,4 - 2 mm frei gewählt werden.

#### Schraubengröße

Die Schraubengröße kann wahlweise frei gewählt oder durch das Programm iterativ bestimmt werden. Bei der iterativen Bestimmung versucht das Programm solange für jede Schraubengröße beginnend mit M 12 eine Lösung zu finden, bis sich die geometrischen Abmessungen der Verbindung nicht mehr optimieren lassen, d.h. bis sich die Vouteneckblechhöhe oder die Stirnplattendicke nicht mehr verringern.

Weiterhin sind die Angaben für Schraubentyp, den Sitz der Scherfuge und Lochart vorgesehen.

Mit der Bearbeitung der Masken 1.1 bis 1.3 sind alle Eingabedaten erfaßt. Die Berechnung kann mit [F5] gestartet werden.



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.2 Eingabedaten

#### 4.2.3 Maske 1.3: Schrauben

#### 4.2.4 Maske 2.1: Stirnplatte, Zulage- und Vouteneckblech

#### Funktionsbuttons

- **Berechnung**

Startet die Berechnung.

- **Zurück**

Die aktuelle Maske wird verlassen und die vorherige wird aufgerufen

- **Weiter**

Sind Ergebnisse vorhanden, wird der Eingabemodus verlassen und die erste Maske des Ausgabeprotokoll aufgerufen. Sind keine Ergebnisse vorhanden wird die erste Eingabemaske aufgerufen

- **Abbrechen**

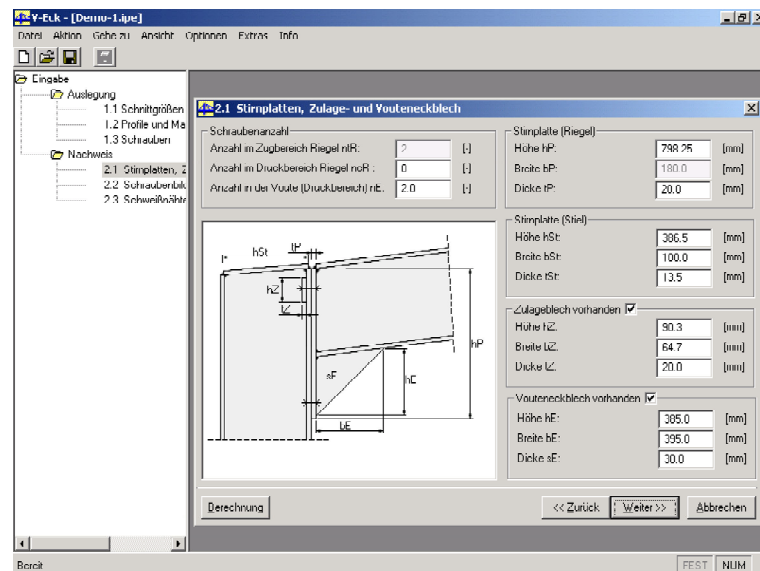
Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

### 4.2.4 Maske 2.1: Stirnplatte, Zulage- und Vouteneckblech

**Bild 4.5:**

Maske 2.1:

Stirnplatte, Zulage- und Vouteneckblech



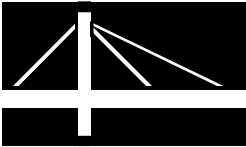
Die Masken 2.1 bis 2.3 erscheinen nur, falls in Maske 1.1 der Nachweismodus eingestellt wurde.

#### Schraubenanzahl

Es lassen sich jeweils als Vielfache von 2 die Anzahl der Schrauben für den Druckbereich des Riegels und der Voute einstellen. Nicht zugängliche Felder sind grau hinterlegt. Für den Zugbereich sind jeweils nur zwei Schrauben möglich, was durch den Ansatz im Berechnungsmodell begründet ist.

#### Stirnplatte (Riegel)

Es lassen sich hier nur die Höhe und die Dicke der Stirnplatte ändern. Die Breite der Stirnplatte entspricht immer der des Riegelprofils. Überstände an den Riegelstirnplatten sind im Programm nicht möglich.



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.2 Eingabedaten

#### 4.2.4 Maske 2.1: Stirnplatte, Zulage- und Vouteneckblech

#### 4.2.5 Maske 2.2: Schraubenbild

#### Stirnplatte (Stiel)

Die Abmessungen der Stirnplatte für den Stiel können beliebig angepaßt werden.

#### Zulageblech vorhanden

Die Berechnung kann mit und ohne Zulageblech durchgeführt werden. Im ersten Fall können auch die Abmessungen der Zulagebleche verändert werden.

#### Vouteneckblech vorhanden

Die Berechnung kann mit und ohne Vouteneckblech durchgeführt werden. Falls mit Vouteneckblech gerechnet wird, können auch die Geometriedaten angepaßt werden. Der Winkel des Vouteneckblechs unterliegt aber gewissen Einschränkungen und muß zwischen 42 und 48 Grad liegen.

#### Funktionsbuttons

- **Berechnung**

Startet die Berechnung.

- **Zurück**

Die aktuelle Maske wird verlassen und die vorherige wird aufgerufen

- **Weiter**

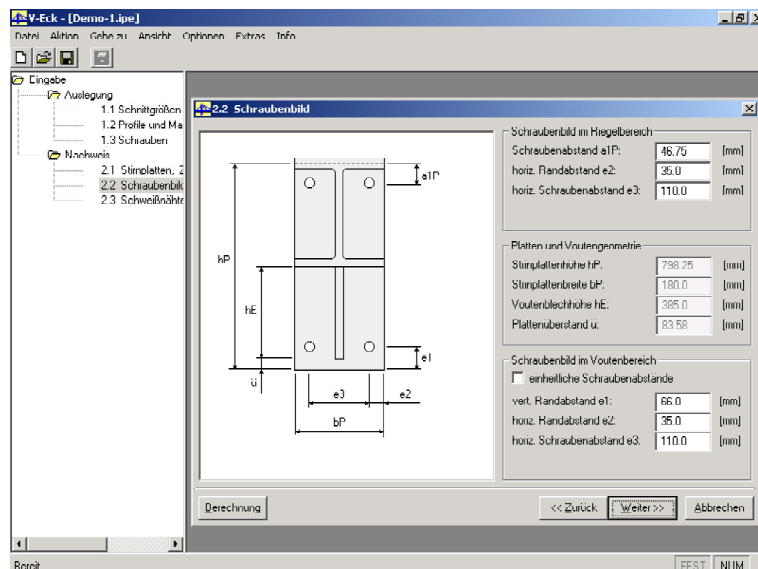
Sind Ergebnisse vorhanden, wird der Eingabemodus verlassen und die erste Maske des Ausgabeprotokolles aufgerufen. Sind keine Ergebnisse vorhanden wird die erste Eingabemaske aufgerufen

- **Abbrechen**

Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

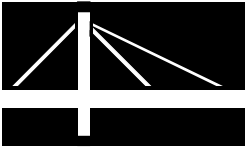
### 4.2.5 Maske 2.2: Schraubenbild

**Bild 4.6:**  
Maske 2.2:  
Schraubenbild



#### Schraubenbild im Riegelbereich

Hier kann der obere Randabstand des Schraubenbildes, der horizontale Randabstand sowie der horizontale Schraubenabstand beliebig eingegeben werden.



#### 4. Arbeit mit V-ECK

##### 4.2 Eingabedaten

##### 4.2.5 Maske 2.2: Schraubenbild

##### 4.2.6 Maske 2.3: Schweißnähte

### Platten- und Voutengeometrie

Die Platten- und Voutengeometrie ergibt sich mit den Daten der vorhergehenden Maske, weshalb eine direkte Beeinflussung hier nicht erlaubt wird.

### Schraubenbild im Voutenbereich

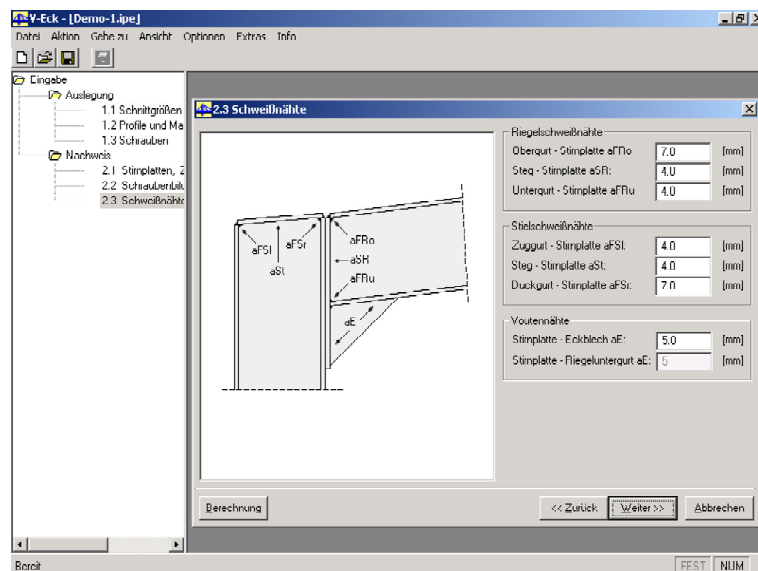
Wie beim Schraubenbild im Riegelbereich sind die Rand- und Lochabstände frei einstellbar. Wählt man einheitliche Schraubenabstände, so werden die Abstände des Schraubenbildes im Riegelbereich auch für den Voutenbereich übernommen.

### Funktionsbuttons

- **Berechnung**  
Startet die Berechnung.
- **Zurück**  
Die aktuelle Maske wird verlassen und die vorherige wird aufgerufen
- **Weiter**  
Sind Ergebnisse vorhanden, wird der Eingabemodus verlassen und die erste Maske des Ausgabeprotokolles aufgerufen. Sind keine Ergebnisse vorhanden wird die erste Eingabemaske aufgerufen
- **Abbrechen**  
Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

### 4.2.6 Maske 2.3: Schweißnähte

**Bild 4.7:**  
Maske 2.3:  
Schweißnähte

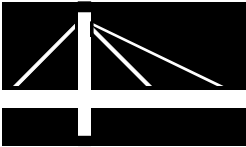


### Riegelschweißnähte

Es sind unterschiedliche Schweißnahtdicken für den Obergurt, Steg und den Untergurt möglich. Die Schweißnähte von Obergurt und Steg des Riegels werden als doppelseitige Kehlnähte ausgeführt.

### Stielschweißnähte

Es sind unterschiedliche Schweißnahtdicken für den Zuggurt, Steg und den



#### 4. Arbeit mit V-ECK

##### 4.2.6 Maske 2.3: Schweißnähte

#### 4.3 Ausgabedaten

##### 4.3.1 Maske 3.1: Ergebnisprotokoll - Lösungsvarianten

Druckgurt des Stiels möglich. Die Schweißnähte werden als doppelseitige Kehlnähte ausgeführt.

#### Voutennähte

Das Vouten-Eckblech wird mit dem Riegeluntergurt und der Stirnplatte mit identischen doppelseitigen Kehlnähten verschweißt.

#### Funktionsbuttons

- **Berechnung**

Startet die Berechnung.

- **Zurück**

Die aktuelle Maske wird verlassen und die vorherige wird aufgerufen

- **Weiter**

Sind Ergebnisse vorhanden, wird der Eingabemodus verlassen und die erste Maske des Ausgabeprotokolles aufgerufen. Sind keine Ergebnisse vorhanden wird die erste Eingabemaske aufgerufen

- **Abbrechen**

Der Eingabemodus wird verlassen und die aktuelle Maske geschlossen.

## 4.3 AUSGABEDATEN

### 4.3.1 Maske 3.1: Ergebnisprotokoll - Lösungsvarianten

**Bild 4.8:**

Maske 3.1:

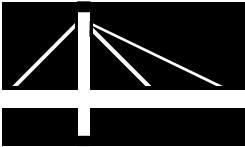
Ergebnisprotokoll - Lösungsvarianten

Schrauben m	Vouteneckblech			Platte	Zulage	Gewicht
Zug- / Druckbereich	hE [mm]	bE [mm]	sE [mm]	IP [mm]	IZ [mm]	m [kg]
2 * M 12 / 2 * M 12	1063	1063	40	20	0	133
2 * M 16 / 2 * M 16	884	884	20	20	0	89
2 * M 20 / 2 * M 20	573	573	25	25	20	58
2 * M 22 / 2 * M 22	404	404	30	25	25	55
2 * M 24 / 2 * M 24	727	727	15	25	15	89

In dieser Maske werden die wichtigsten Eckdaten jeder gefundenen Lösung angezeigt.

Unter *Verwendete Lösungsvariante* werden in einer ComboBox, die sich durch einen Mausklick auf den Pfeil neben dem Feld öffnet, die Schraubengröße in der Zugzone jeder gefundenen Lösung zur Auswahl bereitgestellt.

Mit dem Button *Weiter >>* werden die Ergebnisse der ausgewählten Lösung in den nachfolgenden Ausgabemasken angezeigt.



#### 4. Arbeit mit V-ECK

##### 4.3 Ausgabedaten

##### 4.3.2 Maske 3.2: Ausgabeprotokoll - Schnittgrößen

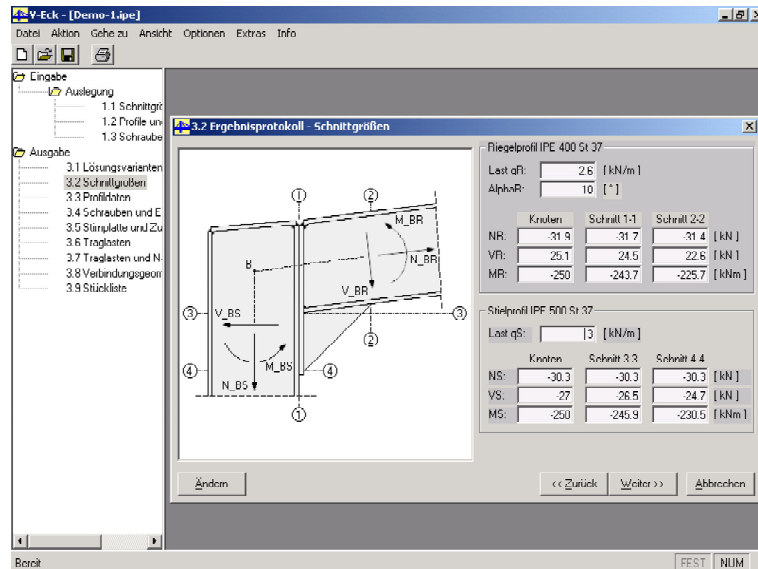
##### 4.3.3 Maske 3.3: Ausgabeprotokoll - Profildaten

Mit dem Button << Zurück gelangt man in den Eingabemodus, und dort in die letzte Eingabemaske.

Über den Button Abbrechen wird das Ausgabeprotokoll verlassen.

#### 4.3.2 Maske 3.2: Ausgabeprotokoll - Schnittgrößen

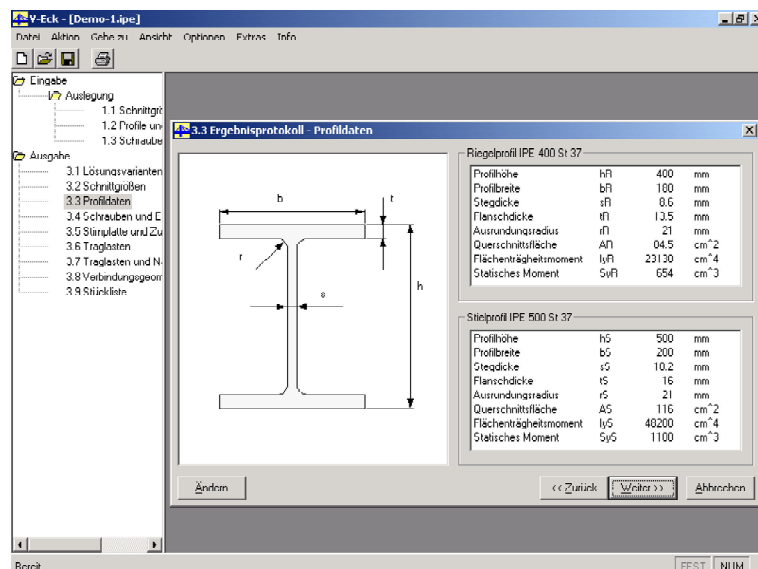
**Bild 4.9:**  
Maske 3.2:  
Schnittgrößen

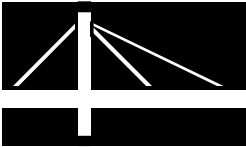


Hier werden die Einwirkungen und die Riegelneigung, die in der Maske 1.1: *Schnittgrößen* angegeben wurden, sowie die resultierenden Schnittgrößen in den Schnitten 1-1 bis 4-4, die in der weiß unterlegten Grafik dargestellt sind, angezeigt. Über den Button *Ändern* gelangt man in den Eingabemodus und dort in die Maske 1.1: *Schnittgrößen*.

#### 4.3.3 Maske 3.3: Ausgabeprotokoll - Profildaten

**Bild 4.10:**  
Maske 3.3:  
Profildaten





## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.3 Ausgabedaten

#### 4.3.3 Maske 3.3: Ausgabeprotokoll - Profildaten

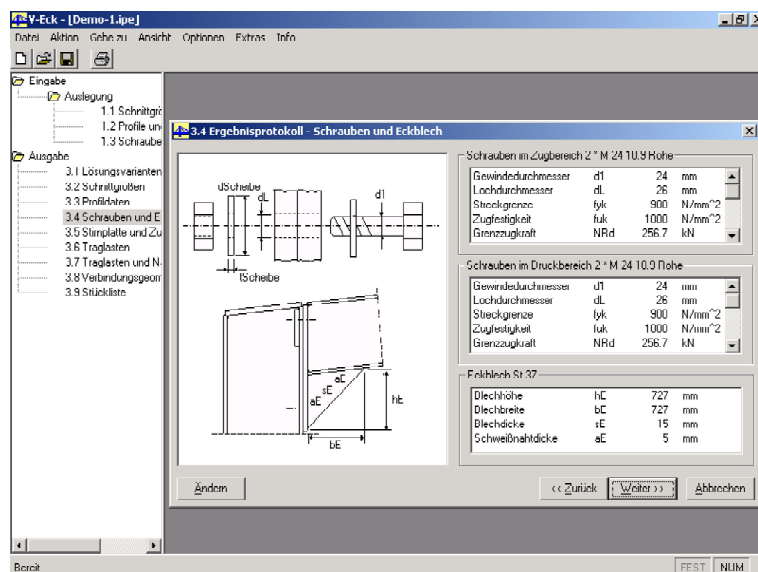
#### 4.3.4 Maske 3.4: Ausgabeprotokoll - Schrauben und Eckblech

Hier werden die Querschnittsgrößen der für Riegel und Stiel in der Maske 1.2: *Profile und Material* angegeben Profile angezeigt.

Über den Button *Ändern* gelangt man in den Eingabemodus und dort in die Maske 1.2: *Profile und Material*.

### 4.3.4 Maske 3.4: Ausgabeprotokoll - Schrauben und Eckblech

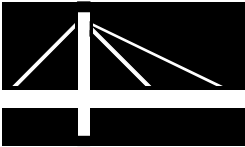
**Bild 4.11:**  
Maske 3.4:  
*Schrauben und Eckblech*



Hier werden Detailinformationen zu den Schrauben im Zug- und Druckbereich sowie die Geometriewerte des Vouteneckbleches angegeben.

Über den Button *Ändern* gelangt man in den Eingabemodus und dort in die Maske 1.3: *Schrauben*.

Alle weiteren Ausgabemasken sind ähnlich aufgebaut und deshalb nicht näher erläutert.



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.4 Berechnung

## 4.4 BERECHNUNG

Nach dem Start der Berechnung überprüft V-ECK die Vollständigkeit aller Eingaben und beginnt durch Führen aller oben beschriebenen Nachweise die Verbindung auszulegen (s. auch Kap. 2.3.7: *Beschreibung des Iterationsablaufes*).

Wird ein Ergebnis gefunden, so werden die Lösungsvariante auf dem Bildschirm angezeigt. Kann das Programm einen der Nachweise nicht erfüllen, erscheint eine Meldung mit dem Hinweis welcher Nachweis nicht erfüllt wurde (Bei der iterativen Bestimmung der Schraubengröße wird direkt zur nächsten Schraube gewechselt.), um anschließend in den Eingabemodus zur Maske 1.1: *Schnittgrößen* zurückzukehren.

Das Programm sucht nur Lösungen bis zu einer Vouteneckblechhöhe von  $h_E \cong 2000$  mm.

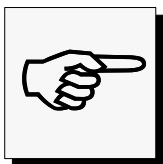
*Um unkontrollierte Programmaktionen während des Berechnungsvorganges auszuschließen, ist bei laufender Berechnung der Mausbereich auf den Arbeitsbereich des Programmes beschränkt.*

Um die Verbindung fertigungstechnisch zu optimieren sind folgende zwei Abfragen in V-ECK integriert:

#### 1. Abfrage Vouteneckblechdicke

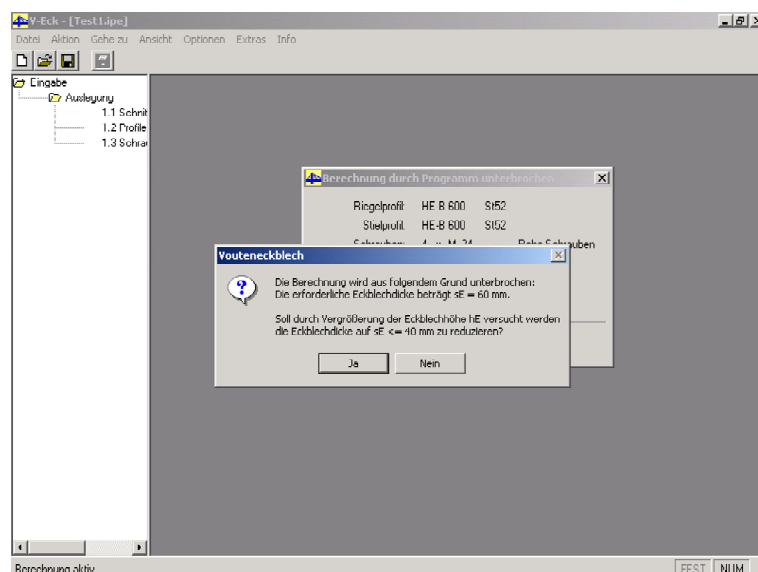
Ab einer Blechdicke von  $t > 40$  mm müssen die charakteristischen Werkstoffkennwerte des Materials nach DIN 18800 abgemindert werden. Unter Umständen ist es günstiger zugunsten einer geringeren Vouteneckblechdicke die Höhe des Eckbleches zu erhöhen um so die Verbindung zu optimieren.

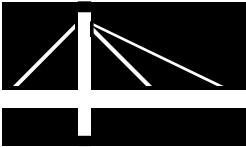
Wird für das Vouteneckblech eine Dicke größer 40 mm notwendig so erscheint eine Abfrage, ob der Versuch einer Reduzierung der Dicke auf  $s_E \leq 40$  mm erfolgen soll.



### HINWEIS

**Bild 4.12:**  
Reduzierung der  
Vouteneckblechdicke





## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.4 Berechnung

### 4.5 Funktionstasten und Befehlsreferenzen

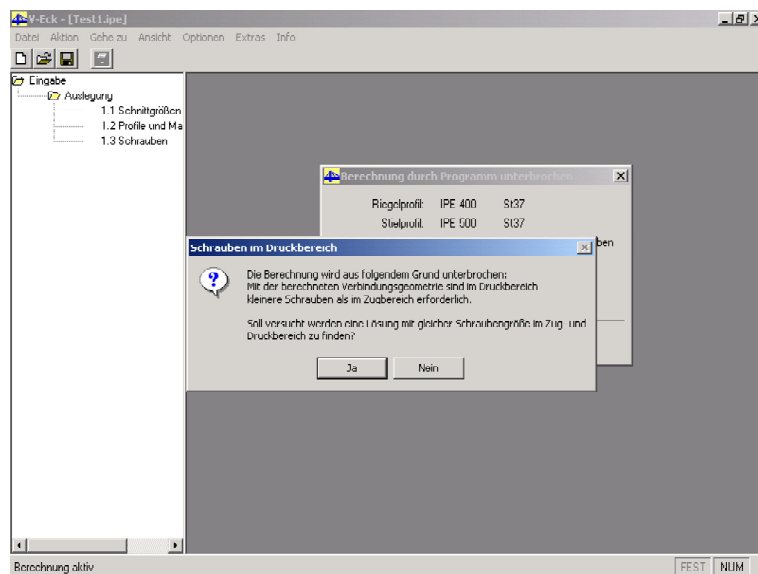
Bei Bestätigung versucht V-ECK durch Vergrößern der Vouteneckblechhöhe die Dicke des Bleches zu verringern.

## 2. Abfrage Schraubengrößen

Werden für den Druckbereich aufgrund der geometrischen Abmessungen im Voutenbereich kleinere Schrauben notwendig als im Zugbereich, erscheint eine Abfrage, ob versucht werden soll eine fertigungs- und montagetechnisch günstigere Lösung mit einheitlicher Schraubengröße für den Zug- und Druckbereich zu finden.

**Bild 4.13:**

*Angleichung der Schraubengröße im Zug- und Druckbereich*



Bei Bestätigung versucht V-ECK durch Vergrößern der Vouteneckblechhöhe eine einheitliche Schraubengröße für den Zug- und Druckbereich zu finden.

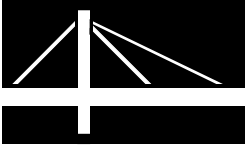
## 4.5 FUNKTIONSTASTEN UND BEFEHLSREFERENZEN

Mit Hilfe der Funktionstasten können Arbeitsvorgänge und Funktionen des Programmes schnell und komfortabel gestartet werden.

### Fubktionstasten

Folgende Funktionstasten stehen in den Masken 1.1 bis 3.4 zur Verfügung:

- **[F2]** Die aktuelle Maske wird verlassen und die nächste wird aufgerufen
- **[F3]** Die aktuelle Maske wird verlassen und die vorherige wird aufgerufen
- **[F5]** Die Eingabedaten werden überprüft und die Berechnung gestartet
- **[F9]** Der Windows-Taschenrechner wird aufgerufen.
- **[F10]** Das Pulldown-Menü in der Benutzeroberfläche wird aktiviert.



- 4. Arbeit mit V-ECK
  - 4.5 Funktionstasten und Befehlsreferenzen
  - 4.6 Menüfunktionen
- 

#### Befehlsreferenzen

- **[Alt]** Die Menüleiste wird aktiviert. Mit Hilfe der Pfeiltasten oder der Shortcut-Buchstaben (Unterstrichende Buchstabe eines Menübefehles oder -punktes) werden die gewünschten Menüpunkte ausgewählt und sind nun farbig unterlegt. Beim Verwenden der Pfeiltasten muß zum Ausführen des markierten Befehles die Return-Taste gedrückt werden.
- **[ENTER]** Mit [ENTER] wird der gerade markierte Menüpunkt oder Funktionsbutton aktiviert. Innerhalb der Eingabemasken wirkt sich die Return-Taste wie der Tabulator aus.
- **[Tab]** Mit dem Tabulator gelangt man innerhalb der Eingabe- und Ausgabemasken zum nächsten Eingabefeld bzw. Funktionsbutton.
- **[Pfeiltasten]** Die Funktion der Pfeiltasten entspricht in den meisten Fällen der Funktion der Tabulatortaste. Bei Steuerelementen, die eine voreingestellte Auswahlmöglichkeiten besitzen, so z.B. die Combobox zur Profilauswahl oder die Radiobuttons zur Auswahl der Schraubengröße, wird durch die Taste [↑] die entsprechende Größe erhöht und [↓] die entsprechende Größe verringert.

Alle anderen Tastaturbelegungen entsprechen dem Windowsstandard.

---

## 4.6 MENÜFUNKTIONEN

Das folgende Kapitel faßt die Menüpunkte und -befehle aus V-ECK zusammen.

Das Programm V-ECK stellt folgende Menüpunkte zur Verfügung:

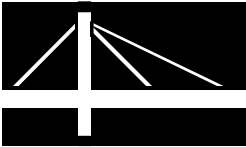
- **Datei**
- **Aktion**
- **Gehe zu**
- **Ansicht**
- **Optionen**
- **Extras**
- **Info**
- **Der Menüpunkt *Datei***

Der Menüpunkt *Datei* umfaßt folgende Menübefehle:

<i>Neu</i>	(Strg + N)	Öffnet eine neue Datei
<i>Öffnen</i>	(Strg + O)	Öffnet eine bestehende Datei
<i>Schließen</i>	(Strg + C)	Schließt die geöffnete Datei
<i>Speichern</i>	(Strg + S)	Speichert die aktuelle Datei
<i>Speichern unter</i>	(Strg + A)	Speichert die aktuelle Datei unter einem anderen Namen

Projektmanager

Ermöglicht eine übersichtliche Verwaltung aller mit V-ECK berechneten Positionen.



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.6 Menüfunktionen

---

#### *Ergebnis drucken*

- Kurzfassung                      Druckt die Kurzfassung des Ergebnisprotokolles (1 Seite)
- Langfassung                      Druckt die Langfassung des Ergebnisprotokolles (4 Seiten)
- Beenden*                      (Strg + E) Beendet V-ECK

Zusätzlich werden die vier zuletzt geöffneten Dateien in der Reihenfolge des letzten Zugriffes angezeigt und können hier direkt geöffnet werden.

#### • **Der Menüpunkt *Aktion***

Der Menüpunkt *Aktion* umfaßt folgende Menübefehle:

- Eingabemasken einblenden*                      Blendet die Eingabemaske 1.1: *Schnittgrößen* ein
- Berechnung starten*                      (Strg + R) Startet den Berechnungsvorgang
- Ergebnis anzeigen*                      (Strg + Z) Gibt das Ergebnisprotokoll auf dem Bildschirm aus
- Datenbanken*                      Öffnet das Datenbank-Interface zum Einsehen der Schrauben- und Profildaten
- Firmenkopf                      Ermöglicht die Eingabe verschiedener Firmenköpfe
- Druckkopf                      Ermöglicht die Verwendung verschiedener Druckköpfe mit Übernahmemöglichkeit der Firmenköpfe

#### • **Der Menüpunkt *Gehe zu***

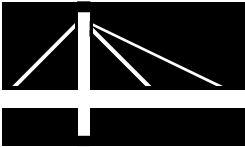
Der Menüpunkt *Gehe zu* umfaßt folgende Menüpunkte, die jeweils die entsprechende Maske aufrufen:

- 1.1 *Schnittgrößen der Verbindung*
- 1.2 *Profile und Material*
- 2.1 *Stirnplatten, Zulage- und Voutenblech*
- 2.2 *Schraubenbild*
- 2.3 *Schweißnähte*
- 3.1 *Lösungsvarianten*
- 3.2 *Schnittgrößen*
- 3.3 *Profildaten*
- 3.4 *Schrauben und Eckblech*
- 3.5 *Stirnplatte und Zulageblech*
- 3.6 *Traglasten*
- 3.7 *Traglasten und Nachweise*
- 3.8 *Verbindungsgeometrie*
- 3.9 *Stückliste*

#### • **Der Menüpunkt *Ansicht***

Der Menüpunkt *Ansicht* umfaßt folgende Menübefehle:

- Symbolleiste*                      blendet die Symbolleiste ein
- Statuszeile*                      blendet die Statuszeile ein



## 4. Arbeit mit V-ECK

### 4.6 Menüfunktionen

---

#### • Der Menüpunkt *Optionen*

Der Menüpunkt *Optionen* enthält folgende Menübefehle:

*Schnittgrößen automatisch umrechnen* Das Programm rechnet die Schnittgrößen automatisch auf die einzelnen Anschnitte um, wenn diese Option aktiviert ist.

*Datenübernahme RSTAB* Regelt die Schnittgrößenübernahme von RSTAB 4, RSTAB 5 oder aus einem benutzerdefinierten Verzeichnis mit den RSTAB-Daten.

*Letzte Datei bei Starten öffnen* Veranlaßt V-ECK, die zuletzt bearbeitete Datei automatisch beim Neustart zu öffnen.

#### • Der Menüpunkt *Extras*

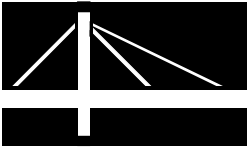
Der Menüpunkt *Extras* umfaßt folgende Menübefehle:

*Rechner* Startet den Windows-Taschenrechner

*Systeminfo* Gibt Auskunft über die Konfiguration Ihres Systemes

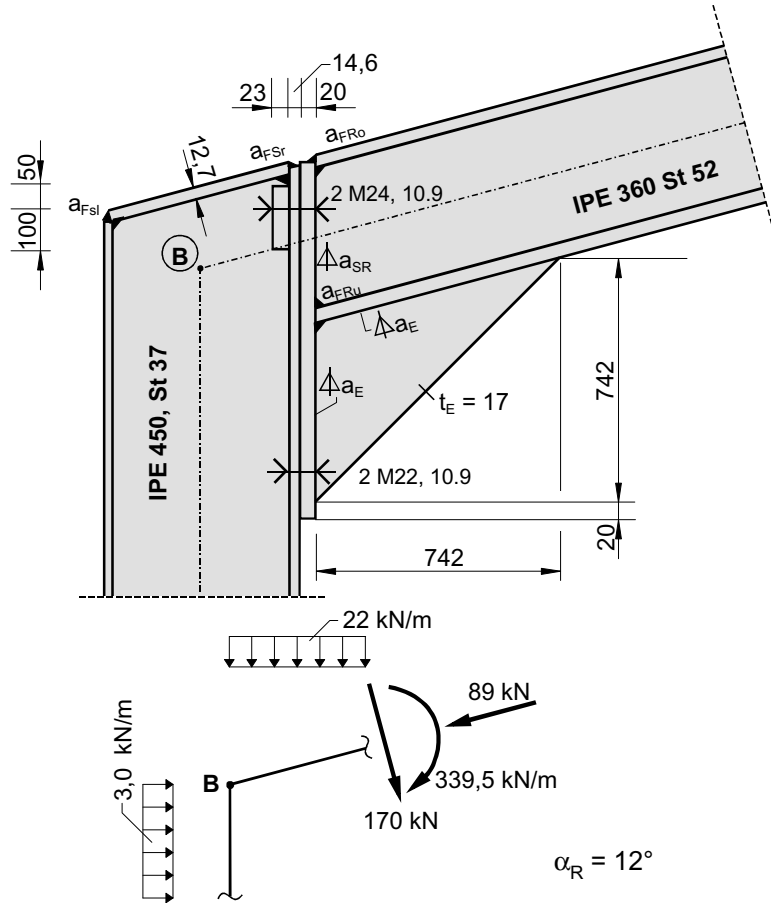
#### • Der Menüpunkt *Info*

Über den Menüpunkt *Info* erhält man Versions- und andere Informationen über das Programm.



# 5. BEISPIEL

**Bild 5.1:**  
Beispiel:  
Anschluß Riegel IPE 360 an  
Stütze IPE 450



Anschluß eines IPE-360-Riegels aus St 52 an eine Stütze IPE 450 aus St 37, die Schnittgrößen ( $\gamma$ -fach) sind die des Riegels im Punkt B (Rahmeneckpunkt).

Die Berechnung dieses Beispiels erfolgt mit den vom Programm ermittelten und optimierten Werten für die Stoßgeometrie. Vom Anwender wurden die zwei Schrauben M24, 10.9 in der Zugzone vorgegeben.

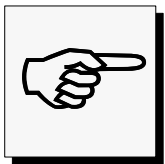
*In der hier benutzten Programmversion wurden die Blechdicken auf volle mm aufgerundet. In der ausgelieferten Version werden die ermittelten Blechdicken auf die gängigen, d. h. lieferbaren Blechdicken aufgerundet. Aus diesem Grund sind zahlenmäßige Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Praxisversion mit denen des hier angegebenen Beispiels möglich.*

Hebelarme in den Schnitten (Gleichung 2.4)

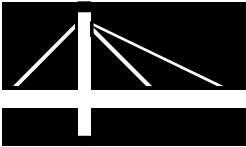
$$\begin{aligned}
 I_{aR1} &= 0,5 \cdot 450 = 225 \text{ mm} \\
 I_{aR2} &= 0,5 \cdot 450 + 20 + 742 = 987 \text{ mm} \\
 I_{aS4} &= 0,5 \cdot 360 / \cos 12^\circ - (0,5 \cdot 450 + 20) \tan 12^\circ + 742 - 742 \tan 12^\circ = 716,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Schnittgrößen (Gleichungen 2.1 bis 2.3)

$$\begin{aligned}
 M_{BS} &= M_{BR} = -339,5 \text{ kNm} \\
 N_{BS} &= -89 \sin 12^\circ - 170 \cos 12^\circ = -184,8 \text{ kN} \\
 V_{z,BS} &= 170 \sin 12^\circ - 89 \cos 12^\circ = -51,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



**HINWEIS**



## 5. Beispiel

---

### Schnitt 1-1

$$M_{R1} = -339,5 + 170 \cdot 0,225 / \cos 12^\circ - 22 \cdot 0,225^2 / 2 = -301 \text{ kNm}$$

$$N_{R1} = 22 \cdot 0,225 \sin 12^\circ - 89 = -88,0 \text{ kN}$$

$$V_{z,R1} = 170 - 22 \cdot 0,225 \cos 12^\circ = 165,2 \text{ kN}$$

### Schnitt 2-2

$$M_{R2} = -339,5 + 170 \cdot 0,987 / \cos 12^\circ - 22 \cdot 0,987^2 / 2 = -178,7 \text{ kNm}$$

$$N_{R2} = 22 \cdot 0,987 \sin 12^\circ - 89 = -84,5 \text{ kN}$$

$$V_{z,R2} = 170 - 22 \cdot 0,987 \cos 12^\circ = 148,8 \text{ kN}$$

### Schnitt 4-4

$$M_{S4} = -339,5 - (-51,7) \cdot 0,7162 - 3,0 \cdot 0,7162^2 / 2 = -303,2 \text{ kNm}$$

$$N_{S4} = -184,8 \text{ kN}$$

$$V_{z,S4} = -51,7 + 3,0 \cdot 0,7162 = -49,6 \text{ kN}$$

### Geometriedaten nach (Gleichung 2.31)

$$t_{st} = t_R = 12,7 \text{ mm}$$

$$a_1^S = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 + 23 \sin 12^\circ + 0,5 \cdot 14,6 \cdot \sin 12^\circ = 56,3 \text{ mm} \\ 50 + 8,0 \sqrt{2} + 0,5 \cdot 14,6 \sin 12^\circ = 62,8 \text{ mm} \end{array} \right\} = 62,8 \text{ mm}$$

$$a_2^P = 62,8 + 0,5 \cdot 14,6 \sin 12^\circ + \frac{12,7}{\cos 12^\circ} + 20 \sin 12^\circ = 81,5 \text{ mm}$$

$$a_1^P = 81,5 - 0,5 \cdot \frac{12,7}{\cos 12^\circ} = 75,0 \text{ mm}$$

$$l_{st} = \frac{450 - 14,6}{\cos 12^\circ} = 445,1 \text{ mm}$$

$$b_{st} = b_S = 190 \text{ mm}$$

$$a^Z = 50 \text{ mm}$$

$$a^S = 62,8 - 0,5 \cdot 14,6 \sin 12^\circ - 8,0 \cdot 0,8 \sqrt{2} = 52,2 \text{ mm}$$

$$a^P = 81,5 - \frac{12,7}{\cos 12^\circ} - 7,0 \cdot 0,8 \sqrt{2} = 60,6 \text{ mm}$$

$$m^S = m^Z = 0,5 \cdot 110 - 0,5 \cdot 9,4 - 21 = 29,3 \text{ mm}$$

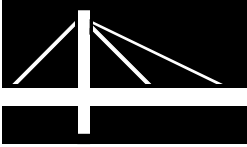
$$m^P = 0,5 \cdot 110 - 0,5 \cdot 8,0 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4,0 = 46,5 \text{ mm}$$

$$n^S = n^Z = e_2^S = 40 \text{ mm}$$

$$n^P = e_2^P = \frac{170 - 110}{2} = 30 \text{ mm}$$

### Schraubenabstände nach (Gleichung 2.28)

Zugbereich M 24,  $\Delta_d = 1 \text{ mm}$ ,  $d_L = 25 \text{ mm}$



## 5. Beispiel

$$e_3 \geq \max \begin{cases} 2 \cdot 50 + 8 = 108 \text{ mm} \\ 2 \cdot 50 + 9,4 = 109,4 \approx 110 \text{ mm} \\ 9,4 + 2 \cdot 21 + 45,2 = 96,6 \text{ mm} \\ 9,4 + 2 \cdot 21 + 44 = 95,4 \text{ mm} \\ 2,4 \cdot 25 = 60 \text{ mm} \\ 2 \cdot 4,0 + 8,0 + 44 = 60 \text{ mm} \end{cases}$$
$$e_3 = 110 \text{ mm}$$

Druckbereich M 22,  $\Delta_d = 1 \text{ mm}$ ,  $d_L = 23 \text{ mm}$

$$e_3^D \geq \max \begin{cases} 17 \cdot 2 \cdot 45 = 107 \text{ mm} \\ 17 \cdot 2 \cdot 4,0 + 39 = 64 \text{ mm} \\ 9,4 + 2 \cdot 21 + 39,55 = 90,95 \text{ mm} \\ 9,4 + 2 \cdot 21 + 39 = 90,4 \text{ mm} \\ 17 + 2 \cdot 4,0 + 35,03 = 60,03 \text{ mm} \\ 9,4 + 2 \cdot 45 = 99,4 \text{ mm} \\ 2,4 \cdot 23 = 55,2 \text{ mm} \end{cases}$$

$$e_3^D = 107 \text{ mm} = e_{3E}$$

$$e_2^S = \frac{190 - 110}{2} = 40 \text{ mm} \geq 1,2 d_L = 1,2 \cdot 25$$

= 30 mm im Zugbereich

$$e_2^S = \frac{190 - 107}{2} = 41,5 \text{ mm} \geq 1,2 d_L = 1,2 \cdot 23$$

= 27,6 mm im Druckbereich

Bei M 24 im Druckbereich wäre dort

$$e_3^D = 117 \text{ mm und } e_2^P = \frac{170 - 117}{2} = 26,5 \text{ mm}$$

$$< 1,2 d_L = 1,2 \cdot 25 = 30 \text{ mm}$$

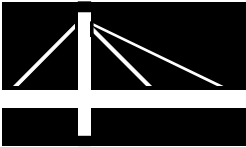
Deshalb wurden im Druckbereich 2 M 22 angeordnet:

$$e_2^P = \frac{170 - 107}{2} = 31,5 \text{ mm} \geq 1,2 d_L = 1,2 \cdot 23 = 27,6 \text{ mm}$$

$$b^P = b_R = 170 \text{ mm}$$

Breite des Zulagebleches

$$b_Z = \frac{1}{2} (b_S - s_S) - r_S = \frac{1}{2} (190 - 9,4) - 21 = 69,3 \text{ mm}$$



## 5. Beispiel

### Berechnung von $Z_s$ und $D_s$ nach (Gleichungen 2.8 bis 2.12)

$$d_E = 0,25 \cdot 742 \cos 45^\circ = 131,2 \text{ mm}$$

$$d'_{ES} = 0,25 \cdot 742 = 185,5 \text{ mm}$$

$$h_w = \frac{360}{\cos 12^\circ} - 81,5 - 0,5 \cdot 185,5 + 742 - 742 \tan 12^\circ = 778,1 \text{ mm}$$

$$Z_s = \frac{1}{0,7781} \left[ -(-301) + (-88 \cos 12^\circ + 165,2 \sin 12^\circ) \cdot (0,7781 + 0,0815 - 0,5 \cdot 0,36 / \cos 12^\circ) \right]$$

$$Z_s = 341,9 \text{ kN}$$

$$D_s = 341,9 - (-88) \cos 12^\circ - 165,2 \sin 12^\circ = 393,6 \text{ kN}$$

### Traglast der Stirnplatte (Gleichungen 2.19 bis 2.21)

#### Nachweis der Identität (Gleichung 2.19)

$$f^P = \left[ \frac{46,5^2}{2} - \frac{25}{4} \frac{46,5^2}{\sqrt{46,5^2 + 28,9^2}} \right]^{0,5} = 28,9 \text{ mm}$$

$$\tan \alpha^P = \frac{46,5}{60,6} = 0,767 \Rightarrow \alpha^P = 37,5^\circ$$

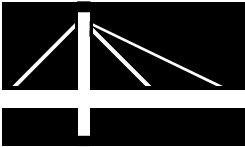
$$k^P = \left[ 30 - \frac{25}{2} + 0,355 (46,5 + 30) + \frac{60,6}{46,5} (60,6 + 28,9) + \frac{1}{\sin 37,5^\circ} \left( \frac{60,6}{\cos 37,5^\circ} - \frac{25}{2} \right) + \frac{1}{\tan 37,5^\circ} \left( \frac{46,5^2 + 28,9^2}{28,9} - \frac{25}{2} \frac{\sqrt{46,5^2 + 28,9^2}}{28,9} \right) \right]$$

$$k^P = 370,5 \text{ mm}$$

$$\text{mit } c_p = \left( \frac{14,6}{20} \right)^2 \frac{24 / 1,1}{36 / 1,1} = 0,355$$

$$m_{pl}^P = 0,25 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{36}{1,1} = 32,7 \text{ kNcm / cm}$$

$$F_{u,P} = 37,05 \frac{1}{6,06} \cdot 32,7 = 200,1 \text{ kN}$$



## 5. Beispiel

### Traglasten des Stützenflansches und des Zulagebleches (Gleichungen 2.19 bis 2.26)

Stützenflansch

$$f^S = \left[ \frac{29,3^2}{2} - \frac{25}{4} \frac{29,3^2}{\sqrt{29,3^2 + 16,4^2}} \right]^{0,5} = 16,4 \text{ mm}$$

$$c^S = 1,0; \tan \alpha^S = \frac{29,3}{52,2} \Rightarrow \alpha^S = 29,3^\circ$$

$$k^S = \left[ 40 - \frac{25}{2} + 1,0 (29,3 + 40) + \frac{52,2}{29,3} (52,2 + 16,4) + \frac{1}{\sin 29,3^\circ} \left( \frac{52,2}{\cos 29,3^\circ} - \frac{25}{2} \right) + \frac{1}{\tan 29,3^\circ} \left( \frac{29,3^2 + 16,4^2}{16,4} - \frac{25}{2} \frac{\sqrt{29,3^2 + 16,4^2}}{16,4} \right) \right]$$

$$k^S = 392,7 \text{ mm}$$

$$m_{pl}^S = 0,25 \cdot 1,46^2 \cdot \frac{24}{1,1} = 11,62 \text{ kNcm / cm}$$

$$F_{u,S} = 392,7 \frac{1}{52,2} \cdot 11,62 = 87,5 \text{ kN}$$

Zulageblech

$$f^Z = \left[ \frac{29,3^2}{2} - \frac{25}{2} \frac{29,3^2}{\sqrt{29,3^2 + 24,0^2}} \right]^{0,5} = 24 \text{ mm}$$

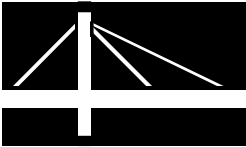
$$\tan \alpha^Z = \frac{29,3}{50,0} \Rightarrow \alpha^Z = 30,4^\circ$$

$$k^Z = \left[ 40 - \frac{25}{2} + \frac{1}{\sin 30,4^\circ} + \left( \frac{50}{\cos 30,4^\circ} - \frac{25}{2} \right) + \frac{1}{\tan 30,4^\circ} \left( \frac{29,3^2 + 24^2}{24} - \frac{25}{2} \frac{\sqrt{29,3^2 + 24^2}}{24} \right) \right]$$

$$k^Z = 185,6 \text{ mm}$$

$$m_{pl}^Z = 0,25 \cdot 2,3^2 \cdot \frac{24}{1,1} = 28,9 \text{ kNcm / cm}$$

$$F_{u,Z} = 185,6 \frac{1}{50} \cdot 28,9 = 107,3 \text{ kN}$$



## 5. Beispiel

---

### Kontaktkraft (Gleichung 2.26)

$$I^Z = 3 a^Z = 150 \text{ mm}$$

$$K = \frac{1}{15,0 - 5,0} (11,62 + 28,9) \cdot (2,93 + 4,0 - 2,5) = 17,95 \text{ kN}$$

### Nachweise (Gleichung 2.32)

$$F_{u,P} = 200,1 \text{ kN} \geq \frac{Z_S}{2} + K = \frac{341,9}{2} + 17,95 = 188,9 \text{ kN}$$

$$F_{u,S} + F_{u,Z} = 87,5 + 107,3 = 194,8 \text{ kN} \geq \frac{Z_S}{2} + K = 188,9 \text{ kN}$$

### Nachweis der Zugschrauben (Gleichungen 2.39 und 2.40)

$$N_{R,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} 4,52 \cdot \frac{90}{1,1 \cdot 1,1} = 336,2 \text{ kN} \\ 3,53 \cdot \frac{100}{1,25 \cdot 1,1} = 256,7 \text{ kN} \end{array} \right.$$

$$\cong 257,0 \text{ kN (wie tabelliert)}$$

$$Z_{schr} = 0,5 Z_S + K = 188,9 \text{ kN} \leq 256,7 \text{ kN} = N_{R,d}$$

### Nachweis der Schrauben im Druckbereich nach Kapitel 2.3.2.3

2 M 22, 10.9

$$\begin{aligned} V_{R1} &= V_{Z,R1} \cos \alpha_R - N_{aR1} \sin \alpha_R \\ &= 165,2 \cos 12^\circ - (-88) \sin 12^\circ = 179,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{je Schraube } V_d = 0,5 \cdot 179,9 = 89,9 \text{ kN}$$

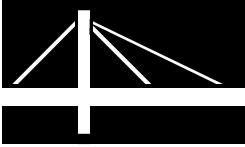
$$V_{a,R,d} = 0,55 \cdot \frac{100}{1,1} \cdot \frac{\pi \cdot 2,2^2}{4} = 190,1 \text{ kN} > 89,9$$

Stirnplatte

$$V_{R1} \geq 0 \Rightarrow \beta^P = \frac{31,5 + 0,5 \cdot 107}{23} = 3,7$$

$$\alpha_1^P = (1,8 \cdot 3,0 - 1,3) \frac{1}{3} \cdot 3,7 - (0,72 \cdot 3,0 - 0,53) = 3,42$$

$$\Rightarrow \alpha^P = 3,0$$



## 5. Beispiel

---

Stütze

$$\beta^S = \frac{41,5 + 0,5 \cdot 107}{23} = 4,13$$

$$\alpha_1^S = (1,8 \cdot 3,5 - 1,3) \frac{1}{3} \cdot 4,13 - (0,72 \cdot 3,5 - 0,53) = 4,89$$

$$\Rightarrow \alpha^S = 3,0$$

Kopfplatte

$$V_{I,R,d}^P = \frac{2,0 \cdot 2,2 \cdot 3,0 \cdot 36}{1,1} = 432 \text{ kN}$$

Stützenflansch

$$V_{I,R,d}^S = \frac{1,46 \cdot 2,2 \cdot 3,0 \cdot 24}{1,1} = 210,2 \text{ kN} > 89,9$$

Nachweis des Vouteneckbleches (Gleichungen 2.47 bis 2.49, Gleichung 2.41)

$$D_E = \frac{D_S}{\cos \alpha_E} = \frac{393,6}{\cos 45^\circ} = 556,6 \text{ kN}$$

$$d_E = 0,25 \cdot 742 \cos 45^\circ = 131,2 \text{ mm}$$

$$\text{erf } s_E = \frac{556,6}{13,12 \cdot 36 / 1,1} = 1,296 \text{ cm} \approx 13 \text{ mm}$$

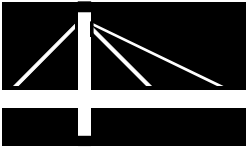
wegen der Schlankheit (Beulen) wird gewählt  $s_E = 17 \text{ mm}$ :

$$\text{grenz } \frac{d_E}{s_E} \leq 10 \sqrt{\frac{24}{36}} = 8,165$$

$$\text{vorh. } \frac{d_E}{s_E} = \frac{131,2}{17} = 7,718 < 8,165$$

$$(\text{bei } s_E = 16 \text{ folgt vorh. } \frac{d_E}{s_E} = 8,2 > 8,165!)$$

$$D_{E,Rd} = 1,7 \cdot 13,12 \cdot \frac{36}{1,1} = 729,9 \text{ kN}$$



## 5. Beispiel

---

### Lasteinleitung in den Stiel (Gleichungen 2.13 bis 2.16)

Flanschmodent

$$\begin{aligned} M_{S,Fl} &= 19 \cdot 1,46 (45 - 1,46) \cdot \frac{24}{1,1} \cdot 10^{-2} \\ &= 263,5 \text{ kNm} < M_{S4} = 303,2 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Stegnormalkraft

$$N_{Pl,Steg} = (45 - 2 \cdot 1,46) \cdot 0,94 \cdot \frac{24}{1,1} \cdot 863,0 \text{ kN} > N_{S4} = 184,8 \text{ kN}$$

→ Spannung  $\sigma_x$  im Schnitt 4-4

$$\sigma_x = \frac{-303,2 \cdot 100}{33740} (0,5 \cdot 45 - 1,46 - 2,1) = -17,02 \text{ kN/cm}^2$$

Schubspannung

$$\tau_d = \frac{393,6 + (-49,6)}{(45 - 2 \cdot 1,46) \cdot 0,94} = 8,7 \text{ kN/cm}^2$$

Aufnehmbare Druckspannung  $\sigma_{Z,d}$  aus Lasteinleitung infolge  $D_S$  (Gleichung 2.16):

$$\sigma_{Z,d1,2} = -\frac{17,02}{2} \pm \sqrt{\frac{17,02^2}{4} - 17,02^2 - 3 \cdot 8,7^2 + \left(\frac{24}{1,1}\right)^2}$$

$$\sigma_{Z,d1} = -2,88 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Z,d2} = -14,14 \text{ kN/cm}^2 = \min \sigma_{Z,d}$$

$$\Rightarrow \text{red } f_{y,k}^S = 14,14 \cdot 1,1 = 15,55 \text{ kN/cm}^2$$

Mitragende Länge

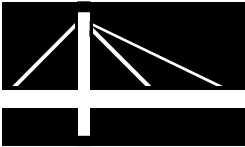
$$d'_{ES} = 0,25 \cdot 742 = 185,5 \text{ mm}$$

$$l^S = 185,5 + 2 \cdot (20 + 14,6 + 21) = 296,7 \text{ mm}$$

$$D_{S,Rd} = 29,67 \cdot 0,94 \cdot \frac{15,55}{1,1} = 394,4 \text{ kN}$$

Nachweis  $D_{S,Rd} = 394,4 \text{ kN} \geq D_S = 393,6 \text{ kN}$

Dieser Nachweis wurde in diesem Beispiel maßgebend für die Bemessung und die Ermittlung der erforderlichen Voutenhöhe  $h_E = 742 \text{ mm}$ .



## 5. Beispiel

### Lasteinleitung in den Riegel nach (Gleichung 2.42 bis 2.46)

$$D_R = \frac{\sin(45^\circ - 12^\circ)}{\cos 45^\circ} \cdot 393,6 = 303,2 \text{ kN}$$

Flanschmoment, plastische Stegnormalkraft

$$M_{R,F1} = 17 \cdot 1,27 (36 - 1,27) \cdot \frac{36}{1,1} \cdot 10^{-2}$$
$$= 245,4 \text{ kNm} > M_{R2} = 178,7 \text{ kNm}$$

$$N_{pl,Steg} = (36 - 2 \cdot 1,27) \cdot 0,8 \cdot \frac{36}{1,1} = 876 \text{ kN}$$

$$> N_{R2} = 84,5 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \sigma_x = 0$$

$$\tau_d = \frac{303,2 - 148,8}{(36 - 2 \cdot 1,27) \cdot 0,8} = 5,77 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,d1,2} = 0 \pm \sqrt{0 - 3 \cdot 5,77^2 + \left(\frac{36}{1,1}\right)^2}$$

$$\sigma_{z,d1} = +31,16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,d2} = -31,16 \text{ kN/cm}^2 = \min \sigma_{z,d}$$

$$d'_{ER} = \frac{d_E}{\sin(\alpha_E - \alpha_R)} = \frac{131,2}{\sin(45^\circ - 12^\circ)} = 240,8 \text{ mm}$$

$$l^R = 240,8 + 5(12,7 + 18) = 394,3 \text{ mm}$$

$$\text{red } f_{y,k}^R = 31,16 \cdot 1,1 = 34,28 \text{ kN/cm}^2$$

$$D_{R,Rd} = 39,43 \cdot 0,8 \cdot \frac{34,28}{1,1} = 982,9 \text{ kN} > 303,2$$

### Nachweis der Querschnittstragfähigkeit in den Schnitten 2-2 und 4-4 beim Voutenanfang nach Kapitel 2.3.1

Riegel

$$V_{pl,z,d} = (36 - 1,27) \cdot 0,8 \cdot \frac{36}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 525 \text{ kN}$$

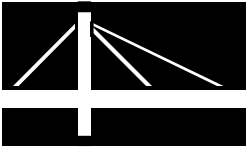
$$V_{Z,R2} = 148,8 \text{ kN} \leq 0,33 V_{pl,z,d} = 173,2 \text{ kN}$$

$$N_{pl,d} = 72,7 \cdot \frac{36}{1,1} = 2.379,3 \text{ kN}$$

$$N_{R2} = 84,5 \text{ kN} \leq 0,1 \cdot N_{pl,d} = 237,9 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 2 \cdot 510 \cdot \frac{36}{1,1} \cdot 10^{-2} = 333,8 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow \text{red } M_{pl,y,d} = 333,8 \text{ kNm} > M_{R2} = 178,7 \text{ kNm}$$



## 5. Beispiel

---

Stiel

$$V_{pl,z,d} = (45 - 1,46) \cdot 0,94 \cdot \frac{24}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 515,6 \text{ kN}$$

$$N_{pl,d} = 98,8 \cdot \frac{24}{1,1} = 2.155,6 \text{ kN}$$

$$N_{S4} = 184,8 \text{ kN} < 0,1 \cdot 2.155,6 = 215,6 \text{ kN}$$

$$V_{z,S4} = 49,6 < 0,33 \cdot 515,6 = 170,1 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 2 \cdot 851 \cdot \frac{24}{1,1} \cdot 10^{-2} = 371,3 \text{ kNm}$$
$$= \text{red } M_{pl,y,d} \geq M_{S4} = 303,2 \text{ kNm}$$

Schub in der oberen Rahmenecke (Gleichung 2.66)

$$Z_S = 341,9 \text{ kN} \leq V_{pl,z,d} = 515,6 \text{ kN}$$

Schweißnähte nach Kapitel 2.3.5

Riegelflansch/Stirnplatte St. 52,  $\alpha_w = 0,8$

$$\sigma_{w,R,d} = 0,8 \cdot \frac{36}{1,1} = 26,18 \text{ kN/cm}^2$$

$$a_{FRo} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{341}{2 \cdot 17 \cdot 26,18} \cdot 10 = 3,8 \text{ mm} \\ 0,5 \cdot 12,7 = 6,35 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow a_{FRo} = 7 \text{ mm}$$

$$> \sqrt{20} - 0,5 = 4 \text{ mm}$$

$$< 0,7 \cdot 12,7 = 9 \text{ mm}$$

Riegelsteg Stirnplatte

$$a_{SR} = \frac{179,9 \cos 12^\circ}{2 (36 - 2 \cdot 1,27) 26,18} \cdot 10 = 1 \text{ mm}$$

$$\min a_{SR} = \sqrt{20} - 0,5 = 4 \text{ mm}$$

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

$$\Rightarrow a_{SR} = 4 \text{ mm}$$

$$a_{FRu} = \sqrt{20} - 0,5 \approx 4 \text{ mm}$$

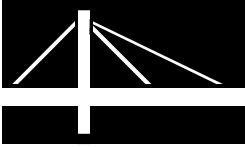
Stirnplatte - Eckblech (Gleichung 2.55 und 2.56)

$$T_{||} = D_S \tan \alpha_E = 393,6 \text{ kN}$$

$$T_{\perp} = D_S = 393,6 \text{ kN}$$

$$\text{erf } a_E^1 = \frac{393,6 \sqrt{\tan^2 45^\circ + 1}}{2 (74,2 - 74,2 \tan 12^\circ) 26,18} \cdot 10$$

$$\text{erf } a_E^1 = 1,8 \text{ mm}$$



## 5. Beispiel

---

Eckblech - Riegeluntergrut (Gleichung 2.57 bis 2.60)

$$T_{\parallel} = 556,6 \cos(45^\circ - 12^\circ) = 466,8 \text{ kN}$$

$$T_{\perp} = D_R = 303,2 \text{ kN}$$

$$\text{erf } a_E^2 = \frac{303,2 \cos 45^\circ}{2 \cdot 74,2 \cdot 26,18} \cdot 10 = 0,6 \text{ mm}$$

$$\min a_E = \sqrt{20} - 0,5 = 3,97 \approx 4 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow a_E = 4 \text{ mm} < 0,7 \cdot 12,7 \approx 9 \text{ mm}$$

Stützenkopfplatte - Stützensteg, St. 37, (Gleichung 2.61)

$$\alpha_w = 0,95 \Rightarrow \sigma_{w,R,d} = 0,95 \cdot \frac{24}{1,1} = 20,73 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{erf } a_{st} = \frac{341,9}{2(45 - 1,46 \cdot 2) 20,73} \cdot 10 = 1,96 \text{ mm}$$

$$\min a_{st} = \sqrt{12,7} - 0,5 = 3,1 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow a_{st} = 4 \text{ mm}$$

Stützenkopfplatte - Stützenflansch links

$$\min a_{FSl} = \sqrt{14,6} - 0,5 = 3,3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow a_{FSl} = 4 \text{ mm}$$

Stützenkopfplatte - Stützenflansch rechts (Gleichung 2.64)

$$\text{erf } a_{FSr} = \max \begin{cases} \frac{341,9 \cdot 10}{2 \cdot 19 \cdot 20,73} = 4,3 \text{ mm} \\ 0,5 \cdot 14,6 = 7,3 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow a_{FSr} = 8 \text{ mm} < 0,7 \cdot 12,7 = 9 \text{ mm}$$

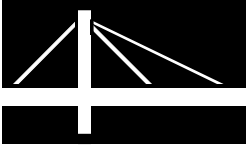
Kopfplattenabmessungen

$$t_p = 20 \text{ mm}$$

$$h_p = h_E + \ddot{u} + \frac{h_R}{\cos \alpha_R} - \frac{t_R / 2}{\cos \alpha_R} - b_E \tan \alpha_R$$

$$= 742 + 20 + \frac{360}{\cos 12^\circ} - \frac{\frac{1}{2} \cdot 12,7}{\cos 12^\circ} - 742 \cdot \tan 12^\circ = 965,8 \text{ mm}$$

$$b_p = b_R = 170 \text{ mm}$$



Ausdruck

Datum: 12.02.98  
Seite 2

**Berechnung eines biegesteifen Stirnplattenstoßes ohne Steifen**

Nach DIN 18800, Lit. Dangelmaier et al, Stahlbau 1/87

**Stirnplatte (Riegel) St 52**

**Abmessungen**  
Höhe: hP = 965,8 mm  
Breite: bP = 170,0 mm  
Dicke: tP = 20,0 mm

**Schweißnahtdicken**  
Riegelobergurt - Stirnplatte  
Riegelsteg - Stirnplatte  
Riegeluntergurt - Stirnplatte  
Stirnplatte - Eckblech, Riegeluntergurt

aFRo = 7,0 mm  
aSR = 4,0 mm  
aFRu = 4,0 mm  
aE = 4,0 mm

**Stirnplatte (Stiel) St 37**

**Abmessungen**  
Höhe: hSt = 445,1 mm  
Breite: bSt = 190,0 mm  
Dicke: tSt = 12,7 mm

**Schweißnahtdicken**  
Stielzugurt (links) - Stirnplatte  
Stielsteg - Stirnplatte  
Stielrückgurt (rechts) - Stirnplatte

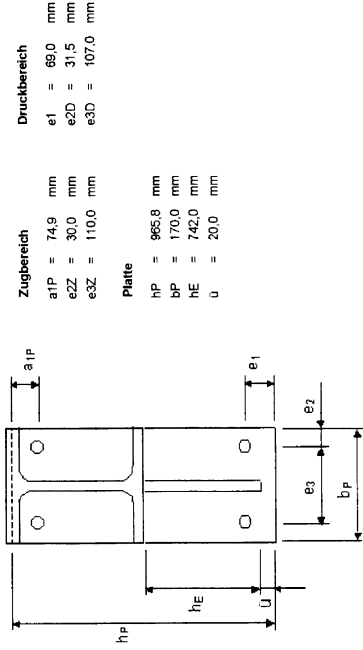
aFSl = 4,0 mm  
aSL = 4,0 mm  
aFSr = 8,0 mm

**2 Zulagebleche St 37**

**Abmessungen**  
Höhe: hZ = 150,0 mm  
Breite: bZ = 69,3 mm  
Dicke: tZ = 23,0 mm

**Eckblech St 52**  
Höhe: hE = 742,0 mm  
Breite: bE = 742,0 mm  
Dicke: tE = 17,0 mm  
Schweißnahtdicke: aE = 4,0 mm

**Riegelstirnplatte St 52**

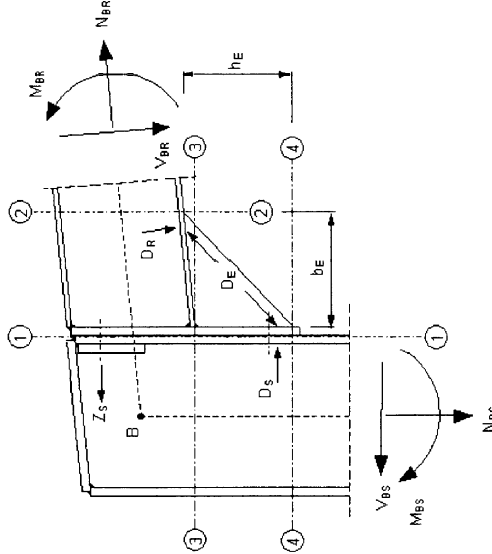


Ausdruck

Datum: 12.02.98  
Seite 1

**Berechnung eines biegesteifen Stirnplattenstoßes ohne Steifen**

Nach DIN 18800, Lit. Dangelmaier et al, Stahlbau 1/87



**Riegelprofil IPE 360 St 52**

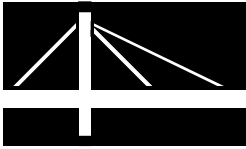
Riegelneigung: alphaR = 12,0 °  
Riegelstrecklast: qR = 22,0 kN/m

Knotengrößen		Schnitt 1 - 1		Schnitt 2 - 2	
MBR =	-339,5 kNm	MR1 =	-301,0 kNm	MR2 =	-178,7 kNm
VBR =	170,0 kN	VR1 =	165,2 kN	VR2 =	146,8 kN
NBR =	-89,0 kN	NR1 =	-88,0 kN	NR2 =	-84,5 kN

**Stielprofil IPE 460 St 37**

Stützende geneigt  
Stielstrecklast: qs = 3,0 kN/m

Knotengrößen		Schnitt 3 - 3		Schnitt 4 - 4	
MBS =	-339,5 kNm	MS3 =	-332,7 kNm	MS4 =	-303,2 kNm
VBS =	-51,7 kN	VS3 =	-51,3 kN	VS4 =	-48,6 kN
NBS =	-184,8 kN	NS3 =	-184,8 kN	NS4 =	-184,8 kN



Ausdruck

Datum: 12.02.98  
Seite 3

### Berechnung eines biegesteifen Stimplattenstoßes ohne Steifen

Nach DIN 18800, Lit. Dangelmaier et al., Stahlbau 1/87

#### Traglasten je Flanscheite mit Berechnungsgrößen

Stimplatte (Riegel)	Stiffenflansch	Zulagebleche
FuP = 200,1 kN	FuS = 87,5 kN	FuZ = 107,2 kN
KP = 370,5 mm	KS = 393,2 mm	KZ = 185,7 mm
ap = 60,6 mm	as = 52,3 mm	aZ = 50,0 mm
mpP = 32,7 kNm/cm	mpIS = 11,6 kNm/cm	mpIZ = 28,9 kNm/cm
np = 30,0 mm	ns = 40,0 mm	nZ = 40,0 mm
cp = 0,4 mm	cs = 1,0 mm	K = 17,9 kN
mp = 46,5 mm	ms = 29,3 mm	nZ = 29,3 mm
fp = 29,9 mm	IS = 16,4 mm	IZ = 24,0 mm
alphaP = 37,5 °	alphaS = 29,3 °	alphaZ = 30,4 °

Traglast nach Stahlbau 1/1987 S.16 ff:  $F_u = k \cdot mP / a$

Kornkraft:  $K = 17,9 \text{ kN}$

Zugkraft:  $ZS = 341,9 \text{ kN}$   $hw = 778,1 \text{ mm}$

$ZS = 1/hw \cdot [MR1 + (NR1 + (NR1 \cdot \cos(\alpha)R) + VR1 \cdot \sin(\alpha)R)] \cdot (hw + aZP - 0,5 \cdot hR / \cos(\alpha)R)]$

#### Schrauben im Zugbereich

0,5Zs+K = 188,9 kN  
 NRd = 257,0 kN  
 nrl = 2

#### Schrauben im Druckbereich

Vd = 89,0 kN  
 VRd = 190,0 kN  
 VRd = 210,2 kN  
 nRd = 2

Nachweise:  $F_uS + F_uZ = 194,7 \text{ kN} > 0,5Zs+K = 188,9 \text{ kN}$   
 $F_uP = 200,1 \text{ kN} > 0,5Zs+K = 188,9 \text{ kN}$

#### Schrauben in der Zugzone 2 - M 24, Roh, Güfte: 10.9

Gewindedurchm.:  $d1 = 24,0 \text{ mm}$   
 Lochdurchm.:  $dL = 25,0 \text{ mm}$   
 Locher gebührt  
 Schraube in der Scherfluge

Schrauben im Druckbereich 2 - M 22, Roh, Güfte: 10.9  
 d1E = 22,0 mm  
 Lochdurchm.:  $dLE = 23,0 \text{ mm}$   
 Locher gebührt  
 Schraube in der Scherfluge

Ausdruck

Datum: 12.02.98  
Seite 4

### Berechnung eines biegesteifen Stimplattenstoßes ohne Steifen

Nach DIN 18800, Lit. Dangelmaier et al., Stahlbau 1/87

#### Lasteneinleitungen nach DIN 18800 T1

**Riegel**  
 mitragende Länge:  $IR = 394,3 \text{ mm}$   
 reduzierte Fließspannung infolge Einwirkungen im Schnitt 2-2:  $red \cdot fyR = 342,8 \text{ N/mm}^2$   
 $DR = 303,2 \text{ kN}$   
 $DR, Rd = sR \cdot IR \cdot red \cdot fyRgM = 983,2 \text{ kN}$

**Stiel**  
 mitragende Länge:  $IS = 296,7 \text{ mm}$   
 reduzierte Fließspannung infolge Einwirkungen im Schnitt 4-4:  $red \cdot fyS = 155,6 \text{ N/mm}^2$   
 $DS = 393,6 \text{ kN}$   
 $DS, Rd = sS \cdot IS \cdot red \cdot fySgM = 394,6 \text{ kN}$   
 Kopierende Stiel:  $ZS = 341,9 \text{ kN} \leftarrow Vpl,d = 515,6 \text{ kN}$

#### Nachweis Voutenschieb nach DIN 18800 T2, Tab.15

mitragender Blechstreifen:  $dE = 131,2 \text{ mm}$   
 Blechdicke:  $sE = 17,0 \text{ mm}$   
 Druckkraft:  $DE = DS / \cos(\alpha)E = 566,6 \text{ kN}$   
 $DE, Rd = sE \cdot dE \cdot fyE / gM = 729,8 \text{ kN}$   
 vorh.  $dE/sE = 7,7 < 10 \cdot (240/fyR) \cdot 0,5 = 8,2$

#### Nachweis in den Schnitten 2,2 und 4,4 nach DIN 18800 T1, Tab.16

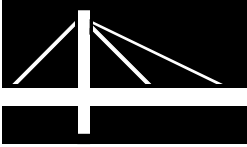
#### Riegel

$Mpl,d = 333,8 \text{ kNm}$   
 $Vpl,d = 525,0 \text{ kN}$   
 $Npl,d = 2379,3 \text{ kN}$   
 $red \cdot Mpl,d = 333,8 \text{ kNm} > Md = 178,7 \text{ kNm}$

#### Stiel

$Mpl,d = 371,3 \text{ kNm}$   
 $Vpl,d = 515,6 \text{ kN}$   
 $Npl,d = 2155,6 \text{ kN}$   
 $red \cdot Mpl,d = 371,3 \text{ kNm} > Md = 303,2 \text{ kNm}$

## 5. Beispiel



## A. ANHANG A: LITERATURVERZEICHNIS

---

- [1] Dangelmaier, P.; Pepin, R.; Schleich, J. B.; Valtinat, G.: Biegesteife Stirnplattenverbindungen aus St 37 und StE 460 mit Vouten ohne Rippen, Der Stahlbau 1/1987, S. 16 - 24
- [2] DIN 18800, Teil 1; Ausgabe November 1990
- [3] DIN 18800, Teil 2, Ausgabe November 1990
- [4] Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, Deutscher Stahlbauverband DSTV in Zusammenarbeit mit dem deutschen Ausschuß für Stahlbau; Stahlbau-Verlags-GmbH, Köln.
- [5] Steifenlose Stahlskeletttragwerke und dünnwandige Vollwandträger, Berechnung und Konstruktion, Europäische Konvention für Stahlbau (EKS), Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München, Düsseldorf, 1977.
- [6] Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4, Beuth-Kommentare, 2. Auflage, Beuth, Ernst & Sohn 1994
- [7] Klee, K.-D.; Brockmann, J.: Handbuch "Querkraftanschlüsse nach DIN 18800", Dlubal GmbH, Tiefenbach
- [8] Hotz, R.: Traglastversuche für Stützen - Riegelverbindungen mit verbesserter Wirtschaftlichkeit, Der Stahlbau 11/1983, S. 329-334