

Bauhaus-Universität Weimar

Fakultät Bauingenieurwesen
Studienrichtung Bauinformatik

Studienarbeit

*Implementierung eines Programms zur Untersuchung von
Schraubanschlüssen auf Abscheren und Lochleibung bei
mittiger Krafteinleitung*



Professur: Computergestützte Techniken
Prüfer: Prof. Dr.- Ing. habil. Georg Hohmann
Verfasser: Dipl. Ing. (FH) Gerhard Pülz
Mat.Nr: 991366
Gruppe: 98/C

Weimar, den 14. Januar. 2002

1. Gliederung

1. Gliederung
2. Einführung
3. Berechnungsgrundlagen
 - 3.1. Allgemeines
 - 3.2. Bezeichnungen
 - 3.3. Schraubenabstände
 - 3.4. Zulässige Festigkeiten der Schrauben
 - 3.5. Beanspruchbarkeit auf Abscheren
 - 3.6. Beanspruchbarkeit auf Lochleibung
 - 3.7. Nachweis einer Scher-Lochleibungs-Verbindung
4. Programmbedienung
 - 4.1. Allgemeine Bedienungshinweise
 - 4.2. Oberfläche des Programmfensters
 - 4.3. Oberfläche des Dialogs Randbedingungen
 - 4.4. Oberfläche der Ergebnisausgabe
5. Installationshinweise
 - 5.1. Systemanforderung
 - 5.2. Installation
6. Quellenverzeichnis

2. Einführung

Grundidee des Programms *Schraubanschlüsse Version 1.0* ist es, die wesentlichen Nachweise zur Bemessung einer symmetrischen Schraubverbindung mit mittiger Kraffteinleitung zu implementieren. Dies bedeutet, daß die Wirkungslinie der Kraft mit dem Schwerpunkt der Verbindungsmittel zusammenfällt, der Anschluß also momentenfrei ausgebildet wird. Die Belastung der Schrauben tritt dabei senkrecht zur Schraubenachse auf.

Die nach DIN 18800 Teil 1 erforderlichen Nachweise auf Lochleibung und Abscheren werden vom Programm überprüft. Das Programm führt die Nachweise auf Grenzlastniveau. Ebenso überprüft es die konstruktiven Randbedingungen wie zulässige Schraubengüten, Verbindungstypen, sowie minimal und maximal zulässige Rand- und Lochabstände. Damit wird gewährleistet, daß die Verbindung DIN gerecht ausgeführt wird. Die Schraubverbindung kann als SL, SLP, SLV und SLVP-Verbindung ausgeführt werden. Mehrschnittige Verbindungen sind möglich. Die Schraubenlöcher können als gebohrt oder gestanzt angenommen werden. Das Nennlochspiel kann vom Anwender frei eingestellt werden. Ebenso kann er angeben ob die Scherfuge im Schraubenschaft oder Gewindeteil liegt und ob eine lokale Beulgefahr besteht.

Das Programm stellt alle Eingabedaten und Nachweise übersichtlich und nachvollziehbar in einem Ausgabefenster dar. Eine graphische Darstellung der Verbindung unterstützt den Anwender bei der Eingabe und macht die

Ausgabe verständlicher. Das Programm bietet dem Anwender ein „Look and Feel“ von gewohnten Windowsprogrammen. Bekannte Funktionen wie Speichern, Drucken, etc. stehen dem Anwender zur Verfügung.

Die Implementierung des Programms erfolgte in VisualBasic 6.0

3. Berechnungsgrundlagen

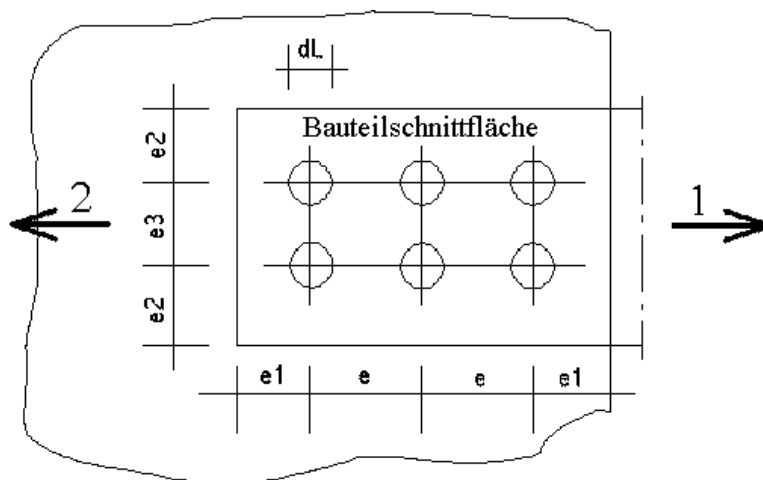
3.1. Allgemeines

Grundlage ist die DIN 18800, Ausgabe 1990. Bei den Scher-Lochleibungs-Verbindungen werden die Beanspruchbarkeit auf Abscheren und Lochleibung nachgewiesen. Zusätzlich wird gezeigt, daß das Material im Bereich der Lochschwächungen nicht reißt oder Korrosionsgefahr besteht, indem bestimmte Mindest- und Höchstabstände einzuhalten sind. Bei *unmittelbaren Stößen* dürfen grundsätzlich höchstens acht Schrauben in Krafrichtung hintereinander angeordnet werden, da sonst eine gleichmäßige Kraftverteilung auf alle Schrauben nicht mehr angenommen werden kann.

3.2. Bezeichnungen

e	Lochabstand in Krafrichtung in mm
e_1	Randabstand in Krafrichtung in mm
e_2	Randabstand senkrecht zur Krafrichtung in mm
e_3	Lochabstand senkrecht zur Krafrichtung in mm
h	nötige Anschlußhöhe in mm
b	nötige Anschlußbreite in mm
d	Nenndurchmesser der Schraube in mm
d_{sch}	Schaftdurchmesser in mm
Δd	Nennlochspiel in mm
d_L	Lochdurchmesser in mm
A	Querschnittsfläche einer Schraube in cm^2
A_{sch}	Querschnittsfläche im Schaft einer Schraube in cm^2
A_{sp}	Reduzierter Spannungsquerschnitt einer Schraube in cm^2
t_i	Materialdicke des angeschlossenen Bauteils i in mm
m	Schnittigkeit der Verbindung
α_a	Abscherbeiwert
α_L	Lochleibungsbeiwert
V_d	Anschlußkraft in kN
V_{aRd}	Abscherkraft einer Schraube pro Scherfuge in kN
$V_{IRd,1}$	Lochleibungskraft einer Schraube im Blech 1 in kN
$V_{IRd,2}$	Lochleibungskraft einer Schraube im Blech 2 in kN
$\min V_{Rd}$	Aufnehmbare Kraft einer Schraube in kN
$\Sigma \min V_{Rd}$	Verbindungsgrenzlast in kN
η	Beanspruchungsgrad
f_{ubk}	Zugfestigkeit der Schrauben in N/mm^2
f_{yk}	Streckgrenze der angeschlossenen Bauteile in N/mm^2

3.3. Schraubenabstände



Schaftdurchmesser d_{sch} :

Schraubenart	d_{sch}
Rohe Schraube (SL und SLV)	d
Paßschraube (SLP und SLVP)	$d + 1 \text{ mm}$

Lochdurchmesser d_L :

$$d_L = \Delta d + d_{sch}$$

Schraubenart	Δd
Rohe Schraube (SL und SLV)	$0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2,0 \text{ mm}$
Paßschraube (SLP und SLVP)	$\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$

Rand- und Lochabstände für Schrauben:

a) Für gebohrte Löcher:

Abstand	kleinste zulässige Abstände	größte zulässige Abstände	
		Zur Sicherung gegen lokales Beulen	Wenn lokale Beulgefahr nicht besteht
e	$\geq 2,2 \cdot d_L$	$\leq 6 \cdot d_L$ oder $12 \cdot t$	$\leq 10 \cdot d_L$ oder $20 \cdot t$
e_1	$\geq 1,2 \cdot d_L$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$
e_2	$\geq 1,2 \cdot d_L$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$
e_3	$\geq 2,4 \cdot d_L$	$\leq 6 \cdot d_L$ oder $12 \cdot t$	$\leq 10 \cdot d_L$ oder $20 \cdot t$

b) Für gestanzte Löcher:

Abstand	kleinste zulässige Abstände	größte zulässige Abstände	
		Zur Sicherung gegen lokales Beulen	Wenn lokale Beulgefahr nicht besteht
e	$\geq 3,0 \cdot d_L$	$\leq 6 \cdot d_L$ oder $12 \cdot t$	$\leq 10 \cdot d_L$ oder $20 \cdot t$
e ₁	$\geq 1,5 \cdot d_L$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$
e ₂	$\geq 1,5 \cdot d_L$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$	$\leq 3 \cdot d_L$ oder $6 \cdot t$
e ₃	$\geq 3,0 \cdot d_L$	$\leq 6 \cdot d_L$ oder $12 \cdot t$	$\leq 10 \cdot d_L$ oder $20 \cdot t$

c) Bei einschnittigen Verbindungen mit nur einer Schraube in Krafrichtung wird das Element 807 der DIN 18800 Teil 1 berücksichtigt. Die kleinsten zulässigen Rand- und Lochabstände werden in diesem Fall begrenzt auf:

Abstand	kleinste zulässige Abstände
e	bleibt unverändert
e ₁	$\geq 2,0 \cdot d_L$
e ₂	$\geq 1,5 \cdot d_L$
e ₃	bleibt unverändert

Anmerkung: Im Programm werden die maximal zulässigen Abstände ausschließlich über die Lochdurchmesser d_L ermittelt.

3.4 Zulässige Festigkeiten der Schrauben

Zulässige Schraubenfestigkeitsklassen und Ausführungsform der Verbindung:

Ausführungsform	Schraubenfestigkeitsklasse
SL und SLP	4.6 / 5.6 / 8.8 / 10.9
SLV und SLVP	8.8 / 10.9

SL = Scher-Lochleibungsverbindung ohne Vorspannung

SLP = Scher-Lochleibungsverbindung mit Paßschrauben ohne Vorspannung

SLV = Scher-Lochleibungsverbindung mit planmäßiger Vorspannung ohne Reibflächenvorbereitung

SLVP = Scher-Lochleibungsverbindung mit planmäßiger Vorspannung ohne Reibflächenvorbereitung mit Paßschrauben

Zulässige Schraubenfestigkeitsklassen und Bauteilwerkstoff der Verbindung:

Bauteilwerkstoff	Schraubenfestigkeitsklasse
S 235 (St 37)	4.6 / 5.6 / 8.8 / 10.9
S 355 (St 52)	5.6 / 8.8 / 10.9

3.5. Beanspruchbarkeit auf Abscheren

Beiwert α_a für Abscheren:

Schraubenfestigkeitsklasse	Beiwert α_a
4.6	0,60
5.6	0,60
8.8	0,60
10.9	0,55

Maßgebender Schraubenquerschnitt:

$A = A_{sch}$ = Schaftquerschnitt, wenn sich die Scherfuge im Schaft der Schraube befindet

$A = A_{sp}$ = reduzierter Spannungsquerschnitt, wenn sich die Scherfuge im Gewinde der Schraube befindet

	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 36
$A_{sch} R$	1,13	2,01	3,14	3,80	4,52	5,73	7,07	10,18
$A_{sch} P$	1,33	2,27	3,46	4,15	4,91	6,16	7,55	10,75
A_{sp}	0,843	1,57	2,45	3,03	3,53	4,59	5,61	8,17

[1]

A_{sch} liefert für rohe Schrauben (R) und Paßschrauben (P) unterschiedliche Werte.

Anmerkung: Das Programm verwendet intern für A_{sch} nicht die Tabelle, sondern errechnet es nach der folgenden Formel:

$$A_{sch} = \frac{d_{sch}^2 \cdot \pi}{4}$$



Zugfestigkeit f_{ubk} für Schrauben:

Schraubenfestigkeitsklasse	Zugfestigkeit f_{ubk}
4.6	400 N/mm ²
5.6	500 N/mm ²
8.8	800 N/mm ²
10.9	1000 N/mm ²

Aufnehmbare Abscherkraft V_{aRd} für eine Schraube pro Scherfuge:

$$V_{aRd} = A \cdot \alpha_a \cdot \frac{f_{ubk}}{\gamma_M} \quad \gamma_M = 1,1$$

Zum Ermitteln der Abscherkraft der gesamten Schraube muß V_{aRd} mit der Schnittigkeit m multipliziert werden.

3.6. Beanspruchbarkeit auf Lochleibung

Beiwert α_L für Lochleibung:

α_L in Abhängigkeit des Lochabstandes e in Richtung der zu übertragenden Kraft und der Abstände e_2 und e_3 quer dazu

	$2,2 \leq e/d_L < 3,5$
$1,2 \leq e_2/d_L < 1,5$	$0,53 - 0,72 \cdot \frac{e}{d_L} + \left(1,2 \cdot \frac{e}{d_L} - 0,86\right) \cdot \frac{e_2}{d_L}$
$2,4 \leq e_3/d_L < 3,0$	$0,53 - 0,72 \cdot \frac{e}{d_L} + \left(0,6 \cdot \frac{e}{d_L} - 0,43\right) \cdot \frac{e_3}{d_L}$
$1,5 \leq e_2/d_L < 3,0$ $3,0 \leq e_3/d_L < 6,0 (10,0)$	$1,08 \cdot \frac{e}{d_L} - 0,77$

	$3,5 \leq e/d_L < 6,0 (10,0)$
$1,2 \leq e_2/d_L < 1,5$	$-2 + 3,33 \cdot \frac{e_2}{d_L}$
$2,4 \leq e_3/d_L < 3,0$	$-2 + 1,66 \cdot \frac{e_3}{d_L}$
$1,5 \leq e_2/d_L < 3,0$ $3,0 \leq e_3/d_L < 6,0 (10,0)$	3

α_L in Abhängigkeit des Randabstandes e_1 in Richtung der zu übertragenden Kraft und der Abstände e_2 und e_3 quer dazu

	$1,2 \leq e_1/d_L < 3,0$
$1,2 \leq e_2/d_L < 1,5$	$0,2 - 0,75 \cdot \frac{e_1}{d_L} + \left(1,23 \cdot \frac{e_1}{d_L} - 0,33 \right) \cdot \frac{e_2}{d_L}$
$2,4 \leq e_3/d_L < 3,0$	$0,2 - 0,75 \cdot \frac{e_1}{d_L} + \left(0,616 \cdot \frac{e_1}{d_L} - 0,16 \right) \cdot \frac{e_3}{d_L}$
$1,5 \leq e_2/d_L < 3,0$ $3,0 \leq e_3/d_L < 6,0 (10,0)$	$1,1 \cdot \frac{e_1}{d_L} - 0,30$

[6]

Anmerkung: Das Programm unterscheidet intern sechs mögliche Fälle zu Ermittlung von α_L für eine Schraube:

Fall	Maßgebend in Kraftrichtung	Maßgebend senkrecht zur Kraftrichtung	
		e_2	e_3
Fall 1	e	X	
Fall 2		X	X
Fall 3			X
Fall 4	e_1	X	
Fall 5		X	X
Fall 6			X

Für Fall 2 und Fall 5 errechnet das Programm zwei α_L -Werte. Einen mit dem Randabstand e_2 , den anderen mit dem Lochabstand e_3 . Es vergleicht die beiden Werte und übernimmt den kleineren als den für die Schraube maßgebenden α_L -Wert.

Charakteristische Streckgrenze f_{yk} des Bauteilwerkstoffs:

Bauteilwerkstoff	Streckgrenze f_{yk}
S 235 (St 37)	240 N/mm ²
S 355 (St 52)	360 N/mm ²

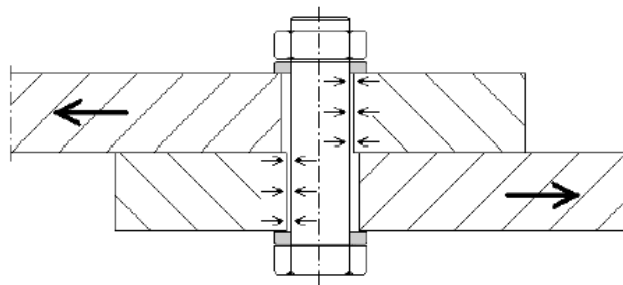
Grenz Lochleibungskraft V_{IRd} :

$$V_{IRd} = t \cdot \alpha_L \cdot d_{Sch} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \quad \gamma_M = 1,1$$

Bei einschnittigen, ungestützten Verbindungen mit nur einer Schraube in Krafrichtung wird das Element 807 der DIN 18800 Teil 1 berücksichtigt. Dabei wird die aufnehmbare Lochleibungskraft mit dem Faktor 1,2 abgemindert:

$$V_{IRd} = t \cdot \alpha_L \cdot d_{Sch} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \cdot \frac{1}{1,2} \quad \gamma_M = 1,1$$

3.7. Nachweis einer Scher-Lochleibungs-Verbindung



[7]

Es muß gezeigt werden, daß die Grenzabscherkräfte je Schraube und die Lochleibungskräfte in beiden Blechen, sowie die zulässigen Schraubenabstände eingehalten sind.

Nachweisschema:

1. Überprüfung ob die zulässigen Abstände eingehalten sind
2. Ermittlung der Beanspruchbarkeit auf Abscheren ergibt V_{aRd}
3. Ermittlung der Beanspruchbarkeit auf Lochleibung im Blech 1 ergibt $V_{IRd,1}$
4. Ermittlung der Beanspruchbarkeit auf Lochleibung im Blech 2 ergibt $V_{IRd,2}$
5. Feststellen des Minimalwertes der Beanspruchbarkeit aus 1 bis 3 ergibt $\min V_{Rd}$
6. Ermittlung der Summe von $\min V_{Rd}$ über alle Schrauben im Anschluß
7. Ermittlung des Beanspruchungsgrades $\eta = \frac{V_d}{\sum \min V_{Rd}}$
8. Nachweis: $\eta \leq 1$

4. Programmbedienung

4.1 Allgemeine Bedienungshinweise

Das Programm *Schraubanschlüsse Version 1.0* ist von der Bedienung her dem *Windows Standard* angepaßt. Das heißt, die Bedienung erfolgt im Allgemeinen wie bei bekannten Windows Programmen.

Quickinfo:

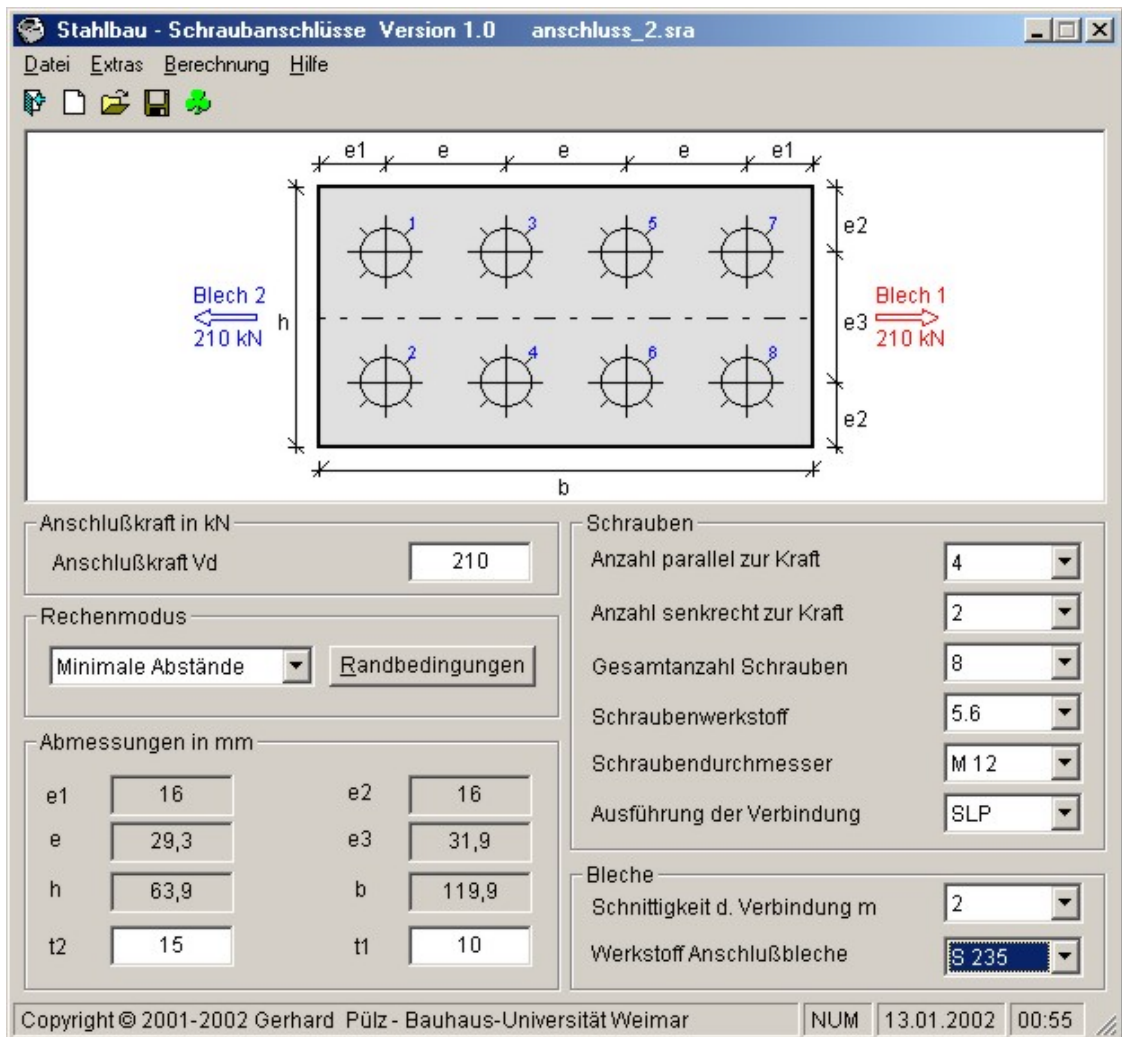
Zur Erleichterung der Eingabe stehen Ihnen für alle wichtigen Steuerelemente *Quickinfotexte* zur Verfügung. Diese beschreiben nochmals genau welche Eingabe an der jeweiligen Stelle benötigt wird, beziehungsweise welche Funktion hinter dem Steuerelement steckt. Um den Quickinfotext anzuzeigen halten Sie Ihren Mauszeiger kurze Zeit ruhig auf das Steuerelement, über das Sie eine nähere Information wollen.

Funktionstasten und Bedienung mit der Tastatur:

Oft ist es ergonomisch bequemer und schneller ein Programm nur über die Tastatur zu bedienen, weil der Wechsel zwischen Tastatur und Maus entfällt. Funktionstasten bieten einen schnelleren Zugriff auf häufig benötigte Befehle. Um zum Beispiel die Berechnung zu starten, können Sie in der Menüleiste "Berechnung / Berechnung starten" wählen, in der Symbolleiste auf das Kleeblatt klicken oder die Taste "F5" drücken. Standardmäßig können, wie in Windows üblich, *Menüleisten*, *Optionbuttons* und *Buttons* mit Alt und dem unterstrichenen Buchstaben auf dem Steuerelement, direkt angesprungen werden. Hier ist eine vollständige Liste der verfügbaren Tastenkombinationen:

Tastenkombination	Funktion
Strg + N	Datei / Neu
Strg + O	Datei / Öffnen
Strg + S	Datei / Speichern
Strg + Q	Datei / Beenden
F12	Datei / Speichern unter ...
Strg + T	Extras / Taschenrechner
F1	Hilfe / Programminfo
F5	Berechnung / Berechnung starten
Strg + F5	Berechnung / Verbindungsgrenzlast
Tab	Eingabefeld vorwärts
Shift + Tab	Eingabefeld rückwärts
Alt	Menüleiste
Pfeiltasten	Optionen auswählen

4.2 Oberfläche des Programmfensters



Die Oberfläche des Programms ist sehr dynamisch gestaltet, so daß sie sich zur Laufzeit automatisch selbst anpaßt. Unter anderem werden die Einträge in den *Comboboxen* ständig aktualisiert. Wenn der Anwender zum Beispiel die Schraubengüte 4.6 eingestellt hat und die Werkstoffgüte des Blechs von S 235 auf S 355 setzt, wird automatisch die Schraubengüte auf 5.6 gesetzt, da bei S 355 keine 4.6er Schrauben zulässig sind.

Menüpunkt Datei

Der Menüpunkt *Datei* enthält die Einträge *Neu*, *Öffnen*, *Speichern*, *Speichern unter...* und *Beenden*. Mit *Neu* kann der Benutzer des Programms alle Einstellungen auf Standardwerte zurücksetzen. *Öffnen* öffnet ein Dialogfenster, in dem man ein vorher abgespeichertes Projekt auswählen kann. Wurde ein Projekt geöffnet oder abgespeichert, wird der Dateiname in der Titelleiste des Programms und der Ergebnisausgabe angezeigt. *Speichern* speichert die Einstellungen des Programms in einem eigenen Dateiformat mit der Endung *.sra. *Speichern unter...* öffnet ein Dialogfenster in dem man

den Speicherort und Dateinamen festlegen kann. Mit Beenden verläßt man das Programm.

Menüpunkt Extras

Der Menüpunkt *Extras*, enthält den Eintrag *Taschenrechner* mit dem man den Windows eigenen Taschenrechner aufrufen kann.

Menüpunkt Berechnung

Der Menüpunkt *Berechnung* enthält die Einträge *Berechnung starten* und *Verbindungsgrenzlast*. Mit *Berechnung starten* wird die Ergebnisausgabe aufgerufen, in der alle Eingabedaten, Berechnungen und Nachweise angezeigt und ausgedruckt werden können. *Verbindungsgrenzlast* ruft eine Meldung auf, in der die Verbindungsgrenzlast des aktuell eingestellten Anschlusses angezeigt wird.

Menüpunkt Hilfe

Der Menüpunkt *Hilfe* enthält den Eintrag *Programminfo...*, in dem Informationen zu diesem Programm angezeigt werden.

Symbolleiste

In der Symbolleiste sind die häufig benötigten Einträge *Beenden*, *Neu*, *Öffnen*, *Speichern* und *Berechnung starten* der Menüleiste noch einmal aufgeführt.

Anschlußkraft in kN

Hier wird die Verbindungskraft V_d in kN eingegeben. Da die Nachweise auf Grenzlastniveau geführt werden, muß der Wert bereits mit den Teilsicherheitsbeiwerten 1,35 für ständige Lasten, beziehungsweise 1,5 für veränderliche Lasten multipliziert sein.

Rechenmodus

Mit dem Knopf *Randbedingungen* kann das Dialogfenster zum Einstellen der Randbedingungen aufgerufen werden. Der Auswahlpunkt *Minimale Abstände* setzt die Lochabstände e , e_1 , e_2 und e_3 automatisch auf minimal zulässige Werte. Analog dazu funktioniert *Maximale Abstände*. Mit der Auswahl *Freie Abstände* kann der Anwender die Lochabstände e , e_1 , e_2 und e_3 selbst innerhalb der zulässigen Werte einstellen.

Abstände in mm

Hier werden die Lochabstände e , e_1 , e_2 und e_3 angezeigt beziehungsweise eingestellt. Ebenso wird die benötigte Höhe h und Breite b des Anschlusses angezeigt. Mit t_1 und t_2 können die Dicken der Bleche eingegeben werden. Die minimal zulässige Blechdicke beträgt 3 mm. Die maximal zulässige Blechdicke für ein Einzelblech beträgt 40 mm.

Schrauben

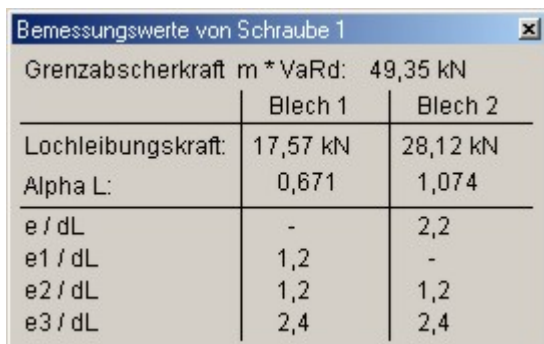
Zunächst wird hier das Schraubenraster eingestellt, indem man die Anzahl der Schrauben senkrecht und parallel zur Krafrichtung auswählt. Die Gesamtanzahl der Schrauben kann für ein gewähltes Schraubenraster verringert werden, indem die Anzahl der linken äußeren Schraubenspalte geändert wird. Dabei werden die Schrauben automatisch symmetrisch zur Wirkungslinie der Kraft angeordnet. Schraubendurchmesser, Werkstoffgüte der Schrauben und die Ausführungsform der Verbindung werden ebenfalls hier eingestellt. Mit der Wahl des Verbindungstyps legt der Anwender indirekt fest, ob es sich bei den gewählten Schrauben um Paßschrauben oder rohe Schrauben handelt.

Bleche

Hier wird die Schnittigkeit der Verbindung eingestellt und ausgewählt aus welchem Material die anzuschließenden Bauteile sind. Im Allgemeinen werden die anzuschließenden Bauteile in diesem Programm als Bleche bezeichnet. Natürlich können aber auch andere Profiltypen wie U-Profile, etc. eingesetzt werden.

Skizzenfenster

Im Skizzenfenster wird die aktuell eingestellte Verbindung graphisch dargestellt. Dies erleichtert die Eingabe, zumal die Graphik maßstäblich korrekt ist.



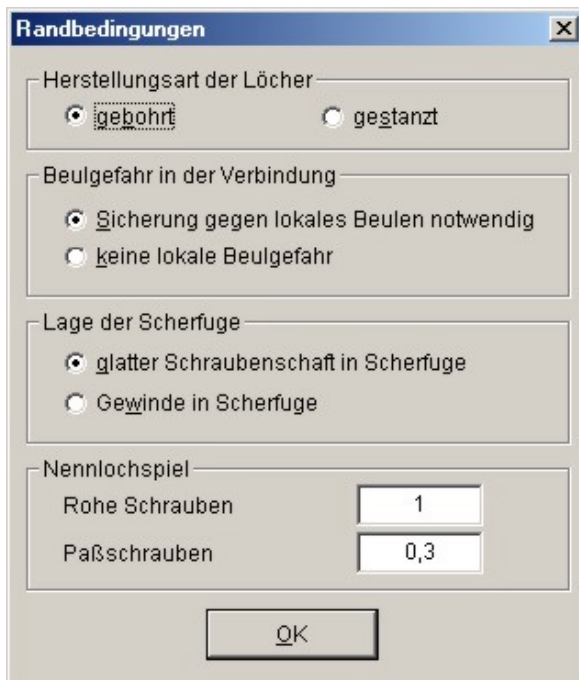
	Blech 1	Blech 2
Grenzabscherkraft $m \cdot VaRd$:	49,35 kN	
Lochleibungskraft:	17,57 kN	28,12 kN
Alpha L:	0,671	1,074
e / dL	-	2,2
$e1 / dL$	1,2	-
$e2 / dL$	1,2	1,2
$e3 / dL$	2,4	2,4

Die Schrauben in der Skizze können angeklickt werden. In dem sich öffnenden Fenster werden dann nähere Informationen zur ausgewählten Schraube angezeigt. Dies sind die Grenzabscherkraft, die Lochleibungskräfte für beide Bleche mit ihren zugehörigen Alpha Werten, und die relevanten Geometrieverhältnisse.

Statusleiste

Die Statusleiste zeigt das Systemdatum, Uhrzeit und Copyright Informationen an. Außerdem kann der Anwender erkennen ob die Num-Lock Taste gedrückt ist.

4.3 Oberfläche des Dialogs Randbedingungen



Herstellungsart der Löcher

Hier wird festgelegt, ob die Schraubenlöcher gebohrt oder gestanzt ausgeführt werden.

Beulgefahr in der Verbindung

Hier wird eingestellt, ob in der Verbindung lokale Beulgefahr besteht oder nicht.

Lage der Scherfuge

Hier wird festgelegt ob die Scherfugen der Verbindung im glatten Schraubenschaft liegen oder im Gewindeteil. Liegen die Scherfugen im Gewindeteil, sind keine Paßschrauben einsetzbar.

Nennlochspiel

Hier wird das Nennlochspiel mit dem die Lochdurchmesser berechnet werden, für rohe Schrauben und Paßschrauben eingestellt. Zulässig sind für rohe Schrauben Werte zwischen 0,3 mm und 2 mm, für Paßschrauben Werte zwischen 0 mm und 0,3 mm

4.4 Oberfläche der Ergebnisausgabe

The screenshot shows a software window titled "Ergebnisausgabe für anschluss_2.sra". The window has a menu bar with "Schließen" and "Drucken" options. Below the menu bar are icons for a printer and a document. The main content area is divided into two sections: "Eingabedaten:" and "Berechnung:".

Eingabedaten:

Gewählte Schrauben: 8 Stück M 12 / 5.6 - P

Ausführungsform der Verbindung: SLP - gebohrt
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,1$
 Sicherung gegen lokales Beulen notwendig!

Schnittigkeit $m = 2$
 Abscherbeiwert $\alpha_a = 0,6$
 Der glatte Schraubenschaft liegt in der Scherfuge!

Blechdicke Blech 1 t_1 [mm] = 10
 Blechdicke Blech 2 t_2 [mm] = 15
 Nennlochspiel Δd [mm] = 0,3
 Lochdurchmesser d_L [mm] = 13,3
 Werkstoff Blech (S 235) f_{yk} [N/mm²] = 240

Abstand der Schrauben parallel zur Kraft e [mm] = 29,3
 Abstand der Schrauben vom Rand parallel zur Kraft e_1 [mm] = 16
 Abstand der Schrauben senkrecht zur Kraft e_2 [mm] = 16
 Abstand der Schrauben vom Rand senkrecht zur Kraft e_3 [mm] = 31,9

Gesamthöhe der Schnittfläche h [cm] = 63,9
 Gesamtbreite der Schnittfläche b [cm] = 119,9

Anschlußkraft V_d [kN] = 210

Berechnung:

Die Ergebnisausgabe stellt die Funktion *Drucken* zur Verfügung. Damit kann der Inhalt auf einem Drucker ausgegeben werden. Die Ausgabe ist editierbar und unterstützt *Drag and Drop*. Die Ergebnisausgabe arbeitet nach bekannten Windows Motto – *What you see is what you get* (WYSIWYG) damit das Druckergebnis so erscheint wie man es auf dem Bildschirm sieht. Mit dem Knopf *Schließen* beendet man nur die Ergebnisausgabe, nicht das gesamte Programm. Wurde die Ausgabe editiert, wird diese Änderung nicht in der Projektdatei mit abgespeichert.

5. Installationshinweise

5.1 Systemanforderung

- Minimale Hardwareausstattung: 486er mit 8 MB Arbeitsspeicher, SVGA Graphikkarte.
- Es muß Windows 95/98/ME/NT/2000/XP installiert sein!
- Die Bildschirmauflösung muß mindestens 800 x 600 Pixel betragen.
- Damit die Farben richtig dargestellt werden, sollte mindestens 16 Bit Farbtiefe eingestellt sein.

5.2 Installation

Kopieren sie die Datei `schraubanschluss.exe` auf ihre Festplatte und klicken sie diese doppelt an. Wenn das Programm nicht hochfahren sollte oder Fehlermeldungen angezeigt werden, müssen sie die Runtime Dateien installieren. Dies geschieht, indem sie die folgende Installation durchführen.

- Schließen sie alle laufenden Programme.
- Klicken sie die Datei `setup.exe` im Verzeichnis Setup auf der CD doppelt an. Das Setupprogramm leitet sie dann menügeführt durch die Installation.
- Unter Umständen sind einige Installationsdateien bereits auf Ihrem System in einer neueren Version vorhanden. Es erscheint dann die Meldung "Die Datei ... ist bereits in einer neueren Version vorhanden... Soll die Datei beibehalten werden?" Diese Frage sollten sie mit [JA] beantworten.
- Genauso kann es passieren, daß zur Durchführung der Installation ihre Systemdateien aktualisiert werden müssen (insbesondere wenn sie Windows 95 oder eine ältere Version von Windows 98 installiert haben). Dies übernimmt das Installationsprogramm für sie. Es erscheint dann die Meldung "Setup kann nicht fortgesetzt werden, da einige Systemdateien auf ihrem System nicht mehr aktuell sind ...". Um die Aktualisierung abzuschließen, starten sie den Computer neu und rufen sie das Installationsprogramm noch einmal auf. (Datei `setup.exe` doppelt anklicken.)

6. Quellenverzeichnis

Für die *Berechnungsgrundlagen* wurden die Quellen [1] bis [8] verwendet. Da die meisten Aussagen in den Quellen ähnlich oder identisch strukturiert wiederzufinden sind, wurden in der Ausarbeitung nur die Quellen extra vermerkt die spezielle, besondere Informationen bieten. Die Quellen [9] bis [21] haben als Grundlage und Nachschlagewerke zur Programmierung gedient. Komplett übernommener Code wurde im Quelltext entsprechend gekennzeichnet.

[1] Bautabellen für Ingenieure, Schneider, 11. – 13. Auflage, Werner-Verlag, Düsseldorf

[2] Bautechnische Zahlentafeln, Wendehorst, 26. Auflage, Teubner Verlag, Stuttgart

[3] Stahlbau 1, Thiele / Lohse, 22. Auflage, B.G. Teubner Stuttgart

[4] Vorlesungsskriptum Stahlbau, Prof. Dr. Ing. Hilverling, FH Coburg, 1996

[5] DIN 18800 Teil 1, 11.1990, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[6] Beuth Kommentare, J. Lindner / J. Scheer / H. Schmidt, 3. Auflage 1998, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[7] Schraubverbindungen Stahl, Friedrich + Lochner GmbH, 2000

[8] Formeln und Tabellen Stahlbau, E. Prechetzek / E.-M. Kaufmann, Vieweg Verlag, Braunschweig 1999

[9] Visual Basic 6, Dr M. Kirstein, Data Becker, Düsseldorf, 1. Auflage 1998

[10] Visual Basic 6 - Das Buch, Evangelos Petroustos, Sybex Verlag, Düsseldorf, 1. Auflage 1998

[11] Visual Basic 6 in 21 Tagen, Georg Perry, Markt & Technik Verlag, München, 1999

[12] Visual Basic 6 Grundlagen, RRZN Universität Hannover, 1998

[13] Visual Basic Graphics Programming, Rod Stephens, Wiley & Sons Inc., New York, 2000

[14] <http://www.vbcenter.de/>

[15] http://members.aol.com/andykkwtz/_private/vb.htm

[16] <http://www.shadoware.de/>

[17] <http://www.schmittis-page.de/>

[18] <http://www.vbforum.de/>

[19] <http://www.vb-tec.de/>

[20] <http://home.mayn.de/cvbimhof/beispiel.htm>

[21] <http://homepages.compuserve.de/DiplPackulat/Default.htm>

Ich erkläre, daß ich diese Studienarbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen verwendet habe.

Weimar, den 14. Januar. 2002

.....
Dipl. Ing. (FH) Gerhard Pülz

