



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70080-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-STAHL

Stahlstützenfuß mit Betonfundament
und
Trägeranschlüsse

Oktober 2005

4H-STAHL

Stahlstützenfuß mit Betonfundament und Trägeranschlüsse

Copyright 2001-2005

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

pcae versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert. Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter www.pcae.de**.

Teile dieses Handbuches dürfen unter Angabe der Quelle vervielfältigt werden.

Produktbeschreibung

##-STAHL ist eine Sammlung von Nachweis- und Bemessungsprogrammen für den Bereich Stahlbau. ##-STAHL ist ein Produkt der [pcae](#) GmbH, Hannover.

Die Anwendungen umfassen:

##-STAHL - Stahlbaudetailnachweise

Schwerpunkte sind Biegedrillknick- und Beulnachweise, Spannungsnachweise dünnwandiger Querschnitte sowie Rahmenecken, Stöße und Fußpunktkonstruktionen.

##-STAHL - Typisierte Verbindungen

Berechnung der Bauteiltypen des DSTV-Ringbuches: Pfettenstoß, Rippenlose Lasteinleitung, gelenkiger Trägeranschluss, Stirnplattenstoß, gelenkiger Fußpunkt und Köcherfundament.

##-STAHL - Kranbahnträger

Berechnung von Kranbahnträgern über maximal neun Felder mit Spannungs-, Biegedrillknick- und Betriebsfestigkeitsnachweisen.

In diesem Handbuch werden die folgenden beiden Module beschrieben:

##-STAHL - Stahlstützenfuß mit Betonfundament und ##-STAHL - Trägeranschlüsse.

##-STAHL - Stahlstützenfuß mit Betonfundament, führt die erforderlichen Nachweise für die Fußpunktkonstruktion und das zugehörige Stahlbetonfundament. Der Fußpunkt besteht aus dem Stützenprofil, der Kopfplatte, den Ankerschrauben und ggf. einer Schubknagge. Für das Fundament werden die Standsicherheit nachgewiesen und die Stahlbetonbemessung durchgeführt. Grundlage sind die Normen DIN 18800 (Stahlbaunachweise), DIN 1054 (Standsicherheit), DIN 4017 (Grundbruch) und DIN 1045 (Stahlbetonbemessung).

##-STAHL, Trägeranschlüsse, wird eingesetzt zur Berechnung von geschweißten Winkelanschlüssen, geschraubten Winkelanschlüssen, Stirnplatten- und Fahnenblechanschlüssen. Jeder Anschlusstyp besitzt Vor- und Nachteile. Der Fahnenblechanschluss z.B. lässt sich kostengünstig herstellen und ermöglicht eine einfache Montage. Mit diesem Anschluss können aber nicht so große Kräfte abgetragen werden wie mit dem geschweißten Winkelanschluss oder dem Stirnplattenanschluss. Der geschweißte Winkelanschluss wiederum gestattet die Abtragung hoher Lasten, ist aber aufgrund der erforderlichen Schweißarbeiten in der Herstellung aufwendiger. Mit ##-STAHL, Trägeranschlüsse, wird der für die aktuellen Bedürfnisse beste Anschlusstyp ausgewählt und eine Optimierung der Konstruktion durchgeführt.

Wir haben bei der Entwicklung versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und ##-STAHL von detailliertem Computerwissen frei zu halten.

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die Erläuterungen sind mit einigen Ausnahmen bzgl. der Bemessung und Nachweise auf die Handhabung der Software beschränkt, da das "Bauingenieurmäßige" dem Anwender ohnehin bekannt ist. Bei Fragen nach dem theoretischem Hintergrund der Berechnungsmethode verweisen wir auf Normen und die einschlägige Literatur.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit ##-STAHL.

Hannover, im August 2005

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende **Abkürzungen** benutzt:

Maustasten	RMT	rechte Maustaste drücken
	LMT	linke Maustaste drücken
	LF	Lastfall (Teileinwirkung)
	Nwtyp	Nachweistyp
	El.	Element



signalisiert Anmerkungen

Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe symbolisiert**.



Rot markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

Index

Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren *Bezeichnung kursiv gedruckt*.

Double-Click

Zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank

Leerzeichen

Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Fangerechteck

Ein Fangerechteck wird durch Drücken der LMT und Ziehen der Maus mit gedrückter LMT aufgespannt. Alle Elemente, die vollständig innerhalb des Rechteckes liegen, werden ausgewählt. Waren Elemente bereits vor dem Aufspannen des Rechteckes ausgewählt und befinden sie sich vollständig in seinem Innenraum, werden sie wieder deaktiviert.

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv**, **Imperfektion** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch das **pcae-Nachweiskonzept**, Theoretischer Teil.

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen:



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Datenzustand
überprüfen

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	5
2	##-STAHL – Stahlstützenfuß mit Betonfundament.....	7
2.1	Leistungsbeschreibung	7
2.1.1	Stützenfußkonstruktion	7
2.1.2	Fundamentbemessung	7
2.1.3	Anschluss des Stützenschaftes	7
2.1.4	Betonpressung unter der Fußplatte	8
2.1.5	Nachweis der Fußplatte	8
2.1.6	Nachweis der Ankerzugkräfte	8
2.1.7	Einleitung des Horizontalschubs	9
2.1.8	Einleitung über Reibungskräfte	9
2.1.9	Kippen	9
2.1.10	Sohldruck	9
2.1.11	Grundbruch	10
2.1.12	Gleitsicherheit.....	10
2.1.13	Stahlbetonbiegebemessung.....	10
2.1.14	Durchstanznachweis	11
2.1.15	FEM-Berechnung mit Steifezifferverfahren.....	11
2.2	Bauteil erzeugen	12
2.3	Fundamentgeometrie	15
2.4	Material	16
2.5	Berechnungsoptionen und Fundamentparameter.....	16
2.5.1	Standsicherheitsnachweise.....	16
2.5.2	Durchstanznachweis	17
2.6	Geometrie und Material Stützenfuß	17
2.6.1	Stützenquerschnitt.....	18
2.6.2	Fußplatte	18
2.6.3	Anker	19
2.6.4	Schubeinleitung.....	20
2.6.5	Sicherheitsbeiwerte	20
2.7	Belastung	21
2.7.1	Schnittgrößen	21
2.7.2	Kippnachweis	21
2.8	Rechenlaufsteuerung	23
2.9	Berechnung durchführen und Ergebnisse einsehen	24
2.10	Ergebnisse drucken.....	25
2.11	Online-Hilfe.....	25
2.12	Programm beenden.....	25
2.13	Bezeichnungen im Druckdokument	26
3	##-STAHL – Trägeranschlüsse	27
3.1	Leistungsbeschreibung	27
3.1.1	Fahnenblechanschluss	27
3.1.2	Stirnplattenanschluss	27
3.1.3	Geschraubter Winkelanschluss.....	28
3.1.4	Geschweißter Winkelanschluss	28
3.2	Bauteil erzeugen	29
3.3	Geometriedaten.....	30
3.3.1	Ausklinkungen	31
3.3.2	Schraubenabstände	32
3.3.3	Trägergeometrie.....	32
3.3.4	Geometrie der Anschlusswinkel.....	33
3.3.5	Fahnenblech.....	33
3.4	Materialangaben.....	34

3.5	Verbindungsmittel.....	35
3.6	Lastangaben.....	35
3.7	Berechnung durchführen und Ergebnisse einsehen.....	36
3.8	Druckausgabe	37
3.9	Hilfe	37
3.10	Ende	37
4	Literaturverzeichnis.....	38
5	Index.....	39

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##-STAHL* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##*-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, können Sie dieses Kapitel überspringen.

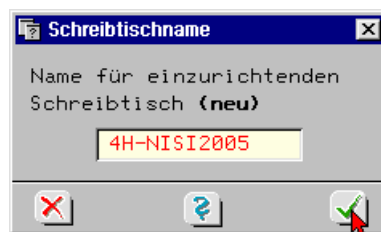


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelclick aus.

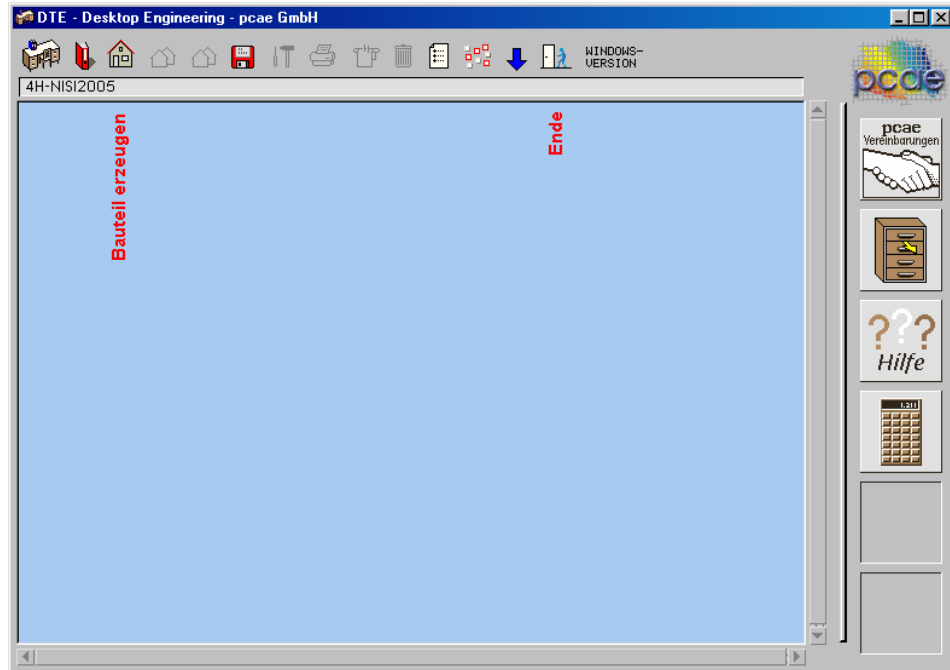
Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



Schreibtischname Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Als Name ist hier *##-NISI2005* gewählt worden.



Nach Bestätigung über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Schreibtischname bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start**, bestätigen Sie die installierten Problemklassen über den **Kreuz**-Button und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.



Im oberen Bereich des Schreibtisches sind Interaktionsbuttons lokalisiert. Im Verlauf der Bearbeitung innerhalb dieses Handbuches werden lediglich die beiden kenntlich gemachten Buttons benötigt werden.

Steuerbuttons

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet. Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

Die Buttons besitzen folgende Eigenschaften



öffnet die Schreibtischauswahl



legt einen neuen Projektordner an



erzeugt ein neues Bauteil



kopiert das aktivierte Bauteil



fügt die Bauteilkopie ein



lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der **e-Mail-Dienst**.



menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils



druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils



ruft das Planerstellungsmodule des aktivierten Bauteils



löscht das aktivierte Bauteil/Ordner



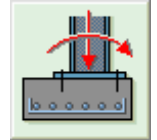
öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste



öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen



schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung.



2.1 Leistungsbeschreibung

Für eine Stützenfußkonstruktion mit angeschweißter Fußplatte auf einem Betoneinzelfundament werden alle erforderlichen Nachweise, inklusive der Standsicherheit und Stahlbetonbemessung, geführt. Grundlage sind die **Normen**:

- DIN 18800 (11.90) (Stahlbaunachweise)
- DIN 1054 (11.76) (Standsicherheit)
- DIN 4017 (08.79) (Grundbruch)
- DIN 1045 (07.88) (Stahlbetonbemessung)

2.1.1 Stützenfußkonstruktion

Der **Nachweis** der Stützenfußkonstruktion gliedert sich in folgende Teilnachweise:

- Anschluss des Stützenschaftes
- Betonpressung
- Fußplatte
- Ankerzugkräfte
- Einleitung des Horizontalschubs

Die Nachweise werden für alle Lastkombinationen der Bemessungsschnittgrößen durchgeführt. Bei der Ausgabe der Ergebnisse besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse aller Lastkombinationen und/oder nur die maßgebenden Ergebnisse darzustellen.

2.1.2 Fundamentbemessung

Wenn die Fundamentbemessung eingeschaltet ist, können die folgenden Nachweise für die Fundamentplatte geführt werden:

- | | | |
|----------------------------|----------------------|------------|
| Standsicherheitsnachweise: | - Kippen | (DIN 1054) |
| | - Sohldruck | (DIN 1054) |
| | - Grundbruch | (DIN 4017) |
| | - Gleitsicherheit | (DIN 1054) |
| Stahlbetonbemessung: | - Biegebemessung | (DIN 1045) |
| | - Durchstanznachweis | (DIN 1045) |

Am Ende der Druckausgabe gibt eine Zusammenfassung Auskunft darüber, ob alle Nachweise erfüllt und alle Bemessungen durchgeführt werden konnten. Wenn dies nicht der Fall ist, dann ist dort aufgeführt, welcher Nachweis oder welche Bemessung nicht erfolgreich waren.

2.1.3 Anschluss des Stützenschaftes

Der Nachweis des Anschlusses wird vom Programm durch eine **Kehlnahtbemessung** zur Übertragung der Bemessungsschnittgrößen im Stützenfuß auf die Fußplatte geführt. Je nach Typ des Stützenquerschnitts werden dabei zwei unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt:

Doppel-T-, Rechteck- und Rohrquerschnitte: Für diese Querschnitte wird eine "normale" Kehlnahtbemessung durchgeführt. D.h. die maßgebenden Spannungen werden in den Querschnitten der Nähte ermittelt. Bei Doppel-T-Querschnitten aus der Profildatei werden die Ausrundungen bei der Nahtlänge nicht mit angesetzt.

Einfachsym.-, Sonder- und beliebige Querschnitte: Für diese Querschnitte kann nur ein "vereinfachte" Bemessung durchgeführt werden. Die Vereinfachung besteht darin, dass die Nahtdicken für die Spannungen bemessen werden, die in den angrenzenden Linienelementen des Stützenquerschnitts herrschen. Die Nahtlänge wird immer gleich der Länge des Linienelementes gesetzt. Im Prinzip wird hier für jedes Linienelement eine separate Bemessung durchgeführt, unabhängig von der restlichen Querschnittsgeometrie.

Bei beiden Verfahren wird die Nahtdicke immer so groß gewählt, dass die zulässigen Spannungen eingehalten werden, wobei die minimale Nahtdicke 3 mm beträgt. Außerdem wird die maximal zulässige Nahtdicke ($0.7 \cdot \min t$) ermittelt und der gewählten Nahtdicke gegenübergestellt.

Bei geschlossenen Querschnitten bzw. Querschnittsteilen wird für einfache, sonst für doppelte Kehlnähte bemessen.

2.1.4

Betonpressung unter der Fußplatte

Die Verteilung der Pressungen unter der Fußplatte wird mit der implementierten FE-Methode ermittelt. Die gedrückte Fläche A_D und der Spitzenwert der Pressung $\max \sigma_B$ werden ausgewiesen. Der Nachweis selbst besteht je nach Einstellung im Eigenschaftsblatt *Parameter* (S. 23) aus 2 bis 3 Teilen.

Zuerst wird überprüft, ob die mittlere Pressung $\sigma_{B,m}$ der Fläche A_D die zulässige Betonpressung σ_B überschreitet. Dieser Teil ist wahlweise auch deaktivierbar.

Des Weiteren wird überprüft, wie hoch jeweils die Anteile von A_D sind, deren Pressung über der zulässigen Betonpressung σ_B bzw. über der zulässigen Teilflächenpressung $\sigma_{B,T}$ liegen und ob die jeweiligen Grenzwerte hierbei eingehalten werden. Da es für die Grenzwerte keine festen Richtlinien gibt, sind diese vom Benutzer vorzugeben (s. *Parameter* S. 23).

Beispiel für die Ausgabe

" $\sigma_B(30\%) > \text{zul } \sigma_B$, $\sigma_B(10\%) > \text{zul } \sigma_{B,T}$ "

Dies bedeutet, dass 30% der Fläche von A_D größer als $\text{zul } \sigma_B$ und 10% sogar größer als $\sigma_{B,T}$ sind. Wenn diese Anteile jetzt höher sind als vom Anwender zugelassen, dann erscheint die Ausgabe fett und in der Zusammenfassung wird wie folgt darauf hingewiesen:

"LK 1: Anteil von A_D mit $\sigma_B > \text{zul } \sigma_B$ größer als zulässig".

"Der Nachweis konnte nicht erfüllt werden!"

2.1.5

Nachweis der Fußplatte

Die Fußplatte kann je nach Einstellung im Eigenschaftsblatt *Parameter* nach dem Verfahren "Elastisch-Elastisch" oder "Elastisch-Plastisch" nachgewiesen werden.

Verfahren Elastisch-Elastisch Aus maximalem Hauptmoment $\max m_1$ und max. Querkraft $\max v$ werden die daraus resultierende Normalspannung bzw. Schubspannung ermittelt

$$\sigma_{E-E} = 6 \cdot \frac{\max m_1}{t_p^2} \quad \tau_{E-E} = 1.5 \cdot \frac{\max v}{t_p} \quad \text{mit } t_p = \text{Fußplattendicke}$$

und auf Einhaltung der **Grenzspannungen** überprüft. Die Vergleichsspannung muss nicht ermittelt werden, da sie hier nicht maßgebend werden kann.

Verfahren Elastisch-Plastisch Bemessungsschnittgrößen sind hier das maximale Hauptmoment $\max m_1$ und die zugehörige Querkraft v . Unter Berücksichtigung von v wird das plastische Widerstandsmoment $W_{Pl,M/Q}$ berechnet. Damit kann dann aus $\max m_1$ die vorhandene Normalspannung ermittelt und der zulässigen Grenzspannung gegenübergestellt werden.

$$W_{Pl,M/Q} = W_{Pl} \cdot \sqrt{1 - \frac{(\text{zug } v)^2}{V_{Pl}}} \quad W_{Pl} = 1.5 \cdot \frac{t_p^2}{6} \quad V_{Pl} = 2 \cdot \tau_{Rd} \cdot t_p$$

$$\text{mit } t_p = \text{Fußplattendicke} \quad \sigma_{E-P} = \frac{\max m_1}{W_{Pl,M/Q}}$$

2.1.6

Nachweis der Ankerzugkräfte

Die Ankerschrauben können rechnerisch nur auf Zug belastet werden, d.h. zur Einleitung des Horizontalschubs werden sie nicht herangezogen!

Für jede Ankerschraube wird die Ausnutzung U ermittelt, die infolge ihrer Zugfederreaktionskraft Z aus der Berechnung mit der implementierten FE-Methode entsteht.

Nur die Ausnutzungen der Ankerschrauben werden ausgewiesen, die eine ausgeprägte Zugbeanspruchung erfahren ($Z/Z_{Rd} > 5\%$). Ankerschrauben, die im Druckbereich liegen, werden zur Lastübertragung nicht herangezogen und gelten als nicht beansprucht.

$$Z_{Rd} : \text{zulässige } \textbf{Ankerzugkraft} \quad Z_{Rd} = \min \{ Z_{Rd,1}, Z_{Rd,2} \}$$

$$Z_{Rd,1} = A_{Sch} \cdot \frac{f_{y,b,k}}{1.1 \cdot \gamma_M} \quad Z_{Rd,2} = A_{Sp} \cdot \frac{f_{u,b,k}}{1.25 \cdot \gamma_M}$$

mit A_{Sch} : Schaftquerschnittsfläche und A_{Sp} : Spannungsquerschnittsfläche

2.1.7 Einleitung des Horizontalschubs

Zur Einleitung der Horizontalkräfte aus der Stütze in das Fundament bestehen je nach Einstellung im entsprechenden Register des Eigenschaftsblattes *Geometrie, Material-Stützenfuß* (S. 20) zwei Möglichkeiten: Entweder über einen Schubdübel (bzw. Schubknagge) oder über die Reibungskräfte zwischen Fußplatte und Untergrund.

Einleitung über Schubdübel Der Schubdübel wird unterhalb der Fußplatte angeschweißt und in das Fundament einbetoniert. Die Horizontalkraftübertragung in das Fundament findet daher flächig und über die ganze Dübellänge statt.

Es wird überprüft, ob die dabei entstehenden **Betonpressungen** σ_B den Grenzwert zu σ_B einhalten. Die x- und y-Richtungen werden dabei getrennt untersucht. Für Doppel-T-Profile wird außerdem überprüft (sofern in der entsprechenden Richtung eine Horizontalkraft zu übertragen ist), ob die Spannungen infolge der Flanschbiegung (Moment m_{FL}) am Ausrundungsbeginn eingehalten werden.

Die Belastung des Dübels entspricht der eines Kragarms mit Streckenlast. Außer Schubspannungen erfährt der Schubdübel daher auch Biegespannungen, so dass im maßgebenden Schnitt unterhalb der Fußplatte Normal-, Schub und Vergleichsspannungen ermittelt und nachgewiesen werden.

Die **Schweißnaht** wird als umlaufende Kehlnaht bemessen, d.h. es wird auch bei Doppel-T-Profilen für Steg und Flansch nur eine Nahtdicke ermittelt.

Wenn der Schubdübel bemessen werden soll (Eingabe von $l_{Dü} = 0.0$ im Eigenschaftsblatt *Geometrie, Material-Stützenfuß*, S. 20) wird die erforderliche Länge zur Einhaltung der Betonpressungen bzw. für eine genügend große Kontaktfläche und zur Einhaltung der maßgebenden Spannungen vom Programm ermittelt.



Auf der sicheren Seite liegend wird auch bei Doppel-T-Profilen und Betonpressungen in Stegrichtung nur ein Flansch als Kontaktfläche angesetzt.

2.1.8 Einleitung über Reibungskräfte

Um die Lasteinleitung durch Reibung zu gewährleisten, wird ein Gleitreibungsnachweis geführt. Die vorhandene resultierende Horizontallast H_{res} wird dazu dem lastabhängigen Reibungswiderstand H_{Rd} gegenübergestellt. Der Reibungswiderstand ergibt sich dabei wie folgt:

$$H_{Rd} = \mu \cdot A_D \cdot \frac{\sigma_{B,m}}{\gamma_G}$$

$\mu = 0.5$ Gleitreibungskoeffizient Beton

A_D gedrückte Fläche unter der Fußplatte

$\sigma_{B,m}$ die mittlere Pressung von A_D

γ_G Gleitsicherheitsbeiwert (im Register *Teilsicherheitsbeiwerte*, S. 20, einzugeben)

2.1.9 Kippen

Für den Kippnachweis müssen zwei Bedingungen erfüllt werden:

1. Resultierende infolge ständiger Last (G) innerhalb der 1. Kernfläche.
2. Resultierende infolge Gesamtlast (Q) innerhalb der 2. Kernfläche.

2.1.10 Sohldruck

Der Sohldrucknachweis wird entsprechend DIN 1054 geführt. Hierzu existieren in Abhängigkeit der Annahme für die Spannungsverteilung in der Fundamentsohle zwei Vorgehensweisen:

gleichmäßige Spannungsverteilung Berechnung einer Ersatzfläche in Abhängigkeit der Exzentrizität und der Spannung infolge der Stützenlast auf diese Fläche.

geradlinige Spannungsverteilung Berechnung der maximalen Eckpressung. Zur Kontrolle wird auch die vorhandene Außermittigkeit angegeben.

Die zulässige **Bodenpressung** $\max \sigma_0$ kann derzeit nur durch eine zahlenmäßige Eingabe bestimmt werden (in einer späteren Programmversion wird es möglich sein, $\max \sigma_0$ vom Programm entsprechend den Tabellen 1 bis 6 aus DIN 1054 ermitteln zu lassen).

Grundbruch

Der Grundbruchnachweis wird entsprechend DIN 4017, Teil 1 und 2, geführt. Zur Ermittlung der Lastneigungsbeiwerte können dabei auch die Angaben entsprechend DIN V 4017-100 berücksichtigt werden.

Das Eigenschaftsblatt *Grundbruch* (S. 16) enthält hierzu die folgenden Einstellungsmöglichkeiten zur Nachweissteuerung:

Nachweisführung abhängig vom Sohldrucknachweis

Ist dieser Schalter eingedrückt, wird der Nachweis nur geführt, wenn der Sohldrucknachweis nicht erbracht werden konnte.

Bezugsgröße

Nach **DIN 4017** sind zwei Nachweisformen mit jeweils unterschiedlichen Bezugsgrößen erlaubt, wobei diejenige gewählt werden darf, die zu dem günstigeren Ergebnis führt. Daher werden hier drei Möglichkeiten zur Wahl der Bezugsgröße angeboten:

1. optimale Beide Nachweisformen werden geführt und in der Ausgabe erscheint die jeweils günstigere.
2. Last Das Verhältnis von Grundbruchlast zur vorhandenen Last muss größer als η_p sein.
3. Scherbeiwerte Die **Scherbeiwerte** werden durch η_r bzw. η_c geteilt.

Erforderliche Sicherheit

Bei der Wahl der Sicherheitsbeiwerte η_p , η_r und η_c können die Werte nach DIN 4017 über einen Schalter eingestellt werden. Durch direkte Eingabe der Sicherheitsbeiwerte ist es aber auch möglich, davon abweichende Angaben vorzunehmen.

Lastneigungsbeiwerte nach DIN V 4017-100

Ist der entsprechende Schalter eingedrückt, werden bei der Ermittlung der Lastneigungsbeiwerte die Angaben der Vornorm berücksichtigt. So kann z.B. auch eine zweiachsige Horizontalbelastung berücksichtigt werden, während in diesem Fall der Nachweis nach DIN 4017 nur getrennt für beide Richtungen geführt werden kann. Ist der Schalter nicht gesetzt, wird jeweils der Nachweis mit der ungünstigeren Achsrichtung ausgegeben.

Erdwiderstand

Soll der Erdwiderstand mit angesetzt werden, ist hier der maximale Anteil des möglichen Erdwiderstandes festzulegen, der berücksichtigt werden soll. Für den Nachweis werden dann die vorhandenen vertikalen und horizontalen Lasten um den Erdwiderstand reduziert. Allerdings wird der Erdwiderstand immer nur maximal bis zur Höhe der Horizontallast angesetzt, d.h. wenn keine horizontale Belastung vorhanden ist, kann die vertikale Belastung auch nicht reduziert werden.

Gleitsicherheit

Der Gleitsicherheitsnachweis wird nach DIN 1054 geführt. Dazu sind folgende Angaben notwendig:

Erforderliche Sicherheit

Durch einen Schalter kann der Sicherheitsbeiwert η_{eff} entsprechend den Angaben in DIN 1054 gesetzt werden. Es ist aber ebenfalls möglich, einen von der Norm abweichenden Wert zu wählen.

Porenwasserüberdruck

Falls Porenwasserdruck vorhanden ist, wird der Sohlwiderstand über die Kohäsion berechnet, andernfalls über den Sohlreibungswinkel.

Stützender **Erddruck**

Der stützende Erddruck E_p' darf maximal halb so groß wie der Erdwiderstand E_p im Bruchzustand angesetzt werden. Die Kohäsion wird bei der Berechnung von E_p nicht berücksichtigt.

Stahlbetonbiegebemessung

Die Bemessung für die Momente erfolgt nach DIN 1045. Maßgebender Schnitt hierfür ist der Stützenanschnitt. Die Eigenlast wird vernachlässigt, da sie zur Biegebeanspruchung keinen Beitrag leistet.

Die Verteilung der Bodenpressung wird als linear angenommen.

Rechenwerte der **Schubspannung** τ_r

τ_r wird entsprechend DIN 1045 bzw. Heft 240 ermittelt. Bezüglich der Lage des Durchstanzkegels werden drei Fälle unterschieden:

- der Fußkreis des Durchstanzkegels liegt voll im Inneren der Platte
→ Nachweis kann standardmäßig geführt werden;
- der Fußkreis schneidet den Fundamentrand → als Umfang des um die Stütze geführten Rundschnittes wird der mittlere Durchmesser des oberen Teils vom Durchstanzkegel, der noch voll in der Platte liegt, angenommen;
- der Fußkreis umschließt die Plattenabmessungen vollständig → der Nachweis kann entfallen.

Die maßgebende Querkraft ergibt sich aus der Stützenlast N_{st} reduziert um die Kraft aus Bodenpressung unterhalb des Fußkreises des Durchstanzkegels. Die Verteilung der Bodenpressung wird als linear angenommen. Bei der Berechnung der Bodenpressung wird das Eigengewicht der Fundamentplatte vernachlässigt.

Bei exzentrischer Belastung wird τ_r nach DIN 1045, Abs. 22.5.1, um 40 % erhöht.

Bei Bemessung nach Heft 399 wird die Exzentrizität bei der Ermittlung von τ_r berücksichtigt.

Zulässige Schubspannung τ_r

Entsprechend den im Eigenschaftsblatt *Parameter* (S. 16) getroffenen Auswahl wird τ_r wie folgt berechnet:

- DIN 1045 nach DIN 1045, Abs. 22.5.2.
- Heft 326 wie nach DIN 1045, nur dass zusätzlich der Reduktionsfaktor nach Steinle in Abhängigkeit der Fundamentalschlankheit berücksichtigt wird (DAfStb Heft 326 oder BK 95/T2).
- Heft 399 nach Heft 399, Abs. 7.2.2.2 (DAfStb). Gegenüber der DIN 1045 werden Schlankheit, exzentrische Belastung und die Fundamentdicke berücksichtigt. Der maximal ansetzbare Bewehrungsgrad ist auf 1% begrenzt.

Die Berechnung der Pressungen unter der Fußplatte und der maßgebenden Schnittgrößen in der Fußplatte erfolgt durch eine FEM-Berechnung. Hier die wichtigsten Modellierungseigenschaften:

- die Fußplatte wirkt als gebettete Platte mit vorgegebener Elementteilung
- die Ankerschrauben wirken als Zugfedern mit, wobei sich die Federkonstanten wie folgt ergeben:

$$c = \frac{E \cdot A}{l} \quad \text{mit} \quad \begin{array}{l} E \text{ E-Modul Stahl} \\ A \text{ Spannungsquerschnitt} \\ l \text{ Ankerlänge} \end{array}$$

- das Zusammenwirken von Fußplatte und dem Betonuntergrund wird durch Berechnung nach dem Steifezifferverfahren erfasst.

Bei dem implementierten Steifezifferverfahren werden die Bettungsmoduln, die elementweise konstant sind, iterativ solange verändert, bis die Verformung aus der Biegeberechnung der Fußplatte mit der zu der Pressungsverteilung gehörenden Verformung des Untergrundes übereinstimmt. Für die Berechnung dieser Verformungen unter der Fußplatte wird der E-Modul des gewählten Betons der Fundamentplatte verwendet.

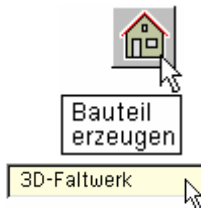
Eine eventuell vorhandene Mörtelfuge hat auf das Verfahren keine Auswirkung.

Bei abhebenden Elementen wird der Bettungsmodul = 0 gesetzt (Zugfederausschaltung).

Ist die maximale Betonpressung durch Angabe des Benutzers begrenzt worden, werden die Bettungsmoduln bei der iterativen Veränderung nach oben beschränkt, so dass die maximale Pressung eingehalten werden kann.

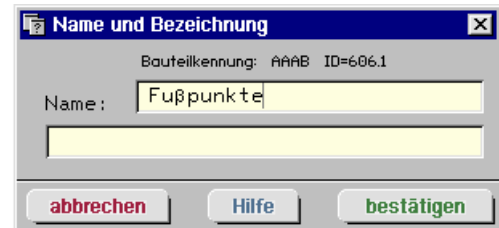
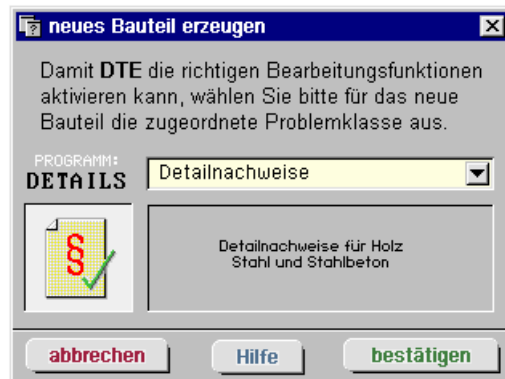
2.2

Bauteil erzeugen



Das Programm *##-STAHL*, Stahlstützenfuß, befindet sich unter der Problemklasse "Detailnachweise". Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtisches angeklickt.

Klicken Sie mit der LMT auf den Schriftzug in der Auswahlliste, aktivieren Sie **Detailnachweise** und **bestätigen** Sie.



Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, wo das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll.

Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.

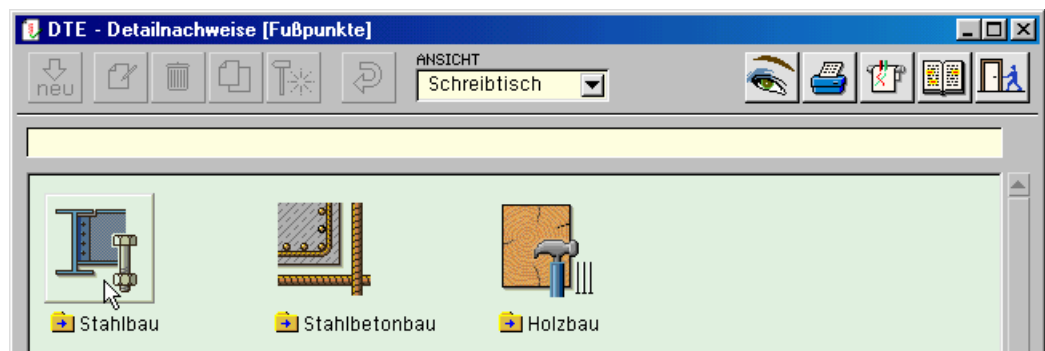
Überschreiben Sie das Wort "Detailnachweise" zur Identifikation durch einen sinnvollen Text. Nach **Bestätigen** ist das Bauteil mit dem neuen Namen eingerichtet.

Klicken Sie das neue Bauteil nun mit der LMT doppelt an (Double-Click).

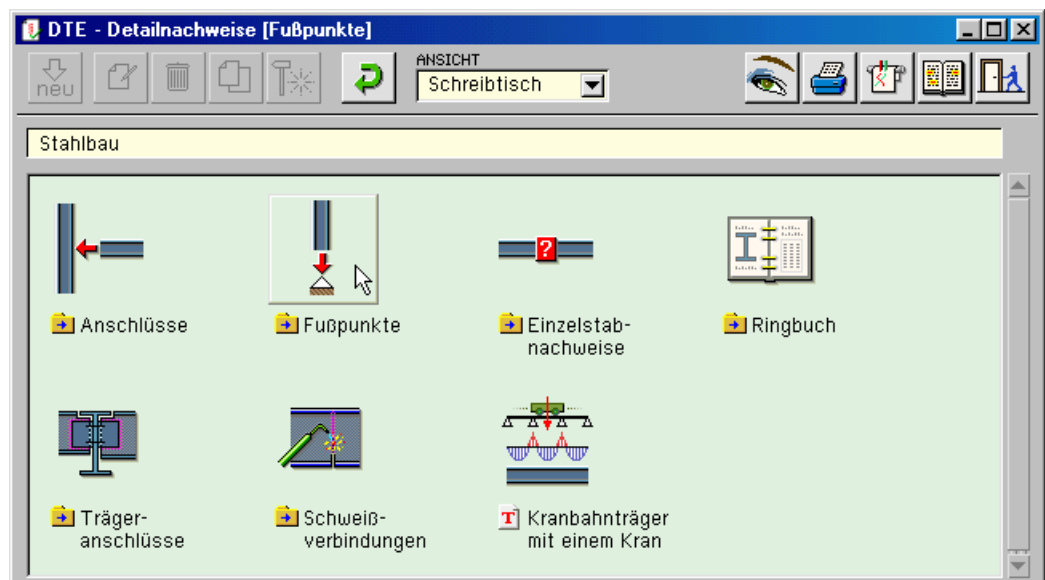
Klicken Sie bitte in den nachfolgend dargestellten Übersichten das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.



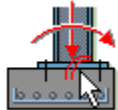
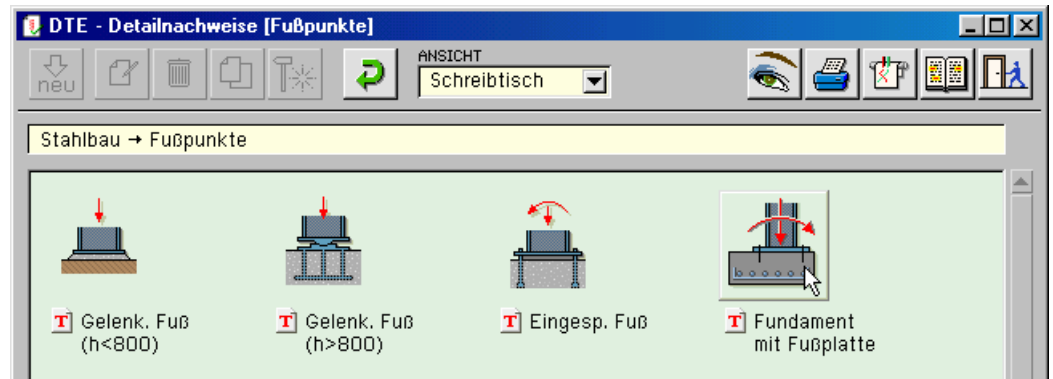
Übersicht Detailnachweise



Stahlbaunachweise



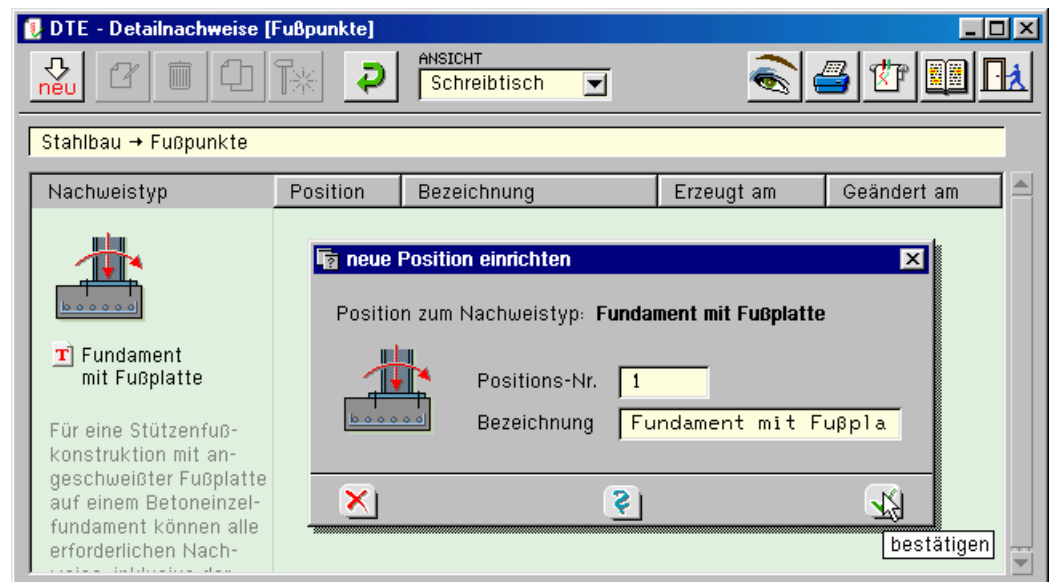
Fußpunkte



Klicken Sie im folgenden Übersichtblatt den Nachweistyp mit der LMT doppelt an.

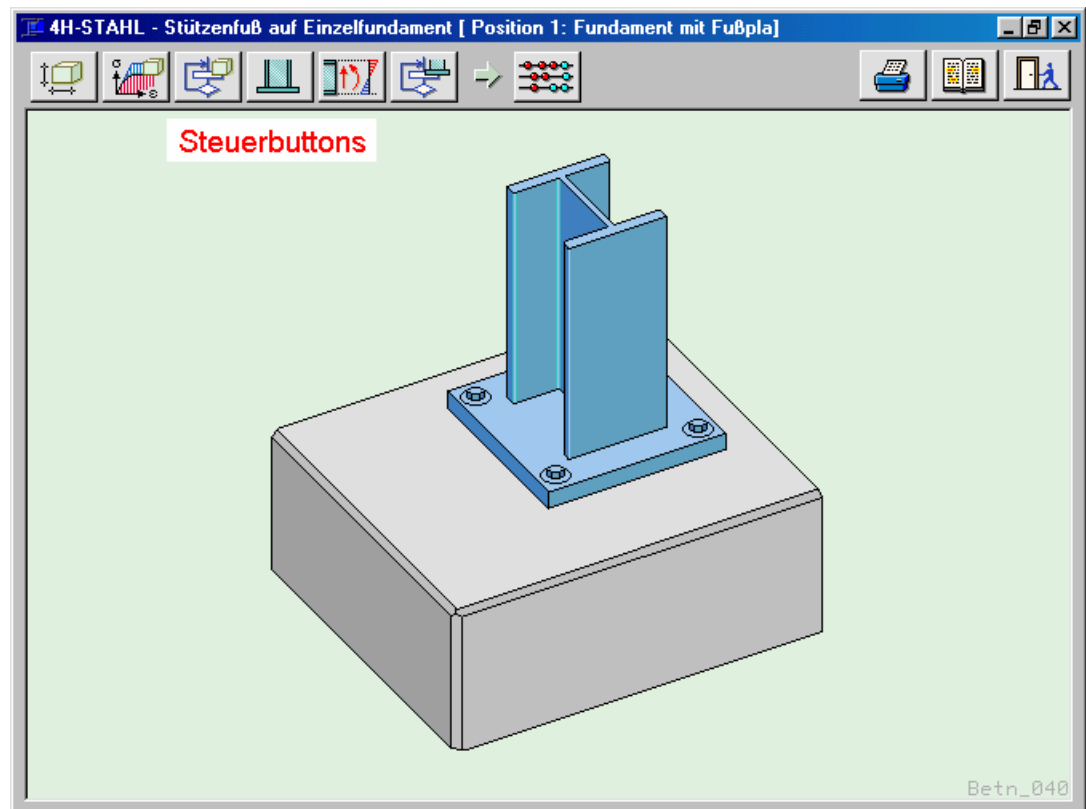
Im nächsten Eigenschaftsblatt kann der Position eine beliebige Nummer und ein kennzeichnender Text zugewiesen werden.

neue Position



Zur übergeordneten Interaktion s. Handbuch DTE® x.x "Die Verwaltung der Detailnachweise".

Eingabeoberfläche



Im oberen Bereich befinden sich die Steuerbuttons, deren Funktionen im Folgenden beschrieben werden.

- | | |
|--|--------------------------------------------------------|
| | Festlegung der Fundamentgeometrie (S. 15) |
| | Auswahl des Fundamentmaterials (S. 16) |
| | Berechnungsoptionen festlegen (S. 16) |
| | Stützenfußausbildung (S. 17) |
| | Lastangaben (S. 21) |
| | Rechenlaufsteuerung (S. 23) |
| | Berechnung durchführen und Ergebnisse einsehen (S. 24) |
| | Ergebnisse drucken (S. 25) |
| | Online-Hilfe (S. 25) |
| | Ende der Bauteileingabe (S. 25) |

2.3

Fundamentgeometrie



Geometrie des Fundamentes festlegen

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Fundamentgeometrie aktiviert.

Fundamentplatte b_x, b_y Abmessungen der Fundamentfläche in der jeweiligen Achsrichtung
 d Fundamenthöhe

Stahlrandabstände Die Angaben für die Stahlrandabstände beziehen sich nicht auf eine feste Achsrichtung, sondern es wird nur zwischen kleinerem und größerem Abstand unterschieden. Die Zuordnung von Stahlrandabstand und Achsrichtung wird vom Programm erst in Abhängigkeit der Biegebemessung getroffen.

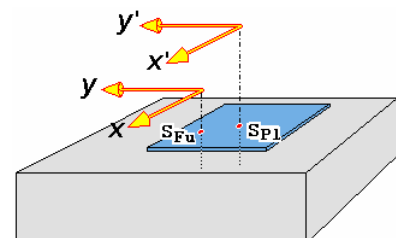
h_{su1} kleinerer Stahlrandabstand
 h_{su2} größerer Stahlrandabstand

Stützenquerschnitt Als Stützenquerschnitt werden die Abmessungen der Fußplatte aus dem Eigenschaftsblatt *Geometrie-Stützenfuß* (S. 18) übernommen.

Exzentrizität/Stützenstellung Die Stützenposition wird relativ zur Fundamentmitte (Exzentrizität) eingegeben:
 a_x, a_y Stützenposition relativ zum Koordinatensystem

Koordinatensysteme Zur Beschreibung der Stützenfußkonstruktion werden zwei Koordinatensysteme (KOS) benutzt.

S_{Fu} Schwerpunkt Fundamentplatte
 S_{Pl} Schwerpunkt Fußplatte
 $x-y$ KOS zur Beschreibung der Fußplattenposition auf der Fundamentplatte
 $x'-y'$ KOS zur Beschreibung der Stützen- und Ankerpositionen auf der Fußplatte



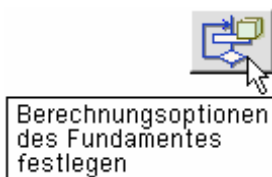
2.4 Material



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Materialparameter für die Fundamentplatte aktiviert.

Hier wird in Auswahlboxen jeweils eine der Betonfestigkeitsklassen B 15, B 25, B 35, B 45, B 55 sowie **Betonstahlsorten** BSt 220/340, BSt 420 S, BSt 500 S ausgewählt.

2.5 Berechnungsoptionen und Fundamentparameter



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Parameter für die Standsicherheitsnachweise und die Stahlbetonbemessung aktiviert.

In diesem Eigenschaftsblatt können folgende Nachweisparameter gesetzt werden:

Ausführung möglichst unbewehrt (nicht implementiert)

2.5.1 Standsicherheitsnachweise

Die einzelnen Nachweise für Kippen (S. 9), Sohldruck (S. 9), Grundbruch (S. 10) und Gleiten (S. 10) können hier jeweils ein- oder ausgeschaltet werden. (Setzungenberechnung ist noch nicht implementiert).



Bei eingeschaltetem Nachweis erreicht man durch Anklicken dieses Symbols das zugehörige Eigenschaftsblatt mit den jeweils zugehörigen Parametern.

2.5.2

Durchstanznachweis

Der Durchstanznachweis (s. S. 11) kann entweder ausgeschaltet werden (**kein NW**) oder nach einer von drei angebotenen Nachweismethoden geführt werden, die sich vor allem in der Berechnung der zulässigen Schubspannung zu τ_r unterscheiden (S. 11).

Der Parameter α_d ist für den Nachweis nach Heft 399 erforderlich und wird nur bei Fundamentdicken > 1 m berücksichtigt.

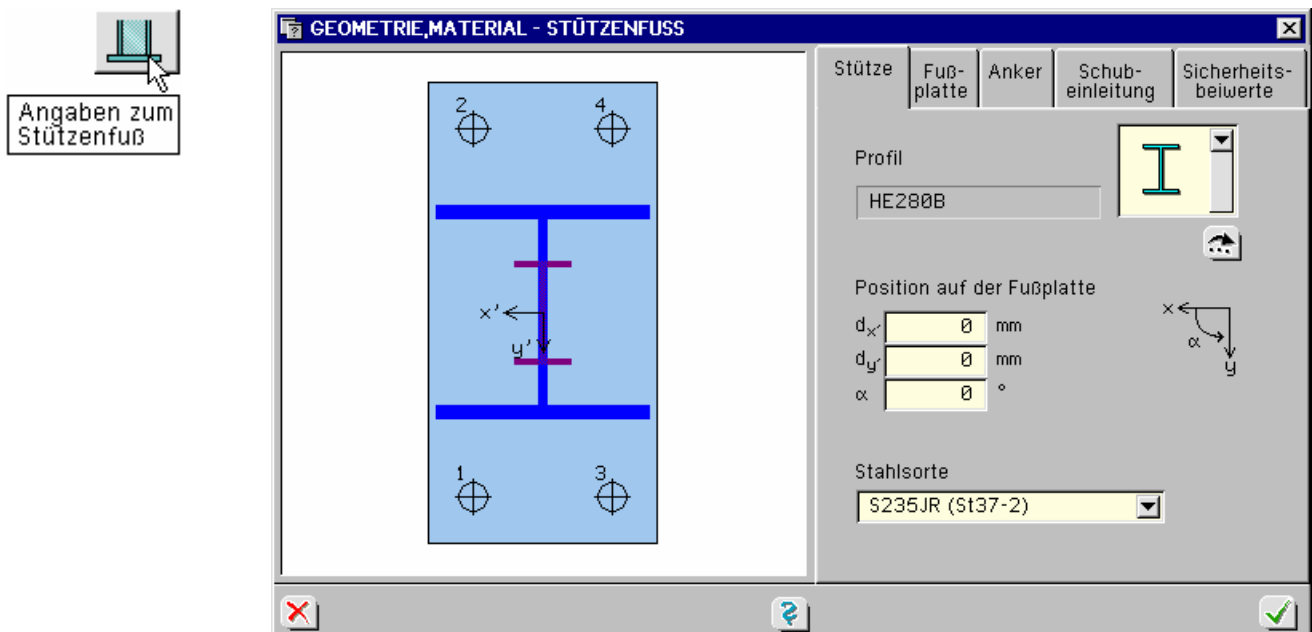
Falls der Nachweis für Fundamente ohne Schubbewehrung nicht erbracht werden kann, diese aber möglichst vermieden werden soll, kann auch eine zusätzliche Biegebewehrung ermittelt werden.

Da der maximal ansetzbare **Biegebewehrungsgrad** μ_k jedoch begrenzt ist, kann trotzdem eine Schubbewehrung erforderlich werden.

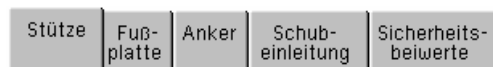
Eine automatische Optimierung der Stützenfußgeometrie ist nicht implementiert.

2.6

Geometrie und Material Stützenfuß



Die Eigenschaften für Geometrie und Material der Stützenfüßelemente werden in fünf Registerblättern festgelegt:

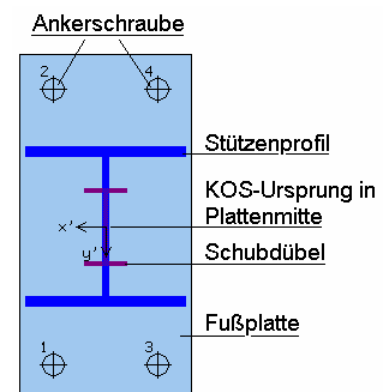


- | | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. Stütze | Profil, Position und Material der Stütze |
| 2. Fußplatte | Abmessung und Material der Fußplatte |
| 3. Anker | Position, Größe und Material der Ankerschrauben |
| 4. Schubeinleitung | Art der Horizontalschubübertragung |
| 5. Sicherheitsbeiwerte | Teilsicherheitsbeiwerte zur Ermittlung der Materialbemessungswerte |

Zur visuellen Kontrolle zeigt der linke Teil des Eigenschaftsblattes die Draufsicht des Stützenfußes in einer maßstäblichen Skizze.

Der Maßstab wird hierbei der Plattengröße angepasst.

Die Ankerschrauben werden mit der Größe ihres zugehörigen Scheibendurchmessers dargestellt (für M 42 bis M 100 jedoch nur abgeschätzt).



2.6.1

Stützenquerschnitt



Über die Querschnittssymbolliste wird ein Stützenquerschnittstyp ausgewählt, der über den Button bearbeitet werden kann.



Stütze Fußplatte Anker Schub-einleitung Sicherheits-beiwerte

Profil
HE280B

Position auf der Fußplatte

d_x 100 mm
 d_y 150 mm
 α 15 °

Stahlsorte
S235JR (St37-2)

STAHLBAU-PROFIL

☒ NORM. STANDARDPROFIL ☐ PARAMETR. BESCHREIBUNG

Fam: D H I M S W
Bez: HE280B

Profilmanager

	STABANFANG	STABENDE
h cm	0.00	0.00
b cm	0.00	0.00
s cm	0.00	0.00
t cm	0.00	0.00

Diagramm des I-Profiles mit Abmessungen b, h, m, s, n.

Dabei kann auf folgende Querschnitte zugegriffen werden:

Doppel-T-Querschnitt, Rechteckrohr, U-Profil, T-Profil, L-Profil, Z-Profil, Stahlrohre, Sonderquerschnitte, einfachsymmetrische Doppel-T-Querschnitte und beliebige Querschnitte (wenn Zusatzprogramm ##-QUER installiert ist.)

Profilmanager

Die Querschnitte können entweder über den Profilmanager der mitgelieferten **Profilbibliothek** entnommen oder über ihre Abmessungen beschrieben werden.

##-QUER

Bei installiertem Zusatzprogramm ist die Verarbeitung beliebiger dünnwandiger Querschnitte möglich.

Setzt die Stütze nicht mittig auf der Fußplatte auf, kann der Querschnitt mit den Angaben d_x und d_y relativ zur Fußplattenmitte (Koordinatenursprung) verschoben und unter Eingabe eines Winkels α verdreht werden.

Über die Listbox wird eine der gängigen Stahlsorten für die Stütze ausgewählt.

2.6.2

Fußplatte

Die Abmessungen der Fußplatte im Grundriss sind unter b_x und b_y einzugeben. Unter t_p ist die Fußplattendicke einzutragen.

Stütze Fußplatte Anker Schub-einleitung Sicherheits-beiwerte

b_x 300 mm
 b_y 600 mm
 t_p 60.0 mm

Mörtelfuge
 t_F 40.0 mm

Sockel
 t_s 0.0 mm

Stahlsorte
S235JR (St37-2)

Diagramm der Fußplatte mit Abmessungen b_x , b_y , t_p , t_F , t_s .



Bei einer Dicke von über 40 mm reduziert sich gemäß DIN 18800 (11.90, T1, Tab.1) die zulässige Grenzspannung der Fußplatte.

Die Höhen eventuell vorhandener Mörtelfuge und Sockel vervollständigen die Geometrieangaben.

Über die Listbox wird die Stahlsorte der Fußplatte bestimmt.

2.6.3

Anker

In diesem Registerblatt können die Eigenschaften von maximal 30 Ankerschrauben eingegeben werden. Hierzu ist unter dem Registerblatt ein weiteres Register angeordnet:

Nr.	Position	Geometrie	Material
	x' y'	Größe Länge	
	mm mm	Mxx mm	
1	90 240	22 450	
2	90 -240	30 550	
3	-90 240	30 550	
4	-90 -240	22 450	
5			
6			

☒ Einheitliche Größe M22
☒ Einheitliche Länge 450 mm
☒ Einheitliche Festigkeitsklasse 4.6

Position	Geometrie	Material
Festigkeitsklasse		
	4.6	
	5.6	
	5.6	
	4.6	

Unter *Position* werden die Positionen der Anker durch Angabe der Koordinaten x' und y' festgelegt. Sie beziehen sich auf das x' - y' -Koordinatensystem in Fußplattenmitte.

Durchmesser und Länge können im Register *Geometrie* für jeden Anker individuell festgelegt werden. Die Angabe der Größe hat das Format Mxx, d.h. das 'M' vor der Nummer wird nicht mit eingegeben.

Zugelassen sind die gängigen Größen M12, M16, M20, M22, M24, M27, M30 und M36.

Darüber hinaus können aber auch folgende "Übergrößen" verwendet werden M42, M48, M56, M64, M72, M80, M90 und M100. Da zu diesen aber keine gültige Norm vorliegt, wird bei der Berechnung und Bemessung mit diesen Größen auf die Angaben der DIN 7992 vom März 1961 zurückgegriffen.

Bei den Längenangaben der Anker ist zu bedenken, dass sie direkten Einfluss auf die Federwirkung der Anker in der Berechnung haben (s. S. 11). Als Festigkeitsklassen sind entsprechend DIN 18800 (11.90) zugelassen: 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9.

Im Regelfall ist es nicht erforderlich Größe, Länge, und Festigkeitsklasse für jeden Anker individuell einzustellen. Daher können mit Aktivierung der Schalter **Einheitliche Größe**, **E. Länge** und **E. Festigkeitsklasse** diese Angaben über die Eingabefelder für alle Anker gemeinsam vorgenommen werden. Dabei werden die Eingabemöglichkeiten in den Registern *Geometrie* und *Material* jeweils deaktiviert.

2.6.4

Schubeinleitung

Die Horizontalschubübertragung kann mittels Schubdübel oder über Reibung erfolgen.

Soll der Horizontalschub durch einen Schubdübel aufgenommen werden, müssen unter **Profil** und **Stahlsorte** dessen Eigenschaften beschrieben werden.

Profilmanager



Über den dargestellten Button wird der DTE[®]-Profilmanager aufgerufen. Dort kann für den Schubdübelquerschnitt ein normiertes Stahlbauprofil ausgewählt werden. Zugelassen sind allerdings nur Profile mit den Familiennamen (erster Buchstabe der Bezeichnung) D, I, H und M.

Schubdübellänge

Das Feld **Länge** ist grau hinterlegt. Dies bedeutet, dass hier bei Eingabe '0.0' die erforderliche Schubdübellänge berechnet wird. Andernfalls (bei Eingabe > 0.0) werden die entsprechenden Nachweise für die gegebene Länge geführt.



Als Dübellänge ist hier die komplette Länge ab Unterkante Fußplatte gemeint und nicht etwa nur die Einbindetiefe (s. Skizze im Registerblatt)!

Unter **Orientierung** kann man wählen, wie der Schubdübel ausgerichtet wird:

- 0° Grad → Steg parallel zur y-Achse
- 90° Grad → Steg parallel zur x-Achse

Über die Listbox **Stahlsorte** wird die Stahlgüte für den Schubdübel bestimmt.

2.6.5

Sicherheitsbeiwerte

Mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_m werden gemäß DIN 18800 EI.746, Gl.31 und 32, die Grenzspannungen für die Stahlbaunachweise ermittelt.

Der Beiwert γ_B für Beton dient der Ermittlung der zulässigen Betonpressungen unter der Fußplatte.

In γ_G (nur aktiv, wenn die Horizontalkräfte nicht durch einen Schubdübel aufgenommen werden sollen) ist der Sicherheitsbeiwert des Reibungswiderstandes unter der Fußplatte anzugeben.

2.7

Belastung



Lastangaben

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Definition der Schnittgrößen aus Stützenlast aktiviert.

BELASTUNG

Erdauflast
 $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
 $h_a = 1.05 \text{ m}$

Bodenparam.

Bemessungsschnittgrößen aus Stütze nach DIN 18800

LK	N_{St} kN	$H_{St,x}$ kN	$H_{St,y}$ kN	$M_{St,x}$ kNm	$M_{St,y}$ kNm	γ_F
Teilschnittgrößen aus ständiger Last (für Kippnachweis)						
G	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35
Bemessungsschnittgrößen nach Th.II.Ordnung						
1	276.00	0.00	-21.50	110.00	0.00	1.35
2	336.00	0.00	-21.50	118.00	0.00	1.35
3	396.00	0.00	-21.50	110.00	0.00	1.35
Schnittgrößen nach Th.I.Ordnung (für Sohldruck- u. Grundbruchnachweis)						
1	276.00	0.00	-21.50	0.00	0.00	1.35
2	336.00	0.00	-21.50	0.00	0.00	1.35
3	396.00	0.00	-21.50	0.00	0.00	1.35

2.7.1

Schnittgrößen

Hier sind die Schnittgrößen nach DIN 18800 im Stützenfuß anzugeben. Für den Nachweis des Stützenfußes sind ausschließlich die Bemessungsschnittgrößen, die i.d.R. auch Th. II. Ord. beinhalten, maßgebend.

2.7.2

Kippnachweis

Für den Kippnachweis (S. 9) werden aber auch die Schnittgrößen aus ständiger Last benötigt und für den Sohlnormalspannungsnachweis (S. 9) und den Grundbruchnachweis (S. 10) sind die Momente Th. I. Ord. maßgebend. Falls diese Nachweise geführt werden sollen, sind auch für diese Schnittgrößen sinnvolle Angaben erforderlich.

Bei ausgeschalteter Fundamentbemessung (s. *Parameter* S. 23) sind die Schnittgrößenangaben, die nur für die Standsicherheitsnachweise erforderlich sind, deaktiviert.

Bis zu zehn verschiedene Lastkombinationen können eingegeben werden.

Die maßgebenden Schnittgrößen für die Standsicherheitsnachweise und die Stahlbetonbemessung werden ermittelt, indem die angegebenen Schnittgrößen durch den Teilsicherheitsbeiwert γ_F geteilt werden.

Zur besseren Übersicht wird auch die Erdauflast mit angezeigt. Diese kann jedoch hier nicht direkt beeinflusst werden. Die Werte ergeben sich aus den Eingaben für die Wichte γ_1 und die Gründungstiefe t_f im Eigenschaftsblatt *Bodenparameter*.



Dieses erreicht man aus dem Eigenschaftsblatt *Belastung* durch einen Klick auf das nebenstehende Symbol.

BODENPARAMETER

oberhalb UK Fundament
 t_f 2.05 m $t_f=d$
 γ_1 19.0 kN/m³

unterhalb UK Fundament
 φ 32.5 Grad
 c 0.0 kN/m²
 γ_2 19.0 kN/m³

Sohl-/Wandreibungswinkel
 δ 30.0 Grad

Grundwasserspiegel
 t_w 0.00 m

Erdwiderstandsbeiwerte
 K_{pgh} 0.00
 K_{pch} 0.00
 $\varphi, \delta \rightarrow K_{ph,c}$

Angaben zu den Bodenbeschaffenheiten werden sowohl zur Berechnung der Erdauflast benötigt als auch für die bodenmechanischen Nachweise.

Welche der Bodenparameter erforderlich sind, richtet sich nach den Einstellungen in den Eigenschaftsblättern *Parameter*, *Grundbruch* und *Gleiten* (s. S. 16).

Nicht benötigte Eingabefelder sind automatisch inaktiv.

Eingabefelder:

t_f	Abstand OK Boden zu UK Fundament bzw. Gründungstiefe
γ_1	Wichte des Bodens oberhalb UK Fundament
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
γ_2	Wichte des Bodens unterhalb UK Fundament
δ	Sohl- bzw. Wandreibungswinkel
t_w	Höhe des Grundwasserspiegels (wird noch nicht berücksichtigt!)
K_{pgh}	horizontaler Erdwiderstandsbeiwert für den Erdlastanteil
K_{pch}	horizontaler Erdwiderstandsbeiwert für den Kohäsionsanteil

Eingabehilfen:

$t_f=d$	Setzt die Gründungstiefe gleich der Höhe der Fundamentplatte.
$\varphi, \delta \rightarrow K_{ph,c}$	Berechnung der Erdwiderstandsbeiwerte für ebene Gleitflächen (nach Blum).

2.8

Rechenlaufsteuerung



Steuerung des
Rechenlaufes

Durch Anklicken des dargestellten Buttons wird das Eigenschaftsblatt *Parameter* aktiviert.

PARAMETER

FEM-Berechnung

Elementierung
 n_x 20 n_y 20

Begrenzung der max. Betonpressung
 $\lim \sigma_B =$ 1.0 * zul $\sigma_{B,T}$ ☒

Nachweis Stützenfuß

Nachweisgrenzen für Betonpressung
 mittleres $\sigma_B(A_D) < \text{zul } \sigma_B$ ☒
 zulässiger Anteil von A_D
 mit $\sigma_B > \text{zul } \sigma_B$: 50 %
 mit $\sigma_B > \text{zul } \sigma_{B,T}$: 0 %

Nachweisverfahren für Fußplatte
☐ Elast.-Elast. ☒ Elast.-Plast.

Fundamentbemessung
 durchführen ☒

Buttons: [X] [?] [✓]

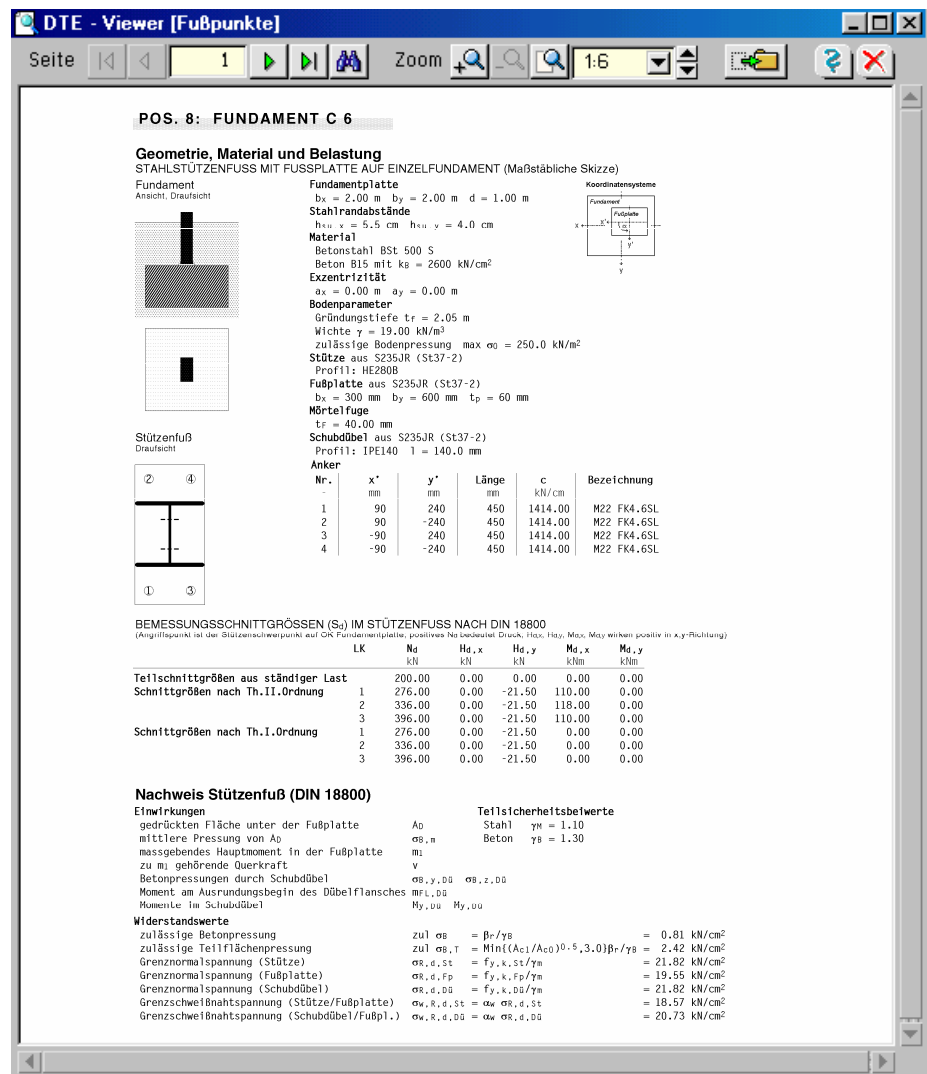
Hier können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- Elementteilung** der Fußplatte bei der Berechnung der Betonpressungen mittels FEM in x- und y-Richtung.
- Betonpressung** Wenn die aufnehmbare Betonpressung im FEM-Modell (S. 11) begrenzt werden soll (Eindrücken des **Hakensymbols**), kann der Faktor zur Bestimmung des Grenzwertes in Abhängigkeit der zulässigen Teilflächenpressung angegeben werden.
- mittlere Pressung** Wenn für den Wert der mittleren Pressung innerhalb der gedrückten Fläche unter der Fußplatte überprüft werden soll, ob dieser kleiner als die zulässige Betonpressung ist, muss der **Hakenbutton** eingedrückt sein. In den Eingabefeldern können die zulässigen Prozentsätze der gedrückten Fläche A_D angegeben werden, die die zulässige Betonpressung bzw. die zulässige Teilflächenpressung überschreitet. Siehe hierzu auch Betonpressung unter der Fußplatte S. 8.
- Nachweisverfahren** Die beiden Radio-Buttons legen fest, ob der Nachweis der zulässigen Spannungen in der Fußplatte Elastisch - Elastisch oder Elastisch - Plastisch geführt werden soll.
- Fundamentbemessung** Abschließend kann die Fundamentbemessung wahlweise ein- oder ausgeschaltet werden. Bei Deaktivierung erscheint am unteren Rand des Haupteigenschaftsblattes der Hinweis: "Fundamentbemessung ist ausgeschaltet!" Außerdem werden die Eingabefelder aller anderen Eigenschaftsblätter, die nur die Fundamentbemessung betreffen ebenfalls deaktiviert.



Berechnung durchführen
Ergebnisse einsehen

Nach Anklicken des **Abacus**-Symbols wird die iterative Berechnung der Stützenfuß- und Fundamentkonstruktion durchgeführt. Im Anschluss wird das Druckdokument im DTE®-Viewer präsentiert.



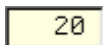
Der Viewer besitzt eine Reihe von Interaktionselementen, die wie folgt reagieren:



Sprung an die erste Seite des Dokumentes



Sprung an die vorangehende Seite



Eingabe der gewünschten Seitennummer



Sprung zur nächsten Seite



Sprung an die letzte Seite des Dokumentes



Suchen einer Seite, die eine bestimmte Tabelle oder Grafik enthält



Zoom-Ausschnitt manuell festlegen



zurück zum vorangegangenen Ausschnitt



Dokumentenseite ins Fenster einpassen



manuelle Vorgabe des Zoom-Faktors (1:1 ... 1:10)



Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons kann ein benutzerdefinierter Ausschnitt in eine Windows-**Bitmap-Datei** (BMP) gespeichert werden. Diese Datei kann in vielen Windows-Anwendungen (Windows-Paint, Word-für-Windows, Corel-Draw etc.) eingefügt werden.

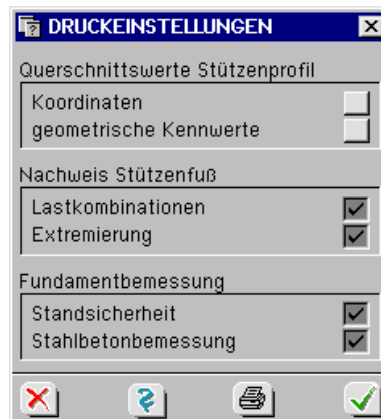
2.10

Ergebnisse drucken



Ergebnisse drucken

Durch Anklicken des dargestellten Buttons wird das Eigenschaftsblatt *Druckeinstellungen* aktiviert. Hier können die folgenden Einstellungen zur Gestaltung des Druckdokumentes vorgenommen und der Ausdruck gestartet werden:



Ist das Stützenprofil ein normierter Doppel-T-, Rechteck oder Rohrquerschnitt aus der Profildatei, können mit dem Button **Koordinaten** die Protokollierung der Querschnittsbeschreibung des Profils mittels Koordinaten und Linien ein- und ausgeschaltet werden.

Mit dem Button **geometrische Kennwerte** wird das Protokoll der maßgebenden Querschnittskennwerte aktiviert oder unterdrückt.

Liegt jedoch ein anderer Stützenprofiltyp vor, so müssen die Angaben zur Nachvollziehbarkeit des Ausdrucks immer mit protokolliert werden.

Bei Aktivierung des Buttons **Lastkombinationen** wird der Nachweis des Stützenfußes für jede Lastkombination ausgedruckt. Mit dem Button **Extremierung** wird eine Extremierung erzeugt und der Nachweis für die maßgebenden Werte aus allen Lastkombinationen ausgegeben. Die genannten Buttons können beide gleichzeitig eingeschaltet, aber nur einer von beiden Buttons jeweils ausgeschaltet sein.

Bei aktivierter Fundamentbemessung (S. 23) können der Ausdruck der Standsicherheitsnachweise oder die Stahlbetonbemessung der Fundamentplatte unterdrückt werden, wenn die Buttons **Standicherheit** bzw. **Stahlbetonbemessung** deaktiviert sind.



In der unteren Buttonleiste kann der Ausdruck direkt gestartet werden.

Zum weiteren Ablauf der Druckausgabe s. S. 37.

2.11

Online-Hilfe



Hilfe

Der **Hilfe**-Button ruft die Windows-Hilfe auf, in der die kontextsensitiven Erläuterungen der einzelnen Eigenschaftsblätter zusammengefasst und mit Verknüpfungen versehen sind.

2.12

Programm beenden



Ende

Der Button beendet die Eingabe der Position und geht zurück auf die auf S. 13 dargestellte Oberfläche zur Eingabe weiterer Positionen vom Typ "Fundament mit Fußplatte".

2.13

Bezeichnungen im Druckdokument

γ_M	Teilsicherheitsbeiwert Stahl
γ_B	Teilsicherheitsbeiwert Beton
A_D	gedrückte Fläche unter der Fußplatte
$\sigma_{B,m}$	mittlere Pressung von A_D
m_1	maßgebendes Hauptmoment in der Fußplatte
v	zu m_1 gehörende Querkraft
$\sigma_{B,y,Dü}$	Betonpressung y durch Schubdübel
$\sigma_{B,z,Dü}$	Betonpressung z durch Schubdübel
$m_{FL,Dü}$	Moment am Ausrundungsbeginn des Dübelflansches
$M_{y,Dü}$	Moment y im Schubdübel
$M_{z,Dü}$	Moment z im Schubdübel
zul σ_B	zulässige Betonpressung
zul $\sigma_{B,T}$	zulässige Teilflächenpressung
$\sigma_{R,d,St}$	Grenznormalspannung (Stütze)
$\sigma_{R,d,Fp}$	Grenznormalspannung (Fußplatte)
$\sigma_{R,d,Dü}$	Grenznormalspannung (Schubdübel)
$\sigma_{w,R,d,St}$	Grenzscheißnahtspannung (Stütze/Fußplatte)
$\sigma_{w,R,d,Dü}$	Grenzscheißnahtspannung (Schubdübel/Fußplatte)



3.1 Leistungsbeschreibung

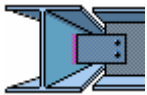
Das Programm 4//STAHL, Trägeranschlüsse, wird eingesetzt zur Berechnung von

- geschweißten Winkelanschlüssen
- geschraubten Winkelanschlüssen
- Stirnplattenanschlüssen
- Fahnenblechanschlüssen.

Jeder Anschlussstyp besitzt Vor- und Nachteile. Der Fahnenblechanschluss z.B. lässt sich kostengünstig herstellen und ermöglicht eine einfache Montage. Mit diesem Anschluss können aber nicht so große Kräfte abgetragen werden wie mit dem geschweißten Winkelanschluss oder dem Stirnplattenanschluss. Der geschweißte Winkelanschluss wiederum gestattet die Abtragung hoher Lasten, ist aber aufgrund der erforderlichen Schweißarbeiten in der Herstellung aufwendiger.

Mit dem Programm 4//STAHL, Trägeranschlüsse, wird der für die aktuellen Bedürfnisse beste Anschlussstyp ausgewählt und eine Optimierung der Konstruktion durchgeführt.

3.1.1 Fahnenblechanschluss



Hauptträger-Querträger-Anschlüsse mit am Steg des Hauptträgers angeschweißten Anschlussblechen, den Fahnenblechen, ermöglichen eine einfache und damit kostengünstige Montage der Querträger. Diese Anschlussart ist auch unter der Bezeichnung "Trägeranschluss nach Hotz" bekannt. Hiermit können besonders wirtschaftliche Anschlüsse hergestellt werden, weil bei oberkantenbündigen Trägern auf das lohnkostenintensive Ausklinken der Querträger verzichtet werden kann.

Nachweise für den Fahnenblechanschluss sind

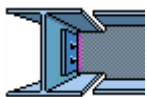
- Nachweis der Lochleibungsdrücke im Fahnenblech und im Steg des Querträgers
- Nachweis der Schrauben auf Abscheren
- Spannungsnachweise für den Nettoquerschnitt des Fahnenbleches
- Nachweis der Kehlnaht Fahnenblech/Hauptträgersteg

Als Schnittgrößen sind die Querkraft V_d und ein Versatzmoment M_d zu berücksichtigen. Das Versatzmoment errechnet sich aus der Querkraft und dem Abstand zu dem untersuchten Schnitt im Fahnenblech. Besonders zu beachten ist bei Fahnenblechanschlüssen das mögliche **Biegedrillknickversagen**. Wegen der geringen Seitensteifigkeit des Fahnenbleches bietet dieser Anschluss keine Gabellagerung im Sinne der DIN 18800, T. 2, für den Querträger. Durch konstruktive Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass kein Biegedrillknickversagen auftritt. Dies kann z.B. durch Aussteifung der Querträger mit Trapezblechen geschehen.



Im Programm wird vorausgesetzt, dass Biegedrillknickversagen nicht auftreten kann.

3.1.2 Stirnplattenanschluss



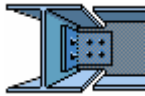
Beim Stirnplattenanschluss wird eine Stahlplatte an den Steg des Querträgers angeschweißt. Diese Stirnplatte wird auf der Baustelle an den Steg des Hauptträgers angeschraubt. In Abhängigkeit von den Trägerhöhen kann der Stirnplattenanschluss mit oder ohne Ausklinkung ausgeführt werden.

Nachweise für den Stirnplattenanschluss sind

- Nachweis der Ausklinkung
Für den maßgebenden Schnitt am Ende der Ausklinkung werden Biege-, Schub- und Vergleichsspannungsnachweis für den Restquerschnitt geführt. Der maßgebende Nachweis wird ausgewiesen. Bei kurzen Ausklinkungen wird i.d.R. der Schubspannungsnachweis maßgebend, bei längeren der Nachweis der Biege- oder Vergleichsspannungen.
- Nachweis Schweißnaht Trägersteg/Stirnplatte
Die Schweißnaht ist für die auftretende Querkraft nachzuweisen.
- Nachweis der Schrauben
Die Schrauben werden auf Abscheren nachgewiesen. Außerdem wird der Lochleibungsdruck in der Stirnplatte und im Steg des Hauptträgers überprüft.

3.1.3

Geschraubter Winkelanschluss



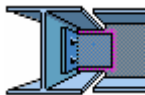
Beim geschraubten Winkelanschluss wird der Querträger durch ein aufgeschraubtes Winkelpaar mit dem Hauptträger verbunden. In Abhängigkeit von den Trägerhöhen kann der Anschluss mit oder ohne Ausklinkung ausgeführt werden.

Nachweise für den geschraubten Winkelanschluss sind

- Nachweis der Ausklinkung
Für den maßgebenden Schnitt werden Biege-, Schub- und Vergleichsspannungsnachweise geführt. Hierzu werden Schnitte in den Schraubenreihen und am Ende der Ausklinkung geführt. Das Programm weist aus, welcher Nachweis maßgebend wird.
- Nachweis der Schrauben im Querträger
Für die maximal auftretende Schraubenkraft wird der Nachweis auf Abscheren (zweischneitig) geführt. Weiterhin werden die Lochleibungsdrücke im Steg des Querträgers und in den Winkeln überprüft.
- Nachweis der Schrauben im Hauptträger
Für die maximal auftretende Schraubenkraft wird der Nachweis auf Abscheren (einschnittig) geführt. Weiterhin werden die Lochleibungsdrücke im Steg des Hauptträgers und in den Winkeln überprüft. Ein weiterer Nachweis checkt die Kontaktpressung zwischen den Winkelschenkeln und dem Steg des Querträgers. Die Pressung entsteht aufgrund der seitlichen Exzentrizität der Schrauben in den kurzen Winkelschenkeln.

3.1.4

Geschweißter Winkelanschluss



Beim geschweißten Winkelanschluss wird ein Winkelpaar mit den langen Winkelschenkeln beidseitig an den Steg des Querträgers angeschweißt. Die kurzen Schenkel der Winkel werden auf der Baustelle an den Steg des Hauptträgers angeschraubt. Der Vorteil dieses Anschlusses ist, dass der Steg des Querträgers durch das Anschweißen der Winkelschenkel verstärkt wird. Eine Stegverstärkung ist wünschenswert, da der Querträger oft durch Ausklinkungen geschwächt ist. Mit Hilfe der Winkel kann der Traglastverlust des Querträgers infolge der Ausklinkungen kompensiert werden. Mit diesem Anschluss können also wesentlich größere Querkräfte übertragen werden als mit den üblichen Stirnplatten- und geschraubten Winkelanschlüssen.

Nachweise für den geschweißten Winkelanschluss sind

- Nachweis der Ausklinkung
Für den maßgebenden Schnitt am Ende der Ausklinkung werden Biege-, Schub- und Vergleichsspannungsnachweis für den Restquerschnitt geführt. Das Programm weist aus, welcher Nachweis maßgebend wurde. Bei kurzen Ausklinkungen wird in der Regel der Schubspannungsnachweis maßgebend, bei längeren der Nachweis der Biege- oder Vergleichsspannungen. Häufig wird nur ein Teil der Belastung über den ausgeklinkten Träger abgetragen werden können. Der Rest der Belastung muss dann über die aufgeschweißten Winkelschenkel weitergeleitet werden.
- Nachweis der **Schweißnaht** Querträgersteg / Winkelschenkel
Der beim Nachweis der Ausklinkung berechnete Teil der Last, der vom ausgeklinkten Träger übertragen wird, muss vom Querträger in die Winkel über eine Stirnschweißnaht übertragen werden, die für diesen Lastanteil zu dimensionieren ist. Es ist zu beachten, dass die Stirnschweißnaht nur dann gelegt werden kann, wenn die kurzen Winkelschenkel nicht zu weit über das Ende des Querträgersteges hinausragen. Im Programm wird festgelegt, dass die Stirnschweißnaht nur dann schweißbar ist, wenn die Winkelschenkel maximal um ihre Dicke über das Ende des Trägersteges hinausragen.
- Nachweis der Schweißnaht Querträgersteg / Winkelschenkel (Kehlnaht)
Die Last, die vom ausgeklinkten Träger nicht abgetragen werden kann, muss über die aufgeschweißten Winkel abgeleitet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Winkelschenkel nur dann als Verstärkung für den Trägersteg wirksam werden können, wenn diese über das Ende der Ausklinkung hinaus angeschweißt sind. Das bedeutet, von der Kehlnaht darf nur der Teil im Nachweis berücksichtigt werden, der außerhalb der Ausklinkung liegt. Die Kehlnaht muss für die Restquerkraft und das zugehörige Versatzmoment bemessen werden.
- Nachweis der Schrauben
Die Querkraft muss über Schrauben von den Winkeln in den Steg des Hauptträgers übertragen werden. Die maximal auftretende Schraubenkraft muss ermittelt werden und hierfür der Nachweis auf Abscheren sowie der Nachweis der Lochleibungsspannungen für den Winkelschenkel und den Steg des Hauptträgers geführt werden. Wenn ein beidseitiger Anschluss vorliegt, müssen für den Nachweis der Lochleibungsspannungen im Hauptträger die

Schraubenkräfte der beiden Querträger aufsummiert werden.

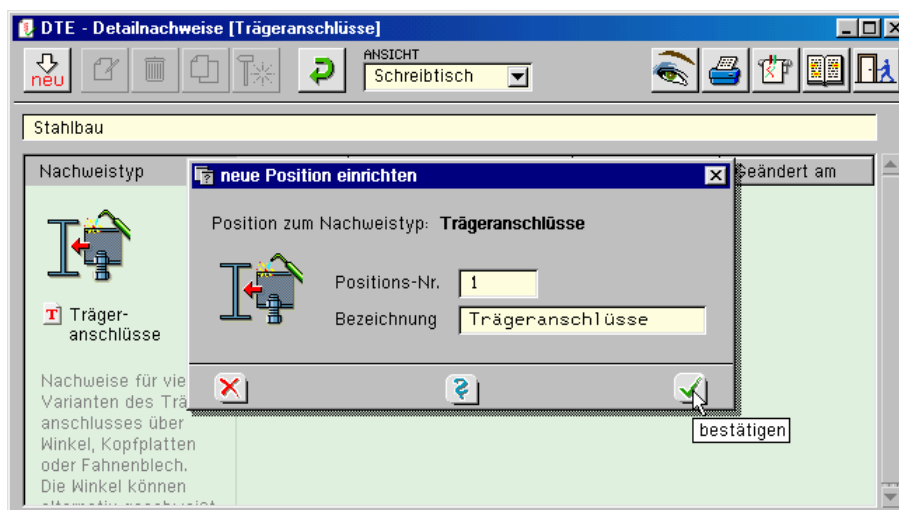
3.2

Bauteil erzeugen

Klicken Sie bitte in der auf S. 12 gezeigten Übersicht der Stahlbaunachweise das Icon der Trägeranschlüsse an.

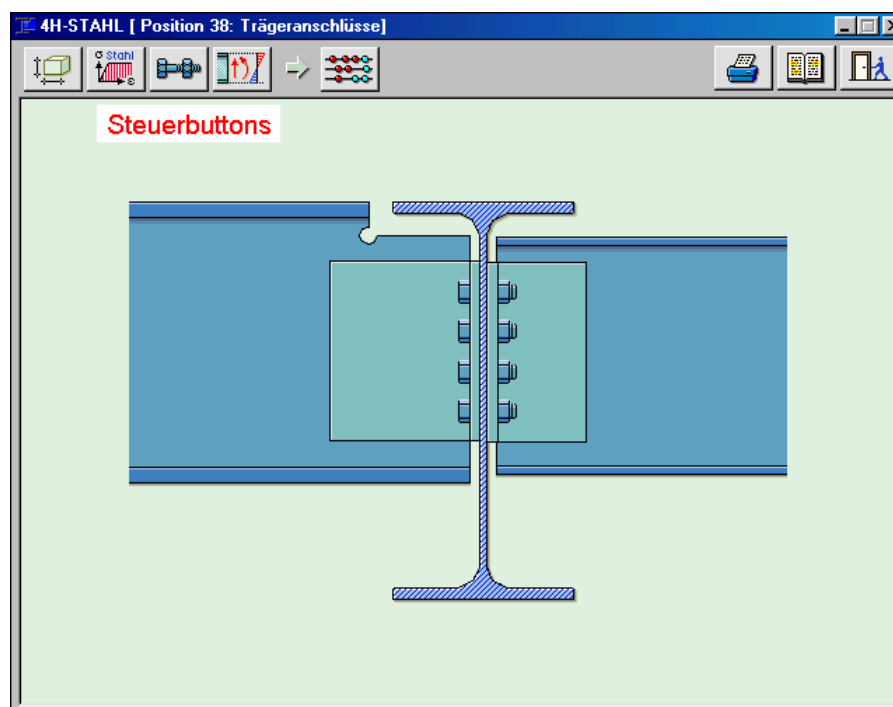


Klicken Sie nun den Nachweistyp mit der LMT doppelt an. Im folgenden Eigenschaftsblatt können der Position eine beliebige Nummer und ein kennzeichnender Text zugewiesen werden.











Im rechten Bereich erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint das Übersichtsfenster des Nachweistyps "Trägeranschlüsse".

Eingabeoberfläche



Im oberen Bereich befinden sich die Steuerbuttons, deren Funktionen im Folgenden beschrieben werden.

	Eingabe der Geometriedaten (S. 30)
	Materialangaben (S. 34)
	Verbindungsmittel (S. 35)
	Lastangaben (S. 35)
	Berechnung durchführen und Ergebnisse einsehen (S. 36)
	Ergebnisse drucken (S. 37)
	Online-Hilfe (S. 37)
	Bauteileingabe beenden (S. 37)

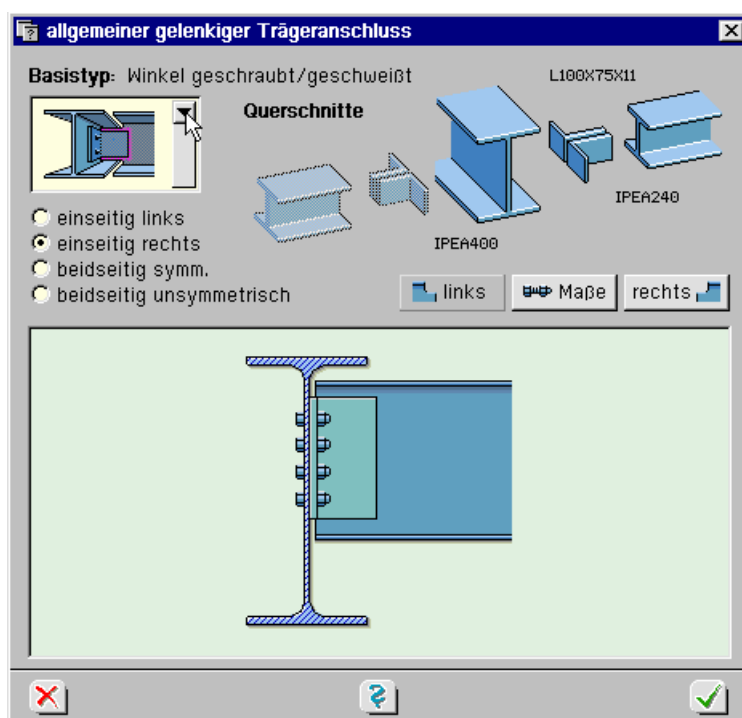
3.3

Geometriedaten



Geometriedaten
festlegen

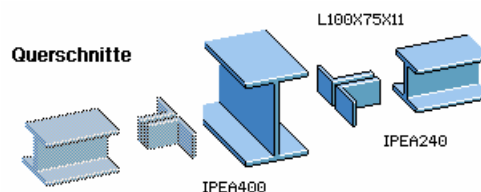
Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.



Zu Beginn der Geometrieeingabe muss der Basistyp des Anschlusses durch Betätigung der Symbolleiste eingestellt werden.

Vier Anschlusstypen stehen zur Verfügung:

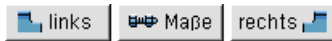
- Geschweißter Winkelanschluss
- Geschraubter Winkelanschluss
- Stirnplattenanschluss
- Fahnenblechanschluss



Der geschweißte Winkelanschluss kann einseitig oder beidseitig ausgeführt werden; alle anderen Anschlüsse können nur einseitig ausgebildet werden. Diese Einstellungen werden durch Aktivierung der entsprechenden Radiobuttons vorgenommen. In Abhängigkeit von den gewählten Einstellungen werden nun die fünf Profilsymbole an der Oberseite des Eingabeblattes in ei-

nem kräftigen oder blassen Blauton dargestellt. Die Symbole in kräftigem Blau sind aktiv und können mit dem Mauscursor angeklickt werden.

Von links nach rechts sind hier die Symbole für den linken Querträger, das linke Anschlusselement, den Hauptträger, das rechte Anschlusselement und den rechten Querträger dargestellt. Das dargestellte Anschlusselement ist abhängig von der gewählten Anschlussart. Es werden hier also Winkel, Stirnplatten oder Fahnenbleche dargestellt. Durch Anklicken eines Profilsymbols kann nun das zugehörige Eingabeblatt aufgerufen werden. Siehe hierzu auch Profileingabe S. 32. Neben den Profilsymbolen wird jeweils die eingestellte Profilkennnung ausgewiesen.



Unterhalb der Profilsymbole sind drei Eingabebuttons angeordnet, mit denen die Daten für die linke und rechte Ausklinkung und für die Schraubenabstände eingegeben werden können.

3.3.1 Ausklinkungen



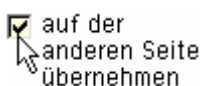
Fünf Ausklinkungstypen werden bereitgestellt:



- IK0 keine Ausklinkung
- IK1 obere Ausklinkung (mit Bohrung)
- IK2 obere und untere Ausklinkung (mit Bohrung)
- IK3 obere Ausklinkung
- IK4 obere und untere Ausklinkung

Folgende Daten müssen eingegeben werden:

- e_o Ausklinkungstiefe
- a Ausklinkungslänge
- s Abstand des Querträgers vom Hauptträgersteg
- \ddot{u} Überstand der Ausklinkung / Winkelschenkel
- h_o Höhendifferenz Hauptträger / Querträger



Bei beidseitigen Trägeranschlüssen kann mit Hilfe des Buttons **auf der anderen Seite übernehmen** der Datensatz der Ausklinkung kopiert werden.



Bei einem Fahnenblechanschluss kann keine Ausklinkung angeordnet werden. Es ist natürlich auch ein Fahnenblechanschluss mit Ausklinkung denkbar, aber da es die Aufgabe dieses Anschlusses ist, lohnintensive Ausklinkungen zu vermeiden, ergibt eine derartige Kombination keinen Sinn. Die Eingabefelder e_o und a sind deshalb für diesen Anwendungsfall nicht aktiv.

3.3.2

Schraubenabstände



In diesem Eingabeblatt werden die vertikalen Schraubenabstände definiert. Dies sind der Randabstand e_1 und der Abstand e zwischen den Schrauben.

Weiterhin ist die Anzahl n der übereinander liegenden Schrauben anzugeben. Da die Winkel immer paarweise eingesetzt werden, ist die Gesamtzahl der Schrauben doppelt so groß.

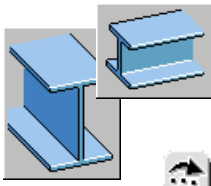
Die Eingabe der Schraubenabstände kann in drei unterschiedlichen Bezugssystemen erfolgen. Die Maße e_1 und e lassen sich bezüglich der Oberkante des Winkels selbst oder der Oberkante des Hauptträgers bzw. des benachbarten Winkels eingeben.



Über den Button **Schraubentyp** kann auf das Eingabeblatt für die Verbindungsmittel zugegriffen werden (S. 35).

3.3.3

Trägergeometrie



Bei der Eingabe der Profildaten für den Haupt- und die Querträger wird zwischen Eingabe von Walzprofilen und Schweißprofilen unterschieden. Das Umschalten zwischen den Profilarten erfolgt durch Aktivierung des entsprechenden Radiobuttons.

Bei der Eingabe von Walzprofilen (normierte Profile) können die Profildaten direkt durch Aufruf des Profilmanagers ermittelt werden. Wenn Schweißprofile (typisierte Querschnitte) verwendet werden sollen, müssen diese durch Angabe der einzelnen Träger- und Blechabmessungen beschrieben werden:

- h Gesamthöhe des Trägers
- b Breite des Trägers
- t Flanshdicke
- s Stegdicke

Bei der Auswahl der Profile ist darauf zu achten, dass der entstehende Trägerstoß konstruktiv ausführbar ist. Das heißt, es dürfen keine Kollisionen zwischen einzelnen Querschnittsteilen sowie Schrauben, Schweißnähten und Profilausrundungen usw. auftreten.



Die konstruktive Machbarkeit wird vom Programm überprüft. Bei Problemen erscheint in der linken oberen Ecke des Grafikfensters ein kleines Icon mit einem Fragezeichen.

Nach Anklicken des Icons erscheint eine Liste mit Meldungen auf dem Bildschirm. Schwach gedruckte Meldungen sind Warnungen. Diese sollen den Programmanwender auf mögliche Probleme hinweisen. Wenn Warnungen auftreten, kann der Rechenlauf trotzdem durchgeführt

werden. Fehlermeldungen sind fett gedruckt. Das Programm hat dann schwerwiegende Mängel in der Konstruktion entdeckt, die eine Berechnung des Anschlusses unmöglich machen. Das heißt, ein Rechenlauf kann erst dann durchgeführt werden, wenn der Anwender die Konstruktionsmängel beseitigt hat.

3.3.4 Geometrie der Anschlusswinkel

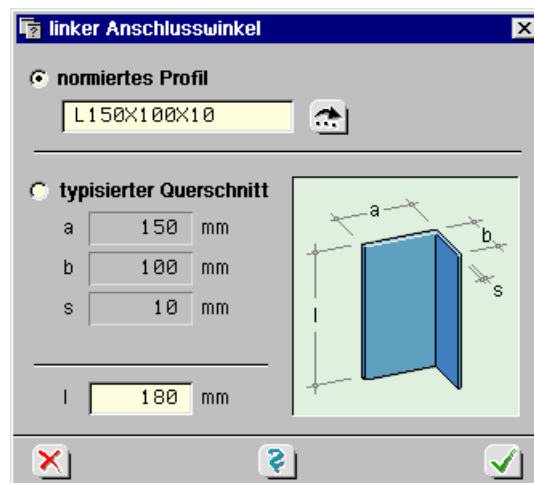


Auch bei der Eingabe der Profildaten wird zwischen Eingabe von Walzprofilen und Schweißprofilen unterschieden. Das Umschalten zwischen den Profilartern erfolgt durch Aktivierung des entsprechenden Radiobuttons.



Für Walzprofile (normierte Profile) können die Profildaten direkt durch Aufruf des Profilmanagers ermittelt werden. Wenn Schweißprofile (typisierte Querschnitte) verwendet werden sollen, müssen diese durch Angabe der einzelnen Blechabmessungen beschrieben werden:

- a Länge des langen Winkelschenkels
- b Länge des kurzen Winkelschenkels
- s Dicke der Winkelschenkel
- l Winkellänge



Die Verwendung von typisierten Winkeln ist interessant bei der Anwendung des geschweißten Winkelanschlusses. Hier müssen oft Winkel mit sehr langem Schenkel eingesetzt werden, da der Winkelschenkel länger als die Ausklinkung sein muss. Da derartige Winkel häufig nicht genormt und auch in der Profildatei nicht vorhanden sind, kann der Programmanwender ein entsprechendes Profil definieren.

3.3.5 Fahnenblech

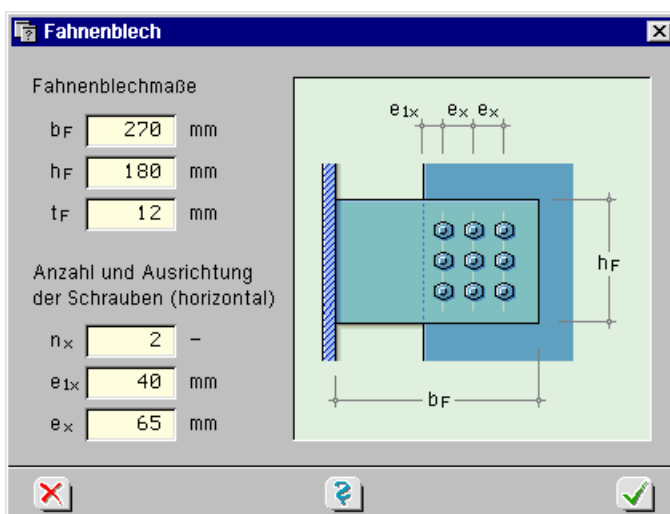


Die Abmessungen des Fahnenbleches werden beschrieben durch:

- b_F Blechbreite
- h_F Blechhöhe
- t_F Blechdicke

Außerdem sind einzugeben:

- n_x Anzahl der Schrauben (in horizontaler Richtung)
- e_{1x} Randabstand
- e_x Abstand der Schrauben



3.4

Materialangaben



Material auswählen

Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Stahlsorte aktiviert.

Zur Eingabe der Stahlsorte stehen hier in der Auswahlbox die Stähle der Tab. 1 Anpassungsrichtlinie Stahlbau, Ausg. Dez. 2001 zur Verfügung.

Dies sind

Baustähle n. **DIN EN 10025** (03.94):

S235 (St37), S275 (St44), S355 (St52)

Feinkornbaustähle n. **DIN EN 10113** (04.93):

S275 N/NL, S275 M/ML, S355 N/NL, S355 M/ML,
S460 N/NL, S460 M/ML



Aufgrund der Überarbeitung und Erweiterung von El. 401 der DIN 18800 gemäß Anpassungsrichtlinie Stahlbau (12.01) sind hier gegenüber der alten Tab. 1 zusätzliche Stähle und geänderte Stahlbezeichnungen aufgeführt.

Bezeichnung der Feinkornbaustähle

S355 N, S355 M, S355 NL, S355 ML

S Stahl

355 Streckgrenze N/mm²

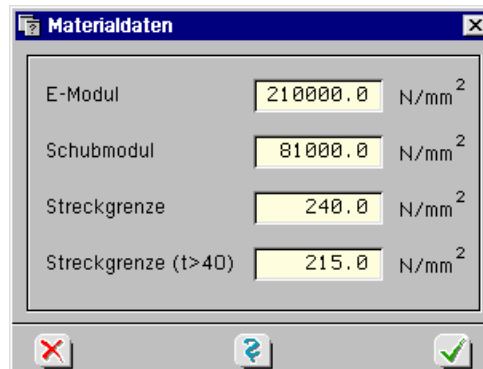
N normalgeglüht

L festgelegter Mindestwert der Kerbschlagarbeit bei einer Temperatur von -50 °C

M Thermomechanisch gewalzt

Freies Material

Zusätzlich zu den hier aufgeführten Stählen kann über den Menüpunkt *Sondermaterial* ein eigenes Material definieren werden.



Die freie Materialangabe erfolgt über Eingabe des E-Moduls, des Schubmoduls, der Streckgrenze und der abgeminderten Streckgrenze für Bauteile mit einer Dicke größer 40 mm.

3.5

Verbindungsmittel



Verbindungsmittel
festlegen

Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Schrauben aktiviert.

Mit Hilfe entsprechender Auswahlboxen werden die Schraubengröße und der Werkstoff ausgewählt.

Als Verbindungsart kann eine SL-Verbindung oder eine SLP-Verbindung vorgesehen werden.

Wird das Nennlochspiel mit > 0.3 mm angegeben, liegt eine SL-Verbindung vor, andernfalls eine SLP-Verbindung mit Passschrauben.

3.6

Lastangaben



Lastangaben

Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Belastung aktiviert.

Hierin werden die Querkräfte V_d als Bemessungsgrößen für den linken und rechten Querträger eingegeben. Weiterhin wird der **Materialsicherheitsbeiwert** γ_M festgelegt.

Berechnung durchführen und Ergebnisse einsehen

Wie bereits auf S. 32 erläutert reagiert das Programm auf jede abgeschlossene Änderung in den Eingabeblättern durch Neuberechnung und **Datencheck**. Kollisionen in der Konstruktion werden dadurch sofort erkennbar.



Berechnung durchführen
Ergebnisse einsehen

Bei vollständiger, mängelfreier Eingabe wird über das Abacus-Symbol die Berechnung mit anschließender Präsentation der Druckliste im DTE®-Viewer angestoßen.

DTE®-Viewer

DTE - Viewer [Trägeranschlüsse]

Seite 1

Verfasser: pcae Programmentw. Kopernikusstraße 4A 30167 Hannover

Programm: 4H-STAHl / pcae-GmbH / pcae/0000001

Bauwerk: MSB ASB Nr.: Datum: 17.12.2001

POS. 5: GESCHWEISSTER WINKEL

Geometrie, Belastung und Materialkennwerte

ALLG. GELENKIGER TRÄGERANSCHLUSS (Prinzipiskizze)

Hauptträger HT: Profil IPEA400
 $b = 180.0 \text{ mm}$ $t_f = 12.0 \text{ mm}$ $t_s = 7.0 \text{ mm}$
 Querträger links: Profil I280
 Ausklüpfung: Typ IK 1 $d = 17.0 \text{ mm}$
 $e_o = 34.0 \text{ mm}$ $a = 110.0 \text{ mm}$
 $s = 5.0 \text{ mm}$ $\bar{u} = 25.0 \text{ mm}$ $h_o = 0.0 \text{ mm}$
 Winkel: Profil L150X100X10 Querträger
 Keine Ausklüpfung vorhanden
 $s = 12.0 \text{ mm}$ $\bar{u} = 25.0 \text{ mm}$ $h_o = 35.0 \text{ mm}$
 Winkel: Profil L100X75X11
 Schnittgrößen
 $V_{1,d} = 150.0 \text{ kN}$ $V_{r,d} = 100.0 \text{ kN}$

Stahlsorte S235JR (St37-2), $\gamma_M = 1.10$
 Schraube M16, FK 5.6SL, $\Delta d = 1.0 \text{ mm}$

Nachweise

Linker Querträger

Ausklüpfung: (Schnitt 1-1) Typ IK 1
 $h_1 = 237.5 \text{ mm}$ $t_s = 10.1 \text{ mm}$ $A = 40.5 \text{ cm}^2$ $S_y = 665.4 \text{ cm}^3$ $S_{y1} = 119.0 \text{ cm}^3$ $I = 2340.7 \text{ cm}^4$
 $z_o = 164.1 \text{ mm}$ $z_u = 73.4 \text{ cm}$ $\sigma_o = 12.10 \text{ kN/cm}^2$ $\max \tau = 8.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_1 = 4.29 \text{ kN/cm}^2$ $\tau_1 = 7.55 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma_v = 13.76 \text{ kN/cm}^2$
 $V_{1,d} = 150.0 \text{ kN}$ $V_{r,d} = 218.9 \text{ kN}$ \Rightarrow Differenzlast $\Delta V = 0.0 \text{ kN}$
 Verstärkung konstruktiv, die Querkraft wird komplett über die Stirschweißnaht weitergeleitet

Anschluß Querträger QT an WINKEL L150X100X10
 Winkellänge $h_w = 180 \text{ mm}$ $t_w = 10 \text{ mm}$ $A_w = 18.0 \text{ cm}^2$ $\sigma_{R,d} = 21.82 \text{ kN/cm}^2$ $\tau_{R,d} = 12.60 \text{ kN/cm}^2$

Schweißnähte $\sigma_{w,R,d} = 20.73 \text{ kN/cm}^2$
 Stirschweißnaht: $V_{AS} = 218.9 \text{ kN}$ $l_w = h_w = 180.0 \text{ mm} \Rightarrow$ erf $a_{w3} = 2.9 \text{ mm}$ gew. $a_{w3} = 3.0 \text{ mm}$
 Kehlnähte 1 und 2: Anschluß konstruktiv mit $a_w = 3 \text{ mm}$

Anschluß WINKEL L150X100X10 an Hauptträger HT

Schraubenanzahl: 4 Schrauben je Winkel, $w_3 = 55 \text{ mm}$
 $h_w = 180 \text{ mm}$ $b = 100.0 \text{ mm}$ $b_w = 210.1 \text{ mm}$ $e_1 = 30 \text{ mm}$ $e = 40 \text{ mm}$ $t_s = 10 \text{ mm}$
 Kontaktkraft = $38.04 \text{ kN} \Rightarrow$ erf. Kontaktfläche = 1.59 cm^2
 Für die Belastbarkeit je Schraube gilt:
 $V_{a,R,d} = 54.8 \text{ kN}$ $V_{w,R,d} = 79.9 \text{ kN}$ $V_{1H,R,d} = 55.9 \text{ kN} \Rightarrow V_{R,d} = 54.8 \text{ kN}$
 \Rightarrow Nachweis Abscheren wird maßgebend
 mit $S_{aH,d} = 11.7 \text{ kN}$ und $S_{aV,d} = 18.0 \text{ kN}$ $S_d = 21.5 \text{ kN}$
 $\Rightarrow S_d = 21.5 \text{ kN} < V_{R,d} = 54.8 \text{ kN} \Rightarrow$ Ausnutzung $S_d/S_{R,d} = 0.392 < 1$

Nachweis Lochleibungsspannungen im Hauptträger

Maximale Schraubenkraft: $S_d = 35.0 \text{ kN}$ Belastbarkeit je Schraube: $V_{1H,R,d} = 55.9 \text{ kN}$
 \Rightarrow Ausnutzung = $S_d / V_{1H,R,d} = 0.625 < 1$

3.8

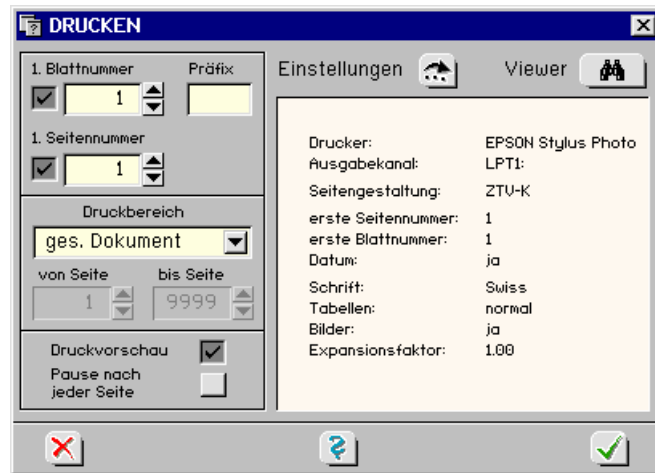
Druckausgabe



Ergebnisse drucken

Durch Anklicken des **Drucker**-Buttons wird der Nachweis direkt auf dem Drucker ausgegeben. Zur übergeordneten Druckausgabe mehrerer Nachweistypen s. Handbuch DTE®.xx "Die Verwaltung der Detailnachweise".

Nach Bestätigung des Windows-Menü *Drucker einrichten* über den Button **OK** erscheint das DTE®-Eigenschaftsblatt *Drucken*.



In diesem Eigenschaftsblatt und über den Button **Einstellungen** können Modifikationen der Ausgabegestaltung vorgenommen werden.



Z. B. sind hierüber zusätzlich zum Icon **Drucklayout** in der DTE®-Schublade die **Seitenkopfeinstellungen** zur Eingabe des **Firmenkopfes** erreichbar.



Viewer



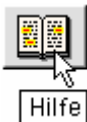
Der Button **Viewer** ruft wiederum die Einsichtnahme der Druckliste zur Überprüfung der Einstellungen auf. Die Funktionen des Viewers wurden bereits auf S. 24 beschrieben.



Nach **Bestätigen** erfolgt der Ausdruck auf dem gewählten Ausgabemedium.

3.9

Hilfe



Hilfe

Der **Hilfe**-Button ruft die Windows-Hilfe auf, in der die kontextsensitiven Erläuterungen der einzelnen Eigenschaftsblätter zusammengefasst und mit Verknüpfungen versehen sind.

3.10

Ende



Ende

Der **Ende**-Button beendet die Eingabe der Position und geht zurück auf die auf S. 13 dargestellte Oberfläche zur Eingabe weiterer Positionen vom Typ "Trägeranschlüsse".

- | | | |
|------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /1/ | DIN 18800 | Stahlbauten |
| /2/ | DIN 1054 | Baugrund |
| /3/ | DIN 1045 | Beton und Stahlbeton |
| /4/ | DIN 4017 | Grundbruchberechnungen von Flachgründungen |
| | | |
| /5/ | Kahlmeyer | Stahlbau nach DIN 18800 (11.90)
3. Auflage, Werner-Verlag |
| /6/ | Hotz | Oberkantenbündige Deckenträger-Unterzug-Anschlüsse mit
verbesserter Wirtschaftlichkeit
Stahlbau (2001), Heft 2, Ernst & Sohn |
| /7/ | Petersen | Stahlbau
3. Auflage, Vieweg |
| /8/ | Schneider | Bautabellen für Ingenieure
14. Auflage, Werner-Verlag |
| /9/ | Hünensen/Fritzsche | Stahlbau in Beispielen, Werner-Verlag |
| /10/ | Heft 326 | DAfStb |
| /11/ | Heft 399 | DAfStb |
| /12/ | BK 95 | Betonkalender, Ernst & Sohn |
| /13/ | DIN 7992 | Hammerkopfschrauben mit großem Kopf, März 1961 |
| /14/ | DIN EN 10025 (3.94) | Baustähle |

5 Index

- ##-STAHL, Stahlstützenfuß 1
- ##-STAHL, Trägeranschlüsse 1
- Abkürzungen 2
- Ankerschrauben 8, 19
- Ankerzugkraft 8
- Anschlusstyp 30
- Anschlusswinkel 33
- Ausklindung 27, 31
- Baustahl 34
- Bauteil erzeugen 12, 29
- Belastung 21
- Betonpressung 9, 23
- Betonstahl 16
- Bezeichnungen 26
- Bezugsgröße 10
- Biegebemessung 10
- Biegebewehrungsgrad 17
- Biegedrillknicken 27
- Bitmap-Datei 24
- blank 2
- Bodenpressung 9
- Buttons 2
- Cursor 2
- Datencheck 36
- DIN 4017 10
- DIN EN 10025 34
- DIN EN 10113 34
- Druckausgabe 25, 37
- DTE-Viewer 24
- Durchstanznachweis 11, 17
- Einwirkung 2
- Elementteilung 23
- e-Mail 6
- Erddruck stützender 10
- Erdwiderstand 10
- Extremalbildungsvorschrift 2
- Exzentrizität 15
- Fahnenblech 33
- Fahnenblechanschluss 1, 27
- Fangrechteck 2
- Federwirkung 19
- Feinkornbaustahl 34
- FEM-Berechnung 11
- Firmenkopf 37
- Fundament 1
- Fundamentbemessung 7, 23
- Fundamentgeometrie 15
- Fußplatte 8, 18
- Gabellagerung 27
- Geometriedaten Anschluss 30
- Gleitsicherheitsnachweis 10
- Grenzspannung 8
- Grundbruchnachweis 10
- Horizontalkräfte 9
- Imperfektion 2
- Installation 5
- Kehlnahtbemessung 7
- Kippnachweis 9, 21
- Kontextsensitivität 6
- Koordinatensysteme 15
- Kopfzeilen 37
- Lastbild 2
- Lasten 35
- Lastfall 2
- Lastkollektiv 2
- Lastneigungsbeiwert 10
- Material 16, 34
- Material freies 34
- Materialsicherheitsbeiwert 35
- Mörtelfuge 11
- Nachweis 7
- Nachweisverfahren 23
- Norm 7
- Plausibilitätskontrolle 32
- Porenwasserüberdruck 10
- Pressungsverteilung 8
- Profilbibliothek 18
- Reibung 9
- Scherbeiwert 10
- Schraubenabstände 32
- Schreibtisch 6
- Schreibtischauswahl 5
- Schubdübel 9
- Schubdübellänge 20
- Schubeinleitung 20
- Schubspannung 11
- Schweißnaht 9, 28
- Seitenkopfeinstellungen 37
- Sohldrucknachweis 9
- Spannungsverteilung 9
- Stahlrandabstand 15
- Stahlsorte 34
- Stahlstützenfuß 1
- Stand sicherheitsnachweis 16
- Startsymbol 5
- Steifezifferverfahren 11
- Steuerbutton 6
- Stirnplattenanschluss 1, 27
- Stütze 18
- Stützenfuß Leistungsbeschreibung 7
- Stützenquerschnitt 15
- Stützenschaft 7
- Teilflächenpressung 23
- Teilsicherheitsbeiwert 20
- Trägeranschluss 1
- Trägeranschlüsse Leistungsbeschreibung 27
- Trägergeometrie 32
- Verbindungsmittel 35
- Viewer 24
- Winkelanschluss
 - geschraubter 28
 - geschweißter 28
- Winkelanschlüssen 1
- Zugfederausschaltung 11

