

4H- HOLZ

Handbuch

Copyright 1999 - 2000

pcae GmbH, 30167 Hannover, Kopernikusstraße 4 A

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.

Teile dieses Handbuches dürfen unter Angabe der Quelle vervielfältigt werden.

erforderliche Hardware- konfiguration

Rechner:	PC AT - 386 (mit Coprozessor) oder höher
Grafikkarte:	VGA-Standard oder höher
Drucker:	grafikfähig
Maus:	Treiber installiert
Speicher	mindestens 4 MB Hauptspeicher mindestens 10 MB freier Plattenspeicher

Betriebssysteme

	Windows 95
	Windows 98
	Windows NT
DOS	Version 5.0 oder höher
oder	MS-Windows 3.x, OS/2 in DOS-Box

zum Inhalt

<i>Bauteilbearbeitung unter DTE</i>	S. 7
gibt Informationen zur Einbettung der 4H-HOLZ - Nachweisgruppen und Nachweistypen in das DTE-System.	
<i>Sondernachweise</i>	S. 25
beschreibt die Trägersausklinkungen und Trägerdurchbrüche.	
<i>Stöße</i>	S. 97
behandelt Zug- und Biegestoß.	
<i>Anschlüsse</i>	S.131
führt die Gedübelte Rahmenecke, den Balkenschuh und die Versätze aus.	
<i>Zusammengesetzte Querschnitte</i>	S.177
bespricht die Mehrteiligen Querschnitte und den durch Stahlprofile verstärkten Holzquerschnitt.	
<i>Holz-Holz-Verbindungen</i>	S.263
hat den Schwalbenschwanzanschluß, die Versätze, Kontaktstöße und die Zapfenverbindung zum Thema.	
<i>Literaturverzeichnis</i>	S.351
<i>Index</i>	S.353

Allgemeines

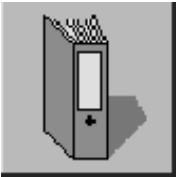
Das vorliegende Handbuch beschreibt die Möglichkeiten und Eigenschaften des Programms *4H-HOLZ* unter dem Desktop-Engineering-System DTE. Dem Leser sollten hierfür die grundlegenden Interaktionsformen von DTE bekannt sein (Arbeiten mit Menüs und Eigenschaftsblättern). Die hier angegebenen Informationen sollte der neue Anwender direkt am Rechner nachvollziehen. Hierzu müssen DTE und *4H-HOLZ* auf dem Rechner installiert sein.

Informationen zur Handhabung von DTE finden Sie im



DTE Handbuch

Bauteil einrichten Projekt



Starten Sie das Desktop-Engineering-System DTE. Sie befinden sich einem Zustand, in dem kein Objekt ausgewählt ist. Zur Trennung einzelner Bauvorhaben, erzeugen Sie sich ein Projekt mit der Menüfunktion



Objekt erzeugen → Projekt.

Es erscheint eine Ikone mit dem Symbol eines Aktenordners auf dem Schreibtisch. Klicken Sie dieses Symbol zweimal hintereinander kurz an. Das Projekt wird geöffnet. Legen Sie nun in dem (noch leeren) Projekt mit der Menüfunktion



Objekt erzeugen → Bauteil

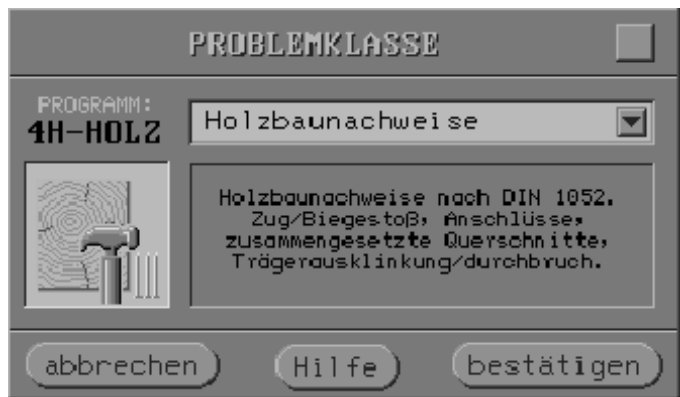
ein Bauteil an. Bevor dieses Bauteil auf dem Schreibtisch platziert wird, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, das die installierten Problemklassen zur Auswahl anbietet.

Problemklasse

Hier ist ein Bauteil voreingestellt, dem keine Berechnungsfunktionen zugeordnet sind. Wählen Sie mit Hilfe der Auswahlliste die Problemklasse *”Holzbaunachweise”* aus.



Das nachfolgende Eigenschaftsblatt weist Informationen zur gewählten Problemklasse aus.



Bauteil



Betätigen Sie nun den *”bestätigen”*-Button. Das Bauteilsymbol *”Holzbaunachweise”* wird generiert und erscheint im aktuellen Projektfenster. Wählen Sie das Bauteil durch einfaches Anklicken mit der linken Maustaste aus. Ein ausgewähltes Bauteilsymbol erscheint in weißer Farbe mit einem dicken schwarzen Rand. Diesem speziellen Bauteil sind Bearbeitungsmenüfunktionen zugeordnet. Mit Hilfe der rechten Maustaste können diese aktiviert werden.

Die Funktion



Berechnung

leitet die Bearbeitung der Holzbaunachweise, die diesem Bauteil zugeordnet sind, ein. Das Programm *4H-HOLZ* wird aktiviert. Mit den Möglichkeiten dieses Programms befaßt sich der folgende Abschnitt.

Die Funktion

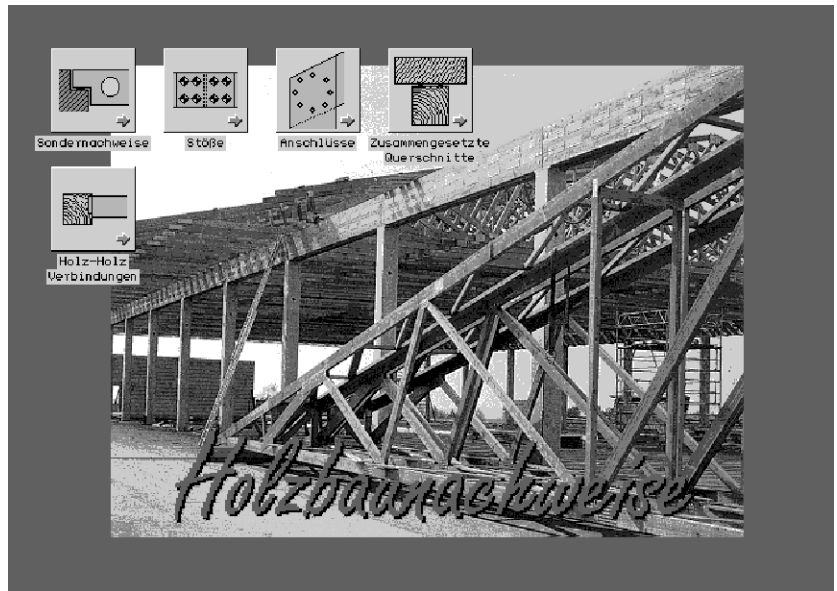


Druckausgabe →

wird am Ende dieses Kapitels besprochen.

Arbeiten mit 4H-HOLZ

4H-HOLZ startet mit dem hier dargestellten Bild-Layout.



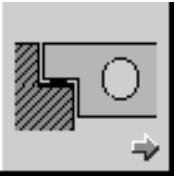
Nachweisgruppen und Nachweistypen

4H-HOLZ ist in die Nachweisgruppen

- Sondernachweise
- Stöße
- Anschlüsse
- Zusammengesetzte Querschnitte und
- Holz-Holz-Verbindungen

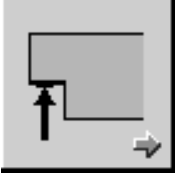
unterteilt. Innerhalb dieser fünf Nachweisgruppen befinden sich 31 Nachweistypen.

Die Symbole der Nachweisgruppen enthalten einen kleinen Pfeil nach rechts, der darauf hinweist, daß der Gruppe Nachweistypen zugeordnet sind.

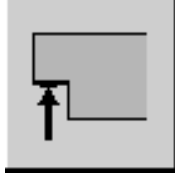


Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Sondernachweise" umfaßt die Nachweise von Trägern mit Ausklinkungen und Trägern mit Durchbrüchen, die sich wiederum in verschiedene Nachweistypen gliedern.

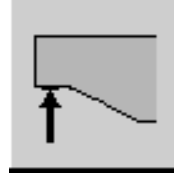
Sondernachweise



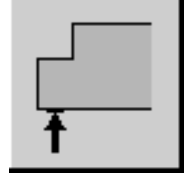
Träger mit
Ausklinkung



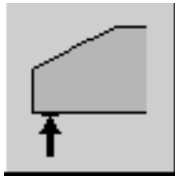
Ausklinkung
unten



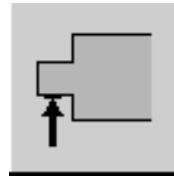
Ausklinkung
mit unterer
Schräge



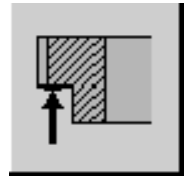
Ausklinkung
oben



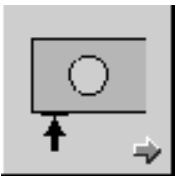
Obere Schräge



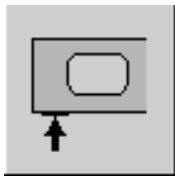
Zapfen



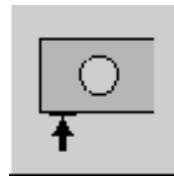
Ausklinkung
mit
Verstärkung



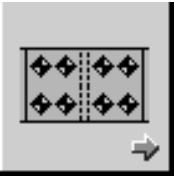
Träger mit
Durchbruch



Träger mit
Langloch

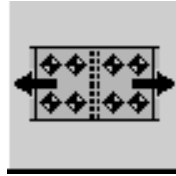


Träger mit
Rundloch

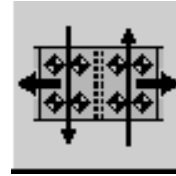


Stöße

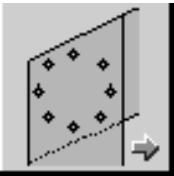
Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Stöße" umfaßt die Berechnung von Zug- und Biegestößen.



Zugstoß

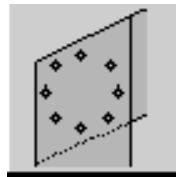


Biegestoß



Anschlüsse

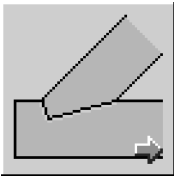
Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Anschlüsse" behandelt die Berechnung der Gedübelten Rahmenecke, des Balkenschuhs und der Versätze.



Gedübelte
Rahmenecke



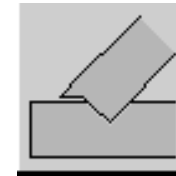
Rahmenschuh



Versatz



Stirn-Versatz

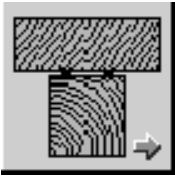


Fersen-Versatz



Zusammengesetzte
Querschnitte

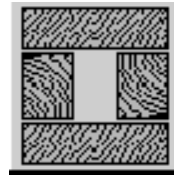
Die Gruppe der Nachweise vom Typ *”Zusammengesetzte Querschnitte”* befaßt sich mit den Mehrteiligen Querschnitten und dem durch Stahlprofile verstärkten Holzquerschnitt.



Mehrteilige
Querschnitte



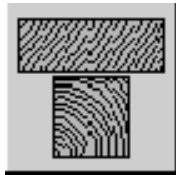
Träger-Typ 1



Träger-Typ 2



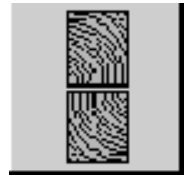
Träger-Typ 3



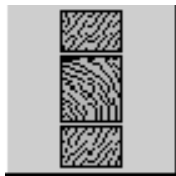
Träger-Typ 4



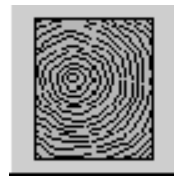
Träger-Typ 5



Träger-Typ 6



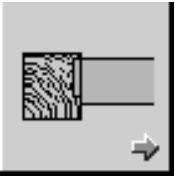
Träger-Typ 7



Träger-Typ 8

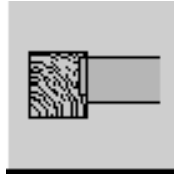


Verstärkter
Holzquerschnitt



Holz-Holz-
Verbindungen

Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Holz-Holz-Verbindungen" behandelt die Schwalbenschwanz-Verbindung, Stirn-, Fersen- und Doppelten Versatz, sowie zwei Kontaktstöße, einen weiteren Kontaktstoß mit Beihölzern und die Zapfenverbindung.



Schwalbenschwanz-
Verbindung



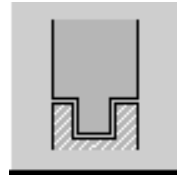
Stirn-Versatz



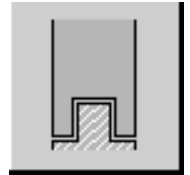
Fersen-Versatz



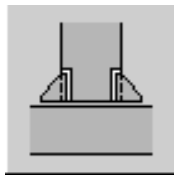
Doppelter
Versatz



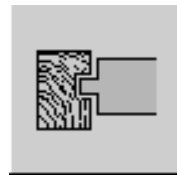
Kontaktstoß 1



Kontaktstoß 2



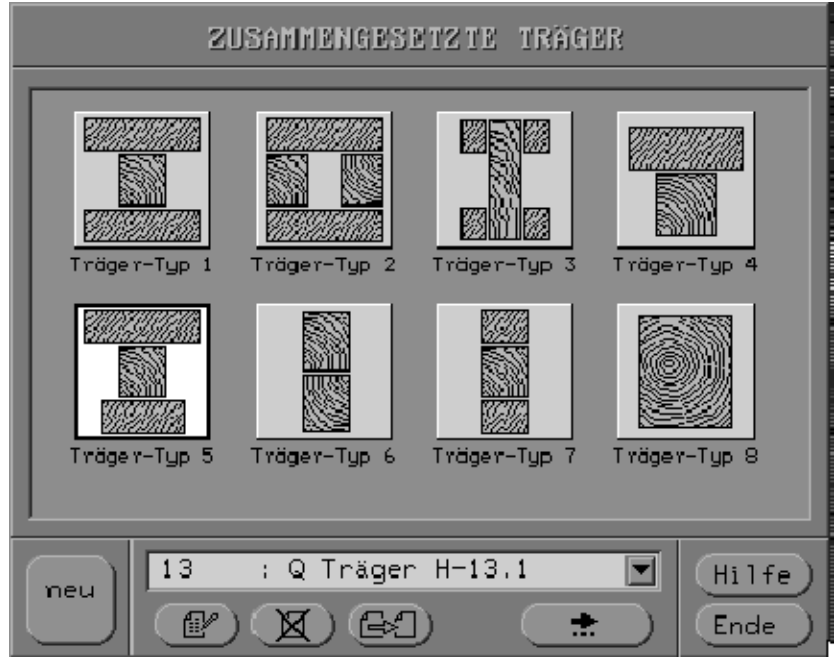
Kontaktstoß
mit Beihölzern



Zapfen

Nachweisgruppen

Wird das Symbol einer Nachweisgruppe angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, daß die Symbole der ihr zugeordneten Nachweistypen enthält.



Positionen

Wird in diesem Eigenschaftsblatt wiederum das Symbol eines Nachweistyps angeklickt, erscheint die aktuelle Position, die zu diesem Nachweistyp gehört, in einer Auswahlliste. Existiert zum aktuell ausgewählten Nachweistyp noch keine Position, bleibt die Auswahlliste leer und die den Positionen zugeordneten Buttons bleiben inaktiv. Existieren bereits mehrere Positionen zum aktuellen Nachweistyp, können diese durch Anklicken der Auswahlliste ausgewählt werden. Die ausgewählte Position wird dadurch zur aktuellen Position.

Durch Betätigen des "neu"-Buttons wird dem aktuellen Nachweistyp eine neue Position zugeordnet. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Positionsnummer und der Bezeich-

aktuelle
Position



nung. Nach Bestätigung wird die neue Position in die Auswahlliste aufgenommen und als aktuelle Position im Fenster angezeigt.



Pos.Nr.	Positionsbezeichnung
10	PB Achse 18 A-D
TRÄGERDURCHBRUCH	

abbrechen Hilfe bestätigen

Durch Betätigen des "ändern"-Buttons (nebenstehend dargestellt) können die Positionsnummer und die Bezeichnung der aktuellen Position jederzeit geändert werden.

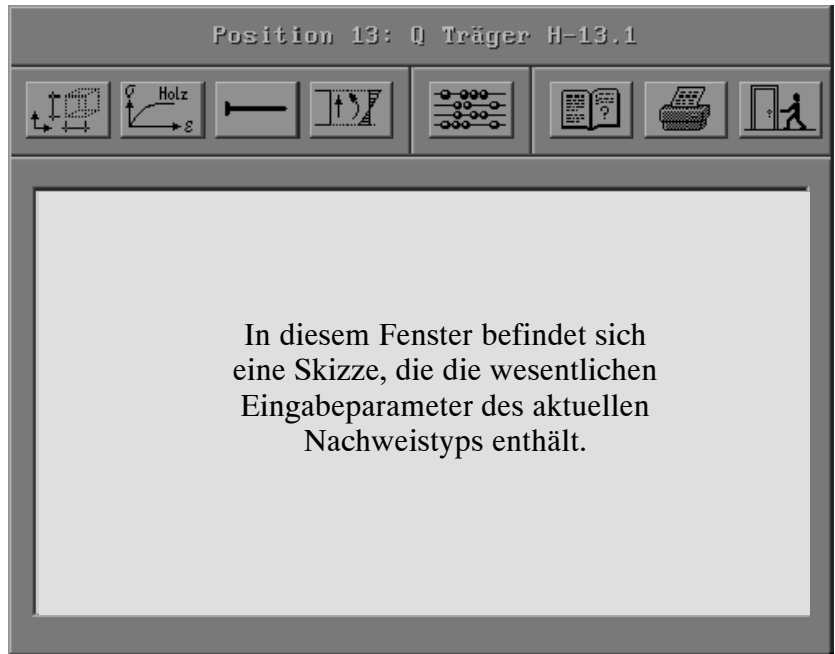
Durch Betätigen des "löschen"-Buttons kann die aktuelle Position gelöscht werden.

Durch Betätigen des "kopieren"-Buttons kann der Inhalt der aktuellen Position kopiert werden. Die Kopie, der wiederum eine Nummer und eine Bezeichnung gegeben werden müssen, enthält alle Nachweisdaten des Originals. Die Nutzung der Kopierfunktion bietet sich an, wenn sich Positionen nur in wenigen Nachweisparametern unterscheiden.

Die Betätigung des "Ende"-Buttons schließt das aktuelle Eigenschaftsblatt und ermöglicht somit die Bearbeitung anderer Nachweistypen über die Auswahl der Nachweisgruppen.

Die Betätigung des "bearbeiten"-Buttons startet ein Eigenschaftsblatt zur Definition der Nachweisparameter und zur eigentlichen Berechnung des Nachweises.

Zur Bearbeitung der Positionen



Die Buttonleiste im Kopf dieses Eigenschaftsblattes steuert die erforderlichen Aktionen zur Berechnung des Nachweises. Es folgt eine Beschreibung der einzelnen Buttons.



Geometrie

Der nebenstehend dargestellte Button leitet die Eingabe zur Beschreibung der Geometrie ein. Je nach Nachweistyp werden hier Maßangaben, Abstände etc. in einem angebotenen Eigenschaftsblatt einzugeben sein.



Über den nebenstehenden Button kann der aktuelle Inhalt eines Eigenschaftsblattes unter einem vorzugebenden Namen schreibweise gesichert und jederzeit in dem entsprechenden Eigenschaftsblatt an anderer

b_1	14.0	cm
b_2	5.0	cm
b_3	14.0	cm
h_1	4.0	cm
h_2	18.0	cm
h_3	4.0	cm
Maßgebende Feldlänge		480.0 cm

Stelle (auch in einem anderen Bauteil gleicher Problemklasse) geladen werden.



Die Daten werden in der angegebenen Bibliothek in der Schublade des Schreibtisches verwaltet, die dort auch (auf Diskette) gesichert werden kann.



Um gesicherte Datensätze umzubenennen oder zu löschen, betätigen Sie den symbolischen "bearbeiten"-Button in der Fußzeile des Eigenschaftsblattes.



Die Sicherung eines Eigenschaftsblattinhaltes kann umbenannt oder gelöscht werden. Betätigen Sie hierzu einen der angebotenen symbolischen Druckknöpfe in der eingerahmten Fußzeile des Eigenschaftsblattes. Die Aktion gilt jeweils für den aktuell in der Auswahlliste eingeblendeten Datensatz.

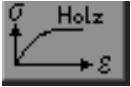
Geben Sie den neuen Namen in dem angebotenen Texteingabefeld ein und "bestätigen" Sie das Eigenschaftsblatt "Neue Bezeichnung".

Über das Menü



Sonderzeichen

können Texte mit griechischen Buchstaben und mathematischen Zeichen versehen werden.



Der nebenstehend dargestellte Button leitet die Festlegung der zugrundeliegenden Werkstoffgütern mittels Auswahllisten ein.

Materialdaten



Das links dargestellte Symbol dient zur Auswahl der nachzuweisenden Balkenschuhe.

Balkenschuhe



Bei der Holz-Holz-Verbindung "Schwalbenschwanz" wird über diesen Button die Lastabtragsform des Nebenträgers gesteuert.

Lastabtragung



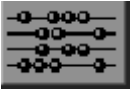
Die gewählten Verbindungsmittel Dübel, Nägel oder Leim werden hierüber festgelegt.

Verbindungsmittel



Der nebenstehend dargestellte Button leitet die Beschreibung der Belastung (Einwirkungen) ein. Die hier einzugebenden Größen sind vom Nachweistyp abhängig. Sie werden bei der Besprechung der einzelnen Nachweistypen vorgestellt.

Schnittgrößen



Monitorprotokoll

Das "Abacus"-Symbol steht für die Berechnung. Nach Beschreibung der Geometrie, der Materialien, der Verbindungsmittel und der Lasteinwirkungen führt das Programm nach Betätigen dieses Buttons die erforderlichen Nachweise. Das Ergebnis dieser Berechnungen kann in einer darauffolgenden Tabelle eingesehen werden. Fehlermeldungen weisen auf Unstimmigkeiten hin.



Der nebenstehend dargestellte Button startet den Hilfemanager. Dieser bietet Hilfestellungen zum aktuell bearbeiteten Nachweistyp an. Gerade in der Anfangsphase wird die intensive Nutzung dieses Werkzeuges empfohlen.

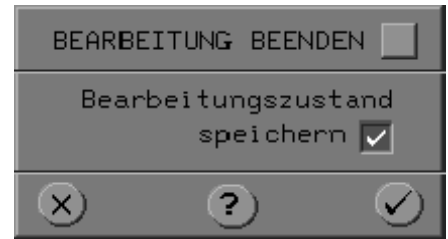


Druckerausgabe

Der nebenstehend dargestellte Button leitet die Druckausgabe ein. Diese versteht sich als "Schnell Ausdruck" und druckt genau eine Seite zur aktuell bearbeiteten Position aus. Der Ausdruck sämtlicher Positionen zum gegebenen DTE-Bauteil mit fortlaufender Seitennumerierung etc. geschieht aus dem DTE-System heraus. Hierbei werden vorangestellte Bemerkungen auf Wunsch berücksichtigt.



Der nebenstehend dargestellte Button beendet die Bearbeitung der aktuellen Position. In einem hierzu eingblendeten Eigenschaftsblatt kann entschieden werden, ob der aktuelle Bearbeitungszustand gespeichert werden soll (Voreinstellung).



4H-HOLZ Sitzung beenden

Sind alle Eigenschaftsblätter geschlossen, kann 4H-HOLZ mit der Menüfunktion



Ende

verlassen werden. Es erfolgt der Rücksprung in das aktuell geöffnete Projekt im DTE-System.

Druckausgabe unter DTE

Bauteilbezeichnung

Ein DTE-Bauteil von der Problemklasse "Holzbaunachweise" kann eine beliebige Anzahl von Positionen enthalten. Da ein DTE-Projektordner beliebig viele Bauteile (und wiederum Unterprojekte) enthalten kann, empfiehlt es sich, den voreingestellten Namen "Holzbaunachweise" in einen bauwerksbezogenen Namen umzuwandeln. Dies geschieht mit der Menüfunktion



sonstiges → Bezeichnung.

Man beachte hierbei, daß der gewählte Name (ggf. mit einer Zusatzzeile) auch in der Druckliste erscheint. Sollen zusätzlich Erläuterungen und Bemerkungen in die Druckliste aufgenommen werden, bemühen Sie die Funktion

Bemerkungen



sonstiges → Bemerkungen,

die es erlaubt, einmal definierte Standardtexte zu speichern und dem gegebenen Bauteil zuzuordnen.

Drucken

Zur Erstellung des alle Positionen umfassenden, endgültigen Statikdokumentes dient der Menüpunkt



Druckausgabe → Listen drucken

Die Aktivierung dieses Menüpunktes löst eine gewisse Anzahl von Eigenschaftsblättern aus, in denen festgelegt wird, welche Inhalte in welcher Form auf welchen Drucker gesendet werden sollen. Es kann hier angegeben werden, welche Kopfzeilen auf jeder Seite erscheinen sollen, welches Firmenlogo im Kopfbereich einmontiert werden soll, mit welcher Seitennummer begonnen werden soll, welcher Schrifttyp zur Anwendung kommen soll, ob Tabellen kompakt oder normal gesetzt werden sollen, ob die einmontierten Zeichnungen gegenüber der Voreinstellung vergrößert oder verkleinert werden sollen u. v. m. Sind diese Festlegungen bzgl. Inhalt und Layout getroffen, beginnt DTE mit der eigentlichen Setzarbeit. In einem *Vorschau-Fenster* kann der Anwender das Ergebnis der Setzarbeit beobachten und ggf. abrechnen.

Layoutvorgaben

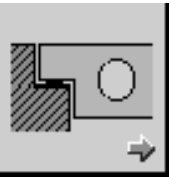
Vorschau



Drucken im
Hintergrund

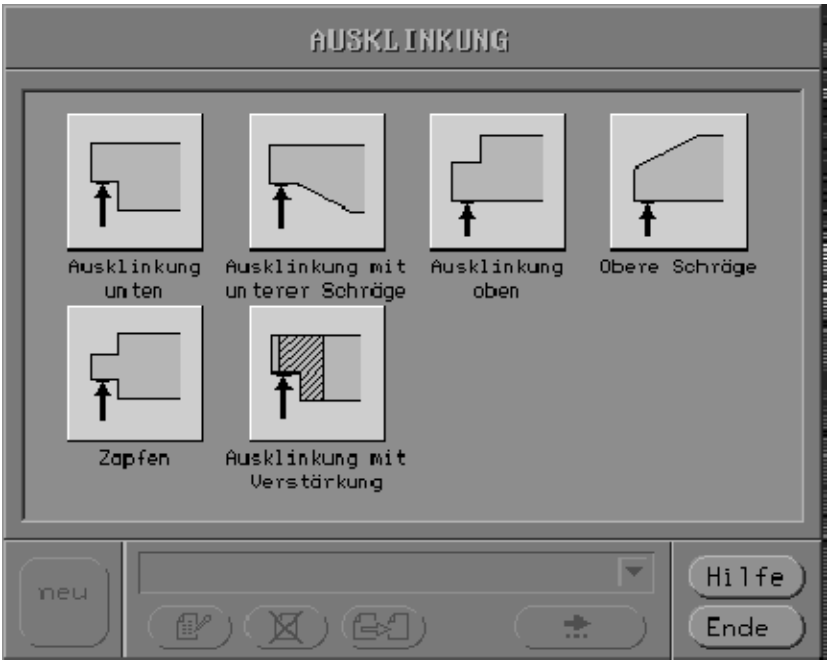
Ist das Dokument komplett gesetzt, bekommt der Drucker den Auftrag, das Dokument auszugeben. Da der Drucker mit einem solchen Auftrag i.d.R. einige Zeit beschäftigt ist, kann die erforderliche Kommunikation zwischen Rechner und Drucker im Hintergrund durchgeführt werden. D. h., während der Drucker arbeitet, stehen dem Benutzer bereits wieder alle Interaktionsmöglichkeiten von DTE zur Verfügung. In diesem Stadium sollte DTE jedoch nicht verlassen werden, da ansonsten auch die Kommunikation zwischen DTE und dem Drucker abbricht. In diesem Fall wird eine entsprechende Warnung ausgegeben.

Sondernachweise

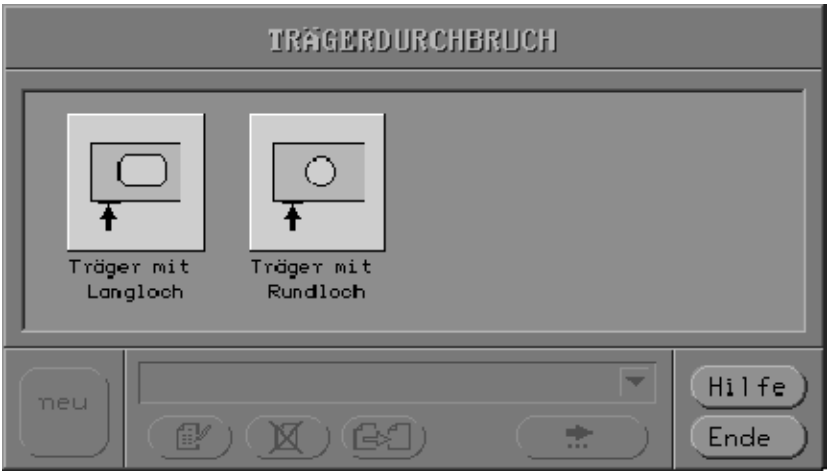


Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Sondernachweise" umfaßt die Nachweise von Trägern mit Ausklinkungen und Trägern mit Durchbrüchen, die sich wiederum in verschiedene Nachweistypen gliedern.

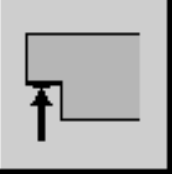
Trägerausklinkungen



Trägerdurchbrüche

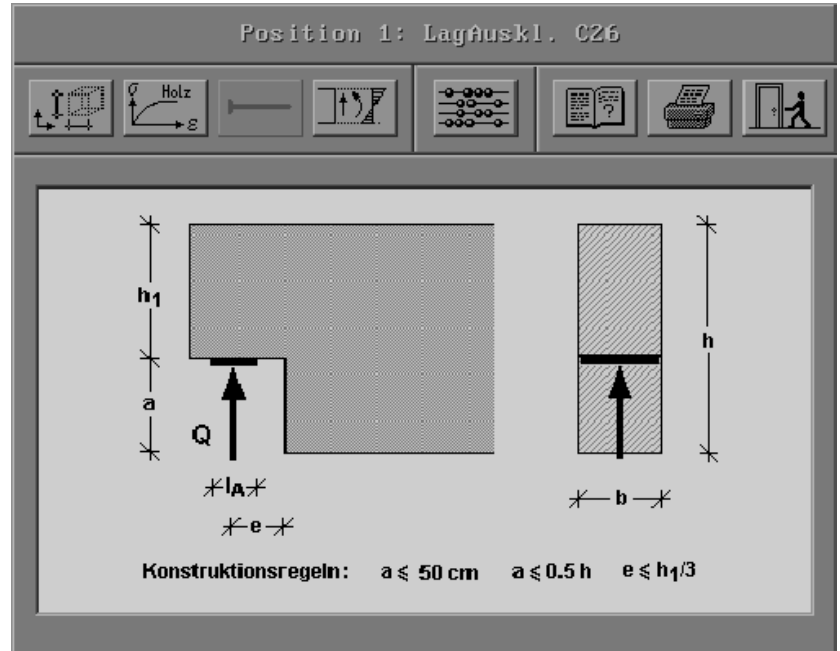


Ausklinkung unten



Prinzipiskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Grundlage der Berechnungen ist DIN 1052 Teil 1, Abs. 8.2.2.1. Hier wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitt aus Nadelholz oder Brettschichtholz ausgeführt werden dürfen. Desweiteren wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur an momentenfreien Trägerenden angeordnet werden dürfen.

Ausklinkungen schwächen den Träger in seinem Querschnitt und reduzieren die Tragfähigkeit erheblich. Bei unten angeordneten Ausklinkungen treten hohe Schub- und Querkzugspannungen auf.

Diese können durch Anordnung einer Schräge abgemindert oder durch Aufleimen einer Verstärkung aufgenommen werden.

Die für den Typ "Ausklinkung unten" zulässige Querkraft kann nach der Gleichung

$$Q_{\text{zul}} = \frac{2}{3} b h_1 k_A \tau_Q$$

berechnet werden.

In dieser Gleichung bedeuten:

b Trägerbreite

h_1 Höhe des Restquerschnitts

k_A Abminderungsfaktor, der die gleichzeitige Wirkung von Schub- und Querkzugspannungen berücksichtigt

τ_Q zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Der Abminderungsfaktor k_A errechnet sich nach der Gleichung

$$k_A = 1 - 2.8 \frac{a}{h}$$

mit

h Trägerhöhe

a Höhe der Ausklinkung

Der Abminderungsfaktor k_A wird immer mit mindestens 0.3 angesetzt.

Konstruktionsregeln Einzuhaltende geometrische Grenzen für die Ausklinkung:

$$a \leq 50 \text{ cm} \qquad a \leq 0.5 h \qquad a \leq \frac{h_1}{3}$$



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Geometriedaten sind in cm einzugeben:

- h Trägerhöhe
- a Höhe der Ausklinkung
- e Abstand der Lagerachse zum Ausklinkungsende
- b Trägerbreite
- l_A Auflagerlänge



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmanwender festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer "Ausklinkung unten" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse.

Die Auswahl der Holzarten bzw. Sortierklassen erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Ausklinkungen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

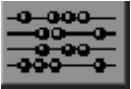
Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Querkraft Q	15.00	17.80	kN

Die am Lager wirkende Querkraft Q ist für die Lastfälle H und HZ getrennt anzugeben. Die Lastfälle werden im Rechenlauf simultan untersucht.

Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Für die Querkraft Q dürfen nur positive Werte eingegeben werden. Bei Eingabe von negativen Querkraften bildet das Programm den Absolutwert des Eingabewertes.



Monitorprotokoll

Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Ergebnisse			
suche		SCHRIFTGRÖSSE	
nach		ABC	ABC
Lastfall		LF H	LF HZ
Schubspannung		$\tau = 0.35 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 0.42 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
Lagerpressung/Pressung senkrecht zur Faser		$\sigma_1 = 0.78 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_1 = 2.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_1 = 0.93 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_1 = 3.13 \text{ MN/m}^2$
Querkraft		$\text{vorh}Q = 15.00 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 15.36 \text{ kN}$	$\text{vorh}Q = 17.80 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 19.20 \text{ kN}$
Maximal zulässige Ausklingungstiefe		$a_{\text{max}} = 20.9 \text{ cm}$	$a_{\text{max}} = 22.9 \text{ cm}$
Alle Nachweise erfüllt			



Druckerausgabe

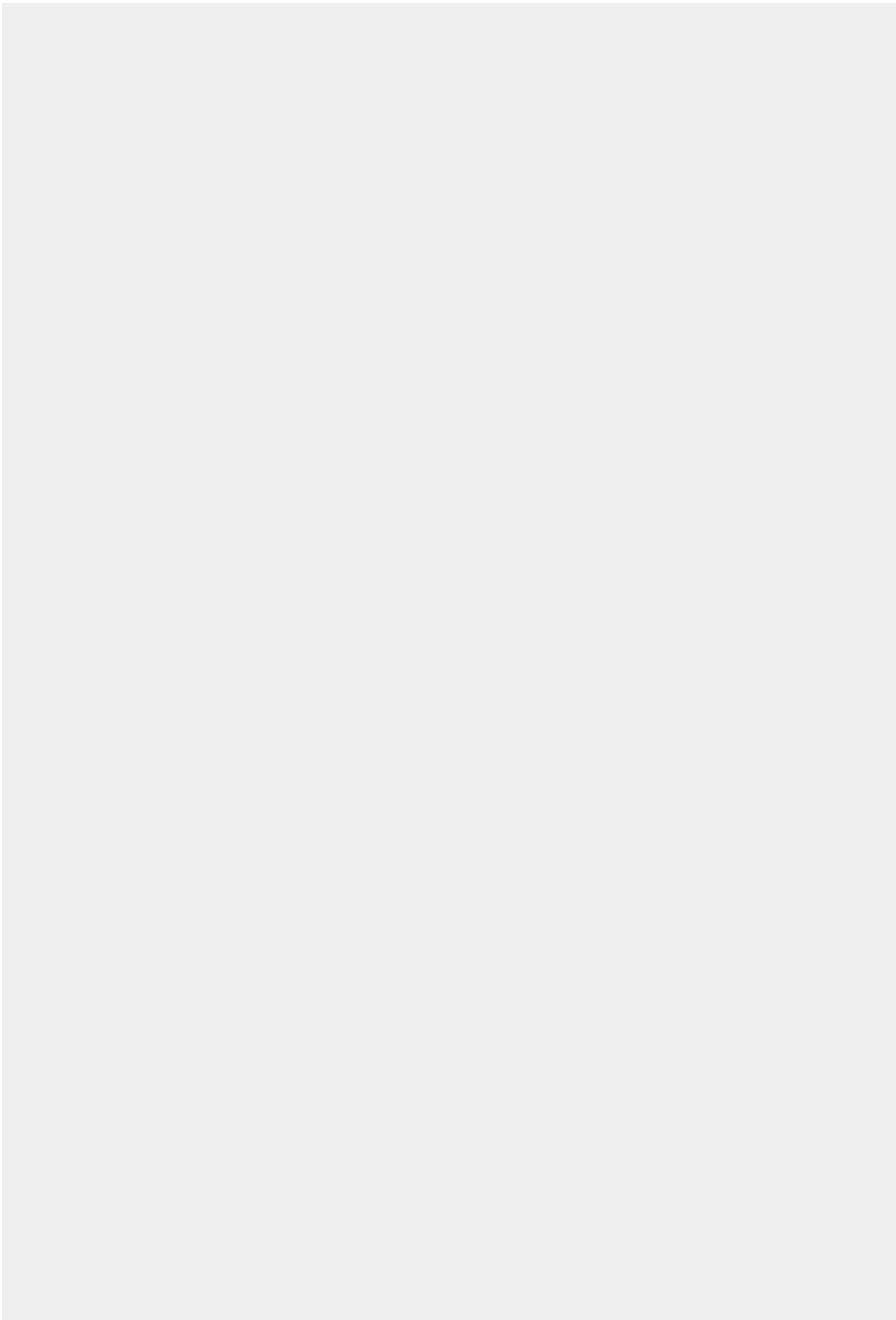


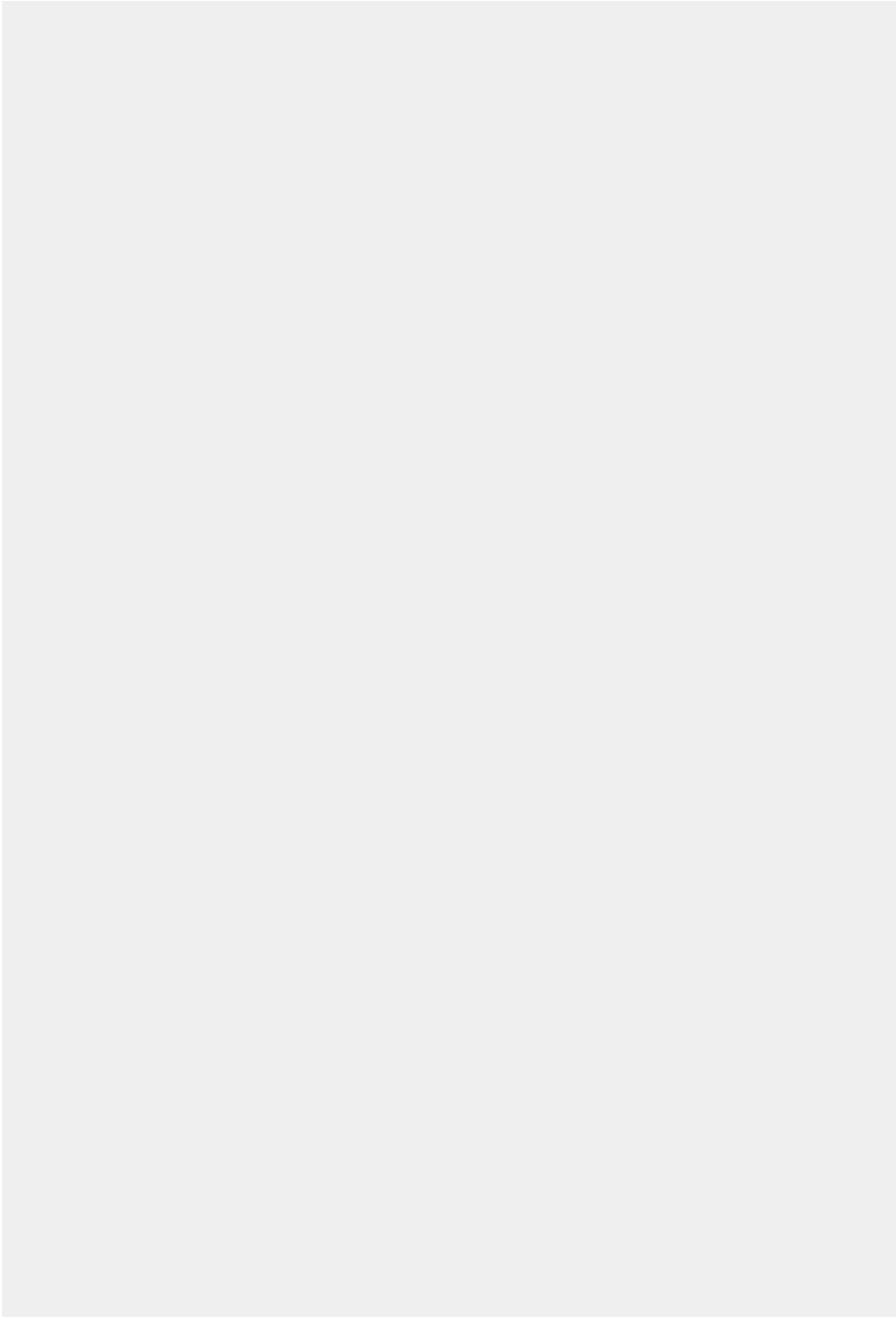
Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

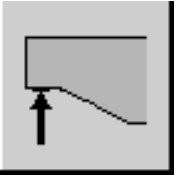
Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.





Ausklinkung mit unterer Schräge

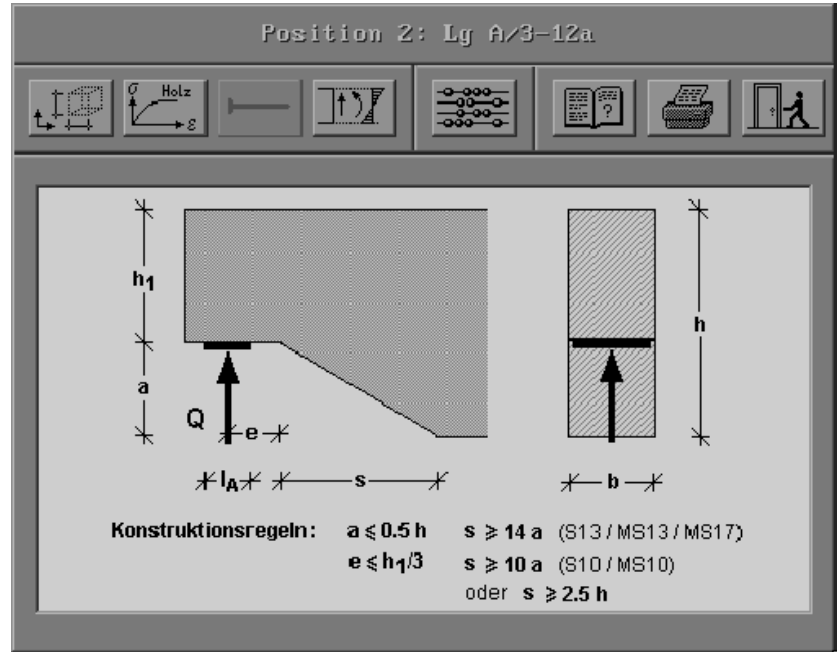


Prinzipskizze

Berechnung



Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Grundlage der Berechnungen ist DIN 1052 Teil 1 Abs. 8.2.2.1. Hier wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitt aus Nadelholz oder Brettschichtholz ausgeführt werden dürfen. Desweiteren wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur an momentenfreien Trägerenden angeordnet werden dürfen.

Ausklinkungen schwächen den Träger in seinem Querschnitt und reduzieren die Tragfähigkeit erheblich. Bei unten angeordneten Ausklinkungen treten hohe Schub- und Querzugspannungen auf. Diese können durch Anordnung einer Schräge abgemindert oder durch Aufleimen einer Verstärkung aufgenommen werden.

Die für den Ausklinkungstyp "Ausklinkung mit unterer Schräge" zulässige Querkraft berechnet sich nach der Gleichung

$$\text{zul } Q = \frac{2}{3} b h_1 \text{ zul } \tau_Q$$

mit

b Trägerbreite

h_1 Höhe des Restquerschnitts

$\text{zul } \tau_Q$ zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Ausklinkungen mit unterer Schräge haben eine höhere zulässige Belastung als rechtwinklige Ausklinkungen, da hier der Abminderungsfaktor k_A nicht berücksichtigt werden muß.

An der Schräge verlaufen Faserrichtung und Trägerrand nicht parallel. Hier treten neben Längsspannungen auch Schub- und Querkzugspannungen auf. Die gleichzeitige Wirkung dieser Spannungen muß rechnerisch überprüft werden. Dieser Nachweis erfolgt über die Gleichung:

$$\frac{\text{vorh } \sigma_B}{k_Z \text{ zul } \sigma_B} \leq 1$$

Der Beiwert für den Biegezugrand errechnet sich nach

$$k_Z = \frac{1}{\text{zul } \sigma_B \sqrt{\left(\frac{1}{\text{zul } \sigma_B}\right)^2 + \left(\frac{\tan^2 \alpha}{1.25 \text{ zul } \sigma_{Z\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\tan \alpha}{1.33 \text{ zul } \tau_a}\right)^2}}$$

Konstruktionsregeln Für die Ausklinkungstiefe und die Länge der Abschrägung müssen folgende Grenzen eingehalten werden:

$$a \leq 0.5 h$$

$$s \geq 14 a \quad (\text{S13})$$

$$s \geq 10 a \quad (\text{S10}) \text{ oder}$$

$$s \geq 2.5 h$$

Der kleinere Wert ist maßgebend.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Geometriedaten sind in cm einzugeben:

- h Trägerhöhe
- a Höhe der Ausklinkung
- e Abstand Lagerachse zum Anfangspunkt Abschrägung
- b Trägerbreite
- l_A Auflagerlänge
- s Länge der Abschrägung



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer "Ausklinkung mit unterer Schräge" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Ausklinkungen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Querkraft Q	10.20	13.90	kN
Momente M_l	1.80	2.50	kNm
M_r	2.90	3.40	kNm

(X)
(?)
(✓)

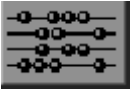
Einzugeben ist die am Lager wirkende Querkraft Q jeweils für den Lastfall H und HZ. Weiterhin werden die Biegemomente für die Schnitte l und r eingegeben. Für diese Punkte wird vom Programm der entsprechende Nachweis der Spannungscombination am schrägen Trägerrand vorgenommen.

Wenn in die Eingabefelder für die Momente keine Werte eingetragen werden, berechnet das Programm die entsprechenden Werte aus dem Produkt von Querkraft und Hebelarm. Da die Trägerbelastung in dieser Berechnung nicht berücksichtigt wird, sind die Momente geringfügig größer als in der Realität.

Die Lastfälle H und HZ werden im Rechenlauf simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Für Querkraft und Biegemomente dürfen nur positive Werte eingegeben werden. Bei Eingabe von negativen Größen bildet das Programm die Absolutwerte der Eingabewerte.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall	LF H	LF H2
Schubspannung	$\tau = 0.85 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 1.16 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
Spannungen am schrägen Rand	$\sigma_{r1} = 4.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{r1} = 6.72 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{rr} = 3.63 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{rr} = 6.72 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{r1} = 5.56 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{r1} = 8.40 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{rr} = 4.25 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{rr} = 8.40 \text{ MN/m}^2$
Lagerpressung/Pressung senkrecht zur Faser	$\sigma_{\perp} = 1.06 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{\perp} = 2.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{\perp} = 1.45 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{\perp} = 3.13 \text{ MN/m}^2$
Querkraft	$\text{vorh}Q = 10.20 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 14.40 \text{ kN}$	$\text{vorh}Q = 13.90 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 18.00 \text{ kN}$
Maximal zulässige Ausklinkungstiefe	$a_{\text{max}} = 9.4 \text{ cm}$	$a_{\text{max}} = 8.4 \text{ cm}$
Alle Nachweise erfüllt		



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

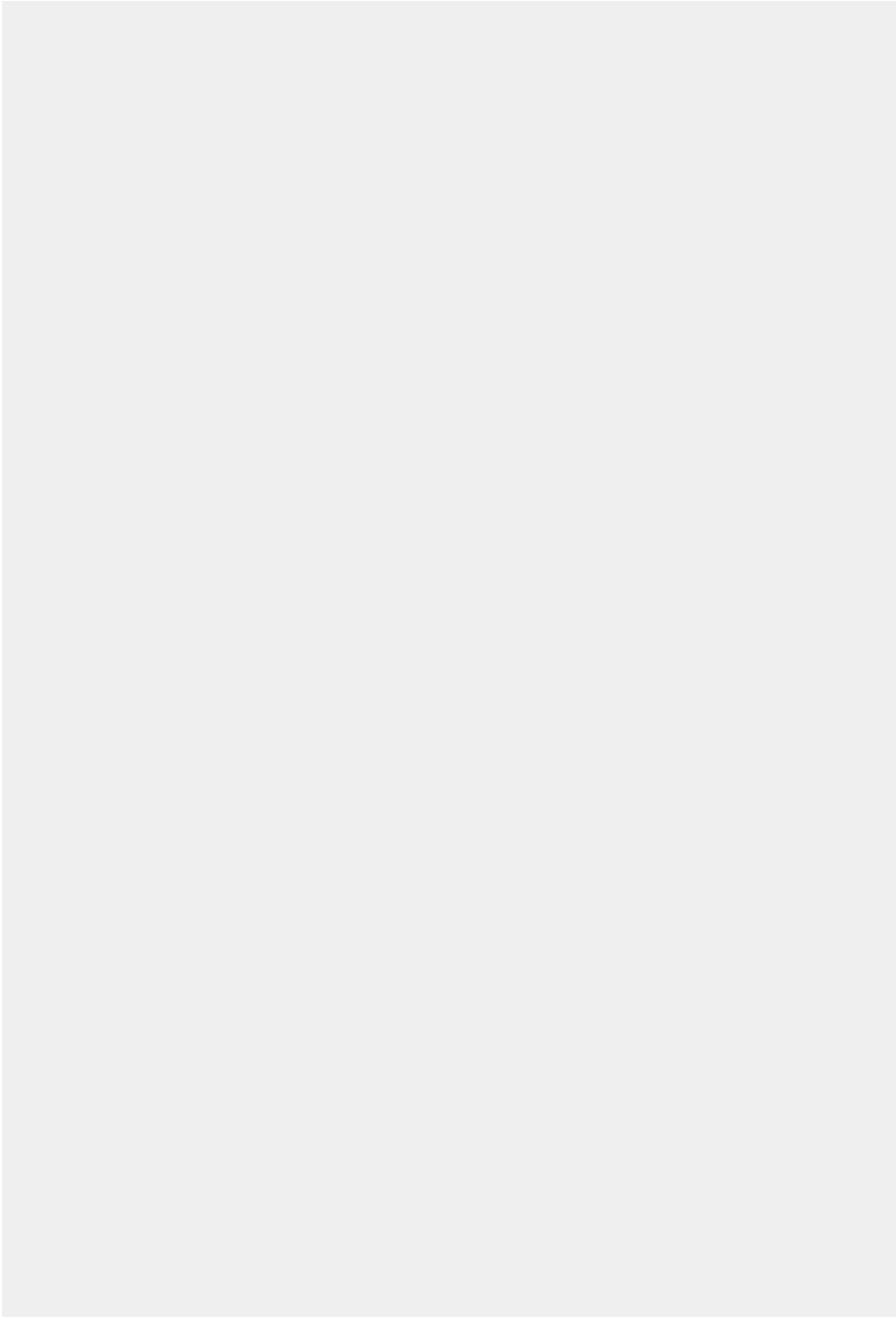


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

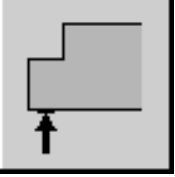


Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

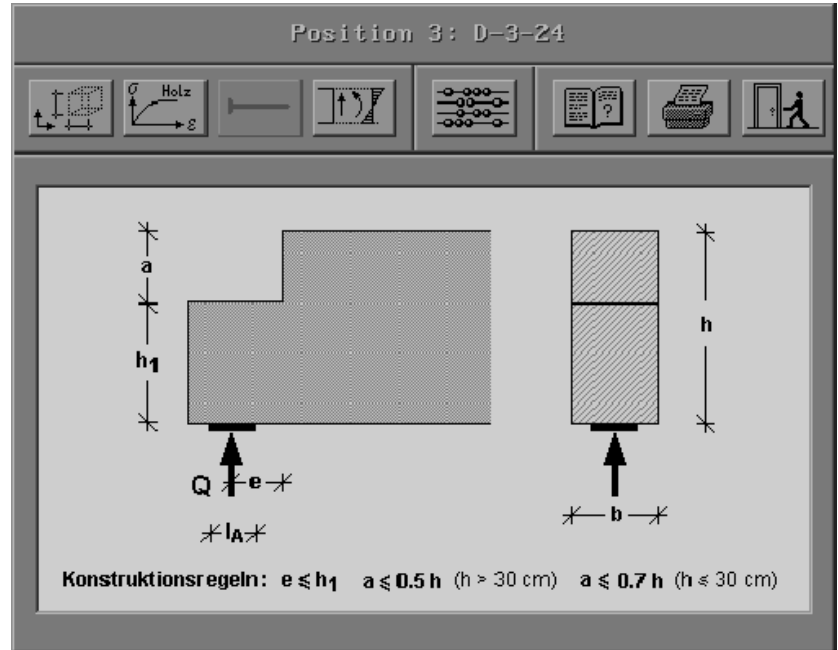


Ausklinkung oben



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Grundlage der Berechnungen ist DIN 1052 Teil 1 Abs. 8.2.2.1. Hier wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitt aus Nadelholz oder Brettschichtholz ausgeführt werden dürfen. Desweiteren wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur an momentenfreien Trägerenden angeordnet werden dürfen.

Ausklinkungen schwächen den Träger in seinem Querschnitt und reduzieren die Tragfähigkeit erheblich. Bei unten angeordneten Ausklinkungen treten hohe Schub- und Querkzugspannungen auf.

Diese können durch Anordnung einer Schräge abgemindert oder durch Aufleimen einer Verstärkung aufgenommen werden.

Die für den Ausklinkungstyp "Ausklinkung oben" zulässige Querkraft ergibt sich zu

$$\text{zul } Q = \frac{2}{3} b \left(h - \frac{a}{h_1} e \right) \text{zul } \tau_Q$$

mit

h	Trägerhöhe
b	Trägerbreite
e	Abstand zwischen Lagerpunkt und Ausklinkungsende
h_1	Höhe des Restquerschnitts
$\text{zul } \tau_Q$	zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Konstruktionsregeln Einzuhaltende geometrische Grenzen der Ausklinkung:

$$e \leq h_1$$

$$a \leq 0.5 h \quad \text{für} \quad h > 30 \text{ cm}$$

$$a \leq 0.7 h \quad \text{für} \quad h \leq 30 \text{ cm}$$



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Geometriedaten sind in cm einzugeben:

- h Trägerhöhe
- a Tiefe der Ausklinkung
- e Abstand der Trägerachse vom Ausklinkungsende
- b Trägerbreite
- l_A Auflagerlänge



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmanwender festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer "Ausklinkung oben" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Materialdaten

Holzart: BS11

Holzfeuchte: trocken

BS11

NH MS10

NH MS13

NH MS17

BS11

BS14

trocken

trocken

allseitig bewittert

dauernd durchfeuchtet

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Ausklinkungen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

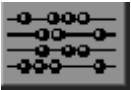
Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Querkraft Q	15.00	17.80	kN
X		?	✓

Die am Lager wirkende Querkraft Q ist für die Lastfälle H und HZ getrennt anzugeben. Die Lastfälle werden im Rechenlauf simultan untersucht.

Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Für die Querkraft Q dürfen nur positive Werte eingegeben werden. Bei Eingabe von negativen Querkraften bildet das Programm den Absolutwert des Eingabewertes.



Monitorprotokoll

Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Ergebnisse			
suche		↓	↑
nach		↑	↓
SCHRIFTGRÖSSE		X ? ✓	
ABC ABC ABC			
Lastfall LF H		LF HZ	
Lagerpressung/Pressung senkrecht zur Faser			
$\sigma_l = 0.78 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_l = 2.00 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_l = 0.93 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_l = 2.50 \text{ MN/m}^2$	
Querkraft			
$\text{vorh}Q = 15.00 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 52.80 \text{ kN}$		$\text{vorh}Q = 17.80 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 66.00 \text{ kN}$	
Maximal zulässige Ausklinkungstiefe			
$a_{\text{max}} = 30.0 \text{ cm}$		$a_{\text{max}} = 30.0 \text{ cm}$	
Alle Nachweise erfüllt			



Druckerausgabe

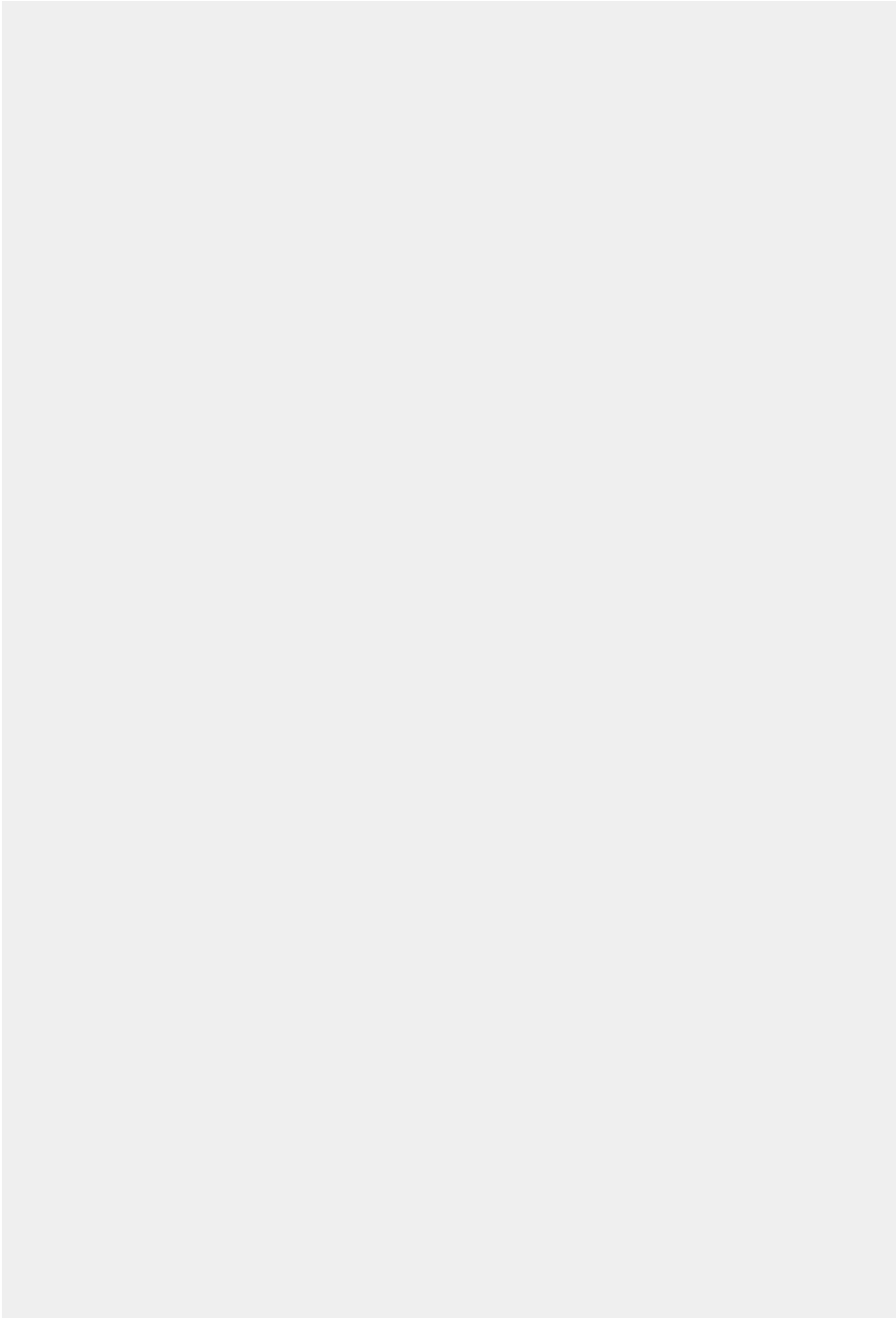


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

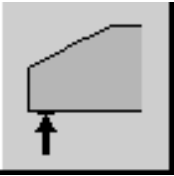
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

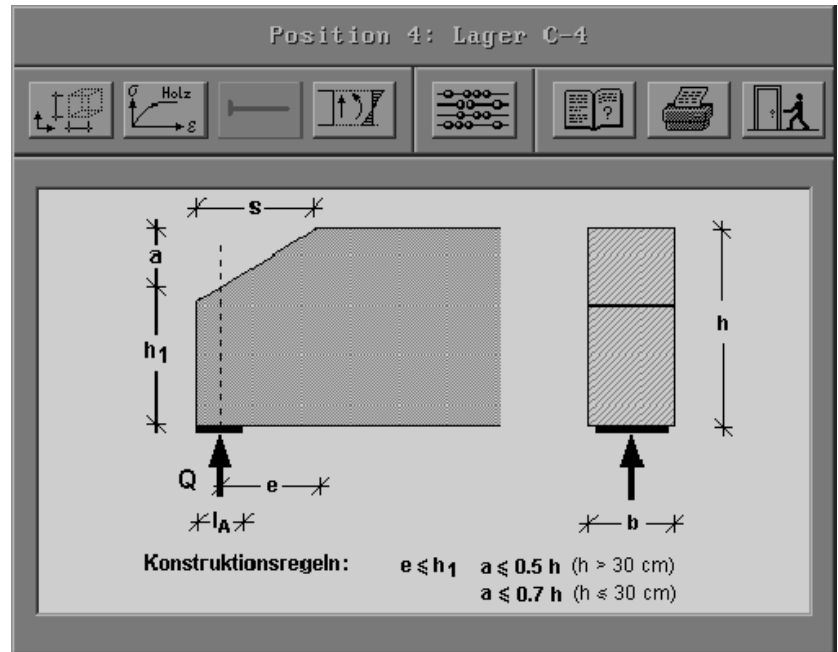


Ausklinkung mit oberer Schräge



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Grundlage der Berechnungen ist DIN 1052 Teil 1 Abs. 8.2.2.1. Hier wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitt aus Nadelholz oder Brettschichtholz ausgeführt werden dürfen. Desweiteren wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur an momentenfreien Trägerenden angeordnet werden dürfen.

Ausklinkungen schwächen den Träger in seinem Querschnitt und reduzieren die Tragfähigkeit erheblich. Bei unten angeordneten Ausklinkungen treten hohe Schub- und Querkzugspannungen auf.

Diese können durch Anordnung einer Schräge abgemindert oder durch Aufleimen einer Verstärkung aufgenommen werden.

Die für den Ausklinkungstyp "Abschrägung oben" zulässige Querkraft ergibt sich zu

$$\text{zul } Q = \frac{2}{3} b \left(h - \frac{a}{h_1} e \right) \text{zul } \tau_Q$$

mit

h	Trägerhöhe
b	Trägerbreite
e	Abstand zwischen Lagerpunkt und Ende Abschrägung
h ₁	Höhe des Restquerschnitts in der Lagerachse
zul τ_Q	zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Konstruktionsregeln Einzuhaltende geometrische Grenzen der Abschrägung

$$e \leq h_1$$

$$a \leq 0.5 h \quad \text{für} \quad h > 30 \text{ cm}$$

$$a \leq 0.7 h \quad \text{für} \quad h \leq 30 \text{ cm}$$



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Geometriedaten sind in cm einzugeben:

- h Trägerhöhe
- a Abstand Trägeroberkante zum Schnittpunkt der Lagerachse mit Abschrägung
- e Abstand der Lagerachse vom Ende der Abschrägung
- b Trägerbreite
- l_A Auflagerlänge

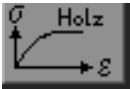


Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer "Ausklindung mit oberer Schräge" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Materialdaten

Holzart: BS11

Holzfeuchte: trocken

BS11

NH MS10

NH MS13

NH MS17

BS11

BS14

trocken

trocken

allseitig bewittert

dauernd durchfeuchtet

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Ausklinkungen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Querkraft Q	12.50	20.50	kN
Momente M_m	0.75	1.25	kNm
	M_r	1.20	1.56

✕ ? ✓

Einzugeben ist die am Lager wirkende Querkraft Q jeweils für den Lastfall H und HZ. Weiterhin werden die Biegemomente für die Schnitte m und r eingegeben.

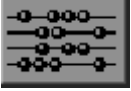
Der Punkt m liegt in der Mitte und der Punkt r am rechten Ende der Abschrägung. Für diese Punkte wird vom Programm der entsprechende Nachweis der Spannungscombination am schrägen Trägerend vorgenommen.

Wenn in die Eingabefelder für die Momente keine Werte eingetragen werden, berechnet das Programm die entsprechenden Werte aus dem Produkt von Querkraft und Hebelarm. Da die Trägerbelastung in dieser Berechnung nicht berücksichtigt wird, sind die Momente geringfügig größer als in der Realität.

Die Lastfälle H und HZ werden im Rechenlauf simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Für Querkraft und Biegemomente dürfen nur positive Werte eingegeben werden. Bei Eingabe von negativen Größen bildet das Programm die Absolutwerte der Eingabewerte.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall	LF H	LF HZ
Schubspannung		
$\tau = 0.29 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$		$\tau = 0.48 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
Spannungen am schrägen Rand		
$\sigma_{r1} = 0.12 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{r1} = 0.96 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{r1} = 0.21 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{r1} = 1.20 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{rr} = 0.13 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{rr} = 0.96 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{rr} = 0.16 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{rr} = 1.20 \text{ MN/m}^2$
Lagerpressung/Pressung senkrecht zur Faser		
$\sigma_l = 0.65 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_l = 2.50 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_l = 1.07 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_l = 3.13 \text{ MN/m}^2$
Querkraft		
$\text{vorh}Q = 12.50 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 70.40 \text{ kN}$		$\text{vorh}Q = 20.50 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 88.00 \text{ kN}$
Maximal zulässige Ausklinkungstiefe		
$a_{\text{max}} = 30.0 \text{ cm}$		$a_{\text{max}} = 30.0 \text{ cm}$
Alle Nachweise erfüllt		



Druckerausgabe

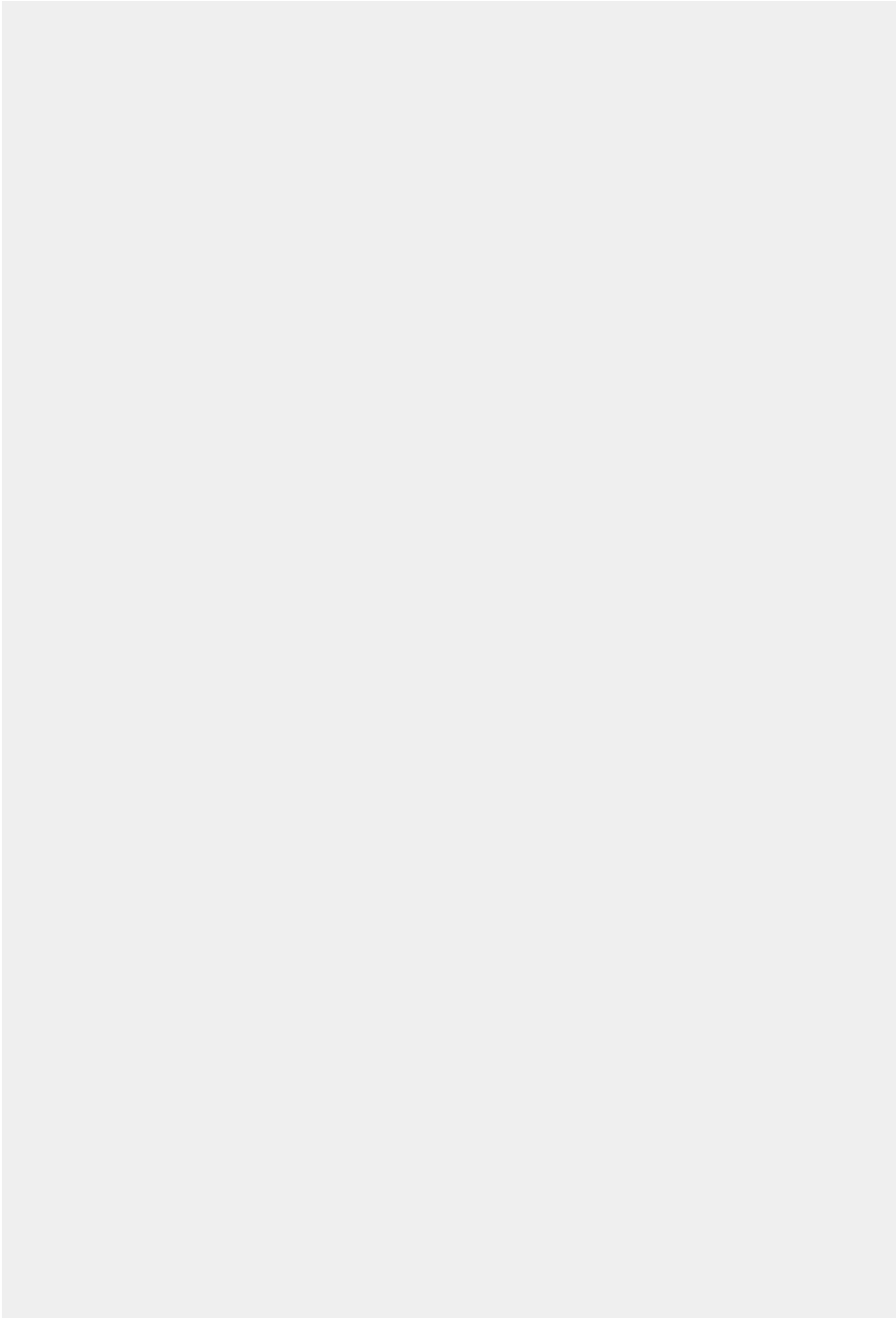


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

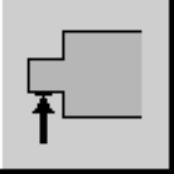
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

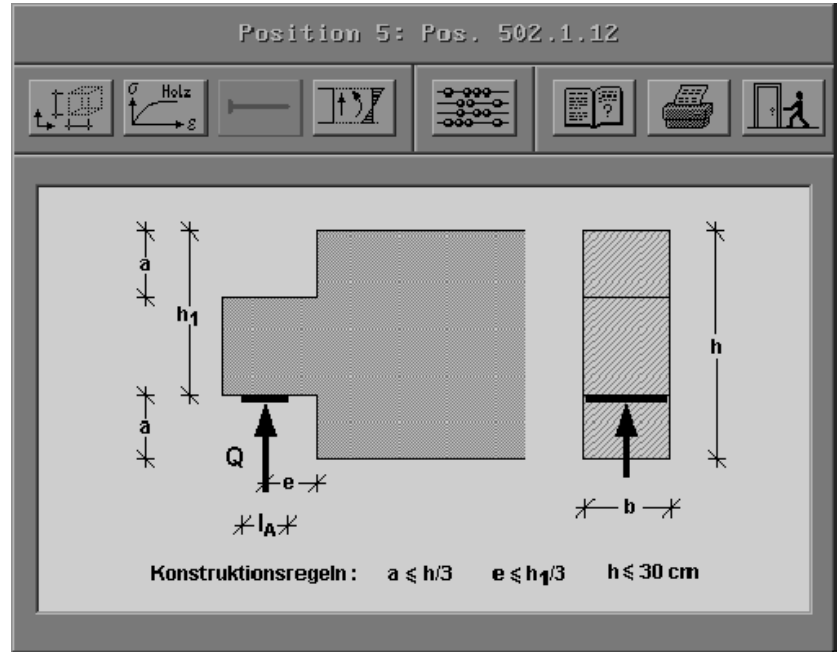


Zapfen



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

DIN Grundlage der Berechnungen ist DIN 1052 Teil 1 Abs. 8.2.2.1. Hier wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitt aus Nadelholz oder Brettschichtholz ausgeführt werden dürfen. Desweiteren wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur an momentenfreien Trägerenden angeordnet werden dürfen.

Ausklinkungen schwächen den Träger in seinem Querschnitt und reduzieren die Tragfähigkeit erheblich. Bei unten angeordneten Ausklinkungen treten hohe Schub- und Querkzugspannungen auf.

Diese können durch Anordnung einer Schräge abgemindert oder durch Aufleimen einer Verstärkung aufgenommen werden.

Die für einen Zapfen zulässige Querkraft wird berechnet über

$$\text{zul}Q = \frac{2}{3} b h_1 k_A \text{zul}\tau_Q$$

mit

b Trägerbreite

h_1 Höhe der oberen Ausklinkung + Zapfenhöhe

$\text{zul}\tau_Q$ zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Der Abminderungsfaktor k_A errechnet sich nach

$$k_A = 1 - 2.8 \frac{a}{h}$$

mit

h Trägerhöhe

a Höhe der Ausklinkung

Der Abminderungsfaktor k_A wird immer mit mindestens 0.3 angesetzt.

Konstruktionsregeln Geometrische Grenzen für die Zapfenabmessungen

$$e \leq \frac{h_1}{3} \quad a \leq \frac{h}{3}$$

Für h_1 ist bei der Berechnung der zulässigen Kraft Q immer der Wert $\frac{2}{3}h$ einzusetzen.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Geometriedaten sind in cm einzugeben:

- h Trägerhöhe
- a Höhe der Ausklinkung
- e Abstand der Lagerachse vom Ausklinkungsende
- b Trägerbreite
- l_A Auflagerlänge



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmanwender festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position "Zapfen" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen



Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Ausklinkungen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Querkraft Q	12.00	13.80	kN
X		?	✓

Einzugeben ist die am Lager wirkende Querkraft Q jeweils für den Lastfall H und HZ. Die Lastfälle werden im Rechenlauf simultan untersucht.

Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Für die Querkraft Q dürfen nur positive Werte eingegeben werden. Bei Eingabe von negativen Querkraften bildet das Programm den Absolutwert des Eingabewertes.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse			
suche		SCHRIFTGRÖSSE	ABC ABC ABC
nach			X ? ✓
Lastfall		LF H	LF HZ
Schubspannung		$\tau = 0.56 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 0.65 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
Lagerpressung/Pressung senkrecht zur Faser		$\sigma_1 = 0.63 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_1 = 2.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_1 = 0.72 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_1 = 3.13 \text{ MN/m}^2$
Querkraft		$\text{vorh}Q = 12.00 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 13.65 \text{ kN}$	$\text{vorh}Q = 13.80 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 17.07 \text{ kN}$
Maximal zulässige Ausklinkungstiefe		$a_{\text{max}} = 5.7 \text{ cm}$	$a_{\text{max}} = 6.1 \text{ cm}$
Alle Nachweise erfüllt			



Druckerausgabe

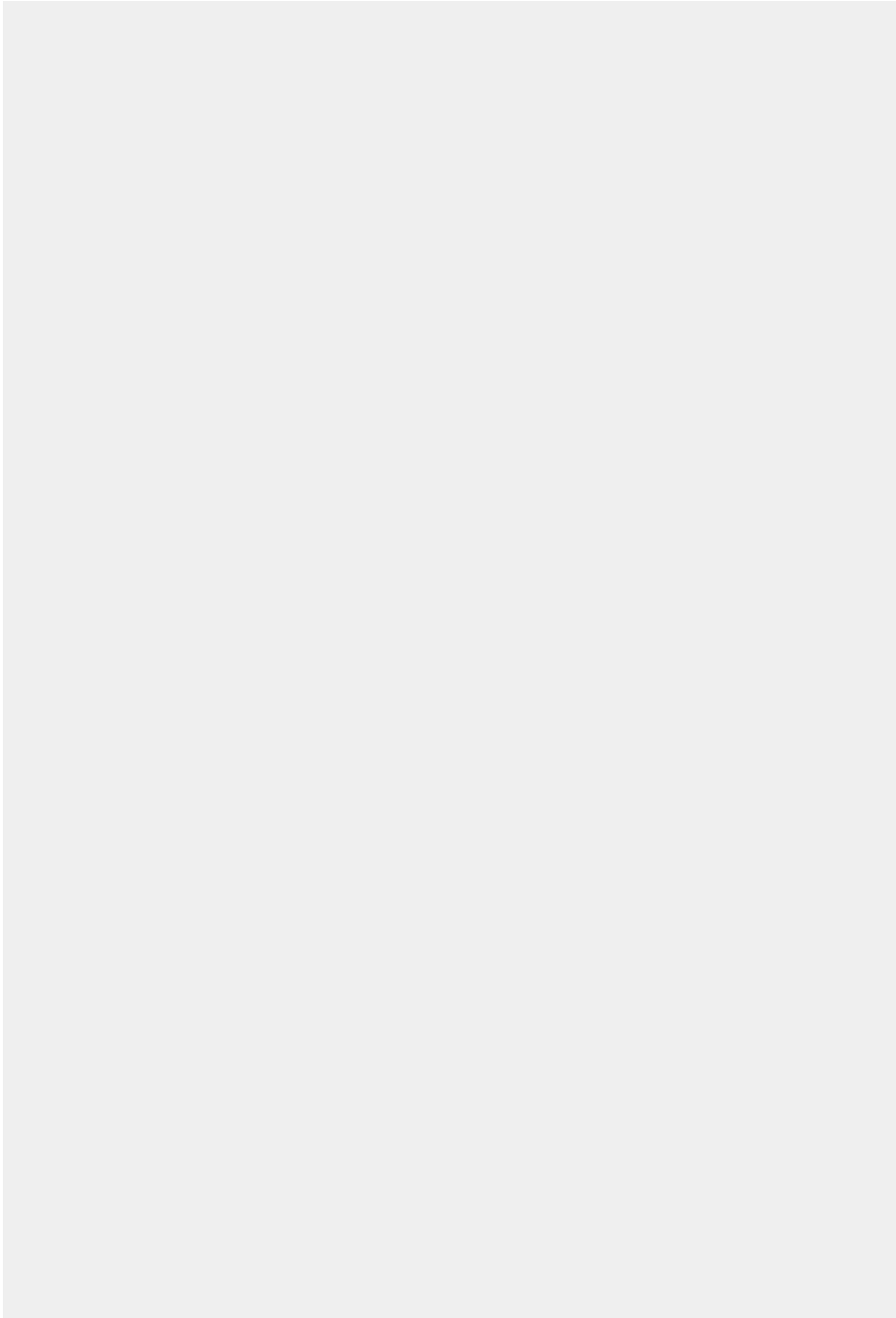


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

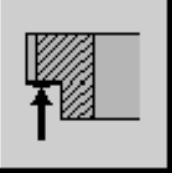
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

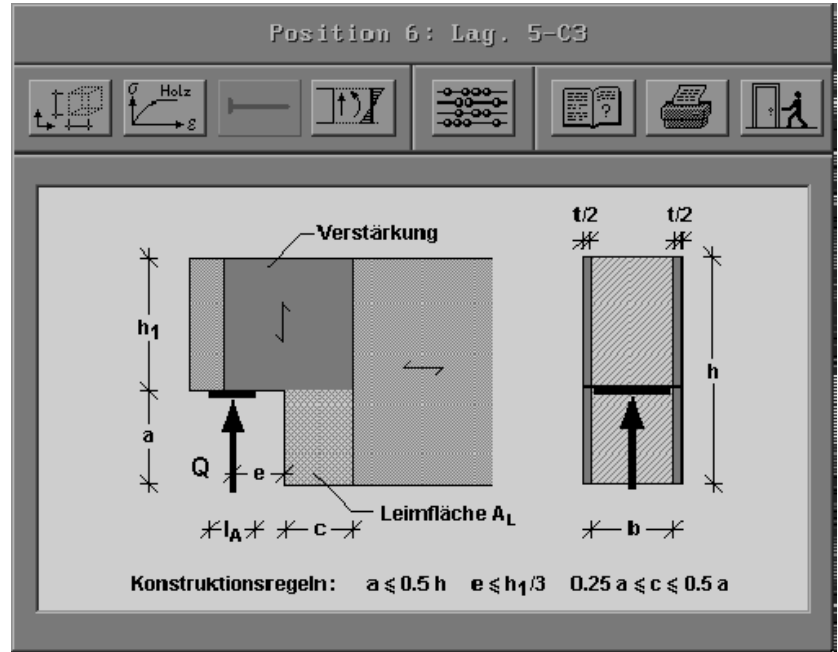


Ausklinkung mit Verstärkung



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Grundlage der Berechnungen ist DIN 1052 Teil 1 Abs. 8.2.2.1. Hier wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitt aus Nadelholz oder Brettschichtholz ausgeführt werden dürfen. Desweiteren wird festgelegt, daß Ausklinkungen nur an momentenfreien Trägerenden angeordnet werden dürfen.

Ausklinkungen schwächen den Träger in seinem Querschnitt und reduzieren die Tragfähigkeit erheblich. Bei unten angeordneten Ausklinkungen treten hohe Schub- und Querkzugspannungen auf.

Diese können durch Anordnung einer Schräge abgemindert oder durch Aufleimen einer Verstärkung aufgenommen werden.

Die für die verstärkte Ausklinkung zulässige Querkraft wird berechnet zu

$$\text{zul}Q = \frac{2}{3} b h_1 \text{zul}\tau_Q$$

mit

b Trägerbreite

h_1 Höhe des Restquerschnitts

$\text{zul } \tau_Q$ zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Die Verstärkung besteht aus beidseitig aufgeleimten Baufurnierplatten mit jeweils der Dicke $\frac{t}{2}$. Die Zugkraft in der Verstärkung wird berechnet mit

$$Z = 1.3Q \left[3 \left(\frac{a}{h} \right)^2 - 2 \left(\frac{a}{h} \right)^3 \right]$$

Hierin bedeuten

h Trägerhöhe

a Höhe der Ausklinkung

Q Querkraft am Lager

Mit der Zugkraft Z errechnet sich die Zugspannung in der Verstärkung und die Scherspannung in der Leimfläche zu

$$\text{vorh}\sigma_{Z\parallel} = \frac{Z}{c t} \qquad \text{vorh}\tau_a = \frac{Z}{2 c a}$$

Beim Nachweis der Verstärkung ist für die BFU-Platten eine zulässige Spannung von 4 MN/m^2 und für die Leimfläche eine zulässige Scherspannung von 0.25 MN/m^2 anzusetzen.

Konstruktionsregeln Für die Ausklinkung und die Verstärkung müssen folgende geometrischen Grenzwerte eingehalten werden:

$$a \leq 50 \text{ cm} \qquad a \leq 0.5 h \qquad e \leq \frac{h_1}{3}$$

$$0.25a \leq c \leq 0.50a$$

In den vorstehenden Gleichungen ist e der Abstand zwischen Lagerlinie und Rand der Ausklinkung. Die Größe c bezeichnet die Breite der Verstärkung, die zur Übertragung der Zugkraft Z herangezogen werden kann.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Geometriedaten sind in cm einzugeben:

- h Trägerhöhe
- a Höhe der Ausklinkung
- e Abstand der Lagerachse vom Ausklinkungsende
- b Trägerbreite
- l_A Auflagerlänge

Daten der Verstärkung:

- c Breite der Verstärkung
- t Gesamtdicke der Verstärkung



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll. Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer "Ausklinkung mit Verstärkung" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse.

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Ausklinkungen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

Schnittgrößen		
Lastfall	H	HZ
Querkraft Q	15.00	17.80 kN
<input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> <input type="button" value="✓"/>		

Einzugeben ist die am Lager wirkende Querkraft Q jeweils für den Lastfall H und HZ. Die Lastfälle werden im Rechenlauf simultan untersucht.

Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Für die Querkraft Q dürfen nur positive Werte eingegeben werden. Bei Eingabe von negativen Querkraften bildet das Programm den Absolutwert des Eingabewertes.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse	
suche nach <input type="text"/> SCHRIFTGRÖSSE <input type="button" value="ABC"/> <input type="button" value="ABC"/> <input type="button" value="ABC"/>	<input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> <input type="button" value="✓"/>
Lastfall LF H Schubspannung $\tau = 0.35 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$ Lagerpressung/Pressung senkrecht zur Faser $\sigma_l = 0.78 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_l = 2.50 \text{ MN/m}^2$ Querkraft $\text{vorh}Q = 15.00 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 51.20 \text{ kN}$ Spannungen in der Leimfuge $\tau_a = 0.13 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau_a = 0.25 \text{ MN/m}^2$ Verstärkungsfläche $\text{vorh}Z = 5.06 \text{ kN}$ $\text{erft} = 1.26 \text{ cm} \leq \text{vorht} = 2.00 \text{ cm}$ Alle Nachweise erfüllt	Lastfall LF HZ $\tau = 0.42 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_l = 0.93 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_l = 3.13 \text{ MN/m}^2$ $\text{vorh}Q = 17.80 \text{ kN} \leq \text{zul}Q = 64.00 \text{ kN}$ $\tau_a = 0.15 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau_a = 0.31 \text{ MN/m}^2$ $\text{vorh}Z = 6.00 \text{ kN}$ $\text{erft} = 1.50 \text{ cm} \leq \text{vorht} = 2.00 \text{ cm}$



Druckerausgabe

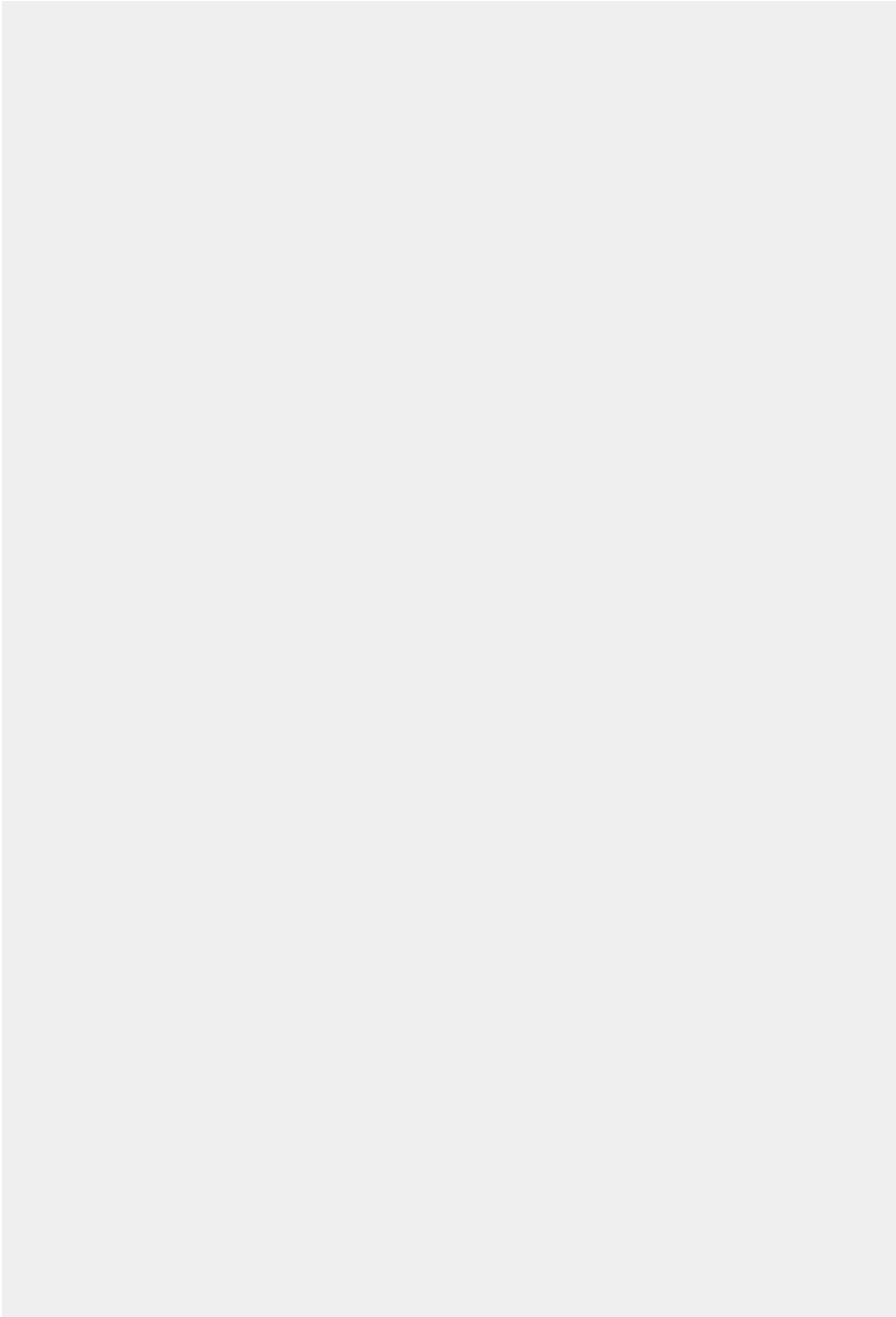


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

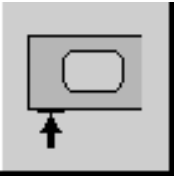
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

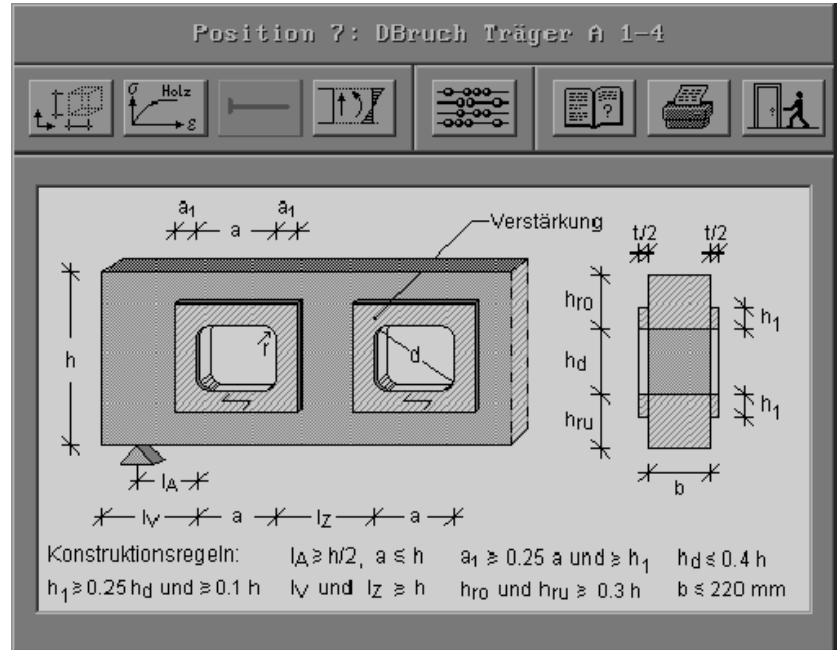


Träger mit Langloch



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Die Berechnungen erfolgen nach DIN 1052, Abs. 8.2.2.2. Dort werden Durchbrüche definiert als Öffnungen in Brettschichtträgern mit lichten Maßen von $d > 5 \text{ cm}$.

Durchbrüche sollten möglichst symmetrisch zur Trägerachse angeordnet werden. Alle Ecken sind mit einem Radius von mindestens 15 mm auszurunden. Weiterhin werden zahlreiche Konstruktionsmerkmale wie Randabstände des Durchbruchs oder Abstand des Durchbruchs vom Trägerende in Abs. 8.2.2.2 festgelegt.

Eine Zusammenstellung dieser Konstruktionsmerkmale ist im Startbild des Bauteils aufgelistet. Alle Merkmale werden bei der Eingabe der Geometriedaten programmintern überprüft.

Das in DIN 1052 beschriebene einfache Nachweisverfahren legt fest, daß Durchbrüche verstärkt werden müssen, wenn in Abhängigkeit von der auf den ungeschwächten Querschnitt in Durchbruchmitte bezogenen Schubspannung τ_Q das Maß d eine der beiden folgenden Gleichungen erfüllt.

$$d > 100 - 42\tau_Q \qquad d > (0.1 - 0.042\tau_Q)h$$

mit

- d Länge der Diagonalen abzüglich der Ausrundung r
- h Trägerhöhe
- b Trägerbreite
- τ_Q Schubspannung in der Mitte des Durchbruchs

Die Abmessungen h , b und d sind in mm einzusetzen, die Schubspannung τ_Q in MN/m^2 .

Die Schubspannung τ_Q errechnet sich nach der Gleichung

$$\text{Minimal}\tau_Q = \frac{1.5 Q}{b h}$$

Es ist zu beachten, daß sich die Schubspannungen auf den ungeschwächten Querschnitt beziehen. Die Größe Q ist die Querkraft in der Mitte des Durchbruchs.

Wenn eine Verstärkung erforderlich ist, darf diese durch aufgeleimtes Bau-Furniersperrholz nach DIN 68705 erfolgen.

DIN

Die Gesamtdicke t der Verstärkung (je Seite $t/2$) errechnet sich nach der Gleichung

$$t = (0.15 + 0.4\tau_Q)b$$

Die Verstärkung muß jedoch mindestens 20 mm dick sein. Die Faserrichtung des Deckfurniers muß parallel zur Faserrichtung der Trägerlamellen verlaufen. Für die Verleimung ist Resorcinharzleim zu verwenden.

Bei der Ausführung der Verstärkung sind mehrere Konstruktionsmerkmale zu beachten. Diese können dem Startbild des Bauteils entnommen werden.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Eingabemaske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Geometrie

Geometriedaten
☐

Verstärkung

Durchbrüche

60.00

b20.00

a30.00

r1.50

l_h40.00

l_v65.00

l_z80.00

h_{ro}25.00

h_{ru}25.00

a₁10.00

h₁10.00

t2.00

Alle Maße in cm

✕
↔
?
✓

Bei der Eingabe der Geometriedaten für den Trägerdurchbruch kann der Anwender durch Betätigung der Schalter "Verstärkung" und "Durchbrüche" zwischen den einzelnen Ausführungsformen wählen. In Abhängigkeit von der getroffenen Auswahl erscheinen unterschiedlich aufgebaute Eingabemasken und Systemskizzen.

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in die grau unterlegten Felder eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt. Die braun unterlegten Felder sind inaktiv.

Alle Abmessungen müssen in cm eingegeben werden.

Folgende Größen sind einzugeben:

h	Trägerhöhe
b	Trägerbreite
a	Breite des Durchbruchs
r	Ausrundungsradius der Ecken
l_A	Abstand Auflager/Rand des Durchbruchs
l_V	Abstand Trägerende/Rand des Durchbruchs
l_Z	Abstand zwischen zwei Durchbrüchen
h_d	Höhe des Durchbruchs
h_{ru}	Höhe des unteren Restquerschnitts
a_1	Breite der Verstärkung
h_1	Höhe der Verstärkung
t	Gesamtdicke der Verstärkung



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Träger mit Langloch" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C



Bei Auswahl der Holzart ist zu beachten, daß das den Berechnungen zugrundeliegende einfache Nachweisverfahren im Sinne von DIN 1052, Abs. 8.2.2.2, nur für Träger aus Brettschichtholz verwendet werden sollte.

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren $1/6$ bzw. $1/3$ vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Durchbrüchen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



Schnittgrößen

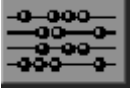
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Einzugeben ist die in der Mitte des Durchbruchs wirkende Querkraft Q , jeweils für den Lastfall H und HZ. Die beiden Lastfälle werden simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß die Querkraft immer als Absolutwert einzugeben ist. Wird ein negativer Wert eingetragen, vernachlässigt das Programm das Vorzeichen.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

ABC

ABC

ABC

X

?

✓

Konstruktionsmerkmale
 $l_A \geq h/2$ $l_U \geq h$ $l_Z \geq h$ $a \leq h$ $hd \leq 0.4 \times h$ $h_{vo} \geq 0.3 \times h$ $h_{vu} \geq 0.3 \times h$ $h_1 \geq 0.25 \times hd$
 $h_1 \geq 0.1 \times h$ $a_1 \geq 0.25 \times a$ $a_1 \geq h_1$ $b \leq 22.0 \text{ cm}$

Lastfall LF H
Schubspannung (Vollquerschnitt)
 $\tau = 0.28 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$
Schubspannung (Restquerschnitt)
 $\tau = 0.34 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$
Verstärkung erforderlich
 $\text{erf } t = 5.3 \text{ cm}$

LF HZ
 $\tau = 0.38 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$
 $\tau = 0.46 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$
 $\text{erf } t = 6.1 \text{ cm}$

82

Trägerdurchbrüche



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

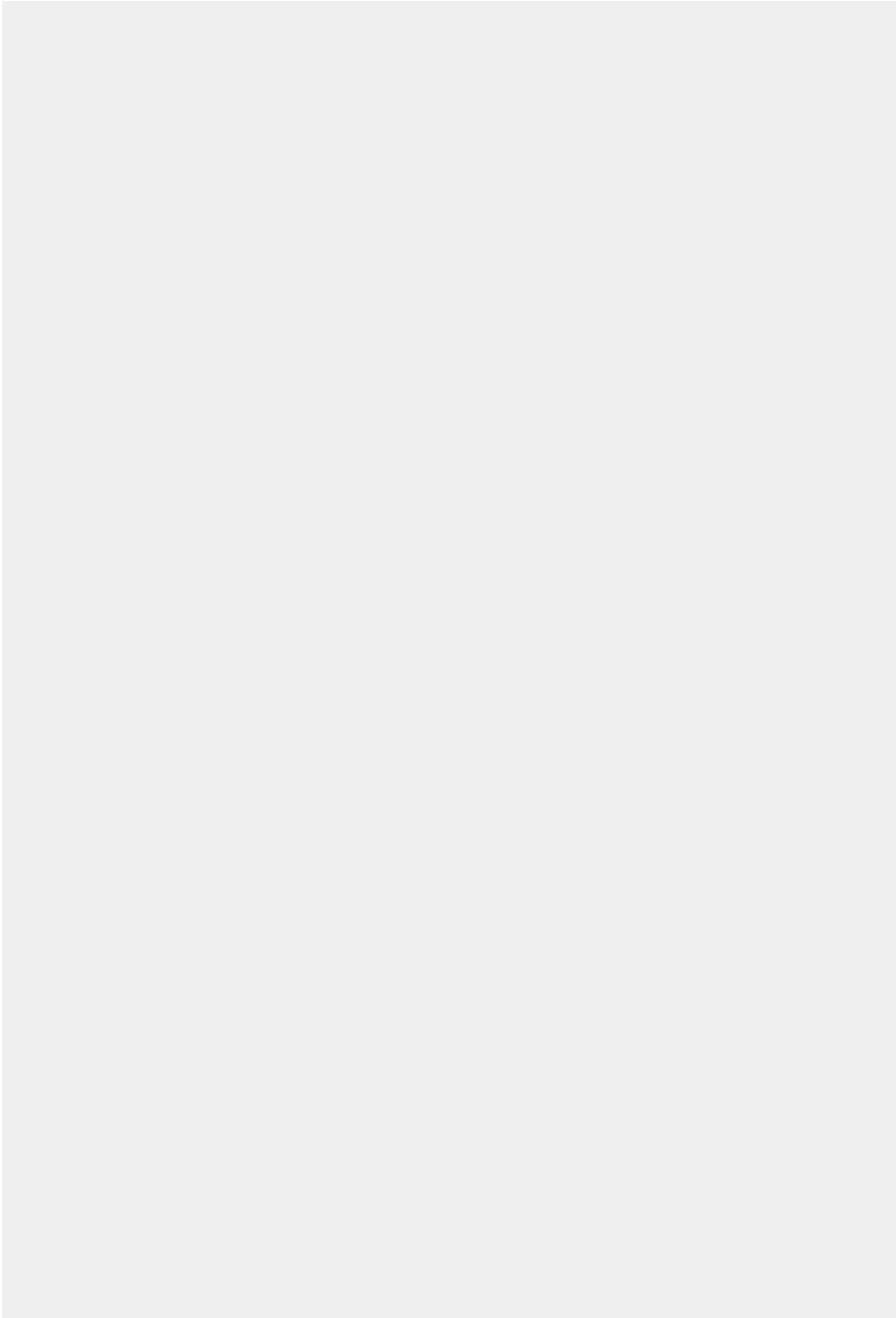


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

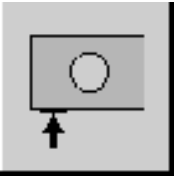


Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

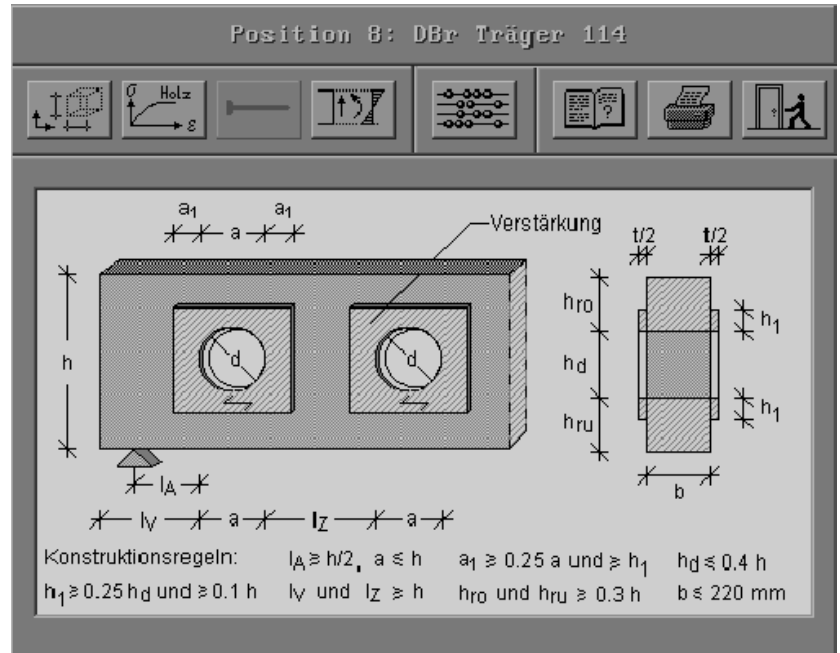


Träger mit Rundloch



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Die Berechnungen erfolgen nach DIN 1052, Abs. 8.2.2.2. Dort werden Durchbrüche definiert als Öffnungen in Brettschichtträgern mit lichten Maßen von $d > 5 \text{ cm}$.

Durchbrüche sollten möglichst symmetrisch zur Trägerachse angeordnet werden. Alle Ecken sind mit einem Radius von mindestens 15 mm auszurunden. Weiterhin werden zahlreiche Konstruktionsmerkmale wie Randabstände des Durchbruchs oder Abstand des Durchbruchs vom Trägerende in Abs. 8.2.2.2 festgelegt.

Eine Zusammenstellung dieser Konstruktionsmerkmale ist im Startbild des Bauteils aufgelistet. Alle Merkmale werden bei der Eingabe der Geometriedaten programmintern überprüft.

Das in DIN 1052 beschriebene einfache Nachweisverfahren legt fest, daß Durchbrüche verstärkt werden müssen, wenn in Abhängigkeit von der auf den ungeschwächten Querschnitt in Durchbruchmitte bezogenen Schubspannung τ_Q das Maß d eine der beiden folgenden Gleichungen erfüllt.

$$d > 100 - 42\tau_Q \qquad d > (0.1 - 0.042\tau_Q)h$$

mit

- d Durchmesser des Durchbruchs
- h Trägerhöhe
- b Trägerbreite
- τ_Q Schubspannung in der Mitte des Durchbruchs

Die Abmessungen h , b und d sind in mm einzusetzen, die Schubspannung τ_Q in MN/m^2 .

Die Schubspannung τ_Q errechnet sich nach der Gleichung

$$\text{Minimal}\tau_Q = \frac{1.5 Q}{b h}$$

Es ist zu beachten, daß sich die Schubspannungen auf den ungeschwächten Querschnitt beziehen. Die Größe Q ist die Querkraft in der Mitte des Durchbruchs.

DIN

Wenn eine Verstärkung erforderlich ist, darf diese durch aufgeleimtes Bau-Furniersperrholz nach DIN 68705 erfolgen.

Die Gesamtdicke t der Verstärkung (je Seite $t/2$) errechnet sich nach der Gleichung

$$t = (0.15 + 0.4\tau_Q)b$$

Die Verstärkung muß jedoch mindestens 20 mm dick sein. Die Faserrichtung des Deckfurniers muß parallel zur Faserrichtung der Trägerlamellen verlaufen. Für die Verleimung ist Resorcinharzleim zu verwenden.

Bei der Ausführung der Verstärkung sind mehrere Konstruktionsmerkmale zu beachten. Diese können dem Startbild des Bauteils entnommen werden.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Eingabemaske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Geometriedaten

Verstärkung: ☐ ja

Durchbrüche: ☐ 2

h:
 b:
 d:

l_A: l_V: l_Z: h_{ro}: h_{ru}:

a₁: h₁: t:

Ausdruck:

Bei der Eingabe der Geometriedaten für den Trägerdurchbruch kann der Anwender durch Betätigung der Schalter "Verstärkung" und "Durchbrüche" zwischen den einzelnen Ausführungsformen wählen. In Abhängigkeit von der getroffenen Auswahl erscheinen unterschiedlich aufgebaute Eingabemasken und Systemskizzen.

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in die grau unterlegten Felder eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt. Die braun unterlegten Felder sind inaktiv.

Alle Geometriedaten müssen in cm eingegeben werden.

Folgende Größen sind einzugeben:

h	Trägerhöhe
b	Trägerbreite
d	Durchmesser des Durchbruchs
l_A	Abstand Auflager/Rand des Durchbruchs
l_V	Abstand Trägerende/Rand des Durchbruchs
l_Z	Abstand zwischen zwei Durchbrüchen
h_{ro}	Höhe des oberen Restquerschnitts
a_1	Breite der Verstärkung
h_1	Höhe der Verstärkung
t	Gesamtdicke der Verstärkung



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Träger mit Rundloch" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C



Bei Auswahl der Holzart ist zu beachten, daß das den Berechnungen zugrundeliegende einfache Nachweisverfahren im Sinne von DIN 1052, Abs. 8.2.2.2, nur für Träger aus Brettschichtholz verwendet werden sollte.

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren $1/6$ bzw. $1/3$ vor.



Allgemein gilt jedoch, daß Träger mit Durchbrüchen möglichst keiner großen Feuchtigkeit ausgesetzt werden sollten.



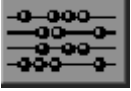
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Schnittgrößen

Einzugeben ist die in der Mitte des Durchbruchs wirkende Querkraft Q , jeweils für den Lastfall H und HZ. Beide Lastfälle werden simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß die Querkraft immer als Absolutwert einzugeben ist. Wird ein negativer Wert eingetragen, vernachlässigt das Programm das Vorzeichen.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE
ABC ABC ABC

X ? ✓

Konstruktionsmerkmale
1A ≥ h/2 1V ≥ h 1Z ≥ h a ≤ h hd ≤ 0.4*h hro ≥ 0.3*h hru ≥ 0.3*h h1 ≥ 0.25*hd
h1 ≥ 0.1*h a1 ≥ 0.25*a a1 ≥ h1 b ≤ 22.0 cm

Lastfall LF H LF HZ

Schubspannung (Vollquerschnitt)
τ = 0.28 MN/m² ≤ zulτ = 0.90 MN/m² τ = 0.38 MN/m² ≤ zulτ = 1.13 MN/m²

Schubspannung (Restquerschnitt)
τ = 0.34 MN/m² ≤ zulτ = 0.90 MN/m² τ = 0.46 MN/m² ≤ zulτ = 1.13 MN/m²

Eine Verstärkung ist nicht erforderlich

Alle Nachweise erfolgreich geführt



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

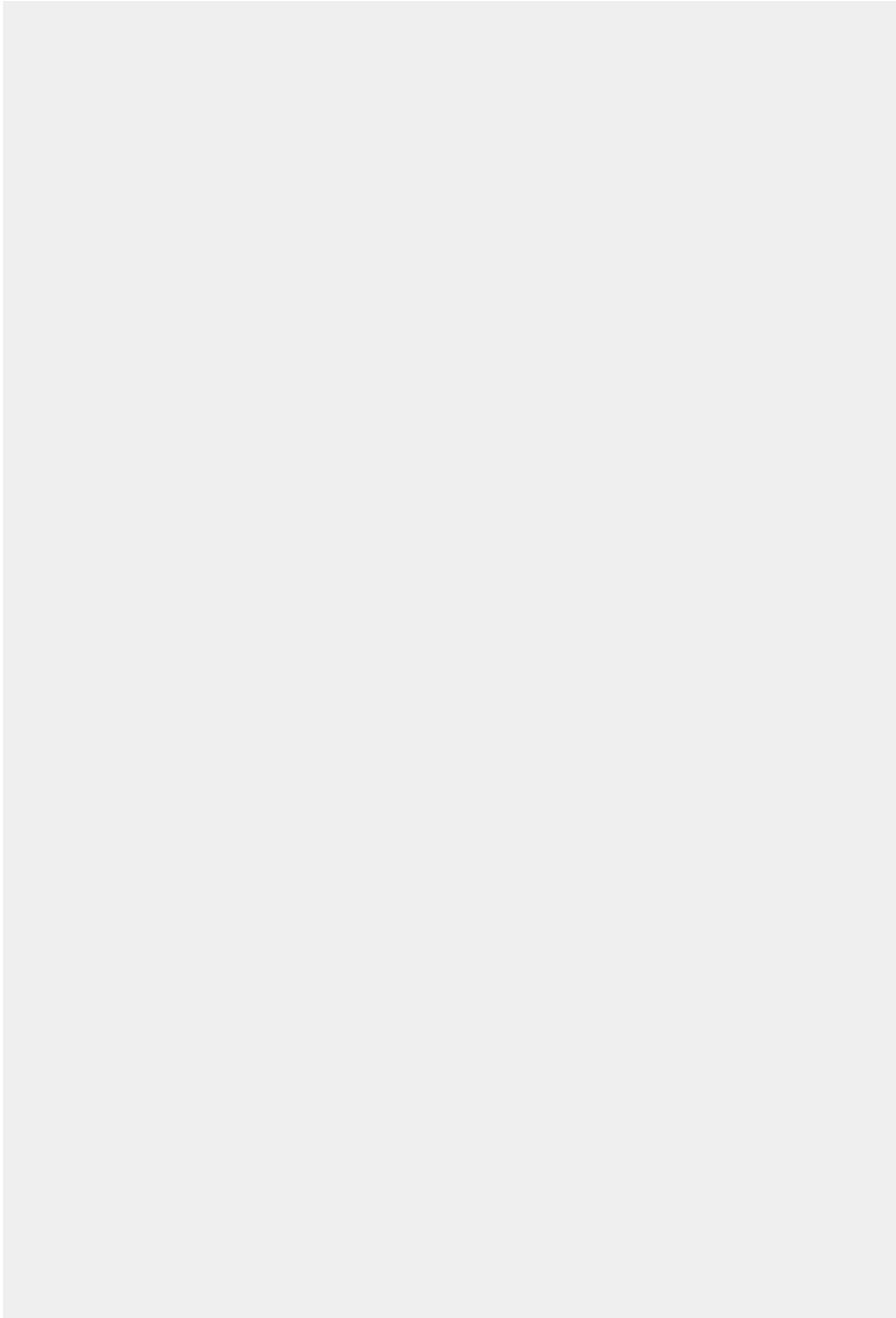


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).



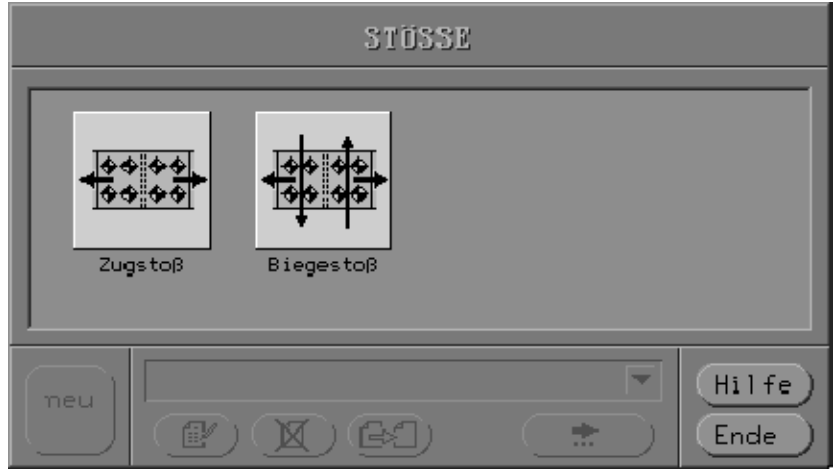
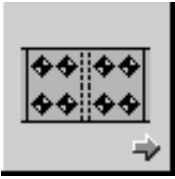
Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

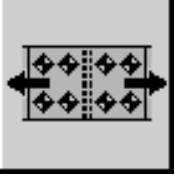


Stöße

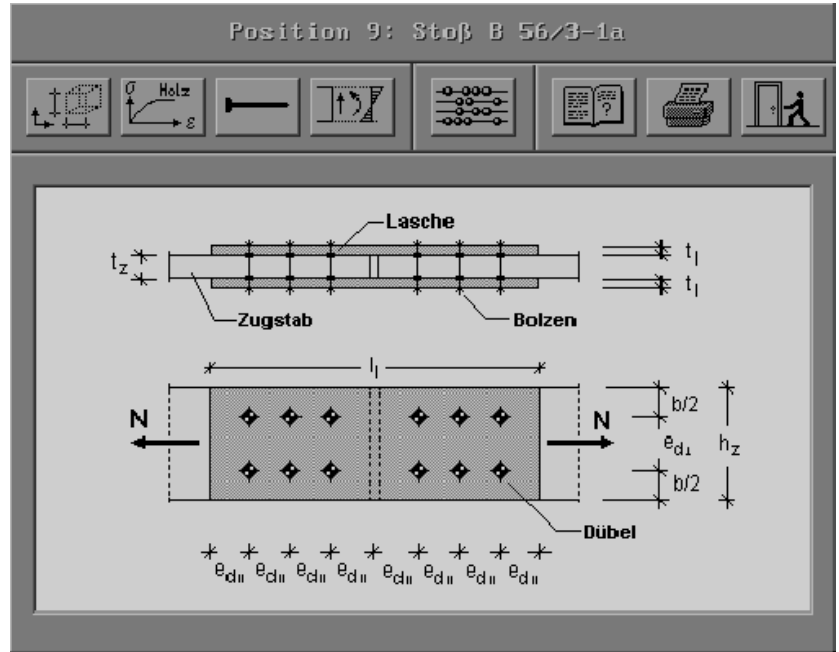
Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Stöße" umfaßt die Berechnung von Zug- und Biegestößen.



Zugstoß



Prinzipskizze



Berechnung

Der Rechenlauf zur Bearbeitung des Zugstoßes kann in Form eines Nachweises oder einer Bemessung durchgeführt werden.

Eine Bemessung wird dann vorgenommen, wenn in die grau hinterlegten Eingabefelder der Wert 0 eingetragen wird. Dies heißt, daß die erforderliche Dübelanzahl bzw. Anzahl der Nägel automatisch vom Programm errechnet werden, wenn der Anwender die entsprechenden Eingabefelder mit 0 belegt. Wenn hingegen ein Wert $\neq 0$ eingetragen wird, überprüft das Programm, ob mit dieser Dübelzahl die Übertragung der Last möglich ist.

DIN

Die Berechnung des Zugstoßes erfolgt gemäß den Vorgaben von DIN 1052 T1, Abs.7. Danach sind einseitig belastete Holz- bzw. Holzwerkstoffteile für die 1.5-fache Last zu bemessen.

Beim Zugstoß bedeutet dies, daß die Laschen für die 1.5-fache Zugkraft bemessen werden müssen.

Weiterhin ist der Absatz 5.1.10 zu beachten. Hier wird festgelegt, daß bei genagelten Stößen oder Anschlüssen die zulässige Zugspannung in den Stoß- oder Anschlußteilen um 20% abzumindern ist, die nicht für die 1.5-fache Zugkraft bemessen werden. Folglich darf bei der Untersuchung des Mittelholzes nur mit der 0.8-fachen zulässigen Spannung gearbeitet werden, wenn der Stoß genagelt ist.

Unter Beachtung dieser Randbedingungen ist nun nachzuweisen, daß die vorhandene Zugkraft vom Mittelholz und von den Laschen übertragen werden kann. Es gilt:

$$\frac{N}{A_n} \leq \text{zul } \sigma_{Z\parallel}$$

Bei der Berechnung der Netto-Querschnittsfläche A_n sind die Querschnittsschwächungen gemäß Abs. 6.4 zu berücksichtigen.

Bei genagelten Verbindungen muß bei vorgebohrten Nagellöchern immer die Schwächung des Querschnitts berücksichtigt werden.

Wenn nicht vorgebohrt, wird müssen die Nagellöcher nur für Durchmesser > 4.2 mm abgezogen werden.

DIN

Bei Dübeln wird die Dübel fehlfläche gemäß DIN 1052 T2, Tab. 4,6 und 7 angesetzt. Für die Bolzen ist der um 1mm vergrößerte Durchmesser maßgebend.

Wenn die Dübel versetzt angeordnet sind, muß nach Abs. 6.4.2 überprüft werden, ob der Abstand der Schwächungen ≤ 150 mm bzw. $< 4d$ (Bolzen) ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, müssen die Fehlflächen der versetzten Nachbarreihe zusätzlich berücksichtigt werden.

Nach Durchführung der Spannungsnachweise muß nachgewiesen werden, wieviele Dübel oder Nägel zur Kraftübertragung erforderlich sind. Hierzu wird die vorhandene Zugkraft auf die vorhandenen Verbindungsmittel aufgeteilt.

Wenn in Kraftrichtung eine bestimmte Anzahl von Dübeln oder Nägeln überschritten wird, muß durch Ermittlung einer wirksamen Anzahl ef_n eine Abminderung der Tragfähigkeit vorgenommen werden.

DIN Bei Nagelverbindungen erfolgen die Berechnungen nach DIN 1052 T2, Abs.6. Hiernach ergibt sich die zulässige Nagelbelastung für eine Scherfläche nach folgender Gleichung zu

$$zulN_1 = \frac{500 d_n^2}{10 + d_n}$$

Hierin ist der Nageldurchmesser d_n in mm einzusetzen. Die zulässige Nagelbelastung errechnet sich in der Einheit N. Wenn sich aus der Berechnung eine Nagelanordnung mit mehr als 10 Nägeln hintereinander ergibt, muß nach der Gleichung

$$erfn = 10 + \frac{2}{3}(n - 10)$$

eine wirksame Nagelanzahl ermittelt werden.

Weiterhin muß gemäß Abs. 6.2.4 die Schnittigkeit und die Einschlagtiefe bei der Berechnung der Tragfähigkeit der Nägel berücksichtigt werden.

DIN Die Berechnung der Dübelverbindungen erfolgt nach DIN 1052 T2, Abs.4. Hier ergeben sich die zulässigen Dübellasten für einen Kraft-Faserwinkel von 0° gemäß den Tabellen 4,6 und 7. Wenn mehr als 2 Dübel hintereinander liegen, ist eine wirksame Dübelanzahl von

$$erfn = 2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right)(n - 2)$$

anzunehmen. Mehr als 10 Dübel hintereinander dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Wenn die Berechnung der erforderlichen Nagel- oder Dübelzahl automatisch erfolgt, wird die Zahl der Verbindungsmittel schrittweise vergrößert. Dabei wird in jedem Rechenschritt jeweils eine vertikale Reihe mit der maximal möglichen Anzahl Dübel oder Nägel zusätzlich angeordnet.

Die Verbindungsmittel werden dabei gleichmäßig über die Querschnittshöhe verteilt, wobei am Rand der Mindestabstand angenommen wird.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Daten müssen in der Einheit cm eingegeben werden:

- h_z Höhe des Zugstabes (Mittelholzes)
- t_z Breite des Zugstabes
- t_l Dicke der Lasche
- l_l Laschenlänge

In die weiß hinterlegten Eingabefelder der Größen h_z und t_z muß immer ein Wert eingetragen werden; in die grau hinterlegten Felder dagegen kann entweder die Laschendicke bzw. Laschenlänge oder der Wert 0.0 eingegeben werden.

Wenn der Wert 0.0 eingegeben wird, berechnet das Programm selbständig die Dicke und die erforderliche Länge der Zuglaschen.

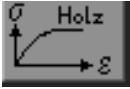


Zusätzlich zu den Geometriedaten kann in dem Eingabemenü ein Kontrollwert für den Umfang der Druckliste eingegeben werden. Dies erfolgt über den Schalter "Ausdruck" (lang/kurz).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Zugstoßes" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehenden Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Die Holzart kann für Lasche und Zugstab getrennt festgelegt werden. Dies erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C



Es ist zu beachten, daß die Sortierklasse S7 (früher Güteklasse III) hier nicht ausgewählt werden darf, weil die zulässige Zugspannung gemäß DIN 1052 T1, Abs. 5 gleich 0 ist.

Weiterhin muß angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Diese Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

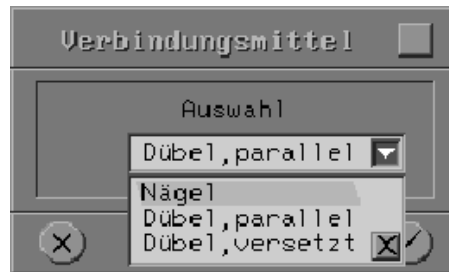
- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Auswahlliste zur Vorgabe des gewünschten Verbindungsmittels geöffnet.

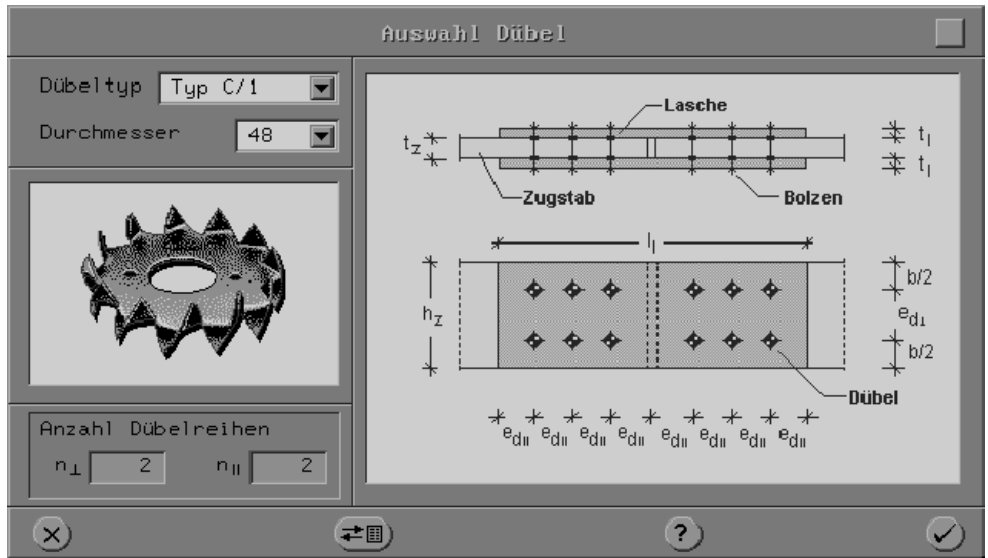
Verbindungsmittel



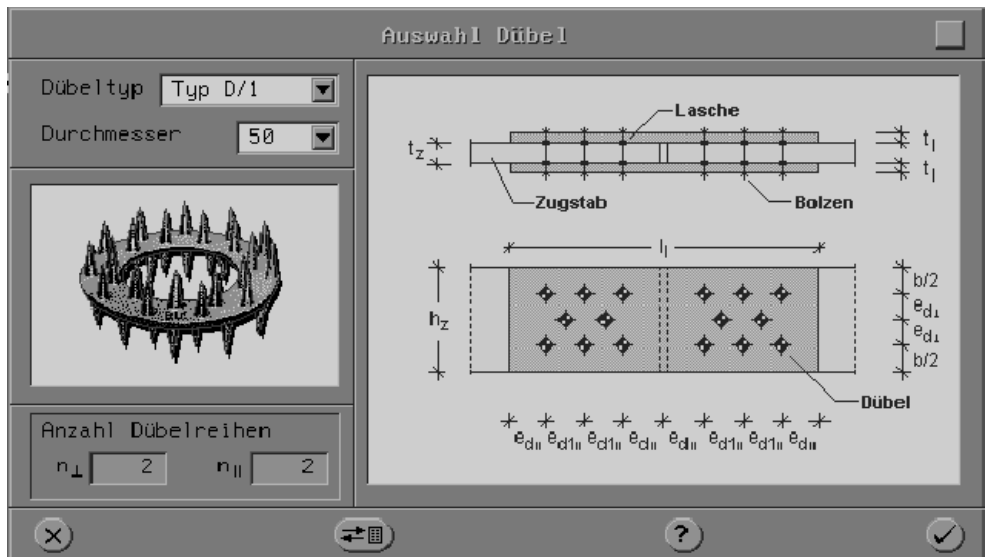
Es können Nägel oder Dübel ausgewählt werden. Bei den Dübeln handelt es sich um Dübel besonderer Bauart, die parallel oder versetzt angeordnet sein können.

Dübel

Dübel parallel



Dübel versetzt



In diesen Eingabeblättern kann der Anwender die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Dübel definieren.

Es stehen folgende Dübel besonderer Bauart zur Verfügung:

Typ A	Einlaßdübel	(Appel)
Typ B	Rundholzdübel	(Kübler)
Typ C	(Bulldog, Bilo)	
Typ C/1	Einpreßdübel /rund /2-seitig	
Typ C/2	Einpreßdübel /rund /1-seitig	
Typ C/3	Einpreßd. /quadratisch /2-seitig	
Typ D	(Geka, Bilo)	
Typ D/1	Einpreßdübel / 2-seitig	
Typ D/2	Einpreßdübel / 1-seitig	



Bei der Auswahl des Dübeltyps ist zu beachten, daß für den Zugstoß nur zweiseitige Dübel brauchbar sind.

Nach Auswahl des Dübeltyps stehen in der Liste "Durchmesser" die für diesen Typ vorhandenen Durchmesser zur Verfügung. Neben dem Dübeltyp und dem Dübeldurchmesser muß der Anwender die Zahl der Dübel in Krafrichtung und senkrecht zur Krafrichtung angeben.

Das Programm führt dann für die angegebene Dübelzahl die erforderlichen Nachweise durch. Wird in die grau hinterlegten Eingabefelder der Wert 0 eingetragen, ermittelt das Programm selbständig die erforderliche Dübelzahl. Hierbei wird zuerst die maximale Zahl von Dübeln für die vorliegende Holzbreite ermittelt und danach die erforderliche Dübelzahl in Krafrichtung. Es wird immer eine volle Dübelreihe über die Stabbreite angeordnet.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Verbindungsmittelparameter kann von jeder Position eines "Zugstoßes" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.

Auswahl Nägel

Nagelgröße

$d_n \times l_n$

22x45

Schnittigkeit

einschnittig

vorgebohrt ☒ ja

Anzahl Nagelreihen

n_{\perp} 2 n_{\parallel} 2

In diesem Eingabeblatt kann der Anwender die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Nägel definieren. Die Nagelgröße wird in der Auswahlliste über den Parameter $d_n \times l_n$ gesteuert. Der Wert d_n gibt den Nageldurchmesser in 1/10 mm und der Wert l_n die Nagellänge in mm an. Aufgrund dieser Angaben ermittelt das Bemessungsprogramm die zulässige Nagelbelastung.

DIN

Für die Berechnung des Nettoquerschnitts der Hölzer müssen die Fehlflächen, die sich aufgrund der Nägel ergeben, berechnet werden. Hierfür muß dem Rechenprogramm mitgeteilt werden, ob die Nagellöcher vorgebohrt werden. Gemäß DIN 1052 T1, 6.4.1, erfolgt der Lochabzug für Nägel mit einem Durchmesser > 4.2 mm. Für vorgebohrte Nagellöcher erfolgt immer ein Abzug der Querschnittschwächung.

Weiterhin kann der Anwender vorgeben, ob die Nägel einschnittig oder zweischnittig wirken sollen. Das Programm überprüft jeweils, ob die gewählte Einstellung mit den vorhandenen Holzdielen und Nagellängen ausführbar ist, und gibt entsprechende Warnhinweise aus. Bei einschnittigen Nägeln mit entsprechender

Nagellänge wird beidseitig genagelt. Wenn der Abstand von Nagelspitze zu Scherfläche der gegenüberliegenden Nägel zu gering ist, müssen die Nagelreihen auf der Vorder- und Rückseite des Stoßes versetzt werden.

In der Systemskizze werden die Nagelköpfe als schwarzer und die Nagelspitzen als weißer Kreis dargestellt. Aufgrund dieser Darstellung läßt sich sofort erkennen, ob ein gewählter Nagel einschnittig oder zweischnittig wirkt.

Als weitere Eingabewerte müssen die Zahl der Nägel in Richtung der Kraft und senkrecht zur Kraft vorgegeben werden.

Damit führt das Programm die erforderlichen Nachweise für ein vorgegebenes Nagelbild. Soll der Rechenablauf vom Programm gesteuert werden, muß in den grau hinterlegten Eingabefeldern der Wert 0 eingetragen werden. Weiterhin ist in der Auswahlliste für die Nagelgröße der Wert "auto" einzustellen. Das Programm versucht in diesem Fall den Stoß zu optimieren und mit möglichst wenig Nägeln auszukommen. Hierzu wird der größte zulässige Nagel ausgewählt. Bei der Einstellung "zweischnittig" ist dies der Nagel, der gerade noch innerhalb des Holzes bleibt. Wenn die Einstellung "einschnittig" benutzt wird, verwendet das Programm den größten Nagel, der noch eine beidseitige Nagelung zuläßt.



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

Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall I	H	HZ	
Zugkraft N	60.00	72.50	kN
X		?	✓

Einzugeben ist hier die im Stoßbereich wirkende Zugkraft N, jeweils für Lastfall H bzw. HZ. Die beiden Lastfälle werden vom Programm simultan untersucht. Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld "0.0" eingetragen.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse			
suche nach		SCHRIFTGRÖSSE ABC ABC ABC	X ? ✓
Lastfall	LF H	LF HZ	
Spannungen im Mittelholz 10/22, Fläche $A_z = 220.00 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 2.73 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 3.30 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 8.75 \text{ MN/m}^2$	
Spannungen im Nettoquerschnitt , $A_{zn} = 201.40 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 2.98 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 3.60 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 8.75 \text{ MN/m}^2$	
Übertragbare Zugkraft 140.98 kN		140.98 kN	
Spannungen in den Seitenhölzern 4.1/22, Fläche $A_l = 181.15 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 4.97 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 6.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 8.75 \text{ MN/m}^2$	
Spannungen im Nettoquerschnitt , $A_{ln} = 164.84 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 5.46 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 6.60 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 8.75 \text{ MN/m}^2$	
Übertragbare Zugkraft 76.93 kN		96.16 kN	
Verbindungsmittel			
Vorhandene Dübel im Raster (2 x 2) x 2, Effektive Anzahl Dübel 10.0			
Erforderliche Laschenlänge 72.4 cm vorhanden, Laschenlänge 84.0 cm			
Erforderlicher Dübelabstand: In Faserrichtung $ed_{II} = 12.0 \text{ cm}$			
Erforderlicher Dübelabstand in Faserrichtung $ed_{III} = 12.2 \text{ cm}$ Senkrecht zur Faser $ed_I = 6.2 \text{ cm}$			
Übertragbare Zugkraft 80.0 kN		100.00 kN	
Alle Nachweise erfüllt, maßgebend ist LF H			



Druckerausgabe

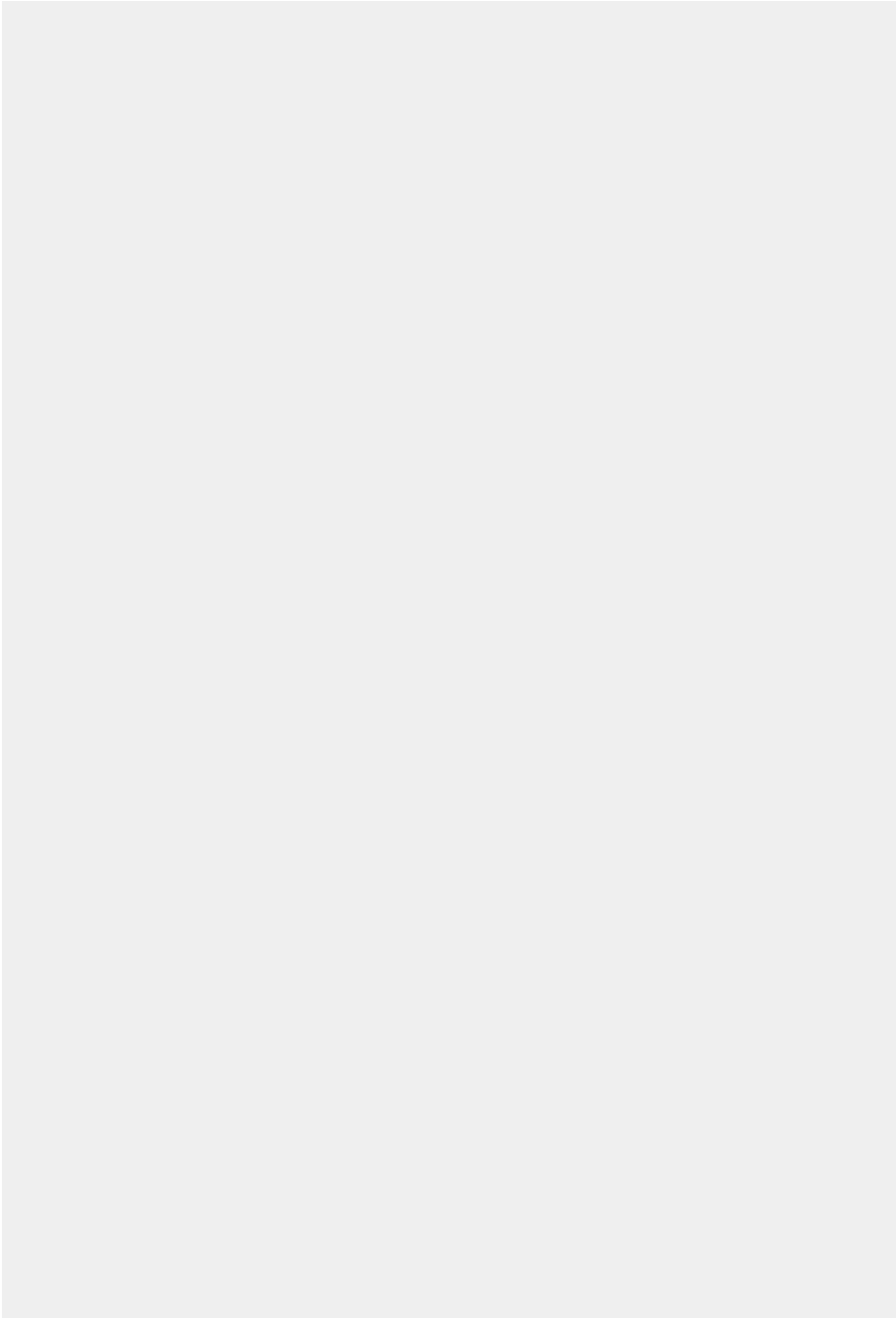


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

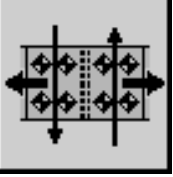
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

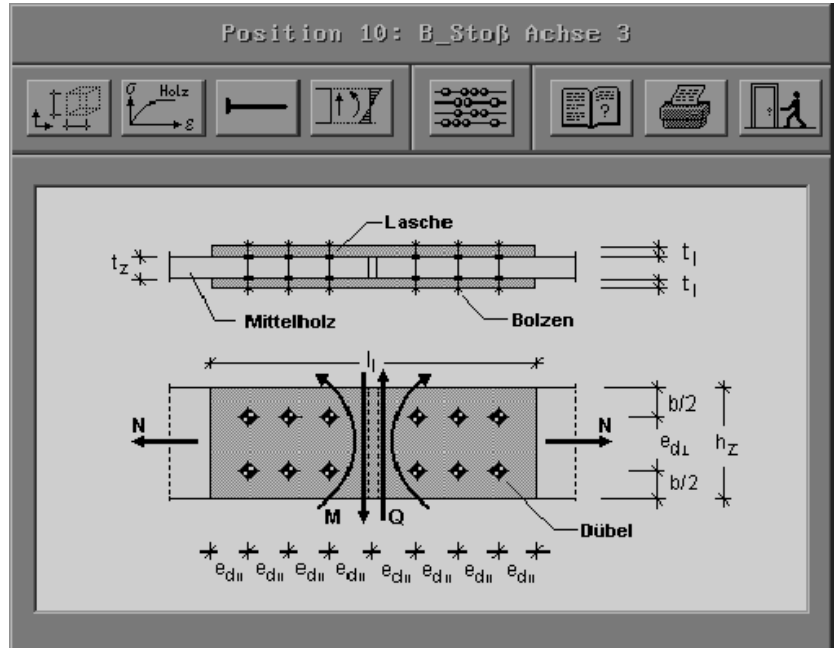


Biegestoß



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Der Rechenlauf zur Bearbeitung des Biegestoßes kann in Form eines Nachweises oder als Bemessung ablaufen.

Eine Bemessung wird dann durchgeführt, wenn in die grau hinterlegten Eingabefelder der Wert 0 eingetragen wird. Dies heißt, daß die erforderliche Dübelanzahl bzw. Anzahl der Nägel automatisch vom Programm errechnet wird, wenn die entsprechenden Eingabefelder mit 0 belegt werden. Wenn hingegen ein Wert $\neq 0$ eingetragen wird, überprüft das Programm, ob mit dieser Dübel- oder Nagelzahl die Übertragung der Last möglich ist.

DIN

Die Berechnung des Biegestoßes erfolgt gemäß den Vorgaben von DIN 1052 T1, Abs.7. Danach sind einseitig belastete Holz- bzw. Holzwerkstoffteile für die 1.5-fache Last zu bemessen.

Beim Biegestoß bedeutet dies, daß die Laschen für die 1.5-fache Zugkraft bemessen werden müssen.

Weiterhin ist Absatz 5.1.10 zu beachten. Hier wird festgelegt, daß bei genagelten Stößen oder Anschlüssen die zulässige Zugspannung in den Stoß- oder Anschlußteilen um 20% abzumindern ist, die nicht für die 1.5-fache Zugkraft bemessen werden. Folglich darf bei der Untersuchung des Mittelholzes nur mit der 0.8-fachen zulässigen Spannung gearbeitet werden, wenn der Stoß genagelt ist.

Unter Beachtung dieser Randbedingungen ist nun nachzuweisen, daß die vorhandenen Kräfte und Momente vom Mittelholz und von den Laschen übertragen werden können.

Für den allgemeinen Spannungsnachweis gilt

$$\frac{\frac{N}{A_n}}{\text{zul}\sigma_{Z\parallel}} + \frac{\frac{M}{W_{yn}}}{\text{zul}\sigma_B} \leq 1$$

Bei der Berechnung der Netto-Querschnittsfläche A_n sind die Querschnittsschwächungen gemäß Abs. 6.4 zu berücksichtigen.

Bei genagelten Verbindungen muß bei vorgebohrten Nagellöchern immer die Schwächung des Querschnitts berücksichtigt werden.

Wenn nicht vorgebohrt wird, müssen Nagellöcher mit $\varnothing > 4.2 \text{ mm}$ abgezogen werden.

DIN

Bei Dübeln wird die Dübelfehlfläche gemäß DIN 1052 T2, Tab. 4,6 und 7 angesetzt. Für die Bolzen ist der um 1mm vergrößerte Durchmesser maßgebend.

Wenn die Dübel versetzt angeordnet sind, muß nach Abs. 6.4.2 überprüft werden, ob der Abstand der Schwächungen $\leq 150 \text{ mm}$

bzw. $< 4d$ (Bolzen) ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, müssen die Fehlflächen der versetzten Nachbarreihe zusätzlich berücksichtigt werden.

Nach Durchführung der Spannungsnachweise muß noch nachgewiesen werden, wieviele Dübel oder Nägel zur Kraftübertragung erforderlich sind. Hierzu werden die Normalkraft und Querkraft gleichmäßig auf die vorhandenen Verbindungsmittel aufgeteilt.

Das Biegemoment wird entsprechend dem Abstand der Dübel vom Schwerpunkt der Dübelgruppe verteilt.

Es ist zu beachten, daß neben dem Biegemoment noch ein Zusatzmoment aus der Querkraft zu übertragen ist. Dieses Zusatzmoment errechnet sich aus dem Produkt von Querkraft und Abstand des Schwerpunktes der Dübel- bzw. Nagelgruppe vom Rand des Stoßes.

Somit errechnen sich die Dübelkraftkomponenten für einen Biegestoß zu:

$$D_x = \frac{M_g z}{\sum_{i=1}^n (x_i^2 + z_i^2)} + \frac{N}{n}$$

$$D_z = \frac{M_g x}{\sum_{i=1}^n (x_i^2 + z_i^2)} + \frac{Q}{n}$$

In den vorstehend angegebenen Gleichungen bezeichnen N und Q die Normalkraft und die Querkraft im Stoß und M_g das Gesamtmoment (Biegemoment + Zusatzmoment). Die Größen x und z bezeichnen den horizontalen bzw. vertikalen Abstand des Dübels vom Schwerpunkt der Dübelgruppe. Die Gesamtzahl Dübel wird durch die Größe n angegeben.

Wenn in Krafrichtung eine bestimmte Anzahl von Dübeln oder Nägeln überschritten wird, muß durch Ermittlung einer wirksa-

men Anzahl e_{fn} eine Abminderung der Tragfähigkeit vorgenommen werden.

DIN

Bei Nagelverbindungen erfolgen die Berechnungen nach DIN 1052 T2, Abs.6. Hiernach ergibt sich die zulässige Nagelbelastung für eine Scherfläche nach folgender Gleichung zu

$$zulN_1 = \frac{500 d_n^2}{10 + d_n}$$

In vorstehender Gleichung ist der Nageldurchmesser d_n in mm einzusetzen. Die zulässige Nagelbelastung errechnet sich dann in der Einheit N.

Wenn sich aus der Berechnung eine Nagelanordnung mit mehr als 10 Nägeln hintereinander ergibt, muß nach der Gleichung

$$e_{fn} = 10 + \frac{2}{3}(n - 10)$$

eine wirksame Nagelanzahl ermittelt werden.

Weiterhin muß gemäß Abs. 6.2.4 die Schnittigkeit und die Einschlagtiefe bei der Berechnung der Tragfähigkeit der Nägel berücksichtigt werden.

DIN

Die Berechnung der Dübelverbindungen erfolgt nach DIN 1052 T2, Abs.4. Hier ergeben sich die zulässigen Dübellasten gemäß den Tabellen 4,6 und 7 in Abhängigkeit vom Kraft-Faserwinkel. Da die einzelnen Dübelkräfte unterschiedliche Richtungen haben, muß nicht zwangsläufig der Dübel mit der größten Belastung für die Bemessung maßgebend sein, sondern derjenige mit dem ungünstigsten Verhältnis von vorhandener Kraft/zulässiger Kraft.

Wenn mehr als 2 Dübel hintereinander liegen, ist eine wirksame Dübelanzahl von

$$e_{fn} = 2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right)(n - 2)$$

anzunehmen. Mehr als 10 Dübel hintereinander dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Wenn die Berechnung der erforderlichen Nagel- oder Dübelzahl automatisch erfolgt, wird die Zahl der Verbindungsmittel schrittweise vergrößert. Dabei wird in jedem Rechenschritt jeweils eine vertikale Reihe mit der maximal möglichen Anzahl Dübel oder Nägel zusätzlich angeordnet.

Die Verbindungsmittel werden dabei gleichmäßig über die Querschnittshöhe verteilt, wobei am Rand der Mindestabstand angenommen wird.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Geometriedaten aktiviert.

Folgende Daten müssen in der Einheit cm eingegeben werden:

- h_z Höhe des Mittelholzes
- t_z Breite des Mittelholzes
- t_l Dicke der Lasche
- l_l Laschenlänge

In die weiß hinterlegten Eingabefelder der Größen h_z und t_z muß immer ein Wert eingetragen werden; in die grau hinterlegten Felder dagegen kann entweder die Laschendicke bzw. Laschenlänge oder der Wert 0.0 eingegeben werden.

Wenn der Wert 0.0 eingegeben wird, berechnet das Programm selbständig die Dicke und die erforderliche Länge der Laschen.



Zusätzlich zu den Geometriedaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert für den Umfang der Druckliste eingegeben werden. Dies erfolgt über den Schalter "Ausdruck" (lang/kurz).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Biegestoßes" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Die Holzart kann getrennt für Lasche und Mittelholz festgelegt werden. Dies erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C



Es ist zu beachten, daß die Sortierklasse S7 (früher Güteklasse III) hier nicht ausgewählt werden darf, weil die zulässige Zugspannung gemäß DIN 1052 T1, Abs. 5 gleich 0 ist.

Weiterhin muß noch angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Diese Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

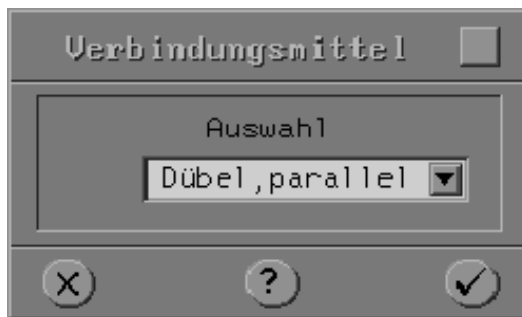
DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren $1/6$ bzw. $1/3$ vor.



Verbindungsmittel

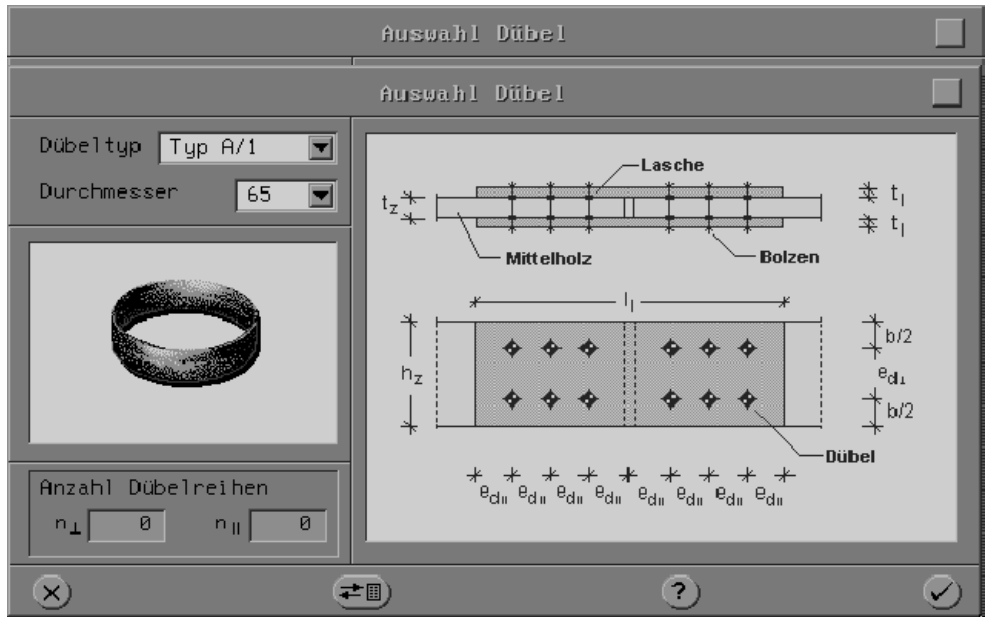
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Auswahlliste zur Vorgabe des gewünschten Verbindungsmittels geöffnet.



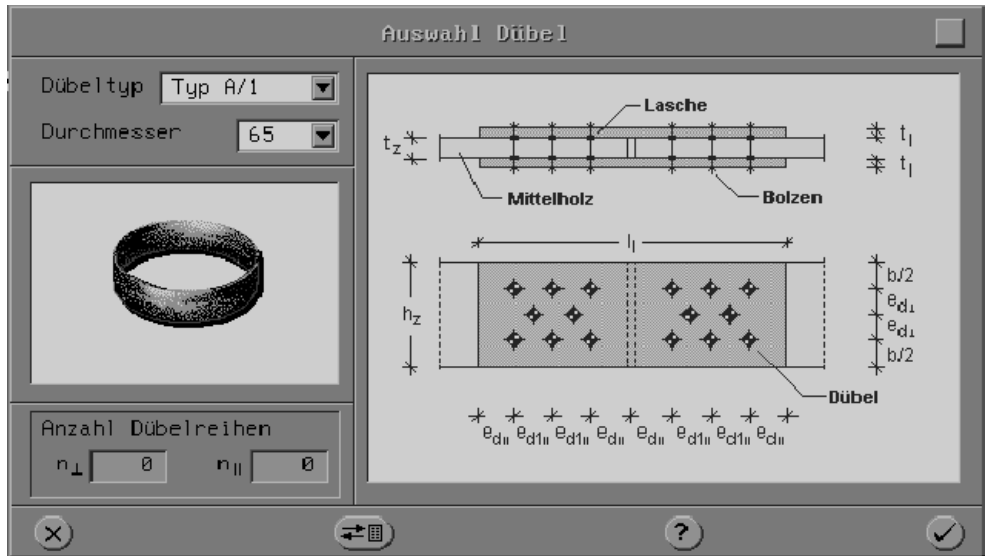
Es können Nägel oder Dübel ausgewählt werden. Bei den Dübeln handelt es sich um Dübel besonderer Bauart, die parallel oder versetzt angeordnet sein können.

Dübel

Dübel parallel



Dübel versetzt



In diesen Eingabeblättern kann der Anwender die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Dübel definieren.

Es stehen folgende Dübel besonderer Bauart zur Verfügung:

Typ A	Einlaßdübel (Appel)
Typ B	Rundholzdübel (Kübler)
Typ C	(Bulldog, Bilo)
Typ C/1	Einpreßdübel /rund /2-seitig
Typ C/2	Einpreßdübel /rund /1-seitig
Typ C/3	Einpreßd. /quadratisch /2-seitig
Typ D	(Geka, Bilo)
Typ D/1	Einpreßdübel / 2-seitig
Typ D/2	Einpreßdübel / 1-seitig



Bei der Auswahl des Dübeltyps ist zu beachten, daß für den Biegestoß nur zweiseitige Dübel brauchbar sind.

Nach Auswahl des Dübeltyps stehen in der Liste "Durchmesser" die für diesen Typ vorhandenen Durchmesser zur Verfügung. Neben dem Dübeltyp und dem Dübeldurchmesser muß der Anwender die Zahl der Dübel in Krafrichtung und senkrecht zur Krafrichtung angeben.

Das Programm führt dann für die angegebene Dübelzahl die erforderlichen Nachweise durch. Wird in die grau hinterlegten Eingabefelder der Wert 0 eingetragen, ermittelt das Programm selbständig die erforderliche Dübelzahl. Hierbei wird zuerst die maximale Zahl von Dübeln für die vorliegende Holzbreite ermittelt und danach die erforderliche Dübelzahl in Krafrichtung. Es wird immer eine volle Dübelreihe über die Stabbreite angeordnet.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Verbindungsmittelparameter kann von jeder Position eines "Biegestoßes" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.

Auswahl Nägel

Nagelgröße

$d_n \times l_n$

22x45

Schnittigkeit

einschnittig

vorgebohrt ☐ nein

Anzahl Nagelreihen

n_{\perp} 0 n_{\parallel} 0

(X) (↔) (?) (✓)

In diesem Eingabeblatt kann der Anwender die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Nägel definieren. Die Nagelgröße wird in der Auswahlliste über den Parameter $d_n \times l_n$ gesteuert. Der Wert d_n gibt den Nageldurchmesser in 1/10 mm und der Wert l_n die Nagellänge in mm an. Aufgrund dieser Angaben ermittelt das Bemessungsprogramm die zulässige Nagelbelastung.

DIN

Für die Berechnung des Nettoquerschnitts der Hölzer müssen die Fehlflächen, die sich aufgrund der Nägel ergeben, berechnet werden. Hierfür muß dem Rechenprogramm mitgeteilt werden, ob die Nagellöcher vorgebohrt werden. Gemäß DIN 1052 T1, 6.4.1, erfolgt der Lochabzug für Nägel mit einem Durchmesser $> 4.2\text{mm}$. Für vorgebohrte Nagellöcher erfolgt immer ein Abzug der Querschnittschwächung.

Weiterhin kann der Anwender vorgeben, ob die Nägel einschnittig oder zweischnittig wirken sollen. Das Programm überprüft jeweils, ob die gewählte Einstellung mit den vorhandenen Holzstärken und Nagellängen ausführbar ist, und gibt entsprechende Warnhinweise aus. Bei einschnittigen Nägeln mit entsprechender

Nagellänge wird beidseitig genagelt. Wenn der Abstand von Nagelspitze zu Scherfläche der gegenüberliegenden Nägel zu gering ist, müssen die Nagelreihen auf der Vorder- und Rückseite des Stoßes versetzt werden.

In der Systemskizze werden die Nagelköpfe als schwarzer und die Nagelspitzen als weißer Kreis dargestellt. Aufgrund dieser Darstellung läßt sich sofort erkennen, ob ein gewählter Nagel einschnittig oder zweischnittig wirkt.

Als weitere Eingabewerte müssen die Zahl der Nägel in Richtung der Kraft und senkrecht zur Kraft vorgegeben werden.

Damit führt das Programm die erforderlichen Nachweise für ein vorgegebenes Nagelbild. Soll der Rechenablauf vom Programm gesteuert werden, muß in den grau hinterlegten Eingabefeldern der Wert 0 eingetragen werden. Weiterhin ist in der Auswahlliste für die Nagelgröße der Wert "auto" einzustellen. Das Programm versucht in diesem Fall den Stoß zu optimieren und mit möglichst wenig Nägeln auszukommen. Hierzu wird der größte zulässige Nagel ausgewählt. Bei der Einstellung "zweischnittig" ist dies der Nagel, der gerade noch innerhalb des Holzes bleibt. Wenn die Einstellung "einschnittig" benutzt wird, verwendet das Programm den größten Nagel, der noch eine beidseitige Nagelung zuläßt.



Schnittgrößen

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

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Normalkraft N	65.00	125.00	kN
Querkraft Q	10.00	11.00	kN
Biegemoment M	5.00	4.00	kNm

Buttons: (X) (?) (✓)

Einzugeben sind hier die im Stoßbereich wirkende Normalkraft N, die Querkraft Q und das Biegemoment M, jeweils für Lastfall H bzw. HZ.



Zugkräfte müssen als positive Werte und Druckkräfte mit negativem Vorzeichen eingegeben werden.



Es ist zu beachten, daß Druckkräfte nur über die Laschen übertragen werden und nicht über Kontakt zwischen den Mittelhölzern.

Die beiden Lastfälle werden vom Programm simultan untersucht. Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE
 ABC ABC ABC

Lastfall	LF H	LF HZ
Spannungen im Mittelholz 10/26, Fläche $A_z = 260.00 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 7.26 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 9.13 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Spannungen im Nettoquerschnitt , $A_{zn} = 174.20 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 10.18 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 12.80 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Spannungen in den Seitenhölzern 5.8/26, Fläche $A_1 = 300.56 \text{ cm}^2$	$\sigma_z = 7.89 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 9.98 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Spannungen im Nettoquerschnitt	$\sigma_z = 10.99 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_z = 13.74 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_z = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Schubspannungen im Mittelholz	$\tau = 0.86 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.30 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 0.95 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.63 \text{ MN/m}^2$
Schubspannungen in den Laschen	$\tau = 0.78 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.30 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 0.79 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.63 \text{ MN/m}^2$
Verbindungsmittel		
Dübel Typ A/1, Ø 65, 3 x 3 Dübel, Anzahl Dübel je Stoßhälfte: 2 x 9		
vorhDK = 6.92 kN	$\leq \text{zulDK} = 9.50 \text{ kN}$	vorhDK = 9.53 kN
$\leq \text{zulDK} = 13.66 \text{ kN}$		
Erforderliche Randabstände, in Faserrichtung $ed_{II} = 14.0 \text{ cm}$, senkrecht zur Faser $b/2 = 5.0 \text{ cm}$		
Erforderliche Dübelabstände in Faserrichtung $ed_{II} = 14.0 \text{ cm}$, senkrecht zur Faser $ed_I = 8.0 \text{ cm}$		
Erforderliche Laschenlänge 112.0 cm		
Alle Nachweise erfüllt		



Druckerausgabe

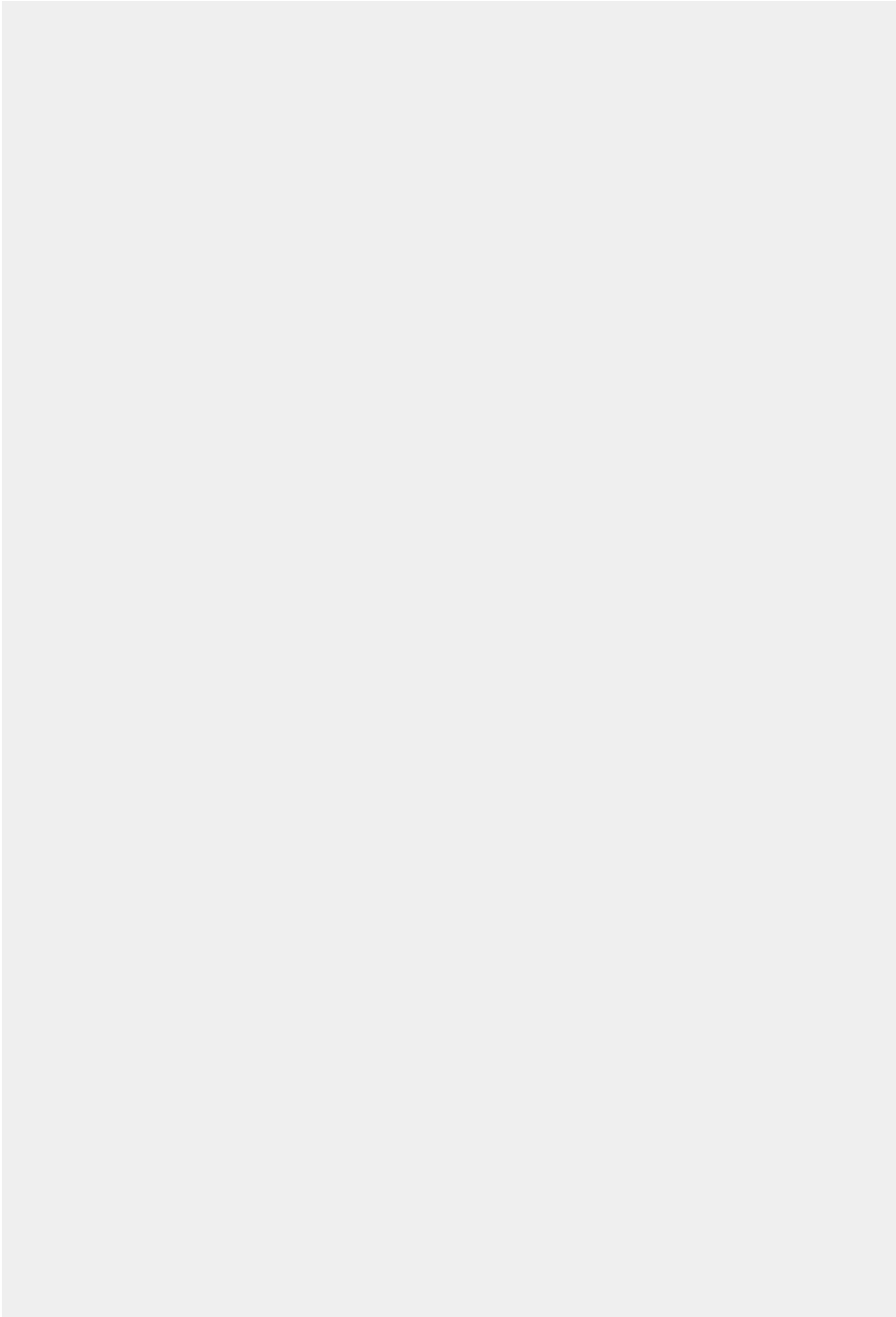


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

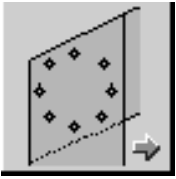
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

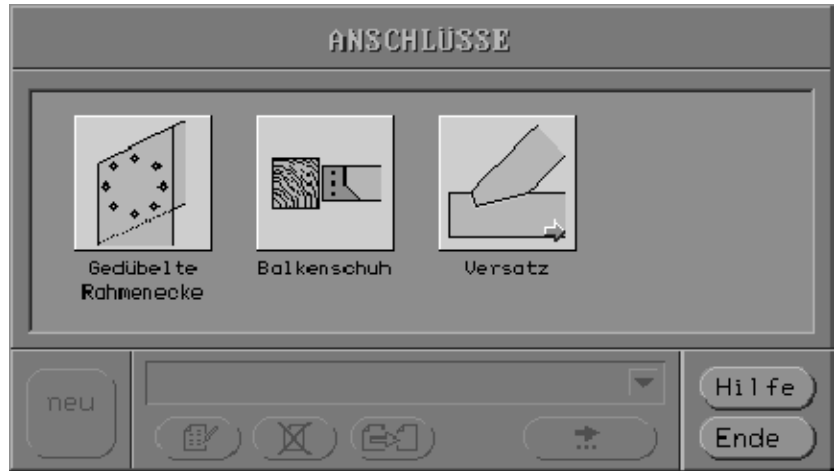
Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.



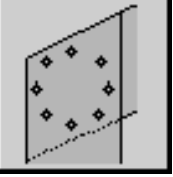
Anschlüsse



Die Gruppe der Nachweise vom Typ "Anschlüsse" behandelt die Berechnung der Gedübelten Rahmenecke, des Balkenschuhs und der Versätze.

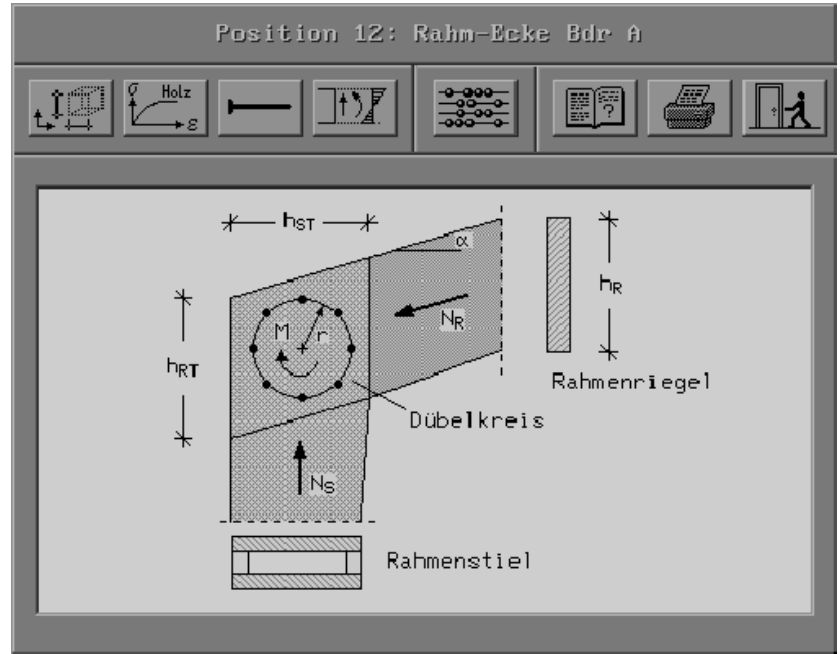


Rahmenecke



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Die Berechnung erfolgt nach dem Verfahren von Heimeshoff. Zu Beginn der Berechnung werden die Komponenten der Querkraft ermittelt. Zwischen den Schnittgrößen von Stiel und Riegel besteht folgender Zusammenhang:

$$N_R = N_S \sin \alpha + Q_S \cos \alpha$$

$$Q_R = Q_S \sin \alpha - N_S \cos \alpha$$

Es bedeuten:

α Neigungswinkel des Riegels

N_R Normalkraft im Riegel

N_S Normalkraft im Stiel
 Q_R Querkraft im Riegel
 Q_S Querkraft im Stiel

Die Querkräfte und Normalkräfte werden gleichmäßig auf die vorhandenen Dübel verteilt. Der Momentenanteil der Dübelkraft berechnet sich zu:

$$|D_M| = \frac{|M|}{n_D r}$$

Die einzelnen Dübelkraftanteile werden unter Berücksichtigung der Kraftrichtung aufsummiert. Abschließend wird der Kraft-Faserwinkel der Dübelkraft berechnet. Aufgrund dieses Wertes ergibt sich dann die zulässige Dübelkraft.



Es ist also nicht unbedingt der Dübel mit der größten Kraft maßgebend, sondern derjenige mit dem größten Verhältnis vorhandene Dübelkraft/zul. Dübelkraft.

Neben dem Nachweis der Dübelkräfte muß für die Rahmenecke die Schubspannung nachgewiesen werden. Dieser Nachweis ist häufig für die Tragfähigkeit einer gedübelten Rahmenecke maßgebend.

Weiterhin wird der Nachweis der Biege- und Normalspannungen im Mittelpunkt des Dübelkreises geführt. Bei diesem Nachweis sind die zulässigen Spannungen jedoch in der Regel nur zu einem geringen Teil ausgenutzt.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Eingabemaske der Geometriedaten aktiviert.

Geometrie

Geometriedaten

Rahmenstiele

h_S 530.0	b_S 20.00
h_{ST} 130.0	h_{SF} 50.00

Rahmenriegel

l_R 1500.	b_R 20.00
h_{RT} 125.0	h_{RF} 40.00

r 50.00	α 5.000
-----------	----------------

Alle Maße
in cm

Ausdruck
lang

✕
?
✓

Folgende Größen sind in cm einzugeben:

- α Neigungswinkel des Riegels in °
- b_R Riegelbreite
- b_S Gesamtbreite der Stiele
- h_{RF} Höhe des Riegels am First
- h_{RT} Höhe des Riegels an der Traufe
- h_S Stiellänge
- h_{ST} Höhe der Stiele an der Traufe
- h_{SF} Höhe der Stiele am Fuß
- l_R Riegellänge (Projektion)
- r Radius des Dübelkreises

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in das grau unterlegte

Feld für den Radius r der Wert "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den maximal möglichen Dübelkreisradius; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert durchgeführt.



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Riegel und Stiele können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7 werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%

- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

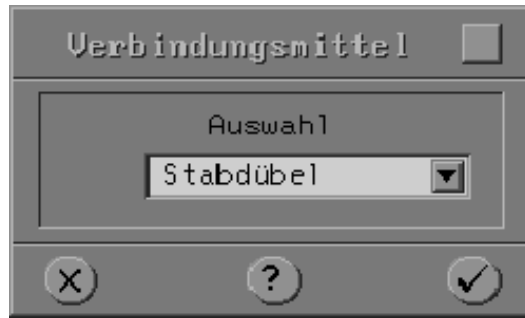
Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



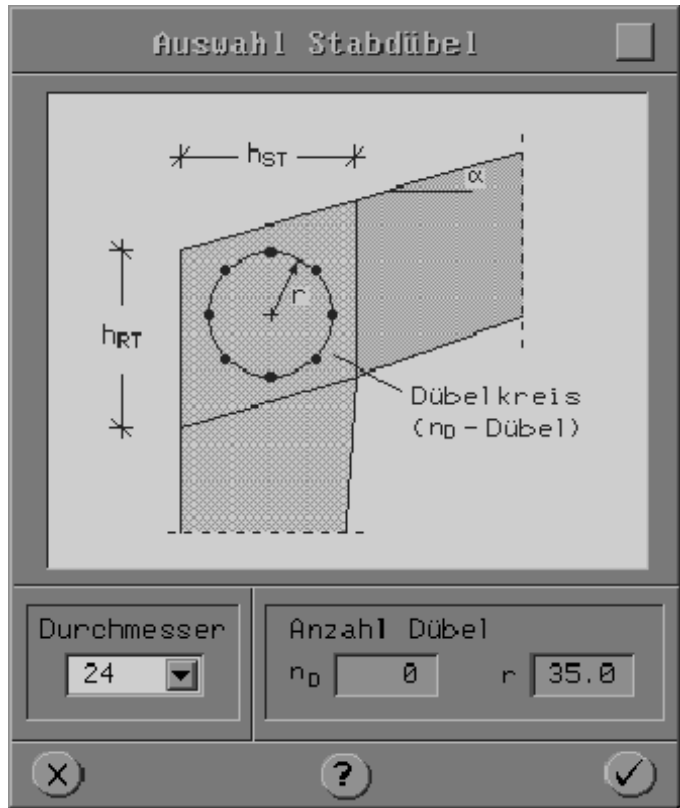
Verbindungsmittel

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Auswahlliste zur Vorgabe des gewünschten Verbindungsmittels geöffnet.

Es stehen Stabdübel und Dübel besonderer Bauart zur Verfügung.



In diesem Eingabemenü werden die Anzahl und der Durchmesser der verwendeten Stabdübel eingegeben.



Sieben Stabdübel mit den Durchmessern

8/10/12/16/20/24 und 30 mm

stehen zur Verfügung.

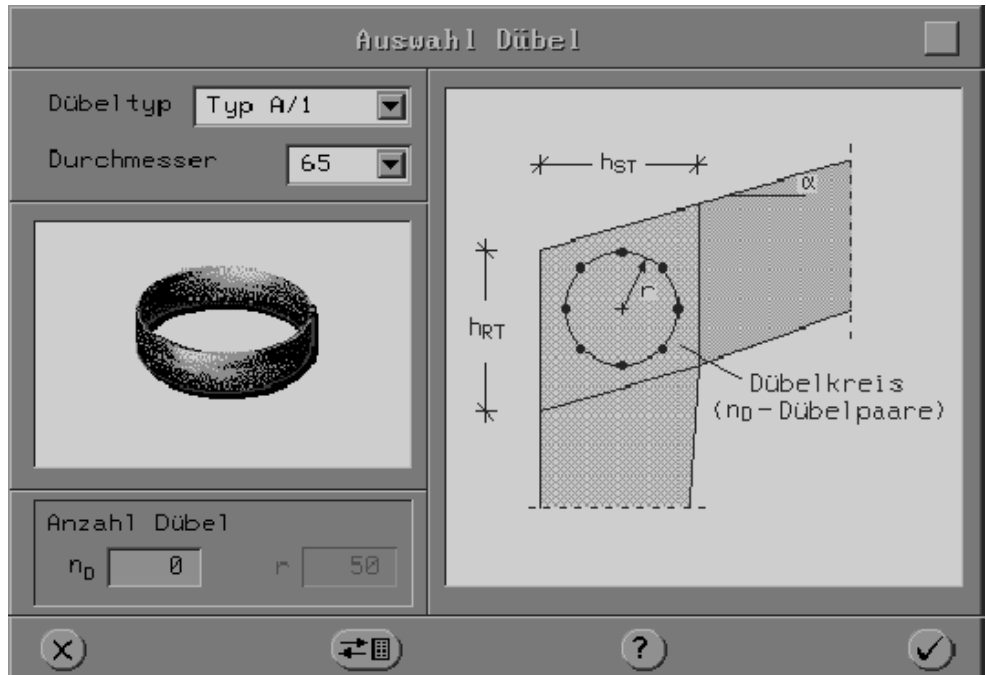
Neben dem Dübeldurchmesser muß der Anwender die Zahl der Dübel im Dübelkreis angeben. Das Programm führt dann für die angegebene Dübelanzahl die erforderlichen Nachweise durch.

Wird in das Eingabefeld für die Anzahl der Dübel eine "0" eingetragen, errechnet das Programm automatisch die für die Lastfallsituation erforderliche Dübelanzahl.

Weiterhin kann hier nochmals der Radius des Dübelkreises verändert werden. Dies ist manchmal erforderlich, weil der maximal zulässige Radius nicht nur von der Stiel- und Riegelgeometrie, sondern auch vom Durchmesser des gewählten Dübels abhängig ist.

Wenn für den Dübelkreisradius eine "0" eingegeben wird, errechnet das Programm den maximal zulässige Dübelkreisradius.

Dübel besonderer Bauart



In diesem Eingabemenü kann der Anwender die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Dübel definieren. Es stehen folgende Dübel besonderer Bauart zur Verfügung:

- | | | |
|---------|------------------------------|----------|
| Typ A | Einlaßdübel | (Appel) |
| Typ B | Rundholzdübel | (Kübler) |
| Typ C | (Bulldog, Bilo) | |
| Typ C/1 | Einpreßdübel /rund /2-seitig | |

Typ C/3	Einpreßd. /quadratisch /2-seitig
Typ D	(Geka, Bilo)
Typ D/1	Einpreßdübel / 2-seitig

Nach Auswahl des Dübeltyps stehen in der Liste "Durchmesser" die für diesen Typ vorhandenen Durchmesser zur Verfügung. Neben dem Dübeltyp und dem Dübeldurchmesser muß der Anwender die Zahl der Dübel im Dübelkreis angeben. Das Programm führt dann die für die angegebene Dübelzahl erforderlichen Nachweise.

Wird in das Eingabefeld für die Dübelanzahl eine "0" eingetragen, errechnet das Programm automatisch die für die Lastfallsituation erforderliche Dübelanzahl.

Weiterhin kann hier in der aktuellen Eingabemaske nochmals der Radius des Dübelkreises verändert werden. Diese Änderung ist eventuell erforderlich, weil der maximal zulässige Radius nicht nur von der Stiel- und Riegelgeometrie, sondern auch vom Durchmesser des gewählten Dübels abhängig ist.

Wenn für den Radius der Wert "0" eingetragen wird, ermittelt das Programm den für die Geometrie und Dübeldurchmesser zulässigen maximalen Dübelkreisradius.



Schnittgrößen

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Normalkraft N_S	60.00	66.00	kN
Normalkraft N_R	125.00	135.00	kN
Biegemoment M	65.00	75.00	kNm

Buttons: (X) (?) (✓)

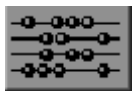
Die im Stiel und im Riegel wirkenden Normalkräfte N_S und N_R sind anzugeben. Weiterhin ist das auf den Mittelpunkt des Dübelkreises wirkende Biegemoment M einzugeben.

Normalkräfte und Biegemoment sind jeweils für den Lastfall H und den Lastfall HZ zu bestimmen. Die beiden Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Vorzeichenregel:

- Druckkräfte sind mit negativem Vorzeichen einzugeben.
- Momente sind positiv, wenn sie im Uhrzeigersinn wirken, also an der Außenseite der Rahmenecke Zug erzeugen.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall LF H

Spannungen im Riegel 14/102, Fläche AR = 1396.80 cm²

σRo = 3.02 MN/m² (Z) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σRu = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

σRu = 3.63 MN/m² (D) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σRu = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

Spannungen im Riegel (Nettoquerschnitt), ARn = 1329.60 cm²

σRo = 3.26 MN/m² (Z) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σRu = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

σRu = 3.90 MN/m² (D) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σRu = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

Spannungen in den Stielen 2 x 10/100, Fläche AS = 2000.00 cm²

σSo = 2.05 MN/m² (Z) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σSo = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

σSu = 2.59 MN/m² (D) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σSu = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

Spannungen in den Stielen (Nettoquerschnitt) ASn = 1904.00 cm²

σSo = 2.21 MN/m² (Z) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σSo = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

σSu = 2.78 MN/m² (D) ≤ zul σD = 8.50 MN/m² σSu = 0.00 MN/m² ≤ zul σZ = 10.63 MN/m²

Schubspannungen im Riegel

τ = 0.76 MN/m² ≤ zul τ = 1.20 MN/m² τ = 0.00 MN/m² ≤ zul τ = 1.50 MN/m²

Schubspannungen in den Stielen

τ = 0.59 MN/m² ≤ zul τ = 1.20 MN/m² τ = 0.00 MN/m² ≤ zul τ = 1.50 MN/m²

Verbindungsmitel

Stabdübel, ø 24 16 Dübel je Stiel

Dübelaten (Stabdübel Riegel)

wasDK = 21.35 kN ≤ zulDK = 22.80 kN wasDK = 0.00 kN ≤ zulDK = 34.51 kN

Dübelaten (Stabdübel Stiele)

wasDK = 20.16 kN ≤ zulDK = 20.51 kN wasDK = 0.00 kN ≤ zulDK = 24.75 kN

Erforderlicher Stabdübelabstand in Faserrichtung estII = 12.0 cm, senkrecht zur Faser estI = 7.2 cm

Erforderliche Randabstände, in Faserrichtung estII = 14.4 cm, senkrecht zur Faser estI = 7.2 cm

Alle Nachweise wurden erfüllt!

Stabilitätsnachweise sind am Gesamtsystem zu führen

LF HZ



Druckerausgabe

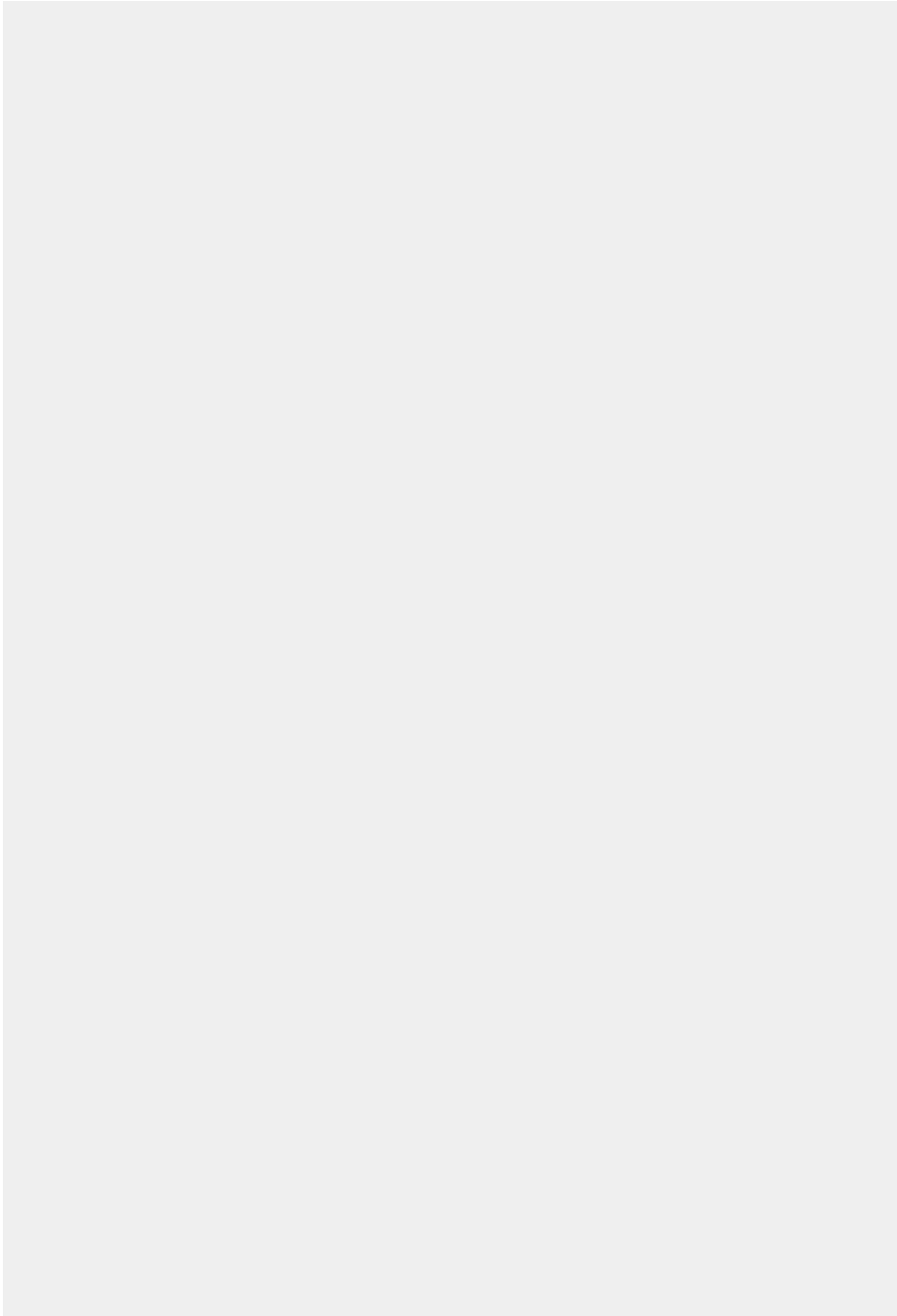


Durch Anklicken des *”Ausgabe”*-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

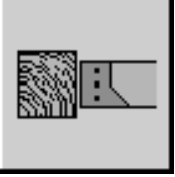
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. *”Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik”*, Heft 504, der pcae-Standard und die *”minimal”*-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

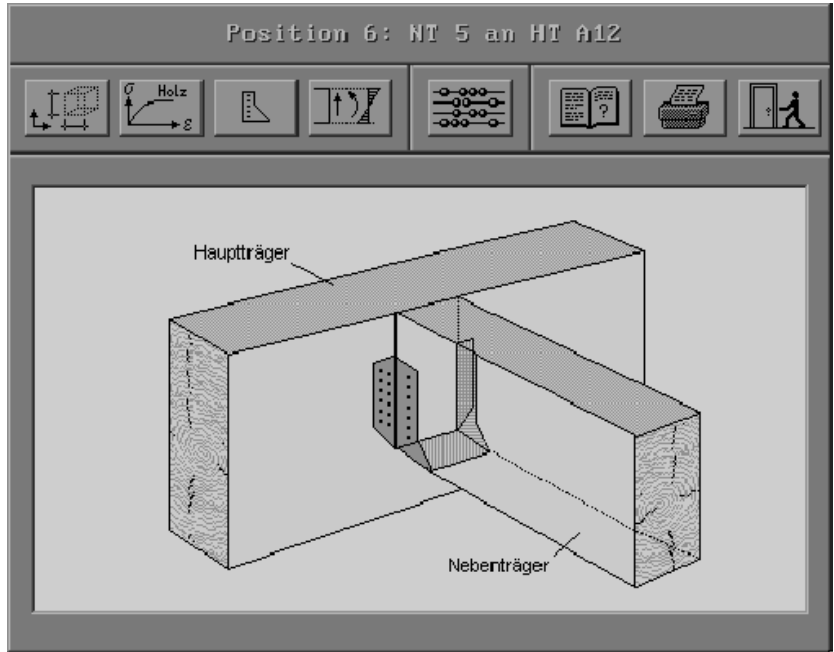


Balkenschuh



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Die Berechnungen erfolgen nach den Daten und Vorschriften der Zulassungen der einzelnen Balkenschuhfabrikate. Die Tragfähigkeit der Balkenschuhe in Richtung der Symmetrieachse und senkrecht dazu ist nachzuweisen. Wenn beide Lastkomponenten vorliegen, muß auch die gleichzeitige Wirkung (Interaktion) der Lasten überprüft werden. Schließlich ist ein Querkzugnachweis zu führen.

Die zulässige Belastung eines Balkenschuhs in Richtung der Symmetrieachse ergibt sich zu:

$$\text{zul}F_Z = n_N \text{zul}N_1$$

Wenn der Balkenschuh senkrecht zu seiner Symmetrieachse belastet ist, kann die zulässige Belastung mit der Gleichung

$$\text{zul}F_y = c \text{ zul}F_z \frac{H}{H_N}$$

berechnet werden.

Wenn beide Lastkomponenten gleichzeitig wirken, ist nachzuweisen, daß

$$\left[\frac{\text{vorh}F_z}{\text{zul}F_z} \right]^2 + \left[\frac{\text{vorh}F_y}{\text{zul}F_y} \right]^2 \leq 1.$$

Die Kraftkomponente F_z erzeugt Querkraft im Hauptträger. Es muß nachgewiesen werden, daß die zulässige Kraft nicht überschritten wird. Dies erfolgt über

$$\text{zul}F_{z\perp} = 0.04 A_w f$$

Der hierbei verwendete Geometriefaktor f wird berechnet mit

$$f = \frac{1}{1 - 0.93 \frac{a}{H_H}}$$

Die in den vorstehenden Gleichungen benutzten Größen bedeuten:

A_w	Beiwert
c	Formfaktor
f	Geometriefaktor
H	Höhe des Balkenschuhs
H_H	Höhe des Hauptträgers
H_N	Nebenträgerhöhe
n_N	Anzahl der Nägel im Nebenträger
$\text{zul } N_1$	zulässige Nagelbelastung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Eingabemaske der Geometriedaten aktiviert.

Geometrie

Geometriedaten

Hauptträger

H_H cm

B_H cm

Nebenträger

H_N cm

B_N cm

a_N cm

Seite

2-seitig

Hauptträger

H_H

a_N

H_N

B_N

Nebenträger

B_H

X
↔
?
✓

Folgende Abmessungen sind in cm einzugeben:

- a_N Abstand Unterseite Hauptträger/Unterseite Nebenträger
- B_H Breite des Hauptträgers
- B_N Breite des Nebenträgers
- H_H Höhe des Hauptträgers
- H_N Höhe des Nebenträgers

Durch Betätigen des Schalters "Seite" wird festgelegt, ob ein ein- oder beidseitiger Balkenschuhanschluß vorliegt. Die erfolgte Auswahl wird sofort als Systemskizze im Fenster eingeblendet.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Haupt- und Nebenträger können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Auswahl der Balkenschuhe aktiviert.

Balkenschuhe

Die Fabrikate Bilo, BMF, GH04 und GH05 stehen zur Verfügung.

In den Auswahllisten der Balkenschuhe sind einzelne Größenangaben grau geschrieben, andere schwarz. Die grau geschriebenen Größen dürfen nicht ausgewählt werden, da sie nicht für die vorgegebene Balkenbreite oder Balkenhöhe passen. Wenn für einen Balken keine passenden Balkenschuhe vorhanden sind, wird die entsprechende Auswahlliste gesperrt (Nicht vorh.).



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

Schnittgrößen

Belastung

LF	H	HZ
F_{1y}	0.75	0.95
F_{1z}	2.40	2.90
F_{2y}	0.25	0.25
F_{2z}	2.25	2.45

Alle Kräfte in kN

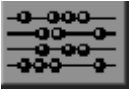
✕ ? ✓

Die Lastkomponenten F_{1y} und F_{1z} sind jeweils für die Lastfälle H und HZ anzugeben. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht.

Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.

Wenn an beiden Seiten des Hauptträgers Balkenschuhe angeschlossen sind, müssen auch für die zweite Balkenseite die entsprechenden Lastkomponenten eingegeben werden.

Alle Kräfte sind in kN einzugeben.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall	LF H	LF HZ
Zulässige Lasten		
Balkenseite 1 / Vertikallasten		
F1z = 8.00 kN ≤ zul F1z = 10.00 kN		F1z = 0.00 kN ≤ zul F1z = 12.50 kN
Balkenseite 1 / Horizontallasten		
F1y = 0.00 kN ≤ zul F1y = 3.56 kN		F1y = 0.00 kN ≤ zul F1y = 4.44 kN
Balkenseite 2 / Vertikallasten		
F2z = 8.00 kN ≤ zul F2z = 10.00 kN		F2z = 0.00 kN ≤ zul F2z = 12.50 kN
Balkenseite 2 / Horizontallasten		
F2y = 0.00 kN ≤ zul F2y = 3.56 kN		F2y = 0.00 kN ≤ zul F2y = 4.44 kN
Interaktion Vertikal-/Horizontallasten		
Balkenseite 1		
Fyz = 0.64 ≤ zul Fyz = 1.00		Fyz = 0.00 ≤ zul Fyz = 1.00
Balkenseite 2		
Fyz = 0.64 ≤ zul Fyz = 1.00		Fyz = 0.00 ≤ zul Fyz = 1.00
Querkugnachweis		
Balkenseite 1		
F1z = 8.00 kN ≤ zul FzL = 8.82 kN		F1z = 0.00 kN ≤ zul FzL = 8.82 kN
Balkenseite 2		
F2z = 8.00 kN ≤ zul FzL = 8.82 kN		F2z = 0.00 kN ≤ zul FzL = 8.82 kN
Alle Nachweise erfüllt, maßgebend ist LF H		



Druckerausgabe

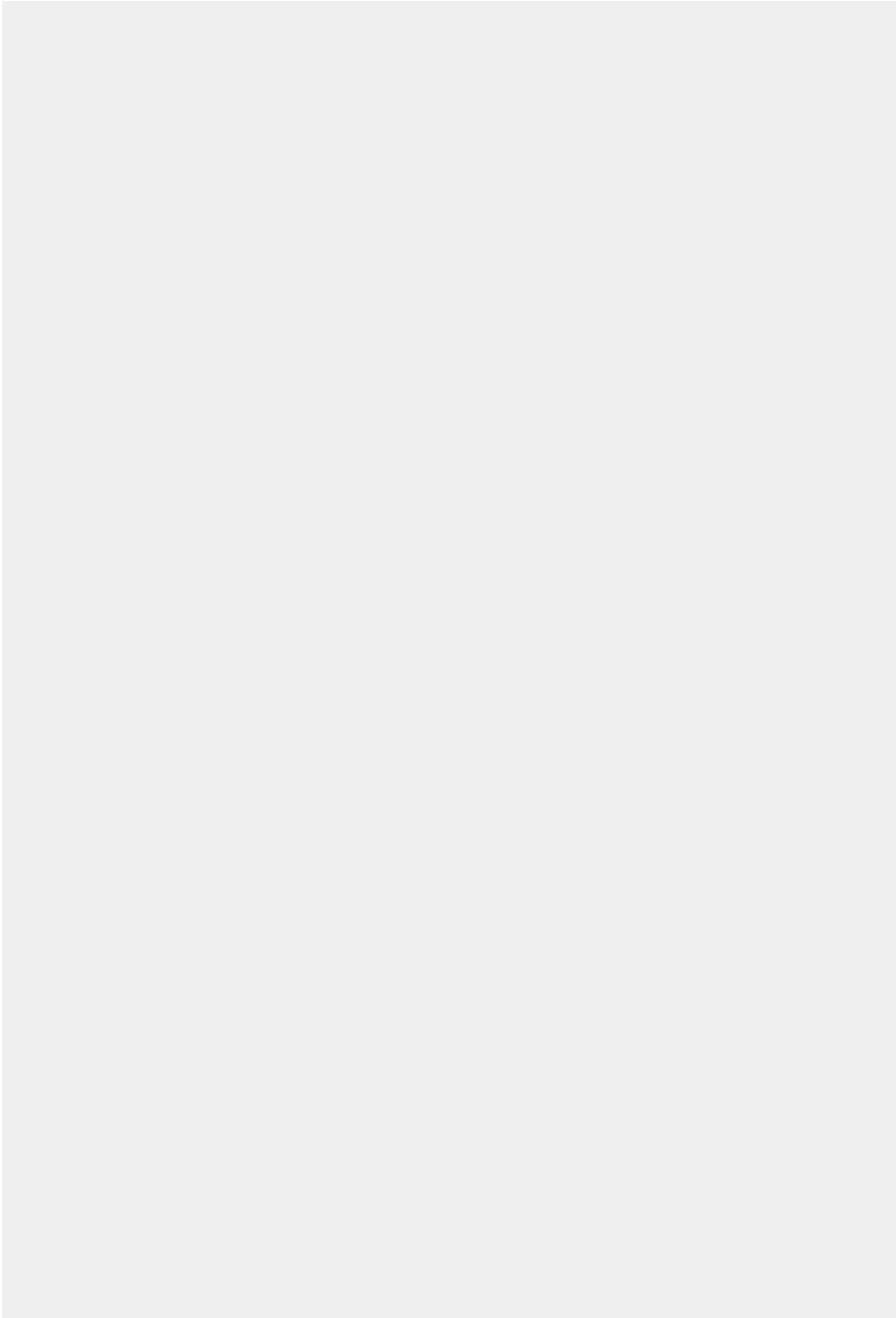


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

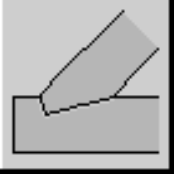
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

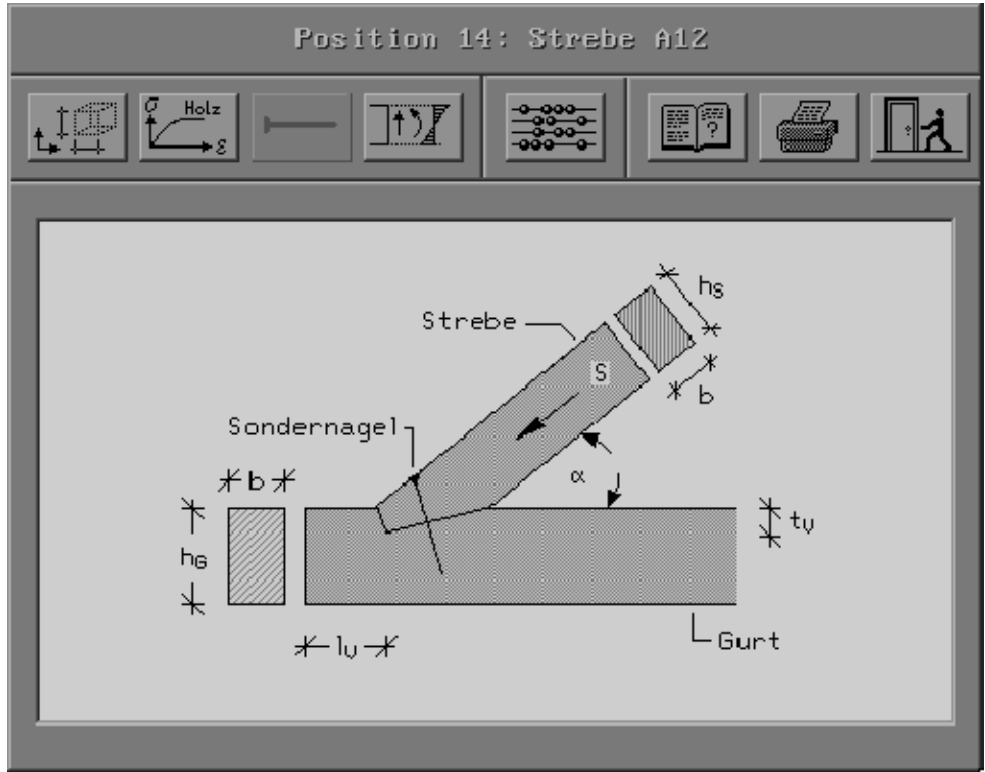


Stirnversatz



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Die Berechnungen erfolgen nach DIN 1052 T2, Abs. 12. Es muß nachgewiesen werden, daß die Spannungen in der Versatzfläche und im Vorholz im zulässigen Bereich liegen.

Die Vorholzlänge ist so zu wählen, daß die zulässige Scherspannung nicht überschritten wird. Die hierfür erforderliche Vorholzlänge errechnet sich für den Stirnversatz zu:

$$\text{erf } l_v = \frac{S \cos \alpha}{b \cdot \text{zul} \tau_a}$$

Es bedeuten:

- S Strebenkraft
- α Neigungswinkel der Strebe
- b Breite von Gurt und Strebe
- τ_a zulässige Scherspannung gemäß DIN 1052 T1, Tab. 5

Für die Vorholzlänge darf maximal ein Wert von $8 t_v$ in Rechnung gestellt werden. Sie sollte immer mindestens 20 cm betragen.

Die Pressung in der Versatzfläche wird über die Versatztiefe beeinflusst. Beim Stirnversatz errechnet sich die erforderliche Versatztiefe zu:

$$\text{erf } t_v = \frac{S \cos^2 \frac{\alpha}{2}}{b \text{ zul } \sigma_S}$$

Die zulässige Spannung $\text{zul } \sigma_S$ ist vom Kraft-Faserwinkel und damit von der Neigung der Strebe abhängig. Sie errechnet sich nach

$$\text{zul } \sigma_S = \text{zul } \sigma_{D\parallel} \left(\text{zul } \sigma_{D\parallel} - \text{zul } \sigma_{D\perp} \right) \sin \frac{\alpha}{2}$$

Ein Versatz darf nur bis zu einer bestimmten maximalen Tiefe ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Strebenneigung gelten folgende Maximalwerte:

$$\alpha \leq 50^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{4}$$

$$50^\circ < \alpha < 60^\circ \quad t_v \leq h_G \left[\frac{2}{3} - \frac{\alpha}{120^\circ} \right]$$

$$\alpha \geq 60^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{6}$$

Die erforderliche Lagesicherung des Versatzes kann durch seitlich aufgenagelte Laschen oder durch Bolzen oder durch Sondernägel zur Verbindung von Strebe und Gurt erfolgen. Diese Maßnahmen sind rein konstruktiv und erfordern keinen rechnerischen Nachweis.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Eingabemaske der Geometriedaten aktiviert.

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in die grau unterlegten Felder eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt.

Folgende Abmessungen sind in cm einzugeben:

- h_G Gurthöhe
- b Breite von Gurt und Strebe
- h_S Höhe der Strebe
- α Neigungswinkel der Strebe in $^\circ$
- l_V Vorholzlänge
- t_V Versatztiefe



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Stirnversatzes" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Gurt und Strebe können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Strebenkraft S	15.00	19.30	kN
<div> X ? ✓ </div>			

Einzugeben ist die in der Strebe wirkende Druckkraft S, jeweils für den Lastfall H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß der Versatz nur Druckkräfte übertragen kann. Die Strebenkraft S muß als Absolutwert eingegeben werden.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

↓

↑

SCHRIFTGRÖSSE

ABC

ABC

ABC

✕

?

✓

Lastfall

LF H

Spannungen in der Versatzfläche

$\sigma_{D<} = 2.33 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{D<} = 6.82 \text{ MN/m}^2$

Spannungen im Vorholz, Scherfläche $A_d = 480.00 \text{ cm}^2$

$\tau_a = 0.27 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau_a = 0.90 \text{ MN/m}^2$

Versatztiefe

erf $t_v = 1.7 \text{ cm} \leq \text{vorh } t_v = 5.0 \text{ cm}$

Vorholzlänge

erf $l_v = 12.0 \text{ cm} \leq \text{vorh } l_v = 40.0 \text{ cm}$

LF H2

$\sigma_{D<} = 3.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{D<} = 8.52 \text{ MN/m}^2$

$\tau_a = 0.35 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau_a = 1.13 \text{ MN/m}^2$

erf $t_v = 1.8 \text{ cm} \leq \text{vorh } t_v = 5.0 \text{ cm}$

erf $l_v = 12.4 \text{ cm} \leq \text{vorh } l_v = 40.0 \text{ cm}$

Alle Nachweise wurden erfüllt, maßgebend ist LF H2!



Druckerausgabe

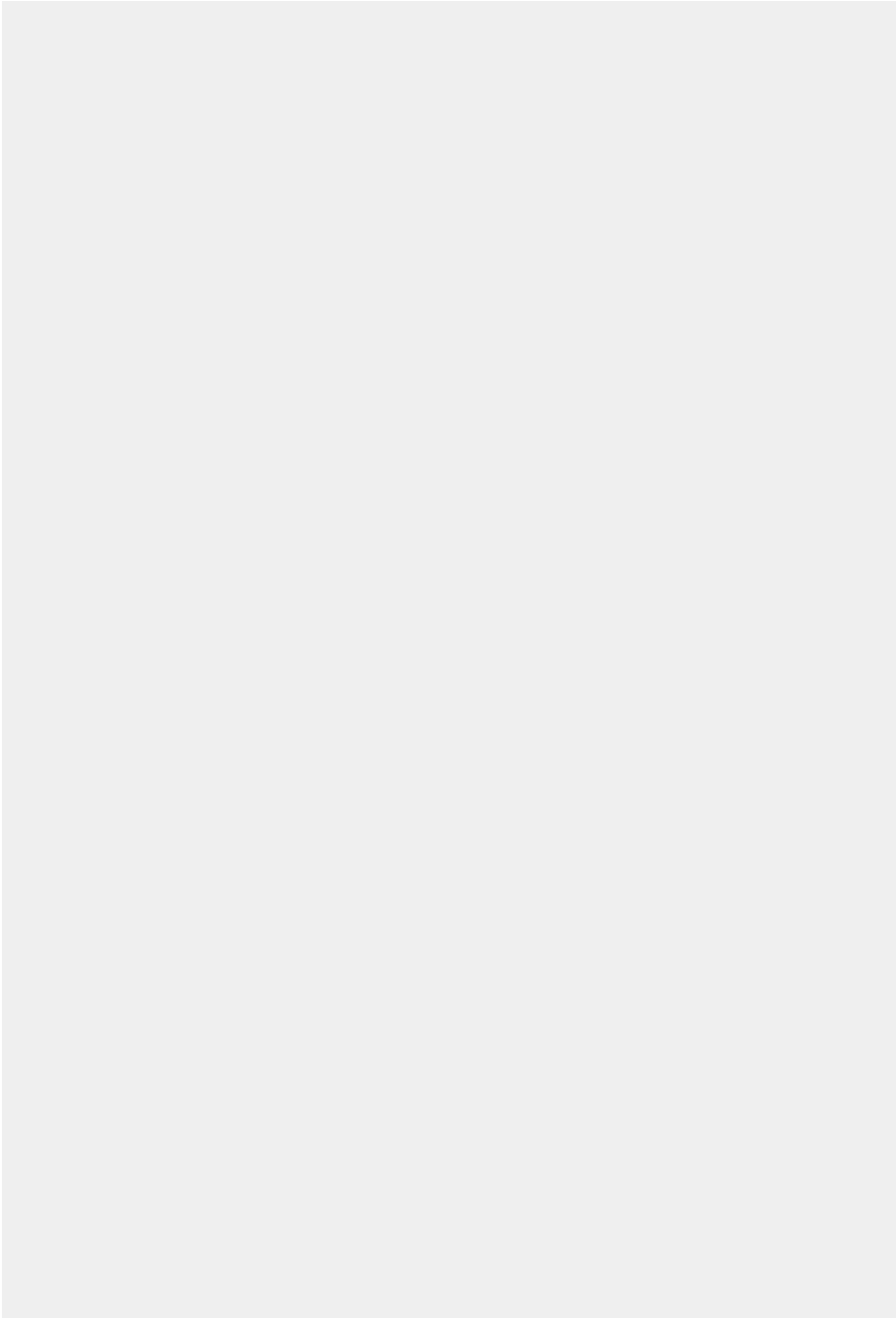


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

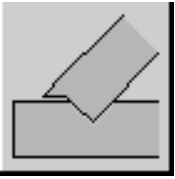
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

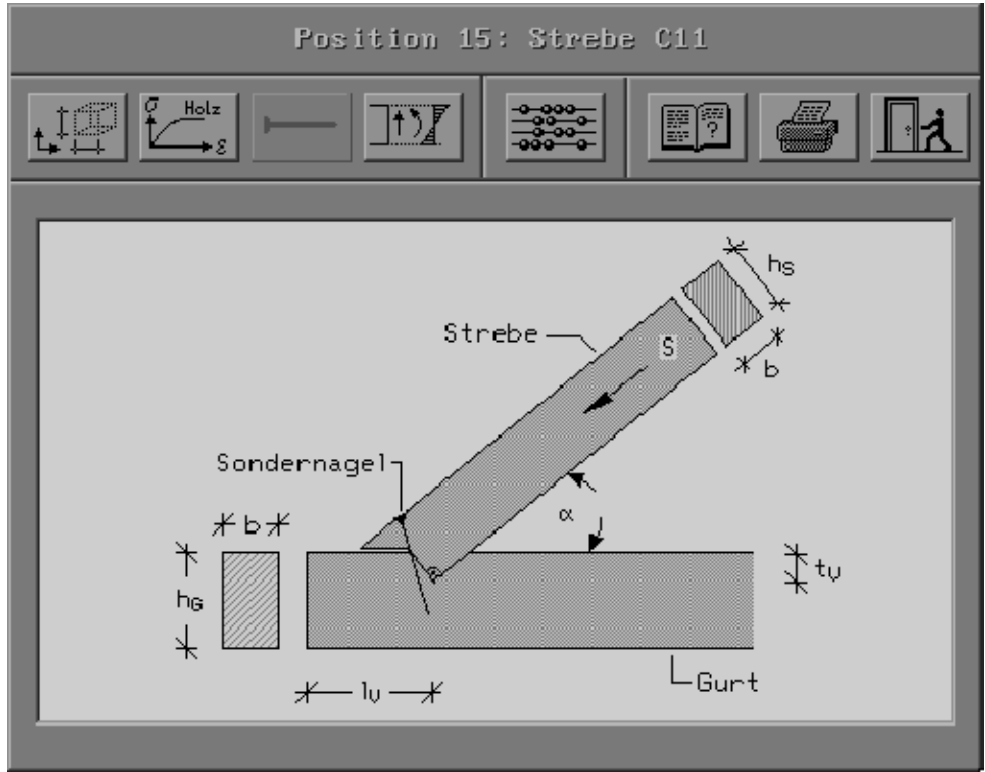


Fersenversatz



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Die Berechnungen erfolgen nach DIN 1052 T2, Abs. 12. Es muß nachgewiesen werden, daß die Spannungen in der Versatzfläche und im Vorholz im zulässigen Bereich liegen.

Die Vorholzlänge ist so zu wählen, daß die zulässige Scherspannung nicht überschritten wird. Die hierfür erforderliche Vorholzlänge errechnet sich für den Fersenversatz zu:

$$\text{erf } l_v = \frac{S \cos \alpha}{b \cdot \text{zul} \tau_a}$$

Es bedeuten:

- S Strebenkraft
- α Neigungswinkel der Strebe
- b Breite von Gurt und Strebe
- τ_a zulässige Scherspannung gemäß DIN 1052 T1, Tab. 5

Für die Vorholzlänge darf maximal ein Wert von $8t_v$ in Rechnung gestellt werden. Sie sollte immer mindestens 20 cm betragen.

Die Pressung in der Versatzfläche wird über die Versatztiefe beeinflusst. Beim Fersenversatz ergibt sich die Versatztiefe zu:

$$\text{erf } t_v = \frac{S \cos \alpha}{b \text{ zul } \sigma_F}$$

Die zulässige Spannung $\text{zul } \sigma_F$ in der Versatzfläche ergibt sich zu

$$\text{zul } \sigma_F = \text{zul } \sigma_{D\parallel} \left(\text{zul } \sigma_{D\parallel} - \text{zul } \sigma_{D\perp} \right) \sin \alpha$$

Ein Versatz darf nur bis zu einer bestimmten maximalen Tiefe ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Strebenneigung gelten folgende Maximalwerte:

$$\alpha \leq 50^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{4}$$

$$50^\circ < \alpha < 60^\circ \quad t_v \leq h_G \left[\frac{2}{3} - \frac{\alpha}{120^\circ} \right]$$

$$\alpha \geq 60^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{6}$$

Die erforderliche Lagesicherung des Versatzes kann durch seitlich aufgenagelte Laschen, durch Bolzen oder durch Sondernägeln zur Verbindung von Strebe und Gurt erfolgen. Diese Maßnahmen sind rein konstruktiv und erfordern keinen rechnerischen Nachweis.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Eingabemaske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in die grau unterlegten Felder eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt.

Folgende Abmessungen sind in cm einzugeben:

- h_G Gurthöhe
- b Breite von Gurt und Strebe
- h_S Höhe der Strebe
- α Neigungswinkel der Strebe in $^\circ$
- l_V Vorholzlänge
- t_V Versatztiefe



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Fersenversatzes" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Gurt und Strebe können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Schnittgrößen

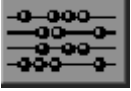
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Strebenkraft S	15.00	19.30	kN
<div>✕ ? ✓</div>			

Einzugeben ist die in der Strebe wirkende Druckkraft S, jeweils für den Lastfall H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß der Versatz nur Druckkräfte übertragen kann. Die Strebenkraft S muß als Absolutwert eingegeben werden.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

↓

↑

SCHRIFTGRÖSSE

ABC

ABC

ABC

X

?

✓

Lastfall	LF H	LF H2
Spannungen in der Versatzfläche		
$\sigma_D < = 2.17 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}$	$\sigma_D < = 5.25 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_D < = 2.79 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}$
Spannungen im Vorholz, Scherfläche $A_d = 480.00 \text{ cm}^2$		
$\tau_d < = 0.27 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}$	$\tau_d < = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau_d < = 0.35 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}$
Versatztiefe		
erf tv = 2.1 cm	≤ vorh tv = 5.0 cm	erf tv = 2.1 cm ≤ vorh tv = 5.0 cm
Vorholzlänge		
erf lv = 12.0 cm	≤ vorh lv = 40.0 cm	erf lv = 12.4 cm ≤ vorh lv = 40.0 cm
Alle Nachweise wurden erfüllt, maßgebend ist LF H2!		



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

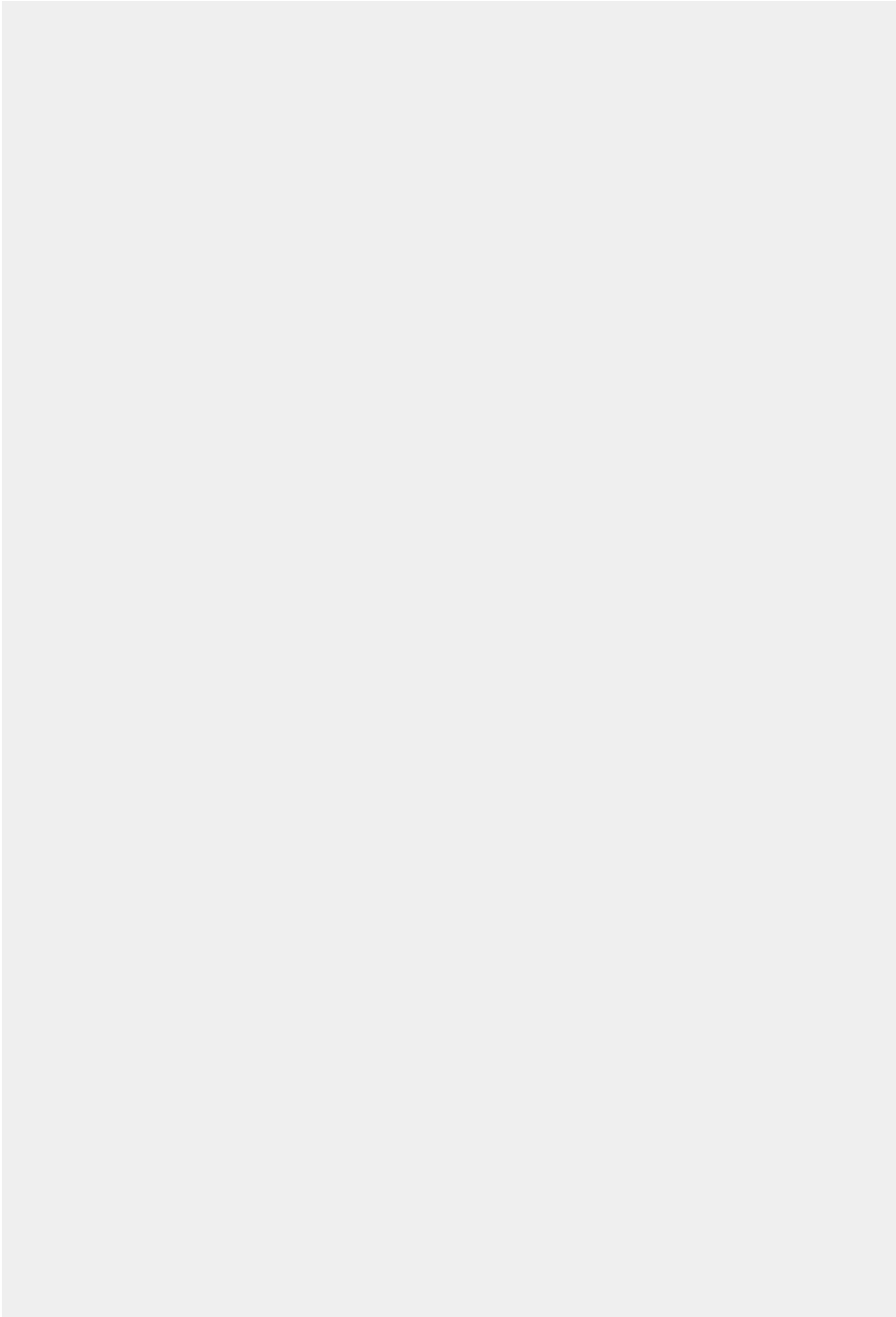
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

Druckerausgabe



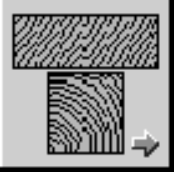


Mehrteilige Querschnitte

Die Gruppe der Nachweise vom Typ *”Mehrteilige Querschnitte”* befaßt sich mit den mehrteiligen Querschnitten und dem durch Stahlprofile verstärkten Holzquerschnitt.



Mehrteilige Querschnitte



Berechnung

DIN

Durch Anklicken des nebenstehend abgebildeten Symbols werden die Auswahlbuttons für die mehrteiligen Querschnitte eingeblendet.

Die Berechnung kann in Form eines Nachweises oder als Bemessung ablaufen.

Grundlage der Berechnungen ist in beiden Fällen DIN 1052, Abs. 8.3. Gemäß diesen Ausführungen muß bei der Spannungsberechnung für zusammengesetzte Querschnitte die Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel berücksichtigt werden. Für Träger mit einfachsymmetrischem Querschnitt vom Typ 5 sind die Schwerpunkt- und Randspannungen im Teilquerschnitt nach den Gleichungen

$$\sigma_{si} = \pm \frac{M}{e_{fl}} \gamma_i a_i \frac{A_i}{A_{in}} n_i$$

$$\sigma_{ri} = \pm \frac{M}{e_{fl}} \left[\gamma_i a_i \frac{A_i}{A_{in}} + \frac{h_i}{2} \frac{I_i}{I_{in}} \right] n_i$$

zu berechnen.

In den Gleichungen bedeuten:

- A_i Querschnittsfläche (Brutto)
- A_{in} Querschnittsfläche (Netto)
- a_i Abstände der Schwerachsen von der Spannungsnulllinie
- E Elastizitätsmoduli der Teilquerschnitte
- e_{fl} wirksames Flächenmoment 2. Grades
- γ_i Abminderungsfaktor
- h_i Höhen der Querschnittsteile
- I_i Flächenmoment 2. Grades (Brutto)
- I_{in} Flächenmoment 2. Grades (Netto)
- M Biegemoment im untersuchten Schnitt

In zusammengesetzten Querschnitten treten aufgrund der Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel in den Verbindungsfugen Verschiebungen auf, die das Tragverhalten wesentlich beeinflussen. Das für einen starr verbundenen Gesamtquerschnitt geltende Flächenmoment 2. Grades wird hier also nicht voll wirksam, sondern muß abgemindert werden. Es kann nach der Gleichung

$$e_{fl} = \frac{\sum_{i=1}^3 (n_i I_i + \gamma_i n_i A_i a_i^2)}{}$$

ermittelt werden.

Die Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel wird in dieser Gleichung durch die Größe

$$\gamma_{1,3} = \frac{1}{1 + k_{1,3}} \quad \text{mit} \quad k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

ausgedrückt. Die in den Gleichungen erscheinenden Indizes bezeichnen die einzelnen Teilquerschnitte.

Für die Berechnung der Spannungen im zusammengesetzten Querschnitt wird außerdem der Abstand der Schwerachsen der Teilquerschnitte von der Spannungsnulllinie benötigt. Für den Teilquerschnitt 2 kann der Abstand mit der Gleichung

$$a_2 = \frac{1}{2} \frac{\gamma_1 n_1 A_1 (h_1 + h_2) - \gamma_3 n_3 A_3 (h_2 + h_3)}{\sum_{i=1}^3 \gamma_i n_i A_i}$$

berechnet werden.

Die Schubspannungen in dem zusammengesetzten Querschnitt können mit der Gleichung

$$\max \tau = \frac{\max Q}{b_2 e_{fl}} \sum_{i=1}^2 \gamma_i n_i S_i$$

berechnet werden.

Für den Nachweis der Verbindungsmittel wird schließlich noch der Schubfluß zwischen den Querschnittsteilen benötigt. Er wird nach der Gleichung

$$e_{ft} = \frac{\max Q}{e_{fl}} \gamma_1 n_1 S_1$$

berechnet mit:

b_i	Breite des Querschnitts
$e_f \tau$	Schubfluß
$\max Q$	maximale Querkraft
$\max \tau$	maximale Schubspannung
n_i	Verhältnis der E-Moduli
S_i	Statisches Moment

Der vorstehend beschriebene Rechengang läuft in Form einer Iteration ab. Hierbei wird für einen vorgegebenen Nagel- oder Dübeldurchmesser der Abstand der Verbindungsmittel schrittweise variiert. Dies erfolgt solange, bis die zulässigen Rand- und Schwerpunktspannungen hinreichend genau eingehalten werden.

Danach muß überprüft werden, ob die zulässigen Schubspannungen im Querschnitt eingehalten werden.

Abschließend wird überprüft, ob die gewählten Verbindungsmittel in der Lage sind, den auftretenden Schubfluß zu übertragen.

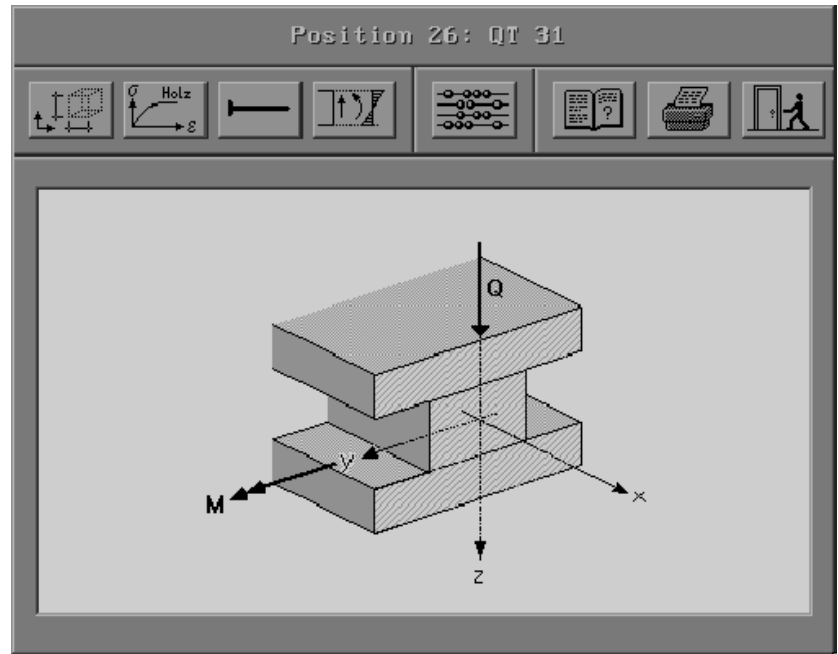
Wenn im Verlaufe der beschriebenen Rechengänge der zulässige Verbindungsmittelabstand unterschritten wird, muß ein größerer Verbindungsmitteldurchmesser gewählt werden. Bei Anwendung von Nägeln kann auch eventuell die Anzahl der Nägel in Querrichtung erhöht werden. Bei Dübeln kann jedoch nur ein Dübel in dieser Richtung angeordnet werden.

Träger-Typ 1



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System

Einfeldträger

Ausdruck

lang

b_1 15.000 cm

b_2 15.000 cm

h_1 5.000 cm

h_2 25.000 cm

Maßgebende Feldlänge

480.00 cm

X
↔
?
✓

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 1 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h_1 Gurthöhe
- b_1 Gurtbreite
- h_2 Steghöhe
- b_2 Stegbreite
- maßgebende Trägerlänge



Neben den Querschnittsabmessungen ist die Art des statischen Systems festzulegen. Es stehen Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052, Absatz 8.3.2, muß das

stat. System bei der Berechnung des k-Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Wenn ein Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers geführt wird, ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.

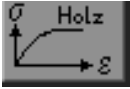


Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 1" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Folgende Holzarten bzw. Sortierklassen stehen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Holzwerkstoff: (nur für Trägertyp 5)

BFU, FPP

Außerdem muß angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%

- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor. Eine Abminderung des E-Moduls hat gemäß Absatz 8.3.1 nicht zu erfolgen.



Verbindungsmittel

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Auswahlliste zur Vorgabe des gewünschten Verbindungsmittels geöffnet.



Es können die Menüpunkte Nägel, Dübel besonderer Bauart oder Leim ausgewählt werden.



In diesem Eingabeblatt werden die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Dübel besonderer Bauart definiert:

Typ A	Einlaßdübel	(Appel)
Typ B	Rundholzdübel	(Kübler)
Typ C	(Bulldog, Bilo)	
Typ C/1	Einpreßdübel /rund /2-seitig	
Typ C/2	Einpreßdübel /rund /1-seitig	
Typ C/3	Einpreßd. /quadratisch /2-seitig	
Typ D	(Geka, Bilo)	
Typ D/1	Einpreßdübel / 2-seitig	
Typ D/2	Einpreßdübel / 1-seitig	



Bei der Auswahl des Dübeltyps ist zu beachten, daß einseitige Einpreßdübel für zusammengesetzte Holzquerschnitte nicht brauchbar sind.

Nach Auswahl des Dübeltyps stehen in der Liste "Durchmesser" die für diesen Typ vorhandenen Durchmesser zur Verfügung. Neben dem Dübeltyp und dem Dübeldurchmesser muß der Dübelabstand angegeben werden. Wenn in das Eingabefeld des Dübelabstandes der Wert 0 eingetragen wird, berechnet das Programm den für diese Belastung erforderlichen Dübelabstand automatisch.

In diesem Eingabemenü kann der Anwender die Eigenschaften der zum Einsatz kommenden Nägel definieren. Die Nagelgröße wird in der Auswahlliste über den Parameter $d_n \times l_n$ gesteuert. Der Wert d_n gibt den Nageldurchmesser in 1/10 mm und der Wert l_n die Nagellänge in mm an. Aufgrund dieser Angaben ermittelt das Bemessungsprogramm dann die zulässige Nagelbelastung.

Für die Berechnung des Nettoquerschnitts der Hölzer müssen die Fehlflächen, die sich aufgrund der Nägel ergeben, berechnet werden. Hierfür muß dem Rechenprogramm mitgeteilt werden, ob die Nagellöcher vorgebohrt werden. Gemäß DIN 1052 T1, 6.4.1, erfolgt der Lochabzug für Nägel mit einem Durchmesser > 4.2 mm. Für vorgebohrte Nagellöcher und für Nägel in BFU erfolgt immer ein Abzug der Querschnittschwächung.

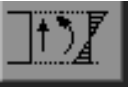
Weiterhin kann vorgegeben werden, ob die Nägel ein- oder zweischnittig wirken sollen. Das Programm überprüft jeweils, ob die gewählte Einstellung mit den vorhandenen Holzdicken und Nagellängen ausführbar ist und gibt ggfs. Warnhinweise aus. Bei einschnittigen Nägeln mit entsprechender Nagellänge wird beidseitig genagelt. Wenn der Abstand von Nagelspitze zu Scherfläche der

gegenüberliegenden Nägel zu gering ist, müssen die Nagelreihen auf der Ober- und Unterseite des Querschnitts versetzt werden.

Als weitere Eingabewerte müssen die Zahl der Nägel senkrecht zum Balken und der Nagelabstand eingegeben werden. Wenn hier der Wert 0 eingetragen wird, berechnet das Programm die Werte automatisch. Für die Zahl der Nägel in Querrichtung des Balkens bedeutet dies, daß die maximal mögliche Anzahl angeordnet wird.

Leim

Wenn als Verbindungsmittel Leim ausgewählt wurde, müssen keine weiteren Eingaben vorgenommen werden. Der Leim verbindet die einzelnen Querschnittsteile starr miteinander. Das bedeutet, daß ein solcher Querschnitt wie ein durchgehender Holzquerschnitt behandelt werden kann.



Schnittgrößen

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert. Einzugeben sind hier das im Schnitt wirkende Biegemoment und die Querkraft.

Schnittgrößen		
Querkraft	<input type="text" value="2.50"/>	kN
Biegemoment	<input type="text" value="6.00"/>	kNm
<div><input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> <input type="button" value="✓"/></div>		



Es werden hier demnach statische Nachweise in einem Schnitt geführt. Für eine sichere und wirtschaftliche Dimensionierung des Trägers müssen evtl. mehrere Schnitte untersucht werden.

Vorzeichendefinition Querkraft: Das Vorzeichen ist für die Berechnungen nicht relevant. Vom Programm werden nur die Absolutwerte weiterverarbeitet. Ein eingegebenes negatives Vorzeichen wird "überlesen".

Biegemoment: Ein Biegemoment ist positiv, wenn es auf der Unterseite des Trägers Zug erzeugt. Ein Biegemoment ist negativ, wenn es auf der Oberseite des Trägers Zug erzeugt.

Durch das Vorzeichen der eingegebenen Momente wird der Lochabzug bei der Berechnung der Nettoquerschnittswerte gesteuert.

Bei Querschnittsbereichen in der Druckzone erfolgt kein Abzug von Lochflächen. Weiterhin beeinflusst das Vorzeichen der Momente den Spannungsnachweis.

Da für Holz unterschiedliche zulässige Spannungen für Zug und Druck gelten, wird vom Programm jeweils das Vorzeichen der Spannungskomponente überprüft und den zulässigen Werten gegenübergestellt.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Mullinienabstände $a_1 = 11.0 \text{ cm}$ $a_2 = 0.0 \text{ cm}$ Materialkennwerte $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$ $E_I = 300.0 \text{ MN/m}^2$	Statische Momente $S_1 = 616.0 \text{ cm}^3$ $S_2 = 202.5 \text{ cm}^3$	Effektives Trägheitsmoment $I_{ef-I} = 16131.33 \text{ cm}^4$
Steifigkeit der Verbindungsmittel Starre Verbindung der Querschnittsteile		
Lastfall LF H LF HZ		
Schubspannung $\tau = 0.86 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 1.01 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$		
Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte $A_1 = 56.00 \text{ cm}^2$ $A_{1n} = 56.00 \text{ cm}^2$ $I_1 = 74.67 \text{ cm}^4$ $I_{1n} = 74.67 \text{ cm}^4$ $A_2 = 90.00 \text{ cm}^2$ $A_{2n} = 90.00 \text{ cm}^2$ $I_2 = 2430.00 \text{ cm}^4$ $I_{2n} = 2430.00 \text{ cm}^4$		
Randspannungen $\sigma_{R1} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R1} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 12.50 \text{ MN/m}^2$		
Schwerpunktspannungen $\sigma_{S1} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S1} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.75 \text{ MN/m}^2$		
Alle Nachweise erfüllt		



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

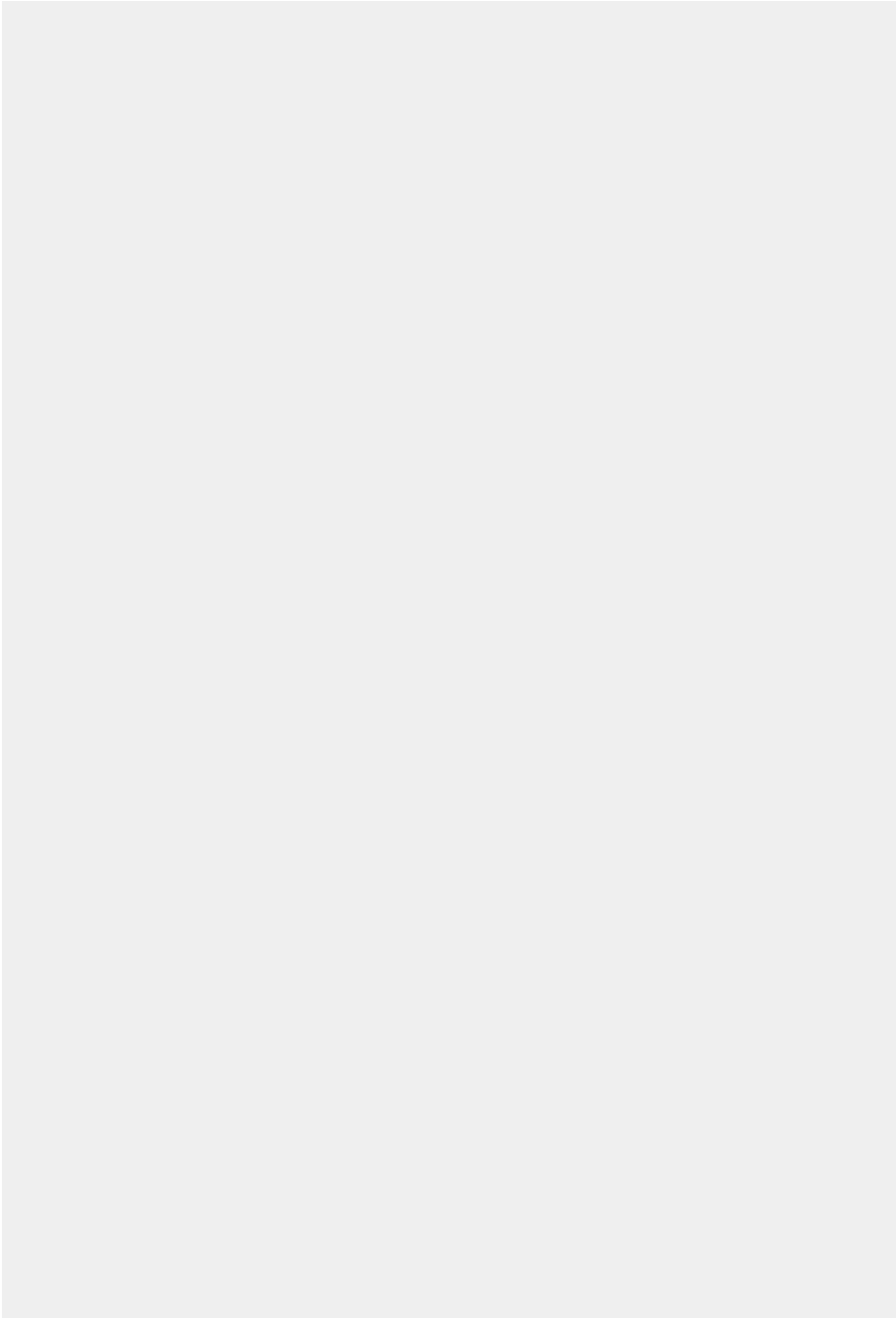


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).



Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

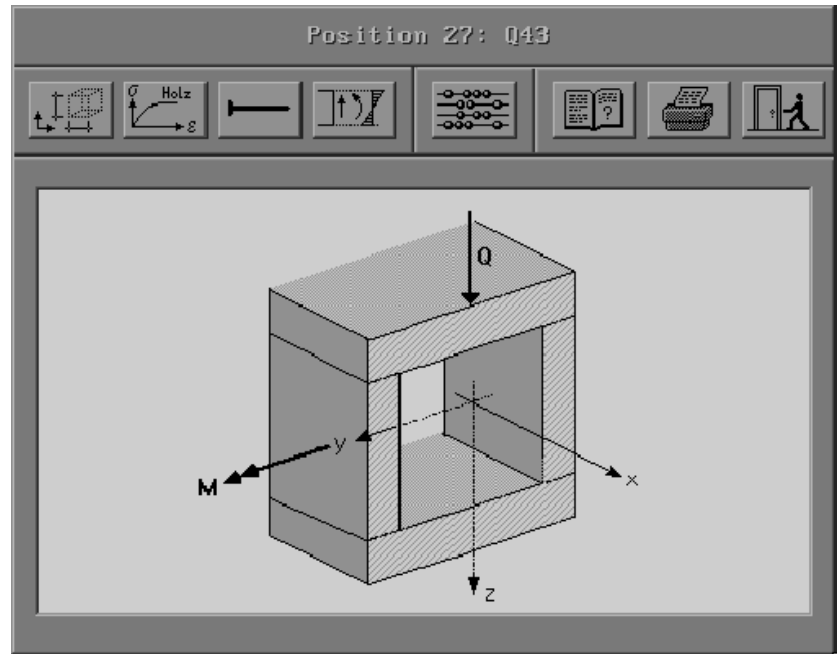


Träger-Typ 2



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System

Einfeldträger

Ausdruck

lang

b_1 15.000 cm

b_2 15.000 cm

h_1 5.000 cm

h_2 25.000 cm

Maßgebende Feldlänge

480.00 cm

✕
↔
?
✓

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 2 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h_1 Gurthöhe
- b_1 Gurtbreite
- h_2 Steghöhe
- b_2 Stegbreite
- maßgebende Trägerlänge

DIN

Neben den Querschnittsabmessungen muß die Art des statischen Systems festgelegt werden. Es stehen Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052, Absatz 8.3.2,

muß das stat. System bei der Berechnung des k-Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Beim Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.



Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 2" zugegriffen werden. S. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Nulllinienabstände $a_1 = 12.5 \text{ cm}$ $a_2 = 0.0 \text{ cm}$	Statische Momente $S_1 = 1562.5 \text{ cm}^3$ $S_2 = 500.0 \text{ cm}^3$	Effektives Trägheitsmoment $ef_I = 46250.00 \text{ cm}^4$
Materialkennwerte $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$ $E_I = 300.0 \text{ MN/m}^2$ $G = 500.0 \text{ MN/m}^2$ $G_T = 330.0 \text{ MN/m}^2$		
Steifigkeit der Verbindungsmittel Starre Verbindung der Querschnittsteile		
Lastfall LF H LF HZ		
Schubspannung $\tau = 0.38 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.45 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$		
Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte $A_1 = 125.00 \text{ cm}^2$ $A_{1n} = 125.00 \text{ cm}^2$ $I_1 = 260.42 \text{ cm}^4$ $I_{1n} = 260.42 \text{ cm}^4$ $A_2 = 200.00 \text{ cm}^2$ $A_{2n} = 200.00 \text{ cm}^2$ $I_2 = 6666.67 \text{ cm}^4$ $I_{2n} = 6666.67 \text{ cm}^4$		
Randspannungen $\sigma_{R1} = 3.28 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R1} = 4.05 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 2.19 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 2.70 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 2.19 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 2.70 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 3.28 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 4.05 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 12.50 \text{ MN/m}^2$		
Schwerpunktspannungen $\sigma_{S1} = 2.74 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S1} = 3.38 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 2.74 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 3.38 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.75 \text{ MN/m}^2$		
Alle Nachweise erfüllt		



Druckerausgabe

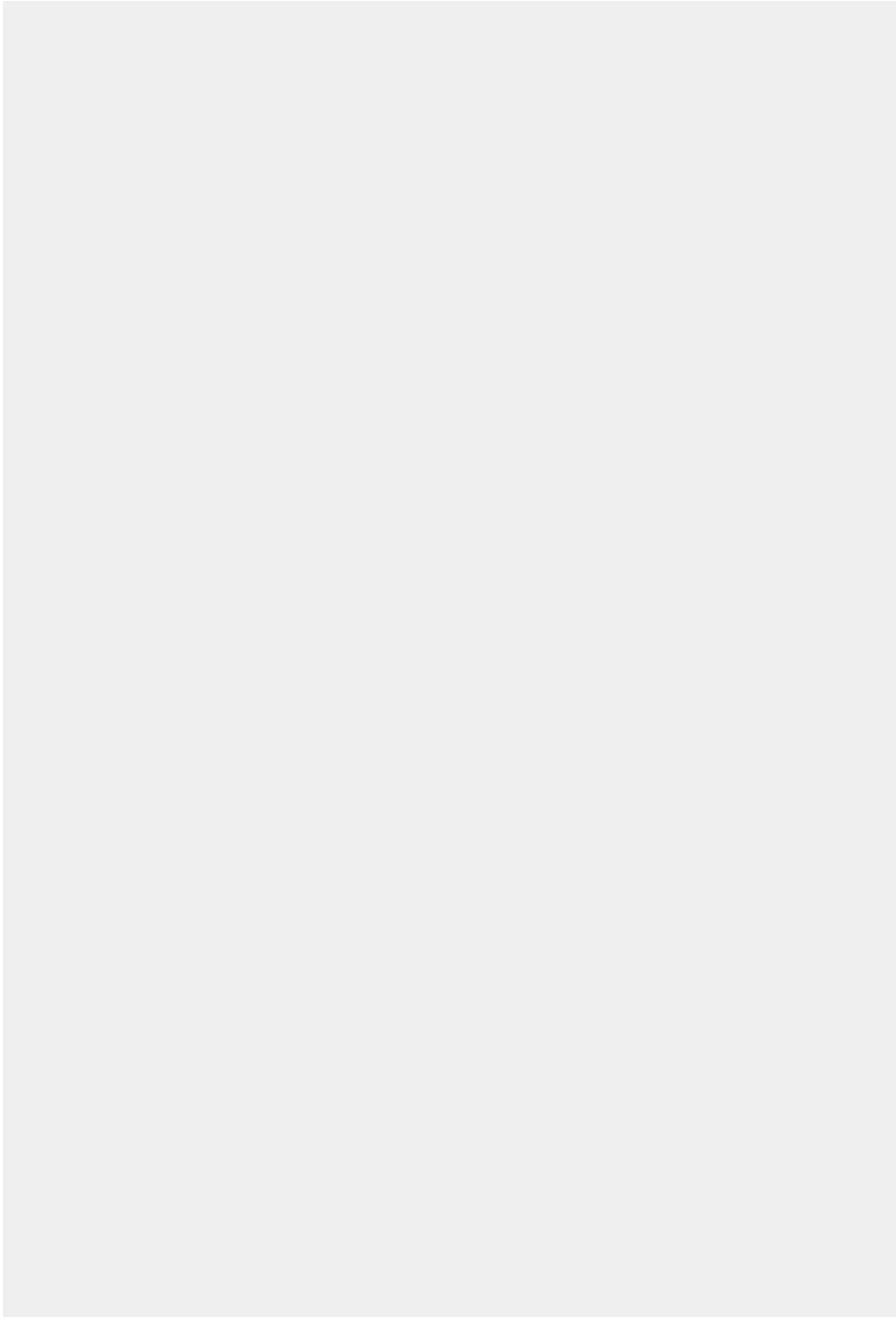


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

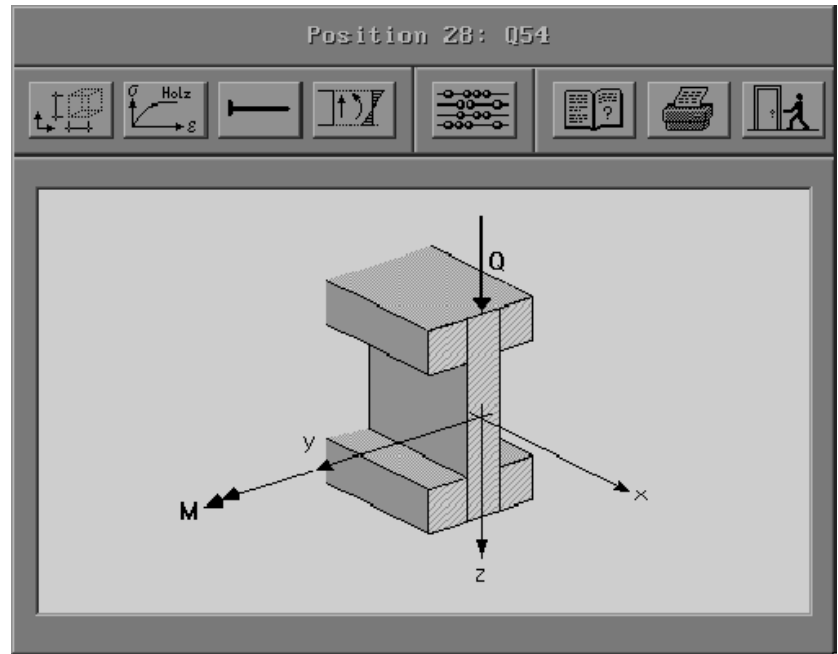


Träger-Typ 3



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System

Einfeldträger ▼

Ausdruck

lang

b_1 cm

b_2 cm

h_1 cm

h_2 cm

Maßgebende Feldlänge cm

(X)
↔
?
✓

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 3 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h_1 Gurthöhe
- b_1 Gurtbreite
- h_2 Steghöhe
- b_2 Stegbreite
- maßgebende Trägerlänge

DIN

Neben den Querschnittsabmessungen muß die Art des statischen Systems festgelegt werden. Es stehen die Punkte Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052,

Absatz 8.3.2, muß das stat. System bei der Berechnung des k-Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Wenn ein Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers geführt wird, ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.



Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemen noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 3" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Nulllinienabstände $a_1 = 15.0 \text{ cm}$ $a_2 = 0.0 \text{ cm}$ Materialkennwerte $E_H = 10000.0 \text{ MN/m}^2$ Steifigkeit der Verbindungsmittel $C_i = 15000.00 \text{ N/mm}$	Statische Momente $S_1 = 3000.0 \text{ cm}^3$ $S_2 = 3000.0 \text{ cm}^3$ $E_L = 300.0 \text{ MN/m}^2$ $G = 500.0 \text{ MN/m}^2$ $k_1 = 11.4225$ $\gamma_1 = 0.0805$	Effektives Trägheitsmoment $ef_I = 90578.27 \text{ cm}^4$ $GT = 330.0 \text{ MN/m}^2$
---	--	---

Lastfall LF H LF HZ

Schubspannung
 $\tau = 0.29 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$

Schubfluß
 $ef_t1 = 3.28 \text{ kN/m}$ $ef_t1 = 0.00 \text{ kN/m}$

Abstand der Verbindungsmittel (Dübel Typ A/1 : Ø 65, 1 Dübel in Querrichtung)
 $ed = 100.00 \text{ cm}$ $ed = 100.00 \text{ cm}$

Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte
 $A_1 = 200.00 \text{ cm}^2$ $A_{1n} = 158.40 \text{ cm}^2$ $I_1 = 1666.67 \text{ cm}^4$ $I_{1n} = 1608.08 \text{ cm}^4$
 $A_2 = 600.00 \text{ cm}^2$ $A_{2n} = 529.80 \text{ cm}^2$ $I_2 = 80000.00 \text{ cm}^4$ $I_{2n} = 64089.66 \text{ cm}^4$

Randspannungen (für die jeweils maßgeblichen Verbindungsmittelabstände)

$\sigma_{R1} = 0.95 \text{ MN/m}^2$ (D)	$\leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R1} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{R2o} = 3.05 \text{ MN/m}^2$ (D)	$\leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R2o} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{R2u} = 3.80 \text{ MN/m}^2$ (Z)	$\leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R2u} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{R3} = 1.02 \text{ MN/m}^2$ (Z)	$\leq \text{zul } \sigma_{R3} = 10.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R3} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{R3} = 12.50 \text{ MN/m}^2$

Schwerpunktspannungen (für die jeweils maßgeblichen Verbindungsmittelabstände)

$\sigma_{S1} = 0.18 \text{ MN/m}^2$ (D)	$\leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S1} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.75 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{S3} = 0.23 \text{ MN/m}^2$ (Z)	$\leq \text{zul } \sigma_{S3} = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S3} = 0.00 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.75 \text{ MN/m}^2$

Alle Nachweise erfüllt



Druckerausgabe

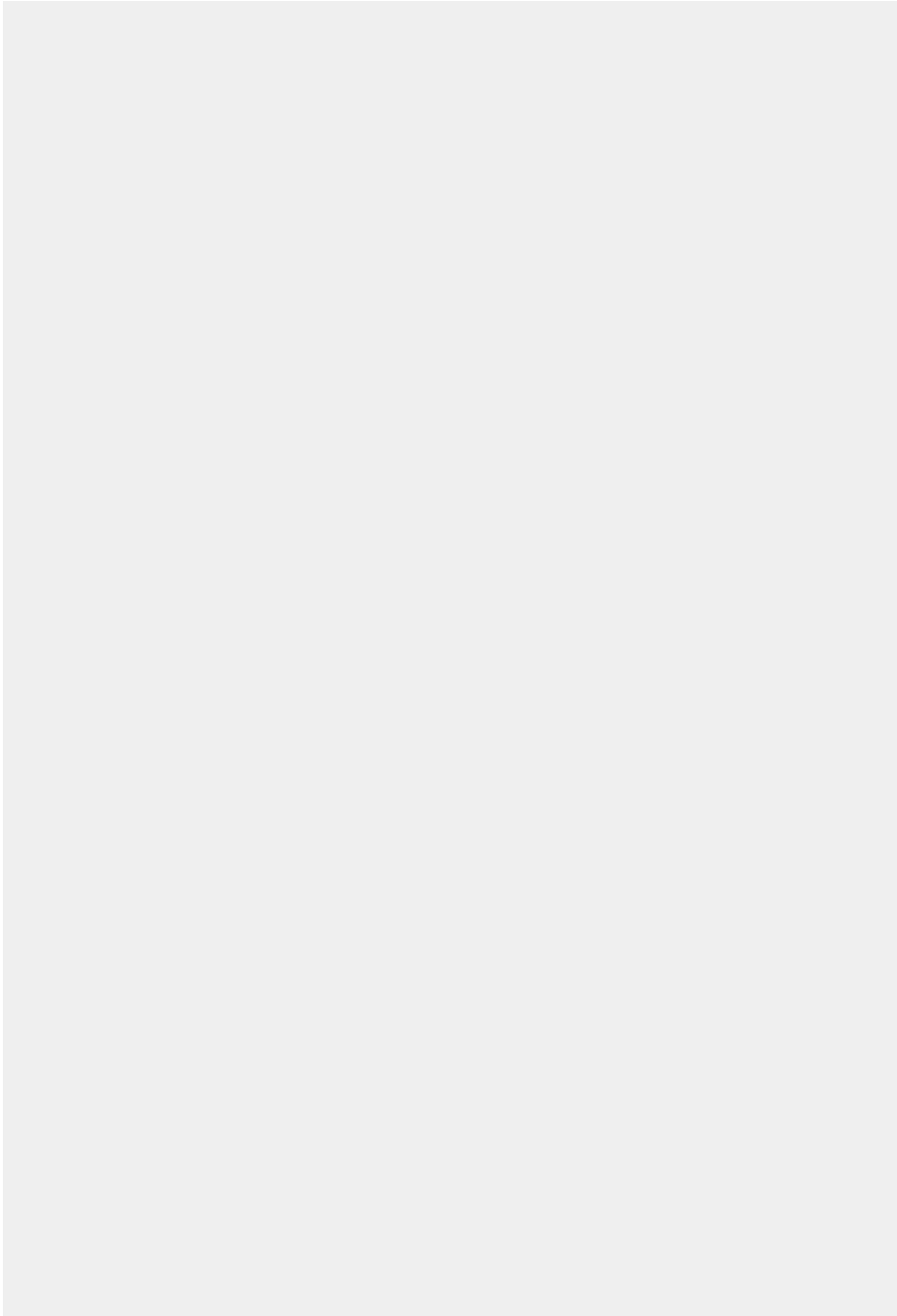


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

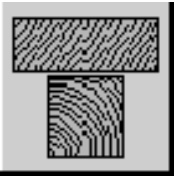
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

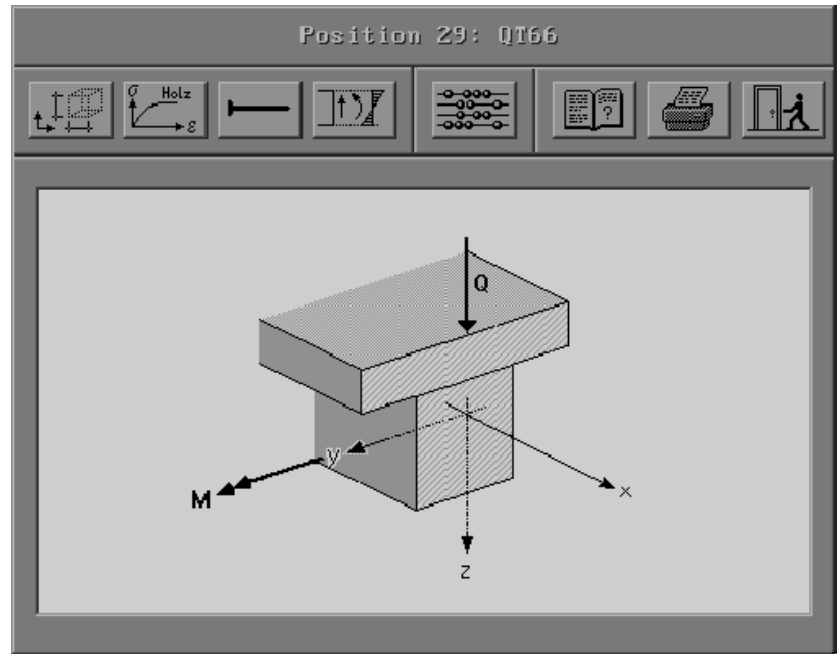


Träger-Typ 4



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System

Einfeldträger

Ausdruck

lang

b_1 25.000 cm

b_2 15.000 cm

h_1 5.000 cm

h_2 25.000 cm

Maßgebende Feldlänge 300.00 cm

✕
↔
?
✓

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 4 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h_1 Gurthöhe
- b_1 Gurtbreite
- h_2 Steghöhe
- b_2 Stegbreite
- maßgebende Trägerlänge

Neben den Querschnittsabmessungen muß die Art des statischen Systems festgelegt werden. Es stehen die Punkte Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052,

DIN

Absatz 8.3.2, muß das stat. System bei der Berechnung des k-Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Wenn ein Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers geführt wird, ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.

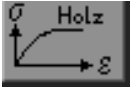


Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 4" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



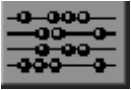
Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Nulllinienabstände $a_1 = 10.7 \text{ cm}$ $a_2 = 4.3 \text{ cm}$ Materialkennwerte $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$ $E_I = 300.0 \text{ MN/m}^2$	Statische Momente $S_1 = 1071.4 \text{ cm}^3$ $S_2 = 337.4 \text{ cm}^3$	Effektives Trägheitsmoment $I_{ef-I} = 29300.60 \text{ cm}^4$
Steifigkeit der Verbindungsmittel Starre Verbindung der Querschnittsteile		
Lastfall LF H LF HZ		
Schubspannung $\tau = 0.59 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$		
Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte $A_1 = 100.00 \text{ cm}^2$ $A_{1n} = 100.00 \text{ cm}^2$ $I_1 = 208.33 \text{ cm}^4$ $I_{1n} = 208.33 \text{ cm}^4$ $A_2 = 250.00 \text{ cm}^2$ $A_{2n} = 250.00 \text{ cm}^2$ $I_2 = 13020.83 \text{ cm}^4$ $I_{2n} = 13020.83 \text{ cm}^4$		
Randspannungen $\sigma_{R1} = 6.22 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 3.87 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 7.91 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$		
Schwerpunktspannungen $\sigma_{S1} = 5.05 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 2.02 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$		
Alle Nachweise erfüllt		



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

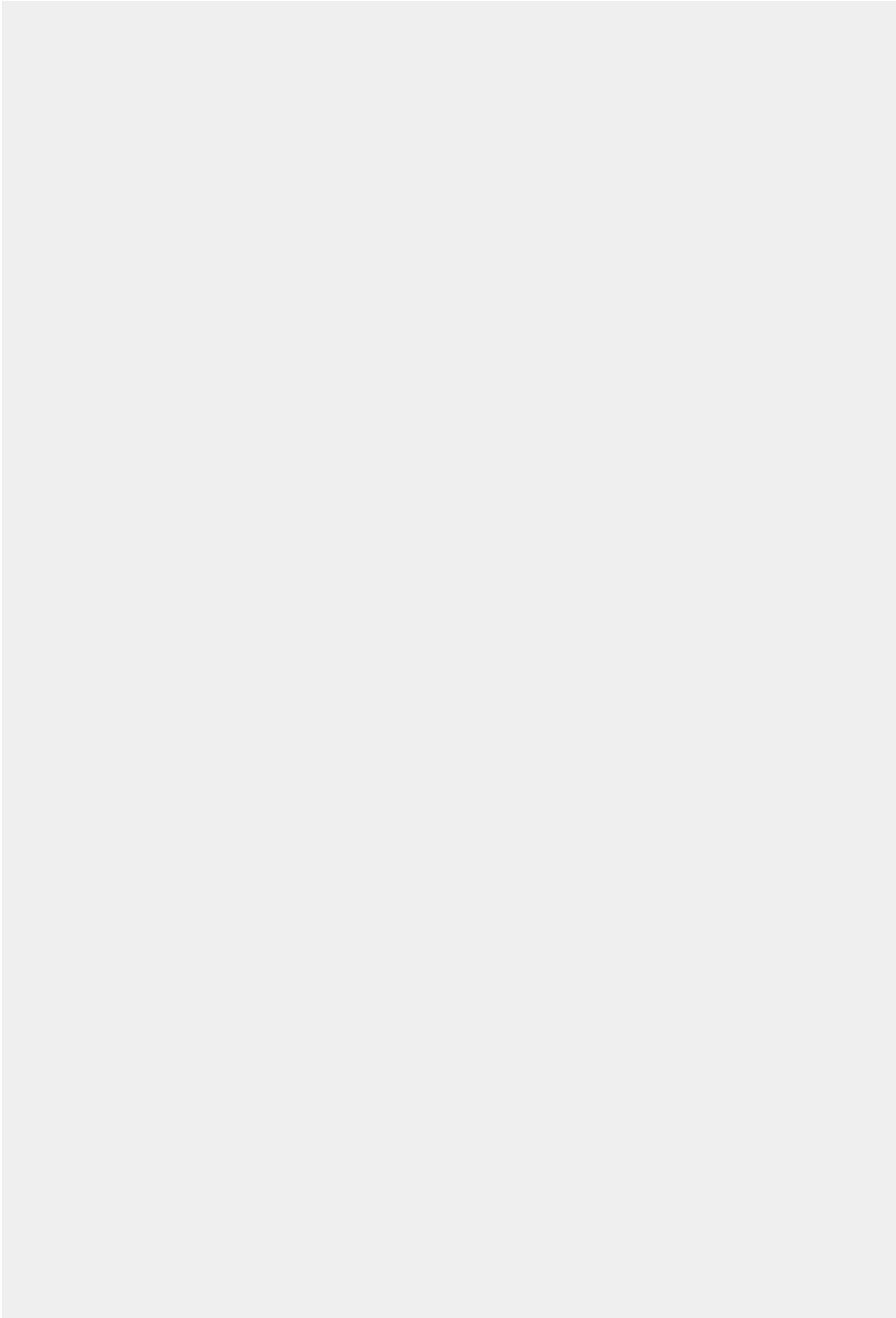


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).



Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

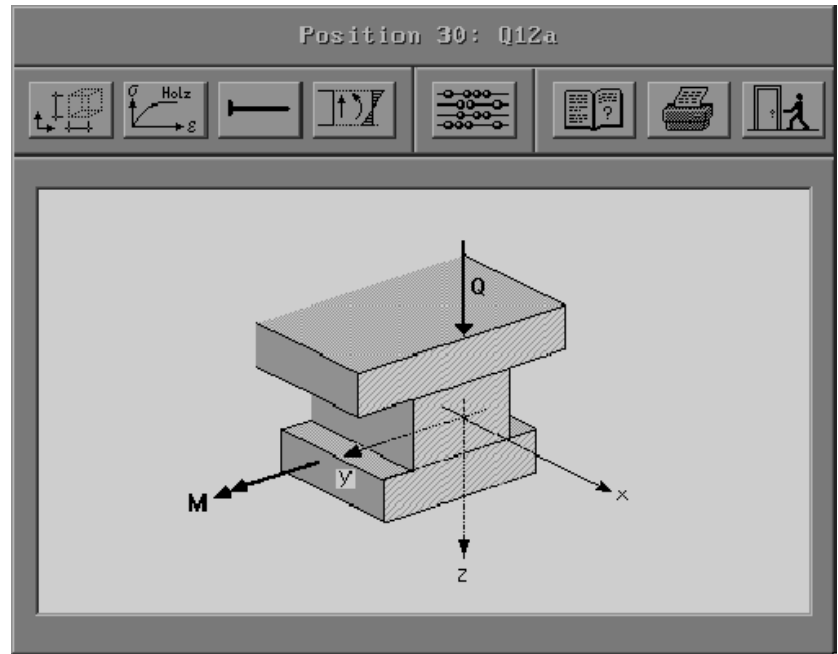


Träger-Typ 5



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System
 Einfeldträger

Ausdruck
 lang

Diagram of an I-beam cross-section with dimensions b_1 , h_1 , b_2 , h_2 , b_3 , and h_3 .

b_1 20.000 cm

b_2 15.000 cm

b_3 20.000 cm

h_1 5.000 cm

h_2 25.000 cm

h_3 5.000 cm

Maßgebende Feldlänge 375.00 cm

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 5 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h_1 Höhe des Obergurtes
- b_1 Breite des Obergurtes
- h_2 Steghöhe
- b_2 Stegbreite
- h_3 Höhe des Untergurtes
- b_3 Breite des Untergurtes
- maßgebende Trägerlänge



Neben den Querschnittsabmessungen muß die Art des statischen Systems festgelegt werden. Es stehen die Punkte Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052, Absatz 8.3.2, muß das stat. System bei der Berechnung des k-Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Wenn ein Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers geführt wird, ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.



Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 5" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Nulllinienabstände $a_1 = 11.0 \text{ cm}$ $a_2 = 0.0 \text{ cm}$ $a_3 = 11.0 \text{ cm}$	Statische Momente $S_1 = 616.0 \text{ cm}^3$ $S_2 = 202.5 \text{ cm}^3$ $S_3 = 616.0 \text{ cm}^3$	Effektives Trägheitsmoment $ef_I = 16131.33 \text{ cm}^4$									
Materialkennwerte <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">TQ 1 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$</td> <td style="width: 33%;">G = 500.0 MN/m²</td> <td style="width: 33%;">n1 = $E_1/E_1 = 1.00$</td> </tr> <tr> <td>TQ 2 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$</td> <td>G = 500.0 MN/m²</td> <td>n2 = $E_2/E_1 = 1.00$</td> </tr> <tr> <td>TQ 3 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$</td> <td>G = 500.0 MN/m²</td> <td>n3 = $E_3/E_1 = 1.00$</td> </tr> </table>			TQ 1 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$	G = 500.0 MN/m ²	n1 = $E_1/E_1 = 1.00$	TQ 2 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$	G = 500.0 MN/m ²	n2 = $E_2/E_1 = 1.00$	TQ 3 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$	G = 500.0 MN/m ²	n3 = $E_3/E_1 = 1.00$
TQ 1 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$	G = 500.0 MN/m ²	n1 = $E_1/E_1 = 1.00$									
TQ 2 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$	G = 500.0 MN/m ²	n2 = $E_2/E_1 = 1.00$									
TQ 3 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$	G = 500.0 MN/m ²	n3 = $E_3/E_1 = 1.00$									
Steifigkeit der Verbindungsmittel Starre Verbindung der Querschnittsteile											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> Lastfall LF H </div> <div style="width: 48%;"> Lastfall LF HZ </div> </div>											
Schubspannung $\tau = 0.86 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$											
Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">A1 = 56.00 cm²</td> <td style="width: 33%;">A1n = 56.00 cm²</td> <td style="width: 33%;">I1 = 74.67 cm⁴</td> </tr> <tr> <td>A2 = 90.00 cm²</td> <td>A2n = 90.00 cm²</td> <td>I2 = 2430.00 cm⁴</td> </tr> <tr> <td>A3 = 56.00 cm²</td> <td>A3n = 56.00 cm²</td> <td>I3 = 74.67 cm⁴</td> </tr> </table>			A1 = 56.00 cm ²	A1n = 56.00 cm ²	I1 = 74.67 cm ⁴	A2 = 90.00 cm ²	A2n = 90.00 cm ²	I2 = 2430.00 cm ⁴	A3 = 56.00 cm ²	A3n = 56.00 cm ²	I3 = 74.67 cm ⁴
A1 = 56.00 cm ²	A1n = 56.00 cm ²	I1 = 74.67 cm ⁴									
A2 = 90.00 cm ²	A2n = 90.00 cm ²	I2 = 2430.00 cm ⁴									
A3 = 56.00 cm ²	A3n = 56.00 cm ²	I3 = 74.67 cm ⁴									
Randspannungen <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;"> $\sigma_{R1} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ </td> <td style="width: 33%;"> $\sigma_{R1} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ </td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			$\sigma_{R1} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 10.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R1} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 12.50 \text{ MN/m}^2$							
$\sigma_{R1} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 5.65 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 8.16 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 10.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R1} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2o} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2u} = 6.97 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 12.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R3} = 10.07 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 12.50 \text{ MN/m}^2$										
Schwerpunktspannungen <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;"> $\sigma_{S1} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ </td> <td style="width: 33%;"> $\sigma_{S1} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ </td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			$\sigma_{S1} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S1} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.75 \text{ MN/m}^2$							
$\sigma_{S1} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 7.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 6.90 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 7.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S1} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S3} = 8.52 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.75 \text{ MN/m}^2$										
Alle Nachweise erfüllt											



Druckerausgabe

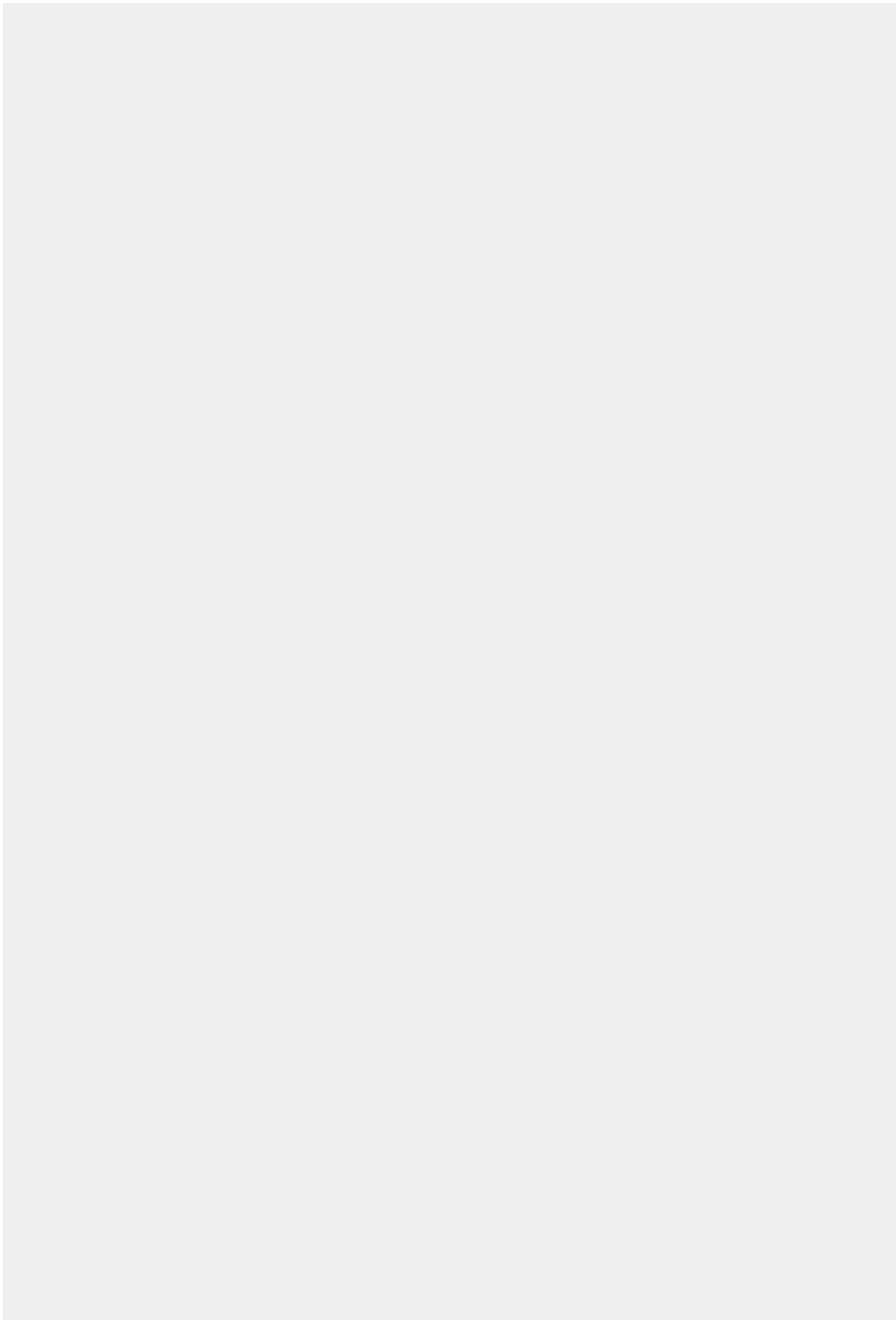


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

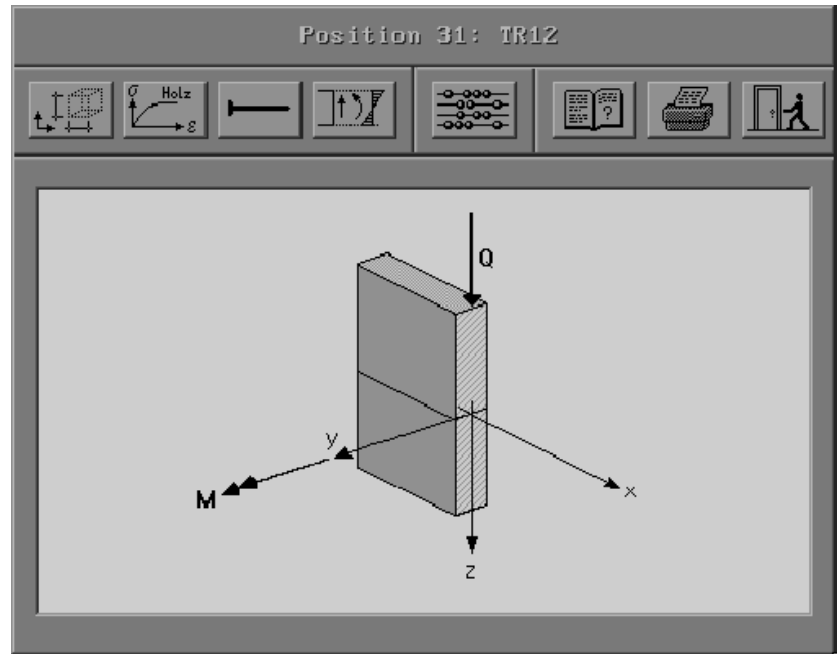


Träger-Typ 6



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System

Einfeldträger

Ausdruck

lang

b₁

h₁

h₁

b₁ 10.000 cm

b₂ 0.000 cm

h₁ 25.000 cm

h₂ 0.000 cm

Maßgebende Feldlänge

390.00 cm

✕
↔
?
✓

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 6 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h₁ Höhe eines Teilquerschnitts
- b₁ Trägerbreite
- maßgebende Trägerlänge

DIN

Neben den Querschnittsabmessungen muß die Art des statischen Systems festgelegt werden. Es stehen die Punkte Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052, Absatz 8.3.2, muß das stat. System bei der Berechnung des k-Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Wenn ein Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers geführt wird, ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.



Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 6" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Nulllinienabstände $a_1 = 10.0 \text{ cm}$ Materialkennwerte $E_{II} = 11000.0 \text{ MN/m}^2$ Steifigkeit der Verbindungsmittel Starre Verbindung der Querschnittsteile Lastfall Schubspannung $\tau = 0.20 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$ Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte $A_1 = 320.00 \text{ cm}^2$ $A_{1n} = 320.00 \text{ cm}^2$ $A_2 = 320.00 \text{ cm}^2$ $A_{2n} = 320.00 \text{ cm}^2$ Randspannungen $\sigma_{R1} = 2.37 \text{ MN/m}^2$ (D) $\leq \text{zul } \sigma_{R1} = 11.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2} = 2.37 \text{ MN/m}^2$ (Z) $\leq \text{zul } \sigma_{R2} = 11.00 \text{ MN/m}^2$ Schwerpunktspannungen $\sigma_{S1} = 1.19 \text{ MN/m}^2$ (D) $\leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 1.19 \text{ MN/m}^2$ (Z) $\leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.50 \text{ MN/m}^2$	Statische Momente $S_1 = 3200.0 \text{ cm}^3$ $G = 550.0 \text{ MN/m}^2$ Lastfall Schubspannung $\tau = 0.60 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$ Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte $I_1 = 10666.67 \text{ cm}^4$ $I_{1n} = 10666.67 \text{ cm}^4$ $I_2 = 10666.67 \text{ cm}^4$ $I_{2n} = 10666.67 \text{ cm}^4$ Randspannungen $\sigma_{R1} = 9.02 \text{ MN/m}^2$ (D) $\leq \text{zul } \sigma_{R1} = 13.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2} = 9.02 \text{ MN/m}^2$ (Z) $\leq \text{zul } \sigma_{R2} = 13.75 \text{ MN/m}^2$ Schwerpunktspannungen $\sigma_{S1} = 4.51 \text{ MN/m}^2$ (D) $\leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 4.51 \text{ MN/m}^2$ (Z) $\leq \text{zul } \sigma_{S2} = 10.63 \text{ MN/m}^2$	Effektives Trägheitsmoment $ef_I = 85333.34 \text{ cm}^4$ $G_T = 550.0 \text{ MN/m}^2$ Lastfall Schubspannung $\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$ Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte $I_1 = 10666.67 \text{ cm}^4$ $I_{1n} = 10666.67 \text{ cm}^4$ $I_2 = 10666.67 \text{ cm}^4$ $I_{2n} = 10666.67 \text{ cm}^4$ Randspannungen $\sigma_{R1} = 13.75 \text{ MN/m}^2$ (D) $\leq \text{zul } \sigma_{R1} = 13.75 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R2} = 13.75 \text{ MN/m}^2$ (Z) $\leq \text{zul } \sigma_{R2} = 13.75 \text{ MN/m}^2$ Schwerpunktspannungen $\sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ (D) $\leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S2} = 10.63 \text{ MN/m}^2$ (Z) $\leq \text{zul } \sigma_{S2} = 10.63 \text{ MN/m}^2$
--	---	--

Alle Nachweise erfüllt



Druckerausgabe

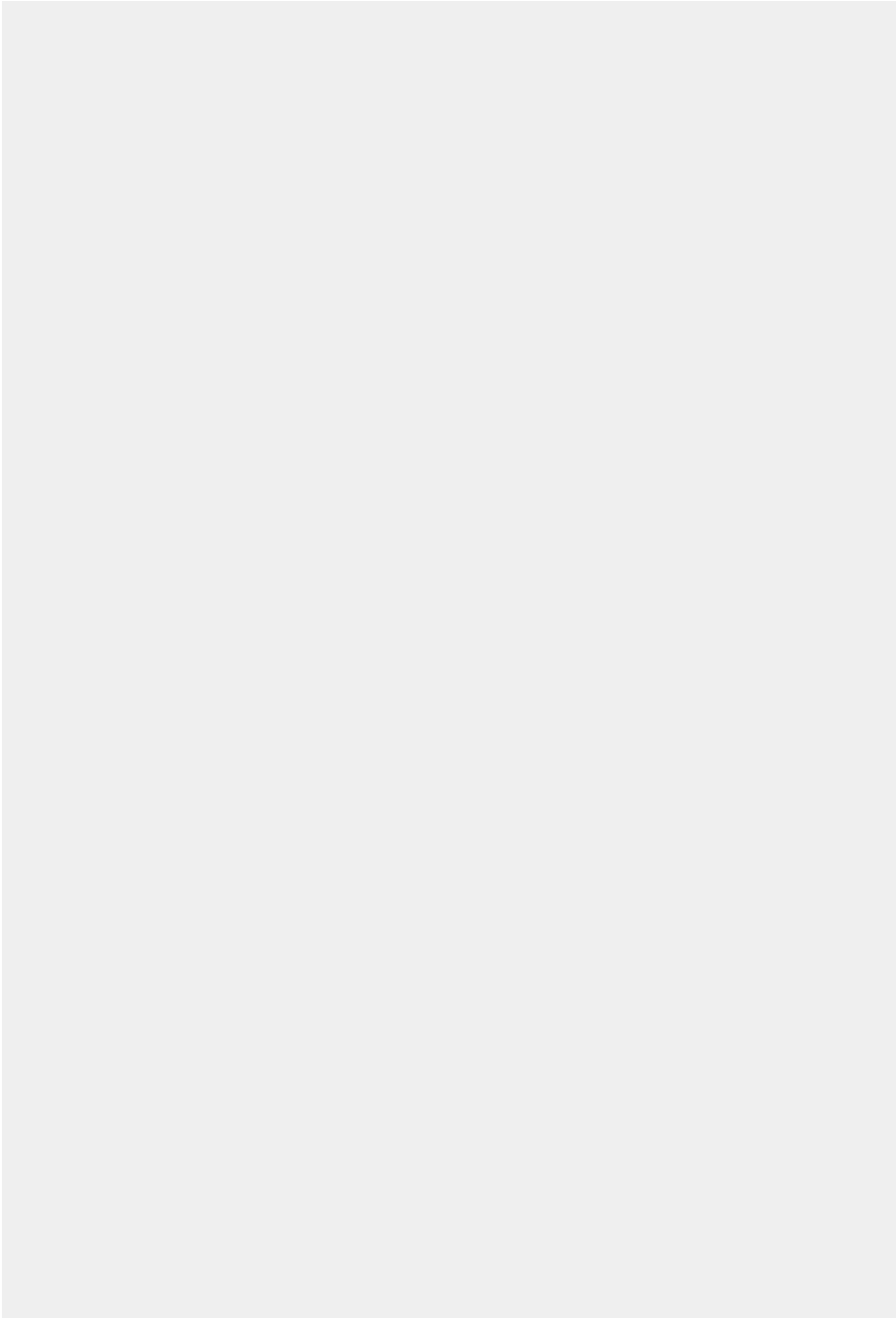


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

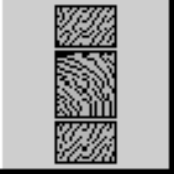
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

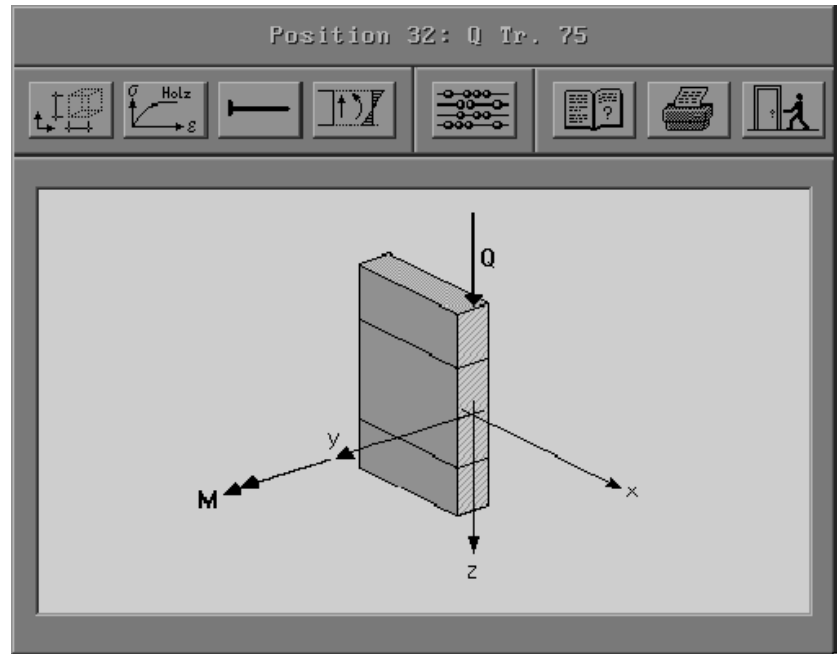


Träger-Typ 7



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System

Einfeldträger ▼

Ausdruck

lang

* b_1 *

* h_1 *

* h_1 *

* h_2 *

b_1 15.000 cm

b_2 0.000 cm

h_1 17.500 cm

h_2 25.000 cm

Maßgebende Feldlänge

425.00 cm

X
↔
?
✓

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 7 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- b_1 Trägerbreite
- h_1 Gurthöhe
- h_2 Steghöhe
- maßgebende Trägerlänge

DIN

Neben den Querschnittsabmessungen muß die Art des statischen Systems festgelegt werden. Es stehen die Punkte Kragarm, Einfeldträger und Durchlaufträger zur Auswahl. Gemäß DIN 1052, Absatz 8.3.2, muß das stat. System bei der Berechnung des k -Wertes berücksichtigt werden.

Der k-Wert errechnet sich nach der Formel

$$k_{1,3} = \frac{\pi^2 E_{1,3} A_{1,3} e_{1,3}}{l^2 C_{1,3}}$$

Die dargestellte Formel gilt für einen dreiteiligen Querschnitt. Bei der Auswertung ist jeweils die Nummer des betrachteten Teilquerschnitts einzusetzen.

Bei Durchlaufträgern ist hierzu die Trägerlänge mit 4/5 der Stützweite und bei Kragträgern mit der doppelten Kragarmlänge in die Berechnungsformel einzusetzen.

Wenn ein Spannungsnachweis für das Stützmoment eines Durchlaufträgers geführt wird, ist als maßgebende Trägerlänge jeweils der kleinere Längenwert der beiden anschließenden Felder einzugeben.



Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 7" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Nulllinienabstände $a_1 = 13.3 \text{ cm}$ $a_2 = 0.0 \text{ cm}$ Materialkennwerte $E_{II} = 11000.0 \text{ MN/m}^2$	Statische Momente $S_1 = 2844.3 \text{ cm}^3$ $S_2 = 355.5 \text{ cm}^3$ $E_I = 350.0 \text{ MN/m}^2$	Effektives Trägheitsmoment $ef_{II} = 85326.94 \text{ cm}^4$ $G = 550.0 \text{ MN/m}^2$
---	---	--

Steifigkeit der Verbindungsmittel
 Starre Verbindung der Querschnittsteile

Lastfall	LF H	LF HZ
Schubspannung		
$\tau = 0.20 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$		$\tau = 0.60 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte		
$A_1 = 213.33 \text{ cm}^2$	$A_{1n} = 213.33 \text{ cm}^2$	$I_1 = 3160.26 \text{ cm}^4$
$A_2 = 213.33 \text{ cm}^2$	$A_{2n} = 213.33 \text{ cm}^2$	$I_2 = 3160.26 \text{ cm}^4$
		$I_{1n} = 3160.26 \text{ cm}^4$
		$I_{2n} = 3160.26 \text{ cm}^4$
Randspannungen		
$\sigma_{R1} = 2.37 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R1} = 9.02 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 13.75 \text{ MN/m}^2$	
$\sigma_{R2o} = 0.79 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R2o} = 3.01 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R2o} = 13.75 \text{ MN/m}^2$	
$\sigma_{R2u} = 0.79 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R2u} = 3.01 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R2u} = 13.75 \text{ MN/m}^2$	
$\sigma_{R3} = 2.37 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{R3} = 9.02 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{R3} = 13.75 \text{ MN/m}^2$	
Schwerpunktspannungen		
$\sigma_{S1} = 1.58 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 8.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S1} = 6.02 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 10.63 \text{ MN/m}^2$	
$\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 8.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S2} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S2} = 10.63 \text{ MN/m}^2$	
$\sigma_{S3} = 1.58 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 8.50 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{S3} = 6.02 \text{ MN/m}^2 \text{ (Z)} \leq \text{zul } \sigma_{S3} = 10.63 \text{ MN/m}^2$	

Alle Nachweise erfüllt



Druckerausgabe

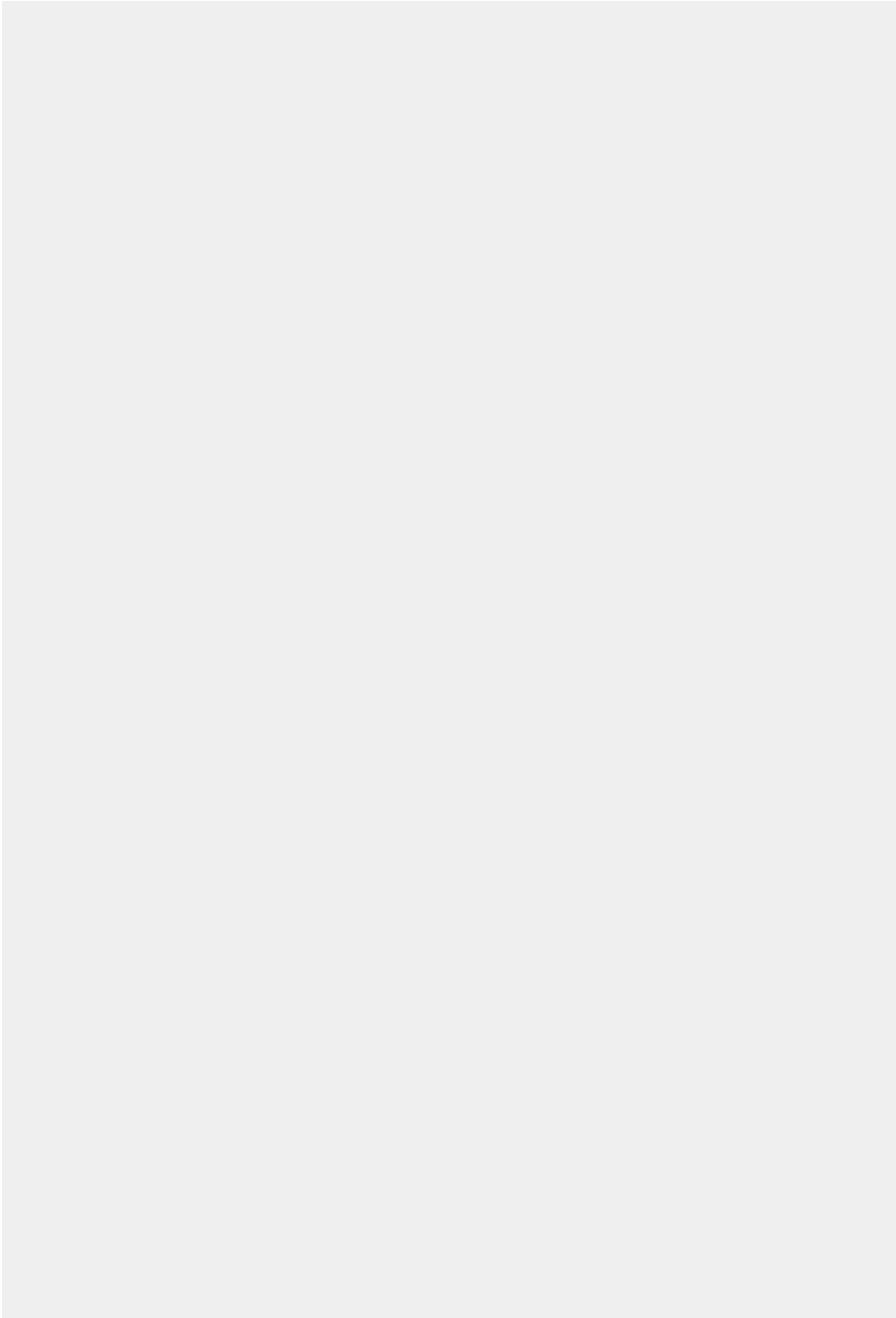


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

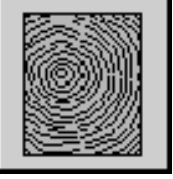
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

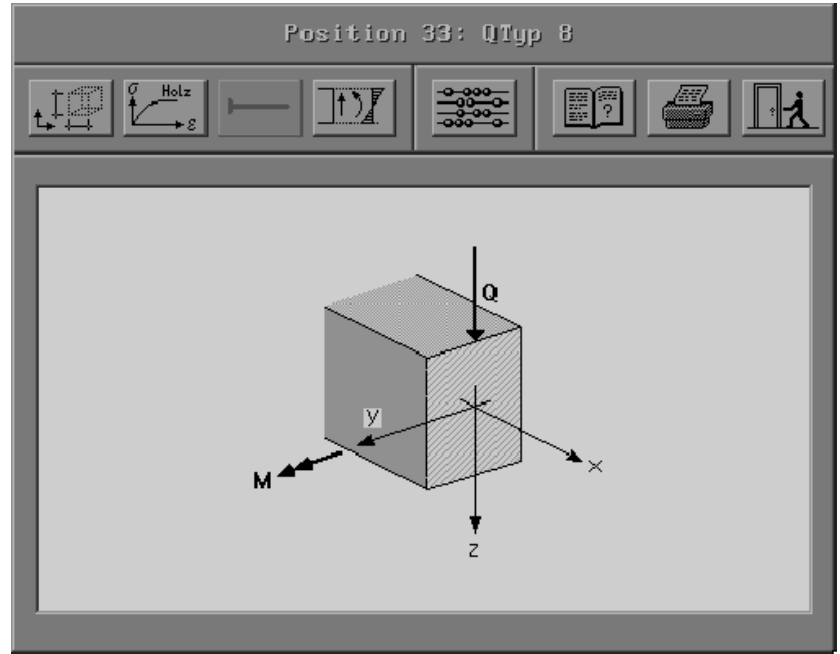


Träger-Typ 8



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.





Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System
 Einfeldträger

Ausdruck
 lang

b_1

 h_1

b_1 15.000 cm
 b_2 0.000 cm
 h_1 25.000 cm
 h_2 0.000 cm

Maßgebende Feldlänge 375.00 cm

Bei der Bearbeitung eines Querschnitts vom Typ 8 müssen folgende Geometriedaten in cm eingegeben werden:

- h_1 Trägerhöhe
- b_1 Trägerbreite
- maßgebende Trägerlänge

Man erkennt, daß es sich beim Trägertyp 8 um einen einfachen Rechteckquerschnitt und nicht um einen zusammengesetzten Querschnitt handelt. Er wurde der Vollständigkeit halber in die Programmsammlung aufgenommen. Da für diesen Fall keine Steifigkeiten von Verbindungsmitteln berücksichtigt werden müssen,

hat die Auswahl "Statisches System" keinen Einfluß auf den Ablauf der Rechnung.

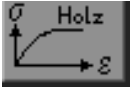


Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Querschnitts Typ 8" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Zur Eingabe der Materialdaten s. S. 186.

Materialdaten



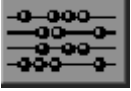
Zur Eingabe der Verbindungsmittel s. S. 187.

Verbindungsmittel



Zur Eingabe der Schnittgrößen s. S. 191.

Schnittgrößen



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Materialkennwerte
 $E_{II} = 13000.0 \text{ MN/m}^2$ $E_I = 400.0 \text{ MN/m}^2$ $G = 650.0 \text{ MN/m}^2$ $G_T = 650.0 \text{ MN/m}^2$

Lastfall LF H LF HZ

Schubspannung
 $\tau = 0.66 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.30 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.63 \text{ MN/m}^2$

Querschnittswerte/Netto-Querschnittswerte
 $A_I = 280.00 \text{ cm}^2$ $A_{In} = 280.00 \text{ cm}^2$ $I_I = 9333.33 \text{ cm}^4$ $I_{In} = 9333.33 \text{ cm}^4$

Randspannungen
 $\sigma_{R1} = 14.79 \text{ MN/m}^2 \text{ (D)} \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 16.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{R1} = 20.00 \text{ MN/m}^2$

Schwerpunktspannungen
 $\sigma_{S1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 11.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{S1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_{S1} = 13.75 \text{ MN/m}^2$

Alle Nachweise erfüllt



Druckerausgabe

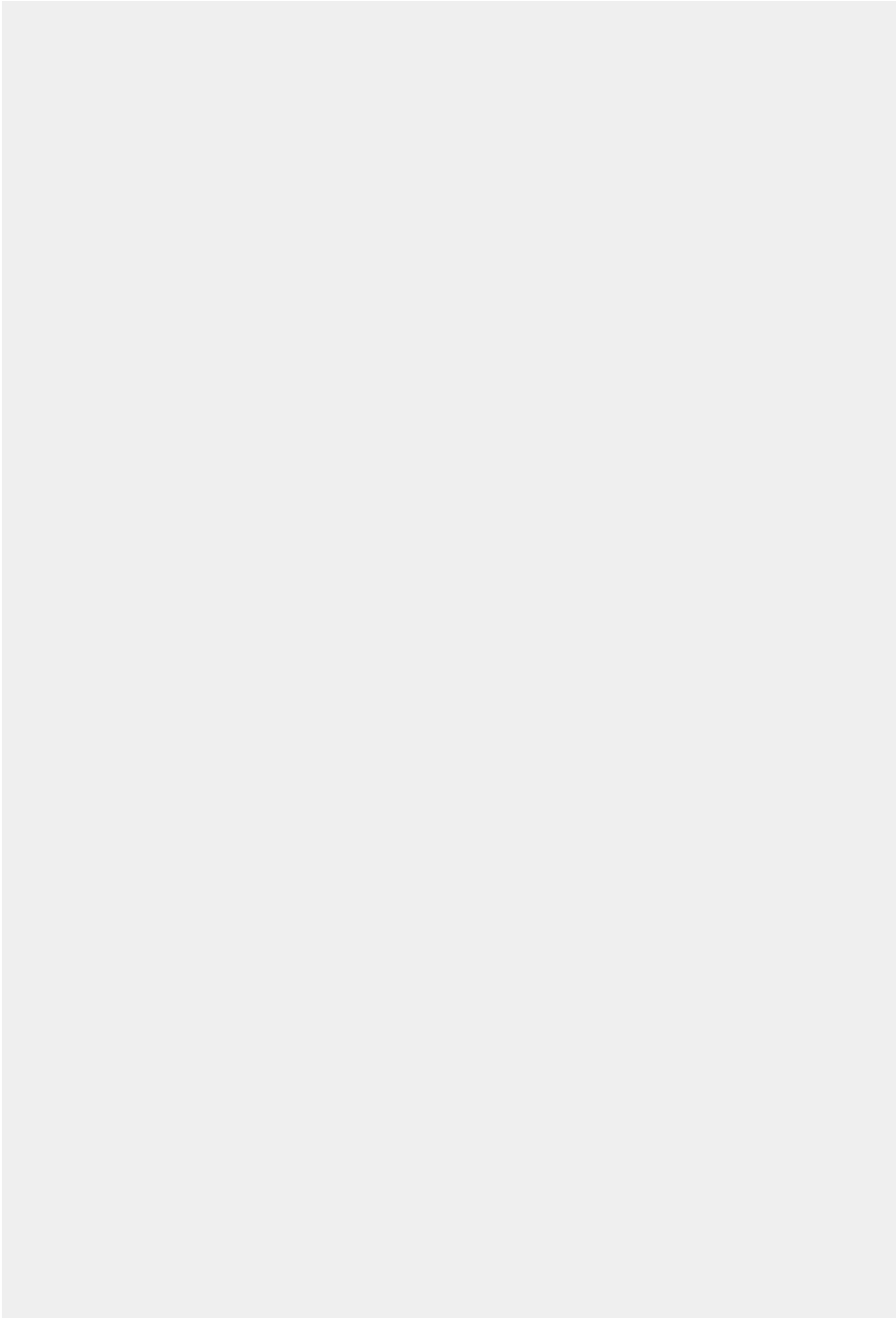


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

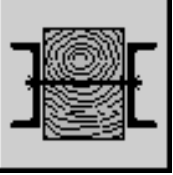
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

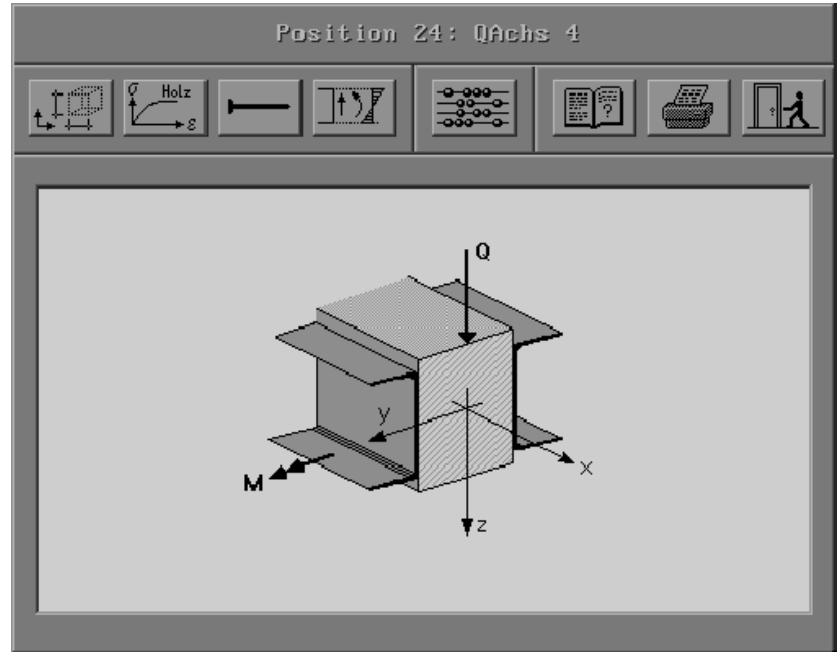


Verstärkter Holzquerschnitt



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Verbindungsmittel und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Grundlage des Rechenverfahrens ist die Annahme, daß die Verformung des Holzbalkens gleich der Verformung der Stahlträger ist. Mit Hilfe dieser Annahme können die vorhandene Belastung und die Schnittgrößen anteilig auf den Holzbalken und auf die Stahlträger aufgeteilt werden. Für die Streckenlast q z.B. kann der Lastanteil q_s , der auf die Stahlträger übertragen wird, mit der Gleichung

$$q_s = \frac{E_S I_S}{E_H I_H + E_S I_S} q$$

berechnet werden.

Mit Hilfe der Last- und Schnittgrößenanteile kann dann der Spannungsnachweis für das eingegebene Biegemoment und der Schubspannungsnachweis für die Querkraft geführt werden. Die erforderliche Dübelanzahl ergibt sich schließlich aufgrund der Last q_s .



Bei dem beschriebenen Rechenverfahren wird vorausgesetzt, daß die Stahlträger über die gesamte Trägerlänge durchlaufen und an den Trägerenden aufgelagert werden.



Weiterhin muß der untersuchte Querschnitt symmetrisch sein; es können also nur beidseitig verstärkte Träger untersucht werden.

Bei der Berechnung der Dübelkräfte wird von einer konstanten Trägerbelastung und einer äquidistanten Dübelverteilung über die Trägerlänge ausgegangen. Wenn diese Voraussetzungen für das bearbeitete System nicht zutreffen (weil z.B. Einzellasten auftreten), kann in einem weiteren Rechenlauf eine zusätzliche Dübelverteilung berechnet werden.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Statisches System
Einfeldträger

Ausdruck
kurz

Balken
b 18.0 cm
h 24.0 cm

Stahlprofil
[Auswählen]

Maßgeb. Trägerlänge 500.0 cm

[X] [↔] [?] [✓]

Als Eingabedaten werden die Breite b und die Höhe h des Holzbalkens in cm erwartet.

Weiterhin muß das gewünschte Stahlprofil ausgewählt werden. Dies erfolgt durch Aktivieren des "bearbeiten"-Buttons.



Stahlprofilauswahl

Stahlprofile

Listenauswahl
C150X51X12.2

Profilmanager
[Auswählen]

[X] [?] [✓]

In dem nun geöffneten Menü kann das Stahlprofil durch eine Listenauswahl oder über den Profilmanager ausgewählt werden.

Bei der Listenauswahl bekommt der Anwender eine Liste der zulässigen Stahlprofile (C- und U-Profile) angezeigt. Aus dieser Liste kann dann das gewünschte Profil ausgewählt werden.



Wenn mit dem Profilmanager gearbeitet wird, können alle Profile mit ihren Daten abgerufen werden; für die Anwendung im Programm dürfen aber auch hier nur die U- und C-Profile übernommen werden.

Die Eingabewerte "Statisches System" und "Trägerlänge" dienen nur zur Komplettierung des Statikdokumentes; auf die Rechenergebnisse haben sie keinen Einfluß.



Zusätzlich zu den Geometrie- und Systemdaten kann in dem Eingabemenü noch ein Kontrollwert zur Steuerung des Umfangs der Druckliste (Kurz- bzw. Langausdruck) festgelegt werden. Dies erfolgt durch Betätigung des Schalters (kurz/lang).

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck in der Regel maximal eine halbe Seite.



Materialdaten

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Holz- und Stahlsorte geöffnet.

Die Auswahl der Holzart bzw. der Sortierklasse erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem muß angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.

Schließlich muß noch die Stahlsorte festgelegt werden. Hier kann zwischen St37 und St52 gewählt werden.



Verbindungsmittel

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Menü zur Eingabe der Dübel Daten geöffnet.

Hier werden Dübeltyp, Durchmesser und Dübelabstand eingeben.

Es stehen folgende Dübel besonderer Bauart (einseitig) bereit:

- Typ A Einlaßdübel (Appel)
- Typ C Einpreßdübel (Bulldog, Bilo)
- Typ D Einpreßdübel (Geka, Bilo)

Nach Auswahl des Dübeltyps stehen in der Liste "Durchmesser" die für diesen Typ vorhandenen Dübel durchmesser bereit.

Nach der Festlegung von Dübeltyp und -durchmesser muß der Anwender noch den Abstand der Dübel angeben. Das Programm führt dann für den gewählten Abstand die erforderlichen Nachweise durch.

Wird in das Eingabefeld für den Dübelabstand eine "0" eingetragen, berechnet das Programm den erforderlichen Dübelabstand aufgrund der vorgegebenen Belastung q .



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabeblatt der Schnittgrößen und der Belastung aktiviert.

Schnittgrößen

Schnittgrößen/Last			
Lastfall	H	HZ	
Querkraft Q	37.50	0.00	kN
Biegemoment M	46.90	0.00	kNm
Belastung q	15.00	0.00	kN/m

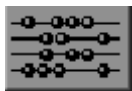
Buttons: [X] [?] [✓]

Einzugeben sind hier das im Schnitt wirkende Biegemoment, die Querkraft und die Belastung q . Alle genannten Größen werden als Absolutwerte erwartet. Ein negatives Vorzeichen hat auf den Rechenablauf keinen Einfluß und wird vom Programm ignoriert.

Das Biegemoment M dient zum Nachweis der Randspannungen im Holzbalken und in den Stahlträgern und mit Hilfe der Querkraft Q werden die Schubspannungen in den Trägern nachgewiesen. Die Belastung q dient zur Ermittlung der Dübelkräfte und damit auch zum Nachweis der erforderlichen Abstände der Dübel.

Die Eingabegrößen M , Q und q müssen jeweils für den Lastfall H und den Lastfall HZ eingegeben werden. Die beiden Lastfälle werden dann im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht.

Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Materialkennwerte (Holz)
 $E_{II} = 10000.0 \text{ MN/m}^2$ $E_I = 300.0 \text{ MN/m}^2$ $G = 500.0 \text{ MN/m}^2$ $GT = 330.0 \text{ MN/m}^2$

Verstärkungsprofil: **U160** St 37

Verhältnis der E-Moduli
 $n_h = 1.00$ $n_s = 21.00$

Statische Momente
 $Sh = 1296.00 \text{ cm}^3$ $Ss = 137.60 \text{ cm}^3$

Widerstandsmomente
 $Wh = 1728.00 \text{ cm}^3$ $Ws = 232.00 \text{ cm}^3$

Trägheitsmomente
 $Ih = 20736.00 \text{ cm}^4$ $Is = 1850.00 \text{ cm}^4$ $ef_I = 59586.00 \text{ cm}^4$

Lastfall LF H LF HZ

Lastverteilung
 $qh = 5.22 \text{ kN/m}$ $qh = 0.00 \text{ kN/m}$
 $qs = 9.78 \text{ kN/m}$ $qs = 0.00 \text{ kN/m}$

Abstand der Verbindungsmittel (Dübel Typ A/2, Ø 65)
 Vorhandener Dübelabstand = 75.0 cm <= erforderlicher Dübelabstand = 166.7 cm

Schubspannungen
 $\max \tau_h = 0.45 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\max \tau_h = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$
 $\max \tau_s = 12.12 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 92.00 \text{ MN/m}^2$ $\max \tau_s = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau = 104.00 \text{ MN/m}^2$

Randspannungen (Holzquerschnitt):
 $\sigma_{R1} = 9.45 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_B = 10.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_B = 12.50 \text{ MN/m}^2$

Randspannungen (Stahlprofil):
 $\sigma_{R1} = 131.80 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_B = 140.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{R1} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_B = 160.00 \text{ MN/m}^2$

Alle Nachweise wurden erfüllt, maßgebend ist LF H!



Druckerausgabe

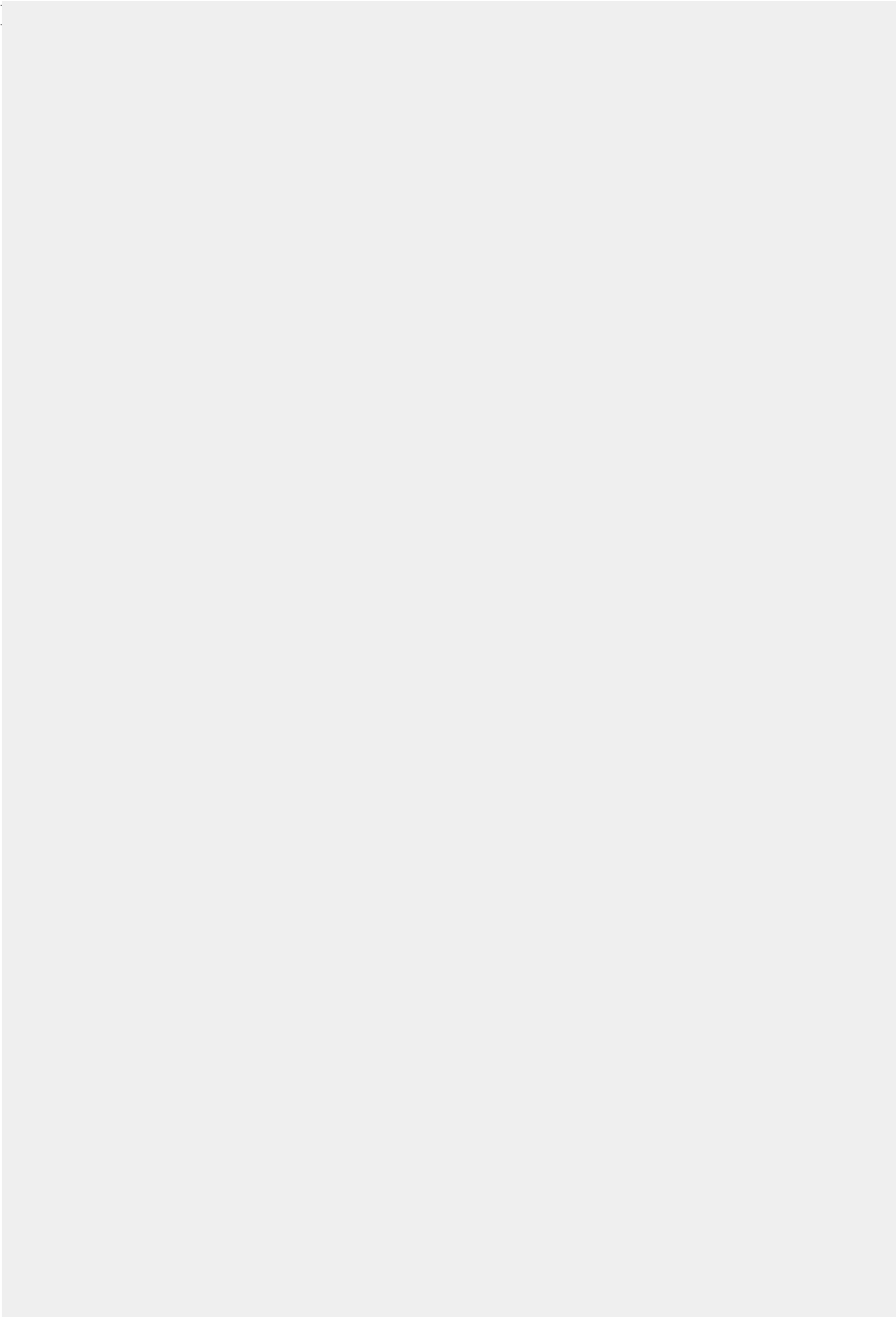


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

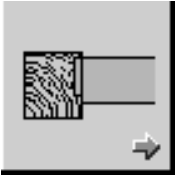
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

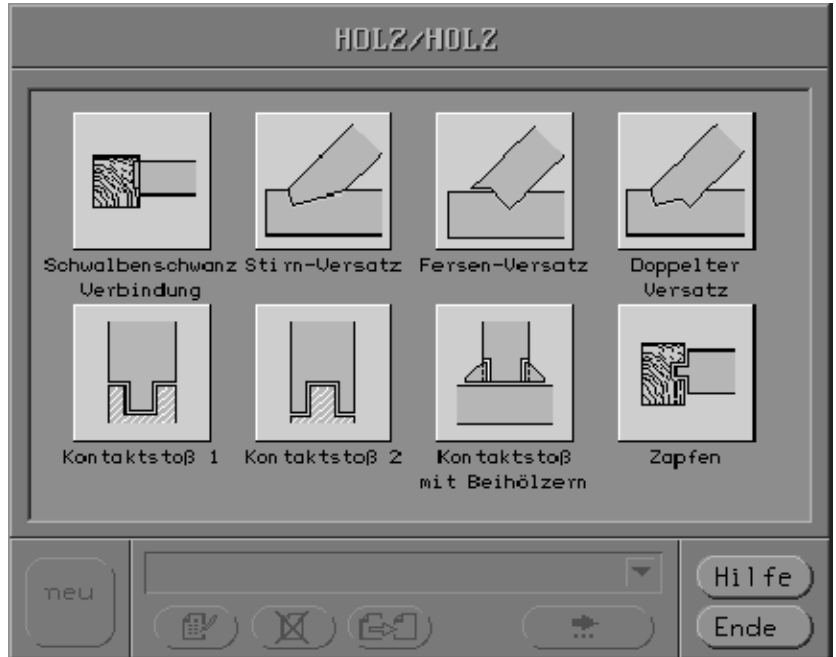
Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.



Holz-Holz-Verbindungen



Die Gruppe der Nachweise vom Typ *”Holz-Holz-Verbindungen”* behandelt die Schwalbenschwanzverbindung, Stirn-, Fersen- und Doppelten Versatz, sowie zwei Kontaktstöße, einen weiteren Kontaktstoß mit Beihölzern und die Zapfenverbindung.



Holz-Holz-Verbindungen gewinnen mit dem verstärkten Einsatz von numerisch gesteuerten Abbundanlagen wieder stark an Bedeutung. So kann z.B. ein doppelter Versatz mit Hilfe einer derartigen Anlage schnell und paßgenau hergestellt werden. Aber auch komplizierte Verbindungen wie z.B. Schwalbenschwanzanschlüsse lassen sich problemlos erstellen.

4H-HOLZ stellt mit der Nachweisgruppe *”Holz-Holz-Verbindungen”* Programme zur Berechnung derartiger Anschlüsse zur Verfügung.



Bei der Anwendung der Holz-Holz-Verbindungen ist zu beachten, daß die Berechnungsgrundlagen teilweise von den Vorgaben der DIN 1052 abweichen, bzw. dort nicht geregelt sind. Dies gilt für den Schwalbenschwanzanschluß, die Kontaktstöße 1 und 2 sowie den allgemeinen nicht-mittigen Zapfen.

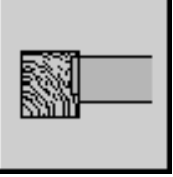


Die Anwendung dieser Verbindungen ist im Einzelfall mit der Bauaufsichtsbehörde abzustimmen.



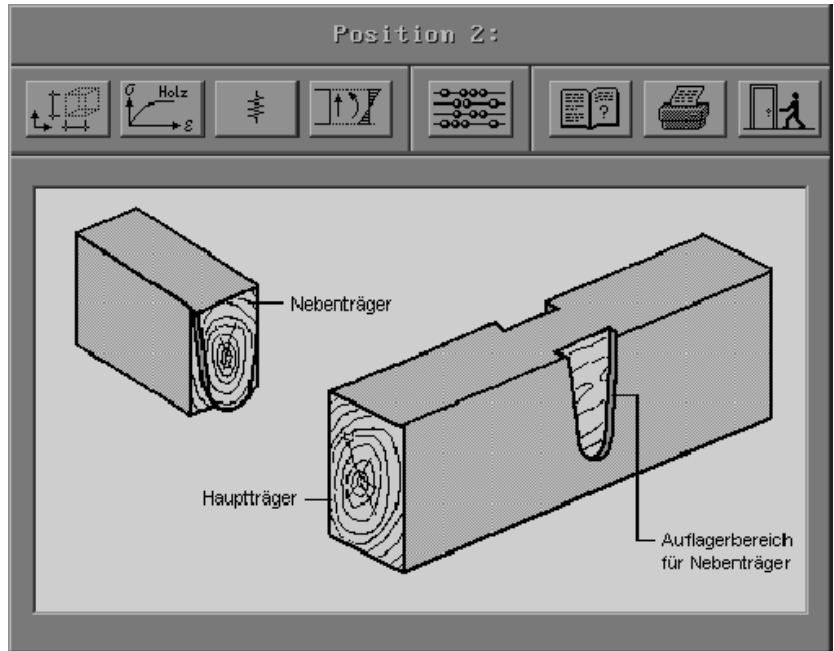
Da Holz-Holz-Verbindungen in der Regel sehr paßgenau sein müssen, sollte nur trockenes Holz verwendet werden, um nachträgliches Schwinden des Holzes zu vermeiden.

Schwalbenschwanz



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten, Lastabtragung und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Über die Schwalbenschwanzverbindung können Lasten von einem Nebenträger in einen Hauptträger eingeleitet werden. Die Lasten müssen dabei in Richtung des Keils wirken. Horizontallasten, Normalkräfte und Einspannmomente können nicht aufgenommen werden.

Die Schwalbenschwanzverbindung hat gegenüber den Stahl-Holz-Verbindungen den Vorteil, daß sie sehr schnell zusammengefügt werden kann und keine sichtbaren Verbindungsteile besitzt.



Es ist zu beachten, daß die Schwalbenschwanzverbindung z. Z. noch keine bauaufsichtliche Zulassung besitzt.



Einzelne Nachweise, die zur Dimensionierung des Anschlusses geführt werden, sind in DIN 1052 nicht enthalten, bzw. weichen von den dortigen Richtlinien ab.



Wenn eine Schwalbenschwanzverbindung eingesetzt werden soll, ist dies im Einzelfall mit der Bauaufsichtsbehörde und dem Bauherrn abzustimmen.

Berechnung

In den Berechnungen ist nachzuweisen, daß die Last des Nebenträgers über den Schwalbenschwanzanschluß in den Hauptträger übertragen werden kann. Hierzu wird für den Nebenträger die Pressung quer zur Faser nachgewiesen, der Schubnachweis für den Restquerschnitt geführt sowie der Nachweis der Tragfähigkeit in Analogie zur Berechnung eines ausgeklinkten Trägers geführt.

Der Schwalbenschwanzanschluß läuft nach unten keilförmig zu und überträgt die Last an den Wangen des Keiles. Dabei treten die Lastkomponenten F_n und F_R auf. Die Komponente F_n wirkt normal zu den Wangen des Keiles und hat die Größe

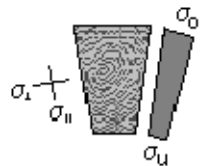
$$F_n = \frac{F_z}{2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

Die Größe F_R beschreibt die Reibungskraft tangential zu den Wangen des Keiles. Sie kann nach der Gleichung

$$F_R = \mu F_n$$

berechnet werden.

Die Aufteilung der Last in die Anteile F_n und F_R ist abhängig von der Neigung der Wangen des Keiles und vom Reibungsbeiwert μ .



Man erkennt, daß bei Verkleinerung des Winkels α die Kraftkomponente F_n einen immer kleineren Anteil an der Lastaufnahme hat, da sie eine immer kleinere Vertikalkomponente erhält. Damit er-

hört sich der Lastanteil, der durch Reibung übertragen werden muß. Ein Kriterium für die Tragfähigkeit des Schwalbenschwanzanschlusses ist nun der Nachweis der Pressung senkrecht zur Faser längs der Wangen des Keiles. Die Pressung ist natürlich abhängig von der Tiefe t der Einfräsung und auch von der Neigung der Wangen des Keiles.

Weiterhin ist für die Tragfähigkeit des Anschlusses wichtig, wie die Pressung längs der Wangen verteilt ist. Erläuterungen zu diesem Thema können unter "Lasteinleitung" entnommen werden.

Wie vorstehend erläutert, muß die Kraftkomponente F_n größer werden, wenn der Winkel α verkleinert wird. Für den Sonderfall senkrechter Wangen läuft F_n gegen ∞ . Eine Vergrößerung der Kraft F_n ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Pressung senkrecht zur Faser.



Der Schwalbenschwanzanschluß ist nun so zu gestalten, daß die in DIN 1052 vorgegebenen zulässigen Werte der Pressung senkrecht zur Faser an keinem Punkt überschritten werden. Dies kann durch Vergrößerung des Neigungswinkels α oder durch Vergrößerung der Einfrästiefe t erfolgen.

Die vorstehend beschriebenen Arbeiten können in Form eines Nachweises oder einer Berechnung durchgeführt werden.

Nachweis bedeutet, daß für die vorgegebene Einfrästiefe und Schwalbenschwanzabmessungen die Pressungen senkrecht zur Faser nachgewiesen werden.

Eine Berechnung wird durchgeführt, wenn bei der Eingabe der Geometriedaten für die Einfrästiefe der Wert 0.0 eingegeben wird. Das Programm errechnet dann die Einfrästiefe und die Keilabmessungen, die erforderlich sind, damit die zulässigen Pressungen nicht überschritten werden.

In einem weiteren Rechengang wird nachgewiesen, daß der im Bereich des Schwalbenschwanzes liegende Restquerschnitt des Ne-

benträgers die zugehörige Querkraft übertragen kann. Dieser Nachweis erfolgt mit der Gleichung

$$\tau = \frac{Q S_n}{I_n b_n}$$

Im dritten Nachweis wird die Tragfähigkeit der Schwalbenschwanzverbindung in Analogie zu einem ausgeklinkten Trägerende berechnet. Da bei der Schwalbenschwanzverbindung die Last kontinuierlich längs der Wangen des Keils abgetragen wird und nicht konzentriert an der Unterseite wie bei der gewöhnlichen Ausklinkung, ist die Verbindung weniger durch Querkzug beansprucht.

In einem weiteren Rechengang muß nun nachgewiesen werden, daß der Nettoquerschnitt des Hauptträgers die im Bereich des Schwalbenschwanzanschlusses auftretenden Schnittgrößen aufnehmen kann. Im Einzelnen wird nachgewiesen, daß der aufgrund der Ausfräsung geschwächte Querschnitt die Querkraft Q_H und das Biegemoment M_H aufnehmen kann.

Wenn ein Torsionsmoment M_{TH} auftritt, muß dieses ebenfalls vom Restquerschnitt des Hauptträgers aufgenommen werden können.

Bei diesem Nachweis ist zu beachten, daß sich das Torsionsmoment aufgrund der Exzentrizität des Nebenträgers verändert.

Für die Tragfähigkeit des Hauptträgers ist es von besonderer Bedeutung, daß die Last des Nebenträgers möglichst im oberen Teil des Querschnitts eingeleitet wird. Wenn Lasten im unteren Querschnittsbereich eingetragen werden, können unzulässig hohe Querkzugspannungen auftreten. Der Schwalbenschwanzanschluß ist deshalb konstruktiv so auszubilden, daß im unteren Bereich des Keils (Parabelscheitel bzw. Grundseite des Trapezes) Haupt- und Nebenträger keinen Kontakt haben. Dies bedeutet, die Lastübertragung kann nur längs der Wangen des Keils erfolgen.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Maske zur Eingabe der Geometriedaten aktiviert.

Geometrie

Geometriedaten

Nebenträger

Seite:

Stirn:

linke Seite		rechte Seite	
H_N	<input type="text" value="0.00"/>	H_N	<input type="text" value="20.00"/>
B_N	<input type="text" value="0.00"/>	B_N	<input type="text" value="16.00"/>
a_N	<input type="text" value="0.00"/>	a_N	<input type="text" value="10.00"/>
a_L	<input type="text" value="0.00"/>	a_L	<input type="text" value="5.00"/>
b_o	<input type="text" value="0.00"/>	b_o	<input type="text" value="12.00"/>
b_u	<input type="text" value="0.00"/>	b_u	<input type="text" value="8.00"/>
t	<input type="text" value="0.00"/>	t	<input type="text" value="0.00"/>

Hauptträger

H_H B_H

Alle Maße in

Zu Beginn der Eingabe muß festgelegt werden, ob das Ende des Nebenträgers trapezförmig oder parabelförmig ausgebildet werden soll. Weiterhin muß angegeben werden, ob nur ein Nebenträger vorliegt oder ob ein beidseitiger Anschluß (symmetrisch oder unsymmetrisch) vorliegt.

Folgende Abmessungen können wahlweise in mm, cm oder m eingegeben werden:

- a_L Abstand Unterseite Nebenträger/UK Schwalbenschwanz
- a_N Abstand Unterseite Hauptträger/Unterseite Nebenträger
- b_o Obere Breite Schwalbenschwanz
- b_u Untere Breite Schwalbenschwanz
- B_H Breite des Hauptträgers
- B_N Breite des Nebenträgers

H_H Höhe des Hauptträgers
 H_N Höhe des Nebenträgers
 t Tiefe der Einfräsung im Hauptträger



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Schwalbenschwanz" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Haupt- und Nebenträger können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen



Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.

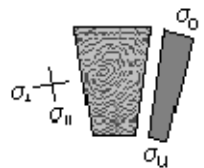


Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Menü zur Eingabe der Daten der Lasteinleitung aktiviert.

Lastabtragung

Hier wird festgelegt, wie die Lasten vom Nebenträger in den Hauptträger eingeleitet werden.

Die Lastabtragung erfolgt über eine Normalkomponente F_n und eine Reibungskomponente F_R . Die Größe der jeweiligen Anteile wird über den Reibungskoeffizienten μ gesteuert. Wenn man also μ vergrößert, wird auch ein größerer Anteil der Nebenträgerlast über Reibung in den Hauptträger übertragen.



Mit dem Reibungsbeiwert μ wird die Reibung von Holz auf Holz beschrieben. Es können hier Werte zwischen 0 und 0.5 eingegeben werden. Voreingestellt ist ein Wert von 0.3. Weitere Werte können der Literatur entnommen werden.

Weiterhin kann die Lastabtragung durch die Spannungskennziffern σ_o und σ_u beeinflußt werden. Mit Hilfe dieser Größen wird gesteuert, wie sich die Pressung längs der Wangen des Schwalbenschwanzes verteilt. Wird z.B. für σ_o der Wert 1 und für σ_u der Wert 0 eingegeben, bedeutet dies, daß die Pressung dreieckförmig verteilt ist. Die Last des Nebenträgers wird also vorwiegend im oberen Trägerbereich übertragen. Die Werte für σ_o und σ_u müssen stets größer Null sein; ansonsten ist die absolute Größe der Werte beliebig. Im Programm wird immer nur das Verhältnis σ_o/σ_u bzw. σ_u/σ_o verarbeitet. Bei allen Berechnungen wird vorausgesetzt, daß eine Lastabtragung ausschließlich über die Seitenflächen des Schwalbenschwanzanschlusses erfolgt. Die Grundfläche des Trapezes bzw. der Scheitelbereich der Parabel bleiben also lastfrei.



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

Schnittgrößen

Belastung/Schnittgrößen

LF	H	HZ
F_{z1}	0.00	0.00
F_{zr}	5.50	0.00

Hauptträger

Q_H	15.00	0.00
M_H	20.00	0.00
M_{TH}	0.90	0.00

Eingabe in kN und kNm

(X)
(?)
(✓)



Der Schwalbenschwanzanschluß darf nur vertikal belastet werden.

Einzugeben ist die Lastkomponente F_z , jeweils für die Lastfälle H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, wird im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 eingetragen.



Weiterhin ist zu beachten, daß der Schwalbenschwanzanschluß nur durch positive Lasten belastet werden darf. Es sind also keine abhebenden Kräfte (z.B. Soglasten) zulässig.

Wenn an beiden Seiten des Hauptträgers ein Nebenträger angeschlossen ist, müssen auch für die zweite Balkenseite die entsprechenden Lastkomponenten eingegeben werden.

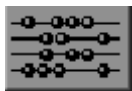
Für den Hauptträger müssen die Schnittgrößen Q_H (Querkraft) M_H (Biegemoment) und M_{TH} (Torsionsmoment) eingegeben werden.

Die eingegebenen Werte müssen den Anteil aus dem Nebenträger enthalten.

Kräfte und Momente sind in kN bzw. kNm einzugeben.

Aufgrund der exzentrischen Einleitung der Last des Nebenträgers erhält der Hauptträger ein zusätzliches Torsionsmoment. Dieses ist von der Tiefe der Ausfräsung des Schwalbenschwanzes abhängig. Es wird im Verlauf der Berechnung ermittelt und muß an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden.

Wenn keine Spannungsnachweise geführt werden sollen, sondern die Traglast für eine bestimmte Schwalbenschwanzgeometrie gesucht wird, muß für alle Lasten und Schnittgrößen der Wert "0.0" eingetragen werden. Das Programm führt dann die erforderlichen Nachweise für die vorgegebenen Schwalbenschwanzabmessungen und ermittelt unter Ansatz der zulässigen Spannungswerte die zulässige Belastung.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall	LF H	LF HZ
Querschnittswerte Nebenträger rechts, Brutto		
A = 320.00 cm ²	IYZ = 0.0 cm ⁴	A = 320.00 cm ²
SY = 800.0 cm ³	SZ = 640.0 cm ³	SY = 800.0 cm ³
IY = 10666.7 cm ⁴	IZ = 6826.7 cm ⁴	IY = 10666.7 cm ⁴
Querschnittswerte Nebenträger rechts, Netto		
A = 150.00 cm ²	IYZ = 0.0 cm ⁴	A = 150.00 cm ²
SY = 278.8 cm ³	SZ = 190.0 cm ³	SY = 278.8 cm ³
IY = 2775.0 cm ⁴	IZ = 1300.0 cm ⁴	IY = 2775.0 cm ⁴
Querschnittswerte Hauptträger, Brutto		
A = 600.00 cm ²	IYZ = 0.0 cm ⁴	A = 600.00 cm ²
SY = 2250.0 cm ³	SZ = 1500.0 cm ³	SY = 2250.0 cm ³
IY = 45000.0 cm ⁴	IZ = 20000.0 cm ⁴	IY = 45000.0 cm ⁴
WT = 2772.0 cm ³		WT = 2772.0 cm ³
Querschnittswerte Hauptträger, Netto		
A = 547.12 cm ²	IYZ = 3583.0 cm ⁴	A = 600.00 cm ²
SY = 2150.8 cm ³	SZ = 1476.7 cm ³	SY = 2250.0 cm ³
IY = 40746.1 cm ⁴	IZ = 16010.1 cm ⁴	IY = 45000.0 cm ⁴
WT = 1959.2 cm ³		WT = 2772.0 cm ³
Schubspannungen Nebenträger rechts, Netto		
$\tau_Q = 0.41 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\tau_Q = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau_Q = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
Schubspannungen Hauptträger (Brutto, Netto)		
$\tau_Q = 0.38 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\tau_Q = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau_Q = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
$\tau_Q = 0.40 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\tau_Q = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau_Q = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
Biegespannungen Hauptträger (Brutto, Netto)		
$\sigma_B = 6.67 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\sigma_B = 13.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_B = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
$\sigma_B = 7.36 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\sigma_B = 13.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_B = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
Torsionsspannungen Hauptträger (Brutto, Netto)		
$\tau_T = 0.49 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\tau_T = 1.00 \text{ MN/m}^2$	$\tau_T = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
$\tau_T = 0.69 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\tau_T = 1.00 \text{ MN/m}^2$	$\tau_T = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
Kraftkomponenten, rechter Nebenträger		
$F_n = 6.40 \text{ kN}$	$FR = 1.92 \text{ kN}$	$F_n = 0.00 \text{ kN}$
Pressung quer zur Faser, rechter Nebenträger		
$\sigma_{\perp} = 1.60 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\sigma_{\perp} = 1.60 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{\perp} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$
$\sigma_{\perp} = 0.00 \text{ MN/m}^2 \leq$	$zul\sigma_{\perp} = 2.00 \text{ MN/m}^2$	
$r_{NT} \quad erf_t = 3.5 \text{ cm}$		$erf_t = 0.0 \text{ cm}$
Die Versatzmomente $M_v = 0.45 \text{ kNm}$ (H) bzw. $M_v = 0.00 \text{ kNm}$ (HZ) sind als Torsionsmomente über den Hauptträger abzuleiten		
Alle Nachweise erfüllt		



Druckerausgabe

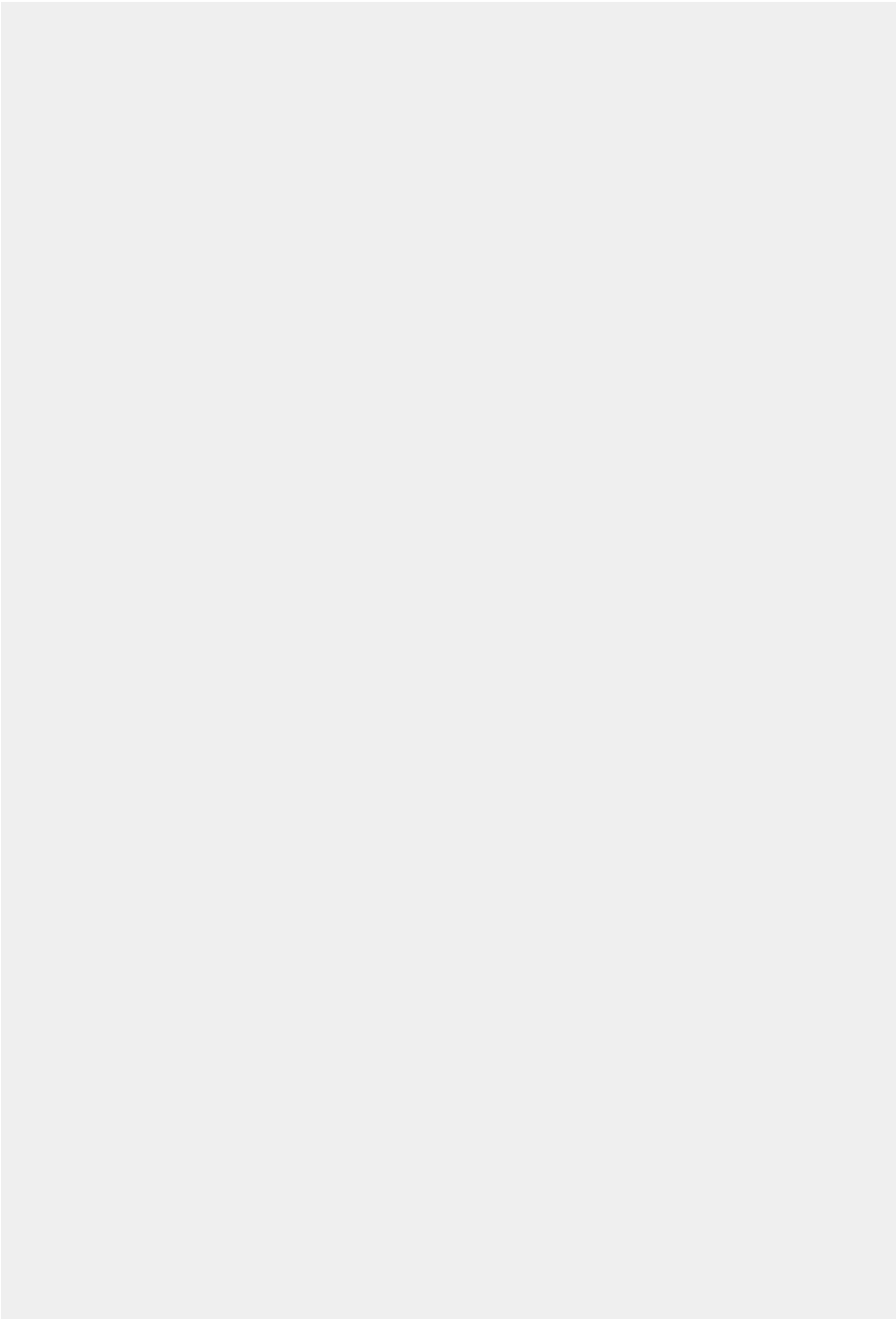


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

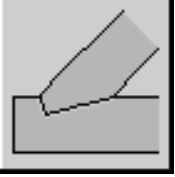
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

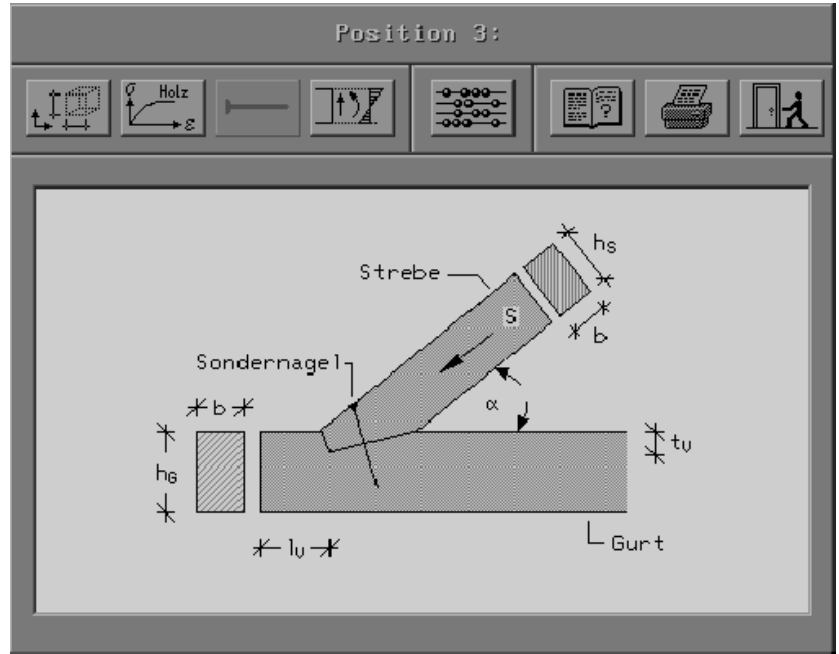


Stirnversatz



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Die Berechnungen erfolgen nach DIN 1052 T2, Abs. 12. Es muß nachgewiesen werden, daß die Spannungen in der Versatzfläche und im Vorholz im zulässigen Bereich liegen.

Die Vorholzlänge ist so zu wählen, daß die zulässige Scherspannung nicht überschritten wird. Die hierfür erforderliche Vorholzlänge errechnet sich für den Stirnversatz zu:

$$\text{erf } l_v = \frac{S \cos \alpha}{b \cdot \text{zul} \tau_a}$$

Es bedeuten:

S Strebenkraft

- α Neigungswinkel der Strebe
- b Breite von Gurt und Strebe
- τ_a zulässige Scherspannung gemäß DIN 1052 T1, Tab. 5

Für die Vorholzlänge darf maximal ein Wert von $8t_v$ in Rechnung gestellt werden. Sie sollte immer mindestens 20 cm betragen.

Die Pressung in der Versatzfläche wird über die Versatztiefe beeinflusst. Beim Stirnversatz errechnet sich die erforderliche Versatztiefe zu:

$$\text{erf } t_v = \frac{S \cos^2 \frac{\alpha}{2}}{b \text{ zul } \sigma_S}$$

Die zulässige Spannung $\text{zul } \sigma_S$ ist vom Kraft-Faserwinkel und damit von der Neigung der Strebe abhängig. Sie errechnet sich nach der Gleichung

$$\text{zul } \sigma_S = \text{zul } \sigma_{D\parallel} \left(\text{zul } \sigma_{D\parallel} - \text{zul } \sigma_{D\perp} \right) \sin \frac{\alpha}{2}$$

ermittelt werden.

Ein Versatz darf nur bis zu einer bestimmten maximalen Tiefe ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Strebenneigung gelten folgende Maximalwerte:

$$\alpha \leq 50^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{4}$$

$$50^\circ < \alpha < 60^\circ \quad t_v \leq h_G \left[\frac{2}{3} - \frac{\alpha}{120^\circ} \right]$$

$$\alpha \geq 60^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{6}$$

Die erforderliche Lagesicherung des Versatzes kann durch seitlich aufgenagelte Laschen, durch Bolzen oder durch Sondernägel zur Verbindung von Strebe und Gurt erfolgen. Diese Maßnahmen sind rein konstruktiv und erfordern keinen rechnerischen Nachweis.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

h_g cm

b cm

h_s cm

α °

l_v cm

t_v cm

Ausdruck

lang

✕
↔
?
✓

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in die grau unterlegten Felder eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt. Alle Abmessungen müssen in cm eingegeben werden.

Folgende Größen sind einzugeben:

- h_g Gurthöhe
- b Breite von Gurt und Strebe
- h_s Höhe der Strebe
- α Neigungswinkel der Strebe in °
- l_v Vorholzlänge
- t_v Versatztiefe



Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Stirnversatz" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Gurt und Strebe können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

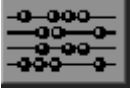
Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Strebenkraft S	15.00	19.30	kN

Einzugeben ist die in der Strebe wirkende Druckkraft S, jeweils für die Lastfälle H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß der Versatz nur Druckkräfte übertragen kann. Die Strebenkraft S muß als Absolutwert eingegeben werden.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall	LF H	LF HZ
Spannungen in der Versatzfläche		
$\sigma_D < = 2.33 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \sigma_D < = 6.82 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_D < = 3.00 \text{ MN/m}^2$
$\leq \text{zul } \sigma_D < = 8.52 \text{ MN/m}^2$		
Spannungen im Vorholz, Scherfläche		
$\tau_a = 0.27 \text{ MN/m}^2$	$\leq \text{zul } \tau_a = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau_a = 0.35 \text{ MN/m}^2$
$\leq \text{zul } \tau_a = 1.13 \text{ MN/m}^2$		
Versatztiefe		
erf tv = 1.7 cm	$\leq \text{vorh tv} = 5.0 \text{ cm}$	erf tv = 1.8 cm
$> \text{max tv} = 1.7 \text{ cm}$		
Achtung, die maximale Versatztiefe von 1.7 cm ist überschritten		
Vorholzlänge		
erf lv = 12.0 cm	$\leq \text{vorh lv} = 40.0 \text{ cm}$	erf lv = 12.4 cm
$\leq \text{vorh lv} = 40.0 \text{ cm}$		
Achtung, 2 Nachweise konnten nicht geführt werden!		



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

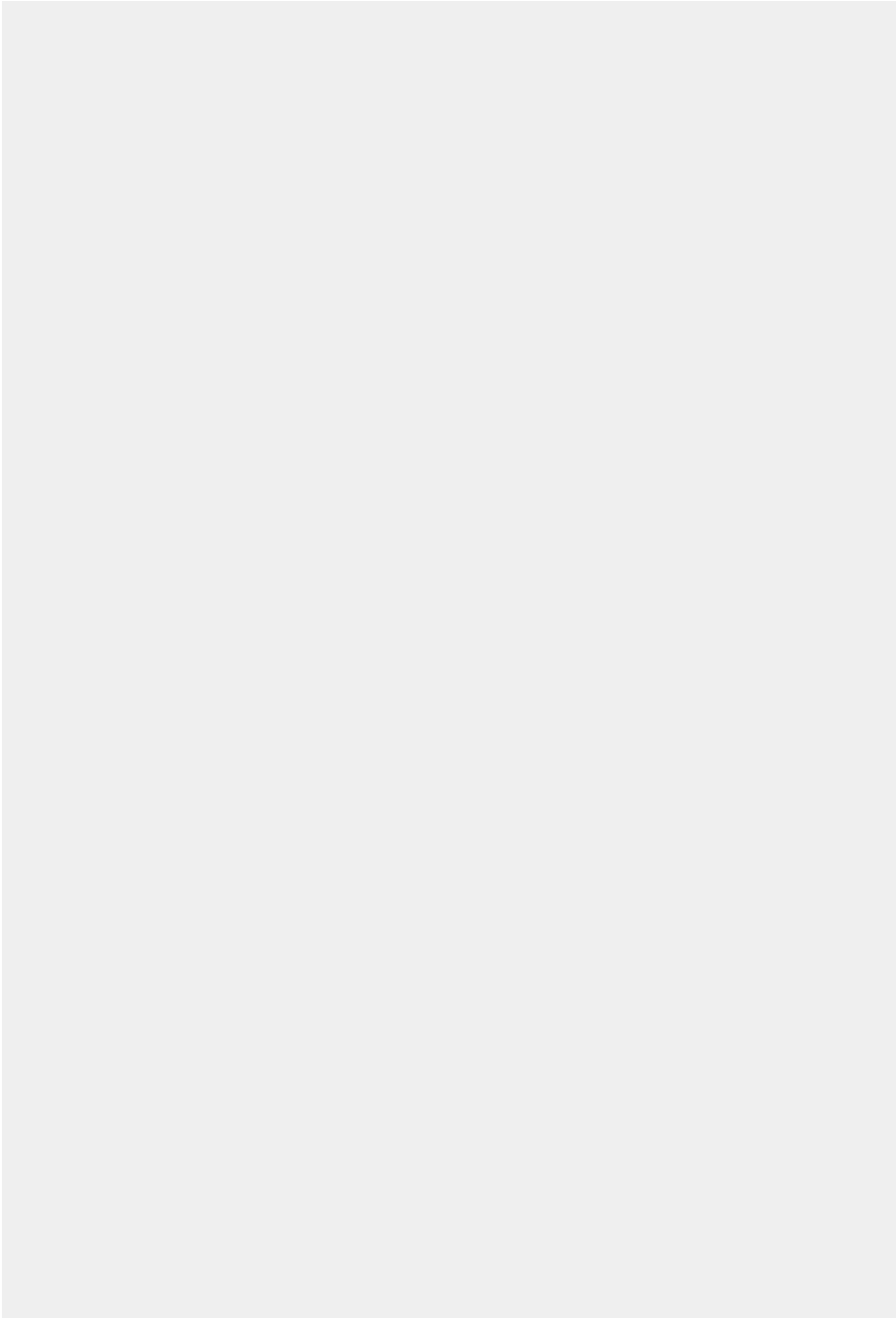


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

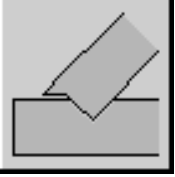


Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

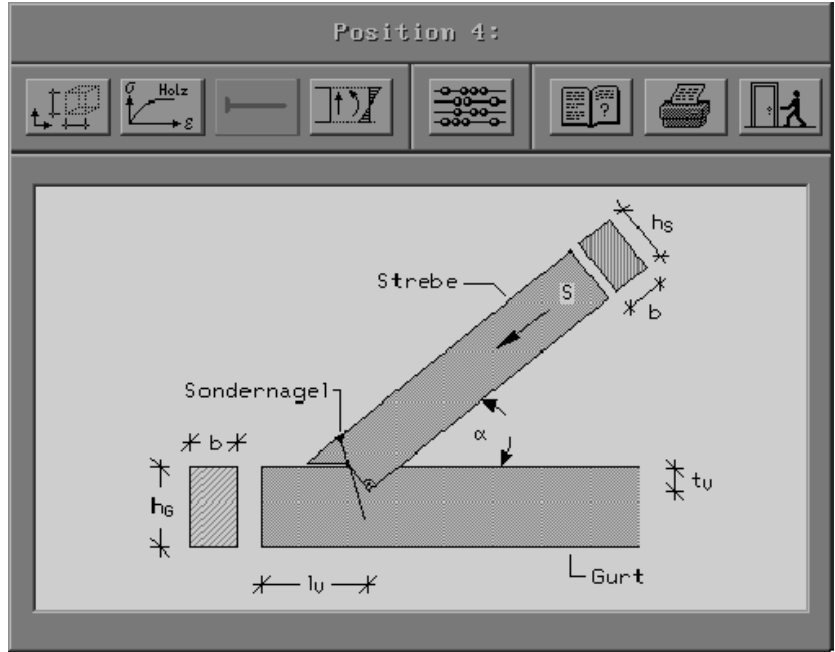


Fersenversatz



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Die Berechnungen erfolgen nach DIN 1052 T2, Abs. 12. Es muß nachgewiesen werden, daß die Spannungen in der Versatzfläche und im Vorholz im zulässigen Bereich liegen.

Die Vorholzlänge ist so zu wählen, daß die zulässige Scherspannung nicht überschritten wird. Die hierfür erforderliche Vorholzlänge errechnet sich für den Fersenversatz zu:

$$\text{erf } l_v = \frac{S \cos \alpha}{b \cdot \tau_{a, \text{zul}}}$$

Es bedeuten:

S Strebenkraft

- α Neigungswinkel der Strebe
- b Breite von Gurt und Strebe
- τ_a zulässige Scherspannung gemäß DIN 1052 T1, Tab. 5

Für die Vorholzlänge darf maximal ein Wert von $8t_v$ in Rechnung gestellt werden. Sie sollte immer mindestens 20 cm betragen.

Die Pressung in der Versatzfläche wird über die Versatztiefe beeinflusst. Beim Fersenversatz ergibt sich die Versatztiefe zu:

$$\text{erf } t_v = \frac{S \cos \alpha}{b \text{ zul } \sigma_F}$$

Die zulässige Spannung in der Versatzfläche kann nach folgender Gleichung ermittelt werden.

$$\text{zul } \sigma_F = \text{zul } \sigma_{D\parallel} \left(\text{zul } \sigma_{D\parallel} - \text{zul } \sigma_{D\perp} \right) \sin \alpha$$

Ein Versatz darf nur bis zu einer bestimmten maximalen Tiefe ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Strebenneigung gelten folgende Maximalwerte:

$$\alpha \leq 50^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{4}$$

$$50^\circ < \alpha < 60^\circ \quad t_v \leq h_G \left[\frac{2}{3} - \frac{\alpha}{120^\circ} \right]$$

$$\alpha \geq 60^\circ \quad t_v \leq \frac{h_G}{6}$$

Die erforderliche Lagesicherung des Versatzes kann durch seitlich aufgenagelte Laschen, durch Bolzen oder durch Sondernägeln zur Verbindung von Strebe und Gurt erfolgen. Diese Maßnahmen sind rein konstruktiv und erfordern keinen rechnerischen Nachweis.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

h_G cm

b cm

h_S cm

α °

l_V cm

t_V cm

Ausdruck

lang

✕
↔
?
✓

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Wenn in die grau unterlegten Felder eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt. Alle Abmessungen müssen in cm eingegeben werden.

Folgende Größen sind einzugeben:

- h_G Gurthöhe
- b Breite von Gurt und Strebe
- h_S Höhe der Strebe
- α Neigungswinkel der Strebe in °
- l_V Vorholzlänge
- t_V Versatztiefe

Durch Betätigung des Schalters Ausdruck kann der Programmierer festlegen, ob ein Kurzausdruck oder ein Langausdruck der Ergebnisdaten erzeugt werden soll.

Der Langausdruck umfaßt maximal eine Seite, der Kurzausdruck maximal eine halbe Seite.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Fersenversatz" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Gurt und Strebe können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen



Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Schnittgrößen

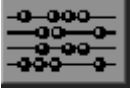
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Schnittgrößen aktiviert.

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Strebenkraft S	15.00	19.30	kN

Einzugeben ist die in der Strebe wirkende Druckkraft S, jeweils für die Lastfälle H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß der Versatz nur Druckkräfte übertragen kann. Die Strebenkraft S muß als Absolutwert eingegeben werden.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE
 ABC ABC ABC

Lastfall LF H

Spannungen in der Versatzfläche

$\sigma_D < = 2.17 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_D < = 5.25 \text{ MN/m}^2$

Spannungen im Vorholz Scherfläche $A_d = 480.00 \text{ cm}^2$

$\tau_a = 0.27 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau_a = 0.90 \text{ MN/m}^2$

Versatztiefe

erf $t_v = 2.1 \text{ cm} \leq \text{vorh } t_v = 5.0 \text{ cm}$

Vorholzlänge

erf $l_v = 12.0 \text{ cm} \leq \text{vorh } l_v = 40.0 \text{ cm}$

LF HZ

$\sigma_D < = 2.79 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \sigma_D < = 6.56 \text{ MN/m}^2$

$\tau_a = 0.35 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul } \tau_a = 1.13 \text{ MN/m}^2$

erf $t_v = 2.1 \text{ cm} \leq \text{vorh } t_v = 5.0 \text{ cm}$

erf $l_v = 12.4 \text{ cm} \leq \text{vorh } l_v = 40.0 \text{ cm}$

Alle Nachweise wurden erfüllt, maßgebend ist LF HZ!



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

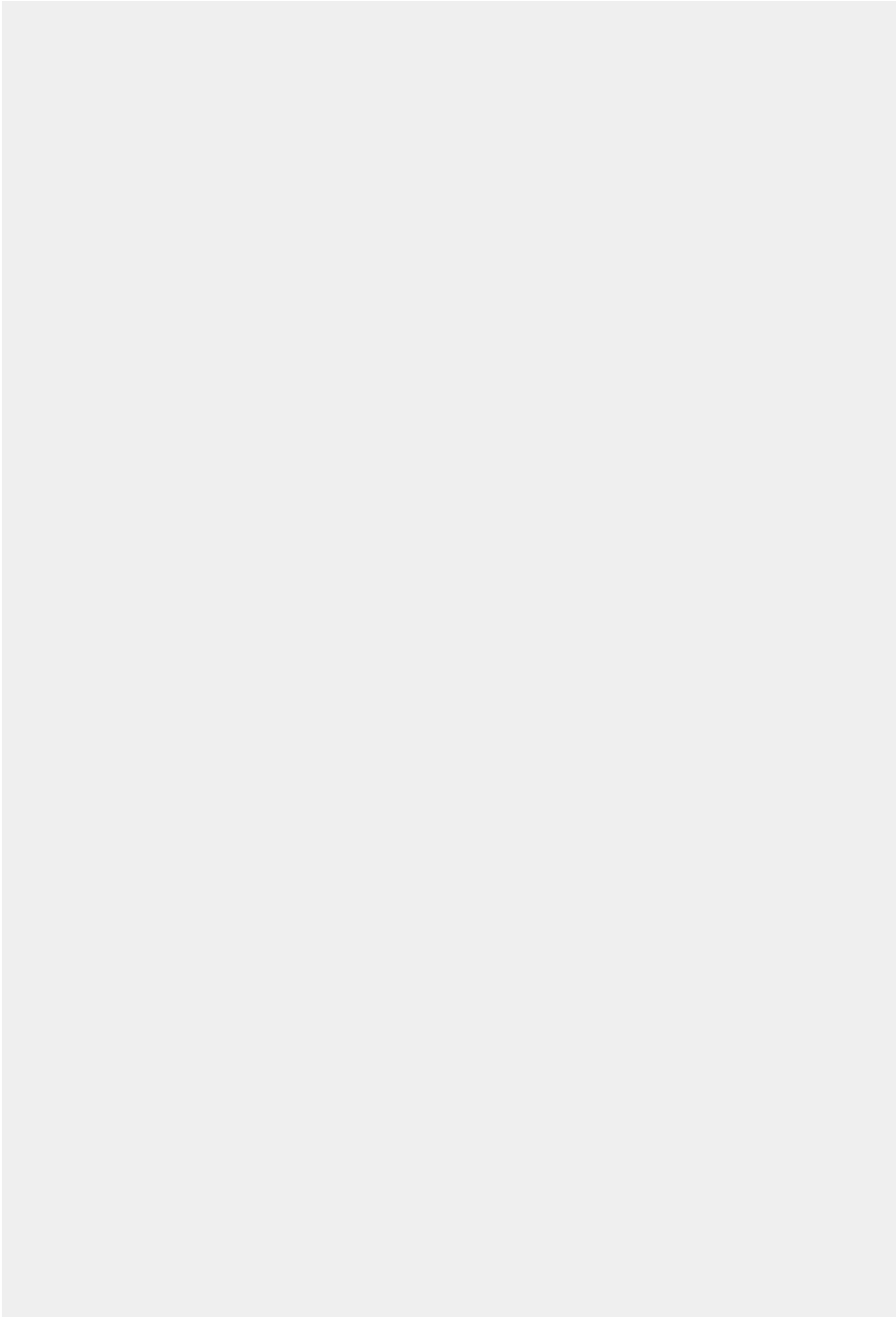


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

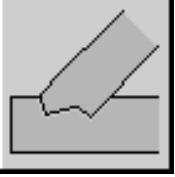


Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

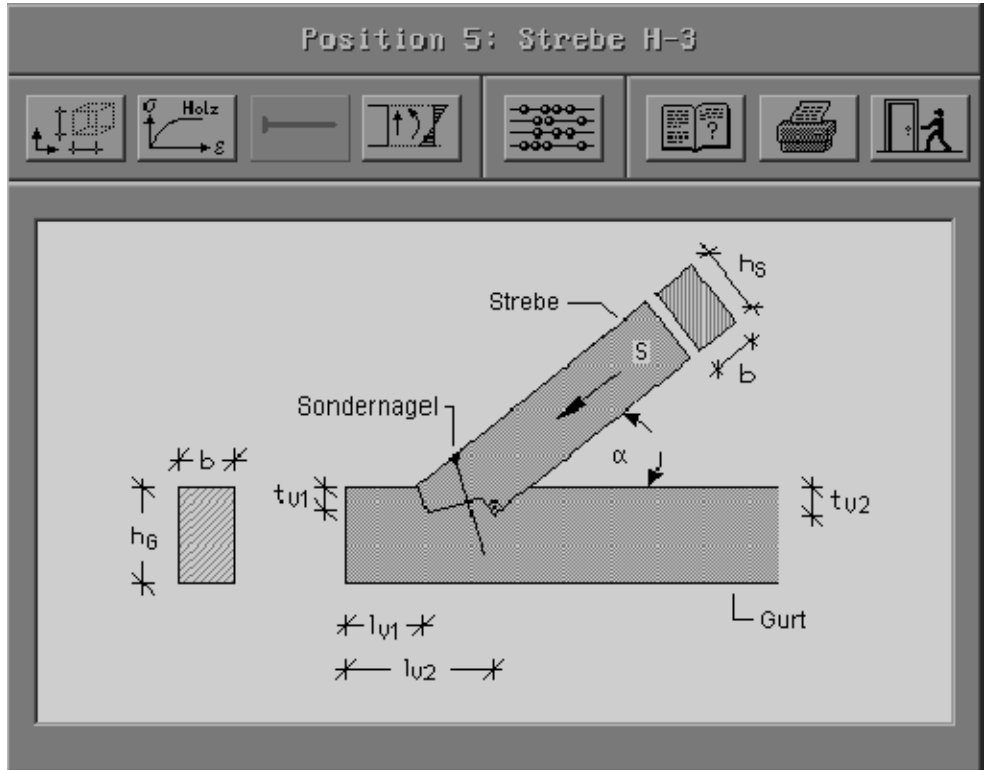
Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.



Doppelter Versatz



Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Der doppelte Versatz ist eine Kombination von Stirn- und Fersenversatz. Der wesentliche Vorteil des doppelten Versatzes gegenüber den einfachen Versätzen ist die erhöhte Tragfähigkeit. Um eine gleichmäßige Kraftübertragung sicherzustellen, ist jedoch eine besonders hohe Paßgenauigkeit der Kontaktflächen erforderlich. Dies kann durch die Erstellung der Versatzflächen auf CNC-Abbundmaschinen sichergestellt werden. Weiterhin sollte nur

trockenes Holz verwendet werden, um ein nachträgliches Schwinden und damit ein Klaffen der Kontaktfugen zu vermeiden.

DIN

Bei der Berechnung von Versätzen ist DIN 1052 T2, Abs. 12, zu beachten.

Für den doppelten Versatz muß nachgewiesen werden, daß die Spannungen in beiden Versatzflächen im zulässigen Bereich liegen.

Weiterhin sind die Vorholzlängen l_{v1} und l_{v2} so zu bemessen, daß die zulässige Scherspannung nicht überschritten wird. Es ist zu beachten, daß über die Vorholzlänge l_{v2} die gesamte Horizontalkomponente abgetragen werden muß. Die Vorholzlänge l_{v1} muß nur für die in der Stirnfläche auftretende Kraftkomponente bemessen werden.

Die erforderliche Vorholzlänge errechnet sich für einen Versatz allgemein zu:

$$\text{erfl}_v = \frac{S \cos \alpha}{b \cdot \text{zul} \tau_a}$$

Es bedeuten:

- | | |
|----------|--|
| S | Zu übertragende Kraft (Gesamtkraft oder Anteil S_1) |
| α | Neigungswinkel der Strebe |
| b | Breite von Gurt und Strebe |
| τ_a | zulässige Scherspannung gemäß DIN 1052 T1, Tab. 5 |

Da die Scherspannung nicht gleichmäßig über das Vorholz verteilt auftritt, darf für die Vorholzlänge maximal ein Wert von $8 t_v$ in Rechnung gestellt werden. Sie sollte mindestens 20 cm betragen.

Die Pressung in der Versatzfläche wird über die Versatztiefe beeinflusst. Beim Stirnversatz errechnet sich die erforderliche Versatztiefe zu:

$$\text{erf } t_v = \frac{S \cos^2 \frac{\alpha}{2}}{b \cdot \text{zul} \sigma_s}$$

Die zulässige Spannung $\text{zul}\sigma_S$ ist vom Kraft-Faserwinkel und damit von der Neigung der Strebe abhängig. Sie kann nach der Gleichung

$$\text{zul}\sigma_S = \text{zul}\sigma_{D\parallel} \left(\text{zul}\sigma_{D\parallel} - \text{zul}\sigma_{D\perp} \right) \sin \frac{\alpha}{2}$$

berechnet werden.

Beim Fersenversatz ergibt sich die Versatztiefe zu:

$$\text{erf } t_V = \frac{S \cos \alpha}{b \text{ zul}\sigma_F}$$

Die zulässige Spannung in der Versatzfläche kann hier nach der Gleichung

$$\text{zul}\sigma_F = \text{zul}\sigma_{D\parallel} \left(\text{zul}\sigma_{D\parallel} - \text{zul}\sigma_{D\perp} \right) \sin \alpha$$

ermittelt werden.

Beim doppelten Versatz können die Versatztiefen t_{V1} und t_{V2} nicht unabhängig voneinander betrachtet und festgelegt werden. Die Versatztiefe t_{V2} muß so gestaltet werden, daß sich die Scherflächen l_{V1} und l_{V2} nicht gegenseitig beeinflussen. Außerdem sollen die Kontaktflächen möglichst gleichmäßig ausgenutzt werden.

Im Programm wird dies durch Anwendung eines festen Verhältnisses für die Versatztiefen erreicht. Die Berechnungen werden mit

$$t_{V1} = 0.8 t_{V2}$$

durchgeführt.

Ein Versatz darf nur bis zu einer bestimmten maximalen Tiefe ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Strebenneigung und der Gurthöhe gelten folgende Maximalwerte:

$$\alpha \leq 50^\circ \quad t_V \leq \frac{h_G}{4}$$

$$50^\circ < \alpha < 60^\circ \quad t_V \leq h_G \left[\frac{2}{3} - \frac{\alpha}{120^\circ} \right]$$

$$\alpha \geq 60^\circ \qquad t_V \leq \frac{h_G}{6}$$

Die erforderliche Lagesicherung des Versatzes kann durch seitlich aufgenagelte Laschen, durch Bolzen oder durch Sondernägeln zur Verbindung von Strebe und Gurt erfolgen. Diese Maßnahmen sind rein konstruktiv und erfordern keinen rechnerischen Nachweis.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

h_G	<input type="text" value="20.00"/>	cm
b	<input type="text" value="12.00"/>	cm
h_S	<input type="text" value="16.00"/>	cm
α	<input type="text" value="30.00"/>	°
l_{V1}	<input type="text" value="0.00"/>	cm
t_{V1}	<input type="text" value="0.00"/>	cm
l_{V2}	<input type="text" value="0.00"/>	cm
t_{V2}	<input type="text" value="0.00"/>	cm

Die weiß unterlegten Eingabefelder sind aktiv und müssen mit zulässigen Zahlenwerten belegt werden. Alle grau unterlegten Felder sind auch aktiv, bieten aber noch eine zusätzliche Funktion. Wenn hier eine "0" eingetragen wird, berechnet das Programm den entsprechenden erforderlichen Wert; andernfalls wird der Nachweis für den eingetragenen Wert geführt. Alle Abmessungen müssen in cm eingegeben werden.

- h_G Gurthöhe
- b Breite von Gurt und Strebe
- h_S Höhe der Strebe
- α Neigungswinkel der Strebe in °
- t_{V1} Versatztiefe Stirnversatz
- l_{V1} Vorholzlänge Stirnbereich
- t_{V2} Versatztiefe Fersenversatz
- l_{V2} Vorholzlänge Fersenbereich

Bei der Eingabe der Vorholzlängen ist zu beachten, daß jeweils nur ein Wert frei gewählt werden kann. Der zweite Wert ergibt sich aufgrund der Versatztiefen. Wenn z.B. die Länge l_{v1} eingegeben wird, ist damit auch die Länge l_{v2} durch die Versatzgeometrie festgelegt. Das zugehörige Eingabefeld wird vom Programm deaktiviert.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Doppelter Versatz" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für Gurt und Strebe können unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Weiterhin kann der Programmbenutzer angeben, welcher Feuchtigkeit das bearbeitete Bauteil ausgesetzt ist.

Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.



Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen



Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Beschreibung der Lasten aktiviert.

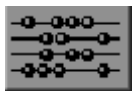
Schnittgrößen

Schnittgrößen			
Lastfall	H	HZ	
Strebenkraft S	15.00	19.30	kN
<div> X ? ✓ </div>			

Einzugeben ist die in der Strebe wirkende Druckkraft S, jeweils für die Lastfälle H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.



Es ist zu beachten, daß der Versatz nur Druckkräfte übertragen kann. Die Strebenkraft S muß als Absolutwert in kN eingegeben werden.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall

Spannungen in den Versatzflächen

$\sigma_{D1<} = 6.82 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\sigma_{D<} = 6.82 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{D2<} = 3.56 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\sigma_{D<} = 5.25 \text{ MN/m}^2$

Spannungen in Vorholz, Sicherflächen $A_{a1} = 72.94 \text{ cm}^2$ $A_{a2} = 148.57 \text{ cm}^2$

$\tau_{a1} = 0.90 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\tau_a = 0.90 \text{ MN/m}^2$

$\tau_{a2} = 0.31 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\tau_a = 0.90 \text{ MN/m}^2$

Versatztiefen

erf tv1 = 0.8 cm \leq max tv = 5.0 cm

erf tv2 = 1.5 cm \leq max tv = 5.0 cm

Vorholzlängen

erf lv1 = 5.9 cm \leq max lv1 = 6.7 cm

erf lv2 = 12.0 cm \leq max lv2 = 12.4 cm

Konstruktive Vorholzlängen

lv1 = 6.1 cm lv2 = 35.1 cm lv0 = 29.0 cm

LF HZ

$\sigma_{D1<} = 8.52 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\sigma_{D<} = 8.52 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{D2<} = 4.49 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\sigma_{D<} = 6.56 \text{ MN/m}^2$

$\tau_{a1} = 1.13 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\tau_a = 1.13 \text{ MN/m}^2$

$\tau_{a2} = 0.40 \text{ MN/m}^2$ \leq zul $\tau_a = 1.13 \text{ MN/m}^2$

erf tv1 = 0.9 cm \leq max tv = 5.0 cm

erf tv2 = 1.6 cm \leq max tv = 5.0 cm

erf lv1 = 6.1 cm \leq max lv1 = 6.9 cm

erf lv2 = 12.4 cm \leq max lv2 = 12.6 cm

Alle Nachweise wurden erfüllt; maßgebend ist LF HZ!



Druckerausgabe

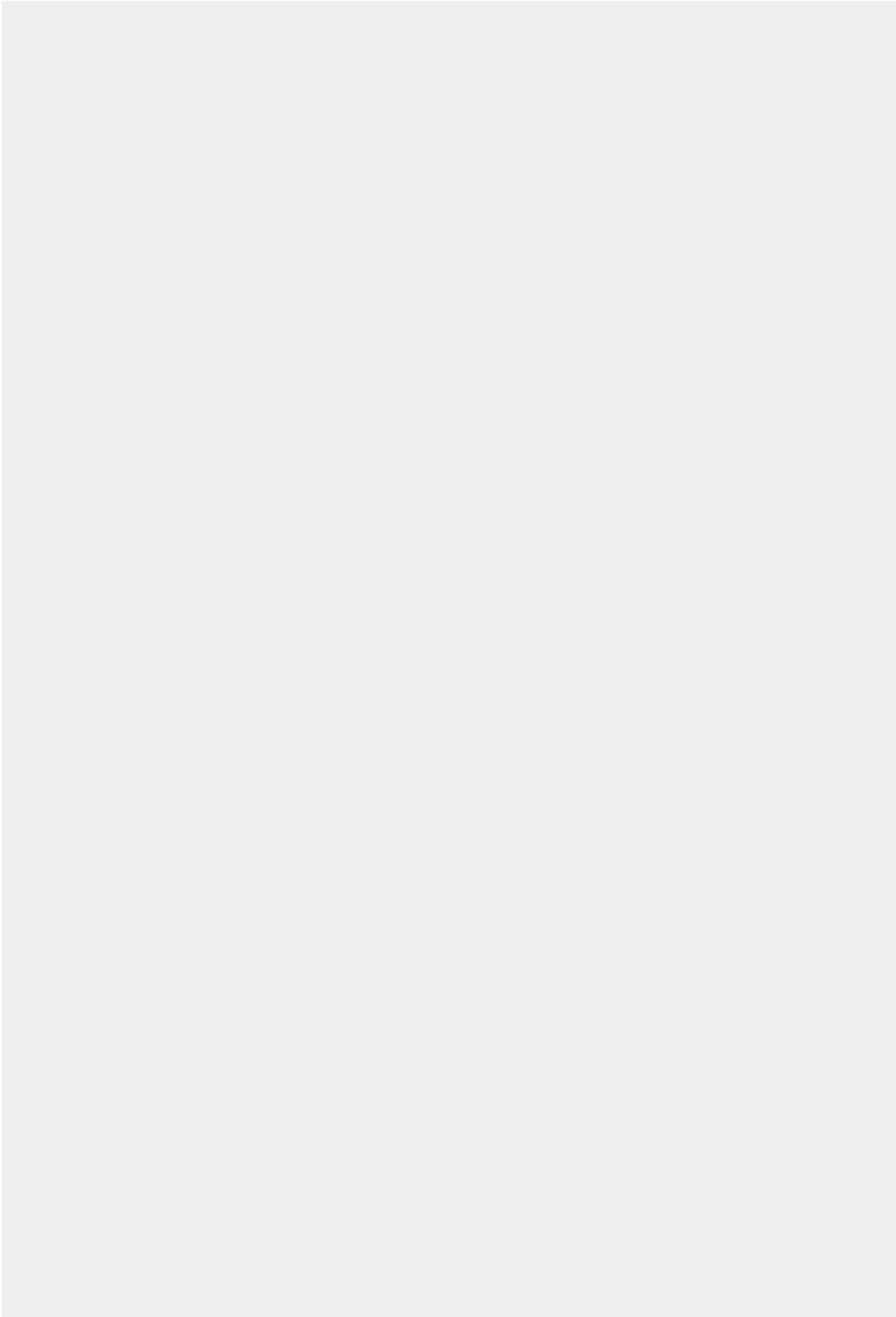


Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

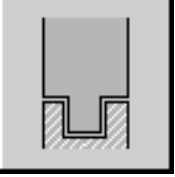
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

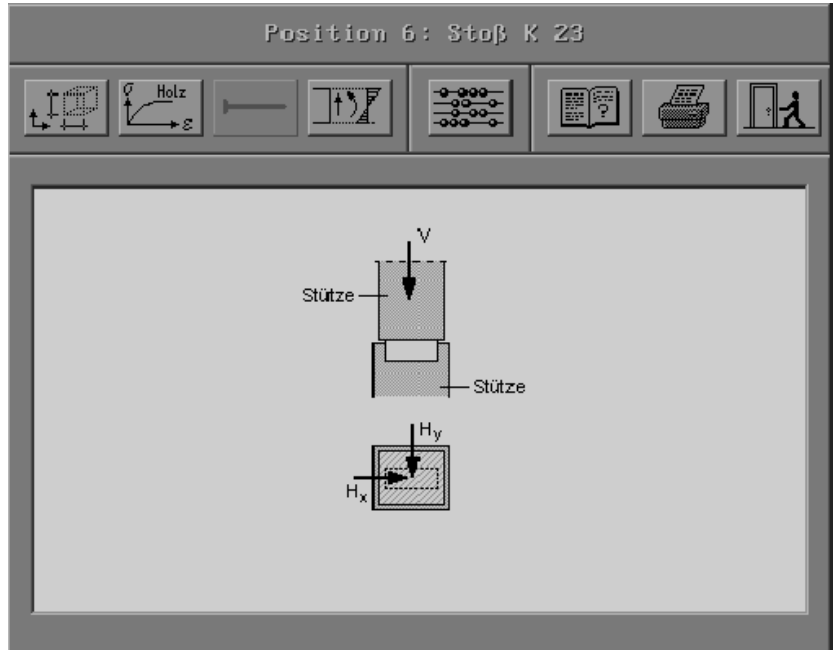


Kontaktstoß 1



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Bei Berechnung des Kontaktstoßes ist nachzuweisen, daß die zulässigen Druckspannungen in der Kontaktfläche Stütze/Stütze nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von dem gewählten Lastabtragungsmodell müssen die Spannungen im Randbereich, im Kernbereich oder in der Gesamtfläche nachgewiesen werden.

Wenn der Kontaktstoß Stütze/Balken vorliegt, muß die Pressung quer zur Faser im Balken untersucht werden. Dies hat ebenfalls unter Beachtung der Lastabtragung zu erfolgen. Analog ist beim Kontaktstoß Stütze/Platte zu verfahren.

Die Horizontallasten werden über die Zapfen in das benachbarte Bauteil abgetragen. Hier muß nachgewiesen werden, daß die zulässigen Pressungen quer zur Faser nicht überschritten werden.

Weiterhin ist nachzuweisen, daß die Querkzugspannungen im Randbereich der oberen Stütze nicht überschritten werden. Aufgrund der geringen Querkzugfestigkeit des Holzes ergeben sich bei diesem Nachweis nur sehr kleine zulässige Horizontallasten. Der für den Nachweis gewählte Versagensmechanismus liefert sicherlich eine zu kleine zulässige Horizontallast. Genauere Werte könnten aber nur durch Versuche ermittelt werden.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

h_o 14.00

b_o 10.00

h_u 18.00

b_u 14.00

h_i 4.00

b_i 6.00

l_z 5.00

Maße in cm

Stoß Stütze/Stütze

Diagram labels: b_o , h_o , h_u , b_u , h_i , b_i , l_z

Zu Beginn der Eingabe muß festgelegt werden, welcher Stoßtyp bearbeitet werden soll. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken in der entsprechenden Liste. Neben der Kombination Stütze/Stütze stehen die Kombinationen Stütze/Balken und Stütze/Platte zur Verfügung.

Folgende Größen sind in cm einzugeben:

- h_o Höhe obere Stütze
- b_o Breite obere Stütze
- h_u Höhe untere Stütze
- b_u Breite untere Stütze
- h_i Zapfenhöhe
- b_i Zapfenbreite
- l_z Zapfenlänge

Wenn die Kombinationen Stütze/Balken oder Stütze/Platte bearbeitet werden, ist eine Eingabe der Werte h_u bzw. h_u und b_u nicht erforderlich. Die zugehörigen Eingabefelder werden dann vom Programm deaktiviert.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Kontaktstoß 1" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Materialdaten

Für die einzelnen Bauteile Stütze, Balken und Platte können jeweils unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

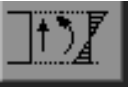


Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen



Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren $1/6$ bzw. $1/3$ vor.



Schnittgrößen

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

Belastung		
LF	H	HZ
V	3.00	4.40
H _x	0.40	0.50
H _y	0.20	0.30
Lastabtragung		
Randbereich		
Alle Kräfte in kN		

Einzugeben sind die Stützenlast V und die Horizontallasten H_x und H_y , jeweils für die Lastfälle H und HZ . Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.

Weiterhin muß in dieser Eingabemaske eingestellt werden, wie die Last V abgetragen werden soll.

Es stehen drei Lastmodelle zu Verfügung. Die Last kann entweder über den Randbereich, den Kernbereich (Zapfen) oder über die Gesamtfläche abgetragen werden.

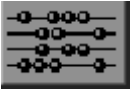
Die einzelnen Modelle setzen natürlich eine entsprechende Gestaltung des Fußbereiches voraus.

Wenn z.B. die Last über die Gesamtfläche abgetragen werden soll, muß der Fußbereich entsprechend paßgenau hergestellt werden damit der Rand und der Kernbereich voll aufliegen.



Es ist zu beachten, daß der Stoß nur Druckkräfte übertragen kann.

Die Last V muß als Absolutwert eingegeben werden. Die Lasten H_x und H_y werden ebenfalls als Absolutwerte eingegeben. Hier ist das Vorzeichen bzw. die Lastrichtung für den Nachweis nicht von Bedeutung. Zu den Horizontallasten muß noch angemerkt werden, daß nur geringe Kräfte übertragen werden können. Es können hier nur solche Kräfte angesetzt werden, die über Querkraft über die Randbereiche der Stütze abgetragen werden können.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall	LF H	LF HZ
Druckspannung	$\sigma_D = 0.26 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_D = 0.38 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Schubspannungen (x/y-Richtung)	$\tau = 0.03 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.01 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 0.03 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.02 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$
Pressung quer zur Faser (am Zapfen)		
$\sigma_{1x} = 0.20 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1x} = 2.00 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{1x} = 0.25 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1x} = 2.50 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{1y} = 0.07 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1y} = 2.00 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{1y} = 0.25 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1y} = 2.50 \text{ MN/m}^2$
Querzugspannungen		
$\sigma_{21x} = 0.06 \text{ MN/m}^2 > \text{zul}\sigma_{21x} = 0.05 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{21x} = 0.07 \text{ MN/m}^2 > \text{zul}\sigma_{21x} = 0.06 \text{ MN/m}^2$
$\sigma_{21y} = 0.05 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{21y} = 0.05 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{21y} = 0.08 \text{ MN/m}^2 > \text{zul}\sigma_{21y} = 0.06 \text{ MN/m}^2$
Zulässige Zapfenlast (Zapfen)		
$H_y = 0.20 \text{ kN} \leq \text{zul}F_z = 9.72 \text{ kN}$		$H_y = 0.30 \text{ kN} \leq \text{zul}F_z = 12.15 \text{ kN}$

3 Nachweise konnten nicht geführt werden



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

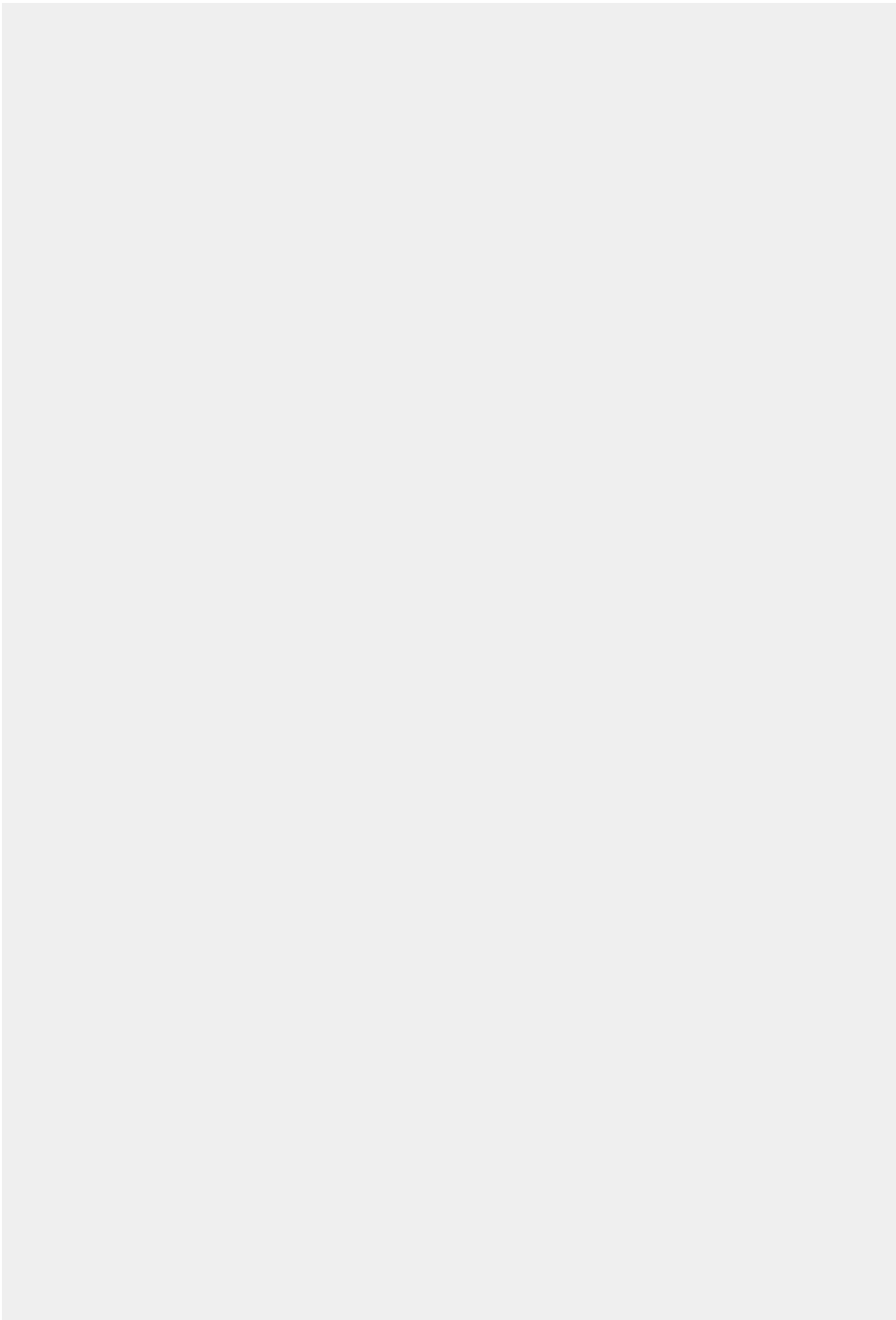
Druckerausgabe

Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

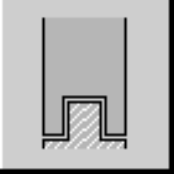


Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

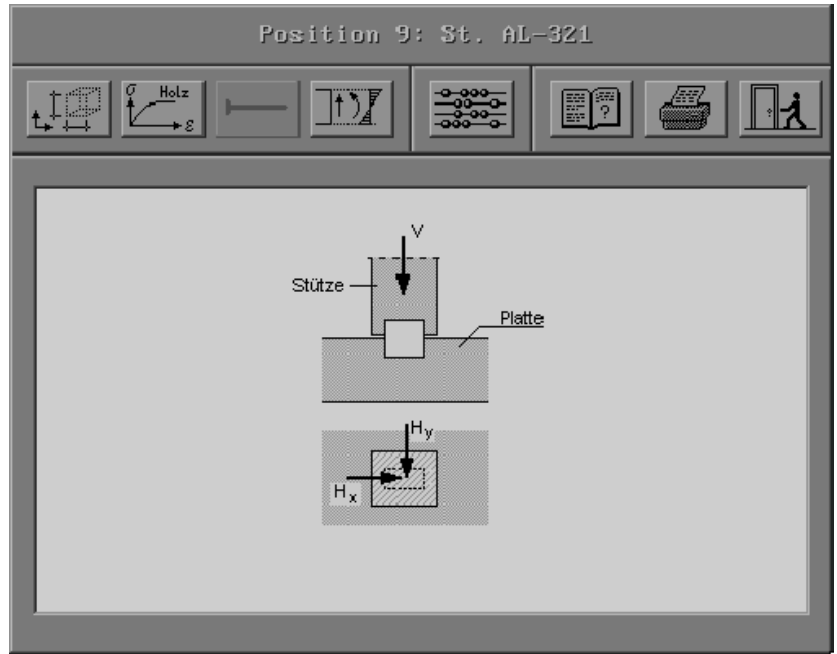


Kontaktstoß 2



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Bei der Berechnung des Kontaktstoßes ist nachzuweisen, daß die zulässigen Druckspannungen in der Kontaktfläche Stütze/Stütze nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von dem gewählten Lastabtragungsmodell müssen die Spannungen im Randbereich, im Kernbereich oder in der Gesamtfläche nachgewiesen werden.

Wenn der Kontaktstoß Stütze/Platte vorliegt, muß die Pressung quer zur Faser in der Platte untersucht werden. Dies hat ebenfalls unter Beachtung der Lastabtragung zu erfolgen.

Die Horizontallasten werden über die Zapfen in das benachbarte Bauteil abgetragen. Hier muß nachgewiesen werden, daß die zu-

lässigen Pressungen quer zur Faser dabei nicht überschritten werden.

Weiterhin ist nachzuweisen, daß die Querkzugspannungen im Randbereich der oberen Stütze nicht größer als zulässig werden. Aufgrund der geringen Querkzugfestigkeit des Holzes ergeben sich bei diesem Nachweis nur sehr kleine zulässige Horizontallasten. Der für den Nachweis gewählte Versagensmechanismus liefert sicherlich eine zu kleine zulässige Horizontallast. Genauere Werte könnten aber nur durch Versuche ermittelt werden.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

h_o 16.00

b_o 12.00

h_i 6.00

b_i 4.00

l_z 5.00

Maße in cm

Stoß Stütze/Platte

Diagram labels: b_o , l_z , h_i , b_i , h_o

Zu Beginn der Eingabe muß festgelegt werden, welcher Stoßtyp bearbeitet werden soll. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken in der entsprechenden Liste.

Neben der Kombination Stütze/Stütze steht die Kombination Stütze/Platte zur Verfügung.

Folgende Größen sind in cm einzugeben:

- h_o Höhe obere Stütze
- b_o Breite obere Stütze
- h_u Höhe untere Stütze
- b_u Breite untere Stütze
- h_i Zapfenhöhe
- b_i Zapfenbreite
- l_z Zapfenlänge

Wenn die Kombination Stütze/Platte bearbeitet wird, werden die Eingabewerte h_u und b_u nicht benötigt. Die zugehörigen Eingabefelder werden dann vom Programm deaktiviert.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Kontaktstoß 2" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für die einzelnen Bauteile Stütze und Platte können jeweils unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

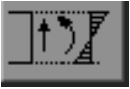


Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile
- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen



Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren $1/6$ bzw. $1/3$ vor.



Schnittgrößen

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

Belastung

LF	H	HZ
V	3.00	4.40
H_x	0.20	0.30
H_y	0.25	0.30

Lastabtragung

☐ ☒ ☐

Randbereich

☐ ☒ ☐

Alle Kräfte in kN

✕
?
✓

Einzugeben sind die Stützenlast V und die Horizontallasten H_x und H_y , jeweils für die Lastfälle H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.

Weiterhin muß in dieser Eingabemaske eingestellt werden, wie die Last V abgetragen werden soll.

Es stehen drei Lastmodelle zu Verfügung. Die Last kann entweder über den Randbereich, den Kernbereich (Zapfen) oder über die Gesamtfläche abgetragen werden.

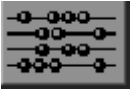
Die einzelnen Modelle setzen natürlich eine entsprechende Gestaltung des Fußbereiches voraus.

Wenn z.B. die Last über die Gesamtfläche abgetragen werden soll, muß der Fußbereich entsprechend paßgenau erstellt werden, damit der Rand und der Kernbereich voll aufliegen.



Es ist zu beachten, daß der Stoß nur Druckkräfte übertragen kann.

Die Last V muß als Absolutwert eingegeben werden. Die Lasten H_x und H_y werden ebenfalls als Absolutwerte eingegeben. Hier ist das Vorzeichen bzw. die Lastrichtung für den Nachweis nicht von Bedeutung. Zu den Horizontallasten muß noch angemerkt werden, daß nur geringe Kräfte übertragen werden können. Es können hier nur solche Kräfte angesetzt werden, die über Querkraft über die Randbereiche der Stütze abgetragen werden können.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
 nach

SCHRIFTGRÖSSE
 ABC ABC ABC

Lastfall LF H	LF HZ
Druckspannung $\sigma_D = 0.18 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 11.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_D = 0.26 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Schubspannungen (x/y-Richtung) $\tau = 0.01 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.02 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$	$\tau = 0.02 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$ $\tau = 0.02 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$
Pressung quer zur Faser (unter der Stütze) $\sigma_1 = 0.18 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_1 = 2.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_1 = 0.26 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_1 = 2.50 \text{ MN/m}^2$
Pressung quer zur Faser (am Zapfen) $\sigma_{1x} = 0.07 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1x} = 2.00 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{1y} = 0.13 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1y} = 2.00 \text{ MN/m}^2$	$\sigma_{1x} = 0.10 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1x} = 2.50 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{1y} = 0.10 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{1y} = 2.50 \text{ MN/m}^2$
Alle Nachweise erfüllt	



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

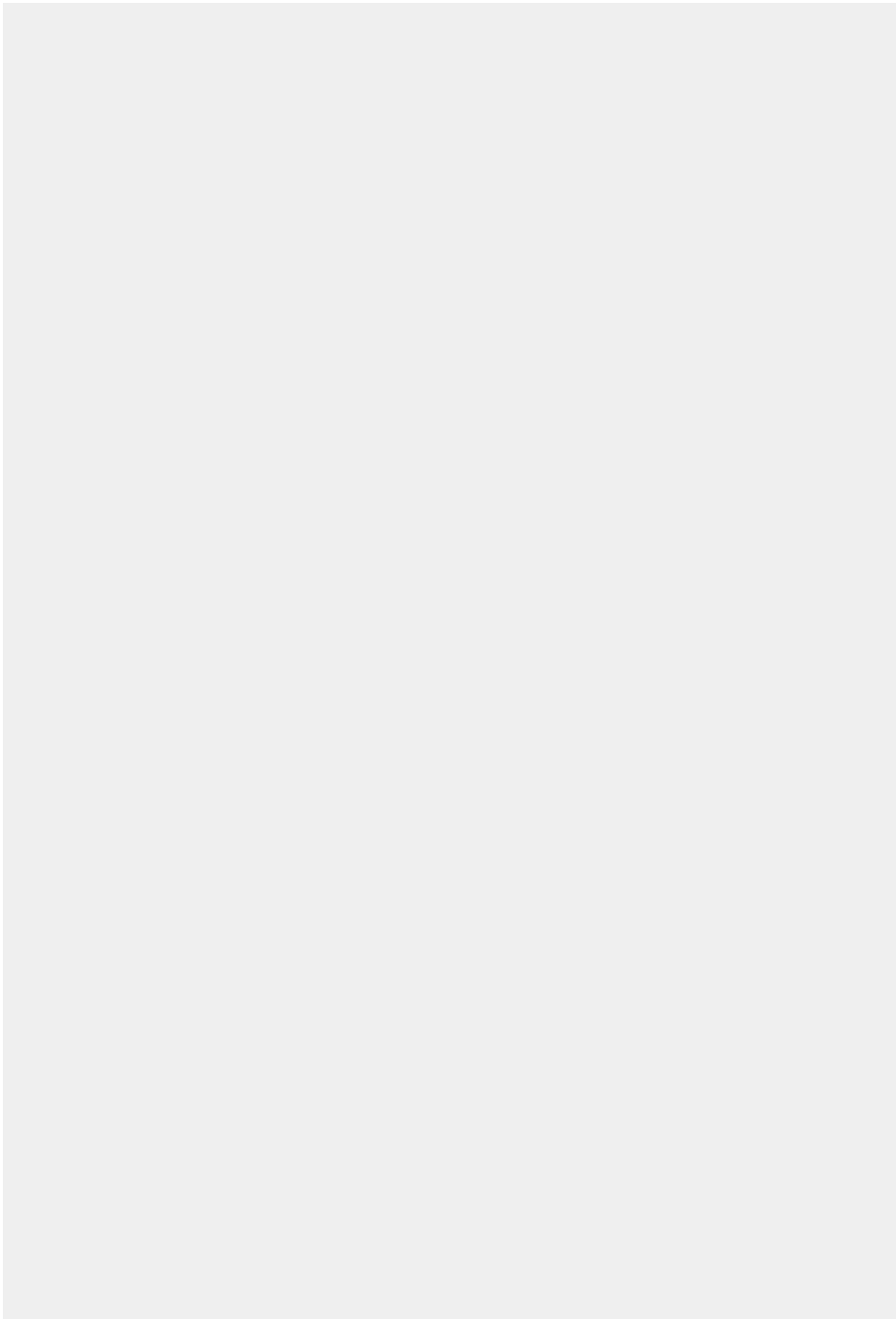
Druckerausgabe

Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

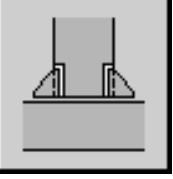


Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

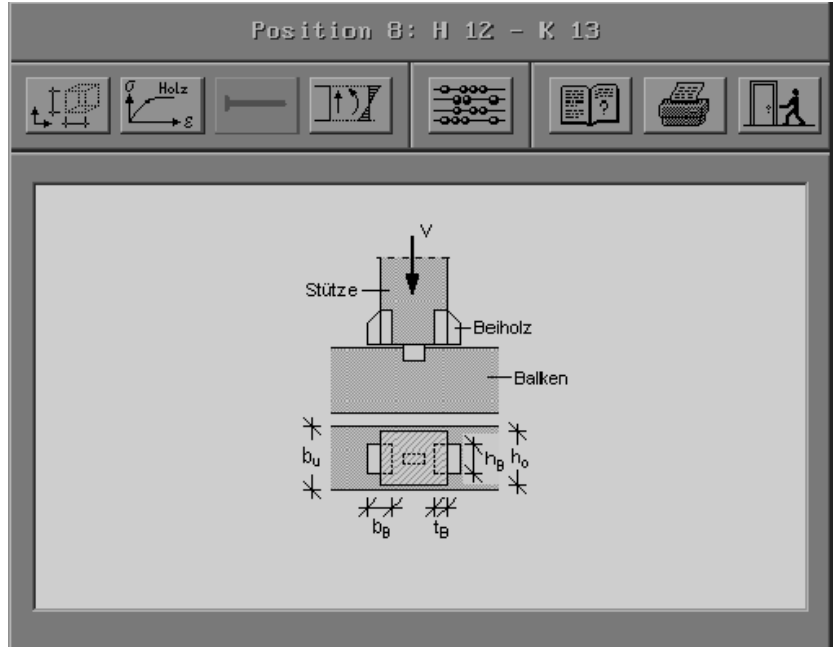


Kontaktstoß mit Beihölzern



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung

Bei der Berechnung des Kontaktstoßes ist nachzuweisen, daß die zulässigen Pressungen quer zur Faser zwischen der Stütze und der Unterlage nicht überschritten werden. Wenn die Pressungen zu groß sind, muß eine Verteilung der Last auf eine größere Aufstandsfläche vorgenommen werden. Dies erfolgt durch Anordnung von Beihölzern, die mit einer Schwalbenschwanzverbindung an den Stützenfuß angeschlossen werden.

Der auf die Beihölzer entfallende Lastanteil wird dabei über die Kontaktfläche zwischen der Stütze und den Beihölzern übertragen. Diese Kontaktfläche mit den Abmessungen $t_B \cdot h_B$ ist so zu di-

mensionieren, daß die zulässigen Druckspannungen nicht überschritten werden.

Die Lastverteilung zwischen Stütze und Beihölzern kann mit Hilfe des Faktors f_A (siehe auch Lasteingabe) gesteuert werden. Dieser Faktor kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen.

Bei Eingabe von $f_A = 0.0$ erfolgt die Berechnung wie bei einer Stütze ohne Beihölzer und bei $f_A = 1.0$ wird die Stützenlast entsprechend den Querschnittsflächen von Stützenfuß und Beihölzern anteilig verteilt. Durch diese Maßnahme kann eine gewisse Nachgiebigkeit zwischen den Beihölzern und der Stütze simuliert werden.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

h_o	10.00	Stoß Stütze/Balken
b_o	14.00	
h_z	5.00	
b_z	3.00	
h_u	6.00	
b_u	10.00	
h_b	5.00	
b_b	5.00	
t_b	2.50	
Alle Maße in cm		

X ↔ ? ✓

Zu Beginn der Eingabe wird festgelegt, welcher Stoßtyp bearbeitet werden soll. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken in der entsprechenden Liste. Neben der Kombination Stütze/Schwelle stehen die Kombinationen Stütze/Balken und Stütze/Platte zur Verfügung.

Folgende Größen sind in cm einzugeben:

- h_o Querschnittshöhe obere Stütze
- b_o Querschnittsbreite obere Stütze
- h_z Zapfenhöhe
- b_z Zapfenbreite
- h_u Schwellenhöhe
- b_u Schwellenbreite

l_u	Schwellenlänge
h_B	Querschnittshöhe Beiholz
b_B	Querschnittsbreite Beiholz
t_B	Tiefe des Einschnitts für Beiholz

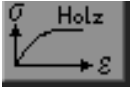
Wenn die Kombinationen Stütze/Balken oder Stütze/Platte bearbeitet werden, ist eine Eingabe der Werte l_u bzw. l_u und b_u nicht erforderlich. Die zugehörigen Eingabefelder werden dann vom Programm deaktiviert.

Die Beihölzer werden mit Hilfe einer Schwalbenschwanzverbindung in den Fuß der Stütze eingebunden. Eine Nagelung oder Verdübelung ist also nicht erforderlich. Die Lastabtragung erfolgt über die Kontaktfläche zwischen Stütze und Beihölzern ($t_B \cdot h_B$).

Die Anordnung des Zapfens dient nur der Lagesicherung; eine Übertragung von Horizontallasten ist nicht vorgesehen.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position einer Berechnung "Kontaktstoß mit Beihölzern" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eingabemenü zur Festlegung der Holzart bzw. der Sortierklasse aktiviert.

Materialdaten

Für die einzelnen Bauteile Stütze und Platte können jeweils unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste.

Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

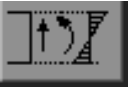
Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte $> 18\%$
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN

Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren $1/6$ bzw. $1/3$ vor.



Schnittgrößen

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

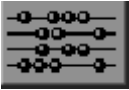
Eingzugeben ist die Stützenlast V , jeweils für die Lastfälle H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.

Weiterhin ist einzustellen, wie die Beihölzer an der Lastabtragung beteiligt werden sollen. Hierbei wird zwischen voller Lastabtragung und abgeminderter Lastabtragung unterschieden. Der Abminderungsfaktor f_A kann Werte zwischen 0.0 und 1.0 annehmen. Bei Eingabe von $f_A = 0.0$ erfolgt die Berechnung also wie bei einer Stütze ohne Beihölzer und bei $f_A = 1.0$ wird die Stützenlast entsprechend den Querschnittsflächen von Stützenfuß und Beihölzern verteilt.



Es ist zu beachten, daß der Stoß nur Druckkräfte übertragen kann.

Die Last V muß als Absolutwert in kN eingegeben werden.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

SCHRIFTGRÖSSE

Lastfall LF H

Druckspannung (Stütze/Beihölzer/übertragungsbereich)

$\sigma_D = 0.87 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 11.00 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_D = 0.67 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 11.00 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{Dü} = 1.33 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 11.00 \text{ MN/m}^2$

Pressung quer zur Faser (Stütze/Beihölzer)

$\sigma_L = 0.67 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_L = 1.60 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_L = 0.67 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_L = 1.60 \text{ MN/m}^2$

LF HZ

$\sigma_D = 0.87 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 13.75 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_D = 0.67 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 13.75 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{Dü} = 1.33 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_D = 13.75 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_L = 0.67 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_L = 2.00 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_L = 0.67 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_L = 2.00 \text{ MN/m}^2$

Alle Nachweise wurden erfüllt!



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

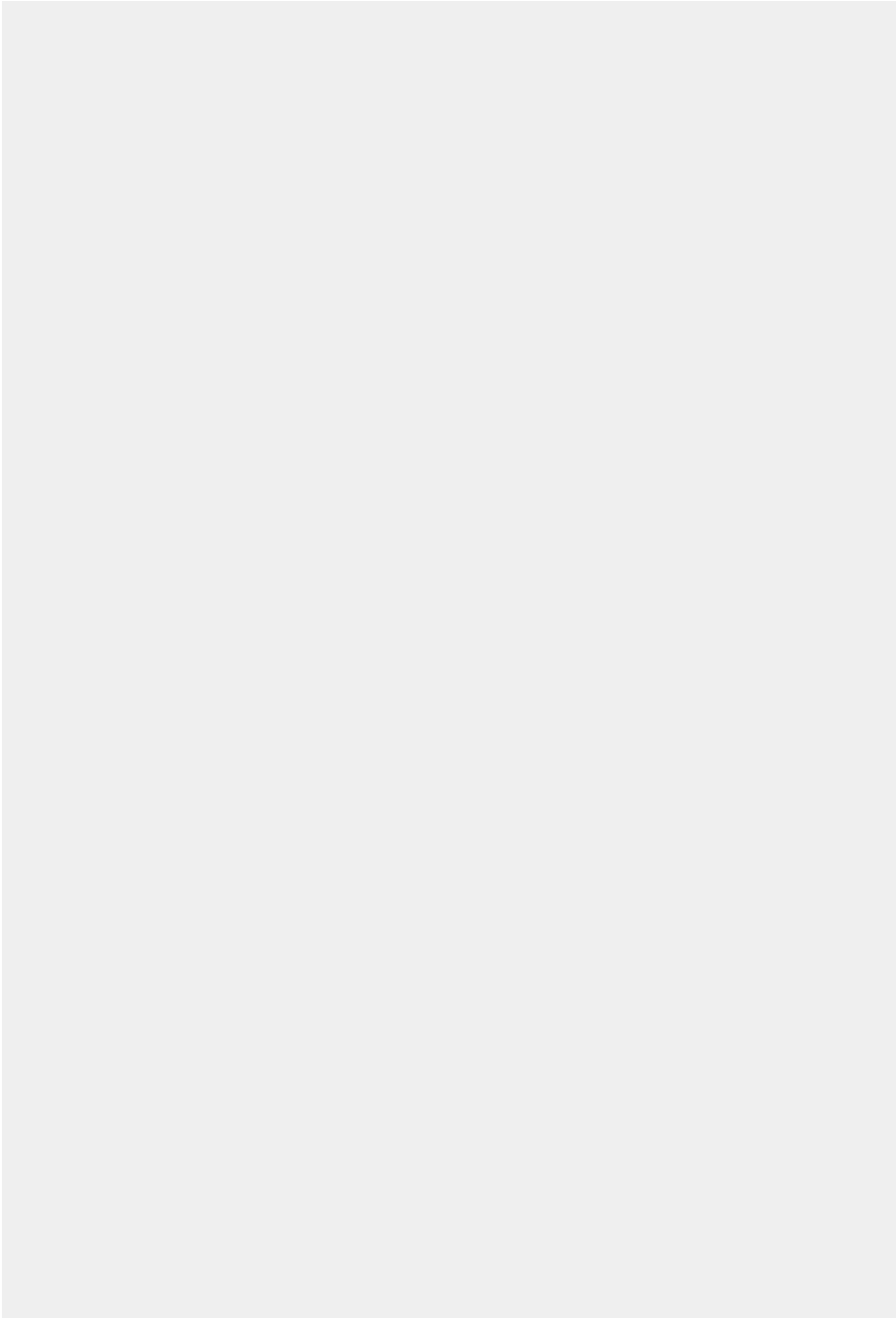
Druckerausgabe



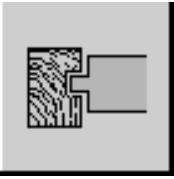
Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).

Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.

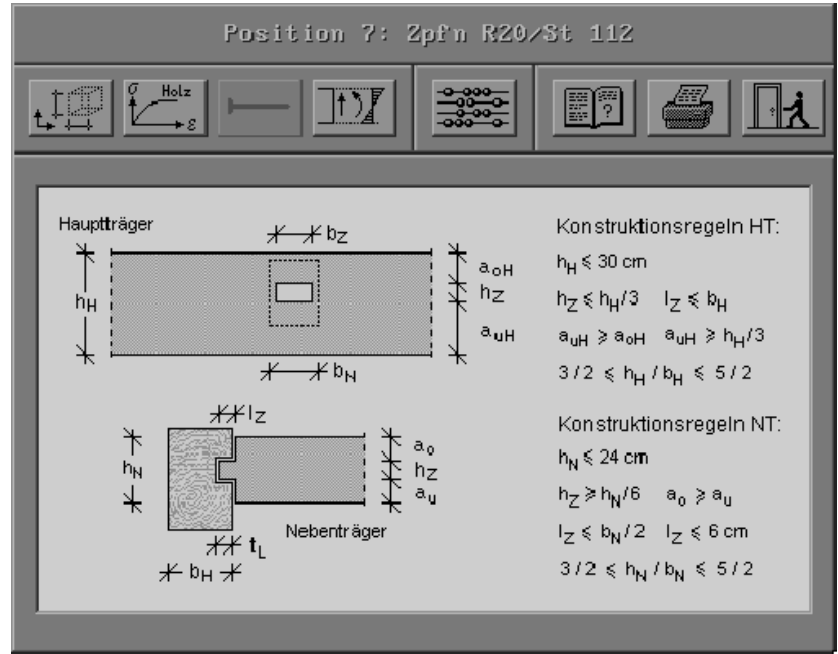


Zapfen



Prinzipskizze

Die Steuerbuttons im Kopfbereich des Haupteigenschaftsblattes aktivieren die Eingabeblätter für Geometrie, Materialdaten und Schnittgrößen. Ferner erfolgt über sie die Berechnung, die Ansteuerung der Online-Hilfe und der Druckausgabe sowie die Beendigung der Dateneingabe.



Berechnung



Bei der Anwendung des Programms ist zu beachten, daß die Berechnungsgrundlagen teilweise von den Vorgaben der DIN 1052 abweichen bzw. dort nicht geregelt sind. In der Norm ist nur der Nachweis der Tragfähigkeit für einen mittigen Zapfen geregelt. Er kann analog zum Nachweis beim beidseitig ausgeklinkten Trägerende geführt werden.

Berechnungsgrundlage für den Nachweis von nichtmittigen Zapfen und für Zapfenlöcher sind die Ausführungen in "Holzbau-Praxis, Hinweise für die Ausführung nach DIN 1052", Bund Deutscher Zimmermeister, Bruderverlag Karlsruhe, 1991.

Das hier gezeigte Rechenverfahren gilt nur für die Sortierklassen S10 und S13. Um das Verfahren auch für andere Holzgüten anwenden zu können, wird in den Gleichungen zum Nachweis der zulässigen Zapfenkraft für die zulässige Schubspannung τ_Q immer der Wert für S10/S13 angesetzt.



Wegen der fehlenden Normung ist die Anwendung der Zapfenverbindung im Einzelfall mit der Bauaufsichtsbehörde und dem Bauherrn abzustimmen.

Die für einen Zapfen zulässige Querkraft kann mit der Gleichung

$$F_{Q, zul} = \frac{2}{3} b h_Z k_v F_{Q, zul}$$

berechnet werden.

In dieser Gleichung bedeuten:

b Trägerbreite

h_Z Zapfenhöhe

$F_{Q, zul}$ zulässige Schubspannung nach DIN 1052 T1, Tab. 5

Der Faktor k_v wird mit der Gleichung

$$k_v = k_z k_A k_u$$

berechnet.

Die in dieser Gleichung benutzten Größen k_z und k_u können mit folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$k_z = 1 + 2 \left[\frac{a_o}{a_u} \right]^2$$

$$k_u = 1 + \frac{a_u}{h} \quad k_u \leq \frac{4}{3}$$

Der Abminderungsfaktor k_A errechnet sich nach der Gleichung

$$k_A = 1 - 2.8 \frac{a}{h}$$

Es ist zu beachten, daß der Abminderungsfaktor k_A immer mit mindestens 0.3 angesetzt wird.

Die Bedeutung der in den vorstehenden Gleichungen benutzten Variablen kann der Prinzipskizze zur Geometrieingabe bzw. der Gesamtskizze entnommen werden. Hier sind auch die einzuhalten-
 Konstruktionsregeln den Konstruktionsregeln für den Haupt- und Nebenträger aufgeführt.

Bei der Untersuchung des Hauptträgers muß die Querschnittsschwächung durch das Zapfenloch berücksichtigt werden. Die Netto-Querschnittswerte müssen ermittelt und damit die Biege- und Schubspannungen nachgewiesen werden.

Für die Nachweise werden jeweils die betragsmäßig größten Momente und Querkräfte am linken bzw. rechten Rand des Zapfenloches angesetzt.

Weiterhin muß die Tragfähigkeit des Zapfenloches unter Berücksichtigung seiner Höhenlage im Hauptträger untersucht werden. Die zulässige Belastung eines Zapfenloches kann mit der Gleichung

$$\text{zul } F_L = \frac{4}{3} b a_u k_{ZL} \text{ zul } \tau_Q$$

abgeschätzt werden. Der hierbei angewandte Beiwert k_{ZL} kann mit der Gleichung

$$k_{ZL} = k_L \left[1 - \left(\frac{a_u}{a_o} \right)^3 k_\tau \right] \geq 0$$

berechnet werden.

Der in dieser Formel benutzte Beiwert k_L kann in Abhängigkeit von der Tiefe des Zapfenloches die Werte 0.5 oder 0.6 annehmen.

$$k_L = 0.6 \quad \text{für} \quad t_L \leq \frac{2}{3} b$$

$$k_L = 0.5 \quad \text{für} \quad t_L > \frac{2}{3} b$$

Der Faktor k_τ schließlich kann nach der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$k_{\tau} = \left[\frac{\tau_0}{\text{zul}\tau_Q k_L} \right] - 1 \geq 0$$

Die in dieser Gleichung benutzte Größe τ_0 ist keine tatsächlich auftretende Schubspannung, sondern nur ein Rechenwert. Er wird nach der Gleichung

$$\tau_0 = 1.5 \frac{Q_0}{b a_u}$$

berechnet.

Die für die Berechnung von τ_0 benutzte Größe Q_0 ist die betragsmäßig größte Querkraft am rechten bzw. linken Rand des Zapfenloches.

Konstruktionsregeln Die weiterhin in den obigen Formeln benutzten Größen und die einzuhaltenden Konstruktionsregeln können der Prinzipskizze in der Eingabemaske des Programms entnommen werden.

Weiterhin muß für eine Zapfenverbindung der Nachweis der Pressung quer zur Faser geführt werden. Dieser Nachweis kann mit der Gleichung

$$\text{zul } F_Z \leq 0.8 b_Z l_Z \text{ zul } \sigma_{D\perp}$$

geführt werden. Wenn Haupt- und Nebenträger unterschiedliche Holzgüten aufweisen, ist der Nachweis für den Träger mit der kleinsten zulässigen Spannung zu führen.



Geometrie

Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Geometrieeingabe aufgeblättert.

Geometriedaten

Nebenträger		Hauptträger	
h_N	14.00	h_H	20.00
b_N	10.00	b_H	16.00
a_o	4.00	a_{oH}	0.00
a_u	4.00	a_{uH}	6.00
h_z	6.00	t_L	5.00
b_z	10.00	Alle Maße in cm	
l_z	5.00		

Hauptträger

Nebenträger



Bei der Anwendung des Programms ist zu beachten, daß die Berechnungen teilweise von den Vorgaben der DIN 1052 abweichen bzw. dort nicht geregelt sind.

Berechnungsgrundlage sind die Ausführungen in "Holzbau-Praxis, Hinweise für die Ausführung nach DIN 1052", Bund Deutscher Zimmermeister, Bruderverlag Karlsruhe, 1991.



Wegen der fehlenden Normung ist die Anwendung der Zapfenverbindung im Einzelfall mit der Bauaufsichtsbehörde und dem Bauherrn abzustimmen.

Folgende Größen sind in cm einzugeben:

- h_N Höhe des Nebenträgers
- h_H Höhe des Hauptträgers
- b_N Breite des Nebenträgers
- b_H Breite des Hauptträgers
- a_o Oberer Zapfenabstand Nebenträger

a_{oH}	Oberer Zapfenabstand Hauptträger
h_Z	Zapfenhöhe
b_Z	Zapfenbreite
l_Z	Zapfenlänge
t_Z	Tiefe des Zapfenlochs

Die Größen a_u und a_{uH} werden vom Programm berechnet und können nicht vom Programmanwender eingegeben werden.

Bei der Dateneingabe ist zu beachten, daß alle Abmessungen in cm eingegeben werden müssen.



Mittels nebenstehendem Button können die eingegebenen Daten unter einem Namen gesichert und wieder geladen werden. Auf die gespeicherten Querschnittsparameter kann von jeder Position eines "Zapfens" zugegriffen werden. Näheres s. S. 17.



Durch Anklicken des nebenstehenden Buttons wird das Eigenschaftsblatt zur Eingabe der Materialdaten aufgeblättert.

Materialdaten

Für den Haupt- und Nebenträger können jeweils unterschiedliche Holzarten ausgewählt werden. Die Auswahl des Holzes erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Punktes in der Auswahlliste. Es stehen folgende Holzarten bzw. Sortierklassen zur Verfügung:

Nadelholz:

S7, S10, S13
MS7, MS10, MS13, MS17
BS11, BS14, BS16, BS18

Laubholz:

Gruppe A, B, C

Außerdem kann angegeben werden, welcher Feuchtigkeit das Bauteil ausgesetzt ist. Die Eingabe erfolgt ebenfalls durch Anklicken der gewünschten Einstellung in der Auswahlliste. Hier stehen drei Menüpunkte zur Verfügung.

DIN

Gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, werden folgende Feuchteklassifizierungen unterschieden:

- Trockene Bauteile

- Bauteile mit dauernder Bewitterung bzw. mit einer Gleichgewichtsfeuchte > 18%
- Bauteile, die dauernd im Wasser stehen

DIN Aufgrund dieser Vorgaben nimmt das Programm gemäß DIN 1052 T1, Absatz 5.1.7, in Abhängigkeit von der Feuchte eine Abminderung der zul. Spannungen um die Faktoren 1/6 bzw. 1/3 vor.



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

Schnittgrößen

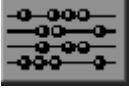
Schnittgrößen/Belastung

LF	H	HZ
F_z	3.00	4.40
Hauptträger		
Q_H	4.00	5.00
M_H	2.00	3.00
Eingaben in kN und kNm		

Einzugeben ist die vom Zapfen auf den Hauptträger abgegebene Zapfenlast F_z , jeweils für den Lastfall H und HZ. Beide Lastfälle werden im Verlauf der Berechnungen simultan untersucht und die jeweils maßgebenden Werte in den Ausgabelisten ausgewiesen. Sollte einer der beiden Lastfälle nicht existieren, bleibt im entsprechenden Eingabefeld der Wert 0.0 stehen.

Weiterhin muß das maximale Biegemoment M_H und die maximale Querkraft Q_H am Rand des Zapfenlochs eingegeben werden. Auch hier ist eine Eingabe für Lastfall H und HZ vorzunehmen.

Alle Lasten und Schnittgrößen sind als Absolutwerte einzugeben.



Durch Anklicken des "Rechnen"-Symbols werden die Eingaben einer Kontrolle unterzogen und die Berechnung durchgeführt. Die Ergebnisse sowie einige zusätzliche Angaben werden zur Einsichtnahme sofort eingeblendet. Die Darstellungsform unterscheidet sich von der Dokumentenausgabe auf dem Drucker.

Monitorprotokoll

Ergebnisse

suche
nach

↓

↑

SCHRIFTGRÖSSE
 ABC ABC ABC

✕

?

✓

Lastfall	LF H	LF HZ
Hebenträger		
Schubspannung		
$\tau = 0.75 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 0.90 \text{ MN/m}^2$		$\tau = 1.10 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.13 \text{ MN/m}^2$
Pressung quer zur Faser		
$\sigma_{\perp} = 0.60 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{\perp} = 1.60 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{\perp} = 0.88 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{\perp} = 2.00 \text{ MN/m}^2$
Zulässige Zapfenlast		
$\text{vorhFz} = 3.00 \text{ kN} > \text{zulFz} = 2.03 \text{ kN}$		$\text{vorhFz} = 4.40 \text{ kN} > \text{zulFz} = 2.53 \text{ kN}$
Hauptträger		
Schubspannungen (brutto, netto)		
$\tau = 0.16 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$		$\tau = 0.20 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
$\tau = 0.22 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.20 \text{ MN/m}^2$		$\tau = 0.28 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\tau = 1.50 \text{ MN/m}^2$
Biegespannungen (brutto, netto)		
$\sigma = 1.30 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma = 11.00 \text{ MN/m}^2$		$\sigma = 1.95 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma = 13.75 \text{ MN/m}^2$
$\sigma = 1.36 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma = 11.00 \text{ MN/m}^2$		$\sigma = 2.04 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma = 13.75 \text{ MN/m}^2$
Pressung quer zur Faser		
$\sigma_{\perp} = 0.60 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{\perp} = 2.00 \text{ MN/m}^2$		$\sigma_{\perp} = 0.88 \text{ MN/m}^2 \leq \text{zul}\sigma_{\perp} = 2.50 \text{ MN/m}^2$
Zulässige Zapfenlast		
$\text{vorhFz} = 3.00 \text{ kN} \leq \text{zulFz} = 13.82 \text{ kN}$		$\text{vorhFz} = 4.40 \text{ kN} \leq \text{zulFz} = 17.28 \text{ kN}$
2 Nachweise konnten nicht geführt werden		



Durch Anklicken des "Ausgabe"-Symbols wird der Druckmanager geladen und die Ausgabe des Bauteils auf dem Drucker kann direkt erfolgen, ohne die Eingabeprozedur zu verlassen.

Druckerausgabe

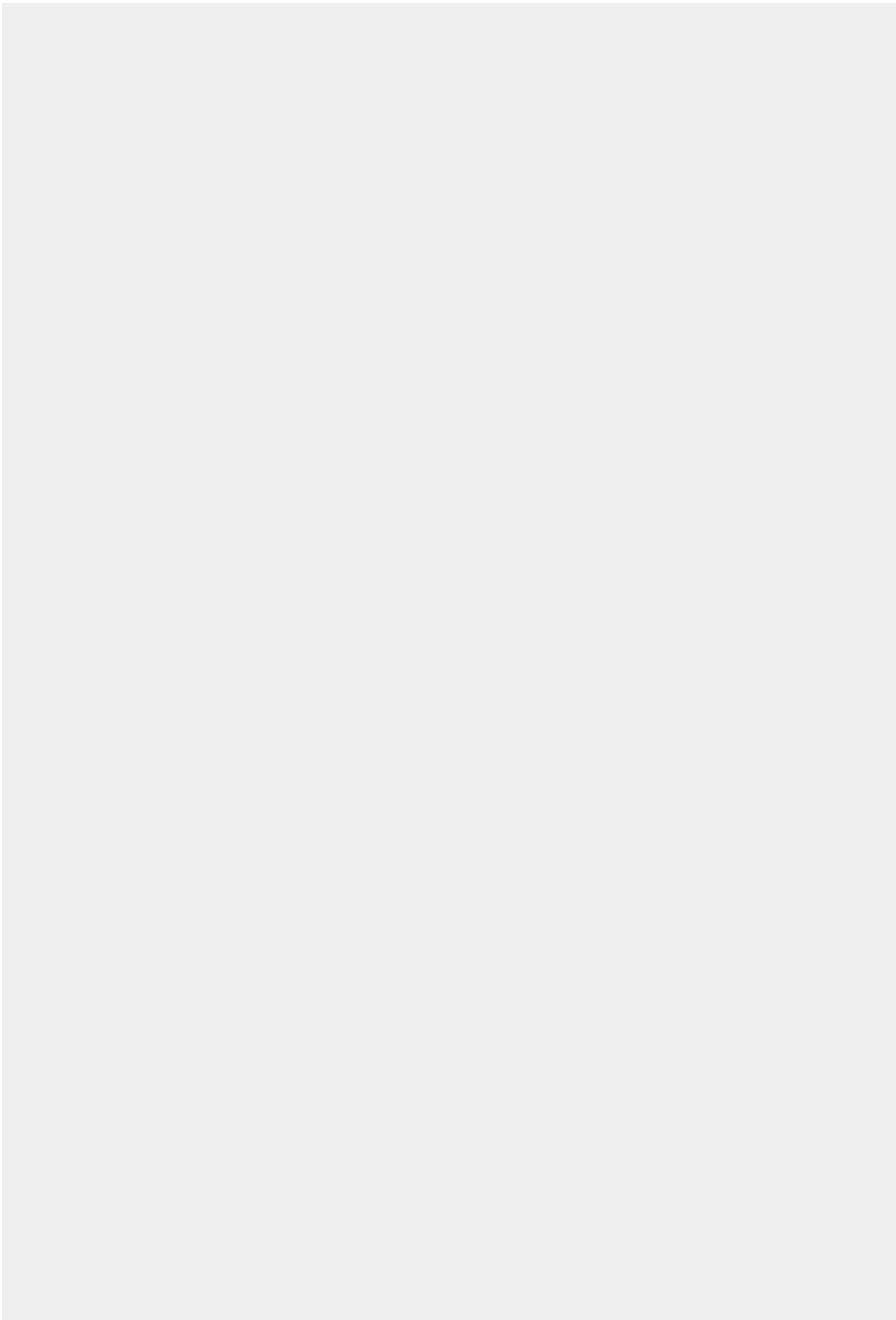


Jedoch kann die Druckausgabe aller berechneten Bauteile auch in einem Zuge erfolgen, so daß eine Gesamtliste aller zum Projekt gehörenden Bauteile in einem Arbeitsgang erzeugt wird (s. S. 21).



Für die Druckausgabe stehen drei Modi bereit. Die ZTVK-Ausgabeform gem. "Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 504, der pcae-Standard und die "minimal"-Ausgabe. Letztere erzeugt den Ausdruck ohne gesetzte Kopf- und Fußzeilen. Somit kann in vorgefertigte Statikformulare hineingedruckt werden.

Nachfolgend sind die mit den voreingestellten Werten erzeugten Ergebnisse abgedruckt.



- Literaturverzeichnis**
- /1/ Wendehorst
Bautechnische Zahlentafeln
Teubner Verlag, Stuttgart, 27. Auflage 1996
 - /2/ Schneider
Bautabellen für Ingenieure
Werner Verlag, Düsseldorf, 12. Auflage 1996
 - /3/ Werner/Zimmer
Holzbau, Bd. 1 u. 2
Springer Verlag, Berlin 1996
 - /4/ Informationsdienst Holz
Holzbau, Statische Berechnungen
Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf 1992
 - /5/ Neuhaus
Lehrbuch des Ingenieurholzbaus
Teubner Verlag, Stuttgart 1994
 - /6/ Beuth Kommentare
Holzbauwerke
Beuth Verlag, Berlin, 2. Auflage 1997
 - /7/ Hempel
100 Statikbeispiele aus dem Holzbau
Bruderverlag, Karlsruhe, 11. Auflage 1998
 - /8/ DIN-Taschenbuch 34
Holzbau
Beuth Verlag, Berlin, 8. Auflage 1994
 - /9/ Bund Deutscher Zimmermeister
Hinweise für die Ausführung nach DIN 1052
Bruderverlag, Karlsruhe 1991

- /10/ Mönck
Holzbau
Verlag für Bauwesen, Berlin, 12. Auflage 1995
- /11/ Dröge
Grundzüge des Holzbaus, Bd. 1
Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2. Auflage 1993
- /12/ Göggel
Bemessung im Holzbau
Bauverlag, Wiesbaden, 3. Auflage 1987
- /13/ von Halász/Scheer
Holzbautaschenbuch, 3 Bände
Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 9. Auflage 1996
- /14/ Informationsdienst Holz
Holzbauhandbuch (Sammlung von Einzelschriften)
Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf
- /15/ Informationsdienst Holz
Handbuch für Holzverbinder
Bierbach Befestigungstechnik GmbH, Unna
- /16/ Natterer
Holzbau Atlas
Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf, 2. Auflage 1996
- /17/ Heimeshoff
Berechnung von Rahmenecken mit Dübelanschluß
Holzbau-Statik-Aktuell
Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf, Nov. 1977

A

Abminderung

Flächenmoment, 180

Spannungen, 30, 38, 46, 54, 62, 71, 81, 91,
105, 120, 138, 151, 162, 172, 187, 256, 272,
284, 292, 302, 312, 322, 332, 344

Tragfähigkeit, 116

Zugspannung, 100, 114

Abminderungsfaktor, 28, 36

Aktenordner, 7

Ändern, 16

Ausklinkung

mit Verstärkung, 67

oben, 43

obere Schräge, 51

unten, 27

untere Schräge, 35

Zapfen, 59

Ausklinkungen, 25

Ausrundungsradius, 75, 85

Auswahlliste, 15

B

Balkenschuh, 147

Balkenschuhfabrikate, 151

Baufurnierplatten, 68

Bauteil, 7

Beihölzer, 327

Belastung zulässige, Balkenschuh, 147

Bemerkungen, 21

Berechnung, 20

Betongüte, 19

Bezeichnung, 21

Bibliothek, 18

Biegestoß, 113

Buttonbeschreibung, 17

D

Deckfurnier, 77, 87

DIN 1052, 27, 28, 30, 35, 38, 43, 46, 51, 54, 59,
62, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 105, 120, 137, 150,
157, 161, 167, 172, 179, 184, 186, 196, 255,
267, 271, 279, 283, 287, 291, 296, 301, 311,
321, 331, 343

Doppelter Versatz, 295

Druchbruch

Langloch, 75

Rundloch, 85

Druckausgabe, 20, 21, 32, 41, 48, 64, 73, 83,
93, 111, 127, 144, 154, 164, 173, 193, 200, 208,
216, 224, 232, 240, 248, 259, 277, 285, 293,
304, 315, 325, 334, 346

Drucken im Hintergrund, 22

Drucker, 21

Druckspannung, 307, 317

Dübel

besonderer Bauart, 107, 122, 140, 188, 256
versetzte, 100, 114

Dübelabstand, 256

automatische Berechnung, 188

Dübelanzahl

erforderliche, 107, 122, 139, 141, 252

Ermittlung, 99, 113

wirksame, 101, 116

Dübeldurchmesser, 139

Dübelfehlfläche, 100, 114

Dübelkraft, 134, 252

Dübelkraftkomponenten, 115

Dübelkreis, 134

Dübelkreisradius

erforderlicher, 140, 141

maximaler, 136

Dübelverteilung, 252

Durchbrüche, 25

Durchlaufträger, 185, 197, 205, 213, 221, 229,
237

E

Einfräsungstiefe, 267

Einwirkungen, 19

Ermittlung

 Dübelanzahl, 99, 113

 Nagelanzahl, 99, 113

Exzentrizität, 275

F

Fehlfläche, 108, 123

Fersenversatz, 167, 287

Feuchteklassifizierung, 30, 38, 46, 54, 62, 71,
80, 90, 105, 120, 137, 150, 161, 172, 186, 255,
271, 283, 291, 301, 311, 321, 331, 343

G

Geometrie

 Ausklinkung

 mit Verstärkung, 70

 oben, 45

 obere Schräge, 53

 unten, 29

 untere Schräge, 37

 Zapfen, 61

Balkenschuh, 149

Biegestoß, 118

Doppelter Versatz, 299

Durchbruch

 mit Langloch, 78

 mit Rundloch, 88

Fersenversatz, 169, 289

Holzquerschnitt, verstärkter, 253

Kontaktstoß 1, 309

Kontaktstoß 2, 319

Kontaktstoß m. Beihölzern, 329

Querschnitte, zusammengesetzte

 Typ 1, 184

 Typ 2, 196

 Typ 3, 204

 Typ 4, 212

Typ 5, 220

Typ 6, 228

Typ 7, 236

Typ 8, 244

Rahmenecke, 135

Schwalbenschwanz, 269

Stirnversatz, 159, 281

Zapfenverbindung, 341

Zugstoß, 103

Gurthöhe, 297

H

Hauptträger, 148, 265, 340, 343

Hilfemanager, 20

Hintergrund, Drucken im, 22

Holzart, 30, 38, 46, 54, 62, 71, 80, 90, 104, 119,
137, 150, 161, 171, 186, 255, 271, 283, 291,
301, 311, 321, 331, 343

Holzquerschnitt, verstärkter, 251

Horizontallast, 308, 313, 317, 323, 330

K

Keil, 266

Kompaktmodus, 21

Konstruktionsregeln, 28

 Durchbruch, 75, 85

 Verstärkung, 77, 87

Kontaktfläche, 330

Kontaktstoß, mit Beihölzern, 327

Kontaktstoß 1, 307

Kontaktstoß 2, 317

Kopfzeilen, 21

Kopieren, 16

Kraft-Faserwinkel, 101, 116, 134, 158, 280,
297

Kraftrichtung, 107, 122

Kragträger, 185, 197, 205, 213, 221, 229, 237

Kurzausdruck, 29, 37, 45, 53, 61, 70, 79, 89,
103, 118, 136, 160, 170, 185, 197, 205, 213,
221, 229, 237, 245, 254, 282, 290

L

Laden, 17
Lagerkraft, 31, 39, 47, 55, 63, 72
Lagesicherung, 158, 168, 280, 288, 298
Langausdruck, 29, 37, 45, 53, 61, 70, 79, 89,
103, 118, 136, 160, 170, 185, 197, 205, 213,
221, 229, 237, 245, 254, 282, 290
Laschen, 100, 114
Lastabtragung, 333
 Schwalbenschwanz, 272
Layout, 21
Leim, 190
Lochabzug, 191
Löschen, 16

M

Materialdaten
 Ausklüfung
 mit Verstärkung, 71
 oben, 46
 obere Schräge, 54
 unten, 30
 untere Schräge, 38
 Zapfen, 62
 Balkenschuh, 150
 Biegestoß, 119
 Doppelter Versatz, 301
 Durchbruch
 mit Langloch, 80
 mit Rundloch, 90
 Fersenversatz, 291
 Holzquerschnitt, verstärkter, 255
 Kontaktstoß 1, 311
 Kontaktstoß 2, 321
 Kontaktstoß m. Beihölzern, 331

Querschnitte, zusammengesetzte, 186
Rahmenecke, 137
Schwalbenschwanz, 271
Stirnversatz, 161, 283
Zapfenverbindung, 343
Zugstoß, 104

Mittelholz, 100, 114
Monitorprotokoll, 31, 40, 47, 56, 63, 72, 82,
92, 110, 126, 143, 153, 163, 173, 192, 199, 207,
215, 223, 231, 239, 247, 258, 276, 285, 293,
303, 315, 325, 334, 345

N

Nachweisgruppen, 10
Nachweistypen, 10
Nägel, 189
 vorgebohrt, 100, 114
Nagelanzahl, Ermittlung, 99, 113
Nagelbelastung, zulässige, 108, 123, 189
Nagellöcher, vorgebohrte, 189
Nagelverbindung, 100, 114
 wirksame Anzahl, 101
Nebenträger, 265, 340, 343
Neigungswinkel, Schwalbenschwanz, 267
Netto-Querschnittsfläche, 100, 114
Nettoquerschnitt, 108, 123

P

Positionsnummer, 15
Pressung
 quer zur Faser, 266, 318, 327, 340
 senkrecht zur Faser, 267
Problemklasse, 7
Profilmanager, 254

Q

Querkraft, 31, 39, 47, 55, 63, 72
 zulässige, 28, 36, 52, 60
Querschnitt, geschwächer, 268

Querschnitte, zusammengesetzte

Typ 1, 183

Typ 2, 195

Typ 3, 203

Typ 4, 211

Typ 5, 219

Typ 6, 227

Typ 7, 235

Typ 8, 243

Querschnittsschwächung, 100, 114

Querzugnachweis, 147

Querzugspannung, 27, 35, 43, 51, 59, 67, 308, 318

R

Rahmenecke, gedübelte, 133

Randspannungen, 257

Reibung, 267

Reibungskoeffizient, 272

Reibungskraft, 266

Restquerschnitt, 266

S

Scherfläche, 109, 124

Scherspannung, 157, 167, 296

zulässige, 68

Schnittgrößen, 31, 39, 47, 55, 63, 72

Ausklinkung

mit Verstärkung, 72

oben, 47

obere Schräge, 55

unten, 31

untere Schräge, 39

Zapfen, 63

Balkenschuhverbindung, 152

Biegestoß, 125

Doppelter Versatz, 302

Durchbruch

mit Langloch, 81

mit Rundloch, 91

Fersenversatz, 171, 172, 292

Holzquerschnitt, verstärkter, 257

Kontaktstoß 1, 313

Kontaktstoß 2, 323

Kontaktstoß m. Beihölzern, 333

Querschnitte, zusammengesetzte, 191

Rahmenecke, 142

Schwalbenschwanz, 274

Stirnversatz, 162, 284

Zapfenverbindung, 344

Zugstoß, 110

Schrifttyp, 21

Schubfluß, 181

Schubspannung, 27, 35, 43, 51, 59, 67, 76, 86, 134, 180, 257

Schubspannungsnachweis, 252

Schwalbenschanz, 265

Seitennumerierung, 20

Seitennummer, 21

Sichern, 17

Sondernachweise, 25

Sonderzeichen, 19

Sortierklasse, 30, 38, 46, 54, 62, 71, 80, 90, 104, 119, 137, 150, 161, 171, 186, 255, 271, 283, 291, 301, 311, 321, 331, 343

Spannung, zulässige, 68

Spannungsabminderung, 30, 38, 46, 54, 62, 71, 81, 91, 105, 120, 138, 151, 162, 172, 187, 256, 272, 284, 292, 302, 312, 322, 332, 344

Spannungsnachweis, 252

Stabdübel, 139

Stahlgüte, 19

Stahlprofil, 253

Stahlsorte, 256

Stahlträger, 251

Standardtexte, 21

Statikdokument, 21

Stirnversatz, 157, 279

Stoßoptimierung, 109, 124
Stoßtyp, 309, 319, 329
Strebendruckkraft, 162, 172, 284, 292, 302
Strebenneigung, 158, 168, 297
Stützenlast, 313, 323, 333
Stützmoment, 185, 197, 205, 213, 221, 229, 237
System, statisches, 184, 196, 204, 212, 221, 228, 236

T

Torsionsmoment, 268
Trägerlamellen, 77, 87
Tragfähigkeit, 266

V

Verbindungsmittel
 Balkenschuh, 151
 Biegestoß, 120
 Biegestoß, 120

Holzquerschnitt, verstärkter, 256
Nachgiebigkeit, 179
Querschnitte, zusammengesetzte, 187
Rahmenecke, 138
 wirksame Anzahl, 116
Zugstoß, 105
Verbindungsmittelabstand, 181
Versatz, doppelter, 295
Versatztiefe, 158, 168, 280, 288, 296
Verstärkung, 28, 44, 52, 60, 68, 76, 86
Vorholzlänge, 157, 167, 279, 287, 296
Vorschau, 21

Z

Zapfenkraft, zulässige, 338
Zapfenlast, 344
Zapfenverbindung, 337
Zugkraft, 110
Zugspannung, Abminderung, 100, 114
Zugstoß, 99
Zusatzmoment, 115