



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop®
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-BSPH S/P/F

Brettsper Holz-
Scheibe / Platte / Faltwerk

September 2023

4H-BSPH S/P/F

Brettsperrhoiz- Scheibe / Platte / Faltwerk

Copyright 2023

2. erweiterte Auflage, September 2023

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

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

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter www.pcae.de**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE®-System.

Produktbeschreibung

Das Programm *##BSPH S/P/F* ist ein FEM-Programm mit dem Brettsperrholzplatten mit Scheiben- und/oder Plattenbelastung nachgewiesen werden können; dies können Wand- oder Deckentafeln als Einzelsysteme und auch Kombinationen von Platten- und Scheibenwirkung in der Ebene sein (ebenes Faltwerk).

Bei der Berechnung wird berücksichtigt, dass der Werkstoff *Brettsperrholz* aufgrund der kreuzweise verklebten Holzlamellen ein anisotropes Werkstoffverhalten hat.

Die mechanischen Eigenschaften und die Verfahren zur Bemessung sind ausführlich in den Literaturquellen /2/, /64/, /67/, /84/ und /85/ beschrieben.

In *##BSPHS* sind die Nachweisverfahren nach /64/ und /85/ implementiert.

Der Nachweis der Tragfähigkeit für Holzwerkstoffe erfolgt entspr. EC 5 (DIN EN 1995-1-1/NA) bzw. nach EC 3 (DIN EN 1993-1-1) für Stahlstäbe.

In der programminternen Bibliothek sind Brettsperrhölzer folgender Hersteller enthalten

- Leno (Züblin)
- Derix X-LAM
- Merkle X-LAM
- Decker
- Binderholz
- KLH

Darüber hinaus kann der Benutzer eigene Brettsperrholzparameter definieren und in einer Datenbank ablegen.

Die zu berechnende Scheibe kann beliebig geformt sein; zur Auswahl stehen rechteckige und polygonale Umrandungen.

Innerhalb der Scheiben-/Plattenfläche können beliebig berandete Durchbrüche (Öffnungen) eingebaut werden. Für die Öffnungen stehen verschiedene Formen zur Auswahl

- Rechteck
- Polygon
- Kreis
- Kreissegmente

Die Scheibe oder Platte kann durch Stäbe verstärkt werden, die aus Holz oder Stahl sein können. Folgende Materialien können für Stäbe verwendet werden

- Nadelholz
- Laubholz
- Brettschichtholz n. EC
- Brettschichtholz n. DIN
- Stahl S235
- Stahl S355

Holzstäbe haben einen rechteckigen Querschnitt. Die Profile von Stahlstäben können aus der programminternen Bibliothek übernommen werden.

Das statische System kann beliebig auf Punkt- oder Linienlagern gelagert werden. Die Lager können fest sein oder als Feder wirken.

Als Belastung können Flächen-, Teilflächen-, Linien- oder Punktlasten angesetzt werden. Das Eigengewicht kann automatisch ermittelt werden. Vom Anwender werden charakteristische Lasten vorgegeben. Die Extremierung erfolgt automatisch entspr. EC 0 und EC 5.

Die interaktiv erzeugten Objekte können mit den von Windows her bekannten Editierfunktionen *Cut & Paste* bearbeitet werden.

Ergebnisse werden als Konturplots (für Flächenträger) oder Linienplots (für Linienelemente) visualisiert.

Wie im *pcae*-Programm *##ALFA* können Detailnachweispunkte auf dem Flächenträger und den Stäben eingefügt werden. Für diese Orte werden ausführliche Ergebnisse mit Zwischenwerten ausgegeben.

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und *##-BSPHS* von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Nach der Installationsanweisung wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der Eingabeoberfläche gegeben.



Im Sinne eines Leitfadens gedacht, kann das Manual nicht alle Fragen beantworten. Im aktuellen Falle wird dann der Hilfebutton im jeweiligen Eigenschaftsblatt Antwort geben.

Zur *##-BSPHS*-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual

DTE®-DeskTopEngineering.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *##-BSPH S/P/F*.

Hannover, im September 2023

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende Abkürzungen benutzt:

RMT	rechte Maustaste drücken
LMT	linke Maustaste drücken
LF	Lastfall (Teileinwirkung)
Nwtyp	Nachweistyp



signalisiert Anmerkungen

Buttons

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



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

Index

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

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

Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank

Leerzeichen

Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

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

Handbücher finden Sie im pdf-Format im Internet unter www.pcae.de und dort im linken Baum unter Handbücher.

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	5
2	Ordner und Bauteil erzeugen	7
3	Haupteingabefenster	8
3.1	Programmstart.....	10
3.2	Buttons, Menüs und Editierfunktionen	11
3.2.1	Menü Eingabe	11
3.2.2	Menü Bildschirm / Objekte	12
3.2.3	Menü Berechnung	14
3.2.3.1	Listbox für Anzeigemodus	14
3.2.3.2	System	14
3.2.3.3	Verformung	14
3.2.3.4	Konturen	15
3.2.3.5	Linien	17
3.2.3.6	Punkte	17
3.2.4	Menü Ergebnisse	18
3.2.4.1	Ansicht speichern	18
3.2.4.2	Ansicht laden	18
3.2.4.3	ausgewählte Druckgrafik für Flächenplot erzeugen	18
3.2.4.4	Schnitt anlegen	19
3.2.4.5	ausgewählte Druckgrafik für Schnittlinie(n) erzeugen	21
3.2.5	Menü Drucken	22
3.2.5.1	Registerblatt <i>Eingabedaten</i>	22
3.2.5.2	Registerblatt <i>Ergebnisse</i>	23
3.2.5.3	Registerblatt Ausgewählte Grafiken	24
3.2.6	Menü Ansicht	24
3.2.7	Menü Datei	24
3.2.8	Toolbox	25
3.2.9	Löschen	26
3.3	Systemeingabe	27
3.3.1	Wandeinstellungen	27
3.3.2	Freies Material	29
3.3.3	globale Rechenlaufeinstellungen	29
3.3.4	Nachweiseinstellungen	31
3.3.5	Nationale Anhänge zu den Eurocodes	31
3.3.6	Öffnungen	32
3.3.7	Stäbe	34
3.3.8	Linienlager	35
3.3.9	Punktlager	37
3.4	Lasteingabe	38
3.4.1	Verwaltung der Einwirkungen und der Nachweise	38
3.4.2	Flächenlasten	38
3.4.3	Teilflächenlasten	39
3.4.4	Linienlasten	41
3.4.5	Einzellasten	43
3.5	Detailnachweispunkte	44
3.5.1	Detailnachweispunkte Flächenträger	44
3.5.2	Detailnachweispunkte Stäbe	44
3.6	Nachweise	45
3.6.1	Normalspannungen	45
3.6.2	Schubspannungen	45
3.6.3	Torsionsschubspannungen in den Kreuzungspunkten	46
3.6.4	Stabnachweise	47
3.6.5	Plattenbemessung von Brettspertholzquerschnitten	47
4	Literaturverzeichnis	49
5	Index	51

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen der Programme *##-BSPH S/P/F* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

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

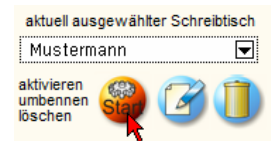


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

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



Schreibtischname Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.

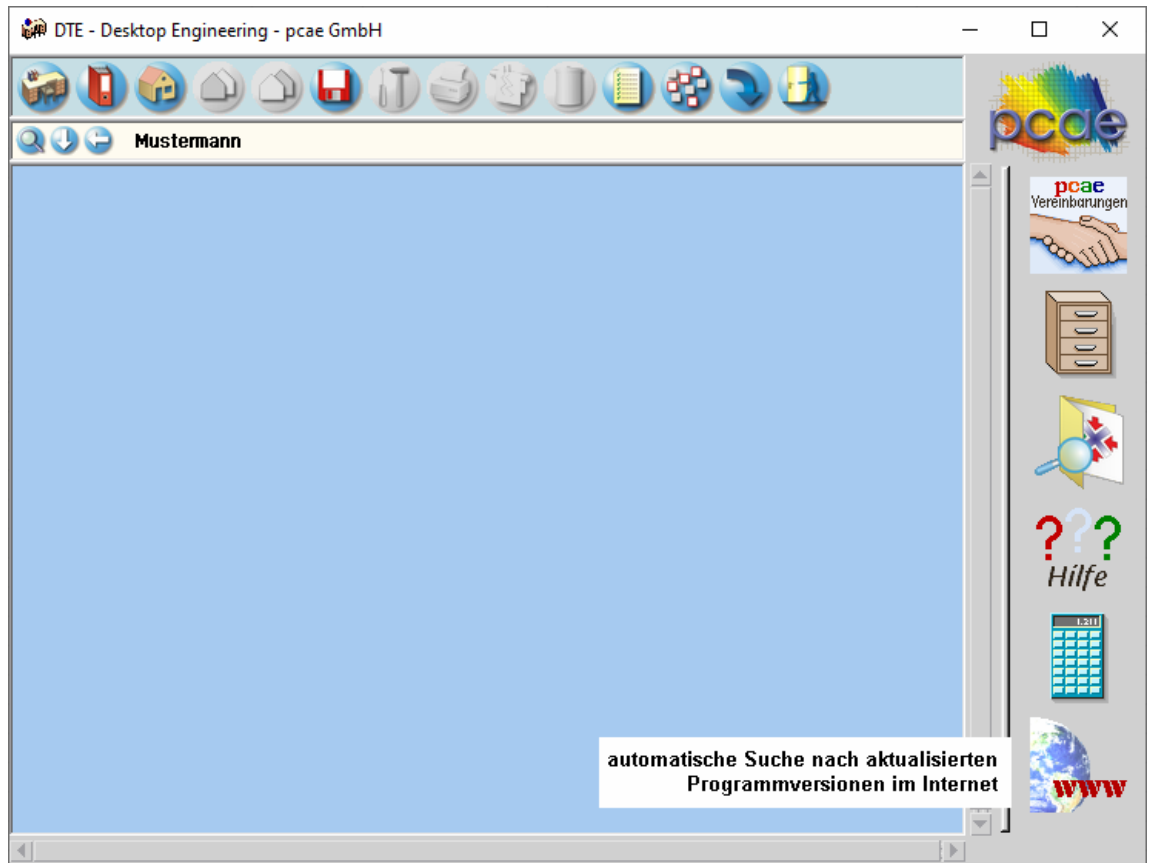


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für *pcae*-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit *pcae*-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

















Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtischs sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

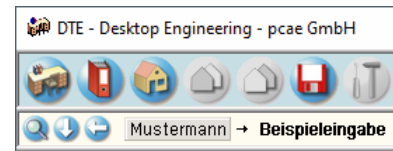
Die Buttons bewirken im Einzelnen

-  öffnet die Schreibtischauswahl
-  legt einen neuen Projektordner an
-  erzeugt ein neues Bauteil
-  kopiert das aktivierte Bauteil
-  fügt die Bauteilkopie ein
-  lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der **e-Mail-Dienst**.
-  menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils
-  druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils
-  ruft das Planerstellungsmodule des aktivierten Bauteils
-  löscht das aktivierte Bauteil/Ordner
-  öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste
-  öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen
-  eröffnet Verwaltungsfunktionen
-  schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung

Ordner und Bauteil erzeugen



Durch Erzeugung eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem Schreibtisch und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



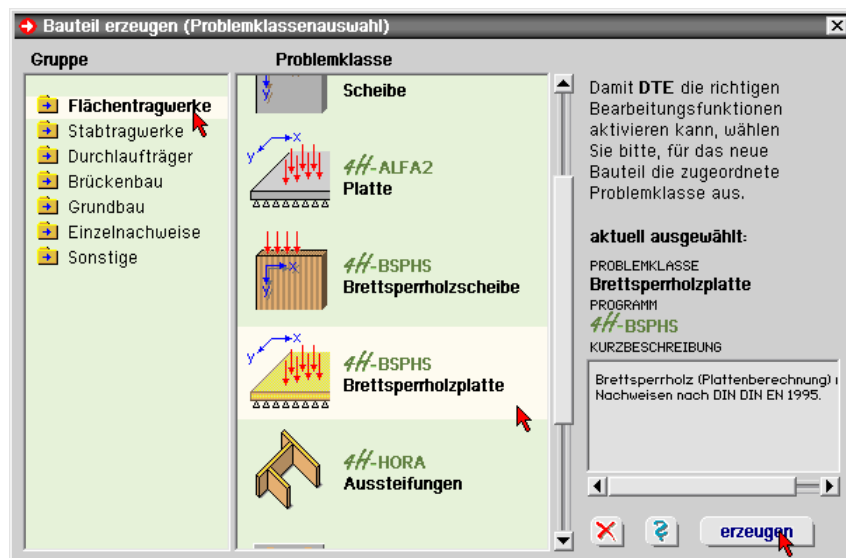
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



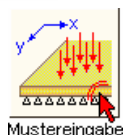
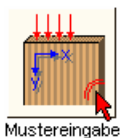
Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



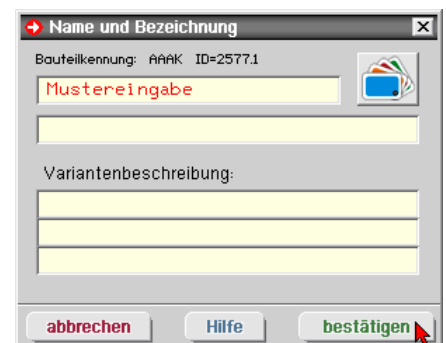
Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtischs angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Flächentragwerke**, dann auf die Problemklasse **Brettsper Holzplatte** und abschließend auf den **erzeugen-Button**.



Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.



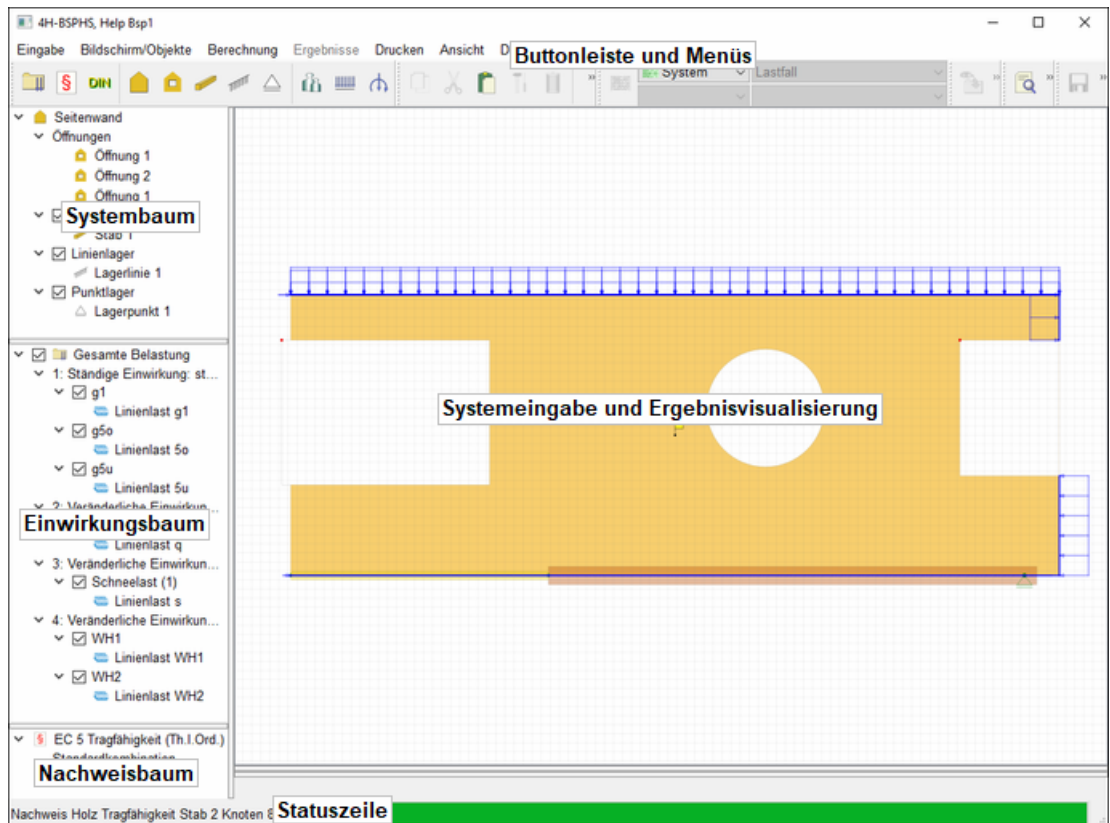
Nach Doppelklicken des neuen Bauteilicons, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheint die Eingabeoberfläche von 4H-BSPHS bzw. 4H-BSPHP.



Haupteingabefenster

Das Haupteingabefenster gliedert sich in sechs Bereiche

- Buttonleiste mit dem Menü
- Objektbaum für das System
- Objektbaum der Einwirkungen
- Objektbaum der Nachweise
- Bereich der Systemeingabe oder der Ergebnisvisualisierung
- Statuszeile



Die einzelnen Bereiche sind durch "Splitter" voneinander getrennt. Durch "Anfassen" der Splitter mit der linken Maustaste können die Größenverhältnisse der Fensterbereiche angepasst werden.

Beim erneuten Öffnen des Bauteils startet das Programm sofort mit dem Haupteingabefenster und den Checkboxes der Objekte im System- und Einwirkungsbaum.

In der Systemansicht wird die Scheibe dargestellt.

Im Bereich Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung erfolgt die Eingabe des Systems mit allen zugehörigen Objekten (Lager, Lasten, Öffnungen, Detailnachweispunkte, ...).

Nach erfolgreicher Berechnung kann dieser Bereich in den Visualisierungsmodus umgeschaltet werden, in dem die Berechnungsergebnisse grafisch abgebildet werden, s. Abs. 3.2.4, S. 18.

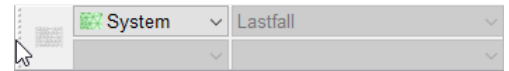
Bestimmte Elemente im System- und Einwirkungsbaum (Stäbe, Linienlager, Punktlager, Einwirkungen und Lastfälle) haben einen Optionsbutton, der die Sichtbarkeit der betreffenden Elemente in der Systemansicht steuert.

Auch unsichtbar geschaltete Objekte bleiben aktiv!

- ☒ Gesamte Belastung
 - 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten
 - ☒ g1
 - Linienlast g1
 - ☒ g5o
 - Linienlast 5o
 - ☒ g5u
 - Linienlast 5u
 - 2: Veränderliche Einwirkung: Nutzlasten (1)
 - ☒ Nutzlasten (1/1)
 - Linienlast q

Mit dem Mausrad kann in die Ansicht hinein- oder herausgezoomt werden.

Die Buttonleiste besteht aus einzelnen Buttonbereichen, die durch Greifen der geriffelten Fläche mit der linken Maustaste von der Hauptleiste "abgerissen" und an den vier Fensterrändern oder an beliebiger Stelle am Bildschirm platziert werden können.



Alle Funktionen der Buttons können auch über die Menüfunktionen aufgerufen werden.

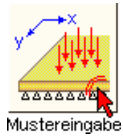
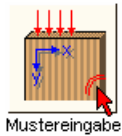
Im Menüpunkt *Ansicht* wird die Sichtbarkeit der Buttonleisten gesteuert, s. Abs. 3.2.6, S. 24.

In der Statuszeile erscheinen allgemeine Meldungen, z.B. über beendete Berechnungen. Im Systemeingabemodus wird in der Statuszeile die Anzahl der ausgewählten Objekte angezeigt.

Im Ergebnismodus können Ergebnispunkte mit der Maus angepickt werden; die Ergebniswerte werden dann in der Statuszeile angezeigt.

3.1

Programmstart



Nach dem Anlegen des Bauteils vom Typ *Brettsperrholz-scheibe* bzw. *Brettsperrholz-platte* wird das Programm durch Doppelklicken des Bauteilicons gestartet. Beim erstmaligen Aufruf wird ein Fenster zur Eingabe der Materialparameter und der Abmessungen des Bauteils geöffnet.

Platte

Berechnungsmodus

☐ Scheibe (Lasten senkrecht zur Systemebene unberücksichtigt)
☒ Platte (Lasten in Richtung der Systemebene unberücksichtigt)
☐ Faltwerk (alle Lasten werden berücksichtigt)

Material

Name:

☒ Nutzungsklasse 1
☐ Nutzungsklasse 2

Hersteller:

Typ:

☐ Benutzerdefiniert
☒ Decklagen horizontal (x-Richtung)
☐ Decklagen vertikal (y-Richtung)

Faserwinkel: °

Geometrie (alle Maße in [mm])

☐ Polygon
☒ Rechteck

Rechteck

Breite: Höhe:

Eckpunktkoordinaten

	x [mm]	y [mm]	
1	-3500	-500.0	<input type="button" value="Löschen"/>
2	3500	-500.0	<input type="button" value="Löschen"/>
3	3500	500.0	<input type="button" value="Löschen"/>
4	-3500	500.0	<input type="button" value="Löschen"/>

Zur Beschreibung der Eingabeparameter s. Abs. 3.3.1, S. 27.

Nach Bestätigen der Eingabeparameter durch Klicken des **OK-Buttons** wird das Haupteingabefenster geöffnet.

4H-BSPHS, Mustereingabe

Eingabe Bildschirm/Objekte Berechnung Ergebnisse Drucken Ansicht Datei

Wand

☒ Öffnungen
☒ Stäbe
☒ Linienlager
☒ Punktlager

☒ Gesamte Bela...

Status

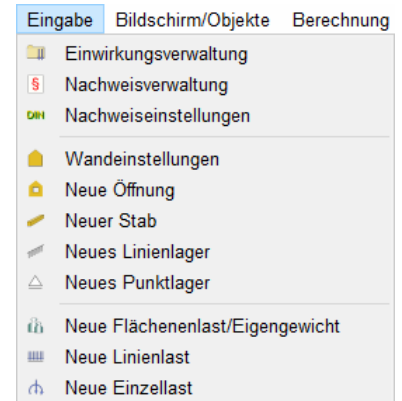
Zur Beschreibung des Haupteingabefensters s. Abs. 3.3.1, S. 27.













Bei erneutem Öffnen des Bauteils startet das Programm sofort mit dem Haupteingabefenster.

3.2 Buttons, Menüs und Editierfunktionen

3.2.1 Menü Eingabe

Über die folgenden Funktionen werden das statische System eingegeben und die Lasten definiert.



-  Einwirkungsverwaltung, s. Abs. 3.4.1, S. 38
... öffnet die Einwirkungsverwaltung
-  Nachweisverwaltung, s. Abs. 3.4.1, S. 38
... öffnet die Nachweisverwaltung
-  Nachweiseinstellungen, s. Abs. 3.3.4, S. 31
... öffnet die Nachweiseinstellungen
-  Wandeeinstellungen, s. Abs. 3.3.1, S. 27
... Eingabe der Materialparameter und der Abmessungen der Scheibe
-  neue Öffnung eingeben, s. Abs. 3.3.6, S. 32
... öffnet das Fenster zur Eingabe neuer Öffnungen in der Scheibe
-  neuen Stab anlegen, s. Abs. 3.3.7, S. 34
... öffnet das Fenster zur Eingabe eines neuen Stabs
-  neues Linienlager anlegen, s. Abs. 3.3.8, S. 35
... öffnet das Fenster zur Eingabe eines neuen Linienlagers
-  neues Punktlager anlegen, s. Abs. 3.3.9, S. 37
... öffnet das Fenster zur Eingabe eines neuen Lagerpunkts
-  neue Flächenlast anlegen, s. Abs. 3.4.2, S. 38
... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Flächenlast
-  neue Teilflächenlast anlegen, s. Abs. 3.4.3, S. 39
... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Teilflächenlast
-  neue Linienlast anlegen, s. Abs. 3.4.4, S. 41
... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Linienlast
-  neue Einzellast anlegen, s. Abs. 3.4.5, S. 43
... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Einzellast

Über die Funktionen, die über die nachfolgend gezeigten Buttons aufgerufen werden, wird der Bildschirmausschnitt festgelegt und Objekte können bearbeitet, transformiert, kopiert oder gelöscht werden.



Die Funktionen **Kopieren**, **Ausschneiden**, **Einfügen**, **Verschieben / Verdrehen** und **Löschen** werden aktiv, wenn mindestens ein Objekt (z.B. Lager, Öffnung oder eine Last) ausgewählt ist.

Das Auswählen von Objekten erfolgt entweder im Baum oder im Bildschirmbereich der Systemeingabe. Hierbei bewirkt, entsprechend der allgemeinen Windowskonventionen, ein Gedrückthalten der Strg-Taste das An- oder Abwählen eines Objekts zu der Menge der bereits selektierten Objekte.

Im Baum bewirkt das Gedrückthalten der Shift-Taste das An- oder Abwählen im selektierten Bereich.

Die ausgewählten Objekte werden entsprechend der allgemeinen Windowsbedienung kopiert, gelöscht, ausgeschnitten oder eingefügt.

Die Zoom-Funktionen vergrößern oder verringern den Zoom. Dies kann auch über das Scrollrad erfolgen.

Über die Taste F11 wird das System in den Bildschirmbereich eingepasst.

Bildschirm/Objekte		
	Kopieren	Strg+C
	Ausschneiden	Strg+X
	Einfügen	Strg+V
	Verschieben/Verdrehen	
	Loeschen	Entf
	Zoom In	+
	Zoom Out	-
	Zoom Einpassen	F11
	Bildschirmeinstellungen	

Bildschirmeinstellungen



Das Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons öffnet das Fenster für die Bildschirm-einstellungen.

Bildschirmeinstellungen

☒ Raster anzeigen

☒ Linien

Farbe

Farbe

☐ Kreuze

Typ

Durchgezogen

Δ x

170 mm

Δ y

100 mm

Dicke

1 px

Strichlänge

15 mm

Wand

☐ Holz mit Maserung

Farbe

Farbe

☐ FEM-Netz zeigen

Transparenz

Symbolgrößen

	Symbolgrößen	Name (x/y)	Fontgröße
Koordinatenkreuz		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Punktlager		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Linienlager		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Einzellast		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Flächenlast		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Linienlast		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Öffnungen		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Stäbe		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Detailnachweispunkte		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Einheitlich		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Voreinstellungen

OK

Abbrechen

Anwenden

Um die Konstruktion zu erleichtern, kann in der Systemeingabe ein Raster über das Eingabefenster gelegt werden.

Über die Optionsbuttons wird festgelegt, ob das **Raster** aus durchgehenden Linien oder Kreuzen bestehen soll.

Abstand der Rasterlinien in x- und y-Richtung.

☒ Raster anzeigen

☒ Linien Farbe:

☐ Kreuze Typ:

Δ x [mm]: Dicke:

Δ y [mm]: Strichlänge:

Der **Farbe-Button** öffnet ein Eingabefenster zur Auswahl der Linienfarbe.

Mit der **Typ-Listbox** wird eingestellt, ob die Linien durchgezogen oder unterbrochen sein sollen. Die Dicke wird in Pixel-Einheit eingegeben. Bei Wahl von Kreuzen ist die Eingabe der Strichlänge erforderlich.

Farbe:

Typ:

Dicke:

Strichlänge:

Optional wird die Wand mit **Maserung** dargestellt. Dies kann hilfreich sein, um die korrekte Ausrichtung der Deckschicht zu kontrollieren.

Der **Farbe-Button** öffnet ein Eingabefenster zur Auswahl der Wandfarbe.

Per Option kann das FEM-Netz eingeblendet werden.

Die **Transparenz** lässt sich über einen Schieberegler einstellen.

Wand

☐ Holz mit Maserung

☐ FEM-Netz zeigen

Transparenz:

Die **Symbolgrößen** der einzelnen Objekttypen in der Systemdarstellung können per Schieberegler eingestellt werden.

Optional können auch der Name und die Koordinaten eingeblendet werden.

Die Fontgröße lässt sich ebenso über einen Schieberegler einstellen.

Symbolgrößen

Objekttyp	Symbolgrößen	Name (x/y)	Fontgröße
Koordinatenkreuz	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="range"/>
Punktlager	<input type="range"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="range"/>
Linienlager	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="range"/>
Einzellast	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="range"/>
Flächenlast	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="range"/>
Linienlast	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="range"/>
Öffnungen	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="range"/>
Stäbe	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="range"/>
Detailnachweispunkte	<input type="range"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="range"/>

Durch Aktivierung der Option **Einheitlich** werden alle Schieberegler "gleichgeschaltet", was den Eingabeaufwand reduziert.

☒ Einheitlich

☐ ☐

Voreinstellungen

Ein Klick auf den Button **Voreinstellungen** wählt die Standardeinstellungen.

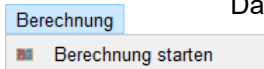
Anwenden

Ein Klick auf den Button **Anwenden** macht die gewählten Einstellungen sichtbar.

3.2.3 Menü Berechnung

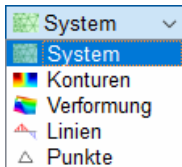
Die Berechnung der eingegebenen Bauteildaten kann über das Menü *Berechnung* oder Anklicken des **Abacus-Buttons** gestartet werden.

Das Menü besitzt nur einen Eintrag, der die Berechnung startet.



Auch ein Klick auf das **Abacus-Icon** startet die Berechnung. Nach erfolgreicher Berechnung bleibt der Button solange inaktiv, bis Eingabewerte geändert werden.

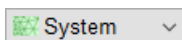
3.2.3.1 Listbox für Anzeigemodus



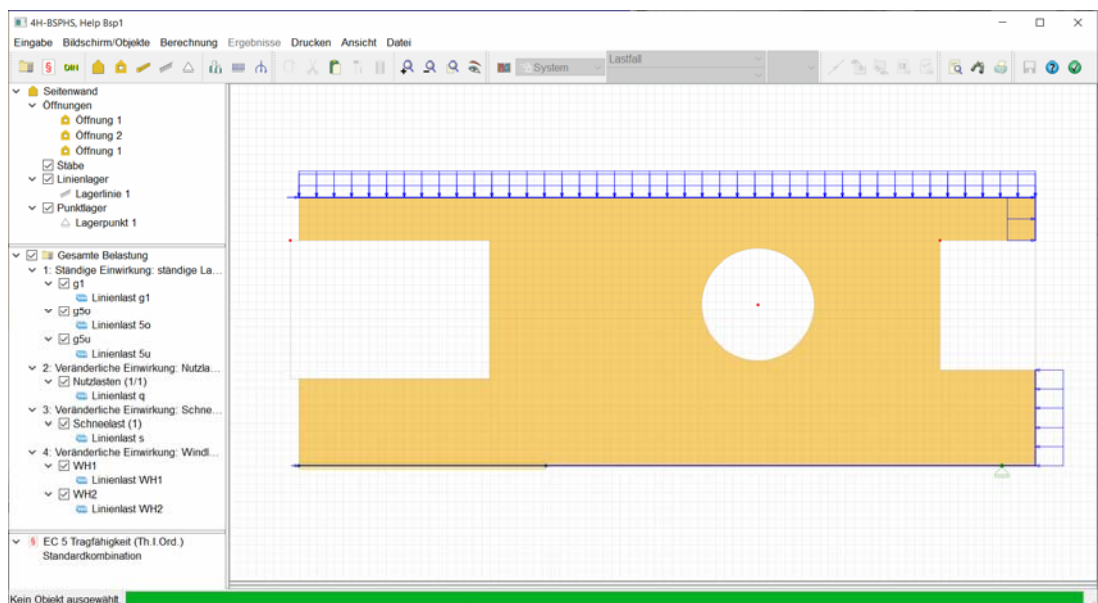
Über diese Listbox wird die Darstellung im Haupteingabefenster im Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* gesteuert.

Die Listbox wird aktiv, sofern gültige Berechnungsergebnisse vorliegen. Andernfalls wird automatisch in den System-Modus geschaltet. Folgende Anzeigemodi sind möglich.

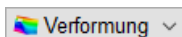
3.2.3.2 System



In diesem Modus wird im Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* das System gezeigt. Die Funktionen des Menüpunkts *Eingabe* sind aktiv und das System kann bearbeitet werden.

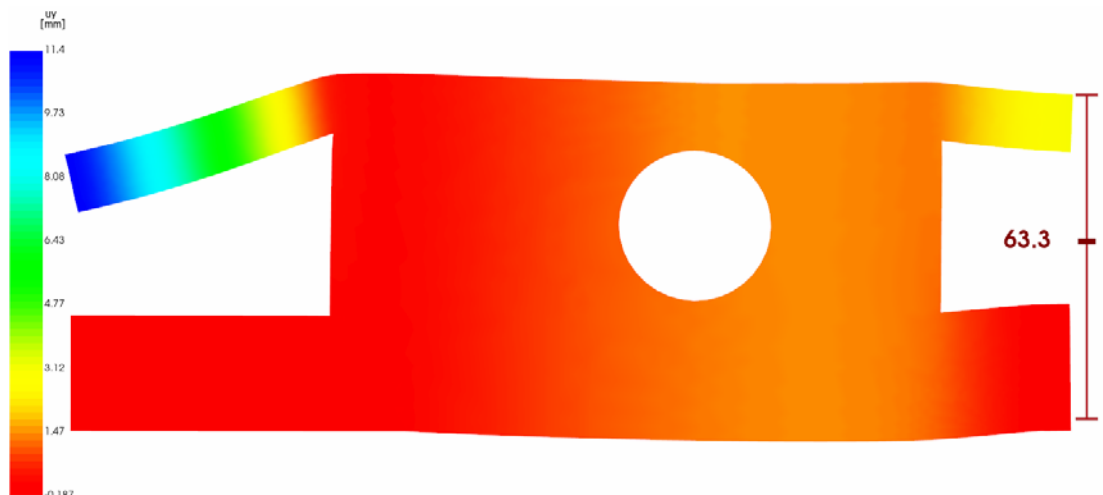


3.2.3.3 Verformung



In diesem Modus wird im Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* ein Konturplot mit Ergebnissen gezeigt. Zusätzlich wird die Verformung visualisiert.

- **Schieberegler rechts:** vergrößert oder verringert die Überhöhung der Verformung



3.2.3.4

Konturen

Konturen ▾

Lastfall ▾

Nutzlasten (1/1) ▾

nxx ▾

Über diese Funktionen werden die Berechnung und die Visualisierung der Ergebnisse gesteuert.

Die Buttonleiste enthält einen Button und vier Listboxen, die die Anzeige im Bildschirmbereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* steuern.

Konturen ▾

In diesem Modus wird im Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* ein Konturplot mit Ergebnissen gezeigt.

Die Auswahl der Ergebnisse erfolgt über die Listboxen *Ergebnistyp* und *Lastfall/Extremierung*.

EC 5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.) ▾

Lastfall ▾

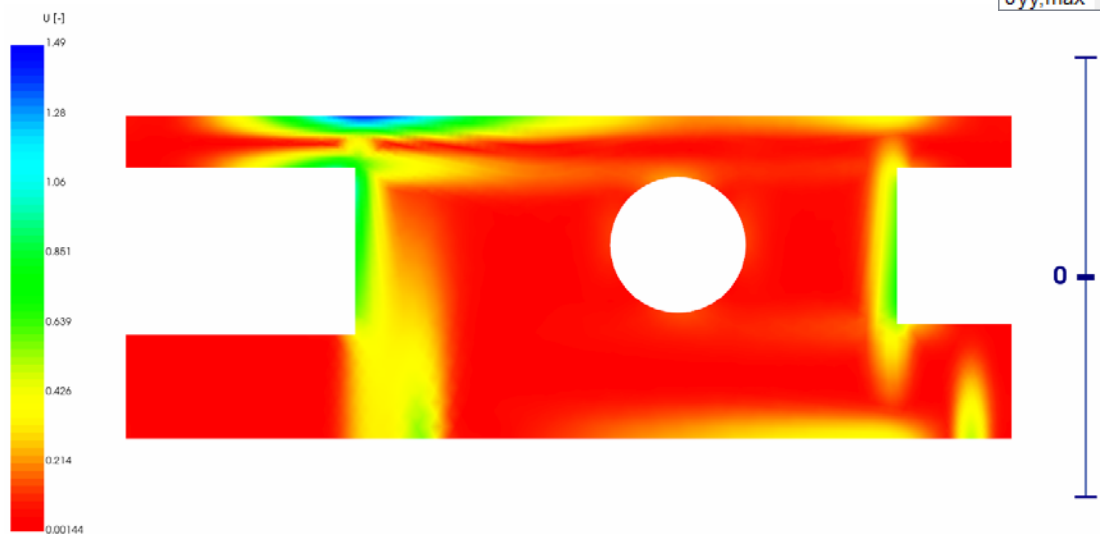
EC 5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.) ▾

min nxx ▾

min nxx
min nyy
min nxy
max nxx
max nyy
max nxy
σxx,min
σyy,min
σxx,max
σyy,max ▾

Die vorhandenen Ergebniswerte werden mit der *Werte*-Listbox gewählt.

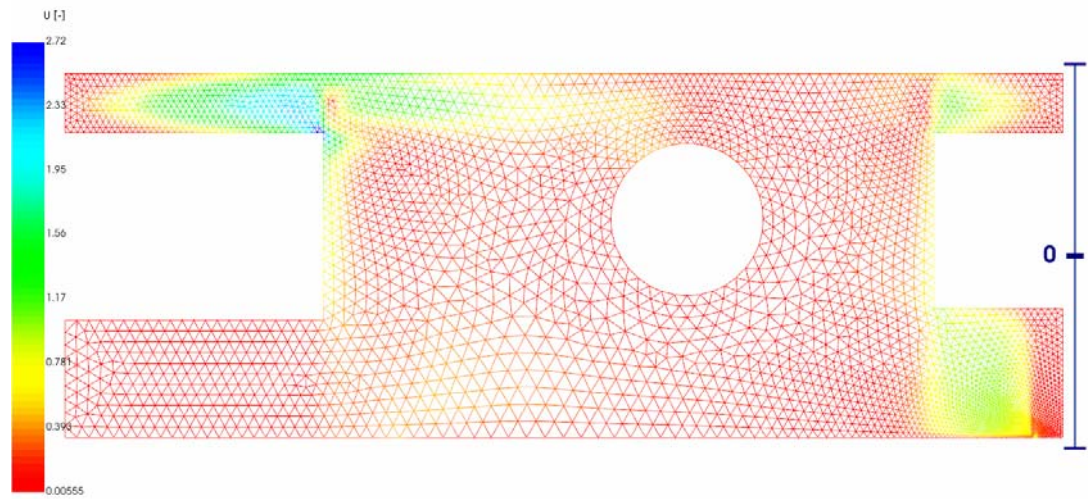
Die gewählten Ergebnisse werden als Konturplot ausgegeben. Eine Legende mit Farbskala befindet sich in der linken Fensterhälfte.



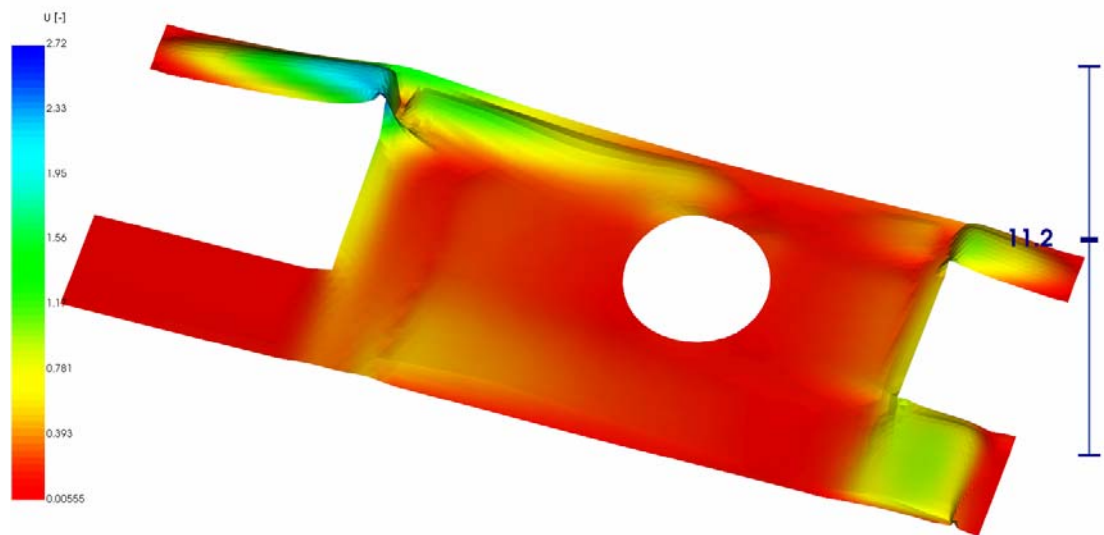
Folgende Funktionen können über Maus oder Tastatur im Konturmodus ausgeführt werden.

- **einen Punkt anpicken:** zeigt in der Statuszeile die Element- und Knotennummer mit Koordinaten, sowie den Ergebniswert am Punkt
- **linke Maustaste halten:** die Maus dreht die Scheibe in Richtung der Mausposition
- **mittlere Maustaste halten:** verschiebt die Scheibe im Fenster
- **rechte Maustaste halten:** rauf- und runterbewegen der Maus zoomt in die Ansicht hinein oder heraus
- **Scrollrad:** verändert den Zoom
- **Taste f:** setzt den angepickten Punkt ins Zentrum
- **Taste F11:** Zurücksetzen aller Ansichtseinstellungen und Bildschirmanzeige einpassen
- **Taste r:** Bildschirmzoom einpassen
- **Taste w:** zeigt die Scheibe als Drahtmodell
- **Taste s:** zeigt die Scheibe als Kontur
- **Schieberegler rechts:** zeigt die Ergebniswerte als Gebirge. Hierzu sollte die Scheibe durch Halten der linken Maustaste in eine seitliche Ansicht gedreht werden.

Ergebnisse als Drahtmodell (entspricht den FEM-Elementen)

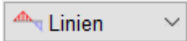


Ergebnisse als Gebirge (mit Kontur)



3.2.3.5

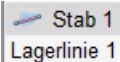
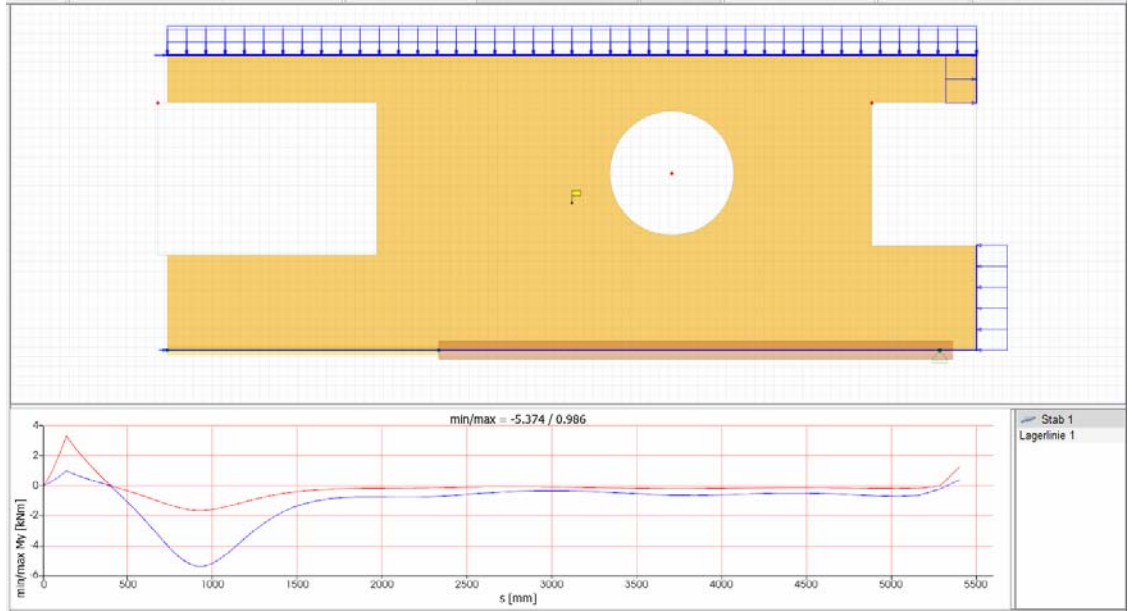
Linien



Wurden Linienelemente definiert (Linienlager oder Stäbe), wird der *Linienergebnismodus* aktiv. In diesem Modus wird der Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* geteilt.

Im oberen Teil wird das System gezeigt, im unteren werden xy-Plots mit Linienergebnissen visualisiert.

Die Linie zwischen dem oberen und unteren Bildschirmteil ist ein Splitter, der mit der linken Maustaste verschoben werden kann.



Rechts neben der Liniengrafik befindet sich eine Liste mit den vorhandenen Linienelementen. Ein Klick auf das betreffende Element schaltet auf die zugehörige Liniengrafik um.

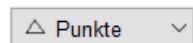
Werden min/max-Werte über die Werte-Listbox gewählt, werden entsprechend zwei Linien visualisiert.

Folgende Funktionen können über Maus oder Tastatur im *Konturmodus* ausgeführt werden.

- **mit der Maus einen Punkt der Linie anfahren:** es erscheint ein Tooltip mit dem Wert an der Stelle
- **linke Maustaste gedrückt halten und bewegen:** der Plot wird im Fenster verschoben
- **Scrollrad:** zoomt in die Grafik hinein oder heraus
- **Taste r:** Bildschirmzoom einpassen

3.2.3.6

Punkte



Wurden Lagerpunkte definiert, wird der *Punktergebnismodus* aktiv. Wie im Linienmodus wird der Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* geteilt.

Im oberen Teil wird das System gezeigt, im unteren Teil werden Tabellen mit Zahlenergebnissen visualisiert.

In der unteren Bildschirmhälfte wird eine Liste mit Punktlagerergebnissen gezeigt.

Die Linie zwischen dem oberen und unteren Bildschirmteil ist ein Splitter, der mit der linken Maustaste verschoben werden kann.

Name	Fx	Fy	Mz
Lagerpunkt 1	0.000	-8.983	0.000
Lagerpunkt 2	0.407	0.000	0.000
Lagerpunkt 3	-1.709	-15.359	-0.081

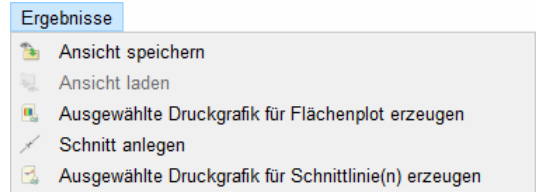
3.2.4 Menü Ergebnisse



Über die Funktionen hinter den dargestellten Buttons können im *Konturmodus* Schnitte angelegt, Ansichten gespeichert und ausgewählte Druckgrafiken erstellt werden.

Im Konturmodus werden alle Funktionen des Ergebnismenüs aktiv.

Im *Deformationsmodus* ist das Anlegen von Schnitten nicht möglich. Die Funktionen zum Anlegen und Drucken von Schnitten sind dann inaktiv.

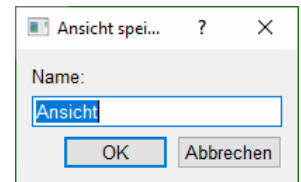


3.2.4.1 Ansicht speichern



Die gewählten Bildeinstellungen (Zoom, Systemausschnitt, Lastfall, Ergebniswert) werden gespeichert.

Ein Klick auf den Button öffnet ein Fenster zur Eingabe des Namens der Ansicht.



3.2.4.2 Ansicht laden

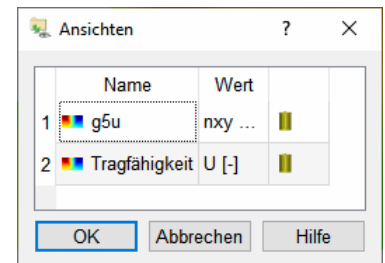


Listet die gespeicherten Ansichten

In der Tabelle sind alle gespeicherten Ansichten gelistet.

Ein Klick auf eine Zeile wechselt in die entsprechende Ansicht.

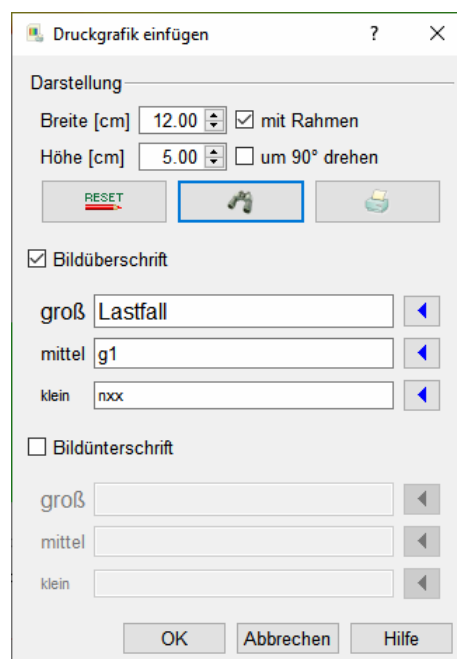
Ein Klick auf den **Mülleimer**-Button löscht die betreffende Ansicht.



3.2.4.3 ausgewählte Druckgrafik für Flächenplot erzeugen



Durch Anklicken des dargestellten Buttons wird das Fenster zum Anlegen einer ausgewählten Druckgrafik für den Flächenplot geöffnet.



Die Größe der Grafik im Druckdokument wird in [cm] vorgegeben.

Optional kann ein Rahmen gezeichnet werden und die Grafik kann um 90° gedreht werden.

Darstellung

Breite [cm] 12.00 ☐ mit Rahmen

Höhe [cm] 5.00 ☐ um 90° drehen

Ein Klick des Buttons setzt für alle Eingaben die Standardwerte.



Zeigt den Plot in der Druckvorschau.



Öffnet den Druckmanager und ermöglicht den sofortigen Druck des Plots.



Mit dem Optionbutton **Bildüberschrift** wird die Eingabe von drei Überschriftenzeilen für den Plot aktiviert.

Die drei Zeilen werden in unterschiedlicher Größe gedruckt. Ein Klick auf den Button rechts neben der Zeile fügt den automatisch generierten Standardtext ein.

☒ Bildüberschrift

groß Lastfall

mittel g1

klein nxx

Mit dem Optionbutton **Bildunterschrift** wird die Eingabe von drei Unterschriftenzeilen für den Plot aktiviert.

Die drei Zeilen werden in unterschiedlicher Größe gedruckt. Ein Klick auf den Button rechts neben der Zeile löscht den Zeileninhalt.

☒ Bildunterschrift

groß

mittel

klein

3.2.4.4

Schnitt anlegen



Das Anlegen von Schnitten wird durch einen Klick auf den gezeigten Button oder über den Menüeintrag *Ergebnisse* geöffnet.

Schnitte können als

- horizontale Linie
- vertikale Linie
- offener Spline (elastisches Lineal)
- geschlossener Spline
- Kreis

angelegt werden.

Schnittlinie

Allgemeine Angaben

Name Schnitt 1

☒ Horizontal y [mm] = 0

☐ Vertikal x [mm] = 0

☐ offener Spline

☐ geschlossener Spline

☐ Kreis

Mittelpunkt (x/y) 0 / 0

Durchmesser 800

Koordinaten der Stützpunkte

x[mm] y[mm]

Punkt hinzufügen

OK Abbrechen

Dem Schnitt kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Allgemeine Angaben

Name Schnitt 1

Werden die Optionen **Horizontal** oder **Vertikal** gewählt, muss lediglich eine y- bzw. x-Koordinate eingegeben werden.

Der Schnitt wird dann automatisch durch das komplette System geführt.

☒ Horizontal y [mm] = 0

☐ Vertikal x [mm] = 0

☐ offener Spline

☐ geschlossener Spline

☐ Kreis

Bei Wahl der Optionen **offener Spline** oder **geschlossener Spline** wird die Tabelle zur Eingabe der Stützpunkte aktiv.

Über den Button **Punkt anfügen** werden Punkte hinzugefügt.

Durch das Anklicken der **Mülleimersymbole** werden Punkte gelöscht.

Koordinaten der Stützpunkte			
	x[mm]	y[mm]	
1	-1200	-850	
2	-300	200	
3	800	600	
4	1200	200	
<input type="button" value="Punkt anfügen"/>			

Bei Wahl der Option **Kreis** müssen Mittelpunkt und Durchmesser eingegeben werden.

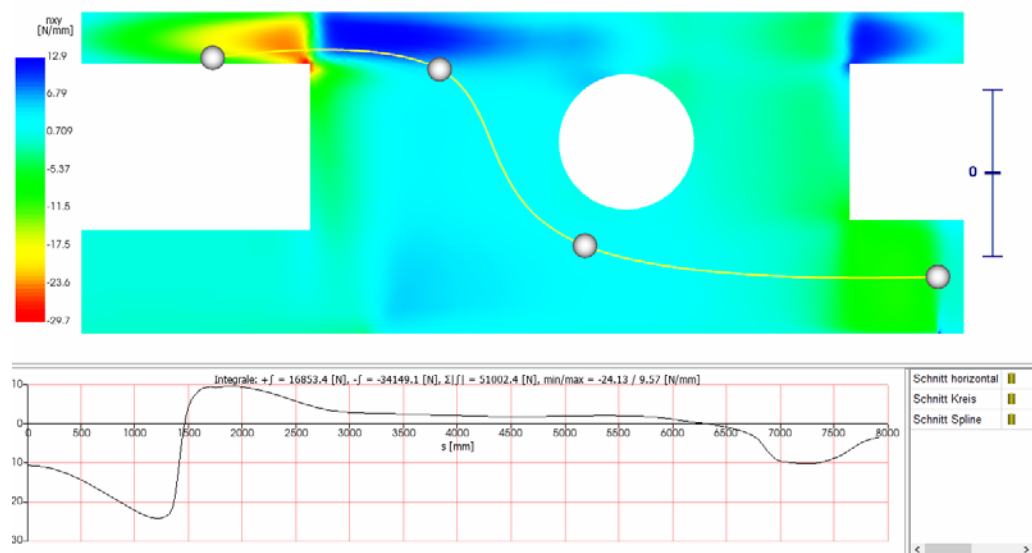
☒ Kreis

Mittelpunkt (x/y) /

Durchmesser

Der erzeugte Schnitt wird als **Liniengrafik** unter der Kontur angezeigt. Die zugehörige Schnittlinie erscheint in der Kontur mit den Stützpunkten, die als Kugeln visualisiert werden.

Die Stützstellen können mit der linken Maustaste "gegriffen" und verschoben werden. Die neuen Schnittergebnisse werden dabei augenblicklich aktualisiert.



Alle erzeugten Schnitte erscheinen in der Liste rechts neben der Liniengrafik. Durch Anklicken des Listeneintrags schaltet die Ansicht auf den betreffenden Schnitt.

Schnitt horizontal	
Schnitt Kreis	
Schnitt Spline	

Ein Doppelklick auf den Listeneintrag öffnet das Eingabefenster der Schnittlinie.

Ein Klick auf den **Mülleimer** neben dem Eintrag löscht den entsprechenden Schnitt.

3.2.4.5

ausgewählte Druckgrafik für Schnittlinie(n) erzeugen



Der Button wird aktiv, wenn mindestens ein Schnitt angelegt wurde. Ein Klick öffnet das Fenster zum Anlegen einer ausgewählten Druckgrafik für den Linienplot.

Die Größe der Grafik im Druckdokument wird in [cm] vorgegeben.

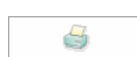
Ein Klick setzt die Standardwerte für alle Eingaben.



Zeigt den Plot in der Druckvorschau.



Öffnet den Druckmanager und ermöglicht den sofortigen Druck des Plots.



Schnittlinie drucken

Darstellung

Breite [cm]

12.00

Höhe [cm]

5.00

RESET

☒ Schnittkoordinaten ausgeben
 ☒ Bildüberschrift

groß

Schnitt Kreis

mittel

Lastfall

klein

g1

Typ	Name	aktiv
1	nxx [N/mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2	nyy [N/mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
3	nxy [N/mm]	<input type="checkbox"/>
4	ux [mm]	<input type="checkbox"/>
5	uy [mm]	<input type="checkbox"/>

☐ Bildunterschrift

groß

mittel

klein

OK

Abbrechen

Hilfe

Die Koordinaten der Spline-Stützpunkte können optional als Tabelle ausgegeben werden.

☒ Schnittkoordinaten ausgeben

Der Verlauf der Schnittlinie wird auch im zugehörigen Flächenplot angezeigt.

Mit dem Optionbutton **Bildüberschrift** wird die Eingabe von drei Überschriftenzeilen für den Plot aktiviert.

Die drei Zeilen werden in unterschiedlicher Größe gedruckt.

Ein Klick auf den Button rechts neben der Zeile fügt den automatisch generierten Standardtext ein.

☒ Bildüberschrift

groß

Schnitt Kreis

mittel

Lastfall

klein

g1

Die Tabelle zeigt alle vorhandenen Ergebniswerte für die ausgewählte Berechnung.

Alle Größen, die mit den Optionsbuttons neben dem jeweiligen Wert selektiert sind, werden untereinander geplottet.

Typ	Name	aktiv
1	nxx [N/mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2	nyy [N/mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
3	nxy [N/mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ux [mm]	<input type="checkbox"/>
5	uy [mm]	<input type="checkbox"/>

Mit dem Optionbutton **Bildunterschrift** wird die Eingabe von drei Unterschriftenzeilen für den Plot aktiviert.

Die drei Zeilen werden in unterschiedlicher Größe gedruckt. Ein Klick auf den Button rechts neben der Zeile löscht den Zeileninhalt.

☒ Bildunterschrift

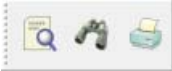
groß

mittel

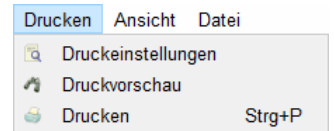
klein

3.2.5

Menü Drucken

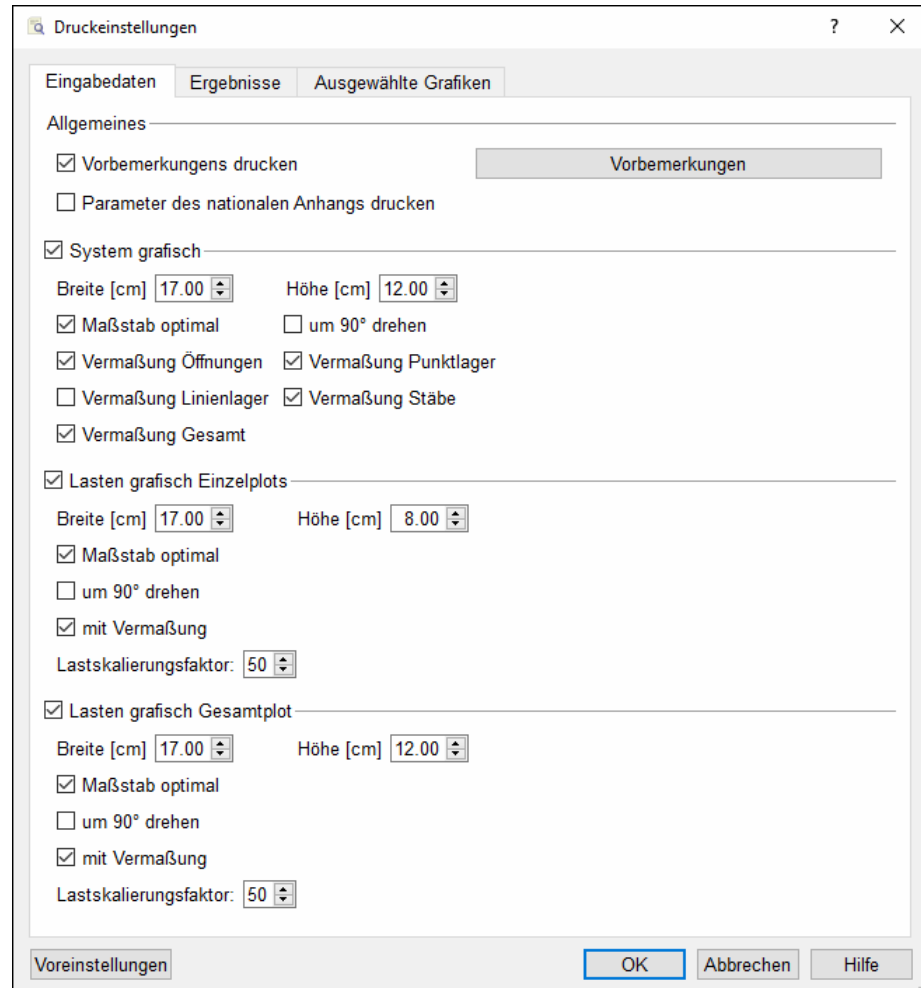


Über diese Buttonleiste bzw. das Menü werden die Druckfunktionen gesteuert.



Ein Klick auf den Button öffnet das Fenster für die Druckeinstellungen.

Das Fenster enthält ein Register mit drei Einträgen für die Ausgabe von *Eingabedaten*, *Ergebnissen* und *Ausgewählten Druckgrafiken*.



3.2.5.1

Registerblatt *Eingabedaten*

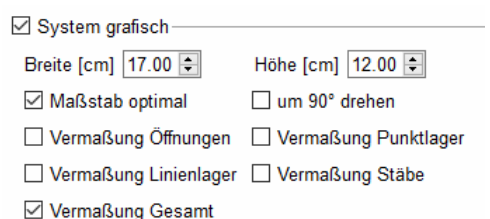
Bei Aktivierung der Option **Vorbemerkungen drucken** wird der Button **Vorbemerkungen** aktiv.

Ein Klick auf den Button öffnet ein Fenster zur Texteingabe, in dem Vorbemerkungen geschrieben werden können. Optional können auch die Parameter des nationalen Anhangs ausgegeben werden.



Das System wird optional als Plot ausgegeben; Breite und Höhe werden vorgegeben.

Die Option **Maßstab optimal** bedeutet, dass der Maßstab so berechnet wird, dass der gewählte Plotbereich optimal gefüllt wird. Andernfalls wird der nächst passende, ganzzahlige Maßstab (1:10, 1:20, 1:50, 1:100 ...) berechnet.



Der Plot kann um 90° gedreht werden. Eine Vermaßung der Objekttypen kann ebenfalls gewählt werden.

Die Lasten können als Einzelplots ausgegeben werden.

Breite und Höhe werden vorgegeben.

Die Option **Maßstab optimal** bedeutet, dass der Maßstab so berechnet wird, dass der gewählte Plotbereich optimal gefüllt wird.

Der Plot kann um 90° gedreht werden. Eine Vermaßung erfolgt optional.

Mit dem Lastskalierungsfaktor kann die Überhöhung der Lastdarstellung im Plot eingestellt werden.

☒ Lasten grafisch Einzelplots

Breite [cm] Höhe [cm]

☒ Maßstab optimal

☐ um 90° drehen

☒ mit Vermaßung

Lastskalierungsfaktor:

Es können auch alle Lasten gemeinsam in einem Plot dargestellt werden.

Für die Einstellungen gilt sinngemäß das Gleiche, wie für die Einzelplots der Lasten.

☒ Lasten grafisch Gesamtplot

Breite [cm] Höhe [cm]

☒ Maßstab optimal

☐ um 90° drehen

☒ mit Vermaßung

Lastskalierungsfaktor:

3.2.5.2

Registerblatt *Ergebnisse*

Als Option wird die Ausgabe der Lastfallergebnisse aktiviert.

Von den Flächenelementen können Konturplots der Schnittgrößen und der Verformungen ausgegeben werden.

Von den Linienelementen (Stäbe und Linienlager) können Liniengrafiken mit den Berechnungsergebnissen geplottet werden. Die Größe der einzelnen Liniensplots muss vorgegeben werden.

Punktlagerergebnisse werden durch Aktivierung der entsprechenden Option als Tabelle ausgegeben.

☒ Lastfallergebnisse

☒ Flächenelemente

Verformungen ☒

Schnittgrößen ☒

☒ Linienergebnisse

Linienlager ☒

Stäbe ☒

Breite [cm] Höhe [cm]

☒ Punktlagerergebnisse

Die Steuerung der Ausgabe der Nachweisergebnisse erfolgt analog zur Steuerung der Lastfallergebnisse.

☒ Nachweisergebnisse

☒ Flächenelemente

extremale Schnittgrößen ☒

Nachweisergebnisse ☒

☒ Stäbe

extremale Schnittgrößen ☒

Nachweisergebnisse ☒

Breite [cm] Höhe [cm]

Wurden Detailnachweispunkte auf Flächen- oder Linienpositionen definiert, können diese optional ausgegeben werden. ☒ Detailnachweispunkte drucken

Höhe der Diagramme [cm] 3.80

Die Höhe der Diagramme bezieht sich auf die Darstellung der Plots der Spannungsverläufe über die Plattenhöhe im Platten- oder Faltwerksmodus.

3.2.5.3 Registerblatt Ausgewählte Grafiken

Wurden ausgewählte Grafiken angelegt, können diese optional gedruckt werden. Die Tabelle enthält alle Plots.

Über die **Auf- Ab-Buttons** kann die Druckreihenfolge verändert werden. Einzelne Plots können über die **aktiv-Checkbox** deaktiviert werden.

Ein Doppelklick auf eine Zeile öffnet das Eingabefenster zur Druckgrafik.

☒ Ausgewählte Grafiken

	Typ	Lastfall/Extremierung	Wert			aktiv
1		g1	nxx [N/mm]	↑	↓	<input checked="" type="checkbox"/>
2		EC 5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.)	U [-]	↑	↓	<input checked="" type="checkbox"/>
3		EC 5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.)	-	↑	↓	<input checked="" type="checkbox"/>
4		neuer Lastfall	-	↑	↓	<input checked="" type="checkbox"/>

Optional wird die Position des Ausdrucks der Grafiken im Druckdokument eingestellt. ☒ Grafiken in entsprechende Kategorie einordnen ☐ Grafiken am Ende drucken



öffnet die Druckvorschau



öffnet den Druckmanager

3.2.6 Menü Ansicht

Dieses Menü steuert die Sichtbarkeit der Buttonleisten.

Jede Buttonleiste kann über einen **Check-Button** ein- oder ausgeschaltet werden.

Ansicht	Datei
<input checked="" type="checkbox"/>	Eingabe
<input checked="" type="checkbox"/>	Bildschirm/Objekte
<input checked="" type="checkbox"/>	Berechnung
<input checked="" type="checkbox"/>	Ergebnisse
<input checked="" type="checkbox"/>	Drucken

3.2.7 Menü Datei



Über diese Buttonleiste bzw. das Menü werden die Sicherung der Eingabedatei, die allgemeine Hilfefunktion und das Verlassen des Programms behandelt.

Datei	
	Eingabedaten speichern Strg+S
	Hilfe F1
	Ende



Ein Klick sichert den aktuellen Datenzustand. Der Button wird aktiv, wenn die Eingabedaten nach der letzten Sicherung verändert wurden.

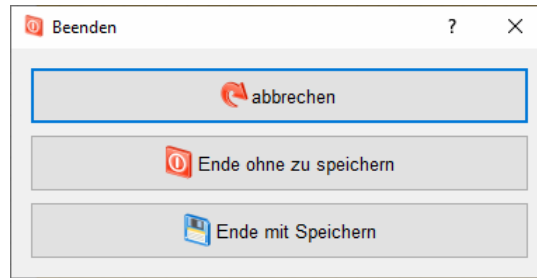


ein Klick öffnet die allgemeine Hilfefunktion



beendet das Programm

Ein Klick auf den **Beenden-Button** öffnet ein Fenster, in dem der Vorgang abgebrochen oder das Programm mit oder ohne Abspeichern des Datenzustandes verlassen werden kann.



3.2.8

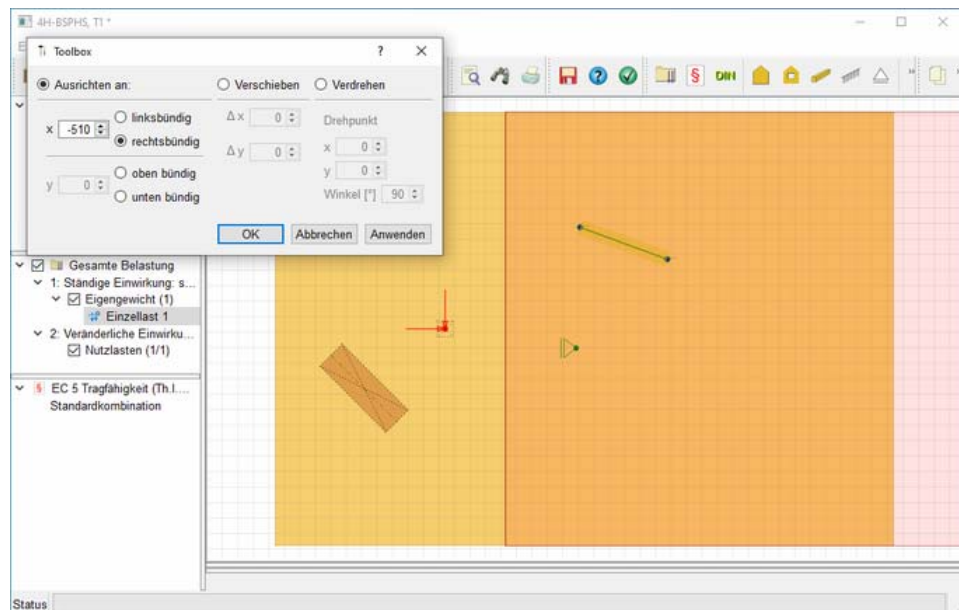
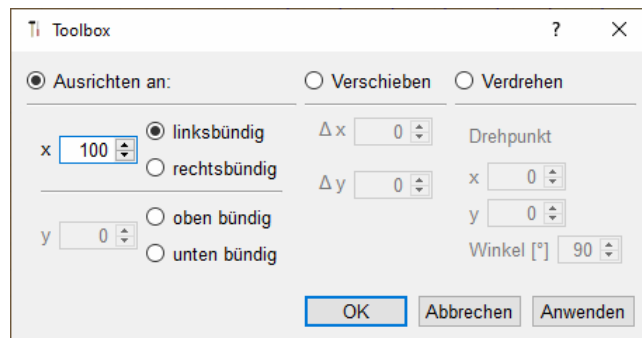
Toolbox



Die Toolbox dient zum Verschieben, Verdrehen oder zum Ausrichten einzelner oder mehrerer markierter Objekte (z.B. Öffnungen, Stäbe, Lager oder Lastbilder).

Der **Toolbox-Button** wird aktiv, wenn mindestens ein Objekt markiert ist.

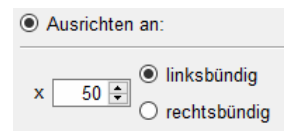
Die Toolboxfunktionen sind ist auch über den Menüeintrag *Bildschirm / Objekte* oder das Kontextmenü der Einträge im Systembaum erreichbar.



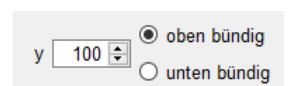
Alle ausgewählten Objekte werden an einer vorgegebenen x-Koordinate links- oder rechtsbündig ausgerichtet.

Wird diese Option aktiviert, wird die Linie zum Ausrichten als dünner roter Strich dargestellt. Die Seite, an der die Objekte ausgerichtet werden, ist farbig heller dargestellt.

Das Ändern der x- bzw. y-Koordinate aktualisiert die "Ausrichtlinie". Das Ausrichten erfolgt ausschließlich durch Klicken des **Anwenden-Buttons**. Das Verlassen des Fensters durch den **OK-Button** speichert lediglich die gewählten Einstellungen.



Alle ausgewählten Objekte werden an einer vorgegebenen y-Koordinate oben oder unten bündig ausgerichtet.



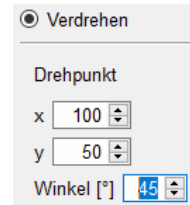
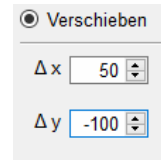
Ansonsten funktioniert diese Option wie das links- oder rechtsbündige Ausrichten.

Alle ausgewählten Objekte werden um vorgegebene Werte Δx und Δy verschoben.

Das Verschieben erfolgt ausschließlich durch Klicken des **Anwenden-Buttons**. Das Verlassen des Fensters durch den **OK-Button** speichert lediglich die gewählten Einstellungen.

Alle ausgewählten Objekte werden um einen vorgegebenen Winkel α gedreht. Der Drehpunkt wird durch Eingabe der x- und y-Koordinaten vorgegeben.

Das Verdrehen erfolgt ausschließlich durch Klicken des **Anwenden-Buttons**. Das Verlassen des Fensters durch den **OK-Button** speichert lediglich die gewählten Einstellungen.



3.2.9

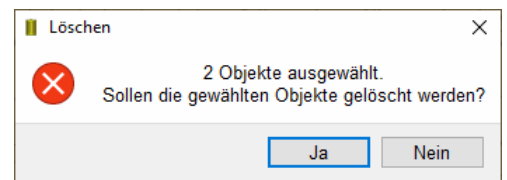
Löschen



Der **Lösch-Button** wird aktiv, wenn mindestens ein Objekt markiert ist.

Die Löschfunktion ist auch über den Menüeintrag *Bildschirm / Objekte* und das Kontextmenü der Einträge im Systembaum erreichbar.

Die Zahl der gewählten Objekte wird in der Statuszeile angezeigt.



3.3

Systemeingabe

3.3.1

Wandeneinstellungen



Ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button öffnet das Eigenschaftsblatt zur Eingabe der **Material-** und **Geometriewerte** des zu berechnenden Bauteils.

Es können drei Berechnungsmodi gewählt werden

Scheibe

in diesem Modus werden nur Lasten berücksichtigt, die in der Bauteilebene wirken

Platte

in diesem Modus werden nur Lasten berücksichtigt, die senkrecht zur Bauteilebene wirken

Faltwerk

in diesem Modus werden sowohl Lasten berücksichtigt, die in der Bauteilebene wirken, als auch Lasten, die senkrecht zur Bauteilebene wirken

Der Position kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Es muss eine **Nutzungsklasse** gemäß /16/, 2.3.1.3, vergeben werden. Gemäß den Herstellerzulassungen ist die Anwendung in den Nutzungsklassen 1 und 2 erlaubt.

Über die Listboxen können verschiedene Brettsperrholzhersteller und -plattentypen aus der programminternen Datenbank gewählt werden.

Ist die Option **Benutzerdefiniert** aktiv, wird der entsprechende Button freigeschaltet. Ein Klick auf den Button öffnet das Fenster zur Eingabe der benutzerdefinierten Brettsperrholzplatte, s. Abs. 3.3.2, S. 29.

Die Ausrichtung der Decklagen wird über die entsprechenden Optionbuttons festgelegt. Die Faserrichtung kann um einen Winkel gegen das Koordinatensystem verdreht werden (rechtsdrehend positiv).

☐ Decklagen horizontal (x-Richtung)
☒ Decklagen vertikal (y-Richtung)
 Faserwinkel °

Die Form der Position kann rechteckig oder polygonförmig sein. Wird bei einer bestehenden recht-eckigen Position auf **Polygon** umgeschaltet, erscheint eine Abfrage, ob die Rechteckkoordinaten übernommen werden sollen.

Geometrie (alle Maße in [mm])

☒ Polygon
 ☐ Rechteck

Bei Wahl einer Rechteckform müssen Breite und Höhe bestimmt werden.

Rechteck

Breite Höhe

Bei Wahl eines Polygons müssen die Eckpunktkoordinaten bestimmt werden. Über die Buttons **Punkt anfügen vor aktueller Zeile** und **Punkt anfügen hinter aktueller Zeile** können in der Koordinatentabelle Eckpunkte hinzugefügt werden.

Eckpunktkoordinaten

	x [mm]	y [mm]	
1	-2000	-1400.0	
2	2000	-1400.0	
3	2000	1400.0	
4	-2000	1400.0	

Durch Klicken des **Mülleimer-Buttons** werden Eckpunkte gelöscht.

In der Buttonleiste unten links können die Fenster zur Eingabe der **Nachweiseinstellungen** (s. Abs. 3.3.4, S. 31), der **globalen Rechenlaufeinstellungen** (s. Abs. 3.3.3, S. 29) und der **Detailnachweispunkte** (s. Abs. 3.5, S. 44) aufgerufen werden.

Ein Klick auf den **OK-Button** übernimmt die Eingabe. Der Klick auf den **Abbrechen-Button** schließt das Fenster, ohne die Eingaben zu speichern.

3.3.2

Freies Material

Folgende Einstellungen werden zur Definition eines freien Materials vorgenommen.

Für jedes Material kann ein beliebiger Name festgelegt werden.

Die folgenden Parameter sind für die Berechnung von Brettsper Holzplatten relevant.

Wird die Option **Schmalflächen verleimt** gewählt, entfällt der Nachweis der Torsionsschubspannungen im Kreuzungspunkt (nur bei Scheibenberechnungen).

Die Schubfestigkeit und die Torsionsschubfestigkeit werden für die Schubnachweise relevant.

Freies Material

Name: BSP 200 5S

Parameter

☐ Klebstoff temperaturbeständig

☐ Schmalflächen verleimt

Schubfestigkeit: 2.00 kN/m²

Rollschubfestigkeit: 0.70 kN/m²

Torsionsschubfestigkeit: 1.00 kN/m²

Ideelle Abbrandgeschwindigkeit β : 0.70 mm/min

Brettlagen

	Holzart	Holzgüte	Ausrichtung	d [mm]	
1	Nadelvollholz	C24 (S10)	x-Richtung	40.0	🗑️
2	Nadelvollholz	C24 (S10)	y-Richtung	40.0	🗑️
3	Nadelvollholz	C24 (S10)	x-Richtung	40.0	🗑️
4	Nadelvollholz	C24 (S10)	y-Richtung	40.0	🗑️
5	Nadelvollholz	C24 (S10)	x-Richtung	40.0	🗑️

neue Brettlage

Σ d [mm]: 200.0

🔍 ⏹️ ?

In der Tabelle werden die einzelnen Brettschichten mit Holzart, -güte, Ausrichtung und Schichtdicke definiert. Über den Button **neue Brettlage** wird eine neue Tabellenzeile und somit eine weitere Schicht erzeugt.

Durch Klicken des **Mülleimer**-Buttons wird die entsprechende Tabellenzeile gelöscht.



Über den **Datenbankbutton** können die neu definierten Brettsper Holztypen gespeichert und anderen Bauteilen zur Verfügung gestellt werden.

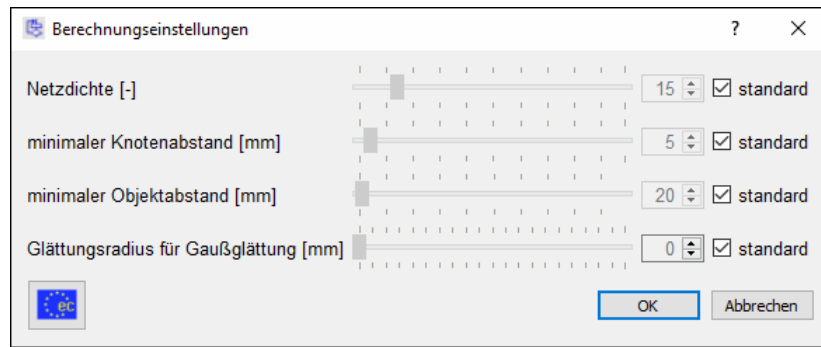
3.3.3

globale Rechenlaufeinstellungen




Die Eingabe der Berechnungseinstellungen wird erreicht über das Fenster der *Wandeneinstellung*.

gen und einen Klick auf den betreffenden Button.



Das Fenster enthält vier Parameter, die über einen Schieberegler oder ein zugehöriges Eingabefeld eingegeben werden, sofern die **standard-Option** deaktiviert wird.

Die Parameter haben die folgenden Bedeutungen

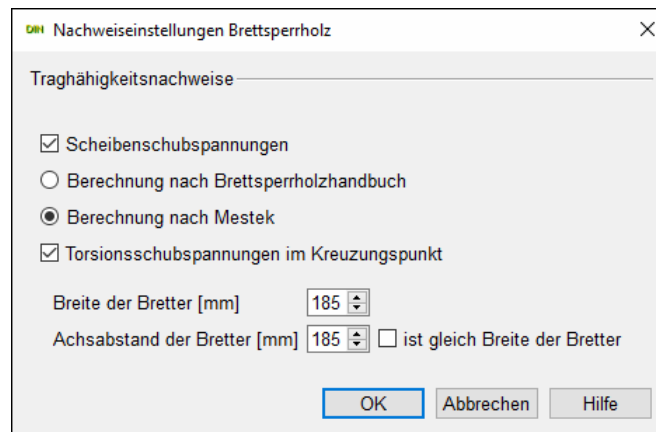
- Netzdichte** Die **Netzdichte** ist ein Maß für die Auflösung des FEM-Netzes. Ein größerer Wert bedeutet ein feineres Netz. Die Eingabewerte sind normiert auf einen zulässigen Bereich von 1 bis 100.
- minimaler Knotenabstand** Die Knotenpunktabstände sollten einen Minimalwert nicht unterschreiten, da ansonsten ein zu feines Netz generiert wird, was zu längeren Rechenzeiten führt. Daher kann hier ein Mindestabstand in [mm] gewählt werden.
- minimaler Objektabstand** Dieses Maß bezieht sich hauptsächlich auf Löcher. Hier sollte ein Mindestabstand zu anderen Objekten (z.B. zu Linienlagern) bestehen. Es ist jedoch erlaubt, Linienobjekte direkt auf Scheiben- oder Lochränder zu platzieren.
- Gaußglättung** Das Rechenprogramm generiert Schnittgrößenergebnisse in den Knotenpunkten. An punktuellen Lasteinleitungen oder in einspringenden Ecken kann es hierbei zu Spannungsspitzen kommen. Daher kann an dieser Stelle ein Glättungsradius vorgegeben werden, um die Ergebnisse nach dem *Gaußverfahren* zu glätten.
- Diese Option sollte mit Bedacht eingesetzt werden, da hierdurch Schnittgrößensprünge, wie z.B. Querkraftsprünge aus Einzel- oder Linienlasteinleitung "verschmiert" werden, je nach Größe des gewählten Glättungsradius.
- Es gilt außerdem zu beachten, dass ein gröberes Netz auch einen glättenden Effekt hat! Daher sollten die Parameter **Netzdichte** und **Gaußglättung** aufeinander abgestimmt sein.
- Ein Wert von 0 deaktiviert die Glättung.
-  Ein Klick auf diesen Button öffnet das Fenster zur Wahl des zu verwendenden nationalen Anhangs, s. Abs. 3.3.5, S. 31.

3.3.4

Nachweiseinstellungen

DIN

Die Nachweiseinstellungen werden durch einen Klick auf den **DIN-Button** oder über den Menüeintrag *Eingabe / Nachweiseinstellungen* geöffnet.



Der Nachweis der Scheibennormalspannungen wird standardmäßig immer geführt.

Der Nachweis der Scheibenschubspannungen kann optional nach zwei verschiedenen Verfahren geführt werden. Über die Optionsbuttons kann gewählt werden zwischen den Verfahren nach **Brettsper Holzhandbuch** /64/ und **Mestek** /84/ und /85/.

Bei unverleimten Schmalflächen der Bretter entstehen Torsionsschubspannungen in den Kreuzungspunkten der Klebeflächen zwischen den Brettlagen. Der Nachweis dieser Spannungen wird über die Option **Torsionsschubspannungen im Kreuzungspunkt** aktiviert.

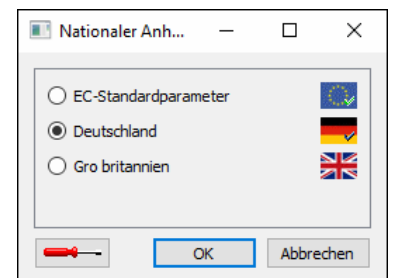
Hierzu muss die Breite der verwendeten Bretter eingegeben werden. Da der Achsabstand der Bretter größer sein kann als die Brettbreite, muss auch dieser eingegeben werden. Im Regelfall entspricht aber die Brettbreite dem Achsabstand.

3.3.5

Nationale Anhänge zu den Eurocodes

Die Eurocode-Normen gelten nur in Verbindung mit ihren nationalen Anhängen in dem jeweiligen Land, in dem das Bauwerk erstellt werden soll.

Für ausgewählte Parameter können abweichend von den Eurocode-Empfehlungen (im Eurocode-Dokument mit 'ANMERKUNG' gekennzeichnet) landeseigene Werte bzw. Vorgehensweisen angegeben werden.



In **pcae**-Programmen können die veränderbaren Parameter in einem separaten Eigenschaftsblatt eingesehen und ggf. modifiziert werden.

Dieses Eigenschaftsblatt dient dazu, dem nach Eurocode zu bemessenden Bauteil ein nationales Anwendungsdokument (NA) zuzuordnen.

NAe enthalten die Parameter der nationalen Anhänge der verschiedenen Eurocodes (EC 0, EC 1, EC 2 ...) und ermöglichen den **pcae**-Programmen das Führen normengerechter Nachweise, obwohl sie von Land zu Land unterschiedlich gehandhabt werden.

Die EC-Standardparameter (Empfehlungen ohne nationalen Bezug) wie auch die Parameter des deutschen nationalen Anhangs (NA-DE) sind grundsätzlich Teil der **pcae**-Software.

Darüber hinaus stellt **pcae** ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem weitere NAe aus Kopien der bestehenden NAe erstellt werden können. Dieses Werkzeug, das über ein eigenes Hilfedokument verfügt, wird normalerweise aus der Schublade des DTE®-Schreibtisches heraus aufgerufen. Einen direkten Zugang zu diesem Werkzeug liefert die kleine Schaltfläche hinter dem **Schraubenziehersymbol**.

Öffnungen



Die Eingabe von Öffnungen wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neue Öffnung* geöffnet.

Werden mehrere Öffnungen angelegt, dürfen sich diese überschneiden. Das Programm bildet vor dem Start der Berechnung automatisch die Vereinigungsmenge überlappender Öffnungen.

Ebenso ist es erlaubt, dass eine Öffnung über den Rand der Position herausragt. In diesem Falle schneidet das Programm diesen Teil der Öffnung aus der Position heraus.

Der Öffnung kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Die Form der Öffnung wird per **Optionsknopf** gewählt. Zur Auswahl stehen **Rechteck**, **Polygon**, **Kreis** und **Kreissegment**.

Bei Rechteck- und Polygonquerschnitten muss ein **Ankerpunkt** vorgegeben werden. Relativ auf diesen Punkt beziehen sich Breite und Höhe bei Rechteck- und die Eckpunktkoordinaten bei Polygonen.

Diese Eingabefelder erscheinen nur bei Wahl von **Rechteck** oder **Polygon**. Hier sind die Koordinaten des Ankerpunkts einzugeben.

Rechteckquerschnitt

Bei rechteckigen Öffnungen müssen Höhe und Breite gewählt werden.

Polygon

Bei Wahl eines Polygons müssen die Eckpunktkoordinaten bestimmt werden.

Über die Buttons **Punkt anfügen vor aktueller Zeile** und **Punkt anfügen hinter aktueller Zeile** können in der Koordinatentabelle Eckpunkte hinzugefügt werden.

Durch Klicken des **Mülleimer-Buttons** werden Eckpunkte gelöscht.

Wird bei einer bestehenden rechteckigen Position auf **Polygon** umgeschaltet, erscheint eine Abfrage, ob die Rechteckkoordinaten übernommen werden sollen.

	x [mm]	y [mm]	
1	0	0.0	
2	800	0.0	
3	800	600.0	
4	0	600.0	

Kreis

Bei kreisförmigen Öffnungen muss der Durchmesser angegeben werden.

Maße	
Durchmesser	800
Höhe	600

Kreissegment(e)

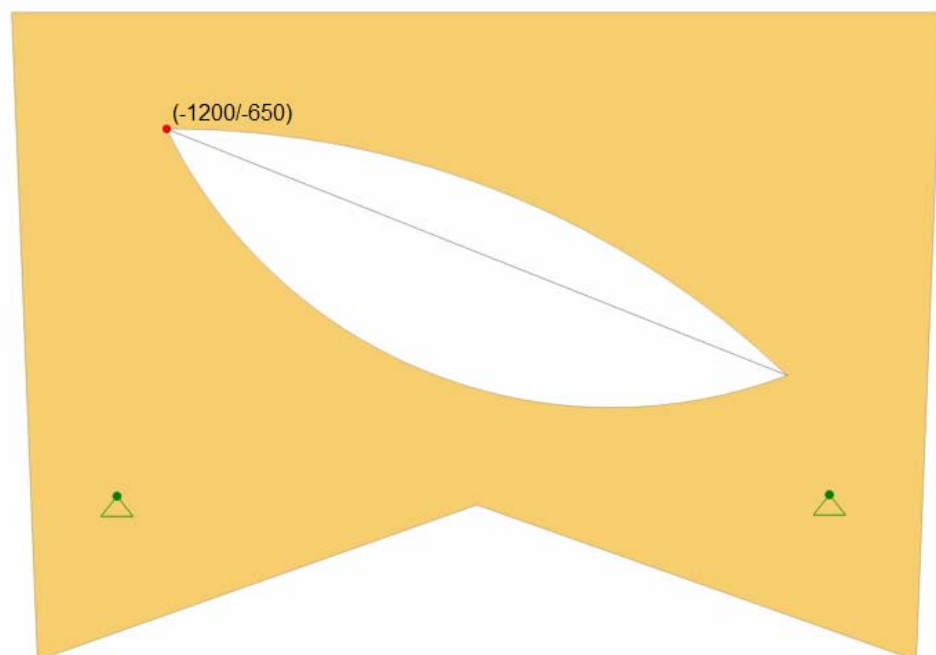
Das Kreissegment wird durch den Anfangs- und Endpunkt der Sehne definiert.

Die Segmenthöhe gibt den Stich des Segments an. Für beide Seiten der Sehne kann ein Stich angegeben werden.

Wird vom Anfangspunkt der Sehne in Richtung Endpunkt geschaut, befindet sich die Segmenthöhe 1 auf der linken und die Segmenthöhe 2 auf der rechten Seite der Sehne.

Segmentkoordinaten		
	x	y
Anfang	-1200	-650
Ende	1200	300
<input checked="" type="checkbox"/> Segmenthöhe 1		250
<input checked="" type="checkbox"/> Segmenthöhe 2		500

Das folgende Bild zeigt beispielhaft die segmentförmige Öffnung für obige Eingabedaten.





Das Anlegen eines neuen Stabes wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neuer Stab* geöffnet.

Der Stab muss innerhalb der Scheibe oder auf einem Rand liegen. Werden mehrere Stäbe angelegt, dürfen sich diese schneiden.

Dem Stab kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Zur Erleichterung der Eingabe können verschiedene Vorgaben gemacht werden.

Per **Optionsbutton** kann festgelegt werden, ob die Koordinaten von Anfangs- und Endknoten eingegeben oder ob der Anfangspunkt und eine Länge mit dem Winkel gegen die x-Achse eingegeben werden.

Bei senkrechten und horizontalen Stäben kann die entsprechende Option gewählt werden, was die Anzahl der Eingabefelder reduziert.

Entsprechend der gewählten Eingabeoptionen werden die passenden Eingabefelder freigegeben.

Das zu verwendende Material wird über die Listboxen *Materialtyp* und *Güte* gewählt.

Durch die Option **fm,k und ft0,k mit dem Beiwert kh erhöhen** wird die Bedingung nach /16/, 3.2(3) und 3.3 (3), zur Erhöhung der Tragfähigkeiten aktiv.

Bei Wahl von Holz als Material müssen Breite und Höhe des Rechteckquerschnitts eingegeben werden.

Die Querschnittshöhe ist das Maß in der Scheibenebene.

Wird über die Material-Listbox *Stahl* gewählt, wird der Button für die Wahl des zu verwendenden Profils aktiviert.

Durch Klicken des Buttons wird der **pcae**-Profilmanager geöffnet.

Das gewählte Profil kann um 90° gedreht werden.



Ein Klick auf den Button öffnet das Fenster zur Eingabe von Detailnachweispunkten auf dem Stab, s. Abs. 3.5, S. 44.

3.3.8

Linienlager



Die Eingabe von Linienlagern wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neues Linienlager* geöffnet.

Das Linienlager muss innerhalb der Position oder auf einem Rand liegen. Werden mehrere Linienlager angelegt, dürfen sich diese schneiden.

Entsprechend dem gewählten Berechnungsmodus (**Scheibe**, **Platte** oder **Faltwerk**) werden die Eingaben für die entsprechenden Wirkrichtungen der Lagerbedingungen aktiviert.

Für das Lager kann ein beliebiger Name vergeben werden.

Allgemeine Angaben

Name

Zur Erleichterung der Eingabe können verschiedene Vorgaben gemacht werden.

Per **Optionsbutton** kann festgelegt werden, ob die Koordinaten von Anfangs- und Endknoten eingegeben oder ob der Anfangspunkt und eine Länge mit dem Winkel gegen die x-Achse eingegeben werden.

Ausrichtung

☐ Koordinaten eingeben ☐ Linie horizontal

☒ Anfangspunkt und Länge eingeben ☒ Linie vertikal

☐ Linie schräg

Bei senkrechten oder horizontalen Lagern kann die entsprechende Option gewählt werden, was die Zahl der Eingabefelder reduziert.

Entsprechend den gewählten Eingabeoptionen werden die passenden Eingabefelder freigegeben.

Knotenkoordinaten

	x [mm]	y [mm]
Anfang	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="-200"/>
Ende	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="800"/>
Länge [mm]	<input type="text" value="1000"/>	
Winkel [°]	<input type="text" value="90.0000"/>	

Linienlager können fest sein oder als Linienfeder wirken.

Die Art der Lagerung wird über die entsprechenden **Optionsbuttons** festgelegt.

Hierbei können für die Scheibenlagerung die Längsrichtung, die Querrichtung und die Verdrehung fixiert werden.

Für die Plattenrichtung können die Verschiebung in z-Richtung sowie die Verdrehungen um die Längsachse und senkrecht zur Längsachse fixiert werden.

Lagerbedingungen in Scheibenrichtung

Verschiebung in Längsrichtung
 Federkonstante [kN/m²] ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verschiebung in Querrichtung
 Federkonstante [kN/m²] ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verdrehung um die z-Achse
 Federkonstante [kNm/m] ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

Lagerbedingungen in Plattenrichtung

Verschiebung in z-Richtung
 Federkonstante [kN/m²] ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verdrehung um die Längsachse
 Federkonstante [kNm/m] ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

Verdrehung senkrecht zur Längsachse
 Federkonstante [kNm/m] ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

3.3.9

Punktlager

Die Eingabe von Punktlagern wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neues Punktlager* geöffnet.

Das Punktlager muss innerhalb der Position oder auf einem Rand liegen.

Punktlager

Allgemeine Angaben

Name: Lagerpunkt 1

Koordinaten x: 0 [mm] y: 0 [mm]

Lagerdrehung α : 0 [°]

Lagerbedingungen Scheibe

Verschiebung in x - Richtung

Federkonstante [kN/m]: 100000.0 ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verschiebung in y - Richtung

Federkonstante [kN/m]: 100000.0 ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verdrehung um die z-Achse

Federkonstante [kNm]: 10000.0 ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

Lagerbedingungen Platte

Verschiebung in z - Richtung

Federkonstante [kN/m]: 100000.0 ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verdrehung um die x-Achse

Federkonstante [kNm]: 10000.0 ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

Verdrehung um die y-Achse

Federkonstante [kNm]: 10000.0 ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

OK Abbrechen Hilfe

Dem Lagerpunkt kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Allgemeine Angaben

Name: Lagerpunkt 1

Zusätzlich zu den Knotenkoordinaten kann eine Lagerdrehung definiert werden. Diese Drehung hat nur eine Auswirkung, wenn das Lager in einer Richtung verschieblich ist.

Koordinaten x: 0 [mm] y: 0 [mm]

Lagerdrehung α : 0 [°]

Punktlager können fest sein oder als Feder wirken.

Die Art der Lagerung wird über die entsprechenden **Optionbuttons** festgelegt.

Es können Lagerbedingungen, die in Scheibenrichtung (in der Systemebene) wirken und Lagerbedingungen, die in Plattenrichtung (senkrecht zur Systemebene) wirken, definiert werden.

Hierbei können wahlweise die x- und y-Richtungen und die Verdrehung fixiert werden.

Befindet sich das Programm im **Platten-** oder **Scheibenmodus**, werden nur die entsprechenden Eingabemöglichkeiten angezeigt.

Lagerbedingungen Scheibe

Verschiebung in x - Richtung

Federkonstante [kN/m]: 100000.0 ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verschiebung in y - Richtung

Federkonstante [kN/m]: 100000.0 ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verdrehung um die z-Achse

Federkonstante [kNm]: 10000.0 ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

Lagerbedingungen Platte

Verschiebung in z - Richtung

Federkonstante [kN/m]: 100000.0 ☒ fest ☐ frei ☐ Feder

Verdrehung um die x-Achse

Federkonstante [kNm]: 10000.0 ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

Verdrehung um die y-Achse

Federkonstante [kNm]: 10000.0 ☐ fest ☒ frei ☐ Feder

3.4 Lasteingabe

3.4.1 Verwaltung der Einwirkungen und der Nachweise

Zu den Verwaltungen der Einwirkungen und der Nachweise s. Handbuch *das pcae- Nachweis-konzept* (als pdf-Dokument von unserer Website pcae.de abrufbar).

3.4.2 Flächenlasten



Die Eingabe von Flächenlasten wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neue Flächenlast/Eigengewicht* geöffnet.

Flächenlasten wirken auf der gesamten Bauteilfläche. Öffnungen werden vom Programm automatisch abgezogen. Im Regelfall wird hierdurch das Eigengewicht der Position abgebildet.

Flächenlast/Eigengewicht

Allgemeine Angaben

Name: Flächenlast/Eigengewicht 1

Einwirkung: 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten

Lastfall: Eigengewicht (1)

Last

Wichte (die resultierende Flächenlast wird automatisch berechnet): 5.0000 [kN/m²]

☐ Eigengewicht in y-Richtung (Wand)

☒ Eigengewicht in z-Richtung (Decke)

zusätzliche Flächenlast in x-Richtung: 0.0000 [kN/m²]

zusätzliche Flächenlast in y-Richtung: 0.0000 [kN/m²]

zusätzliche Flächenlast in z-Richtung: 0.0000 [kN/m²]

OK Abbrechen Hilfe

Dem Lastbild kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Allgemeine Angaben

Name: Flächenlast/Eigengewicht 1

Die Zuordnung des Lastbilds zum zugehörigen Lastfall erfolgt über die Listboxen *Einwirkung* und *Lastfall*.

Einwirkung: 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten

Lastfall: Eigengewicht (1)

Diese Zuordnung kann auch nachträglich durch erneuten Aufruf des Lastbilds geändert werden. Einwirkungen und Lastfälle müssen zuvor über die Einwirkungsverwaltung angelegt werden, s. Abs. 3.4.1, S. 38.

Wird ein Lastfall gelöscht, werden auch alle zugehörigen Lastbilder gelöscht.

In diesem Lastbild können maximal vier Lastkomponenten eingegeben werden, die alle additiv zueinander wirken.

Last

Wichte (die resultierende Flächenlast wird automatisch berechnet): 5.0000 [kN/m²]

☐ Eigengewicht in y-Richtung (Wand)

☒ Eigengewicht in z-Richtung (Decke)

zusätzliche Flächenlast in x-Richtung: 0.0000 [kN/m²]

zusätzliche Flächenlast in y-Richtung: 0.0000 [kN/m²]

zusätzliche Flächenlast in z-Richtung: 0.0000 [kN/m²]

1. Wichte

Aus der Wichte des Materials und dem Volumen der Scheibe generiert das Programm automatische die zugehörige Flächenlast. Im Faltwerksmodus wird die Wirkrichtung des Eigengewichts über die Optionsbuttons in *y-* oder *z-Richtung* eingestellt.

2. zusätzliche Flächenlast in x-Richtung (im Scheiben- oder Faltwerksmodus)

Dies ist eine zusätzliche Last in x-Richtung, die auf der gesamten Oberfläche der Position wirkt.

3. zusätzliche Flächenlast in y-Richtung (im Scheiben- oder Faltwerksmodus)

Dies ist eine zusätzliche Last in y-Richtung, die auf der gesamten Oberfläche der Position wirkt.

4. zusätzliche Flächenlast in z-Richtung (im Platten- oder Faltwerksmodus)

Dies ist eine zusätzliche Last in z-Richtung, die auf der gesamten Oberfläche der Position wirkt.

3.4.3

Teilflächenlasten



Die Eingabe von Teilflächenlasten wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neue Teilflächenlast* geöffnet.

Die Teilflächenlast darf über die Positionsgrenzen hinaus oder auch über Öffnungen liegen. Die Lastanteile, die nicht auf der Position liegen (z.B. über Öffnungen) bleiben unberücksichtigt.

The dialog box 'Teilflächenlast' is shown with the following details:

- Allgemeine Angaben:**
 - Name: Last
 - Einwirkung: 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten
 - Lastfall: Eigengewicht (1)
- Lastordinaten:**
 - ☒ konstant
 - Punkt qz [kN/m²]:
 - 1: 5.000
 - 2: 5.000
 - 3: 5.000
- Ankerpunkt:**
 - x [mm]: -2401
 - y [mm]: -400
- Form:**
 - ☒ Rechteck: Breite 900 [mm], Höhe 700 [mm]
 - ☐ Polygon
 - ☐ Kreis
- Diagram:** A blue rectangle with vertices labeled 1 (top-left), 2 (top-right), 3 (bottom-right), and 4 (bottom-left).
- Buttons:** OK, Abbrechen

Der Last kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Allgemeine Angaben

Name: Last

Die Zuordnung des Lastbilds zum zugehörigen Lastfall erfolgt über die Listboxen Einwirkung und Lastfall.

Einwirkung: 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten

Lastfall: Eigengewicht (1)

Diese Zuordnung kann nachträglich durch erneuten Aufruf des Lastbilds geändert werden.

Einwirkungen und Lastfälle müssen zuvor über die Einwirkungsverwaltung (s. Abs. 3.4.1, S. 38) angelegt werden.

Wird ein Lastfall gelöscht, werden auch alle zugehörigen Lastbilder gelöscht.

Die Form der Lastfläche wird per **Options-knopf** gewählt. Zur Auswahl stehen **Rechteck**, **Polygon** und **Kreis**.

Bei Rechteck- und Polygonquerschnitten muss ein Ankerpunkt vorgegeben werden. Relativ auf diesen Punkt beziehen sich Breite und Höhe bei Rechteck- und die Eckpunktkoordinaten bei Polygonen.

Ankerpunkt

x [mm] y [mm]

oben links -2401 -400

Form

☒ Rechteck Breite 900 [mm]

☐ Polygon Höhe 700 [mm]

☐ Kreis

Rechteckquerschnitt

Bei rechteckförmigen Lastflächen müssen **Höhe** und **Breite** gewählt werden.

Maße

Breite 800

Höhe 600

Polygon

Bei Wahl eines Polygons müssen die Eckpunktkoordinaten bestimmt werden.

Über die Buttons **Punkt anfügen vor aktueller Zeile** und **Punkt anfügen hinter aktueller Zeile** können in der Koordinatentabelle Eckpunkte hinzugefügt werden.

Durch Klicken des **Mülleimer**-Buttons werden Eckpunkte gelöscht.

Wird bei einer bestehenden rechteckigen Position auf **Polygon** umgeschaltet, erscheint eine Abfrage, ob die Rechteckkoordinaten übernommen werden sollen.

Eckpunktkoordinaten

	x [mm]	y [mm]	
1	0	0.0	
2	800	0.0	
3	800	600.0	
4	0	600.0	

Punkt anfügen vor aktueller Zeile

Punkt anfügen hinter aktueller Zeile

Kreis

Bei kreisförmigen Lastflächen muss der Durchmesser angegeben werden.

Maße

Durchmesser 800

Höhe 600

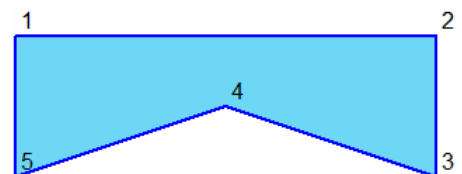
Bei rechteckigen oder polygonalen Lastflächen wird die Form der Fläche grafisch dargestellt.

Die Eckpunkte werden automatisch nummeriert.

Sollten die Ordinaten der Lastfläche nicht gleich groß sein, werden die Punktnummern bei der Lasteingabe benötigt, um drei Punkte zu identifizieren, die die Lastfläche aufspannen.

Bei Wahl der Option **konstant** muss nur eine Lastordinate **qz** eingegeben werden.

Ist die Option **konstant** deaktiviert, müssen in der Tabelle drei Eckpunktnummern mit den zugehörigen Lastordinaten eingegeben werden, die die Lastebene aufspannen.



Lastordinaten

☐ konstant

Punkt	qz [kN/m²]
1	5.000
2	4.000
3	3.000

3.4.4

Linienlasten



Die Eingabe von Linienlasten wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neue Linienlast* geöffnet.

Die Linienlast muss innerhalb der Position oder auf einem Rand liegen. Linienlasten können konstant oder trapezförmig sein. Werden mehrere Linienlasten angelegt, dürfen sich diese schneiden.

Der Last kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Die Zuordnung des Lastbilds zum zugehörigen Lastfall erfolgt über die Listboxen *Einwirkung* und *Lastfall*.

Diese Zuordnung kann auch nachträglich durch erneuten Aufruf des Lastbilds geändert werden. Einwirkungen und Lastfälle müssen zuvor über die Einwirkungsverwaltung angelegt werden, s. Abs. 3.4.1, S. 38.

Wird ein Lastfall gelöscht, werden auch alle zugehörigen Lastbilder gelöscht.

Zur Erleichterung der Eingabe können verschiedene Vorgaben gemacht werden.

Per **Optionsbutton** kann festgelegt werden, ob die Koordinaten von Anfangs- und Endknoten eingegeben oder ob der Anfangspunkt und eine Länge mit dem Winkel gegen die x-Achse eingegeben werden.

Bei senkrechten oder horizontalen Lastlinien kann die entsprechende Option gewählt werden, was die Zahl der Eingabefelder reduziert.

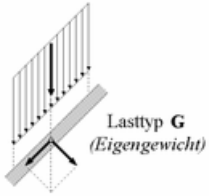
Entsprechend der gewählten Eingabeoptionen werden die passenden Eingabefelder freigegeben.

Die Lastordinaten werden als Anfangs- und Endwert eingegeben.

Wird die Option **konstant** gewählt, entfällt die Eingabe der zweiten Ordinate.

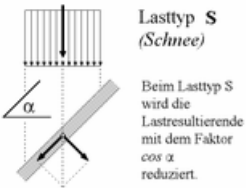
Lastordinaten			
	Anfang [kN/m]	Ende [kN/m]	
qx	0.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/> konstant
qy	5.000	5.000	<input checked="" type="checkbox"/> konstant
qz	5.000	5.000	<input type="checkbox"/> konstant
Lastrichtung	G (Eigengewicht)		

Die Lastrichtung gibt die Wirkrichtung der Belastung an.

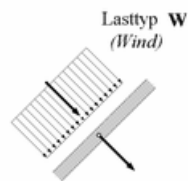


Lastrichtung **G** bedeutet, dass die Lastordinaten über die gesamte Linienlänge wirken.

Es können Werte für die globale y-Richtung (dies ist üblicherweise die Richtung der Schwerkraft) und die globale x-Richtung eingegeben werden.



Lastrichtung **S** wirkt genauso, wie Richtung G, mit dem Unterschied, dass die Lastordinaten automatisch auf die Projektion in x- und y-Richtung umgerechnet werden.



Beim Lasttyp **W** werden Ordinaten für die Wirkrichtung senkrecht zur Lastlinie und in Richtung der Lastlinie eingegeben.

3.4.5

Einzellasten



Die Eingabe von Einzellasten wird durch einen Klick auf den Button oder über den Menüeintrag *Eingabe / Neue Einzellast* geöffnet.

Die Einzellast muss innerhalb der Position oder auf einem Rand liegen.

Der Last kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Die Zuordnung des Lastbilds zum zugehörigen Lastfall erfolgt über die Listboxen *Einwirkung* und *Lastfall*.

Diese Zuordnung kann auch nachträglich durch erneuten Aufruf des Lastbilds geändert werden. Einwirkungen und Lastfälle müssen zuvor über die Einwirkungsverwaltung angelegt werden, s. Abs. 3.4.1, S. 38.

Wird ein Lastfall gelöscht, werden auch alle zugehörigen Lastbilder gelöscht.

Es können Lasten, die in Scheibenrichtung (in der Systemebene) wirken und Lasten, die in Plattenrichtung (senkrecht zur Systemebene) wirken, eingegeben werden.

Befindet sich das Programm im **Platten-** oder **Scheibenmodus**, werden nur die entsprechenden Eingabemöglichkeiten angezeigt.

3.5 Detailnachweispunkte

3.5.1 Detailnachweispunkte Flächenträger



Die Eingabe der Detailnachweispunkte wird erreicht über das Fenster der *Wandeinstellungen* und einen Klick auf den betreffenden Button.

	x [mm]	y [mm]	Umfang	Fixpunkt	
1	-1000	200	standard	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	1200	200	standard	<input type="checkbox"/>	

Punkt anfügen

OK Abbrechen

Über den Button **Punkt anfügen** können in der Tabelle Detailnachweispunkte hinzugefügt werden. Durch Klicken des **Mülleimer-Buttons** werden Punkte gelöscht.

Die Option **Fixpunkt** bewirkt, dass der Netzgenerator exakt an der Stelle einen Punkt einfügt. Dies führt auch zu einer Netzverfeinerung an der betreffenden Stelle. Ist die Option deaktiviert, wird automatisch der nächstgelegene Punkt gewählt.

standard
minimal
standard
maximal

In der Spalte *Umfang* wird in einer Listbox der Umfang des Ergebnisprotokolls am betreffenden Punkt angegeben.

3.5.2 Detailnachweispunkte Stäbe



Die Eingabe der Detailnachweispunkte wird erreicht über das Fenster der *Stabeingabe* und einen Klick auf den betreffenden Button.

Der Ort auf dem Stab wird durch Eingabe der relativen Laufkoordinate *s* auf dem Stab festgelegt.

Über den Button **Punkt anfügen** können in der Tabelle Detailnachweispunkte hinzugefügt werden. Durch Klicken des **Mülleimer-Buttons** werden Punkte gelöscht.

Die Option **Fixpunkt** bewirkt, dass der Netzgenerator exakt an der Stelle einen Punkt einfügt. Dies führt auch zu einer Netzverfeinerung an der betreffenden Stelle. Ist die Option deaktiviert, wird automatisch der nächstgelegene Punkt gewählt.

standard
minimal
standard
maximal

In der Spalte *Umfang* wird in einer Listbox der Umfang des Ergebnisprotokolls am betreffenden Punkt angegeben.

3.6

Nachweise

3.6.1

Normalspannungen

Aus den Scheibennormalkräften n_{xx} und n_{yy} resultieren Normalspannungen σ_{xx} und σ_{yy} in den Lamellen.

Beim Nachweis der Normalspannungen muss unterschieden werden zwischen Zug- und Druckspannungen.

Die Normalspannungen werden mit den in der entsprechenden Faserrichtung liegenden Lamellenquerschnitten berechnet

$$\sigma_{xx} = \frac{n_{xx}}{\sum d_{x,i}} \quad \dots \text{ und } \dots \quad \sigma_{yy} = \frac{n_{yy}}{\sum d_{y,i}} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad d_x, d_y \text{ Dicke der Bretter in x- und y-Richtung}$$

Für Druckspannungen gilt gemäß /16/, 6.1.3

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$$

Für Druckspannungen gilt gemäß /16/, 6.1.3

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$$

Die charakteristischen Zug- und Druckfestigkeiten werden den entsprechenden Werkstoffnormen der verwendeten Holzarten entnommen.

Bei Verwendung unterschiedlicher Hölzer wird eine entsprechend den Materialdicken gewichtete, mittlere Festigkeit vom Programm ermittelt.

3.6.2

Schubspannungen

Aus den Scheibenschubkräften n_{xy} resultieren Schubspannungen τ_{xy} in den Lamellen.

Bei fugenfreier Verklebung der Schmalseiten gilt

$$\tau_{xy,d} = \tau_{yx,d} = n_{xy,d} / d$$

Bei unverleimten Schmalseiten können sich die nebeneinander liegenden Lamellen gegeneinander verschieben.

Die Berechnung der hieraus resultierenden Schubspannungen erfolgt wahlweise nach dem von Mestek in /53/ beschriebenen Verfahren oder nach dem Verfahren gemäß /64/ und /84/.

Beim Verfahren nach dem Brettspertholzhandbuch /64/, 7.1.9, ergeben sich die Schubspannungen zu

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \tau_0^* = n_{xy} \cdot \frac{1}{\sum \frac{t_i^*}{n}}$$

Die Berechnung der ideellen **Ersatzdicken** t_i^* wird unter Abs. 3.6.3, S. 46, erläutert.

Bei Anwendung nach dem Verfahren gemäß /53/, 5.6, werden die Schubbeanspruchungen getrennt in den vertikalen und horizontalen Lagen berechnet.

Für die horizontalen Lagen (x-Richtung) gilt

$$\tau_{xy} = n_{xy} \cdot \frac{e_y}{b_y \cdot \sum d_{x,i}}$$

Für die vertikalen Lagen (y-Richtung) gilt entsprechend

$$\tau_{yx} = n_{yx} \cdot \frac{e_x}{b_x \cdot \sum d_{y,i}} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

e_x, e_y	Achsabstand der Bretter in x-, und y-Richtung
b_x, b_y	Breite der Bretter in x-, und y-Richtung
d_x, d_y	Dicke der Bretter in x-, und y-Richtung

Auch hier ist zu beachten, dass gleichgerichtete Faserlagen als eine Lage betrachtet werden.

Die charakteristische Schubfestigkeit $f_{v,k}$ ist in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt. Der Nachweis der Schubspannung lautet

$$\tau_{xy,d} \leq f_{v,d} \quad \dots \text{ und } \dots \quad \tau_{yx,d} \leq f_{v,d}$$

Torsionsschubspannungen in den Kreuzungspunkten

Werden die Schmalseiten nicht verklebt, entstehen zusätzliche Torsionsmomente und damit Torsionsschubspannungen in den Kreuzungspunkten der Lamellen.

Die Berechnung erfolgt wahlweise nach dem von Mestek in /53/ beschriebenen Verfahren oder nach dem Verfahren gemäß /64/ und /84/.

Bei Anwendung nach dem Verfahren gemäß /53/, 5.6, ergeben sich in den Kreuzungspunkten der Lamellen Momente der Größe

$$M_{\Phi i,d} = n_{xy} \cdot e_x \cdot e_y \quad \dots \text{ mit } \dots e_x, e_y \text{ Achsabstand der einzelnen Bretter}$$

Die resultierende maximale Torsionsschubspannung in der Klebefuge des Kreuzungspunkts zweier Brettlagen beträgt unter der Annahme einer linearen Verteilung

$$\tau_{\text{tor},d} = \frac{M_{\Phi i,d}}{I_p} \cdot a / 2 \cdot 1 / (n-1) \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$a = \max \{b_x, b_y\} \quad \dots \text{ und } \dots I_p = b_x^3 \cdot b_y / 12 + b_x \cdot b_y^3 / 12 \quad \dots \text{ und } \dots b_x, b_y \text{ Breiten der Bretter in x- und y-Richtung}$$

Werden die Schmalseiten der Bretter verleimt, gilt

$$\tau_{xy,d} = \tau_{yx,d} = n_{xy,d} / d \quad \dots \text{ mit } \dots n \text{ Anzahl der Brettschichten}$$

Hierbei ist zu beachten, dass gleichgerichtete Faserlagen als eine Lage betrachtet werden!

Beim Verfahren nach dem Brettsperrholzhandbuch /64/, 7.1.9, sind zunächst die ideellen Ersatzdicken t_i^* der Scheibe wie folgt zu berechnen.

Betrachtet werden die inneren Klebeflächen (Anzahl $n-1$) zwischen den Brettlagen (Anzahl n). Die ideelle Ersatzdicke t_i^* einer Klebefläche ist das Minimum der Dicken der angrenzenden Lagen. Grenzt die Klebefläche an eine Randschicht, darf die Dicke der Außenschicht mit dem Faktor 2 berücksichtigt werden. Es gilt somit

Knoten (Klebefläche)	betrachtete Lage	ideelle Dicke
Kn. 1 (Randknoten)	Lage $i=1$ (außen), Lage $i+1=2$ (innen)	$t_1^* = \min \{2 \cdot t_1, t_2\}$
Kn. i [$1 < i < n-1$] (Innenkn.)	Lage i (innen), Lage $i+1$ (innen)	$t_i^* = \min \{t_i, t_{i+1}\}$
Kn. $n-1$ (Randkn.)	Lage $i=n-1$ (innen), Lage $i+1=n$ (außen)	$t_{n-1}^* = \min \{t_{n-1}, 2 \cdot t_n\}$

Die ideelle Gesamtersatzdicke t^* ergibt sich aus der Summe der Ersatzdicken t_i^* .

Die ideelle Schubspannung ist in allen Knoten gleich und ergibt sich zu

$$\tau_0^* = n_{xy} \cdot \frac{1}{\sum_n t_i^*}$$

Die Torsionsschubspannung in der Klebefläche ergibt sich zu

$$\tau_{\text{tor},d} = 3 \cdot \tau_{0,d} \cdot t_i^* / a$$

Maßgebend wird jene Knotenfläche, die die größte Ersatzdicke t_i^* aufweist,

Auch hier ist zu beachten, dass gleichgerichtete Faserlagen als eine Lage betrachtet werden!

Die charakteristische Torsionsschubfestigkeit $f_{\text{tor},k}$ ist in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt. I.d.R. wird dort ein Wert von 2.50 N/mm^2 angegeben. Der Nachweis der Torsionsschubspannung lautet

$$\tau_{\text{tor},d} \leq f_{\text{tor},d}$$

3.6.4

Stabnachweise

Bemessung für nur Zug gemäß /16/, 6.1.2, gilt

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$$

Bemessung für nur Druck gemäß /16/, 6.1.4, gilt

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$$

Für Biegung mit Zug gilt gemäß /16/, 6.2.3

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \text{und} \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Für Biegung mit Druck gilt gemäß /16/, 6.2.4

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \text{und} \quad \left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Für k_m gilt /16/, 6.1.6.

Für Schub wird gemäß /16/, 6.1.7, gefordert

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Die wirksame Querschnittsbreite b_{ef} berechnet sich zu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b \quad \text{mit} \quad b \text{ Bauteilbreite}$$

Für k_{cr} gilt /16/, 6.1.7 (6.13a).

Bei Berechnung nach NA-Deutschland ist /41/, NDP zu 6.1.7(2) zu beachten!

Die Festigkeiten sind den entsprechenden Materialnormen zu entnehmen.

3.6.5

Plattenbemessung von Brettsper Holzquerschnitten

Allgemeines

Brettsper Holz besteht aus Holzschichten, die wechselseitig in orthogonal zueinander liegender Faserrichtung verklebt sind. Der Lastabtrag entspricht dem einer orthotropen Platte.

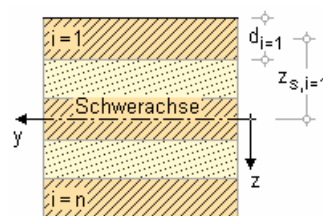
Der Einfluss der schubweichen Querlagen hat dabei einen erheblichen Einfluss auf das Trag- und Verformungsverhalten und muss daher berücksichtigt werden.

Berechnung der Querschnittswerte

Nachfolgend werden die wichtigsten für die Berechnung erforderlichen Formeln angegeben. Eine ausführliche Herleitung kann /53/, /64/ oder /67/ entnommen werden.

Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts

$$z_{S,A} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \cdot d_i \cdot z_{S,i})}{\sum_{i=1}^n (E_i \cdot d_i)}$$



Biegesteifigkeit

$$EI_{eff} = \sum_{i=1}^n (E_{x,i} \cdot d_i^3 / 12) + \sum_{i=1}^n (E_{x,i} \cdot d_i \cdot z_{S,i}^2)$$

Da die Querlagen aufgrund des großen Verhältnisses $E_0/E_{90} \approx 30$ keinen nennenswerten Anteil zur Gesamtsteifigkeit liefern, wird im Programm die Annahme $E_{90} = 0$ getroffen.

Schubfläche

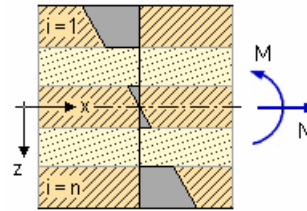
$$G \cdot A = \kappa \cdot \sum (G \cdot A) \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$\kappa_z = \frac{\sum (G \cdot A)}{(E \cdot I_{y, \text{net}})^2} \cdot \int_h \frac{(E(z) \cdot \int A \cdot z \, dz)^2}{G(z) \cdot b} \, dz \quad \dots \text{ und } \dots \kappa = 1/\kappa_z$$

Querschnittsspannungen

Biegespannungen

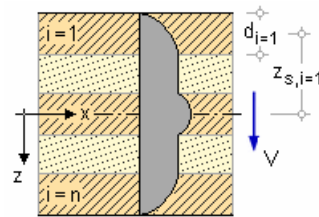
$$\sigma = E(z) \cdot \frac{M}{E \cdot I_{\text{eff}}} \cdot z + \frac{N}{A_{\text{eff}}}$$



Schubspannungen

$$\tau = ES/B \cdot V$$

ES mit E-Modul gewichtetes statisches Moment



Für das statische Moment $ES_{x,i}$ n. /41/, NCI NA 5.6.22, gilt allgemein

$$ES = \int_z E \cdot \bar{z} \cdot d\bar{z} \quad \dots \text{ mit } \dots z \leq \bar{z} \leq d/2$$

Damit betragen die statischen Momente der Schicht i

$$\text{an der Oberseite} \quad ES_{i,o} = \sum_1^{i-1} (E_i \cdot d_i \cdot z_{s,i})$$

$$\text{in der Mitte} \quad ES_{i,m} = \sum_1^{i-1} (E_i \cdot d_i \cdot z_{s,i}) + E_i \cdot d_i / 2 \cdot (z_{s,i} - d_i / 4)$$

$$\text{an der Unterseite} \quad ES_{i,u} = \sum_1^i (E_i \cdot d_i \cdot z_{s,i})$$

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Für Biegung gilt gemäß /67/, 5.5.1

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{\text{mod}} \cdot k_{\text{sys}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M \quad \dots \text{ mit } \dots k_{\text{sys}} \text{ entspr. NCI NA.9.3.2, (NA.1)}$$

Für Schub in den Längslagen gilt gemäß /67/, 5.7.1

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d} \quad \dots \text{ mit } \dots f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,d} / \gamma_M$$

Für den Rollschub in den Querlagen gilt entsprechend

$$\tau_{vR,d} \leq f_{vR,d} \quad \dots \text{ mit } \dots f_{vR,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{vR,d} / \gamma_M$$

- /1/ DIN 1052 (12.08)
- /2/ Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Bruderverlag
- /3/ DIN 1052, Praxishandbuch Holzbau, 1. Auflage, Beuth Verlag
- /4/ Fermacell, Zulassung Z-9.1-434
- /5/ Steck: 100 Holzbau-Beispiele nach DIN 1052:2004, Werner Verlag
- /6/ Tino Schatz: Diagramme zur Auswertung der Johansen-Formeln für einschnittige Holz- bzw. Holzwerkstoff-Verbindungen, Bautechnik 86 (2009), Heft 4
- /7/ Karin Lißner, Wolfgang Rug, Dieter Steinmetz: DIN 1052:2004 - Neue Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Bautechnik 85 (2008), H. 11
- /8/ Schneider Bautabellen, 17. Auflage, Werner Verlag
- /9/ Hans-Joachim Blaß, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe: Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Website Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /10/ SPAX S-Schrauben mit Vollgewinde, Zulassung Z-9.1-519
- /11/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-235
- /12/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-449
- /13/ SPAX Kurzübersicht "Holzbau", Homepage Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /14/ Würth ASSY VG plus Vollgewindeschrauben als Holzverbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-614
- /15/ Würth: Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel ETA-11/0190
- /16/ DIN EN 1995-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines
- /17/ DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /18/ DIN 1052-10, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 10: Herstellung und Ausführung
- /19/ DIN EN 14545, Holzbauwerke, Nicht stiftförmige Verbindungselemente, Anforderungen
- /20/ DIN EN 1194, Brettschichtholz
- /21/ DIN EN 13271, Holzverbindungsmittel, Charakteristische Tragfähigkeiten und Verschiebungsmoduln für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart
- /22/ DIN EN 300, Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB)
- /23/ DIN EN 13986:2002, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen
- /24/ DIN EN 912, Holzverbindungsmittel, Spezifikationen für Dübel besonderer Bauart für Holz
- /25/ DIN EN 338, Bauholz für tragende Zwecke, Festigkeitsklassen
- /26/ DIN EN 14592, Holzbauwerke, Stiftförmige Verbindungsmittel, Anforderungen
- /27/ Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050, Fermacell - Gipsfaserplatte
- /28/ Fermacell, Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050
- /29/ Volker Krämer: Für den Holzbau, Aufgaben und Lösungen nach DIN 1052, Bruderverlag
- /30/ Otto W. Wetzell: Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln, 32. Auflage, Beuth-Verlag
- /31/ Holschemacher: Entwurfs- und Berechnungstabellen, 2. Auflage, Bauwerk-Verlag
- /32/ DIN 18800-1 (11.90)
- /33/ Thiele/Lohse: Stahlbau Teil 1, B.G. Teubner Stuttgart
- /34/ DIN EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /35/ DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /36/ SPAX International GmbH & Co. KG: Hinweise zur Bemessung von tragenden SPAX-Verbindungen
- /37/ SPAX International GmbH & Co. KG: Europäische Technische Zulassung ETA-12/0114

- /38/ Finnforest Oyi: DIBt, Zulassung Z-9.1-100
- /39/ DIBt Letter 10.10.2013, METSÄ WOOD
- /40/ DIN EN 14080:2013-09, Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen
- /41/ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang
- /42/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, Ingenieurbüro Holzbau
- /43/ Becker, Rautenstrauch: Ingenieurholzbau nach Eurocode 5, Ernst & Sohn
- /44/ M. Göggel: Bemessung im Holzbau, Band 2
- /45/ Prof. Ralf-W. Boddenberg, Vorlesung Holzbau, Uni Wismar
- /46/ Prof. C. Scheer, Dr. M. Peter, S. Stöhr: Holzbau Taschenbuch, 10. Aufl., Ernst & Sohn
- /47/ DIN EN 1991-1-4:2012-12 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- /48/ Bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, München, Darmstadt, Berlin: BDF Merkblatt 02-04
- /49/ Patricia Hamm, Institut für Holzbau, Hochschule Biberach, D – 88400 Biberach: Schwingungen bei Holzdecken - Konstruktionsregeln für die Praxis
- /50/ Prof. Dr.-Ing. P. Hamm, Dipl.-Ing. A. Richter: Bemessungs- und Konstruktionsregeln zum Schwingungs- nachweis von Holzdecken
- /51/ Petersen: Dynamik der Baukonstruktion, Vieweg 1996
- /52/ Meskouris: Baudynamik, Ernst & Sohn 1999
- /53/ TU München Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: Teilprojekt 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen
- /54/ Winter, Hamm, Richter: Abschlussbericht Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken, AiF-Vorhaben-Nr.: 15283 N
- /55/ Karin Lißner, Wolfgang Rug: Der Eurocode 5 für Deutschland, kommentierte Fassung, 1. Auflage 2016, Beuth Verlag
- /56/ DIN EN 1993-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- /57/ DIN EN 1993-1-8:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
- /58/ DIN EN 1993-1-5:2010-12 Teil 1-5: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Plattenförmige Bauteile
- /59/ DIN EN 1999-1-1:2014-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln
- /60/ DIN EN 1993-1-7:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-7: Plattenförmige Bauteile mit Querbelaastung
- /61/ DIN EN 1999-1-5:2017-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-5: Schalentragwerke
- /62/ ETA-04/0013, CNA Connector nails, PCR Connector nails and CSA Connector screws
- /63/ ETA-11/0190, Würth Schrauben, Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel
- /64/ BSPHandbuch, Holz- Massivbauweise in Brettsperrholz, ISBN: 978-3-85125-109-8
- /65/ DIN EN 1995-1-2:2010-12: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
- /66/ DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /67/ pro:Holz Bemessung Brettsperrholz, Dr. Markus Wallner-Novak, Josef Koppelhuber, Kurt Pock
- /68/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, 2. Auflage 2017, ISBN 978-3-9814596-1-6
- /69/ Aljoscha Ritter: Aussteifende Holztafeln, 1. Auflage 2017, ISBN 978-3-87104-246-1
- /70/ ETA-20/0995 of 2021/02/24, STEICOjoist and STEICOWall
- /71/ Konstruktionsheft Stegträger, Planungsunterlagen Fa. Steico
- /72/ Z-9.1-870, Zusammengesetzte Bauteile aus STEICO LVL Furnierschichtholz

- /73/ Konstruktionsheft STEICO LVL / Furnierschichtholz, Planungsunterlagen Fa. Steico
- /74/ ETA-06/0009 / Binderholz, Brettsperrholz
- /75/ ETA-12/0327 / Eugen Decker, ED-BSP Elemente
- /76/ ETA-11/0189 / Derix, X-LAM
- /77/ ETA-06/0138 / KLH-Massivholzplatten
- /78/ ETA-10/0241 / Leno-Brettsperrholz
- /79/ ETA-18/1002 / Merkle X-Lam mit XL-Connect
- /80/ ETA-19/0167 Three-dimensional nailing plate (Edge connections for CLT, LVL and Glulam members)
- /81/ Rothoblaas SLOT Verbindungselement für konstruktive Scheiben, Technische Unterlagen der Fa. Rothoblaas
- /82/ ETA-18/0254, Xfix C, Punktförmiges Verbindungsmittel - Schwalbenschwanz aus Sperrholz für Brettsperrholz
- /83/ Gutachterliche Stellungnahme Nr. GU16-484-1-02, TU Graz, Prof. Dr. Gerhard Schickhofer
- /84/ Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: TU München TP 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen
- /85/ 4. Europäischer Kongress für energieeffizientes Bauen mit Holz 2011, Peter Mestek TU München: Berechnung und Bemessung von Brettsperrholz - ein Überblick

5 Index

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Abkürzungen 2 | Linienlager 35 |
| Anhang nationaler 31 | Linienlasten 41 |
| Ansicht speichern 18 | löschen 12 |
| ausschneiden 12 | Maserung 13 |
| Bauteil erzeugen 7 | Material 27 |
| benutzerdefiniertes Material 27 | Material freies 29 |
| Berechnung 14 | Nachweiseinstellungen 31 |
| Berechnungseinstellungen 30 | Netzdichte 30 |
| Bildschirmeinstellungen 12 | Normalspannungen 45 |
| blank 2 | Nutzungsklasse 27 |
| Buttonfunktionen 11 | Öffnungen 32 |
| Cursor 2 | Ordner 7 |
| Detailnachweispunkte 44 | Programmstart 10 |
| einfügen 12 | Punktergebnisse 17 |
| Einwirkung 2 | Punktlager 37 |
| Einzellasten 43 | Raster 13 |
| e-Mail 6 | Schnitte 19 |
| Ersatzdicken 45 | Schreibtisch 6 |
| Extremalbildungsvorschrift 2 | Schreibtischauswahl 5 |
| Flächenlasten 38 | Schubspannungen 45 |
| Geometrie 27 | Stäbe 34 |
| Haupteingabefenster 8 | Stabnachweise 47 |
| Installation 5 | Startsymbol 5 |
| Kontextsensitivität 6 | Steuerbuttons 6 |
| Konturen 15 | Symbolgrößen 13 |
| kopieren 12 | Toolbox 25 |
| Lastbild 2 | Torsionsschubspannungen 46 |
| Lastfall 2 | Transparenz 13 |
| Lastkollektiv 2 | verdrehen 12 |
| Linienergebnisse 17 | Verformung 14 |
| Liniengrafik 20 | verschieben 12 |