


# 4H-BSPH Brettsperrholzscheibe, -platte, -faltwerk Details

Seite erweitert Sept. 2023



















[Kontakt](#) 
[Programmübersicht](#) 
[Bestelltext](#) 

## Infos auf dieser Seite

[... als pdf](#) 

• Haupteingabefenster .....		• Freies Material .....		• Teilflächenlasten .....	
• Programmstart .....		• glob. Rechenlaufeinstellungen		• Linienlasten .....	
• Menü Eingabe .....		• Nachweiseinstellungen .....		• Einzellasten .....	
• Menü Bildschirm / Objekte .....		• nationale Anhänge zu ECs .....		• Detailnachweispunkte Stäbe ...	
• Menü Berechnung .....		• Öffnungen .....		• ... Flächenträger .....	
• Menü Ergebnisse .....		• Stäbe .....		• Normalspannungen .....	
• Menü Drucken .....		• Linienlager .....		• Schubspannungen .....	
• Toolbox .....		• Punktlager .....		• Torsionsschubspannungen .....	
• Wandeinstellungen .....		• Flächenlasten .....		• Stabnachweise .....	
				• Plattenbemessung .....	

## alle 4H-Holzbauprogramme

• <b>Brettsperrholzplatte/Scheibe</b>		• Auflagerausklinkungen .....		• Trägerstöße .....	
• Brettsperrholzverbindungen .....		• Schwingnachweis .....		• Deckentafel .....	
• Kehlbalkenanschlüsse .....		• Knotenpunkt EC 5 .....		• Holzträgeranschlüsse .....	
• Trägerdurchbrüche .....		• Verbindungsmittel .....		• Versätze .....	
• Wandtafel .....		• Grat-/Kehlsparren .....		• Pult-/Satteldach .....	
• verstärkter Holzträger .....		• zusammenges. Holzträger .....		• Holzträger Wohraumdecke .....	
				• Holzeinzelstütze .....	

## 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

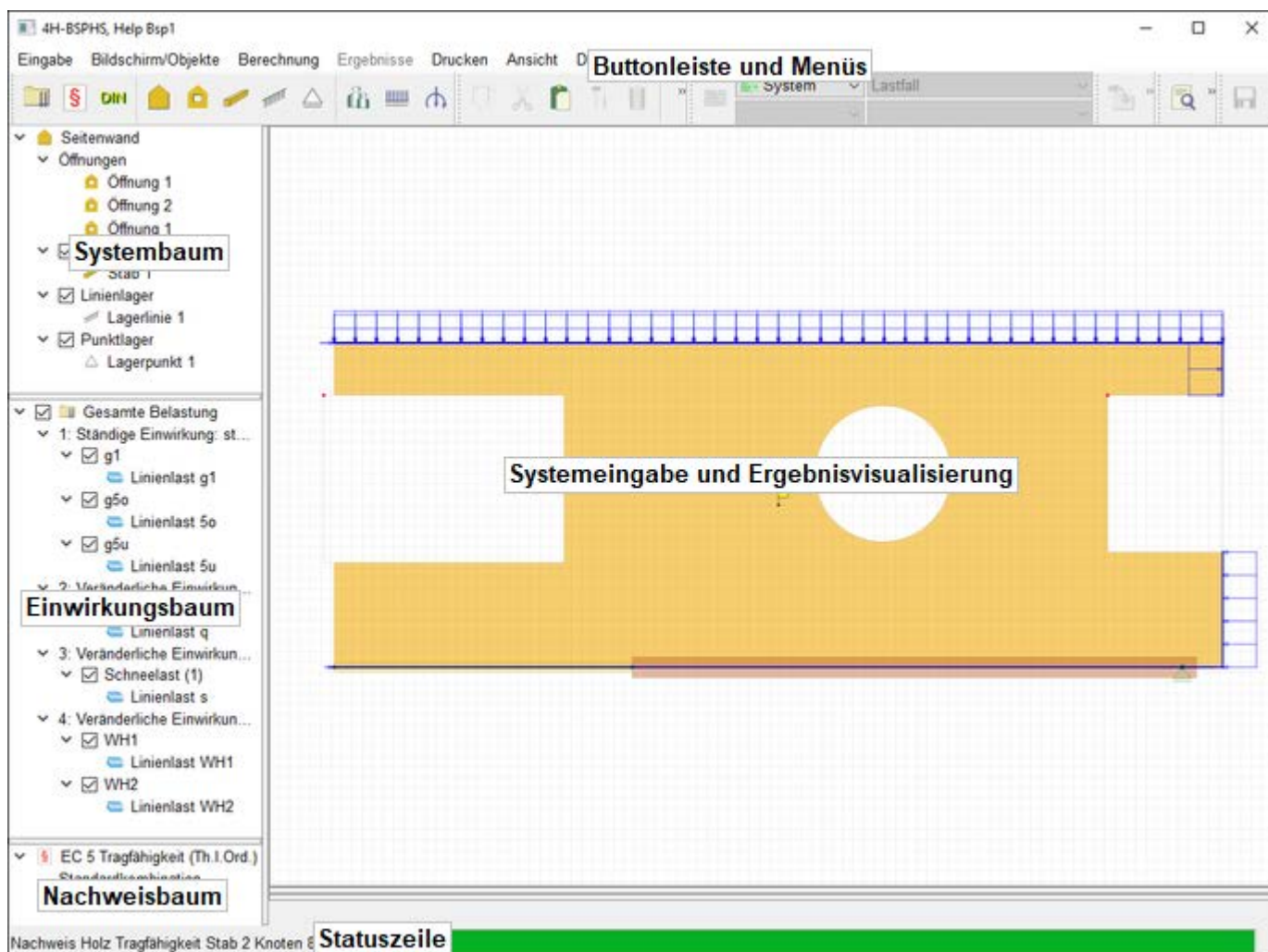


Bild vergrößern 

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 Checkboxen 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.

Bestimmte Elemente im System- und Einwirkungsbaum (Stäbe, Linienlager, Punktlager, Einwirkungen und Lastfälle) haben einen Optionsbutton.

Dieser Button steuert die Sichtbarkeit der betreffenden Elemente in der Systemansicht.

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 Mousrad 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.

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.

## Programmstart

Nach dem Anlegen des Bauteils vom Typ *Brettsperrholzscheibe* 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)

**Geometrie (alle Maße in [mm])**

Polygon     **Rechteck**

**Material**

Name:

**Nutzungsklasse 1**

Nutzungsklasse 2

Hersteller:

Typ:

Benutzerdefiniert

**Decklagen horizontal (x-Richtung)**

Decklagen vertikal (y-Richtung)

Faserwinkel:  °

**Rechteck**

Breite:  Höhe:

**Eckpunktkoordinaten**

	x [mm]	y [mm]	
1	-3500	-500.0	🗑️
2	3500	-500.0	🗑️
3	3500	500.0	🗑️
4	-3500	500.0	🗑️

Die Beschreibung der Eingabeparameter findet sich [hier](#).

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

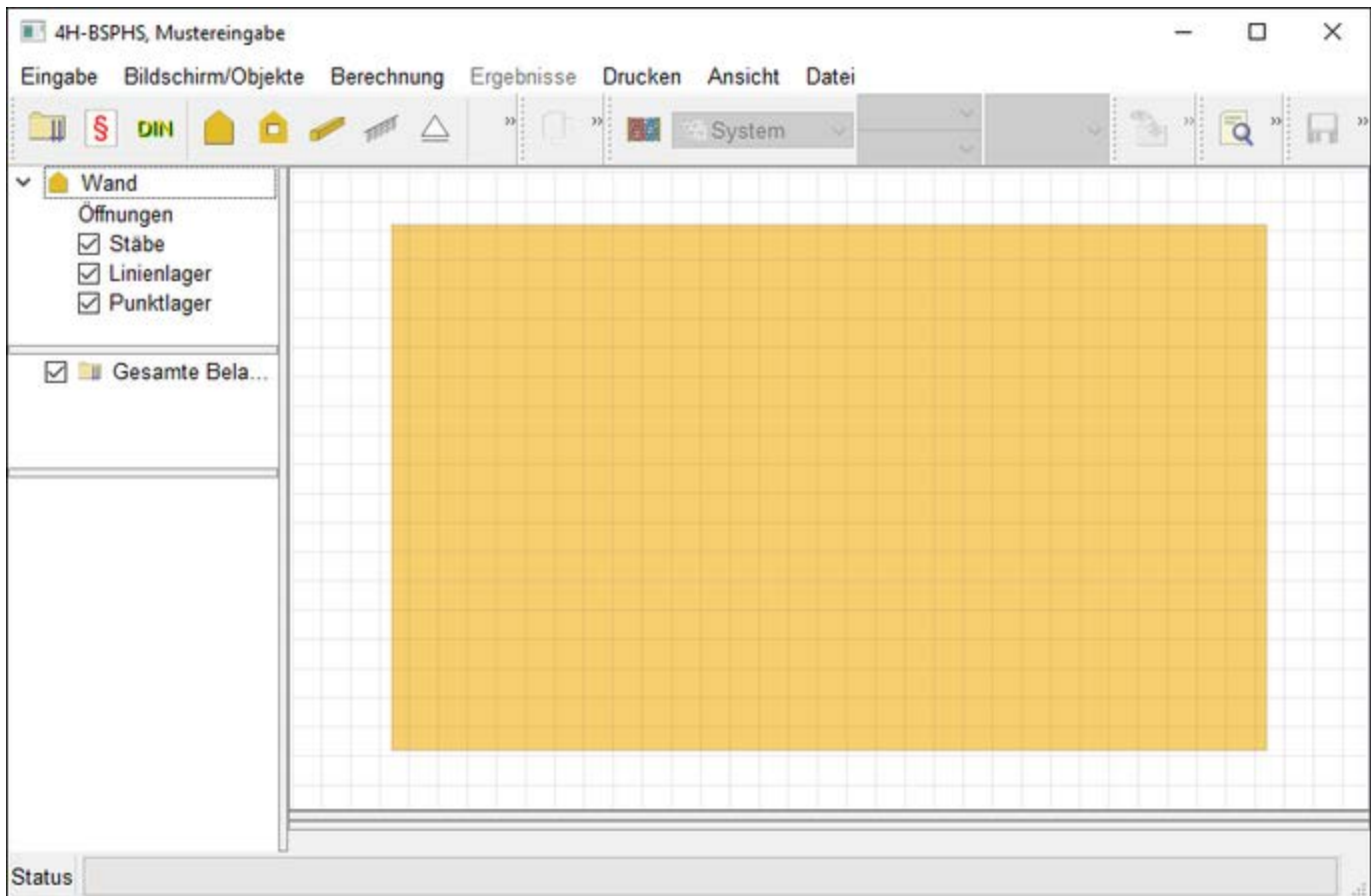



Bild vergrößern 


Die Beschreibung des Haupteingabefensters findet sich hier (Link einfügen!).


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


### Menü Eingabe


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




 **Einwirkungsverwaltung**  
... öffnet die Einwirkungsverwaltung

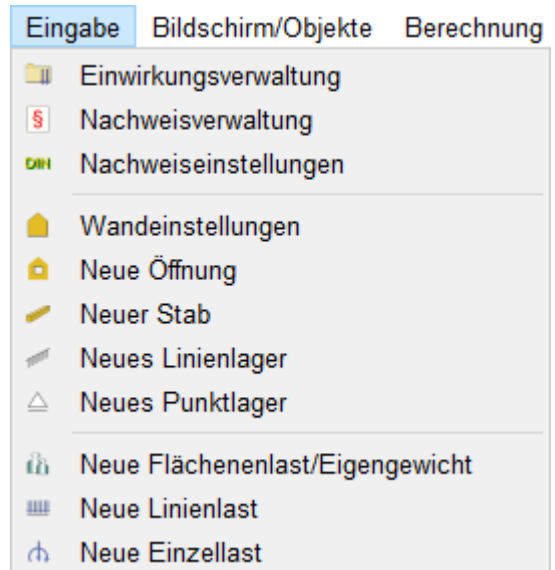
 **Nachweisverwaltung**  
... öffnet die Nachweisverwaltung

 **Nachweiseinstellungen**  
... öffnet die Nachweiseinstellungen

 **Wandeneinstellungen**  
... Eingabe der Materialparameter und der Abmessungen der Scheibe

 neue **Öffnung** eingeben  
... öffnet das Fenster zur Eingabe neuer Öffnungen in der Scheibe

neuen **Stab** anlegen





... öffnet das Fenster zur Eingabe eines neuen Stabs



neues **Linienlager** anlegen

... öffnet das Fenster zur Eingabe eines neuen Linienlagers



neues **Punktlager** anlegen

... öffnet das Fenster zur Eingabe eines neuen Lagerpunkts



neue **Flächenlast** anlegen

... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Flächenlast



neue **Teilflächenlast** anlegen

... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Teilflächenlast



neue **Linienlast** anlegen

... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Linienlast



neue **Einzellast** anlegen

... öffnet das Fenster zur Eingabe einer neuen Einzellast

### Menü Bildschirm / Objekte



Über die Funktionen, die über die nebenstehenden 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 Bildschirmeinstellungen.

**Bildschirmeinstellungen** ? X

Raster anzeigen

Linien
  Kreuze

Farbe 
 Typ

$\Delta x$  
 $\Delta y$  
 Dicke 
 Strichlänge

**Wand**  
 Holz mit Maserung  
  
 FEM-Netz zeigen  
 Transparenz

**Symbolgrößen**

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

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.

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.

Optional wird die Wand mit Maserung

Raster anzeigen

Linien
  Kreuze

Farbe 
 Typ

$\Delta x$  [mm] 
 $\Delta y$  [mm] 
 Dicke 
 Strichlänge

$\Delta x$

$\Delta y$

Farbe

Typ

Dicke

Strichlänge

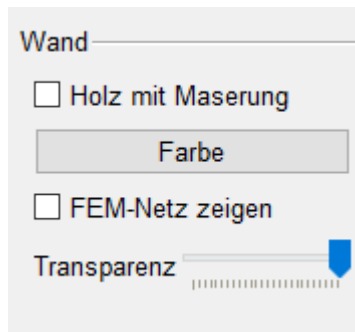


dargestellt. Dies kann hilfreich sein, um die korrekte Ausrichtung der Deckschicht zu kontrollieren.

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

Per Option kann das FEM-Netz eingeblendet werden.

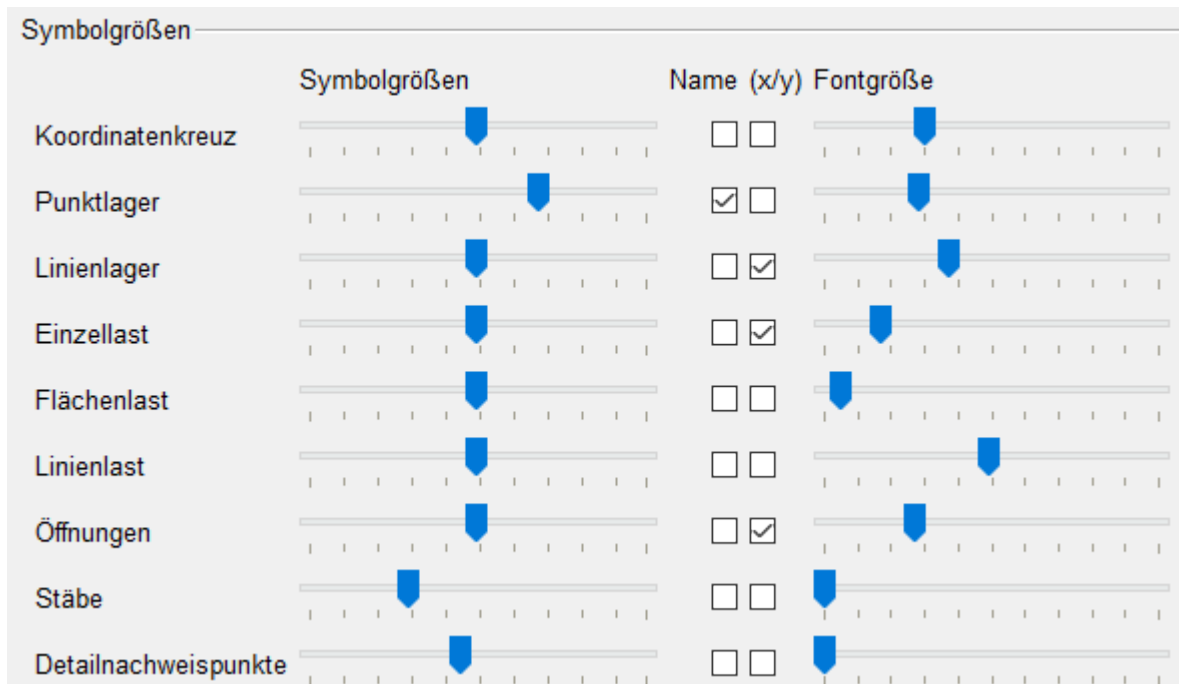
Die Transparenz lässt sich über einen Schieberegler einstellen.



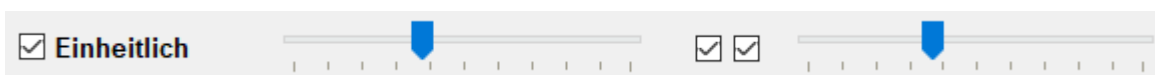
Die Symbolgrößen der einzelnen Objekttypen in der Systemdarstellung können per Schieberegler eingestellt werden.

Optional können auch der Name und die Koordinaten eingeblendet werden.

Die Fontgröße lässt sich ebenso über einen Schieberegler einstellen.



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



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

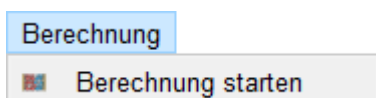
Voreinstellungen

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

Anwenden

## 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.

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

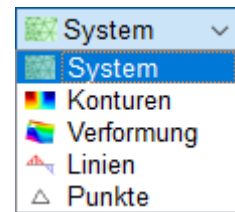


## Listbox für Anzeigemodus

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

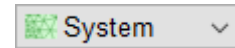
Die Listbox wird aktiv, sofern gültige Berechnungsergebnisse vorliegen. Andernfalls wird automatisch in den *System*-Modus geschaltet.

Folgende Anzeigemodi sind möglich.



## 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.

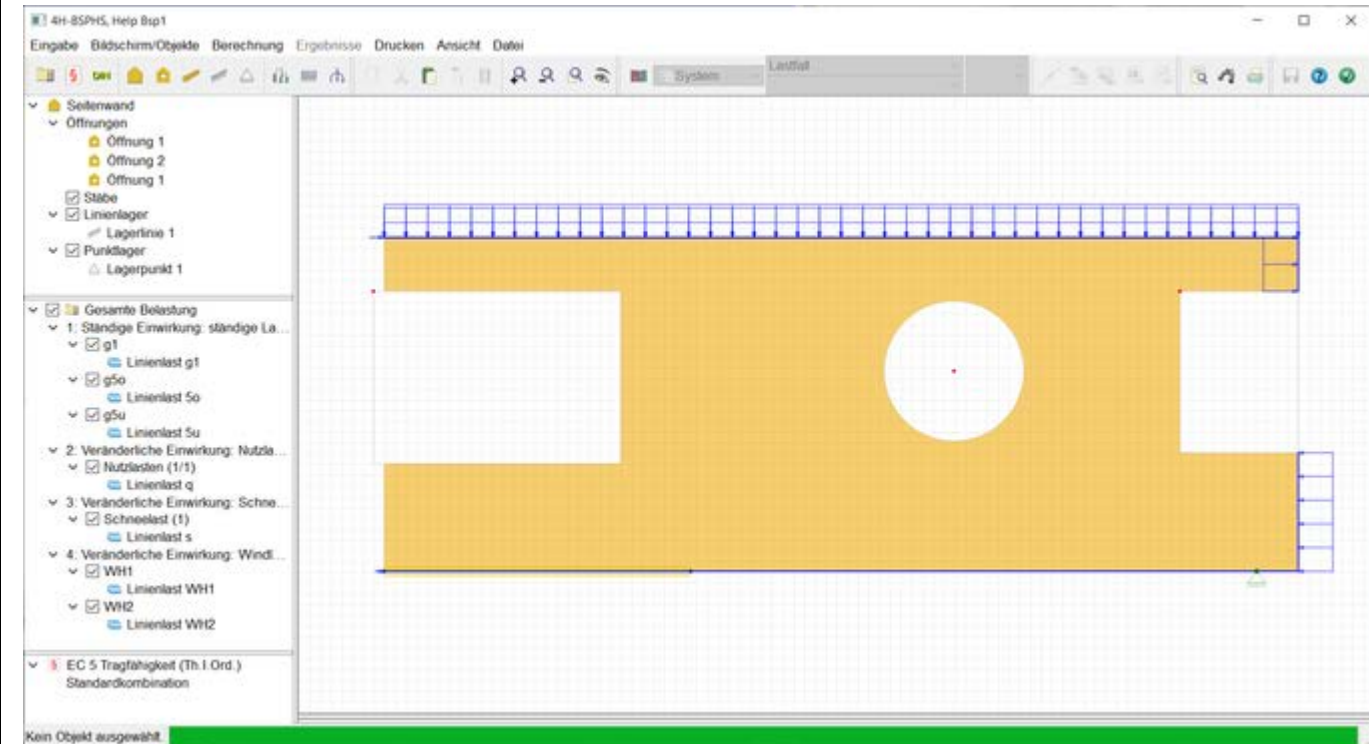
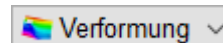


Bild vergrößern

## 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





Bild vergrößern 

## Konturen

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.

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*.

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.

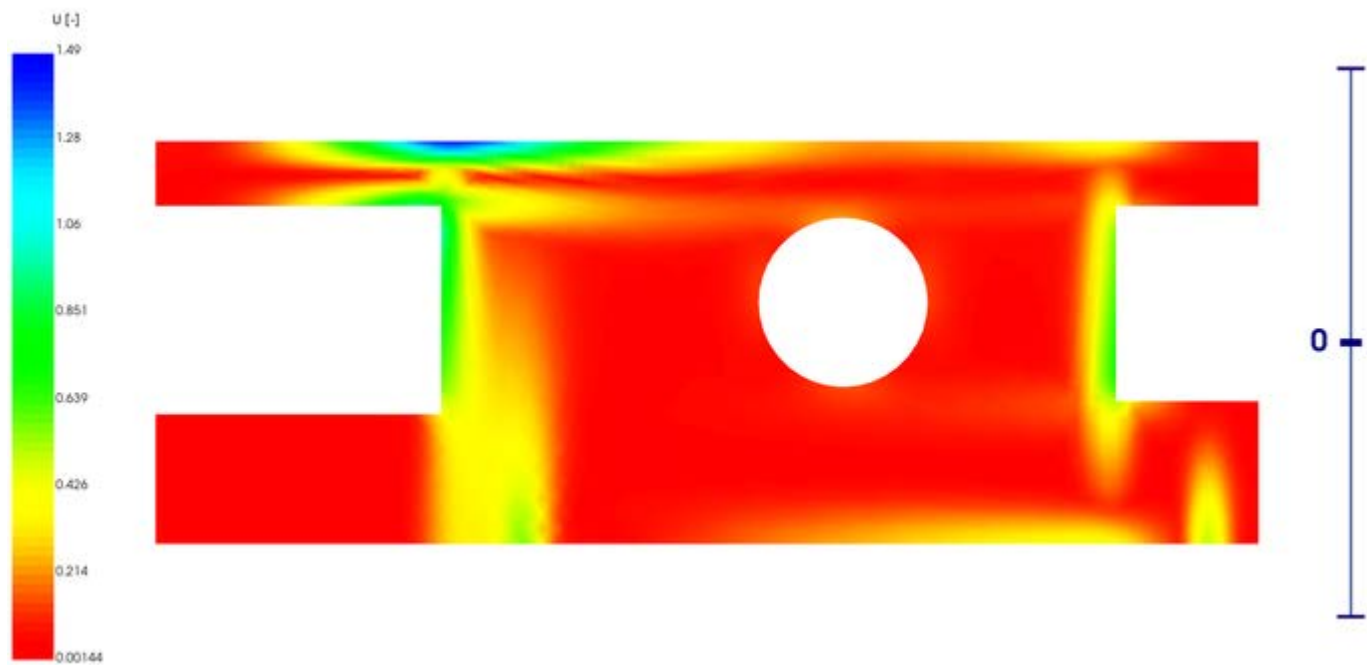


Bild vergrößern 

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

<b>einen Punkt anpicken</b> .....	zeigt in der Statuszeile die Element- und Knotennummer mit Koordinaten, sowie den Ergebniswert am Punkt
<b>linke Maustaste halten</b> .....	die Maus dreht die Scheibe in Richtung der Mausposition
<b>mittlere Maustaste halten</b> .....	verschiebt die Scheibe im Fenster
<b>rechte Maustaste halten</b> .....	rauf- und runterbewegen der Maus zoomt in die Ansicht hinein oder heraus
<b>Scrollrad</b> .....	verändert den Zoom
<b>Taste f</b> .....	setzt den angepikkten Punkt ins Zentrum
<b>Taste F11</b> .....	Zurücksetzen aller Ansichtseinstellungen und Bildschirmanzeige einpassen
<b>Taste r</b> .....	Bildschirmzoom einpassen
<b>Taste w</b> .....	zeigt die Scheibe als Drahtmodell
<b>Taste s</b> .....	zeigt die Scheibe als Kontur
<b>Schieberegler rechts</b> .....	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)**

---

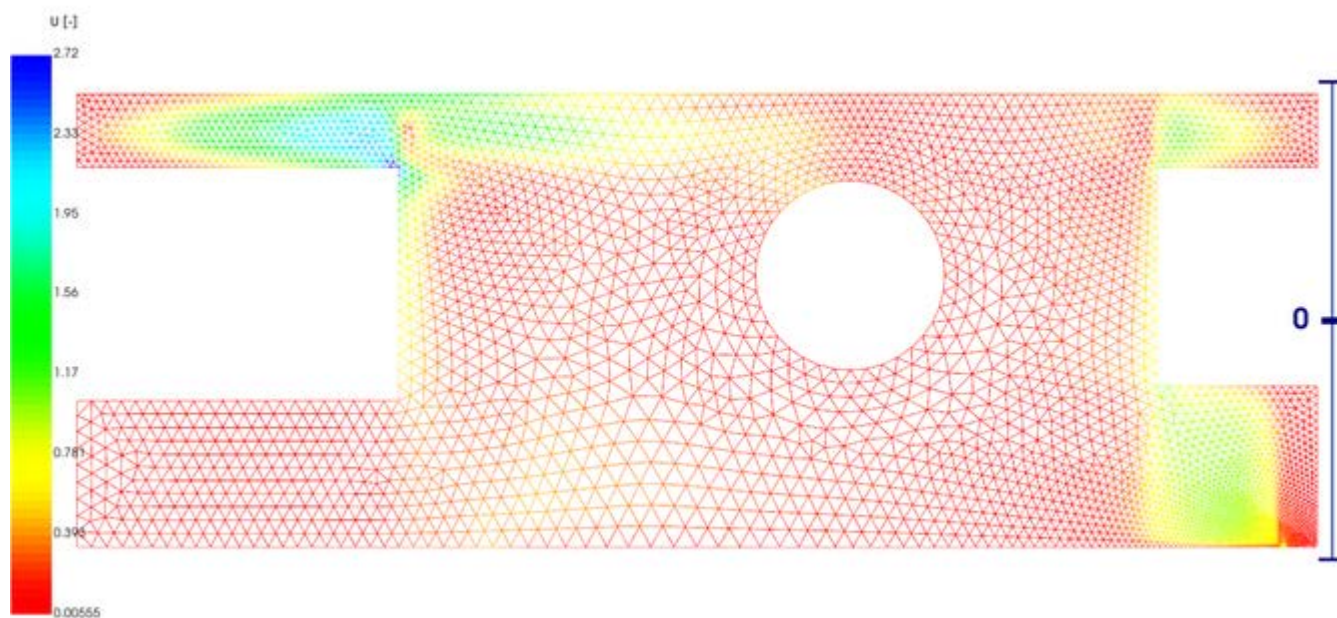


Bild vergrößern 

### Ergebnisse als Gebirge (mit Kontur)

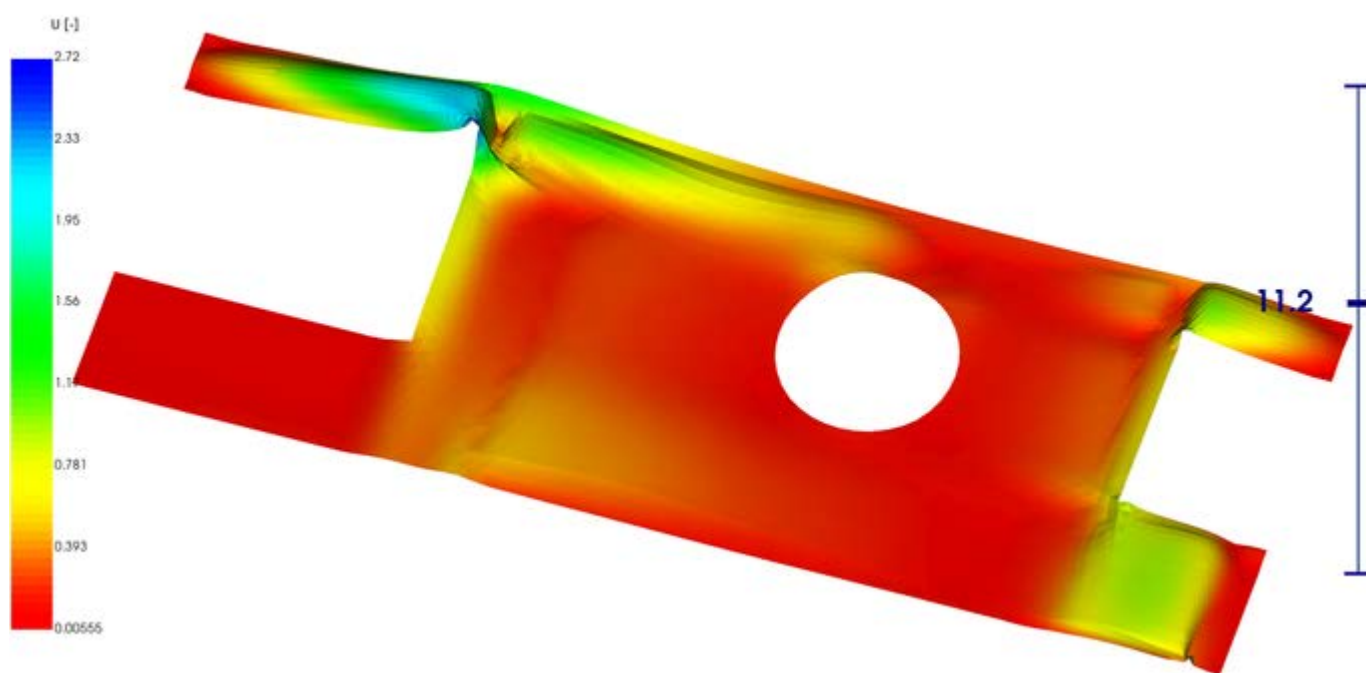




Bild vergrößern 

### Linien

Wurden Linienelemente definiert (Linienlager oder Stäbe), wird der *Linienresultatmodus* aktiv.

 Linien 

In diesem Modus wird der Bereich *Systemeingabe / Ergebnisvisualisierung* geteilt.

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

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

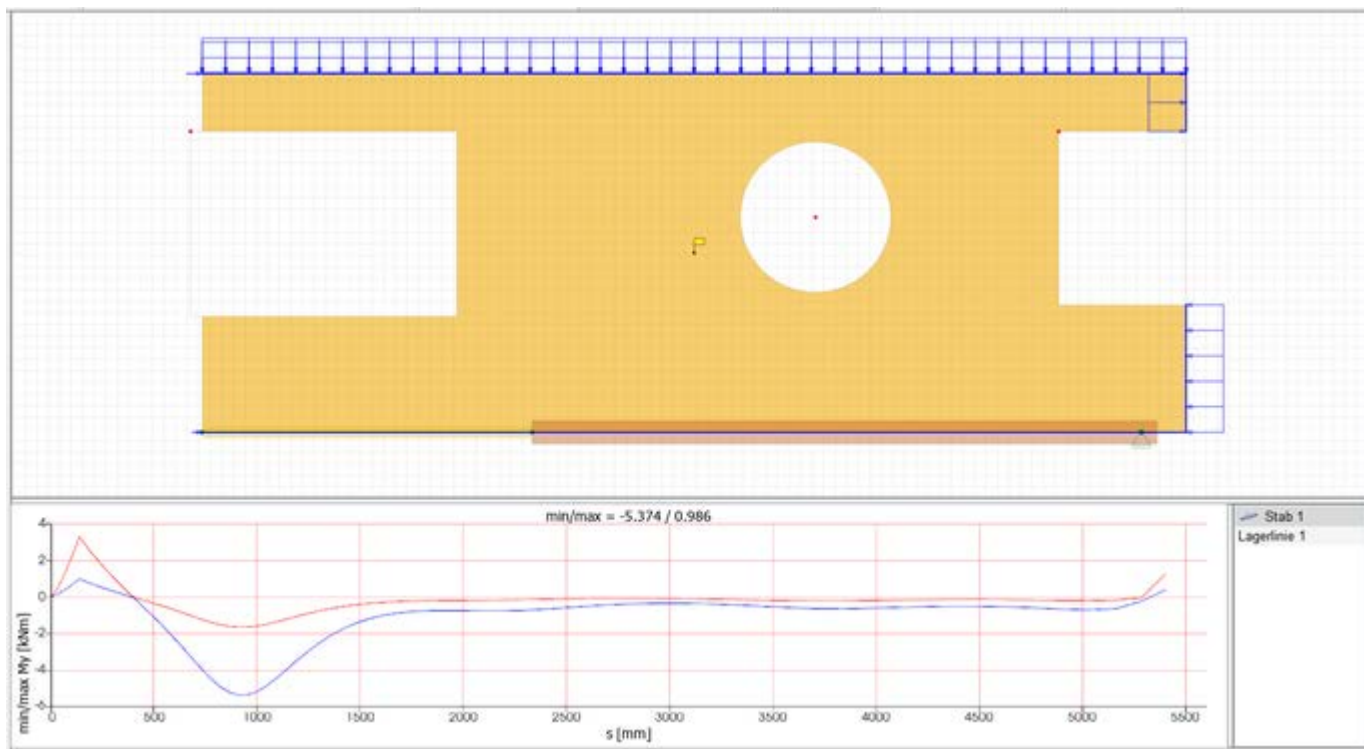


Bild vergrößern

Rechts neben der Liniengrafik befindet sich eine Liste mit den vorhandenen Linienelementen.



Ein Klick auf das betreffende Element schaltet auf die zugehörige Liniengrafik um.

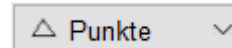
Werden min/max-Werte über die *Werte*-Listbox gewählt, werden entsprechend zwei Linien visualisiert.

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

## Punkte

Wurden Lagerpunkte definiert, wird der *Punktresultatmodus* 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

## 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.

#### Ergebnisse

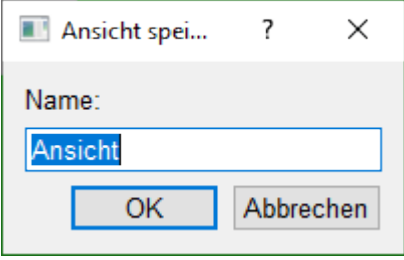
-  Ansicht speichern
-  Ansicht laden
-  Ausgewählte Druckgrafik für Flächenplot erzeugen
-  Schnitt anlegen
-  Ausgewählte Druckgrafik für Schnittlinie(n) erzeugen

### 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.



### Ansicht laden

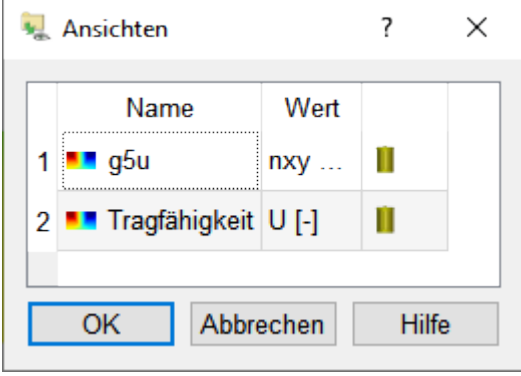


Listet die gespeicherten Ansichten

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.



	Name	Wert	
1	g5u	nxy ...	
2	Tragfähigkeit	U [-]	

### 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.

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.

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.



## 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
? X

---

**Allgemeine Angaben**

Name

Horizontal y [mm] =

Vertikal x [mm] =

offener Spline

geschlossener Spline

Kreis

x [mm]
y [mm]

Mittelpunkt (x/y)  /

Durchmesser

---

**Koordinaten der Stützpunkte**

	x[mm]	y[mm]
<		>

Dem Schnitt kann ein beliebiger Name gegeben werden.

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.

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.

✂ Schnittlinie
? X

---

**Allgemeine Angaben**

Name

Horizontal y [mm] =

Vertikal x [mm] =

offener Spline

geschlossener Spline

Kreis

---

**Koordinaten der Stützpunkte**

	x[mm]	y[mm]	
1	-1200	-850	■
2	-300	200	■
3	800	600	■
4	1200	200	■

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

Kreis

	x [mm]	y [mm]
Mittelpunkt (x/y)	1000	-300
Durchmesser	1400	

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.

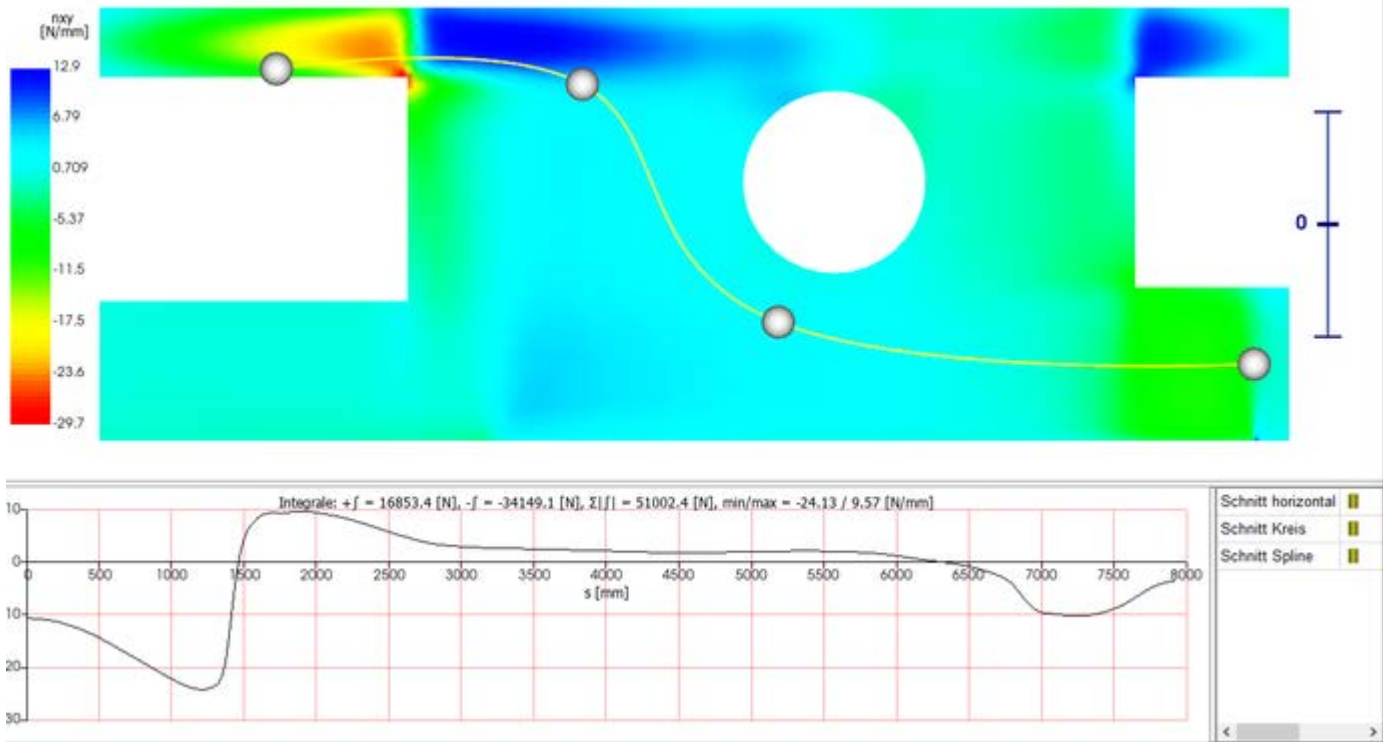


Bild vergrößern

Alle erzeugten Schnitte erscheinen in der Liste rechts neben der Liniengrafik.

Durch Anklicken des Listeneintrags schaltet die Ansicht auf den betreffenden Schnitt.

Ein Doppelklick auf den Listeneintrag öffnet das Eingabefenster der Schnittlinie.

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

Schnitt horizontal	<input checked="" type="checkbox"/>
Schnitt Kreis	<input checked="" type="checkbox"/>
Schnitt Spline	<input checked="" type="checkbox"/>

### 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 Liniensplot.

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 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.

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

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

Darstellung

Breite [cm] 12.00 Höhe [cm] 5.00

RESET

Schnittkoordinaten ausgeben

automatisch generierten Standardtext ein.

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.

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.

Bildüberschrift

groß

mittel

klein

	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"/>

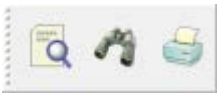
Bildunterschrift

groß

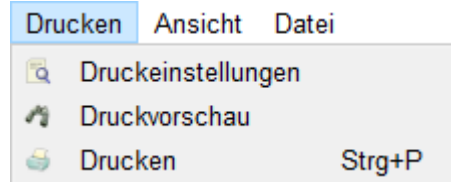
mittel

klein

## 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*.

Druckeinstellungen

Eingabedaten Ergebnisse Ausgewählte Grafiken

Allgemeines

Vorbemerkungen drucken Vorbemerkungen

Parameter des nationalen Anhangs drucken

System grafisch

Breite [cm] 17.00 Höhe [cm] 12.00

Maßstab optimal  um 90° drehen

Vermaßung Öffnungen  Vermaßung Punktlager

Vermaßung Linienlager  Vermaßung Stäbe

Vermaßung Gesamt

Lasten grafisch Einzelplots

Breite [cm] 17.00 Höhe [cm] 8.00

Maßstab optimal

um 90° drehen

mit Vermaßung

Lastskalierungsfaktor: 50

Lasten grafisch Gesamtplot

Breite [cm] 17.00 Höhe [cm] 12.00

Maßstab optimal

um 90° drehen

mit Vermaßung

Lastskalierungsfaktor: 50

Voreinstellungen OK Abbrechen Hilfe

### 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.

#### Allgemeines

Vorbemerkungen drucken Vorbemerkungen

Parameter des nationalen Anhangs drucken

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.

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

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

#### System grafisch

Breite [cm]  Höhe [cm]

Maßstab optimal  um 90° drehen

Vermaßung Öffnungen  Vermaßung Punktlager

Vermaßung Linienlager  Vermaßung Stäbe

Vermaßung Gesamt

#### Lasten grafisch Einzelplots

Breite [cm]  Höhe [cm]

Maßstab optimal

um 90° drehen

mit Vermaßung

Lastskalierungsfaktor:

#### Lasten grafisch Gesamtplot

Breite [cm]  Höhe [cm]

Maßstab optimal

um 90° drehen

mit Vermaßung

Lastskalierungsfaktor:

## 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 Linienplots muss vorgegeben werden.

Punktlagerergebnisse werden durch Aktivierung der entsprechenden Option als Tabelle ausgegeben.

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

#### Lastfallergebnisse

##### Flächenelemente

Verformungen

Schnittgrößen

##### Linienergebnisse

Linienlager

Stäbe

Breite [cm]  Höhe [cm]

##### Punktlagerergebnisse



Nachweisergebnisse

Flächenelemente

extremale Schnittgrößen

Nachweisergebnisse

Stäbe

extremale Schnittgrößen

Nachweisergebnisse

Breite [cm]  Höhe [cm]

Detailnachweispunkte drucken

Höhe der Diagramme [cm]

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

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

### 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

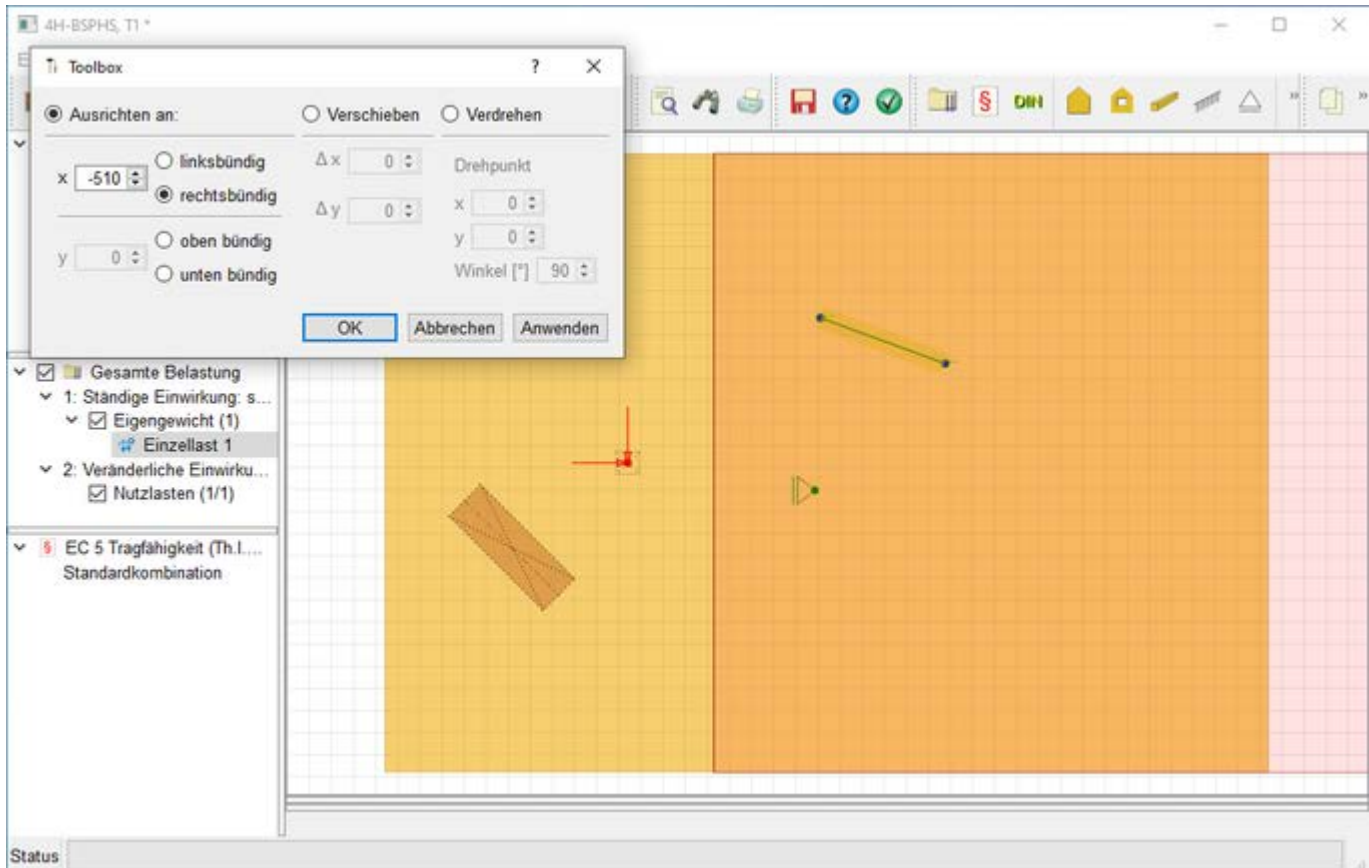
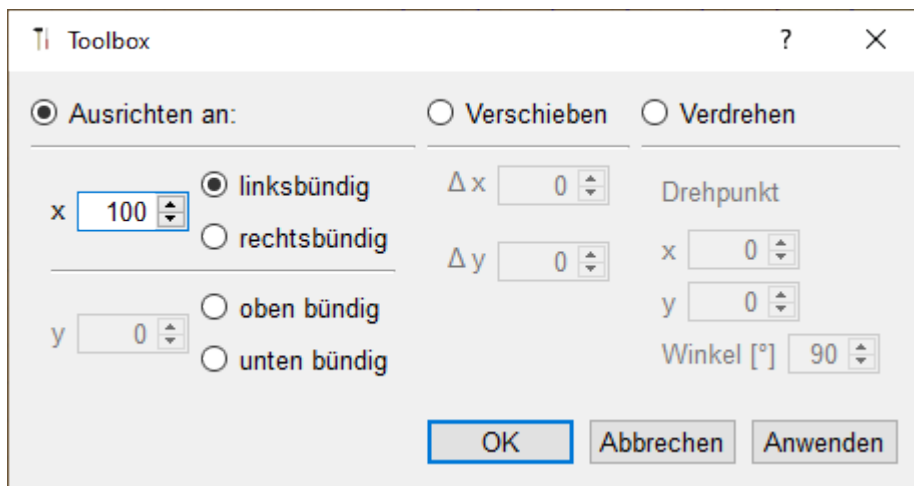
### Toolbox



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.

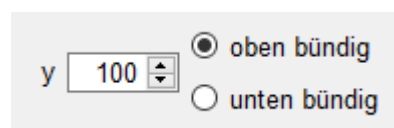
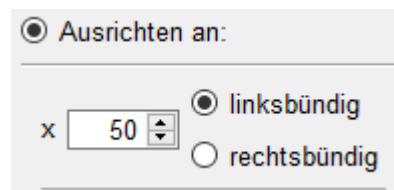
Alle ausgewählten Objekte werden an einer vorgegebenen y-Koordinate oben oder unten bündig ausgerichtet.

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

Alle ausgewählten Objekte werden um vorgegebene Werte  $\Delta x$  und  $\Delta y$  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  $\alpha$  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.

Verschieben

$\Delta x$

$\Delta y$

Verdrehen

Drehpunkt

x

y

Winkel [°]

## Wandeinstellungen



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

**Platte** ✕

---

**Berechnungsmodus**

Scheibe (Lasten senkrecht zur Systemebene unberücksichtigt)

**Platte** (Lasten in Richtung der Systemebene unberücksichtigt)

Falwerk (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	
2	3500	-500.0	
3	3500	500.0	
4	-3500	500.0	

Es können drei Berechnungsmodi gewählt werden

- **Scheibe**

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

#### Berechnungsmodus

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

- **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.

Name

Giebel

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.

Nutzungsklasse 1

Nutzungsklasse 2

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

Hersteller Merkle X-Lam

Typ 180/5s

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

Benutzerdefiniert

Die Ausrichtung der Decklagen wird über die entsprechenden Optionsbuttons festgelegt.

Decklagen horizontal (x-Richtung)

Decklagen vertikal (y-Richtung)

Die Faserrichtung kann um einen Winkel gegen das Koordinatensystem verdreht werden (rechtsdrehend positiv).

Faserwinkel 0.00 °

Die Form der Position kann rechteckig oder polygonförmig sein.

Geometrie (alle Maße in [mm])

Polygon

Rechteck

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

Bei Wahl einer Rechteckform müssen Breite und Höhe bestimmt werden.

Rechteck


Breite 4000

Höhe 2800

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	

Punkt anfügen vor aktueller Zeile

Punkt anfügen hinter aktueller Zeile

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

In der Buttonleiste unten links können die Fenster zur

Eingabe der **Nachweiseinstellungen**, der **globalen Rechenlaufeinstellungen** und der **Detailnachweispunkte** 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.



### Freies Material

Folgende Einstellungen werden zur Definition eines freien Materials vorgenommen.

Für jedes Material kann ein beliebiger Name festgelegt werden.

Die folgenden Parameter sind in 4H-BSPHS nicht relevant, da die Brettsperrholzplatten hier nicht nachgewiesen werden. Der Vollständigkeit halber werden die Parameter aber beschrieben, da sie in anderen Programmen von Bedeutung sein können.

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

**Parameter**  
 Klebstoff temperaturbeständig  
 Schmalflächen verleimt  
 Schubfestigkeit  kN/m<sup>2</sup>  
 Rollschubfestigkeit  kN/m<sup>2</sup>  
 Torsionsschubfestigkeit  kN/m<sup>2</sup>  
 Ideelle Abbrandgeschwindigkeit  $\beta$   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

$\Sigma$  d [mm]

🔍
✅
❌
?

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 Brettsperrholztypen gespeichert und anderen Bauteilen zur Verfügung gestellt werden.

## globale Rechenlaufeinstellungen



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

## Nachweiseinstellungen

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 **Brettsperrholzhandbuch** /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.

### 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.

Name

Öffnung 1|

Die Form der Öffnung wird per **Optionsknopf** gewählt.

Zur Auswahl stehen **Rechteck**, **Polygon**, **Kreis** und **Kreissegment**.

Rechteck

Polygon

Kreis

Kreissegment(e)

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.

Ankerpunkt

oben Inks

x -1800

y -1200

### 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.

Maße

Breite

Höhe

Eckpunktkoordinaten

	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

Höhe

## Kreissegment(e)

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

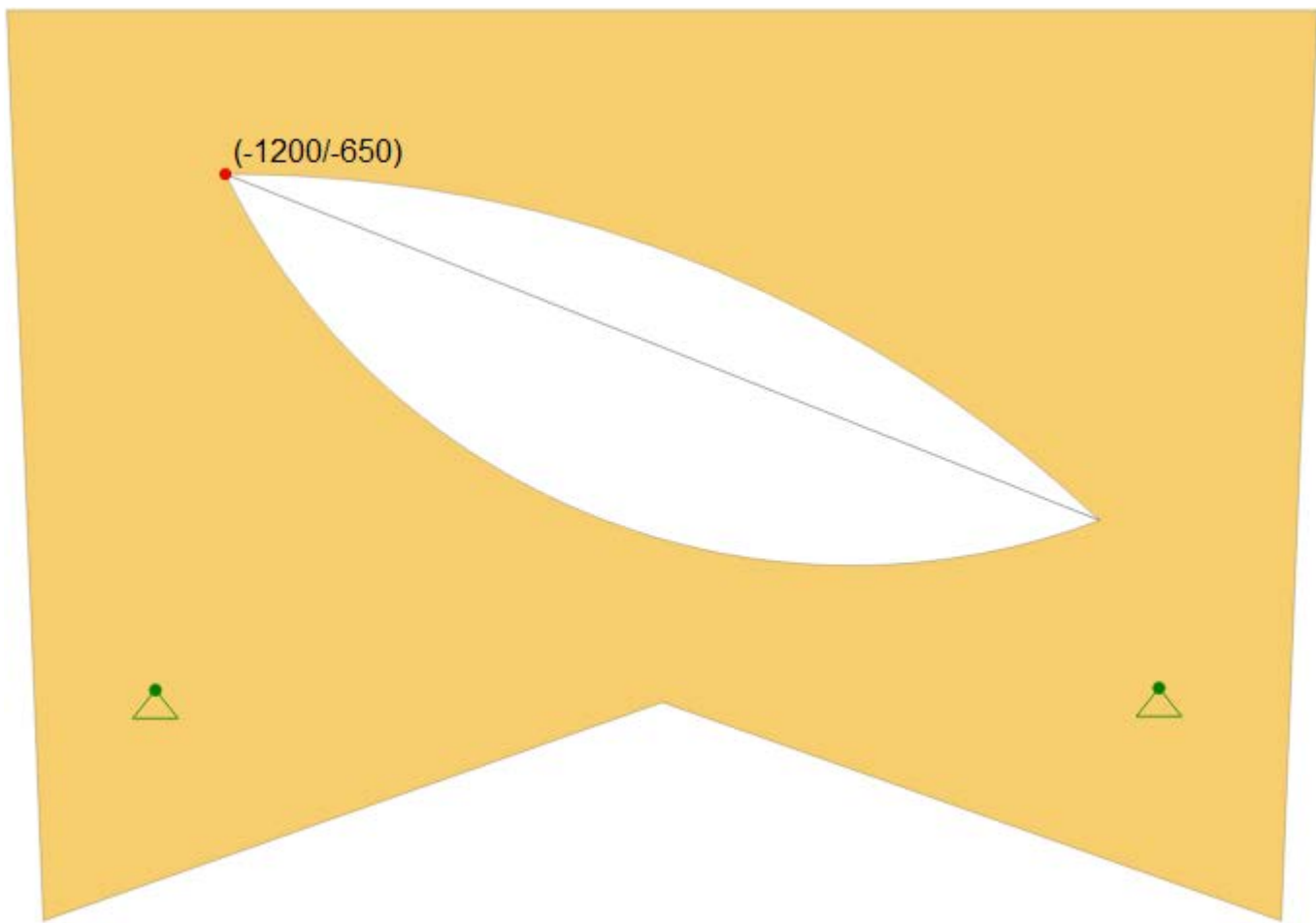
Die Segmenthöhe gibt den Stich des Segments an. Für beide Seiten der Sehne kann ein Stich angegeben werden.

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	<input type="text" value="-1200"/>	<input type="text" value="-650"/>
Ende	<input type="text" value="1200"/>	<input type="text" value="300"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Segmenthöhe 1	<input type="text" value="250"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Segmenthöhe 2	<input type="text" value="500"/>	

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



## Stäbe



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.

**Stab** ? X

**Allgemeine Angaben**

Name

**Ausrichtung**

Koordinaten eingeben       Linie horizontal


Anfangspunkt und Länge eingeben       Linie vertikal

Linie schräg

**Knotenkoordinaten**

	x [mm]	y [mm]
Anfang	<input type="text" value="-400"/>	<input type="text" value="200"/>
Ende	<input type="text" value="600"/>	<input type="text" value="200"/>

Länge [mm]       Winkel [°]



**Material**

Materialtyp       Güte

fm,k und ft0,k mit dem Beiwert kh erhöhen

**Querschnitt**

Breite [mm]

Höhe[mm]

Stahlprofil:

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

**Allgemeine Angaben**

Name

**Ausrichtung**

Koordinaten eingeben       Linie horizontal

Anfangspunkt und Länge eingeben       Linie vertikal

Linie schräg

**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]       Winkel [°]

**Material**

Materialtyp       Güte

fm,k und ft0,k mit dem Beiwert kh erhöhen

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.

Querschnitt

Breite [mm]

Höhe[mm]

Stahlprofil:

Querschnitt

Breite [mm]

Höhe[mm]

Stahlprofil:

Querschnitt um 90° drehen



Ein Klick auf den Button öffnet das Fenster zur Eingabe von **Detailnachweispunkten** auf dem Stab.

## 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.

Linienlager

Allgemeine Angaben

Name

Ausrichtung

Koordinaten eingeben  Linie horizontal

Anfangspunkt und Länge eingeben  Linie vertikal

Linie schräg

Knotenkoordinaten

	x [mm]	y [mm]
Anfang	<input type="text" value="-2500"/>	<input type="text" value="-500"/>
Ende	<input type="text" value="-2499"/>	<input type="text" value="500"/>

Länge [mm]  Winkel [°]

Lagerbedingungen in Scheibenrichtung

Verschiebung in Längsrichtung  
Federkonstante [kN/m<sup>2</sup>]   fest  frei  Feder

Verschiebung in Querrichtung  
Federkonstante [kN/m<sup>2</sup>]   fest  frei  Feder

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

Lagerbedingungen in Plattenrichtung

Verschiebung in z-Richtung  
Federkonstante [kN/m<sup>2</sup>]   fest  frei  Feder

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

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

Bild vergrößern

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.

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.

**Ausrichtung**

Koordinaten eingeben

Anfangspunkt und Länge eingeben

Linie horizontal

Linie vertikal

Linie schräg

**Knotenkoordinaten**

	x [mm]	y [mm]
Anfang	100	-200
Ende	100	800

Länge [mm] 1000      Winkel [°] 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/m<sup>2</sup>] 100000.0  fest  frei  Feder

Verschiebung in Querrichtung  
 Federkonstante [kN/m<sup>2</sup>] 1.0  fest  frei  Feder

Verdrehung um die z-Achse  
 Federkonstante [kNm/m] 10000.0  fest  frei  Feder

**Lagerbedingungen in Plattenrichtung**

Verschiebung in z-Richtung  
 Federkonstante [kN/m<sup>2</sup>] 1000000.0  fest  frei  Feder

Verdrehung um die Längsachse  
 Federkonstante [kNm/m] 10000.0  fest  frei  Feder

Verdrehung senkrecht zur Längsachse  
 Federkonstante [kNm/m] 10000.0  fest  frei  Feder

## 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

Koordinaten x  [mm] y  [mm]

Lagerdrehung  $\alpha$   [°]

**Lagerbedingungen Scheibe**

Verschiebung in x - Richtung  
 Federkonstante [kN/m]   fest  frei  Feder

Verschiebung in y - Richtung  
 Federkonstante [kN/m]   fest  frei  Feder

Verdrehung um die z-Achse  
 Federkonstante [kNm]   fest  frei  Feder

**Lagerbedingungen Platte**

Verschiebung in z - Richtung  
 Federkonstante [kN/m]   fest  frei  Feder

Verdrehung um die x-Achse  
 Federkonstante [kNm]   fest  frei  Feder

Verdrehung um die y-Achse  
 Federkonstante [kNm]   fest  frei  Feder

Dem Lagerpunkt kann ein beliebiger Name gegeben werden.

Zusätzlich zu den Knotenkoordinaten kann eine Lagerdrehung definiert werden.

Diese Drehung hat nur eine Auswirkung, wenn das Lager in einer Richtung verschieblich ist.

Punktlager können fest sein oder als Feder wirken.

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

**Allgemeine Angaben**

Name

Koordinaten x  [mm] y  [mm]

Lagerdrehung  $\alpha$   [°]

**Lagerbedingungen Scheibe**

Verschiebung in x - Richtung  
 Federkonstante [kN/m]   fest  frei  Feder

Verschiebung in y - Richtung  
 Federkonstante [kN/m]   fest  frei  Feder

Verdrehung um die z-Achse  
 Federkonstante [kNm]   fest  frei  Feder

---

**Lagerbedingungen Platte**

Verschiebung in z - Richtung  
 Federkonstante [kN/m]   fest  frei  Feder

Verdrehung um die x-Achse  
 Federkonstante [kNm]   fest  frei  Feder

Verdrehung um die y-Achse  
 Federkonstante [kNm]   fest  frei  Feder

## 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

Einwirkung

Lastfall

**Last**

Wichte (die resultierende Flächenlast wird automatisch berechnet)  [kN/m<sup>2</sup>]

Eigengewicht in y-Richtung (Wand)

Eigengewicht in z-Richtung (Decke)

zusätzliche Flächenlast in x-Richtung  [kN/m<sup>2</sup>]

zusätzliche Flächenlast in y-Richtung  [kN/m<sup>2</sup>]

zusätzliche Flächenlast in z-Richtung  [kN/m<sup>2</sup>]

Dem Lastbild kann ein beliebiger Name gegeben werden.

## Allgemeine Angaben

Name Flächenlast/Eigengewicht 1

Einwirkung 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten

Lastfall Eigengewicht (1)

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.

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

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

**1. Wichte**

Aus der Wichte des Materials und dem Volumen der Scheibe generiert das Programm automatische die zugehörige Flächenlast.

Im Faltschalenmodus wird die Wirkrichtung des Eigengewichts über die Optionsbuttons in *y-* oder *z-Richtung* eingestellt.

## Last

Wichte (die resultierende Flächenlast wird automatisch berechnet) 5.0000 [kN/m<sup>2</sup>]

Eigengewicht in y-Richtung (Wand)

Eigengewicht in z-Richtung (Decke)

zusätzliche Flächenlast in x-Richtung 0.0000 [kN/m<sup>2</sup>]

zusätzliche Flächenlast in y-Richtung 0.0000 [kN/m<sup>2</sup>]

zusätzliche Flächenlast in z-Richtung 0.0000 [kN/m<sup>2</sup>]

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

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 Faltschalenmodus)

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 Faltschalenmodus)

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

## 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.

**Teilflächenlast** [X]

**Allgemeine Angaben**

Name

Einwirkung

Lastfall

**Ankerpunkt**

oben Inks      x [mm]      y [mm]


**Form**

Rechteck      Breite  [mm]

Polygon      Höhe  [mm]

Kreis

1      2



4      3

**Lastordinaten**

konstant

Punkt      qz [kN/m<sup>2</sup>]

1     

2     

3     

Der Last kann ein beliebiger Name gegeben werden.

**Allgemeine Angaben**

Name

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

Einwirkung

Lastfall

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

Einwirkungen und Lastfälle müssen zuvor über die [Einwirkungsverwaltung](#) angelegt werden.

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

Die Form der Lastfläche wird per [Optionsknopf](#) gewählt. Zur Auswahl stehen [Rechteck](#), [Polygon](#) und [Kreis](#).

**Ankerpunkt**

oben Inks      x [mm]      y [mm]

**Form**

Rechteck      Breite  [mm]

Polygon      Höhe  [mm]

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.

## Rechteckquerschnitt

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

Maße

Breite

Höhe

## 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	

## Kreis

Bei kreisförmigen Lastflächen muss der Durchmesser angegeben werden.

Maße

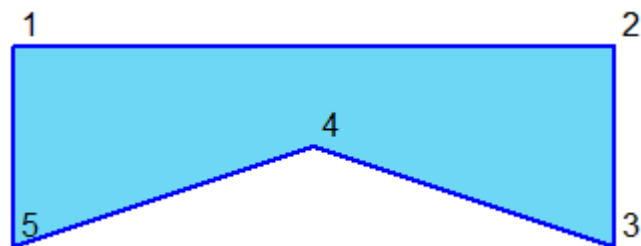
Durchmesser

Höhe

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]
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="5.000"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="4.000"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3.000"/>

## 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 Scheibe oder auf einem Rand liegen. Linienlasten können konstant oder trapezförmig sein. Werden mehrere Linienlasten angelegt, dürfen sich diese schneiden.

Linienlast
✕

---

**Allgemeine Angaben**

Name

Einwirkung 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten ▾

Lastfall Eigengewicht (1) ▾

---

**Ausrichtung**

Koordinaten eingeben
  Linie horizontal  
 Anfangspunkt und Länge eingeben
  Linie vertikal  
 Linie schräg

---

**Knotenkoordinaten**

	x [mm]	y [mm]
Anfang	<input type="text" value="-300"/>	<input type="text" value="100"/>
Ende	<input type="text" value="700"/>	<input type="text" value="100"/>

Länge [mm]  Winkel [°]

---

**Lastordinaten**

	Anfang [kN/m]	Ende [kN/m]	
qx	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input checked="" type="checkbox"/> konstant
qy	<input type="text" value="5.000"/>	<input type="text" value="5.000"/>	<input checked="" type="checkbox"/> konstant
qz	<input type="text" value="5.000"/>	<input type="text" value="5.000"/>	<input type="checkbox"/> konstant

Lastrichtung G (Eigengewicht) ▾

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. 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

**Allgemeine Angaben**

Name

Einwirkung 1: Ständige Einwirkung: ständige Lasten ▾

Lastfall Eigengewicht (1) ▾

**Ausrichtung**

Koordinaten eingeben
  Linie horizontal  
 Anfangspunkt und Länge eingeben
  Linie vertikal  
 Linie schräg

die entsprechende Option gewählt werden, was die Zahl der Eingabefelder reduziert.

Entsprechend der gewählten Eingabeoptionen werden die passenden Eingabefelder freigegeben.

Knotenkoordinaten			
	x [mm]	y [mm]	
Anfang	100	-200	
Ende	100	800	
Länge [mm]	1000	Winkel [°] 90.0000	

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)		

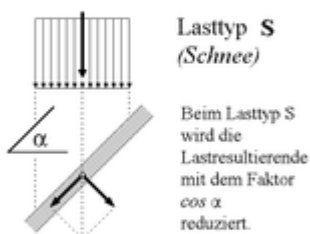
Die Lastrichtung gibt die Wirkrichtung der Belastung an.

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

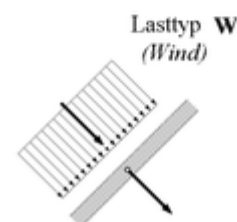
Es können Werte für die globale y-Richtung (dies ist üblicherweise die Richtung der Schwerkraft) und die globale x-Richtung eingegeben werden.



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.



## 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.



**Einzellast** [X]

**Allgemeine Angaben**

Name

Einwirkung

Lastfall

**Knotenkoordinaten**

x  [mm]      y  [mm]

**Lastordinaten Scheibe**

Fx  [kN]

Fy  [kN]

Mz  [kNm]

**Lastordinaten Platte**

Fz  [kN]

Mx  [kNm]

My  [kNm]

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.

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.

**Allgemeine Angaben**

Name

Einwirkung

Lastfall

**Lastordinaten Scheibe**

Fx  [kN]

Fy  [kN]

Mz  [kNm]

**Lastordinaten Platte**

Fz  [kN]

Mx  [kNm]

My  [kNm]

### 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.

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

### 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 Buttons **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.

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

### Brettsperrholzwand - Normalspannungen

Aus den Scheibennormalkräften  $n_{xx}$  und  $n_{yy}$  resultieren Normalspannungen  $\sigma_{xx}$  und  $\sigma_{yy}$  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

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

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.

### Brettsperrholzwand - Schubspannungen

Aus den Scheibenschubkräften  $n_{xy}$  resultieren Schubspannungen  $\tau_{xy}$  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 Brettsperrholzhandbuch /64/, 7.1.9, ergeben sich die Schubspannungen zu

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

Die Berechnung der ideellen Ersatzdicken  $t_i^*$  wird hier [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

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

### Brettsperrholzwand - 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

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

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

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

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

Werden die Schmalseiten der Bretter verleimt, gilt

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

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 ideale 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 ideale Gesamtersatzdicke  $t^*$  ergibt sich aus der Summe der Ersatzdicken  $t_i^*$ .

Die ideale 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

$$\tau_{\text{tor,d}} = 3 \cdot \tau_0^* \cdot t_i^*/a$$

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<sup>2</sup> angegeben. Der Nachweis der Torsionsschubspannung lautet

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

### Brettsperrholzwand - 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

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

Für *Biegung mit Druck* gilt gemäß /16/, 6.2.4

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

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

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

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.

## Plattenbemessung von Brettsperrholzquerschnitten

### Allgemeines

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

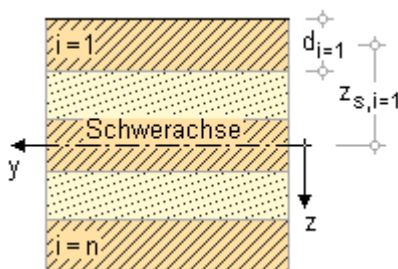
Der Einfluss der schubweichen Querlagen hat dabei einen erheblichen Einfluss auf das Trag- und Verformungsverhalten und muss daher berücksichtigt werden.

### 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

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



#### 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

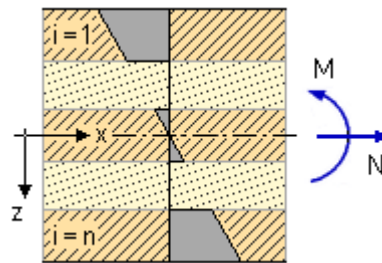
$$G \cdot A = \kappa \cdot \sum (G \cdot A) \quad \dots \text{ mit } \dots$$

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

### Querschnittsspannungen

#### Biegespannungen

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



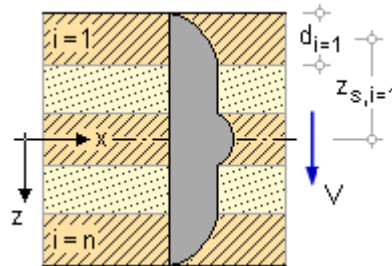
### Schubspannungen

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

ES mit E-Modul gewichtetes statisches Moment

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

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



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

Die 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

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