



**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](http://www.pcae.de)

Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)



# **4H-ALFA3D**

Räumliche Faltwerke

Beispieleingaben

Januar 2025



# 4H-ALFA3D

## Räumliche Faltwerke

### Beispieleingaben

Copyright 2002-2025

8. erweiterte Auflage, Januar 2025

**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](http://www.pcae.de)**.

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



# Produktbeschreibung

#ALFA, *Faltwerke*, ist ein Produkt der **pcae** GmbH, Hannover, und berechnet aus ebenen Teilsystemen zusammengesetzte 3D-Faltwerke unter Biegung- und Normalkraftbeanspruchung (Kombination aus Platten- und Scheibenwirkung).

Neben dem Stahlbetonbau als Hauptanwendungsbereich kann #ALFA, *Faltwerke*, ab Version 2004 auch zum Nachweis filigraner Bauteile z. B. aus Stahl oder Glas eingesetzt werden. Hierzu können die Materialparameter direkt angegeben werden.

Die Bemessung von Stahlbetonsystemen erfolgt gemäß DIN 1045-1, EC 2, ÖNorm und DIN 1045. Der Spannungsnachweis von Stahlbauteilen erfolgt nach DIN 18800. Für den Nachweis von Materialien ohne Normenbezug werden die zulässigen Beanspruchbarkeiten extern vorgegeben.

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 #ALFA von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Das in diesem Handbuch entwickelte Eingabebeispiel soll beim Einstieg in die Handhabung des Programms helfen und einen Einblick in die Eingabephilosophie geben. Es beschreibt die verschiedenen Eingabemechanismen, unter denen der Benutzer wählen kann. Assoziation und Suche nach weiteren Verknüpfungsmöglichkeiten werden ihn dann sehr schnell in der Anwendung von #ALFA sattelfest werden lassen.

Es ist in diesem Sinne auch nicht zwingend erforderlich, dass sich bei Ihrem Übungsbeispiel exakt die gleichen Ergebnisse wie in der Vorlage einstellen.

Im abschließenden Kapitel des Handbuches wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der grafischen Eingabe 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.

Die Handbücher

*#ALFA, Platten-Scheiben-Faltwerke - allgemeine Erläuterungen zur Handhabung, das **pcae**-Nachweiskonzept und DTE<sup>®</sup>-DeskTopEngineering*

geben weitere Informationen zur Handhabung des Programms durch Erläuterung der einzelnen Programmmodule und ihrer Eigenschaftsblätter. Sofern Sie also Informationen im vorliegenden Manual vermissen, werden Sie dort fündig werden.

Die umfangreichen nachweistechnischen Einstellungsmöglichkeiten werden in der Online-Hilfe der grafischen Eingabe erläutert.

Alle Handbücher können als pdf-Dokumente von unserer Website heruntergeladen werden; s. [www.pcae.de](http://www.pcae.de) und dort im linken Baum unter *Handbücher*.

Bei Fragen nach dem theoretischem Hintergrund der Berechnungsmethode müssen wir auf die umfangreiche Fachliteratur verweisen.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit #ALFA.

Hannover, im Januar 2025

# Abkürzungen und Begriffe

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

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



signalisiert Anmerkungen

## Buttons

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



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

## Index

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

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

## Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

## blank

Leerzeichen

## Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

## icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

## Fangerechteck

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

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

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



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



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



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Datenzustand  
überprüfen

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

# Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation	4
2	DTE <sup>®</sup> -Schreibtisch einrichten	4
3	Bauteil erzeugen	6
4	Erläuterung zur Bedienung an Hand eines Eingabebeispiels	7
4.1	3D- und Ebenenmodus, Rechteckmakro als Position erzeugen	9
4.2	Linieigenschaften, Linienzug, Datenbereinigung, Position	10
4.3	Flächenbettung, Einzel- und Linienlager	13
4.4	Objekte kopieren und manuelle Linienherzeugung	15
4.5	Ebenendefinition	16
4.6	Aussparung und Rasterherzeugung	19
4.7	Stabelemente	21
4.8	Scharniere und Schlitze	22
4.9	Objektbaum, Gruppenbildung, Auswahllisten und Sichtbarkeit	24
4.10	Einwirkungen und Lastfälle einrichten	25
4.11	Flächenlasten	26
4.12	Stab- und Linienlasten	28
4.13	Punktlast	29
4.14	Lastfläche	30
4.15	Polygonzugdefinition zyklisch vertauschen	31
4.16	Bemessungseigenschaften und Nachweise definieren	31
4.17	Blickwinkeleinstellung für die Systemdruckliste	33
4.18	Datenbereinigung und Datenzustandskontrolle	34
4.19	Durchführung der Berechnung	35
4.20	Ergebnisvisualisierung	35
4.21	Nichtlineare Berechnung mit Zugfederausschaltung	43
5	Filigrane Bauteile	47
6	Die QuickStart-Buttons	48
7	Koordinatensysteme und Vorzeichendefinitionen	49
8	Bearbeitungsfunktionen im grafischen Eingabemodul	50
9	Index	65

# 1 Programminstallation

Die **Installation** des DTE<sup>®</sup>-Systems und des Programms *##-ALFA3D* erfolgt über ein selbsterläuterndes Installationsprogramm.

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

# 2 DTE<sup>®</sup>-Schreibtisch einrichten



Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE<sup>®</sup>-**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.



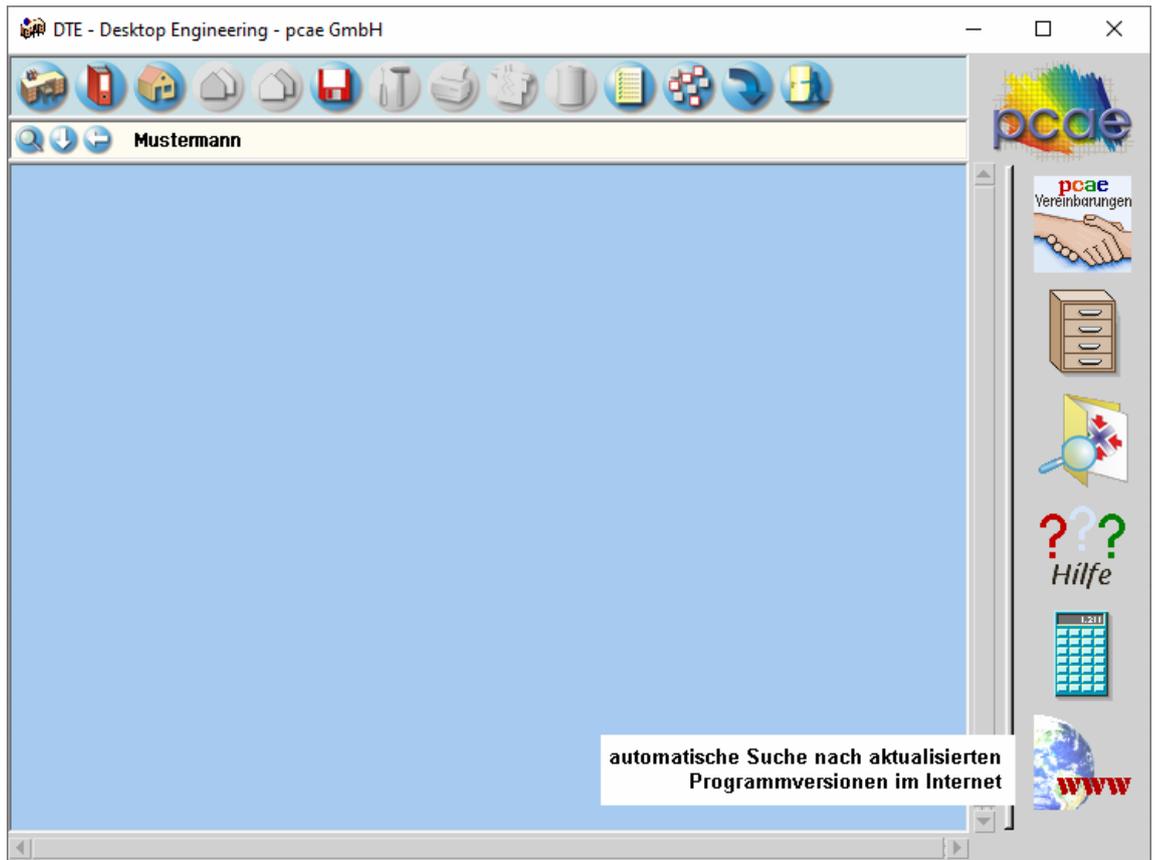
Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE<sup>®</sup>-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE<sup>®</sup> 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<sup>®</sup>-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE<sup>®</sup>-DeskTopEngineering*.

## DTE®-Schreibtisch



### Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtisches 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.

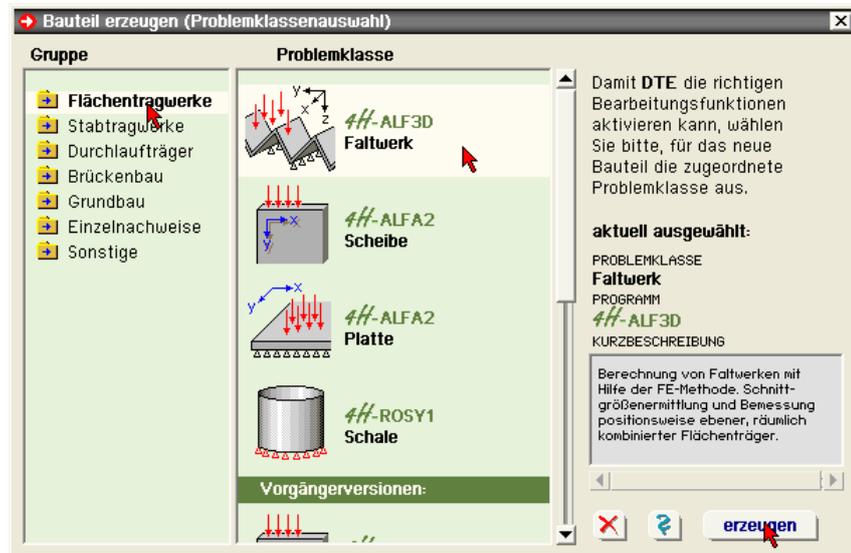
Die Buttons bewirken im Einzelnen

-  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 Planerstellungsmodul 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

## Bauteil erzeugen



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtisches angeklickt. Das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Problemklasse erscheint.

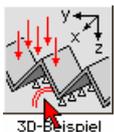


Wählen Sie nun bitte unter Gruppe **Flächentragwerke** die Problemklasse **Faltwerk** aus und **erzeugen** das neue Bauteil.



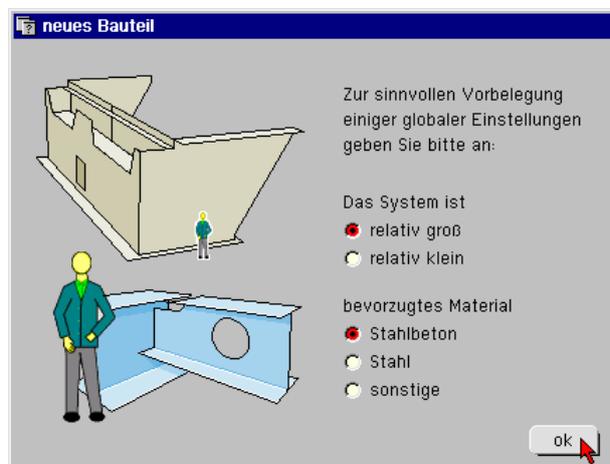
Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, wo das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll.

Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint. Überschreiben Sie das Wort "Faltwerk" durch einen sinnvollen Text zur Identifikation (hier "3D-Beispiel"). Nach **Bestätigen** ist das Bauteil mit dem neuen Namen eingerichtet.



Klicken Sie das Bauteil nun mit der LMT doppelt an (Doppelklick). Hierdurch wird sofort das grafische Eingabemodul aufgerufen.

Um in der nun folgenden Bearbeitung sinnvolle Voreinstellungen anbieten zu können, wird im Eigenschaftsblatt *neues Bauteil* gleich zu Beginn festgelegt, ob es sich um ein eher massiges Stahlbetonsystem oder ein filigranes Bauteil handeln wird.



### CAD-Daten

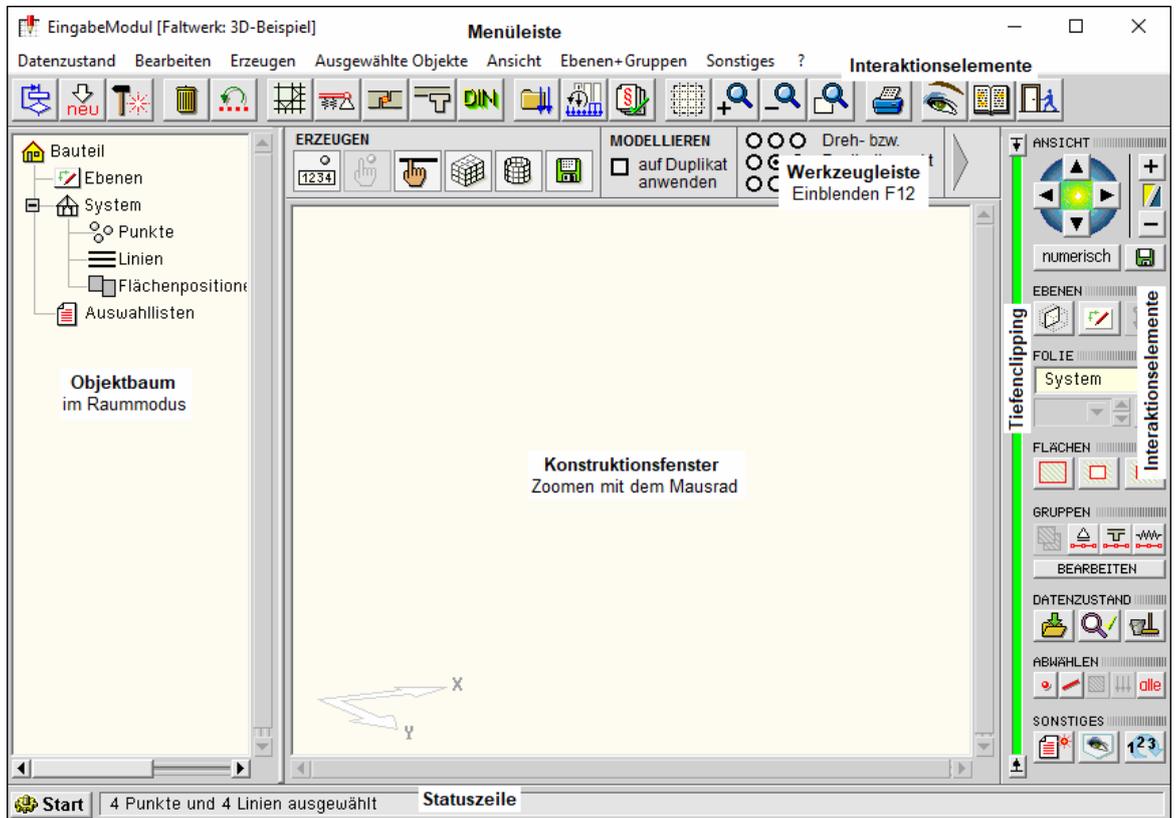
Zur Übernahme von Geometriedaten aus CAD-Systemen s. Handbuch *#H-ALFA, Platten-Scheiben-Faltwerke - allgemeine Erläuterungen zur Handhabung*.

## 4 Erläuterung zur Bedienung an Hand eines Eingabebeispiels

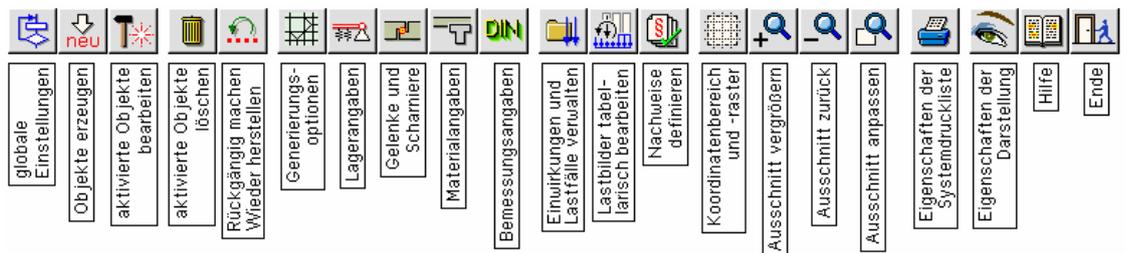
Nach Start des grafischen Eingabemoduls erscheint die in zwei Bereiche eingeteilte Eingabeoberfläche. In dem großen inneren Bereich wird sukzessive das Bauteil entwickelt. Im kleineren Bereich am linken Rand werden die dabei erzeugten grafischen Objekte in einer Baumstruktur zum direkten Zugriff aufgelistet werden.

Am oberen und rechten Rand befinden sich die Steuerbuttons oder Interaktionselemente.

### Eingabeoberfläche



**Interaktionselemente** Von den im Kopfbereich der Eingabeoberfläche befindlichen Interaktionselementen sind einige abgeblendet und nicht zugänglich. Das grafische Eingabemodul verhält sich wie das gesamte DTE®-System *kontextsensitiv* und bietet nur solche Buttons an, die zum gegenwärtigen Bearbeitungs- bzw. Auswahlzustand korrespondieren.

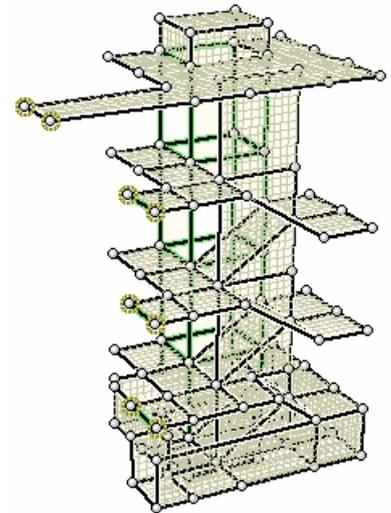


Diese und die am rechten Rand befindlichen Interaktionselemente werden im Verlauf der Bearbeitung innerhalb dieses Handbuchs sukzessive bekannt gemacht und erläutert werden.

Ab S. 50 finden Sie zudem eine Zusammenstellung der Steuerbuttons mit Erläuterungen.

Die im obigen Bild eingeblendete *Werkzeugleiste* erleichtert die Eingabe durch Reduktion der Buttonklicks und Menüaufrufe. In den vorliegenden Beispieleingaben wird jedoch auf die Nutzung der W. verzichtet; sie sollte dem geübten Nutzer dienen. Das gleiche gilt für die Nutzung der *Tastaturkürzeltabelle* (shortcuts); s. hierzu Handbuch *Allgemeine Erläuterungen*.

**Systembeschreibung** Mit #ALFA3D lassen sich die kompliziertesten, beliebig schiefen 3D-Strukturen bearbeiten, wie das nebenstehende System zeigt. Zur Erzeugung derartiger Systeme ist letztlich aber auch nur eine mehr oder weniger große Anzahl von Operationen erforderlich, die sich auch an einem kleinen Eingabebeispiel erläutern lassen.



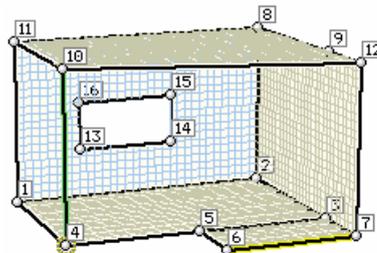
Die in diesem Handbuch erläuterte Eingabe eines kleinen kastenförmigen Systems beschreibt alle wesentlichen Operationen, um sich nach der Lektüre auch an komplexe Bauteile wagen zu können. Das System wird daher nicht nach baupraktisch sinnvollen Gesichtspunkten entwickelt werden, sondern sukzessive Erläuterungen zu möglichen Bearbeitungen geben.

Die grafische Eingabeoberfläche ist die gleiche wie bei #ALFA, Platten- und Scheibentragwerke. Kenntnisse in der Anwendung dieser ebenen Berechnungsmodulare erleichtern die Einarbeitung in #ALFA3D, sind aber zum Verständnis dieses Handbuches nicht erforderlich.



Weitere Informationen können dem Handbuch #ALFA, *Platten - Scheiben - faltwerke - Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*, entnommen werden.

Unser Bauteil wird zum Schluss aus einer Bodenplatte, zwei aufgehenden Wänden, einer aufliegenden Deckenplatte und einer Stütze bestehen.



Alle erforderlichen Informationen zu Abmessungen, geometrischen Operationen und Lastwerten werden nach und nach an erforderlicher Stelle gegeben werden.

## 4.1 3D- und Ebenenmodus, Rechteckmakro als Position erzeugen

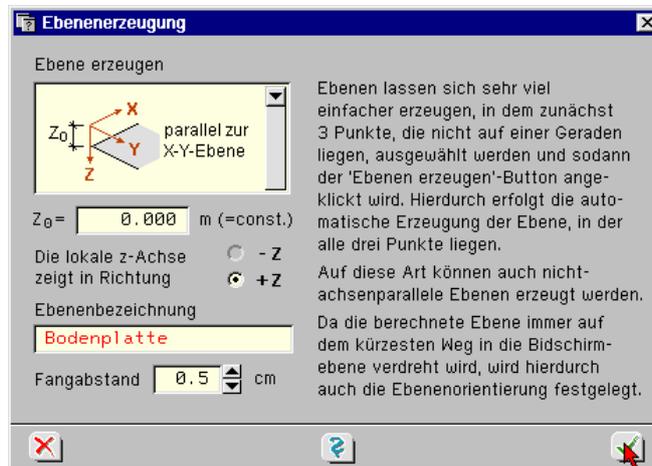
Wie auf S. 7 an dem eingblendeten Koordinatensystem zu erkennen ist, wird im Bearbeitungsfenster eine isometrische Darstellungsform angeboten.

Die geometrische Festlegung des Systems erfolgt im globalen XYZ-Koordinatensystem. Die Bodenplatte soll horizontal in der X-Y-Ebene bei  $Z = 0$  liegen.



Ebene definieren

Klicken Sie nun bitte auf den Button **Ebene definieren** am rechten Rand der Eingabeoberfläche. Bezeichnen Sie im folgenden Eigenschaftsblatt bitte die Ebene und bestätigen die Eingaben.



Die Ansicht wechselt in die **Ebenenbearbeitung** und dreht in die X-Y-Ebene, die mit der lokalen x-y-Ebene der Bodenplatte zusammenfällt.

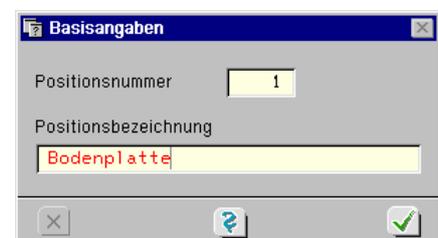
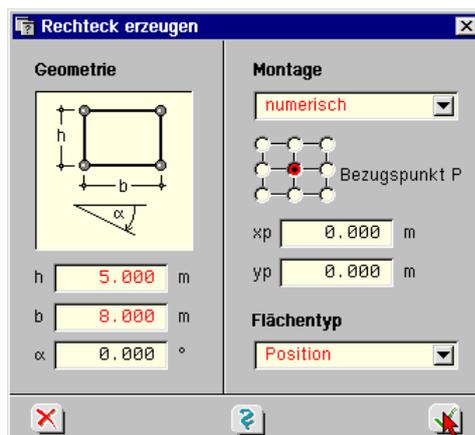
In der Ebenenbearbeitung weisen die lokalen Koordinatenrichtungen x nach rechts und y nach unten. Die seitlichen Lineale zeigen die Laufkoordinaten an. Der Ursprung liegt in Bildschirmmitte.

**Positionen als Makro definieren** Zur Erzeugung der Bodenplatte klicken Sie bitte auf den Button **Objekte erzeugen** und in dem folgenden Untermenü auf den Button **Rechteck erzeugen**.



Rechteck erzeugen

Ändern Sie in den Eingabefeldern auf die rot markierten Parameter und **bestätigen** dann. Ändern Sie dann bitte die Positionsbezeichnung auf **Bodenplatte**.



### undo-Funktion



Rückgängig machen  
Wieder herstellen

Sollte im Laufe der Bearbeitung eine Aktion misslingen, hilft die **undo**-Funktion, die die letzten Bearbeitungsschritte zurücknimmt oder wieder herstellt.

Wie bei den Platten- und Scheibentragwerken sind auch bei den Faltenwerken Bereiche gleicher Material- und Bemessungskenndaten als Positionen zu definieren. Die bei den ebenen Tragwerken implizite Bedingung, dass Positionen eben sein müssen, gilt hier gleichfalls. Teilbereiche, die nicht in einer Ebene liegen, können nicht zu einer Position zusammengefasst werden.

Es müssen zumindest so viele Positionen gebildet werden, wie verschiedene Ebenen im Bauwerk vorhanden sind.

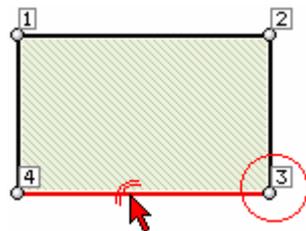


Positionen können nicht in der 3D-Darstellung, sondern nur im Ebenenmodus erzeugt werden.

## 4.2

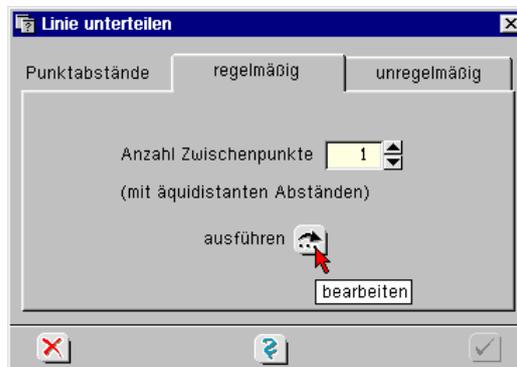
### Linieigenschaften, Linienzug, Datenbereinigung, Position

Im Arbeitsbereich befindet sich unsere Bodenplatte jetzt an der gewünschten Stelle. Für den nächsten Bearbeitungsschritt klicken Sie bitte mit der LMT doppelt auf die untere Linie. Hierdurch erscheint das Eigenschaftsblatt *Individuelle Linienbearbeitung*.



#### unterteilen

Klicken Sie dort den Modellieren-Button *unterteilen* an.



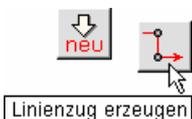
In diesem in zwei Register geteilten Eigenschaftsblatt, die eine regelmäßige und eine unregelmäßige Unterteilung anbieten, klicken Sie bitte ohne weitere Änderungen auf den *bearbeiten*-Button. Hierdurch wird die aktivierte Linie in zwei gleich lange Linien geteilt.



Änderungen an durch *Doppelklick* aktivierten Objekten (Punkte, Linien, Flächen, Lastbilder) werden unabhängig vom Auswahlstatus (ob andere Objekte markiert sind) nur für diese Objekte übernommen.

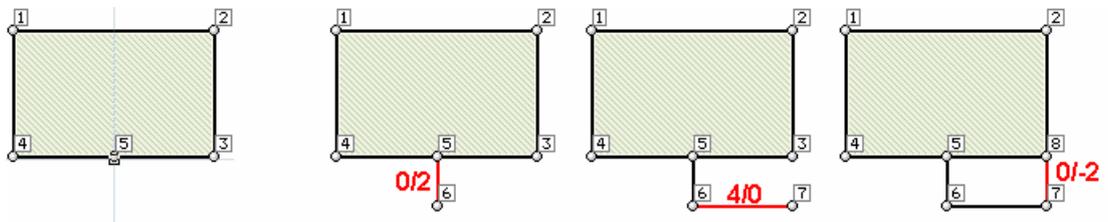
#### Linienzug erzeugen

Wir wollen die Bodenplatte nun um einen anschließenden *Polygonzug* erweitern. Klicken Sie hierzu bitte die beiden gezeigten Buttons an.



Durch Anklicken des Buttons **manuell auswählen** erscheint ein Fadenkreuz auf dem Bildschirm, mit dem der neue Teilungspunkt 5 zwischen den unteren Linien angeklickt wird. Hierbei ist es nicht erforderlich, den gewünschten Punkt haargenau zu treffen (Fangabstand). Im oberen Bereich der rechten Buttonleiste werden nun Eingabefelder für Differenzkoordinaten (oder Länge/Winkelangaben) eingeblendet.

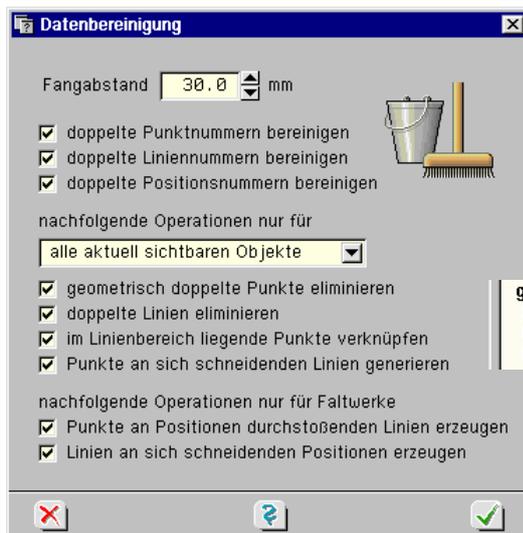
Geben Sie nun nach und nach die folgenden Werte für  $\Delta x$  und  $\Delta y$  ein.



 Sollte Ihnen ein Fehler unterlaufen sein, hilft der gezeigte Button und im daraufhin eingeblendeten Menü *letzte Linie zurück*.

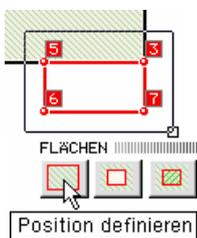
 Beenden Sie nach Eingabe der dritten Linie den Linienzugmodus über den **abbrechen**-Button.

**Datenbereinigung** Die Bildfolge zeigt, dass das Ende des Linienzugs (Punkt 8) auf den bereits vorhandenen Randpunkt 3 fällt. An diesem Ort sind zwei Punkte erzeugt worden, die übereinander liegen. Die Datenbereinigung sorgt durch Vereinigung der Punkte für einen eindeutigen geometrischen Zustand.



**geometrisch doppelte Punkte eliminieren**  
 Punkt 3 und Punkt 8 liegen 0.000 m von einander entfernt.  
 Linie 8 von Punkt 8 gelöst und mit Punkt 3 verknüpft.  
 Punkt 8 gelöscht.

## Position



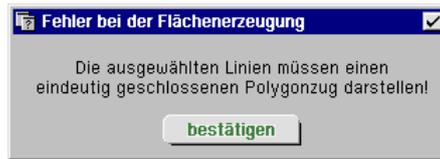
Wählen Sie nun bitte die neuen Linien mittels **Fangerechteck** (S. 2) aus. Alle Objekte, die sich vollständig innerhalb des Fangerechtecks befinden, werden aktiviert. (Zum Auswahlstatus s. auch Handbuch #-ALFA, Platten - Scheiben - *Faltwerke* – *Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*, Kapitel *Objekte aus- und abwählen*).

Durch die Auswahl werden auch in der rechten Menüleiste zusätzliche Buttons freigegeben. Das Eingabemodul verhält sich, wie gesagt, kontextsensitiv und gibt Buttons und deren Funktionalität nur dann frei, wenn ihre Aktivierung auch sinnvoll ist. Klicken Sie bitte auf den Button **Position definieren** und geben der neuen Position eine Bezeichnung (Bodenplatte 2).

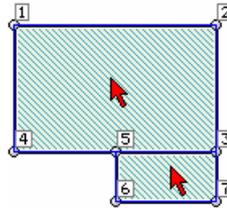


Eine Position im Sinne der FE-Berechnung ist ein Gebiet mit gleichen Werkstoffkennwerten (E-Modul, Querkontraktionszahl, Temperaturexpansionskoeffizient, Dickenverlauf) und Bemessungsparametern (Material, Bewehrungsrichtungen, Randabstände und Nachweisformen). Wenn diesbezüglich gebietsweise Unterschiede bestehen, ist die Definition mehrerer Positionen auch innerhalb einer Ebene zwingend erforderlich.

**Polygonzug nicht geschlossen** Ohne die Datenbereinigung wäre die Positionserzeugung nicht möglich gewesen, da wegen der doppelten Punkte 3 und 8 kein eindeutiger, geschlossener Polygonzug vorhanden gewesen wäre. Das Programm hätte in diesem Falle mit der folgenden Meldung reagiert.



**Flächeneigenschaften** Klicken Sie nun bitte die beiden Positionen mit der LMT einmal an, so dass sie bläulich markiert werden.



Jetzt ist zusätzlich der Button **Materialangaben** in der oberen Steuerbuttonleiste aktiv.



In einem in Register unterteilten Eigenschaftsblatt werden Materialangaben zur Modifikation angeboten.

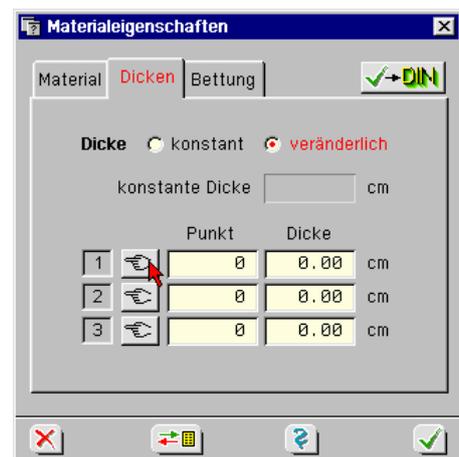
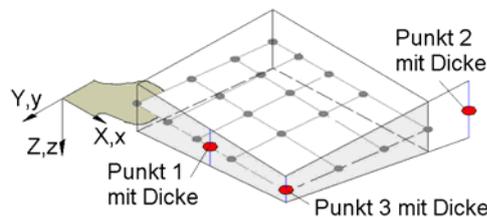
Beide Positionen haben bei ihrer Erzeugung bereits einen vollen Satz an Materialparametern zugewiesen bekommen. Diese Parameter werden nun den aktuellen Erfordernissen angepasst.



Wenn mehrere Objekte (hier Positionen) ausgewählt wurden, werden die Parameter des zuerst aktivierten Objektes in das aufgerufene Eigenschaftsblatt eingetragen. Dies bietet die Möglichkeit der Vereinheitlichung von Parametersätzen; s. hierzu Begriff *vereinheitlichen* im Handbuch *##-ALFA, Platten - Scheiben - Faltwerke – Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*.

## Voutung

Die Bodenplatte soll mit einem **veränderlichen Dickenverlauf** belegt werden. Wechseln Sie bitte in das Register *Dicken* und klicken dort den Button **veränderlich**. Hierdurch werden drei weitere Eingabezeilen aktiv.



Durch die Vorgabe dreier, nicht auf einer Geraden liegender Punkte wird eine Ebene beschrieben, die über die Positionen gespannt wird. Diese Ebene beschreibt den Funktionsverlauf für die Dicke oder auch für eine veränderliche Flächenlast.

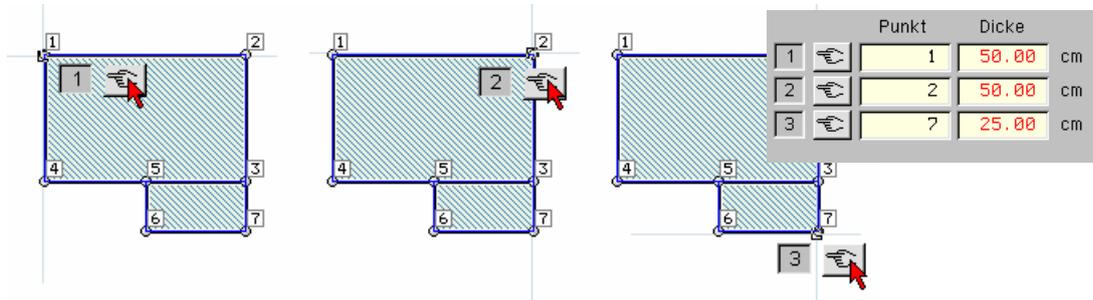
Die drei Punkte müssen nicht zur betroffenen Fläche gehören.

**Punkte grafisch zuweisen** Demnach sind drei Punktnummern mit ihren zugehörigen Dickenwerten anzugeben. Wenn die Punktnummern bekannt sind, können sie eingetippt werden. Eleganter jedoch ist die hinter den **Zeige**-Buttons befindliche Funktionalität.



Nach Anklicken der Buttons wird jeweils ein Fadenkreuz eingeblendet, mit dem der gewünschte Punkt angeklickt wird. Seine Nummer wird in das Eingabefeld übernommen und nur der zugehörige Dickenwert ist einzutragen.

Die Reihenfolge der Eingabe ist willkürlich. Klicken Sie bitte auf die markierten Punkte und tragen Sie die örtlichen Dicken ein.



### 4.3 Flächenbettung, Einzel- und Linienlager

Zur Lagerung des Systems stehen Flächenbettungen, sowie Punkt- und Linienlager zur Verfügung.

**Flächenbettung** Gesamte Positionen oder Teilbereiche von Positionen (*Verstärkungen*, s. Handbuch *##-ALFA, Platten - Scheiben - Kaltwerke – Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*) können elastisch für die drei möglichen Verschiebungsrichtungen gebettet werden. Die Berechnung kann linear/nichtlinear nach dem Bettungs- oder nichtlinear nach dem Steifzahlverfahren (s. gleichfalls Handbuch *##-ALFA, Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*) erfolgen.

Die Materialeigenschaften der Bodenplattenpositionen sind noch aktiv. Wechseln Sie bitte auf das Registerblatt *Bettung*, aktivieren Sie die Eingabefelder über den Button **Position elastisch betten** und tragen die entsprechenden Werte ein. Bestätigen Sie dann bitte das Eigenschaftsblatt über den grünen Haken.



Sowohl den Flächenbettungen als auch den Punkt- und Linienlagern können unabhängig voneinander nichtlineare Eigenschaften zugewiesen werden, so dass die Lagerung entweder immer oder nur für Zug oder Druck aktiv bleiben soll. Bezugskennungen sind hierbei die lokalen Koordinatensysteme (s. S. 49) der Einzelobjekte.

#### Punktlager

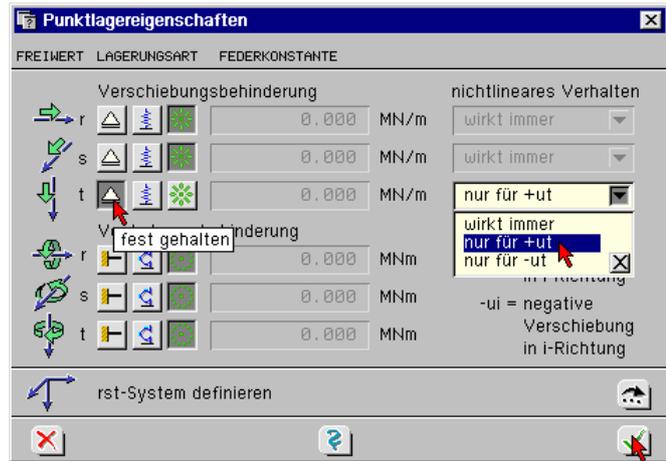
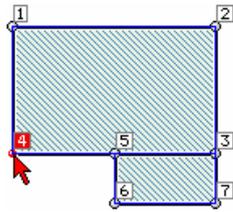


Sowohl Punkten auf der Umfahungsgeometrie als auch speziell im Innern von Positionen erzeugten Punkten können Einzellagerfesthaltungen zugewiesen werden.

Wählen Sie bitte alle noch aktivierten Punkte ab.



Klicken Sie nun mit der LMT auf den Eckpunkt Nr. 4, der als ausgewählter Punkt rot markiert wird. Hierdurch wird im Sinne der Kontextsensitivität der Button **Lagerangaben** aufgeblendet, über den das Eigenschaftsblatt *Punktlagereigenschaften* aufgerufen wird.



Da hier die Vertikaldurchsenkung festgehalten werden soll, drücken Sie bitte den Button **t fest gehalten** ein. Weitere Erklärungen finden Sie im Handbuch *#-ALFA, ... Allgemeine Erläuterungen* unter dem Stichwort *Punktlagereigenschaften*.



Einzellagerfesthaltungen werden im rst-Koordinatensystem beschrieben (s. S. 49). Solange keine speziellen Einstellungen unter **rst-System definieren** vorgenommen werden, gilt  $rst = XYZ$ .

**nichtlineares Verhalten** Ändern Sie bitte die Einstellung im Bereich nichtlineares Verhalten von **wirkt immer** auf **nur für +u<sub>i</sub>**. Für die gegenwärtigen Betrachtungen ist diese Einstellung irrelevant; in einer späteren Ergänzung der Eingabe werden wir auf das hierdurch bewirkte Verhalten zurückkommen.

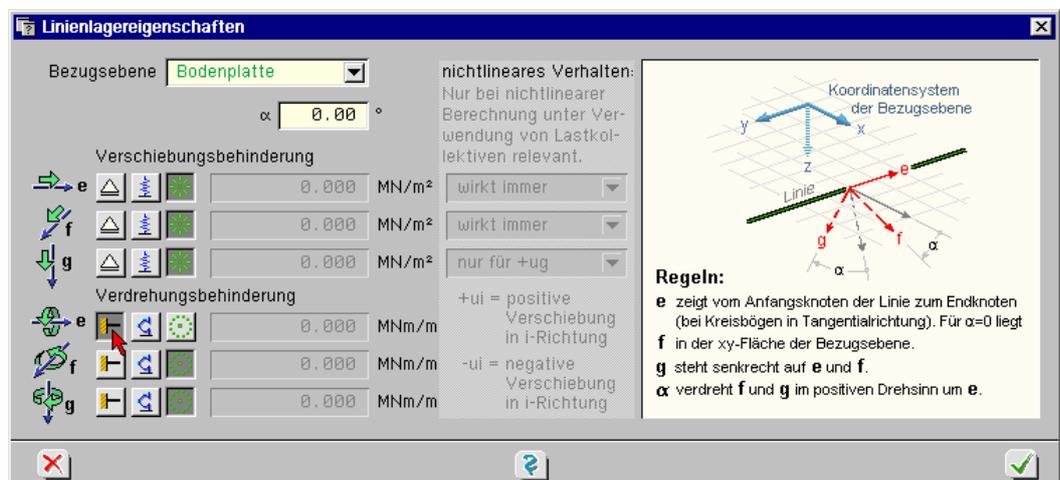
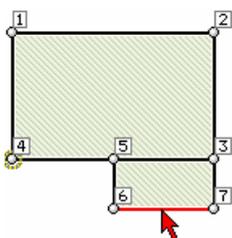
### Linienlager

Analog zu den Punkten können auch Verformungen entlang Linien gefesselt werden.



Bevor wir eine Linie aktivieren, wählen Sie bitte den aktivierten Punkt über den gezeigten Button am rechten Bildrand unten ab.

Klicken Sie bitte mit der LMT auf die Linie zwischen den Punkten 6 und 7 und danach wieder auf den Button **Lagerangaben**, über den das Eigenschaftsblatt *Linienlagereigenschaften* aufgerufen wird.

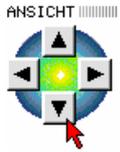
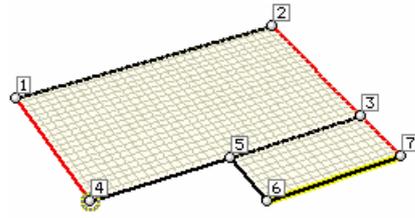


Drücken Sie bitte den Button **starre Verdrehungsbehinderung um die e-Achse** ein. Dies entspricht einer schwebenden Einspannung um die aktivierte Linie. Im Eigenschaftsblatt *Linienlagereigenschaften* finden sich weitere Erläuterungen zur Eingabe.

## 4.4 Objekte kopieren und manuelle Linienherzeugung



Wechseln Sie nun bitte aus der Ebenenbearbeitung zurück in die **3D-Darstellung**. Deaktivieren Sie die Lagerlinie bitte durch Anklicken oder über den **abwählen**-Button. Wählen Sie dann die im Bild rot markierten Linien durch Anklicken mit der LMT aus.



Die räumliche Ansicht lässt sich mit den dargestellten Schaltflächen **drehen** und kippen.

**kopieren**



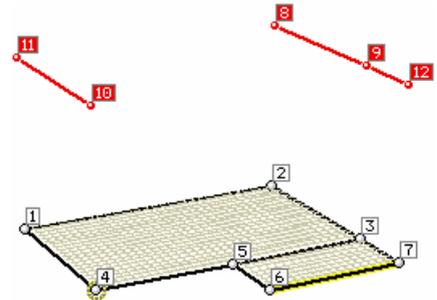
Objekte verschieben

Von den aktivierten Linien sollen nun Kopien mit Hilfe des Verschiebungswerkzeugs erstellt werden. Klicken Sie dazu die dargestellten Buttons an.



Die zur Bildung von Positionen benutzten Objekte können selbst nur im Ebenenmodus verschoben werden. Wenn sie zudem an Nahtstellen mit anderen Positionen außerhalb der Ebene liegen, verbietet sich jede Verschiebung, solange die Positionsdefinitionen bestehen.

Drücken Sie bitte im Menü *Objekte verschieben* den Button **auf Duplikat anwenden** ein und dann auf den Button **numerisch**. Hierdurch werden nicht die aktivierten Linien selbst, sondern vorher erzeugte Kopien verschoben.



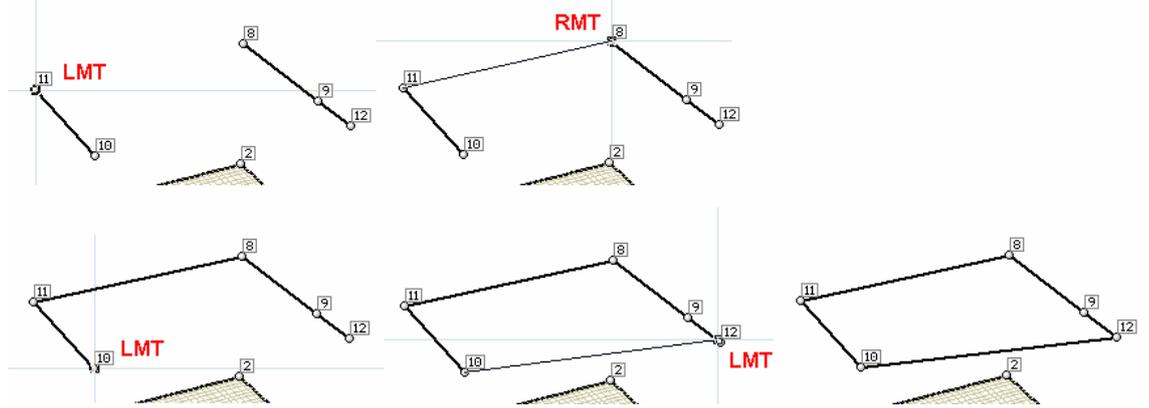
Die neu erzeugten Linien bleiben aktiviert. Wenn z. B. ein komplettes Geschoss (mit entsprechend komplexer Geometrie) kopiert wurde, kann durch neuerlichen Aufruf der Verschiebefunktion sehr schnell das nächste Geschoss aufgesetzt werden, ohne eine zusätzliche Auswahl treffen zu müssen (s. S. 52).

### Manuelle Linienherzeugung

Wir wollen nun die Punkte 11 und 8 sowie 10 und 12 durch zusätzliche Linien miteinander verbinden. Natürlich hätte die Linie 1-2 im vorhergehenden Bearbeitungsschritt auch kopiert werden können. Zur Erläuterung der Erzeugefunktion ist es jedoch sinnvoll, nicht nur eine Linie manuell erzeugen zu müssen.



Durch Anklicken der nebenstehenden Buttons wird die Linienherzeugung per Maus aktiviert.



Klicken Sie bitte Punkt 11 mit der LMT an, fahren Sie das Fadenkreuz nach Punkt 8 und klicken dort die RMT; klicken Sie dann Punkt 10 mit der LMT und abschließend Punkt 12 wieder mit der LMT an.

Wenn ein Punkt getroffen wurde, wird er kurz mit einer kleinen Kreiseinblendung animiert. Wird kein Punkt getroffen, erfolgt in der **3D-Darstellung** eine Abfrage, ob ein neuer Versuch gestartet werden soll.



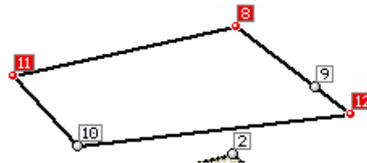
Die manuelle Linienzeugung bleibt aktiv, wenn LMT – RMT abwechselnd betätigt werden. LMT – LMT und die Esc-Taste beenden den Modus.

Im Raum können nur bereits vorhandene Punkte miteinander verbunden werden.

Wenn in der Ebenenbearbeitung kein vorhandener Punkt getroffen wurde, wird am angeklickten Ort ein neuer Punkt erzeugt, weil hier im Gegensatz zur 3D-Darstellung eine Eindeutigkeit bzgl. aller Koordinaten gegeben ist.

## 4.5 Ebenendefinition

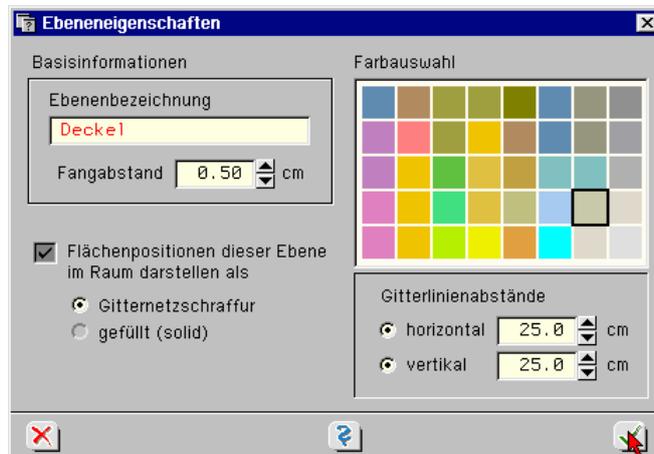
Aktivieren Sie bitte drei nicht auf einer Geraden liegende Punkte der kopierten und neu erzeugten Linien wie dargestellt.



**Ebeneneigenschaften** Klicken Sie nun bitte den Button **Ebene definieren** an. Hierdurch wird das Eigenschaftsblatt *Ebeneneigenschaften* aufgerufen. Hier können Bezeichnung und Farbauswahl für die aktuelle Ebene eingestellt werden.



Ebene definieren



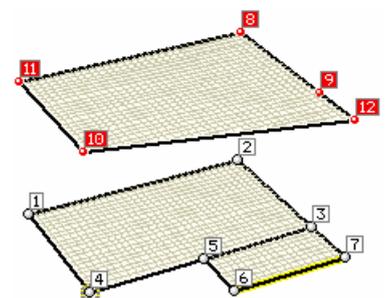
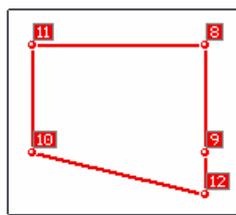
Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts wird die Darstellung auf dem kürzesten Wege in die definierte Ebene gedreht. Wir befinden uns wieder im Ebenenmodus.

### Position



Position definieren

Jetzt können alle Linien per Fangrechteck ausgewählt werden. Nach Aktivierung der Linien sind die Buttons zur **Flächendefinition** aktivierbar.

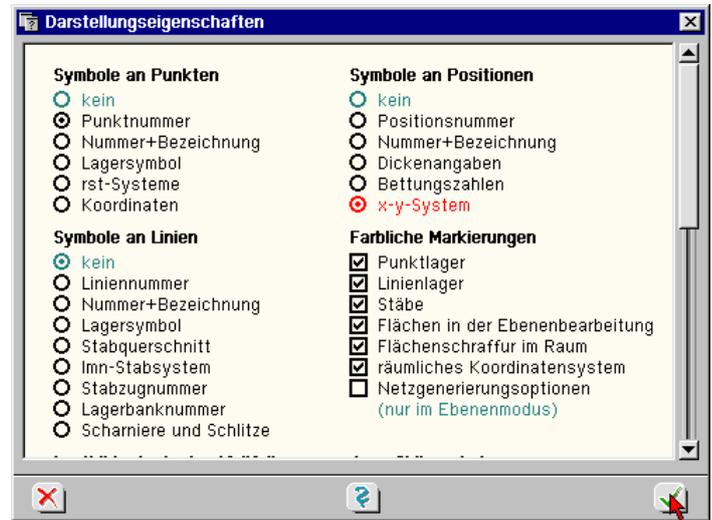
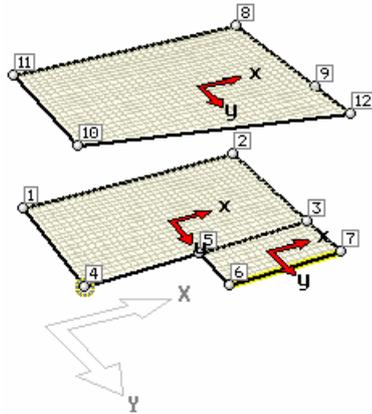


Bezeichnen Sie nun die Position im Eigenschaftsblatt *Basisangaben* als "Decke". (Ebenenbezeichnung und Positionsbezeichnung sind unabhängig voneinander). Wechseln Sie dann wieder in die **3D-Darstellung**.



Da später weitere Ebenendefinitionen erfolgen sollen, wollen wir schon jetzt alle noch ausgewählten Punkte deaktivieren.

**Darstellungseigenschaften** Über den Button *Eigenschaften der Darstellung* können zusätzliche Informationen in das System eingeblendet werden. Wir richten unser Augenmerk jetzt auf die lokalen x-y-Systeme der Positionen.



Man erkennt, dass die *lokalen Koordinatensysteme*  $x_i-y_i-z_i$  aller bisher erzeugten Positionen mit dem globalen Koordinatensystem X-Y-Z zusammenfallen. Bei den Bodenplattenpositionen ist dies einleuchtend, da die Ebenenfestlegung (S. 9) mit entsprechenden Angaben erfolgte.



Sollten die Einblendungen nicht sichtbar geworden sein, hilft ein Kippen des Systems, um frontaler auf die Positionen zu schauen.

Die Definition der Ebene "Deckel" ist in anderer Form durch Aktivierung dreier Punkte erfolgt. Wie die Darstellung auf S. 16 zeigt wird die Ebene beim Aufruf ihrer Definition leicht von oben betrachtet. Genau diese aktuelle Gesamtansicht bestimmt die Orientierung der Ebene implizit.



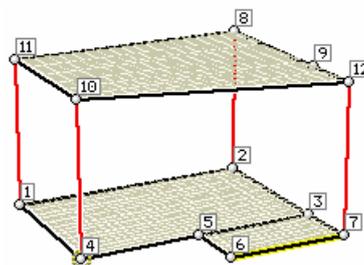
Ebene oder Ebenendefinition werden durch Anklicken dreier, nicht auf einer Raumgeraden liegender Punkte aufgerufen. Sind mehr als drei Punkte aktiviert, bestimmen die ersten drei diese Bedingung erfüllenden Punkte den Aufruf. Aus der 3D-Darstellung wird auf dem kürzesten Wege in die Ebene gedreht (s. Handbuch #ALFA, Allgemeine Erläuterungen, Stichwort Ebenen erzeugen).



Die folgenden Eingaben werden diese Problematik vertiefend betrachten.

Drehen Sie bitte das System wieder etwas nach oben. Sobald die Ansicht der Positionen zu schleifend wird, verschwinden die Einblendungen der lokalen Koordinatensysteme.

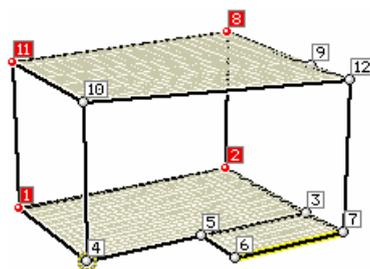
**Linienzeugung** Erzeugen Sie nun bitte selbständig die in der folgenden Grafik rot markierten Linien mittels der manuellen Linienzeugung. Denken Sie hierbei an den Wechsel LMT/RMT.





Deaktivieren Sie jetzt bitte die Linien. Dies ist nicht unbedingt erforderlich, sondern soll die Darstellung entzerren.

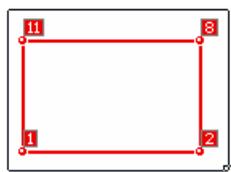
Stellen Sie sicher, dass das System qualitativ unter dem dargestellten **Blickwinkel** betrachtet wird und aktivieren Sie dann drei der hier rot markierten Punkte.



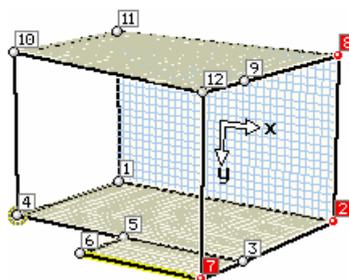
Definieren Sie dann die Ebene mit der Bezeichnung "Vorderfront".



Aktivieren Sie die Umfahrung und definieren dann Position 4 mit z. B. der Bezeichnung "Frontseite".



Wechseln Sie dann wieder zurück in den Raum, wählen die Punkte ab, drehen die Darstellung in die gezeigte Position und aktivieren abschließend die markierten Punkte.



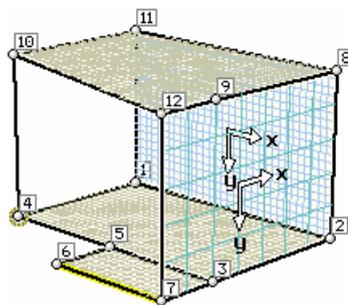
Hier ist für die Ebene "Vorderfront" eine bläuliche Füllfarbe gewählt worden.



Definieren Sie jetzt die Ebene mit der Bezeichnung "Seite".



Aktivieren Sie die Umfahrung, definieren dann Position 5 mit z. B. der Bezeichnung "Seite" und wechseln wieder in den Raum.



Hier wurde der **Gitterabstand** (s. S. 16) der Seitenebene etwas größer gewählt, so dass auch das lokale Koordinatensystem der Vorderfront gut sichtbar ist. Wie man sieht weist der **Flächennormalenvektor** z der Vorderfront aus dem Bauteil hinaus, während der Flächennormalenvektor der Seitenebene in das Bauwerk hinein zeigt. Dies ergab sich aus dem Blickwinkel bei der Definition der Ebene (S. 18) und ist zwar nicht falsch, aber innerhalb eines komplexeren Bauteils im Sinne einer einheitlichen Beschreibungsform zumindest ungeschickt.

Wir werden im Folgenden die Beschreibung entsprechend korrigieren, so dass auch der Flächennormalenvektor z der Seitenebene aus dem Bauteil heraus zeigt.

### Ebene löschen

Klicken Sie bitte den Button **ausgewählte Ebene bearbeiten** an, wählen Sie aus der Liste die Ebene **Seite** aus und klicken auf das **Mülleimer**-Symbol.

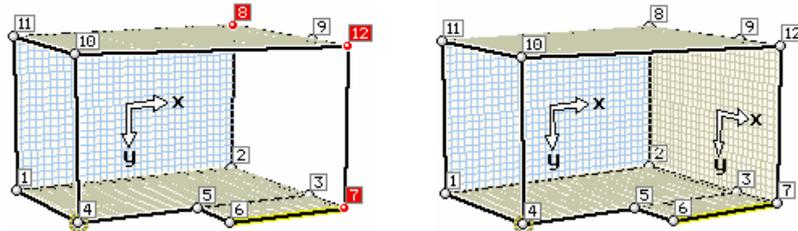


Nach einer sicherstellenden Abfrage wird die Ebene gelöscht. Beenden Sie dann bitte die Ebenverwaltung.



Mit Löschen der Ebene werden auch alle innerhalb der Ebene befindlichen Positionen gelöscht.

Drehen Sie nun das System qualitativ in die unten dargestellte Position und wiederholen die Definition der Ebene und der Position "Seite". Nach Abschluss der Arbeiten und evtl. etwas zusätzlicher Drehung ergibt sich die Darstellung der gewünschten Eingabe.



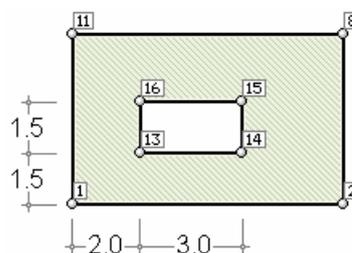
Die Blickrichtung auf die zu definierende Ebene legt die Flächennormalenvektorrrichtungen der in der Ebene befindlichen Positionen schon bei der Ebenendefinition implizit fest. Um die gewünschte Definition zu erreichen, ist das Bauteil in die entsprechende Blickrichtung zu drehen.

## 4.6

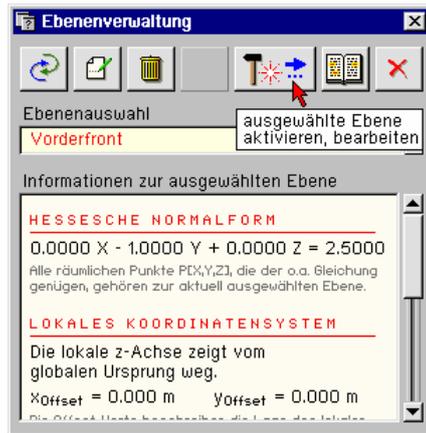
### Aussparung und Rastererzeugung

Neben der Positionsdefinition bestehen weitere Flächendefinitionen für System und Belastung. In der Systembeschreibung sind dies neben den lokalen Dicken- und Bettungsänderungen i.W. die Aussparungen (s. Handbuch #-ALFA, Allgemeine Erläuterungen, Stichwort Flächen erzeugen).

Wir wollen nun in der Position *Vorderfront* eine Aussparung erzeugen.



**Ebene aktivieren** Wechseln Sie zur Erzeugung der Aussparung bitte in die genannte Ebene durch Betätigen der entsprechenden Buttons.



Eine weitere und einfacher durchzuführende Form der Ebenenauswahl finden Sie auf S. 24.

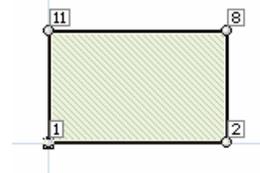
**Rastererzeugung** Ein von CAD-Systemen bekannter Weg ist die Punkterzeugung in einem Fangeraster, mit deren Hilfe die Aussparungsgeometrie erzeugt werden soll.



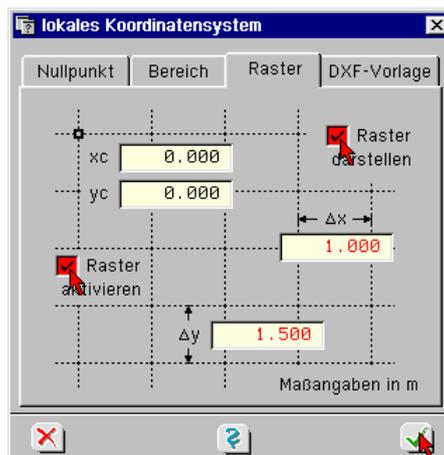
Koordinatenbereich und -raster

Klicken Sie nun den Button **Koordinatenbereich und -raster** und im Register *Nullpunkt* den **bearbeiten**-Button an. Verlegen Sie den Nullpunkt auf den linken unteren Eckpunkt, von dem aus die Vermaßung erfolgen soll.

Nullpunkt des lokalen Koordinatensystems ...  
... auf existierenden Punkt verlegen



Wechseln Sie dann bitte auf das Registerblatt *Raster*, tragen Sie dort für die Differenzkoordinaten  $\Delta x$  und  $\Delta y$  1.0 bzw. 1.5 m ein, drücken Sie die beiden Buttons **Raster darstellen** und **Raster aktivieren** ein und bestätigen Sie über das **Hakensymbol**.



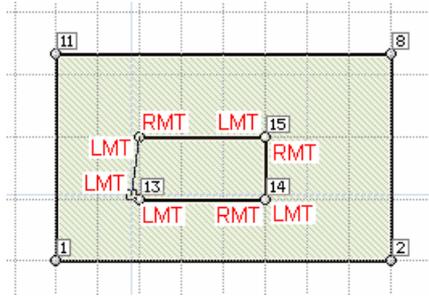
**Linien manuell erzeugen** Klicken Sie bitte wieder die beiden dargestellten Buttons am oberen Bildschirmrand und in dem daraufhin erscheinenden Untermenü an.



Durch den **Fangemechanismus** im dargestellten Raster kann die Umfahrung der Aussparung nun sehr schnell mit der Maus erzeugt werden.



Durch Annäherung des Fadenkreuzes an den gewünschten Punkt, dessen Koordinaten im rechten oberen Fenster zur Information auch angezeigt werden, und Klicken der Maustaste wird eine neue Linie erzeugt.



Klicken Sie bitte die der Vermaßung der Aussparung entsprechenden Rasterpunkte abwechselnd mit der LMT und RMT wie in der Grafik gezeigt an. Der Endpunkt der vorhergehenden Linie muss zur Erzeugung der folgenden Linie wieder mit der LMT angeklickt werden, um im Linienenerzeugungsmodus zu bleiben (s. S. 16).



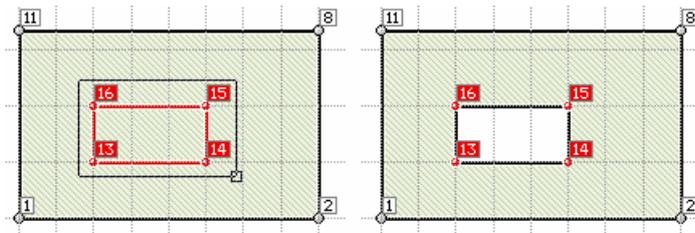
Sollte bei der Eingabe etwas misslingen, hilft der **Undo**-Button.



Weder zur Erzeugung von Positionen und Aussparungen noch sonstiger Flächen ist ein Umfassungssinn bei der Geometriebeschreibung zu beachten!

### Aussparung

Aktivieren Sie nun die neu erzeugten Linien mittels Fangrechteck, um ihnen die Polygonzugdefinition "Aussparung" zuzuweisen.



### Hierarchie

In der Beschreibung geometrischer Objekte besteht eine Hierarchie:



Zur Erzeugung einer Linie werden zwei Punkte benötigt. Solange die Linie besteht, können diese Punkte nicht gelöscht werden. Mehrere Linien wiederum bilden einen Polygonzug. Wird eine Linie zur Bildung eines Polygonzugs benötigt, kann sie nicht gelöscht werden. Demnach muss zuerst der Polygonzug aufgegeben werden, dann kann die Linie gelöscht werden und abschließend der Punkt, wenn er nicht zur Bildung anderer Linien benötigt wird.



aktivierte Objekte  
löschen

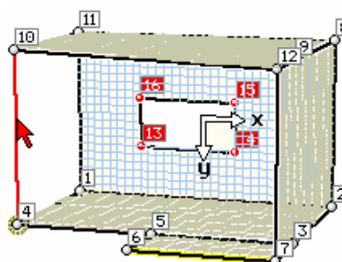
Wie in der obigen rechten Darstellung gezeigt, müssten die vier Eckpunkte der Aussparung noch markiert sein. Klicken Sie auf den **löschen**-Button; auf Grund der o. g. Zusammenhänge wird kein Objekt gelöscht werden.

## 4.7

### Stabelemente



Neben den Flächenpositionen können auch Stabelemente als freie Stäbe in Form von Stützen oder als **Unter-/Überzug** in Verknüpfung mit Flächenpositionen auftreten. (Das Handbuch *ALFA, Allgemeine Erläuterungen*, liefert unter Stichwort *Stabeigenschaften* viele weitere Informationen).

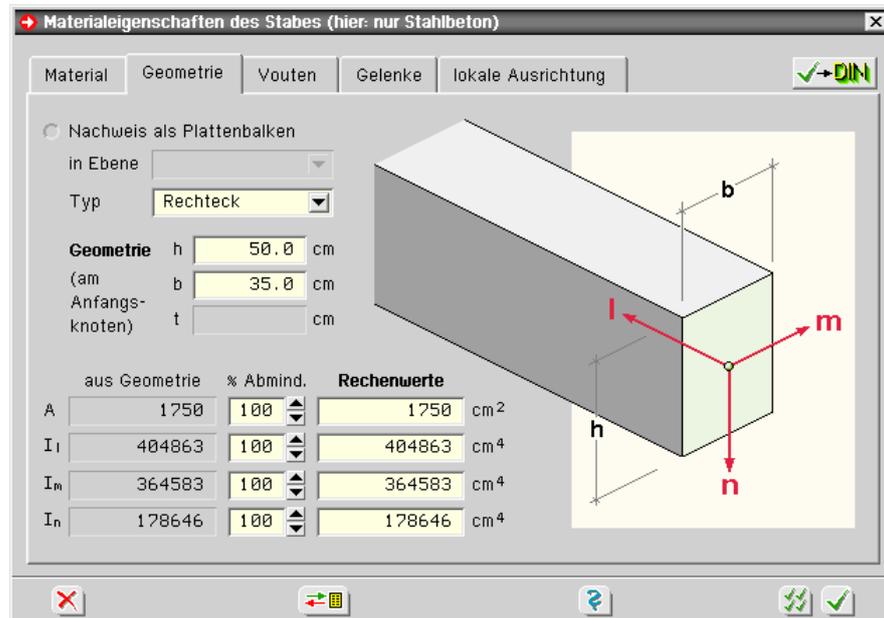


**Materialangaben** Aktivieren Sie bitte im 3D-Modus die markierte Verbindungslinie zwischen der Deckenposition und der Bodenplatte. Dadurch wird genau wie bei der Aktivierung von Flächenpositionen wieder der Button **Materialangaben** freigegeben.



**Stabeigenschaften aktivieren** Aktivieren Sie bitte im ersten Registerblatt *Material* die Stabeigenschaften.

Wechseln Sie dann auf das Registerblatt *Geometrie* und ändern die Werte für die Abmessungen! Beachten Sie dabei auch die damit einhergehenden Änderungen der Querschnittswerte!

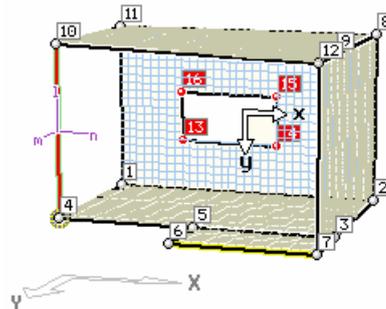


**Lokales Stabkoordinatensystem** Die Abmessungen und Steifigkeitswerte des Stabelementes beziehen sich auf das lokale Stabkoordinatensystem l-m-n, dessen Voreinstellungen im Registerblatt *lokale Ausrichtung* modifiziert werden können.

**Darstellungseigenschaften** Neben einer Vielzahl weiterer Informationen können auch die lmn-Stabsysteme in die grafische Darstellung des Bauteils eingeblen-det werden.



- Symbole an Linien**
- kein
  - Liniennummer
  - Nummer+Bezeichnung
  - Lagersymbol
  - Stabquerschnitt
  - lmn-Stabsystem
  - Stabzugnummer
  - Lagerbanknummer
  - Scharniere und Schlitze



S. hierzu auch Handbuch #-ALFA, *Allgemeine Erläuterungen*, Stichwort *Stabkoordinatensystem*.

## 4.8 Scharniere und Schlitze

Durch **Scharniere** und **Schlitze** wird festgelegt, welche Schnittgrößen die Flächenposition an die globale Linie (und somit an das Restsystem) weitergibt und welche nicht. Normalerweise werden alle Schnittgrößen übertragen. Ohne Definition eines Scharniers wird also von einer biegesteifen Verbindung aller Tragelemente (Flächenpositionen und Stabträger) ausgegangen.

Ein Scharnier kann als linienförmiges Momentengelenk aufgefasst werden. Zwischen der Flächenposition und der Linie werden keine Momente um die Linienlängsachse übertragen. Scharniere werden häufig dazu verwendet, die Biegemomentenübertragung bei durchlaufenden Stahlbetondecken und unterstützenden, gemauerten Wänden zu unterbinden.

Wir wollen in unserem kleinen Bauteil die Verbindungslinie zwischen Vorderfront und Bodenplatte mit einem Scharnier versehen.

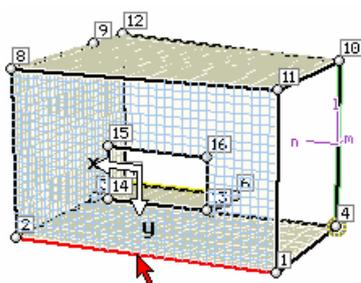


Scharniere und Schlitze können nur an Positionsrändern definiert werden.



Wählen Sie bitte alle aktivierten Objekte ab.

Aktivieren Sie bitte die im folgenden Bild markierte Begrenzungslinie. Hierdurch wird der Button **Gelenke und Scharniere** freigegeben.



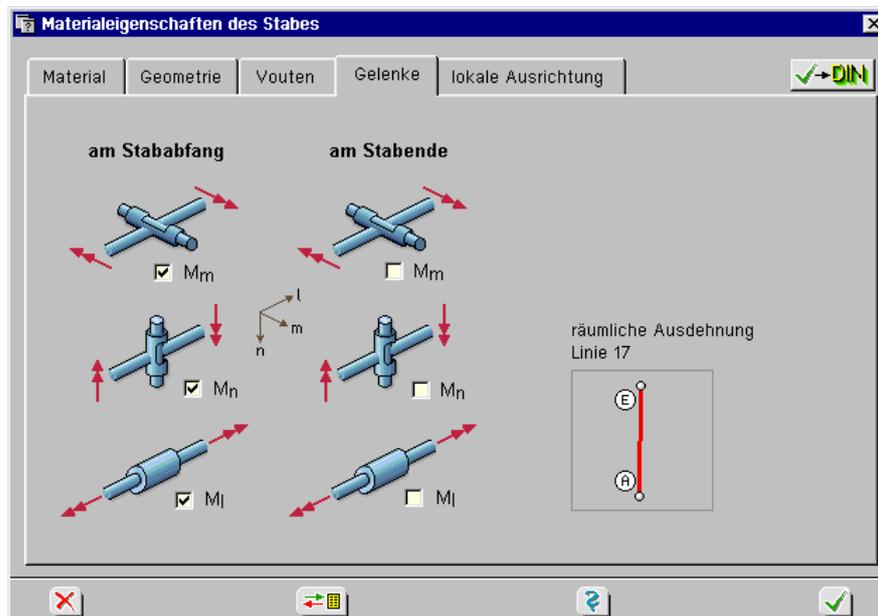
In dem durch Betätigen des Buttons aufgerufenen Eigenschaftsblatt werden alle Positionen zur Auswahl gestellt, zur deren Umfahrungen die aktuelle Linie gehört. Weisen Sie bitte der Position 4 ein Scharniergelenk zu.



Bei Definition von Scharnieren ist darauf zu achten, dass sich keine **verschieblichen Teilsysteme** ergeben. Würde im vorliegenden Falle auch der Bodenplatte ein Scharnier zugewiesen, könnten sich alle inneren Netzknoten auf der Berührungslinie frei um die Längsachse der Linie verdrehen.

Treten verschiebliche Teilsysteme innerhalb der Berechnung auf, erfolgt eine **Fehlermeldung** mit Hinweis auf die betreffenden Knoten und **Freiwerte** (FW). FW 1 bis 3 sind dabei die Verschiebungen in X-, Y- und Z-Richtung; FW 4 bis 6 sind die Verdrehungen um die X-, Y- und Z-Achsen.

**Stabendgelenke** Analog zu den Scharnieren können auch den Stäben Endgelenke zugewiesen werden. S. Register 4 im Eigenschaftsblatt *Materialeigenschaften des Stabes*.



Der Standardfall ist auch hier eine biegesteife Verbindung zwischen Stab und Anfangs- bzw. Endknoten. Wenn ein Gelenk eingeschaltet werden soll, ist der gewünschte Freiheitsgrad durch Anklicken des zugehörigen Buttons freizusetzen.



Bei geraden Stäben ist darauf zu achten, dass durch beidseitiges Einschalten eines Torsionsgelenks der Stab nicht um die eigene Achse rotieren kann (**verschiebliches Teilsystem**).

Entscheiden Sie selbst, ob Sie dem Stab Gelenke zuweisen wollen oder nicht!

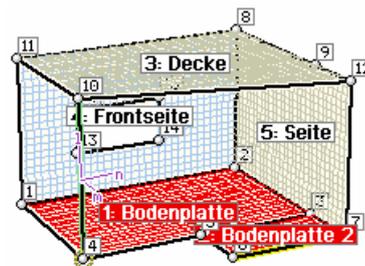
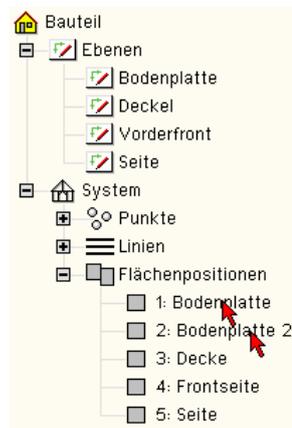
## 4.9 Objektbaum, Gruppenbildung, Auswahllisten und Sichtbarkeit

Bisher haben wir den am linken Rand der Eingabeoberfläche angeordneten Objektbaum in unseren Betrachtungen vernachlässigt. Über den Objektbaum lassen sich in komplexen Systemen sehr leicht einzelne Objekte auffinden und aktivieren. Eine sorgfältige und eindeutige Bezeichnung der Objekte ist hierbei hilfreich.

**Ebenenwahl** Durch Doppelklick auf eine Ebene dreht die Darstellung automatisch in die zugehörige Ebenenbearbeitung.

**Aktivierung** Durch einfaches Anklicken der Objekte werden diese kurz animiert und aktiviert; durch Doppelklick auf ein Objekt erscheint sein individuelles Eigenschaftsblatt.

Klicken Sie nun bitte einfach auf die Flächenpositionen *Bodenplatte* und *Bodenplatte 2*, die daraufhin im Bearbeitungsfenster als aktivierte Objekte rot markiert werden.



Symbole an Positionen	
	kein
	Positionsnummer
	Nummer+Bezeichnung
	Dickenangaben
	Bettungszahlen
	x-y-System

**Darstellungseigenschaften** Über den Button *Eigenschaften der Darstellung* lassen sich die Positionsbezeichnungen in das Bauteil einblenden.



### Gruppierung

Durch die Aktivierung der Positionen ist auch der Button zur Gruppierung von Flächenpositionen zugänglich geworden. Nach Anklicken bilden die beiden Bodenplattenpositionen eine Gruppe, die wiederum individuell bezeichnet werden kann.

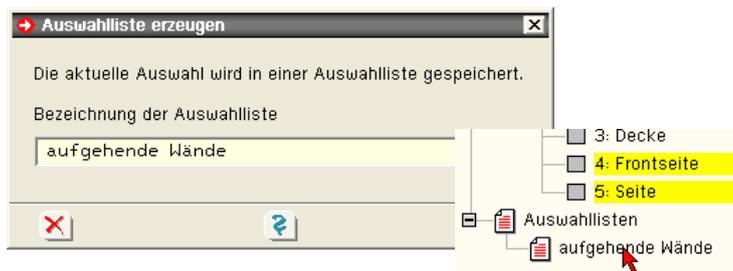
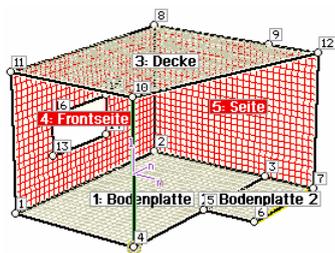


Die Gruppierung von Objekten (Positionen, Lagerlinien und Stäben) hat keinen Einfluss auf die Berechnung, sondern ausschließlich auf die Darstellung der Ergebnisse in der Ergebnisvisualisierung, der Planerstellung und der Druckliste.

## Auswahllisten



Während bei der Gruppierung von Objekten ein Objekt immer nur einer Gruppe angehören kann, sind die Auswahllisten von derartiger Restriktion frei. Alle aktuell ausgewählten Objekte, denen z.B. gleiche Eigenschaften in irgendeiner Hinsicht zugewiesen werden, können zur späteren Schnellauswahl zu einer Auswahlliste zusammengefasst werden.

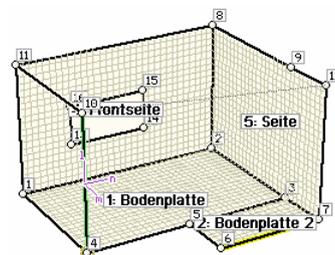
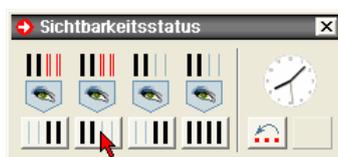
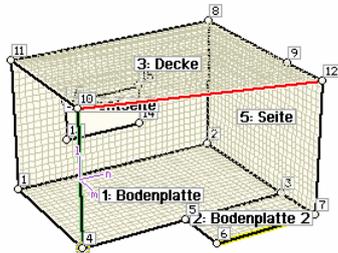


## Sichtbarkeitsstatus



Sichtbarkeitsstatus ändern

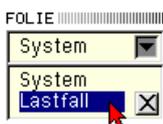
Bei umfangreichen Bauteilen kann der Sichtbarkeitsstatus genutzt werden, um z.B. leicht in das Innere von Bauwerken hineinsehen und auswählen zu können. Wenn z.B. die vordere Begrenzungslinie des Deckels von der Sichtbarkeit ausgeschlossen wird, entfällt auch die Position, zu deren Bildung die Linie benötigt wird.



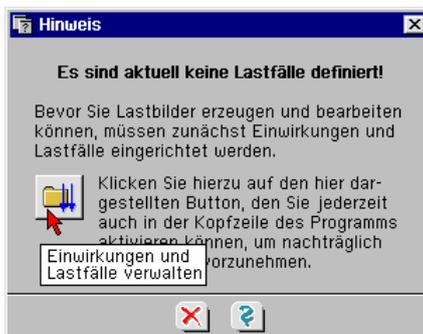
Mit diesen Angaben soll die Beschreibung der Systemseite für das vorliegende Beispiel abgeschlossen sein. Wir wollen uns nun der Lasteingabe zuwenden.

## 4.10

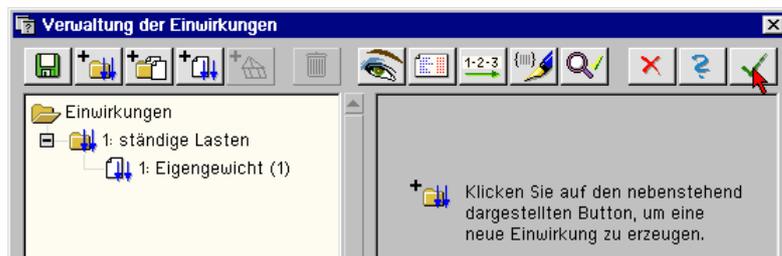
### Einwirkungen und Lastfälle einrichten



Wechseln Sie bitte über die Schaltfläche am rechten Bildschirmrand von der Systemfolie in die Lastfallfolie. Nach Beachtung des folgenden Hinweises klicken Sie bitte den Button **Einwirkungen und Lastfälle verwalten** an.



Bestätigen Sie im Eigenschaftsblatt **Assistent zur Laststrukturierung** bitte das **Lastschema allgemeiner Hochbau (Stahlbeton)**. Im Rahmen dieses Beispiels benötigen wir zur Beschreibung möglicher Lastbilder nur einen Lastfall. Tragen Sie bitte eine 1 unter **ständige Lasten** ein.



Bestätigen Sie darauf das Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Einwirkungen*.



Eine ausführliche Beschreibung der Interaktionsmechanismen zum Thema "Verwaltung der Einwirkungen" finden Sie im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.

### Steuerbuttons

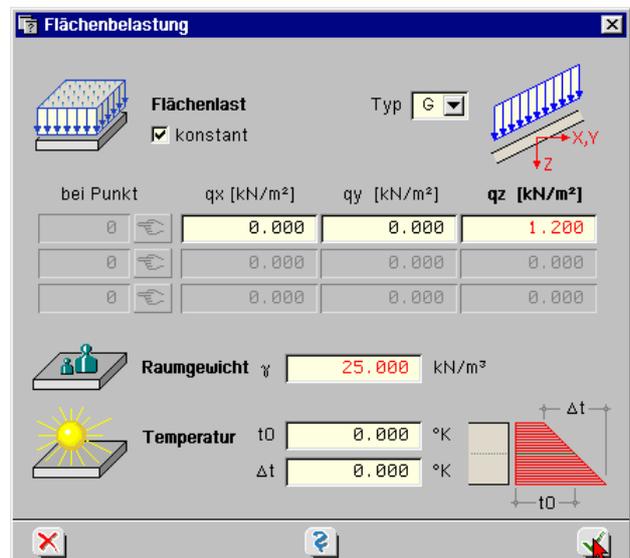
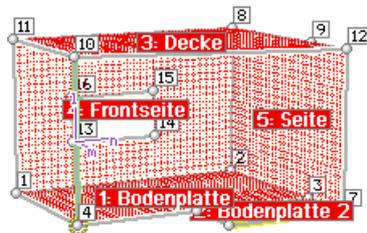
Nach dem nun erfolgten Wechsel in die Lastfallfolie sind die systembezogenen Steuerbuttons durch lastbezogene Steuerbuttons ersetzt worden.



## 4.11

### Flächenlasten

Aktivieren Sie nun bitte alle Flächenpositionen entweder durch Anklicken ihrer Gitternetzschraffur oder über den Objektbaum. Klicken Sie dann auf den Button *Flächenlasten definieren*.





Die Beschreibung **veränderlicher Flächenlasten** funktioniert analog zu Beschreibung veränderlicher Dicken auf S. 12.

Tragen Sie bitte die markierten Werte in die Eingabefelder ein.

### Raumgewicht

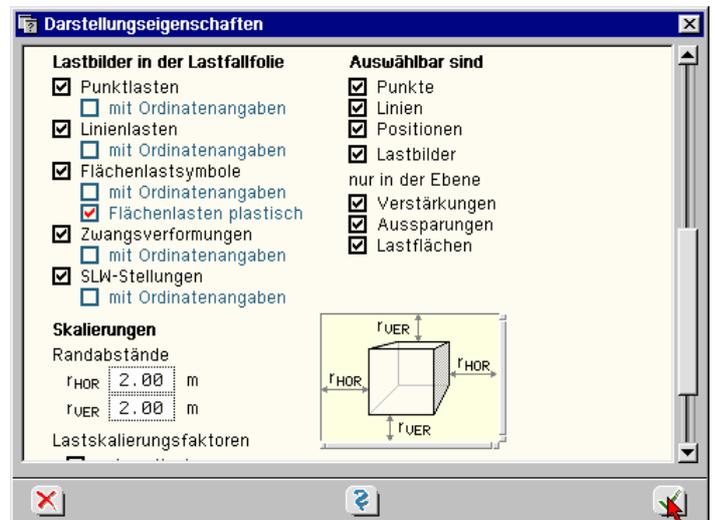
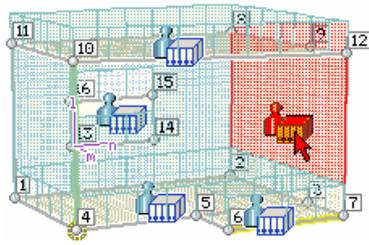
Das Raumgewicht wird mit der örtlichen Positionsdicke multipliziert, so dass auch ein veränderlicher Dickenverlauf in einfacher Weise erfasst wird.

### konstante Flächenlast

Die hier konstante Flächenlast kann als Ausbaueigengewicht aufgefasst werden und bezieht sich auf die lokalen Positionskoordinatensysteme  $x_i$ - $y_i$ - $z_i$ . Ihre Wirkungsrichtung wird unter Berücksichtigung des Lasttyps (hier G) festgelegt. Die folgende Darstellung zeigt, dass die Belastung aller Positionen (auch die der aufgehenden Bauteile) in globaler Z-Richtung zeigt.



Klicken Sie bitte den Button **Eigenschaften der Darstellung** an und aktivieren den Button **Flächenlasten plastisch**.



Beachten Sie hier bitte auch die Lastskalierungsfaktoren, mit denen die Ausdehnungen der Lastdarstellungen beeinflusst werden können (s. S. 58).

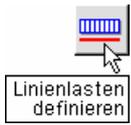
Durch Anklicken des Lastsymbols der rechten Position "Seite" wird die Ausdehnung der Flächenlast deutlich.



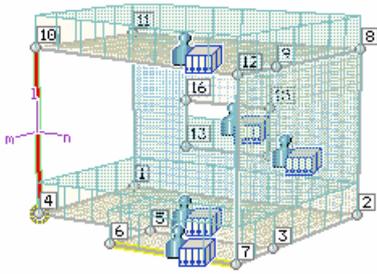
Das definierte Lastbild kann auf fünf Arten wieder aufgerufen werden: durch

1. Auswahl der Flächenposition und Anklicken des Buttons **Flächenlasten definieren**;
2. Doppelklick auf die Position und dann Anklicken des Buttons **Flächenlasten definieren** im individuellen Eigenschaftsblatt der Position;
3. Auswahl des Lastsymbols und Anklicken des Buttons **Flächenlasten definieren**;
4. über den Eintrag im Objektbaum
5. und am einfachsten durch Doppelklicken des Lastsymbols.

## 4.12 Stab- und Linienlasten



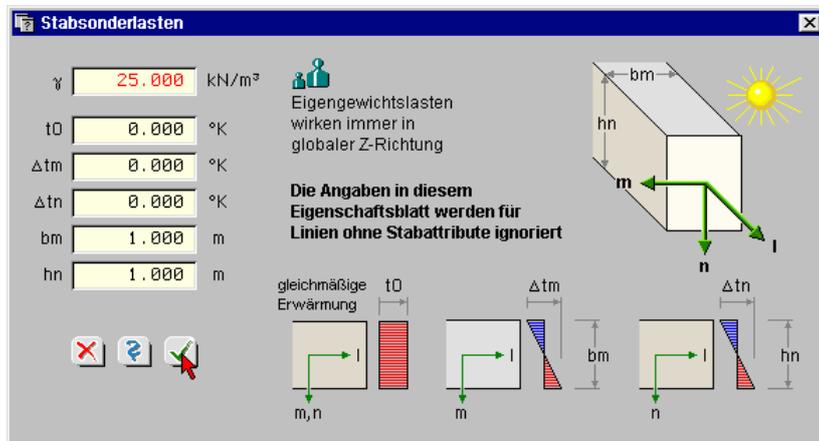
Klicken Sie jetzt bitte die mit Stabeigenschaften belegte Linie an. Hierdurch wird der Button zur Eingabe von **Linienlasten** freigegeben.



Stabsonderlasten **bearbeiten**

### Stablasten

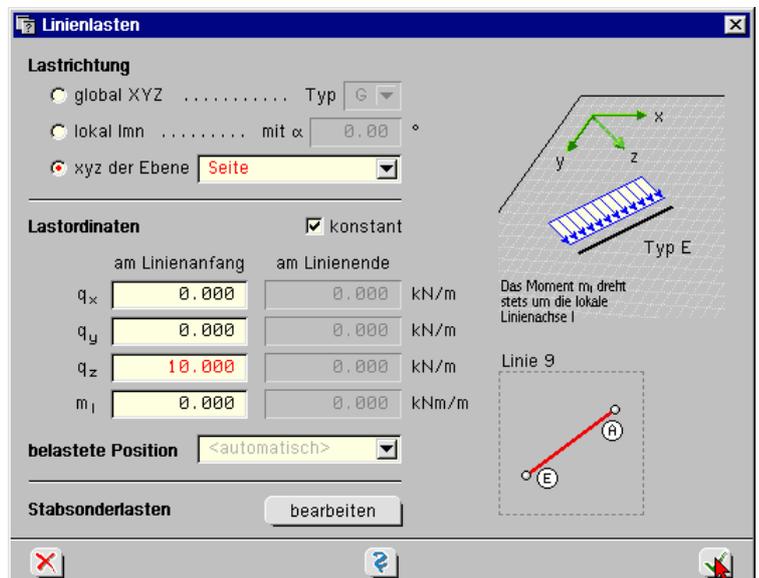
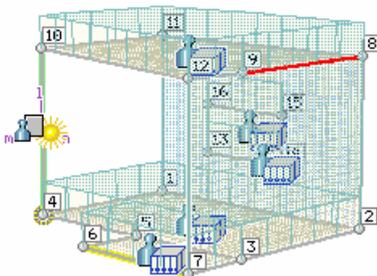
Durch Anklicken des Buttons **Stabsonderlasten bearbeiten** im Eigenschaftsblatt **Linienlasten** erscheint das zugehörige Eigenschaftsblatt zur stabbezogenen Eingabe von Eigengewichts- und Temperaturlasten. Tragen Sie dort bitte den Wert für  $\gamma$  ein.



Die **Temperaturlasteingabe** bezieht sich auf das lokale Stabkoordinatensystem l-m-n. Die Werte  $b_m$  und  $h_n$  gelten ausschließlich für die zugehörigen Temperaturgradienten in m- bzw. n-Richtung.

### Linienlasten

Bestätigen Sie bitte die Eingaben und deaktivieren die bestehende Auswahl. Klicken Sie dann die markierte Begrenzungslinie zwischen oberer und seitlicher Position und wieder den Button **Linienlasten definieren** an.

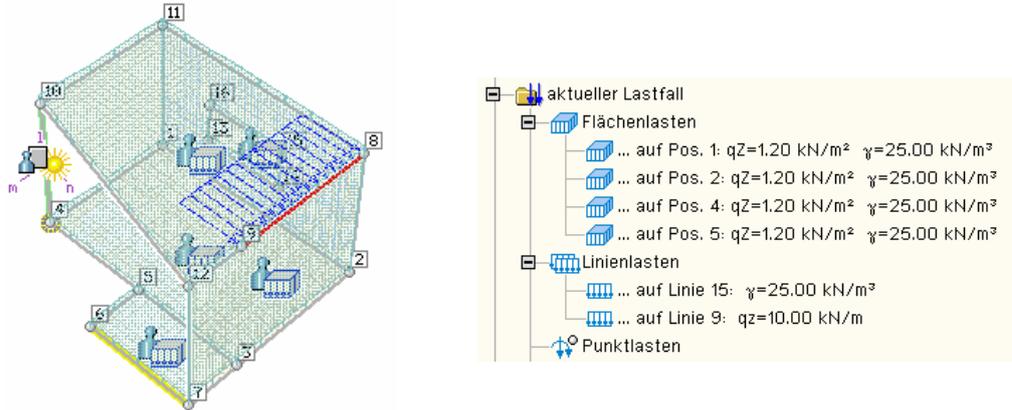


## Lastrichtung

Die Lastwirkungsrichtung kann auf das globale Koordinatensystem XYZ mit voller Lastordinate oder mit Abminderung  $\cos \alpha$  bezogen werden.

Als zweite Möglichkeit werden die Lasten auf das lokale Linienkoordinatensystem  $lmn$  bezogen. Hierzu müssen die automatischen Festlegungen des  $lmn$ -Systems bekannt sein (s. hierzu Handbuch *ALFA, Allgemeine Erläuterungen*, Stichworte *Linienkoordinatensystem* und *Stabkoordinatensystem*).

Wir wollen hier die dritte Alternative nutzen. Die gewählte Linie gehört zu den Rändern der Positionen *Deckel* und *Seite*. Wie auf S. 19 gezeigt besitzen Positionen lokale Koordinatensysteme  $x_i-y_i-z_i$ . Die Linienlast kann auf eines dieser beiden Koordinatensysteme bezogen werden. Im Eigenschaftsblatt ist die  $z$ -Richtung der Position *Seite* gewählt worden, was der globalen  $X$ -Richtung entspricht.



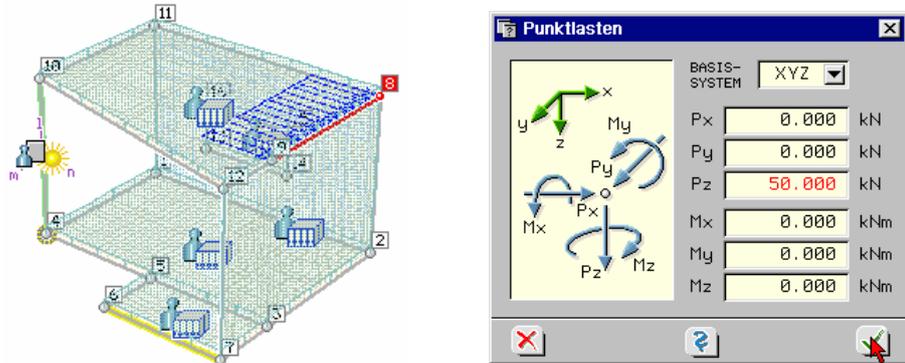
Auch die Lastbilder werden im Objektbaum verwaltet und können über ihn durch Einfach- oder Doppelklick angesteuert werden.

## 4.13

### Punktlast



Wir wollen nun eine **Einzellast** festlegen. Klicken Sie bitte hierzu den Eckpunkt 8 mit der LMT an. Jetzt wird auch der Button **Punktlasten definieren** freigegeben.



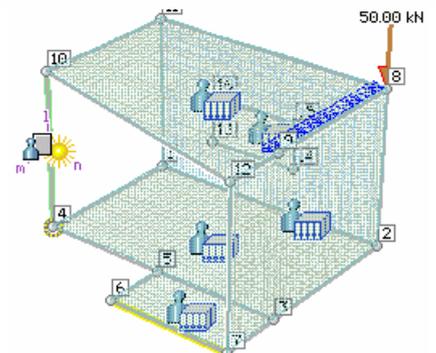
Weisen Sie dem Punkt bitte eine auf das globale Koordinatensystem bezogene Last  $P_z = 50 \text{ kN}$  zu.



Eine Punktlast kann auch auf das lokale **Punktkoordinatensystem** rzt bezogen werden (s. S. 14).



Über den Button **Darstellungseigenschaften** können die Lastordinaten in die Grafik eingebledet werden.



## 4.14

### Lastfläche



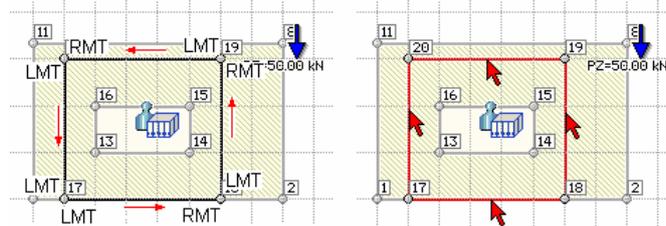
Flächenlasten können auch auf Teilbereichen von Positionen aufgebracht werden. Hierzu ist die entsprechende Lastfläche zu konstruieren. Wechseln Sie bitte über den Objektbaum oder die Ebenenverwaltung in die Ebenendarstellung der *Vorderfront*.



Wenn Sie das Raster (S. 20) nicht abgewählt haben, müsste die Rastereingabe in der Vorderfront noch aktiv sein.



Erzeugen Sie bitte manuell die dargestellten Linien. Beachten Sie die Hinweise zur Betätigung der Maustasten auf S. 16.



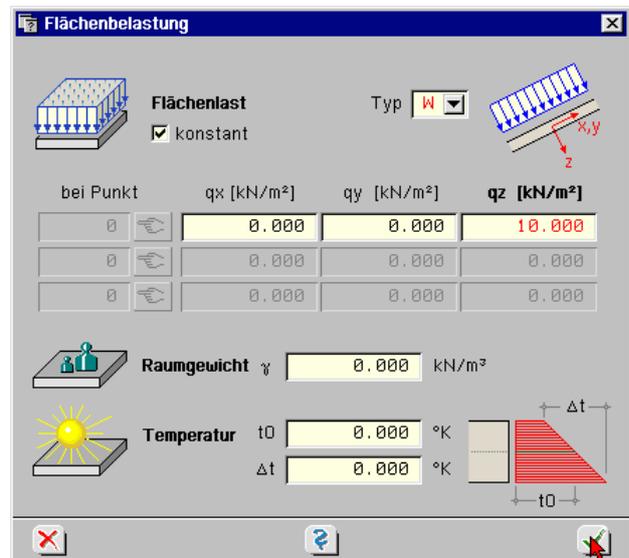
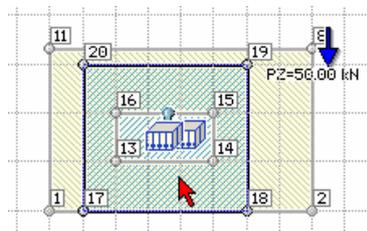
In der Grafik ist die Beschreibung der Linien im Gegenuhrzeigersinn erfolgt. Dies ist einzig wegen der Eindeutigkeit der Maustastenangaben erfolgt und hätte genauso gut auch anders herum erfolgen können.



Wählen Sie bitte im folgenden Arbeitsschritt die gerade neu erzeugten Linien mit der LMT aus. Hierdurch wird der Button **Lastfläche definieren** aktiv. Sie können auch diesem Polygonzug eine Bezeichnung zuweisen.



Durch einfaches Anklicken mit der LMT wird die neue Lastfläche aktiviert (bläulich markiert) und hierdurch wieder der Button **Flächenlast definieren** aufgeblendet.



Ändern Sie bitte den Lasttyp auf W. Hierdurch wirkt die **Flächenlast**  $q_z$  automatisch im lokalen **Positionskoordinatensystem**.



Wenn eine Lastfläche über eine Aussparung hinweg definiert ist, wird die auf die Aussparung entfallende Flächenlast der Restfläche zugeschlagen. Man denke hierbei an einen Bretterstapel, der über einem Durchbruch liegt.

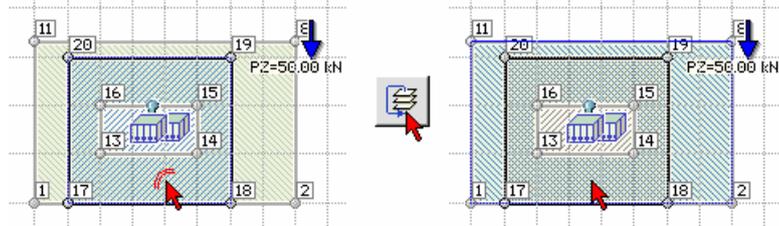
Bei Belastung einer ganzen Position (als Positionslast) werden die Aussparungen berücksichtigt und die darauf entfallenden Lasten nicht angesetzt.

## 4.15 Polygonzugdefinition zyklisch vertauschen

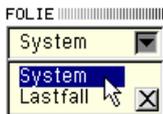
Im Laufe der Bearbeitung kann es vorkommen, dass sich ein Polygonzug durch Anklicken seiner Fläche nicht aktivieren lässt, weil ihn ein anderer Polygonzug mit seiner Fläche überlagert.

Obwohl im vorliegenden Beispiel die Position *Vorderfront* durch Anklicken ihrer Fläche neben der Lastfläche aktiviert werden kann, soll zur Erläuterung des Sachverhalts der umständlichere Weg beschrieben werden.

Die Position *Vorderfront* wurde zeitlich vor der Lastfläche erzeugt. Die Lastfläche als jüngerer Polygonzug liegt über der Position. Durch Anklicken des gemeinsamen Flächenbereichs wird demnach die Lastfläche aktiviert. Klicken Sie die Lastfläche nun doppelt an. Im Eigenschaftsblatt *Individuelle Fläche* erscheint im Kopfbereich der Button **nach hinten verschieben**.



Über diesen Button werden die Polygonzugdefinitionen zyklisch vertauscht; der Oberste wird nach ganz unten gelegt und das nächst ältere Polygon liegt nun ganz oben. Bei Anklicken innerhalb der Lastfläche wird nun die Position aktiviert.



Wechseln Sie nun bitte zurück in die Systemfolie. Die Lastfläche und die zu ihr gehörenden Linien und Punkte sind verschwunden.



Alle in einer Lastfallfolie erzeugten Objekte stehen nur in dieser Folie zur Verfügung. Sie werden sowohl in der Systemfolie als auch in anderen Lastfallfolien ausgeblendet. Objekte der Systemfolie stehen auch in allen Lastfallfolie zur Verfügung.

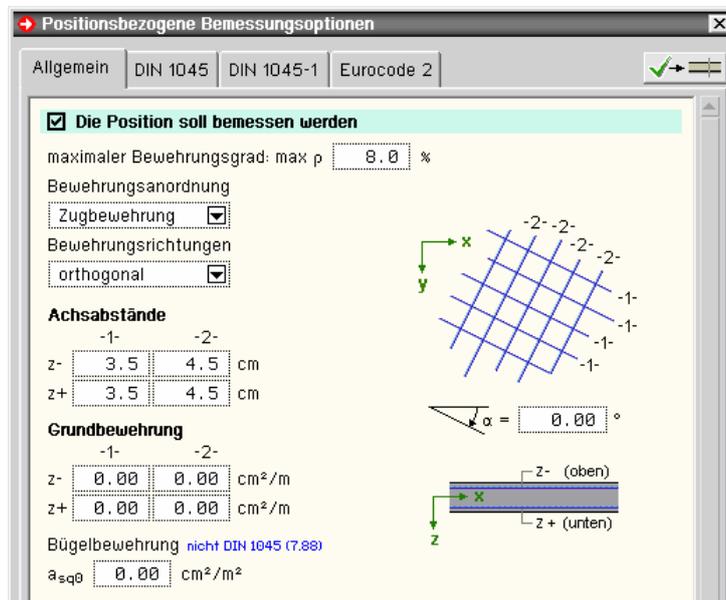
Punkte und Linien, die in mehreren Lastfallfolien benötigt werden, werden zweckmäßigerweise in der Systemfolie erzeugt, sofern hierdurch der Arbeitsbereich nicht überfrachtet wird.

## 4.16 Bemessungseigenschaften und Nachweise definieren

Zur vollständigen Bearbeitung unseres Systems fehlen jetzt nur noch Angaben zur Bemessung.



Klicken Sie bitte die Position mit der LMT einmal an. Hierdurch wird der Button **Bemessungsangaben** aktiv.



Über dieses Eigenschaftsblatt werden die für die aktuellen Positionen gültigen Bemessungsoptionen festgelegt.



Diese Optionen bewirken keine Bemessung/Nachweis, sondern legen nur fest, wie die Position bei Durchführung einer Bemessung/Nachweis behandelt werden soll.

Erläuterungen zu den Bemessungseigenschaften finden Sie in den Handbüchern *##-ALFA*, ... *Allgemeine Erläuterungen* und das *pcae-Nachweiskonzept* Stichworte *Bemessungseigenschaften* und *-optionen*.

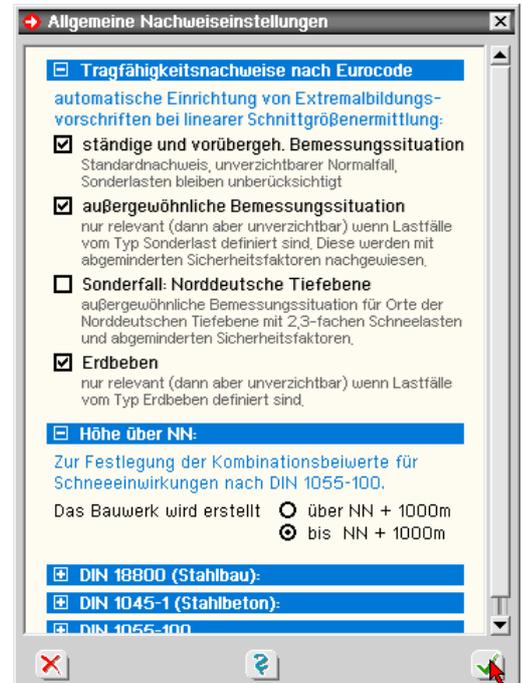
## Nachweise



Zur Einrichtung von Bemessung/Nachweisen ist die Verwaltung der Nachweise aufzurufen.

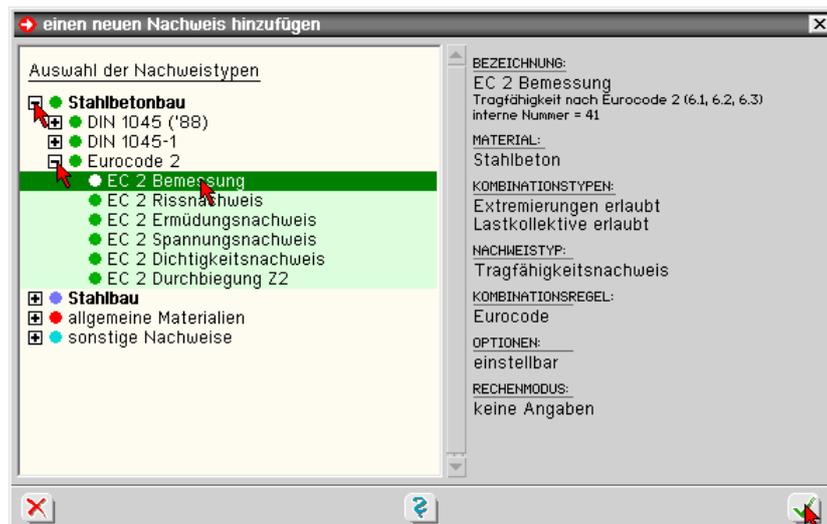
Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem u.A. festgelegt werden kann, welche Extremalbildungsvorschriften aufgrund der in der *Verwaltung der Einwirkungen* festgelegten Lastfallcharakteristika automatisch gebildet werden sollen.

Hier sollen die Voreinstellungen ohne Änderung akzeptiert werden.

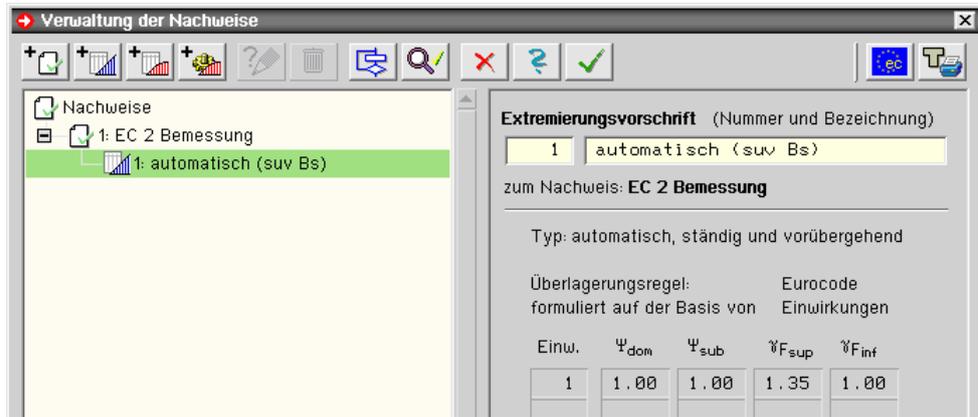


Klicken Sie dann auf den Button *einen neuen Nachweis erzeugen* und wählen den Nachweistyp *EC 2 Bemessung* aus.

einen neuen Nachweis erzeugen



Damit erscheint im Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Nachweise* der neue Nachweis, unter dem sich bereits eine Standardkombination mit automatischer Festlegung der *Kombinations-* und *Teilsicherheitsbeiwerte* befindet. Auf Grund der bei der Einrichtung der Einwirkungen und Lastfälle vorgenommenen Angaben (S. 25), kann das Programm diese Festlegungen selbständig treffen, so dass die Standardkombination die gesamte Überlagerungsproblematik erledigen kann.



In gleicher Weise können weitere Nachweise eingerichtet werden, die dann für die dafür vorgesehen Positionen mit den jeweiligen individuellen Parametern geführt werden.



Der Nachweis **sonstige Nachweise - Schnittgrößenermittlung** erfolgt unter 1.0-fachen Beiwerten auf charakteristischem Niveau und dient z.B. zur Ermittlung von Lagerreaktionen für die Lastweiterleitung.

Erläuterungen zur Interaktion innerhalb der Verwaltung der Nachweise finden Sie im Handbuch das **pcae-Nachweiskonzept** unter dem Kapitel *Programmhandhabung*.

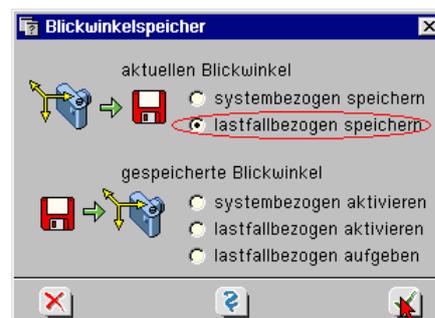
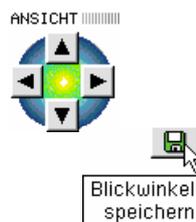
## 4.17

### Blickwinkeleinstellung für die Systemdruckliste

Die von der grafischen Eingabe automatisch erstellte Systemdruckliste beinhaltet räumliche Grafiken des Systems und der Lastfälle. Für diese räumlichen Darstellungen können Blickwinkel gespeichert werden, unter denen z.B. die Grafik des Lastfalls 1 in der Systemdruckliste ausgegeben wird.



Drehen Sie also im 3D-Modus in der jeweiligen Lastfallfolie die Ansicht des Bauwerks mit den dargestellten Schaltflächen in die gewünschte Position, klicken Sie dann den Button **Blickwinkel speichern** und sichern ihn **lastfallbezogen**.



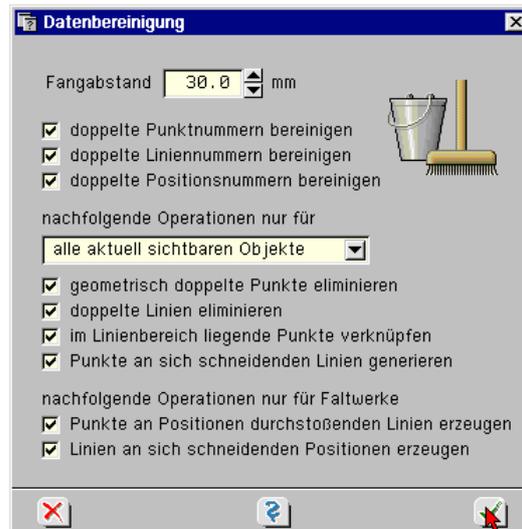
Blickwinkel können für das System und jeden Lastfall gespeichert werden. Sie gelten sowohl für die Darstellung auf dem Sichtgerät als auch für die Grafiken der Systemdruckliste.

## 4.18

## Datenbereinigung und Datenzustandskontrolle

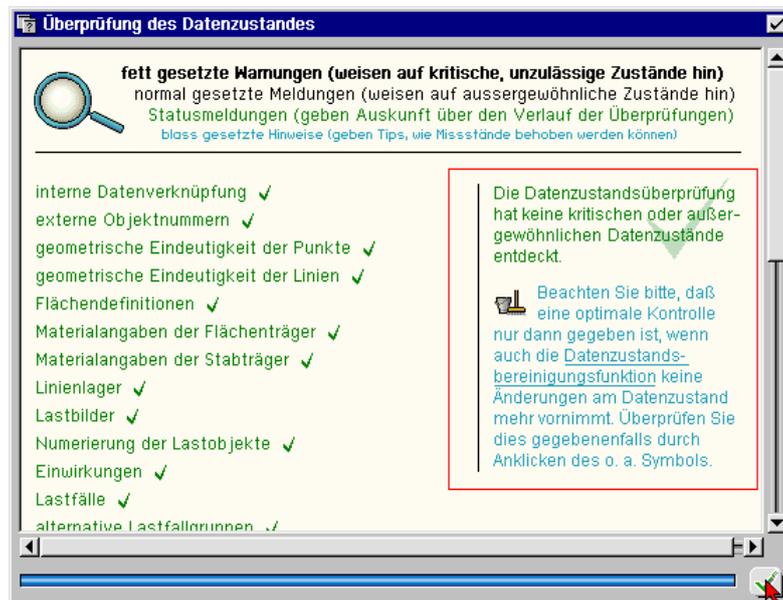


Wenn sich nicht zwischenzeitlich wie auf S. 11 gezeigt ein Erfordernis zur Bereinigung des Datenbestandes ergeben hat, sollte spätestens am Ende der Bearbeitung eine Datenbereinigung durchgeführt werden.



Die Datenbereinigung sorgt für eine saubere Netzwerkdatenstruktur, die die definierten Objekte miteinander verknüpft und für die Berechnung unbedingt notwendig ist.

**Die Datenzustandskontrolle** überprüft die Eingabedaten auf Plausibilität und gibt Hinweise auf fehlende und falsche Eingaben.



## 4.19 Durchführung der Berechnung



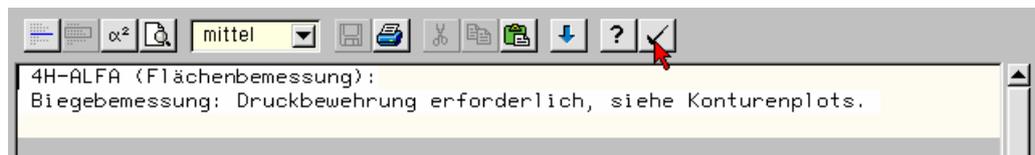
Nach Abschluss der Arbeiten können wir nun unser kleines System berechnen. Durch Anklicken des **Quickstart**-Buttons erscheint ein Steuerungsfenster, über das der Gesamtrechenlauf gestartet wird.



Die Berechnung wird von einer kleinen Animation begleitet, die den Bearbeitungsfortschritt anzeigt, was bei großen Systemen und relativ langsamen Rechnern zur Abschätzung der Bearbeitungsdauer hilfreich ist.



Nach Abschluss der Berechnung klicken Sie bitte wieder auf den **Quickstart**-Button.



Es erscheint ein Protokollfenster, das Mitteilungen zum vorhergehenden Rechenlauf gibt. Im vorliegenden Falle ist dies wenig tragisch, da es nur meldet, dass sich an bestimmten Stellen des Systems **Druckbewehrung** ergeben hat, die ggf. zu verbügeln ist.

## 4.20 Ergebnisvisualisierung



Nach nochmaligem Klicken des **Quickstart**-Buttons kann die Ergebnisvisualisierung aufgerufen werden.

Die Funktionalitäten des Ergebnisvisualisierungsmoduls sind im Handbuch *4H-ALFA, ... Allgemeine Erläuterungen* eingehend beschrieben.



Die in diesem Kapitel dargestellten Ergebniswerte müssen nicht mit den in Ihrem Rechenlauf erzielten Werten übereinstimmen, da sie aus unterschiedlichen Berechnungen gewonnen wurden!



**Flächenhafte Grafiken** können sowohl als Ebenendarstellungen in der Draufsicht als auch isometrisch erstellt werden. Überhöhte Deformationsbilder, farbige Konturflächen-, Vektor- und Grenzliniendarstellungen sowie Zahlenfähnchengrafiken gehören hierzu. Teilweise können die Darstellungsformen auch einander überlagert werden.

**Liniengrafiken** Zu den Liniengrafiken gehören neben den Linienlager- und Stabergebnissen auch die beliebig durch die Flächenträger geführten Schnitte. Die Schnittführung kann bauteilspezifisch abgespeichert werden.

**Tabellen** liefern Zusammenstellungen der flächen- und linienorientierten Ergebnisse. Hierbei können unterschiedliche Wertekombinationen abgerufen werden.

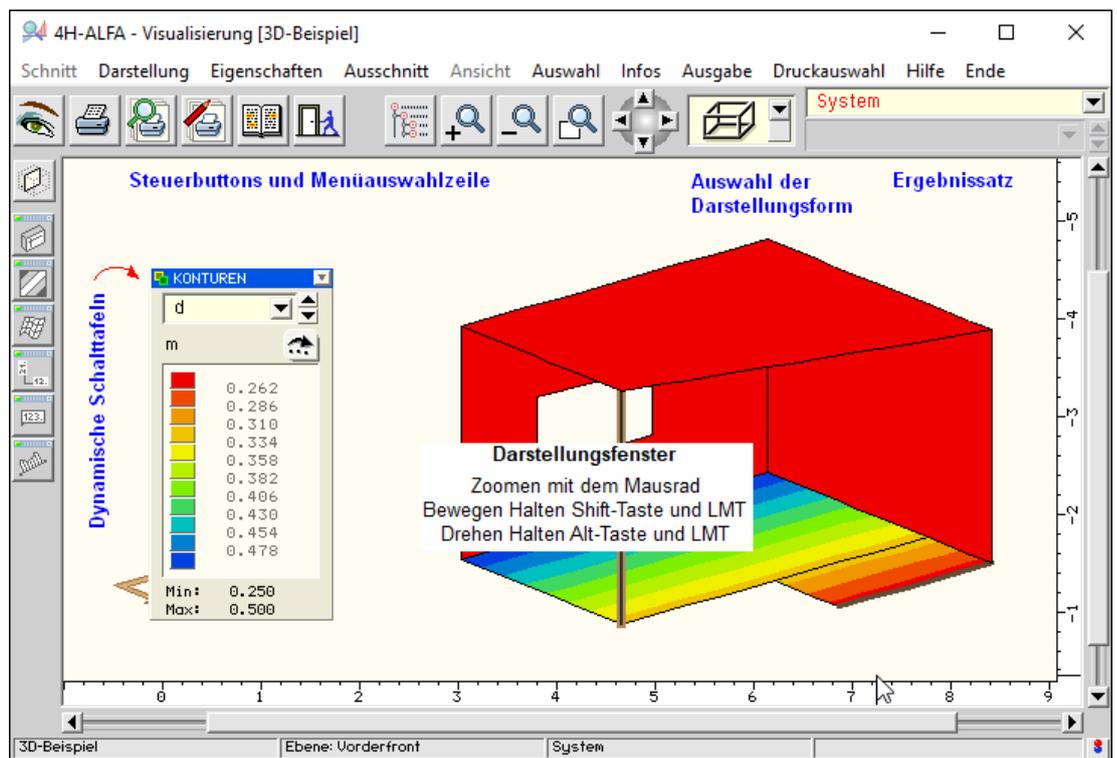
Die Verwendung der "Moving-Window-Technologie" gestattet einen direkten Zugriff auf den Vorrat des aktuellen Ergebnissatzes und sichert eine hohe Interaktionsgeschwindigkeit.

Durch Kurzwahlbuttons innerhalb der Auswahllisten und Erkennungsmechanismen der aktuellen Darstellung können z.B. gleichartige Darstellungen einzelner Lastfälle schnell aufgeblättert werden, so dass die letzte Darstellung quasi noch vor dem geistigen Auge steht und die neue somit in Relation gesetzt werden kann.

Über den **Doppelklick** werden auch hier Objekteigenschaften und -ergebnisse abgerufen.

Die innerhalb einer Sitzung gewählten Darstellungen und ihre Einstellungen können bei Verlassen des Visualisierungsmoduls gespeichert werden, so dass bei neuerlichem Aufruf sofort an den letzten Status angeschlossen werden kann.

## Darstellungsfenster



Bei Aufruf der Ergebnisvisualisierung steht der Ergebnissatz auf **System**. Durch Anklicken der dynamischen Schaltfläche **Konturen** kann in der Auswahlliste von **kein** auf die Dicke **d** umgeschaltet werden.

In der **Konturflächendarstellung** der Positionsdicken erkennen wir den veränderlichen Dickenverlauf der beiden Bodenplattenpositionen.

## Ergebnissatz

Die Auswahl des darzustellenden Ergebnissatzes – hier **System**, **Lastfall**, **Stahlbetonbemessung**, **Zusammenfassung** – erfolgt über die Listbox in der rechten oberen Ecke des Darstellungsfensters.



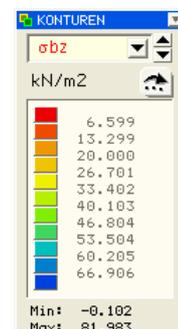
Schalten Sie bitte von den systembezogenen Daten auf **Lastfall**. Da in unserem Beispiel nur ein Lastfall definiert wurde, wird dieser auch gleich aktiviert.

## Deformationen



Klicken Sie hier auf den Button **Deformationen** und wählen in der daraufhin erscheinenden dynamischen Schalttafel  **$u_x$ ,  $u_y$ ,  $u_z$**  aus. Durch den **Pfeil**-Button werden weitere Einstellungen z. B. für den Überhöhungsfaktor zugänglich.

Drücken Sie den Button **undeformiertes System zeichnen** ein.





In allen dynamischen Schalttafeln werden die relevanten Extremalwerte der gewählten Darstellung protokolliert. Über den **Pfeil**-Button werden spezielle Einstellungsmöglichkeiten angeboten.

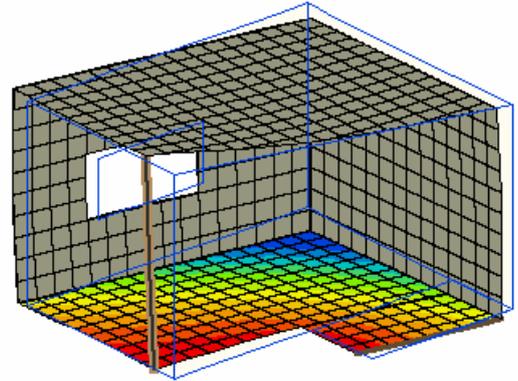
-  Ebenen
-  Konturen
-  Deformation
-  Vektoren
-  Zahlen
-  Grenzlinien

Die **dynamischen Schalttafeln** können im geschlossenen Zustand durch einfaches Anklicken mit der LMT geöffnet werden. Im geöffneten Zustand kann ihre individuelle Funktionalität zur Steuerung des Programmablaufs genutzt werden. Eine sichtversperrende dynamische Schalttafel kann beiseite geschoben oder wieder geschlossen werden. Zum Verschieben einer Schalttafel fahren Sie die Maus über die Schalttafel, halten die LMT gedrückt und bewegen die Maus. Um eine Schalttafel zu schließen, führen Sie den Doppelklick über der Schalttafel aus.

### Konturflächen



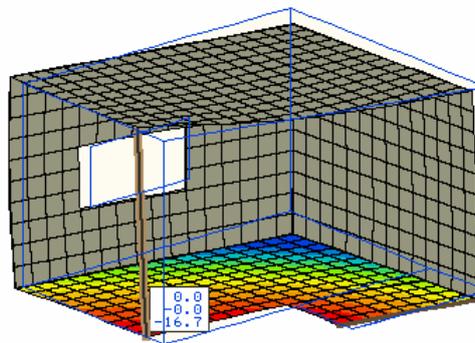
Die Deformationsgrafiken können mit Konturflächen überlagert werden. Die dynamische Schalttafel Konturflächen ist von der vorhergehenden Dickendarstellung noch geöffnet. Wählen Sie aus der Liste lastfallbezogener Konturflächendarstellungen bitte  $\sigma_{bz}$  **Bodenpressung** aus. Damit ergibt sich folgende Grafik.



### Lagerreaktionen

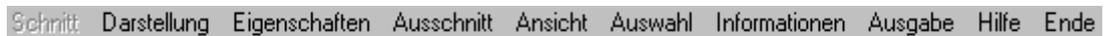


Klicken Sie bitte die dynamische Schalttafel Zahlenwerte an und wechseln in der Auswahlliste von **kein** auf **AP<sub>r</sub>, AP<sub>s</sub>, AP<sub>t</sub>**. Wir sehen den Zahlenwert für die Knotenlagerkräfte des Einzellagers. Der Wert für AP<sub>t</sub> hat ein negatives Vorzeichen, da die Reaktionskraft dem definierten Koordinatensystem entgegen zeigt (s. Koordinatensysteme S. 49).



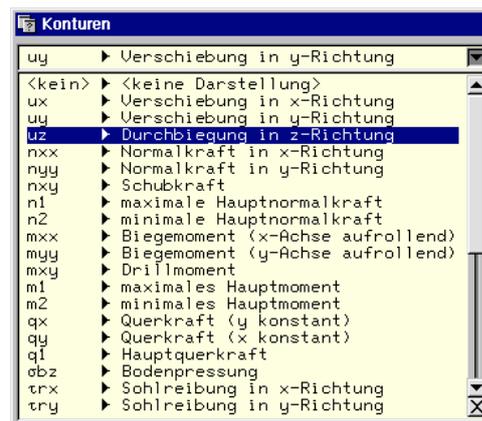
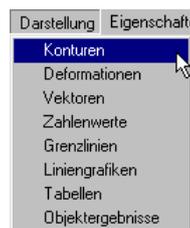
### Menüauswahlzeile

Die Funktionalität der Ergebnisvisualisierung kann alternativ zu den gezeigten Buttonaufrufen auch über die Menüauswahlzeile gesteuert werden.



### Darstellung

Über den Menüaufruf **Darstellung** können die sich hinter den Kürzeln in den Moving-Windows verbergenden Inhalte mit einem **erläuternden Text** abgerufen werden.



**Informationen**

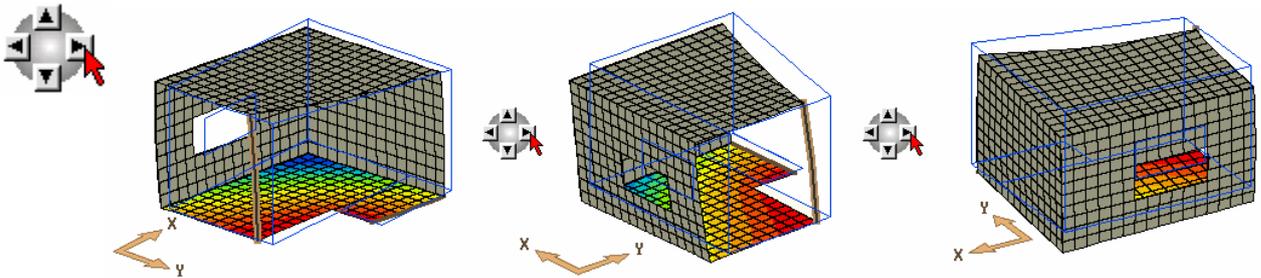
Über den Aufruf *Informationen* kann bei ausgewähltem Lastfall/Lastkollektiv die zugehörige *Gleichgewichtskontrolle* eingesehen werden.

The screenshot shows the 'Informationen' dialog box with the 'Berechnung' tab selected. The main content is a table titled 'Gleichgewichtskontrolle' for 'Lastfall 1: Eigengewicht (1)'. The table has four columns: the first column lists force types, and the next three columns show values for X, Y, and Z directions.

Gleichgewichtskontrolle	(X-Richtung)	(Y-Richtung)	(Z-Richtung)
Summe der Lagerkräfte	0,00 kN	-0,00 kN	-16,71 kN
Summe der Bettungskräfte	+ -50,00 kN	+ 223,94 kN	+ -1464,10 kN
Gesamtsumme der Reaktionen	= -50,00 kN	= 223,94 kN	= -1460,81 kN
Summe der Lasten	50,00 kN	-223,94 kN	1460,70 kN

**Ansicht drehen**

Mit den dargestellten Schaltflächen kann die Darstellung gedreht und gekippt werden.



**Ebenenauswahl und Vektorgrafiken**

Die in der Eingabe erzeugten Positionen, Ebenen und Gruppen werden in die Ergebnisvisualisierung übernommen und können hier aufgerufen werden.



Schalten Sie bitte über die Schalttafel *Ansicht/Ebenen* auf die Ebenendarstellung *Vorderfront* um. (In der Auswahlliste sind unterhalb der Ebenen auch die einzelnen Positionen aufgeführt).

The screenshot shows the 'ANSICHT/EBENEN' control panel. The view is set to '<3D>'. A list of levels is shown, with 'Vorderfront' selected and highlighted in blue. Other levels include 'Bodenplatte', 'Deckel', 'Seite', 'Bodenplatte 2', 'Decke', 'Frontseite', and 'Seite'.



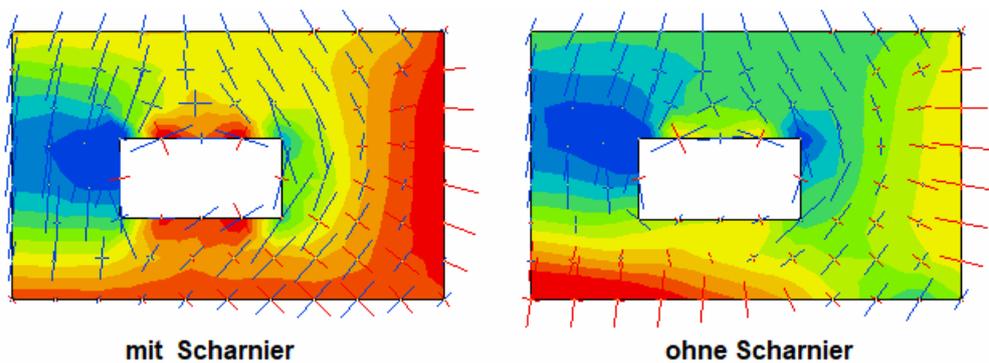
Rufen Sie die dynamische Schalttafel der Vektoren und wechseln Sie von *kein* auf *m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>* zur Darstellung der Hauptmomente. Rufen Sie dann über den *Pfeil*-Button die Vektoreigenschaften auf, wechseln die Darstellung von *Zahlenwerte* auf *Vektoren* und vergrößern den Skalierungsfaktor etwas. Wechseln Sie bitte abschließend die Konturflächendarstellungen auf *m<sub>yy</sub>*, das Moment senkrecht zum Rand zwischen Vorderfront und Bodenplatte.

The screenshot shows the 'VEKTOREN' control panel. The dropdown menu is set to 'm1,m2'. The 'Faktor' is 1.E-2. The values for m1 and m2 are displayed as Min/Max ranges in kNm/m.

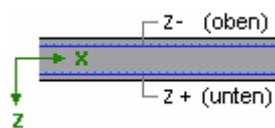
The screenshot shows the 'KONTUREN' control panel. The dropdown menu is set to 'myy'. A color scale legend is shown with values ranging from -0,369 to 36,415. The 'Min' and 'Max' values are also displayed at the bottom.

The screenshot shows the 'Vektoreigenschaften' dialog box. The 'Darstellung' is set to 'Vektoren'. The 'Ergebnisse' section shows 'in den Knoten'. The 'Gitterabstand' is 0,17 m in both X and Y directions. The 'Gitterursprung' is 4,00 m in X and -2,50 m in Y. The 'Skalierungsfaktor' is set to 0,05. The 'Schriftgröße' is 30,0.

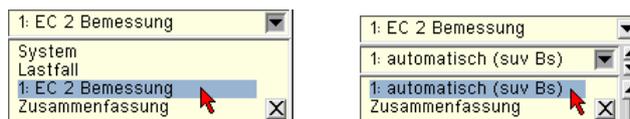
Die Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse mit und ohne Scharnier zeigt den Einfluss der Gelenkbedingung zum freien Rand hin. Blaue Vektoren repräsentieren hierbei an der Unterseite (hier außen) und rote Vektoren analog an der Oberseite (hier innen) Zug erzeugende Momente.



Die lokale x-y-Ebene spannt die Mittelebene der Position auf. Die Achse z zeigt zur Positionunterseite; demnach liegt die Oberseite bei -z.

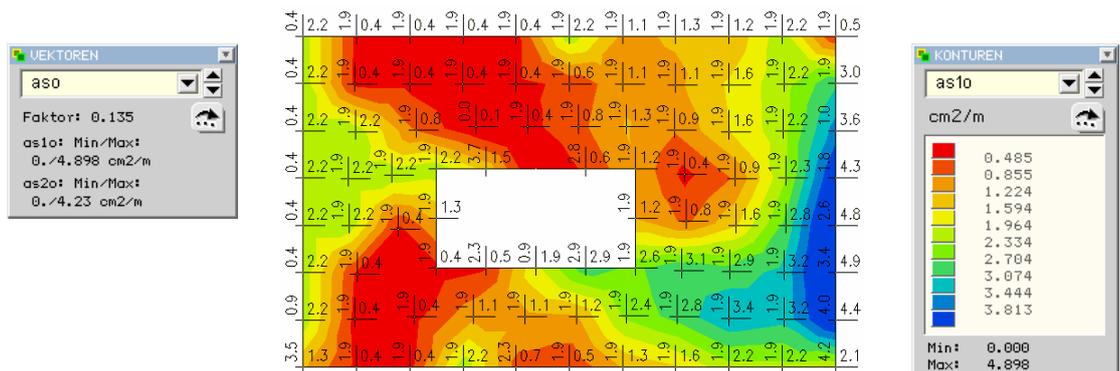


Schalten Sie jetzt bitte den Ergebnissatz von **Lastfall** auf **EC 2 Bemessung** und dann auf **automatisch (suv Bs)**.



Wechseln Sie nun bitte in der Auswahlliste der **Vektorgrafiken** von **kein** auf **as<sub>0</sub>** für die oberen Bewehrungslagen. Ändern Sie unter den Vektoreigenschaften die Darstellung auf **Zahlenwerte** und vergrößern evtl. die Schriftgröße auf 30 %.

Wählen Sie unter den Konturflächendarstellungen z.B. **as<sub>10</sub>**, dies entspricht, da keine Drehung der Bewehrungsrichtungen vorgenommen wurde, der oberen Bewehrungslage für die x-Richtung.



Die Vektordarstellung und ihre Zahlen geben die Achse eines Bewehrungsstabes an, wie er auf Grund der Eingabe verlegt werden soll. Bei schiefer Bewehrungsführung dreht sich die Darstellung entsprechend mit.



Die Bezeichnungen "oben" und "unten" beziehen sich auf die Richtung des Flächennormalenvektors z der Positionsebene; z zeigt immer zur Unterseite.

Die Vektordarstellungen der Bewehrung, die nur in der Ebene zugänglich sind, sind Grundlage für die Bewehrungspläne. Zur gemeinsamen Ausgabe von Positionen können neben den Ebenen auch die Gruppeneinstellungen herangezogen werden (S. 24).

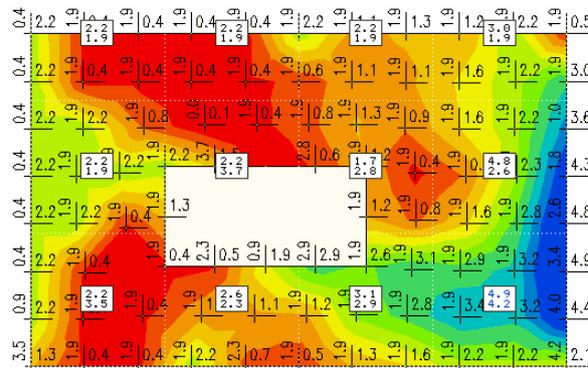
## Zahlenwerte



In der oben gezeigten Vektordarstellung sind relativ viele Zahlenwerte zu sehen. Eine alternative und übersichtliche Darstellungsform ist die Ausgabe von in einem gewählten **Ausgaberas-ter** auftretenden extremalen Zahlenwerten für die Bewehrung. Über die dynamische Schalttafel **Zahlenwerte** und die dortigen Einstellungen wird ein Raster mit einem Gitterabstand gewählt.



Hierbei werden alle in einem Rasterrechteck auftretenden Werte überprüft und nur der größte auftretende (Absolut-)Wert protokolliert.



## Doppel-Klick

Der Doppel-Klick funktioniert auch in der Visualisierung. Bei Doppelklick auf einen beliebigen Punkt innerhalb der Struktur erfolgt eine Abfrage bzgl. Objektauswahl und Darstellungsform.

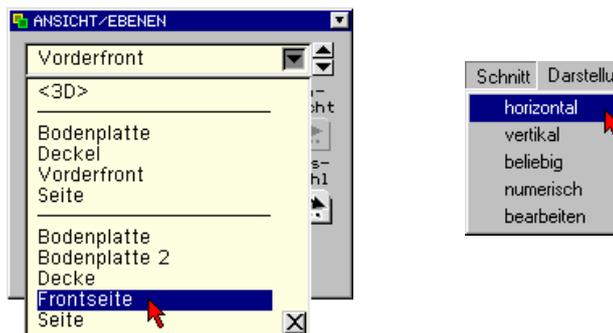
## Schnitte

können nur durch Positionen geführt werden. Der gegenwärtige Auswahlzustand befindet sich in einer Ebene, daher ist der Button in der Menüauswahlzeile abgeblendet.

Schnitt Darstellung

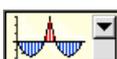
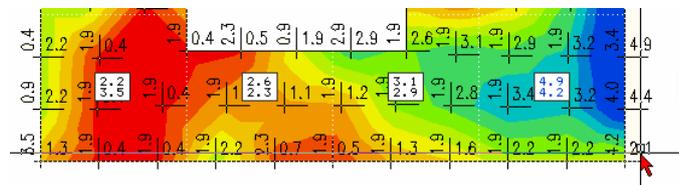


Wechseln Sie daher bitte über den Button **Ansicht/Ebenen** auf die Position **Frontseite**. Jetzt ist auch das Menü **Schnittführung** freigegeben. Wählen Sie bitte einen Horizontalschnitt.

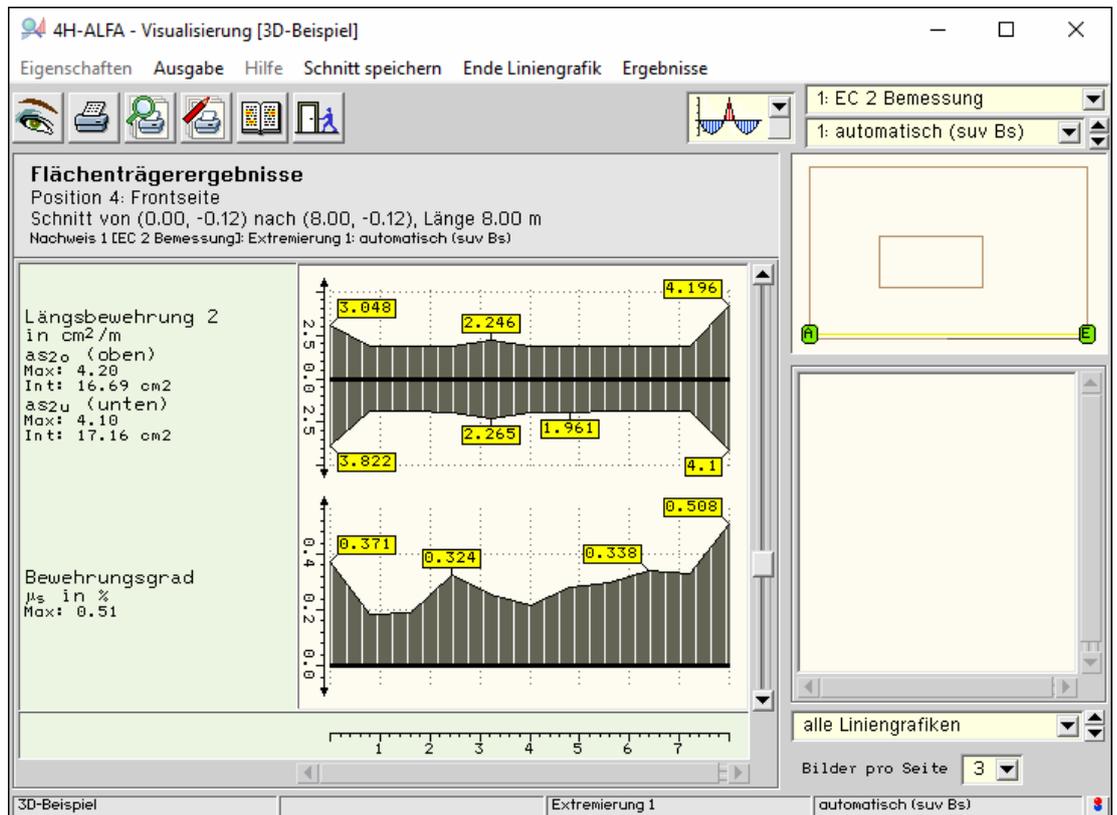


## Liniengrafiken

Daraufhin erscheint ein Fadenkreuz, mit dem Anfangs- und Endpunkt des gewünschten Schnittes angeklickt werden.



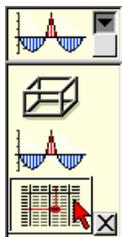
Die Darstellungsform wechselt automatisch in den Modus **Liniengrafiken**.



Das Darstellungsfenster ist für die gezeigte Grafik verkleinert worden. Im Vollbildzustand erscheinen entsprechend mehr Liniengrafiken auf dem Bildschirm.

## Tabellen

Als dritte Darstellungsform können Tabellen gewählt werden.



**extremale Verschiebungen (in den Elementknoten)**  
 Position 1: Bodenplatte  
 Nachweis 1 IEC 2 Bemessung; Extremierung 1: automatisch (suv Bs)

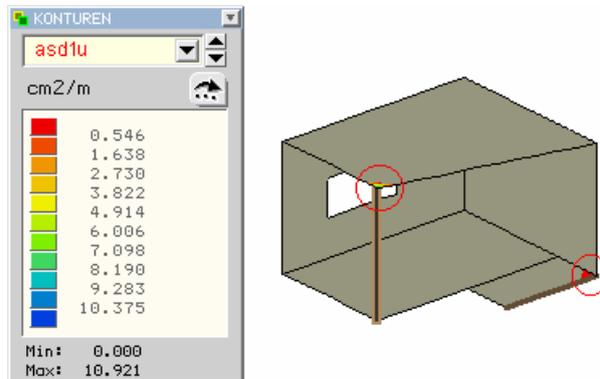
Knotr	x m	y m	Typ	ux mm	uy mm	uz mm
1	-12.06	-6.00	Min	4.93	-18.37	5.53
			Max	6.65	-13.61	7.46
2	-11.26	-6.00	Min	4.92	-17.07	6.43
			Max	6.65	-12.65	8.68
3	-10.46	-6.00	Min	4.92	-15.78	7.34
			Max	6.65	-11.69	9.91
4	-9.66	-6.00	Min	4.92	-14.48	8.27
			Max	6.64	-10.73	11.17
5	-8.86	-6.00	Min	4.92	-13.19	9.24
			Max	6.64	-9.77	12.47
6	-8.06	-6.00	Min	4.92	-11.90	10.25
			Max	6.64	-8.81	13.84
7	-7.26	-6.00	Min	4.91	-10.61	11.32
			Max	6.63	-7.86	15.29
8	-6.46	-6.00	Min	4.91	-9.31	12.44
			Max	6.63	-6.90	16.80
9	-5.66	-6.00	Min	4.91	-8.02	13.61
			Max	6.63	-5.94	18.38
10	-12.06	-5.28	Min	4.07	-18.37	4.43
			Max	5.49	-13.61	5.99
11	-11.26	-5.28	Min	4.07	-17.07	5.25
			Max			
Min	-12.86	-6.71	Min	-0.31	-19.68	0.00
Max	-4.86	-1.71	Max	7.82	-4.97	21.48

Für Liniengrafiken und Tabellen stehen gleichartige Auswahlmechanismen zur Verfügung. Der Umfang der Ausgabewerte wird in der Auswahlliste in der rechten unteren Ecke festgelegt. Die Objektauswahl erfolgt in dem darüber angeordneten Menübaum, in dem Stäbe, Stabgruppen, Linien und Lagerbänke ausgewählt werden können.

**Umschalten Ebene/3D-Ansicht** Über die beiden nebenstehenden Status-Buttons wird im Modus Flächengrafiken von der Ebenendarstellung in die 3D-Ansicht bzw. zurück geschaltet.



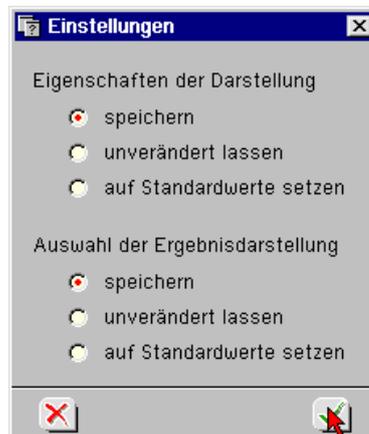
**Druckbewehrung** Vor Aufruf der Visualisierung wurden wie auf S. 35 gezeigt Meldungen zu vorhandener Druckbewehrung ausgegeben. Schalten Sie in den Konturflächendarstellungen auf eine der Grafiken  $as_{d1o}$ ,  $as_{d2o}$ ,  $as_{d1u}$  oder  $as_{d2u}$ . Die eingekreisten Bereiche zeigen in der folgenden Grafik die Ecken an, in denen sich Druckbewehrung ergibt.



**Grafiken drucken** Die Ergebnisvisualisierung dient einerseits der Sichtung und Überprüfung der während der Berechnung erzielten Ergebnisse am Bildschirm. Die Bildschirmdarstellungen können aber auch als Datenkategorie *ausgewählte Grafiken* für die Druckausgabe gespeichert werden. Weitere Informationen hierzu s. Handbuch *##-ALFA, ... Allgemeine Erläuterungen*, Stichwort *das Ergebnisvisualisierungsmodul*.



Bei Verlassen der Ergebnisvisualisierung erscheint ein Eigenschaftsblatt zum Speichern der Einstellungen. Durch Aktivierung der Buttons **speichern** wird die Ergebnisvisualisierung beim nächsten Start sofort auf die letzte Darstellung mit den gewählten Einstellungen springen.



Nach Bestätigen der Einstellungen befindet sich die Interaktion wieder in der Grafischen Eingabe.

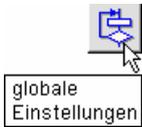
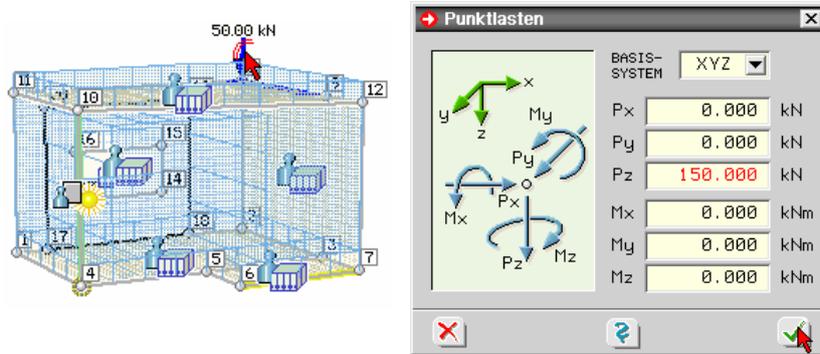
4.21

**Nichtlineare Berechnung mit Zugfederausschaltung**

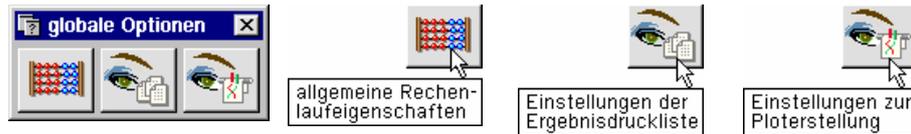
Abschließend wollen wir mit unserem kleinen Bauteil eine nichtlineare Berechnung zur Ausschaltung von Zugfedern durchführen. Da die vorhergehende Berechnung in den gebetteten Bodenplatten keine wesentlichen Bereiche mit rückstellenden Kräften erbracht hat, soll vorab die Einzellast auf dem Deckel erhöht werden.



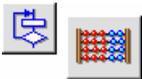
Wechseln Sie hierzu bitte in die Lastfallfolie, doppelklicken die Einzellast und ändern die Lastgröße auf 150 kN.



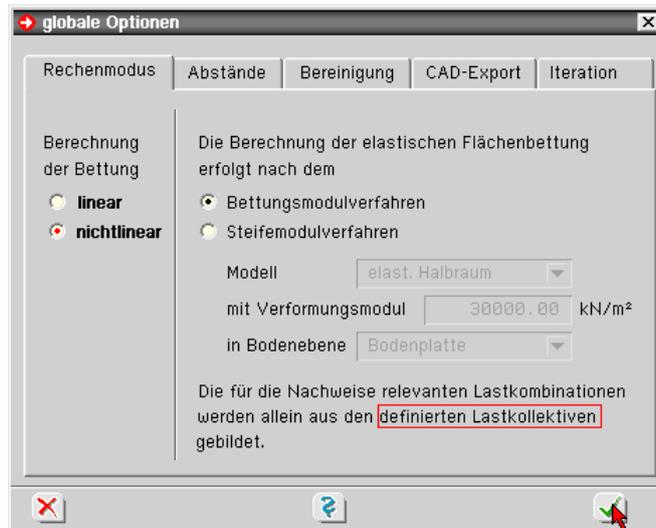
Der Klick auf den Button **globale Einstellungen** ruft ein Untermenü mit drei weiteren Buttons auf, von denen hier prinzipiell nur der Button **allgemeine Rechenlaufeigenschaften** interessiert.



Die beiden anderen Buttons sind für die spätere Handhabung des Programms aber auch wichtig. Erläuterungen zu der jeweiligen dahinter befindlichen Funktionalität finden Sie im Handbuch #H-ALFA, ... *Allgemeine Erläuterungen*, Stichworte *Drucklistengestaltung* bzw. *Planerstellungsmodul*.



Klicken Sie nun bitte auf den linken Button und im Eigenschaftsblatt *globale Optionen*, Register *Rechenmodus* auf den Button **nichtlinear**.



Lineare Berechnungen werden mit den definierten Lastfällen durchgeführt; für nichtlineare Berechnungen sind wegen Ungültigkeit des **Superpositionsgesetzes** Lastfallkombinationen (Lastkollektive) zu bilden.

Berechnungen nach dem **Steifemodulverfahren** mit geschichtetem Boden sind nur möglich, wenn das entsprechende Zusatzmodul installiert ist!

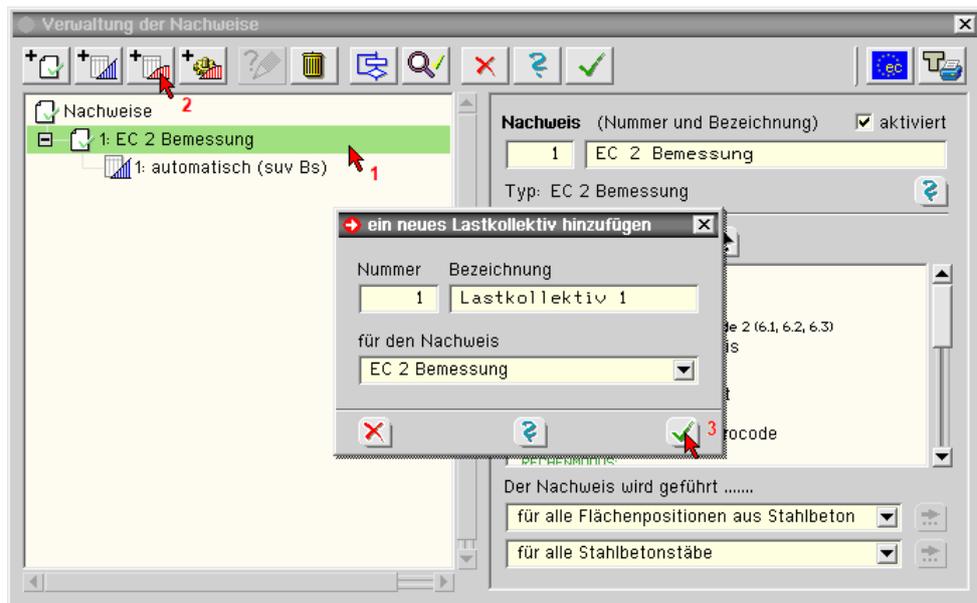
**Elementkantenlänge** Im Register *Abstände* ist die mittlere Diskretisierungsdichte für das FE-Netz modifizierbar.



**Lastkollektive** Wie oben bereits erwähnt, müssen für die nichtlineare Berechnung Lastfallkollektive bestimmt werden. Hierzu ist wieder die *Verwaltung der Nachweise* aufzurufen.



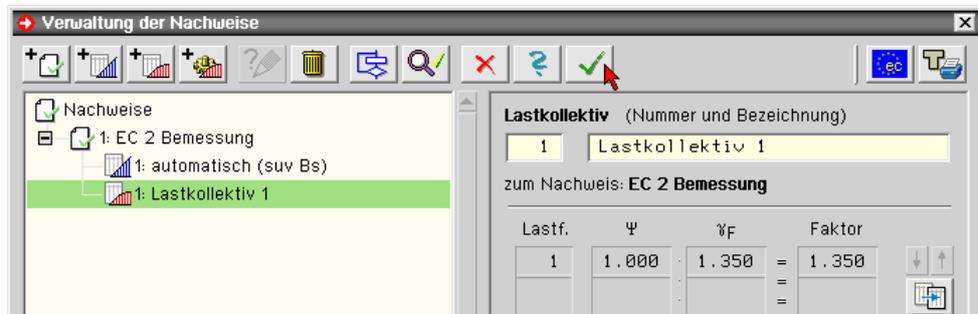
Klicken Sie hier bitte den Nachweis **EC 2 Bemessung** und die in der folgenden Grafik markierten Buttons an.



Im folgenden Eigenschaftsblatt *Programmgestützte Erzeugung von Lastkollektiv-Tabellen* steht für unser kleines Beispiel nur ein Lastfall bereit.



Nach Aktivierung des Lastfalls und Bestätigen des Eigenschaftsblatts ist das neue Lastkollektiv unter dem Nachweis eingefügt worden. Im rechten Bereich der *Verwaltung der Nachweise* werden die dem Lastkollektiv zugeordneten Lastfälle mit ihren Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten in einer Tabelle zusammengestellt.



Erläuterungen zur Interaktion innerhalb der Verwaltung der Nachweise finden Sie im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* unter dem Kapitel *Programmhandhabung* (als pdf-Download von unserer Website [pcae.de](http://pcae.de)).

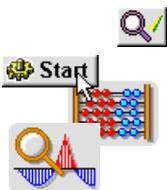
**Bettung und Einzellager** Bei der Eingabe der Bettung auf S. 13 haben wir vereinbart, dass im Falle einer nicht-linearen Berechnung die Bettung nur für eine Verschiebung  $+u_z$  angesetzt werden soll.



Je nach Definition des lokalen Koordinatensystems z.B. bei aufgehenden Positionen ist auf eine korrekte Vorzeicheneingabe für die Bettungsaktivierung innerhalb einer nichtlinearen Berechnung zu achten!

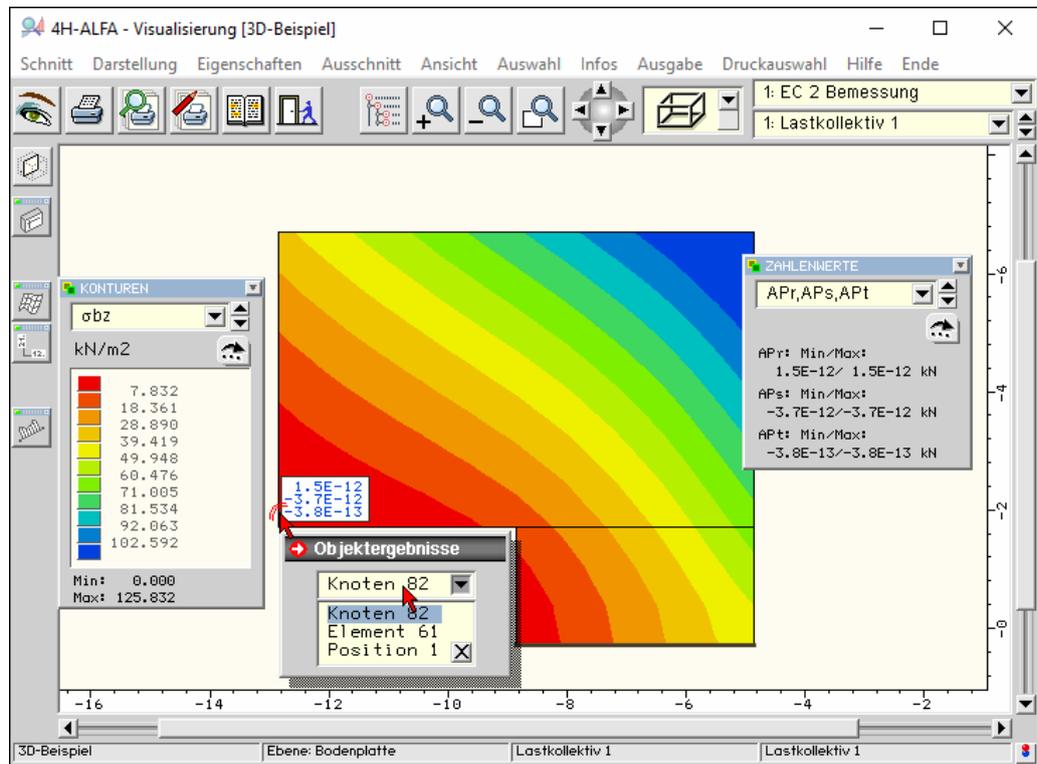
Bei der Einzellagerfesthaltung (S. 13) haben wir gleichfalls festgelegt, dass das Lager nur für eine Verschiebung in lokaler  $t$ -Richtung wirken soll. Das Lager soll bei nichtlinearer Berechnung ausgeschaltet werden, wenn (in diesem Falle, da  $rst = XYZ$ ) die Verschiebung nach oben gerichtet ist.

**Datenzustandskontrolle** Die Eingaben sind damit vollständig. Aber auch wenn wir uns noch so sicher sind, sollte am Ende der Eingabe die Datenzustandskontrolle aktiviert werden.

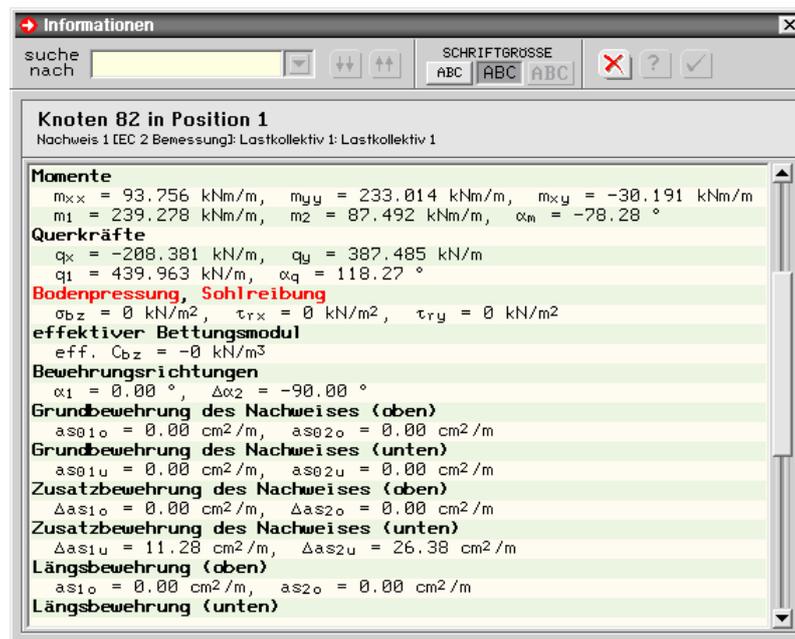


Führen Sie nun wieder die Berechnung durch. Rufen Sie nach Abschluss der Berechnung die Ergebnisvisualisierung auf. Die Meldung hinsichtlich der Druckbewehrung soll uns auch hier nicht weiter interessieren.

Rufen Sie bitte die Ebene **Bodenplatte** auf. Blenden Sie dann im **Lastkollektiv 1** die Konturflächen der Bodenpressung und die Zahlenwerte der Punktlagerreaktionen ein. Am Zahlenfächchen ist ersichtlich, dass das Einzellager auf Zug ausgeschaltet wurde. Die Konturflächen zeigen im dunkelroten Bereich Pressungen der Größe 0 an.



**Objektergebnisse** Klicken Sie nun ungefähr den durch den gelben Mauszeiger markierten Ort doppelt an und wählen im daraufhin erscheinenden Fenster *Objektergebnisse* den Knoten aus.



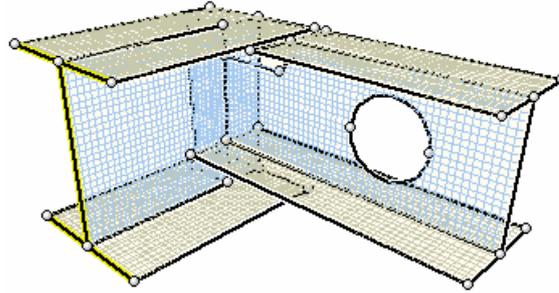
Aus dem Protokoll ist ersichtlich, dass die Pressung am angeklickten Ort ausgefallen ist.

Hiermit ist die Einführung in das Programm *4H-ALFA3D, Falwerke*, an Hand einer Beispieleingabe abgeschlossen. Wie bereits mehrfach erwähnt finden Sie weitergehende Erläuterung zum Programm in den Handbüchern *4H-ALFA, Platten –Scheiben - Falwerke, Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung* und das *pcae-Nachweis*konzept.

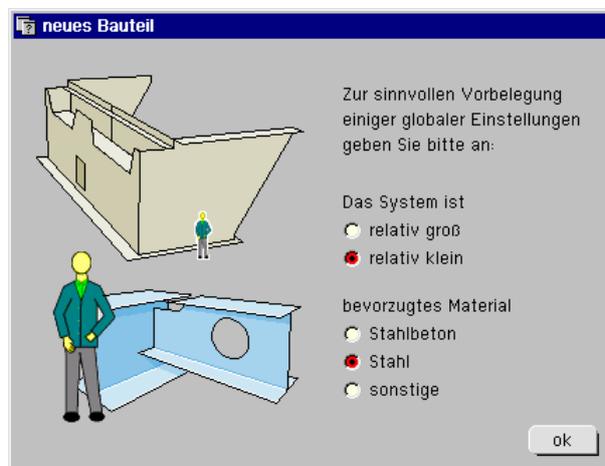
## 5

### Filigrane Bauteile

Mit *4H-ALFA3D* lassen sich auch filigrane Strukturen z.B. aus Stahl berechnen und spannungsmäßig nachweisen.



Die Beschreibung dieser Bauteile mit i.A. geringen Abmessungen erfolgt genauso wie eine Modellierung von Stahlbetonsystemen. Bei Einrichten des Bauteils wird dem Programm lediglich mitgeteilt, dass ein filigranes Bauteil beschrieben werden soll.



Hierdurch werden im Eingabemodul bestimmte Voreinstellungen bzgl. Fangabständen für die Systembeschreibung, zur Diskretisierung und für die Darstellung festgelegt.

## 6 Die QuickStart-Buttons



Die Berechnungsprogramme und die Postprozessoren werden über den **Start**-Button aus der Grafischen Eingabe heraus aufgerufen. Das Eingabemodul bleibt geöffnet und kann für weitere Eingaben oder Kontrollen genutzt werden.



**Ergebnisse visualisieren**    **drucken Pläne bearbeiten**    **Fehlermeldungen und Warnungen**

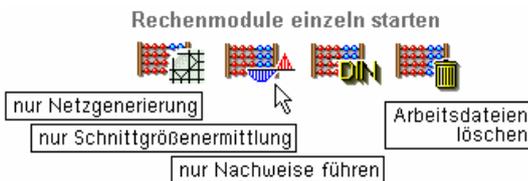
Erläuterungen zur Interaktion der Postprozessoren finden Sie im Handbuch *##-ALFA,...* *Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*.

Im grafischen Eingabemodul wird das 3D-Bauteil hinsichtlich System, Belastung und Nachweisführung beschrieben. Die hier integrierte Datenzustandsüberprüfung und Plausibilitätskontrolle erkennt frühzeitig Fehleingaben und Unvollständigkeiten der Eingabedaten, die keine vollständige Berechnung des Bauteils zulassen werden.

**Die Berechnung** eines *##-ALFA3D*-Bauteils setzt sich aus drei Einzelschritten zusammen:



1. die Netzgenerierung mit Aufbereitung der Eingabedaten und des FE-Netzes für die eigentliche Berechnung nach der Finite-Elemente-Methode;
2. die lastfallweise Ermittlung der Zustandsgrößen im Berechnungsmodul;
3. die Überlagerung der Schnittgrößen zu Bemessungsschnittgrößen und die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung auf Grund der gewählten Nachweistypen und Bemessungsparameter.



Die Berechnungsmodul können auch einzeln gestartet werden. Diese Option ist auf Grund der mittlerweile sehr leistungsstarken PC-Generationen jedoch nicht mehr von Bedeutung,

**Die Ergebnisvisualisierung** stellt die ermittelten Lastfall- und Bemessungsergebnisse in vielfältiger Form dar. Zustandsgrößen und Bewehrungswerte können als Konturflächen, Vektoren-, Zahlen- und Liniengrafiken einerseits überprüft und andererseits auch als spezielle Grafiken für das Ausgabedokument abgespeichert werden.



**Die Planerstellung** ist für die Ausgabe speziell erstellter großformatiger Darstellungen vorgesehen. Im Planerstellungsmodul können die vom Programm auf Grund der vom Benutzer bestimmten Format- und Ausgabevorgaben erstellten Pläne ggf. bearbeitet und ergänzt werden.



**Drucken** Die mit den Angaben zur Gestaltung der System- und Ergebnisdrucklisten erstellten Ausgabedokumente sowie die aus der Ergebnisvisualisierung gespeicherten Grafiken werden über den Windows-Druckertreiber ausgegeben.



Gestaltung und Umfang des Statikdokuments werden dem Benutzer über die Drucklistengestaltung zugänglich gemacht. Für das individuell zusammengestellte Dokument wird eine Vielzahl von Ausgabeformen bereitgestellt, aus denen der Benutzer wählen kann.

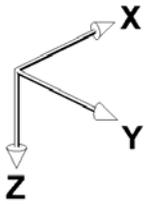
**Fehlermeldungen** und Warnungen werden nach der Berechnung vor dem Start eines Postprozessors automatisch eingeblendet und können nachträglich über den nebenstehenden Button nochmals aufgerufen werden.



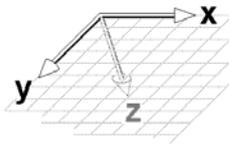
# 7 Koordinatensysteme und Vorzeichendefinitionen

Als erstes Blatt der Systemdruckliste erscheint eine Übersicht über die verwendeten Koordinatensysteme und Vorzeichendefinitionen der Ergebnisse.

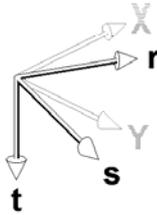
## Koordinatensysteme:



ortsfestes, globales  
**3D-Koordinatensystem**  
X und Y spannen eine horizontale Fläche auf. Z zeigt in Richtung Erdmittelpunkt.

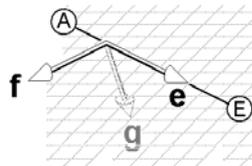


Jede definierte Ebene hat ihr eigenes  
**Koordinatensystem der Ebene x-y-z**  
x und y spannen die Ebene auf. x liegt immer parallel zur horizontalen XY-Ebene. Der Anteil von y auf Z ist stets  $\geq 0$ .  
(näheres siehe: Beschreibung der Ebenen)



Das punktbezogene  
**r-s-t-System**  
entsteht aus einer benutzerdefinierten Drehung des X-Y-Z-Systems um die definierten Achsen.

Flächenpositionen übernehmen das Koordinatensystem der Ebene, in der sie definiert sind.



Das **Linienlagerkoordinatensystem e-f-g** ist einer Ebene zugeordnet. e zeigt stets vom Anfangspunkt der Linie zum Endpunkt, f liegt in der Ebene und g zeigt in z-Richtung. Mit  $\alpha \neq 0$  können f und g um e verdreht werden. Die Linienlagerung kann sich auch auf das I-m-n-Stabsystem beziehen, wenn die Linie als Stab definiert wurde.  
(näheres siehe: Linienlager)

Für alle Punkte, deren r-s-t-System nicht explizit vorgegeben wurde, gilt: r-s-t = X-Y-Z  
(näheres siehe: Koordinatensysteme der Lagerpunkte)

## I-m-n ist das Stabkoordinatensystem.

Bei freien Stäben (ohne Ebenenbezug) wird zwischen Balken und Stützen unterschieden.

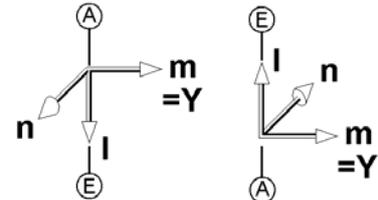
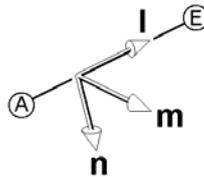
Bei allen Stäben zeigt I vom Anfangspunkt der Linie zum Endpunkt.

Bei horizontal bzw. schräg liegenden **Balken** liegt m parallel zur horizontalen XY-Ebene. Der Anteil von n auf Z ist  $> 0$ .

Bei senkrecht stehenden **Stützen** zeigt m in Richtung Y.

Bei **ebenenbezogenen Stäben** (Unter- und Überzüge) liegt m in der Ebene und n zeigt in z-Richtung (vgl: e-f-g mit  $\alpha=0$ ).

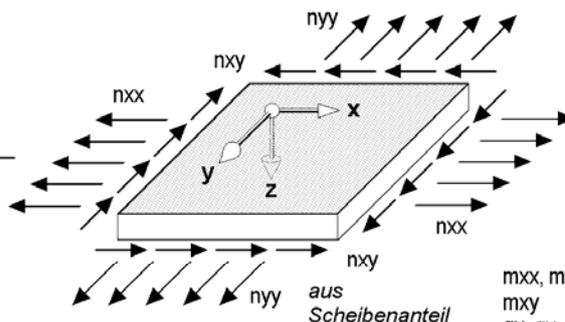
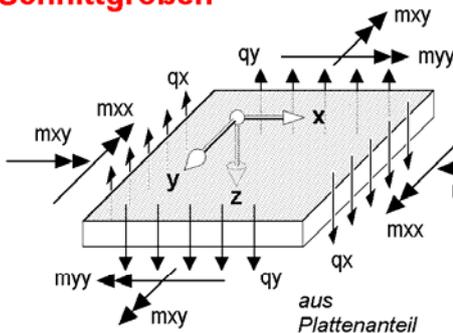
Durch den exzentrischen Anschluss ist die mittragende Wirkung der angeschlossenen Faltwerksposition auf natürliche Weise gegeben.



näheres siehe:  
Erläuterungen zu den Stabtypen

Bei freien Stäben können m und n durch einen Winkel  $\alpha$  um I verdreht werden.

## Schnittgrößen



mxx, myy Biegemomente [kNm/m]  
mxy Drillmomente [kNm/m]  
qx, qy Querkräfte [kN/m]  
nxx, nyy Normalkräfte [kN/m]  
nxy Schubkräfte [kNm]

## sonstige Ergebnisse

**Verformungen:** ux, uy, uz Verschiebungen [mm] vx, vy, vz Verdrehungen [%]  $\sigma_{bz}$  Bodenpressungen [kN/m<sup>2</sup>]  
**Einzellager:** APr, APs, APt Knotenlagerkräfte [kN] AMr, AMs, AMt Knotenlagermomente [kNm]  
**Linienlager:** ape, apf, apg Linienlagerkräfte [kN/m] ame, amf, apg Linienlagermomente [kNm/m]  
**Stäbe:** N Normalkräfte [kN] Q $\eta$ , Q $\zeta$  Querkräfte [kN] T Torsionsmomente [kNm] M $\eta$ , M $\zeta$  Biegemomente [kNm] (hier:  $\xi, \eta, \zeta = I, m, n$ )

## 8 Bearbeitungsfunktionen im grafischen Eingabemodul

Die sich hinter den einzelnen Buttons befindlichen Funktionalitäten werden eingehend im Handbuch *##-ALFA, ... Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung* beschrieben.

Im Folgenden wird deshalb nur ein Überblick über die wichtigsten Bearbeitungsfunktionen gegeben, die sich hinter diesen Buttons verbergen. Weitere Informationen erhalten Sie im aktivierten Eigenschaftsblatt über den lokalen **Hilfebutton**.

Der Aufruf der Bearbeitungsfunktionen erfolgt über die am oberen und rechten Rand des Bearbeitungsfensters angeordneten Steuerbuttons bzw. die Menüfunktionen (S. 7).

Die Steuerbuttons verhalten sie **kontextsensitiv**, d. h. es werden immer nur solche Buttons angeboten, die für den aktuellen Bearbeitungs- bzw. Auswahlstatus sinnvoll sind. In der Systemfolie erscheinen die Buttons z. B. derart



Wird nun eine bereits vorhandene Linie aktiviert, werden weitere vorher abgedunkelte Buttons zugänglich.

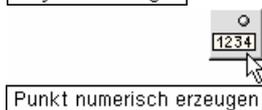


An dieser Stelle sei auf die Arbeitshilfen wie die Werkzeugleiste und die Tastaturkürzeltabelle hingewiesen, die vom fortgeschrittenen Anwender von *##-ALFA3D* genutzt werden können. S. hierzu Handbuch *##-ALFA, Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung!*

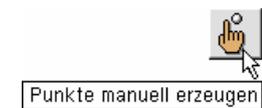
**Erzeugen und Generieren** Der Button **Objekte erzeugen** ruft das Untermenü *Erzeugen und Generieren*. Über dieses Menü kann sehr schnell ein Grundstock erforderlicher geometrischer Daten erzeugt oder importiert werden.



Auch hier bleibt ein Button abgedunkelt. Im 3D-Status können keine Punkte manuell erzeugt werden, da auf dem ebenen Monitor kein Bezug zu einer Erzeugungsebene vorhanden ist.



In einer **Tabelle** werden Punktnummern und -koordinaten über die Tastatur eingegeben. Hier können nur weitere neue Punkte erfasst werden. Eine Korrektur von Punkten aus einem vorhergehenden Aufruf der Funktion ist nicht möglich, da ansonsten Kollisionen in der bereits erzeugten Struktur hervorgerufen werden könnten.



In der Ebenenbearbeitung können **Punkte manuell** durch Klicken der Maustaste erzeugt werden. Wenn kein festes Raster mit Fangmechanismus eingestellt ist, bestimmt die Pixelauflösung des Monitors die Genauigkeit der Koordinaten. Die aktuellen Koordinaten der Mausposition werden in einem Zusatzfenster angezeigt.

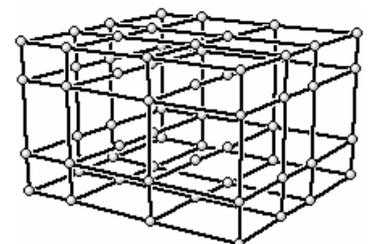


**Linien** können mit der Maus manuell erzeugt werden. In der Ebenenbearbeitung werden implizit neue Punkte mit erzeugt, wenn keine vorhandenen Punkte getroffen werden. In der räumlichen Darstellung können nur Verbindungen zwischen bereits vorhandenen Punkten manuell erzeugt werden.

Bei der manuellen **Punkterzeugung** bleibt der Modus aktiv, wenn die Punkte mit der RMT erzeugt werden. Bei Betätigung der LMT oder Drücken der Esc-Taste wird der Modus beendet. Bei der manuellen **Linienzeugung** bleibt der Modus aktiv, wenn die Punkte abwechselnd mit der LMT und der RMT angeklickt werden. Zweimalige Benutzung der LMT oder Drücken der Esc-Taste beenden den Modus.

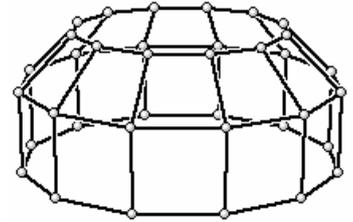


Im 3D-Bearbeitungsmodus können orthogonal gerasterte Strukturen mittels eines Generators schnell erzeugt werden.





Im 3D-Bearbeitungsmodus können rotationssymmetrische Strukturen analog zum orthogonalen Raster erzeugt werden.



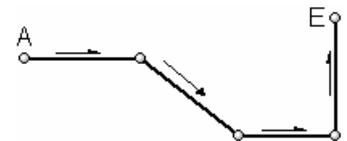
Als Grundlage für die weitere Bearbeitung können Punkte und Linien über eine DXF/Textdatei in die grafische Eingabe importiert werden. Dies ist bei komplexen Bauteilen, die bereits anderweitig geometrisch erfasst wurden, äußerst hilfreich. Zur Gestaltung des Dateiinhalts konsultieren Sie bitte die Online-Hilfe. Zur Anpassung der Koordinaten s. auch auf S. 52 unter *skalieren*.

### Ebenenbearbeitung

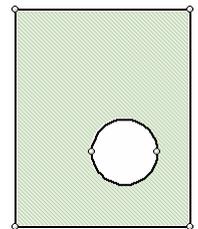
In der Ebenenbearbeitung werden die letzten drei beschriebenen Buttons durch die folgenden drei Funktionen ersetzt.



Durch numerische Festlegung oder Anklicken eines Startpunktes wird ein **Linienzug** über Differenzkoordinaten oder Länge-Winkel-Angaben bis zu einem Endpunkt erzeugt.



Ein **Rechteckmakro** kann ggf. mit Flächentypzuordnung Position/ Aussparung/Verstärkung manuell/numerisch/Punkt-zu-Punkt in der Ebene montiert werden.



Die gleiche Funktionalität wird für ein **Kreismakro** angeboten. Das Bild zeigt ein Kreismakro mit Flächentypzuordnung "Aussparung" innerhalb eines Rechtecks vom Typ "Position".

### Modellieren

Aktiviere Punkte und Linien können in Lage, Gestalt und Anordnung verändert werden.



Über den gezeigten Button können mehrere Objekte gleichzeitig modelliert werden. Ergänzend hierzu bestehen weitere Modellierungsfunktionen, die immer nur eine Linie betreffend über das individuelle Eigenschaftsblatt aufgerufen werden (Länge ändern, Kreisbogen erzeugen, unterteilen, lösen).



Sowohl die globalen als auch die individuellen Modellierungsfunktionen können gesperrt sein, wenn z.B. der fortgeschrittene Bearbeitungszustand eine Veränderung nicht mehr zulässt.

Z.B. dürfen Linien und Punkte einer bereits definierten Position nicht aus ihrer Ebene heraus verschoben werden, da die Position dann nicht mehr eben bliebe. Sobald das Programm also eine Modellierung nicht mehr zulässt, wird eine derartige Kollision vorliegen.

Die Restriktionen sind in der 3D-Ansicht am strengsten. So können Linien und Punkte nicht modelliert werden, wenn Sie einer Position zugeordnet sind. In der Ebenendarstellung können dagegen Linien und Punkte nur dann nicht modelliert werden, wenn sie mit anderen Positionen zusammenhängen. Beachten Sie in diesem Falle die Meldungen in der Statuszeile, wie viele der aktivierten Objekte modelliert werden können.

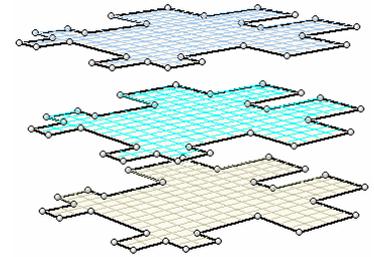
Trotzdem können die Modellierungsfunktionen auch bei Abdunkelung sinnvoll genutzt werden, wenn der Button **auf Duplikat anwenden** eingedrückt wird. Es werden dann nicht die aktivierten Objekte verändert, sondern die Funktion wird auf vorab erstellte Kopien angewandt.



Die bei den ersten drei Buttons mit der Maus durchgeführte **Verschiebeaktion** ist nur in der Ebenenbearbeitung möglich. Bei Aktivierung des vierten Buttons **von-Punkt-zu-Punkt** sind der Referenzpunkt und der Zielort dieses Punkts mit dem Fadenkreuz anzuklicken.



Der letzte Button mit numerisch genauer Angabe der Verschiebungssinkremente (S. 15) stellt in Verbindung mit dem Button **auf Duplikat anwenden** ein mächtiges Werkzeug zur schnellen Erzeugung z.B. von Stockwerksystemen dar. Die Aktion **auf Duplikat anwenden** wird hier mehrmals nacheinander auf das neu erstellte Duplikat angewandt.



Die **Verdrehung** kann numerisch oder manuell mit Ausrichtung an einer eingblendeten Kreiseinteilung durchgeführt werden. Der Drehpunkt kann aus den neun Bezugspunkten des umhüllenden Rechtecks ausgewählt werden. Durch Platzierung des Ursprungs des Konstruktionskoordinatensystems (S. 62) kann jeder beliebige Punkt der Grundrissebene zum Drehpunkt werden.



Noch nicht mit Flächendefinitionen belegte Punkte und Linien können sowohl im Raum als auch in der Ebene beliebig skaliert werden.



Die numerische **Skalierung**, ggf. mit negativen Werten, kann bei aus Datei übernommenen Koordinaten hilfreich sein, wenn den Daten ein Maßstab anhängt oder die Koordinaten gespiegelt werden müssen.



Die Spiegelungsfunktion ist ausschließlich in der Ebenendarstellung verfügbar. Wenn bereits zu Positionen verknüpfte Punkte und Linien **gespiegelt** werden sollen, beachten Sie die Meldungen in der Statuszeile, ob die Aktion für alle ausgewählten Elemente durchgeführt werden kann.

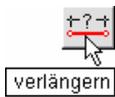


Diese Funktion ist gleichfalls nur in der Ebenendarstellung verfügbar. Auch hier sind die Meldungen in der Statuszeile zu beachten, ob alle ausgewählten Punkte **ausgerichtet** werden können.



Mit dieser Funktion werden alle ausgewählten Linien auf gemeinsame Schnittpunkte hin überprüft und miteinander **verschnitten**.

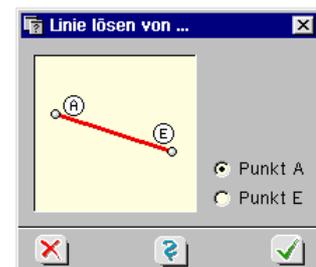
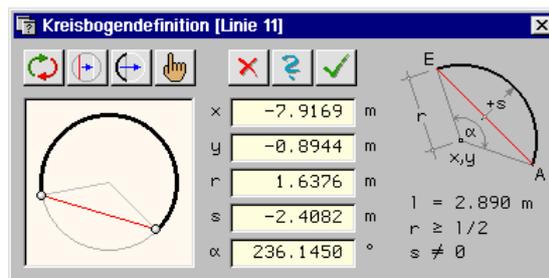
**Ebenenbearbeitung** Die letzten vier Modellieren-Buttons sind nur in der Ebenenbearbeitung bzw. über das individuelle Eigenschaftsblatt der Linie zugänglich.



Die **Längenänderung** einer Linie ist nur in der Ebene über ihr individuelles Eigenschaftsblatt möglich.



In der Ebenenbearbeitung kann eine Linie mit den gezeigten Bestimmungsparametern zu einem **Kreisbogen** umdefiniert werden.



Sowohl in der 3D-Darstellung als auch in der Ebenenbearbeitung kann eine Linie über ihr individuelles Eigenschaftsblatt regelmäßig und unregelmäßig **unterteilt** werden.



In der Ebenenbearbeitung kann eine Linie am Anfangs- oder Endpunkt von ihrer bisherigen Verbindung **gelöst** und durch Anklicken mit der Maus an einen anderen vorhandenen Punkt oder einen implizit neu erzeugten Punkt angeknüpft werden.

**Flächendefinitionen** Das räumliche Faltsystem setzt sich aus ebenen Teilflächen, den Positionen und ggf. Stabelementen zusammen.

**Position** Eine Position ist eine Fläche gleicher Werkstoff- und Bemessungseigenschaften. Die Position kann Aussparungen und Bereiche mit geänderter Dicke besitzen.

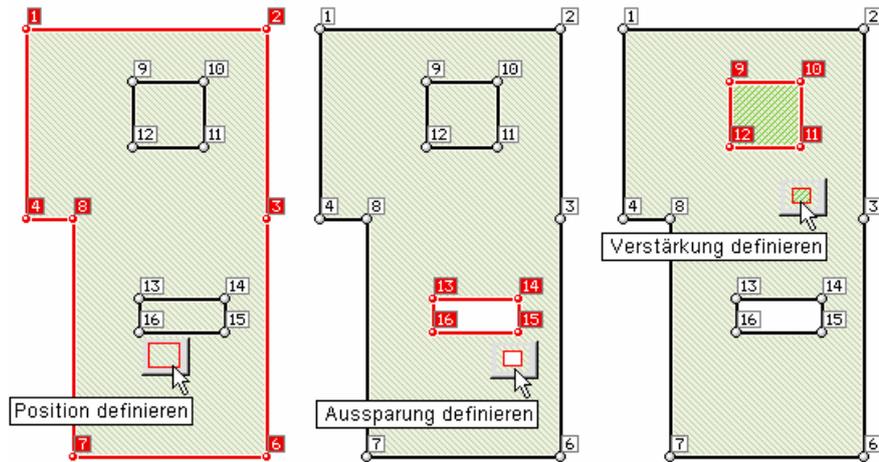


Ebene definieren

Flächendefinitionen können ausschließlich in der Ebenenbearbeitung (S. 61) erfolgen.



Eine Flächendefinition kann nur erfolgen, wenn die ausgewählten Linien einen geschlossenen **Polygonzug** bilden. Aktivierte Punkte werden bei Polygonzugbildung ignoriert. S. hierzu auch **Datenbereinigung** S. 63.



Selbstverständlich können in einer Ebene auch mehrere Positionen gebildet werden. Jede Position kann beliebig viele Aussparungen und Verstärkungen aufweisen.

**Verstärkung** Die geänderte Dicke einer Verstärkung ersetzt entweder die Grunddicke einer Position oder wird auf diese addiert. Verstärkungen können sich gegenseitig überschneiden und positionsübergreifend beschrieben werden.

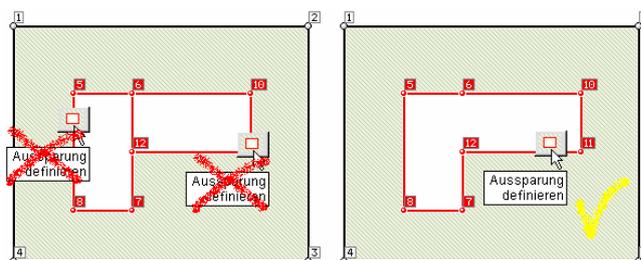


Verstärkung definieren

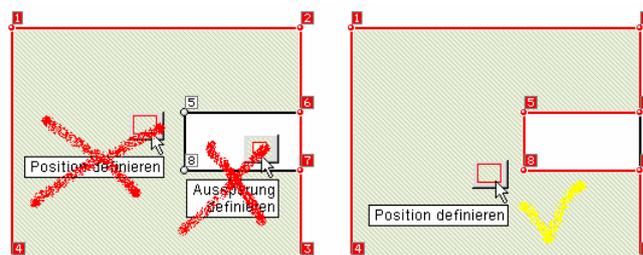
**Aussparung** Eine Aussparung besitzt innerhalb einer Position Lochcharakter. D.h. sie darf nicht an den Positionsrand oder andere Aussparungen stoßen oder den Positionsrand oder andere Aussparungen übergreifen.



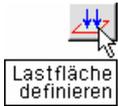
Aussparung definieren



Ist ein Einschnitt an einem Positionsrand vorhanden, so ist die Positionsumfahrung so zu beschreiben, dass sich die Fehlfläche automatisch ergibt.



## Lastfläche



In den Lastfallfolien können analog zum oben Gesagten Lastflächen erzeugt werden. Lastflächen können positionsübergreifend beschrieben werden.

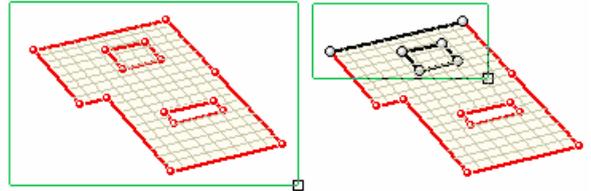
## Objektauswahl

Punkte und Linien werden in der Ebenendarstellung und in der 3D-Ansicht durch direktes, einmaliges Anklicken mit der LMT ausgewählt und danach rot markiert. Nochmaliges Anklicken mit der LMT wählt ein ausgewähltes Objekt wieder ab.

Flächenobjekte (Position, Aussparung, Verstärkung, Lastfläche) werden durch Klicken innerhalb ihrer Fläche ausgewählt. In der 3D-Darstellung können nur schraffierte Positionen ausgewählt werden. Ist die Füllung aller Positionen über den Button **Darstellungseigenschaften** oder für einzelne Positionen über die individuellen Eigenschaften deaktiviert, sind die Positionen in der 3D-Ansicht gegen Auswahl gesperrt.

Eine schnelle Auswahl für Punkte und Linien erfolgt in beiden Darstellungsformen über das Fangrechteck (S. 2).

Alle vollständig im Fangrechteck befindlichen Objekte werden ausgewählt, alle vollständig im Fangrechteck befindlichen ausgewählten Objekte werden wieder abgewählt.



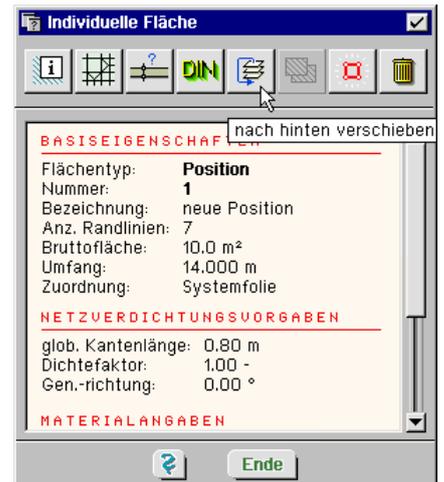
## Objektabwahl

Über die am rechten Rand des Bearbeitungsfensters befindlichen Buttons können aktivierte Objektfamilien gezielt abgewählt werden.



## Doppel-Klick-Auswahl

Bei Doppelklick auf ein Objekt (Punkt, Linie, Fläche, Lastbild) erscheint das zugehörige individuelle Eigenschaftsblatt des Objekts (hier beispielhaft das indiv. E. einer Position).

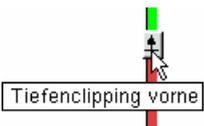


Die Eigenschaften des markierten Objekts können hier modifiziert werden. Linien können zusätzlich modelliert werden.

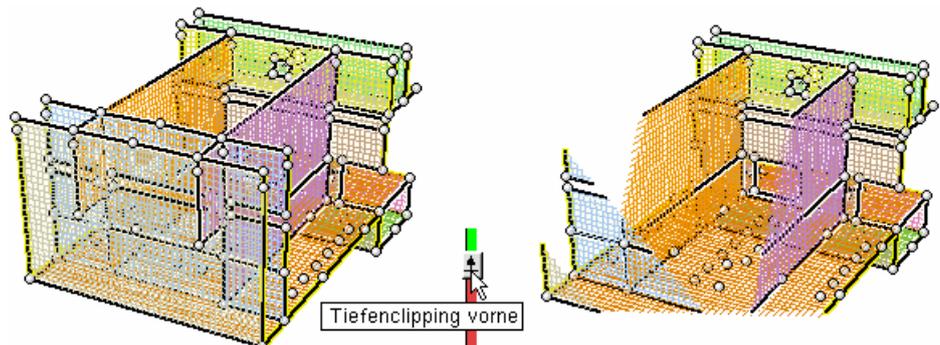


Sofern in der Ebenendarstellung Flächen übereinander liegen und die gewünschte Fläche nicht aktiviert werden kann, ist die Definitionsreihenfolge durch den markierten Button **nach hinten verschieben** solange zyklisch zu vertauschen, bis die Auswahl gelingt.

## Tiefenclipping



Wenn in der 3D-Ansicht eine Position auch durch Drehen und Wenden nicht zugänglich wird, kann das Bauteil mittels Tiefenclipping beschnitten werden, um so die Fläche aktivieren zu können.



### Löschen



aktivierte Objekte löschen

Aktivierte Objekte werden über das **Mülleimer**-Symbol gelöscht. Punkte und Linien werden aus dem Darstellungsfenster entfernt. Sind Flächen aktiviert, wird ihre Flächendefinition aufgehoben.

Da für die Objekte eine hierarchische Ordnung besteht, können Objekte auch gegen Löschen gesperrt sein. Punkte und Linien, die zu einer Fläche gehören, können nicht gelöscht werden, solange die Fläche nicht aufgehoben ist. Ferner können Punkte nicht gelöscht werden, solange Linien an sie geknüpft sind, die nicht gelöscht werden sollen.

### Undo-Funktion



Rückgängig machen: Objekte verschieben

Für die Funktion rückgängig machen/wieder herstellen sind zehn Schritte voreingestellt. Über das Menü *sonstiges* kann die Undo-Funktion abgeschaltet oder die Anzahl der undo-Level verändert werden.

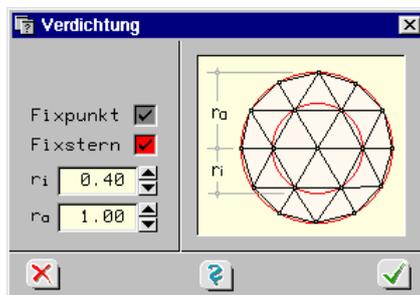
### Generierungseigenschaften



Angaben zur Netzgenerierung

Punkten, Linien und Flächen können zusätzliche Dichteigenschaften für das FE-Netz zugewiesen werden.

Die interessanteste Änderung ist die Netzverfeinerung um einen Fixpunkt, in den durch dieses Attribut ein Knoten des FE-Netzes gezwungen wird, mit sternförmiger Verfeinerung.



Netzverdichtungen um Punkte auf Positionsrändern sind nicht zulässig. I.A. ist eine globale Verfeinerung des FE-Netzes über die globale Elementkantenlänge (S. 44) sinnvoller als örtliche Verdichtungen.

### Lagerungsbedingungen



Lagerangaben

Punkten und Linien können Lagerungsbedingungen zugewiesen werden (Eigenschaftsblätter zu Punktlagern S. 13 und Linienlagern S. 14). Fesselungen können für alle sechs Freiheitsgrade frei, starr oder elastisch beliebig kombiniert werden. Die lokalen Punkt- und Linienkoordinatensysteme können den jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.



Bei der Vorgabe von **Federkonstanten** sind die Aufstandsflächen bzw. Aufstandsbreiten durch Multiplikation mit dem Bettungswert in die Eingabewerte einzuarbeiten. Verdrehungsfedern beziehen sich auf den m Linienlänge bei einer Verdrehung "1".

Flächenbettungen werden bei den Materialangaben der Position festgelegt (S. 13).

### Materialeigenschaften

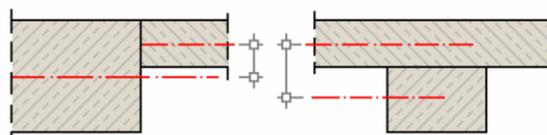


Materialangaben

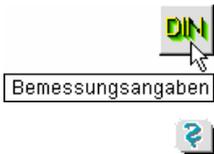
werden Flächen- und Linienobjekten zugewiesen. Neben den Standardbeton- und Stahlgüten kann im Registerblatt *Material* der Materialtyp sowohl für Flächen- als auch für Balkenelemente **frei** definiert werden.

Flächen- und Stabelemente können gevoutet sein. Bei Flächen sind analog zur veränderlichen Flächenlast (S. 12) drei nicht auf einer Geraden liegende Punkte mit den dortigen Dicken anzugeben. Beim Balken sind die Geometrien der Anfangs- und Endpunkte zu deklarieren.

Flächen- und Stabelemente können **exzentrisch** aus ihrer Erzeugungsebene verschoben werden. Hierdurch werden z.B. Kragarme oder Balkenstege in ihre geometrisch richtige Lage positioniert.



**Bemessungsangaben** Auch die Bemessungsangaben sind nach flächen- und staborientierten Eigenschaften getrennt (s. S. 31).



Die Bemessungsparameter der Fläche sind (orthogonale, schiefwinklige und radialsymmetrische Kreisbewehrung) nach DIN 1045, DIN 1045-1 und Eurocode getrennt in Register gefasst. Die Erläuterungen zu diesen Eigenschaften können über die Online-Hilfe abgerufen werden.

**Verwaltung der Einwirkungen und Lastfälle** Die Handhabung der Verwaltung der Einwirkungen und Lastfälle ist im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* eingehend beschrieben.



**Lastbilder tabellarisch eingeben** Lastbilder können lastfallübergreifend in Tabellenform erzeugt und modifiziert werden.



**Lastbilder (tabellarisch)**

Temperaturlasten

konstante Flächenlasten

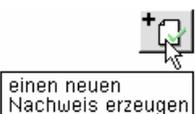
LF	belastetes Objekt		Lastordinaten			
Nr	Typ	Nr	Typ	qx [kN/m <sup>2</sup> ]	qy [kN/m <sup>2</sup> ]	qz [kN/m <sup>2</sup> ]
2	Lastfläche	1	G	0.00	0.00	229.00
2	Lastfläche	6	G	0.00	0.00	229.00
4	Lastfläche	15	G	0.00	0.00	5.15
4	Lastfläche	13	G	0.00	0.00	5.15
4	Lastfläche	14	G	0.00	0.00	5.15
4	Lastfläche	16	G	0.00	0.00	5.15
4	Lastfläche	17	G	0.00	0.00	5.15
4	Lastfläche	18	G	0.00	0.00	5.15
5	Lastfläche	26	G	0.00	0.00	5.35
5	Lastfläche	27	G	0.00	0.00	5.35

**Typ G** XYZ = globales Koordinatensystem  
**Typ S** Reduktion der Lastresultierenden durch Projektion der Last auf die Grundebene  
**Typ W** xyz = Ebenenkoordinatensystem

**Nachweise definieren** Die Interaktion zur Nachweisdefinition ist im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* eingehend erläutert. Die folgenden Hinweise sind demnach als Kurzinformationen zu verstehen.



Durch Anklicken des dargestellten Buttons wird das Fenster zur Definition der Nachweise und der zugehörigen Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive geöffnet. Da i.A. davon auszugehen ist, dass jedem Nachweis andere Überlagerungsvorschriften zugrunde liegen, sind Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive immer den definierten Nachweisen zugeordnet.



Mit dem Button **einen neuen Nachweis hinzufügen** wird ein neuer Nachweis erzeugt und in die Liste der bestehenden Objekte in den Objektbaum eingegliedert. Zuvor muss aus der Liste der möglichen Nachweistypen der gewünschte Typ ausgewählt werden. Dies geschieht in einem hierzu eingeblendeten Eigenschaftsblatt (s. S. 32).

Während im oberen Bereich der Nachweistyp ausgewählt werden kann, werden die spezifischen Eigenschaften des aktuell ausgewählten Nachweistyps im unteren Teil protokolliert. Dem einzurichtenden Nachweis können eine Nummer und eine Bezeichnung zugeordnet werden, die im Bedarfsfall zu einem späteren Zeitpunkt auch geändert werden können.

Handelt es sich bei dem einzurichtenden Nachweis um einen Nachweis, der eine lineare Schnittgrößenermittlung voraussetzt, so wird mit dem Nachweis automatisch auch eine Extremalbildungsvorschrift vom Typ Standard erzeugt, die dem Nachweis zugeordnet ist.

Wird der eingerichtete Nachweis im Menübaum grün markiert, werden im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts seine Eigenschaften protokolliert und weitergehende, optionale Einstellungen zugänglich.

Die in das Programm integrierten **Nachweistypen** sind

Stahlbeton Bemessung	EC 2, DIN 1045-1, DIN 1045 '88
... Rissnachweis	EC 2, DIN 1045-1, DIN 1045 '88
... Ermüdung/Schwing	EC 2, DIN 1045-1, DIN 1045 '88
... Spannungsnachweis	EC 2, DIN 1045-1
... Dichtigkeitsnachweis	EC 2, DIN 1045-1
Stahlbau Tragf. I. Ord.	EC 3, DIN 18800
Spannungsnachweise	LF H (Th. I. Ord.) LF HZ (Th. I. Ord.)

Schnittgrößenermittlung

Wird in gleicher Weise eine **Extremierungsvorschrift** aktiviert (s. S. 32), wird rechts die zugehörige Überlagerungsregel mit den vorhandenen (Teil)-**Sicherheits-** und **Kombinationsbeiwerten** protokolliert und über den Button **benutzerdefiniert** zugänglich.

**Koordinatenbereich und -raster** Die hinter diesem Button steckende Funktionalität ist zum Teil bereits auf S. 20 beschrieben worden.



Hier findet sich jedoch auch ein weiteres Hilfsmittel zur Übernahme bereits vorliegender Daten.

In die Ebenenbearbeitung können Daten aus **DXF-Dateien** eingelesen und die Konstruktion auf den daraus eingelesenen Vorlagen durch manuelle Erzeugung von Punkten und Linien durchgeführt werden.



**Zoomen**

Die Zoombuttons ziehen die Darstellung heran, gehen auf den letzten kleineren Zoombereich zurück oder passen die Gesamtdarstellung in das Darstellungsfenster ein.

**Eigenschaften der Systemdruckliste**

Die grafische Eingabe erstellt ein Druckprotokoll von System und Belastung, aus dem alle relevanten Eingabeparameter zur Prüfung hervorgehen. Für diese Druckliste können Spezifikationen für den Umfang festgelegt werden.



**Blickwinkel**



Für die Grafiken wird ein Blickwinkel benutzt, der unter *Ansicht* am rechten Rand des Bearbeitungsfensters durch Drehung herbeigeführt oder numerisch eingegeben und dann über den Button mit der grünen Diskette gesichert werden kann (S. 61).

**Detailnachweispunkte** In diesem Eigenschaftsblatt ist auch die Eingabe von Detailnachweispunkten zugänglich, für die eine eigene Druckliste mit umfassendem Protokoll von Ergebnissen und Zwischenergebnissen angelegt wird.

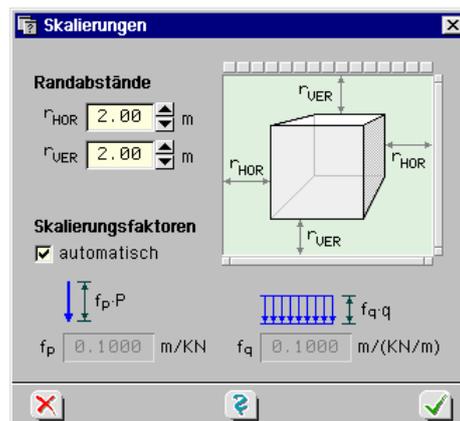


**Darstellungseigenschaften** Über das Eigenschaftsblatt *Darstellungseigenschaften* kann eine Vielzahl von zusätzlichen Informationen in den Arbeitsbereich eingeblendet werden oder zur Entlastung der Darstellung wieder entfernt werden (Eigenschaftsblatt s. S. 17).



Eigenschaften der Darstellung

Hier kann ein weiteres Eigenschaftsblatt zur **Skalierung** der Darstellung und der Lasten aufgerufen werden, in dem Anpassungen vorgenommen werden können, wenn die automatische Ermittlung nicht befriedigt.



**Flächenlasten**



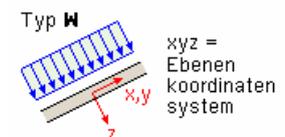
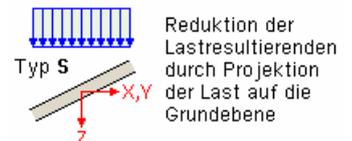
Flächenlasten definieren

Das Eigenschaftsblatt der Flächenlasten ist auf S. 26 dargestellt. Die konstanten und linear veränderlichen Lasten wurden dort ausgiebig beschrieben.

Die drei möglichen **Wirkungsdefinitionen** sind G, S, W analog zum Eigengewicht, Schnee mit  $\cos \alpha$  behaftet und Wind senkrecht zur getroffenen Fläche.

Das **Raumgewicht** wird in  $\text{kN/m}^3$  erwartet. Hiermit multipliziert das Programm die örtliche Dicke, so dass auch das Eigengewicht veränderlicher **Dickenverläufe** genau erfasst wird.

Die **Temperaturbelastung** setzt sich aus der konstanten Temperaturänderung  $t_0$  des Scheibenspannungszustandes und dem Temperaturgradienten  $\Delta t = t_u - t_0$  der Plattenbeanspruchung zusammen.  $t_u$  ist der Wert auf der Seite der Position, zu der die z-Achse des Positionskoordinatensystems zeigt.



**Linienlasten**



Linienlasten definieren

Die Eigenschaftsblätter der Linienlasten und **Stabsonderlasten** finden Sie auf S. 28. Bzgl. der Wirkungsdefinitionen im globalen XYZ-System gelten auch hier die Anmerkungen unter "Flächenlasten".

Linienlasten auf Stäben können auf das lokale Stabkoordinatensystem mit einem zusätzlichen

Drehwinkel  $\alpha$  bezogen werden.

Da Linien auf Begrenzungen oder Durchdringungslinien benachbarter Positionen, die nicht in einer Ebene liegen, angesetzt werden können, ist die Zuweisung der möglichen Wirkungskoordinatensysteme jedoch vielschichtiger als bei Flächenpositionen. Welches Koordinatensystem soll gelten und auf welche Position soll die Last wirken? Diese Fragen sind in den Eingabefeldern zu beantworten.

Bzgl. der Stabsonderlast Temperatur gelten die Ausführungen unter Flächenlasten. Hier bestehen jedoch zwei mögliche Temperaturgradienten im lokalen Stabkoordinatensystem  $l_{mn}$  (S.49);  $b_m$  und  $h_n$  sind die zugehörigen Dicken, über die die Temperatur sich ändern kann.



Punktlasten  
definieren

### Punktlasten

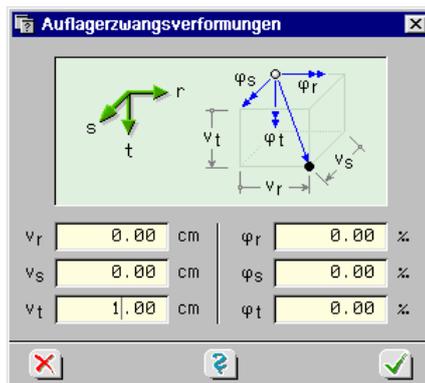
können im globalen XYZ-System oder im lokalen Knotenkoordinatensystem  $rst$  wirken (S. 49).

### Auflagerzwangsverformungen

gelten grundsätzlich im Knotenkoordinatensystem  $rst$  (S. 49) und nur in Lagerpunkten, in denen der betreffende Freiheitsgrad gefesselt ist.



Zwangsverformungen  
definieren



### Radlasten

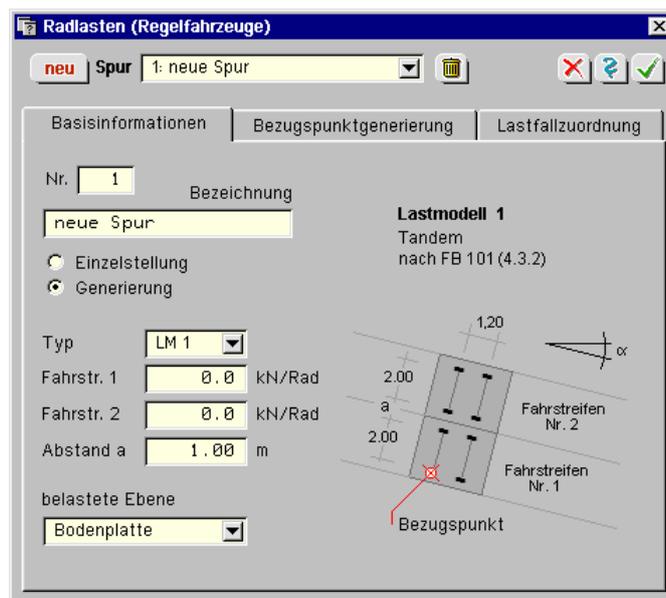
Die Laststellungen von **Regelfahrzeugen** und **Gabelstaplern** können automatisch erzeugt werden. Hierzu steht ein in drei Registerblätter unterteiltes Eigenschaftsblatt bereit.

Radlasten sind immer genau einer Ebene zugeordnet. Das Lastbild kann über alle Flächenpositionen dieser Ebene geschoben werden.

Bzgl. der Lastdefinitionen und der Bezeichnung ist das erste Registerblatt selbsterklärend.



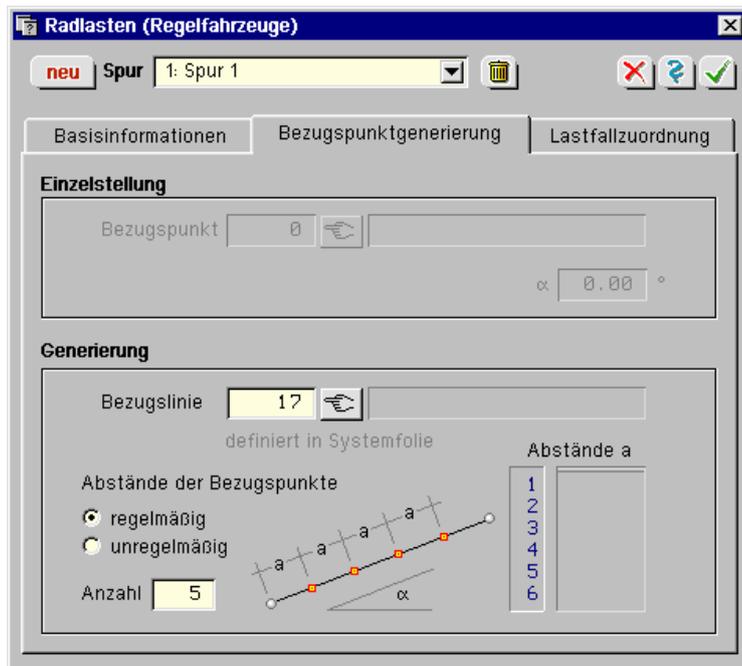
Radlasten  
definieren



Im zweiten Register wird eine Bezugslinie, an der entlang das Lastbild verschoben wird, festgelegt, sofern nicht eine Einzelstellung erzeugt werden soll.

Die Linie kann durch Anklicken des **Finger**-Buttons mit dem Fadenkreuz aktiviert werden.

Unter *Anzahl* ist anzugeben, wie viele Laststellungen erzeugt werden sollen.



Im dritten Registerblatt erfolgt abschließend die Zuordnung der Laststellungen zu den zugehörigen Lastfallnummern.



### Online-Hilfe

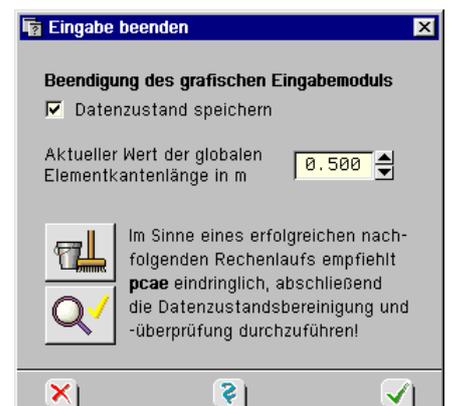


Der **Hilfe**-Button bietet Zugriff auf das Helpdokument als Gesamtübersicht der Einzeltexte, die in den Eigenschaftsblättern über die **Fragezeichen**-Buttons abgerufen werden können.

### Ende der Bearbeitung



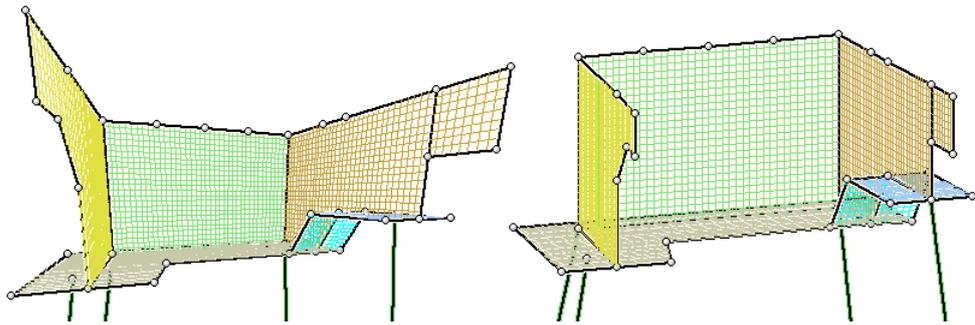
Die grafische Eingabe wird über den **Ende**-Button verlassen. In dem folgenden Eigenschaftsblatt wird die für das Gesamtsystem geltende mittlere **Elementkantenlänge** für das FE-Netz bestimmt. Sie kann über die Generierungseigenschaften für Positionen (S. 55) lokal modifiziert werden. Hier erscheinen nochmals Aufrufmöglichkeiten für die Datenbereinigung und Datenzustandskontrolle.



## Ansicht



Über die Buttonfamilie *Ansicht* wird die 3D-Darstellung des Bauteils beeinflusst. Neben der bereits beschriebenen Drehung des Bauteils (S. 38) kann auch die Entfernung des Betrachters verändert werden. Mit zunehmender Entfernung geht die Fluchtpunktperspektive in eine **Parallelperspektive** über.



numerisch



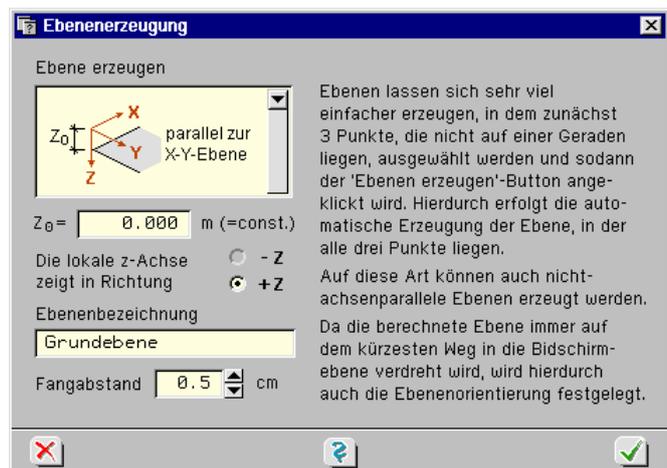
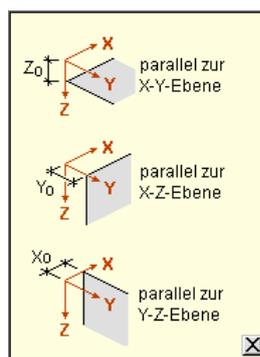
Die Augpunktkoordinaten können numerisch festgelegt werden und als Darstellungseigenschaften für das Druckdokument gespeichert werden.

## Ebenenbearbeitung

Die Konstruktion der Bauteilelemente und die Zuweisung der Flächendefinitionen erfolgt in der Ebenenbearbeitung. Sofern im 3D-Bearbeitungsfenster keine Punkte ausgewählt sind oder zu Beginn der Bearbeitung ausgewählt werden können, wird bei Anklicken des Buttons **Ebene definieren** eine allgemeine Ebenenauswahl angeboten.



Ebene definieren



In der Auswahlliste kann jede beliebige zu den Grundebenen parallele Ebene als Erzeugungsfäche bestimmt werden.

Zur Umschaltung in eine durch im 3D-Darstellungsfenster markierte Punkte beschriebene Ebene s. S. 18.

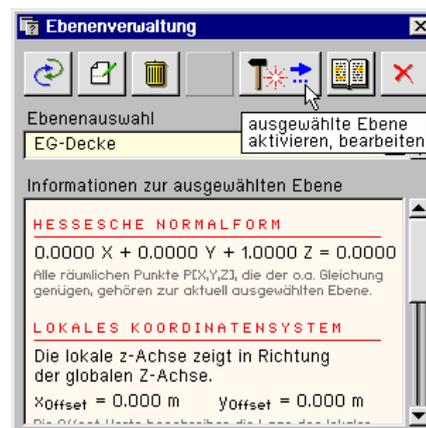


**Flächendefinitionen (S. 53) erfolgen ausschließlich in der Ebenenbearbeitung.**



ausgewählte Ebene bearbeiten

Die erzeugten Ebenen können über den zweiten Ebenenbutton aufgerufen und in ihrer Gestaltung modifiziert oder gelöscht werden.



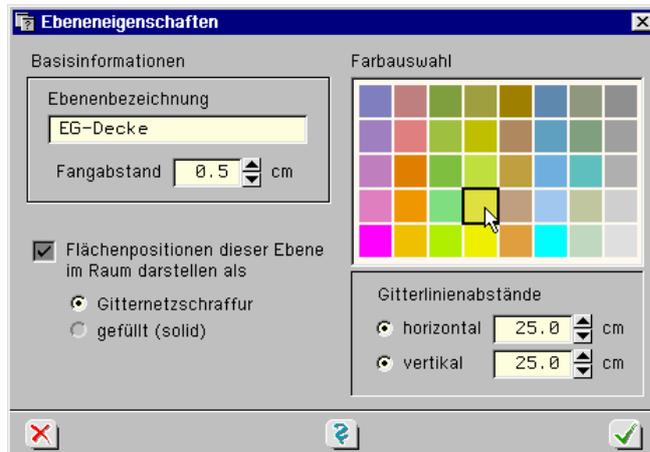


Eigenschaften der ausgewählten Ebene bearbeiten

Durch Doppelklick auf eine Linie des farbigen Gitternetzes der Ebene kann die Ebene in der 3D-Ansicht aktiviert werden.

Das Gitternetz der Ebene kann lokal deaktiviert werden.

Ein globales Abschalten aller Gitternetzschraffuren erfolgt über den Button **Darstellungseigenschaften** (S. 17, Flächenschraffur im Raum).



### Konstruktionskoordinatensystem



Konstruktionskoordinatensystem

Im Ebenenmodus kann das Konstruktionskoordinatensystem (KKS) genutzt werden. Das KKS ist ein bewegliches Interaktionshilfsmittel, das nur im Ebenenmodus angeboten wird. Es stellt ein rechtshändiges Koordinatensystem dar, dessen X-Achse in "Normalstellung" nach rechts und dessen Y-Achse nach unten weist.

### KKS manuell verschieben

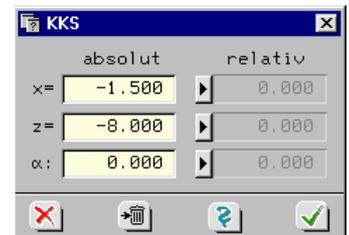


Das KKS kann frei im Fenster verschoben werden. Hierzu bewegt man den Mauszeiger in den Ursprung des KKSs, drückt die LMT und bewegt die Maus (LMT gedrückt haltend). Wird das KKS auf einen Knoten geschoben, erfolgt die Meldung *Konstruktionskoordinatensystem auf Knoten .... verlagert* in der Statuszeile. Alle Koordinatensystemangaben, die in den Eigenschaftsblättern grün hinterlegt sind, beziehen sich auf das KKS.

### KKS numerisch verschieben



Das KKS kann auch numerisch an eine bestimmte Position gebracht werden. Hierzu muss der Doppelklick auf den KKS-Ursprung angewendet werden. Es erscheint das dargestellte Eigenschaftsblatt.



Unter der Überschrift "absolut" wird die aktuelle Position des KKS ausgewiesen. Durch Änderung der X- und Y-Koordinaten kann das KKS an einer bestimmten Stelle positioniert werden. Angaben unter der Überschrift "relativ" ermöglichen ein Verschieben des KKS relativ zu seiner aktuellen Position. Durch Vorgabe der Winkel  $\alpha$  kann das KKS zudem absolut oder aber relativ verdreht werden.

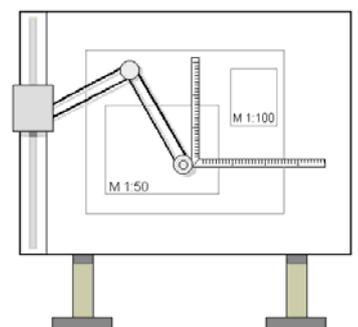


Das KKS wird deaktiviert, indem der **Mülleimer**-Button oder der **Aufruf**-Button angeklickt wird.



Das Verdrehen des KKS kann auch manuell geschehen. Hierzu führt man die Maus über den Pfeil einer der beiden Achsen des KKS und bewegt die Maus mit gedrückt gehaltener LMT. Wird eine Achse des KKS direkt auf einen Knoten gedreht, erscheint in der Statuszeile die Meldung *Konstruktionskoordinatensystem: X-Achse auf Knoten .... gedreht*.

Das KKS ist als interaktives Werkzeug vergleichbar mit den horizontalen und vertikalen Linealen eines herkömmlichen Zeichengeräts, das ebenfalls frei auf dem Plan verschoben und verdreht werden kann. Je nachdem, an welcher Stelle konstruiert werden soll, wird man es entsprechend in Position bringen.



## Folien



Die Bearbeitung der Systemdaten erfolgt in einer separaten Eingabefolie. Für jeden erzeugten Lastfall wird eine eigene Eingabefolie eingerichtet. Über das **Lupensymbol** kann der Lastfall über seine Bezeichnung gesucht werden.

## Gruppenbildung



Flächenpositionen, die sich in einer gemeinsamen Ebene befinden, können zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Gleiches gilt für Linienzüge, die einen Polygonzug bilden. Ein Linienzug von Lagerlinien wird damit zu einer Lagerbank, ein Linienzug von Stäben zu einem Stabzug definiert. Die gebildeten Objektgruppierungen können über den **bearbeiten**-Button modifiziert und gelöscht werden.



Die Gruppenbildung hat ausschließlich ausdrück- und darstellungstechnischen Charakter. Gruppen werden sowohl in Druckdokument als auch in der Ergebnisvisualisierung gemeinsam aufgerufen und dargestellt.

## Datenzustandsbehandlung



Die in der Sitzung aktuell behandelten Daten werden prinzipiell nur im Arbeitsspeicher lokalisiert und sind damit flüchtig. Die Undo-Funktion sichert jedoch nach jeder relevanten Aktion Daten in Zwischendateien auf der Festplatte. Der Button **Datenzustand sichern** hat damit zwar keine so zentrale Bedeutung für die Datensicherheit, doch kann über ihn der Datenbestand ordnungsgemäß gesichert werden.

Der Button **Datenzustand überprüfen** ruft die Plausibilitätskontrolle auf, die auf Datenkollisionen hinweist und zusammen mit der Datenbereinigung einen fehlerfreien Rechenlauf sicherstellt. Der Benutzer sollte aber in jedem Falle von sich aus eine saubere Konstruktion von System und Lasten anstreben und sich nicht nur auf die genannten Funktionen verlassen!

Über den Button **Datenzustand bereinigen** werden sich im Laufe der Eingabe zwangsläufig ergebende geometrische Doppeldefinitionen beseitigt und fehlende Verschneidungsobjekte erzeugt. Die Bereinigungsfunktion unterscheidet zwischen der Ebenenbearbeitung und der Gesamtdarstellung in der 3D-Ansicht. Die Bereinigung in der Ebene und in einer Lastfallfolie trägt diesen lokalen Beschreibungen Rechnung, wohingegen die Bereinigung in der 3D-Ansicht oder am Ende der Bearbeitung alle für das Bauteil zutreffenden Daten überprüft.

## abwählen

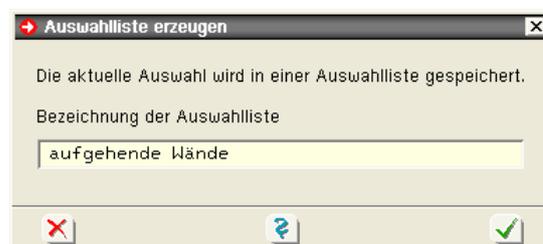


Mit den gezeigten Buttons werden die einzelnen Objektfamilien, die im gegenwärtigen Auswahlzustand aktiviert sind, separat deaktiviert.

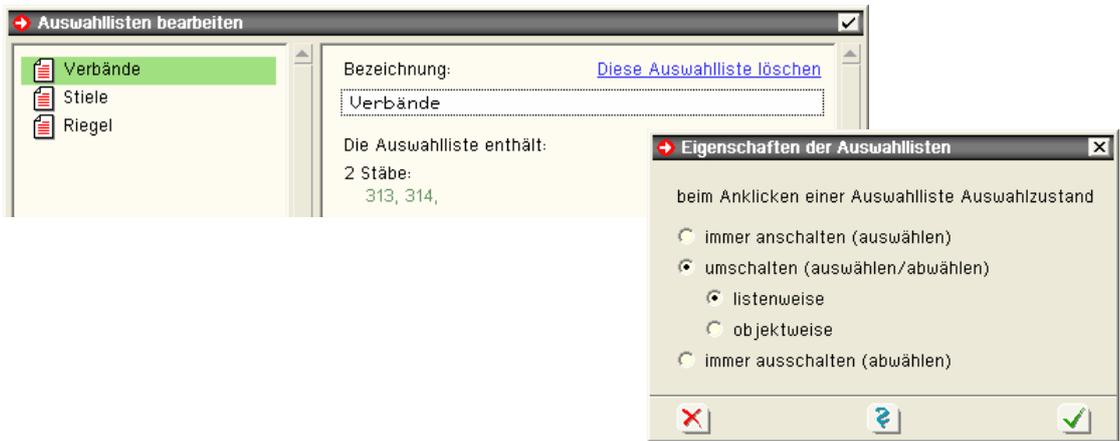
## Auswahllisten



Der aktuelle Auswahlzustand kann in einer Auswahlliste gespeichert werden. Hierzu muss der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem der aktuellen Auswahl eine Bezeichnung zugeordnet werden kann. Wird dieses Eigenschaftsblatt bestätigt, kann die Auswahl jederzeit durch Anklicken des entsprechenden Symbols im Baumansichtsfenster unter dem Wurzelobjekt "Auswahllisten" durch einfaches Anklicken aktiviert werden.



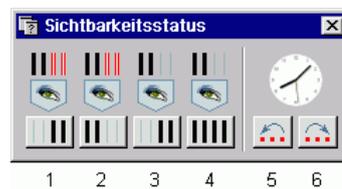
Erfährt eine definierte Auswahlliste im Baumansichtsfenster einen Doppelklick, erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die definierten Auswahllisten eingesehen und verwaltet werden können. Insbesondere können hier nicht mehr benötigte Auswahllisten gelöscht werden.



Erfährt das Wurzelobjekt mit der Bezeichnung "Auswahllisten" einen Doppelklick, kann in dem hierdurch eingeblendeten Eigenschaftsblatt festgelegt werden, wie das grafische Eingabemodul auf einen Klick auf eine Auswahlliste reagieren soll.

### Sichtbarkeitsstatus

Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons besteht die Möglichkeit, ausgewählte Stäbe unsichtbar zu schalten. Hierdurch wird ermöglicht, innerhalb von komplexen Strukturen mit sehr vielen Objekten an ausgewählten Detailbereichen zu arbeiten.



### Nummerierung

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird eine neue Durchnummerierung der Punkte, Linien, Positionen, Verstärkungen und Lastflächen eingeleitet. Diese orientiert sich an der Lage der Objekte im Raum und kann von oben nach unten (Z-Richtung), von rechts nach links (Y-Richtung) oder von vorne nach hinten (X-Richtung) durchgeführt werden.



## 9 Index

3D-Darstellung .....	15	Freiwert .....	23
Abkürzungen .....	2	FW .....	23
abwählen .....	63	Gabelstapler .....	59
Ansicht .....	61	Gelenkbedingung .....	39
Ansicht drehen .....	38	Gelenke .....	23
Assistent Laststruktur .....	25	generieren .....	50
Auflagerzwangsverformung .....	59	Gitterabstand .....	18
Ausgaberaster .....	40	Gitternetz .....	62
ausrichten .....	52	Gleichgewichtskontrolle .....	38
Aussparung .....	19, 53	Grafik drucken .....	42
Auswahlliste .....	25, 63	Gruppe .....	63
Bauteil erzeugen .....	6	Gruppierung .....	24
Bemessungsangaben .....	56	Hierarchie .....	21
Bemessungseigenschaften .....	31	Imperfektion .....	2
Berechnung .....	35	Installation .....	4
blank .....	2	Interaktionselemente .....	7
Blickwinkel .....	18, 57	Kombinationsbeiwert .....	32, 57
Bodenpressung .....	37	Konstruktionskoordinatensystem .....	62
Buttons .....	2	Kontextsensitivität .....	5, 7, 50
CAD-Datenübernahme .....	6	Konturflächen .....	36, 37
Cursor .....	2	Koordinatenbereich .....	57
Darstellungseigenschaften .....	17, 29, 58	Koordinatenraster .....	57
Datenbereinigung .....	11, 34, 53	Koordinatensystem lokales .....	17
Datenimport .....	51	kopieren .....	15
Datenzustand .....	63	Kreisbogen .....	52
Datenzustandskontrolle .....	34	Kreismakro .....	51
Deformation .....	36	Lagerreaktionen .....	37
Detailnachweispunkte .....	58	Lagerungsbedingungen .....	55
Dicke veränderliche .....	12	Lastbild .....	2
Dickenverlauf, veränderlicher .....	58	Lastbilder, tabellarisch .....	56
Doppelklick .....	10, 36, 40, 54	Lastfall .....	2, 25, 56
drehen .....	15, 38	Lastfläche .....	30, 54
Druckbewehrung .....	35, 42	Lastkollektiv .....	2
Duplikat .....	15	Lastrichtung .....	29
duplizieren .....	51	Lastschema .....	25
DXF .....	51, 57	Laststruktur .....	25
Ebene aktivieren .....	20	Linien erzeugen .....	20
Ebene löschen .....	19	Linien manuell .....	50
Ebenenauswahl .....	38	Linieigenschaften individuelle .....	10
Ebenenbearbeitung .....	9, 51, 61	Linienzeugung .....	50
Ebenendefinition .....	16	Linienzeugung manuelle .....	15, 17
Ebeneneigenschaften .....	16	Liniengrafik .....	40
Einwirkung .....	2, 25, 56	Linienlast .....	28, 58
Einzellast .....	29	Linienzug .....	10
Elementkantenlänge, mittlere .....	60	Linienzug erzeugen .....	51
e-Mail .....	5	löschen .....	55
Ergebnissatz .....	36	lösen .....	53
Ergebnisvisualisierung .....	35	Materialangaben .....	12, 22
erzeugen .....	50	Materialeigenschaften .....	55
Extremalbildungsvorschrift .....	2	Menüauswahlzeile .....	37
Extremierungsvorschrift .....	57	modellieren .....	51
Exzentrizität .....	55	Momentengelenk .....	23
Fangemechanismus .....	20	nach hinten .....	31
Fangerechteck .....	2, 11	Nachweis erzeugen .....	56
Federkonstante .....	55	Nachweise .....	56
Fehlermeldung .....	23	Nachweistyp .....	57
Flächenbettung .....	13	Netzverdichtung .....	55
Flächendefinition .....	16	Nummerierung .....	64
Flächenlast .....	30, 58	Objekt abwahl .....	54
Flächenlasten veränderlich .....	27	Objektauswahl .....	54
Flächennormalenvektor .....	18	Objektbaum .....	24
Folie .....	63	Parallelperspektive .....	61

Polygonzug .....	10, 53	Stabkoordinatensystem .....	22
Polygonzug nicht geschlossen .....	12	Stablasten .....	28
Polygonzug vertauschen .....	31	Stabsonderlast .....	58
Position .....	11, 53	Startsymbol .....	4
Position definieren .....	9	Steuerbutton .....	5
Positionskoordinatensystem .....	30	Superpositionsgesetzes .....	43
Punkte manuell .....	50	Systemdruckliste .....	57
Punkterzeugung .....	50	Tabelle .....	41
Punktkoordinatensystem .....	29	Tastaturkürzeltabelle .....	7
Punktlast .....	29, 59	Teilsicherheitsbeiwerte .....	32
Punkttafel .....	50	Teilsystem verschiebliches .....	23, 24
Radlast .....	59	Temperaturlast .....	28, 58
Raster, orthogonales .....	50	Text erläuternder .....	37
Raster, rotationssymmetrisches .....	51	Tiefenclipping .....	54
Rastererzeugung .....	20	Überzug .....	21
Raumgewicht .....	27, 58	undo .....	21, 55
Rechenlauf .....	35	unterteilen .....	10, 52
Rechteckmakro .....	9, 51	Untersatz .....	21
Regelfahrzeug .....	59	Vektoren .....	38
rückgängig .....	21, 55	Vektorgrafiken .....	39
Schalttafeln, dynamische .....	37	verdrehen .....	52
Scharnier .....	22	vereinheitlichen .....	12
Schlitz .....	22	vergrößern .....	52
Schnitt .....	40	verlängern .....	52
Schreibtisch .....	5	verschieben .....	52
Schreibtischauswahl .....	4	verschneiden .....	52
Sicherheitsbeiwert .....	57	Verstärkung .....	53
Sichtbarkeit .....	64	vertauschen zyklisch .....	31
Sichtbarkeitsstatus .....	25	Voutung .....	12, 58
skalieren .....	52	Werkzeugleiste .....	7
Skalierung Lastbilder .....	58	Wirkungsdefinition .....	58
spiegeln .....	52	Zahlenwerte .....	40
Stab .....	21	zoomen .....	57
Stabendgelenke .....	23		