



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-ROSY

Rotationssymmetrische Schalentragerwerke

Dezember 2020

4H-ROSY

Rotationssymmetrische Schalenträgerwerke

Copyright 2005-2020

2. erweiterte Auflage, Dezember 2020

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

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

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

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

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

Produktbeschreibung

##-ROSY ist ein Produkt der **pcae** GmbH, Hannover, und berechnet und bemisst hinsichtlich System und Belastung rotationssymmetrische Schalentragwerke mit und ohne Bettung.

Rotationsschalen sind dünnwandige Flächentragwerke, die in einer oder zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen gekrümmt sind. Die Mittelfläche einer Rotationsschale entsteht durch Drehung einer ebenen Kurve um eine in ihrer Ebene liegende Drehachse. Die erzeugende Kurve wird Meridiankurve genannt. Durch Rotation eines geraden Meridians erhält man nun eine Kegel- oder Zylinderfläche. Die Symmetrie der Schale und der Belastung ermöglicht es, die Berechnung in zwei Dimensionen durchzuführen.

Das Programm ##-ROSY berechnet Einzelschalen und aus bis zu 50 Schalen zusammengesetzte beliebig gestaltete Rotationsschalen mit geraden Meridianverläufen.

Der Theorie der Rotationsschalen liegen folgende Annahmen zu Grunde: Die Schalendicke ist klein im Vergleich zu den anderen Abmessungen; die Verformungen sind klein, d. h. der Einfluss der Formänderungen auf den Kräfteverlauf ist vernachlässigbar; auf Biegung beanspruchte Querschnitte bleiben eben; der Werkstoff ist isotrop und linear-elastisch.

Das Schalentragwerk wird durch eine Anzahl von konischen Ringschalenelementen in Form von Kegelstumpfschalen ersetzt und in ein Ersatzsystem überführt. Auf diese Weise lassen sich auch zusammengesetzte Schalenkonstruktionen durch die Methode der Finiten Elemente analysieren. Bei geschlossenen Schalen kommen an den Enden entweder Kegelschalenelemente oder ebene Kreisplatten vor.

Der Meridianschnitt der Rotationsschale wird in Schalenpositionen unterteilt. Die einzelnen Positionen dürfen keine sprunghaften Änderungen hinsichtlich Belastung, Wanddicke, Krümmung usw. aufweisen. Änderung der Lagerungsbedingungen oder Angriff von Einzellasten erfordern gleichfalls eine Unterteilung in Positionen.

Auch für Belastung und Lagerung wird Rotationssymmetrie vorausgesetzt. Die rotationssymmetrische Belastung kann aus Flächenlasten, Eigengewicht, Silodruck, Gas- und Flüssigkeitsdruck, Erd- und Ringlasten sowie gleich- und ungleichmäßiger Temperatur bestehen.

Das Tragwerk kann aus den Materialien Stahl und Stahlbeton als Mischsystem ausgeführt werden (Normenbezug EC 2, EC 3, DIN 1045-1, DIN 1045 und DIN 18800). Ferner können Positionen mit beliebiger Werkstoffgüte in das Tragsystem integriert sein, die jedoch nur mit ihren Steifigkeitswerten berücksichtigt und nicht nachgewiesen werden.

Endresultat der Berechnungen mit ##-ROSY sind Spannungen und daraus resultierende Ausnutzungsgrade für Stahlbauteile und für Stahlbetonbauteile die erforderliche Armierung.

Zum Standardlieferumfang gehört eine englischsprachige Druckdokumentenerstellung.

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 ##-ROSY von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Das vorliegende Handbuch gibt einerseits eine Anleitung zur Einarbeitung an Hand eines Eingabebeispiels und beschreibt im Folgenden die Eigenschaftsblätter der grafischen Eingabe und die Ausgabemöglichkeiten der Postprozessoren in chronologischer Reihenfolge.



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

Zur Gesamtdokumentation ##-ROSY gehören neben diesem Manual die Handbücher
*das **pcae**-Nachweiskonzept und DTE®-DeskTopEngineering.*

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit ##-ROSY.

Hannover, im Dezember 2020

Abkürzungen und Begriffe

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

Maustasten	RMT	rechte Maustaste drücken
	LMT	linke Maustaste drücken
	LF	Lastfall
	Nwtyp	Nachweistyp



signalisiert Anmerkungen

Buttons

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



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

Index

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

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

Doppelklick

Zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank

Leerzeichen

Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

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 Rechtecks ausgewählt und befinden sie sich vollständig in seinem Innenraum, werden sie wieder deaktiviert.

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** 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 über einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	7
2	Bauteil erzeugen	9
3	Eingabebeispiel	11
3.1	Systemabmessungen	11
3.2	Geometrieingabe	12
3.2.1	Geometrieingabe über Knoten- und Stabtablelle	12
3.2.2	Geometrieingabe durch Linienzugerzeugung	13
3.2.3	manuelle Linienzerzeugung	14
3.2.4	weitere Hilfsmittel zur Geometrieingabe	15
3.3	statisches System	16
3.3.1	Materialangaben	16
3.3.1.1	Stahlbetonquerschnitte zuweisen	16
3.3.1.2	individuelle Materialeigenschaften	17
3.3.2	Erläuterung zur Zuweisung von Eigenschaften	17
3.3.3	Bettungseigenschaften	18
3.3.4	Gruppendifinition	18
3.3.5	Elementeinteilung für FE-Berechnung	19
3.3.6	Modellieren von Linien	19
3.3.7	Schalenbezeichnung	20
3.3.8	Darstellungseigenschaften	20
3.3.9	Sichern der Eingaben	21
3.4	Belastung	22
3.4.1	Assistent zur Laststrukturierung	22
3.4.2	Eigengewichtslasten	23
3.4.3	Temperaturlasten	24
3.4.4	Lastfallbezeichnungen ändern	24
3.4.5	Positionsflächenlasten eingeben	25
3.4.6	individuelle Punkteigenschaften	26
3.4.7	Flüssigkeitsdruck, zusätzlicher Lastfall und Aktivierung von Gruppen	27
3.4.8	Auftrieb und kopieren von Lastbildern	28
3.4.9	nichtrotationssymmetrische Belastung	29
3.5	Kontextsensitivität	29
3.6	Nachweise	30
3.6.1	Lastkollektiv einrichten	32
3.6.2	Nachweis Schnittgrößenermittlung	33
3.6.3	Detailnachweispunkte	34
3.7	Datenzustandskontrolle	34
3.8	Berechnung des Tragwerks	35
3.8.1	Meldungen des Rechenlaufs	35
3.9	Visualisierung der Ergebnisse	36
3.9.1	Ergebnissatz auswählen	36
3.9.2	Kürzel in den Auswahllisten der dynamischen Schalttafeln	37
3.9.3	Ergebnisse der Bemessungen und Nachweise	37
3.9.4	charakteristisches Niveau im Nachweis Schnittgrößenermittlung	38
3.9.5	Grafiken für Statikdokument sichern	38
3.10	Bilanz und Hinweis auf Drucklistengestaltung	39
4	allgemeine Erläuterungen zur Anwendung von ##-ROSY	40
4.1	Bauteile verwalten unter DTE®	40
4.1.1	Bauteile einrichten	40
4.1.2	Bauteile kopieren	41
4.1.3	Bauteile sichern	41
4.1.4	Datenkategorien und Drucklisten	42
4.1.5	DTE®-Menüfunktionen	42
4.2	grafisches Eingabemodul	44
4.2.1	Allgemeines	44

4.2.1.1	statisches System	44
4.2.1.2	Netzwerkstruktur	44
4.2.1.3	Koordinatensysteme	44
4.2.2	Oberfläche	45
4.2.2.1	Steuerelemente	45
4.2.2.2	Objektfenster	48
4.2.2.3	Objekte aus- und abwählen	48
4.2.2.3.1	Doppelklick-Funktionen	48
4.2.2.4	Explorerfenster	48
4.2.2.5	Statuszeile	49
4.2.2.6	Start-Button	49
4.2.3	Navigation	49
4.2.3.1	Drehen im Raum	49
4.2.3.2	Kameraentfernung verändern	49
4.2.3.3	Kameraposition numerisch festlegen	49
4.2.3.4	Kameraposition speichern	50
4.2.3.5	Tiefenclipping	50
4.2.3.6	in Ausschnitte zoomen	50
4.2.3.7	Ansichtseigenschaften	50
4.2.3.8	Arbeiten mit dem Explorerfenster	51
4.2.3.9	Arbeiten in Ebenen	51
4.2.3.10	Folientechnik	51
4.2.3.11	Fenstergröße verändern	51
4.2.4	Systemobjekte erzeugen	51
4.2.4.1	Punkte tabellarisch erzeugen	52
4.2.4.2	Linien per Maus erzeugen	52
4.2.4.3	Knoten und Linien generieren	52
4.2.4.3.1	orthogonale Raster	52
4.2.4.3.2	rotationssymmetrische Raster	53
4.2.4.4	Knoten und Linien importieren	55
4.2.4.4.1	Datenimport aus einer Textdatei	55
4.2.4.4.2	Datenimport aus einer DXF-Datei	55
4.2.4.5	weitere Erzeugefunktionen in der Ebene	56
4.2.4.5.1	Punkte und Linien erzeugen	56
4.2.4.5.2	Linienzug erzeugen	56
4.2.4.5.3	Rechteckmakro erzeugen	56
4.2.4.6	Punkte und Linien duplizieren	57
4.2.5	Systemobjekte modellieren	57
4.2.5.1	Anwendung auf Duplikat	57
4.2.5.2	ausgewählte Objekte verschieben	57
4.2.5.3	ausgewählte Objekte drehen	57
4.2.5.4	ausgewählte Objekte vergrößern	58
4.2.5.5	ausgewählte Objekte spiegeln	59
4.2.5.6	ausgewählte Punkte ausrichten	59
4.2.5.7	ausgewählte Linien verschneiden	59
4.2.5.8	individuelle Knotenbearbeitung	60
4.2.5.8.1	Knotenbasiseigenschaften	60
4.2.5.8.2	Punkt verschieben	60
4.2.5.8.3	Knoten löschen	60
4.2.5.9	individuelle Linienbearbeitung	60
4.2.5.9.1	Linie verschieben	61
4.2.5.9.2	Linie drehen	61
4.2.5.9.3	Linienlänge ändern	61
4.2.5.9.4	Linie vergrößern	61
4.2.5.9.5	Linie spiegeln	61
4.2.5.9.6	Orientierung ändern	61
4.2.5.9.7	Linie unterteilen	62
4.2.5.9.8	Linie vom Punkt lösen	62
4.2.5.9.9	Linie löschen	62
4.2.5.10	Modellieren durch Bereinigen	62

4.2.5.11	Objekte löschen	63
4.2.6	Systemeigenschaften	63
4.2.6.1	globale Einstellungen	63
4.2.6.2	Eigenschaften vereinheitlichen	64
4.2.6.3	individuelle Eigenschaften	64
4.2.6.4	Knoteneigenschaften	64
4.2.6.4.1	Punktlagereigenschaften	64
4.2.6.5	Linienereigenschaften	64
4.2.6.5.1	Elementgenerierungsangaben	64
4.2.6.5.2	Material und Querschnitt	65
4.2.6.5.3	Bemessungseigenschaften	66
4.2.7	Belastung	66
4.2.7.1	Lastfälle erzeugen und aktivieren	66
4.2.7.2	Lastbilder erzeugen und bearbeiten	67
4.2.7.2.1	Ringlasten.....	67
4.2.7.2.2	Auflagerzwangsverformungen	67
4.2.7.2.3	Eigengewichts- und Temperaturlasten.....	67
4.2.7.2.4	Positionsflächenlasten.....	68
4.2.7.2.5	Lastbilder tabellarisch bearbeiten	69
4.2.7.2.6	Lastbilder kopieren	70
4.2.8	Nachweise.....	70
4.2.9	Sonderkapitel	70
4.2.9.1	Arbeiten in Ebenen.....	70
4.2.9.1.1	Ebeneneigenschaften.....	70
4.2.9.1.2	Freihandmodellierungen.....	72
4.2.9.1.3	Konstruktionskoordinatensystem	72
4.2.9.2	Objektgruppen.....	73
4.2.9.3	Eigenschaften der Systemdruckliste.....	74
4.2.9.4	Undo-Funktionen.....	74
4.2.9.5	Datenzustand	75
4.2.9.5.1	Datenzustand sichern.....	75
4.2.9.5.2	Datenzustand überprüfen.....	76
4.2.9.5.3	Datenzustand bereinigen	76
4.2.9.6	Export zu ##-ALFA3D	77
4.2.9.7	Eingabemodul beenden	77
4.2.9.8	Empfehlungen zur Vorgehensweise	78
4.3	CAD-Importfilter.....	79
4.3.1	DXF-2D-Filter	79
4.3.2	DXF-3D-Filter	81
4.3.3	Vorlagenerzeugung	82
4.4	Koordinatensysteme und Vorzeichenregeln	83
4.5	Ergebnisvisualisierungsmodul.....	84
4.5.1	allgemeine Erläuterungen	84
4.5.2	Verwaltung der Druckansichten	86
4.5.3	3D-Darstellung	88
4.5.4	Liniengrafiken.....	91
4.5.5	Tabellen.....	92
4.5.6	Menüauswahlzeile.....	93
4.5.7	darstellbare Ergebnisse Rotationssymmetrischer Schalenträgerwerke.....	93
4.5.7.1	System	93
4.5.7.2	Lastfall und Lastkollektiv	93
4.5.7.2.1	Konturen, Grenzl意思 und Liniengrafiken	93
4.5.7.2.2	Tabellen Schalen.....	93
4.5.7.2.3	Tabellen Knoten	93
4.5.7.3	Extremierungen, Zusammenfassung der einzelnen Nachweise	93
4.5.7.4	EC2, DIN 1045-1 und DIN 1045 alle Nachweise	94
4.5.7.5	EC2, DIN 1045-1 und DIN 1045 Bemessung	94
4.5.7.6	DIN 1045 Schubnachweis.....	94
4.5.7.7	DIN 1045 Rissnachweis.....	94
4.5.7.8	DIN 1045 Schwingnachweis (Zusammenfassung des Nachweises).....	94

4.5.7.9	EC2 und DIN 1045-1 Schubnachweis	94
4.5.7.10	EC2 und DIN 1045-1 Rissnachweis.....	94
4.5.7.11	EC2 und DIN 1045-1 Ermüdungsnachweis (Zusammenfassung des Nachweises)	95
4.5.7.12	EC2 und DIN 1045-1 Spannungsnachweis (Lastkollektiv)	95
4.5.7.13	EC2 und DIN 1045-1 Spannungsnachweis (Extremierung, Zusammenf. des Nachweises).....	95
4.5.7.14	DIN 18800 Spannungsnachweis.....	95
4.5.7.15	Zusammenfassung aller Nachweise	95
4.6	Drucklistengestaltung	96
4.6.1	Fenster <i>Ergebnisse</i>	97
4.6.2	Fenster <i>Tabellen und Grafiken</i>	97
4.6.3	Fenster <i>Objektauswahl</i>	98
4.6.4	Tipps zur Drucklistengestaltung	99
5	Literaturverzeichnis.....	100
6	Index	101

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

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

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##*-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, lesen Sie bitte auf S. 9, Bauteil erzeugen, weiter.

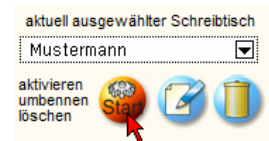


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

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



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

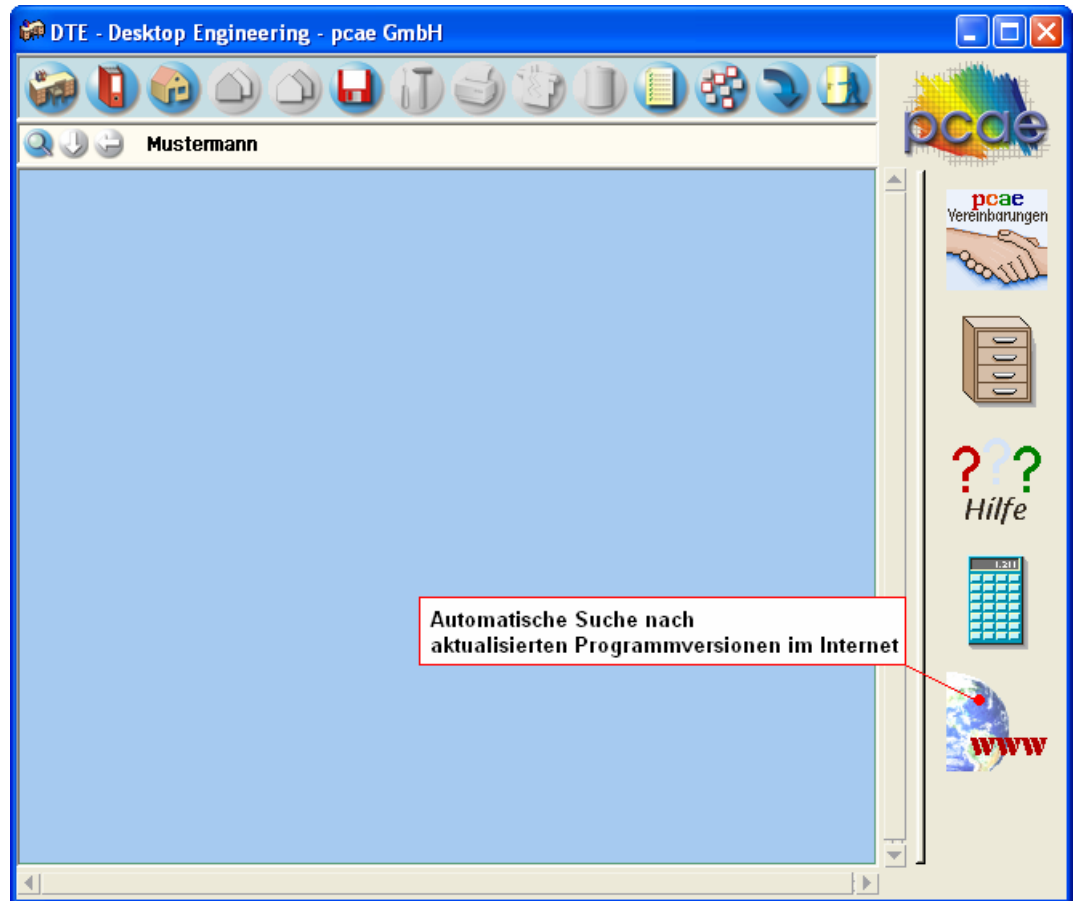


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

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



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



Steuerbuttons

Im oberen Bereich des 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.

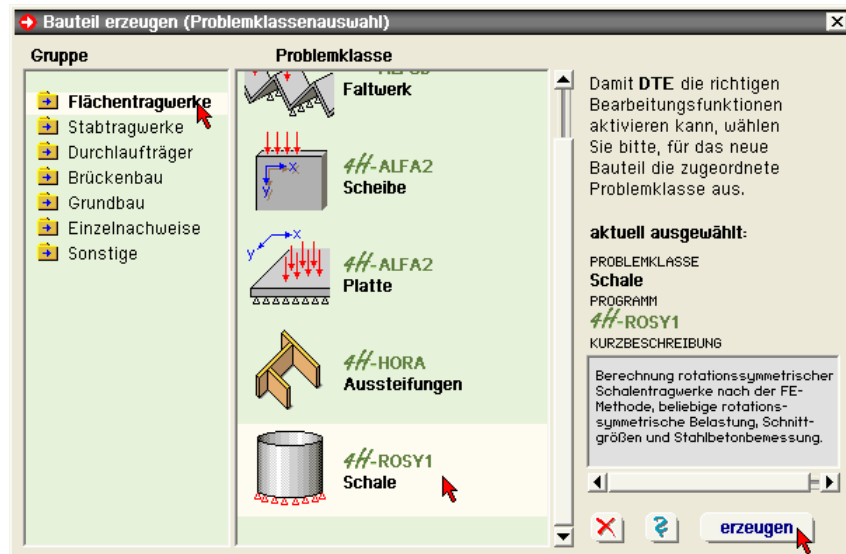
- | | |
|--|---|
| | Die Buttons bewirken im Einzelnen |
| | öffnet die Schreibtischauswahl |
| | legt einen neuen Projektordner an |
| | erzeugt ein neues Bauteil |
| | kopiert das aktivierte Bauteil |
| | fügt die Bauteilkopie ein |
| | lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der e-Mail-Dienst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

Bauteil erzeugen



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils vom Typ *Schale* wird das **Schnellstartsymbol** in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtisches angeklickt.

Klicken Sie bitte in dem folgenden Eigenschaftsblatt mit der LMT auf die Gruppe **Flächentragwerke**, dann auf die Problemklasse **Schale** und abschließend auf den **erzeugen-Button**.



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

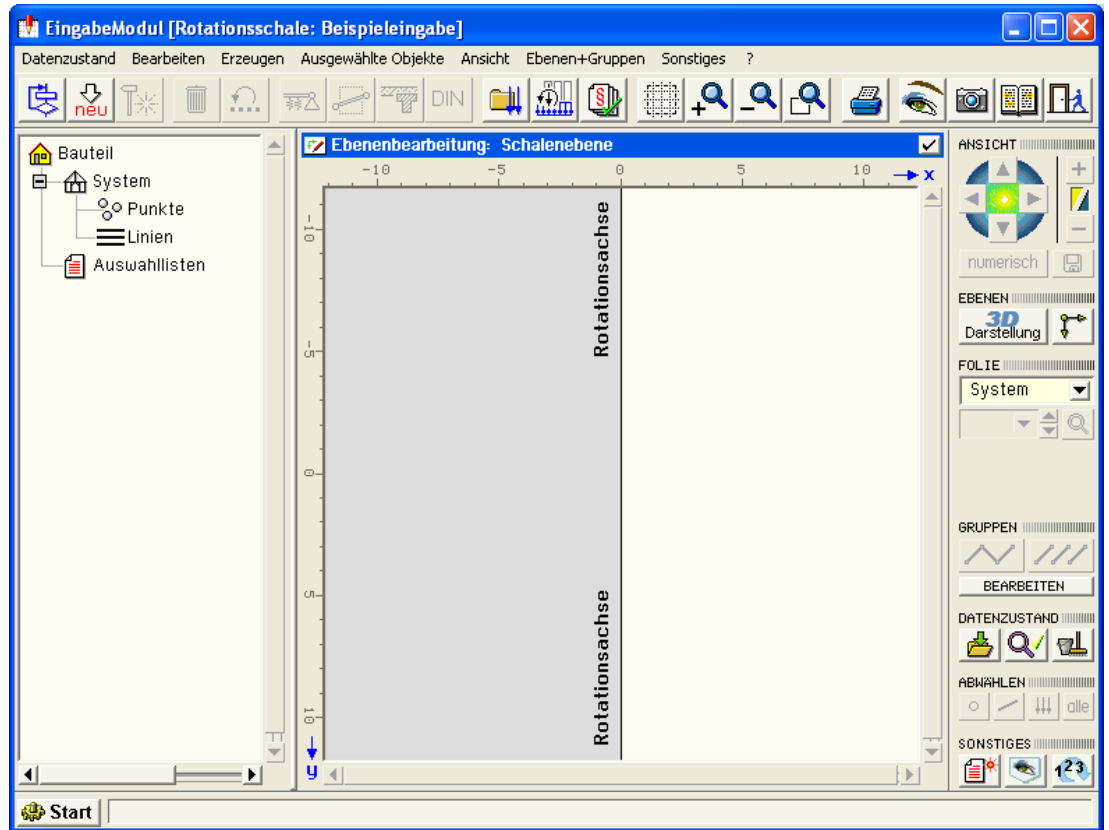
Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.



Überschreiben Sie das Wort *Schale* zur Identifikation durch einen sinnvollen Text.

Nach **Bestätigen** ist das Bauteil mit dem neuen Namen eingerichtet.

Klicken Sie das Bauteil nun mit der LMT doppelt an (Doppelklick). Die grafische Eingabeoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.



Am oberen und rechten Rand des Bearbeitungsfensters befinden sich die Steuerbuttons, die wir im Laufe der Bearbeitung kennen lernen werden.

Einige der Steuerbuttons sind abgeblendet und können im gegenwärtigen Bearbeitungszustand nicht aktiviert werden. Hierdurch zeigt sich bereits das kontextsensitive Verhalten des Eingabemoduls (s. S. 29): es werden grundsätzlich nur solche Buttons angeboten, deren Verwendung zum aktuellen Zeitpunkt sinnvoll ist. Modifikationswerkzeuge, Lagerdefinitionen, Querschnittszuweisungen usw. sind zu Beginn nicht möglich, da noch keine Objekte (Punkte oder Linien) vorhanden und aktiviert sind.



Hinweise zu den Funktionen der Steuerbuttons finden Sie im Abs. 4.2.2.1, S. 45 ff.

Eingabebeispiel

Im Folgenden wird die Handhabung des grafischen Eingabemoduls mit den vielfältigen Möglichkeiten der Modellierung an einem kleinen Beispielsystem erläutert.

Es ist für die Einarbeitung in das Programm nicht erforderlich, eine komplexe Struktur zu erzeugen. Sämtliche Arbeitsabläufe lassen sich auch an einem kleinen System darstellen und werden bei einem großen Bauteil lediglich entsprechend häufiger auftreten bzw. durchgeführt werden.

Die Eingabe einer Rotationsschale gliedert sich in die Beschreibung des Tragsystems, der Belastung und der erforderlichen Nachweise. Dementsprechend weist das Eingabemodul eine Systemfolie zur Festlegung des Tragsystems und bei n definierten Lastfällen auch n Lastfallfolien zur Eingabe der zugehörigen Lastbilder auf.

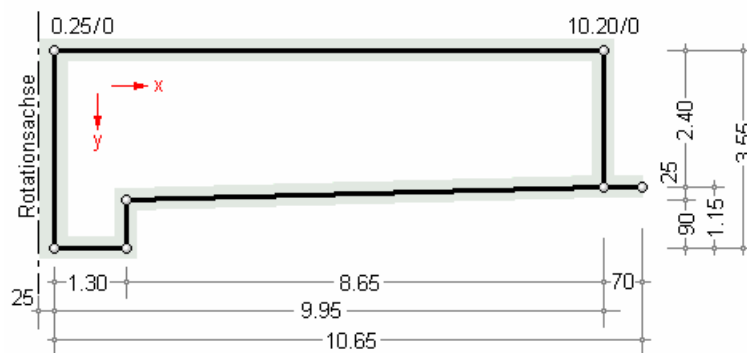
Aus der Darstellung der Eingabeoberfläche auf S. 10 ist unter der Überschrift *Folie* am rechten Rand ersichtlich, dass nach Aufruf des Bauteils gegenwärtig die **Systemfolie** aufgeschlagen ist.

3.1

Systemabmessungen

Das angestrebte System besteht aus sieben Knoten und sieben Schalen. An die abgewinkelte Bodenplatte mit außen liegendem Sporn schließt eine Zylinderschale an. Die obere Abdeckung wird durch eine Kreisplatte gebildet. In der Rotationsachse befindet sich eine Mittelstütze, die durch eine Zylinderschale gebildet wird.

Die Abmessungen können der folgenden Skizze entnommen werden.



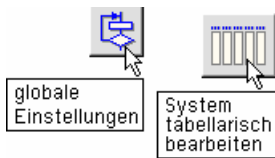
Die **Koordinatenangaben** erfolgen im globalen XZ-System. Für das in den Randlinealen in der Eingabeoberfläche (S. 10) angetragene lokale **Ebenenkoordinatensystem** xy gilt $x = X$ und $y = Z$.

Im ersten Arbeitsgang werden nun diese Punkte und Linien als geometrische Objekte im Eingabefenster festgelegt. Prinzipiell haben sie damit noch keinerlei Eigenschaften im Sinne eines statischen Systems.

Zur Erzeugung der Strichskizze stehen mehrere Vorgehensweisen zur Verfügung. Welche Eingabeform der Anwender später wählen wird, hängt von der aktuellen Struktur und auch evtl. der persönlichen Vorliebe ab. An unserem Beispiel mag daher mancher der im Folgenden gezeigten Wege umständlich erscheinen. Jedoch geht es hier mehr um das Vorstellen vorhandener Eingabefunktionen als um Effektivität.

3.2 Geometrieeingabe

3.2.1 Geometrieeingabe über Knoten- und Stabtablelle



Allen Eingabeformen geht eine gewisse Tipparbeit zur Koordinateneingabe voran. Daran führt kein Weg vorbei.

Klicken Sie bitte die beiden nebenstehenden Buttons an, so dass die folgende Eingabetabelle auf dem Bildschirm erscheint.

Knoten			
	Nr [-]	X [m]	Z [m]
1	1	0.250	0.000
2	2	10.200	0.000
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Positionen					
	Nr [-]	Anf. [-]	Ende [-]	tA [cm]	tE [cm]
1	1	1	2	40.00	40.00
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Hier sind die rot markierten Zahlenwerte einzutragen, wobei nun natürlich nur die führenden Werte und nicht alle Nachkommastellen mit anzugeben sind.

Sobald mit der LMT eine **Tabelle** angeklickt wird, öffnet sie sich und der Cursor steht links im Eingabefeld bzw. am angeklickten Ort. Eine Eingabe wird wie üblich mit der Eingabetaste bestätigt und der Cursor springt in das nächste Feld.

4	4	8.000	-4.000
5	8	0.00	0.000

- Zeile einfügen
- Zeile entfernen (F7)
- Zeile markieren (Alt+L)
- markierte Zeilen
- Inhalt kopieren
- Spalte
- Zahl importieren
- Sonderzeichen

Hier werden wieder die führenden Stellen eingetippt. Alle Stellen, die rechts vom Cursor durch ein blank getrennt stehen, werden bei der Eingabe ignoriert.

Befindet sich der Cursor in einer Eingabezeile und wird die RMT gedrückt, erscheint ein Menü, das weitere **Editorfunktionen** bereit stellt. Z.B. können über die Funktionstaste F7 überzählige **Zeilen gelöscht** werden. Bei Verlassen des Eigenschaftsblattes findet jedoch auch eine Überprüfung auf unzulässige Eingaben mit entsprechenden Meldungen statt.

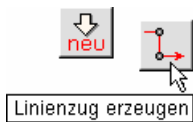
Führen Sie nun bitte die oben gezeigt Eingaben durch. Im Registerblatt *Bezeichnung* kann der Schale z.B. der Name *Deckenplatte* zugewiesen werden. **Bestätigen** Sie dann das Eigenschaftsblatt.

Im Gegensatz zu dem eingangs Gesagten haben wir durch die o.g. Eingaben der Schale bereits statische Dickeneigenschaften zugewiesen. Es erschien hier sinnvoll, um diese Eingabemöglichkeit gleich mit vorzustellen.

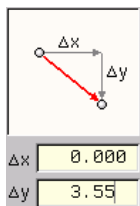
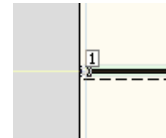
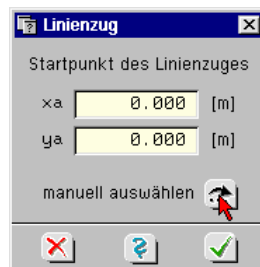
3.2.2

Geometrieingabe durch Linienzugzeugung

Die Linienzugzeugung scheint bei der Eingabe von Schalensystemen die sinnvollste Vorgehensweise zu sein.

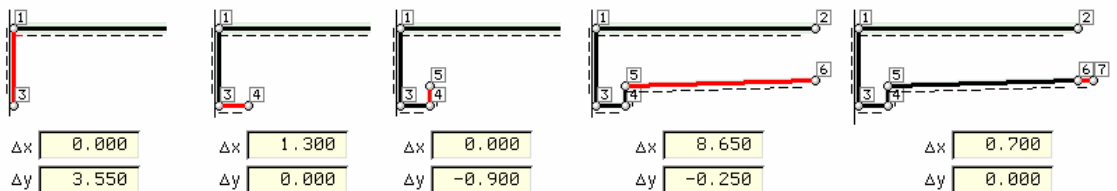


Betätigen Sie bitte den Button **Objekte erzeugen** und im folgenden Menü den Button **Linienzug erzeugen**. Klicken Sie im Eigenschaftsblatt *Linienzug* auf den Button **manuell auswählen** und bestimmen mit dem Fadenkreuz Punkt 1 als Startpunkt des Linienzuges.



Am rechten Bildschirmrand erscheint ein Menü zur Eingabe von **Differenzkoordinaten** zwischen Anfangs- und Endpunkten der Linien.

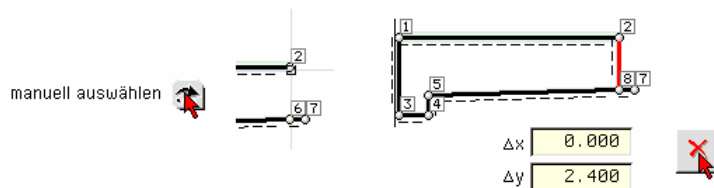
Tragen Sie nun bitte die in der folgenden Grafik eingetragenen Differenzkoordinaten sukzessive ein, so dass sich die dargestellten Teilstrukturen ergeben.



Nach diesen Einträgen müssen die markierten Linien neu erzeugt worden sein. Sollte irgendetwas missglückt sein, hilft der blaue **Pfeil-Button** und in dem dortigen Menü *letzte Linie zurück*. Ansonsten beenden Sie bitte den Linienzugmodus.



Obwohl die noch fehlende Linie besser im Freihandmodus (s. S. 14) durch Anklicken erzeugt werden könnte, wollen wir nochmals den Linienzugmodus aufrufen. Klicken Sie wieder den Button **manuell auswählen** an.



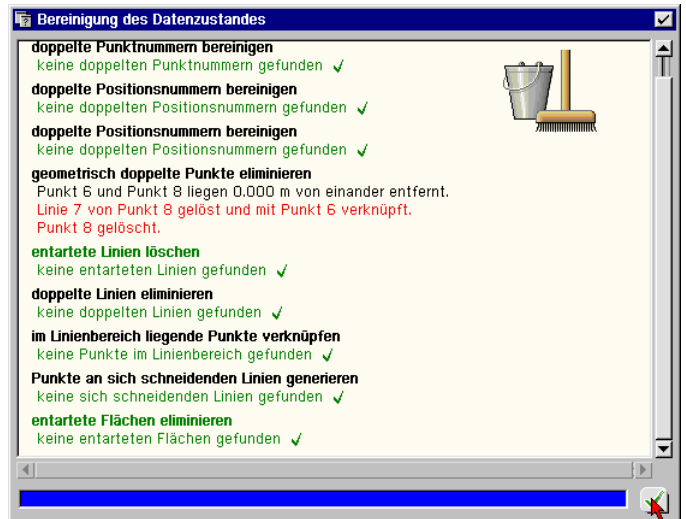
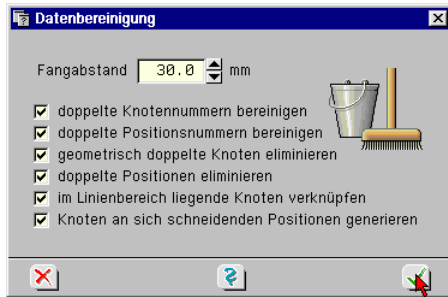
Aktivieren Sie nun mit dem Fadenkreuz Punkt 2 als Startpunkt des Linienzuges, geben die Differenzkoordinaten ein und beenden den Linienzugmodus.

Es fällt auf, dass auf den Punkt 6 mit Erzeugung der letzten Linie der Punkt 8 gelegt wurde. Obwohl beide Punkte an demselben Ort liegen, sind sie doch nicht miteinander verbunden. Der Zylinder ist demnach unten nicht mit dem System verknüpft.

Datenbereinigung

Dem o.g. Umstand wird mit der Datenbereinigungsfunktion begegnet, die überflüssigen Datenmüll entfernt und für eine eindeutige Beschreibung der Struktur sorgt. Der Button befindet sich am rechten Rand der Eingabeoberfläche.





Aus dem Protokoll der Datenbereinigung ist ersichtlich, welche Aktionen stattgefunden haben: In unserem Beispiel die Eliminierung des Punktes 8. Danach sieht das System wie erwartet aus.

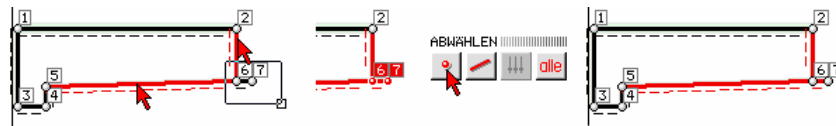
3.2.3 manuelle Linienherzeugung

Eine Alternative zur Linienzugerzeugung ist die manuelle Linienherzeugung durch Anklicken bereits koordinatenmäßig festgelegter Punkte. Z.B. können die Punkte 1 bis 7 unseres Beispiels in der Tabelleneingabe (S. 12) festgelegt werden, ohne zusätzlich die untere Verknüpfungstabelle zu füllen; oder die Eckpunktkoordinaten werden aus einer DXF-Datei eingelesen (S. 79 ff.).

Wir wollen diese Eingabeform an unserem Beispiel vorstellen, indem nun vorab drei Linien aus dem System herausgelöscht werden, um sie dann wieder neu zu erzeugen.

löschen

Klicken Sie bitte die markierten Linien einfach mit der LMT an. Je nach Größe des gewählten Eingabefensters kann es Probleme beim Anklicken des kurzen Sporns geben, der dann durch Aufziehen eines Fangrechtecks (S. 2) aktiviert werden kann.



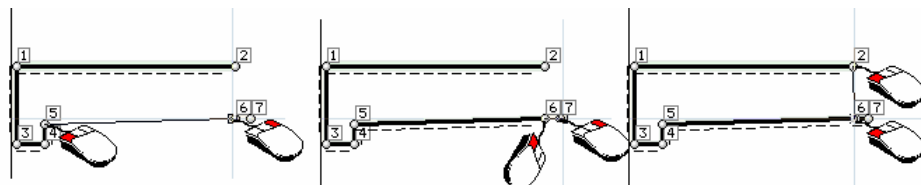
Die durch Aufziehen des Fangrechtecks markierten Punkte werden durch Klicken des Buttons **Punkte abwählen** deaktiviert und nur die Linien bleiben noch markiert.

Über den **Mülleimer-Button** werden alle markierten Objekte gelöscht.



Klicken Sie nun bitte den Button **Objekte erzeugen** an und in dem dann eingeblendeten Untermenü auf den Button **Linien manuell erzeugen**.

Daraufhin erscheint ein Fadenkreuz mit dem Linien durch Anklicken von bereits definierten Punkten oder beliebigen Orten in der Ebene erzeugt werden können. Wenn kein Punkt innerhalb des Fangabstandes um den Mausklick gefunden wird, wird am angeklickten Ort automatisch ein neuer Punkt erzeugt.



Klicken Sie nun Punkt 5 mit der LMT an. Wenn der Punkt gefangen wurde, erfolgt eine Animation in Form eines pumpenden Kreises. Klicken Sie dann Punkt 6 mit der RMT an. Die erste Linie ist damit erzeugt. Klicken Sie nun Punkt 6 mit der LMT an und darauf Punkt 7 wieder mit der RMT. Bei der Erzeugung der letzten Linie klicken Sie bitte sowohl Punkt 2 als auch Punkt 6 mit der LMT an. Dadurch wird der Erzeugemodus beendet.

Die Lage der gestrichelten Linie, die Schalenober- und -unterseiten sowie Vorzeichendefinitionen festlegt, ist abhängig von der Reihenfolge der Klicks. Durch die Reihenfolge 2-6 beim äußeren Zylinder liegt die gestrichelte Linie im Inneren des Systems; bei umgekehrter Reihenfolge läge sie außen.



Durch abwechselnde Betätigung der linken und rechten Maustaste bleibt der Linienerzeugemodus aktiv. Zweimaliges Betätigen der LMT oder Drücken der Esc-Taste beenden die Funktion.

undo-Service



Rückgängig machen
Wieder herstellen

Sollte bei der Erzeugung ein Fehler unterlaufen sein, hilft die undo-Funktion. Mit ihr können bis zu zehn Arbeitsschritte zurückgenommen bzw. wieder hergestellt werden.

3.2.4

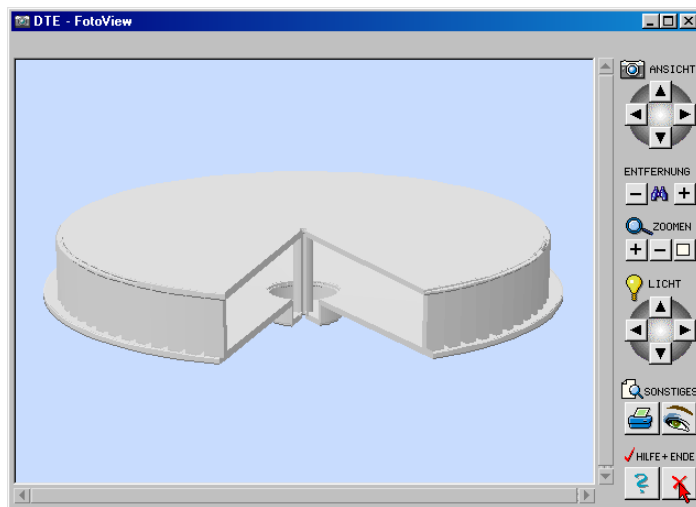
weitere Hilfsmittel zur Geometrieingabe

Zur Geometrieingabe stehen sowohl Rastergeneratoren als auch Datenübernahmen aus DXF- und Textdateien zur Verfügung. Jedoch werden diese bei üblichen Rotationsschalensystemen kaum zur Anwendung kommen. Im Rahmen der Beispieleingabe wird deswegen auf diese Funktionen nicht eingegangen. Sie finden unter den allgemeinen Erläuterungen Informationen zum Generator orthogonaler Raster auf S. 52, zum Generator rotationssymmetrischer Raster auf S. 53 und zum Datenimport auf S. 55.

3.3 statisches System



Bis zu diesem Zeitpunkt haben wir uns nur mit der Erzeugung von Linien und Punkten beschäftigt. Jedoch hat *##-ROSY* allen Linien bei ihrer Erzeugung bereits Betonquerschnitte zugewiesen. Ein Klick auf den Button **fotorealistische Darstellung** zeigt die Konturen der bestehenden Schalengeometrie. **Beenden** Sie anschließend DTE®-Fotoview wieder.



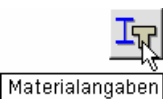
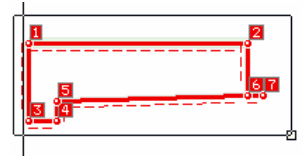
3.3.1 Materialangaben

##-ROSY ist in der Lage, Mischsysteme aus Stahl und Stahlbeton zu bemessen bzw. nachzuweisen. Wir wollen uns in unserem Beispiel auf eine reine Stahlbetonkonstruktion beschränken. Die Beschreibung von Stahltragwerken erfolgt entsprechend durch eine wie im Folgenden beschriebene Zuweisung von Material und Querschnittsparametern.

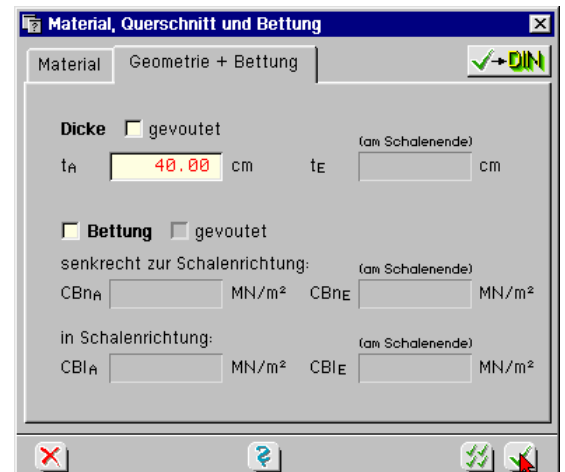
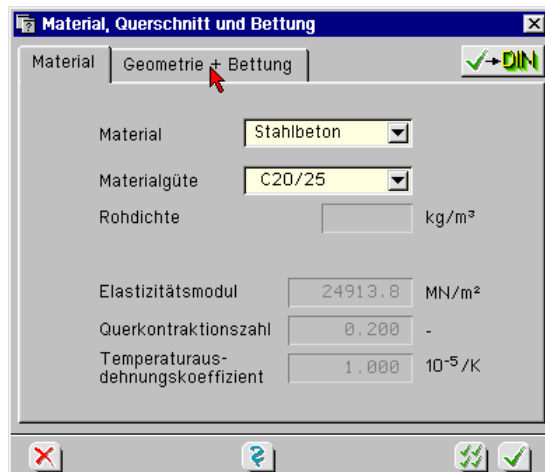
3.3.1.1 Stahlbetonquerschnitte zuweisen

Da die vom Programm bei Erzeugung der Linien automatisch zugewiesenen Dicken von 25 cm nicht den gewünschten Bauteildicken entsprechen, wird zunächst allen Schalenpositionen die Dicke von 40 cm zugewiesen.

Aktivieren Sie bitte die Schalen durch Anklicken oder Umfahren mit dem Fangrechteck. Hierbei ist es ohne Bedeutung, ob zusätzlich auch Punkte aktiviert wurden.



Klicken Sie nun bitte den Button **Materialangaben** an. Hierauf erscheint ein in zwei Register geteiltes Eigenschaftsblatt. Aus dem Register **Material** geht hervor, dass als Material der ersten aktivierten Schale (und im vorliegenden Fall auch allen anderen) Stahlbeton mit einer Güte C20/25 automatisch zugewiesen wurde. (Über die Auswahlliste **Material** kann der Werkstoff auf Stahl umgesetzt werden).



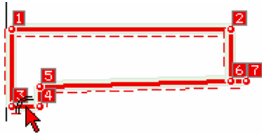
Ändern Sie bitte im Register *Geometrie + Bettung* die Dicke auf 40 cm und **bestätigen** das Eigenschaftsblatt.



Sowohl die Positionsdicke als auch die später angesprochene Bettung können einen veränderlichen Verlauf besitzen (Voutung).

3.3.1.2 individuelle Materialeigenschaften

Führen Sie nun bitte einen Doppelklick auf dem inneren Teil der Bodenplatte aus. Hierdurch erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt der Schalenposition.



Individuelle Linienbearbeitung

EIGENSCHAFTEN

BASISEIGENSCHAFTEN

Positionsnr.: 3
 Bezeichnung: - keine -
 Anfangsknoten: 3
 Endknoten: 4
 Länge: 1.300 m

SCHALENPARAMETER

Tragsystem: rotationssymm. Platte
 Mittelfläche: 7.351 m²

MATERIAL, QUERSCHNITT UND BETTUNG

Material: Stahlbeton C20/25

MODELLIEREN

Ende

Material, Querschnitt und Bettung

Material Geometrie + Bettung

Dicke ☐ gevoutet

t_A 80.00 cm t_E (am Schalenende) cm

Bettung ☐ gevoutet

senkrecht zur Schalenrichtung: (am Schalenende)

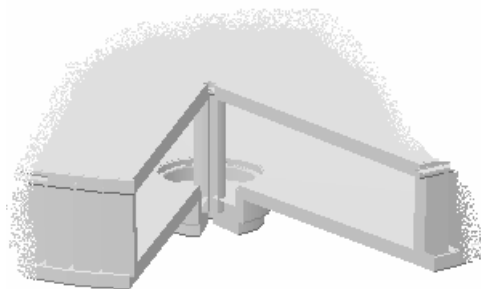
CBn_A MN/m² CBn_E MN/m²

in Schalenrichtung: (am Schalenende)

CBi_A MN/m² CBi_E MN/m²



Klicken Sie dort bitte auf den Button **Material und Querschnitt** und ändern im Register *Geometrie + Bettung am Stabanfang* den Dickenwert auf 80 cm. Nach **Bestätigen** der beiden Eigenschaftsblätter hat das System das gewünschte Aussehen.



3.3.2 Erläuterung zur Zuweisung von Eigenschaften

Wie im vorhergehenden Kapitel 3.3.1 gezeigt, bestehen zwei Wege zur Vergabe von Eigenschaften an die Objekte.

Bei der Zuweisung der Querschnitte auf S. 16 wurden alle Schalen durch Anklicken markiert und über die Steuerbuttons im Kopfbereich des Eingabefensters Eigenschaften für alle ausgewählten Objekte festgelegt. Nach Bestätigen haben alle Objekte diese Festlegungen übernommen.

Erfährt ein Objekt im Objektfenster oder im Explorfenster einen **Doppelklick** wie auf S. 17 gezeigt, erscheint sein individuelles Eigenschaftsblatt, von dem aus alle Eigenschaften des Objekts eingesehen und bearbeitet werden können. Die Eigenschaften der auf diesem Wege auf-

gerufenen Eigenschaftsblätter gelten jedoch unabhängig vom Auswahlzustand anderer Objekte nur für das Objekt, das über den Doppelklick aktiviert wurde.

Die erste Alternative ermöglicht die **Vereinheitlichung** von Eigenschaften. Verfügt ein Objekt bereits über Eigenschaften, die an andere Objekte übertragen werden sollen, muss nur dafür gesorgt werden, dass das betreffende Objekt zuerst ausgewählt wird. Über den gewünschten Button in der Kopfzeile werden dann die Eigenschaften des zuerst aktivierten Objekts aufgeschlagen. Wird das Eigenschaftsblatt (auch ohne Änderung) bestätigt, werden die Eigenschaften des ersten Objekts an alle anderen ausgewählten Objekte weitergereicht.

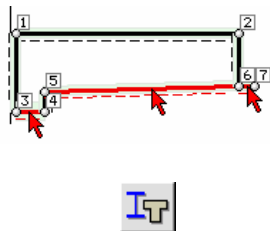


Sind mehrere Objekte ausgewählt, werden in dem Eigenschaftsblatt immer die Eigenschaften des zuerst ausgewählten Objekts zur Bearbeitung angeboten.

3.3.3 Bettungseigenschaften



Wählen Sie nun bitte alle aktivierten Punkte und Linien ab. Aktivieren Sie dann die in der folgenden Grafik markierten Bodenplattenpositionen durch Anklicken mit der LMT.

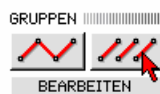
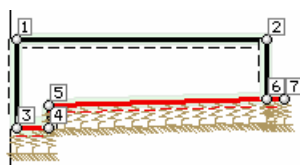


Klicken Sie dann wieder den Button **Materialangaben** an, wechseln auf das Registerblatt **Geometrie + Bettung**, drücken dort den Button **Bettung** und tragen den Bettungswert senkrecht zur Schalenrichtung ein.

Wenn Sie jetzt den **bestätigen-Button** drückten, würden wie unter 3.3.2 erläutert alle Bodenplattenpositionen neben der Bettung den Dickenwert 80 cm zugewiesen bekommen. Drücken Sie deshalb den Button **selektiv bestätigen**. Lassen Sie in der daraufhin erscheinenden Auswahl nur die Bettung aktiviert, so dass die alten Dickenwerte erhalten bleiben.

3.3.4 Gruppendefinition

Nach der vorhergehenden Aktion müssten die Bodenplattenpositionen noch markiert sein. Klicken Sie nun bitte den Button **lose Stabgruppe definieren** an und richten eine neue Gruppe mit der Bezeichnung **Bodenplatten** ein.



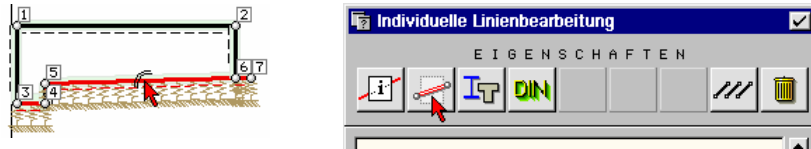
Die Gruppierung ist einerseits eine hilfreiche Ergänzung bei der Eingabe, um gleichartige Bauteile schnell aktivieren zu können. Andererseits sind die Gruppen auch in der Ergebnisausgabe verfügbar, um z.B. Liniengrafiken gemeinsam darstellen zu können.

3.3.5

Elementeinteilung für FE-Berechnung

4H-ROSY berechnet das Schalentragerwerk mittels der Methode der Finiten Elemente. Die Qualität der Ergebnisse dieser Methode hängt von einer sinnvoll gewählten Elementeinteilung ab, die i.d.R. vom Programm automatisch vorgenommen wird. Jedoch bietet sich an dieser Stelle die Möglichkeit, auf den manuellen Eingriff hinzuweisen.

Klicken Sie hierzu bitte die Kegelschalenposition doppelt an. Wie bereits unter Abs. 3.3.1.2 auf S. 17 gezeigt, erscheint das Eigenschaftsblatt *Individuelle Linienbearbeitung*. Betätigen Sie bitte den Button **allgemeine Stabeigenschaften**.



Über den Button **manuell** im Eigenschaftsblatt *Elementeinteilung* wird die Funktionalität zur individuellen Einteilung der Schale zugänglich. Informationen hierzu s. Abs. 4.2.6.5.1 auf S. 64.



Nach **Bestätigen** erscheint wieder das Eigenschaftsblatt *individuelle Linienbearbeitung*.

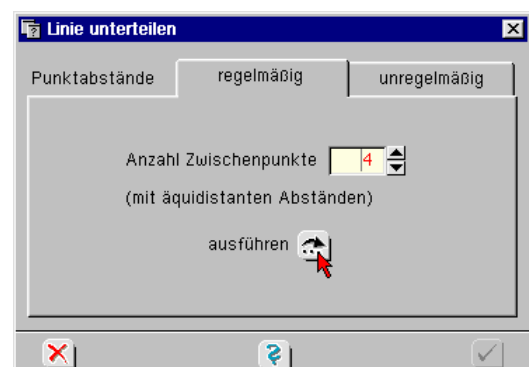
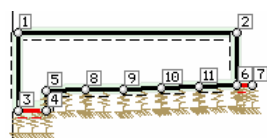
3.3.6

Modellieren von Linien

Wenn im weiteren Bearbeitungsablauf z.B. Teilbereiche der Kegelschale von der Bettung freigesetzt werden sollen, kann die Schalenposition weiter unterteilt werden.



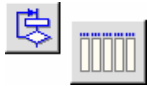
Klicken Sie hier den Button **unterteilen** unter *Modellieren* an. Tragen Sie dann im Register *regelmäßig* die Anzahl der gewünschten Zwischenpunkte ein und drücken den Button **ausführen**. Die folgende Grafik zeigt das Ergebnis der Unterteilung.



3.3.7

Schalenbezeichnung

Für die weitere Bearbeitung und Identifikation ist es sinnvoll, die Schalen textlich zu bezeichnen. Dies kann über das Eigenschaftsblatt *Individuelle Linienbearbeitung* Schritt für Schritt geschehen. Einfacher ist jedoch die bereits unter Abs. 3.2.1 auf S. 12 benutzte Tabelleneingabe.



Klicken Sie hierzu bitte wieder die Buttons **globale Einstellungen** und **System tabellarisch bearbeiten** an. Im Register *Bezeichnung* ist hier bereits der Text *Deckenplatte* eingegeben.

Knoten			
Nr [-]	X [m]	Z [m]	
1	1	0.250	0.000
2	2	10.200	0.000
3	3	0.250	3.550
4	4	1.550	3.550
5	5	1.550	2.650
6	6	10.200	2.400
7	7	10.900	2.400
8	8	3.200	2.600
9	9	5.010	2.550

Positionen			
Nr [-]	Anf. [-]	Ende [-]	
1	1	1	2
2	2	1	3
3	3	1	4
4	4	1	5
5	5	1	8
6	6	1	7
7	7	2	6
8	8	8	9
9	9	9	10

Bezeichnung: Deckenplatte

Positionsbezeichnung: Stütze

Positionsnummer: 1

Positionszugnummer: 1

Tragen Sie bitte die Bezeichnungen nach. Die beiden verbleibenden, hier nicht dargestellten Bodenplattenpositionen erscheinen, wenn in der Tabelle weiter nach unten geblättert wird.

Bestätigen Sie dann bitte das Eigenschaftsblatt *tabellarische Bearbeitung*.

3.3.8

Darstellungseigenschaften



Eigenschaften der Darstellung

Über den Button **Eigenschaften der Darstellung** lassen sich diverse Zusatzinformationen in das System einblenden.

Symbole an Knoten

- ☐ kein
- ☐ Knotennummer
- ☐ Nummer+Bezeichnung
- ☐ Koordinaten

nur im Ebenenbearbeitungsmodus

- ☒ Lagersymbole
- ☒ Querschnittshöhen

nur bei 3D-Darstellung

- ☒ räumliches Koordinatensystem

Skalierungen

Randabstände

rHOR: 2.00 m

rVER: 2.00 m

Symbole an Positionen

- ☐ kein
- ☐ Positionsnummer
- ☐ Nummer+Bezeichnung
- ☐ Positionsnummer

Auswählbar sind

- ☒ Punkte
- ☒ Positionen
- ☒ Lastbilder

gilt nur für die 3D-Darstellung

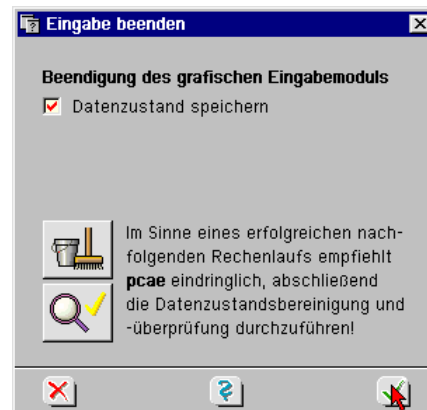
Wird dort z.B. der markierte Button aktiviert, erhalten wir die rechts nebenstehende Grafik. Für die folgenden Darstellungen werden diese Eingaben wieder zurückgenommen und nur die Knotennummern angezeigt.

3.3.9

Sichern der Eingaben



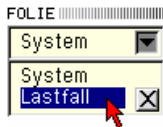
Wenn Sie dieses Beispiel nicht in einer Sitzung bearbeiten können, verlassen Sie die grafische Eingabe über den **Ende-Button** und sichern die bisher eingegebenen Daten auf der Festplatte. Sie können dann in der Folgesitzung an der entsprechenden Stelle fortfahren.



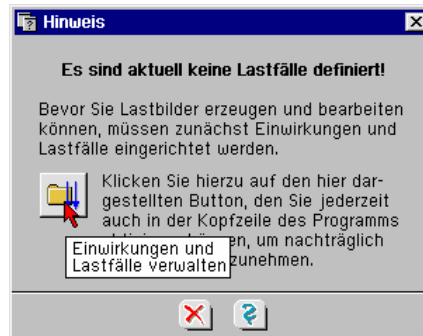
Da sich während der aktuellen Sitzung alle nach der letzten automatischen Sicherung eingegebenen Daten flüchtig im Arbeitsspeicher befinden, besteht jederzeit die Möglichkeit einer Zwischensicherung über den Button **Datenzustand sichern** am rechten Rand. Da jedoch nach jeder Aktion eine undo/redo-Sicherung erfolgt, wäre der mögliche **Datenverlust** z.B. durch Ausschalten des Rechners relativ gering.

Die Beschreibung des statischen Systems ist damit abgeschlossen und wir kommen zur Eingabe der Belastung.

Alle die Systemseite betreffenden Objekte und Eigenschaften werden in der Systemfolie beschrieben. Bei Start des Eingabemoduls befindet sich die Aktion automatisch in der Systemfolie; das haben wir bisher stillschweigend akzeptiert und nicht beachtet.



Die Eingabe der Belastung erfolgt dementsprechend in der Lastfallfolie. Jedem Lastfall ist eine derartige Lastfallfolie zugeordnet. Wechseln Sie nun bitte über die Listbox am rechten Rand der Arbeitsfläche in eine **Lastfallfolie**. Da bisher noch keine Aussagen über Lastfallanzahl, Einwirkungen usw. getroffen wurden, kann dieser Wechsel nicht erfolgen. Das Programm fordert daher zu entsprechenden Angaben auf.

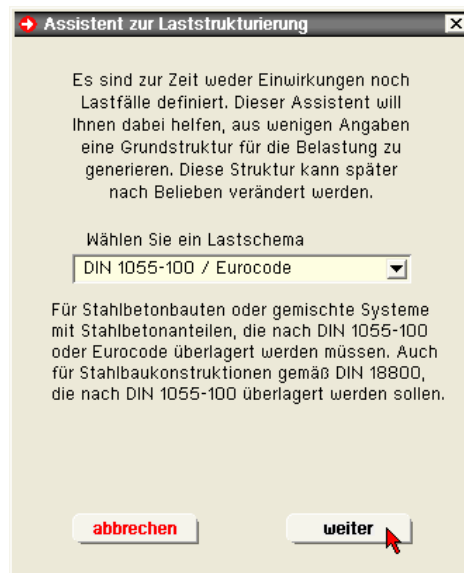


Die Verwaltung der Einwirkungen kann auch über den entsprechenden Button im Kopfbereich aufgerufen werden.

3.4.1

Assistent zur Laststrukturierung

Vor der Lastbeschreibung ist man sich i.d.R. über die zu berücksichtigenden Einwirkungen und die Anzahl der darunter befindlichen Lastfälle im Klaren. Bei der Einrichtung dieser Laststruktur ist der nun folgende Assistent behilflich.



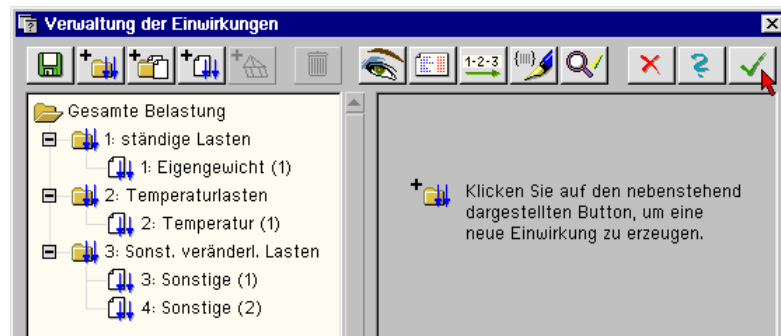
Der Assistent stellt mehrere Lastschemata bereit, deren Charakteristika im Eigenschaftsblatt erläutert werden. Wählen Sie bitte das Lastschema **DIN 1055-100 / Eurocode** aus, da es die Voraussetzungen für unser System erfüllt.

Da wir uns hier auf grundlegende Erläuterungen beschränken wollen, soll die Einrichtung von vier Lastfällen unter drei Einwirkungen genügen. Tragen Sie bitte wie in der rechten Abbildung gezeigt ein und quittieren die Eingabe.



Die eingerichtete Laststruktur kann jederzeit modifiziert, reduziert und erweitert werden.

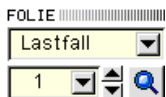
Danach wird die erzeugte Laststruktur im Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Einwirkungen* in einer Baumansicht aufgezeigt.



Wir sehen hier die **Einwirkung** *ständige Lasten* mit einem Eigengewichtslastfall, die Einwirkung *Temperaturlasten* mit einem Lastfall und die Einwirkung *Sonstige veränderliche Lasten* mit zwei **Lastfällen**.



Erläuterungen zur Interaktion im Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Einwirkungen* s. Handbuch das **pcae-Nachweiskonzept**.



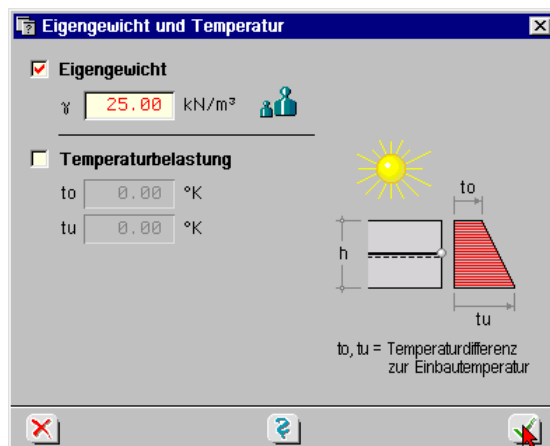
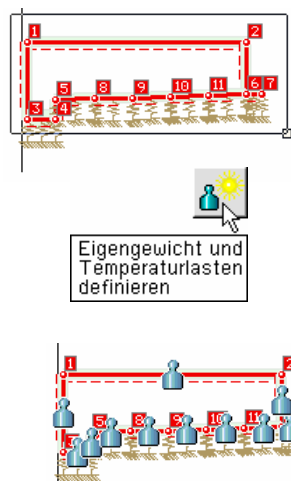
Nach **Beenden** der Bearbeitung innerhalb der *Verwaltung der Einwirkungen* wird Lastfallfolie 1 geöffnet bzw. kann bei Aufruf des Assistenten über den Button im Kopfbereich nun in die Lastfallfolie 1 gewechselt werden.

3.4.2

Eigengewichtslasten

Alle Schalen sind vom Typ *Stahlbeton* und können somit gemeinsam das Eigengewicht von 25 kN/m^3 zugewiesen bekommen (das Programm multipliziert das Raumgewicht mit der örtlichen Schalendicke).

Markieren Sie bitte alle Schalen mittels Fangrechteck und klicken dann den Button **Eigengewicht und Temperaturlasten definieren** an.



Nach Eintragen des Raumgewichts und **Bestätigen** der Eingaben erscheinen Gewichtssymbole im Schwerpunkt jeder belasteten Schale.

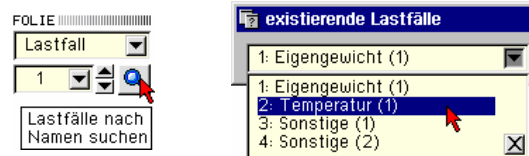


Die Lastsymbole haben gleichfalls Objektcharakter und können durch einfaches oder doppeltes Anklicken markiert bzw. aufgerufen werden.

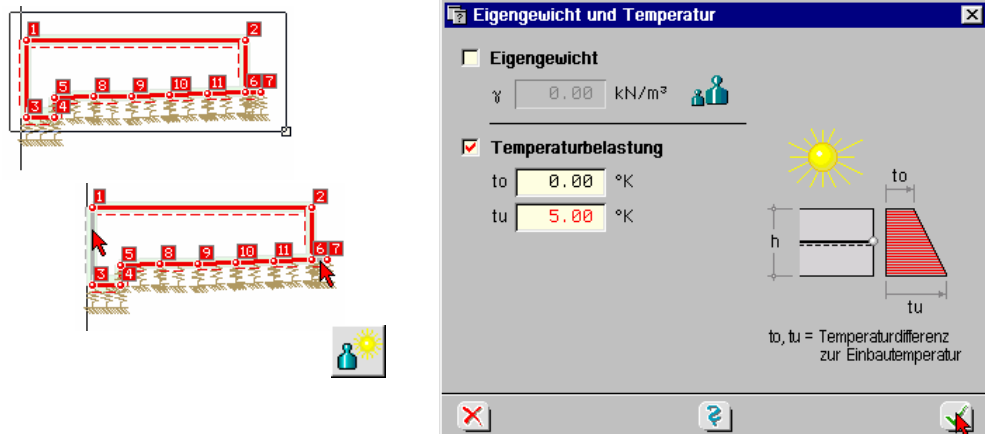
3.4.3

Temperaturlasten

Zur Eingabe der Temperaturlasten müssen wir jetzt in die zugehörige Lastfallfolie wechseln. Klicken Sie hierzu bitte den Button **Lastfälle nach Namen suchen** an und wechseln auf LF 2.



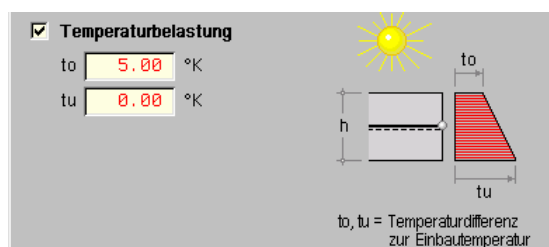
Markieren Sie bitte wieder alle Schalen mittels Fangrechteck und wählen die Mittelstütze und den Sporn durch einmaliges Anklicken mit der LMT wieder ab. Klicken Sie dann wieder den Button **Eigengewicht und Temperaturlasten definieren** an.



Die Bauwerksinnenseite soll 5 K wärmer sein als die Außenseite. Die Betrachtung der Deckenplatte zeigt, dass der Zahlenwert deshalb unter t_u einzutragen ist. Für den äußeren Zylinder ist dies ebenfalls richtig, jedoch nicht für die gebetteten Schalen, denn dort liegen die gestrichelten Fasern auf der Bauwerksaußenseite, wie das Bild auf S. 14 bereits zeigte. Wir wollen die obigen Eingaben dennoch **bestätigen**. Danach haben die aktivierten Schalen ein Temperaturlastsymbol erhalten.



Wählen Sie nun bitte alle Stäbe ab, markieren dafür die Temperaturlastsymbole der Bodenschalen durch Anklicken mit der LMT und weisen ihnen die korrekten Angaben zu.



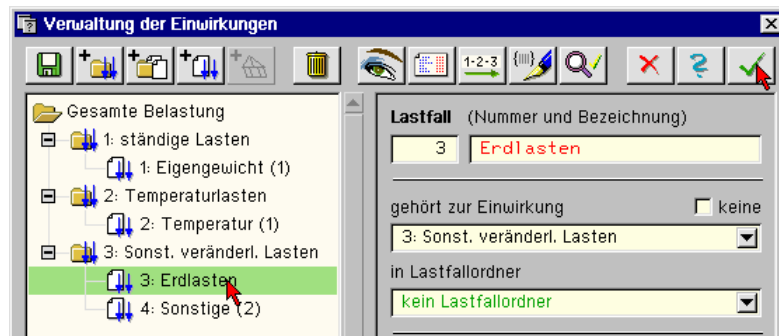
3.4.4

Lastfallbezeichnungen ändern

Im vorhergehenden Kapitel sind Lastfälle nach Namen gesucht worden. Die Lastfälle 3 und 4 haben dort die Bezeichnung "Sonstige", weil sie zur Einwirkung *Sonstige veränderliche Lasten* gehören. Da diese Vorbelegung den Inhalt der Lastfälle nicht deutlich macht, wollen wir die Bezeichnung dieser beiden Lastfälle ändern.



Klicken Sie hierzu auf den Button **Einwirkungen und Lastfälle verwalten**. Markieren Sie dort den LF 3 und geben ihm die Bezeichnung "Erdlasten". Verfahren Sie dann mit LF 4 genauso und benennen ihn mit "Füllung". Abschließend **bestätigen** Sie bitte das Eigenschaftsblatt.



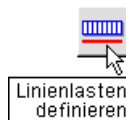
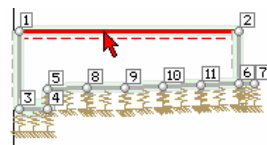
3.4.5

Positionsflächenlasten eingeben

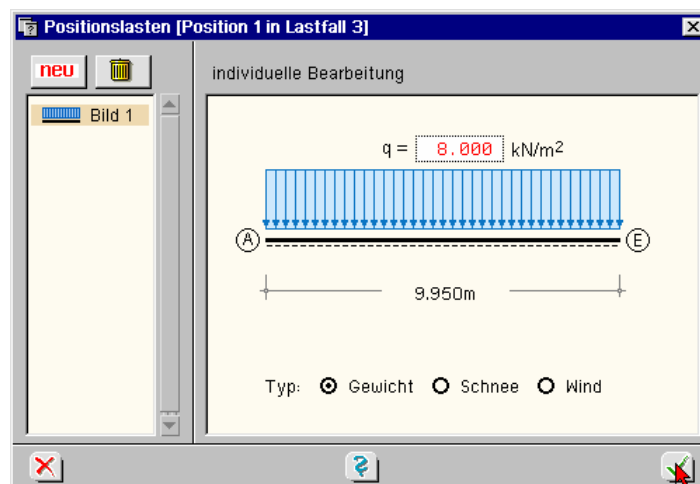
Unser Bauwerk soll mit Boden bedeckt sein. Damit ergeben sich Belastungen für die Deckenplatte, die Zylinderwand und den Sporn, den wir hier vernachlässigen wollen.



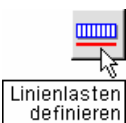
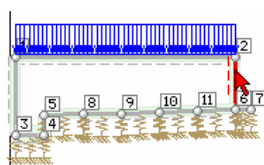
Wechseln Sie bitte auf Lastfallfolie 3 und markieren die Deckenplatte.



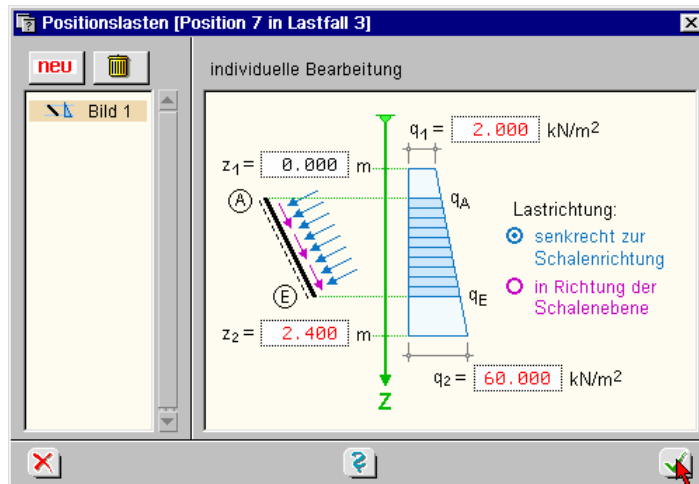
Nach Betätigen der gezeigten Buttons weisen Sie der Schale bitte eine Last von 8.0 kN/m^2 zu.



Wählen Sie nun bitte die Schale ab, markieren die Zylinderwand und rufen die Z-abhängigen Positionslasten auf.



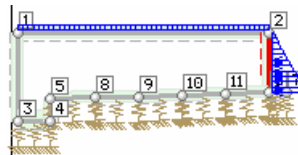
Nach Betätigen der gezeigten Buttons erscheint das folgende Eigenschaftsblatt.



Die gesamte Zylinderwand soll mit einer veränderlichen Last mit einem oberen Lastwert von 2.0 und einem unteren Lastwert von 60 kN/m² belastet werden.

Wie aus der Knotentabelle auf S. 20 ersichtlich, hat der Punkt 2 eine Z-Ordinate von 0.0 m und der untere Punkt 6 eine Z-Ordinate von 2.40 m.

Nachdem diese Werte in das Eigenschaftsblatt eingetragen und **bestätigt** wurden, erscheint die folgende Belastungsdarstellung.

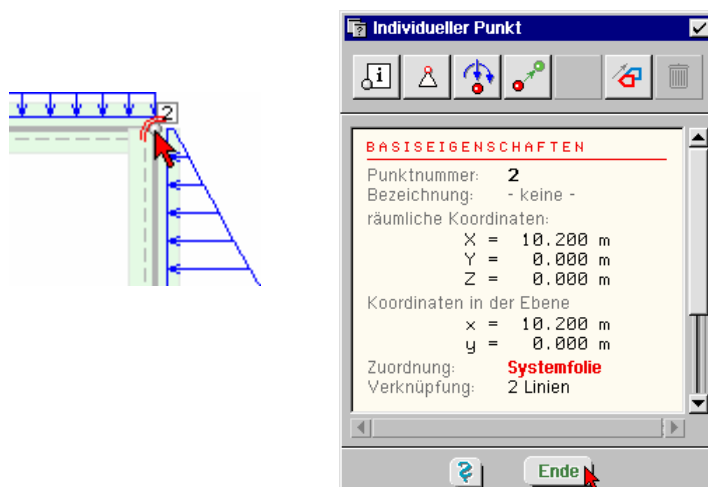


Weitere Informationen zu den Z-abhängigen Positionslasten s. S. 68.

3.4.6

individuelle Punkteigenschaften

Die im vorhergehenden Abschnitt erwähnten, zur Beschreibung der Belastung erforderlichen Koordinaten können auch vorab durch Doppelklick auf die betreffenden Punkte über das Eigenschaftsblatt *Individueller Punkt* abgerufen werden, das nach Doppelklick auf einen Punkt erscheint.



3.4.7

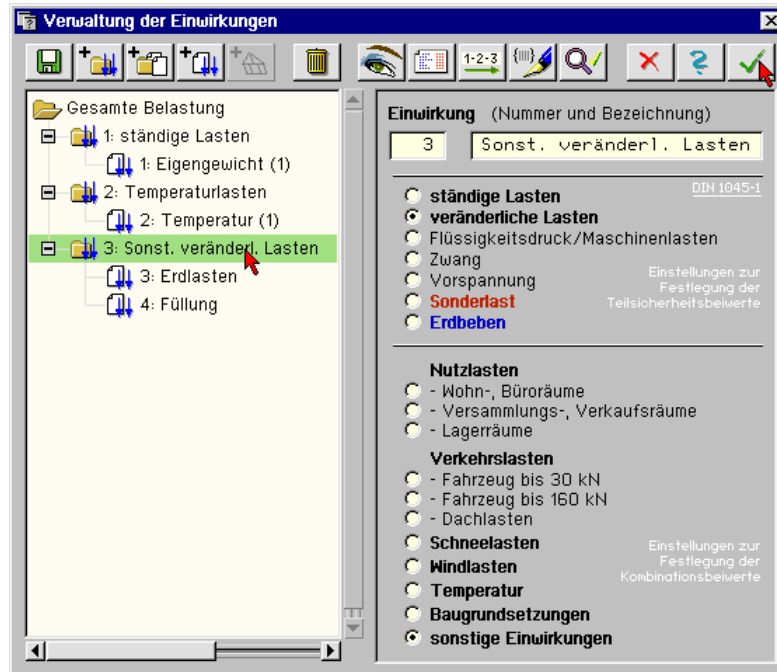
Flüssigkeitsdruck, zusätzlicher Lastfall und Aktivierung von Gruppen

Die Eingabe des Flüssigkeitsdrucks aus Befüllung des Behälters unterscheidet sich nicht von der unter Abs. 3.4.5 gezeigten Eingabe der Erddrucklasten.

Der für den Flüssigkeitsdruck vorgesehene Lastfall 4 ist der Einwirkung *Sonstige veränderliche Lasten* zugeordnet worden.



Rufen Sie bitte nochmals die *Verwaltung der Einwirkungen* über den nebenstehenden Button im Kopfbereich auf und klicken die Einwirkung an.



Aus dem rechten Bereich des Eigenschaftsblatts ist die Zuordnung ersichtlich, die selbstverständlich jederzeit geändert werden kann.

Der Lastfall *Füllung* ist ganz bewusst nicht der Einwirkung *Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten* zugeordnet worden, da diese lt. Norm als quasi-ständig mit günstigeren Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten behaftet ist als die hier gewählte Variante.

Unabhängig vom Assistenten zur Laststrukturierung können in diesem Eigenschaftsblatt Änderungen und Ergänzungen vorgenommen werden. So können weitere Einwirkungen eingerichtet und Lastfälle hinzugefügt oder anderen Einwirkungen zugeordnet werden.

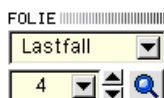
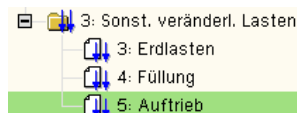


Ausführliche Erläuterungen zur Interaktion im Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Einwirkungen* s. Handbuch das *pcae-Nachweiskonzept*.



einen neuen
Lastfall
hinzufügen

Wir wollen unter Einwirkung 3 nun einen weiteren Lastfall erzeugen, den wir vorab "vergessen" haben. Klicken Sie dazu bitte den Button *einen neuen Lastfall hinzufügen* an und geben dem Lastfall die Bezeichnung "Auftrieb".

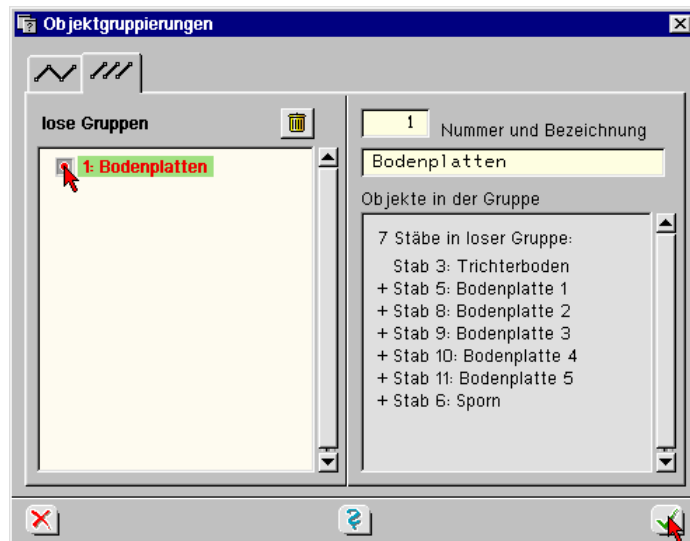


Schließen Sie nun bitte die *Verwaltung der Einwirkungen* wieder und wechseln dann auf die Lastfallfolie 4.

Wir wollen hier nur den Boden mit einer Flächenlast von 45 kN/m^2 belegen. Auf die Eingabe einer Z-abhängigen Last für die Zylinderwand wird verzichtet, da dies bereits unter Abs. 3.4.5 auf S. 25 vorgeführt wurde.



Wir haben bei der Systembeschreibung unter Abs. 3.3.4 (S. 18) die Schalen des Bodens zu einer **Gruppe** zusammengefasst, die jetzt abgerufen werden soll (der Aufruf kann auch über die Auswahllisten im linken Objektbaum erfolgen, da beim Einrichten der Gruppe parallel auch eine Auswahlliste erzeugt wurde).



Klicken Sie hier bitte auf das kleine Symbol vor dem Schriftzug "Bodenplatten", so dass er rot markiert wird. Nach **Bestätigen** des Eigenschaftsblatts sind alle zu der Gruppe gehörenden Schalen aktiviert.

Wenn wir jetzt den Sporn noch mittels Fangrechteck oder durch Anklicken abwählen, sind nur noch die gebetteten Schalen im Innenbereich des Behälters aktiviert, denen wie auf S. 25 beschriebenen Positionsflächenlasten zugewiesen werden können (hier 45 kN/m^2).

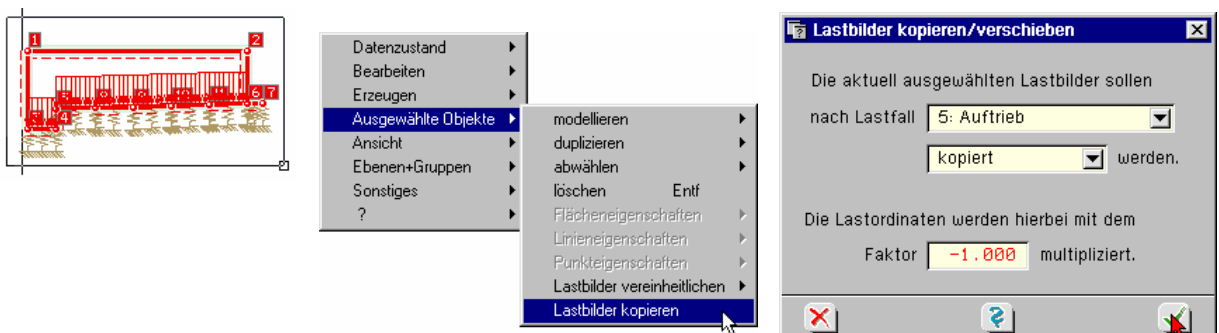


Auf die Anpassung der Lastordinate des unteren Trichters und den Ansatz einer Last auf die Trichterwand soll hier gleichfalls verzichtet werden.

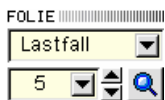
3.4.8 Auftrieb und kopieren von Lastbildern

Wenn sich das Bauwerk unter Auftrieb befindet, kann die sich daraus ergebende Belastung analog zum gezeigten Füllungsdruck mit umgekehrtem Vorzeichen aufgebracht werden.

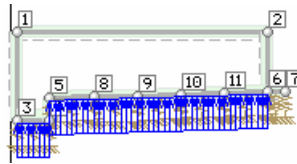
Wir wollen der Einfachheit halber die Lastbilder des Lastfalles 4 mit umgekehrtem Vorzeichen nach Lastfall 5 kopieren. Hierzu werden die betreffenden Lastbilder markiert und über die Menüauswahlzeile oder Drücken der RMT die Menüfunktionen aufgerufen.



Über das Menü *Ausgewählte Objekte – Lastbilder kopieren* wird im dadurch aufgerufenen Eigenschaftsblatt die Aktion eingeleitet.



Ein Wechsel auf Lastfallfolie 5 zeigt uns das Ergebnis der Kopieraktion.



Unter der Verwaltung der Nachweise kann später ein **Lastkollektiv** erzeugt werden, mit dem überprüft wird, ob sich das Bauwerk unter Auftrieb und ständigen Lasten vom stützenden Boden abheben will (s. S. 32). Die entsprechenden Bereiche können dann von der Bettung freigesetzt werden. Hierbei sind dann möglicherweise unterschiedliche Systeme zu betrachten und durchzurechnen.

3.4.9 nichtrotationssymmetrische Belastung

Wie bisher gezeigt und wie im Folgenden bei der Darstellung der Ergebnisse verdeutlicht werden wird, können mit *##-ROSY* rotationssymmetrische Bauwerke, die auch weit komplexer als das vorliegende Eingabebeispiel sind, äußerst schnell und präzise bemessen und nachgewiesen werden. Jedoch treten auch nicht-rotationssymmetrische Belastungen auf.

Sollte z.B. die Deckenplatte unseres Bauteils befahrbar sein, tritt ein derartiger Fall ein. Hierbei kann mit *##-ROSY* einerseits der rotationssymmetrische Belastungszustand nachgewiesen werden und z.B. die Einspanngröße der Deckenplatte in die anschließende Zylinderwand ermittelt werden und anschließend mit dem Programm *##-ALFA*, Flächentragwerke, die Kreisplatte unter Fahrzeuglasten separat bemessen werden. Zur weiteren Bearbeitung als räumliches Faltwerk steht ein Exportfilter bereit, s. Abs. 4.2.9.6, S. 77.

Mit diesem Hinweis soll die Beschreibung der Belastung innerhalb unseres kleinen Beispiels abgeschlossen sein.

3.5 Kontextsensitivität

An dieser Stelle bietet sich die Gelegenheit für einen Einschub bezüglich der Funktionalität der grafischen Eingabe. Die bereits auf S. 8 angesprochene Kontextsensitivität im DTE®-System findet auch hier ihre Fortsetzung und zieht sich durch alle *##-Programme*.

Z.B. besitzt die Steuerbuttonzeile im Kopfbereich der Bearbeitungsoberfläche in der Systemfolie eine Reihe abgedunkelter Buttons solange weder Punkte noch Linien markiert sind.

Systemfolie



Es ergibt auch keinen Sinn oder führt zu Verwirrung, Funktionalitäten für Lagerangaben bereitzustellen, wenn es entweder noch keine Punkte gibt oder keine aktiviert sind. Gleiches gilt für die Zuweisung von Eigenschaften zu Linien. Darüber hinaus wäre es noch weniger sinnvoll, in der Systemfolie Buttons zur Eingabe von Belastungswerten bereitzustellen.

Dementsprechend werden nach Wechsel in eine Lastfallfolie eine Reihe von Buttons ausgetauscht und nun lastbezogene Funktionen zugänglich.

Lastfallfolie



(Beide dargestellte Buttonzeilen zeigen an, dass weder Punkte noch Linien markiert wurden.)

Als letzter Themenbereich der erforderlichen Eingaben stehen die Nachweisdefinitionen aus.

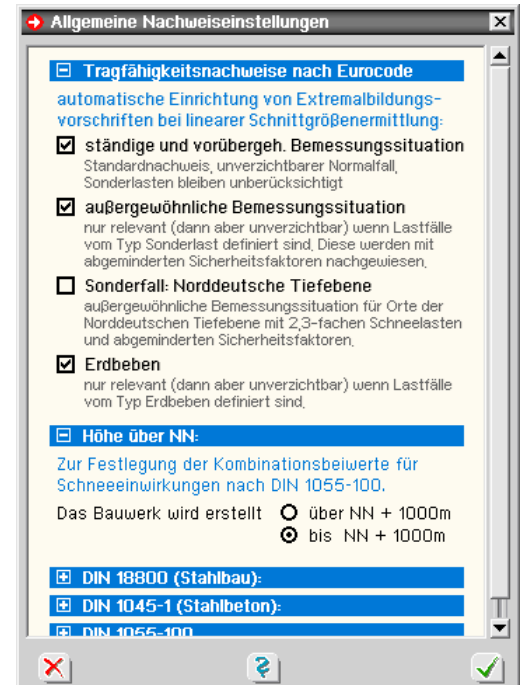


Ausführliche Erläuterungen zu den Nachweisen und zur Interaktion im *Eigenschaftsblatt Verwaltung der Nachweise* finden Sie im Handbuch das *pcae-Nachweis-konzept* und in der Online-Hilfe.



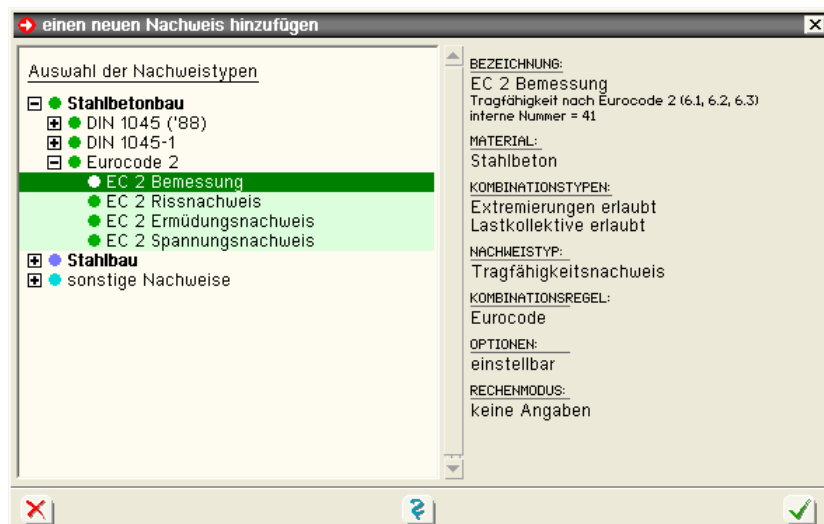
Der Button **Nachweise definieren** ruft die *Verwaltung der Nachweise* und einen Assistenten zur automatischen Einrichtung der Extremalbildungsvorschriften auf.

Durch Anklicken der dargestellten Buttons erzeugt der Assistent bei Einrichten eines Nachweises umgehend die zugehörigen Kombinationen entsprechend der unter der *Verwaltung der Einwirkungen* (s. Abs. 3.4.1, S. 22) definierten Laststruktur.

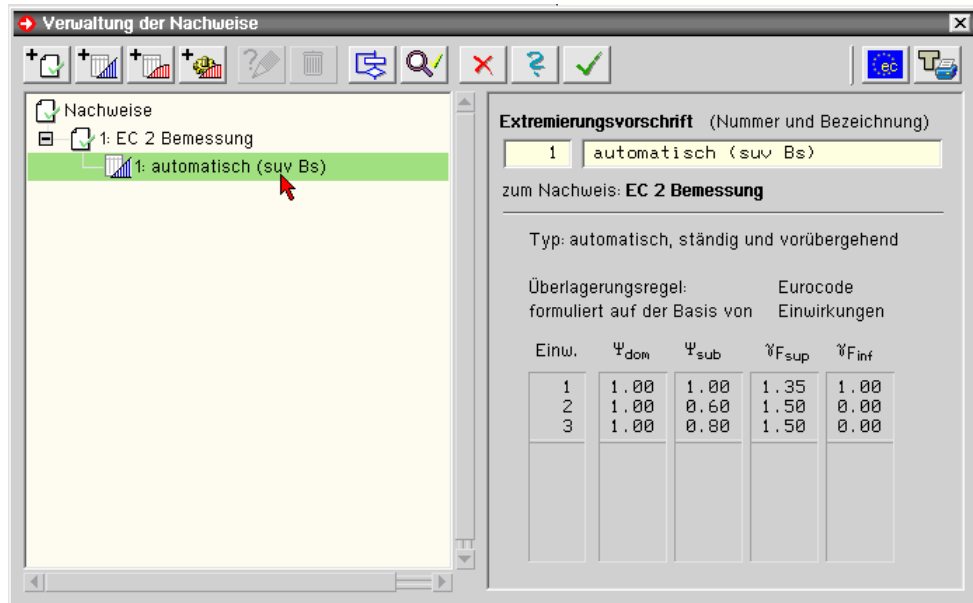


einen neuen Nachweis erzeugen

Durch Anklicken des Buttons **einen neuen Nachweis erzeugen** wird ein Eigenschaftsblatt mit einer Listbox aufgerufen, die alle verfügbaren Nachweise beinhaltet. Im unteren Bereich des Eigenschaftsblatts werden die wesentlichen Merkmale des gewählten Nachweises erläutert.



Nach **Bestätigen** des Nachweises wird dieser in die Liste der zu führenden Nachweise bzw. Bemessungen aufgenommen und automatisch eine Standardkombination eingerichtet.

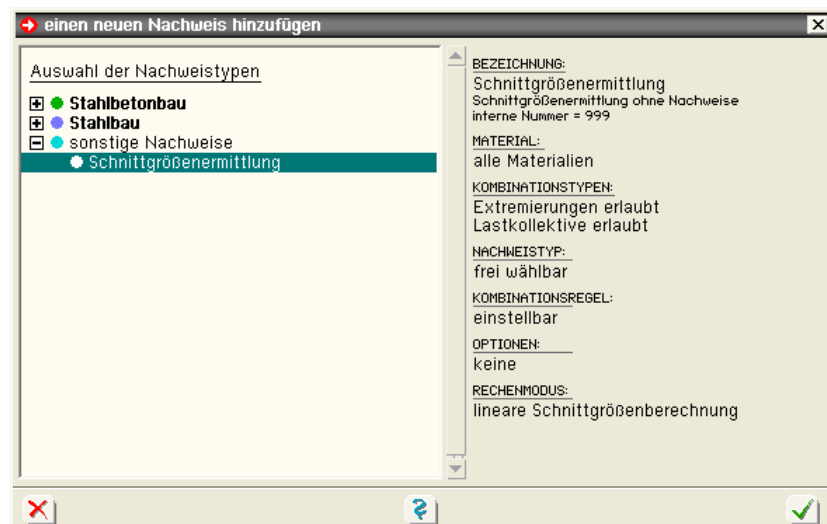


Wenn diese Standardkombination durch Anklicken mit der LMT markiert wird, erscheint ihre Bildungstabelle mit den zugehörigen **Teilsicherheits-** und **Kombinationsbeiwerten** der auf S. 23 erzeugten Einwirkungen. Der komplexe und komplizierte Überlagerungsmechanismus der neueren Normen wird Ihnen damit von **44-ROSY** vollständig abgenommen. Darüber hinaus gibt aber auch der Button **benutzerdefiniert** Eingriffsmöglichkeit in die Tabellenstruktur.

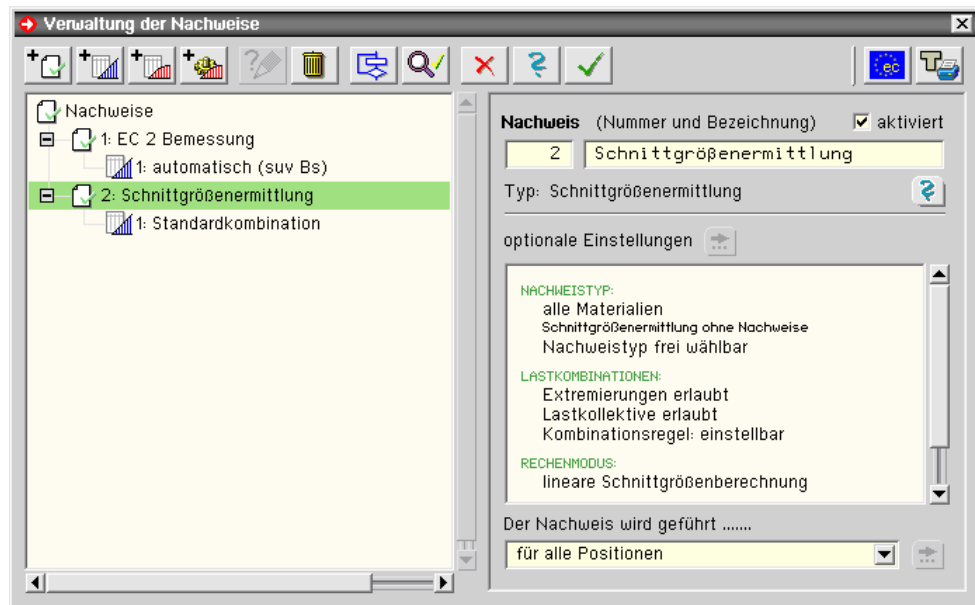


Über den Button **einen neuen Nachweis erzeugen** werden dergestalt alle gewünschten Nachweise eingerichtet.

Im vorliegenden Beispiel wird zusätzlich der Nachweis **Schnittgrößenermittlung** eingerichtet.



Ein Klick auf die Standardkombination des Nachweises **Schnittgrößenermittlung** zeigt, dass die Teilsicherheitsbeiwerte auf **charakteristischem Niveau** formuliert sind. Dieser Nachweis ist daher geeignet zur Ermittlung von Werten zur **Lastweiterleitung** (s. Abs. 3.6.2, S. 33), der auf Fundamente zu übertragenden Lagerreaktionen, vorhandener Bodenpressungen, Durchbiegungen usw..



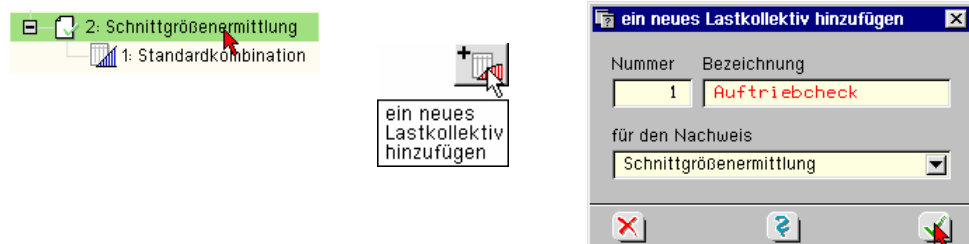
Alle innerhalb einer (Standard)Kombination ermittelten Zustands-, Nachweis- und Bemessungsgrößen sind mit den zu dieser Kombination gehörenden Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten versehen. Sie bilden einen konsistenten, in sich geschlossenen Ergebnisblock.

3.6.1

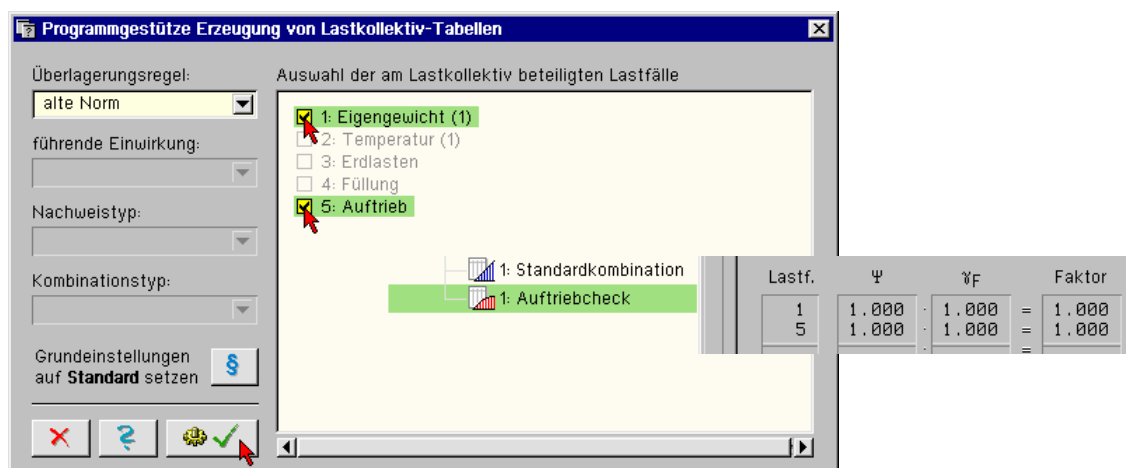
Lastkollektiv einrichten

Wie bei der Beschreibung des Lastfalls Auftrieb auf S. 29 bereits erläutert, können in der Verwaltung der Nachweise Lastkollektive erzeugt werden, um z.B. ein mögliches Abheben des Bauwerks vom stützenden Boden zu untersuchen.

Markieren Sie bitte den Nachweis *Schnittgrößenermittlung*, klicken dann den Button **ein neues Lastkollektiv hinzufügen** an und geben dem Lastkollektiv eine Bezeichnung.



In dem nun erscheinenden Eigenschaftsblatt werden die in das Lastkollektiv eingehenden Lastfälle spezifiziert.



Die Überlagerungsregel **alte Norm** ergibt die nach **Bestätigen** des Eigenschaftsblattes im rechten Bereich der *Verwaltung der Nachweise* protokollierten 1.0-fachen Überlagerungsfaktoren.

Nach **Bestätigen** der *Verwaltung der Nachweise* sind die Eingaben vollständig, um eine Berechnung des Tragwerks durchführen zu können.

3.6.2

Nachweis Schnittgrößenermittlung

Wie bereits im vorhergehenden Absatz erläutert, dient der Nachweis *Schnittgrößenermittlung* zur Erzeugung von Ergebnissen auf **charakteristischem Niveau**, um diese ggf. auf andere Bauteile zu übertragen.

Die Sicherheitskonzepte der neueren Normen sind auf Basis von Einwirkungen formuliert. Eine vollständig normenkonforme Übertragung von Ergebnissen auf andere Bauteile hat demnach auf Lastfallbasis zu erfolgen. Diese Vorgehensweise ist allerdings die aufwändigste, da sich die Lastfalleingaben für das unterliegende Bauteil entsprechend vervielfachen. Die hierzu erforderlichen Daten werden vom Programm in der Drucklistengestaltung (S. 96 ff.) und der Ergebnisvisualisierung (S. 84 ff.) unter dem Ergebnissatz **Lastfall** bereitgestellt.

2. Eine Reduktion des Eingabeaufwandes kann durch Definition von Lastkollektiven erfolgen. Hierbei werden innerhalb einer Einwirkung zusammengehörige Lastfälle zusammengefasst. Eine einwirkungsübergreifende Zusammenfassung verstieße unzulässigerweise gegen das Sicherheitskonzept, da Lastfälle verschiedener Einordnungen miteinander verknüpft würden. (Ergebnissatz **Lastkollektiv**).

3. Eine andere Möglichkeit der Vereinfachung des Eingabeaufwandes ist die Erzeugung benutzerdefinierter Extremierungsvorschriften. Eine Extremierung darf dabei nur innerhalb einer Einwirkung erfolgen. Eine einwirkungsübergreifende Extremierung ist nach dem Normenverständnis nicht zulässig. Das Programm stellt die Ergebnisse unterhalb der jeweiligen Extremierung bereit. Allerdings werden dort nur die Extremwerte gezeigt. Eine Zusammenstellung mit den zugehörigen Ergebniswerten ist in grafischer Form nicht möglich. Diese Wertekombination stellen einzig die Detailnachweispunkte bereit, die gesondert spezifiziert werden müssen (s. folgenden Absatz).



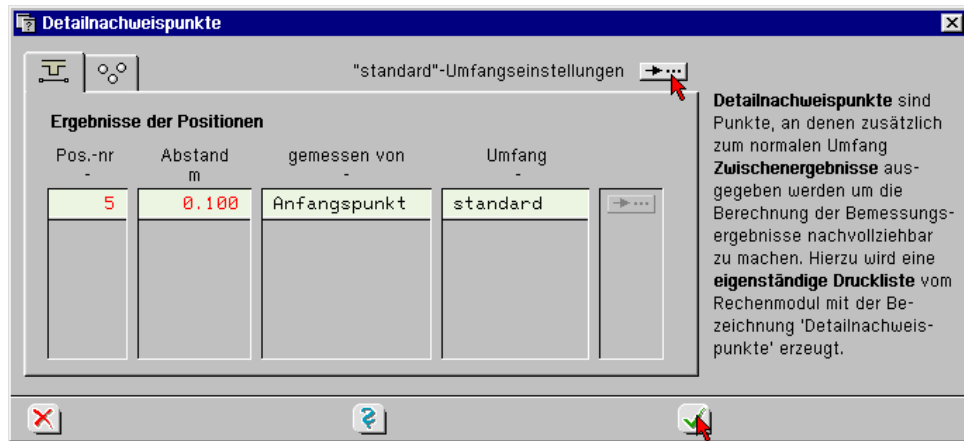
Die unter 2. und 3. formulierten Verfahrensweisen sind Vereinfachungen. Hierbei ist vonseiten des Benutzers sicherzustellen, dass sich die Vorgehensweise auf der sicheren Seite befindet.

3.6.3

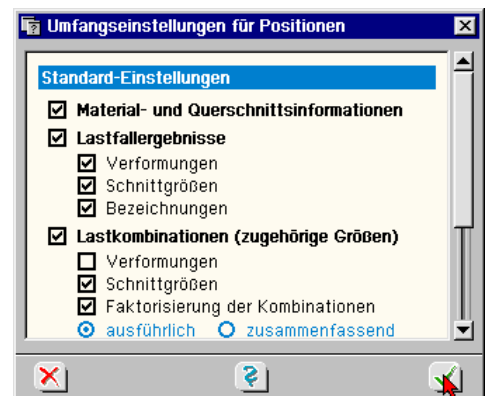
Detailnachweispunkte



Detailnachweispunkte sind Orte, an denen zusätzlich zum normalen Ausgabeumfang Zwischenergebnisse ausgegeben werden, um die Berechnung der Bemessungsergebnisse nachvollziehbar zu machen bzw. eine Zusammenstellung von zugehörigen Ergebniswerten zu liefern. Hierzu wird eine eigenständige Druckliste mit der Bezeichnung *Detailnachweispunkte* vom Rechenprogramm erzeugt. Die Liste der Detailnachweispunkte kann durch Anklicken des nebenstehenden Buttons, der an diversen Orten zugänglich wird (s. z.B. Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Nachweise* S. 31), bzw. über gleichnamige Menüs eingesehen und bearbeitet werden.



Der Umfang der zugehörigen Druckliste kann über den Button **"standard"-Umfangseinstellungen** individuell für Positionen und Punkte festgelegt werden.

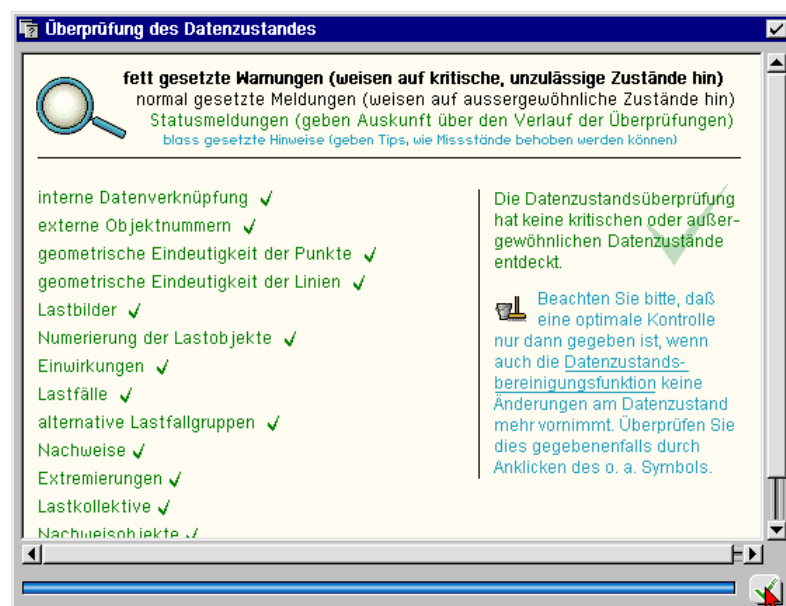


3.7


Datenzustandskontrolle

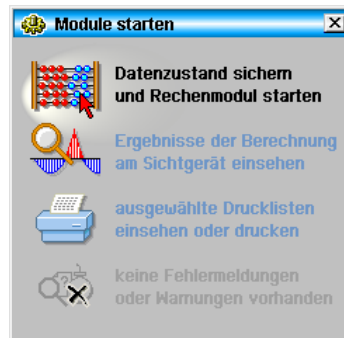


Spätestens vor der Berechnung sollte die Datenzustandskontrolle aufgerufen werden. Da hier keine Kollisionen gemeldet werden, kann nun die Berechnung durchgeführt werden.



3.8 Berechnung des Tragwerks

 Zum Start der Berechnung und der Postprozessoren muss die grafische Eingabe nicht verlassen werden. Klicken Sie bitte den **Start-Button** in der linken unteren Ecke des Arbeitsbereichs an und starten die Berechnung, die von einer Animation mit Angabe des aktuellen Bearbeitungsschrittes begleitet wird.



 Nach Ende der Berechnung klicken Sie bitte den **Start-Button** nochmals an und rufen die Ergebnisvisualisierung auf.

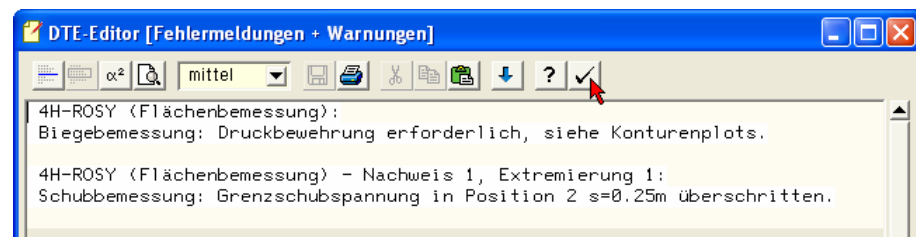


Sowohl die grafische Eingabe als auch die Ergebnisvisualisierung sind nun geöffnet und können über die Windows-Taskleiste aktiviert werden. So können Eingabe- und Ergebniswerte wechselseitig eingesehen werden.



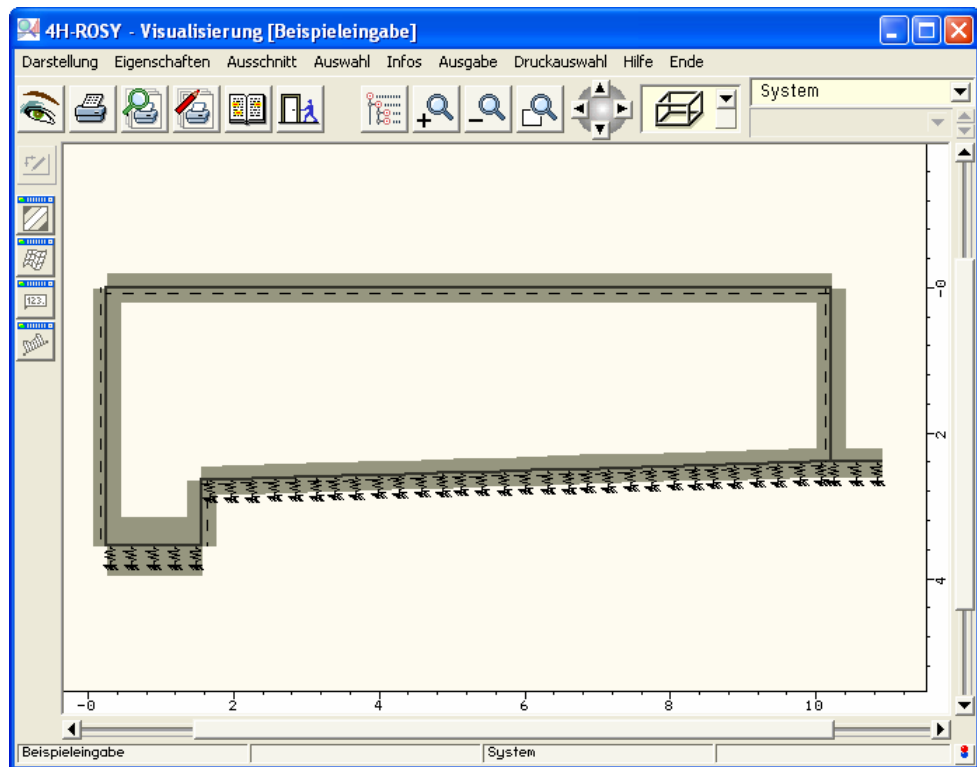
3.8.1 Meldungen des Rechenlaufs

Sollten sich bzgl. der Berechnung Unstimmigkeiten ergeben, wird dies vor Start des nächsten Bearbeitungsschrittes vom Programm gemeldet. Im vorliegenden Falle treten Spannungsüberschreitungen bei der Schubbemessung auf. Zur genaueren Ursachenklärung sind z.B. die unter Abs. 3.6.3, S. 34, bereits vorgestellten Detailnachweispunkte hilfreich.



3.9 Visualisierung der Ergebnisse

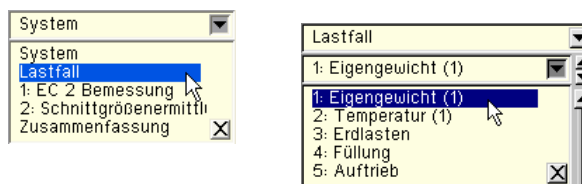
Das Darstellungsfenster der Ergebnisvisualisierung erscheint in einem Grundzustand, der das System zeigt.



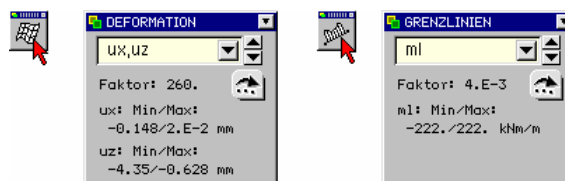
Eingehende Erläuterungen zur Ergebnisvisualisierung finden Sie unter Abs. 4.5 ab S. 84 ff.

3.9.1 Ergebnissatz auswählen

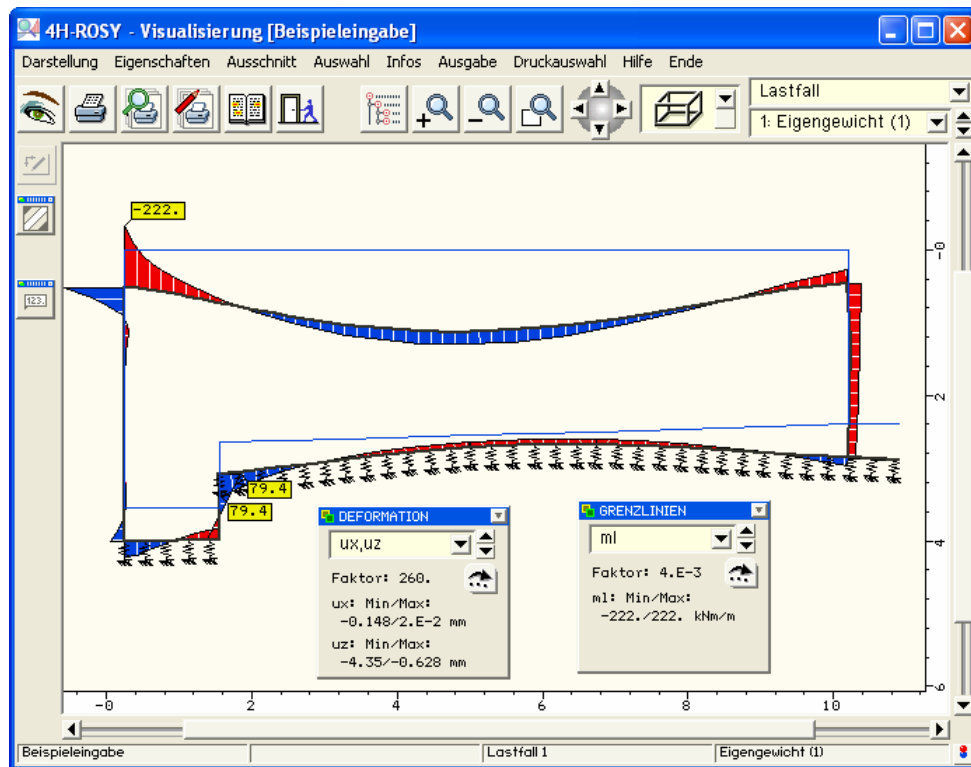
In der rechten oberen Ecke des Darstellungsfensters befinden sich Listboxen zur Auswahl des Ergebnissatzes. Durch Anklicken einer Zeile öffnet sich die Liste. Klicken Sie bitte auf das Wort **System** und wechseln auf **Lastfall**. Es erscheint eine Liste mit den fünf berechneten Lastfällen. Wählen Sie dort den LF **Eigengewicht** aus.



Klicken Sie nun auf den Button **Deformation** am linken Rand. Die dadurch geöffnete zugehörige **dynamische Schalttafel** enthält eine Liste der darstellbaren Ergebnisse. Klicken Sie bitte hier das Wort **kein** an und wechseln auf **ux,uz**. Wiederholen Sie dann den Vorgang mit Anklicken des Buttons **Grenzklinien** und wechseln in der zugehörigen Schalttafel auf **m1**.



Das folgende Bild zeigt das Ergebnis dieser Einstellungen. Über dem deformierten System des Lastfalls 1 sind die Grenzklinienverläufe der zugehörigen Biegemomente m_1 aufgetragen.



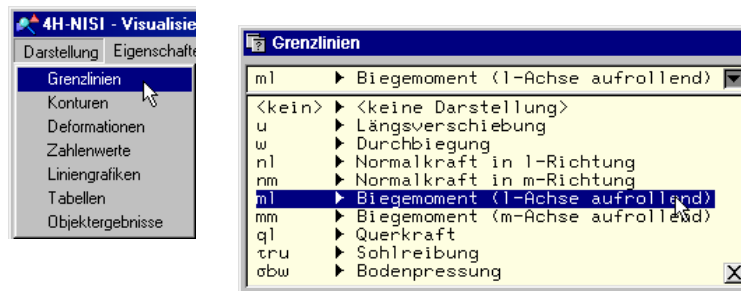
Sofern die dynamischen Schalttafeln (Moving-Windows) die Sicht versperren, können sie durch Anklicken bei gedrückter gehaltenen LMT verschoben oder über Doppelklick geschlossen werden.

Probieren Sie jetzt bitte selbständig andere Einstellungen und Ergebnissätze aus.

3.9.2

Kürzel in den Auswahllisten der dynamischen Schalttafeln

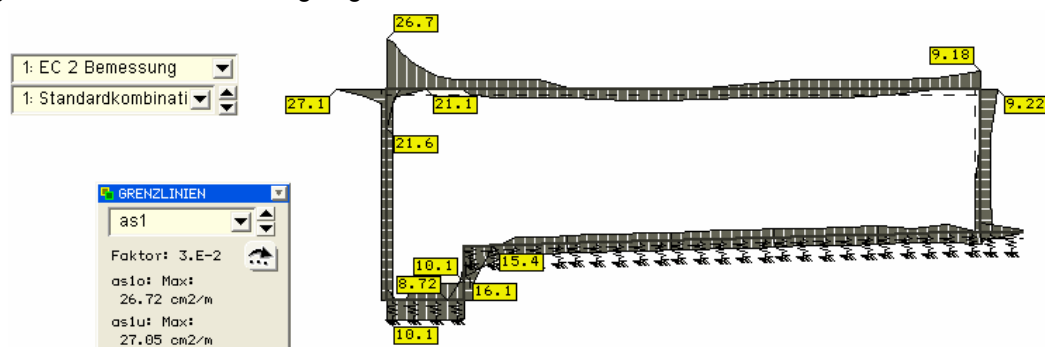
Die Darstellungen können auch über die **Menüauswahlzeile** und die jeweiligen Auswahllisten abgerufen werden. In den Auswahllisten finden sich Erläuterungen zu den in den Schalttafeln verwendeten Kürzeln.



3.9.3

Ergebnisse der Bemessungen und Nachweise

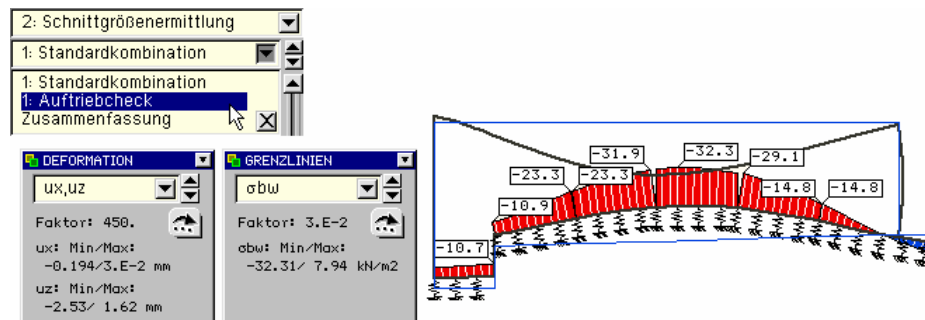
Die letztendlich angestrebten Ergebnisse der Stahlbetonbemessung und der Schnittgrößenermittlung sind analog zur Verwaltung der Nachweise auf S. 31 unter den Kombinationen der eingerichteten Nachweise abgelegt.



3.9.4

charakteristisches Niveau im Nachweis Schnittgrößenermittlung

Die, wie auf S. 31 gezeigt, auf 1.0-fachem Niveau kombinierten Werte befinden sich unter dem Nachweis **Schnittgrößenermittlung**. Die Grafik des Lastkollektivs **Auftriebcheck** zeigt den Verlauf der Bodenpressungen. Hier zeigt sich, dass sich unter der gewählten Lastfallkombination in weiten Bereichen rückstellende Bodenfedern einstellen, die physikalisch nicht auftreten können.



3.9.5

Grafiken für Statikdokument sichern



Alle in der Ergebnisvisualisierung erstellten Grafiken können entweder direkt auf dem Drucker ausgegeben oder für das Druckdokument gesichert und später gemeinsam gedruckt werden.



Erläuterungen zu den Einstellungen der Druckausgabe s. Abs. 4.5.2, S. 86.

Brechen Sie die Druckausgabe ab oder besser noch probieren Sie selbständig die Funktionen in der Ergebnisvisualisierung aus; Schaden können Sie nicht anrichten.



Nach Beendigung Ihrer Rundreise verlassen Sie bitte die Ergebnisvisualisierung über den dargestellten Button.

Im letzten Eigenschaftsblatt können die aktuellen Einstellungen mit den markierten Buttons gespeichert werden. Bei neuerlichem Aufruf der Ergebnisvisualisierung setzt das Programm an exakt der letzten Stelle wieder auf.

Nach **Bestätigen** befindet sich die Aktion dann wieder im Eingabemodul.



Nach Schließen des Eingabemoduls befindet sich die Aktion wieder auf dem DTE®-Schreibtisch.

3.10

Bilanz und Hinweis auf Drucklistengestaltung

Wir haben nun den handwerklichen Teil dieses Handbuchs abgeschlossen. Die System- und Lastbeschreibung werden sich bei größeren Systemen mit den gezeigten Hilfsmitteln meistern lassen und lediglich aufwändiger als beim gezeigten Beispiel gestalten.

Die wahrscheinlichkeitstheoretischen Betrachtungsformen in den neuen Normen verlieren durch die Veraltungen der Einwirkungen und Nachweise mit ihren Automaten nahezu vollständig ihre Schrecken.

Abschließend wurde die Ergebnisvisualisierung vorgestellt, die einerseits zur Sichtung und Bewertung der Ergebnisse dient, aber ihre Grafiken auch dem Druckdokument übergibt.

Für die eigentliche Erstellung des Druckdokuments ist die Drucklistengestaltung zuständig. Hier können die angebotenen Tabellen und Grafiken für das Statikdokument zusammengestellt werden.

Der Aufruf erfolgt über die dargestellten Buttons.



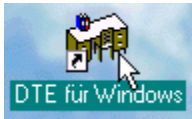
Erläuterungen zur Drucklistengestaltung und zum Export der Grafiken aus der Ergebnisvisualisierung finden Sie auf S. 96 ff. bzw. S. 86 ff.

Nachfolgend werden die Funktionen des Eingabemoduls und der Ergebnisvisualisierung in chronologischer Reihenfolge allgemein beschrieben.

4 allgemeine Erläuterungen zur Anwendung von ##-ROSY

4.1 Bauteile verwalten unter DTE®

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



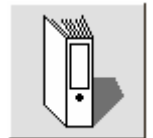
Die Verwaltungsoberfläche wird per **Doppelklick** auf das nebenstehend dargestellte Icon, das sich nach der Installation auf dem Windows-Desktop befindet, gestartet. Nach Einrichten/Auswahl eines Schreibtisches und Bestätigen eines symbolischen Menüs, das die installierten **pcae**-Programme inklusive der Nutzungsrechte ausweist, erscheint die Oberfläche, mit deren Hilfe Bauteile eingerichtet und bearbeitet werden. Nachfolgend ist die Steuerleiste des Programmsystems dargestellt.



4.1.1 Bauteile einrichten



Oftmals ist es für die Übersichtlichkeit sinnvoll, vor der Erzeugung eines Bauteils einen **Ordner** anzulegen. Dies geschieht durch Anklicken des nebenstehenden Symbols. Der Ordner erscheint auf dem Desktop und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



Projekt



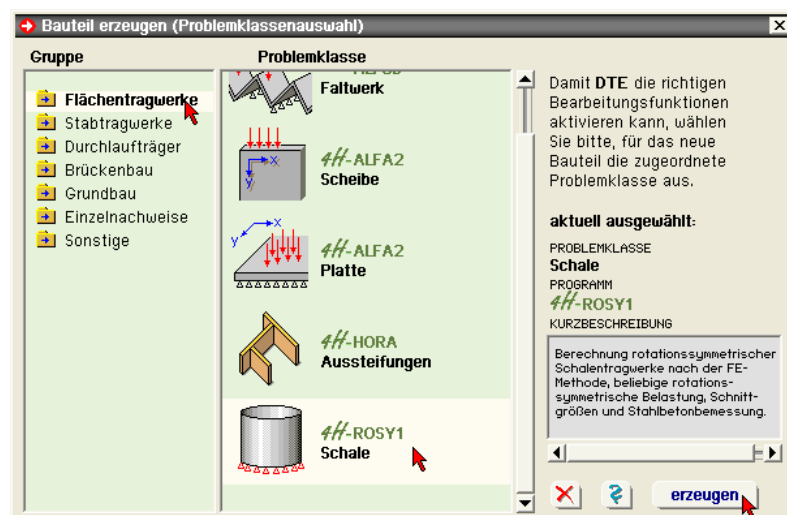
Der Ordner wird durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird ein Bauteil erzeugt. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die dem Bauteil zugeordnete **Problemklasse** ausgewählt werden muss.



Im vorliegenden Handbuch wird die von ##-ROSY unterstützte Problemklasse der **Schalen** beschrieben. Nach **Bestätigen** des Eigenschaftsblatts erscheint das Bauteilsymbol auf der Schreibtischoberfläche. Dem Bauteil sollte aus Gründen der Übersichtlichkeit eine eindeutige **Bezeichnung** zugeordnet werden. Diese kann jederzeit geändert werden. Hierzu dient das nebenstehende Symbol.



Schale

Das erzeugte Symbol hat das hier dargestellte Standardlayout, das sich im Laufe der Bearbeitung ändern wird. Es enthält dann die miniaturisierte eingegebene geometrische Struktur.

Ein Bauteilsymbol - wie auch ein Projektordner - kann mit der LMT ausgewählt werden. Durch Auswahl ändert sich die Darstellungseigenschaft: Das Symbol erscheint mit weißem Hintergrund und schwarzer Berandung. Ein Doppelklick auf das Bauteil startet das Eingabemodul des Programms ##-ROSY (s. Abs. 4.2, S. 44).

4.1.2

Bauteile kopieren



Mitunter ist es sinnvoll, eine Kopie des Bauteils anzulegen. Besonders empfiehlt sich dies, wenn der aktuelle Zustand eines Bauteils konserviert oder Varianten des bestehenden Bauteils untersucht werden sollen. Die Erzeugung einer Kopie des ausgewählten Bauteils wird durch das nebenstehend dargestellte Symbol eingeleitet. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt in dem die zu kopierenden Datenkategorien (vgl. Abs. 4.1.4, S. 42) ausgewählt werden können. I.d.R. reicht es aus, hier die Eingabedaten zu markieren.



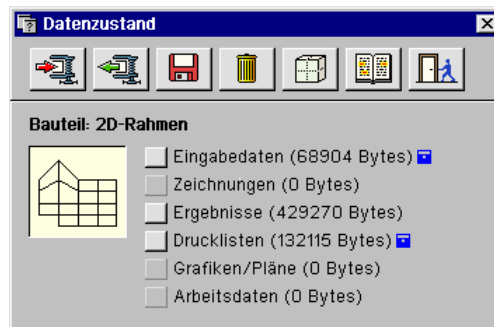
Die Kopie des so markierten Bauteils kann durch Anklicken des **einfügen**-Symbols auf dem Desktop eingefügt werden.

4.1.3

Bauteile sichern



Ist ein Bauteil ausgewählt und wird das nebenstehend dargestellte Symbol angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung des Datenzustandes. Die dem Bauteil zugeordneten Datenkategorien können im unteren Teil des Eigenschaftsblatts ausgewählt werden.



Mit Hilfe der im oberen Bereich des Eigenschaftsblatts angebotenen Buttons können die ausgewählten Datenkategorien



komprimiert werden (nicht für Eingabedaten oder bereits komprimierte Datenkategorien)

dekomprimiert werden (nur falls sie zuvor komprimiert wurden)



auf externen Medien **gesichert** werden. Hierzu müssen zuvor Sicherheitsmedien eingerichtet werden.



gelöscht werden









in eine externe Paketdatei gepackt werden. Eine solche Datei dient zum **Datenaustausch** und ist besonders geeignet, als Anhang einer **e-Mail** versandt zu werden.









Ist kein Bauteil ausgewählt und wird das **Diskettensymbol** angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt, mit dem das **Laden** von Bauteilen von externen Medien eingeleitet wird. Von hier aus können auch Beispieldatensätze von der Installations-CD geladen oder der **Paketdienst** aufgerufen werden, um per e-Mail in Paketdateien empfangene Bauteile in den Desktop zu integrieren.

4.1.4 Datenkategorien und Drucklisten

DTE[®] unterscheidet bei jedem Bauteil zwischen verschiedenen Datenkategorien. Bei Bauteilen, die *##-ROSY* zugeordnet werden, sind dies

-  Eingabedaten sind Festlegungen, die im Laufe einer Bauteilbearbeitung vom Benutzer eingegeben wurden. Diese Datenkategorie ist von höherer Ordnung **sicherungsbedürftig**.
-  Zeichnungen sind vom Anwender im Planerstellungsmodule erstellt und abgespeicherte Pläne.
-  Ergebnisse werden vom Rechenprogramm automatisch erzeugt. Werden sie gelöscht, wird der Start des Rechenprogramms diese vollständig restaurieren.
-  Drucklisten werden vom Druckmanager zur Ausgabe zu einem Drucker gesandt. Sie sind in weitere Unterkategorien eingeteilt, die im zweiten Teil dieses Abschnitts vorgestellt werden.
-  Grafiken/Pläne diese Datenkategorie enthält dem Bauteil zugeordnete Pläne, die mit dem Planerstellungsmodule erstellt, eingesehen und auf einem großformatigen Plotter ausgegeben werden können.
##-ROSY erstellt von sich aus keine Pläne!
-  Arbeitsdaten werden nur vom Rechenmodule benötigt. Nach einem kompletten Rechenlauf werden sie normalerweise automatisch gelöscht.

Drucklisten sind abermals unterteilt. *##-ROSY* zugeordnete Bauteile besitzen folgende Drucklisten

-  Bemerkungen die Druckliste *Bemerkungen* wird bei Bedarf vom Benutzer erstellt. Sie enthält i.d.R. erläuternde Texte zum Bauteil.
-  Zeichnungen werden im Planerstellungsmodule erzeugt und dort auf Wunsch über das Druckersymbol in die Druckliste *Zeichnungen* eingespeichert.
##-ROSY erstellt von sich aus keine Pläne!
-  Systemangaben die Druckliste *Systemangaben* wird beim Abspeichern innerhalb des grafischen Eingabemoduls automatisch erzeugt. Ihr Inhalt kann modifiziert werden. S. hierzu Abs. 4.2.9.3, S. 74.
-  Lastfallergebnisse Ergebnisse der lastfall- bzw. lastkollektivweise berechneten Verformungen und Schnittgrößen. Der Umfang dieser Druckliste wird im Drucklistengestaltungsmodule festgelegt. Näheres s. Abs. 4.6, S. 96.
-  Nachweisergebnisse Ergebnisse der Stahlbetonbemessung bzw. des Stahlnachweisprozesses. Der Umfang dieser Druckliste wird im Drucklistengestaltungsmodule festgelegt (s. Abs. 4.6, S. 96).
-  Zusammenfassung diese Druckliste enthält die Quintessenz aus allen geführten Nachweisen. Bei Stahlbetonelementen ist dies die erforderliche **Bewehrung**, bei Stahlnachweisen der **Ausnutzungsgrad**.
-  Detailnachweispunkte diese Druckliste wird nur erzeugt, wenn vor Durchführung des Rechenlaufs im grafischen Eingabemodule Detailnachweispunkte eingerichtet wurden. Sie enthält detaillierte Informationen zu den geführten Nachweisen an der vorgegebenen Stelle. Ausführliche Informationen zu den Detailnachweispunkten s. Handbuch *das pcae- Nachweiskonzept*.
-  ausgewählte Grafiken werden im Ergebnisvisualisierungsmodule interaktiv erzeugt. Hierzu muss das dortige Druckersymbol angeklickt werden (s. Abs. 4.5, S. 84).

4.1.5 DTE[®]-Menüfunktionen

Ist ein *##-ROSY*-Bauteil ausgewählt, bietet DTE[®] bauteilspezifische Funktionen über ein Menü an, das durch Anklicken der RMT aufgerufen wird. Die meisten dieser Funktionen können auch direkt aus dem Eingabemodule gestartet werden (s. S. 49).

In der folgenden Kurzbeschreibung der Menüs zeigen die Symbole neben dem Text die Standardaufrufmöglichkeit über die DTE[®]-Steuerbuttons.

Berechnung → DXF-Datei importieren



Aufruf des **DXF**-Filters zum Import von geometrischen Informationen. Auf diesem Wege importierte Geometrien werden als eingabemodulkompatible Knoten und Schalen erzeugt. Näheres s. Abs. 4.3.1, S. 79.

Berechnung → Schale bearbeiten



Aufruf des unter Abs. 4.2, S. 44, beschriebenen Eingabemoduls. Einfacher geht dies über einen Doppelklick auf das Bauteil-Symbol.

Berechnung → Drucklistengestaltung



Aufruf des Moduls zur Gestaltung der Ergebnisdrucklisten. Näheres s. Abs. 4.6, S. 96 ff.

Berechnung → Schale berechnen



Aufruf des Berechnungsprogramms. Dies kann auch direkt aus dem Eingabemodul geschehen. Näheres s. Abs. 4.2.2.6, S. 49.

Berechnung → Ergebnisse visualisieren



Aufruf des Ergebnisvisualisierungsmoduls. Näheres s. Abs. 4.5, S. 84 ff.

Berechnung → Fehlerstatus anzeigen



Abrufen von Warnung- und Fehlermeldungen bzgl. des letzten Rechenlaufs

Berechnung → Hilfe



Aufruf der Online-Hilfe

Druckausgabe → drucken



Aufruf der Druckausgabe

Druckausgabe → aktualisieren



Durch diesen Aufruf werden die Drucklisteninhalte aktualisiert

Planerstellung



Aufruf des Planerstellungsmoduls. Da *##-ROSY* standardmäßig keine Pläne erstellt, erfolgt in diesem Handbuch keine Beschreibung des Planerstellungsmoduls. Der interessierte Leser findet Informationen im Handbuch *##-ALFA – Platten-Scheiben-Faltwerke – Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung*.

Datenzustand



Aufruf des Eigenschaftsblatts *Datensicherung* gemäß Abs. 4.1.3, S. 41

kopieren



Erstellung einer Bauteilkopie gemäß Abs. 4.1.2, S. 41

löschen



das Bauteil löschen

sonstiges → Bezeichnung



Ändern des Bauteilnamens und der Zusatzbezeichnung

sonstiges → Bemerkungen



Bemerkungen zum Bauteil eingeben. Druckliste *Bemerkungen* bearbeiten.

sonstiges → Geschichte



Abrufen des Geschichtsprotokolls zum Bauteil

sonstiges → Problemklasse



Kontrollieren und Ändern der Problemklasse

4.2

grafisches Eingabemodul

In diesem Kapitel wird das grafische Eingabemodul von *##-ROSY* für die Problemklasse **Schalen** beschrieben. Es wird aus DTE[®] heraus bei ausgewähltem Bauteil über die Menüfunktion



Berechnung → Rahmen bearbeiten (RMT anklicken)

oder einfacher per Doppelklick auf das Bauteilsymbol gestartet.

Mit dem grafischen Eingabemodul werden

- das statische System hinsichtlich der system- und lastbezogenen Angaben definiert,
- alle optionalen Einstellungen zur Durchführung des Rechenlaufs festgelegt,
- der Umfang der Systemdruckliste erklärt
- und alle anderen Module des Programms *##-ROSY* gestartet.

Diesem Modul kommt somit in der interaktiven Bearbeitung eine besondere Rolle zu.

4.2.1

Allgemeines

4.2.1.1

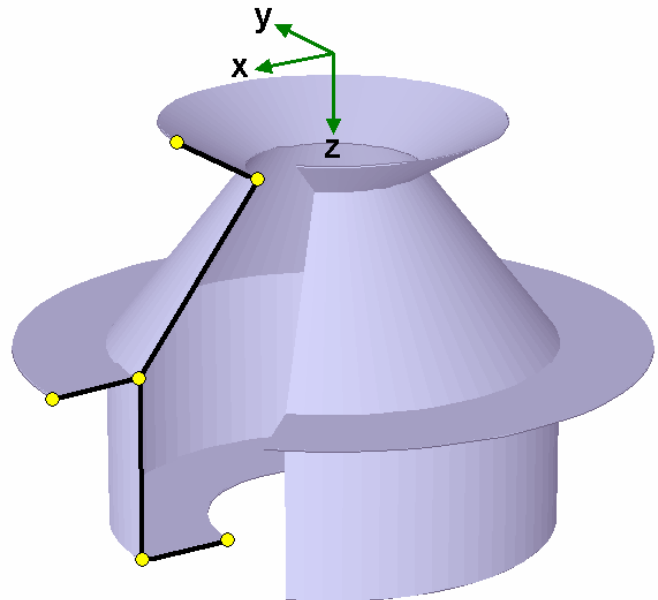
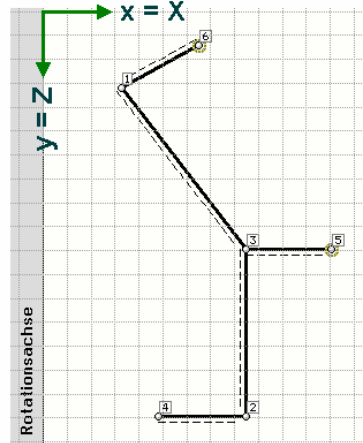
statisches System

Das grafische Eingabemodul verwaltet neben sonstigen optionalen Einstellungen im Wesentlichen die geometrischen und nichtgeometrischen Eigenschaften des statischen Systems.

4.2.1.2

Netzwerkstruktur

Das Tragwerk wird als Netzwerk von Knoten und Linien beschrieben, wobei die Linien als Erzeugende durch Rotation um die globale Z-Achse die einzelnen Schalenpositionen definieren. Ein Knoten ist durch eine eindeutige, über seine Koordinaten beschriebene Lage gekennzeichnet. Diese Lage darf von keinem anderen Knoten eingenommen werden. Linien sind Verbindungen zwischen den definierten Knoten. Dadurch, dass den Linien Schaleigenschaften und den Knoten Lagereigenschaften zugeordnet werden, bekommt die reine Geometrie den Rang eines statischen Systems - eines Schalentragwerks.



4.2.1.3

Koordinatensysteme

Das grafische Eingabemodul ist prinzipiell ein 3D-System. Alle Objekte (insbesondere die Punkte) sind eingebettet in ein globales, dreidimensionales, rechtshändiges, kartesisches Koordinatensystem XYZ. X und Y spannen hierbei eine horizontale Ebene auf, während Z nach unten (zum Erdmittelpunkt) zeigt. Demzufolge wirken Eigengewichtslasten grundsätzlich in positiver Z-Richtung.

Die Knoten und Linien werden in der Schalenebene definiert, die von xy aufgespannt wird (siehe Abb. oben).

Es gilt: $x = X$, $y = Z$ und wegen der erforderlichen Rechtshändigkeit der Systeme $z = -Y$. Man beachte die Groß- und Kleinschreibung zur Unterscheidung von globalem und lokalem **Ebenenkoordinatensystem**!

Die in der Schalenebene (und somit auch in den Raum) eingebetteten Linien verfügen (jede für sich) über ein **lmm-Koordinatensystem**. l zeigt stets vom Anfangsknoten zum Endknoten. m zeigt aus der Ebene heraus in Richtung Y. n steht senkrecht auf l und m.

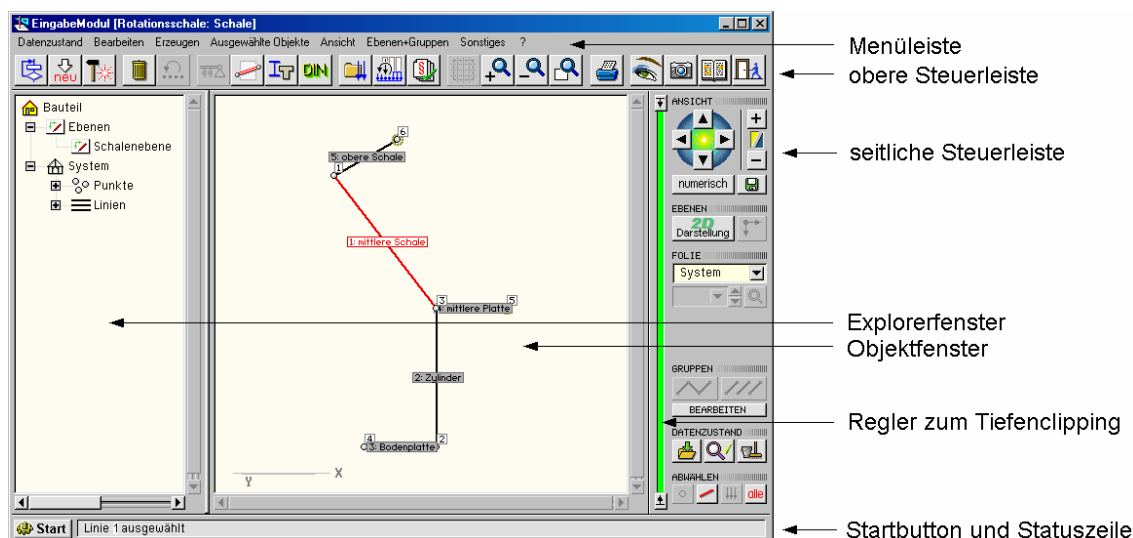
Es gilt: Positive Momente erzeugen auf der positiven n-Seite Zug. Um diese Orientierung stets vor Augen zu haben, wird die positive n-Seite im Ebenenbearbeitungsmodus mit einer **gestrichelten Linie** versehen.

Die Bearbeitung des Systems erfolgt sinnvollerweise im **Ebenenbearbeitungsmodus**. Aus diesem Grunde verzweigt das Eingabemodul bei Neustart direkt in die Schalenebene. Der 3D-Modus kann trotzdem genutzt werden, um etwa mit dem Explorerfenster (das nur im 3D-Modus angeboten wird) zu arbeiten oder erweiterte 3D-Erzeugefunktionen (wie z.B. das Einfügen von Linien und Punkten aus einer externen DXF-Datei) zu nutzen. Es ist jedoch dabei darauf zu achten, dass das System im Endstadium der Bearbeitung (insbesondere vor dem Start des Rechenlaufes) vollständig bzgl. aller Knoten und Stäbe in der Rahmenebene definiert sein muss! Darüber hinaus müssen alle X-Koordinaten der Knoten > 0 sein.

4.2.2

Oberfläche

Nachfolgend ist die Oberfläche des grafischen Eingabemoduls mit den Interaktionselementen dargestellt. Die Abbildung zeigt das grafische Eingabemodul im 3D-Modus.



4.2.2.1

Steuerelemente

In diesem Abschnitt werden die Steuerelemente in der oberen und seitlichen Steuerleiste vorgestellt. Zunächst wird neben dem grafischen Symbol die Bezeichnung des Steuerelements (fett gesetzt) angegeben. Die Bezeichnung eines Buttons wird vom grafischen Eingabemodul eingblendet, wenn die Maus einen Augenblick über der Schaltfläche verweilt. Nach einer kurzen Beschreibung des Steuerelements wird auf den Abschnitt verwiesen, in dem die genaue Funktionalität dieses Steuerelements beschrieben wird.



globale Einstellungen

Dieser Button ruft ein symbolisches Untermenü auf von dem aus die Systemtabelle (bestehend aus Knoten und Schalen, Abs. 4.2.6.1, S. 63) und das Modul zur Gestaltung der Ergebnisdrucklisten (Abs. 4.6, S. 96) aufgerufen werden kann.



Objekte erzeugen

Mit dieser Schaltfläche werden neue Punkte und Linien erzeugt und ins Objektfenster integriert (Abs. 4.2.4, S. 51).



aktivierte Objekte bearbeiten

Geometrische Modellierung von ausgewählten (aktivierten) Punkten und Linien; dies beinhaltet ebenfalls das Duplizieren dieser Objekte (Abs. 4.2.5, S. 57).



aktivierte Objekte löschen

Löschen der im Objektfenster ausgewählten Objekte (Abs. 4.2.5.11, S. 63)



rückgängig machen

Undo- und Redo-Funktionen (Abs. 4.2.9.4, S. 74)

Die nachfolgenden vier Schaltflächen werden nur in der Systemfolie eingeblendet. Sie dienen der Zuordnung von Systemeigenschaften an die ausgewählten (aktivierten) Objekte. S. hierzu auch Abs. 4.2.6.2 - Eigenschaften vereinheitlichen - auf S. 64.



Lagerangaben

Mit dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Knoten Lagerfesthaltungen zugeordnet.



Angaben zur Elementgenerierung

Den ausgewählten Linien (Schalenpositionen) werden Generierungseigenschaften zugeordnet.



Materialangaben

Den ausgewählten Linien (Schalenpositionen) werden Material-, Querschnitts- und Bettungseigenschaften zugeordnet.



Bemessungsangaben

Mit Hilfe dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Linien (Schalenpositionen) Bemessungsangaben zugeordnet, die bei der Nachweisführung berücksichtigt werden.

Die nachfolgenden vier Schaltflächen werden nur in einer Lastfallfolie eingeblendet. Sie belegen die gleichen Positionen wie die vorangegangenen Schaltflächen in der Systemfolie.



Eigengewicht und Temperaturlasten definieren

Mit Hilfe dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Linien Eigengewichts- und/oder Temperaturlasten zugeordnet. Sind bereits Linienlasten definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden.



Linienlasten definieren

Den ausgewählten Linien werden Linienlasten zugeordnet. Sind bereits Linienlasten definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden.



Ringlasten definieren

Den ausgewählten Knoten werden Ringlasten zugeordnet. Sind bereits Ringlasten definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden (Abs. 4.2.7.2.1, S. 67).



Zwangsverformungen definieren

Den ausgewählten Knoten werden Auflagerzwangsverformungen zugeordnet. Sind bereits Auflagerzwangsverformungen definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden (Abs. 4.2.7.2.2, S. 67).



Einwirkungen und Lastfälle verwalten

s. Abs. 4.2.7.1, S. 66, sowie Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.



Lastbilder tabellarisch bearbeiten

Alternativ zur objektorientierten Bearbeitung können Lastbilder auch tabellarisch erzeugt, eingesehen und geändert werden (Abs. 4.2.7.2.5, S. 69).



Nachweise definieren

s. Abs. 4.2.8, S. 70, sowie Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.



Ebeneneinstellungen

Dieser Button ist nur im Ebenenbearbeitungsmodus aktivierbar. Über ihn werden Einstellungen bzgl. der Ebenendarstellung bearbeitet (Abs. 4.2.9.1.1, S. 70).



Ausschnitte

Mit den hier dargestellten Schaltflächen kann der Ausschnitt im Objektfenster vergrößert, verkleinert bzw. auf die Gesamtgröße zurückgestellt werden (Abs. 4.2.3.6, S. 50).



Eigenschaften der Systemdruckliste

Das Protokoll der Systemeingaben (= Systemdruckliste) wird vom grafischen Eingabemodul erzeugt. Dies hat den Vorteil, dass die Systemdruckliste bereits vor Start des Rechenprogramms eingesehen und kontrolliert werden kann. Über den dargestellten Button kann auf den Umfang dieser Druckliste inhaltlich Einfluss genommen werden (Abs. 4.2.9.3, S. 74).



Eigenschaften der Darstellung

Hier kann festgelegt werden, wie die Objekte und deren Eigenschaften im Objektfenster dargestellt werden (Abs. 4.2.3.7, S. 50).



fotorealistische Darstellung

Durch Anklicken des dargestellten Buttons wird das eigenständige *pcae*-Programm *FotoView* aufgerufen, das die Struktur des Systems unter Berücksichtigung der definierten Querschnitte räumlich darstellt. Das Programm verfügt über eine eigene Online-Hilfe; Erläuterungen an dieser Stelle erübrigen sich.



Hilfe

Aufruf der Online-Hilfe



Ende

Das grafische Eingabemodul verlassen (Abs. 4.2.9.7, S. 77).

Die nachfolgend vorgestellten Schaltflächen befinden sich in der rechten Steuerleiste.

ANSICHT

Kameraposition

Die unter dieser Überschrift angebotenen Schaltflächen ermöglichen es, die Position einer fiktiven Kamera, aus deren Blickrichtung das System im Objektfenster dargestellt wird, zu verändern (nur im 3D-Modus). Dies kann durch Verdrehen, Verschieben oder durch direkte Vorgabe der Koordinaten geschehen (Abs. 4.2.3.1, S. 49, bis Abs. 4.2.3.4, S. 50).

EBENEN

zwischen 3D- und Ebendarstellung umschalten

FOLIE

System- und Lastfallfolien aktivieren

Mit den hier angebotenen Schaltflächen kann zwischen Systemfolie und unterschiedlichen Lastfallfolien umgeschaltet werden (Abs. 4.2.3.10, S. 51, sowie Abs. 4.2.7.1, S. 66).

GRUPPEN

Objektgruppen bearbeiten

Mit den hier angebotenen Schaltflächen werden Positionszüge und lose Liniengruppen definiert und verwaltet (Abs. 4.2.9.2, S. 73).

DATENZUSTAND

Datenzustand bearbeiten

Mit den hier angebotenen Schaltflächen kann der aktuelle Datenzustand gesichert, kontrolliert und bereinigt werden (Abs. 4.2.9.5, S. 75).

ABWÄHLEN

Objekte abwählen

Mit den hier angebotenen Schaltflächen können ausgewählte (aktivierte) Objekte selektiv oder komplett abgewählt (deaktiviert) werden (Abs. 4.2.2.3, S. 48).

4.2.2.2

Objektfenster



Im Objektfenster werden die definierten Objekte grafisch dargestellt. Es sind dies zunächst die Knoten und Linien (Schalenpositionen), die das lastunabhängige statische System bilden. Beendet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie, werden zusätzlich auch die Lastbilder dargestellt. Die Art, wie die Objekte dargestellt werden, ist abhängig davon, ob sich die Interaktion im **3D-Modus** oder im **Ebenenbearbeitungsmodus** befindet und kann über die **Ansichtseigenschaften** (über den links dargestellten Button, vgl. Abs. 4.2.3.7, S. 50) vom Benutzer verändert werden.

Zoomen mit dem Mausrad

Durch Drehen des Mausrads nach vorne wird in die Objekte des Darstellungsfensters hineingezoomt. Hierbei behält der Punkt unter dem Mauszeiger seine Position. Durch Drehen des Mausrads nach hinten wird wieder herausgezoomt.

Werden gleichzeitig die [shift]-Taste und die linke Maustaste gedrückt, lassen sich die gezoomten Objekte im Konstruktionsfenster per Mausbewegung verschieben.

4.2.2.3

Objekte aus- und abwählen

Die Objekte im Objektfenster können ausgewählt (aktiviert) und abgewählt (deaktiviert) werden. Durch die Aktivierung verändert sich das Aussehen der Objekte, so dass jederzeit visuell kontrolliert werden kann, welche Objekte aus- bzw. abgewählt sind. Darüber hinaus wird die Anzahl der ausgewählten Objekte in der Statuszeile protokolliert.



Viele Aktionen des grafischen Eingabemoduls beziehen sich nur auf die aktuell ausgewählten Objekte.

Der Zustand der dargestellten Objekte verändert sich durch einmaliges Anklicken mit der LMT: Ein abgewähltes Objekt wird ausgewählt und ein ausgewähltes Objekt abgewählt.

Mit dem **Fangerechteck** können mehrere Objekte gleichzeitig ausgewählt werden. Hierzu wird der Mauszeiger zunächst in einem Eckpunkt des gewünschten Rechtecks positioniert und die Maus dann mit gedrückt gehaltener LMT bewegt. Alle Objekte, die sich im Augenblick des Loslassens der Maustaste vollständig in dem aufgezogenen Rechteck befinden, verändern ihren Aktivierungszustand.



Das Abwählen ausgewählter Objekte kann auch mit den nebenstehend dargestellten Buttons geschehen. Hiermit werden (von links nach rechts) alle ausgewählten Punkte, alle ausgewählten Linien, alle ausgewählten Lastbilder und letztlich alle ausgewählten Objekte insgesamt abgewählt.

4.2.2.3.1

Doppelklick-Funktionen



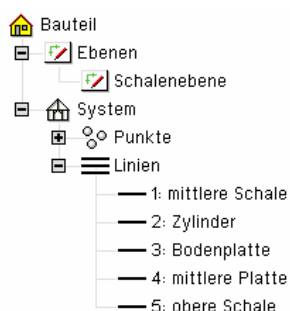
Alle auswählbaren Objekte im Objektfenster bieten ihre individuellen Eigenschaften zur Bearbeitung an, wenn sie einen Doppelklick (LMT über dem Objekt zweimal kurz hintereinander anklicken) erfahren. Die individuellen Eigenschaften sind abhängig vom Objekttyp. Wesentlich ist, dass die in der Folge bearbeiteten (geänderten) Eigenschaften bei dieser Aktivierungsart nur für das individuelle Objekt gelten, unabhängig davon, ob weitere Objekte desselben Typs aktiviert sind oder nicht.

4.2.2.4



Explorerfenster



Alternativ zum Objektfenster bietet das Explorerfenster die definierten Objekte im 3D-Modus zur Auswahl an. Die vertikale Trennlinie zwischen Explorerfenster und Objektfenster kann verschoben werden, so dass auch eines der beiden Fenster komplett ausgeblendet werden kann.



Der Inhalt des Explorerfensters stellt die Objekte in einer Baumstruktur ähnlich dem Windows-Explorer dar. Auf oberster Ebene enthält der Baum die Ordner *Ebenen* und *System*. Der Systemordner enthält weiterhin die Unterordner *Punkte* und *Linien*.

Durch Anklicken des -Symbols wird ein Ordner geöffnet und durch das -Symbol wieder geschlossen.

Das Arbeiten im Explorerfenster wird unter Abs. 4.2.3.8, S. 51, beschrieben.

4.2.2.5 Statuszeile

Die Statuszeile enthält aktuelle Meldungen zum Stand der Interaktion. Situationsbedingt können hier auch Eingabeaufforderungen oder Hinweise bzgl. des Gelingens aktivierter Funktionen erscheinen.

4.2.2.6 Start-Button



Über den Start-Button werden externe, zu *ROS* gehörende Module aufgerufen. Es erscheint das rechts dargestellte **Steuerfenster**.



Durch Aktivierung der obersten Schaltfläche wird der aktuelle Datenzustand gesichert und das Berechnungsprogramm aufgerufen.



Ist die Berechnung erfolgreich durchgeführt worden, können die Ergebnisse eingesehen werden. Dies geschieht im **Ergebnisvisualisierungsmodul**, mit dem sämtliche Ergebnisse mit optimaler, grafischer Unterstützung studiert und überprüft werden können.



Die nebenstehend dargestellte Schaltfläche ruft den **Druckmanager** auf, der die erzeugten Drucklisten zur Einsicht und zur Druckerzeugung anbietet.



Hat der zuletzt durchgeführte Rechenlauf zu Komplikationen geführt, liegen **Fehlermeldungen** und/oder **Warnungen** vor. Diese können durch Anklicken der nebenstehenden Schaltfläche auf dem Sichtgerät eingesehen werden.



Der Aufruf der Postprozessoren über den **Start-Button** lässt die grafische Eingabe weiterhin geöffnet, so dass z.B. zwischen den Fenstern der Ergebnisvisualisierung und der grafischen Eingabe gewechselt werden kann (um z.B. zugehörige Lastbilder einzusehen).

4.2.3 Navigation

In diesem Kapitel wird der formale Umgang mit dem grafischen Eingabemodul erläutert. Hier werden keine neuen Objekte erzeugt oder Systeme modifiziert, sondern die Ausnutzung der unterschiedlichen Sichtweisen und Bearbeitungsmöglichkeiten des Eingabemoduls vorgestellt.

4.2.3.1 Drehen im Raum



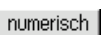
Befindet sich die Interaktion in der 3D-Ansicht, kann das System (bzw. die definierten Objekte) räumlich um eine vertikale Achse verdreht und um eine horizontale Achse gekippt werden. Hierzu dienen die dargestellten Schaltflächen. Die horizontalen Pfeile bewirken die Drehung, während das System mit den vertikalen Pfeilen gekippt wird.

4.2.3.2 Kameraentfernung verändern

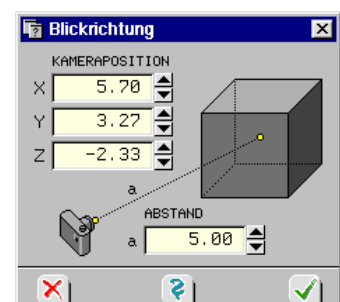


Mit den nebenstehend dargestellten Schaltflächen wird die Entfernung der fiktiven Kameraposition zum betrachteten Objekt eingestellt. Eine gut gewählte Kameraentfernung hilft dem Auge, die räumliche Ausdehnung einer Struktur zweifelsfrei zu erfassen. Während eine zu große Entfernung in eine Parallelperspektive übergeht, bewirkt eine zu kleine Entfernung unrealistische Verzerrungen.

4.2.3.3 Kameraposition numerisch festlegen



Wird der Button **numerisch** angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die Position der fiktiven Kamera numerisch festgelegt werden kann. Hierbei wird das globale Koordinatensystem XYZ zu Grunde gelegt.



4.2.3.4

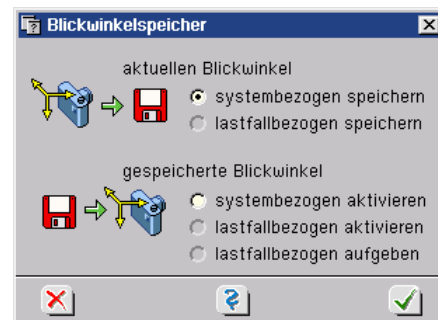
Kameraposition speichern



Über das **Diskettensymbol** erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die aktuelle Kameraposition system- oder lastfallbezogen gespeichert und wieder abgerufen werden kann.



Die hier gespeicherten Kamerapositionen kommen auch in der Systemdruckliste bei der Darstellung der Belastung zur Anwendung.



4.2.3.5

Tiefenclipping

Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten Schieberegler können vordere und/oder hintere Bereiche des Systems aus der Darstellung im Objektfenster ausgeblendet werden. Dies ist bei der Objektauswahl durch Anklicken im inneren Bereich sehr komplexer Systeme hilfreich, wird jedoch bei der Arbeit mit *##-ROSY* i.A. nicht erforderlich sein.



4.2.3.6

in Ausschnitte zoomen



Der nebenstehend dargestellte Button leitet einen Zoom-Vorgang ein. Es erscheint ein Fadenkreuz im Objektfenster zur Auswahl eines Rahmeneckpunkts. Mit gedrückt gehaltener LMT spannt sich der rechteckige Rahmen auf. Nach Lösen der Maustaste wird der Ausschnitt optimal in das Objektfenster eingepasst.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird der oben beschriebene Vorgang rückgängig gemacht. Es wird wieder der vorangegangene Ausschnitt aktiviert.



... der Ausschnitt auf wird *Standard* zurückgesetzt. Hierbei sind alle definierten Objekte (inklusive eines **Randabstandes**) im Ausschnitt enthalten. Zu den Einstellungen der Randabstände s. 4.2.3.7, S. 50, (im 3D-Modus) und 4.2.9.1.1, S. 70 (im Ebenenbearbeitungsmodus).

4.2.3.7

Ansichtseigenschaften



Die nebenstehend dargestellte Schaltfläche ruft ein Eigenschaftsblatt hervor, in dem die Art der Darstellung im Objektfenster optional eingestellt werden kann. Hier kann zunächst festgelegt werden, welches informative **Symbol** an die Objekte (Punkte / Linien) angetragen werden soll.

Symbole an Knoten

- ☐ kein
- ☐ Knotennummer
- ☐ Nummer+Bezeichnung
- ☐ Koordinaten

nur im Ebenenbearbeitungsmodus

- ☒ Lagersymbole
- ☒ Querschnittshöhen

nur bei 3D-Darstellung

- ☒ räumliches Koordinatensystem

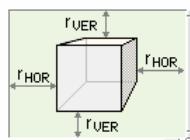
Skalierungen

Randabstände

r_{HOR} 2,00 m
 r_{VER} 2,00 m

Lastskalierungsfaktoren

- ☒ automatisch
- für Ringlasten f_R 0,1037 m/(kN/m)
- für Flächenlasten f_F 0,1037 m/(kN/m²)



gilt nur für die 3D-Darstellung

Symbole an Positionen

- ☐ kein
- ☐ Positionsnummer
- ☐ Nummer+Bezeichnung
- ☐ Positionszugnummer

Auswählbar sind

- ☒ Punkte
- ☒ Positionen
- ☒ Lastbilder

Jedem Knoten und jeder Linie kann eine auswählbare Zusatzinformation angeheftet werden, die im Objektfenster dargestellt wird. Im Ebenenbearbeitungsmodus können Lagerbedingungen und Querschnittshöhen visualisiert werden.

Die **Auswahlmöglichkeit** der dargestellten Objekte kann ebenfalls ein- und ausgeschaltet werden. Ausgeschaltete Objekte reagieren nicht mehr auf einen Mausklick.

Unter der Überschrift **Skalierungen** werden die Randabstände für die 3D-Darstellung entsprechend der angegebenen Skizze festgelegt. Die Voreinstellung liegt bei 2.00 m. Bei sehr kleinen statischen Systemen sollte der Wert sinnvoll geringer gewählt werden.

Weiterhin können die **Lastordinaten** in der 3D-Darstellung über Faktoren skaliert werden. Die Einstellung **automatisch** sorgt dafür, dass alle Lastbilder innerhalb eines Lastfalls in einer vernünftigen Größenordnung vergleichbar zueinander dargestellt werden.

4.2.3.8

Arbeiten mit dem Explorerfenster

Für das Arbeiten mit den Elementen des Explorerfensters gelten folgende Regeln, die man sich bei der interaktiven Arbeit zu Nutze machen kann:

- durch Doppelklick auf das Symbol **Schalenebene** im Explorerfenster wird der zu dieser Ebene gehörende Bearbeitungsmodus aktiviert
- das Anklicken eines Knotens im Explorerfenster animiert ihn im Objektfenster. Hierdurch kann ein Knoten, dessen Nummer und/oder Name bekannt, seine Position jedoch unbekannt ist, schnell aufgefunden werden.
- erfährt ein Knoten im Objektfenster einen Doppelklick, erscheint sein individuelles Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung
- wird eine Linie (Schalenposition) im Explorerfenster angeklickt, wird sie im Objektfenster animiert. Hierdurch kann eine Linie, deren Nummer und/oder Name bekannt, deren Lage jedoch unbekannt ist, schnell aufgefunden werden.
- erfährt eine Linie im Objektfenster einen Doppelklick, erscheint ihr individuelles Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung

4.2.3.9

Arbeiten in Ebenen

Da das zu beschreibende Schalentragsystem ein ebenes System ist, empfiehlt es sich, die erforderlichen Eingaben im **Ebenenbearbeitungsmodus** vorzunehmen. Beim Start des grafischen Eingabemoduls wird dementsprechend direkt in den Ebenenbearbeitungsmodus verzweigt.



Um aus dem Ebenenbearbeitungsmodus in den **3D-Modus** zu wechseln, muss der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden. Um vom 3D-Modus in den Ebenenbearbeitungsmodus zu wechseln, muss entweder ein Doppelklick auf die im Explorerfenster ausgewiesene Schalenebene oder der nebenstehend dargestellte Button **2D-Darstellung** angeklickt werden.

4.2.3.10

Folientechnik



Das Eingabemodul verwaltet eine System- und n Lastfallfolien, wobei n die Anzahl der aktuell existierenden Lastfälle ist. Die Systemfolie ist der Eingabe der Systemobjekte und der Beschreibung der **Systemeigenschaften** des statischen Systems vorbehalten. In den Lastfallfolien werden die den Lastfällen zugeordneten **Lastbilder** definiert.

Mit den links dargestellten Schaltflächen kann zwischen den Folien hin- und hergeschaltet werden. Das **Lupensymbol** dient dazu, nach bestimmten Lastfallnamen zu suchen und sie darüber zu aktivieren.

Das **Einrichten von Lastfällen** (und somit der zugeordneten Folien) hängt sehr eng mit der Thematik der zu führenden Nachweise zusammen. Es wird im Handbuch das **pcae-Nachweis-konzept** beschrieben.

4.2.3.11

Fenstergröße verändern



Wenngleich es unter Windows nahezu selbstverständlich ist, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass das Fenster mit Hilfe der nebenstehend dargestellten Schaltflächen minimiert, maximiert und geschlossen werden kann. **pcae** empfiehlt, im Normalfall mit dem grafischen Eingabemodul im maximierten Zustand zu arbeiten.

4.2.4


Systemobjekte erzeugen

In diesem Absatz wird erläutert, wie die Systemobjekte (Knoten und Linien) erzeugt werden können.



Alle nachfolgend beschriebenen Aktionen werden durch den nebenstehend dargestellten Button eingeleitet, der ein symbolisches Untermenü hervorruft.



Durch Anklicken des -Buttons im Kopf des Fensters kann dieses Menü auch als permanent eingeblendetes, eigenständiges Fenster definiert werden.

Zunächst werden die Funktionen beschrieben, die im **3D-Modus** angeboten werden.

4.2.4.1

Punkte tabellarisch erzeugen



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird ein Eigenschaftsblatt eingeblendet, in dem neue Knoten hinsichtlich ihrer Nummer, ihrer **Koordinaten** und ggf. ihrer Bezeichnung festgelegt werden können. Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die Knoten ins Objektfenster wie auch ins Explorfenster integriert. Beim Öffnen des Fensters ist bereits eine Zeile in der Tabelle vorbelegt. Sie enthält die kleinste, bisher noch nicht belegte Knotennummer.

+ Neue Punkte erzeugen				
Nummer	X-Koord. m	Y-Koord. m	Z-Koord. m	Bezeichnung
26	18.500	0.000	2.800	
27	18.500	0.000	4.700	
28	23.900	0.000	4.900	



Bei der Vergabe von Objektnummern ist Vorsicht geboten. Es kann an bestimmten Stellen zu programminternen Irritationen führen, wenn Objekte desselben Typs über identische Nummern verfügen. Im Zweifelsfalle schafft die Datenbereinigung Abhilfe. S. hierzu Abs. 4.2.9.5.3, S. 76.

4.2.4.2

Linien per Maus erzeugen



Sind Knoten im Objektfenster definiert, kann mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons die manuelle Linienenerzeugung aktiviert werden. Hierdurch können auch im 3D-Modus Knoten per Mausklick durch Linien miteinander verbunden werden. Es erscheint ein Fadenkreuz, mit dem die Anfangs- und Endknoten angeklickt werden müssen. Man beachte dabei die Aufforderungen in der Statuszeile!

4.2.4.3

Knoten und Linien generieren



In diesem Manual, als auch in den Eigenschaftsblättern des Eingabemoduls werden Knoten mitunter als Punkte bezeichnet. In dieser Beschreibung für das Schalenprogramm *##-ROSY* können die Begriffe Linien und Positionen, wie auch die Begriffe Punkte und Knoten als Synonyme betrachtet werden.

Bei den nachfolgenden 3D-Generierungsmöglichkeiten ist zu beachten, dass sich letztlich alle definierten Knoten in der Rahmenebene befinden müssen, also die 3D-Koordinate $Y = 0$ sein muss!

4.2.4.3.1

orthogonale Raster



Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons wird die Generierung orthogonaler Raster bestehend aus Punkten und Linien eingeleitet. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die erforderlichen Definitionen eingegeben werden müssen.

Generierung orthogonaler Raster

Punktgenerierung

$\Delta \tilde{x}$ m	$\Delta \tilde{y}$ m	$\Delta \tilde{z}$ m
2.000		1.500
3.000		2.500
1.000		5.000

Liniengenerierung

\tilde{x} -RICHTUNG	\tilde{y} -RICHTUNG	\tilde{z} -RICHTUNG
außen	keine	alle

Montage

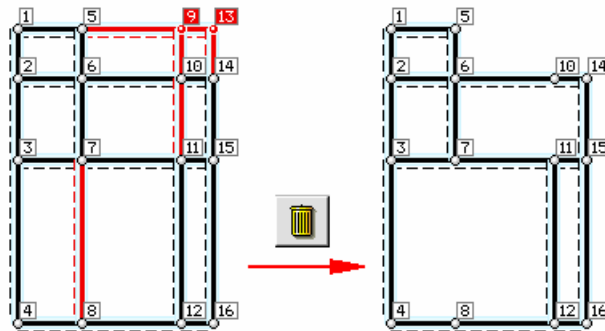
\tilde{x}_0 m	\tilde{y}_0 m	\tilde{z}_0 m
5.000	0.000	2.500

Verdrehung der \tilde{z} -Achse

$\alpha =$	0.000 °
------------	---------

Entsprechend der Skizze im Eigenschaftsblatt sind zunächst in einer Tabelle $\Delta\tilde{x}$, $\Delta\tilde{y}$ und $\Delta\tilde{z}$ -Werte anzugeben. Danach ist für jede Generierungsrichtung zu entscheiden, ob alle Linien, keine Linien oder nur die Linien, die sich in der äußeren Mantelfläche des Kubus befinden, generiert werden sollen. Mit \tilde{x}_0 , \tilde{y}_0 und \tilde{z}_0 wird der Ort festgelegt, an dem die generierte Objektgruppe in den 3D-Raum montiert wird. Beachten Sie auch hier die Skizze im Eigenschaftsblatt!

Die folgende Grafik zeigt auf der linken Seite die Wirkungsweise der oben eingetragenen Generierungsvorschrift. Die derart erzeugten Objekte können im Nachhinein weiter bearbeitet werden. Sie stellen so gesehen die Rohmasse einer noch zu modellierenden Struktur dar. So ist es relativ einfach, aus der in der folgenden Skizze auf der linken Seite dargestellten Objektgruppe die Struktur auf der rechten Seite durch reine Löschoperationen herauszuschälen.



4.2.4.3.2

rotationssymmetrische Raster



Über den nebenstehend dargestellten Button wird die Generierung rotationssymmetrischer Raster bestehend aus Punkten und Linien eingeleitet. Es erscheint ein in drei Register eingeteiltes Eigenschaftsblatt zur Eingabe der erforderlichen Definitionen. Obwohl der Aufbau des Eigenschaftsblatts auf die Generierung räumlicher Strukturen ausgerichtet ist, kann es auch sehr gut zur Erzeugung ebener Systeme genutzt werden. Die folgenden Tabelleneinträge führen zur Generierung der abschließend dargestellten Knoten und Stäbe.

Im ersten Register werden Rotationsobjekte (Punkte und Linien) in einer ξ - η -Ebene tabellarisch definiert. Die η -Achse stellt hierbei die **Rotationsachse** dar.

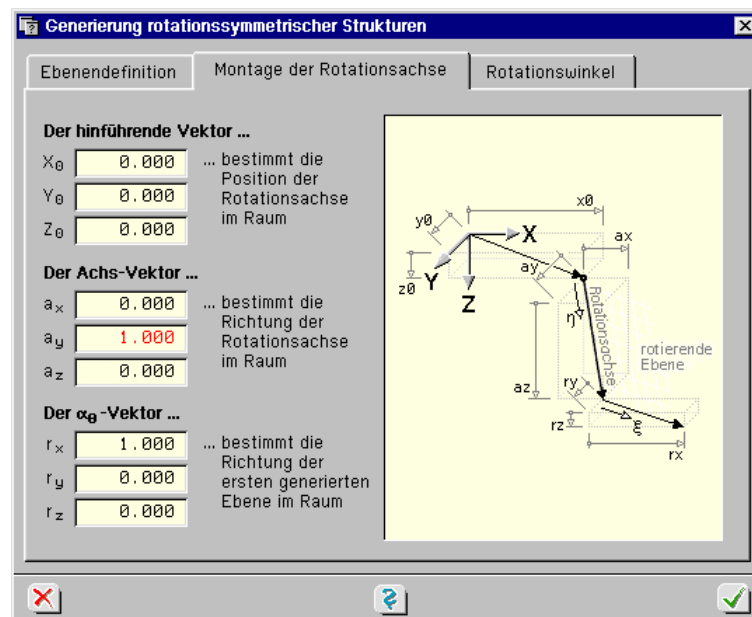
Generierung rotationssymmetrischer Strukturen

Ebenendefinition Montage der Rotationsachse Rotationswinkel

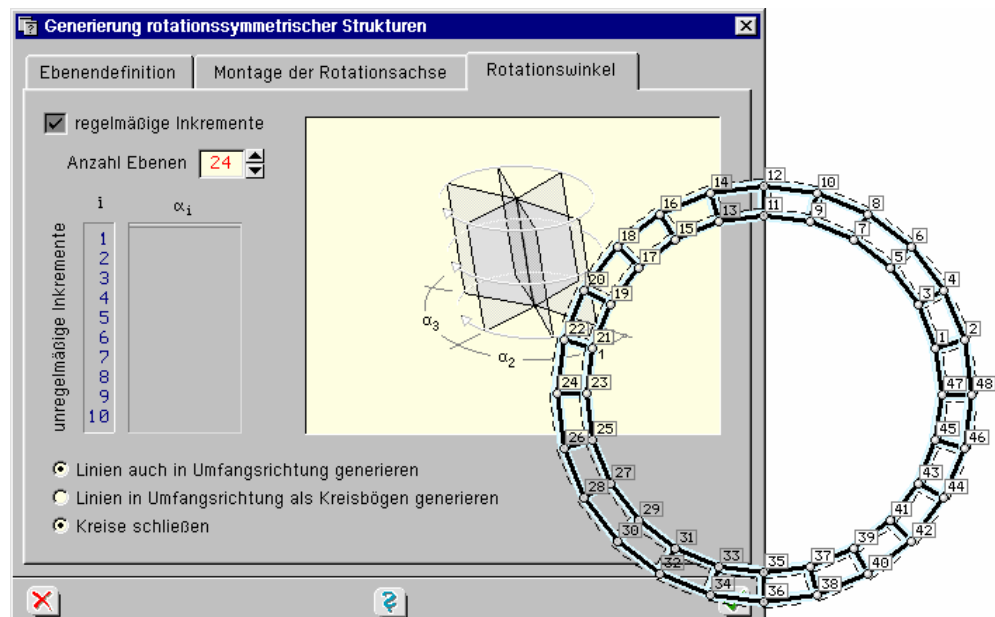
Punkte	ξ [m]	η [m]
1	6.000	0.000
2	7.000	0.000

Linien	P _{Anf}	P _{End}
1	1	2

Im zweiten Register werden Festlegungen zur **Montage** der Rotationsachse im Raum getroffen. Dies geschieht mit Hilfe dreier Vektoren, deren Bedeutungen der Skizze im Eigenschaftsblatt entnommen werden können.



Im dritten Register werden letztlich die **Rotationswinkel** festgelegt. Dies geschieht entweder durch regelmäßige Inkremente oder durch Vorgabe unregelmäßiger Rotationswinkel in einer Tabelle.



Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts erfolgt die Generierung. Punkte und Linien erscheinen im Objektfenster. Die Inhalte der hier beispielhaft dargestellten Register beschreiben die oben dargestellte Objektgruppe. Führt der erste Versuch bei der Generierung nicht zum gewünschten Ergebnis, kann die Aktion mit der undo-Funktion rückgängig gemacht und in den danach erneut aufgerufenen Eigenschaftsblättern die fehlerhafte Eingabe korrigiert werden. Die zuvor getroffenen Festlegungen sind noch vollständig in den Eigenschaftsblättern enthalten.

4.2.4.4

Knoten und Linien importieren



Mit dem nebenstehend dargestellten Button wird der Import von Objekten aus externen Dateien eingeleitet. Hierbei wird zwischen dem Import aus einer Textdatei und einer DXF-Datei unterschieden.

4.2.4.4.1

Datenimport aus einer Textdatei

Im Register *Textdatei* ist der Name der Textdatei, deren Inhalt importiert werden soll, anzugeben. Mit dem **Explorerbutton** kann bequem nach der Datei gesucht werden.

Die Nummern der Punkte und Linien können entweder aus der Datei übernommen oder automatisch vom Programm erzeugt werden. Bei der Übernahme der Nummern ist darauf zu achten, dass die Nummern nicht bereits an existierende Objekte vergeben wurden! Ein Nummernkonflikt existiert bei der Einstellung **automatisch** nicht.

Die Textdatei kann mit einem normalen **Editor** (ohne Formatierungszeichen) wie etwa Windows-Notepad erzeugt werden. Die einzulesenden Informationen müssen wie nachfolgend beschrieben angegeben werden:

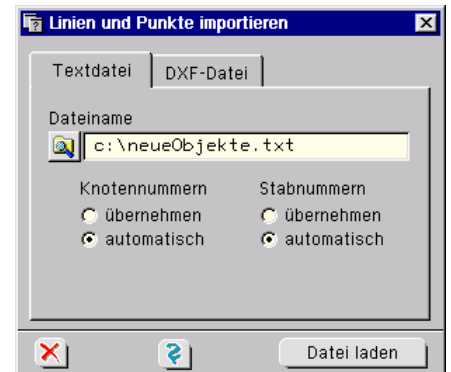
Die Knotenkoordinaten folgen dem linksbündig einzugebenden Suchbegriff "KNOTENVERZEICHNIS".

Hierunter sind zeilenweise die Informationen <Knotennummer>, <X-Koordinate>, <Y-Koordinate> und <Z-Koordinate> abzulegen.

Das Linienverzeichnis folgt dem linksbündig einzugebenden Suchbegriff "STABVERZEICHNIS". Hierunter sind zeilenweise die Informationen <Liniennummer>, <Anfangsknotennummer> und <Endknotennummer> abzulegen. Beispiel:

```
KNOTENVERZEICHNIS
101 10.50 25.30 -5.00
102 10.50 30.00 -5.00
103 15.20 30.00 -5.00
104 15.20 25.30 -5.00
STABVERZEICHNIS
1001 101 102
1002 102 103
1003 103 104
1004 104 101
```

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die Daten aus der Datei eingelesen. Punkte und Linien erscheinen im Objektfenster.



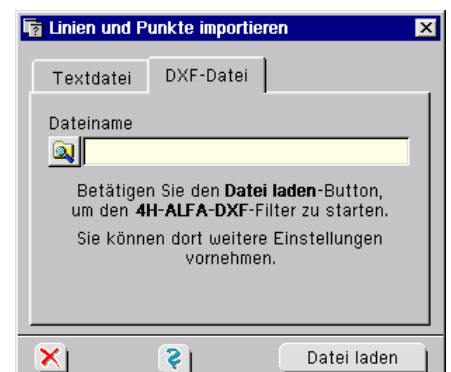
4.2.4.4.2

Datenimport aus einer DXF-Datei

Im Register *DXF-Datei* ist der Name der DXF-Datei, deren Inhalt importiert werden soll, anzugeben. Mit dem **Explorerbutton** kann bequem nach der Datei gesucht werden.

Durch Anklicken des **Datei laden**-Buttons wird der DXF-3D-Filter gestartet. Hierin können weitere Einstellungen vorgenommen werden.

Der Filter wird unter Abs. 4.3.2, S. 81, beschrieben.



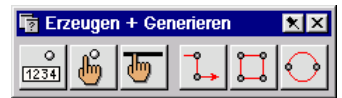
4.2.4.5

weitere Erzeugefunktionen in der Ebene



Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus, wird nach Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons das folgende symbolische Untermenü angeboten.

Durch Anklicken des -Buttons im Kopf des Fensters kann das Menü auch als permanent eingeblendetes, eigenständiges Fenster definiert werden.



4.2.4.5.1

Punkte und Linien erzeugen



Mit Hilfe der ersten drei Schaltflächen lässt sich die tabellarische Definition neuer Punkte (ähnlich wie unter Abs. 4.2.4.1, S. 52) sowie die manuelle (mausgesteuerte) Definition neuer Punkte und Linien (vgl. Abs. 4.2.4.2, S. 52) bewerkstelligen.

Im Ebenenbearbeitungsmodus sind in der Tabelle die **Ebenenkoordinaten** x und y anzugeben. Bei der manuellen Erzeugung von Punkten und Linien lässt sich das **Fangraster** der Ebene und alternativ dazu die **Kontrollpunktanziehung** der DXF-Vorlage nutzen. Diese Mechanismen werden unter Abs. 4.2.9.1.1, S. 70, beschrieben.

4.2.4.5.2

Linienzug erzeugen



Mit dem nebenstehend dargestellten Button wird die Erzeugung von Linienzügen eingeleitet. Zunächst ist der Startpunkt des Linienzuges festzulegen. Er kann numerisch (durch Vorgabe der Ebenenkoordinaten x_a , y_a) oder, falls der Punkt bereits existiert, per Mausklick ausgewählt werden.

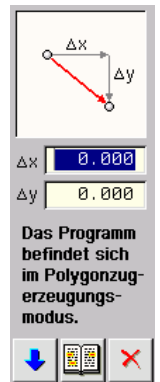
Hiernach werden alle Standardschaltflächen deaktiviert und das Layout der rechten Steuerleiste ändert sich wie rechts angegeben. Der Linienzug wird nun über Eingabe der Δx und Δy -Werte abwechselnd jeweils abgeschlossen durch Betätigen der Eingabetaste definiert.



Durch Anklicken des blauen Pfeils wird ein Menü hervorgerufen, in dem die x - y -Richtung durch einen vorzugebenden Winkel verdreht, die Linieneingabe von $[\Delta x, \Delta y]$ in $[\Delta l, \alpha]$ umgeschaltet und die zuletzt erzeugte Linie zurückgenommen werden können.



Das Anklicken des nebenstehenden Symbols beendet die Linienerzeugung.



4.2.4.5.3

Rechteckmakro erzeugen

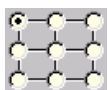


Mit dem dargestellten Button wird die Erzeugung von Rechteckmakros eingeleitet. Es erscheint das nachfolgend dargestellte Eigenschaftsblatt.

Unter **Geometrie** ist die Größe und Ausrichtung des zu erzeugenden Rechtecks anzugeben.

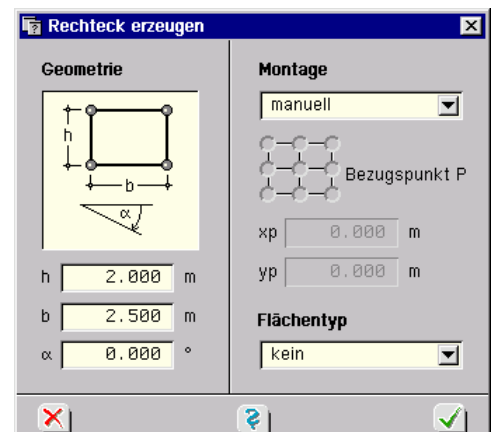
Unter **Montage** wird die Position des Rechtecks in der aktuellen Ebene festgelegt. Hier wird zwischen den Methoden **manuell**, **Punkt zu Punkt** und **numerisch** unterschieden.

Bei der manuellen Methode wird das Rechteck nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts durch die Mausbewegung positioniert. Die endgültige Position wird durch Anklicken der LMT bestimmt.



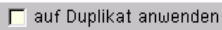
Bei den anderen beiden Methoden ist zunächst ein spezieller Punkt des Rechtecks über die nebenstehend dargestellte Schaltmatrix festzulegen. Dieser Punkt des Rechtecks wird bei der Punkt-zu-Punkt-Methode mit einem nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts mit der Maus auszuwählenden, bereits existierenden Punkt der Ebene identifiziert.

Bei der numerischen Methode sind die Koordinaten des Punkts anzugeben.



4.2.4.6

Punkte und Linien duplizieren



Eine hilfreich anzuwendende Methode zum Erzeugen von Linien und Punkten ist das Duplizieren. Hierzu ist in den unter Abs. 4.2.5, S. 57 ff., beschriebenen Eigenschaftsblättern die Schaltfläche **auf Duplikat anwenden** zu aktivieren.

4.2.5

Systemobjekte modellieren

In diesem Kapitel werden die Möglichkeiten zur Modellierung besprochen. Hierunter wird das Verändern der geometrischen Lage und Form von Punkten und Linien verstanden. Alle hier beschriebenen Funktionen wirken sich auf die Menge der aktuell ausgewählten Punkte und Linien aus. Die Auswahl betreffende Informationen s. Abs. 4.2.2.3, S. 48.



An dieser Stelle sei auch an die **undo-Funktion** erinnert. Wenn sich das Ergebnis einer Modellierung nicht wie gewünscht einstellt, reicht ein einfacher Klick aus, um die Aktion rückgängig zu machen.



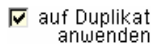
Alle nachfolgend beschriebenen Aktionen werden durch den nebenstehend dargestellten Button eingeleitet, der ein symbolisches Untermenü hervorruft.

Durch Anklicken des -Buttons im Kopf des Fensters kann dieses Menü auch als permanent eingeblendetes, eigenständiges Fenster definiert werden.



4.2.5.1

Anwendung auf Duplikat



In vielen der nachfolgend beschriebenen Eigenschaftsblätter wird eine Schaltfläche angeboten, mit deren Hilfe eine Kopie der ausgewählten Objekte vor der Durchführung der Modellierungsaktion erzeugt wird. Die Modellierungsaktion wird dann nicht mit den Originalobjekten, sondern mit dem Duplikat durchgeführt. Da dies im Grunde genommen eine Erzeugungsfunktion ist, wurde sie bereits unter Abs. 4.2.4.6, S. 57, erwähnt.

4.2.5.2

ausgewählte Objekte verschieben



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint ein symbolisches Untermenü, mit dem eine Objektverschiebeaktion eingeleitet wird.



Die ersten drei Schaltflächen in diesem Untermenü werden nur in der **Ebenenbearbeitung** angeboten. Mit ihnen wird das manuelle Verschieben der ausgewählten Objekte gestartet. Hierbei wird zwischen horizontaler, vertikaler und beliebiger Verschiebung unterschieden.



Die vierte Schaltfläche leitet eine Punkt-zu-Punkt-Verschiebeaktion ein. Hierdurch werden die ausgewählten Objekte um die räumliche Differenz zweier auszuwählender Punkte verschoben. Es erscheint ein Fadenkreuz, mit dem zunächst ein Punkt A und sodann ein Punkt E mit der Maus anzuklicken sind. Der Vektor $\underline{E-A}$ entspricht dem Verschiebungsvektor.



Die letzte Schaltfläche ermöglicht die numerische Vorgabe der Verschiebungskremente. Im 3D-Bearbeitungsmodus werden die räumlichen XYZ-Koordinaten und im Ebenenbearbeitungsmodus die ebenen xy-Koordinaten zugrunde gelegt.

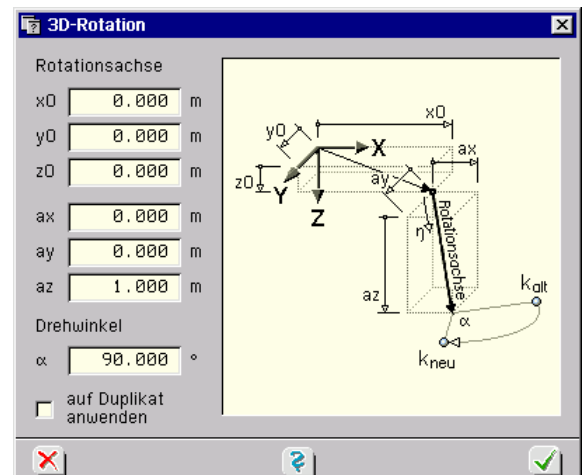
4.2.5.3

ausgewählte Objekte drehen



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und befindet sich die Interaktion im 3D-Modus, erscheint das Eigenschaftsblatt **3D-Rotation**.

Hierin wird eine räumliche Drehung der ausgewählten Objekte mit Hilfe zweier Vektoren beschrieben. Während der hinführende Vektor $\{x_0, y_0, z_0\}$ die Lage der Drehachse beschreibt, bildet der Richtungsvektor $\{a_x, a_y, a_z\}$ die Rotationsachse. Die Drehung erfolgt im positiven Sinne um die Rotationsachse, wie in der Skizze dargestellt.



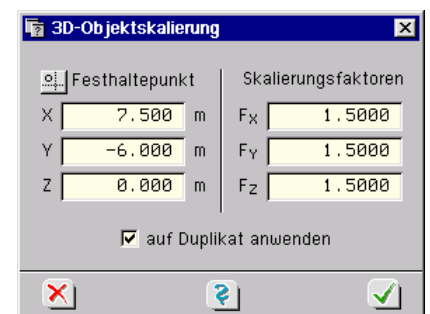
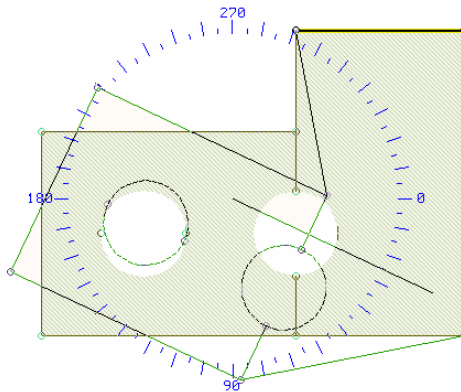


Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und befindet sich die Interaktion im **Ebenenbearbeitungsmodus**, erscheint das nebenstehende Eigenschaftsblatt.

Zunächst wird hier der Drehpunkt ausgewählt, der entweder ein signifikanter Punkt des die ausgewählten Objekte umgebenden Rechtecks oder der Ursprung des **Konstruktionskoordinatensystems** KKS ist (Näheres hierzu vgl. Abs. 4.2.9.1.3, S. 72).

Danach ist zu entscheiden, ob die Drehung manuell oder numerisch definiert werden soll.

Bei der numerischen Definition ist der Drehwinkel in einem Eigenschaftsblatt festzulegen. Bei der manuellen Drehung wird die Rotation mit der Maus gesteuert. Die Gradzahl kann hierbei an einer runden Zahlenskala abgelesen werden.



4.2.5.4 ausgewählte Objekte vergrößern

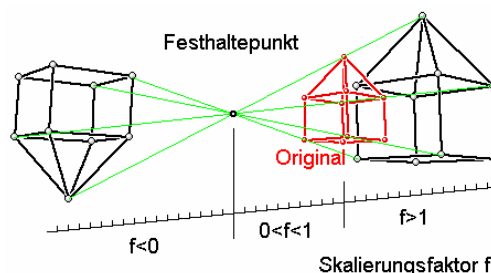


Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und befindet sich die Interaktion im **3D-Modus**, erscheint das oben rechts gezeigte Eigenschaftsblatt in dem ein Festhaltepunkt und drei unabhängige Skalierungsfaktoren für die drei Koordinatenrichtungen eingegeben werden können.

Durch Anklicken des **Festhaltepunkt**-Buttons kann der Festhaltepunkt aus der Menge der existierenden Punkte mit der Maus im Objektfenster ausgewählt werden.

Den Skalierungsvorgang kann man sich wie eine Explosion der ausgewählten Objekte im Festhaltepunkt vorstellen. Bei Skalierungsfaktoren >1 entfernen sich die Punkte vom Festhaltepunkt und die Objektgruppe wächst. Positive Faktoren <1 verkleinern die Objektgruppe, die Entfernung zum Festhaltepunkt schrumpft.

Mit negativen Skalierungsfaktoren werden **Spiegelungseffekte** erzielt, s. Skizze.



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und befindet sich die Interaktion im **Ebenenbearbeitungsmodus**, erscheint das nebenstehende Eigenschaftsblatt. Hierin wird zunächst der Festhaltepunkt als einer der signifikanten Punkte des die ausgewählten Objekte umgebenden Rechtecks gewählt. Mit den drei ersten Buttons wird eine manuelle Skalierungsaktion eingeleitet.



Hierbei handelt es sich um eine reine horizontale, eine vertikale, eine diagonale und um eine beliebige Skalierung (Buttons von links nach rechts), die jeweils durch die Bewegung der Maus gesteuert wird. Bei der diagonalen Skalierung ist die Wahrung der Form (h/b) gewährleistet.



Der letzte Button ermöglicht die numerische Vorgabe der Skalierungsfaktoren. Hierzu wird ein Eigenschaftsblatt angeboten.

4.2.5.5

ausgewählte Objekte spiegeln



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und befindet sich die Interaktion im **Ebenenbearbeitungsmodus**, erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem eine vereinfachte horizontale, vertikale und eine Punktspiegelung durchgeführt werden können.



Man beachte, dass ähnliche Effekte auch mit den Skalierungsfunktionen des vorangegangenen Absatzes insbesondere auch im 3D-Modus erzielt werden können!

4.2.5.6

ausgewählte Punkte ausrichten



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, befindet sich die Interaktion im **Ebenenbearbeitungsmodus** und sind mehrere Punkte ausgewählt, erscheint ein Auswahlfenster, in dem Ausrichtungsfunktionen für die ausgewählten Punkte angeboten werden.



Im Einzelnen bedeuten:



die ausgewählten Punkte übernehmen die x-Koordinate des ausgewählten Punktes mit der kleinsten x-Koordinate



die ausgewählten Punkte übernehmen die x-Koordinate des ausgewählten Punktes mit der größten x-Koordinate



den ausgewählten Punkten wird die mittlere x-Koordinate aller ausgewählten Punkte zugewiesen



den ausgewählten Punkten wird eine in einem Eigenschaftsblatt numerisch vorzugebende x-Koordinate zugewiesen



die ausgewählten Punkte werden auf die y-Achse des **Konstruktionskoordinatensystems** (KKS) projiziert (nur bei aktiviertem KKS)



die ausgewählten Punkte übernehmen die y-Koordinate des ausgewählten Punktes mit der kleinsten y-Koordinate



die ausgewählten Punkte übernehmen die y-Koordinate des ausgewählten Punktes mit der größten y-Koordinate



den ausgewählten Punkten wird die mittlere y-Koordinate aller ausgewählten Punkte zugewiesen



den ausgewählten Punkten wird eine in einem Eigenschaftsblatt numerisch vorzugebende y-Koordinate zugewiesen



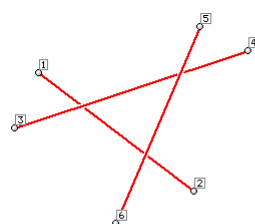
die ausgewählten Punkte werden auf die x-Achse des Konstruktionskoordinatensystems (KKS) projiziert (nur bei aktiviertem KKS)

4.2.5.7

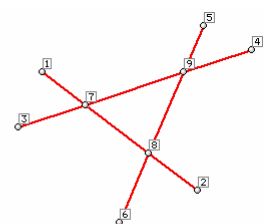
ausgewählte Linien verschneiden



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und sind mindestens zwei Linien ausgewählt, werden an allen sich **schneidenden** ausgewählten Linien **Zwischenpunkte** erzeugt und die Linien unterteilt.



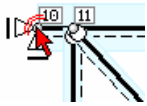
3 Linien in der Systemfolie
vor der Verschneideoperation



9 Linien in der Systemfolie
nach der Verschneideoperation

4.2.5.8

individuelle Knotenbearbeitung



Durch Doppelklick auf einen Knoten im Objekt- oder Explorfenster erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt des Knotens auf dem Sichtgerät. Hierin können Einstellungen bzgl. des Knotens vorgenommen werden. Diese Einstellungen (und ggf. Modellierungsaktionen) gelten nur für diesen Knoten, unabhängig davon, ob andere Knoten ausgewählt sind oder nicht.

Im Informationsbereich werden die aktuellen Eigenschaften des Knotens dargestellt. Neben Nummer, Bezeichnung und Koordinaten sind dies die Anzahl der verknüpften Linien sowie die Lagereigenschaften.

Durch Anklicken des **Ende**-Buttons wird das Eigenschaftsblatt geschlossen.

Lagereigenschaften werden unter Abs. 4.2.6.4, S. 64, diskutiert. An dieser Stelle werden nur die Basiseigenschaften und die Modellierungsmöglichkeiten vorgestellt.

4.2.5.8.1

Knotenbasiseigenschaften



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt des Knotens, in dem die **Knotennummer**, die **Knotenbezeichnung** und die **Knotenkoordinaten** bearbeitet werden können.

Dies sind die einzigen Eigenschaften des Knotens, die immer individuell zu bearbeiten sind. Sie können selbstredend nicht durch den Vereinheitlichungsprozess, wie er unter Abs. 4.2.6.2., S. 64, beschrieben wird, definiert werden.



Es ist darauf zu achten, dass jeder Knoten eine individuell einzigartige Nummer erhält! Die Ordnung der Nummern (Geschlossenheit etc.) ist dabei ohne Bedeutung. Hier helfen u.U. Datenzustandskontrolle und -bereinigung (S. 76).

Dem Knoten kann eine Bezeichnung zugewiesen werden. Dies vereinfacht das Auffinden besonders wichtiger Knoten im **Explorfenster** und in der Druckliste. Je nachdem in welchem Modus sich das Programm befindet, werden die 3D-Koordinaten oder die Ebenenkoordinaten zur Editierung angeboten.

4.2.5.8.2

Punkt verschieben



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Verschieben des Objekts, wie es unter Abs. 4.2.5.2, S. 57, vorgestellt wurde.



Die auf diesem Wege eingeleitete Verschiebeaktion wirkt sich nur auf den individuellen Knoten aus, unabhängig vom Auswahlzustand anderer Knoten!

4.2.5.8.3

Knoten löschen



Über den nebenstehend dargestellten Button wird der Knoten gelöscht. Diese Funktion wird nur dann im individuellen Eigenschaftsblatt angeboten, wenn der Knoten mit keiner Linie verbunden ist.

4.2.5.9

individuelle Linienbearbeitung

Erfährt eine Linie im Objekt- oder im Explorfenster einen Doppelklick, erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt der Linie auf dem Sichtgerät. Hierin können Einstellungen bzgl. der Linie vorgenommen werden. Diese Einstellungen (und ggf. Modellierungsaktionen) gelten nur für diese Linie, unabhängig davon, ob andere Linien ausgewählt sind oder nicht.

Im mittleren Bereich des Eigenschaftsblatts werden die aktuellen Eigenschaften der Linie dargestellt. Neben Nummer, Bezeichnung und Punktverknüpfung sind dies die Linienlänge sowie die **Positionseigenschaften**, die im nächsten Kapitel beschrieben werden.

Durch Anklicken des **Ende**-Buttons wird das Eigenschaftsblatt geschlossen.

Während im oberen Bereich die Eigenschaften der Linien bearbeitet werden können (s. hierzu Abs. 4.2.6.5, S. 64), werden im unteren Bereich Modellierungsfunktionen bzgl. der Linie angeboten.



4.2.5.9.1 Linie verschieben



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Verschieben des Objekts, wie es unter Abs. 4.2.5.2, S. 57, vorgestellt wurde.



Die auf diesem Wege eingeleitete Verschiebeaktion wirkt sich unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien nur auf die individuelle Linie aus.

4.2.5.9.2 Linie drehen



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Verdrehen des Objekts, wie es unter Abs. 4.2.5.3, S. 57, vorgestellt wurde.



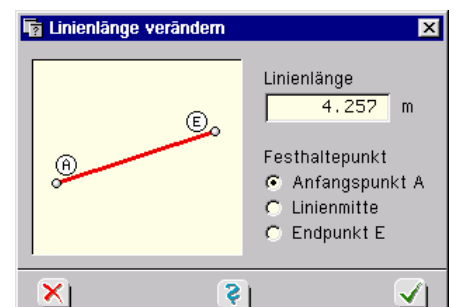
Die auf diesem Wege eingeleitete Rotationsaktion wirkt sich unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien nur auf die individuelle Linie aus.

4.2.5.9.3 Linienlänge ändern



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Veränderung der Linienlänge auf dem Sichtgerät.

Hierin wird die aktuelle Länge der Linie eingeblendet. Die Längenänderung geht einher mit der tangentialen Verschiebung von Anfangs- und/oder Endpunkt der Linie. Wird eine neue Länge für die Linie eingetragen, muss entschieden werden, ob einer oder beide Punkte sich verschieben sollen. Hierzu ist der Festhaltepunkt (der Punkt, der sich nicht verschieben soll) festzulegen.



4.2.5.9.4 Linie vergrößern



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Skalierung des Objekts, wie es unter Abs. 4.2.5.4, S. 58, vorgestellt wurde.



Die auf diesem Wege eingeleitete Skalierungsaktion wirkt sich unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien nur auf die individuelle Linie aus.

4.2.5.9.5 Linie spiegeln



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Spiegeln des Objekts, wie es unter Abs. 4.2.5.5, S. 59, vorgestellt wurde.



Die auf diesem Wege eingeleitete Spiegelungsaktion wirkt sich unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien nur auf die individuelle Linie aus.

4.2.5.9.6 Orientierung ändern



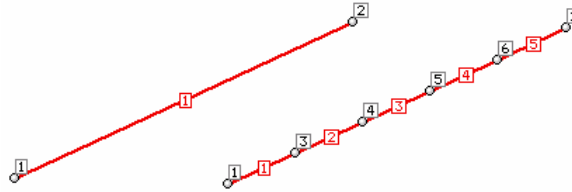
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird die Linie umgedreht. Ihre Anfangs- und Endknoten werden miteinander vertauscht, so dass sich (speziell im Ebenenbearbeitungsmodus sichtbar) die Lage der **gestrichelten Zone** der Linie ändert.

4.2.5.9.7

Linie unterteilen

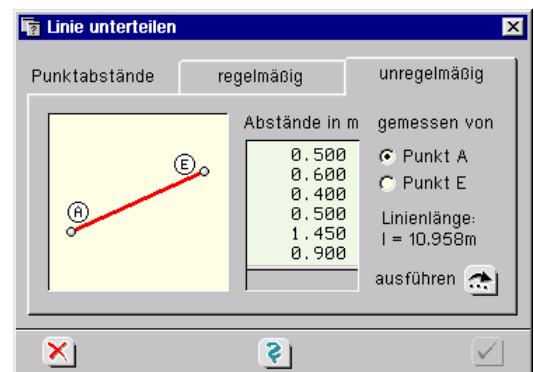
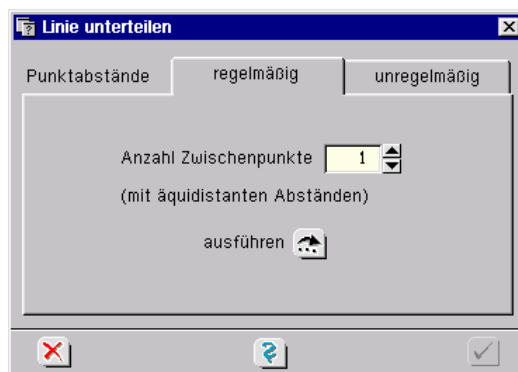


Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Unterteilung der Linie. Das Unterteilen ist gleichbedeutend mit der Generierung von Zwischenknoten.



Im dargestellten Beispiel ist die Linie 1 in äquidistanten Abständen mit vier Zwischenpunkten unterteilt. Dies geht automatisch einher mit der Generierung der neuen Linien 2 bis 5, die die Zwischenknoten verbinden.

Im Register *regelmäßig* wird nur die Information zur Anzahl der **Zwischenknoten** benötigt.



Im Register *unregelmäßig* sind die einzelnen differierenden Abstände in eine Tabelle einzutragen. Darüber hinaus benötigt das Programm die Information, ob die Abstände vom Anfangsknoten oder vom Endknoten gemessen werden sollen. Es wird für jede Tabellenzeile ein Zwischenknoten erzeugt. Die hier eingetragenen Abstände müssen (jeder für sich) größer als Null sein. Die Summe der Tabelleneinträge muss kleiner als die ausgewiesene Linienlänge sein.

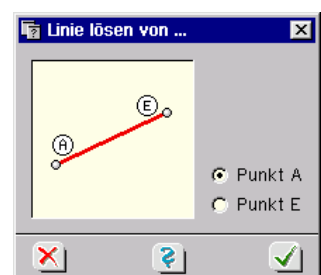
4.2.5.9.8

Linie vom Punkt lösen



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Lösen einer Linie von einem ihrer Punkte.

Jede Linie besitzt definierte Anfangs- und Endpunkte. Soll bei einer Linie diese Verknüpfung geändert werden, muss die Linie zunächst von ihrem aktuellen Anfangs- bzw. Endknoten gelöst werden. Eine entsprechende Wahl ist im hier zugeordneten Eigenschaftsblatt zu treffen. Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts muss auf den neuen Anfangs- bzw. Endknoten der Linie geklickt werden. Hierzu erscheint ein Fadenkreuz.



4.2.5.9.9

Linie löschen



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird die Linie gelöscht.

4.2.5.10

Modellieren durch Bereinigen

Die unter Abs. 4.2.9.5.3, S. 76, beschriebene Bereinigungsfunktion des Datenzustandes kann ebenfalls als Modellierfunktion betrachtet und genutzt werden.

4.2.5.11 Objekte löschen



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, der sich in der oberen Buttonleiste anbietet, werden alle ausgewählten Objekte (Knoten, Linien, Lastbilder) gelöscht.



Punkte können nur gelöscht werden, wenn sie mit keiner Linie mehr verbunden sind.

4.2.6 Systemeigenschaften

Während es in den Kapiteln 4.2.4 und 4.2.5 darum ging, Objekte hinsichtlich ihrer geometrischen Form zu definieren und zu ändern, geht es im Folgenden um nichtgeometrische Eigenschaften, die aus einer Grafik letztlich das Modell eines statischen Systems machen. Punkte und Linien bekommen erst hierdurch den Charakter von Knoten und Schalen und eine für die Berechnung relevante Bedeutung.

4.2.6.1 globale Einstellungen



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Auswahlmenü zur Festlegung globaler Optionen. Das rechte Symbol ruft ein externes Modul zur Drucklistengestaltung auf, das auch von DTE[®] direkt über die Menüauswahl aktiviert werden kann.



Das erste Symbol ermöglicht die tabellarische Bearbeitung definierter Knoten und Positionen. Es erscheint das nachfolgend dargestellte Eigenschaftsblatt.

Knoten			
	Nr [-]	X [m]	Z [m]
1	1	3.289	-7.784
2	2	8.486	5.952
3	3	8.486	-1.048
4	4	4.805	5.952
5	5	12.021	-1.048
6	6	6.482	-9.603
7			
8			
9			

Positionen			
	Nr [-]	Anf. [-]	Ende [-]
1	1	1	3
2	2	3	2
3	3	4	2
4	4	3	5
5	5	6	1
6			
7			
8			
9			

Neben den Angaben zu Nummer und Koordinaten können in der **Knotentabelle** auch die Bezeichnung und/oder die Lagerung festgelegt werden. In der **Positionstabelle** können neben der Nummer und der Knotenverknüpfung die Positionsbezeichnung und die Positionsdenken definiert werden. Das Register X ist jeweils leer und ermöglicht dem Anwender somit, sich auf die wesentlichen Grunddaten zu konzentrieren. Durch Anfügen neuer Zeilen können auch neue Knoten bzw. Positionen erzeugt werden.



Das zweite Symbol ruft das Modul **Drucklistengestaltung** auf, über das auf den Umfang der Ergebnisdrucklisten Einfluss genommen werden kann. Dieses Modul wird unter Abs. 4.6, S. 96, erläutert.

4.2.6.2

Eigenschaften vereinheitlichen

Die Vergabe von Eigenschaften an die Objekte im Objektfenster geschieht mit Hilfe einer immer wiederkehrenden Vorgehensweise. Hierbei werden zunächst alle Objekte ausgewählt, die dieselben Eigenschaften zugewiesen bekommen sollen. Hiernach wird das Eigenschaftsblatt aufgerufen, in dem die Eigenschaften festgelegt und bestätigt werden. Allen ausgewählten Objekten werden anschließend diese Eigenschaften zugeordnet. Den Objekten wird bereits im Augenblick ihrer Erzeugung ein Standardsatz von Eigenschaften zugewiesen, so dass nur spezielle, vom Standard abweichende Eigenschaften vergeben werden müssen.

Sind mehrere Objekte ausgewählt, werden in dem Eigenschaftsblatt immer die Eigenschaften des zuerst ausgewählten Objekts zur Bearbeitung angeboten.

Diese Eigenart des Programms kann man sich zu Nutze machen: Verfügt ein Objekt bereits über Eigenschaften, die an andere Objekte übertragen werden sollen, muss nur dafür gesorgt werden, dass das betreffende Objekt mit den speziellen Eigenschaften zuerst ausgewählt wird. Wird das Eigenschaftsblatt ohne Änderung bestätigt, werden die Eigenschaften des ersten Objekts an alle anderen ausgewählten Objekte weitergereicht. In diesem Sinn kann man auch vom Vereinheitlichen von Eigenschaften sprechen.

4.2.6.3

individuelle Eigenschaften

Erfährt ein Objekt im Objektfenster oder im Explorerfenster einen **Doppelklick**, erscheint sein individuelles Eigenschaftsblatt, von dem aus alle Eigenschaften des Objekts eingesehen und bearbeitet werden können. Die Eigenschaften der auf diesem Wege aufgerufenen Eigenschaftsblätter gelten jedoch unabhängig vom Auswahlzustand anderer Objekte nur für das Objekt, das über den Doppelklick aktiviert wurde.

4.2.6.4

Knoteneigenschaften

4.2.6.4.1

Punktlagereigenschaften



Sind Knoten ausgewählt und wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Ringförmigen Punktlagereigenschaften auf dem Sichtgerät. Hierin sind jedem Verformungsfreiheitsgrad drei alternative Schaltflächen zugeordnet, mit denen die Lagereigenschaft der jeweiligen Komponente definiert wird:



- gegen eine Verschiebung starr gelagert
- gegen eine Verschiebung elastisch gelagert
- ungehinderte Verschiebung möglich
- durch eine Drehfeder gelagert
- gegen eine Verdrehung starr eingespannt
- ungehindert verdrehbar



elastische Lagerung Wird eine elastische Lagerung ausgewählt, muss die dem Freiheitsgrad zugeordnete Federkonstante > 0 eingegeben werden.

4.2.6.5

Linienigenschaften

4.2.6.5.1

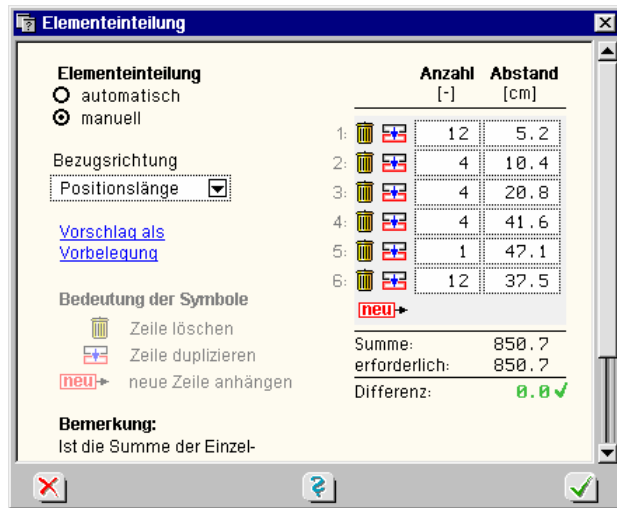
Elementgenerierungsangaben



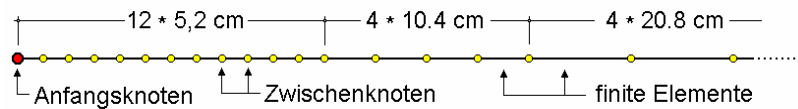
Sind Linien ausgewählt und wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Elemententeilung.

##-ROSY berechnet das Schalentragwerk mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente. Die Qualität der Ergebnisse dieser Methode hängt von einer sinnvoll gewählten Elemententeilung ab. Insbesondere im Bereich hoher Biegestörungen kann eine zu grobe Elemententeilung zu verfälschten Ergebnissen führen.

In diesem Eigenschaftsblatt können Angaben zur Elemententeilung festgelegt werden. Die Elemententeilung steht voreingestellt auf **automatisch**. Belässt man es bei dieser Einstellung, sind keine weiteren Angaben erforderlich.



Bei **manueller** Vorgabe der Elementeinteilung sind die Anzahlen n sowie die Abstände a in einer Tabelle anzugeben. Hierbei sollte die Summe $\sum_i n_i \cdot a_i$ der Linienlänge entsprechen.



Ist die Summe der Einzellängen ungleich der Gesamtlänge, werden die Einzellängen vom Rechenprogramm auf die erforderliche Länge gedehnt bzw. gestaucht.

Der Link [Vorschlag zur Vorbelegung](#) füllt die Tabelle mit den Zahlenwerten, die sich auch bei der Einstellung **automatisch** ergeben. Diese Zahlen ergeben sich aus folgender Abschätzung:

Mit Hilfe des Schalenparameters

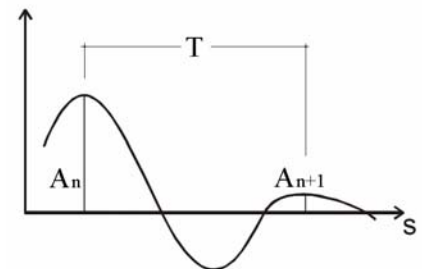
$$\kappa = 4 \sqrt{3 \cdot (1 - \mu^2) \cdot \frac{r^2}{t^2}} \quad r = \text{Radius}, t = \text{Schalendicke}, \mu = \text{Querkontraktionszahl}$$

berechnet sich die Periode T einer Biegeschwingung bei einer Kreiszylinderschale mit

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{\kappa}$$

Die **Biegeschwingung** einer Kreiszylinderschale ist stets stark gedämpft. Das Verhältnis der Amplituden zweier aufeinander folgender Schwingungen beträgt

$$A_{n+1} = \frac{A_n}{e^{2\pi}} \approx \frac{A_n}{535.5}$$



Entsprechend der **Geckeler'schen Näherung** können diese Formeln auch für Kegelschalen mit einer Neigung bis zu 30° angewandt werden.

Das Finite Element muss sich folglich auch noch mit seiner zweiten Ableitung an die Schwingungsfigur in guter Näherung anschmiegen können. Wird insbesondere im Schalenrandbereich (erste Periode) eine Elementkantenlänge von $T/12$ gewählt, bestätigen ausgiebige Testläufe diese Forderung als hinreichend erfüllt. Im inneren Bereich können die Elemente wegen der starken Dämpfung stetig vergrößert werden.

4.2.6.5.2

Material und Querschnitt



Sind Linien (Schalenpositionen) ausgewählt und wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Material- und Querschnitteigenschaften.

Im ersten Register des Eigenschaftsblatts werden die Materialangaben festgelegt. Hier wird zwischen **Stahl**, **Stahlbeton** und **sonstige** Materialien unterschieden.

Beim letztgenannten Material können die Rechenkennwerte Elastizitätsmodul, Querkontraktionszahl und Temperatureausdehnungskoeffizient direkt eingegeben werden. Man beachte, dass die so festgelegte Schale weder bemessen noch nachgewiesen werden kann!

Im zweiten Register wird die Schalendicke und ggf. die elastische Bettung der Schalenposition festgelegt.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das Eigenschaftsblatt geschlossen und das Bemessungs- bzw. Nachweiseigenschaftsblatt geöffnet.



Achtung: Wird von dieser Stelle aus das Bemessungseigenschaftsblatt aufgerufen, gelten die in diesem Eigenschaftsblatt vorgenommenen Angaben als bestätigt!

4.2.6.5.3

Bemessungseigenschaften



Sind Linien (Schalenpositionen) ausgewählt erscheint durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons das Eigenschaftsblatt zur Definition der Schalenbemessungs- und Schalen-nachweiseigenschaften auf dem Sichtgerät.

Das in mehrere Register eingeteilte Eigenschaftsblatt reagiert sensitiv auf die im Abs. 4.2.6.5.2, S. 65, festgelegten Materialangaben.

Das Eigenschaftsblatt hängt unmittelbar mit den zu führenden Nachweisen zusammen. Wegen der Komplexität dieser Thematik und auf Grund der Tatsache, dass dieser Aspekt in allen **pcae**-Programmen auf die gleiche Art berücksichtigt wird, hat **pcae** ein separates Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* veröffentlicht, in dem die Problematik von ihrer Theorie her beleuchtet und in ihrer praktischen Umsetzung beschrieben wird.

4.2.7

Belastung

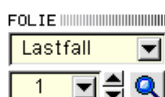
4.2.7.1

Lastfälle erzeugen und aktivieren



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung von **Einwirkungen**, Lastfallordnern und Lastfällen.

Das Einrichten von Lastfällen (und somit von Lastfallfolien) hängt sehr eng mit der Thematik der zu führenden Nachweise zusammen. Es wird in dem eigenständigen Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* beschrieben.



Das Eingabemodul verwaltet neben der **Systemfolie** *n* **Lastfallfolien**, wobei *n* die Anzahl der aktuell existierenden Lastfälle ist. In den Lastfallfolien werden die den Lastfällen zugeordneten Lastbilder definiert. Mit den nebenstehend dargestellten Schaltflächen kann zwischen den Folien hin- und hergeschaltet werden.

4.2.7.2

Lastbilder erzeugen und bearbeiten

Durch Umschalten von der Systemfolie in eine Lastfolie werden die Schaltflächen zur Festlegung der Systemeigenschaften gegen die Buttons zur Definition und Bearbeitung von Lastbildern ausgetauscht.

Zur Erzeugung von **Lastbildern** ist es erforderlich, die den Lasten zuzuordnenden Punkte oder Linien zuvor auszuwählen. Sind Lastbilder definiert, verhalten sie sich wie eigenständige Objekte: Sie werden im Objektfenster symbolisch oder realistisch dargestellt und können per Mausklick ausgewählt werden. Ein **Doppelklick** auf ein Lastbild ruft das individuelle Eigenschaftsblatt des Lastbildes auf.

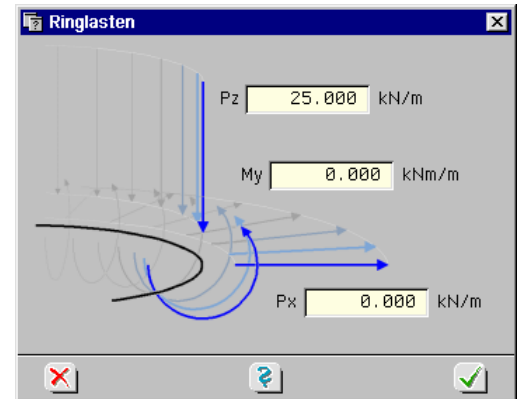
4.2.7.2.1

Ringlasten



Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Punkte oder Einzellastbilder ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Ringlasten aufgerufen werden. Hierin werden den Freiheitsgraden des Systems Lastgrößen (Kräfte und Momente) zugeordnet.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die Ringlasten allen ausgewählten Punkten zugeordnet. Bereits existierende, ausgewählte Ringlastbilder erhalten die im Eigenschaftsblatt festgelegten Parameter.



4.2.7.2.2

Auflagerzwangsverformungen

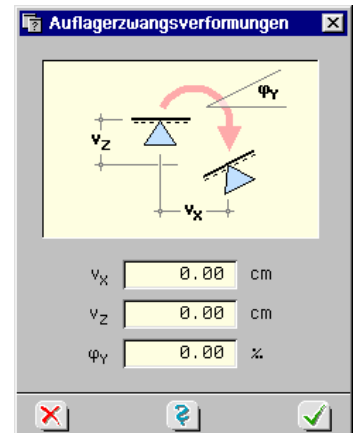


Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Punkte oder Auflagerzwangsverformungslastbilder ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Auflagerzwangsverformungen aufgerufen werden. Hierin werden den Freiheitsgraden des Systems Verformungsgrößen (Verschiebungen und Verdrehungen) zugeordnet.



Auflagerzwangsverformungen sind nur bei entsprechender Lagerung des Punkts sinnvoll. Nebenstehend ist das gewählte Symbol für ein Auflagerzwangsverformungslastbild dargestellt.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die **Zwangsverformungen** allen ausgewählten Punkten (im aktuellen Lastfall) zugeordnet. Bereits existierende, ausgewählte Auflagerzwangsverformungslastbilder erhalten die im Eigenschaftsblatt festgelegten Größen.



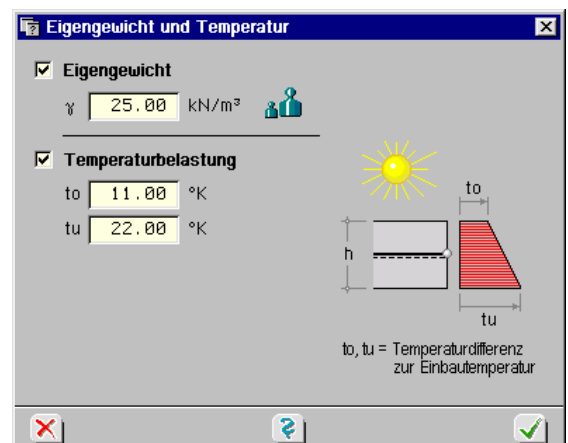
4.2.7.2.3

Eigengewichts- und Temperaturlasten



Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Linien oder Eigengewichts- bzw. Temperaturlastbilder ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Eigengewichts- und Temperaturlasten aufgerufen werden.

Als Eigengewicht ist die Rohwichte γ in kN/m^3 einzugeben, die vom Programm automatisch mit der lokalen Schalendicke multipliziert wird.



Bei der Temperaturbelastung wird zwischen der Erwärmung der oberen Randfaser t_o und der Erwärmung der unteren Randfaser t_u unterschieden. Die gestrichelte Linie der Schalenposition legt die Unterseite fest. Das Programm berücksichtigt hierbei die lokale Querschnittshöhe h und den sich aus dem Material ergebenden Wärmeausdehnungskoeffizient α_t .



Die Temperaturwerte stellen Änderungen gegenüber dem Einbautemperaturwert dar. Wie aus der Darstellung im Eigenschaftsblatt ersichtlich, kann sich das Lastbild aus einer konstanten und einer linearen Temperaturänderung zusammensetzen.

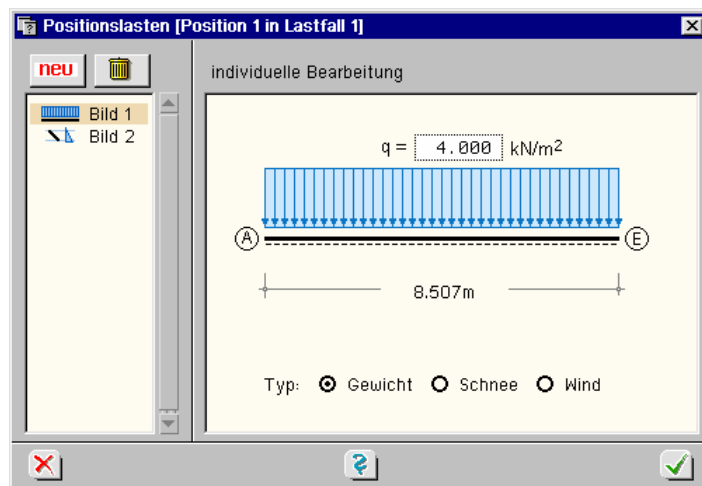
Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die Angaben allen ausgewählten Stäben (im aktuellen Lastfall) zugeordnet. Bereits existierende, ausgewählte Eigengewichts- bzw. Temperaturlastbilder erhalten die im Eigenschaftsblatt festgelegten Größen.

4.2.7.2.4

Positionsflächenlasten



Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Linien oder Linienlastbilder ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Positionsflächenlasten aufgerufen werden.



Die Positionsbelastung kann auch innerhalb eines Lastfalls aus mehreren einzelnen Lastbildern unterschiedlichen Typs bestehen. Die Liste der aktuell definierten Lastbilder kann dem linken Fenster des Eigenschaftsblatts entnommen werden. Eines dieser Lastbilder ist jeweils ausgewählt (farblich hinterlegt, per Mausklick veränderbar). Dessen Lasteigenschaften werden im Hauptfenster angezeigt.



Durch Anklicken des **Mülleimersymbols** wird das ausgewählte Lastbild gelöscht.



Soll ein neues (weiteres) Lastbild erzeugt werden, muss der **neu-Button** angeklickt werden. Hierdurch erscheint eine Auswahlbox, in der zunächst der **Typ des Lastbilds** ausgewählt werden muss. Die hier angebotenen Lasttypen können den unten links dargestellten Symbolen entnommen werden.



Die Lasteigenschaften des ausgewählten Lastbilds werden im rechten Fenster bearbeitet. Die erforderlichen Angaben variieren hierbei abhängig vom Lastbildtyp.



Bei der konstanten Positionsbelastung wird zwischen den **Lasttypen** G, S und W unterschieden. Die Lasttypen G und S wirken in globaler Z-Richtung. Während die Lastordinaten im Lasttyp G (G wie Eigengewicht) in voller Größe wirken, werden die Ordinaten des Typs S (S wie Schnee) um den Kosinus des Linienneigungswinkels zur Horizontalen abgemindert. Der Lasttyp W wirkt in lokaler n-Richtung.



Die konstante Tangentiallast wirkt in der Schalenmittelfläche mit positiver Richtung vom Anfangs- zum Endknoten.



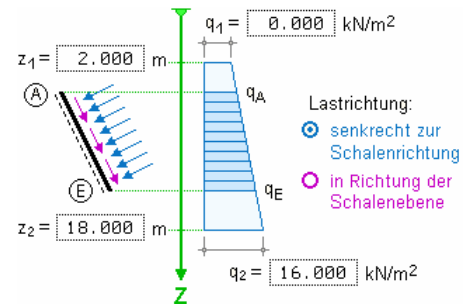
Die Z-abhängige Belastung dient der Beschreibung der Lasten aus bestimmten Füllzuständen (z.B. Flüssigkeitsdruck). Unabhängig von der Lage der Position werden zwei unterschiedlichen Z-Koordinaten (Z_1 und Z_2) Lastordinaten (q_1 und q_2) zugeordnet. Die horizontale Projektion der somit gegebenen Linienlast auf die Schalenposition liefert die interpolierten Lastordinaten q_A .

und q_E . Das Lastbild kann senkrecht zur Schalenposition oder in Richtung der Schalenebene wirkend definiert werden.



Man beachte, dass mit Z_1 und Z_2 auch das Wirkungsintervall der Belastung definiert ist. Hierdurch können auch Positionsteilbelastungen festgelegt werden!

Nach **Bestätigen** des Eigenschaftsblatts werden die Angaben allen ausgewählten Schalen (im aktuellen Lastfall) zugeordnet. Auch bereits existierende, ausgewählte Linienlastbilder erhalten den kompletten Satz der im Eigenschaftsblatt festgelegten Lastbilder.

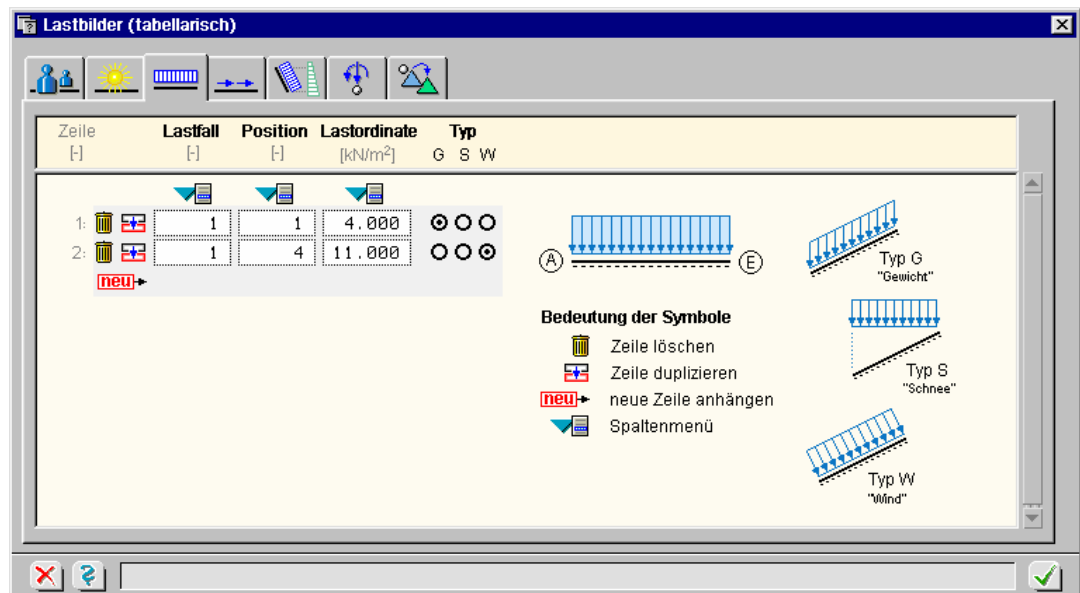


4.2.7.2.5

Lastbilder tabellarisch bearbeiten



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur tabellarischen Bearbeitung der Lastbilder auf dem Sichtgerät. Hierin bieten diverse Register jeweils der speziellen Lastart zugeordnete Tabellen an, in denen die Lastbilder bearbeitet werden können. Die Registerinhalte lassen sich durch die Inhalte der auf den vorangegangenen Seiten beschriebenen Eigenschaftsblätter abbilden.



Den Zeilen sind Symbole zugeordnet, die das Löschen (🗑️), Kopieren (📋) und Erzeugen neuer Zeilen (neu ➡) ermöglichen. Durch Anklicken der Symbole über den Spalten (▼) wird ein Menü hervorgerufen, mit dessen Hilfe man die Tabellen nach der Größe ihres Spalteninhalts sortieren oder den Inhalt einer Spalte ganz oder teilweise mit einem generierten Wert belegen kann.

Nach **Bestätigen** des Eigenschaftsblatts überprüft das grafische Eingabemodul die Angaben. Insbesondere müssen alle durch Nummern angegebenen Objekte und Lastfälle aktuell auch tatsächlich existieren.



Die Ergänzungen der Tabelleneinträge erfolgen über die Tastatur. Vorher durch Mausklick erfolgte Aktivierungen finden hier keinen Niederschlag. Die Tabelleneingabe ist gegenüber der grafisch interaktiven Eingabe die wesentlich zeitraubendere und fehleranfälligere Alternative!

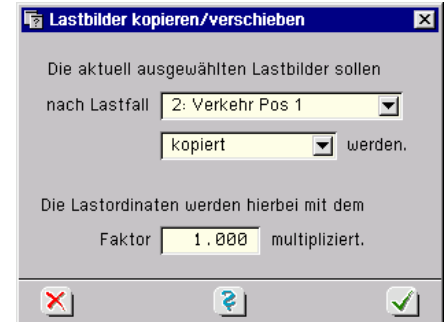
4.2.7.2.6

Lastbilder kopieren

Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Lastbilder ausgewählt, können diese mit der Menüfunktion (RMT)

Ausgewählte Objekte → Lastbilder kopieren

in einen anderen Lastfall verschoben oder kopiert werden. Es erscheint das nebenstehend dargestellte Eigenschaftsblatt.



4.2.8

Nachweise



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung von Nachweisen, **Extremalbildungsvorschriften** und **Lastkollektiven**.

Da bei diesem Thema die Vorschriften unterschiedlicher Normen, die Eigenschaften von Einwirkungen und Lastfällen sowie die Bemessungseigenschaften der nachzuweisenden Objekte (Flächen- und Stabträger) hineinspielen, wurde dieser Bereich in das separate Handbuch **das pcae – Nachweiskonzept** ausgelagert. Zu den Nachweisen s. auch Online-Hilfe im Eingabeprogramm.

4.2.9

Sonderkapitel

In diesem Kapitel sollen die letzten, bisher noch nicht besprochenen Funktionen erläutert und auf einige bereits gestreifte Aspekte des Programms **##-ROSY** vertiefend eingegangen werden.

4.2.9.1

Arbeiten in Ebenen

Dem Arbeiten in Ebenen kommt in der Interaktion im grafischen Eingabemodul eine besondere Bedeutung zu.

Knoten sollten nach Möglichkeit im Ebenenbearbeitungsmodus erzeugt werden. Dies nicht allein deswegen, weil die Erzeuge- und Modellierfunktionen in der Ebene einfacher zu handhaben sind als in der 3D-Darstellung, sondern weil das Programm die Punkte automatisch in der Ebene positioniert.

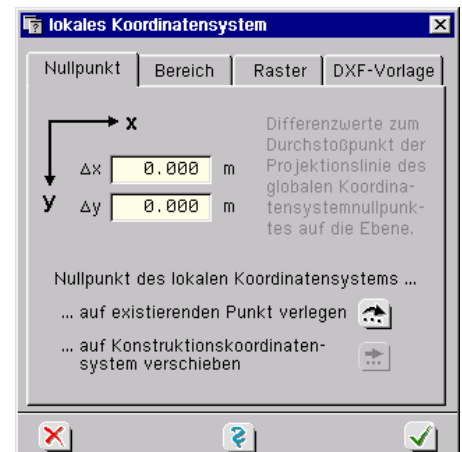
4.2.9.1.1

Ebeneneigenschaften



Im Ebenenbearbeitungsmodus kann die nebenstehend dargestellte Schaltfläche aktiviert werden. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt in dem Darstellungsverhalten und Interaktionsoptionen der Ebene festgelegt werden.

Im ersten Register kann der vom Programm festgelegte Nullpunkt des ebenen **Koordinatensystems** verschoben werden. Hierdurch kann erreicht werden, dass möglichst glatte Koordinatenwerte einzugeben sind und auf Wunsch ein bestimmter Punkt die Koordinaten [0, 0] erhält.



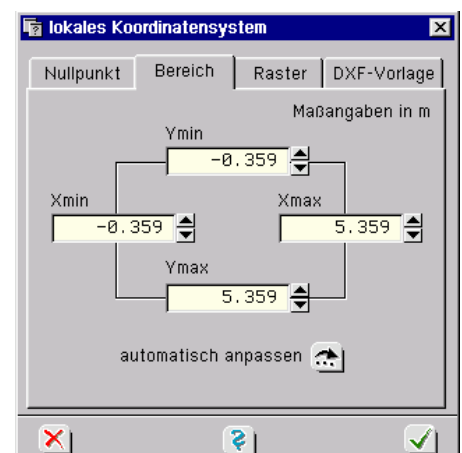
Darstellungsbereich



Im Register **Bereich** wird die Größe des ebenen Darstellungsbereichs festgelegt. Dieser Bereich wird vom grafischen Eingabemodul dargestellt, wenn der nebenstehend angegebene Zoombutton angeklickt wird.

Durch **automatisch anpassen** werden die Zahlenwerte so eingestellt, dass alle in der Ebene definierten Punkte und Linien mit einem kleinen Randabstand in das Fenster passen. Dies gilt auch auf Wunsch für eine evtl. aktivierte **DXF-Vorlage**.

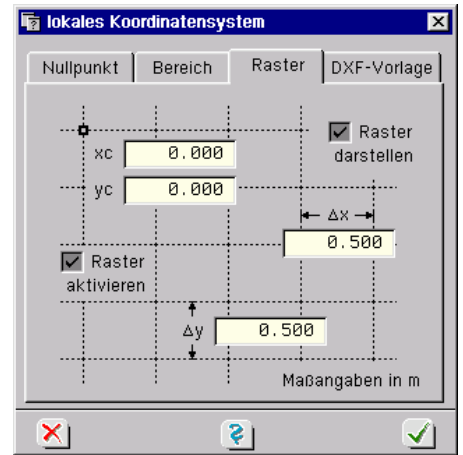
Beim Erzeugen und Modellieren ist es mitunter sinnvoll, den Bereich temporär größer einzustellen.



Raster

Im dritten Register kann ein ebenes Raster definiert und aktiviert werden. Die Definition erfolgt durch Vorgabe eines festen Rasterpunkts $\{x_c, y_c\}$ sowie der Rasterlinienabstände Δx und Δy . Das definierte Raster kann auf Wunsch in der Ebene dargestellt und aktiviert werden.

Durch Freihandmodellierungen erzeugte Punkte und Linien werden bei aktiviertem Raster immer durch die Rasterpunkte gefangen. Hierbei ist ein punktgenaues Zielen der anvisierten Koordinaten nicht erforderlich.



Vorlagen

Im vierten Register werden die **DXF-Vorlagen** verwaltet. Durch Anklicken des Buttons **neue Vorlage laden** wird der ebene DXF-Filter aufgerufen. Dieses eigenständige Programm erzeugt aus einer externen DXF-Datei eine **ROS-Y**-kompatible Vorlage. Weitere Informationen zu diesem Programm s. Abs. 4.3.3, S. 82.

Alle bereits geladenen Vorlagen werden in der Auswahlliste zur Aktivierung angeboten.

Durch Anklicken des **Mülleimersymbols** kann eine nicht mehr benötigte Vorlage gelöscht werden. Die aktuell ausgewählte Vorlage kann ein- und ausgeblendet (visuell dargestellt) und die **Kontrollpunktanziehung** aktiviert werden.

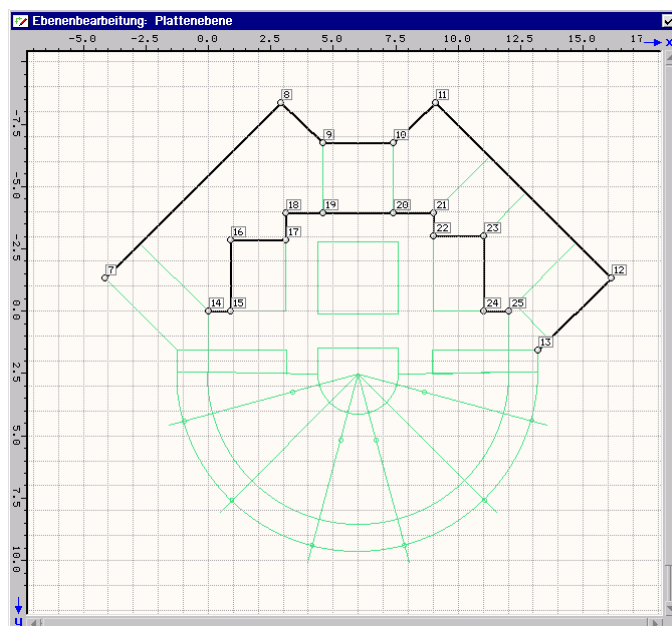


Durch Freihandmodellierungen erzeugte Punkte und Linien werden bei aktivierter Kontrollpunktanziehung durch die Linienendpunkte der DXF-Vorlage gefangen. Die DXF-Vorlage kann um ein beliebiges Maß (Δx , Δy) verschoben werden. Einmal geladene Vorlagen können in allen Ebenen aktiviert werden.



Die Kontrollpunktanziehung der DXF-Vorlage schließt die Rasterpunktanziehung aus (und umgekehrt); beide Anziehungsmodi können nicht gleichzeitig aktiviert werden.

Nachstehend ist das Ebenenbearbeitungsfenster beispielhaft mit eingeblendetem Raster und aktivierter DXF-Vorlage dargestellt. Die hierin bereits definierten Punkte und Linien konnten mit Hilfe der Freihanderzeugung bei eingeschalteter Kontrollpunktanziehung sehr leicht punktgenau erzeugt werden.



4.2.9.1.2

Freihandmodellierungen



Im Gegensatz zum 3D-Modus kann im Ebenenbearbeitungsmodus von der Möglichkeit der Freihandmodellierung Gebrauch gemacht werden. Dies gilt insbesondere für die Erzeugung von Punkten und Linien, eingeleitet durch die nebenstehend dargestellten Schaltflächen (vgl. auch Abs. 4.2.4.5, S. 56) in Kombination mit den im vorangegangenen Absatz besprochenen Fang-rastermodi.



Sollen bei der Punkterzeugung mehrere Punkte hintereinander erzeugt werden, müssen die einzelnen Punkte mit der RMT bestätigt werden. Durch Bestätigen eines Punktes mit der LMT (oder Klicken der Esc-Taste) wird der Punkterzeugemodus beendet.

Sollen bei der Linienzeugung mehrere Linien hintereinander erzeugt werden, so müssen die einzelnen Linienendpunkte mit der RMT bestätigt werden. Durch Bestätigen eines Linienendpunktes mit der LMT (oder Esc) wird der Linienzeugemodus beendet.

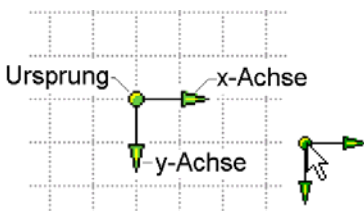
Auch viele Modellierungsfunktionen (**verschieben**, **verdrehen**, **skalieren**) können in der Ebene allein durch Mausbewegungen gesteuert werden.

4.2.9.1.3

Konstruktionskoordinatensystem



Befindet sich die Interaktion in der Ebenenbearbeitung, kann der dargestellte Button angeklickt werden, der sich in der rechten Steuerleiste unter der Überschrift *Ebenen* befindet. Hierdurch wird das ebene Konstruktionskoordinatensystem (KKS) aktiviert. Ist das KKS aktiviert, wird es durch Anklicken des Buttons wieder deaktiviert.



Das KKS kann an beliebiger Stelle positioniert und jederzeit beliebig verschoben werden. Hierzu muss der Mauszeiger über dem Ursprung des KKS positioniert werden. Bei gedrückt gehaltener LMT folgt das KKS der Mausbewegung. Wird die Maustaste gelöst während sich das KKS in unmittelbarer Nähe eines definierten Punktes befindet, nimmt das KKS die genaue Position des Punkts ein. Dies wird mit der folgenden Meldung in der Statuszeile protokolliert.

Konstruktionskoordinatensystem auf Knoten 7 verlagert



Das KKS kann auch verdreht werden. Hierzu muss der Pfeil der x- oder y-Achse des KKS mit der Maus angefahren werden. Bei gedrückt gehaltener Maustaste folgen die Achsen des KKS der Mausbewegung durch Drehung. Wird die Maustaste gelöst während sich der Mauszeiger in unmittelbarer Nähe eines existierenden Punktes befindet, zeigt die gewählte Achse exakt auf diesen Punkt. Auch diese Aktion hat eine entsprechende Meldung zur Folge.

Konstruktionskoordinatensystem: X-ACHSE auf Knoten 19 gedreht



Ein Doppelklick auf den Ursprung des KKS ruft das nebenstehend dargestellte Eigenschaftsblatt auf. Hierin können die exakte Position und der aktuelle Drehwinkel eingesehen und (absolut oder inkrementell) verändert werden. Ein Mausklick auf das **Müllersymbol** deaktiviert das KKS.

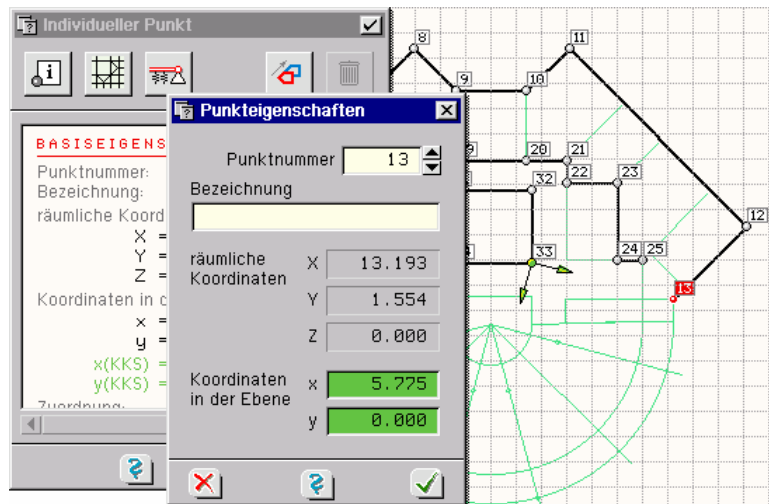
	absolut	relativ
x=	-4.124	0.000
y=	-1.339	0.000
α:	-16.742	0.000

Buttons: [X] [Müllersymbol] [?] [✓]



Bei aktiviertem KKS gilt folgende Regel: alle grün hinterlegten Koordinaten-Eingabefelder beziehen sich auf das Konstruktionskoordinatensystem.

Dies kann man sich zum Ausmessen und Ändern von Punktabständen zu Nutze machen. Im nachfolgenden Beispiel wird Punkt 13 vom Punkt 33 aus vermessen. Die Änderung der x-Koordinate ändert den Abstand der beiden Punkte derart, dass sich der Punkt 13 auf der x-Achse des KKS bewegt.



4.2.9.2

Objektgruppen



Linien (Schalen) können zu Gruppen zusammengefasst werden. Die Bildung von Gruppen hat keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Berechnung wohl aber auf die Ergebnispräsentation. Wenn Linien zu Linienzügen zusammengefasst werden, werden die zugeordneten Ergebnisse (grafisch oder tabellarisch) bzgl. der Gruppe angetragen bzw. ausgegeben.

Positionszug



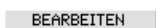
Sind mehrere Linien ausgewählt, wird durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons eine Liniengruppe vom Typ *Positionszug* erzeugt. Voraussetzung hierfür ist, dass alle ausgewählten Linien einen eindeutigen Linienzug bilden und keine der Linien bereits einem Linienzug zugeordnet ist.

lose Gruppe

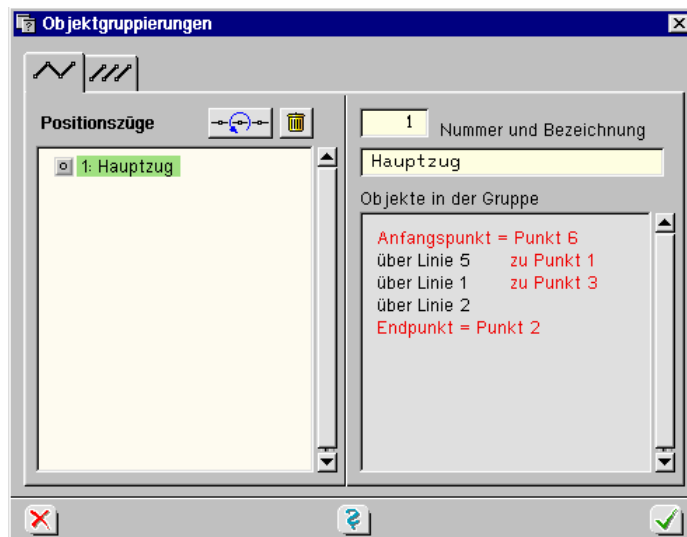


Sind mehrere Linien ausgewählt, wird durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons eine Liniengruppe vom Typ *lose Liniengruppe* erzeugt. Voraussetzung hierfür ist, dass keine der Linien bereits einem Linienzug zugeordnet ist.

Bei der Erzeugung einer Gruppe werden Gruppennummer und Bezeichnung abgefragt.



Durch Anklicken des **bearbeiten**-Buttons wird ein Eigenschaftsblatt aufgerufen, in dem die aktuell definierten Gruppen eingesehen und bearbeitet werden können.



Die Register unterscheiden zwischen den hier vorgestellten Gruppentypen. Im linken Fenster eines jeden Registers sind die Gruppen auswählbar dargestellt. Eine ausgewählte Gruppe weist ihre Eigenschaften auf der rechten Seite des Registers aus. Dort können im Nachhinein Nummer und Bezeichnung geändert werden.



Durch Anklicken des **Mülleimersymbols** wird die aktuelle Gruppendefinition aufgegeben.



Der speziell bei Liniengruppen angebotene links dargestellte Button dreht die **Linienzugrichtung** um: Aus dem Anfangspunkt wird der Endpunkt und umgekehrt.

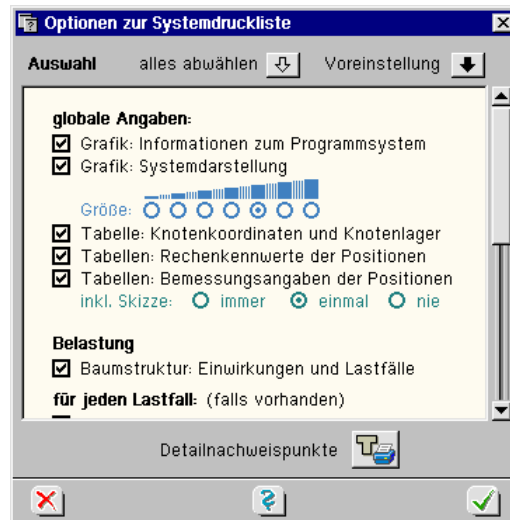


Durch Aktivierung einer oder mehrerer der nebenstehend dargestellten Schaltflächen werden die zugehörigen Objekte nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts ausgewählt.

Beim Abspeichern des aktuellen Datenzustandes aktualisiert das grafische Eingabemodul automatisch die Systemdruckliste. Diese hat die Aufgabe, das definierte statische System einem Dritten zugänglich zu machen und möglichst übersichtlich darzustellen.



Der Anwender kann auf die Elemente der Systemdruckliste Einfluss nehmen. Hierzu ist der nebenstehend dargestellte Button anzuklicken. In dem hierdurch aufgerufenen Eigenschaftsblatt ist jedem standardmäßig vorgesehenen Element der Systemdruckliste (Tabelle oder Grafik) eine Schalttafel zugeordnet, mit der darüber entschieden werden kann, ob das Element gedruckt wird oder nicht. Grafiken, die ausgegeben werden sollen, können hinsichtlich ihrer Größe sowie weiterer inhaltlicher Eigenschaften eingestellt werden. Leere Tabellen werden automatisch unterdrückt.



Das Abwählen von Elementen bedeutet immer, dem Leser der Systemdruckliste Informationen vorzuenthalten oder aber die Lesbarkeit zu erschweren. Dementsprechend gilt die Aktivierung aller Elemente der Druckliste als Voreinstellung.

Zu den Einstellungen der Ergebnisdruklsten und deren Inhalten und Eigenschaften s. Abs. 4.6, S. 96 ff.



Über den Button **Detailnachweispunkte** können Orte auf dem Tragwerk festgelegt werden, für die ein spezielles, detailliertes Ausgabeprotokoll zu den geführten Bemessungen und Nachweisen erstellt werden soll.

Nähere Informationen zu Detailnachweispunkten s. Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.

Alle Aktionen, die im grafischen Eingabemodul durchgeführt werden, können rückgängig gemacht werden.



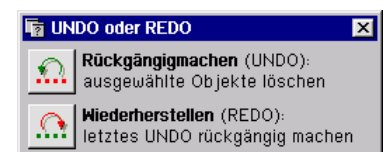
Hierzu wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt. Um zu erfahren, welche Aktion genau rückgängig gemacht wird, muss die Maus für einen Moment über der Schaltfläche verweilen, woraufhin eine Information erscheint.



Rückgängig machen:
Gruppenelemente
bearbeiten

Das grafische Eingabemodul verwaltet standardmäßig zehn undo- und ein redo-Level. D.h. die letzten zehn Aktionen können sukzessive rückgängig gemacht werden. Wird eine Aktion zuviel rückgängig gemacht, kann auch dies zurückgenommen werden. Dieser Vorgang heißt **wiederherstellen**.

Wird der **undo**-Button zweimal hintereinander angeklickt, ohne dass zwischenzeitlich eine andere Aktion erfolgt, erscheint ein Dialogfeld auf dem Sichtgerät zur Bestimmung, ob die undo- oder die redo-Funktion aktiviert werden soll.



Der undo-Mechanismus wird innerhalb des grafischen Eingabemoduls über die Sicherung des Datenzustandes in temporären Dateien realisiert. Der Nachteil dieser Methode liegt in der Geschwindigkeit. Bei sehr großen System (und langsamem Rechner) kann das ständige Sichern von Zwischenzuständen und insbesondere das Wiederherstellen durch die umfangreichen Verknüpfungen eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen.

Aus diesem Grunde kann die undo-Funktion auch deaktiviert oder die Anzahl der undo-Level verringert werden. Hierzu muss die Menüfunktion

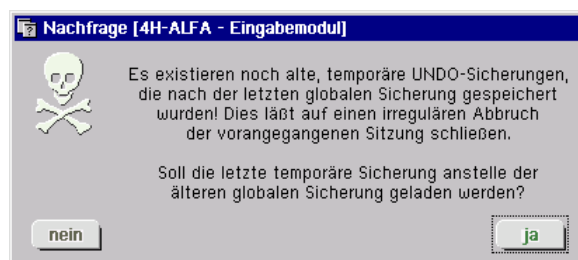
Sonstiges → undo-Einstellungen

gestartet werden. Der beschriebene Zeitverlust ist bei der Bearbeitung mit *4H-ROSY* nicht zu erwarten.



Einstellungen in diesem Eigenschaftsblatt sollten gut überlegt werden. I.d.R. wird der undo-Mechanismus wie voreingestellt die Arbeit im grafischen Eingabemodul kaum behindern.

Die Realisierung der undo-Funktion über externe temporäre Dateien hat einen großen Vorteil. Wird das grafische Eingabemodul ordnungsgemäß verlassen, werden die temporären Dateien gelöscht. Erfolgt ein irregulärer Programmabbruch etwa durch Ausschalten des Rechners, so geschieht dies nicht. Beim neuerlichen Start sucht das grafische Eingabemodul grundsätzlich nach alten temporären undo-Dateien. Findet es insbesondere undo-Dateien, die jünger sind als die offizielle Sicherungsdatei, erfolgt die nachfolgende Meldung. Wird die Meldung mit *ja* bestätigt, beschränkt sich der Datenverlust durch den Programmabbruch auf die letzte durchgeführte Aktion.



4.2.9.5 Datenzustand

4.2.9.5.1 Datenzustand sichern



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird eine komplette Sicherung des aktuellen Datenzustands durchgeführt.

Im Einzelnen wird

- die Systemdatei des grafischen Eingabemoduls aktualisiert,
- die automatische Datenbereinigung durchgeführt,
- die Eingabedatei des Rechenprogramms erzeugt,
- die Systemdruckliste generiert,
- das Bauteilsymbol grafisch aktualisiert,
- ein Eintrag im Geschichtsprotokoll vorbereitet.

Hierdurch ist sichergestellt, dass bei Beenden des grafischen Eingabemoduls ohne Abspeichern (etwa durch die Windows-Schließen-Funktion) der extern gespeicherte Datenzustand eindeutig dem aktuellen Zustand entspricht.

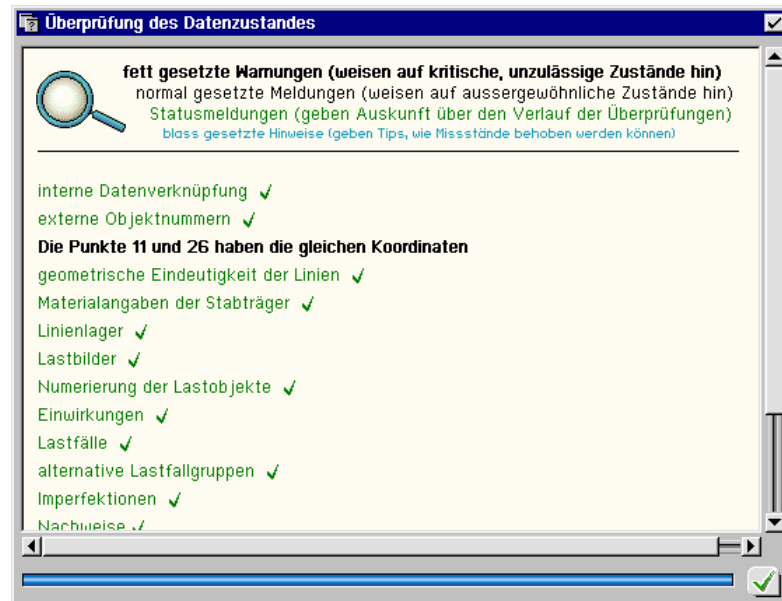
Der so gesicherte Datenzustand kann durch die Menüfunktion Datenzustand → laden wieder hervorgeholt werden.

4.2.9.5.2

Datenzustand überprüfen



Mit dem nebenstehend dargestellten Button wird eine Datenzustandsüberprüfung eingeleitet. Hierdurch werden alle aktuellen Definitionen auf **Plausibilität** überprüft. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem der Verlauf der Überprüfungen protokolliert und ggf. entsprechende **Warnungen** und **Fehlermeldungen** ausgegeben werden.



Im dargestellten Beispiel werden bei der Überprüfung der Knotengeometrie zwei übereinanderliegende Knoten gefunden. Dieser Missstand muss bereinigt werden, bevor der Rechenlauf gestartet wird.

Auch dann, wenn die Datenzustandsüberprüfungsfunktion keine außergewöhnlichen Datenzustände entdeckt, sollte die im nachfolgenden Absatz beschriebene Datenzustandsbereinigung durchgeführt werden.



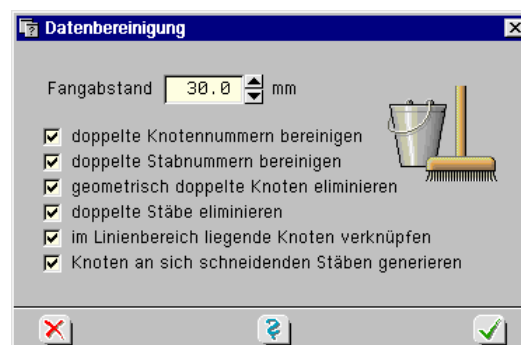
Von den Datenzustandsüberprüfungs- und Bereinigungsfunktionen sollte spätestens vor dem Start des Rechenlaufs Gebrauch gemacht werden!

4.2.9.5.3

Datenzustand bereinigen



Mit dem nebenstehend dargestellten Button wird eine manuelle Datenzustandsbereinigung eingeleitet. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die nachfolgenden Aktionen eingesehen und ausgewählt werden können.



Aufgabe dieser Funktion ist, eine konfliktfreie Netzwerkstruktur (vgl. Abs. 4.2.1.2, S. 44) sicherzustellen. Hierzu müssen unzulässige geometrische Zustände bereinigt werden. Mit Hilfe des **Fangabstandes** wird festgelegt, wie nah zwei Knoten höchstens zusammenliegen dürfen. Enger liegende Knoten werden vereinigt. Die darunter aufgeführten Aktionen können einzeln an- bzw. abgeschaltet werden.

Das Abwählen bestimmter Funktionen kann bestenfalls in zeitlich begrenzten Arbeitssituationen sinnvoll sein. I.A. ist der Datenzustand nur dann bereinigt, wenn alle Funktionen durchlaufen werden. Hierzu ein Beispiel:

Die Datenzustandsbereinigungsfunktion kann auch im Erzeugungs- und Modellierungsprozess mit Vorteil genutzt werden. Wenn etwa mit Hilfe der Modellierungswerkzeuge (vgl. Abs. 4.2.5.1, S. 57) auf Duplikat angewendete Objekte ineinander verschoben wurden, lässt sich die erforderliche eindeutige Netzwerkstruktur durch Aktivierung der Bereinigungsfunktion schnell herstellen. Es entstehen hierdurch wieder eindeutige Punkte und Linien, die ausgewählt und denen Eigenschaften zugeordnet werden können.



Von den Datenzustandsüberprüfungs- und Bereinigungsfunktionen sollte spätestens vor dem Start des Rechenlaufs Gebrauch gemacht werden!

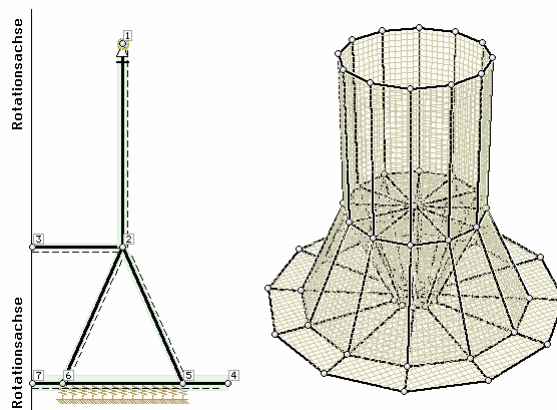
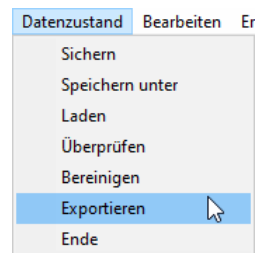
Die Bereinigungsfunktion wird vom grafischen Eingabemodul automatisch vor der Erzeugung der Eingabedatei (s. Abs. 4.2.9.5.1, S. 75) des Rechenprogramms im Hintergrund vollständig durchgeführt. Werden hierbei notwendige Änderungen am System vorgenommen, erfolgt eine Meldung. Um zu erfahren, welche Änderungen sich ergeben haben, sollte spätestens dann die Datenzustandsbereinigung manuell durchgeführt werden.

4.2.9.6

Export zu ##-ALFA3D

Das in ##-ROSY beschriebene Tragwerke kann inkl. Belastung über die nebenstehend dargestellte Menüfunktion an ##-ALFA3D, Räumliche Faltwerke, übergeben werden, um dort z.B. mit Aussparungen oder einseitiger Belastung weiterbearbeitet zu werden.

Die Exportfunktion steht nur im 3D-Darstellungsmodus zur Verfügung.

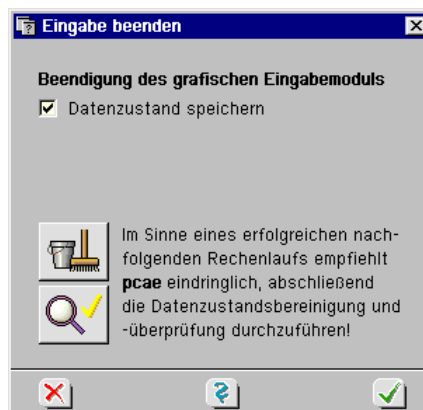


4.2.9.7

Eingabemodul beenden



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons erscheint das Eigenschaftsblatt zur Beendigung der Bearbeitung. Hierin wird festgelegt, ob der aktuelle Datenzustand gesichert werden soll.



Die unteren beiden Schaltflächen bieten nochmals die Datenzustandsüberprüfungs- und Bereinigungsfunktionen an. Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts wird das Fenster zur Bauteilbearbeitung geschlossen.

Es liegt in der Natur des Arbeitsfeldes eines Statikers, dass Entscheidungen bzgl. eines Bauvorhabens einem ständigen Wandel unterliegen und somit statische Systeme einer Korrektur bedürfen. Mit dem grafischen Eingabemodul liegt ein Programm vor, das dieser Tatsache durch die integrierten Modellierungstechniken gerecht wird. Im Nachhinein durchzuführende Änderungen an einem einmal beschriebenen System sind i.d.R. leicht und schnell realisierbar. Trotzdem empfiehlt sich eine bestimmte Vorgehensweise bei der Eingabe eines neuen Systems. Dies betrifft insbesondere die Reihenfolge der durchzuführenden Arbeiten.

Zunächst sollte die Geometrie festgelegt werden. Hierzu werden die unter Abs. 4.2.4, S. 51, und Abs. 4.2.5, S. 57, beschriebenen Erzeuge- und Modellierungsfunktionen genutzt. Die Koordinaten der Knoten sowie die Definition der Schalen mit ihrer Knotenverknüpfung sollten den möglichst endgültigen Zustand annehmen. Abschließend sollte die Bereinigungsfunktion den geometrisch definierten Datenbestand überprüfen.

Spätestens jetzt müssen Einwirkungen und Lastfälle erzeugt und beschrieben werden. Je nach verwendetem Material und zugrunde liegender Normen sind hierbei Aspekte zu berücksichtigen, die im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* erläutert werden.

Nach Fertigstellung dieser Aufgabe steht für jeden Lastfall eine Lastfallfolie zur Verfügung, die zur Bearbeitung aktiviert werden kann (vgl. Abs. 4.2.3.10, S. 51).

Nun können die den Lastfällen zugeordneten Lastbilder Lastfallfolie für Lastfallfolie entsprechend den Ausführungen unter Abs. 4.2.7.2, S. 67, erzeugt werden.

Mit diesen Angaben liegt das System und somit die zu berechnende Aufgabe bis hin zur Schnittgrößenermittlung fest.

Letztendlich müssen die zu führenden Nachweise definiert und die Extremalbildungsvorschriften und/oder Lastkollektive zugeordnet werden. Dieser Themenkomplex wird im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept* abgehandelt.

Spätestens jetzt – vor dem Start des Rechenlaufs – sollte die Datenzustandsüberprüfungs- und Bereinigungsfunktion (Abs. 4.2.9.5.2 und 4.2.9.5.3, S. 76 ff.) aktiviert werden.



Die Rechenmodule können – wie auch das Ergebnisvisualisierungsmodul – aus dem grafischen Eingabemodul über die **Start**-Taste aktiviert werden (vgl. Abs. 4.2.2.6, S. 49).

4.3

CAD-Importfilter

Das grafische Eingabemodul von #ROSY bietet diverse Möglichkeiten, grafische Informationen aus unterschiedlichen CAD-Systemen zu importieren, die in diesem Kapitel vorgestellt werden.

Importfunktionen können einerseits vor Aufruf des grafischen Eingabemoduls über das Menü (RMT) gestartet werden. Des Weiteren können beliebig häufig innerhalb der grafischen Eingabe DXF-Daten im 3D-Modus (mit **Geometrieübernahme**) und im Ebenenmodus (als **Vorlagen**) eingelesen werden.

4.3.1

DXF-2D-Filter

Zunächst wird der bereits unter Abs. 4.1.5, S. 42, vorgestellte CAD-Datenimport besprochen. Das hierdurch gestartete Filter-Programm hat die Eigenschaft, eine neue Eingabedatei für das grafische Eingabemodul zu erzeugen.

Der Datenimport erfolgt vor dem Aufruf des grafischen Eingabemoduls. Das Bauteil ist auf dem DTE®-Schreibtisch durch einfaches Anklicken zu aktivieren. Es erscheint dann weiß mit einem dicken schwarzen Rand. Durch Betätigen der RMT erscheinen die DTE®-Menüfunktionen.



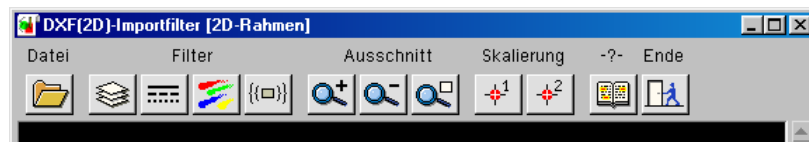
Eine bestehende Eingabedatei wird dabei überschrieben, so dass sich die Aktivierung dieser Funktionen außerhalb der grafischen Eingabe nur am Anfang der Bearbeitungsphase empfiehlt.

Mit Hilfe der angebotenen DTE®-Menüfunktion

Berechnung → DXF -Datei importieren

wird das DXF-2D-Filterprogramm gestartet. Es liest und interpretiert Informationen beliebiger CAD-Hersteller im DXF-Format (*Drawing Exchange Format*).

Nach Benennen der DXF-Datei über den Windows-Suchmechanismus werden die vorliegenden Daten einer Analyse unterzogen. Das Ergebnis der Analyse wird eingeblendet. Je nachdem wie geschickt die DXF-Informationen für die Übergabe eines statischen Systems aufbereitet wurden, sind Nacharbeiten erforderlich, um möglichst wenig Datenmüll in die grafische Eingabe zu übertragen. Nachfolgend ist der Kopf des Fensters dargestellt.



Interaktionselemente

Datei



Der dargestellte Button ruft ein Fenster, in dem zur Geometrieübergabe der Name der DXF-Datei angegeben werden kann. Die Datei wird nach Bestätigen geöffnet, gelesen, analysiert und (nach Bestätigen des Analysefensters) im Darstellungsfenster angezeigt.

Layerfilter



DXF-Dateien besitzen i.A. eine Folienstruktur, in der jeweils gleichartige Informationen zusammengefasst sind. Über den dargestellten Button werden die in der DXF-Datei definierten Folien (Layer) an- bzw. abgewählt, um für das statische System irrelevante Daten auszublenden. Grafische Elemente, die abgewählten Folien zugeordnet sind, werden nicht dargestellt.

Linientypfilter



In dem durch diesen Button aufgerufenen Eigenschaftsblatt werden die in der DXF-Datei definierten Linientypen an- bzw. abgewählt. Linien, die abgewählten Linientypen zugeordnet sind, werden nicht dargestellt.

Farbfilter



Über diesen Button erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die in der DXF-Datei definierten Farben an- bzw. abgewählt werden können. Grafische Elemente, die in einer abgewählten Farbe gezeichnet werden, werden nicht dargestellt.

Blockfilter



Wird der dargestellte Button angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die in der DXF-Datei definierten Blöcke an- bzw. abgewählt werden können. Grafische Elemente, die in einem abgewählten Block definiert sind, werden nicht dargestellt. Man beachte, dass Blöcke i.d.R. hierarchisch verschachtelt definiert sind! Der oberste Block, der alle anderen Blöcke umfasst, hat den Namen "Entities". Wird dieser Block abgewählt, gilt folglich alles als abgewählt.

Ausschnitte



Die hier dargestellten Zoom-Buttons reagieren wie die des grafischen Eingabemoduls (s. Abs. 4.2.3.6, S. 50).

Skalierungspunkte



Wenn der **Maßstab** der Übergabedatei nicht bekannt ist, können über die nebenstehend dargestellten Buttons zwei Skalierungspunkte definiert werden. Skalierungspunkte können bestimmten, markanten Punkten angeheftet werden, deren **Weltkoordinaten** bekannt sind. Nach Anklicken einer der beiden Schaltflächen erscheint ein Fadenkreuz, mit dessen Hilfe ein markanter Punkt im Bereich der dargestellten grafischen Objekte ausgewählt werden kann. Diesem Punkt können im dann eingeblendeten Eigenschaftsblatt Koordinaten zugeordnet werden. Sind beide Skalierungspunkte im DXF-Filterprogramm gesetzt und hinsichtlich ihrer Koordinaten bekannt, kann das Programm die erforderliche Transformationsvorschrift automatisch ermitteln.



pcae empfiehlt, von der Möglichkeit der Skalierungspunkte Gebrauch zu machen, da eine Skalierung über die direkte Vorgabe eines Maßstabs weder eine Translation noch eine Rotation berücksichtigen kann.

Hilfe

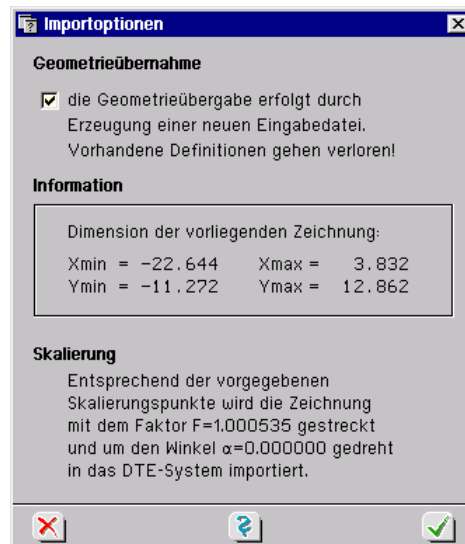


Über die Windows-Hilfe wird das Online-Manual geöffnet, dem Hilfestellungen zum DXF-Filter entnommen werden können.

Datenübergabe



Nach Anklicken des **Ende**-Buttons erscheint das dargestellte Eigenschaftsblatt zu Festlegung der Datenübergabemodalitäten.



Sind die Skalierungspunkte gesetzt, erübrigen sich weitere Angaben. Andernfalls muss der Maßstab, in dem die Zeichnung in der DXF-Datei vorliegt, zur Festlegung der Skalierungsvorschrift angegeben werden. Hierzu werden die Minimal- und Maximalkoordinaten ausgewiesen. Nur die aktuell dargestellten grafischen Objekte werden übernommen.



Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts wird die Eingabedatei des grafischen Eingabemoduls erzeugt und das DXF-Filterprogramm beendet. Es erscheint das DTE®-Bauteilsymbol wie dargestellt. Durch Aktivierung des Bauteils per Doppelklick wird das Eingabemodul gestartet, das das System nach kurzer Konvertierungsarbeit übernimmt.

4.3.2

DXF-3D-Filter

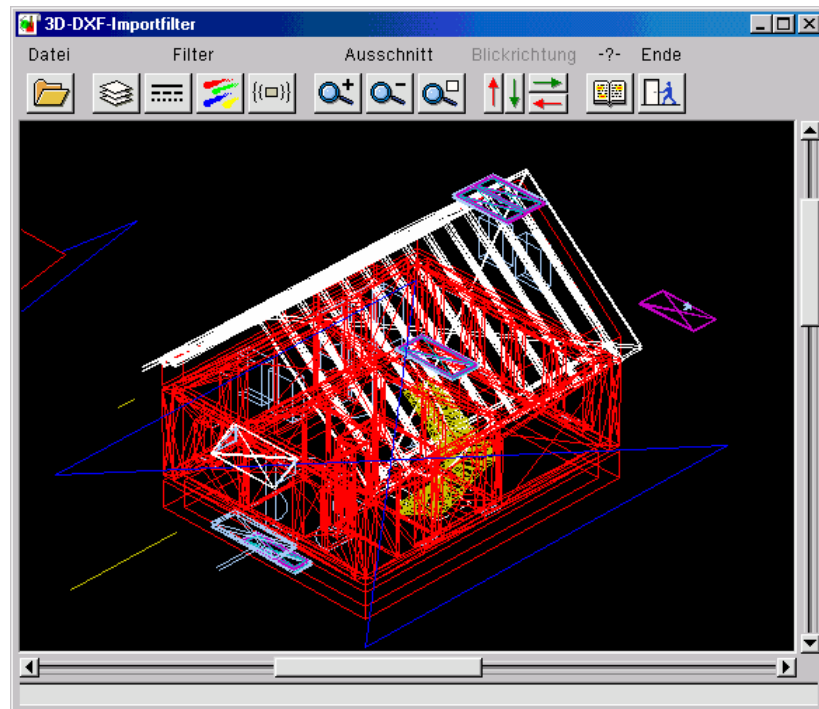
Im Gegensatz zu dem auf den vorangegangenen Seiten beschriebenen CAD-Filter wird der DXF-3D-Filter direkt aus dem grafischen Eingabemodul heraus aufgerufen. Der Filter erzeugt keine neue Eingabedatei; vielmehr werden die grafischen Objekte aus dem Filterprogramm zu den bestehenden geometrischen Objekten (Punkte und Linien) im Objektfenster des grafischen Eingabemoduls hinzugefügt.



Der DXF-3D-Filter kann innerhalb eines Bauteils beliebig häufig aufgerufen werden, um neue Geometrien hinzuzulesen.



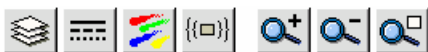
Die Aktivierung des Filters ist nur im 3D-Modus unter Zuhilfenahme der nebenstehend dargestellten Schaltflächen möglich. Sie wird unter Abs. 4.2.4.4.2, S. 55, beschrieben. Das nachfolgend dargestellte (Beispiel-)Fenster erscheint.



Interaktionselemente



Wenn dies nicht bereits im aufrufenden Eingabemodul geschehen ist, muss der Name der DXF-Datei, aus der Informationen importiert werden sollen, angegeben werden. Bevor der Inhalt der Datei im Darstellungsfenster dargestellt werden kann, muss sie vom Programm geöffnet und gelesen werden.



Die nebenstehend dargestellten Schaltflächen zur Definition der Objektfiler und Ausschnitte reagieren wie im DXF-2D-Filter. Ihre Funktionen wurden unter Abs. 4.3.1, S. 79, beschrieben.

System verdrehen



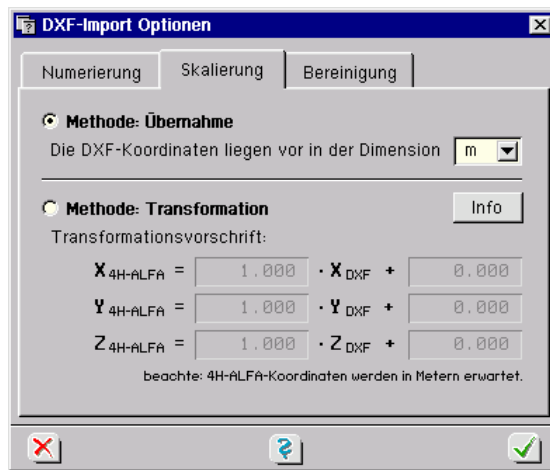
Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten Buttons kann das räumliche Objekt vertikal und horizontal gedreht bzw. gekippt werden. Die Schalter reagieren sinngemäß wie im grafischen Eingabemodul unter Abs. 4.2.3.1, S. 49, beschrieben.

Endebehandlung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das Ende der Importaktion eingeleitet. Es erscheint ein mit drei Registern bestücktes Eigenschaftsblatt, in dem Einstellungen zum Datenimport vorgenommen werden können.

Im ersten Register werden Angaben zur automatischen Nummernvergabe für die Knoten und Stäbe festgelegt. Das zweite Register befasst sich mit der Skalierung der gegebenen Koordinaten. Hierbei werden zwei Möglichkeiten angeboten.



Übernahme

Die Methode **Übernahme** übernimmt die Koordinaten direkt aus der DXF-Datei. Hierbei ist es nur noch erforderlich anzugeben, in welchem Maßsystem (cm, dm oder m) die Koordinaten vorliegen.

Transformation

Die zweite Methode ermöglicht die Vorgabe einer Transformationsvorschrift, die eine Koordinatenverschiebung und eine Skalierung erlaubt:

$$X_{4H-ROSY} = F_x \cdot X_{DXF} + C_x$$

$$Y_{4H-ROSY} = F_y \cdot Y_{DXF} + C_y$$

$$Z_{4H-ROSY} = F_z \cdot Z_{DXF} + C_z$$

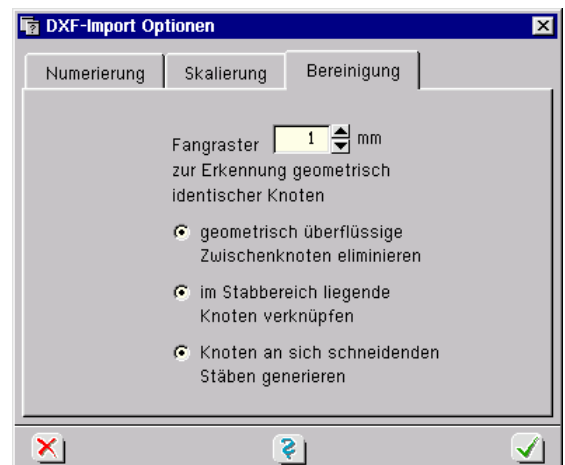
Hierbei müssen die Skalierungsfaktoren F_x , F_y und F_z sowie die Translationskonstanten C_x , C_y und C_z angegeben werden.

Durch Anklicken des **Info**-Buttons können die minimalen und maximalen Koordinaten abgefragt werden, wie sie in der DXF-Datei vorliegen.

Das dritte und letzte Register befasst sich mit der **Bereinigung der Daten**.

Wenn keine zwingenden Gründe dagegen sprechen, sollten alle drei hier angebotenen Bereinigungsverfahren aktiviert werden.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die Daten zur Übergabe vom DXF-Filterprogramm generiert und das Programm beendet. Die generierten Knoten und Stäbe werden vom grafischen Eingabemodul gelesen und in die Menge der bestehenden Objekte eingegliedert. Dies erfolgt mit einer entsprechenden Meldung.



4.3.3

Vorlagenerzeugung

Die Vorzüge des Arbeitens mit Vorlagen sowie insbesondere der Ladevorgang zur Einbindung einer neuen DXF-Vorlage wurden unter Abs. 4.2.9.1.1, S. 70, erläutert. Es wird der unter Abs. 4.3.1, S. 79, beschriebene Filter gestartet. Alle dort beschriebenen Möglichkeiten sind auch bei der Vorlagenerzeugung gegeben. Es wird jedoch beim Verlassen des Moduls keine neue Eingabedatei für das grafische Eingabemodul, sondern eine Vorlagendatei erzeugt, die im Ebenenbearbeitungsmodus aktiviert werden kann. Die Geometrienerzeugung erfolgt dann quasi auf einer Transparentfolie.

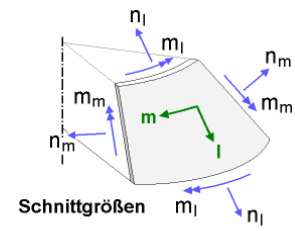
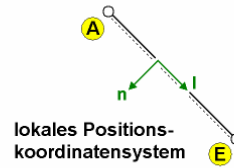
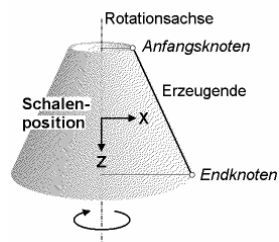


Die Vorlagenerzeugung kann innerhalb eines Bauteiles beliebig häufig aufgerufen werden, um neue Geometrievorlagen hinzuzulesen.

4.4

Koordinatensysteme und Vorzeichenregeln

Bei der Bearbeitung ebener Schalenträgerwerke mit $\#$ -ROSY gelten die folgenden Vereinbarungen bzgl. Koordinatensystemen und Vorzeichenregeln.



4.5

Ergebnisvisualisierungsmodul



Das Visualisierungsmodul zur Darstellung der Ergebnisse des ausgewählten Bauteils wird über den **Start**-Button und den Button **Ergebnisse visualisieren** aus der grafischen Eingabe heraus aufgerufen.

Die Visualisierung umfasst linienorientierte Darstellungen sowie tabellarische Zusammenstellungen der Ergebnisse.

Die Grafiken können als Ebenendarstellungen und in der 3D-Ansicht erstellt werden. Überhöhte Deformationsbilder, farbige Konturflächen- und Grenzliniendarstellungen sowie Zahlenfächengrafiken gehören hierzu. Teilweise können die Darstellungsformen auch einander überlagert werden.

Die Tabellen liefern Zusammenstellungen der 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 stellt eine hohe Interaktionsgeschwindigkeit sicher. 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 beim Verlassen des Visualisierungsmoduls gespeichert werden, so dass bei neuerlichem Aufruf sofort an den letzten Status angeschlossen werden kann.

Zoomen mit dem Mausrad

Durch Drehen des Mausrads nach vorne wird in die Objekte des Darstellungsfensters hineingezoomt. Hierbei behält der Punkt unter dem Mauszeiger seine Position. Durch Drehen des Mausrads nach hinten wird wieder herausgezoomt.

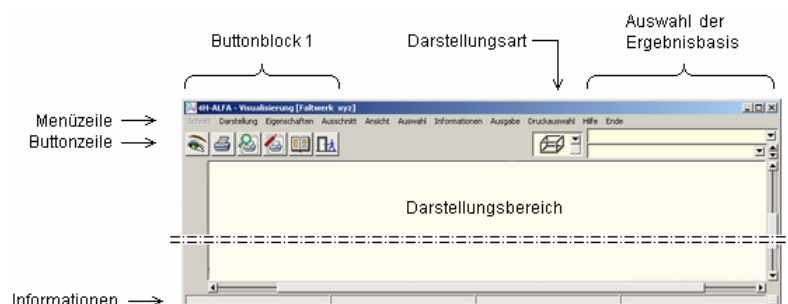
Werden gleichzeitig die [shift]-Taste und die linke Maustaste gedrückt, lassen sich die gezoomten Objekte im Konstruktionsfenster per Mausbewegung verschieben.

4.5.1

allgemeine Erläuterungen

Das Ergebnisvisualisierungsmodul dient dazu, alle von **##-ROSY** berechneten Ergebnisse am Sichtgerät darzustellen. Da diese Ergebnisse sehr umfangreich und vielschichtig sind, bietet das Programm eine Vielzahl von Werkzeugen an, die die interessierenden Größen herausfiltern und in aussagekräftiger Form grafisch darstellen.

Das nachfolgende Bild zeigt schematisch das Fenster des Ergebnisvisualisierungsmoduls mit den unabhängig von der Darstellungsart angebotenen interaktiven Elementen.



Darstellungsart

Es werden drei unterschiedliche Darstellungsarten angeboten, die über eine symbolische Liste ausgewählt werden können.



Die **3D-Darstellung** ist die vom Umfang her mächtigste Darstellungsart und für die visuelle Präsentation von Ergebnissen am Gesamtsystem von entscheidender Bedeutung. Hier werden diverse Werkzeuge zur Visualisierung der Ergebnisse angeboten.



In der Darstellungsart **Liniengrafiken** werden Ergebnisse linienförmiger Objekte (Schalen, Positionszüge) dargestellt. Die Ergebnisse werden hier in einem Funktionsdiagramm mit Abszisse und Ordinate angegeben.



In der Darstellungsart **Tabellen** werden die Ergebnisse numerisch in einer Tabelle ausgewiesen.

Ergebnisbasis

Als Ergebnisbasen können **Lastfälle**, ggf. **Lastkollektive**, Ergebnisse von Extremalbildungsaufgaben (**Extremierungen**) und **Zusammenfassungen** von Extremierungen (Extremierungen von Extremierungen) ausgewählt werden.

Jeder dieser Ergebnisbasen sind unterschiedliche Ergebnistypen zugeordnet. Während Lastfällen und Lastkollektiven die Ergebnistypen **Schnittgrößen**, **Verformungen** und evtl. **Bettungskräfte** zuzuordnen sind, gibt bei Extremierungen der Nachweistyp die Ergebnistypen vor.

Bei Stahlbetonbemessungsaufgaben ist dies z.B. die erforderliche rechnerisch einzulegende Bewehrung, während bei Nachweisen im Stahlbau der Ausnutzungsgrad ein wesentlicher Ergebnistyp ist.

Buttonblock 1



Insbesondere in der 3D-Darstellungsart kann mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons die Darstellung des (ergebnisunabhängigen) Systems modifiziert werden. Es kann z.B. festgelegt werden, ob die Schalen mit oder ohne Nummern und/oder Bezeichnungen dargestellt werden sollen. In der Tabellendarstellung kann der Inhalt der Tabellen in seiner Darstellungsart beeinflusst werden.



Der nebenstehend dargestellte Button dient dazu, die aktuelle Darstellung im Darstellungsfenster (unabhängig von der Darstellungsart) zur Ausgabe (auf einem Drucker) zu bringen. Zur Auswahl stehen

- direkte Ausgabe auf einem Drucker (Aufruf des Druckmanagers)
- die Ausgabe zur Drucklistenvorschau am Bildschirm (um das Layout der Grafik zu prüfen)
- das Einspeichern der Grafik in die spezielle Druckliste ausgewählte Grafiken



Sind in der Druckliste *ausgewählte Grafiken* Elemente (Druckansichten) gespeichert, können diese über den nebenstehend dargestellten Buttons direkt zur Anzeige gebracht werden. Hierzu wird eine Auswahlliste angeboten. Die gespeicherten Druckansichten werden unabhängig von der aktuell eingestellten Darstellungsart mit den Darstellungsattributen, wie sie bei der Speicherung gewählt wurden, dargestellt.



Durch Anklicken dieses Buttons erscheint ein Eigenschaftsblatt über das die Elemente der Druckliste *ausgewählte Grafiken* eingesehen und modifiziert werden können. Die *Druckansichten* genannten Elemente können in ihrer Reihenfolge umsortiert, hinsichtlich ihrer Darstellungsattribute bearbeitet, eingesehen, mit Überschriften versehen und gelöscht werden. Weitere Informationen zur Druckliste *ausgewählte Grafiken* s. unter *Verwaltung der Druckansichten* (Abs. 4.5.2, S. 86).



der nebenstehend dargestellte Button öffnet das Hilfedokument



Verlassen der Ergebnisvisualisierung

Menüzeile

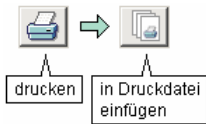
alle vom 4#-ROSY-Ergebnisvisualisierungsmodul angebotenen Funktionen können alternativ über die Menüzeile angesteuert werden.

Informationen

die Informationszeile enthält Hinweise zum Bauteil und der aktuell ausgewählten Datenbasis.

4.5.2

Verwaltung der Druckansichten



Im Darstellungsbereich angezeigte Grafiken können in die Druckliste *ausgewählte Grafiken* gespeichert werden. Hierzu muss zunächst das **Druckersymbol** und im folgenden Menü der Button **in Druckdatei speichern** angeklickt werden. Der gespeicherten Druckansicht kann eine Bezeichnung zugewiesen werden.



Derart abgespeicherte Druckansichten werden vom Visualisierungsmodul auch über die aktuelle Sitzung hinaus gespeichert. Wird zwischenzeitlich (etwa infolge Änderungen in der Belastungsstruktur) ein Neustart des Rechenlaufs erforderlich, werden die in den gespeicherten Druckansichten dargestellten Ergebnisse automatisch aktualisiert.

Der Anwender kann also sicher sein, dass die dargestellten Ergebnisse bei der Ausgabe der Druckliste *ausgewählte Grafiken* stets dem aktuellen Ergebnisstand entsprechen.

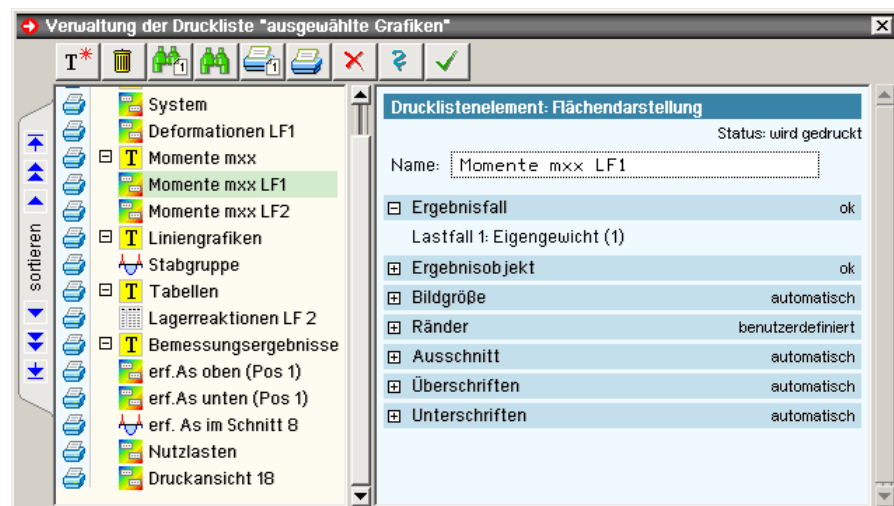
Selbst wenn eine besondere grafische Darstellung nicht in der Druckliste erscheinen soll, empfiehlt es sich u.U., die Grafik für einen direkten Zugriff in einer späteren Sitzung abzuspeichern.



Nach einem Klick auf den nebenstehend dargestellten Button erscheinen alle gespeicherten Druckansichten in einer Auswahlliste. Wird hierin eine bestimmte Druckansicht ausgewählt, schaltet die Anzeige im Darstellungsfenster direkt auf die Darstellung der gewählten Druckansicht um.



Dieser Button ruft das Fenster zur Verwaltung der Druckansichten auf. In der Verwaltung der Druckansichten werden die gespeicherten Druckansichten im linken Teil des Fensters aufgelistet. Die Listenelemente können per Mausclick ausgewählt werden. Die Eigenschaften der aktuell ausgewählten Druckansicht können im rechten Teil des Fensters eingesehen und ggf. geändert werden.



Den Buttons in der Kopfzeile sind folgende Funktionen zugeordnet:



erzeuge eine neue Überschrift



lösche die ausgewählte Druckansicht



stelle die ausgewählte Druckansicht im Drucklisten-Viewer dar



stelle die gesamte Liste *ausgewählte Grafiken* im Drucklisten-Viewer dar



drucke ausgewählte Druckansicht



drucke gesamte Liste *ausgewählte Grafiken*



ohne Übernahme der Änderungen abbrechen









rufe das Hilfedokument auf







beenden mit Übernahme der Änderungen

Am linken Rand des Fensters werden Schalttafeln angeboten, mit deren Hilfe die aktuell ausgewählte Druckansicht innerhalb der Liste nach oben bzw. nach unten verschoben werden kann.



	Sprung nach ganz oben		Sprung nach ganz unten
	mehrere Zeilen nach oben		mehrere Zeilen nach unten
	eine Zeile nach oben		eine Zeile nach unten

Jedem Listenelement ist i.d.R. ein kleines Druckersymbol vorangestellt. Hiermit wird ausgedrückt, dass die Druckansicht Teil der Druckliste *ausgewählte Grafiken* ist und beim Druck ausgegeben wird. Ist ein Ausdruck der Grafik nicht gewünscht, muss das Symbol angeklickt werden; die Darstellung ändert sich in ein rotes Kreuz. Listenelemente mit einem roten Kreuz dienen nur der Speicherung (und sorgen dadurch für einen schnellen Zugriff auf das Bild), werden aber im Rahmen der gesamten Druckausgabe nicht mit ausgegeben.

Die den Listenelementen zugeordneten Symbole haben folgende Bedeutungen:

	Druckansicht von der Darstellungsart <i>3D</i>
	Druckansicht von der Darstellungsart <i>Liniengrafik</i>
	Druckansicht von der Darstellungsart <i>Tabelle</i>
	Überschrift


Überschriften dienen der Strukturierung der Druckliste *ausgewählte Grafiken*. Das Programm geht davon aus, dass die einer Überschrift folgenden Druckansichten thematisch zur Überschrift gehören.

Diesen Gedanken weiter verfolgend bekommt eine Überschrift das zusätzliche Strukturierungselement , wie es aus den Baumansichten bekannt ist. Wird dieses Zeichen angeklickt, wandelt es sich in ein -Zeichen um und die zur Überschrift gehörenden Druckansichten verschwinden. Dies hat den Vorteil, dass die Liste überschaubarer wird.

Wird eine derart "zusammengeklappte" Überschrift mit Hilfe der Sortierbuttons innerhalb der Liste verschoben, nimmt die Überschrift die ihnen zugeordneten Druckansichten mit.

Mit einem Klick auf das -Zeichen ("wieder aufklappen") lässt sich dies schnell überprüfen.

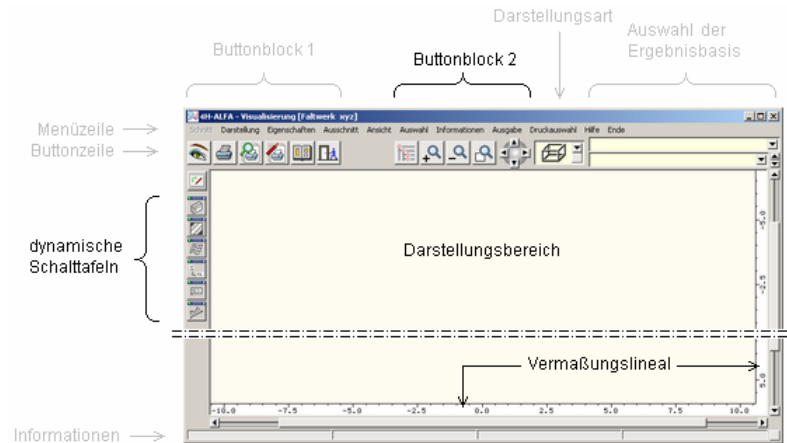
Im rechten Fenster sind die Eigenschaften der jeweils ausgewählten Druckansicht dargestellt. Diese Eigenschaften können insbesondere bei Elementen der Darstellungsart *3D* auch inhaltlich bearbeitet werden.

Da die Eigenschaften in Blöcken zusammengefasst sind, muss ein zu bearbeitender Block zuerst durch Anklicken des -Zeichens geöffnet werden.

Alle Blöcke verfügen über einen Schalter **automatisch**. Diese Einstellung ist voreingestellt und bewirkt, dass das Programm die Eigenschaften selbständig festlegt. Nur in seltenen Fällen wird es notwendig sein, hier vom Standard abweichende Einstellungen vorzunehmen.

Die **3D-Darstellung** ist die vom Umfang her mächtigste Darstellungsart und für die visuelle Präsentation von Ergebnissen am Gesamtsystem von entscheidender Bedeutung. Insbesondere werden hier Werkzeuge angeboten, die die Ergebnisse bearbeiten.

Das nachfolgende Bild zeigt schematisch das Fenster des Ergebnisvisualisierungsmoduls. Die bloss dargestellten Interaktionselemente gehören zur Standardausrüstung des Visualisierungsmoduls und wurden bereits beschrieben (Abs. 4.5.1, S. 84). Die in der 3D-Darstellungsart zusätzlich angebotenen Interaktionselemente werden im Folgenden erläutert.



Buttonblock 2

Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons können bestimmte ausgewählte Objekte von der Darstellung ausgenommen werden. Diese Funktion wird bei der Arbeit mit *##-ROSY* i.A. nicht benötigt werden.



Ausschnitt vergrößern: Der nebenstehend dargestellte Button dient dazu, sich in eine 3D-Darstellung hineinzuzoomen. Es erscheint ein Fadenkreuz auf dem Sichtgerät, mit dem ein rechteckförmiger Teilbereich des aktuell dargestellten Systems aufgezoogen werden kann. Der so gewählte Teilbereich wird vergrößert dargestellt.



Ausschnitt verkleinern: Ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button macht die letzte Ausschnittvergrößerungsaktion rückgängig.



Ausschnitt zurücksetzen: Das Programm stellt hiermit sicher, dass alle aktuell dargestellten Objekte vollständig zu sehen sind.

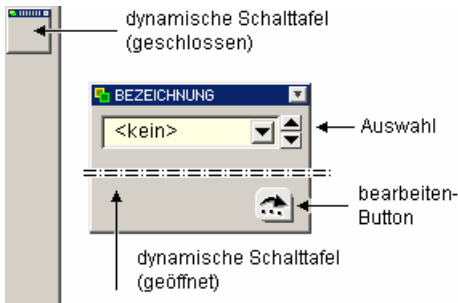


Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten Buttongruppe können Objekte in der 3D-Ansicht verdreht werden. Wird der Button **nach rechts drehen** gedrückt, rotieren die Objekte um eine vertikale Achse nach rechts. Wird der Button **nach unten drehen** gedrückt, rotieren die Objekte um eine horizontale Achse nach unten und die Darstellung dreht sich hin zur Vogelperspektive.

dynamische Schalttafeln Jede Ergebnisbasis verfügt über diverse Ergebnistypen, die teilweise als zweidimensionale Vektor- oder Skalarfelder - bestimmten Linien zuzuordnende eindimensionale Funktionen - oder auch nur als punktuell vorliegende Einzelergebnisse gegeben sind.

Für all diese Ergebnistypen bedarf es folglich unterschiedlicher Darstellungsformen, die insbesondere dazu geeignet sind, bestimmte interessierende Sachverhalte unmittelbar begreifbar herauszustellen.

Die dynamischen Schalttafeln stellen hierzu das Angebot des grafischen Ergebnisvisualisierungsmoduls von *##-ROSY* dar. Jede dynamische Schalttafel ist hierbei für eine bestimmte Darstellungsform zuständig.



Im geschlossenen Zustand werden die dynamischen Schalttafeln am linken Fensterrand "geparkt". Durch einfaches Anklicken können sie geöffnet werden. Sie bieten dann ihre Interaktionsmöglichkeiten an. Die vorrangige Interaktion in allen dynamischen Schalttafeln ist die Auswahl des Ergebnistyps - also die der interessierenden physikalischen Größe. Alle zur gewählten Darstellungsform passenden Ergebnistypen werden hierzu in einer Auswahlliste angeboten. Jede dynamische Schalttafel besitzt einen **bearbeiten-Button**, der ein Eigenschaftsblatt aufruft, in dem die Art der Darstellung individuell spezifiziert werden kann.

Eine dynamische Schalttafel wird durch Anklicken des **Pfeil-runter-Buttons** oben rechts im Bezeichnungsfeld wieder geschlossen.

Nachfolgend werden die dynamischen Schalttafeln und die ihnen zugeordneten Darstellungsformen beschrieben.

Konturen



Die Konturendarstellung bietet sich an, wenn Skalarfelder dargestellt werden sollen. Über die dynamische Schalttafel **Konturendarstellungen** wird in einer Listbox die darzustellende Ergebnisgröße ausgewählt.

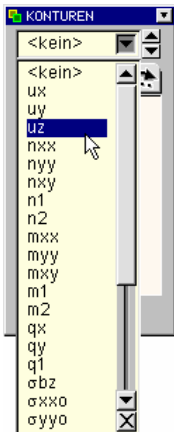


Zum Aufschlagen der Liste ist das **Pfeilsymbol** anzuklicken.

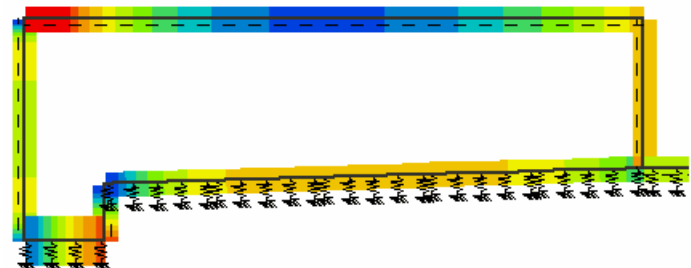
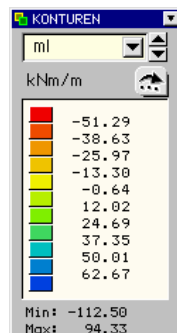


Weiterhin wird in dieser Schalttafel der Wertebereich der Farbzugeordnungen protokolliert. Um die Wertebereiche zu ändern, muss der **bearbeiten-Button** angeklickt werden. Im folgenden Eigenschaftsblatt sind die Modifikationen vorzunehmen.

Die Voreinstellung für die hier festzulegenden Eigenschaften ist **automatisch-äquidistant**. Hierbei berechnet das Programm für jede betrachtete Größe eine sinnvolle Skalierung der Farbabstufungen. Wird der **automatisch**-Button gelöst, kann die Farbskala bei äquidistanter Teilung durch Vorgabe eines Bezugswerts und eines Differenzwerts festgelegt werden.



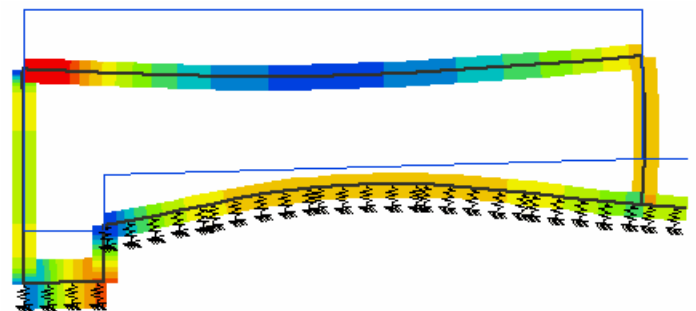
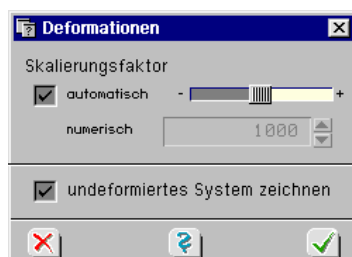
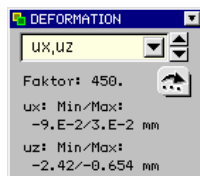
Konturen Biegemoment



Deformationen



Die dynamische Schalttafel **Deformationen** zeigt das Verformungsverhalten des Systems im aktuell ausgewählten Lastfall in überhöhter Darstellung. Der Überhöhungswert wird als "Faktor" protokolliert. Darunter sind die minimalen und maximalen Komponenten der Verschiebungsgrößen eingetragen.





Durch Anklicken des **bearbeiten**-Buttons werden die gezeigten Einstellungsmöglichkeiten für die Deformationsdarstellungen zugänglich. Der **Überhöhungsfaktor** kann numerisch vorgegeben oder vom Programm automatisch berechnet werden.

Der Schieberegler dient zur schnellen Feinjustierung. Das **undeformierte System** kann der Grafik hinzugefügt werden.

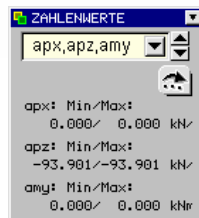
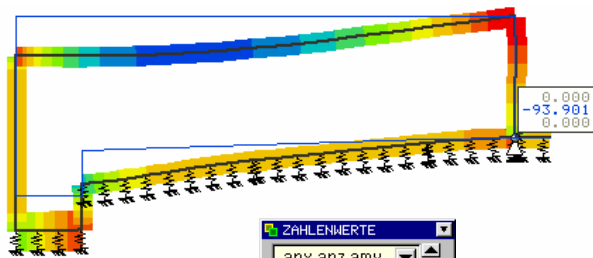
Die Darstellung des deformierten Systems liefert i.d.R. einen sehr guten ersten Eindruck auf das Reaktionsverhalten der Struktur auf ihre Belastungen.

Die Deformationsdarstellung kann mit Konturendarstellungen kombiniert werden, was den Informationsgehalt des Bildes durch zusätzliche Plastizität steigert.

Zahlenwerte



Zur Einblendung von Zahlenangaben dient die dynamische Schalttafel **Zahlenwerte**. Hierin wird in gleicher Weise zunächst die gewünschte physikalische Größe ausgewählt und je nach Bedarf die Darstellungsart (durch Anklicken des **bearbeiten**-Buttons) modifiziert.



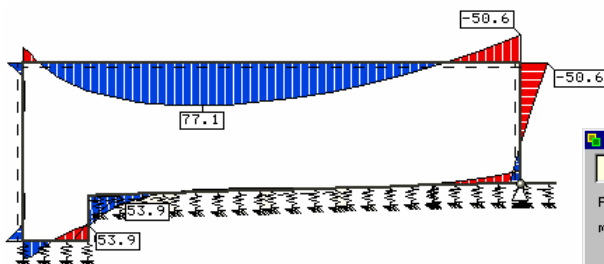
Grenzklinien



Die im Bauwesen übliche Form zur Darstellung der Zustandsgrößen an linienförmigen Objekten sind die Grenzklinien.

Hier können die Normal- und Querkraftlinien, die Momentenlinien wie auch die Verformungskomponenten aus den einzelnen Lastfällen, aber auch Bemessungsergebnisse an Stäben angetragen werden.

Die Auswahlliste ermöglicht das direkte Umschalten der gewünschten Zustandsgröße.



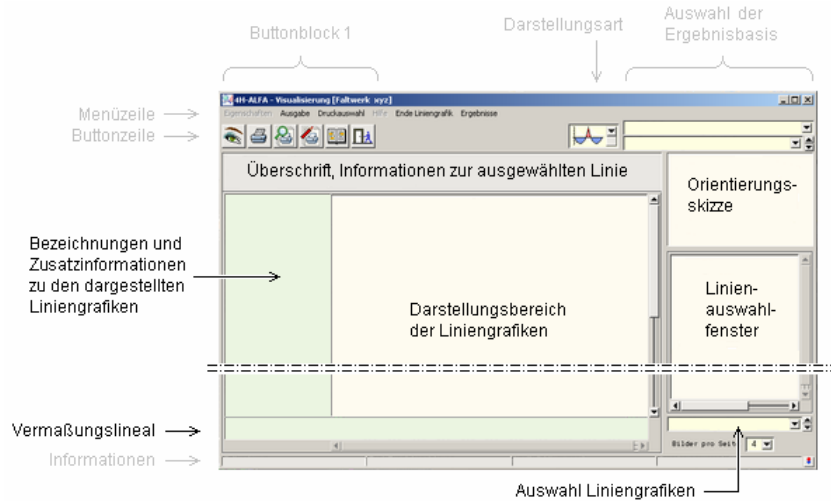

In dem Eigenschaftsblatt, das durch Anklicken des **bearbeiten**-Buttons hervorgerufen wird, kann eine automatische oder numerisch vorgegebene Skalierung der Grenzklinienordinaten ausgewählt werden.

Der Schieberegler sorgt wiederum für die schnelle Feinjustierung. Wenn neben der Grafik auch Zahlenwerte ausgegeben werden sollen, können mit den hier zur Verfügung gestellten Eingabefeldern die Menge und die Art der Zahlenausgabe bestimmt werden.

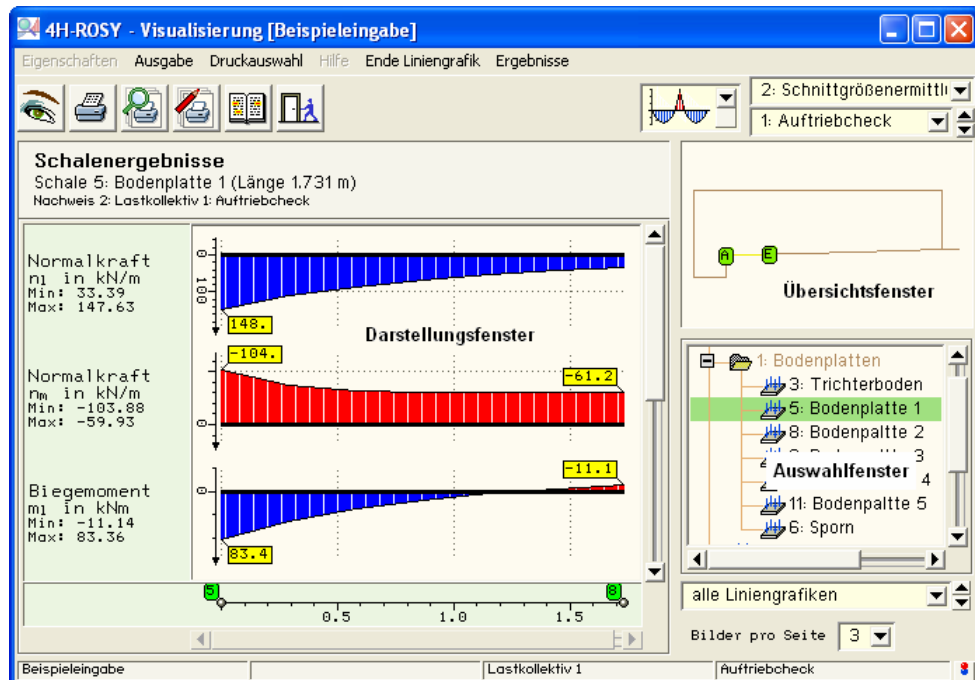
4.5.4

Liniengrafiken

In der Darstellungsart *Liniengrafiken* werden Ergebnisse von linienförmigen Objekten dargestellt. Die Ergebnisse werden hierbei in einem Funktionsdiagramm mit Abszisse und Ordinate angegeben. Das nachfolgende Bild zeigt schematisch das Fenster des Ergebnisvisualisierungsmoduls. Die blass dargestellten Interaktionselemente gehören zur Standardausrüstung der Visualisierungsmoduls und wurden bereits beschrieben (s. Abs. 4.5.1, S. 84). Die in der Darstellungsart *Liniengrafiken* zusätzlich angebotenen Interaktionselemente werden im Folgenden erläutert.



In diesem Modus können die **Zustandslinien** einzelner ausgewählter Schalen bzw. Positionszüge eingesehen werden. Im Darstellungsfenster werden bis zu fünf Grenzlinien gleichzeitig eingeblendet, was für das Studium korrespondierender Zustände (wie Biegelinie, Biegemomentenlinie und Querkraftlinie) besonders gut geeignet ist. In einem Auswahlfenster kann zwischen verschiedenen Stäben bzw. Stabzügen hin- und hergeschaltet werden. Das Übersichtsfenster dient zur Orientierung am Gesamtsystem.

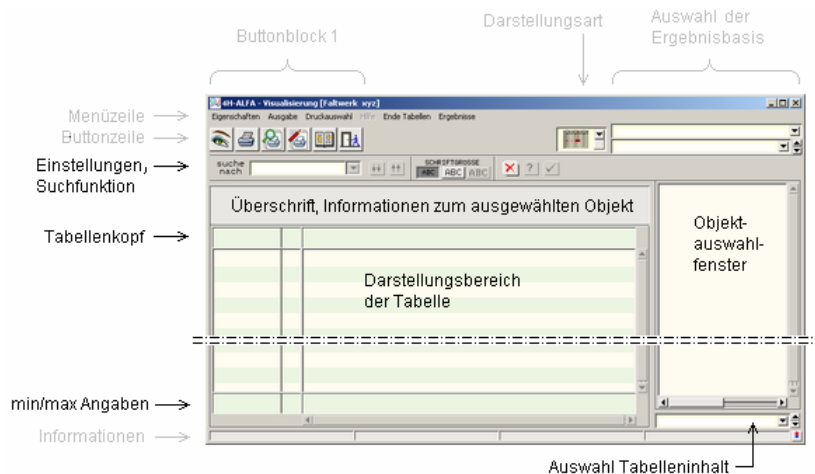


4.5.5

Tabellen



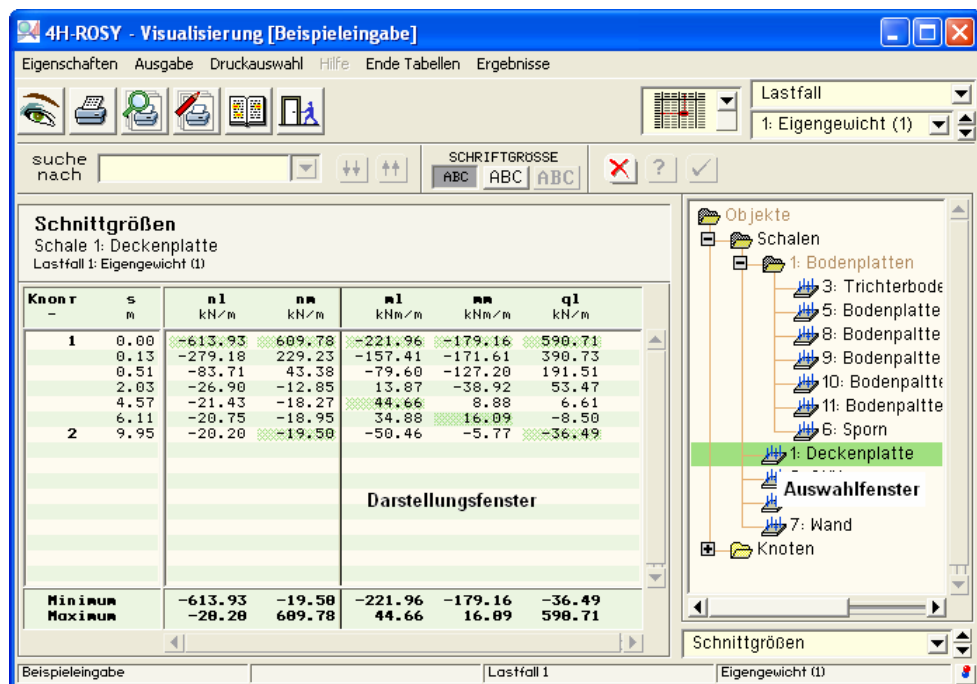
In der tabellarischen Darstellung können die Zahlenwerte der Ergebnisse am besten eingesehen werden. Ähnlich wie im Liniengrafik-Modus können einzelne Schalen im Auswahlfenster aktiviert werden.



Über die beiden Auswahllisten, die sich in der rechten oberen Ecke befinden, kann die Ergebnisart ausgewählt werden. In der oberen der beiden Auswahllisten wird zwischen **System**, **Lastfall**, **Nachweisen** und **Zusammenfassung** unterschieden.

In der unteren Auswahlliste wird der obere Auswahlpunkt quasi fein eingestellt. Ist in der oberen Auswahlliste **Lastfall** ausgewählt, kann in der unteren Auswahlliste die Lastfallnummer bestimmt werden. Ist in der oberen Auswahlliste ein definierter **Nachweis** ausgewählt, kann in der unteren Auswahlliste eine **Extremierung** oder ein **Lastkollektiv** (oder beides) und eine zum Nachweis gehörende **Zusammenfassung** ausgewählt werden.

Die **Zusammenfassung** in der oberen Auswahlliste zeigt die Zusammenfassung über alle Nachweise an. Sie enthält die ungünstigsten Ausnutzungsgrade bzw. die maximalen Bemessungsergebnisse (erf. As), die sich nach Führen der Nachweise ergeben haben.



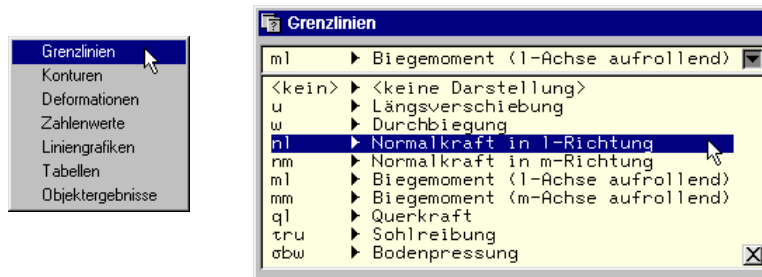
Alle Grafiken können in die Druckliste **ausgewählte Grafiken** gespeichert werden. Näheres s. Verwaltung der Druckansichten, Abs. 4.5.2, S. 86.

4.5.6 Menüauswahlzeile

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

Darstellung Eigenschaften Ausschnitt Auswahl Informationen Ausgabe Hilfe Ende

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



4.5.7 darstellbare Ergebnisse Rotationssymmetrischer Schalentragwerke

4.5.7.1 System

h m Höhe b m Breite

4.5.7.2 Lastfall und Lastkollektiv

4.5.7.2.1 Konturen, Grenzlinien und Liniengrafiken

u	mm	Längsverschiebung	w	mm	Durchbiegung
φ	‰	Verdrehung	n_l	kN/m	Normalkraft in l-Richtung
n_m	kN/m	Normalkraft in m-Richtung	m_l	kNm/m	Biegemoment (l-Achse aufrollend)
m_m	kNm/m	Biegemoment (m-Achse aufr.)	q_l	kN/m	Querkraft
τ_{ru}	kN/m ²	Sohlleibung	σ_{bw}	kN/m ²	Bodenpressung

4.5.7.2.2 Tabellen Schalen

Verformungen	u, w, φ	Durchbiegung	w
Schnittgrößen	n_l, n_m, m_l, m_m, q_l	Schnittkräfte	n_l, n_m, q_l
Momente	m_l, m_m	Bodenpressungen	τ_{ru}, σ_{bw}

4.5.7.2.3 Tabellen Knoten

Verformungen	u_x, u_y, φ	Verschiebungen	u_x, u_y
--------------	---------------------	----------------	------------

4.5.7.3 Extremierungen, Zusammenfassung der einzelnen Nachweise

min u	mm	min. Längsverschiebung	max u	mm	max. Längsverschiebung
min w	mm	min. Durchbiegung	max w	mm	max. Durchbiegung
min φ	‰	min. Verdrehung	max φ	‰	max. Verdrehung
min n_l	kN/m	min. Normalkraft in l-Richtung			
min n_m	kN/m	... in m-Richtung			
max n_l	kN/m	max. Normalkraft in l-Richtung			
max n_m	kN/m	... in m-Richtung			
min m_l	kNm/m	min. Biegemoment l-Achse aufrollend			
min m_m	kNm/m	... m-Achse aufrollend			
max m_l	kNm/m	max. Biegemoment l-Achse aufrollend			
max m_m	kNm/m	... m-Achse aufrollend			
min q_l	kN/m	min. Querkraft	max q_l	kN/m	max. Querkraft
min τ_{ru}	kN/m ²	min. Sohlleibung	max τ_{ru}	kN/m ²	max. Sohlleibung
min σ_{bw}	kN/m ²	min. Bodenpressung	max σ_{bw}	kN/m ²	max. Bodenpressung

4.5.7.4

EC2, DIN 1045-1 und DIN 1045 alle Nachweise

a_{s1o}	cm^2/m	Längsbewehrung in 1-Richtung (oben)
a_{s2o}	cm^2/m	... in 2-Richtung (oben)
a_{s1u}	cm^2/m	... in 1-Richtung (unten)
a_{s2u}	cm^2/m	... in 2-Richtung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad
a_{s01o}	cm^2/m	Grundbewehrung des Nachweises in 1-Richtung (oben)
a_{s02o}	cm^2/m	... in 2-Richtung (oben)
a_{s01u}	cm^2/m	... in 1-Richtung (unten)
a_{s02u}	cm^2/m	... in 2-Richtung (unten)
Δa_{s1o}	cm^2/m	Zusatzbewehrung in 1-Richtung (oben)
Δa_{s2o}	cm^2/m	... in 2-Richtung (oben)
Δa_{s1u}	cm^2/m	... in 1-Richtung (unten)
Δa_{s2u}	cm^2/m	... in 2-Richtung (unten)

4.5.7.5

EC2, DIN 1045-1 und DIN 1045 Bemessung

a_{sb1o}	cm^2/m	Biegebewehrung in 1-Richtung (oben)
a_{sb2o}	cm^2/m	... in 2-Richtung (oben)
a_{sb1u}	cm^2/m	... in 1-Richtung (unten)
a_{sb2u}	cm^2/m	... in 2-Richtung (unten)
a_{sd1o}	cm^2/m	Druckbewehrung in 1-Richtung (oben)
a_{sd2o}	cm^2/m	... in 2-Richtung (oben)
a_{sd1u}	cm^2/m	... in 1-Richtung (unten)
a_{sd2u}	cm^2/m	... in 2-Richtung (unten)
a_{sq}	cm^2/m^2	Schubbewehrung

4.5.7.6

DIN 1045 Schubnachweis

τ_0	MN/m^2	Grundwert der Schubspannung
τ	MN/m^2	Bemessungsschubspannung
SB		Schubbereich

4.5.7.7

DIN 1045 Rissnachweis

$a_{s1o,Min}$	cm^2/m	Mindestbewehrung in 1-Richtung (Rissnachweis, oben)
$a_{s2o,Min}$	cm^2/m	... in 2-Richtung (Rissnachweis, oben)
$a_{s1u,Min}$	cm^2/m	... in 1-Richtung (Rissnachweis, unten)
$a_{s2u,Min}$	cm^2/m	... in 2-Richtung (Rissnachweis, unten)

4.5.7.8

DIN 1045 Schwingnachweis (Zusammenfassung des Nachweises)

$\Delta \sigma_{s1o}$	MN/m^2	Schwingbreite in 1-Richtung (oben)
$\Delta \sigma_{s2o}$	MN/m^2	... in 2-Richtung (oben)
$\Delta \sigma_{s1u}$	MN/m^2	... in 1-Richtung (unten)
$\Delta \sigma_{s2u}$	MN/m^2	... in 2-Richtung (unten)

4.5.7.9

EC2 und DIN 1045-1 Schubnachweis

V_{Ed}	kN/m	zug. max. Bemessungsquerkraft
V_{Rdct}	kN/m	zug. Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit
V_{Rdmx}	kN/m	... der max. Querkrafttragfähigkeit
a_{sq1}	cm^2/m^2	Schubbewehrung in 1-Richtung
a_{sq2}	cm^2/m^2	... in 2-Richtung

4.5.7.10

EC2 und DIN 1045-1 Rissnachweis

$a_{s1o,Min}$	cm^2/m	Mindestbewehrung in 1-Richtung (Rissnachweis, oben)
$a_{s2o,Min}$	cm^2/m	... in 2-Richtung (Rissnachweis, oben)
$a_{s1u,Min}$	cm^2/m	... in 1-Richtung (Rissnachweis, unten)
$a_{s2u,Min}$	cm^2/m	... in 2-Richtung (Rissnachweis, unten)
zul d_{sR1o}	mm	zul. Grenzdurchmesser in 1-Richtung (oben)
zul d_{sR2o}	mm	... in 2-Richtung (oben)
zul d_{sR1u}	mm	... in 1-Richtung (unten)
zul d_{sR2u}	mm	... in 2-Richtung (unten)

4.5.7.11

EC2 und DIN 1045-1 Ermüdungsnachweis (Zusammenfassung des Nachweises)

$\Delta\sigma_{s1o}$	MN/m ²	Schwingbreite in 1-Richtung (oben)
$\Delta\sigma_{s2o}$	MN/m ²	... in 2-Richtung (oben)
$\Delta\sigma_{s1u}$	MN/m ²	... in 1-Richtung (unten)
$\Delta\sigma_{s2u}$	MN/m ²	... in 2-Richtung (unten)
U_c		Betonausnutzung aus Ermüdung
min σ_{s1o}	MN/m ²	min. Stahlspannung in 1-Richtung (oben)
min σ_{s2o}	MN/m ²	... in 2-Richtung (oben)
max σ_{s1o}	MN/m ²	max. Stahlspannung in 1-Richtung (oben)
max σ_{s2o}	MN/m ²	... in 2-Richtung (oben)
min σ_{s1u}	MN/m ²	min. Stahlspannung in 1-Richtung (unten)
min σ_{s2u}	MN/m ²	... in 2-Richtung (unten)
max σ_{s1u}	MN/m ²	max. Stahlspannung in 1-Richtung (unten)
max σ_{s2u}	MN/m ²	... in 2-Richtung (unten)
min σ_c	MN/m ²	min. Betonspannung

4.5.7.12

EC2 und DIN 1045-1 Spannungsnachweis (Lastkollektiv)

σ_{s1o}	MN/m ²	Stahlspannung in 1-Richtung (oben)
σ_{s2o}	MN/m ²	... in 2-Richtung (oben)
σ_{s1u}	MN/m ²	... in 1-Richtung (unten)
σ_{s2u}	MN/m ²	... in 2-Richtung (unten)
min σ_c	MN/m ²	min. Betonspannung

4.5.7.13

EC2 und DIN 1045-1 Spannungsnachweis (Extremierung, Zusammenf. des Nachweises)

min σ_{s1o}	MN/m ²	min. Stahlspannung in 1-Richtung (oben)
min σ_{s2o}	MN/m ²	... in 2-Richtung (oben)
max σ_{s1o}	MN/m ²	max. Stahlspannung in 1-Richtung (oben)
max σ_{s2o}	MN/m ²	... in 2-Richtung (oben)
min σ_{s1u}	MN/m ²	min. Stahlspannung in 1-Richtung (unten)
min σ_{s2u}	MN/m ²	... in 2-Richtung (unten)
max σ_{s1u}	MN/m ²	max. Stahlspannung in 1-Richtung (unten)
max σ_{s2u}	MN/m ²	... in 2-Richtung (unten)
min σ_c	MN/m ²	min. Betonspannung

4.5.7.14

DIN 18800 Spannungsnachweis

min σ_2	MN/m ²	min. Randhauptspannung
max σ_1	MN/m ²	max. Randhauptspannung
σ	MN/m ²	max. Normalspannung
τ	MN/m ²	max. Schubspannung
σ_v	MN/m ²	max. Vergleichsspannung
ζ_U		maßgebende Nachweisebene
U		Ausnutzung

4.5.7.15

Zusammenfassung aller Nachweise

a_{s1o}	cm ² /m	Bewehrung in 1-Richtung (oben)
a_{s2o}	cm ² /m	... in 2-Richtung (oben)
a_{s1u}	cm ² /m	... in 1-Richtung (unten)
a_{s2u}	cm ² /m	... in 2-Richtung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad
a_{sq}	cm ² /m ²	Schubbewehrung
a_{s01o}	cm ² /m	Grundbewehrung in 1-Richtung (oben)
a_{s02o}	cm ² /m	... in 2-Richtung (oben)
a_{s01u}	cm ² /m	... in 1-Richtung (unten)
a_{s02u}	cm ² /m	... in 2-Richtung (unten)
a_{sd1o}	cm ² /m	Druckbewehrung in 1-Richtung (oben)
a_{sd2o}	cm ² /m	... in 2-Richtung (oben)
a_{sd1u}	cm ² /m	... in 1-Richtung (unten)
a_{sd2u}	cm ² /m	... in 2-Richtung (unten)
U		Ausnutzung

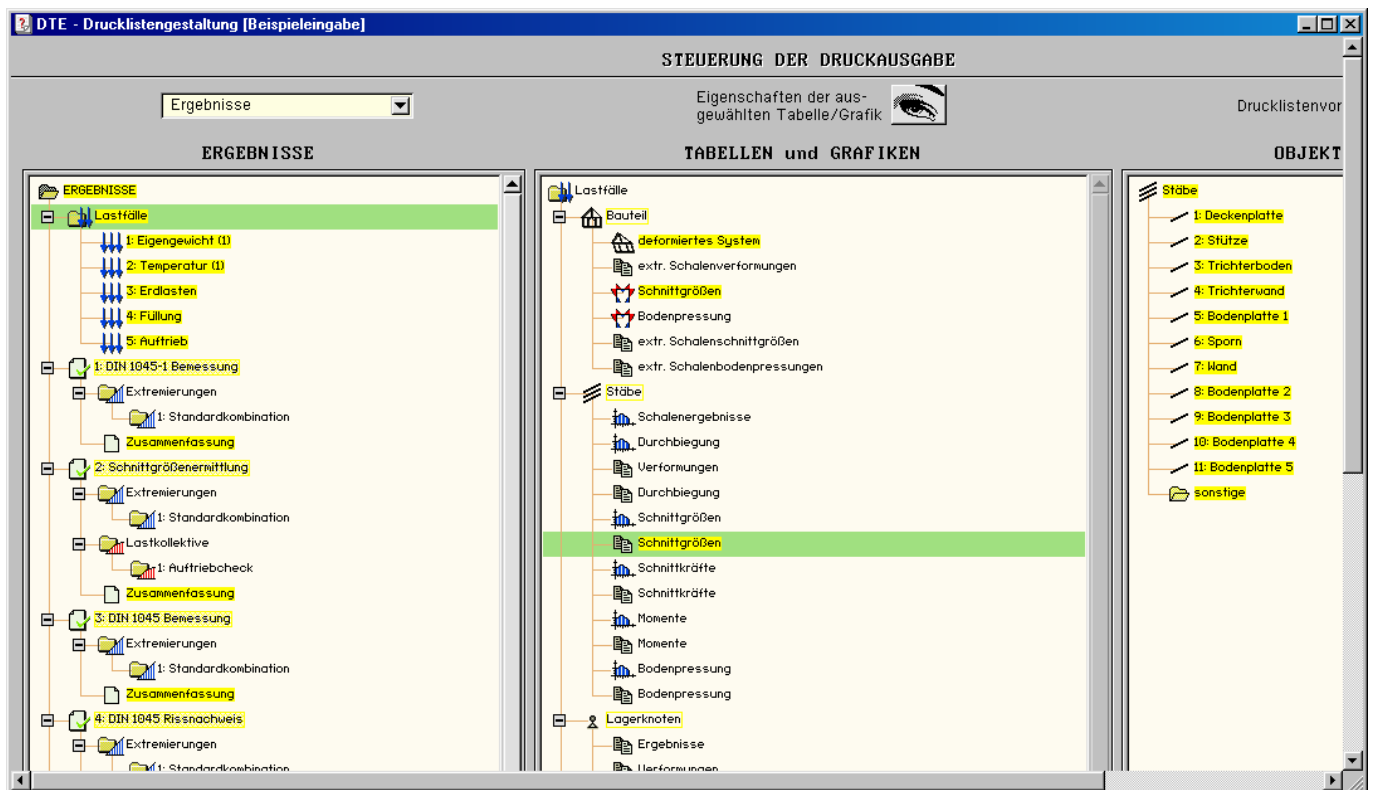
Die Verwaltung der Ausgabe der im Rahmen von Stabwerksberechnungen anfallenden Menge von Ein- und Ausgabewerten wird von der *##-ROSY* - Drucklistengestaltung übernommen.

Die von *##-ROSY* ermittelten Ergebnisse werden abgespeichert und sind für die nachträgliche Umgestaltung der Ausgabe vorrätig, so dass bei Veränderung des Ausgabeumfangs oder Erstellen neuer Ausgaben in grafischer oder tabellarischer Form kein neuerlicher Berechnungsgang erforderlich ist.

Die Drucklistengestaltung ist ein individuell konfigurierbares Werkzeug. In übersichtlicher Form werden die zu den Schalen und Knoten bereitgestellten Grafiken und Tabellen für die Gestaltung des Ausgabedokuments angeboten. Hier kann z.B. festgelegt werden, dass die Ergebnisse zum Lastfall 1 vollständig gedruckt werden sollen, die Ergebnislisten zum LF 2 jedoch nur die Verformungen der Schalen enthalten und Ergebnisse zum LF 3 überhaupt nicht ausgegeben werden sollen. Weiterhin könnte von einem LF 4 festgelegt werden, dass nur die Linienpressungen der Schalengruppe 3 zur Ausgabe gelangen.

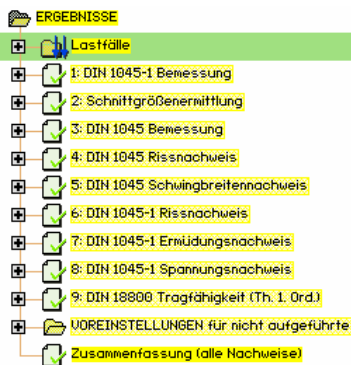


Nach Start über den Button **Einstellungen der Ergebnisdruckliste** unter den globalen Einstellungen der grafischen Eingabe (Abs. 4.2.6.1, S. 63) erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, das drei nebeneinander stehende Auswahlfenster enthält. Diese Fenster tragen die Bezeichnungen *Ergebnisse*, *Tabellen und Grafiken* und *Objektauswahl*.



4.6.1

Fenster *Ergebnisse*



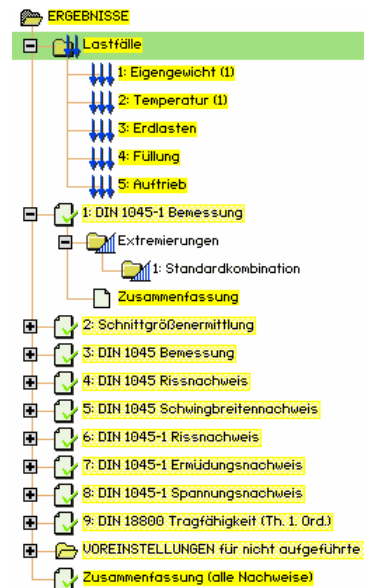
Befassen wir uns zunächst mit dem Fenster *Ergebnisse*, dessen Inhalt in der Ausgangsstellung nebenstehend dargestellt ist. Hier wird zwischen den **Ergebnistypen** *Lastfälle*, *Nachweise*, *Voreinstellungen* und *Zusammenfassung* unterschieden, die in einer Baumstruktur zur Auswahl angeboten werden.

Das -Zeichen vor den Einträgen zeigt an, dass sich weitere Objekte unterhalb dieser Basisobjekte befinden. Durch Anklicken des -Zeichens werden diese Objekte sichtbar und damit auswählbar gemacht.

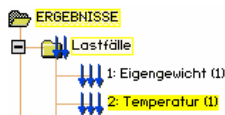
Rechts ist der Inhalt des Fensters *Ergebnisse* mit derart "geöffneten" Basisobjekten gezeigt.

Hierin ist zu erkennen, dass (bisher) im gegebenen Bauteil fünf Lastfälle definiert worden sind. Durch einfaches Anklicken des -Zeichens wird die "öffnen"-Aktion wieder rückgängig gemacht.

steht also für "öffnen" und für "schließen".



Durch einfaches Anklicken der Objektbezeichnung wird ein Objekt aus- bzw. wieder abgewählt. Ein ausgewähltes Objekt wird gelb hinterlegt dargestellt, was besagt, dass Ergebnisse zu diesem Objekt ausgegeben werden sollen.



Ist ein **Basisobjekt**, das über Unterobjekte verfügt, blassgelb umrahmt dargestellt, bedeutet dies, dass die Ergebnisse seiner Unterobjekte nur teilweise ausgegeben werden sollen.

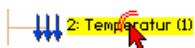
Die Aus- bzw. Abwahl eines Basisobjekts ist gleichbedeutend mit der Aus- bzw. Abwahl sämtlicher seiner Unterobjekte.

Zusätzlich existiert eine Objektgruppe *Voreinstellungen für nicht aufgeführte Ergebnisse*. Durch Auswahl dieses Objekts wird festgelegt, wie zu einem späteren Zeitpunkt definierte Lastfälle, Lastkollektive, Extremierungen und die Zusammenfassung zu behandeln werden sollen.

4.6.2

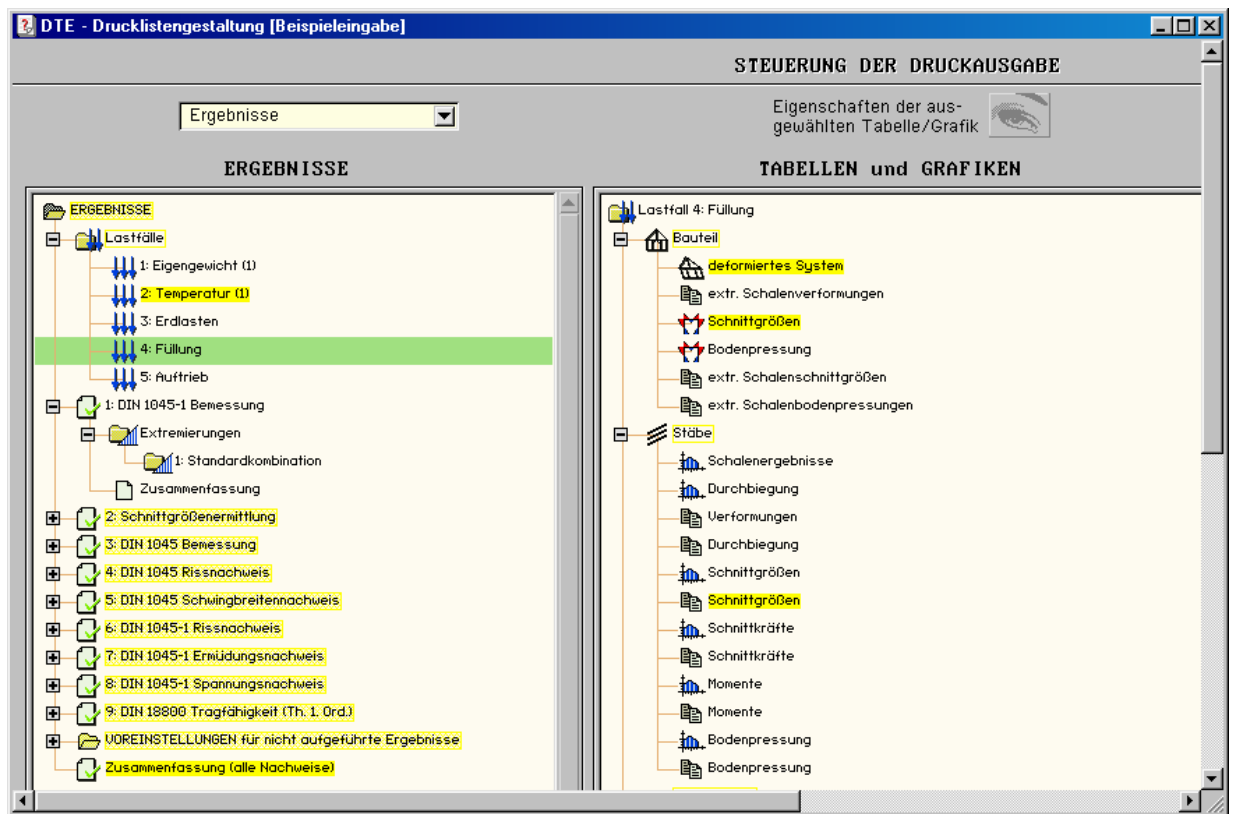
Fenster *Tabellen und Grafiken*

Der **Doppelklick** auf ein Objekt im Ergebnisfenster erlaubt eine weitere Differenzierung hinsichtlich der Auswahl von Listen und Plänen im mittleren Fenster *Tabellen und Grafiken*.



Auch hier gilt: Erfährt ein Basisobjekt (z.B. *Lastfälle*) einen Doppelklick, gelten die weiterführenden Festlegungen für alle Unterobjekte dieses Typs. Erfährt jedoch ein Unterobjekt (z.B. *Lastfall* 2) einen Doppelklick, gelten die Definitionen nur für dieses Objekt.

Bei einem Doppelklick auf ein Objekt im Fenster *Ergebnisse* wird dieses großflächig grün hinterlegt und es erscheint eine zu diesem Objekt angepasste (wiederum baumstrukturierte) Auswahl möglicher Ausgabeobjekte im Fenster *Tabellen und Grafiken*.



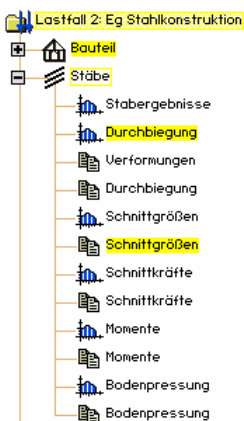
Bei den **Lastfallobjekten** wird auf oberster Stufe zwischen folgenden Objekten unterschieden:




Bauteilinformationen
Stabergebnisse
Ergebnisse der Ringlager
Ergebnisse der definierten Knoten.

Der dargestellte Zustand des Fensters *Tabellen und Grafiken* besagt:

"Die Ergebnisse des Lastfalls 4 sollen teilweise ausgegeben werden. Es sollen alle Bauteilinformationen und die Ergebnisse aller Lagerknoten, aber nur ausgewählte Ergebnisse zu den Stäben ausgegeben werden. Auf die Ergebnisse sonstiger definierter Knoten soll insgesamt verzichtet werden."



Die Interaktionsmöglichkeiten im Fenster *Tabellen und Grafiken* entsprechen vollständig denen im Fenster *Ergebnisse*. Will man etwa sehen, welche der Stabergebnisse zu den Lastfällen aus- bzw. abgewählt sind, genügt ein einfaches Anklicken des -Symbols neben dem Objekt *Stäbe*. Das Ergebnis ist nebenstehend dargestellt. Die aktuelle Auswahl besagt:

"Von den Lastfallergebnissen der Stäbe sollen eine Grafik der Durchbiegungen und eine Tabelle mit Schnittgrößen ausgegeben werden. Auf weitere Ergebnisausgaben wird verzichtet."

4.6.3

Fenster Objektauswahl

Per **Doppelklick** auf ein Objekt im Fenster *Tabellen und Grafiken* lässt sich eine dem Objekt zugeordnete Auswahl im Fenster *Objektauswahl* einblenden.



Ein Doppelklick auf den Bereich der *Stäbe* bewirkt etwa die nebenstehend beispielhafte Anzeige. Hierin können wiederum Objekte aus- und abgewählt werden. Die nebenstehende Grafik besagt folgendes:

"Die bisher gemachten Angaben im Fenster "Tabellen und Grafiken" sollen ausschließlich für die Schalen "Deckenplatte", "Trichterwand", "Bodenplatte 1" und "Sporn". Ergebnisse zu allen anderen Schalen sollen nicht ausgegeben werden."



Ist das Objekt im Fenster *Tabellen und Grafiken*, das einen Doppelklick erfuhr, eine Tabelle, kann diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften weiter modifiziert werden. Hierzu muss der Button **Eigenschaften der ausgewählten Tabelle** aktiviert werden.

Hierdurch erscheint das dargestellte Eigenschaftsblatt, in dem festgelegt wird, ob als Ergebnisse Rand-, Extremal- und/oder Zwischenwerte ausgegeben werden sollen. Die Auswahl **optimiert** unterdrückt gegenüber der Alternative **alle** z.B. Wiederholungen gleicher Ergebnisse, wenn diese sich über die Schalenausdehnung nicht ändern.

Ferner können Ausgabewerte unterdrückt werden, die entweder einen festgelegten Absolutwert oder eine auf den Maximalwert bezogene prozentuale Größe nicht überschreiten.

4.6.4

Tipps zur Drucklistengestaltung

Die Drucklistenauswahl hat eine sinnvolle Voreinstellung. Nur wenn diese Voreinstellung nicht den Anwenderwünschen entspricht, wird eine Modifikation der Drucklistengestaltung mit dem hier besprochenen Werkzeug erforderlich.

Über die Gestaltung der Vielzahl an angebotenen Tabellen und Grafiken kann sich der Anwender über die nachfolgend beschriebene Drucklistenvorschau einen Einblick verschaffen.

Drucklistenvorschau Der nebenstehend dargestellte Button dient zur Überprüfung der aktuellen Festlegungen. Nach Betätigen erscheint eine Liste mit sämtlichen Ausgaben, wie sie zum aktuellen Zeitpunkt definiert wurden.



Speichern/Laden Haben Sie eine Drucklistenauswahl getroffen, von der Sie glauben, dass sie für einen Großteil Ihrer Anwendungen sinnvoll ist, empfiehlt es sich, diese **schreibtisch-global** zu speichern. Um dies einzuleiten, betätigen Sie den dargestellten Button. Auf die so gespeicherten Festlegungen kann dann auch von anderen Bauteilen aus zugegriffen werden. Auf diese Weise kann auch ein Vorrat an Einstellungen erzeugt werden, wenn z.B. verschiedene Auftraggeber oder Prüferingenieure unterschiedliche Umfänge des Statikdokuments erwarten.



Aktualisierung Wenn die Berechnung des Bauteils bereits durchgeführt und das System innerhalb der grafischen Eingabe nicht verändert wurde, können die Drucklisten gemäß der hier definierten Festlegungen automatisch neu erzeugt werden. Nach Verlassen der Drucklistengestaltung erfolgt eine Abfrage, ob die Ausgaben aktualisiert werden sollen. Ein neuer Rechenlauf ist hierzu nicht erforderlich.

Symbole Die Symbole in den Auswahlzeilen bedeuten:



Tabelle



Deformationsgrafik



Liniengrafik



Gesamtsystemgrafik

Weitere Informationen zur Druckausgabe s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

- /1/ DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC 2010, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Januar 2011
- /2/ DIN EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Ausgabe Januar 2011
- /3/ DIN EN 1992-3, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton, Deutsche Fassung EN 1992-3:2006, Januar 2011
- /4/ DIN EN 1992-3/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton, Januar 2011
- /5/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) - Stand der Auslegungen, Deutsches Institut für Normung e.V., www.nabau.din.de
- /6/ DIN EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /7/ DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /8/ DIN 18800 Stahlbauten
Erläuterungen zu Teil 1 bis Teil 4, 2. Aufl. 1994, Beuth Verlag GmbH
- /9/ DIN 1045, Ausg. Juli 1988
- /10/ DIN 1045-1, Ausg. 2008-08
- /11/ P. Schießl
Grundlagen der Neuregelung zur Beschränkung der Rissbreite,
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 400, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1994
- /12/ P. Noakowski
Verbundorientierte, kontinuierliche Theorie zur Ermittlung der Rissbreite
Beton- und Stahlbetonbau 8/1985, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1985
- /13/ Markus
Theorie und Berechnung rotationssymmetrischer Bauerwerke, Werner Verlag
- /14/ Born
Praktische Schalenstatik, Bd. I, Rotationsschalen, Verlag Ernst & Sohn
- /15/ Grafton, Strome
Analysis of Axisymmetrical Shells by Direct Stiffness Method
AIAA Journal 1 (1963), H. 10, S. 2342-2347
- /16/ Pflüger
Elementare Schalenstatik, 4. Aufl., Springer Verlag
- /17/ Erwin Hake - Konstantin Meskouris, Statik der Flächentragwerke, 2. korrigierte Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg 2001, 2007

6 Index

- 3D-Modus 48, 51
- Abkürzungen 2
- abwählen 47, 48
- aktivieren 48
- Ansichtseigenschaften 48, 50
- Arbeitsweise 78
- Assistent Laststruktur 22
- Assistent Nachweiseinstellungen 30
- Auflagerzwangsverformung 46, 67
- Ausnutzung 95
- Ausnutzungsgrad 42
- ausrichten 59
- Ausschnitt 47
- auswählen 48
- Auswahlmöglichkeit 50
- Basisobjekt 97
- Bauteil erzeugen 9
- Belastung 22, 66
- Belastung nichtrotationssymmetrische 29
- Bemessungsangaben 46
- Bemessungseigenschaften 66
- Bemessungsquerkraft 94
- Bemessungsschubspannung 94
- Berechnung 35
- Bereinigungsfunktion 62
- Betonausnutzung 95
- Betonspannung 95
- Bettung 18
- Bewehrung 42
- Bewehrungsgrad 94
- Bezeichnung 9, 20, 40
- Biegebewehrung 94
- Biegemoment 93
- Biegeschwingung 65
- blank 2
- Bodenpressung 93
- Buttons 2
- CAD-Datenimport 79
- charakteristische Werte 31, 33
- Cursor 2
- Darstellung fotorealistische 16
- Darstellungsbereich 70
- Darstellungseigenschaften 20, 47, 50
- Datenaustausch 41
- Datenbereinigung 13, 82
- Datenkategorien 42
- Datenverlust 21
- Datenzustand 47, 75
- Datenzustandsbereinigung 76
- Datenzustandskontrolle 34
- Datenzustandsüberprüfung 76
- deaktivieren 48
- Deformation 89
- dekomprimieren 41
- Detailnachweispunkt 34, 42, 74
- Differenzkoordinaten 13
- Doppelklick 17, 40, 48, 64, 67, 84, 97, 98
- drehen 49, 57, 61
- Druckbewehrung 94, 95
- Drucklisten 42
- Drucklistengestaltung 39, 63, 96
- Druckmanager 49
- Duplikat 57
- duplizieren 57
- Durchbiegung 93
- DXF 43, 55
- DXF-2D-Filter 79
- DXF-3D-Filter 81
- DXF-Vorlage 70, 71, 82
- Ebene 70
- Ebenenbearbeitungsmodus 45, 48, 51, 56, 57, 58
- Ebeneneigenschaften 70
- Ebeneneinstellungen 47
- Ebenenkoordinaten 56
- Ebenenkoordinatensystem 11, 45
- Editor 55
- Editorfunktionen 12
- Eigengewicht 23, 67
- Eigenschaften individuelle 17, 64
- Eingabemodul 44
- Eingaben sichern 21
- Einstellungen globale 46, 63
- Einwirkung 2, 23, 66
- Einzellast 46, 67
- Elementeinteilung 19, 64
- e-Mail 8, 41
- Ergebnisdarstellung 93
- Ergebnissatz 36
- Ergebnistyp 97
- Ergebnisvisualisierung 35, 49, 84
- erzeugen 14, 46, 51
- erzeugen Bauteil 9
- Explorerfenster 48, 51, 60
- Extremalbildungsvorschrift 2, 70
- Fangabstand 76
- Fangrechteck 2, 48
- Fangraster 56
- Fehlermeldung 49, 76
- Fenstergröße 51
- Finite Elemente 19
- Flächenlast 25
- Flächenlast veränderlich 25
- Flüssigkeitsdruck 68
- Folientechnik 51
- Fotorealistische Darstellung 16
- Freihandmodellierung 72
- Geckeler'sche Näherung 65
- Generierung 52
- Geometrieübernahme 79
- Grafik drucken 38
- Grenzdurchmesser 94
- Grenzlinien 90
- Grundbewehrung 94, 95
- Grundwert Schubspannung 94
- Gruppe 18, 28, 47, 73
- Gruppe lose 73
- Import 55
- Installation 7
- Kameraposition 47, 49
- Knotenbasiseigenschaften 60
- Knotenbearbeitung 60
- Knotenbezeichnung 60
- Knotenkoordinaten 60
- Knotenlast 67

Knotennummer 60
 Knotentabelle 63
 Kombinationsbeiwert 31
 komprimieren 41
 Konstruktionskoordinatensystem 58, 59, 72
 Kontextsensitivität 8, 29
 Kontrollpunktanziehung 56, 71
 Konturendarstellung 89
 Koordinaten 52
 Koordinaten tabellarisch 12
 Koordinatensystem ebenes 70
 Koordinatensystem globales 11
 Koordinatensysteme 44
 kopieren 28, 41, 57, 70
 Kürzel 37
 laden 41
 Lagerangaben 46
 Lagersenkung 67
 Lagerung elastische 64
 Längsbewehrung 94
 Längsverschiebung 93
 Lastbild 2
 Lastbild kopieren 28
 Lastbilder 51, 67
 Lastbilder kopieren 70
 Lastbilder tabellarisch 69
 Lastbildtyp 68
 Lastfall 2, 23, 66
 Lastfall erzeugen 27, 51
 Lastfall suchen 51
 Lastfallbezeichnung 24
 Lastfallfolie 47, 66
 Lastfallobjekte 98
 Lastkollektiv 2, 29, 32, 70
 Lastordinaten 50
 Laststruktur 22
 Lasttyp 68
 Lastweiterleitung 31
 Linie gestrichelte 45
 Linie teilen 19
 Linien manuell erzeugen 14
 Linienzeugung manuelle 14, 52
 Liniengrafiken 91
 Linienlänge 61
 Linienlast 46, 67, 68
 Linienzug 13, 56
 Linienzugrichtung 73
 löschen 14, 41, 46, 60, 62, 63
 lösen 62
 Lupensymbol 51
 Maßstab 80
 Material 16, 46
 Materialeigenschaften 65
 Menüauswahlzeile 37
 Menüfunktionen 42
 Mindestbewehrung 94
 modellieren 19, 57
 Montage 54
 Nachweisdefinition 30
 Nachweise 70
 Nachweisebene maßgebende 95
 Näherung Geckeler'sche 65
 Name 9
 Navigation 49
 Netzwerkstruktur 44
 Normalkraft 93
 Normalspannung 95
 Objektbaum 48
 Objekte erzeugen 46
 Objektfenster 48
 Ordner 40
 Orientierung 61
 Paketdienst 41
 Plausibilität 76
 Positionsflächenlast 25
 Positionslast veränderlich 25
 Positionstabelle 63
 Positionszug 73
 Problemklasse 40
 Punkteigenschaften 26
 Punktetabelle 52
 Punktlager 64
 Punktlast 46, 67
 Querkraft 93
 Querkrafttragfähigkeit 94
 Querschnittseigenschaften 65
 Randabstand 50
 Randhauptspannung 95
 Raster 71
 Raster orthogonale 52
 Raster rotationssymmetrische 53
 Rechteckmakro 56
 redo 15, 46, 74
 Ringlast 67
 Rissnachweis 94
 Rotationsachse 53
 Rotationswinkel 54
 Schale bezeichnen 20
 Schalenbemessungseigenschaften 66
 Schalttafel dynamische 36
 schneiden 59
 Schreibtisch 8
 Schreibtischauswahl 7
 Schubbereich 94
 Schubbewehrung 94
 Schubspannung 95
 Schwingbreite 94
 sichern 21, 41, 42
 skalieren 50, 58, 61, 72
 Sohlreibung 93
 speichern 99
 spiegeln 58, 59, 61
 Stab erzeugen 52
 Stabbearbeitung 60
 Stabeigenschaften 60
 Stabkoordinatensystem 45
 Stabzug 47
 Stahlspannung 95
 Start-Button 49
 Startsymbol 7
 Statuszeile 49
 Steuerbutton 8
 Steuerelemente 45
 Steuerfenster 49
 suchen 51
 Symbole 50
 Systemdruckliste 47, 74
 Systemeigenschaften 51, 63
 Systemfolie 47, 66
 Systemobjekte 51

tabellarische Bearbeitung	47	vergrößern	58, 61
Tabelle	92	verkleinern	58, 61
Tabelleneingabe	12	verschieben	28, 57, 60, 61, 72
Taskleiste	35	Visualisierung	84
teilen	19	Vorgehensweise	78
Teilsicherheitsbeiwert	31	Vorlage	79, 82
Teilung äquidistant	89	Voutung	17
Temperatur	67	Warnung	49, 76
Temperaturlast	24	Weltkoordinaten	80
Text erläuternder	93	Windows-Taskleiste	35
Textdatei	55	Z-abhängige Belastung	68
Tiefenclipping	50	Zahlenwerte	90
Überhöhungsfaktor	90	Zeile löschen	12
undo	15, 46, 74	Zone gestrichelte	61
undo-Funktion	57	zoomen	50
Unterteilung	62	Zusatzbewehrung	94
verdrehen	72	Zustandslinie	91
Verdrehung	93	Zwangsverformungen	67
vereinheitlichen	17, 64	Zwischenknoten	62
Vergleichsspannung	95	Zwischenpunkte	59