



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-NISI

Nichtlineare Ebene Stabtragwerke
Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung

Januar 2025

4H-NISI

Nichtlineare Ebene Stabtragwerke Allgemeine Erläuterungen zur Bedienung

Copyright 2005-2025

5. überarbeitete Auflage, Januar 2025

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

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

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

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

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

Produktbeschreibung

##-NISI ist ein Produkt der **pcae** GmbH, Hannover, und berechnet und bemisst ebene Stabtragwerke.

Das Tragwerk kann aus den Materialien Stahl, Stahlbeton und Holz als Mischsystem mit folgendem Normenbezug ausgeführt werden.

- Stahlbeton DIN EN 1992-1-1 (EC 2), DIN 1045-1, DIN 1045 (88),
- Stahl DIN EN 1993-1-1 (EC 3), DIN 18800,
- Holz DIN EN 1995-1-1 (EC 5) und DIN 1052 (2008 u. 88)).

Ferner können Stäbe mit beliebiger Werkstoffgüte in das Tragsystem integriert sein, die jedoch nur mit ihren Steifigkeitswerten berücksichtigt und nicht nachgewiesen werden.

Das Programm hat einen Schwerpunkt im Bereich der nichtlinearen Berechnungen. Zum einen ist dies die Elastizitätstheorie II. Ord. als geometrische Nichtlinearität.

Ferner werden im Programm als werkstoffliche Nichtlinearitäten die im Stahlbau auf ebene Systeme beschränkte Fließgelenktheorie (DIN 18800) und im Stahlbetonbau die Berücksichtigung der im Zustand 2 reduzierten effektiven Querschnittssteifigkeiten unterstützt. Jedoch können in einem Mischsystem beide werkstofflichen Nichtlinearitäten innerhalb eines Nachweises nicht gemeinsam auftreten.

Abschließend werden die Systemnichtlinearitäten infolge Druckstabausfall und Zugfederaus-schaltung gebetteter System untersucht.

Endresultat der Berechnungen mit ##-NISI sind auf der einen Seite Spannungen und daraus resultierende Ausnutzungsgrade und andererseits die erforderliche Armierung für Stahlbetonsysteme.

Die ermittelten Schnitt- und Lagergrößen können über die Definition sog. Kontrollpunkte an **pcae**-Detailnachweisprogramme z.B. zum Nachweis von Anschlüssen oder zur Fundamentbemessung weitergeleitet werden.

Die Druckdokumentenausgabe kann wahlweise in s/w oder farbig erfolgen. Zudem kann bei Vorliegen des entsprechenden Zusatzmoduls in englischer Sprache ausgedruckt werden.

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 ##-NISI von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Das vorliegende Handbuch beschreibt die Eigenschaftsblätter der grafischen Eingabe und die Ausgabemöglichkeiten der Postprozessoren in chronologischer Reihenfolge. Im Gegensatz zu dem separaten Handbuch, das eine Anleitung zur Einarbeitung an Hand von Eingabebeispielen gibt, dient es eher dem geübten Anwender zur Erläuterung und Vertiefung bereits bekannter Funktionen.



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 ##-NISI-Dokumentation gehören neben diesem Handbuch die Manuals

- *##-NISI, Beispieleingaben,*
- *das **pcae**-Nachweiskonzept und*
- *DTE®-DeskTopEngineering*

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit ##-NISI.

Hannover, im Januar 2025

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 Rechtecks 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**, **Imperfektion** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch das **pcae**-Nachweiskonzept, Theoretischer Teil.

Inhaltsverzeichnis

1	Bauteile verwalten unter DTE®	7
1.1	Bauteile einrichten	7
1.2	Bauteile kopieren	8
1.3	Bauteile sichern	8
1.4	Datenkategorien und Drucklisten	9
1.5	DTE®-Menüfunktionen	10
2	grafisches Eingabemodul	11
2.1	Allgemeines	11
2.1.1	statisches System	11
2.1.2	Netzwerkstruktur	11
2.1.3	Koordinatensysteme	11
2.2	Eingabeoberfläche	12
2.2.1	Steuerelemente	12
2.2.2	Objektfenster	15
2.2.3	Objekte aus- und abwählen	15
2.2.4	Explorerfenster	15
2.2.5	Statuszeile	15
2.2.6	Start-Button	16
2.2.7	benutzerdefinierte Anmerkungen	16
2.3	Navigation	17
2.3.1	Drehen im Raum	17
2.3.2	Kameraentfernung verändern	17
2.3.3	Kameraposition numerisch	17
2.3.4	Kameraposition speichern	17
2.3.5	Tiefenclipping	17
2.3.6	in Ausschnitte zoomen	17
2.3.7	Ansichtseigenschaften	18
2.3.8	Arbeiten mit dem Explorerfenster	18
2.3.9	Arbeiten in Ebenen	19
2.3.10	Folientechnik	19
2.3.11	Fenstergröße verändern	19
2.4	Systemobjekte erzeugen	20
2.4.1	Punkte tabellarisch erzeugen	20
2.4.2	Linien per Maus erzeugen	20
2.4.3	Knoten und Stäbe generieren	20
2.4.3.1	orthogonale Raster	21
2.4.3.2	rotationssymmetrische Raster	22
2.4.4	Knoten und Stäbe importieren	23
2.4.4.1	Datenimport aus einer Textdatei	23
2.4.4.2	Datenimport aus einer DXF-Datei	24
2.4.5	weitere Erzeugefunktionen in der Ebene	24
2.4.5.1	Punkte und Linien erzeugen	24
2.4.5.2	Linienzug erzeugen	25
2.4.5.3	Rechteckmakro erzeugen	25
2.4.6	Punkte und Linien duplizieren	25
2.5	Systemobjekte modellieren	26
2.5.1	Anwendung auf Duplikat	26
2.5.2	ausgewählte Objekte verschieben	26
2.5.3	ausgewählte Objekte drehen	26
2.5.4	ausgewählte Objekte vergrößern	27
2.5.5	ausgewählte Objekte spiegeln	28
2.5.6	ausgewählte Punkte ausrichten	28
2.5.7	ausgewählte Linien verschneiden	29
2.5.8	individuelle Knotenbearbeitung	29
2.5.8.1	Knotenbasiseigenschaften	29
2.5.8.2	Knoten verschieben	30

2.5.8.3	Knoten löschen	30
2.5.9	individuelle Stabbearbeitung	30
2.5.9.1	Linie verschieben	30
2.5.9.2	Linie drehen	30
2.5.9.3	Linienlänge ändern.....	30
2.5.9.4	Linie vergrößern	31
2.5.9.5	Linie spiegeln	31
2.5.9.6	Orientierung ändern	31
2.5.9.7	Linie unterteilen.....	31
2.5.9.8	Linie vom Punkt lösen	32
2.5.9.9	Linie löschen	32
2.5.10	Modellieren durch Bereinigen	32
2.5.11	Objekte löschen.....	32
2.6	Systemeigenschaften	33
2.6.1	Rechenlaufeigenschaften.....	33
2.6.2	Eigenschaften vereinheitlichen	34
2.6.3	individuelle Eigenschaften.....	34
2.6.4	Punktlagereigenschaften.....	34
2.6.5	Stabeigenschaften	35
2.6.5.1	allgemeine Stabeigenschaften	35
2.6.5.2	Material und Querschnitt	36
2.6.5.2.1	Allgemeines	36
2.6.5.2.2	Holzquerschnitte.....	37
2.6.5.2.3	Stahlquerschnitte.....	38
2.6.5.2.4	Stahlbetonquerschnitte.....	39
2.6.5.2.5	sonstige Materialien	40
2.6.6	stabbezogene Nachweisoptionen	41
2.6.6.1	Allgemeines.....	41
2.6.6.2	Nachweisoptionen für Holzstäbe	42
2.6.6.3	Nachweisoptionen für Stahlstäbe	43
2.6.6.4	Nachweisoptionen für Stahlbetonstäbe	44
2.7	Belastung.....	45
2.7.1	Lastfälle erzeugen und aktivieren	45
2.7.2	Lastbilder erzeugen und bearbeiten.....	45
2.7.2.1	Knotenlasten	45
2.7.2.2	Auflagerzwangsverformungen	45
2.7.2.3	Eigengewichts- und Temperaturlasten	46
2.7.2.4	Stablasten	46
2.7.2.5	Lastbilder tabellarisch bearbeiten	47
2.7.2.6	Lastbilder kopieren.....	48
2.7.3	Imperfektionen.....	48
2.8	Nachweise	49
2.9	Sonderkapitel.....	50
2.9.1	Arbeiten in Ebenen.....	50
2.9.1.1	Ebeneneigenschaften	50
2.9.1.2	Freihandmodellierungen	51
2.9.1.3	Konstruktionskoordinatensystem	52
2.9.2	Objektgruppen.....	53
2.9.3	Auswahllisten	53
2.9.4	Sichtbarkeitsstatus	54
2.9.5	Objekte neu durchnummerieren.....	55
2.9.6	Kontrollpunkte	55
2.9.6.1	Allgemeines.....	55
2.9.6.2	Kontrollpunkte verwalten.....	56
2.9.7	Eigenschaften der Systemdruckliste	57
2.9.8	fotorealistische Darstellung	58
2.9.9	Undo-Funktionen.....	58
2.9.10	Datenzustand	59
2.9.10.1	Datenzustand sichern	59
2.9.10.2	Datenzustand überprüfen	60

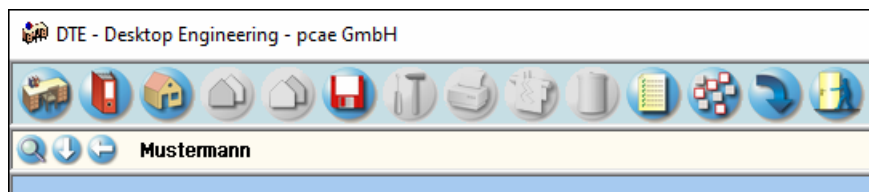
2.9.10.3	Datenzustand bereinigen	60
2.9.11	Eingabemodul beenden	61
2.10	Empfehlungen zur Vorgehensweise	62
3	CAD-Importfilter	63
3.1	DXF-2D-Filter	63
3.2	DXF-3D-Filter	65
3.3	Vorlagenerzeugung	67
4	Koordinatensysteme und Vorzeichenregeln.....	68
5	Ergebnisvisualisierungsmodul	69
5.1	allgemeine Erläuterungen	69
5.2	Verwaltung der Druckansichten	71
5.3	3D-Darstellung.....	73
5.4	Liniengrafiken	76
5.5	Tabellen.....	77
5.6	Funktionen der Steuerbuttons.....	78
5.7	darstellbare Ergebnisse Ebene Stabtragwerke.....	81
5.7.1	System	81
5.7.2	Schnittgrößenberechnung.....	81
5.7.3	Extremierung, Zusammenfassung Nachweis	81
5.7.4	Nachweisergebnisse Stahlbeton.....	82
5.7.4.1	EC 2/DIN 1045-1 Bemessung u. Bemessung (Th. II. Ord.).....	82
5.7.4.2	EC 2/DIN 1045-1 Rissnachweis.....	83
5.7.4.3	EC 2/DIN 1045-1 Ermüdungsnachweis	83
5.7.4.4	EC 2/DIN 1045-1 Spannungsnachweis	84
5.7.4.5	EC 2/DIN 1045-1 Knicksicherheit u. Durchbiegung Zustand 2.....	85
5.7.4.6	DIN 1045 Bemessung, u. Bemessung (Th. II. Ord.).....	86
5.7.4.7	DIN 1045 Rissnachweis.....	86
5.7.4.8	DIN 1045 Schwingbreitennachweis	87
5.7.4.9	DIN 1045 Knicksicherheit u. Durchbiegung Zustand 2	87
5.7.5	Nachweisergebnisse Stahl.....	88
5.7.5.1	EC 3/DIN 18800 Tragfähigkeit (Th. I. Ord. u. II. Ord.) u. DIN 18800 Traglast (Fließgelenke, Th. II. Ord.)	88
5.7.6	Nachweisergebnisse Holz.....	89
5.7.6.1	EC 5/DIN 1052:2008 Th. I. und II. Ord.....	89
5.7.6.2	DIN 1052 1988 Lastfall H, HZ, HZS (Th. I. Ord.) und Lastfall H, HZ (Th. II. Ord.)	90
6	Drucklistengestaltung	91
6.1	Fenster <i>Ergebnisse</i>	92
6.2	Fenster <i>Tabellen und Grafiken</i>	93
6.3	Fenster <i>Objektauswahl</i>	94
6.4	Tipps zur Drucklistengestaltung	94
6.5	Drucklisten einsehen	95
6.6	Fremdsprache	96
7	Literaturverzeichnis.....	97
8	Index	98

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.



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.

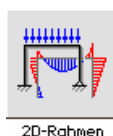
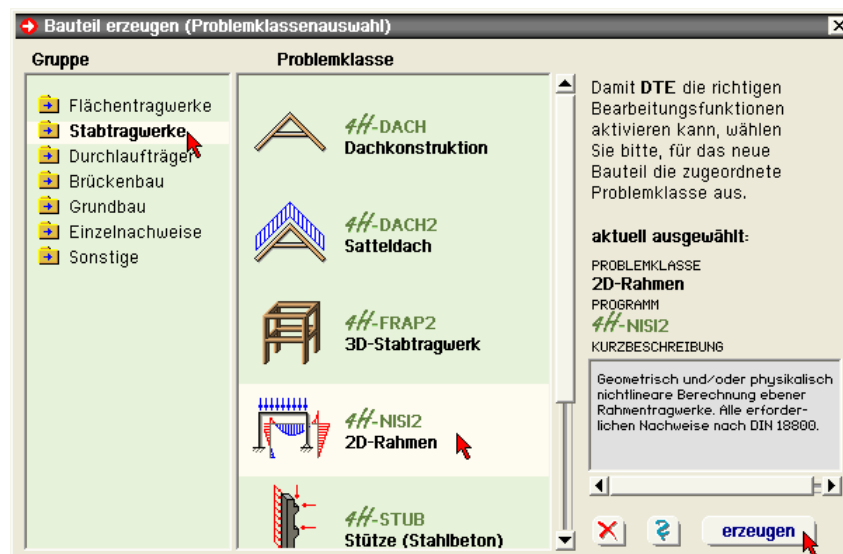


Der Ordner wird durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen.



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 **##-NISI** unterstützte Problemklasse **2D-Rahmen** beschrieben. Nach **Bestätigen** des Eigenschaftsblatts erscheint das Bauteilsymbol auf der Schreibtischoberfläche. Dem Bauteil sollte aus Übersichtlichkeitsgründen eine eindeutige **Bezeichnung** zugeordnet werden, die jederzeit geändert werden kann. Hierzu dient das nebenstehende Symbol.



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 **##-NISI** (s. Abs. 2, S. 11).

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. 1.4, S. 9) ausgewählt werden können. I.d.R. reicht es aus, hier die Eingabedaten zu markieren.



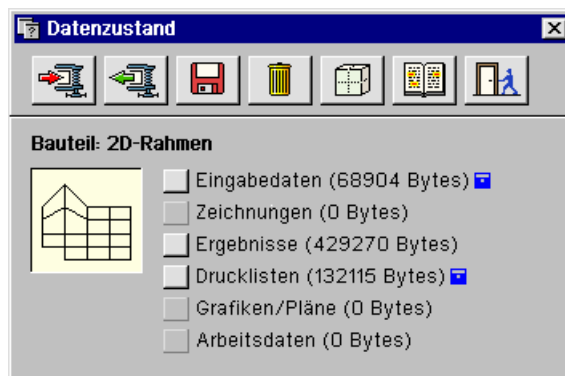
Die Kopie des so markierten Bauteils kann durch Anklicken des **einfügen**-Symbols auf dem Desktop eingefügt werden.

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. Dies geschieht mit Hilfe des **Hardwaresymbols**, das sich in der Schublade des Schreibtisches befindet.



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 empfangene Bauteile in Paketdateien in den Desktop zu integrieren.

1.4 Datenkategorien und Drucklisten

DTE[®] unterscheidet bei jedem Bauteil zwischen verschiedenen Datenkategorien. Bei Bauteilen, die *##-NISI* 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 Planerstellungsmodul erstellte und abgespeicherte Pläne.
-  Ergebnisse werden vom Rechenprogramm automatisch erzeugt. Werden sie gelöscht, so 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 Planerstellungsmodul erstellt, eingesehen und auf einem großformatigen Plotter ausgegeben werden können.
-  Arbeitsdaten werden nur vom Rechenmodul benötigt. Nach einem kompletten Rechenlauf werden sie normalerweise automatisch gelöscht.

Drucklisten sind abermals unterteilt. *##-NISI* 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 Planerstellungsmodul erzeugt und dort auf Wunsch über das Druckersymbol in die Druckliste *Zeichnungen* eingespeichert. *##-NISI* erstellt von sich aus keine Pläne!
-  Systemangaben die Druckliste *Systemangaben* wird beim Abspeichern innerhalb des grafischen Eingabemoduls automatisch erzeugt. Ihr Inhalt kann optional modifiziert werden (s. Abs. 2.9.7, S. 57).
-  Lastfallergebnisse Ergebnisse der lastfall- bzw. lastkollektivweise berechneten Verformungen und Schnittgrößen. Der Umfang dieser Druckliste wird im Drucklistengestaltungsmodul festgelegt. Näheres s. Abs. 6, S. 91.
-  Nachweisergebnisse Ergebnisse der Stahlbetonbemessung bzw. des Stahlnachweisprozesses. Der Umfang dieser Druckliste wird im Drucklistengestaltungsmodul festgelegt (s. Abs. 6, S. 91).
-  Zusammenfassung diese Druckliste enthält die Quintessenz aus allen geführten Nachweisen. Bei Stahlbetonelementen ist dies die erforderliche **Bewehrung**, bei Stahl- und Holznachweisen der **Ausnutzungsgrad**.
-  Detailnachweispunkte diese Druckliste wird nur erzeugt, wenn vor Durchführung des Rechenlaufs im grafischen Eingabemodul Detailnachweispunkte eingerichtet wurden. Die Druckliste enthält detaillierte Informationen zu den geführten Nachweisen an der vorgegebenen Stelle. Ausführliche Informationen s. Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.
-  ausgewählte Grafiken werden im Ergebnisvisualisierungsmodul interaktiv erzeugt. Hierzu muss das dortige Druckersymbol angeklickt werden. Näheres s. Abs. 5, S. 69.

DTE[®]-Menüfunktionen

Ist ein *##*-NISI-Bauteil ausgewählt, bietet DTE[®] bauteilspezifische Funktionen über ein Menü an, das durch Anklicken der RMT hervorgerufen wird. Die meisten dieser Funktionen können auch direkt aus dem Eingabemodul gestartet werden (s. S. 16).

In der folgenden Kurzbeschreibung der Menüs zeigen die Symbole neben dem Text eine alternative Aufrufmöglichkeit 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 Stäbe erzeugt (s. Abs. 3.1, S. 63).

Berechnung → Rahmen bearbeiten

Aufruf des unter Abs. 2, S. 11, beschriebenen Eingabemoduls. Einfacher geht dies über einen Doppelklick auf dem Bauteil-Symbol.

Berechnung → Drucklistengestaltung

Aufruf des Moduls zur Gestaltung der Ergebnisdrucklisten (s. Abs. 6, S. 91 ff.).

Berechnung → Rahmen berechnen

Aufruf des Berechnungsprogramms. Über den **Start**-Button kann dies auch direkt aus dem Eingabemodul geschehen (s. Abs. 2.2.6, S. 16).

Berechnung → Ergebnisse visualisieren

Aufruf des Ergebnisvisualisierungsmoduls (s. Abs. 5, S. 69 ff.).

Berechnung → Fehlerstatus anzeigen

Abrufen von Warnungen und Fehlermeldungen bzgl. des letzten Rechenlaufs.

Berechnung → Hilfe

Aufruf der Online-Hilfe.



Druckausgabe → drucken

Aufruf der Druckausgabe.

Druckausgabe → aktualisieren

die Drucklisteninhalte werden aktualisiert.



Planerstellung

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



Datenzustand

Aufruf der *Datensicherung* gemäß Abs. 1.3, S. 8.



kopieren

Erstellung einer Bauteilkopie gemäß Abs. 1.2, S. 8.



löschen

das Bauteil löschen.



sonstiges → Bezeichnung

Ändern des Bauteilnamens und der Zusatzbezeichnung.

sonstiges → Bemerkungen

Bemerkungen zum Bauteil eingeben. Druckliste *Bemerkungen* bearbeiten.

sonstiges → Geschichte

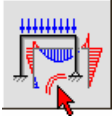
Abrufen des Geschichtsprotokolls zum Bauteil.

sonstiges → Problemklasse

Kontrollieren und Ändern der Problemklasse.

grafisches Eingabemodul

In diesem Kapitel wird das grafische Eingabemodul von *##-NISI* für die Problemklasse **2D-Rahmen** beschrieben. Es wird aus DTE[®] heraus bei ausgewähltem Bauteil über die Menüfunktion



Berechnung → Rahmen bearbeiten (RMT anklicken)

oder einfacher per Doppelklick auf dem 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 *##-NISI* gestartet.

Diesem Modul kommt somit in der interaktiven Bearbeitung eine besondere Rolle zu. Zur Optimierung dieser Bearbeitungsphase dienen die nachfolgenden Erläuterungen.

2.1 Allgemeines

2.1.1 statisches System

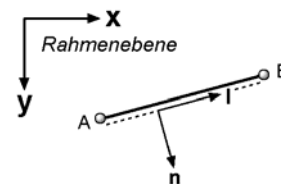
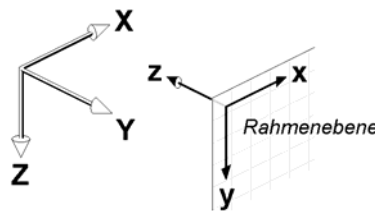
Das grafische Eingabemodul verwaltet neben sonstigen optionalen Einstellungen im Wesentlichen die geometrischen und nichtgeometrischen Eigenschaften eines statischen Systems.

2.1.2 Netzwerkstruktur

Das Stabwerk wird als Netzwerk von Knoten und Stäben beschrieben. Ein Knoten ist durch seine eindeutige, über Koordinaten beschriebene Position gekennzeichnet. Diese Position darf von keinem anderen Knoten eingenommen werden. Stäbe sind zunächst Verbindungslinien zwischen den definierten Knoten. Dadurch, dass den Linien Stabeigenschaften und den Knoten Lagereigenschaften zugeordnet werden, bekommt die reine Geometrie den Rang eines statischen Systems - eines Stabwerks.

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.



Da ein 2D-Rahmen ein ebenes System ist, ist auch eine Rahmenebene definiert, die von xy aufgespannt wird (s. Abb.).

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**.

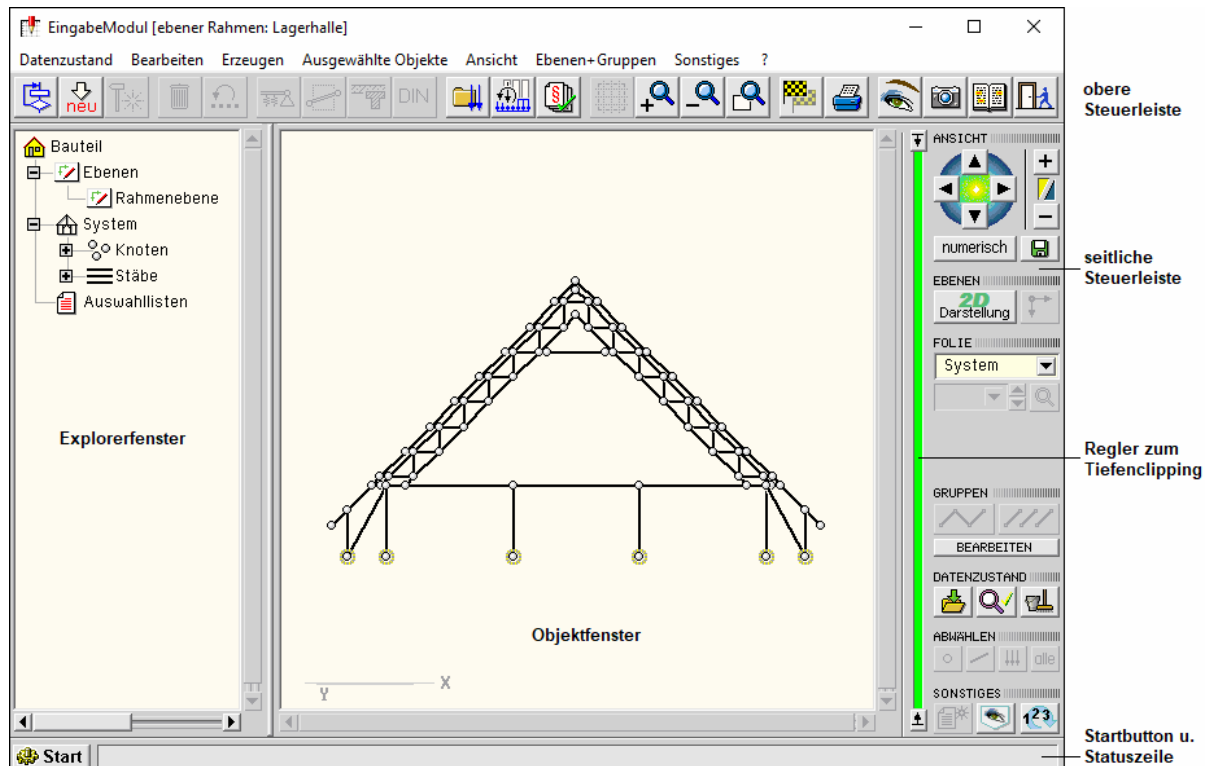
Die in die Rahmenebene (und somit auch in den Raum) eingebetteten Stäbe verfügen (jeder für sich) über ein **lmm-Stabkoordinatensystem**. l zeigt stets vom Anfangsknoten zum Endknoten. m zeigt aus der Ebene heraus in Richtung Y. n steht senkrecht auf l und m.

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

Die Bearbeitung des Systems erfolgt sinnvollerweise im **Ebenenbearbeitungsmodus**. Aus diesem Grunde verzweigt das Eingabemodul bei Neustart direkt in die Rahmenebene. Der 3D-Modus kann trotzdem genutzt werden, um etwa mit dem Explorerefenster (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 Rechenlaufs) vollständig bzgl. aller Knoten und Stäbe in der Rahmenebene definiert sein muss.

2.2 Eingabeoberfläche

Nachfolgend ist die Oberfläche des grafischen Eingabemoduls mit den Interaktionselementen dargestellt.



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 eingeblendet, 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 beschrieben wird.



globale Einstellungen

Dieser Button ruft ein symbolisches Untermenü auf, von dem aus in das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Iterationssteuerung (Abs. 2.6.1, S. 33) verzweigt, die Systemtabelle (bestehend aus Knoten und Stäben, Abs. 2.6.1, S. 33) bearbeitet, sowie das Modul zur Gestaltung der Ergebnisdrucklisten (Abs. 6, S. 91) aufgerufen werden kann.



Objekte erzeugen

Mit dieser Schaltfläche werden neue Punkte und Linien erzeugt und in das Objektfenster integriert (Abs. 2.4, S. 20).



aktivierte Objekte bearbeiten

Mit dieser Schaltfläche wird die geometrische Modellierung von ausgewählten (aktivierten) Punkten und Linien eingeleitet. Dies beinhaltet ebenfalls das Duplizieren dieser Objekte (Abs. 2.5, S. 26).



aktivierte Objekte löschen

Dieser Button löscht die im Objektfenster ausgewählten Objekte (Abs. 2.5.11, S. 32).



Rückgängig machen

Undo- und Redo-Funktionen (Abs. 2.9.9, S. 58).



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. 2.6.2 - Eigenschaften vereinheitlichen - auf S. 34.



Lagerangaben

Mit dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Knoten Lagerangaben zugeordnet.



allgemeine Stabeigenschaften

... ordnet den ausgewählten Stäben die Eigenschaften **Gelenke**, **Ausmitten** und **elastische Bettung** zu.



Materialangaben

Über diesen Button werden den ausgewählten Stäben Materialeigenschaften zugeordnet.



Bemessungsangaben

Mit dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Stäben 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

Über diesen Button werden den ausgewählten Linien Eigengewichts- und/oder Temperaturlasten zugeordnet. Alternativ können auch die Symbole bereits definierter Linienlasten aktiviert werden.



Linienlasten definieren

Mit dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Linien Linienlasten zugeordnet. Sind bereits Linienlasten definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden.



Knotenlasten definieren

Über diesen Button werden den ausgewählten Knoten Einzellasten zugeordnet. Sind bereits Einzellasten definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden (Abs. 2.7.2.1, S. 45).



Zwangsverformungen definieren

Mit dieser Schaltfläche werden den ausgewählten Knoten Auflagerzwangsverformungen zugeordnet. Sind bereits Auflagerzwangsverformungen definiert, können alternativ auch deren Symbole aktiviert werden (Abs. 2.7.2.2, S. 45).



Einwirkungen und Lastfälle verwalten

s. Abs. 2.7.1, S. 45, sowie Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.



Lastbilder tabellarisch bearbeiten

Alternativ zur objektorientierten Bearbeitung können Lastbilder auch tabellarisch erzeugt, eingesehen und geändert werden (Abs. 2.7.2.5, S. 47).



Nachweise definieren

s. Abs. 2.8, S. 49, sowie Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.



Ebeneneinstellungen

Dieser Button ist nur im Ebenenbearbeitungsmodus aktivierbar. Mit seiner Hilfe werden Einstellungen bzgl. der Ebenendarstellung bearbeitet (Abs. 2.9.1.1, S. 50).



Ausschnitte

Mit den hier dargestellten Schaltflächen kann der Ausschnitt im Objektfenster vergrößert, verkleinert bzw. auf die Gesamtgröße zurückgestellt werden (Abs. 2.3.6, S. 17).



Kontrollpunkte

sind Punkte im System, die für den Benutzer hinsichtlich der Ergebnisse des Rechenlaufs von besonderem Interesse sind. In *##-NISI* sind Kontrollpunkte entweder Lagerknoten oder Stabpunkte. S. Abs. 2.9.6, S. 55.



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. Mit Hilfe des dargestellten Buttons kann auf den Umfang dieser Druckliste inhaltlich Einfluss genommen werden (Abs. 2.9.7, S. 57).



Eigenschaften der Darstellung

Hier kann festgelegt werden, wie die Objekte und deren Eigenschaften im Objektfenster dargestellt werden (Abs. 2.3.7, S. 18).



fotorealistische Darstellung

Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das eigenständige [pcae](#)-Programm **FotoView** aufgerufen, das die Struktur des Systems unter Berücksichtigung der definierten Querschnitte räumlich darstellt (Abs. 2.9.8, S. 58).



Hilfe

Aufruf der Online-Hilfe



Ende

Das grafische Eingabemodul verlassen (Abs. 2.9.11, S. 61).

Die nachfolgend vorgestellten Schaltflächen befinden sich in der rechten Steuerleiste.

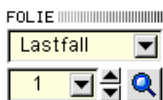


Kameraposition

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. 2.3.1, S. 17, bis Abs. 2.3.4, S. 17).

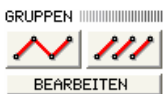


zwischen 3D- und Ebenendarstellung umschalten



System- und Lastfallfolien aktivieren

Mit den hier angebotenen Schaltflächen kann zwischen Systemfolie und unterschiedlichen Lastfallfolien umgeschaltet werden (Abs. 2.3.10, S. 19, sowie Abs. 2.7.1, S. 45).



Objektgruppen bearbeiten

Mit den hier angebotenen Schaltflächen werden Stabzüge und lose Stabgruppen definiert und verwaltet (Abs. 2.9.2, S. 53).



Datenzustand bearbeiten

Mit den hier angebotenen Schaltflächen kann der aktuelle Datenzustand gesichert, kontrolliert und bereinigt werden (Abs. 2.9.10, S. 59).



Objekte abwählen

Mit den hier angebotenen Schaltflächen können ausgewählte (aktivierte) Objekte selektiv oder komplett abgewählt (deaktiviert) werden (Abs. 2.2.3, S. 15).



Sonstiges

Bearbeitung von Auswahllisten, Sichtbarkeitsstatus und Nummerierungen. S. Abs. 2.9.3, S. 53.

2.2.2

Objektfenster



Im Objektfenster werden die definierten Objekte grafisch dargestellt. Es sind dies zunächst die Knoten und die Stäbe, die das lastunabhängige statische System bilden. Befindet 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** (s. Abs. 2.3.7, S. 18) verändert werden.

2.2.3

Objekte aus- und abwählen

Die Objekte im Objektfenster können ausgewählt (aktiviert) und abgewählt (deaktiviert) werden. Durch die Auswahl 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 Menge der 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 einen Eckpunkt des gewünschten Rechtecks positioniert und die Maus dann mit gedrückter gehalten 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 vorteilhaft 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.

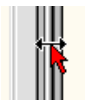
Doppelklick-Funktionen



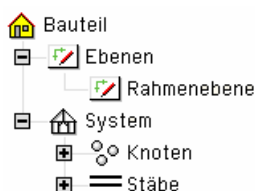
Alle auswählbaren Objekte im Objektfenster bieten ihre individuellen Eigenschaften zur Bearbeitung an, wenn sie einen Doppelklick (LMT über dem Objekt zweimal kurz hintereinander anklicken) erfahren. Was genau die individuellen Eigenschaften sind, ist abhängig vom Objekttyp. Wesentlich ist, dass die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

2.2.4



Explorerfenster



Alternativ zum Objektfenster bietet das Explorerfenster die definierten, lastunabhängigen 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 *Knoten* und *Stäbe*.

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

Das Arbeiten im Explorerfenster wird unter Abs. 2.3.8, S. 18, beschrieben.

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.

2.2.6

Start-Button



Über den Start-Button werden externe, zu *##-NISI* gehörende Module aufgerufen. Es erscheint das rechts dargestellte **Steu-
erfenster**.



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 mit Hilfe des **Ergebnisvisualisierungsmoduls**, mit dem sämtliche Ergebnisse mit optimaler grafischer Unterstützung studiert und überprüft werden können.



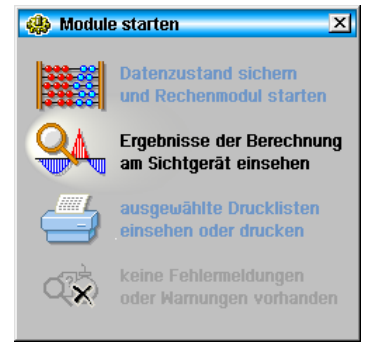
Die nebenstehend dargestellte Schaltfläche ruft den **Druckmanager** auf, der die erzeugten Drucklisten zur Einsicht und zur Druckerzeugung anbietet (s. Handbuch *DTE®- DeskTopEngineering*).



Hat der zuletzt durchgeführte Rechenlauf zu Komplikationen geführt, so 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).



2.2.7

benutzerdefinierte Anmerkungen



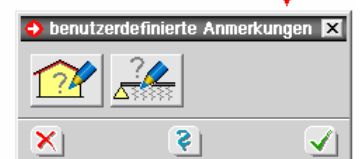
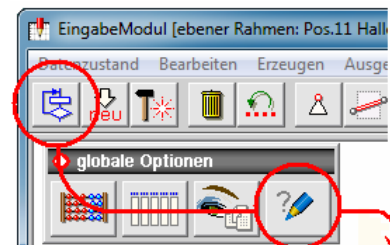
Immer dort, wo das nebenstehend dargestellte Symbol seine Dienste anbietet, können benutzerdefinierte Anmerkungen eingegeben werden, die dann in der Systemdruckliste an geeigneter Stelle ausgegeben werden.

Dies soll dem projektbearbeitenden Ingenieur die Möglichkeit geben, dem Dokument erklärende, freie Texte hinzuzufügen, die dem Leser zum besseren Verständnis dienen.

An folgenden Stellen befinden sich entsprechende Einsprungpunkte.

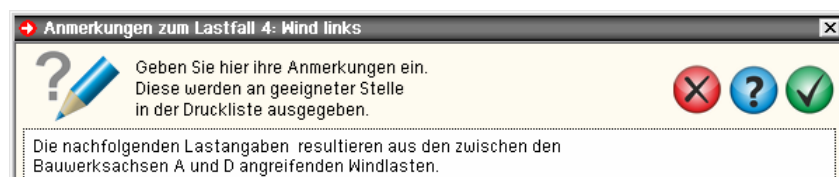
Erläuterungen zum Gesamtsystem oder zu den Lagerangaben können über die rechts dargestellte Interaktionsfolge eingegeben werden.

Um einem Nachweis benutzerdefinierte Erläuterungen anzufügen, klicken Sie in Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Nachweise* auf das entsprechende Symbol (s.u.).



Entsprechendes gilt für lastfallbezogene Texte, die im Eigenschaftsblatt *Verwaltung der Einwirkungen* angegeben werden können.

In allen Fällen erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem der erläuternde Text eingegeben bzw. bearbeitet werden kann.



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.

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.

2.3.2 Kameraentfernung verändern

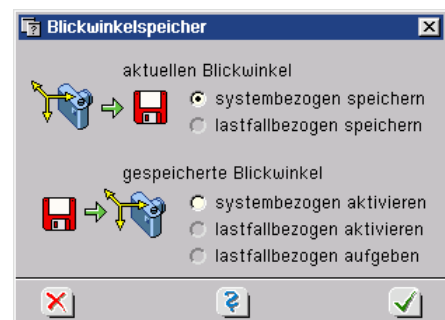
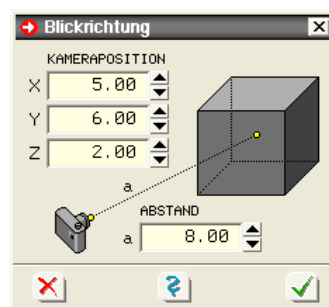


Mit den nebenstehend dargestellten Schaltflächen wird die Entfernung der fiktiven Kameraposition zum betrachteten Objekt eingestellt. Eine gut gewählte Kameraentfernung hilft dem Auge, die räumliche Ausdehnung einer Struktur zweifelsfrei zu erfassen. Während eine zu große Entfernung in eine Parallelperspektive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

2.3.3 Kameraposition numerisch



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.



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.

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 kann bei der Objektauswahl durch Anklicken im inneren Bereich sehr komplexer Systeme hilfreich sein. Diese Funktion wird bei der Arbeit mit ##-NISI i.A. nicht erforderlich sein.



2.3.6 in Ausschnitte zoomen



Der nebenstehend dargestellte Button leitet einen Zoom-Vorgang ein. Es erscheint ein Fadenkreuz im Objektfenster zur Auswahl eines Rahmeneckpunktes. 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.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird der Ausschnitt auf *Standard* zurückgesetzt. Hierbei sind alle definierten Objekte (inklusive eines **Randabstandes**) im Ausschnitt enthalten. Zu den Einstellungen der Randabstände s. Abs. 2.3.7, S. 18, (im 3D-Modus) und Abs. 2.9.1.1, S. 50 (im Ebenenbearbeitungsmodus).

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 und Flächenpositionen) angetragen werden soll.

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

Symbole an Knoten <input type="radio"/> kein <input checked="" type="radio"/> Knotennummer <input type="radio"/> Nummer+Bezeichnung <input type="radio"/> Koordinaten	Symbole an Stäben <input type="radio"/> kein <input type="radio"/> Stabnummer <input type="radio"/> Nummer+Bezeichnung <input type="radio"/> Querschnittssymbol <input type="radio"/> Stabzugnummer
nur im Ebenenbearbeitungsmodus <input checked="" type="checkbox"/> Lager und Gelenke <input checked="" type="checkbox"/> Querschnittshöhen	Auswählbar sind <input checked="" type="checkbox"/> Punkte <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe <input checked="" type="checkbox"/> Lastbilder
nur bei 3D-Darstellung <input checked="" type="checkbox"/> räumliches Koordinatensystem	
Skalierungen Randabstände r_{HOR} 2.00 m r_{UER} 2.00 m	
Lastskalierungsfaktoren <input checked="" type="checkbox"/> automatisch für Einzellasten f_E 0.5250 m/kN für Linienlasten f_L 0.3413 m/(kN/m) für Imperfektionen f_I 0.5000 m/(mm)	

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.

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 **Rahmenebene** im Explorerfenster wird der zu dieser Ebene gehörende Bearbeitungsmodus aktiviert.
- ein im Explorerfenster angeklickter Knoten wird im Objektfenster animiert. 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.
- ein im Explorerfenster angeklickter Stab wird im Objektfenster animiert. Hierdurch kann ein Stab, dessen Nummer und/oder Name bekannt, dessen Position jedoch unbekannt ist, schnell aufgefunden werden.
- erfährt ein Stab im Objektfenster einen Doppelklick, erscheint sein individuelles Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung.

2.3.9

Arbeiten in Ebenen

Da ein 2D-Rahmensystem 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.

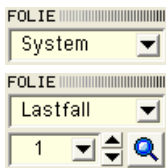


Um aus dem Ebenenbearbeitungsmodus in den **3D-Modus** zu wechseln, muss der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden. Um vom 3D-Modus in den Ebenenbearbeitungsmodus zu wechseln, muss entweder ein Doppelklick auf die im Explorerfenster ausgewiesene Rahmenebene oder der nebenstehend dargestellte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

2.3.10

Folientechnik

Das Eingabemodul verwaltet eine System-, n Lastfallfolien und m Imperfektionsfolien, wobei n die Anzahl der aktuell existierenden Lastfälle und m die Anzahl der definierten Imperfektionen 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 **Imperfektionen** (und somit den zugeordneten Folien) hängt sehr eng mit der Thematik der zu führenden Nachweise zusammen. Es wird im Handbuch das **pcae-Nachweiskonzept** beschrieben.

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.


2.4 Systemobjekte erzeugen

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



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



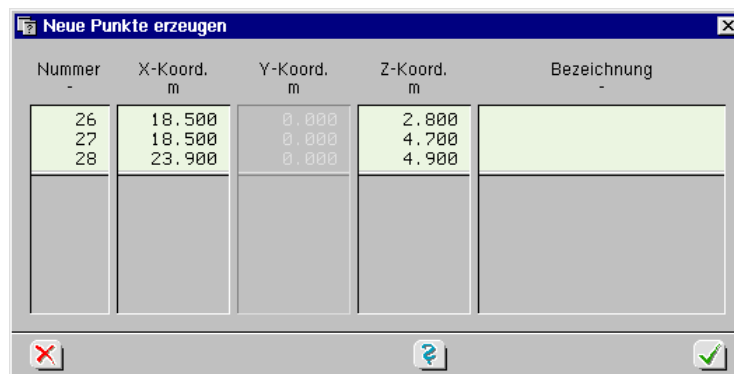
Durch Anklicken des -Buttons im Kopf des Fensters kann dieses Menü auch als permanent eingeblendetes, eigenständiges Fenster definiert werden.

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

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 Explorerfenster integriert. Beim Öffnen des Fensters ist bereits eine Zeile in der Tabelle vorbelegt. Sie enthält die kleinste, bisher noch nicht belegte Knotennummer.



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. 2.9.10.3, S. 60.

2.4.2 Linien per Maus erzeugen



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

2.4.3 Knoten und Stäbe generieren

In diesem Manual, als auch in den Eigenschaftsblättern des Eingabemoduls werden Knoten mitunter als Punkte und Stäbe als Linien bezeichnet. Dies liegt darin begründet, dass das Eingabemodul in der vorliegenden Form gleichzeitig auch das Eingabemodul für das FE-Programm *##-ALFA* ist, bei dem nicht automatisch jede Linie ein Stab ist. In dieser Beschreibung für das Rahmenprogramm *##-NISI* können die Begriffe Linien und Stäbe, 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.

2.4.3.1

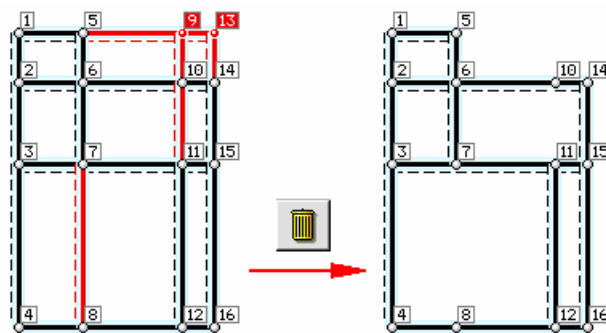
orthogonale Raster



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.

Entsprechend der Skizze im Eigenschaftsblatt sind in einer Tabelle $\Delta\tilde{x}_i$, $\Delta\tilde{y}_i$ und $\Delta\tilde{z}_i$ -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!

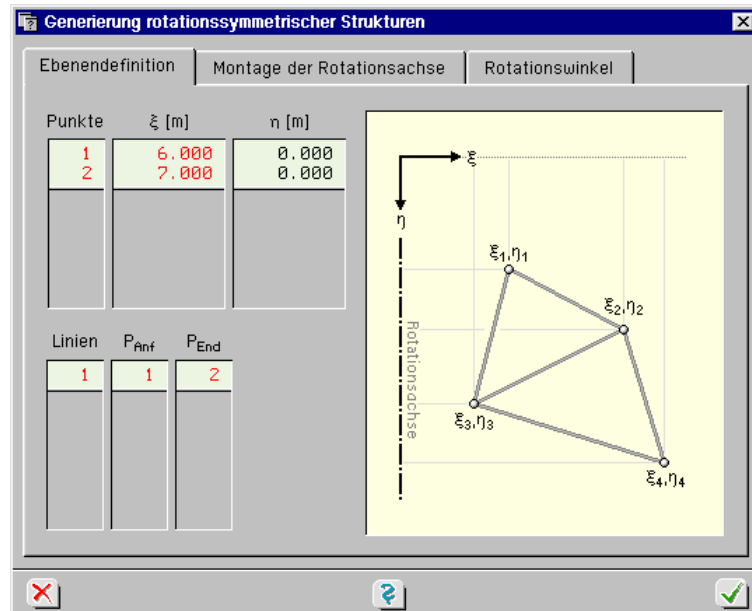
Die folgende Grafik zeigt auf der linken Seite die Wirkungsweise der oben eingetragenen Generierungsvorschrift. Die derart erzeugten Objekte können im Nachhinein weiter bearbeitet werden. Sie stellen so gesehen die Rohmasse einer noch zu modellierenden Struktur dar. So ist es relativ einfach, aus der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



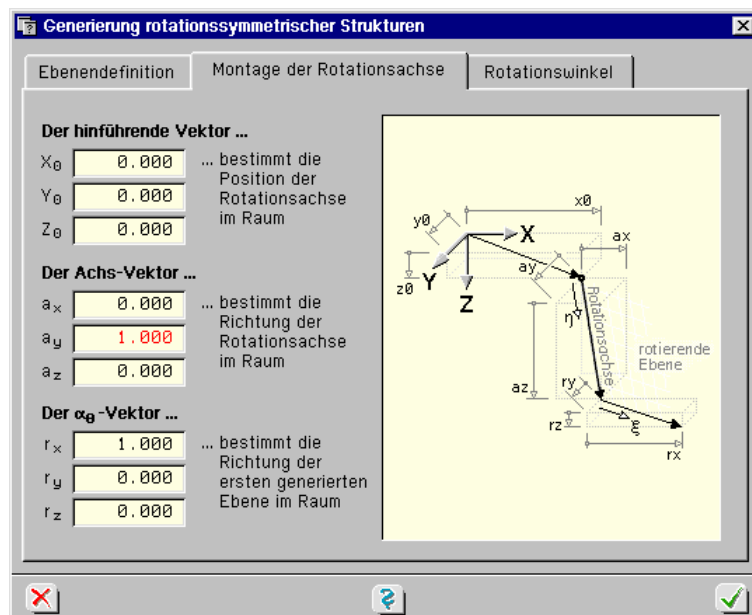


Über den nebenstehend dargestellten Button wird die Generierung rotationssymmetrischer Raster bestehend aus Punkten und Linien eingeleitet. Es erscheint ein in drei Register eingeteiltes Eigenschaftsblatt zur Eingabe der erforderlichen Definitionen. Obwohl der Aufbau des Eigenschaftsblatts auf die Generierung 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.

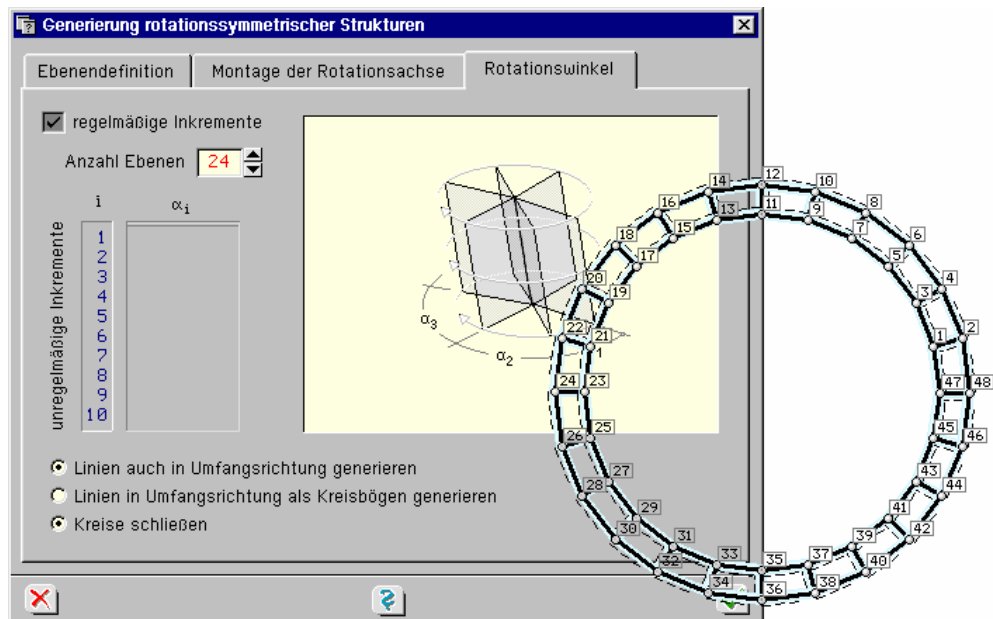
Im ersten Register werden Rotationsobjekte (Punkte und Linien) in einer ξ - η -Ebene tabellarisch definiert. Die η -Achse stellt hierbei die **Rotationsachse** dar.



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 abschließend 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.

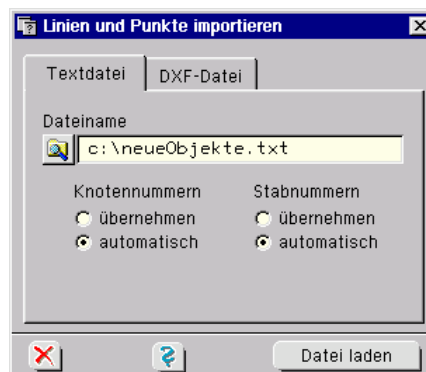
2.4.4 Knoten und Stäbe importieren



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.

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 nicht bei der Einstellung **automatisch**.

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

schrieben 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 Stabverzeichnis folgt dem linksbündig einzugebenden Suchbegriff "STABVERZEICHNIS". Hierunter sind zeilenweise die Informationen <Stabnummer>, <Anfangsknotennummer> und <Endknotennummer> abzulegen. Beispiel:

```
KNOTENVERZEICHNIS
101 10.50 0.00 25.30
102 10.50 0.00 30.00
103 15.20 0.00 30.00
104 15.20 0.00 25.30
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.

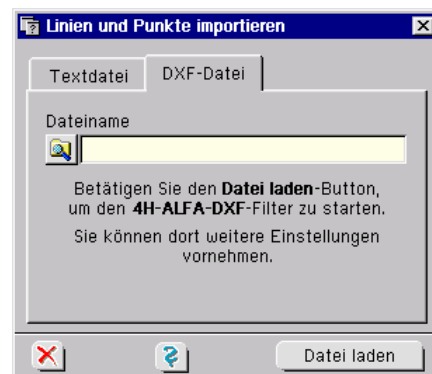
2.4.4.2

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. 3.2, S. 65, beschrieben.




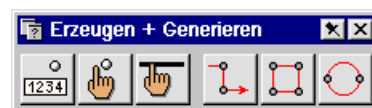
2.4.5

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.



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. 2.4.1, S. 20) sowie die manuelle (mausgesteuerte) Definition neuer Punkte und Linien (vgl. Abs. 2.4.2, S. 20) bewerkstelligen.

Im Ebenenbearbeitungsmodus sind in der Tabelle die **Ebenenkoordinaten** x und y anzugeben. Bei der manuellen Erzeugung von Punkten und Linien lässt sich mit Vorteil das **Fangraster** der Ebene und alternativ dazu die **Kontrollpunktanziehung** der DXF-Vorlage nutzen. Diese Mechanismen werden unter Abs. 2.9.1.1, S. 50, beschrieben.

2.4.5.2

Linienzug erzeugen



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

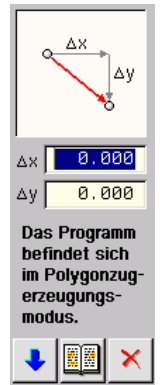
Hiernach werden alle Standardschaltflächen deaktiviert und das Layout der rechten Steuerleiste ändert sich wie rechts angegeben. Der Linienzug wird nun über Eingabe der Δx und Δy -Werte abwechselnd jeweils abgeschlossen durch Betätigen der Eingabetaste definiert.



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 kann.



Das Anklicken des nebenstehenden Symbols beendet die Linienenerzeugung.

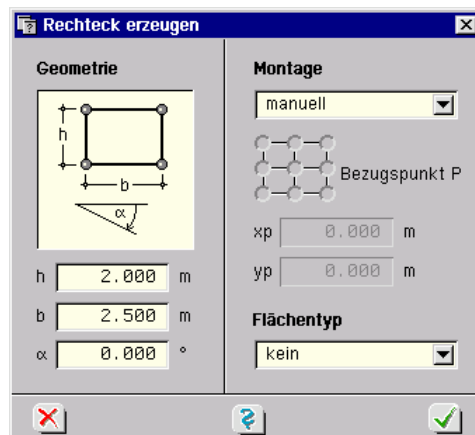


2.4.5.3

Rechteckmakro erzeugen



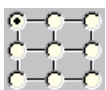
Mit dem dargestellten Button wird die Erzeugung von Rechteckmakros eingeleitet. Es erscheint das nachfolgend dargestellte Eigenschaftsblatt.



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

Unter *Montage* wird die Position des Rechtecks in der 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.

2.4.6

Punkte und Linien duplizieren

☐ auf Duplikat anwenden

Eine hilfreiche Methode zum Erzeugen von Linien und Punkten ist das Duplizieren. Hierzu ist in den unter Abs. 2.5, S. 26 ff., beschriebenen Eigenschaftsblättern die Schaltfläche **auf Duplikat anwenden** zu aktivieren.

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. 2.2.3, S. 15.



Es sei an dieser Stelle auch an die **undo-Funktion** erinnert. Wenn sich das Ergebnis einer Modellierfunktion nicht wie gewünscht einstellt, reicht ein einfacher Klick aus, um die Aktion rückgängig zu machen. Aus diesem Grunde kann das Modellieren durchaus mit einer gewissen Trial-And-Error-Mentalität angegangen werden.

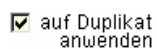


Alle nachfolgend beschriebenen Aktionen werden durch den nebenstehend dargestellten Button eingeleitet, der ein symbolisches Untermenü hervorruft.

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



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 sodann nicht mit den Originalobjekten, sondern mit dem Duplikat durchgeführt. Da dies im Grunde genommen eine Erzeugungsfunktion ist, wurde sie bereits unter Abs. 2.4.6, S. 25, erwähnt.

2.5.2 ausgewählte Objekte verschieben



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons 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 A-E entspricht dem Verschiebungsvektor.

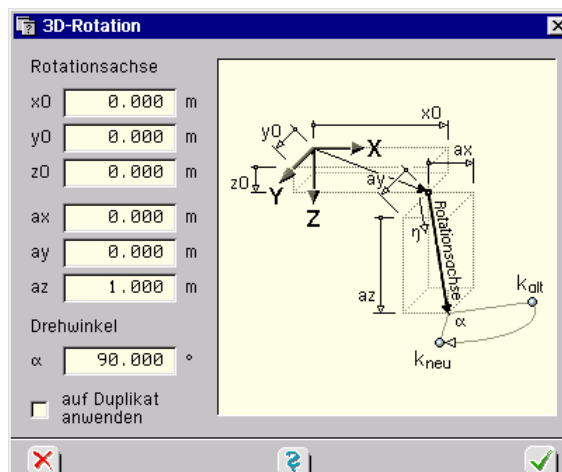


Die letzte Schaltfläche ermöglicht die numerische Vorgabe der Verschiebungssinkremente. Im 3D-Bearbeitungsmodus werden die räumlichen XYZ-Koordinaten und im Ebenenbearbeitungsmodus die ebenen xy-Koordinaten zugrunde gelegt.

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**.

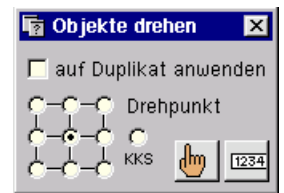


Hierin wird eine räumliche Drehung der ausgewählten Objekte mit Hilfe zweier Vektoren beschrieben. Während der hinführende Vektor $\{x_0, y_0, z_0\}$ die Lage der Drehachse beschreibt, bildet der Richtungsvektor $\{a_x, a_y, a_z\}$ die Rotationsachse. Die Drehung erfolgt im positiven Sinne um die Rotationsachse,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

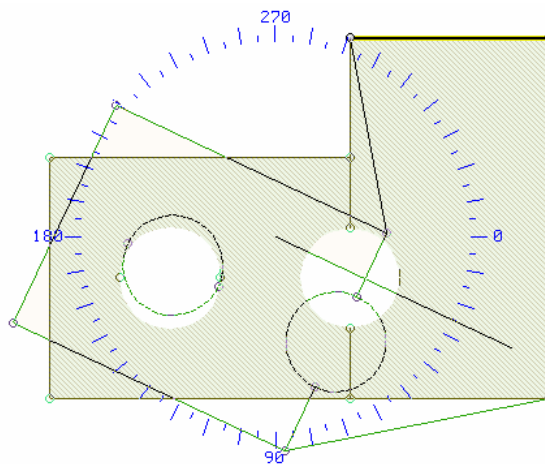


Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und befindet sich die Interaktion im **Ebenenbearbeitungsmodus**, erscheint das nachfolgende Eigenschaftsblatt.

Zunächst wird hier der Drehpunkt ausgewählt, der entweder ein signifikanter Punkt des die ausgewählten Objekte umgebenden Rechteckes oder der Ursprung des **Konstruktionskoordinatensystems** KKS (s. Abs. 2.9.1.3, S. 52) ist. Danach ist zu entscheiden, ob die Drehung manuell oder numerisch definiert werden soll.



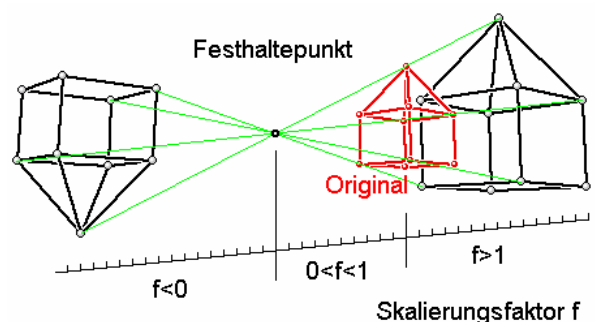
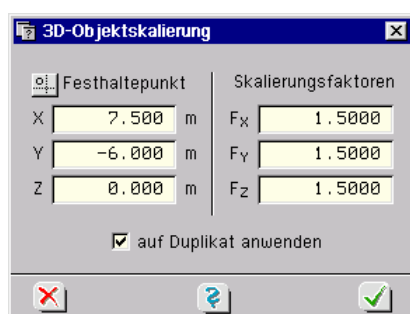
Bei der numerischen Definition ist der Drehwinkel in einem Eigenschaftsblatt festzulegen. Bei der manuellen Drehung wird die Rotation mit der Maus gesteuert. Die Gradzahl kann hierbei an einer runden Zahlenskala abgelesen werden.



2.5.4 ausgewählte Objekte vergrößern



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



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.

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!

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 Punkts mit der kleinsten x-Koordinate.



die ausgewählten Punkte übernehmen die x-Koordinate des ausgewählten Punkts 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 Punkts mit der kleinsten y-Koordinate.



die ausgewählten Punkte übernehmen die y-Koordinate des ausgewählten Punkts 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.



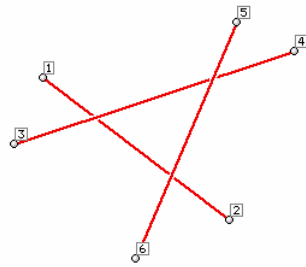
die ausgewählten Punkte werden auf die x-Achse des Konstruktionskoordinatensystems (KKS) projiziert (nur bei aktiviertem KKS).

2.5.7

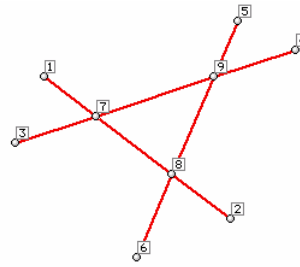
ausgewählte Linien verschneiden



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und sind mindestens zwei Linien ausgewählt, werden an allen sich **schneidenden** ausgewählten Linien **Zwischenpunkte** erzeugt. Gehört die geschnittene Linie zur aktuell ausgewählten Folie, so wird sie unterteilt.



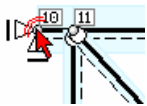
3 Linien in der Systemfolie
vor der Verschneideoperation



9 Linien in der Systemfolie
nach der Verschneideoperation

2.5.8

individuelle Knotenbearbeitung



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

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

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

Zu Lagereigenschaften s. Abs. 2.6.4, S. 34. An dieser Stelle werden nur die Basiseigenschaften und die Modellierungsmöglichkeiten vorgestellt.

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.

Diese Eigenschaften sind die einzigen Eigenschaften des Knotens, die immer individuell zu bearbeiten sind. Sie können (einleuchtender Weise) nicht durch den Vereinheitlichungsprozess, wie er unter Abs. 2.6.2., S. 34, beschrieben wird, definiert werden.



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

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.

2.5.8.2 Knoten verschieben



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Verschieben des Objekts, wie es unter Abs. 2.5.2, S. 26, vorgestellt wurde.



Es ist zu beachten, dass sich die auf diesem Wege eingeleitete Verschiebeaktion nur auf den individuellen Knoten auswirkt, unabhängig vom Auswahlzustand anderer Knoten!

2.5.8.3 Knoten löschen



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird der Knoten gelöscht. Diese Funktion wird nur dann im individuellen Eigenschaftsblatt angeboten, wenn der Knoten mit keinem Stab verbunden ist.

2.5.9 individuelle Stabbearbeitung

Erfährt ein Stab im Objektfenster oder im Explorerfenster einen Doppelklick, erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt des Stabes auf dem Sichtgerät. Hierin können Einstellungen bzgl. der Linie vorgenommen werden. Diese Einstellungen (und forcierten Modellierungsaktionen) gelten nur für diesen Stab, unabhängig davon, ob andere Stäbe ausgewählt sind oder nicht.

Im mittleren Bereich werden die aktuellen Eigenschaften des Stabes protokolliert. Neben Nummer, Bezeichnung und Punktverknüpfung sind dies die Stablänge sowie die **Stabeigenschaften**, die im nächsten Kapitel beschrieben werden.

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

Während im oberen Bereich die Eigenschaften des Stabes bearbeitet werden können (s. hierzu Abs. 2.6.5, S. 35), werden im unteren Bereich Modellierungsfunktionen bzgl. der Linie angeboten, die nachfolgend beschrieben werden.

2.5.9.1 Linie verschieben



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zum Verschieben des Objekts, wie es unter Abs. 2.5.2, S. 26, vorgestellt wurde.

2.5.9.2 Linie drehen



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons erscheint das Eigenschaftsblatt zum Verdrehen des Objekts, wie es unter Abs. 2.5.3, S. 26, vorgestellt wurde.



Die auf diesem Wege eingeleiteten Verschiebe- und Rotationsfunktionen wirken sich unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien nur auf die individuelle Linie aus.

2.5.9.3 Linienlänge ändern



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Änderung 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.

2.5.9.4 Linie vergrößern



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Skalierung des Objekts, wie es unter Abs. 2.5.4, S. 27, vorgestellt wurde.

2.5.9.5 Linie spiegeln



Der nebenstehend dargestellte Button ruft das Eigenschaftsblatt zum Spiegeln des Objekts, wie es unter Abs. 2.5.5, S. 28, vorgestellt wurde.



Die auf diesem Wege eingeleiteten Skalierungs- und Spiegelungsaktionen wirken sich unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien nur auf die individuelle Linie aus.

2.5.9.6 Orientierung ändern

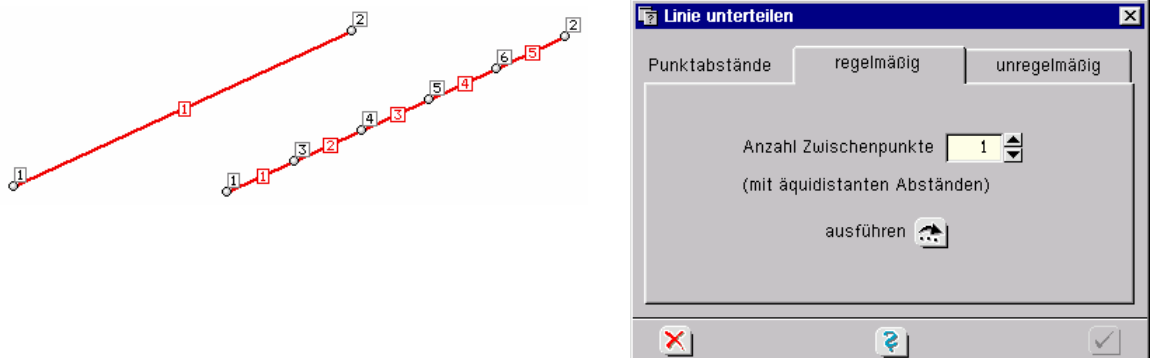


Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird der Stab umgedreht. Seine Anfangs- und Endknoten werden miteinander vertauscht, so dass sich (speziell im Ebenenbearbeitungsmodus sichtbar) die Lage der **gestrichelten Zone** des Stabes ändert.

2.5.9.7 Linie unterteilen



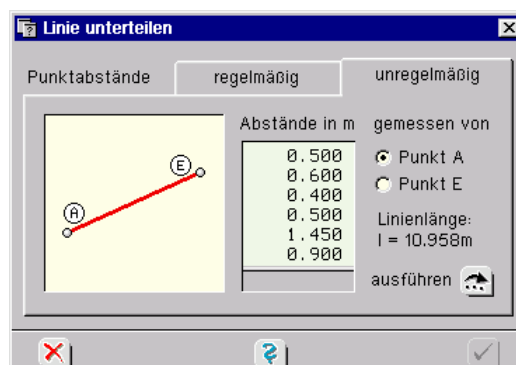
Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Unterteilung der Linie. Das Unterteilen ist gleichbedeutend mit der Generierung von Zwischenknoten.



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 unregelmäßigen 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 Stablänge sein.



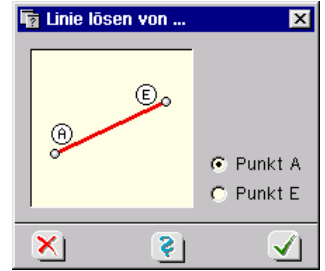
2.5.9.8

Linie vom Punkt lösen



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

Jede Linie besitzt einen definierten Anfangs- und Endpunkt. 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.



2.5.9.9

Linie löschen



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird die Linie gelöscht.

2.5.10

Modellieren durch Bereinigen

Die unter Abs. 2.9.10.3, S. 60, beschriebene Bereinigungsfunktion des Datenzustandes kann ebenfalls als Modellierfunktion betrachtet und genutzt werden.

2.5.11

Objekte löschen



Nach Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons, der sich in der oberen Buttonleiste anbietet, werden alle ausgewählten Objekte (Knoten, Linien, Lastbilder) gelöscht.



Punkte können nur gelöscht werden, wenn sie nicht zur Bildung einer Linie benötigt werden.

2.6

Systemeigenschaften

Während es in den Kapiteln 2.4 und 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 Stäben und eine für die Berechnung relevante Bedeutung.

2.6.1

Rechenlaufeigenschaften



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



Das erste Symbol ruft ein Eigenschaftsblatt hervor, in dem Angaben für den nachfolgenden Rechenlauf (hier insbesondere zur Steuerung der Iteration) vorgenommen werden können.

Im Wesentlichen werden in diesem Eigenschaftsblatt die **Abbruchkriterien** für nichtlineare Berechnungen festgelegt. Sobald die eingetragenen Werte für die Toleranzen zwischen zwei aufeinander folgenden Iterationsschritten unterschritten werden, wird der Berechnungsprozess beendet.

Im unteren Bereich des Eigenschaftsblatts können alle im Datensatz befindlichen Angaben zum **Druckstabausfall** bzw. zur **Zugfederausschaltung** als nicht wirksam deklariert werden.

Rechenlaufoptionen

Angaben zur Iterationssteuerung

max. Anzahl der Iterationsschritte	20	-
Toleranz der Verformungen	0.10	mm
Toleranz des Gleichgewichts	0.010	kN
Toleranz der effektiven Steifigkeiten	2.00	%

weitere Angaben zum nachfolgenden Rechenlauf

☐ Angaben zum Druckstabausfall ignorieren

☐ Angaben zur Zugfederausschaltung ignorieren

Bemerkungen:
Druckstabausfall wird grundsätzlich nur bei der Be-



Druckstabausfall und Zugfederausschaltung sind Systemnichtlinearitäten. Durch Entfernen einzelner Stäbe oder Bettungsbereiche ändert sich das statische System. In einem Lastkollektiv ist ein Stab/Bettungsbereich im System enthalten, in einem anderen Lastkollektiv nicht. Die Ergebnisse der Lastkollektive können nicht überlagert werden, da das Superpositions-gesetz nicht gilt.

Wenn Unklarheiten bzgl. des Tragverhaltens innerhalb einer nichtlinearen Berechnung bestehen, können durch die genannten Schalter alle Systemnichtlinearitäten temporär ignoriert werden, um Zwischenzustände studieren und bewerten zu können.



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

tabellarische Bearbeitung

Knoten

Nr [-]	X [m]	Z [m]	Bezeichnung	Lagerung	X
1	1	0.000	0.0	0.0	0.0
2	2	0.000	0.0	0.0	0.0
3	3	0.000	0.0	0.0	0.0
4	4	0.000	-1.0	-1.0	0.0
5	6	5.000	0.0	0.0	0.0
6	7	5.000	0.0	0.0	0.0
7	8	5.000	0.0	0.0	0.0
8	9	5.000	0.0	0.0	0.0
9	10	5.000	0.0	0.0	0.0

Stäbe

Nr [-]	Anf. [-]	Ende [-]	Bezeichnung	Ausmitteln	Bettung	X
1	1	6	1.000	1.000		
2	2	7	0.000	0.000		
3	3	8	0.000	0.000		
4	4	9	0.000	0.000		
5	6	11	0.000	0.000		
6	7	12	0.000	0.000		
7	8	13	0.000	0.000		
8	9	14	0.000	0.000		
9	10	15	0.000	0.000		

Diagramm: Ein 3D-Koordinatensystem mit den Achsen X, Y und Z. Ein Pfeil zeigt die Richtung der Schwerkraft g. Ein Balken ist zwischen den Punkten A und E dargestellt, mit einer Bettung n.

Neben den Angaben zu Nummer und Koordinaten können in der **Knotentabelle** auch die Bezeichnung und/oder die Lagerung festgelegt werden. In der **Stabtable** können neben der Nummer und der Knotenverknüpfung die Stabbezeichnung, die **Ausmitten** und die elastische **Bettung** 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. Stäbe erzeugt werden.



Das dritte Symbol ruft das Modul **Drucklistengestaltung** auf, mit dessen Hilfe auf den Umfang der Ergebnisdrucklisten Einfluss genommen werden kann. Dieses Modul wird unter Abs. 6, S. 91, erläutert.

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 spricht man auch vom Vereinheitlichen von Eigenschaften.

2.6.3 individuelle Eigenschaften

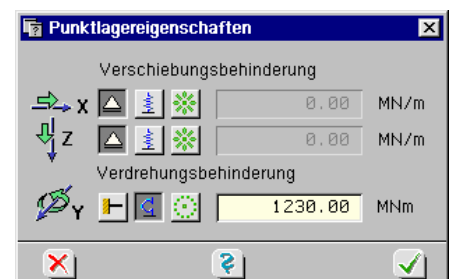
Erfährt ein Objekt im Objektfenster oder im Explorerfenster einen **Doppelklick**, erscheint sein individuelles Eigenschaftsblatt, von dem aus alle Eigenschaften des Objekts eingesehen und bearbeitet werden können. Die Inhalte der auf diesem Wege aufgerufenen Eigenschaftsblätter gelten jedoch unabhängig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

2.6.4 Punktlagereigenschaften



Sind Knoten ausgewählt und wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der 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 |
| | ... elastisch gelagert |
| | ungehinderte Verschiebung möglich |
| | durch eine Drehfeder gelagert |
| | gegen eine Verdrehung starr eingespannt |
| | ungehindert verdrehbar |



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

2.6.5 Stabeigenschaften

2.6.5.1 allgemeine Stabeigenschaften



Sind Stäbe ausgewählt und wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, erscheint das in drei Register unterteilte Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der allgemeinen Stabeigenschaften.

Im ersten Register können dem Stab Gelenke am Stabanfang, am Stabende oder beidseitig (Pendelstab) zugeordnet werden. Man beachte, dass die Lage der **Gelenke** durch definierte **Ausmitten** beeinflusst werden (s. nachfolgende Skizze)!

Im Falle einer **nichtlinearen Berechnung** kann festgelegt werden, ob (und wenn ja bei welchem prozentualen Ausnutzungsgrad) der Stab infolge einer Druckspannung ausfällt.

Im zweiten Register werden die Ausmitten am Stabanfang und Stabende festgelegt.



Hiermit wird ein anschlussbedingter Abstand von den globalen Knoten festgelegt.

Im dritten Register kann der Stab als **elastisch gebettet** festgelegt werden. Hierzu muss ein C_b -Wert > 0 in das Eingabefeld eingetragen werden. Ist ein Stab elastisch gebettet, kann für die nichtlineare Berechnung festgelegt werden, ob die Federn bei Zugbeanspruchung ausfallen. Es ist hierbei zu beachten, dass die Federn stets an der gestrichelten Seite des Stabes (in positiver n -Richtung) wirken.



Die Einheit kN/m^2 des Linienfederwertes ergibt sich durch Multiplikation (durch den Anwender) der Bettungszahl mit der Aufstandsbreite des betreffenden Stabes. Damit ergibt sich ein Federwert pro lfd m Linienlänge.

2.6.5.2 Material und Querschnitt

2.6.5.2.1 Allgemeines

Die nachfolgend beschriebenen Funktionen beziehen sich auf die aktuell ausgewählten Stäbe. D.h., wird das hier besprochene Eigenschaftsblatt bestätigt, erhalten alle ausgewählten Stäbe die im Eigenschaftsblatt festgelegten Parameter.

Zur Aus- und Abwahl von Objekten s. Abs. 2.2.3, S. 15. Einzelne Stäbe können (unabhängig vom Auswahlzustand) über ihr individuelles Eigenschaftsblatt (durch Doppelklicken) bearbeitet werden.



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und sind aktuell Stäbe ausgewählt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Festlegung der Material- und Querschnittsangaben auf dem Sichtgerät. Es ist in vier Register eingeteilt.



Es empfiehlt sich, die Register von links nach rechts und insbesondere das erste Register von oben nach unten abzuarbeiten, da nachfolgende Interaktionsmöglichkeiten von den zuvor getroffenen Festlegungen abhängen.

Im ersten Register wird unter der Überschrift *Material* zunächst das Material ausgewählt. Hier wird zwischen Holz, Stahl, Stahlbeton und Sonstige unterschieden. Klicken Sie auf das entsprechende Symbol, um das Material auszuwählen.

2.6.5.2.2

Holzquerschnitte

Bei Holzquerschnitten muss zunächst die zugrunde liegende Norm (EC 5, DIN 1052 2008 oder auch noch 1988) ausgewählt werden. (Eigenschaftsblatt s.o.). Hiernach kann die Materialgüte festgelegt werden.



Man beachte bei der Auswahl der zu führenden Nachweise, dass nur Stäbe mit der korrespondierenden Normenzuordnung nachgewiesen werden!

Bei der Festlegung des Querschnitts wird zunächst zwischen verschiedenen Querschnittstypen unterschieden.

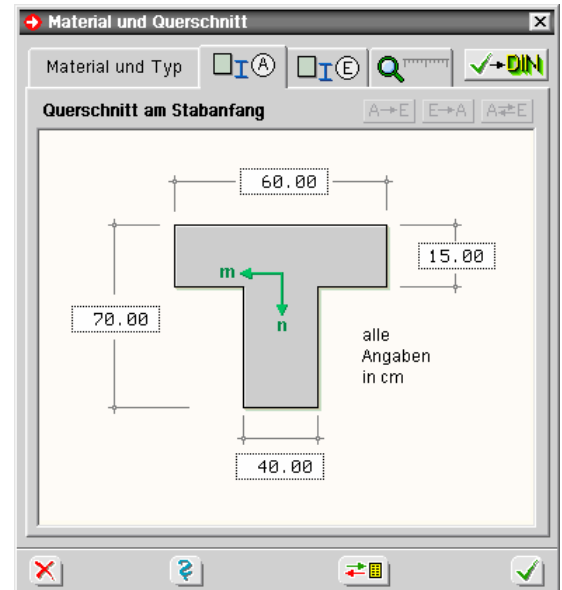


Bei den typisierten Querschnitten handelt es sich entweder um einen Rechteck-, einen Plattenbalken-, einen Doppel-T-Querschnitt oder einen Kreisquerschnitt. Der spezielle Typ kann in der darunter angebotenen Liste ausgewählt werden.

Der typisierte Querschnitt kann als konstant oder linear gevoutet definiert werden.

Die Abmessungen des gewählten Querschnitts werden im zweiten Register (bei gevouteten Querschnitten auch im dritten Register) durch Ausfüllen von Maßlinien festgelegt.

Im letzten Register werden der Querschnitt maßstäblich dargestellt und seine für die Berechnung wesentlichen Kennwerte ausgewiesen.



Alternativ zu den typisierten Querschnitten kann ein im Programm `##-QUER` konstruierter dickwandiger Querschnitt importiert werden, der jedoch nicht gevoutet sein kann.

Ist dieser Querschnittstyp ausgewählt, erscheint eine Schalttafel, mit deren Hilfe `##-QUER` direkt aufgerufen werden kann.

Im zweiten und dritten Register sind für diesen Typ keine weiteren Angaben erforderlich.

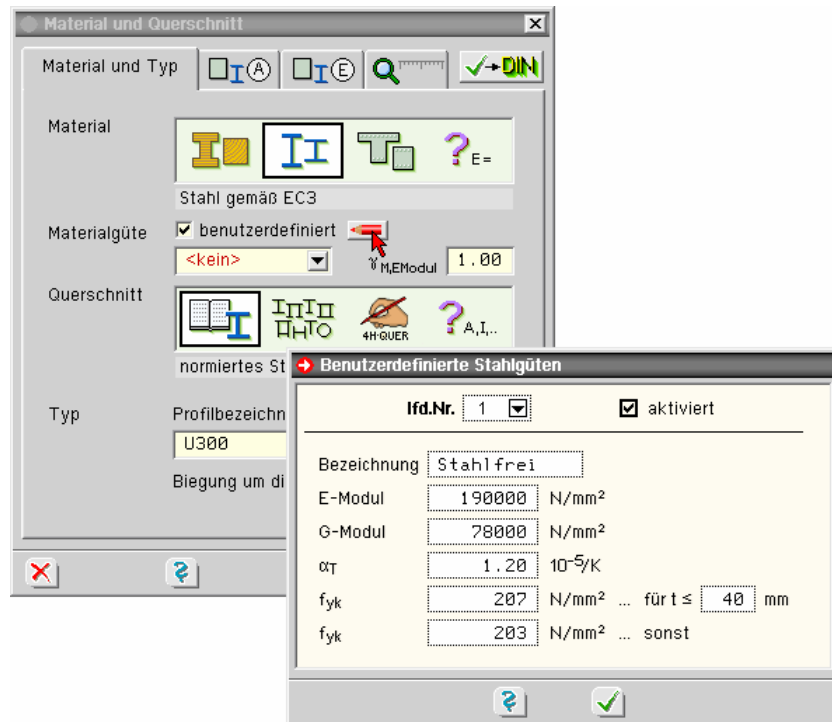


Letztlich kann der allgemeine Querschnitt ausgewählt werden, der nicht über seine Geometrie, sondern lediglich über seine Querschnittskennwerte (im zweiten und ggf. dritten Register) beschrieben wird.

Kennwerte sind: die Querschnittsfläche A , das Trägheitsmoment I , die Widerstandsmomente W_o und W_u sowie die Querschnittshöhe h .

Ist als Material Stahl ausgewählt, sind die Materialgüte und der Materialsicherheitsbeiwert zur Abminderung des Elastizitätsmoduls bei der Schnittgrößenberechnung (voreingestellt 1.1) vorzugeben.

Soll eine Stahlsorte verwendet werden, die nicht in der Standardliste enthalten ist, muss sie zunächst als benutzerdefinierte Stahlgüte deklariert werden. Es erscheint ein kleines **Bleistift-symbol**, mit dessen Hilfe bis zu zehn verschiedene Stahlgüten namentlich und hinsichtlich der elastischen Eigenschaften definiert werden können.



Anschließend wird zwischen vier verschiedenen Querschnittstypen unterschieden.



Bei den normierten Stahlbauprofilen handelt es sich um ein Profil aus dem DTE*-Profilmanager, in dem über 5.300 unterschiedliche normierte Profile namentlich abgelegt sind. Eine Schalttafel zum Aufruf des Profilmanagers wird im Eigenschaftsblatt angeboten.

Wurde das gewünschte Profil im Laufe der bestehenden Eingabesitzung bereits (an andere Stäbe) vergeben, kann es auch aus einer angebotenen Liste ausgewählt werden.

Zusätzlich kann entschieden werden, ob das Profil Biegung um seine starke y-Achse oder (um 90° gedreht) um seine schwache z-Achse erfährt.

Normierte Stahlbauprofile können naturgemäß nicht gevoutet werden.



Bei den typisierten Querschnitten handelt es sich um unterschiedliche Profile, die in ihrer geometrischen Form bereits festgelegt sind. Sie müssen im zweiten Register durch Ausfüllen der dort angebotenen Maßlinien hinsichtlich ihrer Abmessungen spezifiziert werden.

Die von #NISI angebotenen typisierten Querschnitte sind links aufgelistet.

Typisierte Querschnitte können auch als gevoutet beschrieben werden. In diesem Falle müssen die Maßlinien auch im dritten Register (für den Stabendpunkt) ausgefüllt werden.

Im letzten Register werden der Querschnitt maßstäblich dargestellt und seine für die Berechnung wesentlichen Kennwerte ausgewiesen.



Alternativ kann ein im Programm #QUER konstruierter dünnwandiger Querschnitt importiert werden, der jedoch nicht gevoutet sein kann.

Ist dieser Querschnittstyp ausgewählt, erscheint eine Schalttafel, mit deren Hilfe #QUER direkt aufgerufen werden kann. Im zweiten und dritten Register sind für diesen Typ keine weiteren Angaben erforderlich.



Letztlich kann der allgemeine Querschnitt ausgewählt werden, der nicht über seine Geometrie, sondern über seine Querschnittskennwerte (im zweiten und ggf. dritten Register) beschrieben wird.

Kennwerte sind: die Querschnittsfläche A , das Trägheitsmoment I , die Widerstandsmomente W_o und W_u sowie die Querschnittshöhe h .

2.6.5.2.4

Stahlbetonquerschnitte

Bei Stahlbetonquerschnitten muss zunächst die Materialgüte festgelegt werden.

Sollen die Querschnitte nach der alten DIN 1045 bemessen werden, sollte hier auch nur einer der alten Betone ausgewählt werden. Bei Leichtbetonen muss zusätzlich die Rohdichte angegeben werden.



Bei der Festlegung des Querschnitts wird zunächst zwischen verschiedenen Querschnittstypen unterschieden.



Bei den typisierten Querschnitten handelt es sich entweder um einen Rechteck-, einen Plattenbalken-, einen Doppel-T-Querschnitt oder einen Kreis-/Kreisingquerschnitt. Der spezielle Typ kann in der darunter angebotenen Liste ausgewählt werden.

Der typisierte Querschnitt kann als konstant oder linear gevoutet definiert werden.

Die Abmessungen des gewählten Querschnitts werden im zweiten Register (bei gevouteten Querschnitten auch im dritten Register) durch Ausfüllen von Maßlinien festgelegt.

Im letzten Register werden der Querschnitt maßstäblich dargestellt und seine für die Berechnung wesentlichen Kennwerte ausgewiesen.



Alternativ zu den typisierten Querschnitten kann ein im Programm *4H-QUER* konstruierter dickwandiger Querschnitt importiert werden, der jedoch nicht gevoutet sein kann.

Ist dieser Querschnittstyp ausgewählt, erscheint eine Schalttafel, mit deren Hilfe *4H-QUER* direkt aufgerufen werden kann. Im zweiten und dritten Register sind für diesen Typ keine weiteren Angaben erforderlich.

Aus *4H-QUER* importierte Betonquerschnitte können nicht bemessen werden!



Letztlich kann der allgemeine Querschnitt ausgewählt werden, der nicht über seine Geometrie, sondern über seine Querschnittskennwerte (im zweiten und ggf. dritten Register) beschrieben wird.

Kennwerte sind: die Querschnittsfläche A , das Trägheitsmoment I , die Widerstandsmomente W_o und W_u sowie die Querschnittshöhe h .

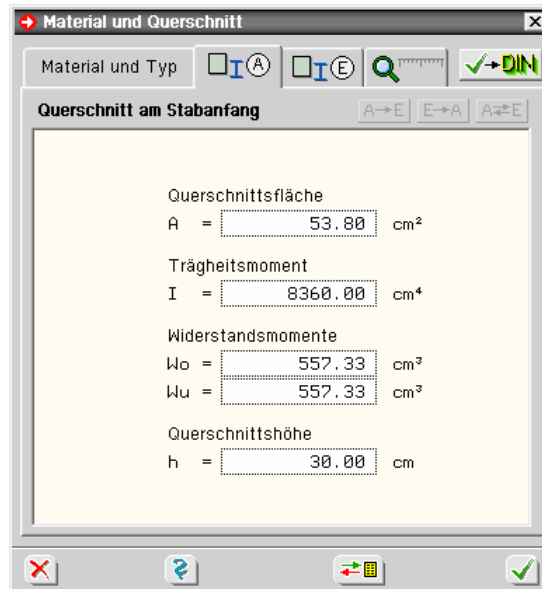
Man beachte, dass der so beschriebene allgemeine Querschnitt wg. der fehlenden geometrischen Abmessungen nicht bemessen werden kann!

2.6.5.2.5

sonstige Materialien

Bei den sonstigen Materialien ohne Normenbezug muss der Elastizitätsmodul angegeben werden.

Als Querschnittstyp sind der aus *##-QUER* importierte Querschnitt oder der über die elastischen Kennwerte beschriebene allgemeine Querschnitt zulässig.



Wird das Eigenschaftsblatt (mit dem grünen Haken unten rechts) bestätigt, werden das Eigenschaftsblatt geschlossen und die Eigenschaften an die ausgewählten Stäbe vergeben.

Durch Anklicken des roten Kreuzes (unten links) wird die Bearbeitung abgebrochen. Die Materialeigenschaften der ausgewählten Stäbe bleiben dann unverändert.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons, der rechts neben den Registern angeboten wird, werden wie beim Bestätigen des Eigenschaftsblatts die Eigenschaften an die ausgewählten Stäbe vergeben.

Das Materialeigenschaftsblatt wird geschlossen und das Bemessungs- bzw. Nachweiseigenschaftsblatt geöffnet. Hierin können dann die Bemessungs- bzw. Nachweiseigenschaften der ausgewählten Stäbe direkt bearbeitet werden.

Da die Eigenschaftsblätter der Nachweis- und Bemessungsoptionen kontextsensitiv auf das Material der ausgewählten Stäbe reagieren, müssen stets die Materialeigenschaften beschrieben sein, bevor die Nachweis- bzw. Bemessungseigenschaftsblätter sinnvoll aufgerufen werden können.

2.6.6 stabbezogene Nachweisooptionen

2.6.6.1 Allgemeines

Die nachfolgend beschriebenen Funktionen beziehen sich auf die aktuell ausgewählten Stäbe. Zur Aus- und Abwahl von Objekten s. Abs. 2.2.3, S. 15.

Einzelne Stäbe können (unabhängig vom Auswahlzustand) über ihr individuelles Eigenschaftsblatt (Doppelklicken) bearbeitet werden.



Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt und sind aktuell Stäbe ausgewählt, erscheint ein Eigenschaftsblatt zur Festlegung der stabbezogenen Nachweisooptionen auf dem Sichtgerät.

Die Funktionen reagieren sensitiv auf das Material der ausgewählten Stäbe. Aus diesem Grunde müssen für die Stäbe zunächst die Materialeigenschaften festgelegt werden.

Unabhängig vom Material gilt für alle nachfolgend beschriebenen Eigenschaftsblätter

- die Optionen ermöglichen es, beim Führen eines bestimmten Nachweises bzw. Bemessungslaufs stabweise unterschiedliche Parameter zu Grunde zu legen. Hierfür muss ein entsprechender Nachweis eingerichtet werden.
- wird kein entsprechender Nachweis eingerichtet, bleiben die Angaben unberücksichtigt
- zum Einrichten eines Nachweises s. Verwaltung der Nachweise, Abs. 2.8, S. 49.



Im nachfolgend dargestellten Eigenschaftsblatt können die möglichen holzspezifischen Nachweisoptionen für EC 5 abgelesen werden.

Insbesondere können hier der **Knicknachweis** senkrecht zur Berechnungsebene und der Brandschutznachweis abgerufen werden.

Ausführliche Beschreibungen zu den Nachweisen finden sich im Internet über folgenden Link

http://www.pcae.de/main/progs/beams/nisi/nisi_hilfe/holzbau_2008.htm

Stabbezogene Nachweisparameter

DIN 1052:88 DIN 1052:2008 Eurocode 5  


globale Einstellungen standard

Globale Einstellungen gelten stabunabhängig für das gesamte Bauwerk

Nutzungsstufe des Bauwerks:

☒ Grenzwerte für Verformungen entspr. NAD

Weitere Einstellungen können im nationalen Anwendungsdokument (NAD) vorgenommen werden.

 **Deutschland**

Materialkennwerte standard

☒ Holzgüte entspr. Materialdaten

Holzart:

Holzgüte:

☒ Kennwerte automatisch ermitteln


$E_{0,mean}$	8000	N/mm ²
$E_{0,05}$	5333	N/mm ²
G_{mean}	500	N/mm ²
$f_{m,k}$	16.00	N/mm ²
$f_{t,0,k}$	10.00	N/mm ²
$f_{c,0,k}$	17.00	N/mm ²
$f_{v,k}$	3.20	N/mm ²

k_m

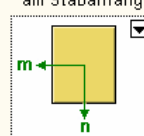
Querschnittsabhängige Erhöhungsfaktoren anwenden:

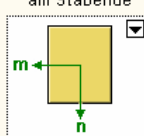
☒ k_h (= 1.00 zur Erhöhung der zulässigen Biege- und Zugspg.)

Einkerbungen keine



nur für Rechteckquerschnitte

am Stabanfang ☐  keine

am Stabende ☐  keine

Tragfähigkeitsnachweis wird geführt

☒ Tragfähigkeitsnachweis führen

Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren:

☐ Knicksicherheit um n-Achse $k_{c,z} = 1.00$

☐ Knicksicherheit um m-Achse $k_{c,y} = 1.00$

☐ Kippsicherheit nachweisen $k_{crit} = 1.00$

Gebrauchstauglichkeitsnachweise wird geführt

☒ Gebrauchstauglichkeitsnachweis führen

für Verformungen in n-Richtung: ☒ Vergleichslänge = Stablänge

Vergleichslänge des Stabes: l_v m ☐ Kragarm

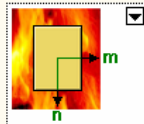
Überhöhung im lastfreien Zustand:

$w_0 =$ cm in [-n]-Richtung

Der Verlauf der Überhöhung wird als parabelförmig über den Stabzug angenommen, wenn der Stab Teil eines Stabzuges ist. Andernfalls wird er als parabelförmig über den Stab angesetzt.

Brandschutznachweis

☒ Nachweis für diesen Stab aktivieren

Brandbeanspruchung ☒ 

geforderte Feuerwiderstandsdauer

$t =$ Minuten

ideelle Abbrandtiefe ☒ automatisch

$d_{char,n} = \beta_n t =$ cm

2.6.6.3

Nachweisoptionen für Stahlstäbe

Im nachfolgend dargestellten Eigenschaftsblatt kann zunächst festgelegt werden, ob die aktuell ausgewählten Stahlstäbe **plastisch** oder **elastisch** nachgewiesen werden sollen.

Des Weiteren kann hier festgelegt werden, ob der vereinfachte Beulnachweis über die $\text{grenz}(c/t)$ -Verhältnisse geführt werden soll.

Letztlich kann hier angegeben werden, ob der vereinfachte **Knicknachweis** am Ersatzstab in der Ebene sowie aus der Ebene heraus geführt werden soll. Hierbei sind die Stablänge s und der Knicklängenbeiwert β vorzugeben. Unabhängig von der hier gewählten Einstellung wird der Knicknachweis in der Ebene nur bei linearen Berechnungen geführt, da der Nachweis bei Berechnungen nach Theorie II. Ordnung bereits im Rechenverfahren enthalten ist.



Man beachte, dass der plastische Nachweis nicht für allgemeine, über **##-QUER** importierte Querschnitte geführt werden kann!

Für Nachweise nach DIN 18800 sind sinngemäß entsprechende Angaben im Register *DIN 18800* vorzunehmen.

Weitere Informationen im Internet über folgende Links

- zum plastischen Nachweis und zum Ersatzstabverfahren
http://www.pcae.de/main/progs/beams/nisi/nisi_hilfe/tsv.htm
- allgemein zum Nachweiskonzept
http://www.pcae.de/main/download/handbuecher/pcae_nwk_02.pdf

Im nachfolgend dargestellten Eigenschaftsblatt können die möglichen betonspezifischen Nachweisoptionen für EC 2 abgelesen werden.

Für Stäbe aus Stahlbeton können unter Beachtung der ausgewählten Norm Nachweise im ungerissenen Zustand nach Th. I. Ord. (Biege- und Schubbemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit GZT sowie Riss-, Spannungs- und Ermüdungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit GZG) und Nachweise im gerissenen Zustand nach Th. II. Ordnung (Knicksicherheitsnachweis im GZT und Verformungen im Zustand 2 im GZG) geführt werden. Als Sonderfall ist auch eine Bemessung im ungerissenen Zustand n. Th. II. Ordnung im GZT möglich.

Weitere Informationen s. Bemessungseigenschaften von Stahlbetonstäben im Internet

http://www.pcae.de/main/progs/beams/nisi/nisi_hilfe/stb_1achs_stabtr.htm

Stabbezogene Bemessungsoptionen

Allgemein | DIN 1045 | DIN 1045-1 | Eurocode 2

Nachweise nach EC 2

☐ Betongüte entspr. Materialdaten
Betongüte C20/25
☐ Kriechen und Schwinden
Längsbewehrung BSt 500
☐ Expositionsklasse ohne Einfluss auf die Bemessung

Biegebemessung
 Mindestbewehrung Träger/Stütze gemäß EC 2, 9.2.1.1 und 9.5.2

☒ **Schubbemessung**
Schubbewehrung BSt 500
☐ Bemessung als Plattenstreifen

innerer Hebelarm z aus Biegebemessung $z = 0,9 d \leq d - 2 c_{v,d}$ s. Nachweisoptionen
 z aus Biegebemessung $\leq d - 2 c_{v,d}$
 mit $c_{v,d}$ 3,0 cm Betondeckung zur Druckbew. ($c_{v,d} > 0$)

Druckstrebenwinkel ☒ minimiert ☐ vereinfacht 0,00°
☐ horizontale Verbundfuge

☒ **Rissnachweis**
 der rissverteilenden Längsbewehrung:
 oben 16 mm
 unten 16 mm
 Rissbreite w_k 0,30 mm
 Verbund gut
 $w_k < 0,30$ mm: häufige oder seltene BewSt
 $w_k \geq 0,30$ mm: quasi-ständige BewSt
 Verbundeigenschaften der Bewehrung
 =gut: Betonrippenstahl

☒ Begrenzung der Rissbreite (aus Lastbeanspruchung)
 Beiwert k_{zt} 1,00 zur Berücksichtigung des Betonalters bei Verkehrslastaufbringung (=1,0: 28 Tage)

☒ Mindestbewehrung (Erstrissbildung aus unbeabsichtigtem Zwang)
 Beiwert k_{zt} 1,00 zur Berücksichtigung des Betonalters (=0,5: frühes Betonalter, Abfluss der Hydratationswasser)

Erstrissbildung ☐ unter zentr. Zwang ☐ unter Biegezwang
 Induzierung ☒ innerhalb ☐ außerhalb Erm. des Beiwerts k zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen (außerhalb induz., z.B. Stützensenkung: $k=1,0$)
☐ langsam erhärtender Beton Reduktion der Mindestbewehrung

☒ **Ermüdungsnachweis**
 $\Delta\sigma_{Rsk}$ 162,5 N/mm² Spannungsschwingbreite der Längsbewehrung
 t_0 28 d Zeitpunkt der Erstbelastung des Betons

☒ **Spannungsnachweis**
 Vorgabe: ☒ Faktor ☐ zul σ
 zul α_c = 0,60 * f_{ck} = -12,0 N/mm²
 zul α_s = 0,80 * f_{yk} = 400,0 N/mm²

2.7 Belastung

2.7.1 Lastfälle erzeugen und aktivieren



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

Das Einrichten von Lastfällen (und somit von Lastfallfolien) hängt sehr eng mit der Thematik der zu führenden Nachweise zusammen. Es wird in dem separaten 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.

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.

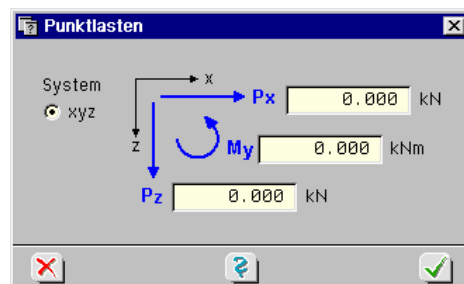
Zur Erzeugung von **Lastbildern** ist es erforderlich, die den Lasten zuzuordnenden Punkte, Linien oder Flächen zuvor auszuwählen. Sind Lastbilder definiert, verhalten sie sich wie eigenständige Objekte: Sie werden im Objektfenster symbolisch oder realistisch (nur im 3D-Modus) dargestellt und können per Mausklick ausgewählt werden. Ein **Doppelklick** auf ein Lastbild ruft das individuelle Eigenschaftsblatt des Lastbilds auf.

2.7.2.1 Knotenlasten



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 Einzellasten aufgerufen werden. Hierin werden den Freiheitsgraden des Systems Lastgrößen (Kräfte und Momente) zugeordnet.

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



2.7.2.2 Auflagerzwangsverformungen

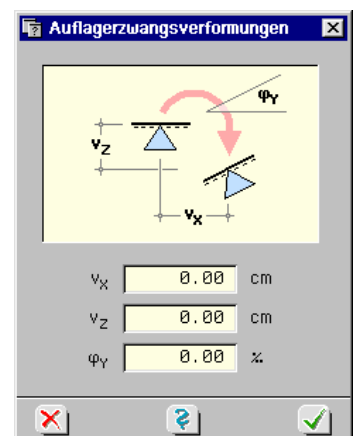


Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Punkte oder Auflagerzwangsverformungslastbilder ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Auflagerzwangsverformungen aufgerufen werden. Hierin werden den Freiheitsgraden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



Auflagerzwangsverformungen sind nur bei entsprechender Lagerung des Punktes sinnvoll. Nebenstehend ist das im 3D- wie auch im Ebenenmodus 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.



2.7.2.3

Eigengewichts- und Temperaturlasten



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

Eigengewicht und Temperatur

☒ **Eigengewicht**
 γ kN/m³

☒ **Temperaturbelastung**
 t_o °K
 t_u °K
☒ h gemäß Querschnitt
☐ h = m
☒ α_t gemäß Materialangaben
☐ α_t = 10⁻⁵/K

to, tu = Temperaturdifferenz zur Einbautemperatur

Diagram: A beam cross-section with height h. A dashed line indicates the bottom edge. A temperature distribution is shown with t_o at the top and t_u at the bottom.

Als Eigengewicht ist die Rohwichte γ in kN/m³ einzugeben.

Bei der Temperaturbelastung wird zwischen der Erwärmung der oberen Randfaser t_o und der Erwärmung der unteren Randfaser t_u unterschieden. Die gestrichelte Linie des Stabes legt die Unterseite fest. Die Querschnittshöhe h und der Wärmeausdehnungskoeffizient α_t können optional aus den Material- und Querschnittsangaben übernommen werden.



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.

Sind **Ausmitten** definiert, beziehen sich Eigengewichts- und Temperaturlasten nur auf den inneren, durch die Ausmitten auf Abstand vom globalen Knoten gehaltenen Teil des Stabes.

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.

2.7.2.4

Stablasten



Befindet sich die Interaktion in einer Lastfallfolie und sind Stäbe oder Linienlastbilder ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Stablasten aufgerufen werden. Unter Stablasten werden Linienlasten und im Stab definierte Einzellasten zusammengefasst.

Veränderliche Lasten können mit automatischer Ermittlung der Zwischenwerte über mehrere Stäbe durchlaufen.

Stablasten [Stab 6 in Lastfall 1]

neu

Es sind 3 Lastbilder(Stäbe) ausgewählt

Bild 1
Bild 2
Bild 3
Bild 4

Diagram: A beam segment between nodes A and E with a length of 7.071m. A distributed load $q = 22.000$ kN/m is applied. The load type is 'Gewicht'.

Typ: ☒ Gewicht ☐ Schnee ☐ Wind

Die Stabbelastung 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.



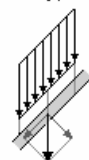
Durch Anklicken des **Mülleimersymbols** wird das ausgewählte Lastbild gelöscht.



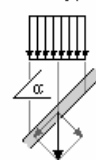
Soll ein neues (weiteres) Lastbild erzeugt werden, muss der **neu-Button** angeklickt werden. Hierdurch erscheint eine Auswahlbox, in der zunächst der **Typ des Lastbilds** ausgewählt werden muss. Die hier angebotenen Lasttypen können den unten links dargestellten Symbolen entnommen werden.



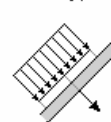
Lasttyp G



Lasttyp S



Lasttyp W



Die Lasteigenschaften des ausgewählten Lastbilds sind im rechten Fenster editierbar. Die erforderlichen Angaben variieren von Lastbildtyp zu Lastbildtyp. Es 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 Stabneigungswinkels zur Horizontalen abgemindert. Der Lasttyp W wirkt in lokaler n-Richtung.

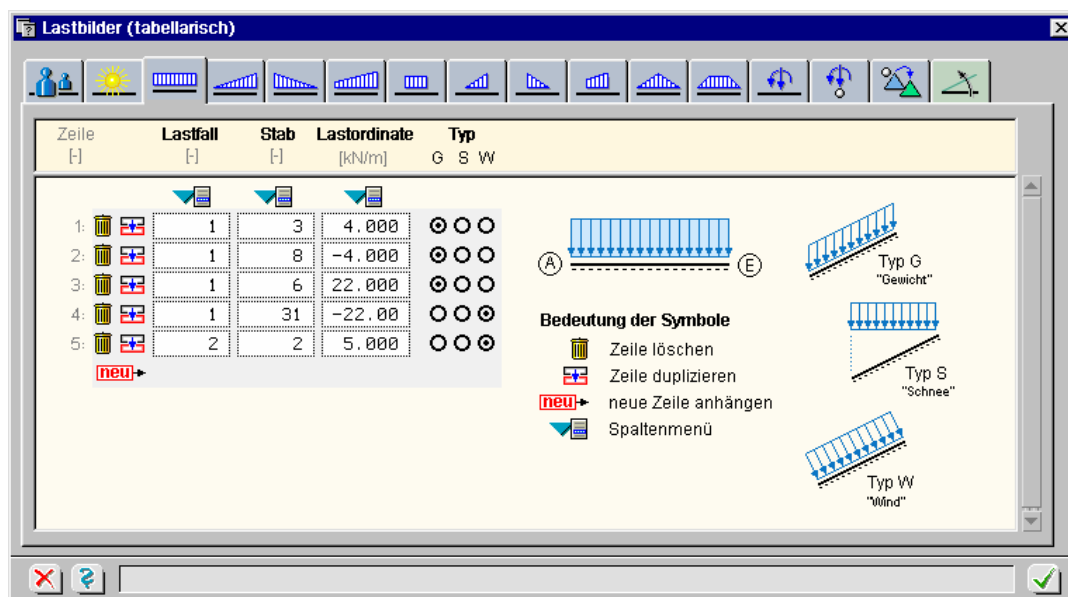
Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden die Angaben allen ausgewählten Stäben (im aktuellen Lastfall) zugeordnet. Auch bereits existierende, ausgewählte Stablastbilder erhalten den kompletten Satz der im Eigenschaftsblatt festgelegten Lastbilder.

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. Das letzte Register ist den Imperfektionen vorbehalten.



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, über das man die Tabellen nach der Größe ihres Spalteninhaltes 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 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 Alternative!

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.

2.7.3

Imperfektionen



Wie bereits unter Absatz 2.7.1 (S. 45) beschrieben, werden Imperfektionen in Form von **Schiefstellungen** und **Vorkrümmungen** durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols definiert.

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



Befindet sich die Interaktion in einer Imperfektionsfolie und sind Stäbe oder **Imperfektionslastbilder** ausgewählt, kann mit dem nebenstehend dargestellten Button das Eigenschaftsblatt zur Definition und Bearbeitung von Imperfektionslastbildern aufgerufen werden. Zur Beschreibung des Imperfektionsverlaufs werden zwei alternative Methoden angeboten.

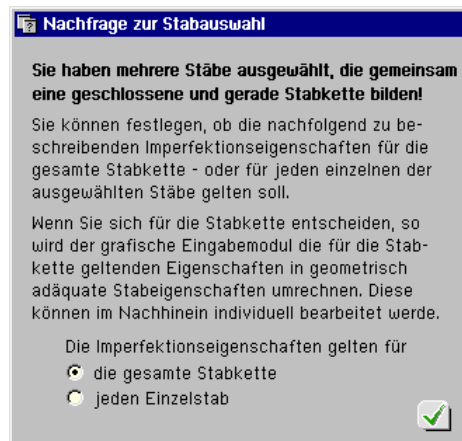
Die Methode $w_0 - \phi_0$ ermöglicht die Eingabe der Schiefstellung ϕ_0 , der Vorverformung w_0 und der Festkörpersverschiebung w_A . Während w_A auf die Ergebnisse der Berechnung keinen Einfluss hat, sind die Werte für w_0 und ϕ_0 in Analogie zur Vorschrift DIN 18800 gewählt.

Die Methode $w_A - w_M - w_E$ ermöglicht die Festlegung der Imperfektionskurve über die Stützstellen am Stabanfang, in Stabmitte und am Stabende.



Man beachte, dass beide Methoden dieselbe Kurve beschreiben! Bei Umschaltung von einer Methode auf die andere werden die aktuell gesetzten Parameter umgerechnet!

Sind aktuell Stäbe ausgewählt, die jeweils mit gleicher Ausrichtung eine Gerade bilden, kann der Anwender entscheiden, ob die Angaben für jeden Stab einzeln oder für die gesamte **Stabkette** gelten sollen. Das Ergebnis kann nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts der Darstellung im Objektfenster entnommen werden.



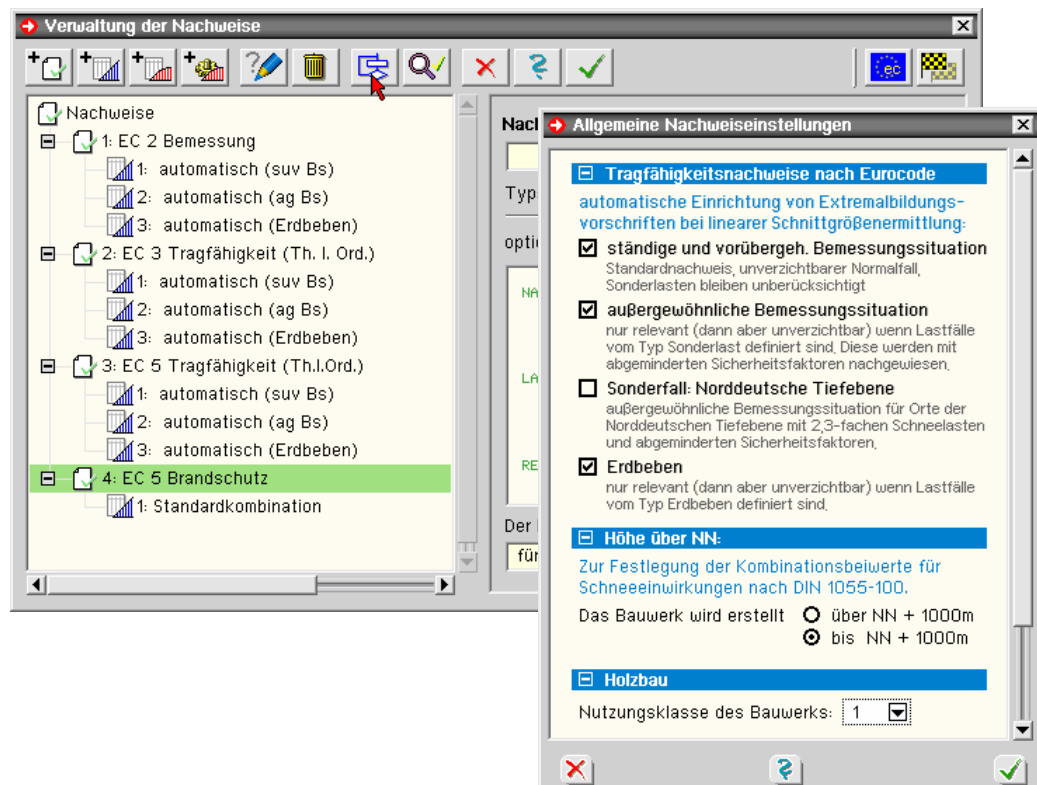
2.8

Nachweise



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons erscheint das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung von Nachweisen, **Extremalbildungsvorschriften** und **Lastkollektiven**.

Die Vorschriften der unterschiedlichen Normen, die Eigenschaften von Einwirkungen und Lastfällen sowie die Bemessungseigenschaften der nachzuweisenden Objekte werden im separaten Handbuch *das pcae - Nachweiskonzept* beschrieben.



Unter den allgemeinen Nachweiseinstellungen können die automatischen Einrichtungen für die verschiedenen Bemessungssituationen angewählt werden.

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

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. Zudem bietet die Ebenenbearbeitung Vorzüge, die im Folgenden beschrieben werden.

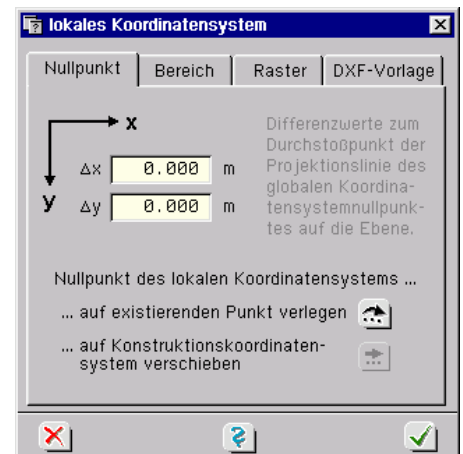
2.9.1.1

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.

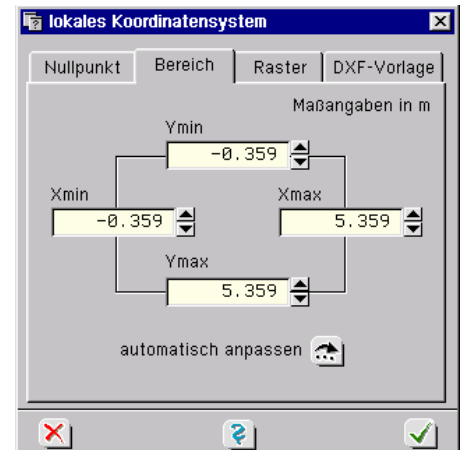


Darstellungsbereich



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**.

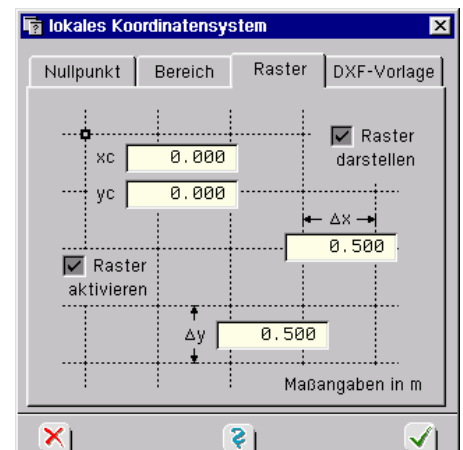
Beim Erzeugen und Modellieren ist es mitunter sinnvoll, den Bereich temporär größer einzustellen.



Raster

Im dritten Register kann ein ebenes Raster definiert und aktiviert werden. Die Definition erfolgt durch Vorgabe eines festen Rasterpunktes $\{x_c, y_c\}$ sowie die Rasterlinienabstände Δx und Δy .

Das definierte Raster kann 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.



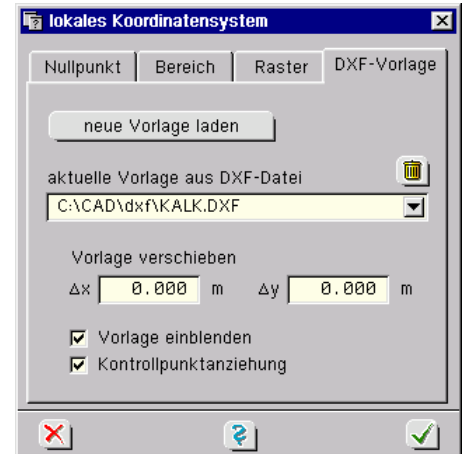
Vorlagen

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 **##NISI-kompatible** Vorlage. Weitere Informationen zu diesem Programm s. Abs. 3.3, S. 67.

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.

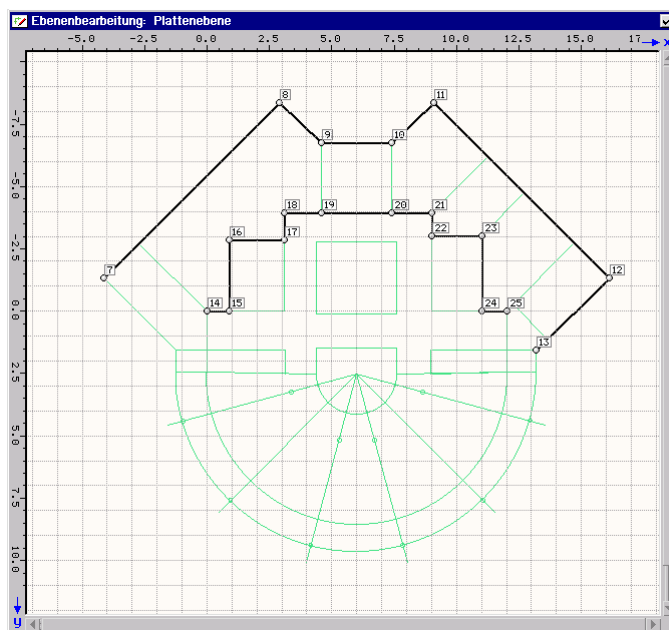


Durch Freihandmodellierungen erzeugte Punkte und Linien werden bei aktivierter Kontrollpunktanziehung durch die Linienendpunkte der DXF-Vorlage gefangen. Die DXF-Vorlage kann um ein beliebiges Maß (Δx , Δy) verschoben werden.



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

Nachstehend ist das Ebenenbearbeitungsfenster mit eingblendetem 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.



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. 2.4.5, S. 24) in Kombination mit den im vorangegangenen Absatz besprochenen Fangrastermodi.



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** wird der Punkterzeugemodus beendet.

Sollen bei der Linienerrzeugung mehrere Linien hintereinander erzeugt werden, müssen die einzelnen Linienendpunkte mit der **RMT** bestätigt werden. Durch Bestätigen eines Linienendpunktes mit der **LMT** wird der Linienerrzeugemodus beendet.

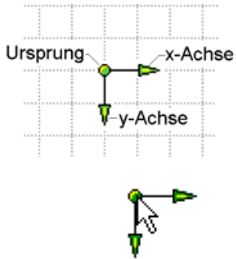
Auch viele Modellierungsfunktionen (**verschieben**, **verdrehen**, **skalieren**) können in der Ebene allein durch Mausbewegungen gesteuert werden.

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 gedrückter LMT folgt das KKS der Mausbewegung. Wird die Maustaste losgelassen, während sich das KKS in unmittelbarer Nähe eines definierten Punktes befindet, nimmt das KKS die genaue Position des Punktes 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 gedrückter Maustaste folgen die Achsen des KKS der Mausbewegung durch Drehung. Wird die Maustaste losgelassen, 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 dem 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 **Mülleimersymbol** deaktiviert das KKS.

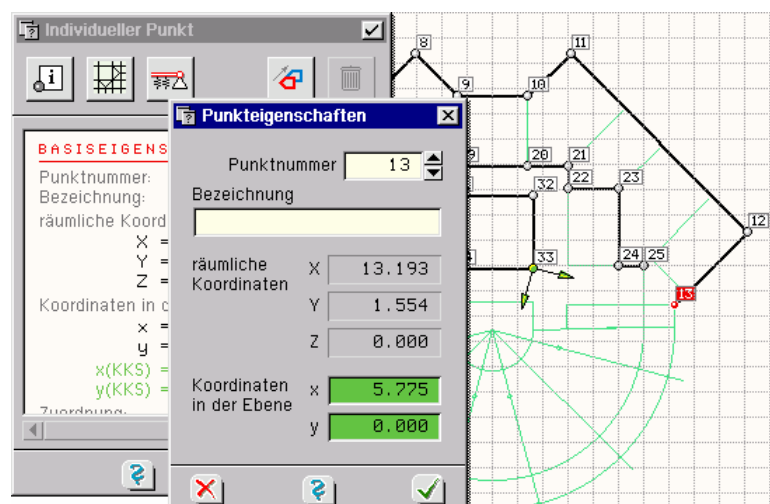
	absolut	relativ
x =	-4.124	0.000
y =	-1.339	0.000
α :	-16.742	0.000

Buttons: [X] [Mülleimer] [?] [✓]



Für das aktivierte 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.



2.9.2

Objektgruppen



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

Stabzug



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

lose Gruppe

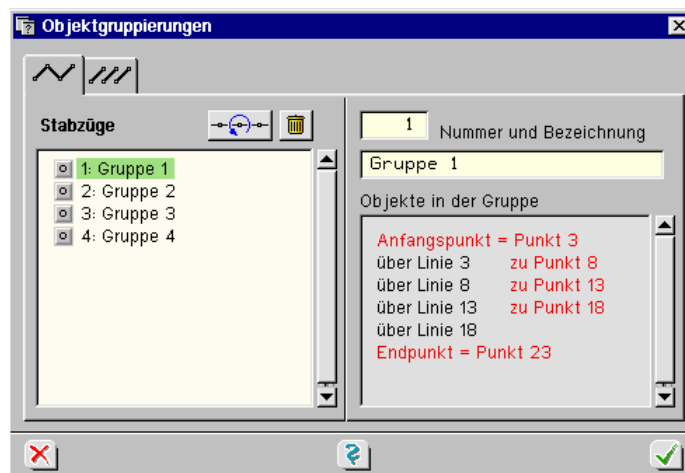


Sind mehrere Linien ausgewählt, wird durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons eine Liniengruppe vom Typ *lose Stabgruppe* erzeugt. Voraussetzung hierfür ist, dass keine der Linien bereits einem Stabzug zugeordnet ist.

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 auswählbaren Gruppen 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 Stabgruppen angebotene links dargestellte Button dreht die *Linienzugrichtung* um: Aus dem Anfangspunkt wird der Endpunkt und umgekehrt.



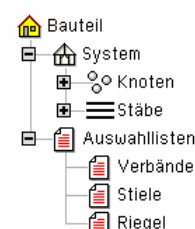
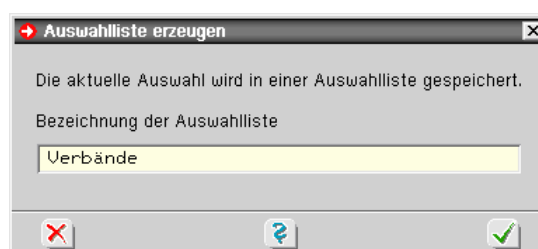
Werden im Gruppenfenster eine oder mehrere der nebenstehend dargestellten Schaltflächen aktiviert, werden die Objekte nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts ausgewählt.

2.9.3

Auswahllisten

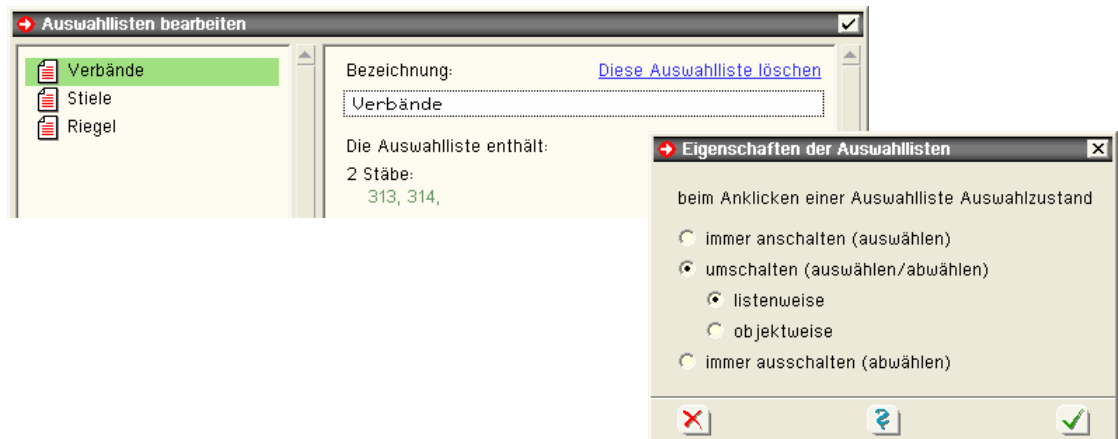


Der aktuelle Auswahlzustand kann in einer Auswahlliste gespeichert werden. Hierzu muss der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem der aktuellen Auswahl eine Bezeichnung zugeordnet werden kann. Wird dieses Eigenschaftsblatt bestätigt, kann die Auswahl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





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



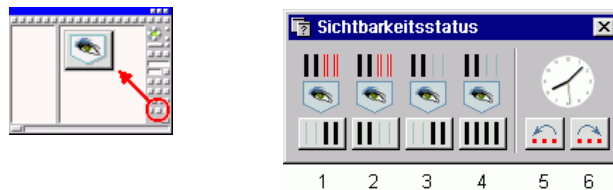
Erfährt das Wurzelobjekt mit der Bezeichnung *Auswahllisten* einen Doppelklick, kann in dem hierdurch eingeblendeten Eigenschaftsblatt festgelegt werden, wie das grafische Eingabemodul auf einen Klick auf eine Auswahlliste reagieren soll.

2.9.4

Sichtbarkeitsstatus



Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons können ausgewählte Stäbe unsichtbar geschaltet werden. Hierdurch wird ermöglicht, innerhalb von komplexen Strukturen mit sehr vielen Objekten an ausgewählten Detailbereichen zu arbeiten.



Folgende Funktionen stehen in der angegebenen Reihenfolge zur Verfügung:

1. alle Stäbe werden unsichtbar geschaltet, die aktuell nicht ausgewählt sind. Es wird also mit den aktuell ausgewählten Stäben weitergearbeitet.
2. alle Stäbe werden unsichtbar geschaltet, die aktuell ausgewählt sind. Es wird also mit den aktuell nicht ausgewählten Stäben weitergearbeitet.
3. Sichtbarkeit invertieren: Es werden alle Stäbe unsichtbar geschaltet, die aktuell sichtbar sind und umgekehrt.
4. Normalzustand: alle Stäbe werden sichtbar geschaltet.
5. definierter Sichtbarkeitsstatus rückwärts: Es wird der Zustand wieder hergestellt, der vor der letzten Änderung des Sichtbarkeitsstatus vorherrschte (sinnvoll bei sukzessiver Ausschaltung der Sichtbarkeit).
6. definierter Sichtbarkeitsstatus vorwärts: Es wird der Zustand wieder hergestellt, der vor dem letzten Rücksprung vorherrschte. Hierdurch kann zwischen benachbarten Sichtbarkeitszuständen hin- und hergeschaltet werden.

2.9.5

Objekte neu durchnummerieren

Bei der Erzeugung von Knoten und Stäben durch Importieren, Generieren, Duplizieren etc. werden diesen automatisch Nummern zugeordnet. Da Nummern stets eindeutig sein müssen, wird dabei auf die jeweils aktuell höchste freie Nummer zurückgegriffen. Nachfolgende Löschoptionen haben zur Folge, dass Lücken in der Nummerierung entstehen.

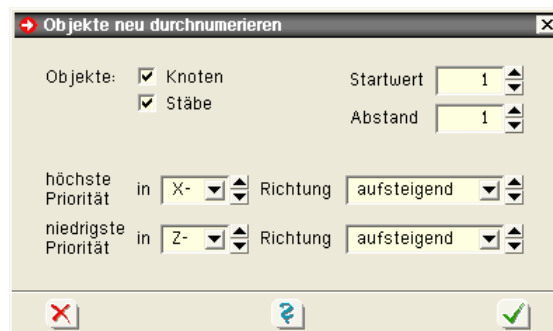


Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird eine neue Durchnummerierung der Knoten und/oder Stäbe eingeleitet. Diese orientiert sich an der Lage der Objekte im Raum und kann von oben nach unten (Z-Richtung), von rechts nach links (Y-Richtung) oder von vorne nach hinten (X-Richtung) durchgeführt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



Weiter unten liegende Prioritäten (s. Abb. rechts) werden nur aktiv, wenn höhere Prioritäten keine Entscheidung herbeiführen. Für das hier dargestellte Beispiel bedeutet dies, dass zwei Knoten aufsteigend in X-Richtung nur dann durchnummeriert werden, wenn sie dieselben Z-Koordinaten haben.

Nach umfangreichen Modellierungsaufgaben empfiehlt sich die Durchführung einer neuen Nummerierung, da sich das Auffinden bestimmter Knoten bzw. Stäbe z. B. in der Druckliste dann sehr viel einfacher gestaltet.



2.9.6

Kontrollpunkte

2.9.6.1

Allgemeines

Kontrollpunkte sind Punkte im System, die für den Benutzer hinsichtlich der Ergebnisse des Rechenlaufs von besonderem Interesse sind. In *##-NISI* sind Kontrollpunkte entweder Lagerknoten oder Stabpunkte.

Während bei den Lagerknoten das Augenmerk auf den Reaktionskräften des Lagers liegt, sind bei Stabpunkten die Schnittgrößen an einer bestimmten Stelle des Stabes interessant. Kontrollpunkte können zu Detailnachweis- und/oder zu Schnittgrößenexportpunkten erklärt werden.

Für **Detailnachweispunkte** werden detaillierte Informationen zum Rechenlauf angefordert. Jedes Mal, wenn ein solcher Punkt vom Programm bearbeitet wird, wird ein Protokoll erzeugt, in dem die berechneten und überlagerten Schnittgrößen sowie die Entscheidungen und Berechnungen des Nachweis- bzw. Bemessungsmoduls bzgl. dieses speziellen Punkts nachvollziehbar aufgelistet werden.

Der Umfang dieser ausführlichen Informationen kann vom Benutzer festgelegt werden. Nach durchgeführter Berechnung liegt eine Druckliste mit der Bezeichnung *Detailnachweispunkte* vor, die über den Drucklisten-Viewer eingesehen oder auf dem Drucker ausgegeben werden kann.

Für **Schnittgrößenexportpunkte** werden sämtliche Schnittgrößen bzw. Lagerreaktionskräfte, die lastfallweise oder durch Auswertung von Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektiven vom Rechenprogramm ermittelt wurden, in einer Datei gespeichert.



Die **pcae**-Detailprogramme zum Nachweis von Trägerstößen, Rahmenecken, Anschlüssen etc. können diese Schnittgrößen zu einem späteren Zeitpunkt aufnehmen und weiterverarbeiten, wenn das nebenstehend dargestellte Symbol angeboten wird.



Das Schubladenwerkzeug **Schnittgrößenexport**, das seit DTE® Version 4.05 in der Schreibtischschublade angeboten wird, ist ebenfalls in der Lage, auf die gespeicherten Schnittgrößen der Kontrollpunkte zuzugreifen.

Die Schnittgrößen können mit diesem Werkzeug auf dem Drucker ausgegeben, in eine externe Textdatei (zur Weiterverarbeitung in einem Editor) oder in eine XML-Datei (um sie z.B. in Microsoft Excel zu laden) geschrieben werden. Näheres s. DTE®-Handbuch, Schnittgrößenexport.

2.9.6.2

Kontrollpunkte verwalten



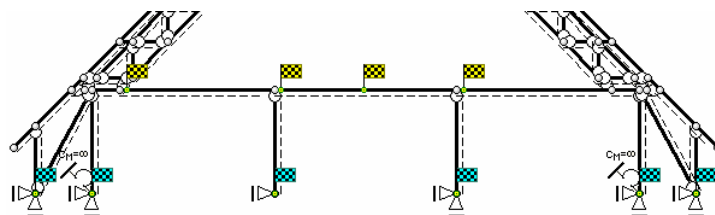
Durch Klicken des nebenstehend dargestellten Buttons in der Kopfzeile des grafischen Eingabemoduls erscheint das Fenster der Kontrollpunktverwaltung.

	Stab	Abstand	gemessen vom	Schnittgrößenexport	Detailnachweis	Text
1:	74	0.200	Anfangsknoten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gurtnachweispunkt Achse 1
2:	75	0.200	Anfangsknoten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gurtnachweispunkt Achse 2
3:	76	0.200	Anfangsknoten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gurtnachweispunkt Achse 4
4:	75	2.800	Anfangsknoten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gurtnachweispunkt Achse 5a

In den beiden angebotenen Registern werden Lagerknoten und Stabpunkte angegeben. Während Lagerknoten allein durch Vorgabe der Knotennummer in ihrer Lage eindeutig gekennzeichnet sind, ist bei Stabknoten der Abstand vom Anfangs- oder Endknoten anzugeben.

Weiterhin ist durch Setzen logischer Schalter anzuzeigen, ob es sich um einen Schnittgrößenexport- oder (und) um einen Detailnachweispunkt handelt. Im letzteren Fall können Angaben zum Umfang der Ausgabe in der Druckliste gemacht werden.

Jedem Kontrollpunkt kann ein farbiges Fähnchensymbol zugeordnet werden. Darüber hinaus empfiehlt es sich, dem Kontrollpunkt eine Bezeichnung zuzuweisen.



Kontrollpunkte werden im Darstellungsbereich des grafischen Eingabemoduls in der Systemfolie durch ihr Fähnchensymbol angezeigt. Doppelklicken eines bestimmten Fähnchens ruft ein Eigenschaftsblatt hervor, in dem die aktuellen Einstellungen eingesehen und geändert werden können. Die Anzeige der Kontrollpunktfähnchen kann im Eigenschaftsblatt *Darstellungseigenschaften* an- bzw. abgeschaltet werden.

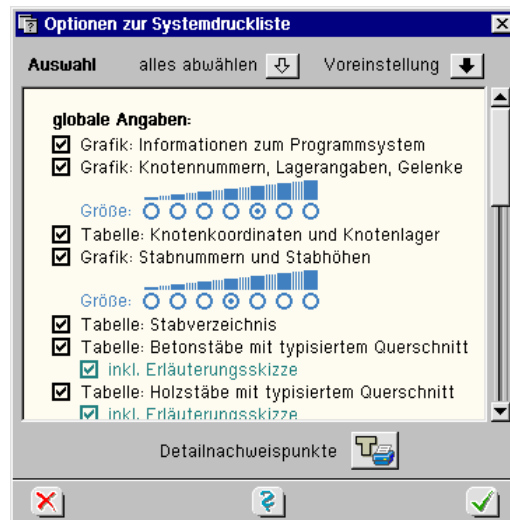


Eigenschaften der Systemdruckliste

Beim Abspeichern des aktuellen Datenzustandes aktualisiert das grafische Eingabemodul automatisch die Systemdruckliste, die die Aufgabe hat, das definierte statische System einem Dritten (i.d.R. dem Bauherrn oder Prüfstatiker) 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 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. 6, S. 91 ff.

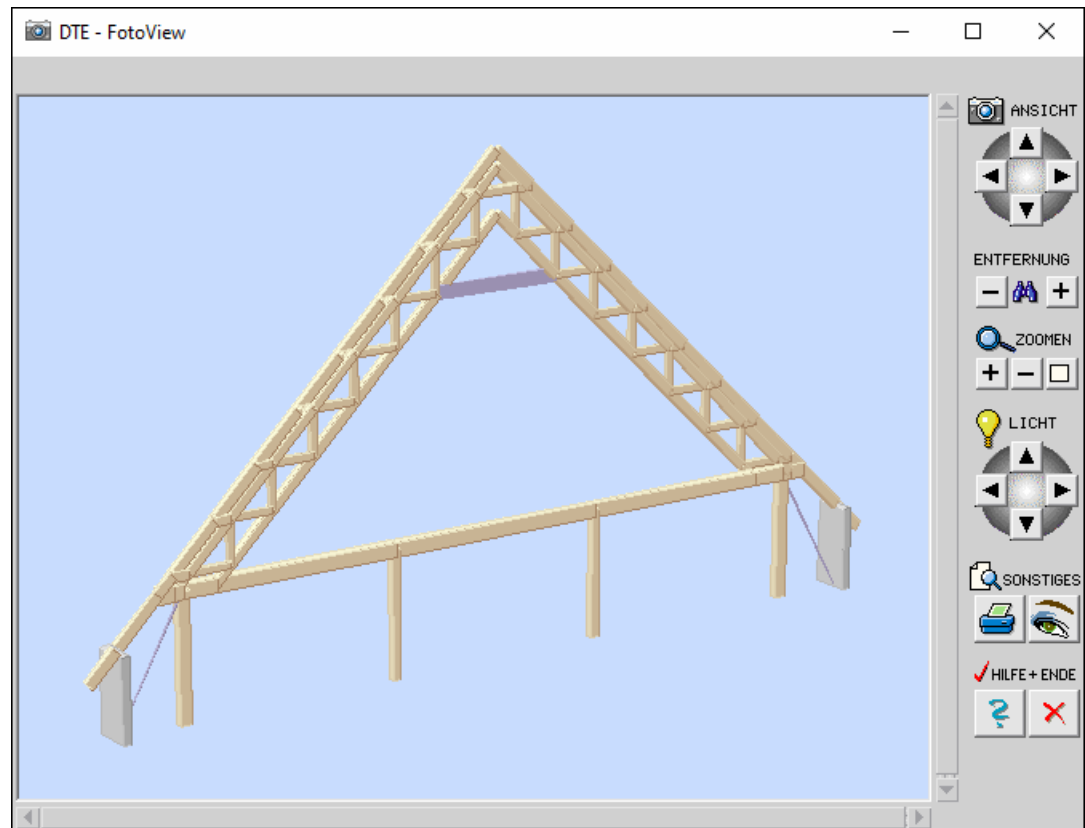


Über den Button **Detailnachweispunkte** können Orte auf dem Tragwerk festgelegt werden für die ein spezielles, detailliertes Ausgabeprotokoll zu den geführten Bemessungen und Nachweisen erstellt werden soll.

Ausführliche Informationen zu den Detailnachweispunkten s. Handbuch *das pcae- Nachweis-konzept*.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das eigenständige **pcae**-Programm **FotoView** aufgerufen, das die Struktur des Systems unter Berücksichtigung der definierten Querschnitte räumlich darstellt.



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



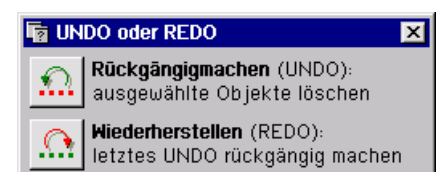
Hierzu wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt. Um zu erfahren, welche Aktion genau rückgängig gemacht wird, muss die Maus für einen Moment über der Schaltfläche verweilen. Es erscheint sodann eine informative Meldung.



Rückgängig machen:
Gruppendefinitionen
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 zurück genommen 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.

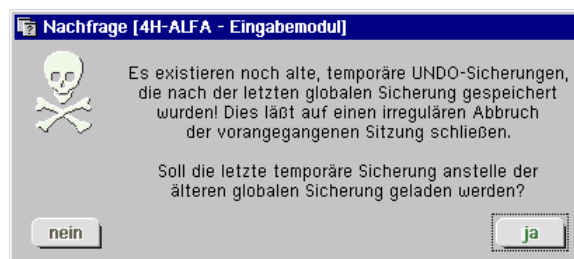
Aus diesem Grunde kann die undo-Funktion auch deaktiviert oder die Anzahl der undo-Level verringert werden. Hierzu muss die Menüfunktion

Sonstiges → undo-Einstellungen
gestartet werden.



Dieser Umstand ist bei der Bearbeitung mit *##*-NISI nur äußerst selten zu erwarten. 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. Wird es fündig und 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 Programmabsturz auf die letzte durchgeführte Aktion.

2.9.10 Datenzustand

2.9.10.1 Datenzustand sichern



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird eine komplette Sicherung des aktuellen Datenzustands durchgeführt. Dies entspricht der Menüfunktion Datenzustand → sichern.

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.

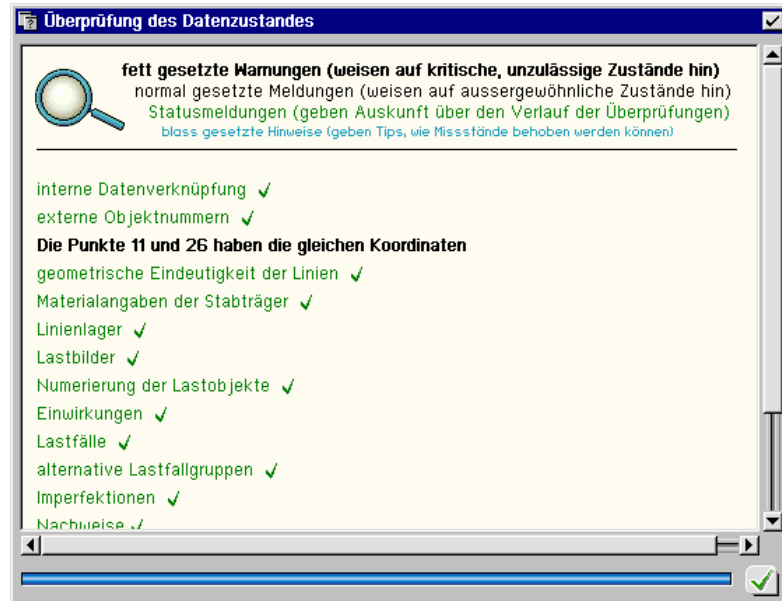
Der so gesicherte Datenzustand kann durch die Menüfunktion Datenzustand → laden wieder hervorgeholt werden.

2.9.10.2

Datenzustand überprüfen



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

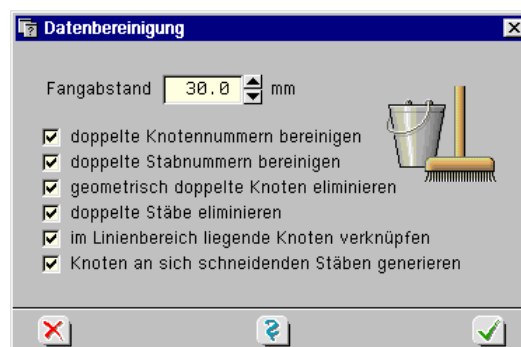
Auch dann, wenn die Datenzustandsüberprüfungsfunktion keine außergewöhnlichen Datenzustände entdeckt, sollte die im nachfolgenden Absatz beschriebene Datenzustandsbereinigung durchgeführt werden.

2.9.10.3

Datenzustand bereinigen



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



Aufgabe dieser Funktion ist, eine konfliktfreie Netzwerkstruktur (vgl. Abs. 2.1.2, S. 11) sicherzustellen. Hierzu müssen unzulässige geometrische Zustände bereinigt werden. Mit Hilfe des **Fangabstandes** wird festgelegt, wie nah zwei Knoten höchstens zusammen liegen 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. 2.5.1, S. 26) 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!

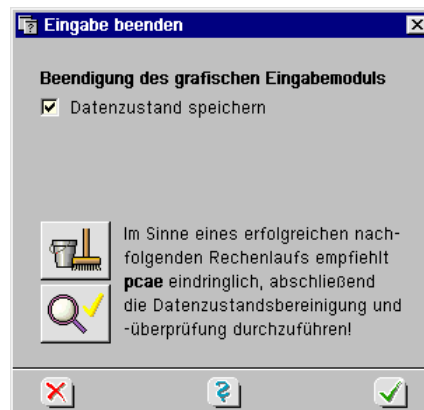
Die Bereinigungsfunktion wird vom grafischen Eingabemodul automatisch vor der Erzeugung der Eingabedatei (s. Abs. 2.9.10.1, S. 59) des Rechenprogramms im Hintergrund vollständig durchgeführt. Werden hierbei notwendige Änderungen am System vorgenommen, erfolgt eine Meldung. Um zu erfahren, welche Änderungen sich ergeben haben, sollte spätestens dann die Datenzustandsbereinigung manuell durchgeführt werden.

2.9.11

Eingabemodul beenden



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons erscheint das Eigenschaftsblatt zur Beendigung der Bearbeitung. Hierin wird festgelegt, ob der aktuelle Datenzustand vor Beendigung 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. einfach 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. 2.4, S. 20, und Abs. 2.5, S. 26, beschriebenen Erzeuge- und Modellierungsfunktionen genutzt. Die Koordinaten der Knoten sowie die Definition der Stäbe mit ihrer Knotenverknüpfung sollten den möglichst endgültigen Zustand annehmen. Abschließend sollte die Bereinigungsfunktion den geometrisch definierten Datenbestand überprüfen.

Spätestens jetzt müssen Einwirkungen, Lastfälle und ggf. Imperfektionen erzeugt und beschrieben werden. Je nach verwendetem Material und zugrunde liegender Norm 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 wird (vgl. Abs. 2.3.10, S. 19).

Nun können die den Lastfällen und Imperfektionen zugeordneten Lastbilder Lastfallfolie für Lastfallfolie entsprechend den Ausführungen unter Abs. 2.7.2, S. 45, erzeugt werden. Außerdem können die Rechenlaufeigenschaften festgelegt werden (vgl. Abs. 2.6.1, S. 33). 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 - sollten die Datenzustandsüberprüfungs- und Bereinigungsfunktionen (Abs. 2.9.10.2 und 2.9.10.3, S. 60 ff.) aktiviert werden.



Die Rechenmodule können - wie auch das Ergebnisvisualisierungsmodul - aus dem grafischen Eingabemodul über die **Start**-Taste aktiviert werden (vgl. Abs. 2.2.6, S. 16).

Das grafische Eingabemodul von #NISI bietet diverse Möglichkeiten, grafische Informationen aus unterschiedlichen CAD-Systemen zu importieren.

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.

3.1

DXF-2D-Filter

Zunächst wird der bereits unter Abs. 1.5, S. 10, 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.



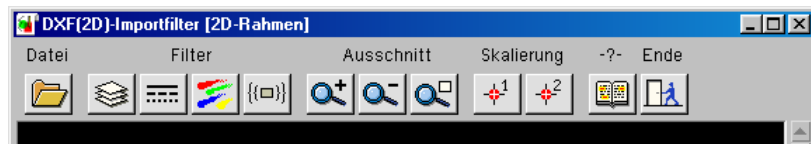
Eine bestehende Eingabedatei wird dabei überschrieben, so dass sich die Aktivierung dieser Funktionen außerhalb der grafischen Eingabe nur am Anfang der Bearbeitungsphase empfiehlt.

Mit Hilfe der 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.



Beschreibung der Interaktionselemente

Datei



Der dargestellte Button ruft ein Fenster, in dem der Name der DXF-Datei zur Geometrieübergabe 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. 2.3.6, S. 17).

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 daraufhin 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.



Es empfiehlt sich, von der Skalierungspunktdefinition 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. Das DTE®-Bauteilsymbol erscheint wie dargestellt. Durch Aktivierung des Bauteils per Doppelklick wird das Eingabemodul gestartet, das das System nach kurzer Konvertierungsarbeit übernimmt.

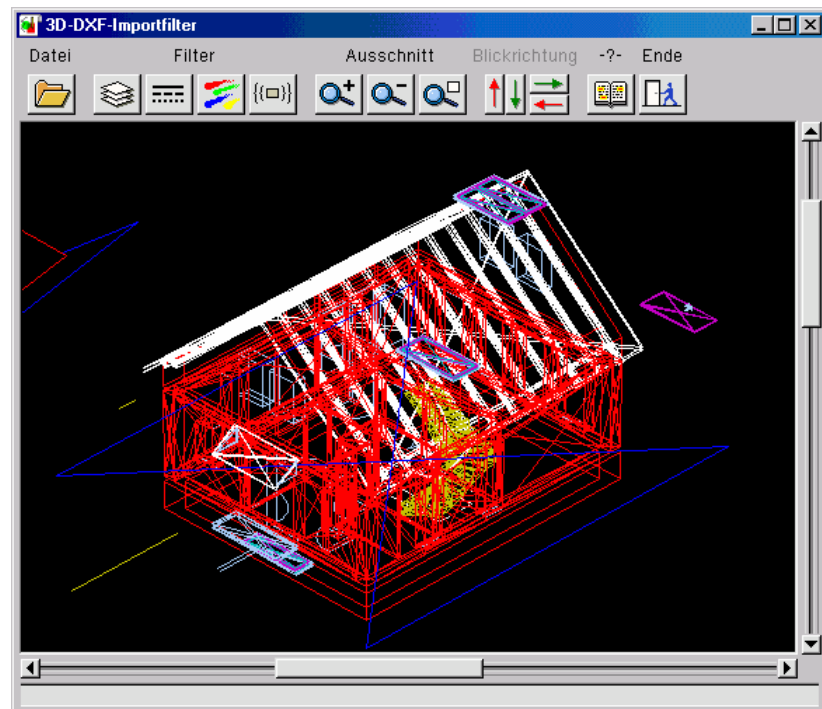
Im Gegensatz zu dem auf den vorangegangenen Seiten beschriebenen CAD-Filter wird der DXF-3D-Filter direkt aus dem grafischen Eingabemodul heraus aufgerufen. Dieser Filter erzeugt keine neue Eingabedatei; vielmehr werden die grafischen Objekte aus dem Filterprogramm zu den bestehenden geometrischen Objekten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



Der DXF-3D-Filter kann innerhalb eines Bauteiles beliebig häufig aufgerufen werden, um neue Geometrien hinzu zu lesen.



Die Aktivierung des Filters ist nur im 3D-Modus unter Zuhilfenahme der nebenstehend dargestellten Schaltflächen möglich. Sie wird unter Abs. 2.4.4.2, S. 24, beschrieben. Das nachfolgend dargestellte Fenster erscheint.



Beschreibung der 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. 3.1, S. 63, beschrieben.

System verdrehen



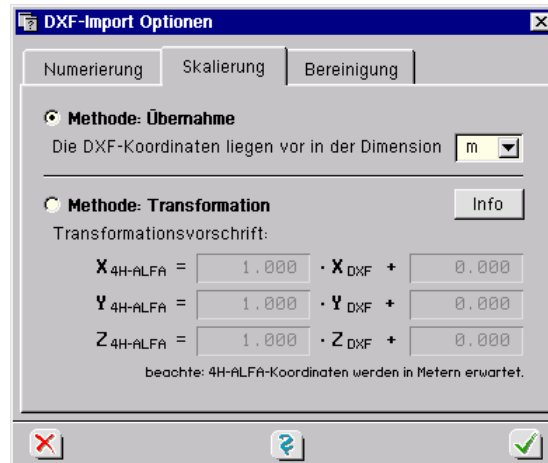
Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten Buttons kann das räumliche Objekt vertikal und horizontal gedreht bzw. gekippt werden. Die Schalter reagieren sinngemäß wie im grafischen Eingabemodul unter Abs. 2.3.1, S. 17, beschrieben.

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:

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

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

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

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 Bereinigungsfunktionen 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.

Vorlagenerzeugung

Die Vorzüge des Arbeitens mit Vorlagen sowie insbesondere der Ladevorgang zur Einbindung einer neuen DXF-Vorlage wurden unter Abs. 2.9.1.1, S. 50, erläutert. Es wird der unter Abs. 3.1, S. 63, beschriebene Filter gestartet. Alle dort beschriebenen Möglichkeiten sind auch bei der Vorlagenerzeugung gegeben. Beim Verlassen des Moduls wird jedoch 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.

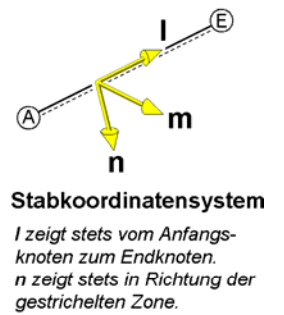
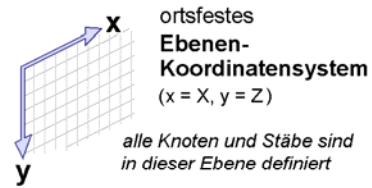
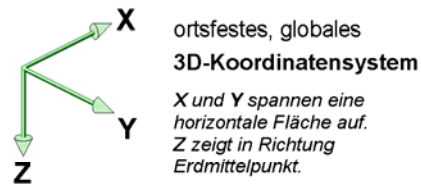


Die Vorlagenerzeugung kann innerhalb eines Bauteiles beliebig häufig aufgerufen werden, um neue Geometrievorlagen hinzu zu lesen.

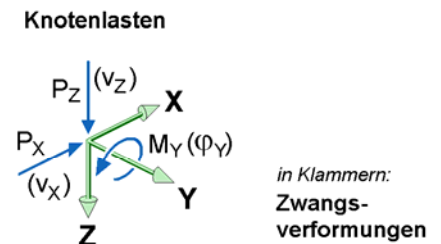
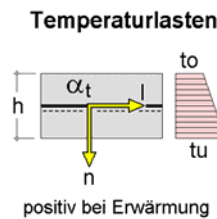
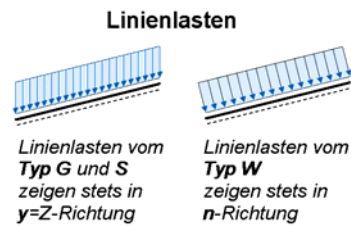
Koordinatensysteme und Vorzeichenregeln

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

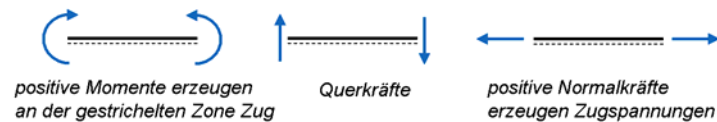
Koordinatensysteme:



Belastungen:



Schnittgrößen:



5

Ergebnisvisualisierungsmodul



Das Visualisierungsmodul zur Darstellung der Ergebnisse des ausgewählten Bauteils wird über den **Start**-Button und den Button **Ergebnisse visualisieren** (S. 16) 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.

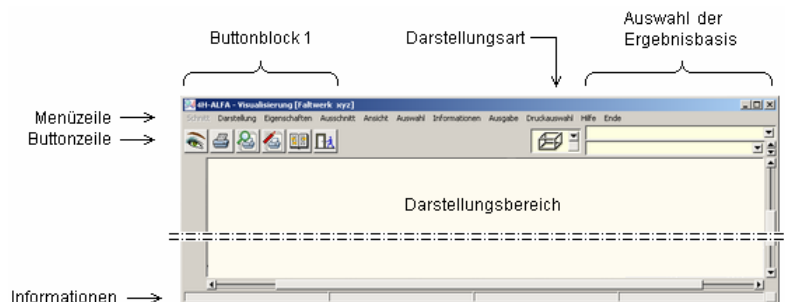
Über den **Doppelklick** werden auch hier Objekteigenschaften und -ergebnisse abgerufen. Die innerhalb einer Sitzung gewählten Darstellungen und ihre Einstellungen können beim Verlassen des Visualisierungsmoduls gespeichert werden, so dass bei neuerlichem Aufruf sofort an den letzten Status angeschlossen werden kann.

5.1

allgemeine Erläuterungen

Das Ergebnisvisualisierungsmodul dient dazu, alle von *4H-NISI* 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

Drei unterschiedliche Darstellungsarten werden 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 3D-Darstellung kann zudem in einzelne Ebenen umgeschaltet werden.



In der Darstellungsart **Liniengrafiken** werden Ergebnisse linienförmiger Objekte (Stäbe, Stabzüge) 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 Extremalbildungen (**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 Stäbe mit oder ohne Nummern und/oder Bezeichnungen dargestellt werden sollen, ob Querschnittssymbole angetragen und mit Druckstabausfall behaftete Stäbe gesondert gekennzeichnet 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 bei der Speicherung gewählten Attributen 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. 5.2, S. 71).



der nebenstehend dargestellte Button öffnet das Hilfedokument



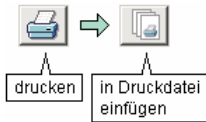
Verlassen der Ergebnisvisualisierung

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

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

5.2

Verwaltung der Druckansichten



Im Darstellungsbereich angezeigte Grafiken können in die Druckliste *ausgewählte Grafiken* gespeichert werden. Hierzu muss zunächst das **Druckersymbol** und danach in dem 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.

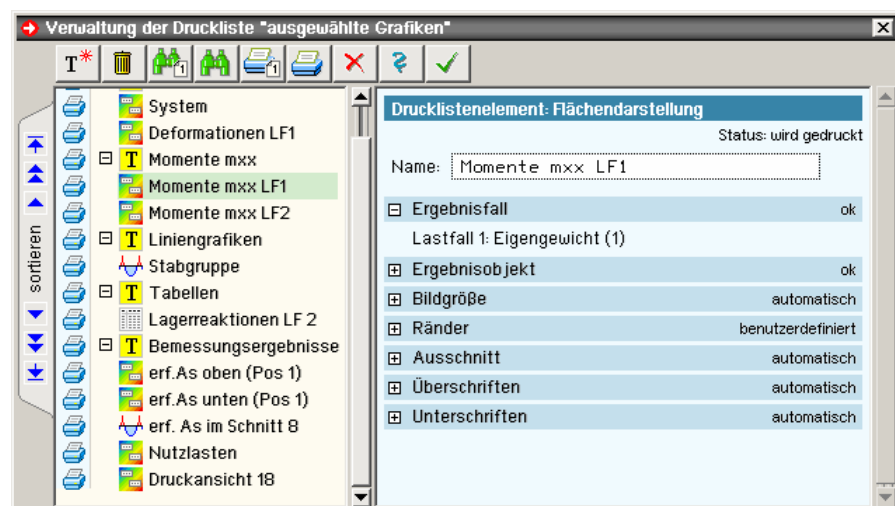
Selbst wenn eine besondere grafische Darstellung nicht in der Druckliste erscheinen soll, empfiehlt es sich u.U., die Grafik für einen direkten Zugriff in einer späteren Sitzung abzuspeichern.



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 Mausklick 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 die folgenden 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



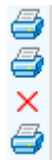
mehrere Zeilen nach unten



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 *3D*



Druckansicht von der Darstellungsart *Liniengrafik*






Druckansicht von der Darstellungsart *Tabelle*




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.

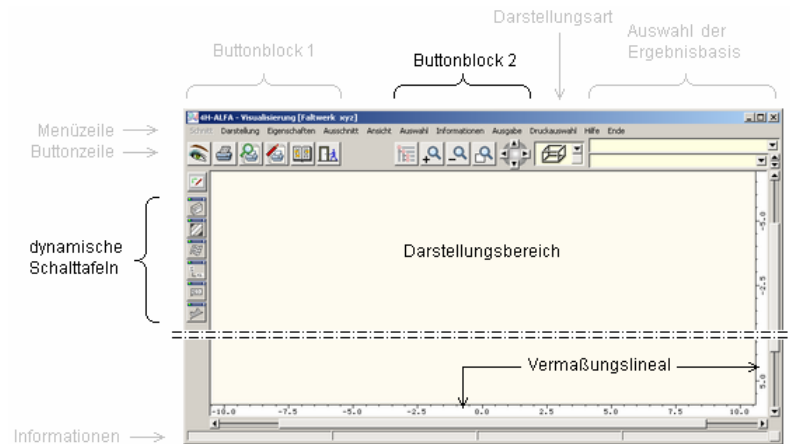
Im rechten Fenster sind die Eigenschaften der jeweils ausgewählten Druckansicht dargestellt. Diese Eigenschaften können insbesondere bei Elementen der Darstellungsart *3D* auch inhaltlich bearbeitet werden.

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. In der 3D-Darstellung kann zudem in einzelne Ebenen umgeschaltet werden.

Das nachfolgende Bild zeigt schematisch das Fenster des Ergebnisvisualisierungsmoduls. Die blass dargestellten Interaktionselemente gehören zur Standardausrüstung des Visualisierungsmoduls und wurden bereits beschrieben (Abs. 5.1, S. 69). 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. Liegt insbesondere bei großen Systemen das Augenmerk auf einem Teilbereich der Gesamtkonstruktion, kann es passieren, dass im Vordergrund stehende Stäbe die Sicht verdecken. In diesen Fällen ermöglicht ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button die Ausschaltung aktuell nicht interessierender Objekte von der Darstellung.



Ausschnitt vergrößern: Der nebenstehend dargestellte Button dient dazu, 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.

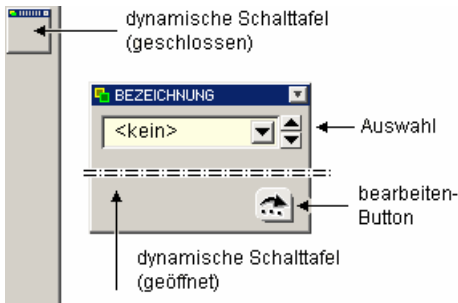


Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten Buttongruppe können Objekte in der 3D-Ansicht verdreht werden. Wird der Button **nach rechts drehen** gedrückt, rotieren die Objekte um eine vertikale Achse nach rechts. Wird der Button **nach unten drehen** gedrückt, rotieren die Objekte um eine horizontale Achse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

dynamische Schalttafeln Jede Ergebnissbasis 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 dazu geeignet sind, bestimmte interessierende Sachverhalte unmittelbar begreifbar herauszustellen.

Die dynamischen Schalttafeln stellen hierzu das Angebot des grafischen Ergebnisvisualisierungsmoduls von #NISI 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 oder Doppelklick im grauen Bereich wieder geschlossen.

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

Ansicht/Ebenen

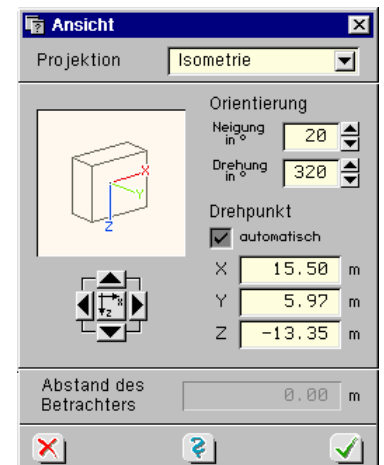


Mit dieser dynamischen Schalttafel kann zwischen der normalen 3D-Ansicht und den im grafischen Eingabemodul definierten Ebenenansichten gewechselt werden.

In der Auswahlliste werden die bei der Eingabe bestimmten Ebenen zugänglich.



Bei Aktivierung der 3D-Darstellung wird über den Button **Ansicht** ein weiteres Eigenschaftsblatt zur Festlegung des Betrachterstandorts geöffnet.



Konturen



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

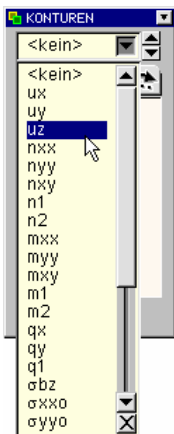


Zum Aufschlagen der Liste sind das **Pfeilsymbol** oder die Auswahlliste anzuklicken.

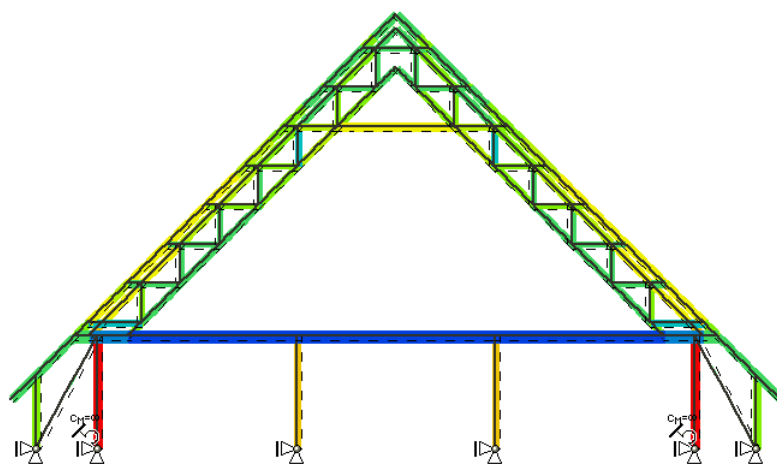


Weiterhin wird in dieser Schalttafel der Wertebereich der Farbuordnungen protokolliert. Um die Wertebereiche zu ändern, muss der **bearbeiten**-Button angeklickt werden. Im folgenden Eigenschaftsblatt sind die Modifikationen vorzunehmen.

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.



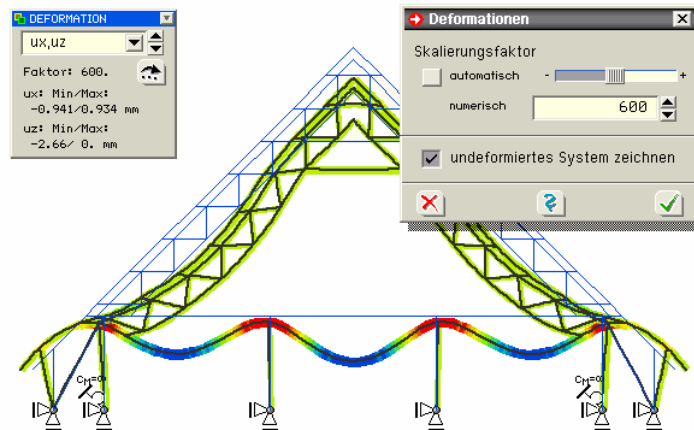
Konturen Normalkräfte



Deformationen



Die dynamische Schalttafel **Deformationen** zeigt das Verformungsverhalten des Systems im aktuell ausgewählten Lastfall/Lastkollektiv in überhöhter Darstellung. Der Überhöhungswert wird als "Faktor" protokolliert. Darunter werden die minimalen und maximalen Komponenten der Verschiebungsgrößen eingetragen. Im folgenden Beispiel sind der Deformationsfigur die Konturen des Biegemomentenverlaufs überlagert.



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.

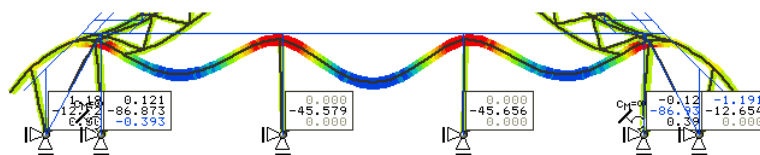
Die Darstellung des deformierten Systems liefert i.d.R. einen sehr guten ersten Eindruck auf das Reaktionsverhalten der Struktur auf ihre Belastungen.

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.



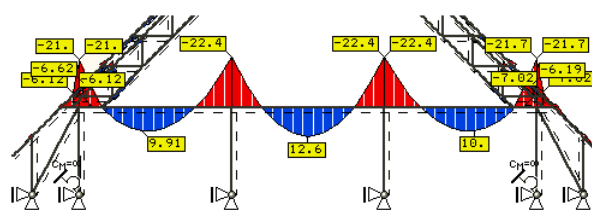
Grenzklinien



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

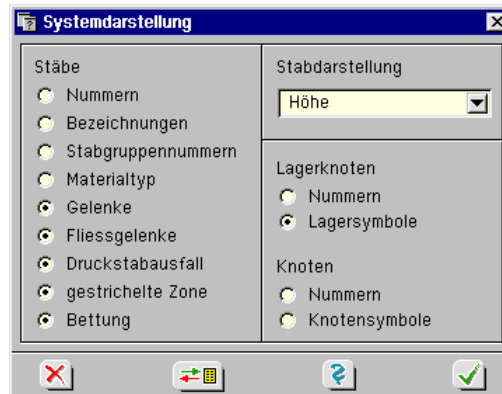
Hier können die Normal- und Querkraftlinien, die Momentenlinien wie auch die Verformungskomponenten aus den einzelnen Lastfällen, aber auch Bemessungsergebnisse an Stäben angetragen werden.

Die Auswahlliste ermöglicht das direkte Umschalten der gewünschten Zustandsgröße.



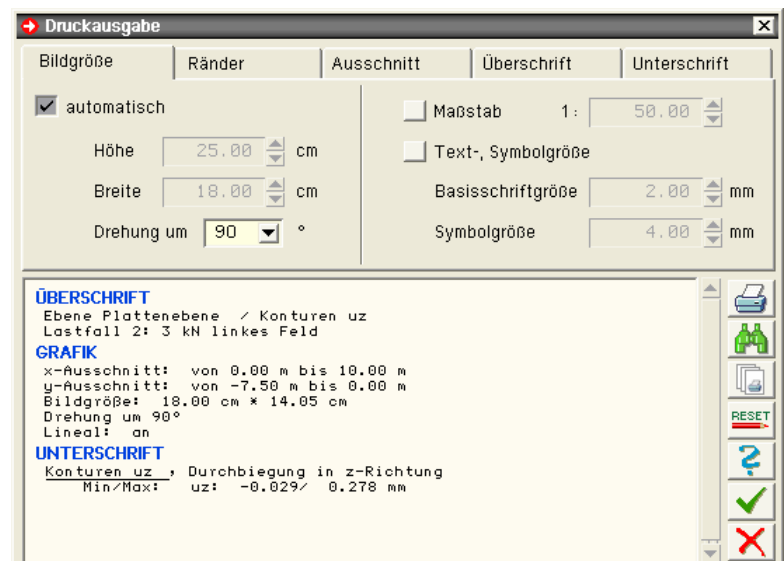
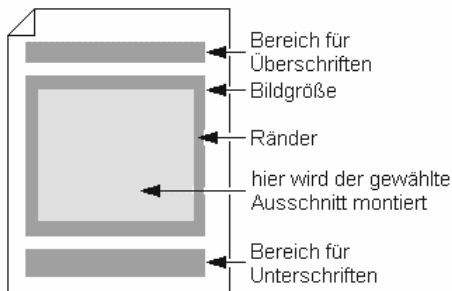
5.6 Funktionen der Steuerbuttons

Systemdarstellung Über den Button **Systemdarstellung** können die Darstellungseigenschaften des lastfall-unabhängigen Systems im 2D-Darstellungsfenster modifiziert werden. Hier wird festgelegt, welche Objektinformationen den Stäben und Punkten angeheftet werden sollen.



Die **Darstellungseigenschaften** können bauteilspezifisch oder schreibtischglobal gespeichert und wieder geladen werden.

Druckausgabe Die aktuell im Darstellungsfenster der Ergebnisvisualisierung eingeblendete Grafik kann in die Datenkategorie **ausgewählte Grafiken/Tabellen** aufgenommen oder direkt auf dem Drucker ausgegeben werden. Zur Verwaltung der Druckansichten s. Abs. 5.2, S. 71.



In diesem Eigenschaftsblatt kann alternativ zur automatischen oder über Abmessungen vorgegebenen Bildgröße eine maßstäbliche Druckausgabe der aktuellen Grafik angesteuert werden. Über die Eingabewerte **Basisschrift-** und **Symbolgröße** kann die Beschriftung und Symbolik der Druckausgabe manipuliert werden.

Im Register **Ausschnitt** kann ein Teilbereich der Gesamtgrafik für die Ausgabe bestimmt werden. Weiterhin kann ein umgebendes Lineal zur Vermaßung gesetzt und die Darstellung um 90° gedreht werden. Das Fenster protokolliert die aktuelle Auswahl.

Entsprechend der o.a. Skizze ergibt sich die **Blattgestaltung** unter Beachtung der in den weiteren Registern angegebenen Randabstände sowie der Über- und Unterschriften.

Steuerbuttons Die am rechten Bildrand der Druckausgabe angebotenen Buttons bewirken



- die direkte Ausgabe des Bildes auf dem Drucker
- Voransicht über den DTE®-Viewer
- Einfügen des Bildes in die Druckliste *ausgewählte Grafiken*
- Zurücksetzen auf Standardwerte
- Aufruf des Hilfemanagers
- Abspeichern der gewählten Einstellung
- Abbruch der Aktion.

Objekte



Über den gezeigten Button erscheint ein Objektbaum auf dem Sichtgerät, in dem alle dargestellten Objekte an- bzw. abgewählt werden können. Durch einfaches Anklicken der einzelnen Objekte werden diese von der Darstellung ausgeschlossen bzw. umgekehrt ihre Darstellung wieder aktiviert. Abgewählte Objekte werden auf dem Bildschirm nicht dargestellt.

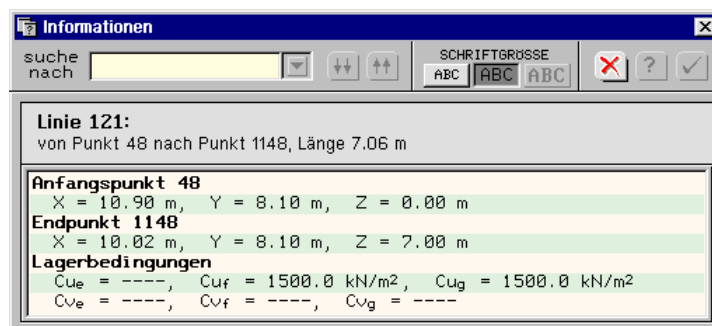


Der **Doppelklick** auf ein Objekt liefert Informationen zu diesem Objekt.

Bei **Doppelklick** mit der Maus auf ein Objekt in der grafischen Darstellung werden Informationen zu diesem Objekt am Bildschirm angezeigt. Objekte sind hierbei Knoten und Stäbe.

Wird beispielsweise Stab 14 angeklickt, erscheint das dargestellte Eigenschaftsblatt, von dem aus Informationen zum Stab abgerufen werden können.

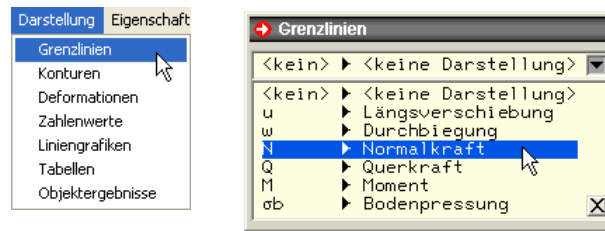
Darüber hinaus können Informationen und die Stabergebnisse im Liniengrafik- bzw. Tabellenmodus eingesehen werden.



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

Schnitt Darstellung Eigenschaften Ausschnitt Ansicht Auswahl Informationen Ausgabe Hilfe Ende

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



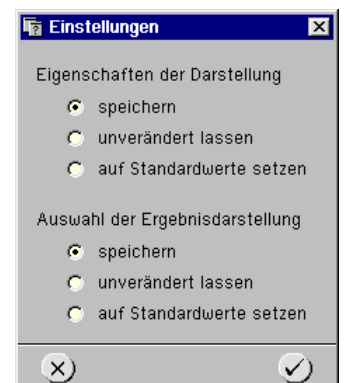
Informationen Über den Aufruf *Informationen* kann bei ausgewähltem Lastfall/Lastkollektiv die zugehörige *Gleichgewichtskontrolle* eingesehen werden.



Speichern Durch Anklicken des dargestellten Buttons wird die Visualisierung der Ergebnisse beendet.



Im abschließenden Eigenschaftsblatt können die aktuellen Einstellungen bzgl. der Darstellungseigenschaften wie auch zur Auswahl der Ergebnisdarstellung für die nächste Visualisierungssitzung gespeichert werden.



Der Abbruch des Programms über den *Kreuzchen*-Button in der Kopfzeile hat "Eigenschaften der Darstellung unverändert lassen" als Voreinstellung.

5.7 darstellbare Ergebnisse Ebene Stabtragwerke

5.7.1 System

h	m	Höhe	b	m	Breite
---	---	------	---	---	--------

5.7.2 Schnittgrößenberechnung

Lastfall

Konturen

u	mm	Längsverschiebung	w	mm	Durchbiegung
φ	‰	Verdrehung (rad)	N	kN	Normalkraft
Q	kN	Querkraft	M	kNm	Moment
σ_b	kN/m ²	Bodenpressung			

Grenzlinien, Liniengrafiken

u	mm	Längsverschiebung	w	mm	Durchbiegung
φ	‰	Verdrehung (rad)	N	kN	Normalkraft
Q	kN	Querkraft	M	kNm	Moment
σ_b	kN/m ²	Bodenpressung			

Tabellen der Stabextrema

Verformungen	min u, min w, min φ , max u, max w, max φ
Schnittgrößen	min N, min Q, min M, max N, max Q, max M
Bodenpressungen	min σ_b , max σ_b

Tabellen

Verformungen	u, w, φ	Durchbiegung	w
Schnittgrößen	N, Q, M	Schnittkräfte	N, Q
Moment	M	Bodenpressungen	σ_b

Lastkollektiv

Konturen

u	mm	Längsverschiebung	w	mm	Durchbiegung
φ	‰	Verdrehung (rad)	N	kN	Normalkraft
Q	kN	Querkraft	M	kNm	Moment
σ_b	kN/m ²	Bodenpressung	ε		Stabkennzahl

Grenzlinien, Liniengrafiken

u	mm	Längsverschiebung	w	mm	Durchbiegung
φ	‰	Verdrehung (rad)	N	kN	Normalkraft
Q	kN	Querkraft	M	kNm	Moment
σ_b	kN/m ²	Bodenpressung	ε		Stabkennzahl

Tabellen der Stabextrema

Verformungen	min u, min w, min φ , max u, max w, max φ
Schnittgrößen	min N, min Q, min M, max N, max Q, max M
Bodenpressungen	min σ_b , max σ_b
Stabkennzahlen	min ε , max ε

Tabellen

Verformungen	u, w, φ	Durchbiegung	w
Schnittgrößen	N, Q, M	Schnittkräfte	N, Q
Moment	M	Bodenpressungen	σ_b
Stabkennzahl	ε		

5.7.3 Extremierung, Zusammenfassung Nachweis

Konturen

min u	mm	min. Längsverschiebung	max u	mm	max. Längsverschiebung
min w	mm	minimale Durchbiegung	max w	mm	maximale Durchbiegung
min φ	‰	minimale Verdrehung (rad)	max φ	‰	maximale Verdrehung (rad)
min N	kN	minimale Normalkraft	max N	kN	maximale Normalkraft

min Q	kN	minimale Querkraft	max Q	kN	maximale Querkraft
min M	kNm	minimales Moment	max M	kNm	maximales Moment
min σ_b	kN/m ²	minimale Bodenpressung	max σ_b	kN/m ²	maximale Bodenpressung

Grenzlinien, Liniengrafiken

u	mm	extr. Längsverschiebg.	w	mm	extr. Durchbiegungen
φ	‰	extr. Verdrehungen (rad)	N	kN	extr. Normalkräfte
Q	kN	extr. Querkräfte	M	kNm	extr. Momente
σ_b	kN/m ²	extr. Bodenpressungen	min ε , max ε		Stabkennzahlen

Tabellen der Stabextrema

Verformungen	min u, min w, min φ , max u, max w, max φ
Schnittgrößen	min N, min Q, min M, max N, max Q, max M
Bodenpressungen	min σ_b , max σ_b

Tabellen

Verformungen	min u, min w, min φ , max u, max w, max φ		
Durchbiegung	min w, max w		
Schnittgrößen	min N, min Q, min M, max N, max Q, max M		
Schnittkräfte	min N, min Q, max N, max Q		
Moment	min M, max M		
Bodenpressungen	min σ_b , max σ_b	min ε , max ε	Stabkennzahlen

5.7.4

Nachweisergebnisse Stahlbeton

5.7.4.1

EC 2/DIN 1045-1 Bemessung u. Bemessung (Th. II. Ord.)

Lastkollektiv, Extremierung, Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm ²	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm ²	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm ²	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm ²	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm ²	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm ²	Zusatzbewehrung (unten)
A_{sbo}	cm ²	erf. Bewehrung (oben)	A_{sbu}	cm ²	erf. Bewehrung (unten)
A_{sdo}	cm ²	Druckbewehrung (oben)	A_{sdu}	cm ²	Druckbewehrung (unten)
$a_{sbü}$	cm ² /m	Schubbewehrung	V_{Ed}	kN	zug. Bemessungsquerkraft
V_{Rdct}	kN	zug. Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit	V_{Rdmax}	kN	zug. Bemessungswert der max. Querkrafttragfähigkeit
AB		Ausnutzungsbereich			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm ²	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm ²	Grundbewehrung des Nachweises			
ΔA_s	cm ²	Zusatzbewehrung	A_{sb}	cm ²	erf. Bewehrung
A_{sd}	cm ²	Druckbewehrung	$a_{sbü}$	cm ² /m	Schubbewehrung
V_{Ed}/V_{Rdct}	kN	zug. Bemessungsquerkraft, Querkrafttragfähigkeit			
V_{Rdmax}	kN	zug. Bemessungswert der max. Querkrafttragfähigkeit	AB		Ausnutzungsbereich

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so} , A_{su} , μ_s , $a_{sbü}$	Längsbewehrung	A_{so} , A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s	Schubbewehrung	$a_{sbü}$

Tabellen

Bewehrung	A_{so} , A_{su} , μ_s , $a_{sbü}$	Längsbewehrung	A_{so} , A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s	Schubbewehrung	$a_{sbü}$
Bemessung	A_{sbo} , A_{sbu} , A_{s0o} , A_{s0u} , ΔA_{so} , ΔA_{su} , A_{so} , A_{su} , μ_s , $a_{sbü}$		
Schubnachweis	V_{Ed} , V_{Rdct} , V_{Rdmax} , AB, $a_{sbü}$		

5.7.4.2

EC 2/DIN 1045-1 Rissnachweis

Lastkollektiv, Extremierung, Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
$A_{so,Min}$	cm^2	Mindestbewehrung (Rissnachweis, oben)	$A_{su,Min}$	cm^2	Mindestbewehrung (Rissnachweis, unten)
zul d_{sRo}	mm	zul. Grenz- σ (oben)	zul d_{sRu}	mm	zul. Grenz- σ (unten)

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
$A_{s,Min}$	cm^2	Mindestbewehrung aus Rissnachweis	zul d_{sR}	mm	zul. Grenz- σ

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{so,Min}, A_{su,Min}, A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Grenzdurchmesser	$A_{so}, A_{su}, \text{zul } d_{sRo}, \text{zul } d_{sRu}$

5.7.4.3

EC 2/DIN 1045-1 Ermüdungsnachweis

Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
$\Delta \sigma_{so}$	MN/m^2	Schwingbreite (oben)	$\Delta \sigma_{su}$	MN/m^2	Schwingbreite (unten)
U_c		Betonausnutzung aus Ermüdung			
min σ_{so}	MN/m^2	min. Stahlspg. (oben)	max σ_{so}	MN/m^2	max. Stahlspg. (oben)
min σ_{su}	MN/m^2	min. Stahlspg. (unten)	max σ_{su}	MN/m^2	max. Stahlspg. (unten)
min σ_c	MN/m^2	minimale Betonspg.			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
U_c		Betonausnutzung aus Erm.			
σ_{so}	MN/m^2	extr. Stahlspg. (oben)	σ_{su}	MN/m^2	extr. Stahlspg. (unten)
min σ_c	MN/m^2	minimale Betonspannung			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su} Bewehrungsgrad μ_s
Schwingbreite	$A_{so}, A_{su}, \min \sigma_{so}, \max \sigma_{so}, \square \Delta \sigma_{so}, \min \sigma_{su}, \max \sigma_{su} \square \square \square, \Delta \sigma_{su}, \min \sigma_c, U_c$

5.7.4.4

EC 2/DIN 1045-1 Spannungsnachweis

Lastkollektiv

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
σ_{so}	MN/m^2	Stahlspannung (oben)	σ_{su}	MN/m^2	Stahlspannung (unten)
$\min \sigma_c$	MN/m^2	minimale Betonspannung			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
σ_{so}	MN/m^2	Stahlspannung (oben)	σ_{su}	MN/m^2	Stahlspannung (unten)
$\min \sigma_c$	MN/m^2	minimale Betonspannung			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su} Bewehrungsgrad μ_s
Spannungen	$A_{so}, A_{su}, \sigma_{so}, \sigma_{su}, \min \sigma_c$

Extremierung, Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
$\min \sigma_{so}$	MN/m^2	min. Stahlspg. (oben)	$\max \sigma_{so}$	MN/m^2	max. Stahlspg. (oben)
$\min \sigma_{su}$	MN/m^2	min. Stahlspg. (unten)	$\max \sigma_{su}$	MN/m^2	max. Stahlspg. (unten)
$\min \sigma_c$	MN/m^2	min. Betonspannung			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
σ_{so}	MN/m^2	extr. Stahlspg. (oben)	σ_{su}	MN/m^2	extr. Stahlspg. (unten)
$\min \sigma_c$	MN/m^2	minimale Betonspg.			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su} Bewehrungsgrad μ_s
Spannungen	$A_{so}, A_{su}, \min \sigma_{so}, \max \sigma_{so}, \min \sigma_{su}, \max \sigma_{su}, \min \sigma_c$

5.7.4.5

EC 2/DIN 1045-1 Knicksicherheit u. Durchbiegung Zustand 2

Lastkollektiv

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
I_{eff} / I_b		eff. Steifigkeit (Zustand 2)			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
I_{eff} / I_b		eff. Steifigkeit (Zustand 2)			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$		
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}	Bewehrungsgrad	μ_s
eff. Steifigkeit	I_{eff} / I_b		

Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
I_{eff} / I_b		min. eff. Steifigkeit (Zust. 2)			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
I_{eff} / I_b		extr. eff. Steifigk. (Zust. 2)			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$		
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}	Bewehrungsgrad	μ_s
eff. Steifigkeit	$\min I_{eff} / I_b, \max I_{eff} / I_b$		

5.7.4.6

DIN 1045 Bemessung, u. Bemessung (Th. II. Ord.)

Lastkollektiv, Extremierung, Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
A_{sbo}	cm^2	erf. Bewehrung (oben)	A_{sbu}	cm^2	erf. Bewehrung (unten)
A_{sdo}	cm^2	Druckbewehrung (oben)	A_{sdu}	cm^2	Druckbewehrung (unten)
$a_{sbü}$	cm^2/m	Schubbewehrung	τ_0	MN/m^2	max. Schubspannung
τ	MN/m^2	max. Bemessungsschubspannung	SB		max. Schubbereich

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbew. des Nachweises			
ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung	A_{sb}	cm^2	erf. Bewehrung
A_{sd}	cm^2	Druckbewehrung	$a_{sbü}$	cm^2/m	Schubbewehrung
τ / τ_0	MN/m^2	Schubspannungen	SB		Schubbereich

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	$A_{so}, A_{su}, \mu_s, a_{sbü}$	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s	Schubbewehrung	$a_{sbü}$

Tabellen

Bewehrung	$A_{so}, A_{su}, \mu_s, a_{sbü}$	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s	Schubbewehrung	$a_{sbü}$
Bemessung	$A_{sbo}, A_{sbu}, A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s, a_{sbü}$		
Schubnachweis	$Q, \tau, \tau_0, SB, a_{sbü}$		

5.7.4.7

DIN 1045 Rissnachweis

Lastkollektiv, Extremierung, Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
$A_{so,Min}$	cm^2	Mindestbewehrung (Rissnachweis, oben)	$A_{su,Min}$	cm^2	Mindestbewehrung (Rissnachweis, unten)

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbew. des Nachweises	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
$A_{s,Min}$	cm^2	Mindestbew. Rissnachweis			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{so,Min}, A_{su,Min}, A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$		
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}	Bewehrungsgrad	μ_s

5.7.4.8 DIN 1045 Schwingbreitennachweis

Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
$\Delta \sigma_{so}$	MN/m^2	Schwingbreite (oben)	$\Delta \sigma_{su}$	MN/m^2	Schwingbreite (unten)

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbew. des Nachweises			
ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung	$\Delta \sigma_s$	MN/m^2	Schwingbreite

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$		
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}	Bewehrungsgrad	μ_s
Schwingbreite	$A_{so}, A_{su}, \Delta \sigma_{so}, \Delta \sigma_{su}$		

5.7.4.9 DIN 1045 Knicksicherheit u. Durchbiegung Zustand 2

Lastkollektiv

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbew. Nachw. (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbew. Nachw. (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
I_{eff} / I_b		eff. Steifigkeit (Zust. 2)			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbew. des Nachw.	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
I_{eff} / I_b		eff. Steifigkeit (Zust. 2)			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{so}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s		

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{so}, \Delta A_{su}, A_{so}, A_{su}, \mu_s$		
Längsbewehrung	A_{so}, A_{su}	Bewehrungsgrad	μ_s
eff. Steifigkeit	I_{eff} / I_b		

Zusammenfassung Nachweis

Konturen

A_{so}	cm^2	Bewehrung (oben)	A_{su}	cm^2	Bewehrung (unten)
μ_s	%	Bewehrungsgrad			
A_{s0o}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (oben)	A_{s0u}	cm^2	Grundbewehrung des Nachweises (unten)
ΔA_{so}	cm^2	Zusatzbewehrung (oben)	ΔA_{su}	cm^2	Zusatzbewehrung (unten)
I_{eff} / I_b		min. eff. Steifigk. (Zust. 2)			

Grenzlinien, Liniengrafiken

A_s	cm^2	Bewehrung	μ_s	%	Bewehrungsgrad
A_{s0}	cm^2	Grundbew. des Nachw.	ΔA_s	cm^2	Zusatzbewehrung
I_{eff} / I_b		extr. eff. Steifigkeiten (Zustand 2)			

Tabellen der Stabextrema

Bewehrung	A_{s0}, A_{su}, μ_s	Längsbewehrung	A_{s0}, A_{su}
Bewehrungsgrad	μ_s	effektive Steifigkeit	$\min I_{\text{eff}} / I_b, \max I_{\text{eff}} / I_b$

Tabellen

Bewehrung	$A_{s0o}, A_{s0u}, \Delta A_{s0}, \Delta A_{su}, A_{s0}, A_{su}, \mu_s$
Längsbewehrung	A_{s0}, A_{su} Bewehrungsgrad μ_s

5.7.5

Nachweisergebnisse Stahl

5.7.5.1

EC 3/DIN 18800 Tragfähigkeit (Th. I. Ord. u. II. Ord.) u. DIN 18800 Traglast (Fließgelenke, Th. II. Ord.)

Lastkollektiv

Konturen

σ_o	MN/m^2	Randspg. (elast., oben)	σ_u	MN/m^2	Randspg. (elast., unten)
τ	MN/m^2	Schubspg. (elastisch)	σ_v	MN/m^2	Vergleichsspg. (elastisch)
$\max \sigma_{el}$	MN/m^2	max. Nachweisspg. (elast.)	$M_{pl,N,Q}$	kNm	aufnehmbares Mom. (plast.)
U_s		Spannungsausnutzung			
b/t_{0-0}		vorh(b/t)/grenz(b/t), beidseitig gelenkig	$b/t_{\infty-0}$		vorh(b/t)/grenz(b/t), einseitig gelenkig
U		Ausnutzung			

Grenzlinien, Liniengrafiken

σ_o	MN/m^2	Randspg. (elast., oben)	σ_u	MN/m^2	Randspg. (elast., unten)
τ	MN/m^2	Schubspg. (elast.)	σ_v	MN/m^2	Vergleichsspg. (elast.)
$\max \sigma_{el}$	MN/m^2	max. Nachweisspg. (elast.)	$M_{pl,N,Q}$	kNm	aufnehmbares Mom. (plast.)
U_s		Spannungsausnutzung	$b/t_{0-0}, b/t_{\infty-0}$		vorh(b/t)/grenz(b/t)
U		Ausnutzung			

Tabellen der Stabextrema

max. Ausnutzung	U
-----------------	-----

Tabellen

Nachweisergebnisse	$\sigma, \tau, \sigma_v, \max \sigma_{el}, M_{pl,N,Q}, U_s, b/t_{0-0}, b/t_{\infty-0}, U$
Spannungen	σ, τ, σ_v
Ausnutzungen	$U_s, b/t_{0-0}, b/t_{\infty-0}, U$ max. Ausnutzung U

Extremierung (nur Th. I. Ord.), Zusammenfassung Nachweis

Konturen

$\min \sigma_o$	MN/m^2	min. Randspg. (oben)	$\max \sigma_o$	MN/m^2	max. Randspg. (oben)
$\min \sigma_u$	MN/m^2	min. Randspg. (unten)	$\max \sigma_u$	MN/m^2	max. Randspg. (unten)
τ	MN/m^2	Schubspg. (elastisch)	σ_v	MN/m^2	Vergleichsspg. (elastisch)
$\max \sigma_{el}$	MN/m^2	max. Nachweisspg. (elast.)	$M_{pl,N,Q}$	kNm	aufnehmbares Mom. (plast.)
U_s		Spannungsausnutzung			
b/t_{0-0}		vorh(b/t)/grenz(b/t), beidseitig gelenkig	$b/t_{\infty-0}$		vorh(b/t)/grenz(b/t), einseitig gelenkig
U		Ausnutzung			

Grenzlinien, Liniengrafiken

σ_o	MN/m^2	extremale Randspannung (elastisch, oben)
σ_u	MN/m^2	extremale Randspannung (elastisch, unten)
τ	MN/m^2	Schubspannung (elastisch)
σ_v	MN/m^2	Vergleichsspannung (elastisch)

$\max \sigma_{el}$	MN/m ²	maximale Nachweisspannung (elastisch)
$M_{pl,N,Q}$	kNm	aufnehmbares Moment (plastisch)
U_s		Spannungsausnutzung
$b/t_{0-0}, b/t_{-0}$		vorh(b/t)/grenz(b/t)
U		Ausnutzung

Tabellen der Stabextrema

max. Ausnutzung U

Tabellen

Nachweisergebnisse	$\sigma, \tau, \sigma_v, \max \sigma_{el}, M_{pl,N,Q}, U_s, b/t_{0-0}, b/t_{-0}, U$
Spannungen	σ, τ, σ_v
Ausnutzungen	$U_s, b/t_{0-0}, b/t_{-0}, U$ max. Ausnutzung U

5.7.6

Nachweisergebnisse Holz

5.7.6.1

EC 5/DIN 1052:2008 Th. I. und II. Ord.

Lastkollektiv

Konturen

N	kN	Normalkraft	Q	kN	Querkraft
M	kNm	Moment	σ_b	kN/m ²	Bodenpressung
ε		Stabkennzahl	u	mm	Längsverschiebung
w	mm	Durchbiegung	φ	‰	Verdrehung (rad)
U		max. Ausnutzung	k_{mod}		Modifikationsbeiwert
$\min \sigma$	MN/m ²	min. Normalspannung	$\max \sigma$	MN/m ²	max. Normalspannung
$U_{\sigma,c}$		Ausn. inf. Biegg. u. Druck	$U_{\sigma,t}$		Ausn. inf. Biegung u. Zug
τ	MN/m ²	Schubspg. aus Querkraft	U_{τ}		Ausnutzung inf. Querkraft

Grenzlinien, Liniengrafiken

N	kN	Normalkraft	Q	kN	Querkraft
M	kNm	Moment	σ_b	kN/m ²	Bodenpressung
ε		Stabkennzahl	u	mm	Längsverschiebung
w	mm	Durchbiegung	φ	‰	Verdrehung (rad)
U		max. Ausnutzung	k_{mod}		Modifikationsbeiwert
$\text{ext } \sigma$	MN/m ²	extr. Normalspannung			
$U_{\sigma,c}$		Ausn. inf. Biegg. u. Druck	$U_{\sigma,t}$		Ausn. inf. Biegung u. Zug
τ	MN/m ²	Schubspg. aus Querkraft	U_{τ}		Ausnutzung inf. Querkraft

Standardkombination und Zusammenfassung

Grenzlinien

$\text{ext } N$	kN	extr. Normalkraft	$\text{ext } Q$	kN	extr. Querkraft
$\text{ext } M$	kNm	extr. Moment	$\text{ext } \sigma_b$	kN/m ²	extr. Bodenpressung
$\text{ext } \varepsilon$		extr. Stabkennzahl	$\text{ext } u$	mm	extr. Längsverschiebung
$\text{ext } w$	mm	extr. Durchbiegung			
U		max. Ausnutzung	k_{mod}		Modifikationsbeiwert
$\text{ext } \sigma$	MN/m ²	extr. Normalspannung			
$U_{\sigma,c}$		Ausn. inf. Biegung u. Druck	$U_{\sigma,t}$		Ausn. inf. Biegung u. Zug
τ	MN/m ²	Schubspg. aus Querkraft	U_{τ}		Ausnutzung inf. Querkraft
$\text{ext } w_{A,n}$	mm	extr. Durchbiegg. Teil A	$w_{A,n,req}$	mm	maßgeb. Durchbiegg. Teil A
$\text{ext } w_{B,n}$	mm	extr. Durchbiegg. Teil B	$w_{B,n,req}$	mm	maßgeb. Durchbiegg. Teil B
$\text{ext } w_n$	mm	extr. Durchbiegg. n-Richtg.	$w_{0,n}$	mm	Überhöhung n-Richtg.
$w_{n,req}$	mm	maßgeb. Durchbiegg. n-R.			

Konturen

$\min N$	kN	min. Normalkraft	$\max N$	kN	max. Normalkraft
$\min Q$	kN	min. Querkraft	$\max Q$	kN	max. Querkraft
$\min M$	kNm	min. Moment	$\max M$	kNm	max. Moment
$\min \sigma_b$	kN/m ²	min. Bodenpressung	$\max \sigma_b$	kN/m ²	max. Bodenpressung

min u	mm	min. Längsverschiebung	max u	mm	max. Längsverschiebung
min w	mm	min. Durchbiegung	max w	mm	max. Durchbiegung
min φ	‰	min. Verdrehung (rad)	max φ	‰	max. Verdrehung (rad)
U		max. Ausnutzung	k_{mod}		Modifikationsbeiwert
min σ	MN/m ²	min. Normalspannung	max σ	MN/m ²	max. Normalspannung
$U_{\sigma,c}$		Ausn. inf. Biegg. u. Druck	$U_{\sigma,t}$		Ausn. inf. Biegung u. Zug
τ	MN/m ²	Schubspg. aus Querkraft	U_{τ}		Ausnutzung inf. Querkraft
min $w_{A,n}$	mm	min. Durchbiegg. Teil A	max $w_{A,n}$	mm	max. Durchbiegg. Teil A
$w_{A,n,req}$	mm	maßg. Durchbiegg. Teil A			
min $w_{B,n}$	mm	min. Durchbiegg. Teil B	max $w_{B,n}$	mm	max. Durchbiegg. Teil B
$w_{B,n,req}$	mm	maßg. Durchbiegg. Teil B			
min w_n	mm	min. Durchbiegg. n-Richtg.	max w_n	mm	max. Durchbiegg. n-Richtg.
$w_{0,n}$	mm	Überhöhung n-Richtg.	$w_{n,req}$	mm	maßgeb. Durchbiegg. n-R.

5.7.6.2 DIN 1052 1988 Lastfall H, HZ, HZS (Th. I. Ord.) und Lastfall H, HZ (Th. II. Ord.)

Lastkollektiv

Konturen

σ_o	MN/m ²	Randspannung (oben)	σ_u	MN/m ²	Randspannung (unten)
τ	MN/m ²	maximale Schubspannung	σ_D	MN/m ²	maximale Druckspannung
σ_Z	MN/m ²	maximale Zugspannung	U		Ausnutzung

Grenzlinien, Liniengrafiken

σ_o	MN/m ²	Randspannung (oben)	σ_u	MN/m ²	Randspannung (unten)
τ	MN/m ²	maximale Schubspg.	σ_D, σ_Z	MN/m ²	maximale Nachweisspgn.
U		Ausnutzung			

Tabellen der Stabextrema

max. Ausnutzung U

Extremierung (nur Th. I. Ord.), Zusammenfassung Nachweis

Konturen

min σ_o	MN/m ²	min. Randspg. (oben)	max σ_o	MN/m ²	max. Randspg. (oben)
min σ_u	MN/m ²	min. Randspg. (unten)	max σ_u	MN/m ²	max. Randspg. (unten)
τ	MN/m ²	maximale Schubspg.			
σ_D	MN/m ²	maximale Druckspg.	σ_Z	MN/m ²	maximale Zugspannung
U		Ausnutzung			

Grenzlinien, Liniengrafiken

σ_o	MN/m ²	extr. Randspg. (oben)	σ_u	MN/m ²	extr. Randspannung (unten)
τ	MN/m ²	maximale Schubspg.	σ_D, σ_Z	MN/m ²	max. Nachweisspannungen
U		Ausnutzung			

Tabellen der Stabextrema

max. Ausnutzung U

Tabellen

Nachweisergebnisse	$\sigma, \tau, \sigma_D, \sigma_Z, U$
Spannungen	σ, τ
max. Ausnutzung	U

Drucklistengestaltung

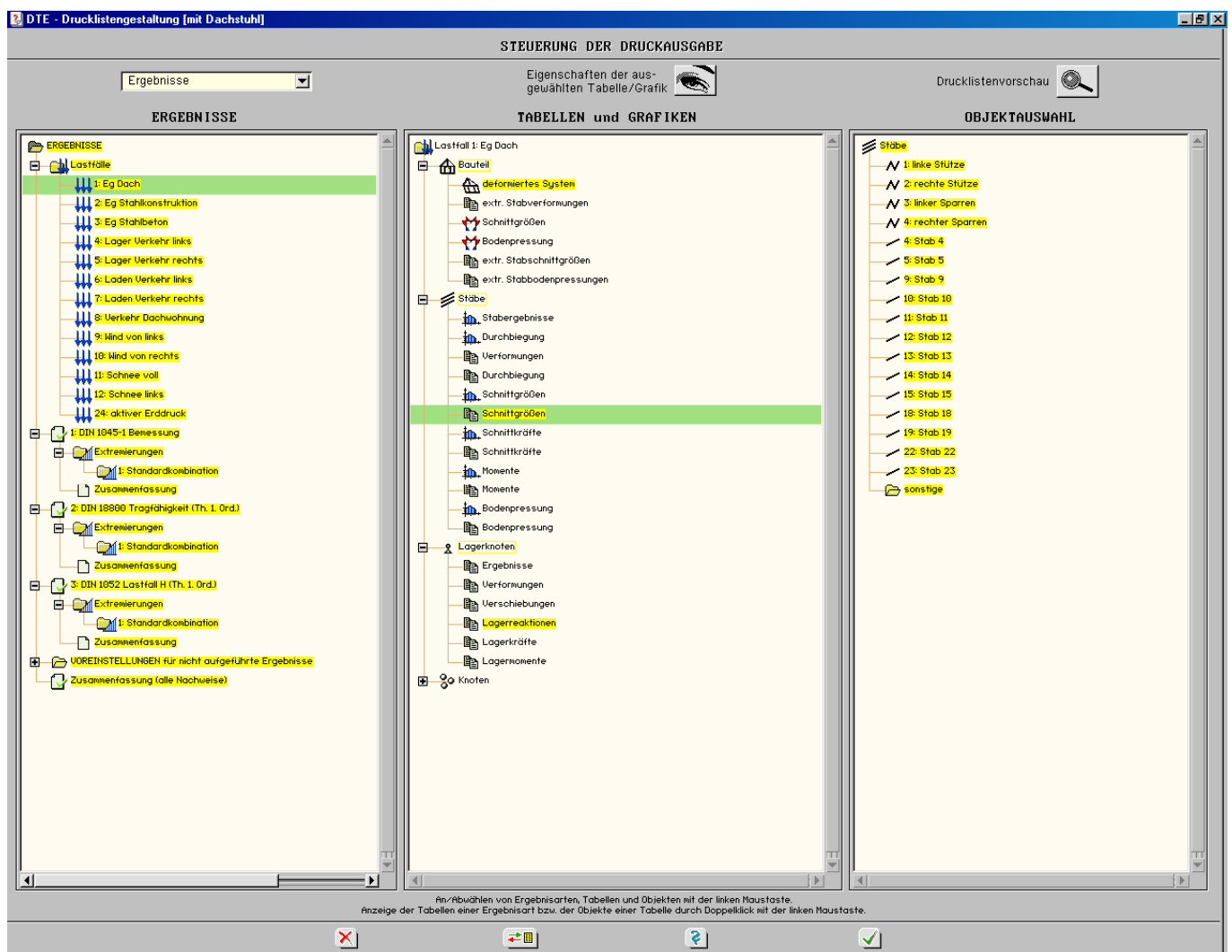
Die Verwaltung der Ausgabe der im Rahmen von Stabwerksberechnungen anfallenden Menge von Ein- und Ausgabewerten wird von der *##-NISI* - Drucklistengestaltung übernommen.

Die von *##-NISI* 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.

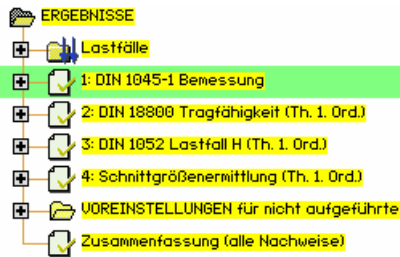
Die Drucklistengestaltung ist ein individuell konfigurierbares Werkzeug. In übersichtlicher Form werden die zu den Stäben und Knoten bereitgestellten Grafiken und Tabellen für die Gestaltung des Ausgabedokuments angeboten. Hier kann z.B. festgelegt werden, dass die Ergebnisse zum Lastfall 1 vollständig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



Nach Start über den Button **Einstellungen der Ergebnisdruckliste** in der Rechenlaufsteuerung der grafischen Eingabe (Abs. 2.6.1, S. 33) erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, das drei nebeneinander stehende Auswahlfenster enthält. Diese Fenster tragen die Bezeichnungen *Ergebnisse*, *Tabellen* und *Grafiken* und *Objektauswahl*.



6.1 Fenster *Ergebnisse*



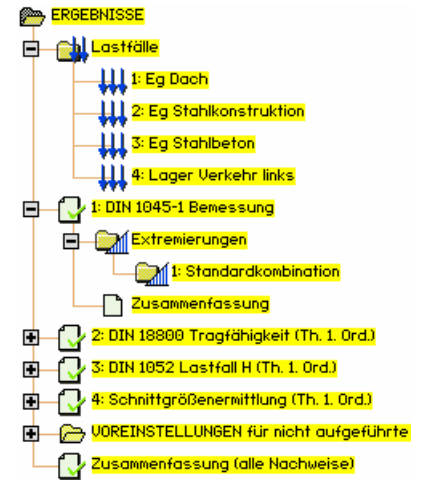
Befassen wir uns zunächst mit dem Fenster *Ergebnisse*, dessen Inhalt in der Ausgangsstellung nebenstehend dargestellt ist. Hier wird zwischen den **Ergebnistypen** Lastfälle, Nachweise, Voreinstellungen und Zusammenfassung unterschieden, die in einer Baumstruktur zur Auswahl angeboten werden.

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 vier 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 ausgewählt. 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 Basisobjektes ist gleichbedeutend mit der Aus- bzw. Abwahl sämtlicher seiner Unterobjekte.

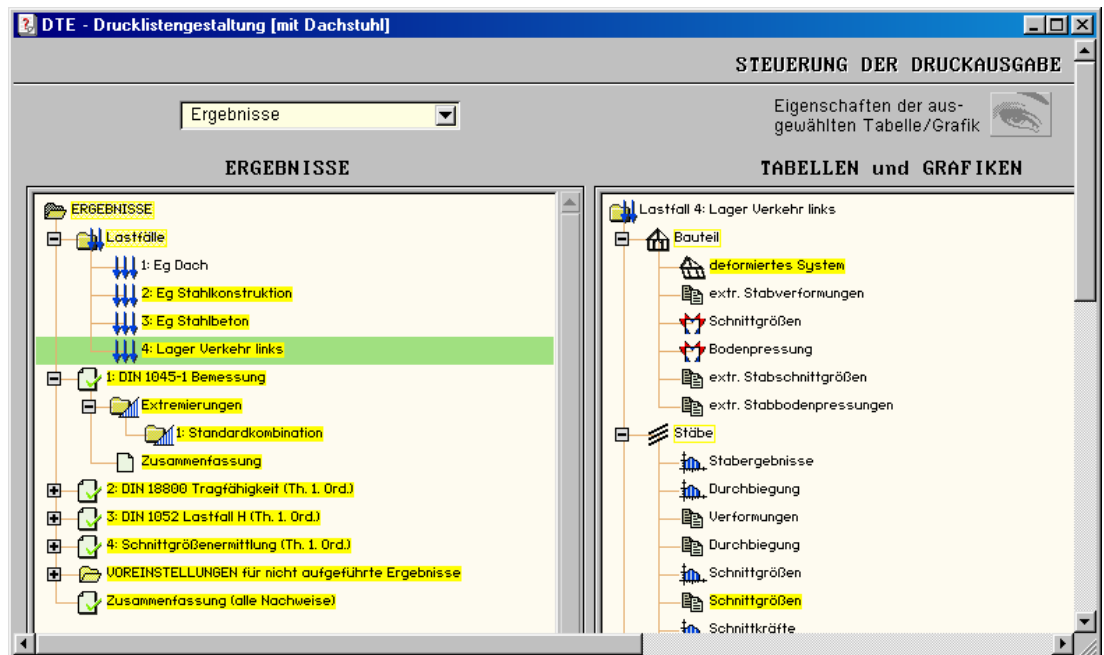
Zusätzlich existiert eine Objektgruppe *Voreinstellungen für nicht aufgeführte Ergebnisse*. Durch Auswahl dieses Objekts wird festgelegt, wie zu einem späteren Zeitpunkt definierte Lastfälle, Lastkollektive, Extremierungen und die Zusammenfassung zu behandeln sein sollen.

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 wieder: 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*.



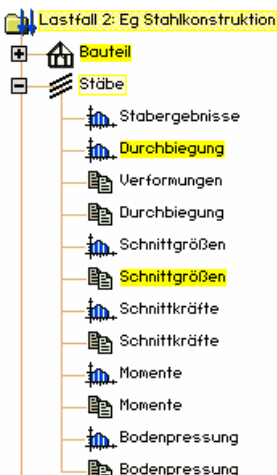
Bei den **Lastfallobjekten** wird auf oberster Stufe zwischen folgenden Objekten unterschieden:



Bauteilinformationen
Stabergebnisse
Ergebnisse der Punktlager
Ergebnisse der definierten Knoten.

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

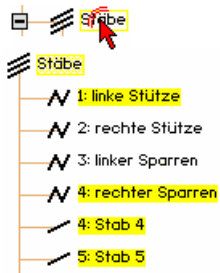
"Die Ergebnisse des Lastfalls 4 sollen teilweise ausgegeben werden. Es sollen alle Bauteilinformationen und die Ergebnisse aller Lagerknoten, aber nur ausgewählte Ergebnisse zu den Stäben ausgegeben werden. Auf die Ergebnisse sonstiger definierter Knoten soll insgesamt verzichtet werden."



Die Interaktionsmöglichkeiten im Fenster *Tabellen und Grafiken* entsprechen vollständig denen im Fenster *Ergebnisse*. Wollen wir 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."

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:

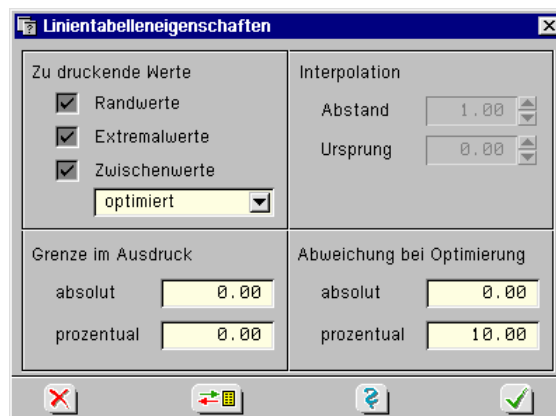
"Die bisher gemachten Angaben im Fenster "Tabellen und Grafiken" sollen ausschließlich für die Gruppen "linke Stütze" und "rechter Sparren" sowie Stab 4 und 5 gelten. Ergebnisse zu allen anderen Gruppen sollen nicht ausgegeben werden."



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 Stabausdehnung nicht ändern.

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



Die Drucklistenauswahl hat eine sinnvolle Voreinstellung. Nur wenn diese Voreinstellung nicht Ihren Wünschen 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 des Buttons erscheint eine Liste mit sämtlichen Ausgaben, wie sie bis 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 sodann auch von anderen Bauteilen aus zugegriffen werden. Auf diese Weise kann auch ein Vorrat an Einstellungen erzeugt werden, wenn z.B. verschiedene Auftraggeber oder auch Prüfengeure 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

6.5

Drucklisten einsehen

Der neue Anwender von **44-NISI** muss sich einen Einblick in die möglichen Ausgabeformen verschaffen. Insbesondere die Vielzahl der Tabellen und deren Inhalte sind zu sichten.

Die einfachste Form besteht in der **Drucklistenvorschau**, mit der die satztechnisch aufbereiteten Seiten so eingesehen werden können, wie sie zum Drucker gesandt werden.

Aktivieren Sie hierzu in der Drucklistengestaltung die für Sie interessanten Ausgabeformen und führen Sie die Berechnung durch oder lassen Sie die Ausgaben aktualisieren, wenn bereits berechnet worden ist.



Klicken Sie dann in der grafischen Eingabe den **Start**-Button und das **Druckersymbol** an. Wählen Sie in der folgenden Zusammenstellung **DTE®-Drucklisten** die Systembeschreibung ab und klicken den Button **ausgewählte Listen im Viewer einsehen** an.

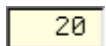
Der Viewer besitzt eine Reihe von Interaktionselementen, die wie folgt reagieren:



Sprung auf die erste Seite des Dokumentes



Sprung auf die vorangehende Seite



Eingabe der gewünschten Seitennummer



Sprung zur nächsten Seite



Sprung auf die letzte Seite des Dokumentes



Suchen einer Seite, die eine bestimmte Tabelle oder Grafik enthält



Zoom-Ausschnitt manuell festlegen



zurück zum vorangegangenen Ausschnitt



Dokumentenseite ins Fenster einpassen



manuelle Vorgabe des Zoom-Faktors (1:1 ... 1:10)



Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons kann ein benutzerdefinierter Ausschnitt in eine Windows-**Bitmap-Datei** (BMP) gespeichert werden. Diese Datei kann in vielen Windows-Anwendungen (Windows-Paint, Word-für-Windows, Corel-Draw etc.) eingefügt werden.

ausgewählte Drucklisten	
Drucklisten	Drucklisten im Viewer einsehen
Bemerkungen	nicht vorhanden
Zeichnungen	nicht vorhanden
Details, Ansichten	nicht vorhanden
Systemangaben	07.03.2011 - 10
Lastfallergebnisse	nicht vorhanden
Nachweisergebnisse	03.03.2011 - 11
Zusammenfassung	03.03.2011 - 11
Detailnachweispunkte	nicht vorhanden
ausgewählte Grafiken	nicht vorhanden

DTE - Viewer [Pos.5 holzrahmen]

Seite 1 Zoom 1:3

Inhalt

- Systembeschreibung 1
- Struktur der Belas... 5
- Lastbilder in Lastfal... 6
- Lastbilder in Lastfa... 7
- Lastbilder in Lastfa... 8
- Beschreibung der ... 9
- Nachweis 1: Zusa... 12
- Nachweis 2: Zusa... 14
- Nachweis 3: Zusa... 15
- Nachweis 4: Zusa... 17
- Nachweis 5: Zusa... 18
- Zusammenfassung 20

DETAILNACHWEISPUNKT 1: STAB 2 BEI S = 0.00 M

Querschnittsbeschreibung

Material: Stahl S235 (St37), $t_{max} = 12 \text{ mm}$, $f_{y,k} = 240 \text{ MN/m}^2$
 Profil HE240A, Biegung um die y-Achse
 DUMP: QTyp = 0, Name = HE240A
 DUMP: A = 76.8 cm², $\alpha = 0.00 \text{ rad}$, $e_z = 0.00 \text{ cm}$, $I_m = 7760.0 \text{ cm}^4$
 DUMP: E1: K1(12.00, -10.90) → K2(0.00, -10.90), Dicke = 1.20, b/t(0) = 9.06
 DUMP: E2: K3(-12.00, -10.90) → K2(0.00, -10.90), Dicke = 1.20, b/t(0) = 9.06
 DUMP: E3: K2(0.00, 10.90) → K5(0.00, 10.90), Dicke = 0.75, b/t(2) = 25.47
 DUMP: E4: K4(12.00, 10.90) → K5(0.00, 10.90), Dicke = 1.20, b/t(0) = 9.06
 DUMP: E5: K6(-12.00, 10.90) → K5(0.00, 10.90), Dicke = 1.20, b/t(0) = 9.06
 Interaktionsbedingung 1: Biegung um y-Achse - doppelsymmetrische I-Profil
 Interaktionswerte: A = 76.8 cm², $h_s = 21.8 \text{ cm}$, $s = 0.7 \text{ cm}$, $M_{pl} = 745.0 \text{ cm}^3$, $\beta_s = 240.0 \text{ MN/m}^2$

Lastfallergebnisse

Nr	u mm	w mm	φ °	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Bezeichnung
Einwirkung 1: Eigengewicht								
1	-0.39	4.79	-2.39	-340.3	2.18	1.98	0.00	Eigengewicht
2	-0.37	4.49	-2.24	-325.8	1.18	2.43	0.00	Nutzlasten

Nachweis 1: DIN 18800 Tragfähigkeit (Th. 1. Ord.)

Plastischer Nachweis (El. 757): Interaktion 1, $\gamma_M = 1.10$, $\beta_s d = 218.2 \text{ MN/m}^2$
 Grenzwerte grenz (b/t)

Ergebnisse der Lastkombinationen

Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung	Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung
Extremierung 1: Standardkombination											
min N	-899.2	4.53	5.95	0.00	1.35*(Lf1+Lf2)	min M	-666.1	3.36	4.41	0.00	Lf1+Lf2
max N	-666.1	3.36	4.41	0.00	Lf1+Lf2	max M	-899.2	4.53	5.95	0.00	1.35*(Lf1+Lf2)
min Q	-666.1	3.36	4.41	0.00	Lf1+Lf2	min σ_b	-666.1	3.36	4.41	0.00	Lf1+Lf2
max Q	-899.2	4.53	5.95	0.00	1.35*(Lf1+Lf2)	max σ_b	-899.2	4.53	5.95	0.00	1.35*(Lf1+Lf2)

Nachweis der Lastkombinationen

Extremierung 1: min N
 Schnittgrößen: N = -899.22 kN, Q = 4.53 kN, M = 5.95 kNm
 Normalspannungen (elast.): $\sigma_{max} = -108.27 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{min} = -125.91 \text{ MN/m}^2$
 extr. Spannungen (elast.): $\sigma = 125.91 \text{ MN/m}^2$, $\tau = 2.89 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_v = 125.91 \text{ MN/m}^2$
 Ausnutzung aus Interaktion: $M_{gr} = 83.68 \text{ kNm} \Rightarrow U_a = 0.537$
 Grenzwerte b/t (DIN 18800, Tab. 12-14): $b/t_{0.0} = 0.465$, $b/t_{-0.0} = 0.531$
 Max. Ausnutzung: $U = 0.537 \leq 1 \Rightarrow$ Nachweis erfüllt

Extremierung 1: max N
 Schnittgrößen: N = -666.09 kN, Q = 3.36 kN, M = 4.41 kNm
 Normalspannungen (elast.): $\sigma_{max} = -80.20 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{min} = -93.26 \text{ MN/m}^2$
 extr. Spannungen (elast.): $\sigma = 93.26 \text{ MN/m}^2$, $\tau = 2.14 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_v = 93.27 \text{ MN/m}^2$
 Ausnutzung aus Interaktion: $M_{gr} = 108.81 \text{ kNm} \Rightarrow U_a = 0.398$
 Grenzwerte b/t (DIN 18800, Tab. 12-14): $b/t_{0.0} = 0.401$, $b/t_{-0.0} = 0.457$
 Max. Ausnutzung: $U = 0.457 \leq 1 \Rightarrow$ Nachweis erfüllt

Extremierung 1: min Q
 Schnittgrößen: N = -666.09 kN, Q = 3.36 kN, M = 4.41 kNm
 Normalspannungen (elast.): $\sigma_{max} = -80.20 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{min} = -93.26 \text{ MN/m}^2$
 extr. Spannungen (elast.): $\sigma = 93.26 \text{ MN/m}^2$, $\tau = 2.14 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_v = 93.27 \text{ MN/m}^2$
 Ausnutzung aus Interaktion: $M_{gr} = 108.81 \text{ kNm} \Rightarrow U_a = 0.398$
 Grenzwerte b/t (DIN 18800, Tab. 12-14): $b/t_{0.0} = 0.401$, $b/t_{-0.0} = 0.457$
 Max. Ausnutzung: $U = 0.457 \leq 1 \Rightarrow$ Nachweis erfüllt

Extremierung 1: max Q
 Schnittgrößen: N = -899.22 kN, Q = 4.53 kN, M = 5.95 kNm
 Normalspannungen (elast.): $\sigma_{max} = -108.27 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{min} = -125.91 \text{ MN/m}^2$
 extr. Spannungen (elast.): $\sigma = 125.91 \text{ MN/m}^2$, $\tau = 2.89 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_v = 125.91 \text{ MN/m}^2$
 Ausnutzung aus Interaktion: $M_{gr} = 83.68 \text{ kNm} \Rightarrow U_a = 0.537$
 Grenzwerte b/t (DIN 18800, Tab. 12-14): $b/t_{0.0} = 0.465$, $b/t_{-0.0} = 0.531$
 Max. Ausnutzung: $U = 0.537 \leq 1 \Rightarrow$ Nachweis erfüllt

Extremierung 1: min M
 Schnittgrößen: N = -666.09 kN, Q = 3.36 kN, M = 4.41 kNm
 Normalspannungen (elast.): $\sigma_{max} = -80.20 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{min} = -93.26 \text{ MN/m}^2$
 extr. Spannungen (elast.): $\sigma = 93.26 \text{ MN/m}^2$, $\tau = 2.14 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_v = 93.27 \text{ MN/m}^2$
 Ausnutzung aus Interaktion: $M_{gr} = 108.81 \text{ kNm} \Rightarrow U_a = 0.398$
 Grenzwerte b/t (DIN 18800, Tab. 12-14): $b/t_{0.0} = 0.401$, $b/t_{-0.0} = 0.457$
 Max. Ausnutzung: $U = 0.457 \leq 1 \Rightarrow$ Nachweis erfüllt

Extremierung 1: max M
 Schnittgrößen: N = -899.22 kN, Q = 4.53 kN, M = 5.95 kNm
 Normalspannungen (elast.): $\sigma_{max} = -108.27 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{min} = -125.91 \text{ MN/m}^2$
 extr. Spannungen (elast.): $\sigma = 125.91 \text{ MN/m}^2$, $\tau = 2.89 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_v = 125.91 \text{ MN/m}^2$
 Ausnutzung aus Interaktion: $M_{gr} = 83.68 \text{ kNm} \Rightarrow U_a = 0.537$
 Grenzwerte b/t (DIN 18800, Tab. 12-14): $b/t_{0.0} = 0.465$, $b/t_{-0.0} = 0.531$
 Max. Ausnutzung: $U = 0.537 \leq 1 \Rightarrow$ Nachweis erfüllt

Zusammenfassung:

6.6

Fremdsprache

Bei Vorliegen des entsprechenden Zusatzmoduls kann die Druckdokumentenausgabe in englischer Sprache erfolgen. S. hierzu Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

- /1/ DIN 18800, Ausg. Nov. 1990
- /2/ DIN 1045, Ausg. Juli 1988
- /3/ DIN 1045-1, Ausg. Jan. 2001
- /4/ Rubin, H.: Beispiele für die Berechnung biegesteifer Stabwerke nach der Fließgelenktheorie II. Ordnung auf der Grundlage des Drehwinkelverfahrens. Bauingenieur 55 (1980) S. 147-155
- /5/ Lohse, G.: Beispiele für Stabilitätsberechnungen im Stahlbetonbau, Werner Ingenieur Texte, Bd. 66, 1981
- /6/ Leonhardt: Vorlesungen Massivbau, Teil 1
- /7/ Petersen: Stahlbau, Vieweg-Verlag, 2. Aufl. 1990
- /8/ Petersen: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg-Verlag, 2. Aufl. 1982
- /9/ Rother/Gensichen: Nichtlineare Stabstatik, Springer-Verlag, 1987
- /10/ Hünersen/Fritzsche: Stahlbau in Beispielen, Werner-Verlag, 1991
- /11/ DIN 18800 Stahlbauten
Erläuterungen zu Teil 1 bis Teil 4, 2. Aufl. 1994, Beuth Verlag GmbH
- /12/ Kordina, K., und Quast, U.: Bemessung der Stahlbetonbauteile, Erläuterungen zu DIN 1045, Betonkalender, Ernst & Sohn
- /13/ P. Schießl: Grundlagen der Neuregelung zur Beschränkung der Rissbreite, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 400, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1994
- /14/ P. Noakowski: Verbundorientierte, kontinuierliche Theorie zur Ermittlung der Rissbreite Beton- und Stahlbetonbau 8/1985, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1985
- /15/ DIN 1052, Ausg. April 1988
- /16/ DIN 1052:2008-12
- /17/ 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, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Oktober 2005
- /18/ 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
- /19/ 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, Ausgabe Dezember 2010
- /20/ 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, Ausgabe Dezember 2010
- /21/ DIN EN 1995-1-1, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008, Ausgabe Dezember 2010
- /22/ DIN EN 1995-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Ausgabe Dezember 2010

8 Index

- 3D-Modus 15, 19, 20
- Abbruchkriterien 33
- Abkürzungen 2
- abwählen 14, 15
- aktivieren 15
- Ansicht 74
- Ansichtseigenschaften 15, 18
- Arbeitsweise 62
- Auflagerzwangsverformung 13, 45
- Ausmitte 13, 34, 35, 46
- Ausnutzung 88, 89, 90
- Ausnutzungsbereich 82
- Ausnutungsgrad 9
- ausrichten 28
- Ausschnitt 13
- auswählen 15
- Auswahlliste 53
- Auswahlmöglichkeit 18
- b/t-Verhältnis 88
- Basisobjekt 92
- bearbeiten 12
- Belastung 45
- Bemessungsangaben 13
- Bemessungsschubspannung 86
- Berechnung, nichtlineare 35
- Bereinigungsfunktion 32
- Betonausnutzung 83
- Betonspannung 83, 84
- Bettung 13, 34, 35
- Bewehrung 9, 82, 83, 84, 85, 86, 87
- Bewehrungsgrad 82, 83, 84, 85, 86, 87
- Bezeichnung 7
- Bitmap-Datei 95
- blank 2
- Blattgestaltung 78
- Bodenpressung 81
- Bodenpressung, maximale 82
- Bodenpressung, minimale 82
- Bodenpressungen, extremale 82
- CAD-Datenimport 63
- Cursor 2
- Darstellungsbereich 50
- Darstellungseigenschaften 14, 18, 78
- Datenaustausch 8
- Datenbereinigung 66
- Datenkategorien 9
- Datenzustand 14, 59
- Datenzustandsbereinigung 60
- Datenzustandsüberprüfung 60
- deaktivieren 15
- Deformation 75
- dekomprimieren 8
- Detailnachweispunkt 55
- Detailnachweispunkte 9, 57
- Doppelklick 7, 15, 34, 45, 69, 79, 93, 94
- drehen 17, 27, 30
- Druckbewehrung 82, 86
- Drucklisten 9
- Drucklistengestaltung 34, 91
- Drucklistenvorschau 95
- Druckmanager 16
- Druckspannung 90
- Druckstabausfall 33, 35
- Duplikat 26
- duplizieren 25
- Durchbiegung 81
- Durchbiegung Zustand 2 85, 87
- Durchbiegung, maximale 81
- Durchbiegung, minimale 81
- Durchbiegungen, extremale 82
- DXF 10, 24
- DXF-2D-Filter 63
- DXF-3D-Filter 65
- DXF-Vorlage 50, 51, 67
- Ebene 50
- Ebenenbearbeitungsmodus 12, 15, 19, 24, 26, 27, 28
- Ebeneneigenschaften 50
- Ebeneneinstellungen 13
- Ebenenkoordinaten 24
- Ebenenkoordinatensystem 11
- Editor 23
- Eigengewicht 46
- Eigenschaften, individuelle 34
- Eingabemodul 11
- Einstellungen, globale 12
- Einwirkung 2, 45
- Einzellast 13, 45
- E-Mail 8
- Englisch 96
- Ergebnisdarstellung 81
- Ergebnistyp 92
- Ergebnisvisualisierung 16, 69
- Ermüdungsnachweis 83
- erzeugen 12, 20
- Explorerfenster 15, 18, 29
- Extremalbildungsvorschrift 2, 49
- Fangabstand 60
- Fangerechteck 2, 15
- Fangraster 24
- Fehlermeldung 16, 60
- Fenstergröße 19
- Fließgelenk 88
- Folientechnik 19
- Freihandmodellierung 51
- Fremdsprache 96
- Gelenk 13, 35
- Generierung 21
- Geometrieübernahme 63
- Gleichgewichtskontrolle 80
- Grafiken, ausgewählte 78
- Grenzdurchmesser, zulässiger 83
- Grenzlinien 75
- Grundbewehrung 82, 83, 84, 85, 86, 87
- Gruppe 14, 53
- Gruppe, lose 53
- Holzbaunachweise 89
- Holzquerschnitt 37
- Imperfektion 2, 45, 48
- Imperfektion erzeugen 19
- Imperfektion Stabkette 49
- Imperfektionsfolie 48
- Import 23
- Kameraposition 14, 17

Knicknachweis 42, 43
 Knicksicherheit 85, 87
 Knotenbasiseigenschaften 29
 Knotenbearbeitung 29
 Knotenbezeichnung 29
 Knotenkoordinaten 29
 Knotenlast 45
 Knotennummer 29
 Knotentabelle 34
 komprimieren 8
 Konstruktionskoordinatensystem 27, 28, 52
 Kontrollpunkt 55
 Kontrollpunktanziehung 24, 51
 Konturendarstellung 74
 Koordinaten 20
 Koordinatensystem, ebenes 50
 Koordinatensysteme 11
 kopieren 8, 26, 48
 laden 8
 Lagerangaben 13
 Lagersenkung 45
 Lagerung, elastische 34
 Längsverschiebung 81
 Längsverschiebung, maximale 81
 Längsverschiebung, minimale 81
 Längsverschiebungen, extremale 82
 Lastbild 2, 19, 45
 Lastbilder kopieren 48
 Lastbilder, tabellarisch 47
 Lastbildtyp 47
 Lastfall 2, 45
 Lastfall erzeugen 19
 Lastfall suchen 19
 Lastfallfolie 14, 45, 48
 Lastfallobjekte 93
 Lastkollektiv 2, 49
 Lastordinaten 18
 Lastsumme 80
 Lasttyp 47
 Linie, gestrichelte 11
 Linienenerzeugung, manuell 20
 Liniengrafiken 76
 Linienlänge 30
 Linienlast 13, 46
 Linienzug 25
 Linienzugrichtung 53
 löschen 8, 13, 30, 32
 lösen 32
 Lupensymbol 19
 Maßstab 64
 Material 13, 36
 Material sonstiges 40
 Menüfunktionen 10
 Mindestbewehrung 83, 86
 modellieren 26
 Moment 81
 Moment, maximales 82
 Moment, minimales 82
 Momente, extremale 82
 Montage 22
 Nachweise 49
 Navigation 17
 Netzwerkstruktur 11
 neu nummerieren 55
 Normalkraft 81
 Normalkraft, maximale 81
 Normalkraft, minimale 81
 Normalkräfte, extremale 82
 Nummerierung 55
 Objektauswahl 79
 Objektbaum 15
 Objekte bearbeiten 12
 Objekte erzeugen 12
 Objektfenster 15
 Ordner 7
 Orientierung 31
 Paketdienst 8
 Plausibilität 60
 Problemklasse 7
 Punktetabelle 20
 Punktlager 34
 Punktlast 13, 45
 Querkraft 81
 Querkraft, maximale 82
 Querkraft, minimale 82
 Querkräfte, extremale 82
 Querkrafttragfähigkeit 82
 Querschnitt 36
 Randabstand 18
 Randspannung 89, 90
 Raster 50
 Raster, orthogonale 21
 Raster, rotationssymmetrische 22
 Rechenlaufeigenschaften 33
 Rechteckmakro 25
 redo 13, 58
 Rissnachweis 83, 86
 Rotationsachse 22
 Rotationswinkel 23
 Schiefstellung 48
 schneiden 29
 Schnittgrößen 81
 Schnittgrößenberechnung 81
 Schnittgrößenexportpunkt 55
 Schubbewehrung 82, 86
 Schubspannung 86, 88, 89, 90
 Schwingbreite 83, 87
 Schwingbreitennachweis 87
 sichern 8, 9
 Sichtbarkeit 54
 skalieren 18, 27, 31, 52
 Spannungsausnutzung 88
 Spannungsnachweis 84
 speichern 80, 95
 spiegeln 27, 28, 31
 Stab erzeugen 20
 Stabbearbeitung 30
 Stabeigenschaften 30, 35
 Stabkennzahl 81
 Stabkoordinatensystem 11
 Stabtablette 34
 Stabzug 14, 53
 Stahlbaunachweise 88
 Stahlbetonbemessung 82, 86
 Stahlbetonquerschnitt 39
 Stahlquerschnitt 38
 Stahlspannung 83, 84
 Start-Button 16
 Statuszeile 15
 Steifigkeit, effektive 85, 87

Steuerelemente 12	Verdrehung, minimale 81
Steuerfenster 16	Verdrehungen, extremale 82
suchen 18	vereinheitlichen 34
Symbole 18	Verformungen 81
Systemdarstellung 78	vergrößern 27, 31
Systemdruckliste 14, 57	verkleinern 27, 31
Systemeigenschaften 19, 33	verschieben 26, 30, 52
Systemfolie 14, 45, 48	Visualisierung 69
Systemnichtlinearität 33	Vorgehensweise 62
Systemobjekte 20	Vorkrümmung 48
tabellarische Bearbeitung 13	Vorlage 63, 67
Tabelle 77	Warnung 16, 60
Teilung, äquidistant 74	Weltkoordinaten 64
Temperatur 46	Zahlenwerte 75
Text erläuternder 80	Zone, gestrichelte 31
Textdatei 23	zoomen 17
Tiefenclipping 17	Zugfederausschaltung 33, 35
Überhöhungsfaktor 75	Zugspannung 90
undo 13, 26, 58	Zusatzbewehrung 82, 83, 84, 85, 86, 87
Unterteilung 31	Zustandslinie 76
verdrehen 52	Zwangsverformungen 45
Verdrehung 81	Zwischenknoten 31
Verdrehung, maximale 81	Zwischenpunkte 29