

# 4H-ALFA grafische Eingabe - Modellierung

Seite bearbeitet Juli 2023

• Kontakt • Programmübersicht • Bestelltext 

## Infos auf dieser Seite

... als pdf 

• Eingabephilosophie ..... 	• Konstruktionskoordinaten ..... 	• Objekte skalieren ..... 
• Punkte numerisch erzeugen 	• Ebeneneigenschaften ..... 	• Objekte drehen ..... 
• Polygonzug erzeugen ..... 	• weitere Ebeneneigenschaften 	• Punkte/Linien duplizieren ..... 
• Rechteck erzeugen ..... 	• Objekte verschieben ..... 	• Generierungseig. Flächen ..... 
• Kreis erzeugen ..... 	• Linienlänge ändern ..... 	• Generierungseig. Linien ..... 
• orthogonale Raster ..... 	• Linienverknüpfung ändern ..... 	• Generierungseig. Punkte ..... 
• Rotationsraster ..... 	• Linie unterteilen ..... 	• Generierungseig. Verstärkung 
• Linien/Punkte importieren ..... 	• Definition Kreisbogen ..... 	• Datenzustandsbereinigung ..... 
• Objektgruppierungen ..... 	• Punkte ausrichten ..... 	• Objekte neu nummerieren ..... 

Die grafische Eingabe eines Platten-/Scheibentragwerks gliedert sich in die fünf logischen Eingabekapitel

- **Modellierung**
- Bildung des **statischen Systems**
- Festlegung der **Belastung**
- und der zu führenden **Nachweise**, sowie die
- Kontroll- und **Steuerungsfunktionen**

## Eingabephilosophie

Im grafischen Eingabemodul werden alle für den Rechenlauf relevanten Informationen Eingabephilosophie zusammengetragen.

Neben einigen programmsteuernden Informationen handelt es sich hierbei i.W. um die Definition des statischen Systems, der Belastung und der zu führenden Nachweise.

### statisches System

Das (lastunabhängige) statische System besteht in der Systemfolie aus Punkten, Linien und Flächen, denen Eigenschaften zugeordnet werden.

- **Punkte** verfügen über eine eindeutige Nummer und eine Bezeichnung und sind über ihre Koordinaten einem bestimmten Ort im 3D-Raum zugeordnet.  
Punkte können Generierungsoptionen und Lagereigenschaften zugewiesen bekommen.
- **Linien** sind gerade oder kreisbogenförmige Verbindungen von Punkten, die ebenfalls über Nummern und Bezeichnungen verfügen.  
Linien können Generierungsoptionen sowie Stab-, Bemessungs- und Lagereigenschaften zugewiesen werden.
- **Flächen** sind entweder Flächenpositionen, Verstärkungen, Aussparungen oder Lastflächen und sind durch die ihren Rand beschreibenden Linien definiert.  
Flächenpositionen, Verstärkungen und Lastflächen verfügen ebenfalls über Nummern und Bezeichnungen.  
Flächenpositionen werden Generierungsoptionen, Material- und Bemessungseigenschaften zugewiesen.

Zunächst müssen Punkte und Linien erzeugt werden. Hierzu werden Erzeugungs- und Modellierungswerkzeuge angeboten.

Flächen können nur im Ebenenbearbeitungsmodus erzeugt werden. Hierzu sind **Ebenen** zu definieren.

Definierte Punkte, Linien und Flächen werden als auswählbare Objekte im Darstellungsfenster angezeigt. Durch Anklicken verändern sie ihren Zustand: Sie sind ausgewählt (aktiviert) oder nicht ausgewählt (deaktiviert). Ausgewählten Objekten können **Eigenschaften** zugewiesen werden.

Die individuelle Bearbeitung eines bestimmten Objekts kann per **Doppelklick** eingeleitet werden.

## Belastung

Die Belastung wird durch **Lastbilder** repräsentiert.

Lastbilder sind Einzellasten, Linienlasten, Flächenlasten, Auflagerzwangsverformungen und Radlasten.

L. sind den belasteten Objekten (Punkte, Linien und Flächen) und immer einem bestimmten Lastfall zugeordnet.

L. werden in Lastfallfolien dargestellt und sind dort ebenfalls auswählbare Objekte, auf deren Eigenschaften wie bei den Objekten der Systemfolie zugegriffen werden kann.

Bevor Lastbilder erzeugt werden können, müssen **Einwirkungen** und Lastfälle eingerichtet werden.

Hiernach können Lastfallfolien ausgewählt und **Lastbilder** den zu belastenden Objekte zugeordnet werden.

## Nachweise

 Die Definition der zu führenden **Nachweise** wird zentral über den dargestellten Button initiiert.

### neue Punkte numerisch erzeugen

 Werden die hier dargestellten Button in der angegebenen Reihenfolge angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, in dem die Nummern, die Koordinaten sowie ggf. die Bezeichnung der neu zu erzeugenden Punkte eingegeben werden können.

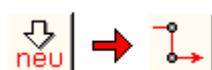
Gleichbedeutende Menüfunktion *erzeugen* → *Punkt numerisch*.

Neue Punkte erzeugen				
Nummer	X-Koord.	Y-Koord.	Z-Koord.	Bezeichnung
-	m	m	m	-
13	0.000	0.000	0.000	

Diese Funktion wird sowohl im 3D-Modus als auch im Ebenenbearbeitungsmodus angeboten. Im 3D-Modus werden die globalen X-Y-Z-Koordinaten, im Ebenenbearbeitungsmodus die der Ebene zugeordneten x-y-Koordinaten zur Eingabe angeboten.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts erscheinen die neu erzeugten Punkte im Darstellungsfenster.

### Polygonzug erzeugen

 Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus erscheint durch Anklicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem die Erzeugung eines Polygonzugs eingeleitet wird.

Gleichbedeutende Menüfunktion *erzeugen* → *Polygonzug numerisch*

In dem Eigenschaftsblatt ist der Startpunkt des Polygonzugs entweder durch Vorgabe der Koordinaten des Punkts oder durch Anklicken eines existierenden Punkts festzulegen. Anschließend erscheint im rechten Bereich die Meldung *Das Programm befindet sich im Polygonzugerzeugungsmodus*.

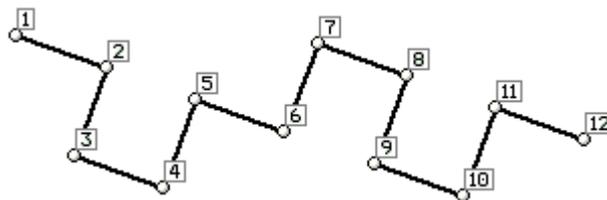
Das Programm erwartet nun  $\Delta x$  und  $\Delta y$  Werte, die gemessen vom aktuellen Punkt den Endpunkt der nächsten zu erzeugenden Linie markieren. Diese sind über Tastatur mit Bestätigen über die

Enter-Taste einzugeben.

Alternativ zu  $[\Delta x, \Delta y]$  kann auch mit  $[\Delta l, \alpha]$  durch Umschalten des Linienzugmodus' gearbeitet werden..



Weiterhin kann das zugrunde liegende Koordinatensystem gedreht werden, so dass z.B. schräg liegende treppenförmige Geometrien im  $[\Delta x, \Delta y]$ -Modus recht einfach einzugeben sind.



Eine fehlerhafte Eingabe kann durch die Funktion *letzte Linie zurück* zurückgenommen werden.



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird der Polygonzug-erzeugungsmodus beendet.

## Rechteck erzeugen



Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus erscheint durch Anklicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem ein Rechteck-Macro erzeugt werden kann.

Gleichbedeutende Menüfunktion *erzeugen* → *Rechteck-Macro*

Mit  $h$ ,  $b$  und  $\alpha$  kann zunächst die Geometrie des zu erzeugenden Rechtecks festgelegt werden.

Die Montage der Objekte kann manuell, durch eine Punkt-zu-Punkt-Aktion oder numerisch erfolgen.

Bei manueller Montage werden die Punkte und Linien durch Bewegung der Maus in die Zeichnung eingefügt.

Bei der Punkt-zu-Punkt-Methode wird der gewählte Bezugspunkt auf einen bereits existierenden Punkt (der durch Anklicken ausgewählt werden muss) gelegt.

Beim numerischen Verfahren sind die Ebenenkoordinaten des Bezugspunkts einzugeben.

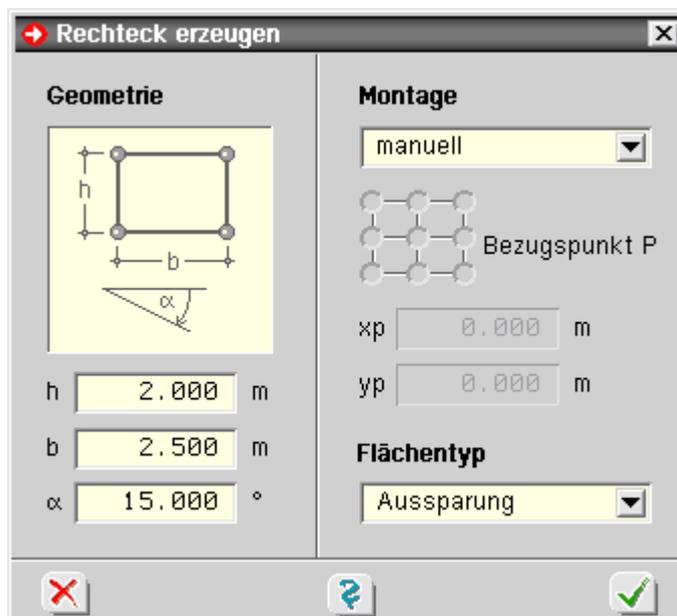
Der gewünschte Bezugspunkt ist festzulegen.

Bezugspunkt kann einer der vier Eckpunkte, einer der vier Seitenmittenpunkte oder der Schwerpunkt des Rechtecks sein.

Letztlich kann der Flächentyp festgelegt werden. Befindet sich die Interaktion in der Systemfolie, stehen die Typen *kein*, *Position*, *Aussparung* und *Verstärkung* zur Verfügung.

In einer Lastfallfolie kann zwischen *kein* und *Lastfläche* gewählt werden.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts erscheint das generierte Objekt im Darstellungsfenster.

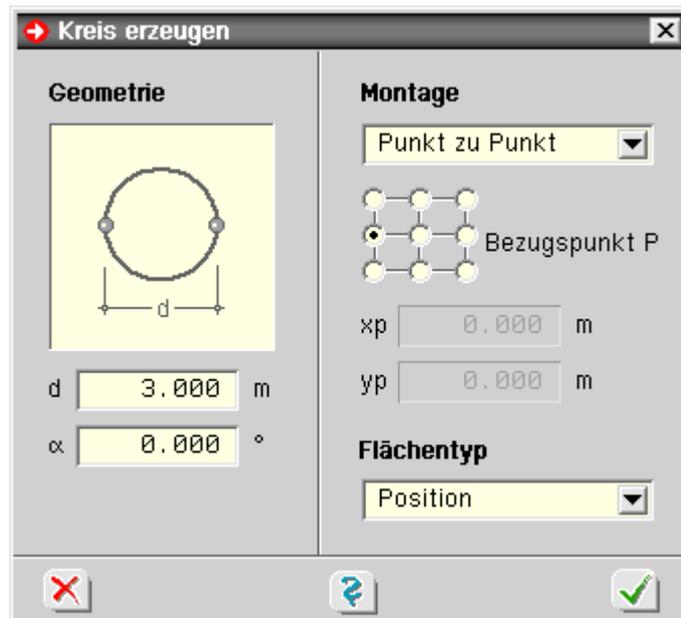


## Kreis erzeugen



Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus und werden die hier dargestellten Buttons in der angegebenen Reihenfolge angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem ein Kreis-Macro erzeugt werden kann.

Gleichbedeutende Menüfunktion *erzeugen* → *Kreis-Macro*.



Mit  $d$  und  $\alpha$  kann zunächst die Geometrie des zu erzeugenden Kreises festgelegt werden.

Die Montage der Objekte kann manuell, durch eine Punkt-zu-Punkt-Aktion oder numerisch erfolgen. Bei manueller Montage werden die Punkte und Linien durch Bewegung der Maus in die Zeichnung eingefügt.

Bei der Punkt-zu-Punkt-Methode wird der gewählte Bezugspunkt auf einen bereits existierenden Punkt (der durch Anklicken ausgewählt werden muss) gelegt.

Beim numerischen Verfahren sind die Ebenen-Koordinaten des Bezugspunkts einzugeben. Bezugspunkt kann einer der vier Eckpunkte des umgebenden Rechteckes, einer der vier Seitenmittelpunkte oder der Schwerpunkt des Kreises sein.

Letztlich kann noch der Flächentyp festgelegt werden. Befindet sich die Interaktion in der Systemfolie, stehen die Typen *kein*, *Position*, *Aussparung* und *Verstärkung* zur Verfügung. In einer Lastfallfolie kann zwischen *kein* und *Lastfläche* gewählt werden.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts erscheint das generierte Objekt im Darstellungsfenster.

## Generierung orthogonaler Raster



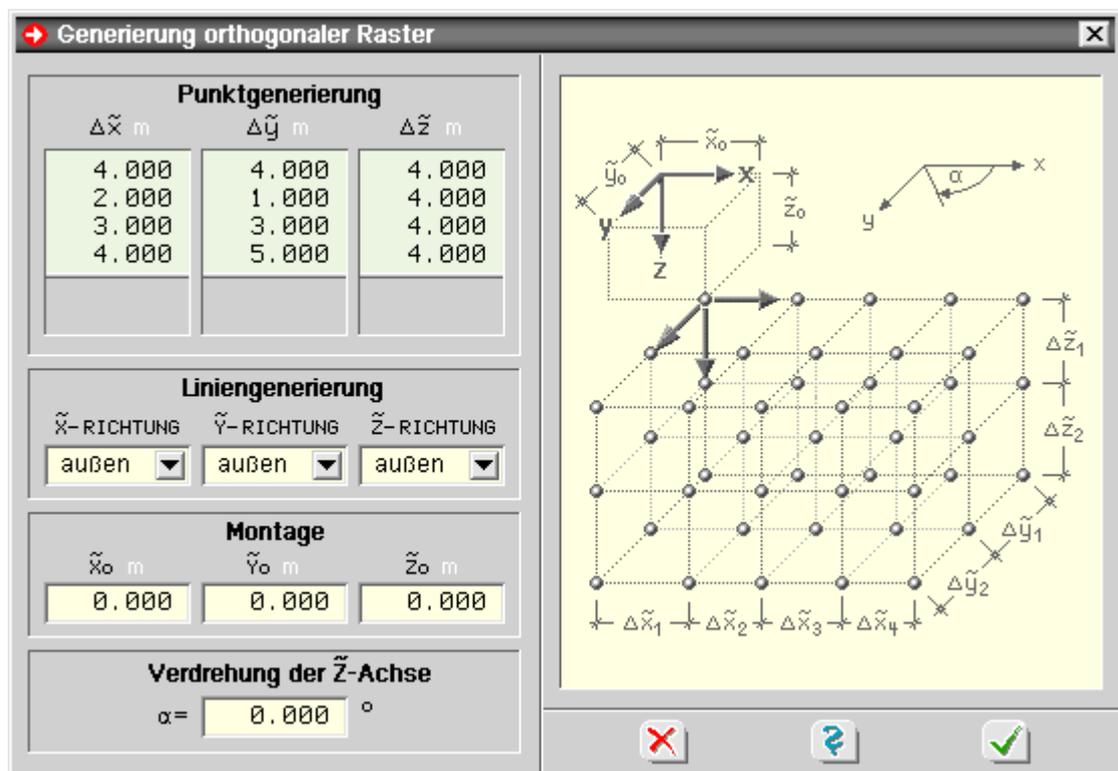
Befindet sich die Interaktion im 3D-Modus und werden die dargestellten Buttons angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem orthogonale Raster generiert werden können.

Gleichartige Menüfunktion *erzeugen* → *orthogonales Raster*

### Punktgenerierung

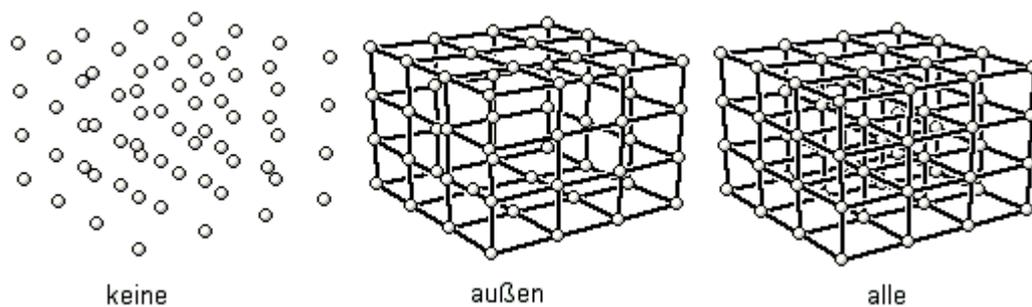
Unter der Überschrift *Punktgenerierung* werden drei Tabellen angeboten, in denen die Abstände in X, Y und Z-Richtung der einzelnen Rasterebenen eingegeben werden können.

Die Anzahl der hier eingegebenen Zahlen legt fest, wie viele Ebenen pro Richtung generiert werden sollen.



### Liniengenerierung

Unter *Liniengenerierung* wird pro Richtung angegeben, in welcher Form Verbindungslinien zwischen den generierten Knoten erzeugt werden sollen. Hier wird zwischen *außen*, *alle* und *keine* unterschieden.



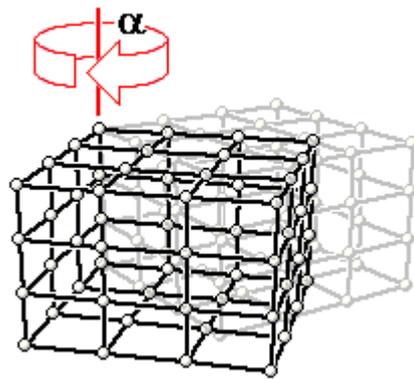
### Montage

Mit Hilfe des Vektors unter der Überschrift *Montage* können die zu generierenden Objekte räumlich verschoben werden.

Der Punkt mit den kleinsten X-Y-Z-Koordinaten aller zu generierenden Punkte erhält genau diese Koordinaten.

### Verdrehung der Z-Achse

Mit Hilfe eines Wertes  $\alpha \neq 0$  kann die Objektgruppe letztlich um den Winkel verdreht werden.



**Generierung rotationssymmetrischer Raster**



Befindet sich die Interaktion im 3D-Modus erscheint nach Anklicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt, mit dem rotationsgeometrische Raster generiert werden können.

Gleichartige Menüfunktion *erzeugen* → *rotationssymmetrische Raster*

**Ebenendefinition**

Unter dem Register Ebenendefinition werden zunächst in hierzu angebotenen Tabellen Punkte und Linien in einer gedachten  $\xi$ - $\eta$ -Ebene definiert. Die  $\eta$ -Achse wird später als Rotationsachse verwendet.

**Generierung rotationssymmetrischer Strukturen**

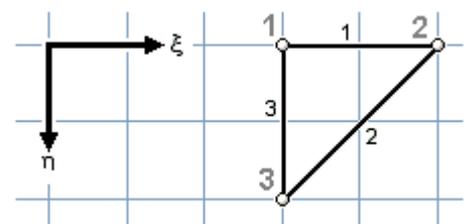
Ebenendefinition    Montage der Rotationsachse    Rotationswinkel

Punkte	$\xi$ [m]	$\eta$ [m]
1	3.000	0.000
2	5.000	0.000
3	3.000	2.000

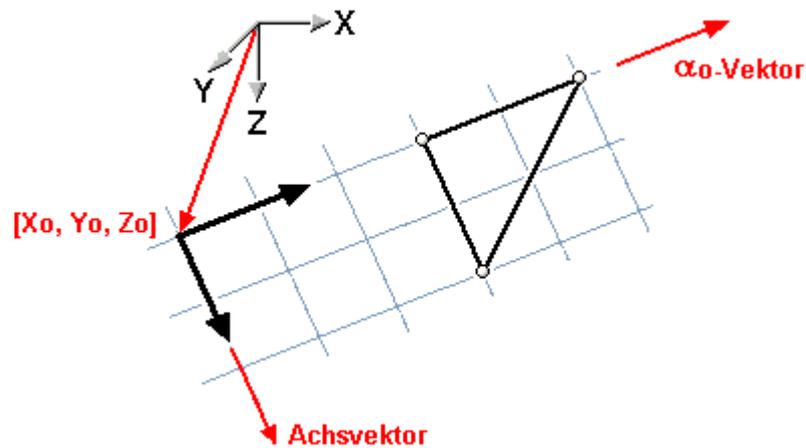
Linien	P <sub>Anf</sub>	P <sub>End</sub>
1	1	2
2	2	3
3	3	1

Die Einstellungen im o.g. Eigenschaftsblatt erzeugen nebenstehende Struktur.



**Montage der Rotationsachse**

In diesem Register wird die Lage des  $\xi$ - $\eta$ -Koordinatensystems im Raum beschrieben.



$X_o$ ,  $Y_o$  und  $Z_o$  legen die Lage des  $\xi$ - $\eta$ -Nullpunkts fest.  $a_x$ ,  $a_y$  und  $a_z$  sind die Komponenten des Achsvektors, der die Richtung der  $\eta$ -Achse und somit der Rotationsachse im Raum festlegt.

Der  $\alpha_0$ -Vektor gibt letztlich an, in welche Richtung die erste zu generierende Ebene weisen soll.

### Rotationswinkel

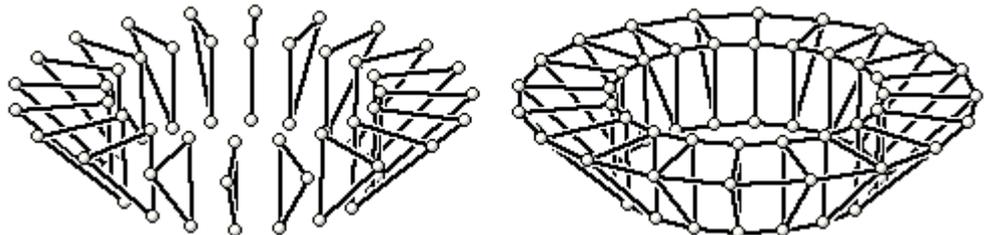
In diesem Register wird die Anzahl der Ebenen festgelegt. Dies kann unter Festlegung regelmäßiger oder unregelmäßiger Inkremente geschehen.

Im letzteren Fall sind die einzelnen Winkel tabellarisch einzugeben.

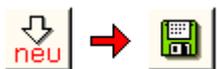
Letztlich kann entschieden werden, ob Linien auch in Umfangsrichtung generiert und die Kreise geschlossen werden sollen.

Die nachfolgende Grafik zeigt das Ergebnis mit dem bisher dargestellten Beispiel, wobei ein senkrecht stehender Achsvektor  $[0, 0, 1]$  und eine regelmäßige Einteilung in 20 Inkremente gewählt wurden.

Im rechten Bild wurden Linien auch in Umfangsrichtung generiert.



### Linien und Punkte importieren



Befindet sich die Interaktion im 3D-Modus und werden die hier dargestellten Button angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt, mit dem Punkte und Linien aus externen Dateien importiert werden können.

Gleichartige Menüfunktion *erzeugen*  $\rightarrow$  *Objekte importieren*

Hierin wird zwischen einer normalen Textdatei und einer DXF-Datei unterschieden.

In beiden Fällen ist der Dateiname (mit vollständigem Pfad) anzugeben. Durch Anklicken des **suchen**-Buttons kann mit Hilfe des Explorers nach der Datei gesucht werden.

### Textdatei

Die Textdatei kann mit einem normalen Editor (ohne Formatierungszeichen) wie etwa Windows-Notepad erzeugt werden.

Die einzulesenden Informationen müssen wie nachfolgend beschrieben angegeben werden.

Die Knotenkoordinaten folgen dem Suchbegriff "KNOTENVERZEICHNIS". Hierunter sind

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

Das Stabverzeichnis folgt dem Suchbegriff "STABVERZEICHNIS". Hierunter sind zeilenweise die Informationen <Stabnummer>, <Anfangsknotennummer> und <Endknotennummer> abzulegen.

### DXF-Datei

Durch Anklicken des *Datei laden*-Buttons wird der DXF-Import-Filter von DTE<sup>®</sup> gestartet.

## Objektgruppierungen

Linien und Flächenpositionen lassen sich zu Gruppen zusammenfassen.

Die Definitions- und Bearbeitungsbuttons hierfür befinden sich im rechten Bereich des grafischen Eingabemoduls unter der Überschrift *GRUPPEN*.



Mit diesem Button wird eine Gruppe von Flächenpositionen erzeugt.

Voraussetzung hierfür ist, dass mehr als eine Flächenposition ausgewählt ist und die ausgewählten Flächenpositionen in derselben Ebene liegen.



Mit diesem Button wird eine Liniengruppe vom Typ *Lagerbank* erzeugt.

Voraussetzung hierfür ist, dass mehr als eine Linie ausgewählt ist und die ausgewählten Linien gemeinsam einen zusammenhängenden Linienzug bilden.



Mit diesem Button wird eine Liniengruppe vom Typ *Stabzug* erzeugt.

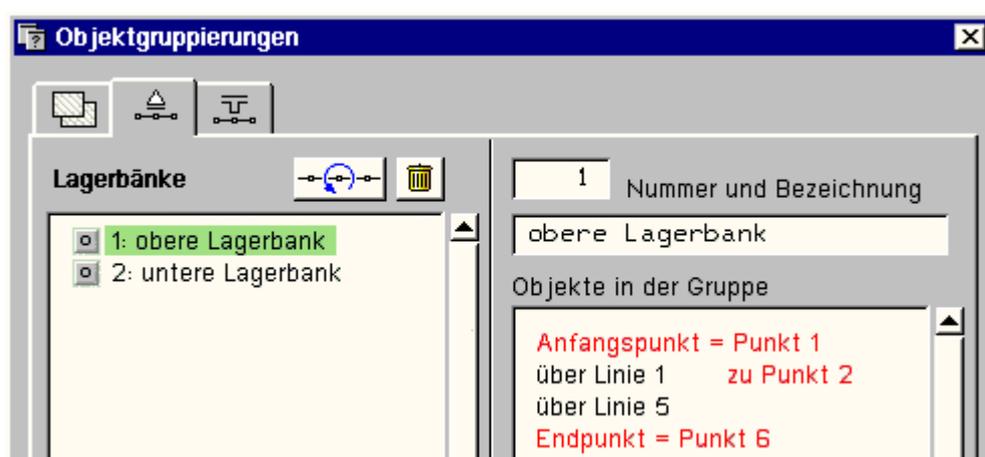
Voraussetzung hierfür ist, dass mehr als eine Linie ausgewählt ist und die ausgewählten Linien gemeinsam einen zusammenhängenden Linienzug bilden.

Jede Gruppe verfügt über eine Nummer und eine Bezeichnung, die der Identifizierung dienen.

Die Gruppenbildung hat keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Berechnung. Sie dient allein dazu, im Ergebnisvisualisierungsmodul, in der Drucklistengestaltung und in der Planerstellung zusammengehörende Ergebnisse gemeinsam darstellen zu können.

**BEARBEITEN**

Mit diesem Button wird das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung der Objektgruppen geöffnet. Hierin finden sich die oben vorgestellten Symbole in Registern wieder.



Im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts können Nummer und Bezeichnung der links ausgewählten Gruppe geändert werden. Außerdem kann dem Informationsfenster eine Beschreibung der Gruppe entnommen werden.



Mit diesem Button kann die Richtung der Liniengruppe vom Typ *Stabzug* bzw. *Lagerbank* geändert werden. Anfangs- und Endpunkt werden miteinander vertauscht.



mit diesem Button wird die Gruppenbildung aufgehoben



Im Gruppenfenster ist das links dargestellte Symbol den Objekten vorangestellt.

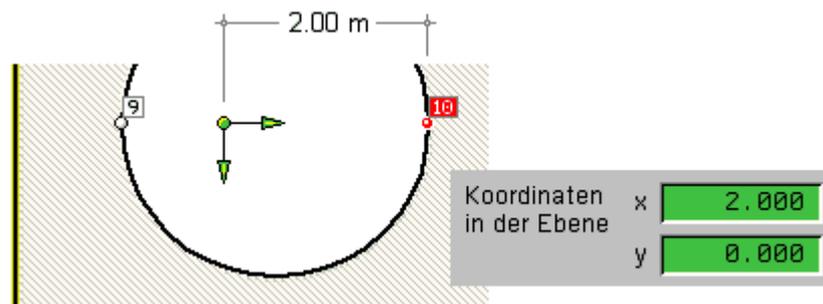
Durch Klicken werden die Linien bzw. Positionen, die zu der Gruppe gehören, bei Bestätigen

des Eigenschaftsblatts ausgewählt.

## Konstruktionskoordinatensystem (KKS)



Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus, kann das Konstruktionskoordinatensystem (KKS) durch Anklicken des nebenstehenden Buttons aktiviert bzw. deaktiviert werden.



Das KKS versteht sich als Konstruktionshilfe, mit der in der Ebene sehr einfach Punkte von beliebigen Standorten aus vermessen werden können.

Das aktivierte KKS kann beliebig im Darstellungsfenster positioniert und jederzeit verschoben werden. Hierzu wird die Maus im Nullpunkt des KKS's positioniert und mit gedrückt gehaltener linker Maustaste verschoben. Wird das KKS hierbei direkt über einem Knoten abgelegt, nimmt es die genaue Position des Knotens ein, und es erfolgt eine entsprechende Meldung in der Statuszeile.

Das KKS kann auch verdreht werden. Hierzu wird die Maus über einem der Richtungspfeile des KKS's positioniert und mit gedrückt gehaltener linker Maustaste verschoben. Wird die Maustaste gelöst, während die Maus auf einen Knoten zeigt, verdreht sich die entsprechende Achse präzise auf diesen Knoten.

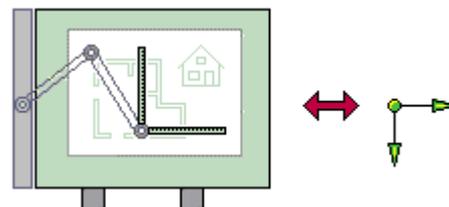
Bei aktiviertem KKS beziehen sich sämtliche absoluten Koordinatenangaben in der Ebene sowie sämtliche Koordinatenrichtungsangaben auf dieses Koordinatensystem (grün hinterlegte Markierung der Werte).

Nach Doppelklicken des Koordinatenursprungs des KKS erscheint das Eigenschaftsblatt des Konstruktionskoordinatensystems auf dem Sichtgerät, in dem Lage und Drehwinkel numerisch eingestellt werden können.

Hier können auch Inkremente festgelegt werden, die die Koordinatensystemangaben nach jedem Bestätigen des Eigenschaftsblatts automatisch um einen konstanten Wert verändern.

Da das KKS beliebig positioniert und verdreht werden kann, können Knoten in beliebiger Form untereinander vermessen und in ihrer ebenen Lage konstruiert werden.

Das KKS kann deshalb mit einem herkömmlichen Zeichengerät verglichen werden, dessen Arme ebenfalls dem zu zeichnenden Detail angepasst werden können.



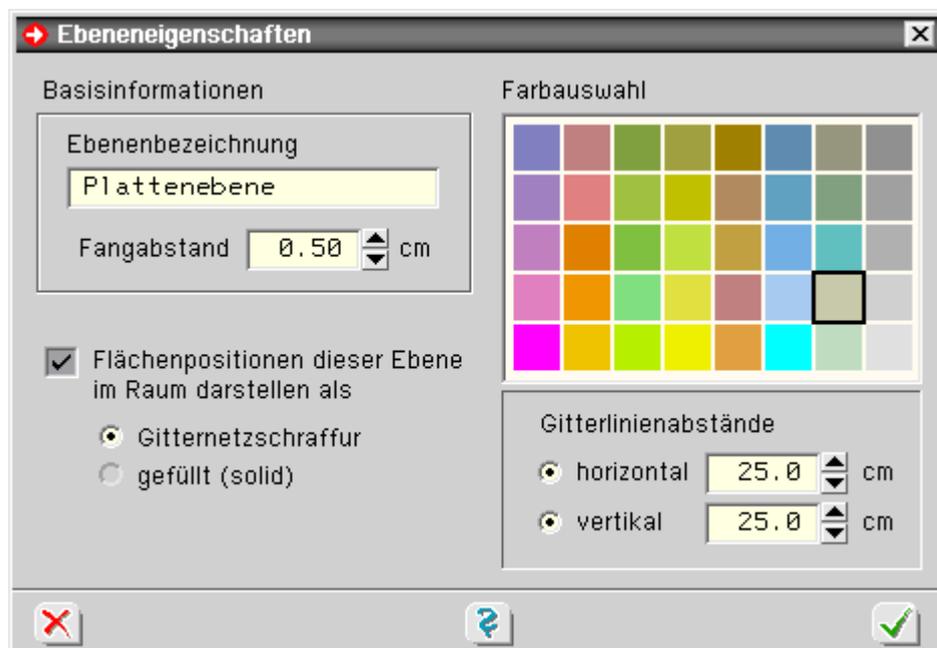
Um das KKS zu deaktivieren, muss das Mülleimersymbol im KKS-Eigenschaftsblatt oder der KKS-Aktivierungsbutton angeklickt werden.

## Eigenschaften definierter Ebenen



Nach Anklicken des nebenstehend (links) dargestellten Buttons, der sich im rechten Bereich unter der Überschrift *Ebenen* befindet (nur im 3D-Modus), erscheint das Eigenschaftsblatt zur Ebenenverwaltung.

Wird hierin der rechts weiterführende Button angeklickt, erscheint das Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung der Basiseigenschaften der zuvor ausgewählten Ebene.



Neben der Ebenenbezeichnung kann hier der Fangabstand angegeben werden, der festlegt, wie weit ein Punkt aus der Ebene herausragen darf und trotzdem noch zur Ebene gehört.

Weiterhin können die Darstellungseigenschaften der sich in der Ebene befindenden Flächenpositionen im 3D-Modus angegeben werden.

Ein Netz von Schraffurlinien kann bzgl. Farbgebung und Schraffurdichte modifiziert werden.

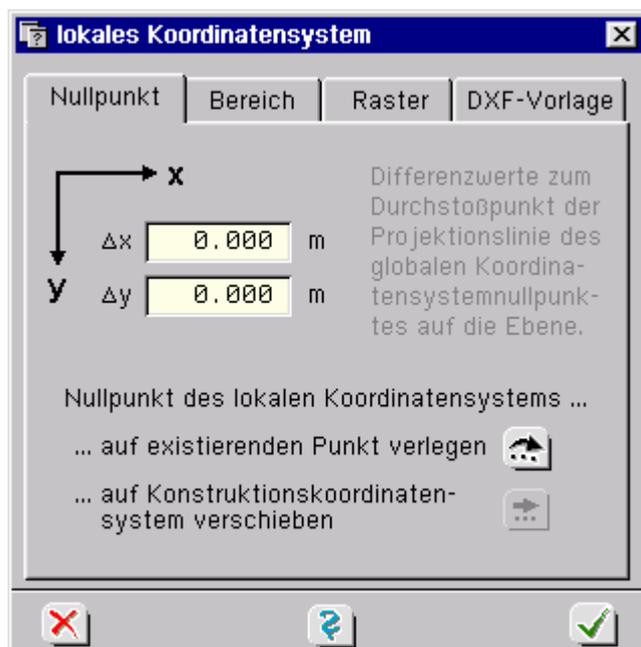
### weitere Eigenschaften der Ebene



Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus und wird der nebenstehend dargestellte Button, der sich in der oberen Buttonzeile befindet, angeklickt, erscheint ein registergesteuertes Eigenschaftsblatt zur Definition der Ebeneneigenschaften in der Ebenenbearbeitung. Die Beschreibung der Inhalte erfolgt registerweise.

#### Nullpunkt

Jede Ebene hat ein ihr eigenes lokales x-y-Koordinatensystem, dessen Ursprung voreingestellt der Projektionspunkt des Ursprungs des globalen X-Y-Z-Koordinatensystems in der Ebene ist.



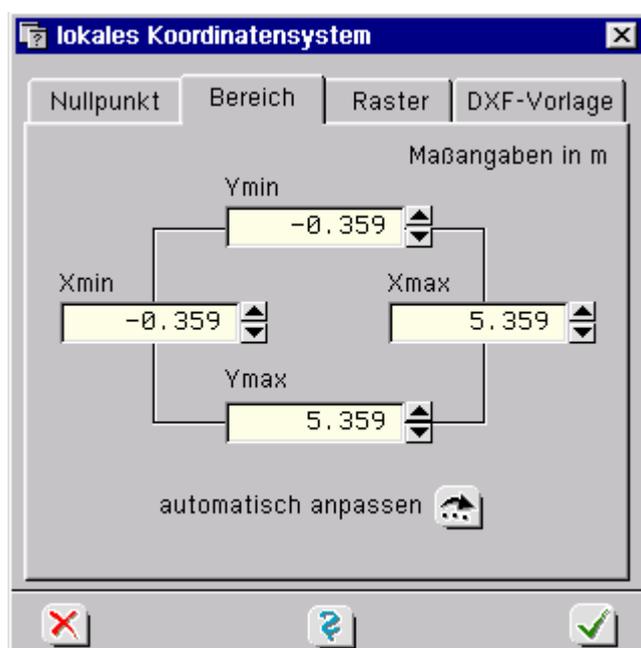
Dieser Nullpunkt kann durch Vorgabe von  $\Delta x$  und  $\Delta y$  -Koordinaten an eine andere Stelle geschoben oder

auf einen in der Ebene existierenden Punkt verlegt werden. Dieser Punkt muss hierzu durch Anklicken ausgewählt werden.

Ist das Konstruktionskoordinatensystem (**KKS**) aktiviert, kann auch die aktuelle Lage des KKS als neuer Ursprung des Ebenenkoordinatensystems übernommen werden.

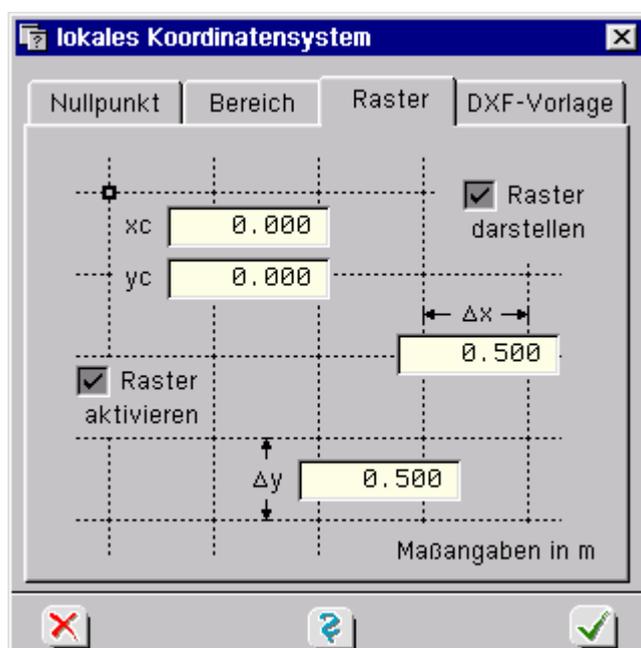
### Bereich

Unter diesem Register wird der im Ebenfenster dargestellte Bereich eingestellt, der mindestens so groß sein sollte, dass alle Objekte (Punkte und Linien) im Fenster dargestellt werden können.



### Raster

Hier kann ein der aktuellen Ebene zugeordnetes Raster festgelegt werden.



Ausgehend von einem beliebigen Punkt  $[x_c, y_c]$  können die sich wiederholenden Rasterabstände mit  $\Delta x$  und  $\Delta y$  definiert werden.

Der logische Schalter **Raster darstellen** legt fest, ob das Raster eingeblendet (dargestellt) werden soll.

Der Schalter **Raster aktivieren** macht die Rasterpunktanziehung wirksam. Hierdurch fallen Punkte beim manuellen Erzeugen von Punkten und Linien nur in die Rasterpunkte.

### DXF-Vorlage

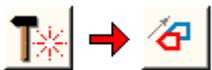
Unter diesem Register können DXF-Vorlagen erzeugt, verwaltet und der aktuellen Ebene zugeordnet werden.



Die in der Ebene definierten Objekte werden mit dieser Vorlage grafisch hinterlegt, wenn der Schalter **Vorlage einblenden** aktiviert ist.

Ist der Schalter **Kontrollpunktanziehung** aktiviert, fallen Punkte beim manuellen Erzeugen von Punkten und Linien nur in die Kontrollpunkte der Vorlage. Kontrollpunkte sind hierbei die Enden der Linien in der DXF-Vorlage.

### ausgewählte Objekte verschieben



Sind Objekte ausgewählt erscheint durch Klicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem die ausgewählten Objekte verschoben werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *modellieren* → *Objekte verschieben*

Es wird zunächst zwischen einer horizontalen, einer vertikalen und einer beliebigen manuellen Verschiebung unterschieden.

Diese drei Möglichkeiten werden nur im Ebenenbearbeitungsmodus unterstützt.

Die darauf folgende Punkt-zu-Punkt-Verschiebeaktion und die numerisch definierte Objektverschiebung werden sowohl im 3D-Modus als auch im Ebenenbearbeitungsmodus angeboten.

Bei den ersten drei Möglichkeiten reagieren die ausgewählten Objekte auf die Mausbewegung. Das Anklicken der linken Maustaste beendet die Aktion.

Bei der Punkt-zu-Punkt-Verschiebeaktion wird durch Anklicken zweier Punkte (erst Anfangspunkt, dann Endpunkt) ein Differenzmaß berechnet, um das die ausgewählten Objekte verschoben werden.

Bei der numerisch definierten Objektverschiebung sind die Differenzwerte ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$  im Ebenenbearbeitungsmodus,  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  im 3D-Modus) direkt vorzugeben.

Vgl. auch Restriktionen bei der Modellierung und auf **Duplikat** anwenden.



### Linienlänge ändern



Durch Doppelklicken einer erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt der Linie auf dem Bildschirm.

Im unteren Bereich dieses Eigenschaftsblatts befindet sich unter der Überschrift *Modellieren* der nebenstehend dargestellte Button, der die Verlängerung einer Linie einleitet.

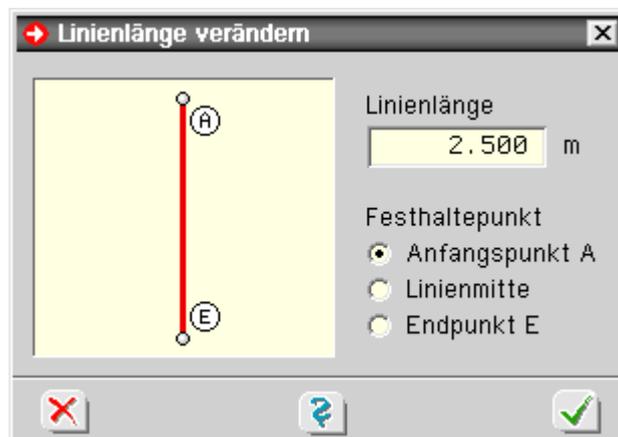
Im Eigenschaftsblatt ist neben der gewünschten Länge der Festhaltepunkt anzugeben.

Hier wird zwischen **Anfangspunkt**, **Linienmitte** und **Endpunkt** unterschieden.

Wird der Anfangspunkt als Festhaltepunkt gewählt, erhält die Linie ihre neue Länge durch Verschieben des Endpunkts in Richtung der Linienachse.

Wird der Endpunkt als Festhaltepunkt gewählt, erhält die Linie ihre neue Länge durch Verschieben des Anfangspunkts in Richtung der Linienachse.

Wird die Linienmitte als Festhaltepunkt gewählt, erhält die Linie ihre neue Länge durch gleichzeitiges Verschieben von Anfangs- und Endpunkt um das gleiche Maß in Richtung der Linienachse.



### Linienverknüpfung ändern

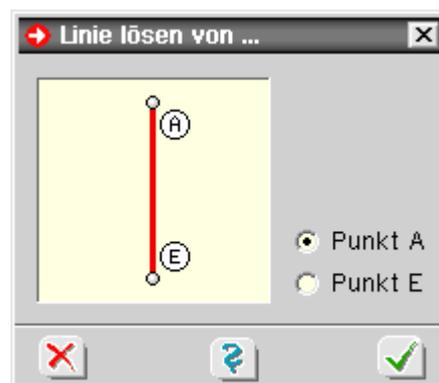


Durch Doppelklicken einer Linie erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt der Linie auf dem Bildschirm. Im unteren Bereich dieses Eigenschaftsblatts befindet sich unter der Überschrift *Modellieren* der nebenstehend dargestellte Button, mit dem sich die Änderung der Linienverknüpfung einleiten lässt.

Jede Linie hat einen definierten Anfangs- und Endpunkt.

Soll bei einer Linie diese Verknüpfung geändert werden, muss die Linie zunächst von ihrem derzeitigen Anfangs- bzw. Endknoten gelöst werden.

Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts wird der neu gewählte Punkt im Darstellungsfenster angeklickt.

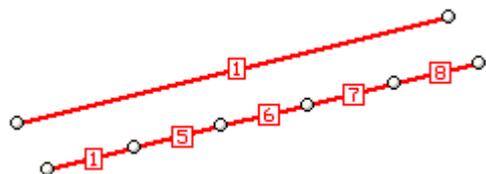


### Linie unterteilen



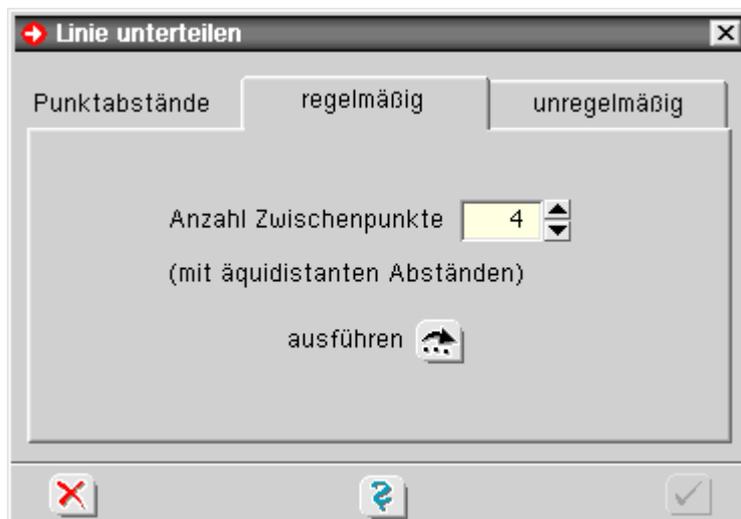
Durch Doppelklicken einer Linie erscheint das individuelle Eigenschaftsblatt der Linie auf dem Bildschirm. Im unteren Bereich dieses Eigenschaftsblatts befindet sich unter der Überschrift *Modellieren* der nebenstehend dargestellte Button, der das Unterteilen einer Linie einleitet.

Das Unterteilen einer Linie ist gleichbedeutend mit dem Generieren von Zwischenpunkten.



Im hier dargestellten Beispiel ist die Linie 1 in äquidistanten Abständen mit 4 Zwischenpunkten unterteilt.

Dies geht automatisch einher mit der Generierung der neuen Linien 5 bis 8, die die Zwischenknoten verbinden.



Im Register *regelmäßig* wird nur die Information der 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.

## Definition von Kreisbögen

Durch Doppelklicken einer Linie erscheint ihr individuelles Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät.

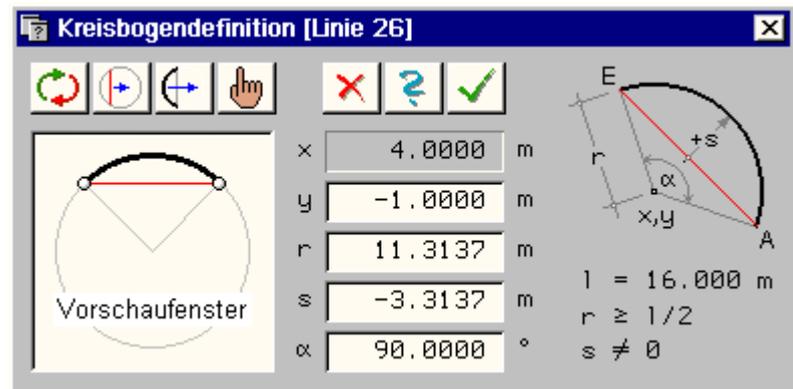
Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus und in der Systemfolie, wird unter der Überschrift *Modellieren* der nebenstehend dargestellte Button angeboten, der es ermöglicht, der Linie Kreisbogeneigenschaften zuzuordnen.

Die Buttons in der Kopfzeile des Eigenschaftsblatts steuern die Interaktion wie folgt

 Hin- und Herschalten zwischen Gerade und Kreisbogen

 Spiegeln der Sehne des Kreisbogens am Mittelpunkt des Kreises.

Die Auswirkung wird im Vorschaufenster dargestellt.



 Dieser Button spiegelt den Kreisbogen am Mittelpunkt des Kreises. Die Auswirkung kann im Vorschaufenster abgelesen werden.

 Mit diesem Button kann der Kreisbogen mausgesteuert definiert werden. Das Eigenschaftsblatt verschwindet kurzfristig, und die Formgebung des Kreisbogens reagiert auf die Mausbewegung. Der Kreisbogen wird durch Anklicken der linken Maustaste bestätigt, und das Eigenschaftsblatt erscheint wieder auf dem Sichtgerät.

 Abbrechen, Hilfe und Bestätigen des Eigenschaftsblatts

Der Kreisbogen kann numerisch durch Vorgabe des Kreismittelpunktes ( $x, y$  im Ebenenkoordinatensystem), des Radius,  $r$ , des Stiches  $s$  oder des Winkels  $\alpha$  festgelegt werden.

## ausgewählte Punkte ausrichten

  Befindet sich die Interaktion im Ebenenbearbeitungsmodus und sind mehrere Punkte ausgewählt erscheint durch Klicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem die ausgewählten Punkte ausgerichtet werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *modellieren* → *Punkte ausrichten*

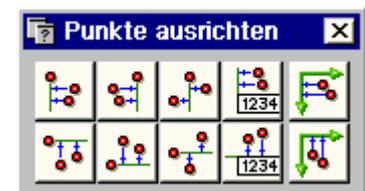
In dem zugehörigen Eigenschaftsblatt kann die Ausrichtungsart ausgewählt werden.

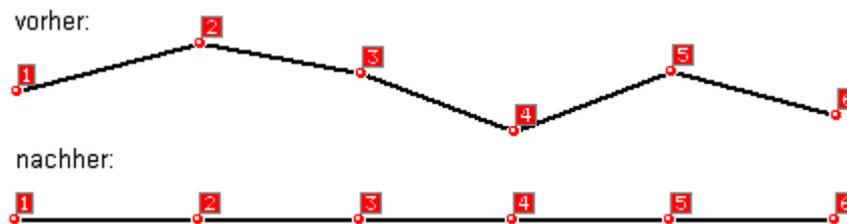
Mit den Buttons der oberen Zeile erfolgt eine horizontale Ausrichtung (linksbündig, rechtsbündig, mittig oder numerisch) der Punkte.

In der unteren Zeile kann eine vertikale Ausrichtung (oben, unten, mittig oder numerisch) eingeleitet werden.

Ist das **Konstruktionskoordinatensystem** aktiviert, können die ausgewählten Punkte auch auf die u.U. schief liegenden Achsen ( $x$  oder  $y$ -Achse) des KKS projiziert werden.

Das nachfolgende Beispiel zeigt die Auswirkung einer vertikalen Ausrichtung.





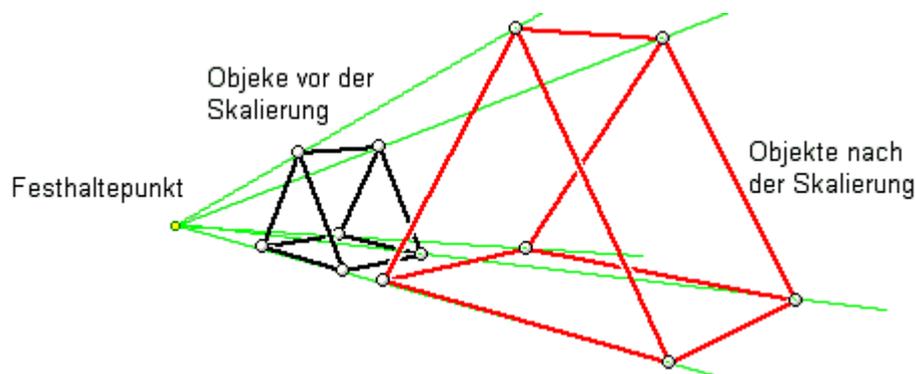
**ausgewählte Objekte skalieren**



Sind Objekte ausgewählt erscheint durch Anklicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem die ausgewählten Objekte in ihrer Größe verändert werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *modellieren* → *Objekte vergrößern*

Verfahren: Ausgehend von einem zu definierenden Festhaltepunkt, werden alle ausgewählten Objekte auf den Strahlen, die durch die Punkte und den Festhaltepunkt verlaufen, entsprechend einem vorzugebenden Faktor verschoben.



Ist der Faktor > 1, werden die Objekte (Punktabstände) vergrößert; ist der Faktor < 1, werden sie verkleinert. Bei negativen Zahlen findet eine Spiegelung statt.

Da die Faktoren pro Richtung unterschiedlich angegeben werden können, geht mit der Skalierung u.U. eine Verzerrung einher.

Im 3D-Modus sind der Festhaltepunkt und die Skalierungsfaktoren vorzugeben.

Wird die Position des Festhaltepunkts durch einen definierten Punkt markiert, können die Koordinaten dieses Punkts durch Anklicken ins Eigenschaftsblatt geladen werden.

Im Ebenenbearbeitungsmodus kann einer der vier Eckpunkte, einer der vier Seitenmittelpunkte oder der Schwerpunkt des die ausgewählten Objekte umgebenden Rechteckes Festhaltepunkt sein.

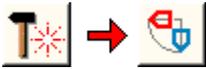


Die unten angebotenen Buttons leiten die Skalierungsaktion ein, wobei unterschieden wird zwischen

- horizontaler, manueller Skalierung
- vertikaler, manueller Skalierung
- diagonalen, manueller Skalierung (Form wird beibehalten)
- beliebiger, manueller Skalierung (keine Richtungsbindung)
- und numerischer Skalierung (Faktoren müssen eingegeben werden)

S. auch auf **Duplikat** anwenden.

## ausgewählte Objekte drehen



Sind Objekte ausgewählt erscheint durch Anklicken der dargestellten Buttons ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, mit dem die ausgewählten Objekte gedreht werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *modellieren* → *Objekte verdrehen*

Im 3D-Modus findet die Drehung um eine Achse statt, die durch den hinführenden Vektor  $[x_0, y_0, z_0]$  und den eigentlichen Achsvektor  $[ax, ay, az]$  definiert wird. Ein Drehwinkel  $\alpha$  kann ebenfalls angegeben werden.

Im Ebenenbearbeitungsmodus kann einer der vier Eckpunkte, einer der vier Seitenmittelpunkte oder der Schwerpunkt des die ausgewählten Objekte umgebenden Rechtecks als Drehpunkt festgelegt werden.

Bei aktivem Konstruktionskoordinatensystem (KKS) kann dessen Position ebenfalls als Drehpunkt gewählt werden.

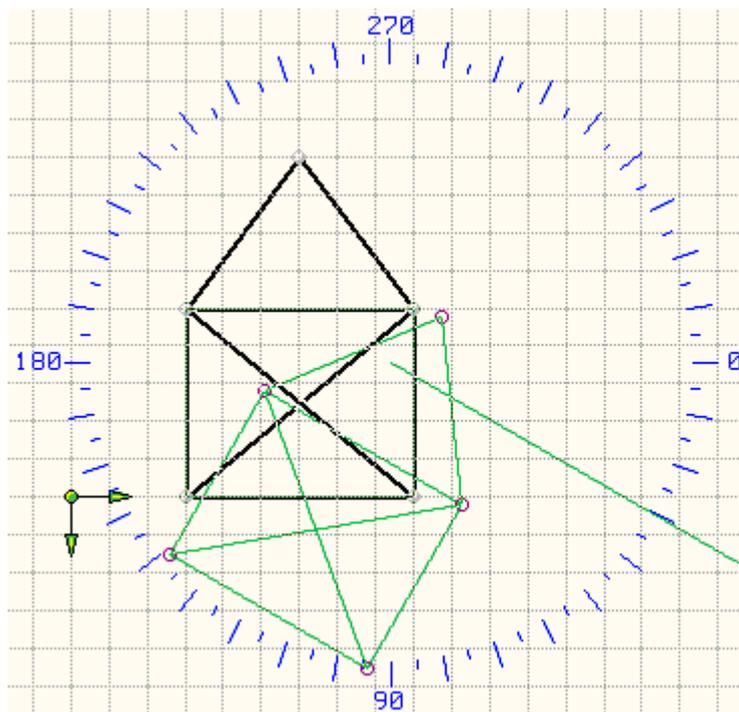
Zwei Buttons, die nur im Ebenenbearbeitungsmodus angeboten werden, leiten die Drehung ein.



die manuelle Drehung reagiert auf die Bewegung der Maus



bei der numerischen Drehung muss der Drehwinkel eingegeben werden



Beispiel für die manuelle Verdrehung eines Objektes um das KKS in der Ebene.

Hierbei ermöglicht eine umgebende 360° Einteilung ein möglichst genaues Arbeiten.

S. auch auf **Duplikat** anwenden.

## Punkte und Linien duplizieren

Die Modellierungsaktionen Verschieben, Verdrehen, Skalieren und Spiegeln führen normalerweise eine geometrische Operation auf die aktuell ausgewählten Punkte und Linien aus.

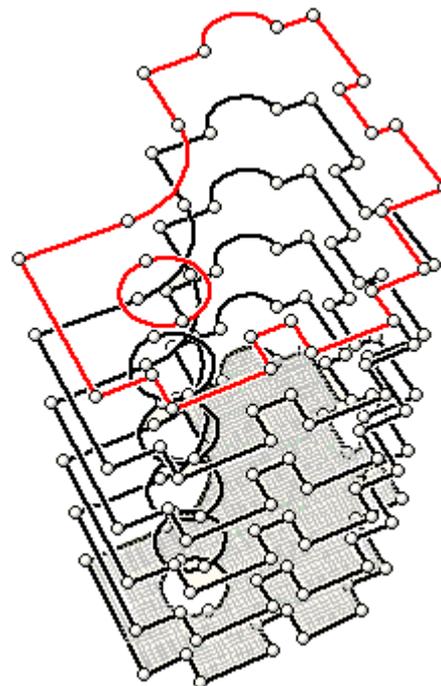
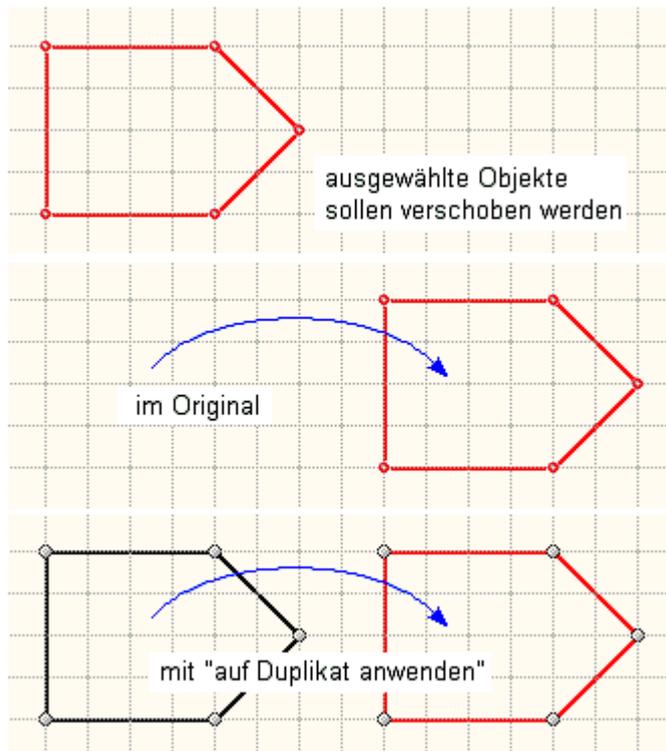
Nach einer gelungenen Modellierungsaktion nehmen die meisten der ausgewählten Punkte eine neue Position ein – einhergehend mit einer Formänderung der Linien, die die Punkte verbinden.

auf Duplikat anwenden

Alternativ zu den Originalobjekten kann die Modellierungsaktion auch auf ein zuvor erstelltes Duplikat aller ausgewählten Punkte und Linien ausgeführt werden.

Hierüber entscheidet der logische Button *auf Duplikat anwenden*.

Da die frisch erzeugten Duplikate niemals mit definierten Flächen zusammenhängen, entfallen die o.a. Restriktionen. Beispiele



Wie zu erkennen ist, beinhaltet die Möglichkeit, Modellierungsaktionen auf Duplikate anzuwenden eine weitere starke Erzeugungsfunktionalität.

Beispielhaft hierfür ist auf der rechten Seite in der ACADbbildung oben ein mehrfach übereinander kopierter Grundriss dargestellt.

### Generierungseigenschaften der Flächenpositionen



Sind Flächenpositionen ausgewählt, befindet sich die Interaktion in der Systemfolie und wird der hier dargestellte Button angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, in dem die Generierungseigenschaften der ausgewählten Flächenpositionen bearbeitet werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *Flächeneigenschaften* → *Generierungsoptionen*.

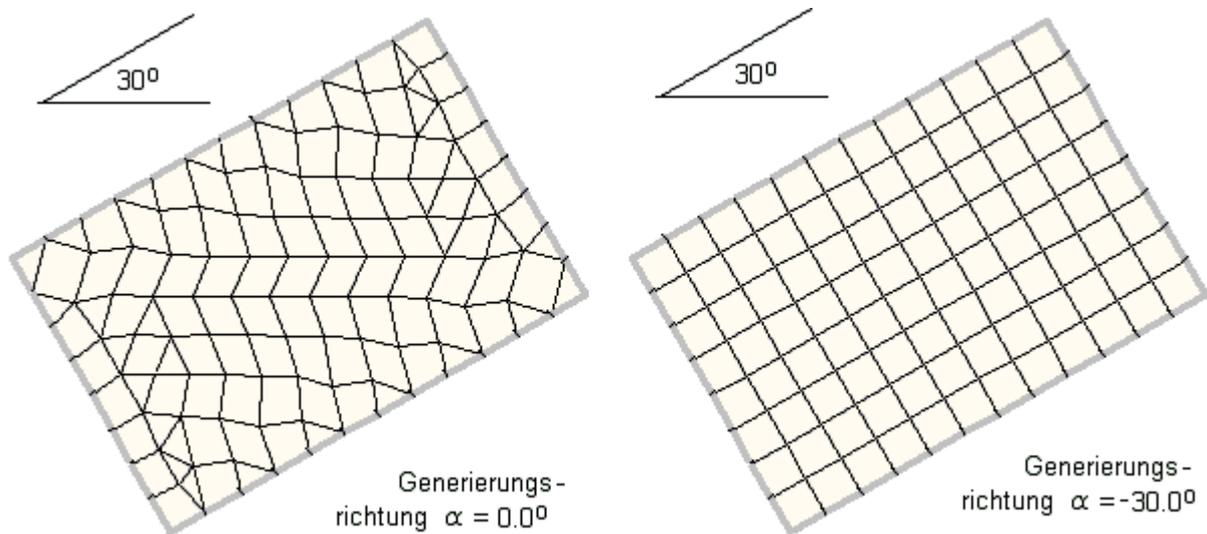


Sollen die Generierungseigenschaften einer einzelnen Flächenposition unabhängig vom Auswahlzustand anderer Flächenpositionen bearbeitet werden, kann die gewünschte Flächenposition per Doppelklick ausgewählt werden. Im individuellen Eigenschaftsblatt wird ebenfalls der o.a. Button angeboten.

Die Generierungseigenschaften steuern das Netzgenerierungsmodul des Rechenprogramms und lassen netzmodellierende Eingriffe in die Finite-Elemente-Struktur zu.

Das Eigenschaftsblatt enthält zunächst die globale Elementkantenlänge, die für alle Flächenpositionen verbindlich ist. Des Weiteren kann ein Faktor für die Netzdichte vorgegeben werden, der nur für die ausgewählten Positionen gilt.

Mit der Generierungsrichtung  $\alpha$  kann die Ausrichtung der generierten Elemente der Position angepasst werden. Im folgenden Beispiel wurde eine rechteckförmige Position in ihrer x-y-Ebene um  $-30^\circ$  verdreht. Die Generierung der FE-Netzes erfolgte einmal mit  $\alpha = 0^\circ$  (linke Seite) und mit  $\alpha = -30.0^\circ$  (rechte Seite).



### Generierungseigenschaften der Linien



Sind Linien ausgewählt, befindet sich die Interaktion in der Systemfolie und wird der hier dargestellte Button angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, in dem die Generierungseigenschaften der ausgewählten Linien bearbeitet werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *Linieigenschaften* → *Generierungsoptionen*

Sollen die Generierungseigenschaften einer einzelnen Linie unabhängig vom Auswahlzustand anderer Linien bearbeitet werden, kann die gewünschte Linie per Doppelklick ausgewählt werden.

Im hierdurch eingeblendeten individuellen Eigenschaftsblatt wird ebenfalls der o.a. Button angeboten.

Es muss zunächst festgelegt werden, dass es sich bei der Linie um eine Fixlinie handelt.

Da nur Fixlinien vom Netzgenerierer berücksichtigt werden, können auch nur hier Verdichtungsvorschriften berücksichtigt werden.

Der zu verdichtenden Fixlinie kann nun eine Elementkantenlänge zugewiesen werden, die vom Netzgenerierer berücksichtigt wird.

### Generierungseigenschaften der Punkte



Sind Punkte ausgewählt, befindet sich die Interaktion in der Systemfolie und wird der dargestellte Button angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, in dem die Generierungseigenschaften der ausgewählten Punkte bearbeitet werden können.

Gleichbedeutende Menüfunktion *Ausgewählte Objekte* → *Punkteigenschaften* → *Generierungsoptionen*

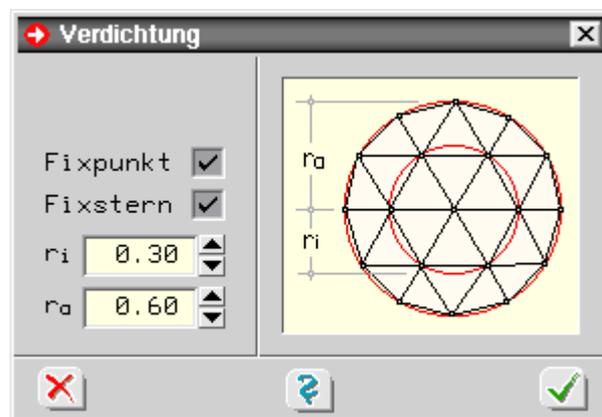
Sollen die Generierungseigenschaften eines einzelnen Punkts unabhängig vom Auswahlzustand anderer Punkte bearbeitet werden, kann der gewünschte

Punkt per Doppelklick ausgewählt werden.

In dem hierdurch erscheinenden individuellen Eigenschaftsblatt wird ebenfalls der o.a. Button angeboten.

Im Eigenschaftsblatt muss zunächst festgelegt werden, dass es sich bei dem Punkt um einen **Fixpunkt** handelt.

Zur Verdichtung um einen **Fixstern** können zwei Radien zugeordnet werden, die vom Netzgenerierer in einen erweiterten Elementpatch umgesetzt werden (s. Skizze).



## Generierungseigenschaften der Verstärkungen



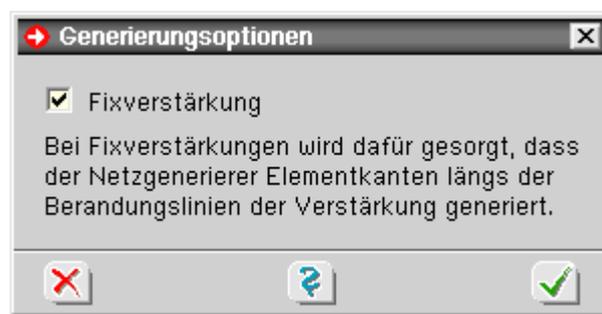
Sind im Ebenenbearbeitungsmodus Verstärkungen ausgewählt, befindet sich die Interaktion in der Systemfolie und wird der hier dargestellte Button angeklickt, erscheint ein Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, in dem die Generierungseigenschaften der ausgewählten Verstärkungen bearbeitet werden können.

Sollen die Generierungseigenschaften einer einzelnen Verstärkung unabhängig vom Auswahlzustand anderer Verstärkungen bearbeitet werden, kann die betreffende Verstärkung per Doppelklick ausgewählt werden.

In dem hierdurch erscheinenden individuellen Eigenschaftsblatt wird ebenfalls der o.a. Button angeboten.

Im Eigenschaftsblatt kann festgelegt werden, dass die Verstärkung eine Fixverstärkung ist, bei der der Netzgenerierer Elementkanten längs der Berandungslinien der Verstärkung generiert.

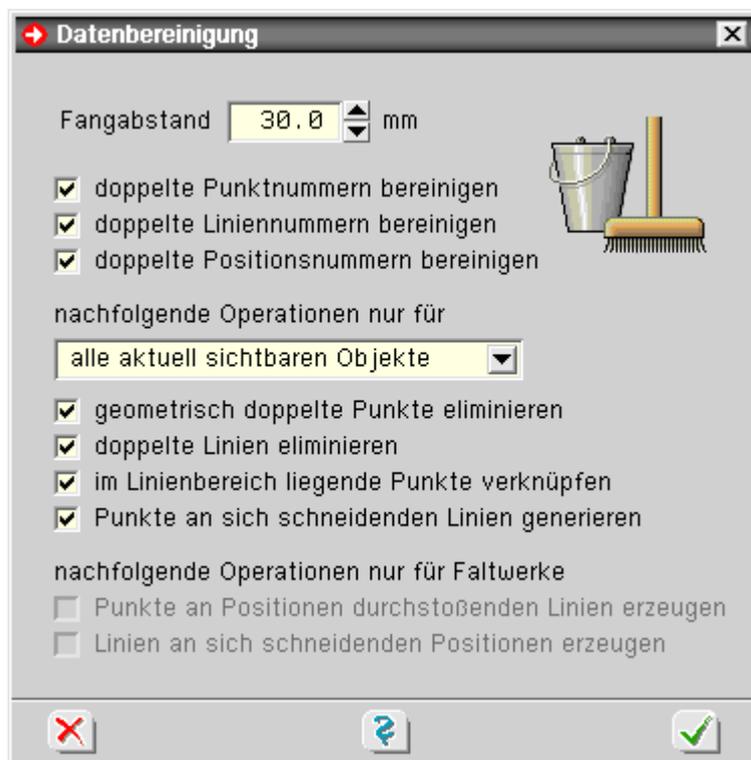
Ist eine Verstärkung nicht als Fixverstärkung definiert, wird sie nur näherungsweise berücksichtigt!



## Datenzustand bereinigen



Die Datenzustandsbereinigung wird eingeleitet durch den nebenstehend dargestellten Button, der sich im rechten Bereich unter der Überschrift *Datenzustand* befindet.



Für die Definition des statischen Systems, insbesondere aber auch für die Berechnung, ist es notwendig, dass eine saubere Netzwerkdatenstruktur die definierten Objekte miteinander verknüpft.

Im Gegensatz zu reinen CAD-Programmen (in denen z.B. mehrere Linien übereinander liegen dürfen) ist im grafischen Eingabemodul die Eindeutigkeit der geometrischen Objekte von wesentlicher Bedeutung.

Während des Erzeugungs- und Modellierungsprozesses kann und darf es immer mal wieder zu Verstößen gegen diese zwingende Vorschrift kommen. Wesentlich ist, dass im Endstadium (spätestens vor dem Start des Rechenlaufs, besser jedoch so früh wie möglich) diese Ungereimtheiten bereinigt werden. Hierzu dient die automatische Datenzustandsbereinigungsfunktion.

### **doppelte Nummern bereinigen**

Die Nummern von Punkten, Linien und Positionen müssen eindeutig vergeben sein.

D.h. pro Typ darf eine Nummer nur einmal vergeben sein.

### **geometrisch doppelte Punkte eliminieren**

Ein Punkt markiert einen geometrischen Ort über seine X, Y und Z-Koordinaten. Auch dies muss eindeutig sein; was bedeutet, dass kein anderer Punkt denselben Ort einnehmen darf.

Das Programm berechnet die Abstände sämtlicher Punkte zueinander und überprüft, ob Abstände den vorgegebenen Fangabstand unterschreiten.

Ist dies der Fall, wird der jüngere (später erzeugte) Punkt gelöscht; der ältere Punkt erhält die Linienverknüpfung vom jüngeren.

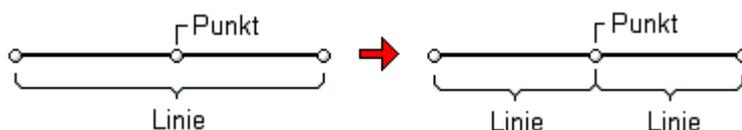
### **doppelte Linien eliminieren**

Linien sind gerade oder kreisförmige Verbindungen zwischen zwei Punkten. Hierbei ist es nicht erlaubt, dass zwei gleiche Linien dieselben Punkte verbinden.

Findet das Programm solche doppelten Linien, wird die jüngere gelöscht; die ältere übernimmt ggf. die Flächenberandungseigenschaften der jüngeren.

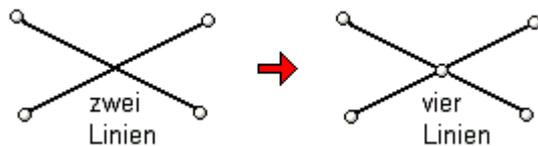
### **im Linienbereich liegende Punkte verknüpfen**

Ein Punkt auf einer Linie muss in die Linie integriert werden. Das zugrunde liegende Problem (sowie dessen Bereinigung) kann der nachfolgende Skizze entnommen werden.



### Punkte an sich schneidenden Linien generieren

Wenn Linien sich schneiden, muss im Schnittpunkt der Linien ein Punkt erzeugt werden, mit dem die vier verbleibenden Linienenden verknüpft werden.



### Punkte an Positionen durchstoßenden Linien erzeugen

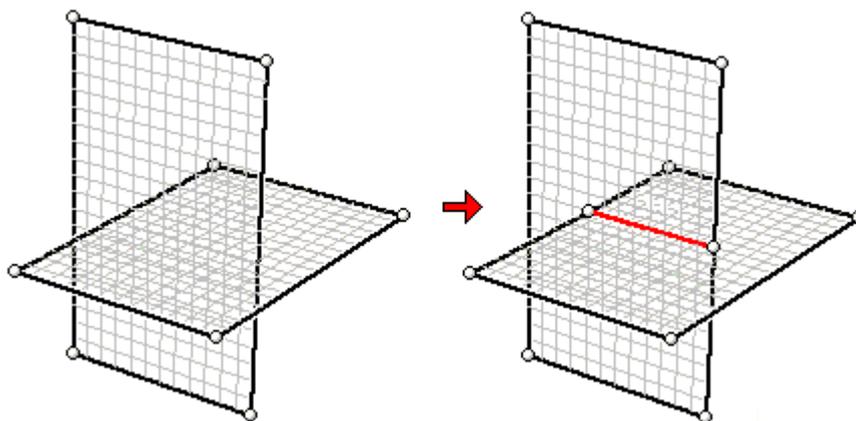
Wenn Linien Flächenpositionen durchstoßen, muss im Durchstoßpunkt ein Punkt generiert werden.

Die Linie ist entsprechend aufzuteilen.

Dadurch wird sichergestellt, dass die Linie (etwa ein Stab) auch im FE-Modell mit der Fläche verknüpft wird.

### Linien an sich schneidenden Positionen erzeugen

An den Stellen, an denen Positionen sich schneiden, müssen (Schnitt-)Linien erzeugt werden, damit der Netzgenerierer in der Lage ist, die beiden Positionen miteinander zu verknüpfen.



### Rücksprünge

Die verschiedenen Verfahren zur Untersuchung und Bereinigung auf eine einwandfreie Netzwerkdatenstruktur bauen aufeinander auf. Es muss sichergestellt sein, dass vorangegangene Untersuchungen erfolgreich abgeschlossen wurden. Werden bei einer weiter hinten liegenden Untersuchung Eingriffe vorgenommen, müssen auf dieser veränderten Basis vorangegangene Untersuchungen wiederholt werden.

## Objekte neu nummerieren



Bei der Erzeugung von Punkten, Linien und Flächen 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 oben dargestellten Buttons wird eine neue Nummerierung der Objekte eingeleitet, die sich an der Lage der Objekte im Raum orientiert 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.) werden nur aktiv, wenn höhere Prioritäten keine Entscheidung herbeiführen. Für das hier dargestellte Beispiel bedeutet dies, dass zwei Knoten aufsteigend in Y-Richtung nur dann durchnummeriert werden, wenn sie dieselben X-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 sehr viel einfacher gestaltet.

[zur Hauptseite 4H-ALFA, Platte / Scheibe](#) 



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0 Fax 70083-99 Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)