

Benutzerhandbuch

RuckZuck 6.0

Für die Betriebssysteme:

Microsoft® Windows™ 9x/NT/2000/XP/Vista/Windows 7

Mursoft Wörgötter, Kump OG

Grafenbergstraße 47c/13

A-8051 Graz

Tel.: +43 (316) 673 673-43

Fax: +43 (316) 673 673-45

E-Mail: office@ruckzuck.co.at

Internet: <http://www.ruckzuck.co.at>

Die in diesen Unterlagen enthaltenen Angaben und Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Firma MURSOFT Wörgötter, Kump OG darf kein Teil dieser Unterlagen für irgendwelche Zwecke vervielfältigt oder übertragen werden, unabhängig davon, auf welche Art und Weise oder mit welchen Mitteln, elektronisch oder mechanisch, dies geschieht.

© 1996-2010 MURSOFT Wörgötter, Kump OG. Alle Rechte vorbehalten.

Windows ist ein Warenzeichen der Microsoft Corporation.

Pentium ist ein Warenzeichen der Intel Corporation.

Inhalt

Kapitel 1	SCHNELLEINSTIEG MIT BEISPIEL	7
Angaben zum Beispiel		8
Neues Projekt erstellen		9
System generieren		10
System verändern		11
Elemente eines Systems		11
Gesamtes System verschieben		11
Knoten setzen / Stab teilen		13
Stabmaterial und –querschnitt ändern		15
Lastfälle und Überlagerungen erzeugen		17
Lastfälle		17
Lastfallüberlagerungsgenerator		18
Lastbaum bearbeiten		19
Lasten aufbringen		19
Ergebnisdarstellung		22
Bemessung		23
Drucken		25
Kapitel 2	GRUNDLAGEN DER BEDIENUNG	27
Was ist neu in RuckZuck 6.0		28
Grundlegende Neuerungen der Version 6.0		28
Grundlegende Neuerungen der Version 5.0		28
Verbesserungen gegenüber Version 4.0		28
Benutzeroberfläche		29
RuckZuck Bildschirm		29
Menüleiste		31
Symbolleiste		31
Steuerung im Konstruktionsbereich		32
Rückgängig/Wiederherstellen		35
Darstellungsoptionen		35
Zoom und Pan		35
Ansichtensteuerung		37
Skalierung der grafischen Ergebnisdarstellung		38
Grundeinstellungen		38
Material und Querschnittsdatenbank wählen		38
Standardmaterial und –querschnitt		38
Rastereinstellungen		38
Berechnungsoptionen		39
Kapitel 3	STATISCHES SYSTEM	40
Grundlagen		41
Bestandteile des Statischen Systems		41
Charakteristikum von Knoten und Stäben		41
Knoten und Stäbe		42
Knoten setzen		42
Stäbe einfügen		44
Beschriftungsoptionen		44
Auflager und Gelenke		45

Auflager definieren	45
Gelenke definieren	46
Änderungen am Statischen System	48
Eigenschaften ändern	48
Stäbe nummerieren	52
Elemente löschen	52
Knoten verschieben	53
Stäbe teilen	54
Systemgröße ändern	55
Systemgenerator	55
Allgemein	55
Anwendung des Systemgenerators	56
Kapitel 4 LASTFÄLLE UND BELASTUNG	59
Lastfälle	60
Allgemeines	60
Der Lastenbaum	61
Lastfälle und Lastfallgruppen hinzufügen	62
Lastfälle und Lastfallgruppen manipulieren	64
Lastfallüberlagerung	64
Allgemeines	64
Manuelles Überlagern	65
Lastfallüberlagerungsgenerator	66
Belastungen	69
Einzellasten	70
Streckenlasten	72
Temperaturlast	73
Zwangseinbau und Auflagerverschiebung	74
Kapitel 5 BEMESSUNG	76
Stabeigenschaften / Bemessungsnorm	77
Allgemeines zum Bemessungsvorgang	77
Bemessungsinfo im Konstruktionsbereich	78
Dialogfenster Bemessung	78
Bemessung für Stahl	80
Allgemeines zur Stahlbemessung	80
Bemessungsoptionen für Stahl	82
Momentenbeiwerte	83
Bemessung für Holz	83
Bemessung für Beton	84
Mehrfachauswahl	85
Allgemeiner Spannungsnachweis	86
Bemessung nach Eurocode	87
Anpassen der vordefinierten Lastfallgruppen	87
Überlagerung nach Eurocode 0	88
Bemessung nach Eurocode 5	89
Kapitel 6 ERGEBNISDARSTELLUNG UND DRUCKEN	90
Allgemeines	91
Automatische Berechnung	91
Berechnungsauswahl	91
Grafische Darstellung der Ergebnisse	91
Schnittkräfte	91
Auflagerreaktionen	92
Verformungen	92

Beschriftung der Grafik.....	92
Detailergebnisse	93
Berechnungsergebnisse in den Teilungspunkten eines Stabes	93
Drucken	94
Drucker einrichten.....	95
Druckoptionen.....	95
Druckvorschau (Seitenansicht).....	99
Kapitel 7 PROFESSIONELLE ANWENDUNGEN	100
Wanderlasten / Lastenzug generieren.....	101
Einflusslinien	102
Theorie II. Ordnung.....	102
Theoretische Grundlagen	102
Berechnungsoptionen für Theorie II. Ordnung	102
Linearisierte Theorie II. Ordnung.....	103
Theoretische Grundlagen	103
Stabilitätsanalyse und Knicklängenberechnung	104
Theoretische Grundlagen	104
Berechnungsoptionen für Stabilität	105
Berechnungssteuerung.....	106
Eigenfrequenzberechnung.....	107
Theoretische Grundlagen	107
Berechnungssteuerung.....	108
Traglastverfahren.....	109
Theoretische Grundlagen	109
Berechnungssteuerung.....	109
Importieren eines Systems aus einer Textdatei.....	113
Export für Bemessung im ConDim 4.x/5.x	114
Kapitel 8 ANHANG	116
Hotline.....	117
Tastenkombinationen	118
Kapitel 9 INDEX	119

SCHNELLEINSTIEG MIT BEISPIEL

Dieses Kapitel ermöglicht Ihnen mit Hilfe des konkreten Beispiels einen raschen Einstieg in die effiziente Anwendung von *RuckZuck*. Durch die vollständige Beschreibung einer einfachen statischen Berechnung von der Eingabe des Grundsystems bis zum Endausdruck werden Ihnen grundlegende Bedienungselemente des Programms und der Ablauf einer computerunterstützten Statik nähergebracht. Darüber hinaus lernen Sie die zahlreichen Leistungsmerkmale von *RuckZuck* kennen und können aufbauend auf diesem Basiswissen die folgenden Kapitel "erforschen", um Ihre Kenntnisse in den jeweiligen Teilbereichen zu vertiefen.

Nach dem Durcharbeiten des Beispiels sind Sie mit der grafischen Benutzeroberfläche von *RuckZuck* soweit vertraut, dass Sie einfache eigene Systeme generieren und berechnen können bzw. bei Bedarf die in den nächsten Abschnitten beschriebenen Verfahren rasch umsetzen werden.

Angaben zum Beispiel

Zu berechnen ist ein Hallen-Querschnitt aus Stahl mit einer Geometrie entsprechend der Abbildung auf der nächsten Seite. Die Lasten sind (auf Basis eines Binderabstandes von 5,0 m) vorgegeben um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Die Übung umfasst die nachfolgende Aufgabenstellung:

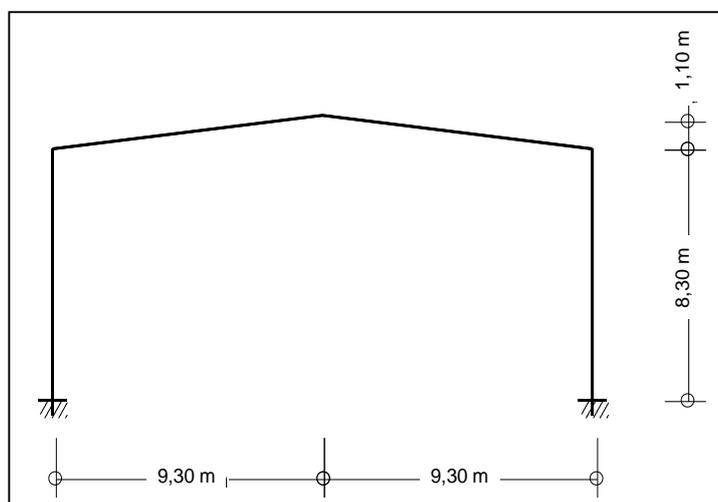
- Generieren Sie das dargestellte System mit allen Lastfällen (Eigengewicht, Nutzlast, Windlast, Schneelast) und erstellen Sie eine Lastfallüberlagerung nach DIN 18800 für Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise.
- Berechnen Sie die Schnittkräfte und bemessen Sie die Querschnitte des Systems.
- Überprüfen Sie die Durchbiegungen und korrigieren Sie gegebenenfalls die Querschnitte.
- Erzeugen Sie einen komprimierten Ausdruck, der nur die für eine dokumentierte statische Berechnung maßgebenden Bild- bzw. Textdaten enthält. Dies sind i.d.R. eine Systembeschreibung mit Skizze der Geometrie (einschließlich Beschriftung der Stäbe und Knoten), die Lastangaben für die jeweiligen Lastfälle und die Lastfallüberlagerungen mit den Überlagerungsvorschriften und Berechnungsergebnissen der Schnittkräfte.

Die vorgegebenen Lasten sind der untenstehenden Tabelle zu entnehmen:

Eigengewicht Konstruktion:	wird automatisch ermittelt	
Eigengewicht Hülle:	Wand	2,00 kN/m
	Dach	4,00 kN/m
Nutzlast:	Dach	2,50 kN/m
Veränderliche Last:	Schneelast	5,75 kN/m
	Wind Wand von links/rechts – Druck	1,60 kN/m
	Wind Wand von links/rechts – Sog	-1,00 kN/m
	Wind Wand längs – Sog	-1,40 kN/m
	Wind Dach – Sog	-1,74 kN/m

Das Beispiel wurde so gewählt, dass es das gesamte Spektrum einer computergenerierten statischen Berechnung umfasst. Folgende Punkte werden behandelt:

- Benutzerschnittstelle
- Projekt erstellen und speichern
- Systemgenerator
- Systemmanipulation
- Stabeigenschaften
- Lastfallüberlagerung



- Lastenmanipulation
- Berechnungsergebnisse darstellen
- Querschnitt bemessen
- Drucken

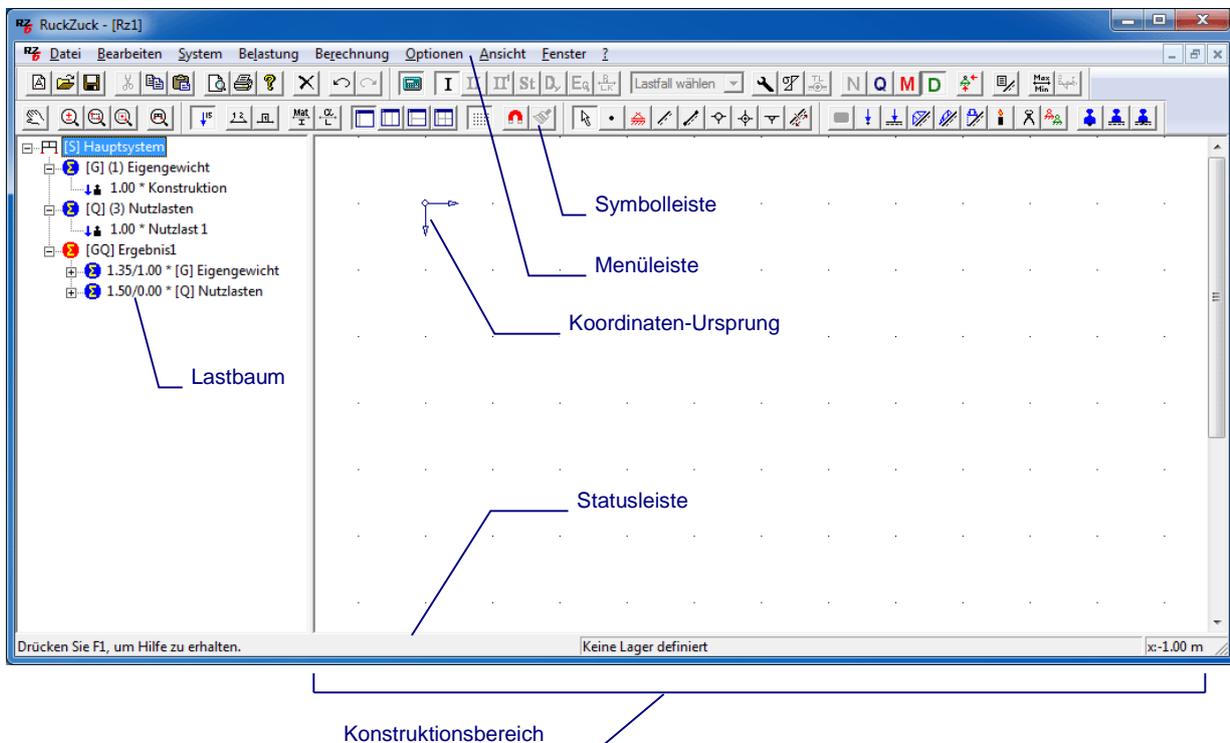
Neues Projekt erstellen

Starten Sie das Programm *RuckZuck* – es erscheint das leere Programm-Fenster mit grauem Hintergrund und der Fensterbezeichnung „*RuckZuck*“. Durch Drücken der Tastenkombination [STRG] + [N] oder mausgesteuert über das Menü DATEI und dem darin befindlichen Menübefehl NEU oder durch Klicken des Neu-Symbols beginnen Sie ein neues Projekt.



Das Programm-Fenster wechselt nun die Bezeichnung in „*RuckZuck – [Rz1]*“ und wird in mehrere Bereiche geteilt:

- Ganz oben die Menüleiste und die Symbolleiste mit den grafischen Bedienungselementen.
- Darunter rechts der leere Konstruktionsbereich (mit weißem Hintergrund und schwarzen Rasterpunkten) sowie links der Lastenbaum mit seinen standardmäßig definierten Lastfällen und Lastfallgruppen.
- Ganz unten befindet sich noch eine Statusleiste mit kurzen Hilfetexten im linken Teil (diese erscheinen wenn man mit dem Mauszeiger kurze Zeit ohne zu klicken auf einer Symbolschaltfläche verharret), Informationen zum Projekt in der Mitte und die Koordinatenposition des Mauszeigers (im Konstruktionsbereich) im rechten Teil.



Nun speichern Sie das neue Projekt in Ihren gewünschten Projektordner. Beim ersten Speichern kann ein beliebiger Dateiname (*RuckZuck* Projekte werden als Dateityp *.rzf gespeichert) angegeben werden.

So speichern Sie das neue **RuckZuck** Projekt:

1 Führen Sie den Befehl **SPEICHERN** auf eine der folgenden Arten aus:

- Verwenden Sie die Tastenkombination [STRG] + [S].
- Wählen Sie im Menü **DATEI** den Menübefehl **SPEICHERN**.

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte bei der Auswahl eines Menübefehls mit einem geraden Strich gekennzeichnet. Zum Beispiel: „wählen Sie das Menü **DATEI** | **SPEICHERN**“.



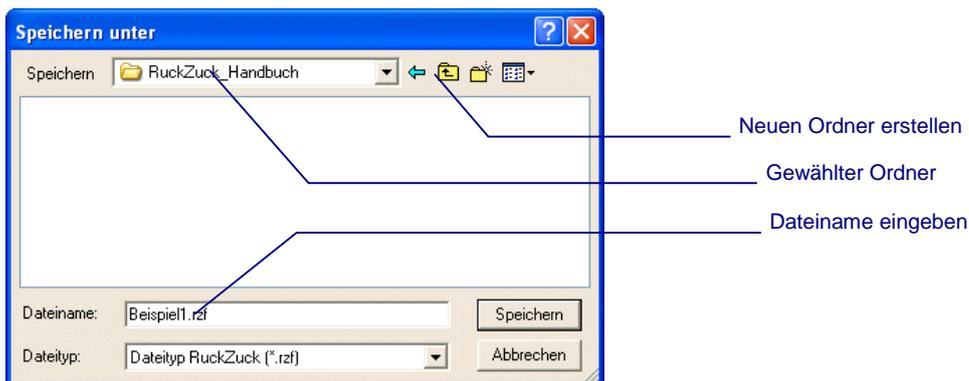
- Klicken Sie mit der Maus auf das Speichern – Symbol links oben in der Symbolleiste.

Sie können in *RuckZuck* prinzipiell alle Befehle mausgesteuert über die Menü- oder **Symbolleiste** aufrufen. Die Variante der Tastenkombination steht nur für die wichtigsten Optionen zur Verfügung (→ siehe Tabelle im Anhang auf Seite 118).

TIP

Wenn Sie einen Befehl auswählen wechselt der **Mauszeiger** sein Aussehen entsprechend dem Symbol in der Symbolleiste (z.B. Knoten, Auflager, Zoom etc.).

- 2 Beim erstmaligen Speichern eines Projektes wird das Dialogfenster *Speichern unter* angezeigt. Bei weiteren Speichervorgängen sind der Name und Speicherort der Datei bereits bekannt – diese wird überschrieben ohne ein Dialogfenster zu öffnen.
- 3 Wählen Sie den passenden Ordner und vergeben Sie den gewünschten Dateinamen. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Speichern*, um das Dialogfenster zu schließen.



System generieren

Es gibt die Möglichkeit ein System zu zeichnen, oder automatisch von *RuckZuck* erstellen zu lassen. Auch automatisch generierte Systeme sind nachträglich leicht zu bearbeiten und somit an die speziellen Erfordernisse des Benutzers anpassbar. Der *RuckZuck* Systemgenerator entspricht den Assistenten bzw. Managern, die von gängigen Windows™ Programmen für komplexe Einstellungen zur Verfügung gestellt werden.

So erstellen Sie ein System mit dem **RuckZuck** Systemgenerator:

1 Rufen Sie den Systemgenerator auf eine der folgenden Arten auf:

- Wählen Sie im Menü **SYSTEM** den Punkt **SYSTEM GENERIEREN ...**
- Starten Sie den Systemgenerator mit dem Tastenkürzel [STRG] + [F12].

Weiter >

- 2 Das erste Fenster (*Systemgenerator*) des Assistenten wird geöffnet. Wählen Sie die Option *Rahmen* und klicken Sie dann auf die Schaltfläche *Weiter*.



3 Im zweiten Fenster (*Rahmen*) kann die Geometrie des Systems bestimmt werden. Geben Sie für die Breite 18,6 Meter und für die Höhe 8,3 Meter ein. Belassen Sie den Vorgabewert für die Anzahl der Geschoße und Felder des Rahmens auf eins. Zum Schluss definieren Sie die Lagerung als eingespannt und wechseln mit *Weiter* in das nächste Fenster.



4 Im letzten Fenster (*Ursprung angeben*) aktivieren Sie die Option *Bezugskordinatenpunkt – auswählen*. Der Drehwinkel des Systems bleibt entsprechend der Vorgabe auf Null gesetzt. Mit der Schaltfläche *Fertig stellen* beenden Sie den Systemgenerator.

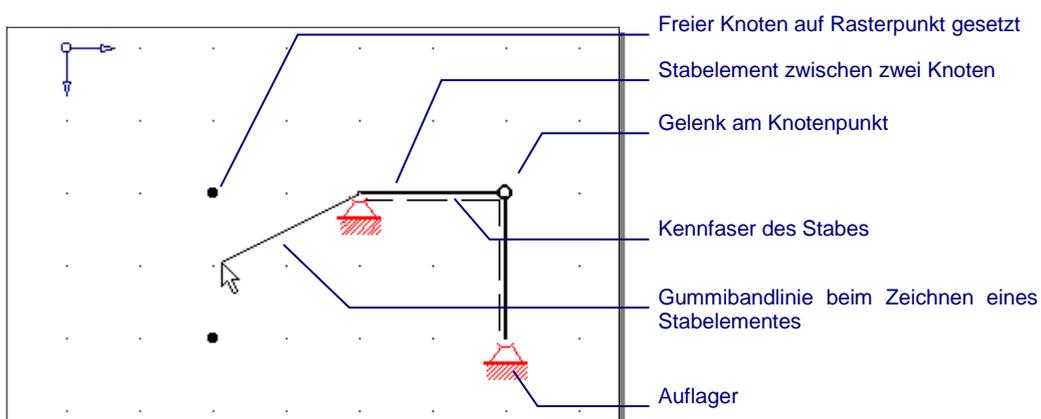
5 Sie befinden sich nun wieder im Konstruktionsbereich – ein maßstäbliches Symbol des zuvor generierten Rahmens ist an die Position des Mauszeigers (Fadenkreuz) verknüpft. Sie können den Rahmen durch einen Klick mit der linken Maustaste auf einen beliebigen Rasterpunkt im Konstruktionsbereich platzieren. Danach besteht die Möglichkeit, den Rahmen nochmals einzufügen. Beenden Sie jedoch den Vorgang indem Sie einmal mit der rechten Maustaste klicken.

System verändern

Elemente eines Systems

Jedes mit dem Systemgenerator automatisch erzeugte Grundsystem kann beliebig verändert und somit an die unterschiedlichen Bedürfnisse angepasst werden. Der zwei-hüftige Rechteck-Rahmen muss nun in seiner Geometrie dahingehend verändert werden, dass er den Vorgaben des Beispiels entspricht.

Das von *RuckZuck* verwendete System besteht aus den Stabelementen mit Anfangs- und Endknoten sowie Auflagern und optional Gelenken. Der Knoten ist das Grundelement und bestimmt die Geometrie als Fixpunkt – ein Stab kann nur zwischen zwei Knoten gezeichnet und ein Auflager oder Gelenk kann ebenfalls nur an der Stelle eines Knotens eingebaut werden. Knoten können sowohl graphisch mit der Maus (mit Hilfe eines einstellbaren Rasters) oder koordinativ über die Tastatur gesetzt und auch nachträglich verändert werden.



Gesamtes System verschieben

Um das Satteldach der Halle zu modellieren, wird in der Mitte des Riegels ein zusätzlicher Knoten gesetzt, und um 1,10 m nach oben verschoben.

Zuvor erscheint es jedoch sinnvoll, kurz die Funktionen zum Zoomen und Verschieben eines Ausschnittes zu erläutern. Die wichtigsten Funktionen dieser Kategorie sind *Zoom All*, *Zoom Ausschnitt* und *Pan*.



Mit *Zoom All* wird das gesamte System im Konstruktionsbereich dargestellt während mit *Zoom Ausschnitt* ein mit der Maus definiertes Rechteck vergrößert wird. Der Befehl *Pan* erlaubt das Verschieben des aktuellen Konstruktionsbereiches. Das ist jedoch nur möglich, wenn das System größer ist als der dargestellte Bereich. Es erscheinen dann auch die Bildlaufleisten, mit denen Sie die Ansicht ebenfalls verschieben können. Detaillierte Informationen zur Verwendung der Zoom-Befehle finden Sie im Kapitel Zoom und Pan Seite 35.

Mit Hilfe der Zoom-Funktionen können Sie den Rahmen entsprechend vergrößern und in der Bildmitte zentrieren. Im nächsten Schritt prüfen Sie ob das System einen günstigen Bezug zum Koordinaten-Nullpunkt hat, um die Eingabe des Knotens zu erleichtern. So wäre es optimal wenn zum Beispiel ein Auflager auf dem Koordinaten-Nullpunkt liegen würde. Wenn das nicht der Fall ist, sollten Sie das gesamte System verschieben.

So verschieben Sie das Grundsystem:

- 1 Aktivieren Sie gegebenenfalls den Raster auf eine der folgenden Arten:
 - Wählen Sie im Menü ANSICHT | RASTER (Aktivierter Raster wird mit einem Häkchen gekennzeichnet).



- Klicken Sie auf die *Raster* Schaltfläche in der Symbolleiste.

- 2 Markieren Sie das gesamte System mit der Maus. Dazu aktivieren Sie zuerst die *Knoten* Schaltfläche (dieser Befehl ist natürlich auch über das Menü SYSTEM | KNOTEN ausführbar) und ziehen mit gedrückter linker Maustaste von links-oben nach rechts-unten über den gesamten Rahmen. Während der Mausbewegung wird der erfasste Bereich mit einem strichlierten Rechteck dargestellt. Die markierten Knoten sind nach dem Loslassen der linken Maustaste gelb eingefärbt und können nun verschoben werden.

TIP

Sie können in *RuckZuck* bestimmte Elemente eines Systems markieren indem Sie zuerst die entsprechende Schaltfläche (z.B. Knoten, Stäbe, Auflager oder Gelenke) aktivieren und dann mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck aufziehen. Die **Markierung** wird wieder aufgehoben, wenn Sie mit der rechten Maustaste in den leeren Konstruktionsbereich klicken.



Aktivieren Sie die *Auswählen* Schaltfläche, um alle Elemente im gewünschten Bereich zu markieren. Diese Option ist zum Beispiel nützlich, um Teile eines Systems mit der [Entf] Taste zu löschen.

- 3 Klicken Sie nun mit der linken Maustaste auf einen der aktivierten Knoten (vorzugsweise auf das linke Auflager) und lassen Sie die Maustaste gedrückt.

4 Jetzt können Sie den zuvor ausgewählten Bereich mit der Maus verschieben. Der Rahmen (mit allen Elementen – Knoten, Stäbe, Auflager) folgt dem Mauszeiger solange die linke Maustaste gedrückt ist.



5 Verschieben Sie das System auf den Koordinatenursprung. Die gelbe Markierung der Knoten können Sie aufheben, indem Sie mit der rechten Maustaste in den leeren Konstruktionsbereich klicken. Wenn Sie jedoch auf einen Knoten klicken haben Sie die Möglichkeit alle ausgewählten Knoten koordinativ, durch Angabe der X und Z Abstände relativ zum gewählten Knoten, zu verschieben. Dies stellt eine Variante zum zuvor beschriebenen graphischen Verschieben dar.

TIP

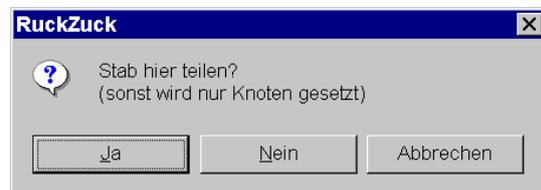
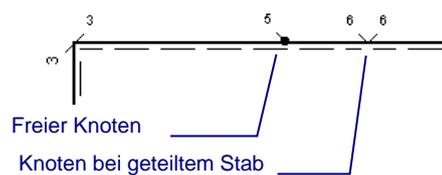
Wenn Sie einen **Befehl** ausführen (z.B. Stäbe zeichnen, Knoten verschieben etc.), können Sie diesen in *RuckZuck* prinzipiell durch Klicken mit der rechten Maustaste **beenden** oder **abbrechen**.

Knoten setzen / Stab teilen

Jetzt können Sie den "Firstknoten" in den Rahmenriegel einfügen, um das System zu komplettieren. Dabei ist es jedoch wichtig, dass der Stab geteilt und der neue Knoten nicht nur über den Stab gesetzt wird. Denn dann könnten Sie keinen erhöhten Firstpunkt erzeugen, da sich der Stab nicht mit dem freien Knoten mitverschieben lässt.



Um das zu demonstrieren versuchen Sie einfach einmal einen beliebigen Knoten auf einen Stab zu setzen (achten Sie darauf, dass die *Knoten* Schaltfläche aktiviert ist und schalten Sie den Raster aus, da der Knoten sonst nur auf Rasterpunkte gesetzt werden kann). Wenn Sie den Stab anklicken erscheint ein *RuckZuck* Meldungsfenster und fragt, ob Sie den Stab teilen wollen. Probieren Sie beide Möglichkeiten aus, um das Ergebnis zu sehen.



Wenn Sie den Stab nicht teilen wird der Knoten als schwarzer Punkt dargestellt, wenn Sie den Stab teilen ist der Knoten in den Stab integriert und wird nicht gesondert dargestellt. Besonders bei umfangreichen Systemen ist es jedoch erforderlich alle Knoten zu erkennen. Dazu können Sie die Funktionen der Stab und Knotenbeschriftung verwenden.



Den freien Knoten können Sie löschen, indem Sie (bei aktivierter *Knoten* Schaltfläche) mit der linken Maustaste auf den Knoten klicken. Bei mehreren Knoten markieren Sie diese und betätigen dann die Entfernen-Taste [ENTF]. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf den Knoten klicken öffnet sich das Fenster *Knoteneigenschaften* (siehe Seite 54).

TIP

Bei den meisten Funktionen (Knoten, Stab, Gelenk, Auflager) von *RuckZuck* werden die **Eigenschaften** mit der rechten Maustaste **bestimmt** bzw. geändert.

Der im Stab integrierte Knoten kann nicht gelöscht werden, es sei den Sie löschen den gesamten Stab. Um den ursprünglichen Rahmen wiederherzustellen, verwenden Sie den Befehl *Rückgängig* auf der Symbolleiste oder im Menü BEARBEITEN | RÜCKGÄNGIG oder mit dem Tastenkürzel [STRG] + [Z].



Der First-Knoten muss exakt in die Mitte des Riegels gesetzt werden – da die Rahmenbreite jedoch nicht mit dem vorgegebenen Rastermaß von 1,00 m übereinstimmt ist das mit der Maus nicht möglich. Im Menü OPTIONEN | RASTEREINSTELLUNGEN können Sie das Rastermaß verändern. Es gibt jedoch zwei einfachere und vor allem schnellere Methoden den Knoten exakt zu plazieren.

So setzen und verschieben Sie den Firstknoten koordinativ:

Sie haben zwei Möglichkeiten den Firstknoten zu setzen. Die einfachere wird vorerst nicht näher beschrieben, da sie nur für diesen speziellen Fall zutrifft. Es handelt sich dabei um den Befehl *Stab teilen*, der einen Stab in eine gewisse Anzahl gleicher Teile teilt und dabei automatisch Knoten setzt (Für das symmetrische Dach der Halle könnte man den Stab in zwei Teile teilen). Wichtiger ist jedoch das koordinative Setzen von Knoten, das im Folgenden beschrieben wird:



1 Aktivieren Sie den *Fang* in der Symbolleiste, damit der Stab geteilt und der Knoten integriert wird.

2 Wählen Sie im Menü SYSTEM | KNOTEN KOORDINATIV oder rufen Sie den Befehl mit der Kurztaste [F3] auf.

3 Das Fenster *Neuen Knoten eingeben* wird geöffnet. Hier können Sie die Position des Knotens absolut zum Koordinatenursprung oder relativ zu einem anderen Knoten eingeben.

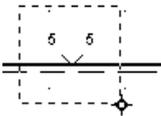
4 Wenn sich das linke Auflager Ihres Rahmens am Koordinatenursprung befindet geben Sie für $x = 9,30$ und für $z = -8,30$ ein. Bestätigen Sie mit der OK Schaltfläche.



5 Schalten Sie die *Knotenbeschriftung* ein um die Lage des neuen Knotens sichtbar zu machen.



6 Aktivieren Sie das Knoten-Werkzeug in der Symbolleiste und markieren Sie den zu verschiebenden Knoten indem Sie mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck über den Knoten aufziehen – der Knoten wird gelb eingefärbt.



Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den eingefärbten Knoten. Das Fenster *selektierte Knoten relativ verschieben* wird geöffnet. Mit dieser Funktion können auch mehrere Knoten gleichzeitig verschoben werden (z.B. Wenn Sie beide Fußpunkte markieren, können Sie durch Rechtsklicken auf einen dieser Knoten die Stiele des Rahmens verlängern).

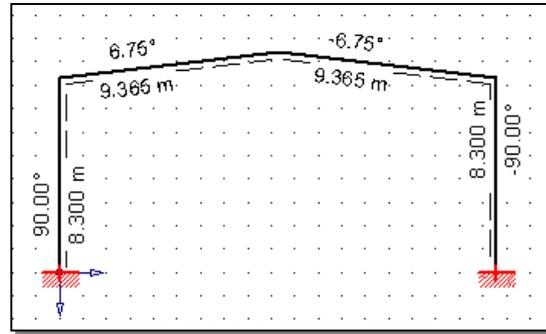
8 Im Fenster *selektierte Knoten relativ verschieben* geben Sie für $dx = 0$ und für $dz = -1,10$ ein. Dadurch wird der Knoten relativ zu seiner bisherigen Position um 1,10 m nach oben verschoben. Schließen Sie das Fenster indem Sie auf die Schaltfläche OK klicken.

Wenn Sie bei eingeschaltetem Knoten-Symbol auf einen nicht-markierten Knoten mit der rechten Maustaste klicken erscheint das Fenster *Knoteneigenschaften*. Auch hier können Sie die Lage des Knotens verändern indem Sie die Options-Schaltfläche *relativ zu Knoten* aktivieren, die Koordinaten x und z eingeben und auf die Schaltfläche OK klicken. Der Knoten wird dann um die angegebenen Werte relativ zu seiner bisherigen Position versetzt. Um einen anderen Knoten als Bezugspunkt zu

bestimmen, klicken Sie auf die Schaltfläche *auswählen* und markieren danach den betreffenden Knoten mit der Maus.

Stabmaterial und –querschnitt ändern

Das fertige System (mit aktivierter Knoten- und Stablängenbeschriftung) ist in der nebenstehenden Abbildung dargestellt.



ST360
HE-B 300

Um im nächsten Schritt die Lasten aufzubringen ist zu berücksichtigen, dass *RuckZuck* das Eigengewicht der Tragkonstruktion automatisch über Stabquerschnitt und –material ermittelt. Standardmäßig werden alle Stäbe



als HE-B 300 (St 360) definiert – Material und Profilart können durch Aktivieren der Befehlsschaltfläche *Material / Querschnitt* angezeigt werden.

TIP

Im Menü **OPTIONEN | STANDARD QUERSCHNITT** bzw. **STANDARD MATERIAL** können Sie andere **Vorgabewerte** für neue Stäbe definieren.

Für eine erste Bemessung ist es sinnvoll die Lasten aus dem Eigengewicht annähernd richtig anzugeben. Für das Beispiel ändern Sie daher den Querschnitt des Binders auf ein HEA 600 Profil (Faustformel: $l / 30 = 18,6 \text{ m} / 30 = 0,62 \text{ m}$) und den Querschnitt der Stützen auf ein HEA 400 Profil (Faustformel: $l / 20 = 8,3 \text{ m} / 20 = 0,42 \text{ m}$).

So ändern Sie die Stabeigenschaften:

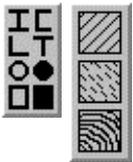
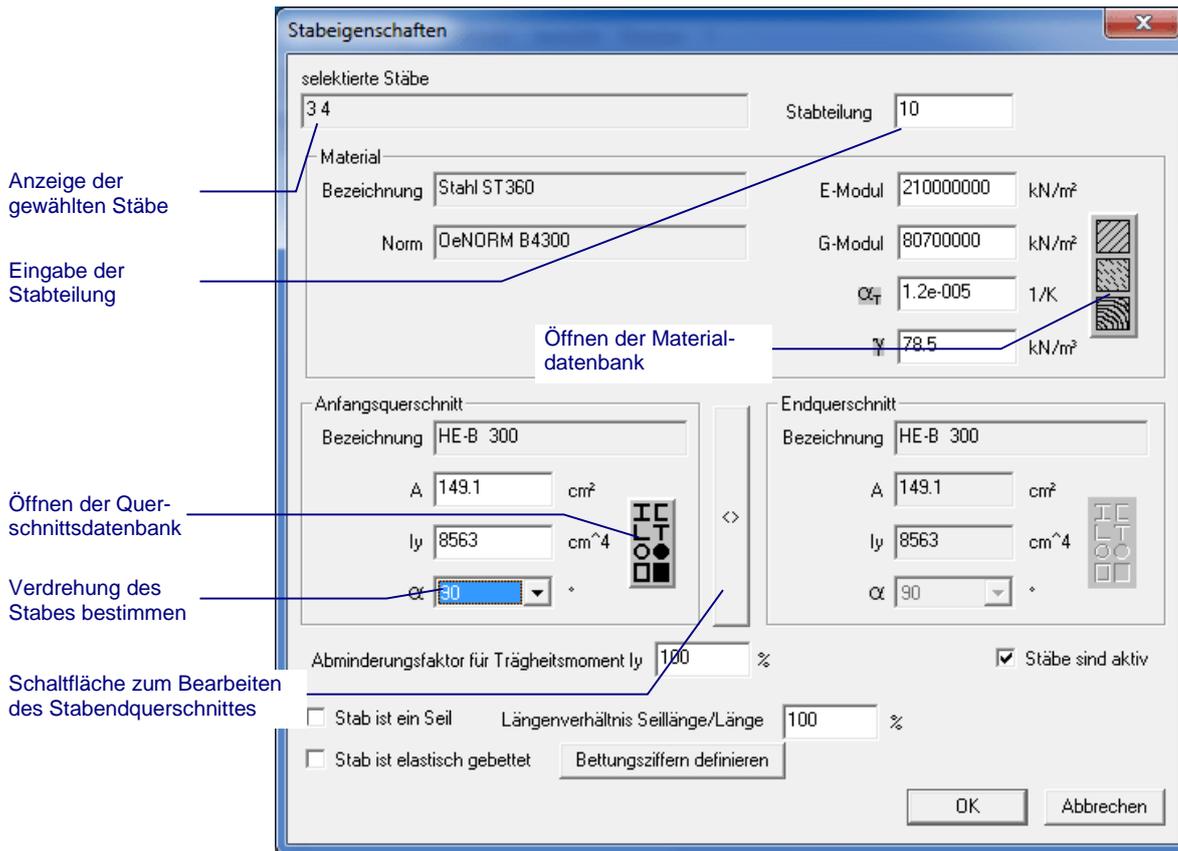
- 1 Aktivieren Sie die Schaltfläche *Stäbe* in der Symbolleiste.
- 2 Markieren Sie jene Stäbe die Sie gemeinsam ändern wollen mit der Maus (Rechteck mit gedrückter linker Maustaste über die Stäbe aufziehen).

TIP

Wenn Sie das **Markierungsrechteck** von links nach rechts aufziehen, müssen sich alle Elemente vollständig innerhalb des strichlierten Rechteckes befinden. Wenn Sie das Rechteck jedoch von rechts nach links aufziehen werden auch Elemente die sich nur teilweise im Rechteck befinden (also von diesem geschnitten werden) erfasst.

Halten Sie die [Shift] oder die [Strg] Taste gedrückt um der Markierungs-Auswahl weitere Elemente hinzuzufügen oder zu entfernen.

- 3 Die markierten Stäbe werden gelb eingefärbt. Klicken Sie nun mit der rechten Maustaste auf einen der eingefärbten Stäbe. Wenn Sie nur einen einzelnen Stab editieren wollen, muss dieser nicht markiert sein – klicken Sie einfach direkt mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Stab.
- 4 Das Fenster *Stabeigenschaften* erscheint:



- Mit den Schaltflächen *Profil-Auswahl* und *Material-Wahl* können Sie das Material und den Querschnitt ändern. Beim Anklicken der nebenstehenden Schaltflächen öffnen sich die Material- oder Querschnittsdatenbank (siehe *Stabmaterial und -querschnitt ändern* auf 48ff).
- Wenn Sie auf die Schaltfläche [$\langle \rangle$] klicken, ist es möglich unterschiedliche Stabansfangs- und Stabendquerschnitte zu definieren.
- Das Eingabefeld *Stabteilung* bestimmt die Anzahl der Punkte an denen in der Folge genaue Berechnungsergebnisse abgefragt werden können (z.B. Durchbiegung in den 1/10 Punkten).
- Außerdem lässt sich der Profilquerschnitt mit dem nebenstehenden Listenfeld um 90°, 180° und 270° drehen.
- Im obersten Bereich werden die Bezeichnungen (entsprechen den Stabnummern wenn sie noch nicht verändert wurden) der selektierten Stäbe zur Kontrolle angezeigt.

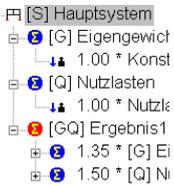
5 Nach der Definition der Stabeigenschaften schließen Sie das Fenster mit *OK*.

Für das Beispiel öffnen Sie nur die Querschnittsdatenbank und ändern den Querschnitt des Binders auf ein HE-A 600 Profil und den Querschnitt der Stützen auf ein HE-A 400 Profil.

Lastfälle und Überlagerungen erzeugen

Lastfälle

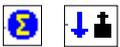
In der Tabelle auf Seite 8 befindet sich die vorgegebene Lastaufstellung. Zur Berechnung der Schnittkräfte und der nachfolgenden Bemessung der Querschnitte sind verschiedene Lastfälle entsprechend den Kombinationsregeln (und dem Sicherheitskonzept) zu überlagern.



Im *Lastenbaum* im linken Teil des Bildschirms werden die Lastfälle (Gewichts- und Pfeilsymbol), Lastfallgruppen (blauer Kreis) und Überlagerungsgruppen (roter Kreis) erstellt, bearbeitet und angezeigt. Ein gelbes Summenzeichen im Kreis weist auf die Überlagerungsvorschrift „addierend“ hin, während ein leerer Kreis die Überlagerungsvorschrift „ausschließend“ symbolisiert. Die Darstellungsart entspricht dem hierarchischen Prinzip wie es z.B. aus dem Windows™ Explorer bekannt ist:



■ Wenn Sie auf das (+) oder (-) Zeichen vor einem Symbol klicken, können Sie die Unterebenen des Lastbaumes ein- oder ausblenden.



■ Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Symbol bzw. auf den Namen des Symbols klicken, erscheint ein Kontextmenü mit dem Sie Lastfälle bzw. Lastfallgruppen hinzufügen, löschen oder bearbeiten können.

TIP

Detaillierte Informationen über die Grundlagen und die Anwendung von Lastfällen, Überlagerungsvorschriften und zum Lastbaum finden sie unter Lastfallüberlagerung ab Seite 64.

Um eine Belastung am System aufzubringen, muss ein Lastfall ausgewählt werden. Von *RuckZuck* werden beim Erstellen eines neuen Projektes standardmäßig die Lastfälle *Eigengewicht* und *Nutzlast 1* sowie die Lastfallgruppen *Nutzlasten* und *Eigengewicht* erzeugt und in der Überlagerungsgruppe *Ergebnis* addierend mit den Faktor 1,35 (Eigengewicht) und 1,50 (Nutzlast) überlagert.

Daher ist es für das Beispiel erforderlich zusätzliche Lastfälle zu erzeugen. Diese sind zusammen mit dem Typ (G = ständig, Q = veränderlich) der Überlagerungsvorschrift ÜV (u = addierend, o = ausschließend) sowie der Gruppe und der jeweiligen Belastung in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Typ	ÜV	Lastgruppe	Lastfall	Belastung	
G	u	Eigengewicht	Konstruktion	automatisch	
			Hülle Dach/Wand	Dach	4,00 kN/m
				Wand	2,00 kN/m
Q	u	Nutzlast:	Dach links	Gleichlast	2,50 kN/m
			Dach rechts	Gleichlast	2,50 kN/m
Q	u	Schneelast	Schnee halb links	Gleichlast	5,75 kN/m
			Schnee halb rechts	Gleichlast	5,75 kN/m
Q	o	Windlast	Wind von links	Wand Druck	1,60 kN/m,
				Wand Sog	-1,00 kN/m
				Dach Sog	-1,74 kN/m
			Wind von rechts	wie oben	
			Wind von vorne	Wand Sog	-1,40 kN/m
				Dach Sog	-1,74 kN/m

Lastfallüberlagerungsgenerator

Mit Hilfe des *RuckZuck* Lastfallüberlagerungsgenerators lassen sich auch die wichtigsten Lastfälle (Schnee, Wind etc.) zusammen mit den zugehörigen Lastfallgruppen und Überlagerungen entsprechend der gewünschten Norm automatisch erstellen. Wenn ein spezieller Lastfall (z.B. Nutzlast am Dach rechts und links getrennt) nicht in der Vorgabe vorhanden ist, kann er manuell hinzugefügt werden.

In diesem Kapitel wird die prinzipielle Vorgehensweise des Überlagerungsgenerators anhand Norm DIN 18800 bzw. ÖNorm B4300 gezeigt. Eine ausführliche Beschreibung des Überlagerungsgenerators für die neue Norm Eurocode finden sie im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** auf Seite **Fehler! Textmarke nicht definiert..**

So verwenden Sie den Lastfallüberlagerungsgenerator:

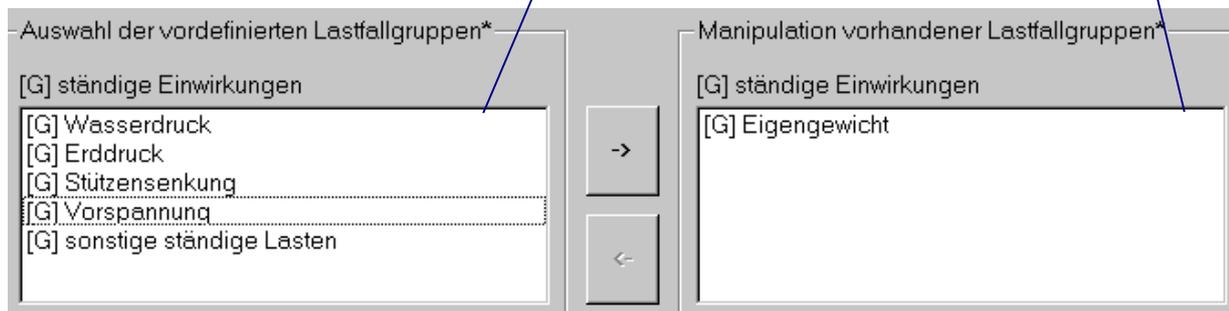
1 Starten Sie den Lastfallüberlagerungsgenerator mit [STRG] + [F11] oder im Menü BELASTUNG | LASTFALLÜBERLAGERUNGSGENERATOR.

2 Der Lastfallüberlagerungsgenerator wird geöffnet. Im oberen Bereich des Fensters befinden sich links und rechts jeweils drei Listenfelder mit möglichen vordefinierten Lastfallgruppen bzw. im Projekt bereits vorhandener Lastfallgruppen für:

- ständige Einwirkungen,
- veränderliche Einwirkungen
- außergewöhnliche Einwirkungen

Schaltfläche zur Auswahl von vordefinierten Lastfallgruppen

Liste bereits im Projekt vorhandener Lastfallgruppen



3 Markieren Sie auf der linken Seite im Listenfeld [Q] *veränderliche Einwirkungen* die Lastfallgruppe [Q] *Schnee niedriger als 1000m ü NN* und klicken Sie auf die Pfeil-Schaltfläche in der Mitte.

4 Ein Abfragefenster zur Auswahl des Lastfallgruppentyps wird geöffnet. Hier müssen Sie die Überlagerungsvorschrift (ÜV) bestimmen – wählen Sie diese entsprechend der Tabelle auf der vorhergehenden Seite (u = addierend, o = ausschließend) aus.

5 Nach dem Drücken der *OK* Schaltfläche wird die Lastfallgruppe in das rechte Listenfeld verschoben und steht für die automatischen Überlagerungen zur Verfügung. Wiederholen Sie den Vorgang auch für die Lastfallgruppe [Q] *Windlasten im Hochbau*. Mit der Schaltfläche *editieren* können Sie die Lastfallgruppen nachträglich bearbeiten (z.B. Ändern des Namens oder der Überlagerungsvorschrift). Die Schaltfläche *hinzufügen* fügt eine benutzerdefinierte Lastfallgruppe hinzu.

6 Wählen Sie die Options-Schaltfläche *DIN 18800 – Teil 1 / 1990* (links oben im Bereich Überlagerungskombinationen) entsprechend der Angabe des Beispiels. Danach schließen Sie den Lastfallüberlagerungsgenerator indem Sie auf *OK* klicken.

Im Lastbaum sehen Sie jetzt die automatisch erstellten Lastfälle. Die Lastfallgruppen und Überlagerungsgruppen entsprechen den Überlagerungsvorschriften nach DIN 18800 und

ermöglichen mit den Ergebnisüberlagerungsgruppen „Gesamtüberlagerung / ULS“ bzw. „Gesamtüberlagerung / SLS“ die Berechnung der Tragsicherheit (ULS = Ultimate Limite States) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS = Serviceability Limit States).

Lastbaum bearbeiten

Einige Lastfälle müssen noch hinzugefügt bzw. geändert werden um das Beispiel fortzusetzen. Zuerst fügen Sie den Lastfall „Hülle Dach/Wand“ in die oberste Lastfallgruppe „Eigengewicht“ ein.

So fügen Sie einen neuen Lastfall hinzu:

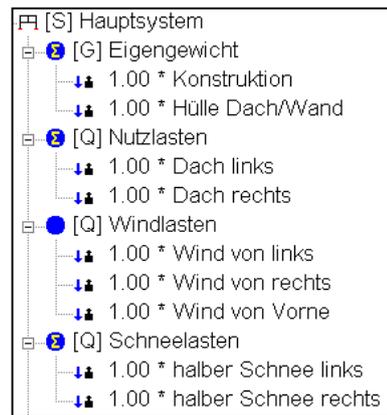
- 1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Lastfallgruppennamen „Eigengewicht“ und wählen Sie die Option *Neuer Lastfall* aus dem Kontextmenü.
- 2 Das Dialogfenster *Lastfalleigenschaften* erscheint und fordert Sie auf eine Bezeichnung und einen Faktor für den Lastfall einzugeben.
- 3 Tippen Sie „Hülle Dach/Wand“ in das Textfeld (den Faktor auf „1“ belassen) und wählen Sie dann die OK Schaltfläche. Der neue Lastfall erscheint sofort nach dem Schließen des Dialogfensters in der Lastfallgruppe „Eigengewicht“.

Wiederholen Sie diesen Vorgang für die Lastfälle „Wind von vorne“ in der Lastfallgruppe „Windlasten“ und „Dach links“ bzw. „Dach rechts“ in der Lastfallgruppe „Nutzlasten“.

Nun **löschen** Sie die Lastfälle „Nutzlast 1“ und „halber Schnee voll“ in den Lastfallgruppen „Nutzlasten“ bzw. „Schneelasten“ indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Lastfall klicken und im Kontextmenü den Eintrag *löschen* wählen.

Jetzt müsste der obere Bereich des Lastbaumes der nebenstehenden Abbildung entsprechen.

Bevor Sie nun die Belastungen auf das System setzen, müssen Sie den entsprechenden Lastfall aktivieren indem Sie ihn mit der linken Maustaste anklicken (der Name wird dann blau hinterlegt). Das heißt, die Belastung ist immer einem bestimmten Lastfall zugeordnet.

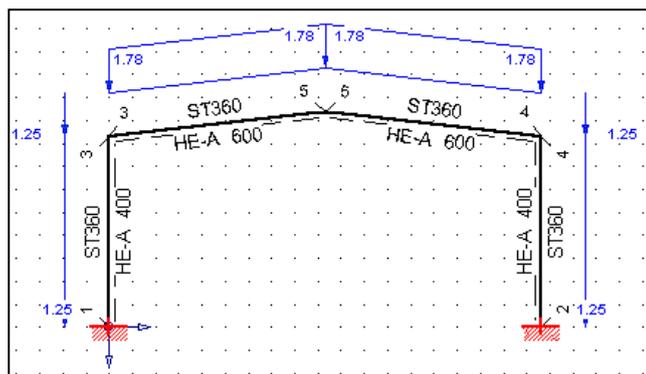


Lasten aufbringen

Bevor Sie die Belastungen auf das System aufbringen, sollten Sie sich mit einigen Grundlagen vertraut machen. Aktivieren Sie dazu den Lastfall „Eigengewicht Konstruktion“ im Lastbaum – Sie sehen dann die von *RuckZuck* automatisch ermittelten Lasten aus dem Eigengewicht des Binders und der Stützen.



Wenn bei Ihnen keine Lasten sichtbar sind, ist die Funktion *Lasten* in der Symbolleiste deaktiviert. Klicken Sie gegebenenfalls auf die Schaltfläche links neben den Stab- und Knotenbeschriftungswerkzeugen, um die Lasten anzuzeigen.



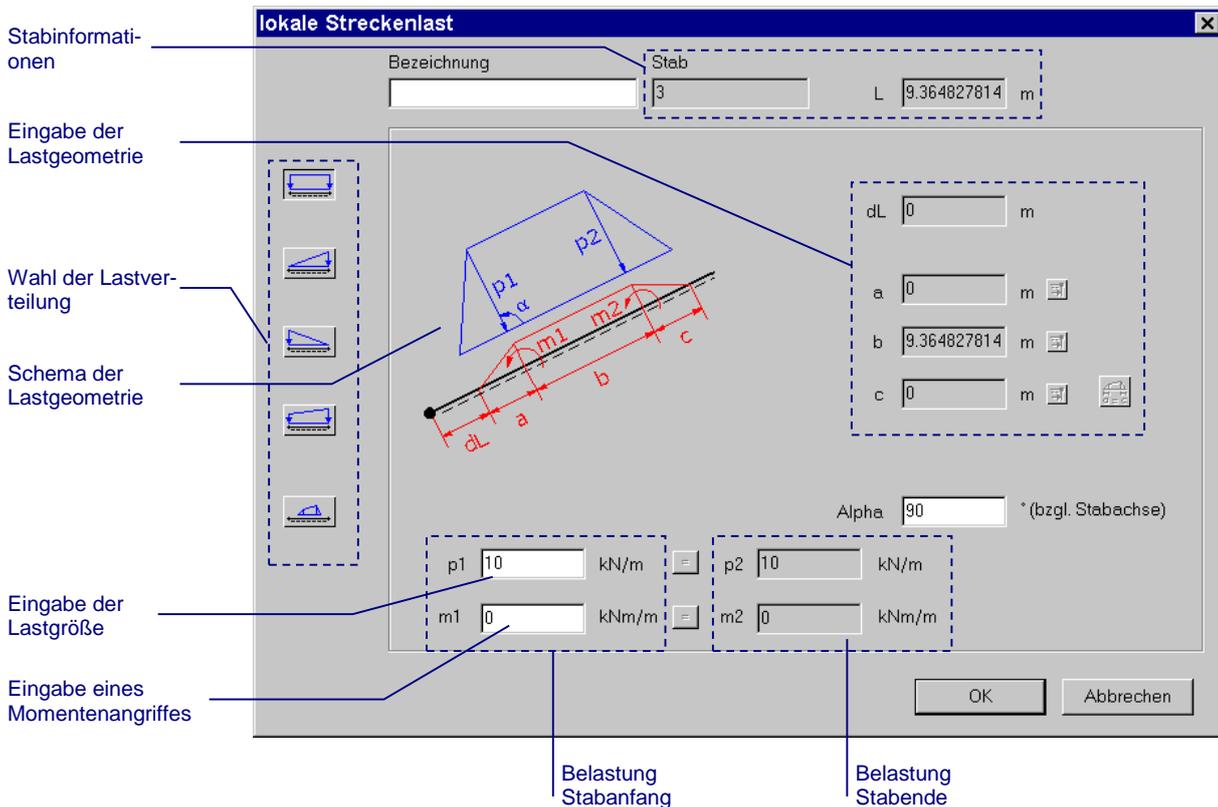
Für unser Beispiel benötigen wir nur Streckenlasten (→ alle anderen Arten werden daher im Kapitel Belastungen ab Seite 69 beschrieben).

Bei Streckenlasten unterscheidet das Programm *RuckZuck* neben der Art der Lastverteilung (Gleichlast, Dreieckslast und Trapezlast) auch die Wirkungsweise. Es gibt daher:

-  ■ Lokale Streckenlasten wirken im rechten Winkel zur Stabachse (z.B. Wind)
-  ■ Globale Streckenlasten wirken senkrecht zur Erdmitte – also immer vertikal (z.B. Eigengewicht)
-  ■ Projektive Streckenlasten wirken auf einem in die Waagrechte projizierten Bereich vertikal (z.B. Schnee)

So fügen Sie eine Streckenlast ein:

- 1 Aktivieren sie den richtigen Lastfall im Lastbaum (Schrift mit Balken hinterlegt)
- 2 Wählen Sie in der Symbolleiste die jeweilige Belastungsart oder verwenden Sie das Menü BELASTUNG.
- 3 Der Mauszeiger ändert sich in ein Trapezlastsymbol. Klicken Sie mit dem Pfeil auf den zu belastenden Stab.
- 4 Über dem Stab erscheint ein Symbol der Belastung (Pfeil in Wirkungsrichtung) mit einer Größenangabe in kN/m (bzw. kN bei Einzellasten). Der Vorgabewert nach dem Start eines Projektes ist 10 kN/m. Wenn Sie eine Belastung geändert haben wird dieser aktuelle Wert als Vorgabe verwendet.
- 5 Ändern Sie die Eigenschaften der Belastung, indem Sie (bei aktivierter Schaltfläche) mit der rechten Maustaste auf den Stab klicken. Daraufhin wird ein Last-Manipulationsfenster mit der Bezeichnung der jeweiligen Streckenlast geöffnet. Hier haben Sie mehrere Manipulationsmöglichkeiten:
 - Am linken Rand stellen Sie die Art der Lastverteilung ein (Gleichlast, Trapezlast etc.).



The screenshot shows the 'lokale Streckenlast' dialog box with the following fields and values:

- Stabinformationen:** Bezeichnung: [empty], Stab: 3, L: 9.364827814 m
- Eingabe der Lastgeometrie:** dL: 0 m, a: 0 m, b: 9.364827814 m, c: 0 m
- Wahl der Lastverteilung:** Trapezlast (selected)
- Schema der Lastgeometrie:** Diagram showing a beam with a trapezoidal load distribution. Parameters: dL , a , b , c , p_1 , p_2 , m_1 , m_2 , α .
- Eingabe der Lastgröße:** p_1 : 10 kN/m, p_2 : 10 kN/m, m_1 : 0 kNm/m, m_2 : 0 kNm/m
- Eingabe eines Momentenangriffes:** Alpha: 90 ° (bzgl. Stabachse)
- Buttons:** OK, Abbrechen

Mit der untersten Schaltfläche können Sie eine völlig freie Last definieren (die z.B. nur über einen Teil des Stabes reicht)

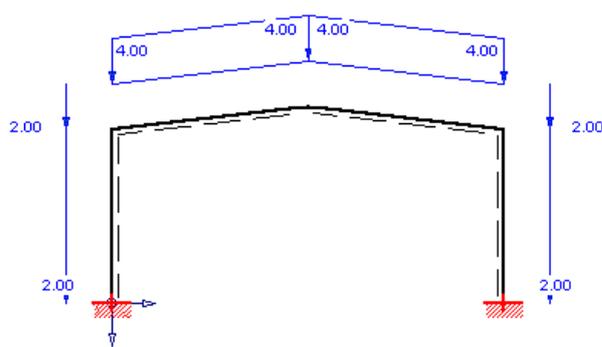
- Im unteren Bereich legen Sie die Anfangs und Endgröße der Last und einen eventuellen Momentenangriff fest.
- Im rechten Bereich befinden sich die geometrischen Optionen für die Definition einer freien Last (Eingabe nur möglich wenn die nebenstehende Schaltfläche aktiv ist).



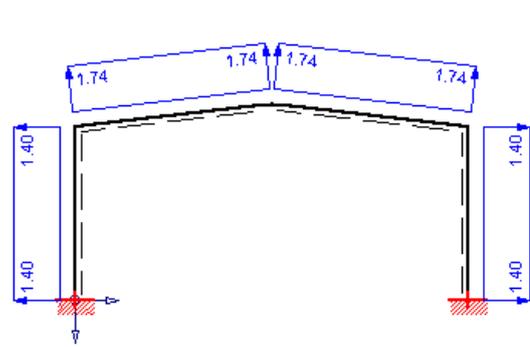
TIP

Wenn Sie eine einzelne **Last löschen** wollen, klicken Sie (nach aktivieren der richtigen Lastschaltfläche in der Symbolleiste) mit der linken Maustaste auf den Stab. Mehrere Lasten löschen Sie, indem Sie diese zuerst markieren (Rechteck mit der Maus aufziehen) – die erfassten Lasten werden mit den zugehörigen Stäben eingefärbt – und dann die [Entf] Taste betätigen.

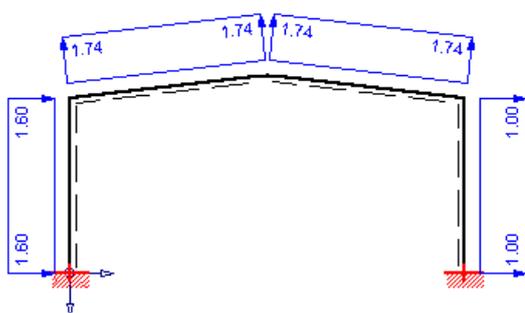
Nun können Sie alle Lasten des Beispiels eingeben. Die genaue Anordnung mit einer Beschreibung der Lastart (global, lokal oder projektiv) ist für jeden Lastfall in der folgenden Tabelle grafisch dargestellt.



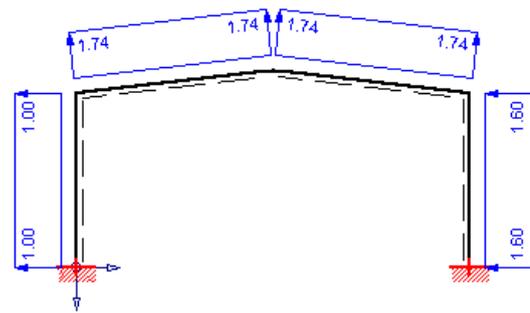
LF: Hülle (Dach/Wand) → (globale Streckenlast)



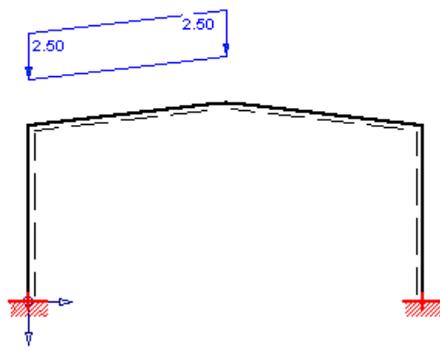
LF: Wind von vorne → (lokale Streckenlast)



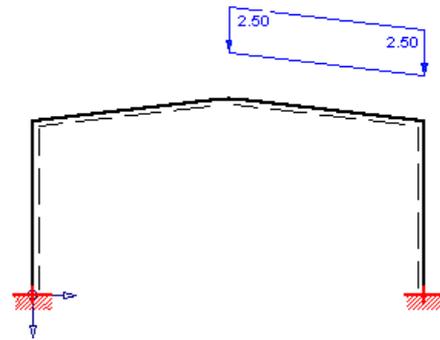
LF: Wind von links → (lokale Streckenlast)



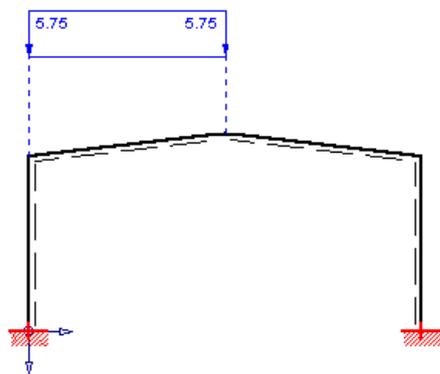
LF: Wind von rechts → (lokale Streckenlast)



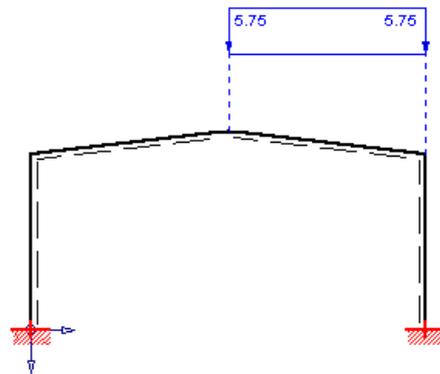
LF: Dach links → (globale Streckenlast)



LF: Dach rechts → (globale Streckenlast)



LF: halber Schnee links → (projektive Streckenlast)



LF: halber Schnee rechts → (projektive Streckenlast)

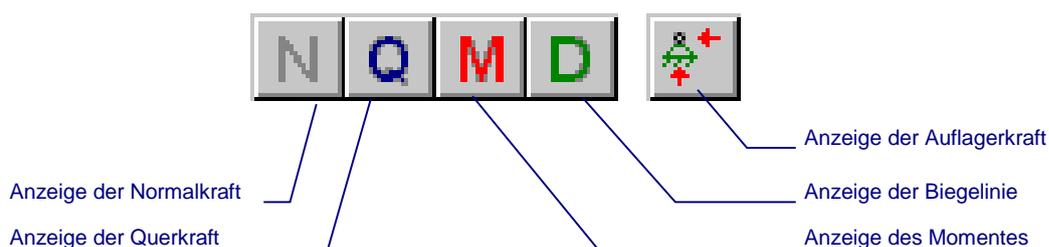
Ergebnisdarstellung



Die Schnittkräfte und Verformungen werden von *RuckZuck* automatisch nach jeder Änderung am System berechnet, wenn die Schaltfläche *Autoberechnung* in der Symbolleiste bzw. die Option AUTOMATISCHE BERECHNUNG im Menü BERECHNUNG aktiviert ist. Sie haben die Wahl einer Berechnung nach der Elastizitätstheorie I. Ordnung oder II. Ordnung (→ siehe dazu im Detail im Abschnitt **Theorie II. Ordnung** ab Seite 102). Zum Einstellen der Berechnungsmethode verwenden Sie die nebenstehenden Schaltflächen oder die Optionen im Menü BERECHNUNG.



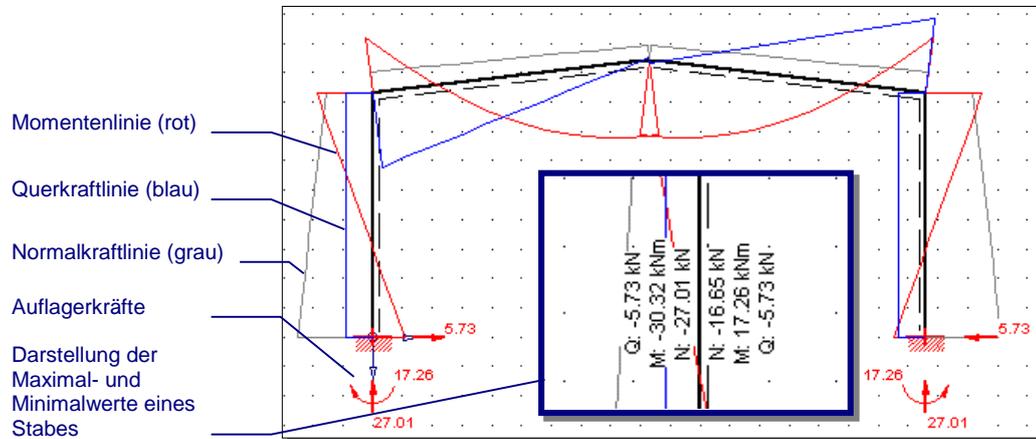
Die Berechnungsergebnisse können grafisch in Form von farbigen Schnittkraft- bzw. Biegelinien dargestellt werden. Zusätzlich haben Sie die Möglichkeit die Auflagerreaktionen anzuzeigen. Dazu müssen Sie die jeweiligen Schaltflächen in der Symbolleiste aktivieren bzw. die Punkte NORMALKRAFTLINIE, QUERKRAFTLINIE, MOMENTENLINIE, VERFORMUNGSLINIE oder AUFLAGERKRÄFTE im Menü ANSICHT auswählen.



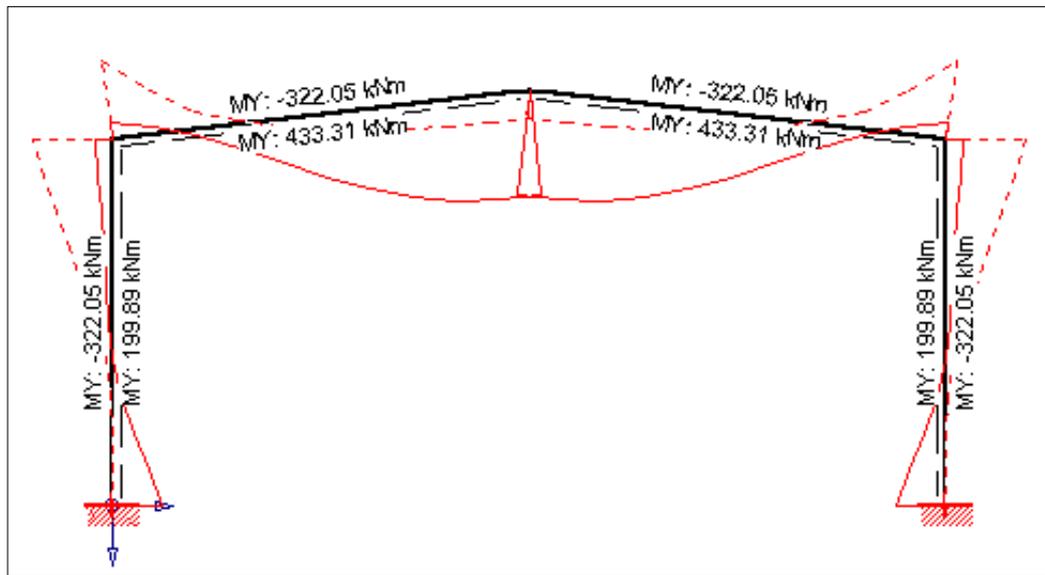
TIP

Um die Schaltflächen auswählen zu können, muss das Konstruktionsfenster aktiv sein. Zum Aktivieren klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Fenster.

Ähnlich wie Stäbe und Knoten können auch die Berechnungsergebnisse beschriftet werden. Verwenden Sie dazu die Schaltflächen *MinimumMaximum je Stab* und *Knotenwerte* in der Symbolleiste.



Zur **Kontrolle** vergleichen Sie die maximalen- und minimalen Momente in der Überlagerungsgruppe „Gesamtüberlagerung / ULS“ mit der unten angeführten Grafik. Beachten Sie, dass der Verlauf der Schnittkräfte bei einer Überlagerungsgruppe einer Hüllkurve entspricht.



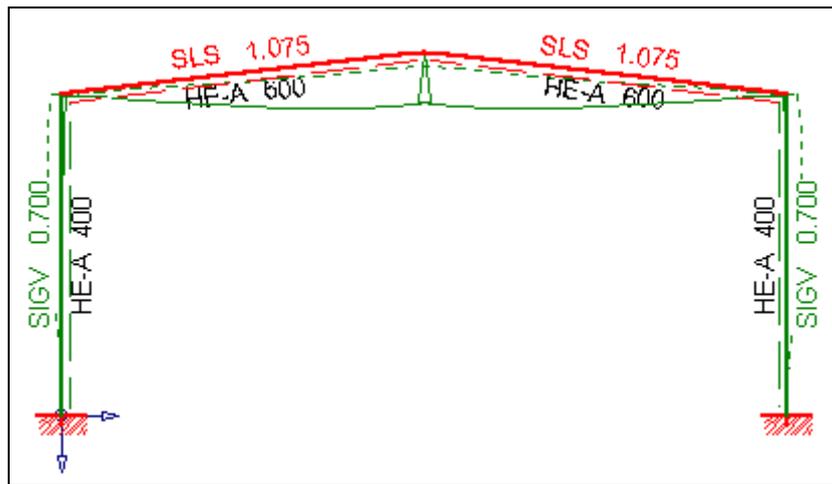
Die Momente am Hallenbinder liegen im Bereich von +433,31kNm bis –322,05 kNm und die Momente in den Stützen liegen im Bereich von + 199,89 kNm bis - 322,05 kNm.

Bemessung



In *RuckZuck* können Sie nicht nur Schnittgrößen und Verformungen berechnen sondern auch Stahl- Beton- und Holztragwerke direkt bemessen.

Wählen Sie im Lastbaum die Überlagerungsgruppe „GESAMTÜBERLAGERUNG / ULS“ und starten Sie den Bemessungsvorgang mit einem Klick auf die Schaltfläche *Bemessung*. Die Bildschirmanzeige wechselt auf die unten dargestellte Ansicht.



Bei jedem Stab werden eine Kennung für den maßgebenden Nachweis und der entsprechende Ausnutzungsgrad sowie die Querschnittsbezeichnung angezeigt.

Um die Detailergebnisse einer Einzelstabbemessung anzuzeigen, klicken Sie bei aktivierter Bemessungsfunktion auf den jeweiligen Stab. Dann erscheint das unten abgebildete Fenster, in welchem Sie die Bemessungsdetails einstellen können. Eine genaue Beschreibung finden Sie im Kapitel Bemessung ab Seite 76. So können Sie hier z.B. Knicklängen definieren und Referenzlängen für die Durchbiegung angeben.

Bemessung nach ÖNorm B4300 für Stab 3

Angaben | Momentenbeiwerte | Ergebnisse

Profil: Gruppe HE-A, Name 600, Lastangriffspunkt 0

Verwendete Momentenbeiwerte: BK u. BDK: Ψ 0.72, BK: β_M 2.035, BDK: β_M 2.035, BDK: ζ 2.001

Knickdaten: BKZ 9.364, BDK 9.364, β_k 1

Teilsicherheitsbeiwert / Material: γ_M 1.1

Gebrauchstauglichkeit / Serviceability Limit States: Referenzlänge: L 18.72 [m], β_L 2, L / 300 Deckenbalken (Ausführung ohne Überhöhung), Lastsicherheit: γ 1.4

Moment in Querrichtung: M_z 0 [kNm]

Stab 3 / Profil HE-A 600 / ÖN B4300 / GESAMTÜBERLAGERUNG / ULS / Stablänge 9.36 m / SLS 0.537

Materialdaten

Stahl	γ_t	$f_{y,k}$ [kN/cm ²]	$f_{t,k}$ [kN/cm ²]	$f_{s,d}$ [kN/cm ²]
ST360	1.1	24.0	21.8	12.6

Querschnittsdaten

A [cm ²]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]
226.50	141200.00	11270.00	4786.44	751.33

Nachweise

NW	Ort [m]	b/t	grenz (b/t)	Ausnutzung
btS	8.43	37.38	214.25	0.174
btG	Ende	4.66	19.80	0.235

NW	Ort [m]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Q [kN]	N [kN]	Ausnutzung
SIG	Ende	433.31	0.00	-7.15	-60.46	0.427
TAU	Anfang	-322.05	0.00	168.47	-81.23	0.182
SIGV	Ende	433.31	0.00	-7.15	-60.46	0.427
BKY	433.31	0.00	-7.15	-60.46	-60.46	0.383
BKZ	433.31	0.00	-7.15	-60.46	-60.46	0.033
BDK	433.31	0.00	-7.15	-60.46	-60.46	0.447

NW zuL. $d = L/300$ [m] vorh. $d = L/558$ [m] Ausnutzung

Übernehmen Verwerfen Hilfe

Korrigieren Sie den Referenzlängenbeiwert der Durchbiegung β_L auf 2.0, da die Durchbiegung des Hallenbinders auf die gesamte Binderlänge zu beziehen ist. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Bemessen*. Jetzt sind die Ausnutzungsgrade aller Nachweise kleiner als 1. Der Ausnutzungsgrad des maßgebenden Nachweises beträgt ca. 54%.

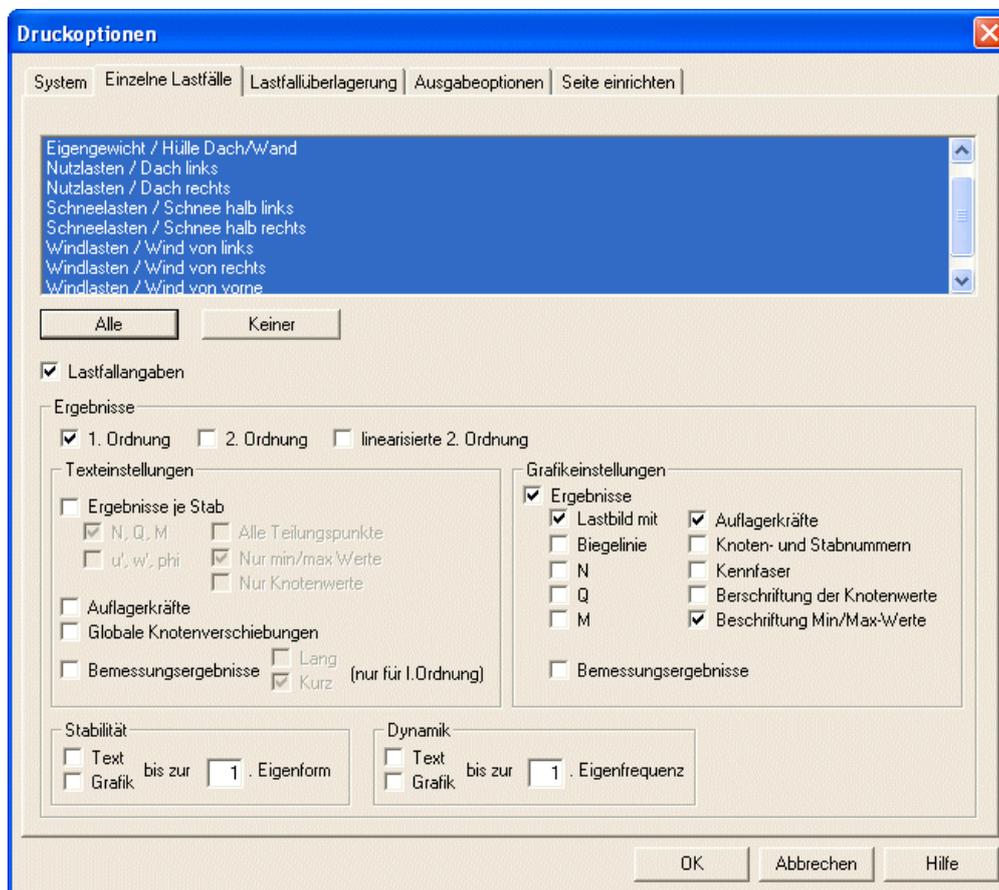
Klicken Sie auf *Übernehmen*, um das Fenster zu schließen. In der Bildschirmgrafik ist nur mehr ein Stab rot eingefärbt. Wiederholen Sie die Korrektur des Knicklängenbeiwertes auch für den noch roten Stab.

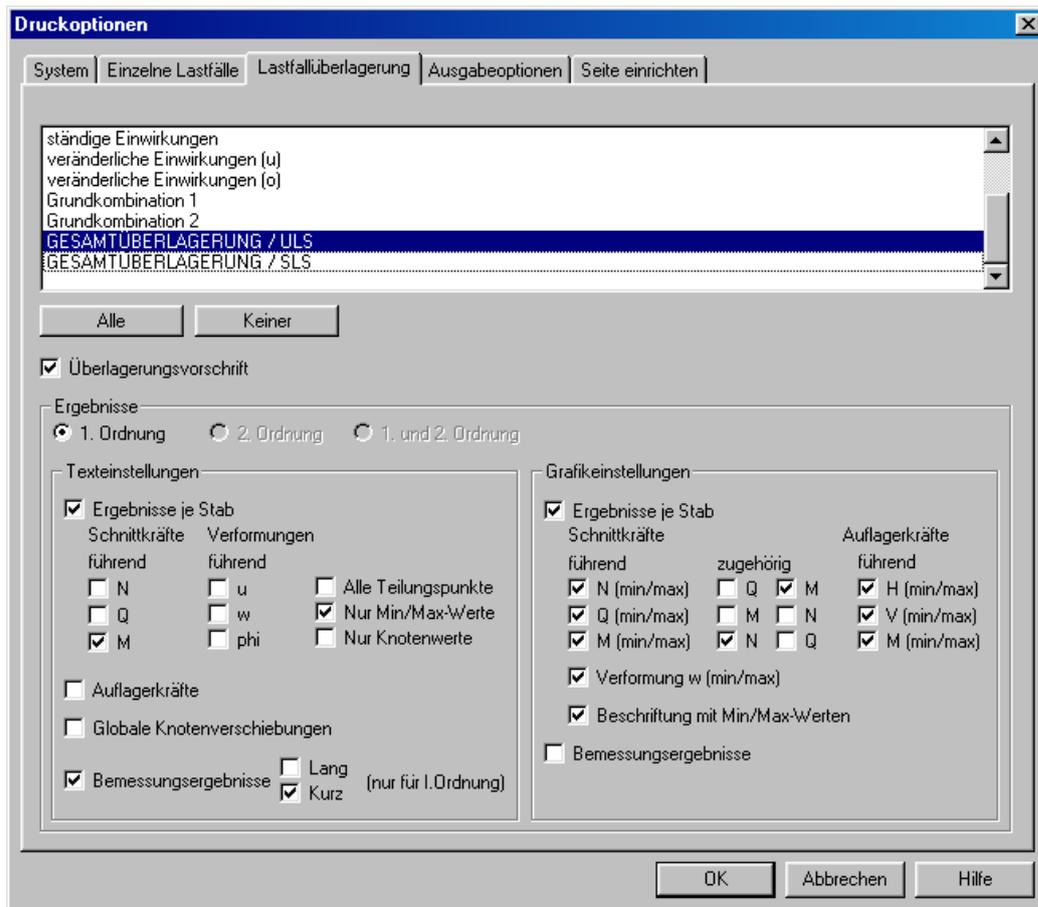
Für eine gültige Bemessung müssten Sie die richtigen Knicklängen der Stützen angeben. Sie können die Knicklängen aus Tabellenbüchern entnehmen oder direkt mit *RuckZuck* berechnen. Informationen dazu finden Sie im Kapitel 7.

Drucken

Einen komprimierten Ausdruck, der alle zur Prüfung der statischen Berechnung notwendigen Angaben und Ergebnisse enthält, erzeugen Sie folgendermaßen:

Wählen Sie den Menüpunkt DATEI | DRUCKOPTIONEN und Übernehmen die Einstellungen aus den unten dargestellten Grafiken. Achten Sie darauf, dass Sie auf der Registerkarte *Einzelne Lastfälle* alle Lastfälle markiert sind und nur das Lastbild mit Auflagerkräften gedruckt wird. So erhalten Sie eine komprimierte grafische Ausgabe aller definierten Lastfälle.





Details zu den Druckeinstellungen finden Sie im Kapitel 6.

GRUNDLAGEN DER BEDIENUNG

Dieses Kapitel macht Sie mit den Grundlagen der Bedienung von RuckZuck 6.0 vertraut. Nach einer Kurzübersicht der wichtigsten Neuerungen gegenüber der Version 5.0 wird die grafische Benutzerschnittstelle mit dem RuckZuck-Bildschirm, den Menü- und Symbolleisten sowie der mausunterstützten Steuerung im Konstruktionsbereich erläutert. Es folgen ein Abschnitt über die Darstellungsoptionen (Zoom-Befehle und Mehrfenstertechnik in der Ansicht) sowie ein weiterer Abschnitt über die Änderung der Grundeinstellungen für Stabmaterial und –querschnitt.

Nach dem Durcharbeiten des Kapitels sind Sie in der Lage sich auf der grafischen RuckZuck Benutzeroberfläche zu bewegen und die in den nächsten Kapiteln dargestellten Befehle und Operationen im Konstruktionsbereich auszuführen.

Was ist neu in RuckZuck 6.0

Grundlegende Neuerungen der Version 6.0

- **Lastfallüberlagerung** nach Eurocode 0
- **Bemessung in Stahl** nach Eurocode 3.
- **Bemessung in Holz** nach Eurocode 5 mit automatischer Ermittlung der ungünstigsten Überlagerungskombination in Abhängigkeit der Lasteinwirkungsdauer (kmod Wert).
- Berechnung von **elastisch gebetteten Balken** nach Theorie 1 und 2. Ordnung.
- **Kopieren von markierten Stäben.**
- **Übertragen von Auflager- und Stabeigenschaften** innerhalb eines Systems.

Grundlegende Neuerungen der Version 5.0

- Berechnung nach **linearisierter Theorie II. Ordnung**. Damit können die Ergebnisse nach Theorie 2.Ordnung von Lastfällen auch überlagert werden
- **Bemessung in Beton** nach ÖNorm B4700.
- Darstellung der **Normalspannungslinien**.
- **Eigenfrequenzberechnung**.
- Stäbe **aktivieren** und **deaktivieren**
- Berücksichtigung von **Exzentrizitäten** am Stabanfang und -ende
- Berechnung der **Traglast** nach der **Fließgelenktheorie**

Verbesserungen gegenüber Version 4.0

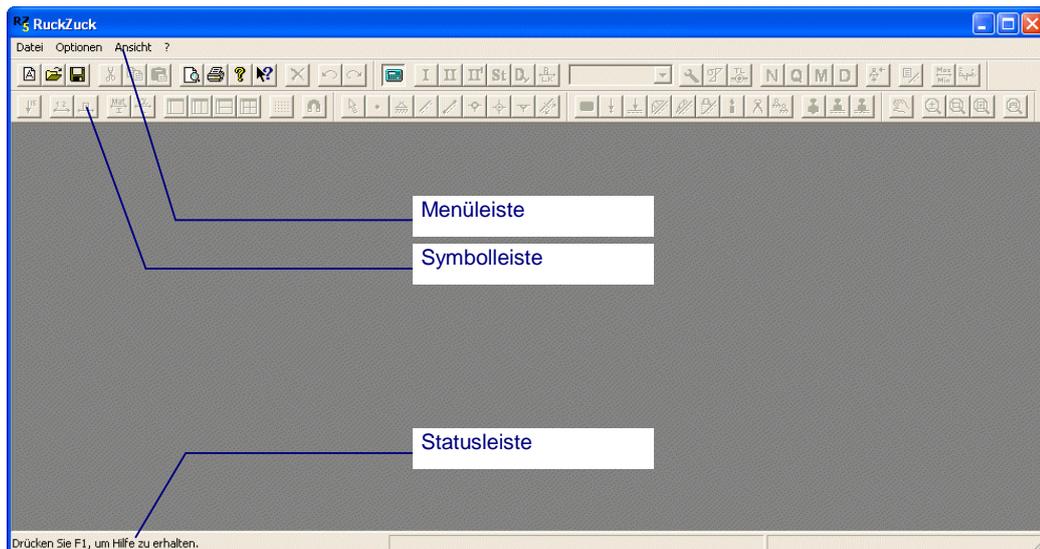
- Auswahl der Material und Querschnittsdatenbank
- Speicherung von **Druckvorlagen**
- Ausdruck wahlweise in **Deutsch** oder **Englisch**
- Beschriftung des **Stabwinkels** in der grafischen Ausgabe
- **Dünnwandige T-Querschnitte**

Benutzeroberfläche

RuckZuck Bildschirm

Wenn Sie *RuckZuck* starten erscheint das leere Programm-Fenster mit grauem Hintergrund und der Fensterbezeichnung „*RuckZuck*“. Das Fenster gliedert sich in die folgenden Bereiche, die später noch näher beschrieben werden:

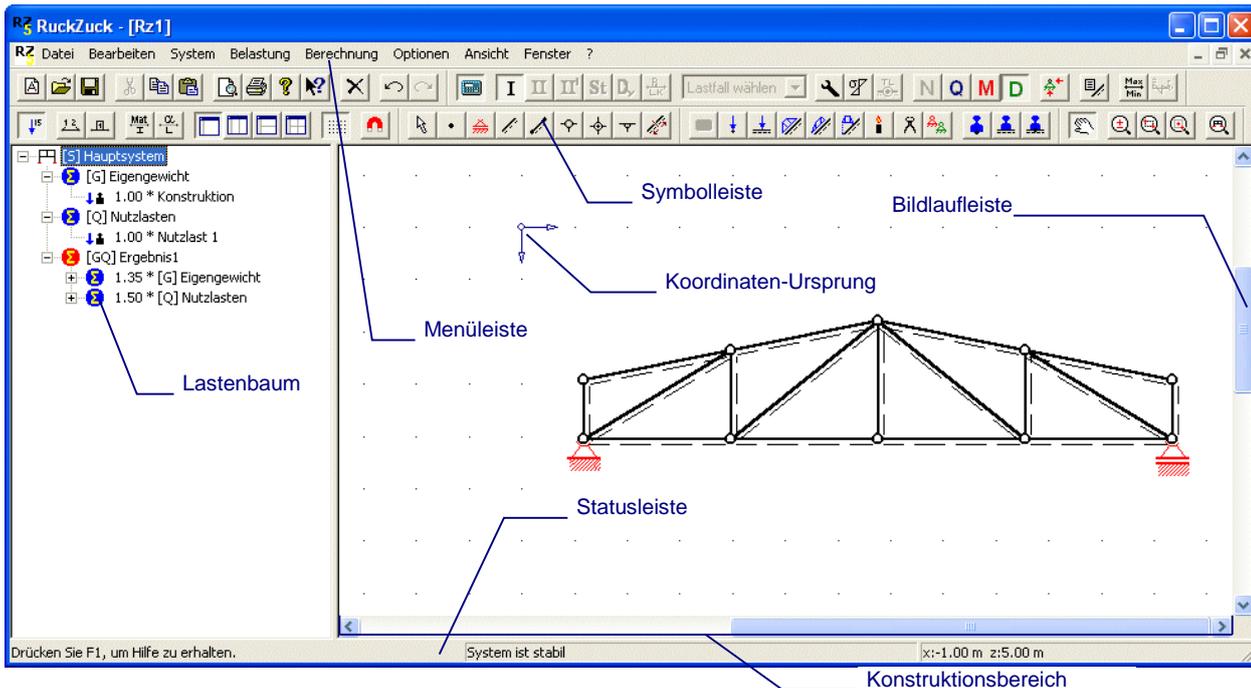
- Menüleiste
- Symbolleiste mit den grafischen Bedienungselementen.
- Statusleiste



Nach dem Start von RuckZuck sind die meisten Befehlsschaltflächen in der Symbolleiste deaktiviert (grau schattiert). Auch die Menüleiste ist auf die Pulldown-Menüs DATEI, ANSICHT und ? reduziert. Sie müssen daher zuerst ein neues Projekt beginnen um den vollständigen *RuckZuck* Bildschirm zu sehen.

Wenn Sie das Kapitel 1 (Schnelleinstieg mit Beispiel) noch nicht gelesen haben verwenden Sie dazu einfach die Tastenkombination [STRG] + [N]. Genauere Informationen zum erstellen, speichern und schließen sowie zum exportieren von RuckZuck-Dateien finden Sie in den Kapiteln 1 und 7.

Das **Programm-Fenster** erhält nun die Bezeichnung „*RuckZuck* – [Rz1]“ und wechselt auf einen weißen Hintergrund. Das Programm ist bereit für die Erstellung und Berechnung eines statischen Systems und zeigt dazu sämtliche erforderliche Befehle und Menüs an.



RuckZuck verfügt über eine **grafikorientierte Benutzerschnittstelle** die eine durchgängige mausgesteuerte Bearbeitung der Statik von der Erstellung des Grundsystems über die Aufbringung der Belastung bis zur Anzeige der Ergebnisse ermöglicht. Vorteile sind vor allem die rasche Erlernbarkeit und die Möglichkeit einer einfachen Systemmanipulation. – so kann man z.B. zeitgleich mit der Änderung der Systemgeometrie den Verlauf der Schnittkräfte verfolgen (alle Eingaben führen sofort zu einem Ergebnis).

Das wichtigste Element der grafischen Benutzerschnittstelle ist der **Konstruktionsbereich** mit dem dazugehörigen Lastenbaum. Im Konstruktionsbereich wird die Geometrie des statischen Grundsystems mit der Maus erstellt und verändert. Dabei ist eine völlig freie (CAD ähnliche) Systemeingabe unter Zuhilfenahme eines Rasters bzw. koordinativer Definition von Punkten möglich. Nach dem Aufbringen der Lasten werden die Berechnungsergebnisse am zuvor definierten System grafisch in Form von farbigen Schnittkraft- bzw. Biegelinien angezeigt.

Der **Lastenbaum** dient zur Erzeugung und automatischen Überlagerung von verschiedenen Lastfällen. Alle Lasten müssen einem bestimmten Lastfall zugeordnet werden – somit ist der Lastbaum ein wichtiger Bestandteil der Systemeingabe. Neue RuckZuck Dateien starten mit den standardmäßig definierten Lastfällen „Konstruktion“ und „Nutzlast 1“ sowie den zugehörigen Überlagerungsgruppen. (weitere Informationen zu Lastfällen und Überlagerungen finden Sie auf Seite 59).

Im unteren Bereich des Bildschirms befindet sich die **Statusleiste**. Die Anzeigen gliedern sich in drei Bereiche:

Auflager bearbeiten

System ist stabil

x:0.52 m z:-0.89 m

- Hilfetext im linken Teil – dieser erscheint wenn man mit dem Mauszeiger kurze Zeit ohne zu Klicken über einer Symbolschaltfläche verharrt oder über einem Menüpunkt steht.

- Informationen zum System im mittleren Bereich – z.B. ob ein System stabil oder verschieblich ist oder ob die Berechnungsergebnisse gültig sind bzw. welcher Fehler bei der Berechnung aufgetreten ist.
- Aktuelle Koordinatenposition des Mauszeigers (im Konstruktionsbereich) im rechten Teil.

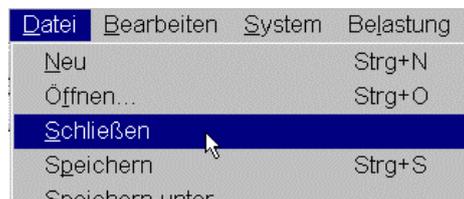
Menüleiste

Den obersten Bereich des RuckZuck Programmfensters nimmt die Menüleiste mit neun Befehlsgruppen ein.

Datei Bearbeiten System Belastung Berechnung Ansicht Fenster Optionen ?

Wenn Sie mit der linken Maustaste auf eine der Bezeichnungen klicken, klappt ein Pulldown-Menü herunter. Dann können Sie aus den jeweils vorhandenen Befehlen einen auswählen.

In den Untermenüs sind alle RuckZuck Befehle abrufbar. Eine Auflistung der einzelnen Untermenüs ist nicht nötig, da sie in den nächsten Kapiteln erklärt werden.



Wenn Sie einen Befehl ausgewählt haben wird dieser sofort ausgeführt. Viele Befehle entsprechen Einstellungen die Beibehalten werden (z.B. Anzeige der Schnittkräfte) solange der zugehörige Menüpunkt mit einem Häkchen markiert (und somit aktiviert) ist. Diese Aktivierung wird zugleich auch mit den Schaltflächen der Symbolleiste dargestellt.

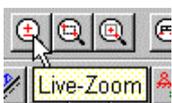
TIP

Sie können in *RuckZuck* prinzipiell alle **Befehle mausgesteuert** über die Menü- oder Symbolleiste aufrufen. Die Variante der **Tastenkombination** steht nur für die wichtigsten Optionen zur Verfügung (→ siehe Tabelle im Anhang auf Seite 118).

Wenn Sie einen Befehl auswählen wechselt der **Mauszeiger** bei den Befehlen die eine Eingabe im Konstruktionsbereich erfordern sein Aussehen entsprechend dem Symbol in der Symbolleiste (z.B. Knoten, Auflager, Zoom etc.).

Symbolleiste

Alternativ zum Pulldown-Menü können Befehle auch über die Schaltflächen in der Symbolleiste ausgewählt werden. Die Schaltflächen sind ähnlich wie die Menüpunkte in Gruppen angeordnet und können in diesen „Werkzeugkästen“ auch am Bildschirm verschoben werden.



Um den **Namen einer Symbolleistenschaltfläche** anzuzeigen verweilen Sie mit dem Mauszeiger solange über der Schaltfläche, bis der Name in einem gelben Feld unterhalb des Mauszeigers eingeblendet wird (siehe Beispiel rechts außen).

Wählen Sie im Menü ANSICHT den Punkt SYMBOLLEISTEN, um einzelne Gruppen ein oder auszuschalten.

Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den freien Bereich zwischen den Schaltflächen um den Rahmen zu aktivieren. Wenn Sie die Maustaste gedrückt halten können Sie den Werkzeugkasten verschieben.

Insgesamt werden neun Symbolgruppen verwendet. Sie sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

	Allgemein
	Ergebnisse
	Darstellungs- optionen
	Zoom
	System- manipulation
	Lastmanipulation

Wenn Sie einen **Befehl** aus der Symbolleiste **auswählen** indem Sie mit der linken Maustaste auf die entsprechende Schaltfläche klicken wird die Schaltfläche aktiviert – sie erscheint in der Darstellung als hineingedrückt mit etwas hellerem Hintergrund.

Prinzipiell gibt es zwei Arten von Befehlen:

- Befehle, die eine bestimmte Anzeige bzw. Beschriftung steuern, also beliebig ausgewählt werden können (z.B. bei der Anzeige der Schnittkräfte können Sie Momente, Querkräfte, Normalkräfte, usw. zugleich einschalten).
- Befehle zum Erstellen oder Löschen von Elementen (Systembestandteile und Belastungen) im Konstruktionsbereich. Bei diesen kann jeweils immer nur eine Schaltfläche aktiv sein (z.B. entweder Knoten oder Stab erstellen). Wenn ein anderer Befehl innerhalb dieser Gruppe gewählt wird deaktiviert *RuckZuck* automatisch die Schaltfläche des vorhergehenden Befehls.

Steuerung im Konstruktionsbereich

Innerhalb des Konstruktionsbereiches benutzen Sie die linke und rechte Maustaste um gewisse Operationen durchzuführen bzw. bestimmte Befehle aufzurufen oder abzuschließen.

So erstellen Sie Elemente im Konstruktionsbereich:

Sie können im Konstruktionsbereich Elemente des Grundsystems (Knoten, Stäbe, Auflager und Gelenke) und Belastungen einfügen.

- 1 Wählen Sie den entsprechenden Befehl für *Systemmanipulation* bzw. *Lastmanipulation* aus der Symbolleiste (oder aus dem Menü SYSTEM bzw. BELASTUNG). Die folgenden Befehle stehen zur Auswahl:



- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste im Konstruktionsbereich auf den gewünschten Einfügepunkt.
- 3 Das Element wird erstellt sofern der Einfügepunkt den Konventionen des Elementes entspricht (z.B. können Gelenke und Auflager nur auf einem Knoten liegen etc.).

Viele Elemente werden mit Vorgabewerten eingefügt (z.B. Größe der Belastung). Nach dem Einfügen des Elementes müssen Sie dieses dann an Ihre Wünsche anpassen indem Sie die Eigenschaften ändern (siehe Seite 35). Die geänderten Eigenschaften werden dann zu Vorgabewerten für neue Elemente (z.B.: Nach dem Programmstart werden Einzellasten standardmäßig mit 10kN eingefügt – sobald Sie die Eigenschaften einer Einzellast auf z.B. 20kN ändern werden alle neuen Einzellasten ebenfalls mit 20kN eingefügt usw.).


TIP

Wenn Sie eine Belastung mit der rechten Maustaste einfügen öffnet sich sofort ein Dialogfenster mit Einstellungsmöglichkeiten für die jeweiligen Eigenschaften. Dadurch reduzieren Sie Ihren Arbeitsablauf um einen Schritt.

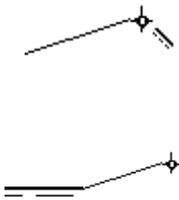
So beenden Sie Mehrfachoperationen:

Mehrfachoperationen sind Befehle die solange wiederholt werden bis ein Abbruch durch den Benutzer erfolgt (z.B.: das Zeichnen von Stäben oder Stabpolygonen). Um eine Mehrfachoperation zu beenden klicken Sie mit der **rechten Maustaste**.

Beispiel einer Mehrfachoperation beim Erstellen von Stabpolygonen:



- 1 Aktivieren Sie den Befehl *Stabpolygon* in der Symbolleiste – der Mauszeiger wechselt sein Aussehen.
- 2 Wenn Sie mit der linken Maustaste in den Konstruktionsbereich klicken wird der Mauszeiger durch eine sogenannte „Gummibandlinie“ mit dem Startpunkt des Stabes verbunden – nun können Sie den Endpunkt bestimmen.
- 3 Sobald sie das zweite Mal mit der linken Maustaste in den Konstruktionsbereich klicken verwandelt sich die Gummibandlinie in das Stabsymbol. Sie haben nun die Möglichkeit einen weiteren Stab an den Endpunkt anzuhängen.
- 4 Wenn Sie jedoch nur einen einzigen Stab zeichnen wollen – und somit die Mehrfachoperation abbrechen müssen – klicken Sie einmal mit der rechten Maustaste (auf eine beliebige Stelle des *RuckZuck*-Bildschirms).



TIP

Wenn Sie einen falschen Startpunkt für einen Stab bzw. für ein Stabpolygon gewählt haben können Sie den Befehl auch durch einen „Rechtsklick“ abbrechen (jedoch nur bevor Sie den Endpunkt bestimmt haben).

So markieren Sie Elemente:

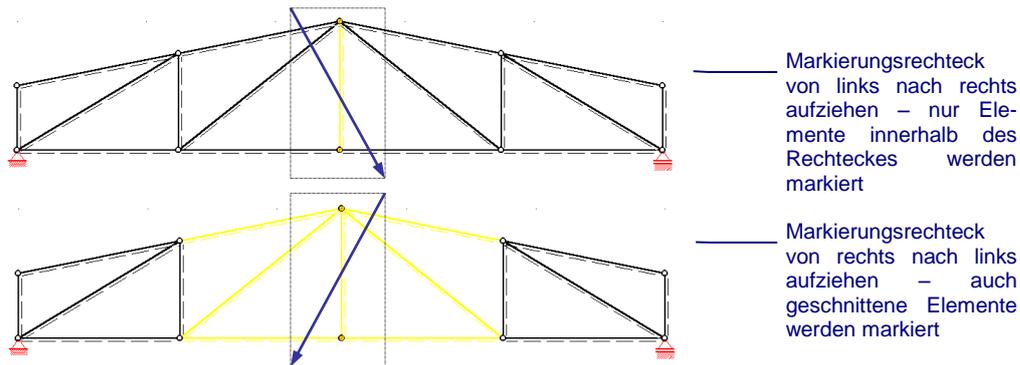
Um bestimmte Operationen (z.B. verschieben, Eigenschaften ändern, löschen etc.) mit mehreren der im Konstruktionsbereich erstellten Elementen gleichzeitig durchzuführen müssen Sie diese markieren. Die von Ihnen markierten Elemente werden gelb eingefärbt.



Es gibt verschiedene Methoden um Elemente zu markieren. Grundsätzlich haben Sie die Möglichkeit alle Elemente (mit dem Befehl „*Auswählen*“ – Pfeil Symbol) oder einen bestimmten Elementtyp (die jeweilige Befehlsschaltfläche muss aktiviert sein) zu markieren.

Des Weiteren haben Sie die Möglichkeit, die Elemente einzeln (durch Anklicken des jeweiligen Elementes – jedoch nur bei Stäben bzw. eingeschränkt mit dem „*Auswählen*“ Befehl möglich) oder alle Elemente innerhalb eines von Ihnen definierten Bereiches zu markieren. Um einen **Markierungsbereich** zu definieren müssen Sie mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck im Konstruktionsfenster aufziehen – wenn Sie das Rechteck von links nach rechts aufziehen werden alle Elemente innerhalb des Rechteckes

markiert, wenn Sie das Rechteck jedoch von rechts nach links aufziehen werden zusätzlich auch alle Elemente die vom Rechteck geschnitten werden markiert.



- **Einzelne Stäbe** markieren Sie indem Sie zuerst die „*Stäbe*“ Schaltfläche in der Symbolleiste aktivieren. Dann klicken Sie mit der linken Maustaste auf den betreffenden Stab – dieser wird gelb eingefärbt. Um dem Auswahlsatz weitere Stäbe hinzuzufügen halten Sie die [Strg] oder [Shift] Taste gedrückt wenn Sie den betreffenden Stab anklicken.



- **Elemente beliebigen Typs** markieren Sie indem Sie zuerst den „*Auswählen*“ Befehl aktivieren und dann mit der linken Maustaste ein Markierungsrechteck wie zuvor beschrieben aufziehen.
- **Elemente eines bestimmten Typs** markieren Sie indem Sie zuerst die entsprechende Schaltfläche aktivieren und dann mit der linken Maustaste ein Markierungsrechteck aufziehen.

Achtung: Durch Anklicken mit der linken Maustaste lassen sich nur Stäbe markieren – andere Elemente (wie z.B. Auflager, Gelenke etc.) werden gelöscht

Um dem Auswahlsatz der Markierung weitere Elemente hinzuzufügen also um **Mehrfachmarkierungen** zu erstellen halten Sie die [Strg] oder [Shift] Taste gedrückt wenn Sie das betreffende Elemente markieren. Mit dieser Methode können Sie auch für einzelne Elemente die Markierung deaktivieren.

Zum **Aufheben der Markierungen** klicken Sie innerhalb des Konstruktionsbereiches mit der rechten Maustaste. *RuckZuck* verwendet dabei die gleiche Systematik wie oben beschrieben. Wenn die Schaltfläche eines bestimmten Typs aktiviert ist werden nur Markierungen von diesem Typ aufgehoben. Um alle Markierungen aufzuheben aktivieren Sie die pfeilförmige „*Auswählen*“ Schaltfläche.

So arbeiten Sie effizient mit Mehrfachmarkierungen:

Wenn Sie mehrere gleichartige Elemente markiert haben können Sie neben dem simultanen Ändern von Eigenschaften (siehe unten) auch bestimmte Operationen auf alle Elemente parallel anwenden.

Sie wollen z.B. alle Knoten des Obergurtes eines Fachwerkbinders mit der gleichen Einzellast aus den Pfetten belasten. Erstellen Sie dafür eine Mehrfachmarkierung aller betreffenden Knoten und setzen Sie die Last auf einen der markierten Knoten. Daraufhin wird diese automatisch auf alle markierten Knoten gesetzt und ebenfalls als markiert gekennzeichnet. Durch einen Klick mit der rechten Maustaste auf eine dieser Lasten können Sie dann auch die Eigenschaften aller Lasten anpassen.

So ändern Sie Elemente:

Zum Ändern der Eigenschaften existiert für jedes Element (ausgenommen Gelenke) ein Dialogfenster, das sich öffnet wenn Sie mit der **rechten Maustaste** auf das gewünschte Element bzw. dessen Einfügepunkt am Stab klicken. Achten Sie darauf, dass die zum Element gehörige Schaltfläche in der Symbolleiste aktiv sein muss.

Sie haben auch die Möglichkeit die **Eigenschaften mehrerer Elemente gleichzeitig zu ändern** (z.B. Material aller Untergurte eines Fachwerkes) wenn Sie diese zuerst markieren (eine Mehrfachmarkierung erstellen) und dann mit der rechten Maustaste auf eines der markierten Elemente klicken.

So löschen Sie Elemente im Konstruktionsbereich:

Sie können alle im Konstruktionsbereich eingefügten Elemente löschen. Dabei haben Sie die Möglichkeit ein einzelnes Element oder eine Elementgruppe (Mehrfachmarkierung) eines zuvor definierten Typs oder eine Elementgruppe von verschiedenen Typen zu entfernen.

- Um ein **einzelnes Element zu entfernen**, aktivieren Sie zuvor den entsprechenden Befehl in der Symbolleiste. Klicken Sie dann mit der linken Maustaste auf das Element und dieses wird entfernt sofern es sich um die Elemente Gelenk, Belastung, Auflager oder freier Knoten bzw. um Belastungen handelt. Stäbe werden nur gelb markiert und müssen mit der [Entf] Taste oder der [x] Schaltfläche gelöscht werden.
- Um **mehrere Elemente zu löschen** markieren Sie diese zuerst mit einer der auf Seite 33 beschriebenen Markierungsoptionen und drücken Sie dann die [Entf] Taste.

Rückgängig/Wiederherstellen



In *RuckZuck* können Sie die Aktion oder Aktionen, die Sie zuletzt ausgeführt haben, schrittweise rückgängig machen. Klicken Sie dazu auf die „Rückgängig“ Schaltfläche in der Symbolleiste, oder verwenden Sie den Menübefehl BEARBEITEN | RÜCKGÄNGIG bzw. die Tastenkombination [Strg] + [Z].



Wenn Sie versehentlich zu viele Aktionen rückgängig gemacht haben, verwenden Sie die Schaltfläche „Wiederherstellen“, den Menübefehl BEARBEITEN | WIEDERHOLEN oder die Tastenkombination [Strg] + [Y].

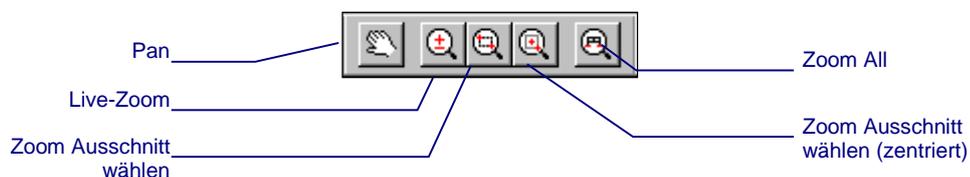
Sie können in *RuckZuck* alle Aktionen bis zur letzten Speicherung des Projektes widerrufen.

Darstellungsoptionen

Zoom und Pan

RuckZuck bietet Ihnen umfangreichere und komfortable Zoom-Funktionen, die in der Bedienung einem CAD-Programm entsprechen. Sie benötigen die Zoom-Funktionen um sich innerhalb des Konstruktionsbereiches zu bewegen.

Folgende Zoom-Möglichkeiten stehen Ihnen in der Symbolleiste zur Verfügung:



In der Menüleiste finden Sie die Zoombefehle unter ANSICHT | ZOOM mit dem zusätzlichen Befehl VERKLEINERN. In der untenstehenden Tabelle sind alle Zoombefehle von *RuckZuck* aufgelistet:

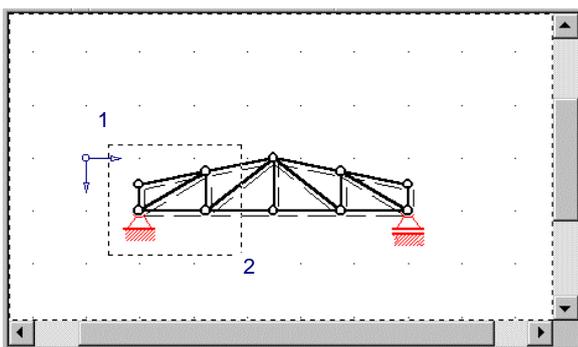
Symbolleiste: <i>Zoom</i>		Menü: ANSICHT ZOOM	
	Zoom Ausschnitt wählen	AUSSCHNITT VERGRÖßERN	[F8]
	Zoom Ausschnitt wählen (zentriert)	AUSSCHNITT ZENTRIERT VERGRÖßERN	
		VERKLEINERN	[F7]
	Live-Zoom	LIVEZOOM	
	Pan	AUSSCHNITT VERSCHIEBEN	
	Zoom All	GESAMTES SYSTEM DARSTELLEN	[F6]

So vergrößern Sie einen Ausschnitt:

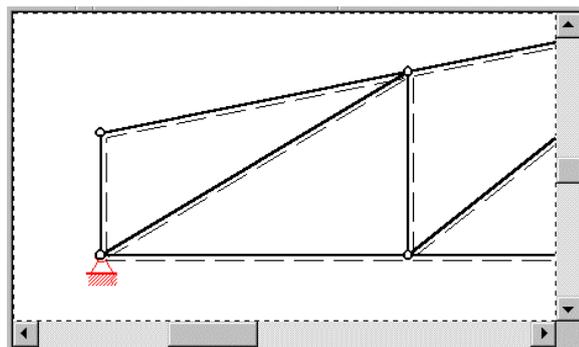
Sie können einen Ausschnitt problemlos vergrößern, indem Sie die Ecken festlegen, die diesen definieren. Die linke untere Ecke des angegebenen Rechteck-Bereiches wird zur linken unteren Ecke der neuen Ansicht. Die Form des angegebenen Zoombereiches muss nicht der Form der neuen Ansicht entsprechen, da sich diese dem Konstruktionsbereich anpasst.



- 1 Rufen Sie den Befehl „*Zoom Ausschnitt wählen*“ in der Symbolleiste oder im Menü ANSICHT | ZOOM | AUSSCHNITT VERGRÖßERN bzw. mit der Taste [F8] auf.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf die erste Ecke (1) des gewünschten Ausschnittes und halten Sie die Maustaste gedrückt.
- 3 Lassen Sie die Maustaste erst an der gegenüberliegenden Ecke (2) los (der für die Vergrößerung gewählte Bereich wird durch ein strichliertes Rechteck dargestellt).



Originalansicht



Neue Ansicht

Wenn Sie anstatt ein Rechteck mit gedrückter linker Maustaste zu zeichnen nur einmal in den Konstruktionsbereich klicken wird der gesamte Bereich um ca. 20% vergrößert. Der Mittelpunkt dieser neuen Ansicht ist die Koordinatenposition des Mauszeigers zum Zeitpunkt des Linksklicks.



Alternativ können Sie den Befehl „*Zoom Ausschnitt wählen (zentriert)*“ anwenden wobei Sie mit dem ersten Mausklick den Mittelpunkt des Rechteckes angeben.

Mit der Taste [F7] oder über das Menü aktivieren Sie den Befehl „*verkleinern*“ der bei einem Klick mit der linken Maustaste den gesamten Konstruktionsbereich um einen Faktor verkleinert.

So verschieben Sie einen Ausschnitt:



Der Befehl „*Pan*“ in der Symbolleiste bzw. im Menü ANSICHT | ZOOM | AUSSCHNITT VERSCHIEBEN erlaubt das Verschieben des aktuellen Konstruktionsbereiches. Klicken Sie dazu mit der linken Maustaste auf eine beliebige Stelle im Konstruktionsbereich – halten Sie die Maustaste solange gedrückt bis Sie den Ausschnitt nach Ihren Wünschen verschoben haben.

Der Pan-Befehl ist jedoch nur verfügbar, wenn das Grundsystem größer ist als der dargestellte Bereich. Wenn dies der Fall ist erscheinen auch Bildlaufleisten am unteren und rechten Rand des Fensters, mit denen Sie die Ansicht ebenfalls verschieben können.

So verwenden Sie Live-Zoom und Zoom All:



Mit dem **Live-Zoom** können Sie den Konstruktionsbereich in Echtzeit stufenlos vergrößern und verkleinern – jede Mausbewegung führt zu einer sofortigen Reaktion. Halten Sie die rechte Maustaste innerhalb des Konstruktionsbereiches gedrückt und verschieben Sie den Mauszeiger zum Vergrößern nach oben und zum Verkleinern nach unten.



Der Befehl **Zoom All** erlaubt Ihnen mit einem Mausklick das gesamte System vollständig und zentriert am Bildschirm darzustellen.

Ansichtensteuerung

Zur leichteren Bearbeitung von statischen Systemen haben Sie die Möglichkeit bis zu vier Ansichten zu verwenden. Dabei dient eine Ansicht immer als Konstruktionsbereich und die weiteren können Sie z.B. zum übersichtlichen Darstellen der Berechnungsergebnisse verwenden.

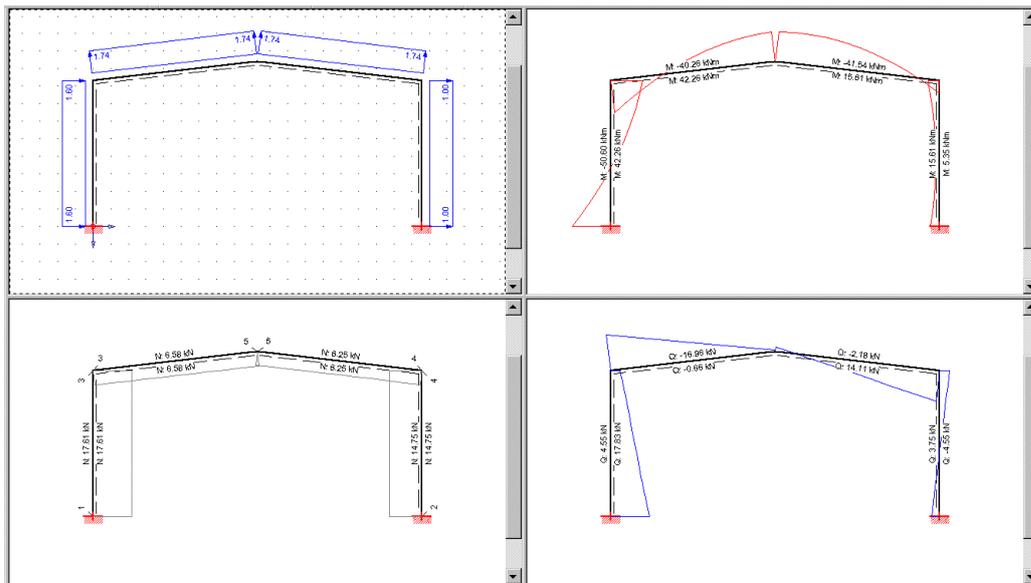
Achtung: Sie können in den zusätzlichen Ansichten keine Manipulationen am System oder den Lasten durchführen jedoch ist es möglich Stäbe zu markieren und diese mit der [Entf] Taste auch zu löschen.

Standardmäßig ist eine Ansicht eingestellt. Benutzen Sie die Schaltflächen in der Symbolleiste oder die Menübefehle im Menü ANSICHT um den Bildschirm Ihren Bedürfnissen anzupassen:



Sie aktivieren eine Ansicht indem Sie mit der linken Maustaste in das betreffende Fenster klicken – danach können Sie alle gewünschten Beschriftungen etc. einschalten. Wenn Sie Zoom-Befehle benutzen wirken sich diese auf alle Ansichten aus – es ist also immer der selbe Abschnitt sichtbar.

Als Anwendungsbeispiel für die Ansichtensteuerung kann die folgende Abbildung dienen auf der die Belastung und die Schnittkraftverläufe übersichtlich dargestellt sind:



Skalierung der grafischen Ergebnisdarstellung

Die grafische Darstellung der Berechnungsergebnisse (Schnittkraft und Durchbiegungslinien) werden von *RuckZuck* automatisch skaliert (auch unter Berücksichtigung des aktuellen Zoomfaktors). Wenn Sie diese Skalierung für bestimmte Zwecke ändern wollen verwenden Sie den Befehl AUTOMATISCHE SKALIERUNG im Menü ANSICHT.

Es erscheint das Dialogfenster *Maßstäbe für Bildschirmsicht*. Wenn sie die Automatische Skalierung ausschalten, können sie die Skalierung durch die Eingabe von Verhältniszahlen (Pixel zu kN, kNm bzw. Meter) verändern.



Grundeinstellungen

Im Menü OPTIONEN können Sie verschiedene Grundeinstellungen wie das standardmäßige Material und den standardmäßigen Querschnitt für neue Stäbe, Ursprung und Teilung des Rasters sowie verschiedene Berechnungsoptionen definieren.

Material und Querschnittsdatenbank wählen

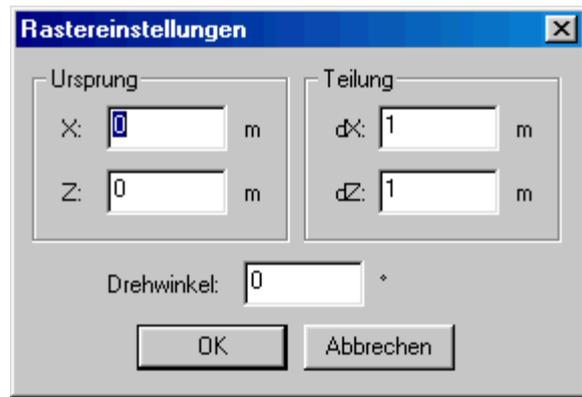
Unter OPTIONEN | MATERIAL UND QUERSCHNITTSDATENBANK WÄHLEN können Sie den Ort der Material und Querschnittsdatenbank ändern. Die Datenbank kann z.B. auf einem Netzlaufwerk liegen, damit mehrere Benutzer dieselbe Datenbank verwenden können. Somit können selbst definierte Querschnitte gemeinsam genutzt werden.

Standardmaterial und –querschnitt

Unter OPTIONEN | STANDARD MATERIAL und STANDARD QUERSCHNITT werden die Dialogfenster zur Material- und Querschnittswahl geöffnet. Die hier definierten Einstellungen bestimmen die Eigenschaften von jedem neu generierten Stab.

Rastereinstellungen

Unter **OPTIONEN | RASTEREINSTELLUNGEN** können Sie das Fangraster ihren Wünschen anpassen. Sie können einerseits den Ursprung verschieben und auch die Teilung genau definieren. *RuckZuck* gibt Ihnen aber auch die Möglichkeit das Raster um einen bestimmten Winkel zu verdrehen. Der Winkel definiert eine Drehung des Rasters gegen den Uhrzeigersinn ausgehend von der horizontalen X-Achse.



Berechnungsoptionen

Die genaue Beschreibung der Berechnungsoptionen finden Sie unter **Professionelle Anwendungen** ab Seite 100.

STATISCHES SYSTEM

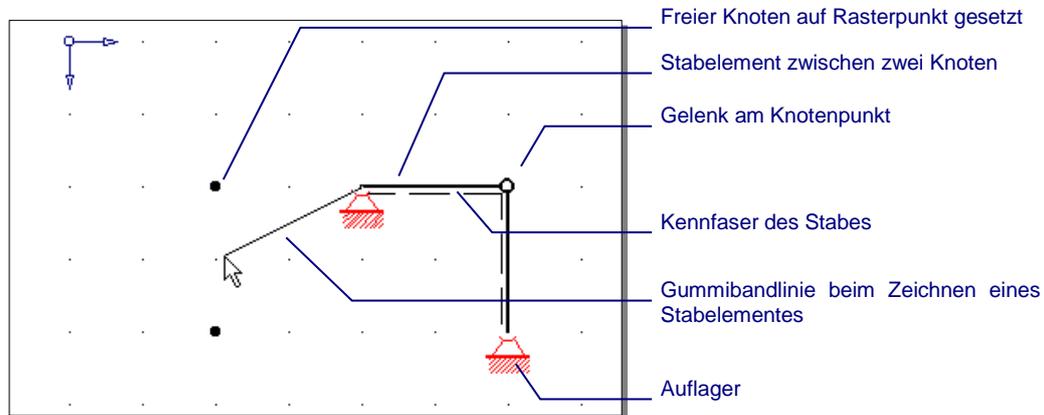
Dieses Kapitel beschreibt die Elemente des statischen Systems die von RuckZuck benutzt werden. Verwenden Sie Knoten als geometrische Fixpunkte, an welche Stäbe, Auflager und Gelenke gehängt werden. Daneben lernen Sie verschiedene grafische und koordinative Methoden kennen, mit denen Sie Ihre eigenen Vorgaben rasch verwirklichen werden.

Nach dem Durcharbeiten des Kapitels sind Sie in der Lage Ihr gewünschtes System zu zeichnen und bei Bedarf zu verändern um darauf wie im nächsten Kapitel beschrieben die jeweilige Belastung aufzubringen und statische Berechnungen durchzuführen.

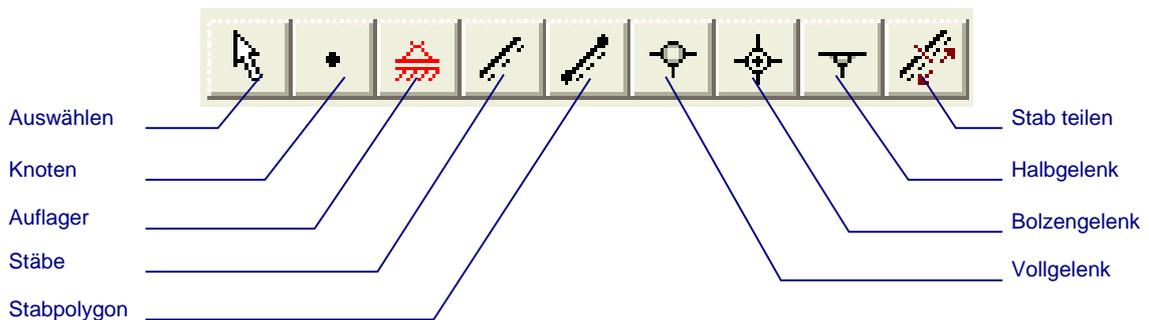
Grundlagen

Bestandteile des Statischen Systems

Das von *RuckZuck* verwendete System besteht aus den Stabelementen mit Anfangs- und Endknoten sowie Auflagern und optional Gelenken.



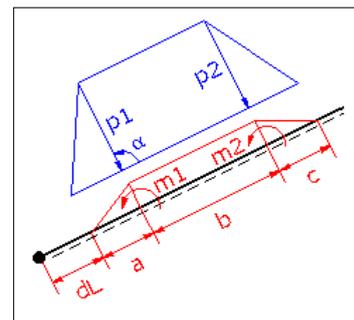
Die Befehle zum Erstellen der Elemente des statischen Systems sind in der Symbolleiste *Systemmanipulation* bzw. im Menü SYSTEM zusammengefasst:



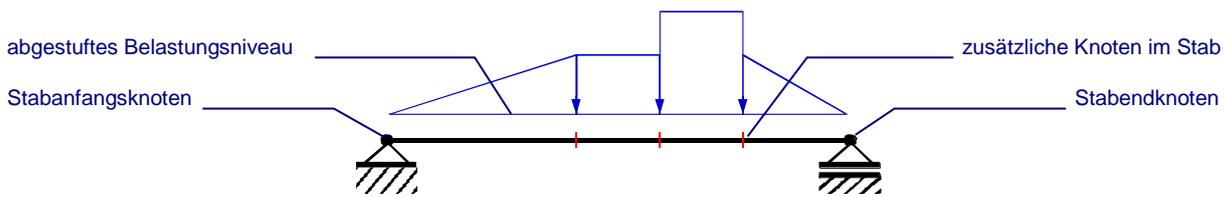
Charakteristikum von Knoten und Stäben

Der **Knoten ist das Grundelement** und bestimmt die Geometrie des statischen Systems als Fixpunkt. Ein Stab kann nur zwischen zwei Knoten gezeichnet und ein Auflager oder Gelenk kann ebenfalls nur an der Stelle eines Knotens eingebaut werden. Es ist jedoch zu beachten, dass Knoten keinen Einfluss auf die Lastdurchleitung der Stäbe haben – mehrere Teilstäbe wirken immer als ein homogener Körper – Knoten haben nur geometrische Funktionen und sind keine Gelenke!

Weiters ist die Geometrie der Belastungen an die Knoten (bzw. Teilstäbe) gebunden. So werden die **Lage von Stabeinzellasten** und die Geometrie von **trapezförmigen Streckenlasten** auf den Startknoten des Stabes bezogen. Auch kann auf jeden Teilstab jeweils nur eine Temperaturbelastung aufgebracht werden. Es ist jedoch möglich mehrere Gleichlasten auf einen Stab zu stellen – diese dürfen sich nur nicht überlappen. Jedoch könnte dies in Einzelfällen effizienter sein, wenn Sie denn Stab mit zusätzlichen Knoten teilen um z.B. ein abgestuftes



Belastungsniveau wie in der nachfolgenden Abbildung zu erzeugen.



Knoten können sowohl graphisch mit der Maus (mit Hilfe eines einstellbaren Rasters) oder koordinativ über die Tastatur gesetzt und auch nachträglich verändert (also in ihrer Lage verschoben) werden. Stäbe, Auflager und Gelenke können nur mit der Maus erzeugt werden, da ihre Position ja sowieso an einen Knoten gebunden ist.

Die **Kennfaser** ist die Bezugslinie für die Vorzeichenbestimmung der Schnittkräfte. Positive Werte befinden sich generell auf der Seite der Kennfaser (wird sie z.B. bei einer Biegeverformung gezogen, so ist das Moment positiv). *RuckZuck* zeigt die Kennfaser entlang einer Linie vom Anfangs- zum Endknoten auf der rechten Seite an. Wenn Sie also einen waagrechten Stab von links nach rechts zeichnen befindet sich die Kennfaser unten. Sie können die Kennfaser im Menü ANSICHT | KENNFASER ein- und ausschalten. Standardmäßig ist die Kennfaser aktiviert – jeder Stab wird also von einer dünnen, strichlierten Linie begleitet.

Knoten und Stäbe

Knoten setzen

Sie können einen Knoten prinzipiell grafisch, durch Maussteuerung im Konstruktionsbereich, oder durch Eingabe der Koordinaten mit der Tastatur erzeugen. Des Weiteren ist zu unterscheiden ob Sie einen sogenannten „freien“ Knoten setzen oder ob sie einen Knoten innerhalb eines existierenden Stabes einfügen (und den Stab dadurch teilen).

So setzen Sie einen Knoten mit der Maus:



1 Aktivieren Sie die *Knoten* Schaltfläche in der Symbolleiste oder rufen Sie den Befehl im Menü SYSTEM | KNOTEN auf. Daraufhin wechselt der Mauszeiger innerhalb des Konstruktionsbereiches sein Aussehen in ein Knotensymbol.



2 Um eine exakte Eingabe zu ermöglichen sollten Sie auch die Schaltfläche *Raster* aktivieren (oder Menü ANSICHT | RASTER) und gegebenenfalls die Rastereinstellungen (Teilung, Winkel, Ursprung) im Menü OPTIONEN | RASTEREINSTELLUNGEN anpassen.

3 Klicken sie mit der linken Maustaste innerhalb des Konstruktionsbereiches auf den gewünschten Einfügepunkt.

4 Der neu erstellte Knoten wird sofort im Konstruktionsbereich als schwarzer Punkt angezeigt. Wenn Sie den Raster eingeschaltet haben wird der Knoten direkt auf dem nächstliegenden Rasterpunkt eingefügt.

So setzen Sie einen Knoten koordinativ:

1 Öffnen Sie das Dialogfeld *Neuen Knoten eingeben* indem Sie im Menü SYSTEM auf den Befehl KNOTEN KOORDINATIV klicken oder die Taste [F3] betätigen.

2 Geben Sie eine Bezeichnung (Nummer oder Name) für den neuen Knoten an oder belassen Sie den Vorgabewert (*RuckZuck* nummeriert alle Knoten durchlaufend nach der Einfügereihenfolge – gelöschte Knoten werden nicht nachbesetzt).

- 3 Geben Sie die Position des Knotens mit X und Z Koordinaten in Meter an. Sie haben dabei zwei Möglichkeiten:



- **Koordinaten absolut** zum Ursprung eingeben.
- **Koordinaten relativ** zu einem vorhandenen Knoten eingeben. Mit der Schaltfläche *Auswählen* können Sie den gewünschten Bezugs-Knoten grafisch mit dem Mauszeiger auswählen.



Achtung: Wenn Sie einen Knoten koordinativ in einen Stab einfügen wollen müssen Sie den *Fang* einschalten (Siehe unten).

So fügen Sie einen Knoten innerhalb eines Stabes ein:

Wenn Sie einen Knoten auf einen Stab setzen und diesen in das Statische System integrieren wollen (z.B. um einen weiteren Stab anzuschließen), muss der Stab geteilt werden. Sonst wird nur ein freier Knoten gesetzt der keine Verbindung mit dem Statischen System hat.

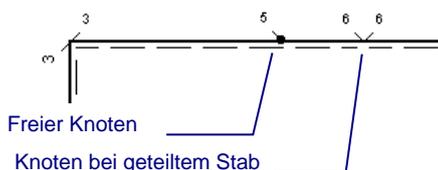


- 1 Achten Sie darauf, dass die *Knoten* Schaltfläche aktiviert ist und schalten Sie den *Raster* aus, da der Knoten sonst nur auf Rasterpunkte gesetzt werden kann.

- 2 Wenn Sie den Stab mit der linken Maustaste anklicken erscheint ein *RuckZuck* Meldungsfenster und fragt, ob Sie den Stab teilen wollen. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Ja* um die Aktion abzuschließen.



- 3 Der Stab wird geteilt – bei ausgeschaltetem *Knotenbeschriftung* Symbol ist der neue Knoten nicht erkennbar. Wenn Sie den Stab jedoch nicht teilen wird der Knoten als schwarzer Punkt dargestellt.



Der im Stab integrierte Knoten kann nicht mehr direkt wie ein freier Knoten gelöscht werden. Wenn Sie zwei freie Knoten durch einen Stab verbinden werden diese ebenfalls in den Stab integriert (zum Löschen von Knoten siehe Seite 52).



Verwenden Sie die Schaltfläche *Fang*, wenn Sie einen Knoten **koordinativ** in einen Stab einfügen wollen, ansonst wird nur ein freier Knoten über den Stab gesetzt.

Stäbe einfügen

So fügen Sie einen Stab bei vorhandenem Knoten ein:



- 1 Aktivieren Sie die *Stäbe* Schaltfläche in der Symbolleiste oder verwenden Sie das Menü SYSTEM | STÄBE. Der Mauszeiger verwandelt sich sofort in ein Stabsymbol.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Anfangsknoten. Die sogenannte „Gummibandlinie“ verbindet ihren Mauszeiger nun mit dem Stabanfangsknoten.
- 3 Klicken Sie auf den Endknoten – der Stab wird eingefügt.
- 4 Die Gummibandlinie folgt dem Mauszeiger nun vom Endknoten des ersten Stabes, da der Befehl *Stäbe* eine Mehrfachoperation ist. Sie haben nun die Möglichkeit weitere Stäbe zu zeichnen oder die Mehrfachoperation abzubrechen indem Sie mit der rechten Maustaste einmal auf eine beliebige Stelle des *RuckZuck*-Bildschirms klicken.

So fügen Sie ein Stabpolygon ein:

Mit Stabpolygone können Sie sehr rasch zusammenhängende Stabzüge zeichnen ohne vorher Knoten setzen zu müssen – diese werden automatisch von *RuckZuck* eingefügt. Die Vorgehensweise ist ansonst ähnlich wie beim Einfügen normaler Stäbe und eignet sich am besten in Verbindung mit den Rastereinstellungen.



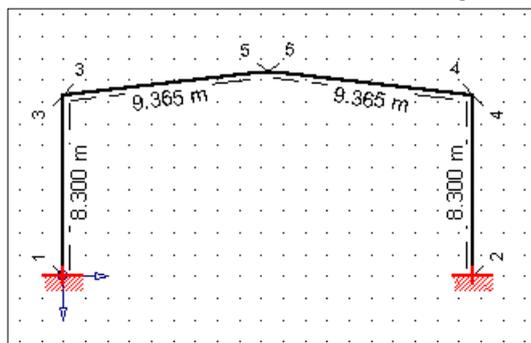
Aktivieren Sie die Schaltfläche *Stabpolygon* in der Menüleiste oder rufen Sie den Befehl über das Menü SYSTEM | STABPOLYGON auf.

- 1 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Anfangspunkt des ersten Teilstabes
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Endpunkt des ersten Teilstabes (dieser ist zugleich Anfangspunkt des zweiten Teilstabes) – der Stab wird sofort dargestellt.
- 3 Bei Bedarf wiederholen Sie Punkt (2) um weitere Stäbe zu erzeugen. Klicken Sie der Reihe nach auf die Stellen, welche später als Knoten erscheinen sollen. Beenden Sie die Mehrfachoperation indem Sie mit der rechten Maustaste einmal auf eine beliebige Stelle des *RuckZuck*-Bildschirms klicken.

Beschriftungsoptionen

Die Funktionen der Stab- und Knotenbeschriftung erlauben Ihnen eine bessere Orientierung im statischen System. Besonders bei umfangreichen und komplexen Systemen sind Sie eine unverzichtbare Konstruktionshilfe vor allem um zu erkennen ob ein gerade durchgehender Stab aus mehreren Teilen besteht.

In der nebenstehenden Abbildung ist ein beispielhaftes System mit aktivierter Knotenbezeichnung und Stablängenbeschriftung dargestellt. Jeder Knoten wird für jeden Stab einzeln nummeriert, deshalb sind Knoten 3, 4 und 5 doppelt beschriftet. Notwendig ist dies deshalb, weil an Gelenkknoten mehrere Knoten an derselben Position existieren.

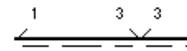


Sie können auch das Stabmaterial und die Querschnittsart sowie die Stabbezeichnung anzeigen.

So verwenden Sie die Beschriftungsoptionen:



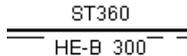
- Schalten Sie die *Knotenbeschriftung* ein um die Bezeichnung von Knoten und damit auch die Lage von Teilstäben sichtbar zu machen.



- Schalten Sie die *Stabbezeichnung* ein um die Bezeichnung von Stäben und damit gleich wie bei allen Optionen auch die Existenz von Teilstäben sichtbar zu machen.



- Material- und Querschnittart des Stabes können durch aktivieren der Befehlsschaltfläche *Material/Querschnitt* angezeigt werden.



- Für eine Beschriftung der Stablänge verwenden Sie die Schaltfläche *Stablänge* in der Symbolleiste.



Auflager und Gelenke

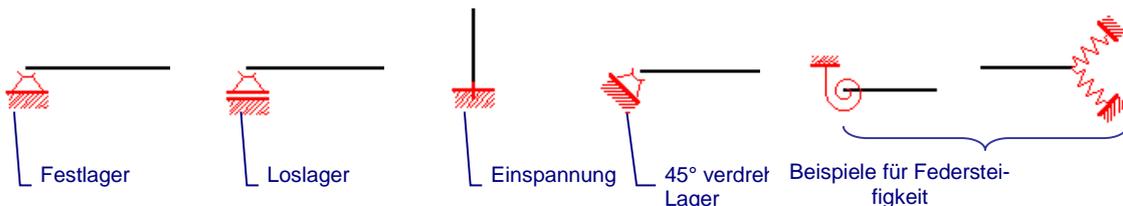
Wie schon zuvor beschrieben können Sie Auflager und Gelenke nur an der Stelle eines Knotens definieren. Beide Elemente sind wie Stäbe an den Knoten gebunden und werden mit diesem gemeinsam verschoben.



Achtung: Wenn Sie die an den Knoten angrenzenden Stäbe löschen wird auch der Knoten mitsamt etwaigen Auflagern und Gelenken entfernt.

Auflager definieren

Durch das Sperren von Freiheitsgraden eines Knotens können Sie Festlager, Loslager und Einspannungen erzeugen. Diese Grundkombinationen lassen sich erweitern indem Sie auch die Federsteifigkeiten manipulieren. Von *RuckZuck* werden entsprechende Symbole für die Darstellung der Lagerungsart verwendet, die auch verdrehte Lager mit ihrer jeweiligen Neigung lagerichtig darstellen.



Das **statische System** muss durch das Einfügen von Auflagern **unverschieblich** gemacht werden. Ist dies nicht der Fall verhindert *RuckZuck* das Aufbringen von Belastungen und zeigt eine entsprechende Meldung in der Statusleiste im unteren Bereich des Bildschirms an. Um die Korrektur des Systems zu erleichtern wird die Art der möglichen Verschiebung mit einer grünen Linie angezeigt.

System ist stabil

System ist verschieblich

Anhand eines Beispiels soll die Vorgehensweise bei der Definition von tert werden. Zeichnen Sie hierfür zuerst einen waagrechten Stab beliebiger Länge mit dem *Stabpolygon* Befehl.



Keine Lager definiert

So definieren Sie ein um 30° verdrehtes Loslager:

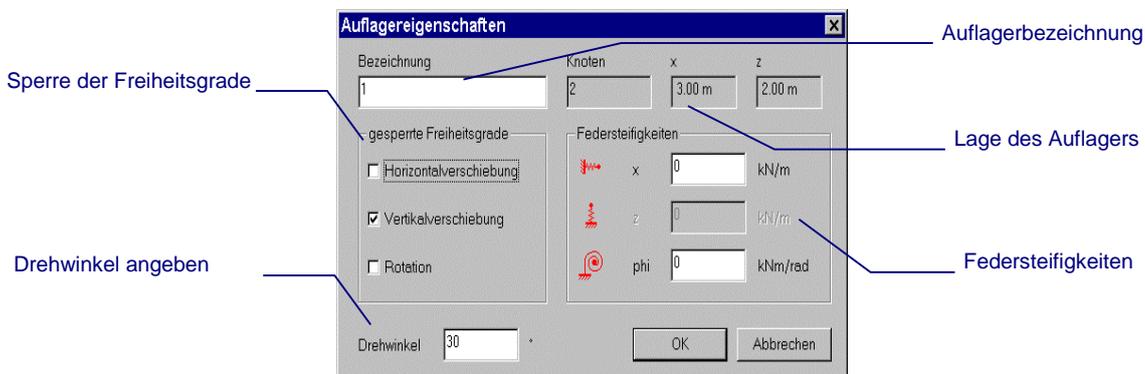


- 1 Aktivieren Sie die *Schaltfläche* Auflager in der Symbolleiste oder verwenden Sie das Menü SYSTEM | AUFLAGER.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf einen Knoten des Stabes. Wenn Sie mit einer neuen Datei begonnen haben erstellt *RuckZuck* standardmäßig ein horizontales Festlager an der Stelle des Knotens. Ansonst werden die zuletzt getätigten Einstellungen als Vorgabe für neue Auflager verwendet.
- 3 Klicken Sie (bei aktivierter *Auflager* Schaltfläche) mit der rechten Maustaste auf das Auflager um es gemäß den Vorgaben zu ändern. Das Fenster *Auflagereigenschaften* wird geöffnet.

TIP

Bei den meisten Funktionen des Systems (Knoten, Stab, Gelenk, Auflager) und der Belastung werden die **Eigenschaften** mit der rechten Maustaste **bestimmt** bzw. geändert.

- 4 Nun deaktivieren Sie das Kontrollfeld *Horizontalverschiebung* im Rahmen *gesperrte Freiheitsgrade*, um aus dem Festlager ein in einer Ebene verschiebliches Loslager zu machen.
- 5 Im Textfeld *Drehwinkel* geben Sie einen Winkel von 30° an. Negative Winkel führen zu einer Verdrehung im Uhrzeigersinn, positive Winkelangaben führen zu einer Verdrehung gegen den Uhrzeigersinn.
- 6 Wenn Sie auf die Schaltfläche *OK* klicken werden die Eigenschaften des Auflagers geändert und sofort grafisch dargestellt. Die Einstellungen im Dialogfenster *Auflagereigenschaften* sollten der folgenden Abbildung entsprechen.



Gelenke definieren

Standardmäßig werden Teilstäbe in den Knoten biegesteif miteinander verbunden. Sie haben allerdings die Möglichkeit Voll-, Halb- und Bolzengelenke zu verwenden.

Ein Knoten ist vollgelenkig, wenn kein einziger Stab biegesteif an den Knoten angebunden ist. Halbgelenke werden jeweils für einen Stab definiert, der gelenkig an den Knoten angeschlossen werden soll. Ein Bolzengelenk definiert eine Kopplungsbedingung, bei der vier Stäbe an einem Knoten derart verbunden werden, dass jeweils zwei gegenüberliegende Stäbe biegesteif durchlaufen. Im Programm werden die verschiedenen Gelenkskombinationen folgendermaßen dargestellt:



- Ein Vollgelenk (1) wird als schwarzer nicht ausgefüllter Kreis,

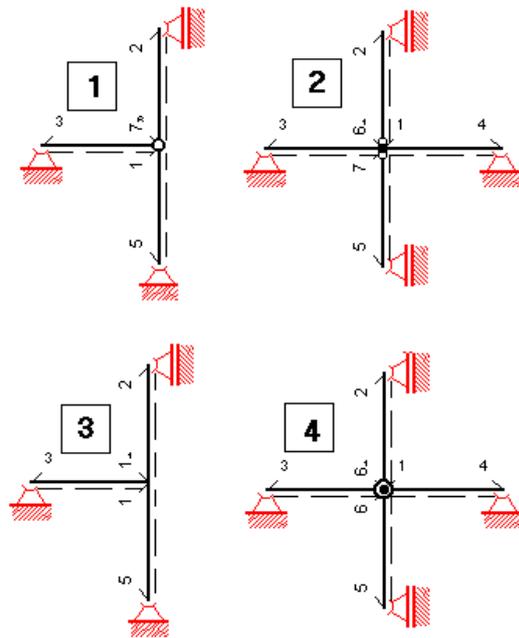


- ein oder mehrere Halbgelenke (2) werden durch schwarze nicht ausgefüllte Halbkreise am jeweiligen Stabende,



- ein Bolzengelenk (4) wird als Kreis mit einem schwarzen Punkt in der Mitte dargestellt.

Beachten Sie auch die **Knotennummerierung** in der obenstehenden Abbildung. Generell wird von *RuckZuck* der Endknoten jedes Teilstabes getrennt beschriftet. Beim gelenklosen System (3) werden die Knoten jedes Teilstabes im Gelenkspunkt mit der gleichen Nummer versehen. Beim System mit Halbgelenken (2) werden die Endknoten der halbgelenkig verbundenen Stäbe mit einer eigenen Nummer beschriftet. Die Endknoten der biegesteif durchlaufenden Stäbe werden mit der gleichen Knotennummer beschriftet.



So machen Sie aus einem Knoten ein Vollgelenk:



- 1 Klicken Sie auf die Schaltfläche *Vollgelenke* in der Symbolleiste oder wählen Sie den Befehl im Menü SYSTEM | VOLLGELENKE aus.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Knoten der ein Vollgelenk werden soll.
- 3 Das Gelenk wird als schwarzer Kreis dargestellt.

TIP

Mit Hilfe einer **Mehrfachmarkierung** können Sie mehrere Knoten gleichzeitig in Vollgelenke verwandeln (Siehe dazu ab Seite 33). Diese Vorgehensweise ist jedoch nur bei Vollgelenken möglich.

So machen Sie aus einem Knoten ein Bolzengelenk:



- 1 Klicken Sie auf die Schaltfläche *Bolzengelenke* in der Symbolleiste oder wählen Sie den Befehl im Menü SYSTEM | BOLZENGELENKE aus.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Knoten der ein Bolzengelenk werden soll.
- 3 Das Gelenk wird als schwarzer Kreis mit einem Punkt in der Mitte dargestellt.

So fügen Sie ein Halbgelenk ein:



- 1 Klicken Sie auf die Schaltfläche *Halbgelenk* in der Symbolleiste oder wählen Sie den Befehl im Menü SYSTEM | HALBGELENKE aus.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste in die Nähe des Knotens, der ein Halbgelenk werden soll, auf den Stab.
- 3 Das Halbgelenk wird als schwarzer Halbkreis dargestellt.

Änderungen am Statischen System

Eigenschaften ändern

Sie können die Eigenschaften von Knoten, Stäben, Auflagern und Gelenken ändern indem Sie zuerst die für das Objekt passende Schaltfläche in der Symbolleiste aktivieren und dann mit der **rechten Maustaste** auf das betreffende Objekt klicken, um das entsprechende Dialogfenster zu öffnen. In der folgenden Tabelle sind die Eigenschaften, die Sie im Dialogfenster zum jeweiligen Objekt ändern können in Kurzform zusammengefasst:

Symbol	Name	Dialogfenster	Eigenschaften
	Knoten	<i>Knoteneigenschaften</i>	Lagebestimmung → Knoten absolut oder relativ verschieben (bei Mehrfachselektierung nur relativ).
	Stäbe	<i>Stabeigenschaften</i>	Material und Querschnitt → Zugang zur jeweiligen Datenbank. Bestimmung der Stabteilung
	Auflager	<i>Auflagereigenschaften</i>	Bestimmung der Auflagerart (Freiheitsgrade sperren, Federsteifigkeiten angeben) und des Drehwinkels.
	Vollgelenke	(nicht vorhanden)	(nicht vorhanden)
	Halbgelenk	<i>Eigenschaften der nächsten Halbgelenke</i>	Die Eigenschaften der nächsten Halbgelenke die man erstellt werden definiert.

Im Detail werden nur die Stabeigenschaften erläutert, da das Ändern der Auflagereigenschaften schon zuvor beschrieben wurde und das Verschieben von Knoten in einem eigenen Abschnitt ab Seite 53 folgt.

So ändern Sie die Stabeigenschaften:



- 1 Aktivieren Sie die Schaltfläche *Stäbe* in der Symbolleiste.
- 2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Stab.
- 3 Das Fenster *Stabeigenschaften* erscheint:

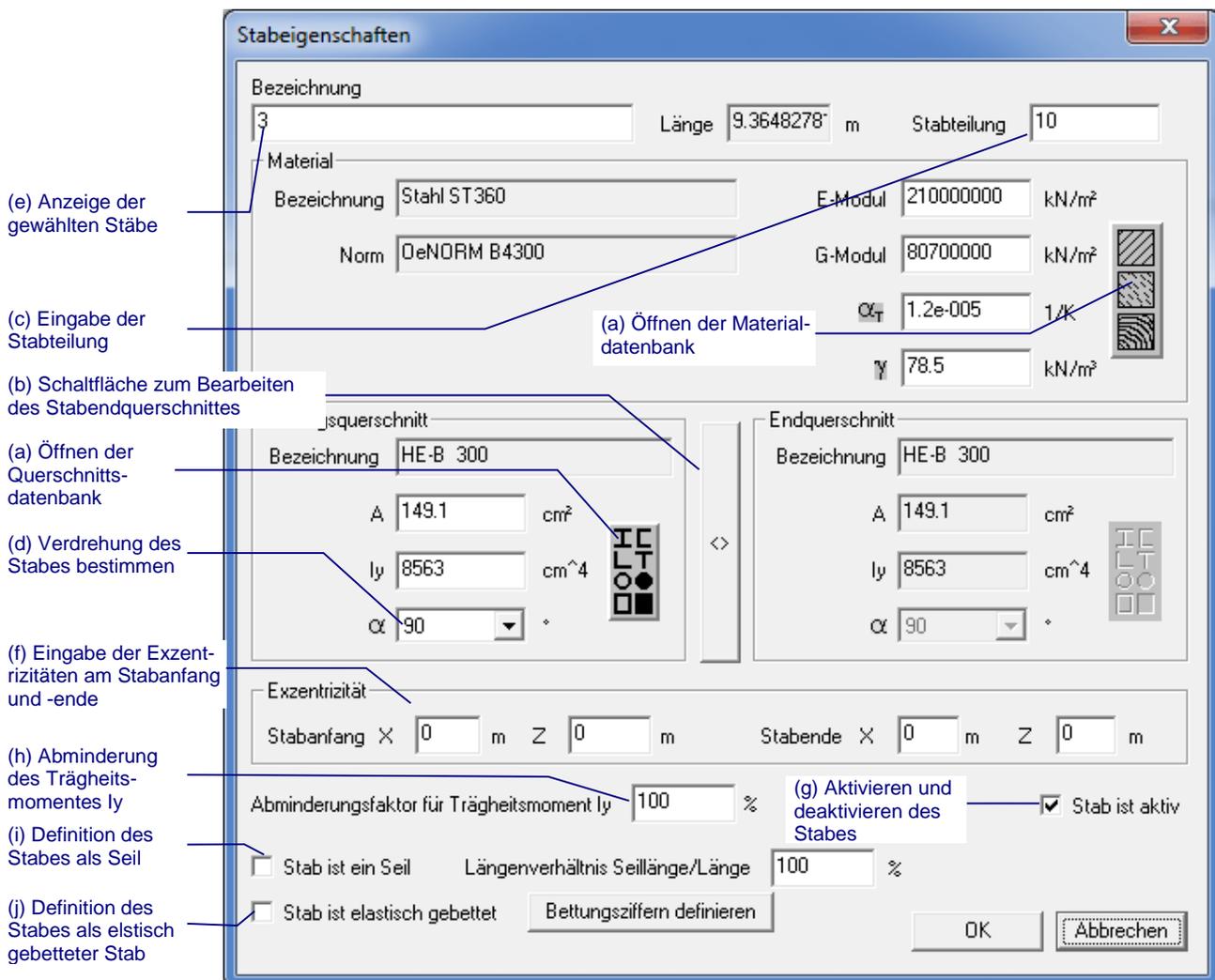


- (a) Mit den Schaltflächen *Profil-Auswahl* und *Material-Wahl* können Sie das Material und den Querschnitt ändern. Beim Anklicken der nebenstehenden Schaltflächen öffnet sich die Material- bzw. Querschnittsdatenbank (→ siehe Seite 50).
- (b) Wenn Sie auf die Schaltfläche [$\langle \rangle$] in der Mitte des unteren Fensterbereiches klicken, ist es möglich unterschiedliche Stabanfangs- und Stabendquerschnitte zu definieren.
- (c) Das Eingabefeld *Stabteilung* bestimmt die Anzahl der Punkte an denen in der Folge Berechnungsergebnisse abgefragt werden können (z.B. Durchbiegung in den 1/10 Punkten).
- (d) Des weiteren lässt sich der Profilquerschnitt mit dem nebenstehenden Listenfeld um 90°, 180° und 270° drehen.
- (e) Im obersten Bereich werden die Bezeichnungen (entsprechen den Stabnummern wenn sie noch nicht verändert wurden) der selektierten Stäbe zur Kontrolle angezeigt. Wenn mehrere Stäbe selektiert wurden dienen auch alle anderen grau hinter-



legten Felder dienen nur zur Kontrolle und können nicht geändert werden. Bei Einzelstabelektierung kann man die Bezeichnung ändern.

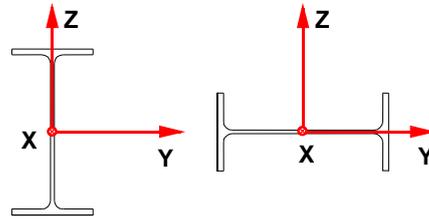
- (f) Die Exzentrizität definiert den Abstand zwischen dem Knoten und dem Anfangs bzw. Endpunkt des Stabes. Die X und Z Komponenten beziehen sich auf die lokale Stabachse
- (g) Das Feld ist bei der Erstellung eines Stabes aktiviert. Wenn Sie dieses Feld deaktivieren wird der Stab bei den Berechnungsverfahren nicht berücksichtigt. Der Stab wird am Bildschirm grau dargestellt.
- (h) Über dieses Eingabefeld kann das Trägheitsmoment verändert werden ohne das die übrigen Querschnittsabmessungen dadurch beeinflusst werden. Dadurch ist es möglich Betonquerschnitte im gerissenen Zustand zu simulieren.
- (i) Durch Aktivieren dieses Feldes können sie den Stab als Seil definieren. Die Berechnung nach der Seiltheorie wurde im Rahmen einer Diplomarbeit implementiert.
- (j) Dieses Feld definiert den Stab als elastisch gebetteten Balken. Über die Schaltfläche *Bettungsziffern definieren*, öffnet sich ein weiteres Fenster in dem man den Bettungsmodul und die Einflussbreite am Stabanfang und –ende festlegen kann.



4 Nach der Definition der Stabeigenschaften schließen Sie das Fenster mit der OK Schaltfläche.

Mit Hilfe einer **Mehrfachmarkierung** können Sie die Eigenschaften mehrerer Stäbe gleichzeitig ändern und sparen dadurch in vielen Fällen Zeit. Wenn z.B. das gesamte System aus Holz ist, ermöglicht Ihnen eine Mehrfachmarkierung das Material für alle Stäbe in einem einzigen Arbeitsschritt zu ändern.

Wenn Sie **Querschnitte** entlang ihrer Längsachse um 90° , 180° oder 270° **verdrehen** ist zu beachten dass die neben abgebildeten Koordinatenachsen ihre Gültigkeit unabhängig von der Verdrehung immer behalten. Im Konstruktionsbereich ist die X-Achse also parallel zur Längsrichtung des Stabes und die Y-Achse ist normal auf die Bildebene.



So verwenden Sie die Materialdatenbank:

In der Materialdatenbank sind die Kennwerte für die statische Berechnung von Querschnitten aus Holz, Stahl, Beton, Aluminium und Glas in unterschiedlichen Güten entsprechend den Normen EUROCODE, DIN und ÖNORM gespeichert.

Wenn Sie ein **selbstdefiniertes Material** verwenden möchten ändern Sie einfach die entsprechenden Eigenschaften in den Eingabefeldern (E-Modul, G-Modul, α_t und γ) des Dialogfensters *Stabeigenschaften*.



Um die Materialdatenbank zu öffnen, klicken Sie auf die Schaltfläche *Material-Wahl* im Dialogfenster *Stabeigenschaften*. Daraufhin erscheint das Dialogfenster *Material-Wahl*. Hier können Sie die gewünschte Norm (ÖNORM, DIN oder Eurocode) das zugehörige Material und die Materialgüte auswählen. Wenn das **Material zur Bemessung geeignet** ist erscheint eine Meldung wie in der unteren Abbildung.

Der rechte Teil des Fensters ist zur Anzeige bzw. Kontrolle der Materialkennwerte gedacht. Beachten Sie bitte, dass die *Materialkennwerte für Bemessung* nur angezeigt werden wenn das Material für die Bemessung geeignet ist – wobei der Bereich rechts außen der Holzbemessung nach ÖNORM B4100 vorbehalten bleibt.

Anzeige ob Bemessung möglich

Materialwerte für statische Berechnung		Materialwerte für Bemessung	
E-Modul:	210000000 kN/m ²	Zul. σ_B	0 kN/m ²
G-Modul:	80700000 kN/m ²	Zul. σ_{DII}	0 kN/m ²
alpha_T:	1.2e-005 m/K	Zul. σ_{DI}	0 kN/m ²
Dichte:	78,5 kN/m ³	Zul. $\sigma_{DI\text{erhöht}}$	0 kN/m ²
Materialwerte für Bemessung		Zul. σ_{zII}	0 kN/m ²
Streckgrenze:	240000 kN/m ²	Zul. σ_{zI}	0 kN/m ²
E-Modul _L :	0 kN/m ²	Zul. $\tau_{\text{Abscheren}}$	0 kN/m ²
		Zul. $\tau_{\text{Querkraft}}$	0 kN/m ²
		Zul. τ_{Torsion}	0 kN/m ²

Materialkennwerte für statische Berechnung

Materialkennwerte für Bemessung

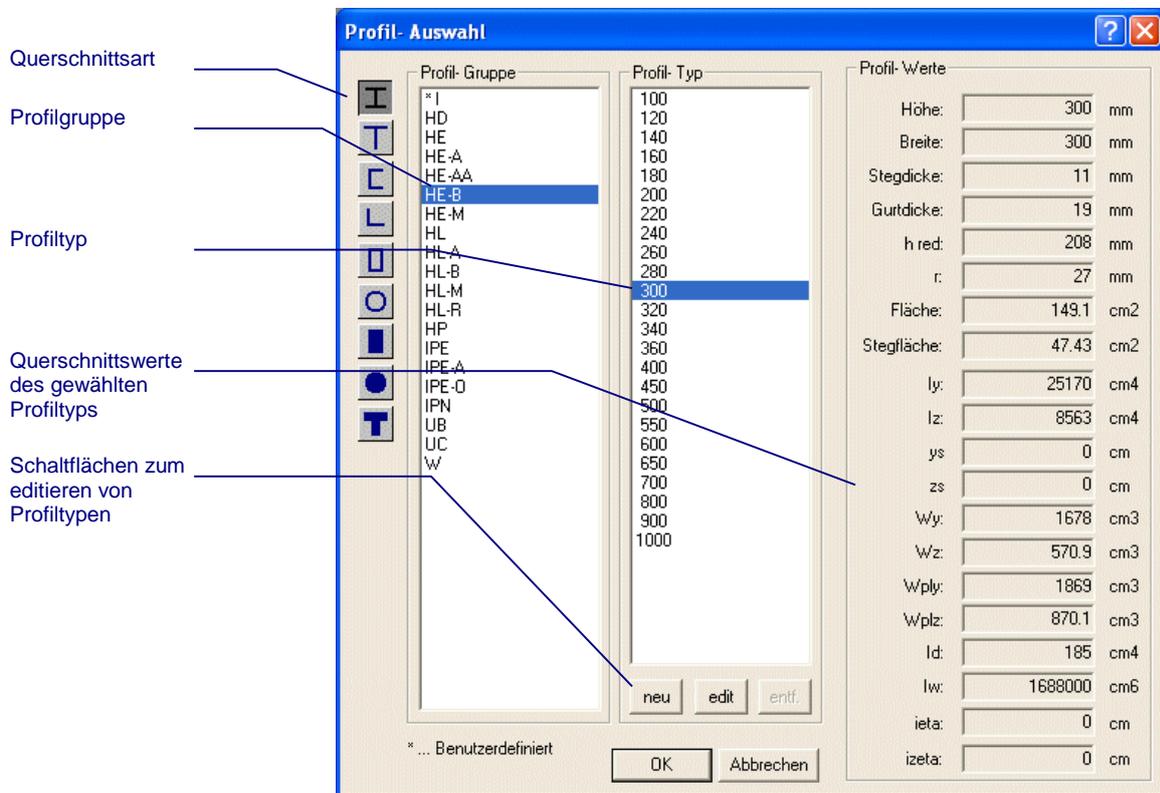
Materialkennwerte für Holz-Bemessung

So verwenden Sie die Querschnittsdatenbank:

In der Querschnittsdatenbank sind die geometrischen Kennwerte (Fläche, Trägheitsmoment, Widerstandsmoment etc.) für eine Vielzahl von standardmäßigen Querschnitten gespeichert. Diese können Sie auch verändern oder durch selbstdefinierte Querschnitte ergänzen.

Die Gliederungssystematik der Querschnittdatenbank ist dreistufig – es wird unterschieden in:

- Querschnittsarten (z.B. Rechteck, Kreis, I-Profil, C-Profil, etc.).
- Profilgruppen (z.B.: HE-A, HE-B, IPE, IPN etc.).
- Profiltypen (z.B.: HE-B 300, HE-B 320, HE-B 340 etc.).



Sie öffnen die Querschnittsdatenbank indem Sie im Dialogfenster *Stabeigenschaften* auf die Schaltfläche *Profil-Auswahl* klicken. Daraufhin erscheint das Dialogfenster *Profil-Auswahl*. Hier müssen Sie im linken Teil zuerst eine der vorgegebenen Querschnittsarten auswählen. Danach haben Sie die Möglichkeit für jede Profilgruppe einen Profiltyp aus der Datenbank zu bestimmen.



Mit den Schaltflächen *neu*, *edit* und *entf.* können Sie der Datenbank **selbstdefinierte Profiltypen** hinzufügen, oder vorhandene Profiltypen verändern und löschen (es können nur selbstdefinierte Profiltypen gelöscht werden).

Profilgruppen können nicht selbst erstellt oder geändert werden. Alle selbstdefinierten Querschnitte werden automatisch in der Profilgruppe „*“ gespeichert. Diese Gruppe ist für jede Querschnittsart vorgegeben und befindet sich an erster Stelle im Auswahlfeld.

Im rechten Teil des Fensters sind wie bei der Materialdatenbank alle erforderlichen Kennwerte angeführt. Diese werden von RuckZuck automatisch aus der Querschnittsgeometrie ermittelt.

So übertragen sie Stabeigenschaften



- 1 Aktivieren Sie die *Eigenschaften übertragen* Schaltfläche.
- 2 Klicken Sie nun mit der linken Maustaste auf den Stab dessen Eigenschaften sie übertragen wollen. Der Stab wird nun markiert und der Mauszeiger wird zu einem Pinsel.

- 3 Klicken sie nacheinander jene Stäbe an die die ausgewählten Stabeigenschaften erhalten sollen. Wenn sie mit dem Übertragen fertig sind, klicken sie mit der rechten Maustaste um wieder in den Stabauswahl Modus zu gelangen. Nun können sie erneut mit Schritt 2 fortfahren und einen weiteren Stab auswählen dessen Eigenschaften sie übertragen wollen.

So kopieren Sie Stäbe

- 1 Aktivieren Sie die *Stab* Schaltfläche oder wählen Sie den Befehl über das Menü SYSTEM | STÄBE und markieren Sie die zu kopierenden Stäbe.
- 2 Wählen Sie den Menüpunkt SYSTEM | SELEKTIERTE STÄBE KOPIEREN.
- 3 Nun müssen Sie den Bezugspunkt definieren, indem Sie einen Knoten auswählen.
- 4 Die markierten Stäbe hängen nun am Mauszeiger und können beliebig oft durch klicken mit der linken Maustaste gesetzt werden. Der Vorgang wird abschließend mit der rechten Maustaste abgebrochen.

Stäbe nummerieren

In Version 6.0 wurde zur leichteren Benennung der Stäbe die Möglichkeit integriert, Stäbe fortlaufend zu nummerieren. Dabei wird die Bezeichnung des Stabes entsprechend der Auswahlreihenfolge geändert. Sie können auch ein Prefix definieren, sodass z.B. Diagonalen eines Fachwerks mit *Diagonale 1*, *Diagonale 2*, usw. definiert werden können.

So nummerieren Sie Stäbe neu

- 1 Wählen sie den Menüpunkt SYSTEM | STÄBE UMBENENNEN.
- 2 Das Fenster Stab umbenennen erscheint. Hier können Sie das Prefix definieren, dass jeder Stabbezeichnung vorangestellt wird. Im Feld Stabnummer definieren Sie die erste Nummer des Stabes. Abschließend klicken Sie auf die Schaltfläche *Umbenennen*.
- 3 Zur besseren Orientierung wird automatisch die Stabbezeichnung angezeigt. Wählen Sie nun nacheinander jene Stäbe aus, die umbenannt werden sollen. Nach Auswahl eines Stabes wird der Stab markiert und die Stabnummer um eins erhöht. Wenn alle Stäbe, die umbenannt werden sollen, ausgewählt wurden, beenden Sie den Vorgang durch Klicken mit der rechten Maustaste.

Elemente löschen

Sie können alle im Konstruktionsbereich eingefügten Elemente löschen. Dabei haben Sie die Möglichkeit ein einzelnes Element oder eine Elementgruppe (Mehrfachmarkierung) eines zuvor definierten Typs oder eine Elementgruppe von verschiedenen Typen zu entfernen.

- Um ein **einzelnes Element** zu **entfernen** aktivieren Sie zuvor die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Klicken Sie dann mit der linken Maustaste auf das Element und dieses wird entfernt sofern es sich um die Elemente Gelenk, Auflager oder freier Knoten handelt. Stäbe werden nur gelb markiert und müssen mit der [Entf] Taste gelöscht werden.
- Um **mehrere Elemente** zu **löschen** markieren Sie diese zuerst und drücken Sie dann die [Entf] Taste. Verwenden Sie dazu die in Kapitel 2 beschriebenen Markierungsoptionen (Sie können sowohl Elemente vom gleichen Typ als auch verschiedenartige Elemente markieren).



Das **Löschen von Knoten** ist etwas komplizierter, da Sie als geometrische Fixpunkte benötigt werden. Ein mit Teilstäben verbundener Knoten kann nur dann gelöscht werden, wenn die Stäbe in einer Linie liegen – verwenden Sie dazu den Befehl *Stab teilen* der ab Seite 54 beschrieben ist. Wenn sich der Knoten auf einem Knick des Stabzuges befindet müssten Sie alle an den Knoten angrenzenden Stäbe entfernen – dadurch wird dann automatisch auch der Knoten gelöscht.

TIP

Achtung: Wenn Sie die an einen Knoten angrenzenden Stäbe löschen werden neben dem Knoten auch etwaige Auflager, Gelenke, oder Belastungen entfernt.

Knoten verschieben

Knoten sind die geometrischen Fixpunkte des statischen Systems. Ihre Eigenschaft ist daher die Lagebestimmung von Stäben, Auflager, Gelenken und zusammen mit den Stäben auch für Belastungen. Mit Hilfe der Koordinaten des jeweiligen Knotens können Sie ein System nachträglich sehr leicht manipulieren ohne alle anderen Elemente ebenfalls ändern zu müssen.

Sie haben drei Möglichkeiten um einen oder mehrere Knoten zu verschieben:

- Grafische Lageänderung eines oder mehrerer Knoten mit der Maus.
- Lageänderung eines Knotens mit absoluten Koordinaten.
- Lageänderung eines oder mehrerer Knoten mit relativen Koordinaten.

So verschieben Sie Knoten mit der Maus:



1 Verwenden Sie bei Bedarf den Raster – Schalten Sie dazu die *Raster* Schaltfläche in der Symbolleiste ein. Schalten Sie außerdem die *Knotenbeschriftung* ein um die Lage des zu verschiebenden Knotens innerhalb eines Stabes sichtbar zu machen.



2 Aktivieren Sie die *Knoten* Schaltfläche oder wählen Sie den Befehl über das Menü SYSTEM | KNOTEN und markieren Sie die gewünschten Knoten.

3 Klicken Sie nun mit der linken Maustaste auf einen der markierten Knoten (diese sind gelb eingefärbt) und halten Sie die Maustaste gedrückt.

4 Jetzt können Sie die ausgewählten Knoten (mit allen verbundenen Elementen – wie Stäbe, Auflager, Gelenke und Lasten) mit der Maus verschieben. Sie folgen dem Mauszeiger solange die linke Maustaste gedrückt ist.

5 Lassen Sie die linke Maustaste los wenn Sie die gewünschte Endposition erreicht haben.



TIP

Um das mausgesteuerte Verschieben der Knoten abubrechen, klicken Sie mit der rechten Maustaste. Sie können in *RuckZuck* prinzipiell alle Befehle die mit der Maus gesteuert werden (Stäbe oder Stabpolygone zeichnen, Knoten verschieben etc.) **abbrechen**, indem Sie mit der rechten Maustaste klicken.

So verschieben Sie Knoten durch Angabe relativer Koordinaten:

Eine Variante zum zuvor beschriebenen graphischen Verschieben stellt die Angabe der X und Z Abstände relativ zu den gewählten Knoten dar.

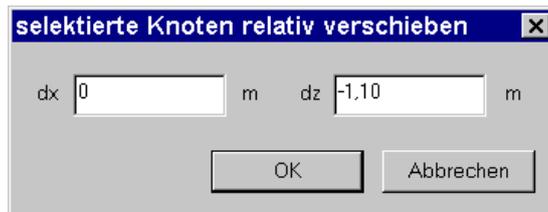


1 Schalten Sie gegebenenfalls die *Knotenbeschriftung* ein um die Lage der Knoten sichtbar zu machen.



2 Aktivieren Sie das Knoten-Werkzeug in der Symbolleiste und markieren Sie die zu verschiebenden Knoten – alle markierten Knoten werden gelb eingefärbt.

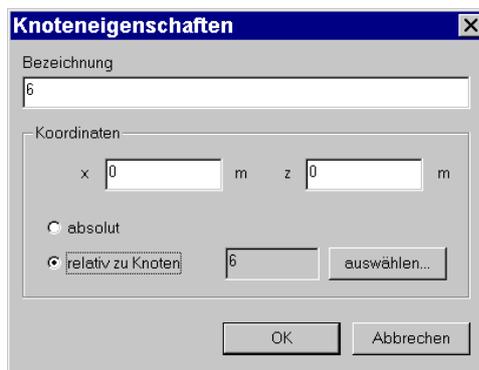
- 3 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen der eingefärbten Knoten. Das Fenster *selektierte Knoten relativ verschieben* wird geöffnet.



- 4 Geben Sie die gewünschten Abstände relativ zur bisherigen Position an. Um Knoten nach links zu verschieben geben Sie einen positiven Wert für dx und um Knoten nach unten zu verschieben geben Sie einen positiven Wert für dz ein. Schließen Sie das Fenster indem Sie auf die Schaltfläche *OK* klicken.

So ändern Sie die Lage eines Knotens koordinativ mit dem Dialogfenster *Knoteneigenschaften*:

Wenn Sie bei eingeschaltetem Knoten-Symbol auf einen nicht-markierten Knoten mit der rechten Maustaste klicken erscheint das Fenster *Knoteneigenschaften*. Hier können Sie die Lage des Knotens verändern indem Sie bei aktivierter Options-Schaltfläche *absolut* die neue Lage des Knotens mit x und y Koordinaten in Bezug zum Koordinatenursprung angeben. Außerdem haben Sie die Möglichkeit die Options-Schaltfläche *relativ zu Knoten* zu aktivieren, um die Koordinaten x und z relativ zur bisherigen Position des Knotens einzugeben. Um einen anderen Knoten als Bezugspunkt zu bestimmen, klicken Sie auf die Schaltfläche *auswählen* und markieren danach den betreffenden Knoten mit der Maus.



Um einen anderen Knoten als Bezugspunkt zu bestimmen, klicken Sie auf die Schaltfläche *auswählen* und markieren danach den betreffenden Knoten mit der Maus.

Stäbe teilen

Der Befehl *Stab teilen* ist ein universelles und hilfreiches Konstruktionswerkzeug. Sie können damit nicht nur Stäbe teilen sondern auch Knoten innerhalb von Stäben löschen – also Stabteilungen aufheben.

So teilen Sie einen Stab:



- 1 Aktivieren Sie den Befehl *Stab teilen*, um einen Stab in eine gewisse Anzahl gleicher Teile zu teilen. Von *RuckZuck* werden dabei automatisch Knoten gesetzt.
- 2 Sie bestimmen die Anzahl der Teilstücke indem Sie innerhalb des Konstruktionsbereiches einmal mit der rechten Maustaste klicken. Daraufhin erscheint das Fenster *Teilungseigenschaften*, das Sie auffordert die Anzahl der Teilstücke anzugeben (standardmäßiger Vorgabewert = 2).



- 3 Klicken Sie danach mit der linken Maustaste auf den zu teilenden Stab und die Teilungsoperation wird sofort ausgeführt. Schalten Sie gegebenenfalls die *Knotenbeschriftung* ein um die Lage der neuen Knoten sichtbar zu machen.

So entfernen Sie Knoten innerhalb eines Stabes:



- 1 Aktivieren Sie den Befehl *Stab teilen* in der Symbolleiste.

- 2 Markieren Sie alle Teilstäbe die verbunden werden sollen (ziehen Sie z.B. mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck über die Stäbe auf).
- 3 Drücken Sie die [Entf] Taste um die Knoten innerhalb des Stabes zu löschen.

Anhand eines **Beispiels** können Sie nachvollziehen wie hilfreich der Befehl *Stab teilen* ist um gewisse (regelmäßige) Konstruktionsaufgaben zu beschleunigen:

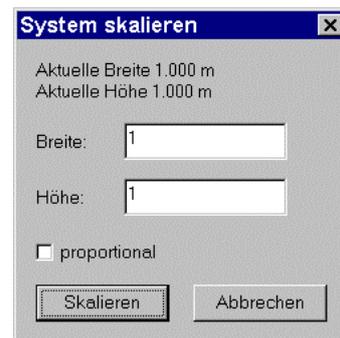
Sie sollen einen zehn Meter langen Träger zeichnen der von 20 Einzellasten in gleichen Abständen belastet wird. Dazu muss kurz auf das Kapitel 4 (Belastung) vorgegriffen werden. Wenn Sie eine Stabeinzellast aufbringen wird diese bei eingeschaltetem Fang immer auf den nächstgelegenen Teilungspunkt eines Stabes gestellt. Also könnten Sie die Teilungspunkte des Stabes auf 20 ändern (standardmäßig sind 10 eingestellt) und dann zwanzigmal eine Stabeinzellast auf den Stab aufbringen – insgesamt benötigen sie 25 Arbeitsschritte zum Aufbringen der Lasten.

Wenn Sie jetzt aber mit dem Befehl *Stab teilen* den Träger in 21 Teilstäbe zerlegen und dadurch 20 innenliegende Knoten erhalten können Sie diese mit dem *Knoten* Befehl markieren und mit einem einzigen Mausklick 20 Knoteneinzellasten setzen. Danach müssen Sie nur noch die Teilung des Stabes aufheben und haben mit ca. 12 Arbeitsschritten das gleiche Ergebnis.

Systemgröße ändern

Sie haben mit *RuckZuck* eine Möglichkeit um gesamte Systeme zu skalieren. Öffnen Sie dazu das Dialogfenster *System skalieren* mit dem Befehl SYSTEMGRÖÖE ÄNDERN im Menü SYSTEM.

Im Dialogfenster wird die aktuelle Größe des Systems (Breite und Höhe in Meter) angezeigt. Darunter befinden sich zwei Eingabefelder in denen Sie die gewünschte neue Breite und Höhe des Systems bestimmen können.



Systemgenerator

Allgemein

Neben der Möglichkeit ein System manuell zu zeichnen bietet Ihnen *RuckZuck* einen Systemgenerator mit dem Sie verschiedene, oft gebrauchte Systeme rasch und einfach automatisch erstellen können. Auch automatisch generierte Systeme sind nachträglich leicht zu bearbeiten und somit an die speziellen Erfordernisse des Benutzers anpassbar.

Der *RuckZuck* Systemgenerator entspricht den Assistenten bzw. Managern, die von gängigen Windows™ Programmen für komplexe Einstellungen zur Verfügung gestellt werden. Dadurch kann die Erzeugung von Systemen in mehrere, überschaubare Einzelschritte zerlegt werden. Die Bestimmung von Parametern gibt Ihnen ausreichende Möglichkeiten zur Einflussnahme auf die Geometrie.

Prinzipiell werden vier Arten von Systemen angeboten:

- **Durchlaufträger:** Mit gleicher oder variabler Feldweite.
- **Rahmen:** Als ein- oder mehrgeschossige Rahmen mit gleichen oder variablen Feldgrößen.

- **Kehlbalkendachstuhl**
- **Fachwerkträger:** Parallelgurtig, trapezförmig oder sattelförmig mit unterschiedlichen Fachwerkfüllungen.

Die Generierung des Systems läuft (außer bei den Fachwerken) in drei Schritten ab, die generell einer ähnlichen **Grundstruktur** folgen:

- 1 Auswahl des gewünschten Systems (Durchlaufträger, Rahmen, Kehlbalken, Fachwerke).
- 2 Bestimmung der Geometrie (z.B. Anzahl der Felder, Abmessungen etc.).
- 3 Bestimmung des Ursprungs und der Verdrehung des Systems.

Wenn Sie Fachwerke generieren wird der etwas umfangreichere zweite Schritt (Bestimmung der Geometrie) in zwei getrennten Dialogfenstern ausgeführt. Zuerst wählen Sie die Art des Fachwerkes – also die Fachwerkhülle (parallelgurtig, trapezförmig oder sattelförmig), danach die Anordnung der Diagonalstäbe – also die Fachwerkfülle.

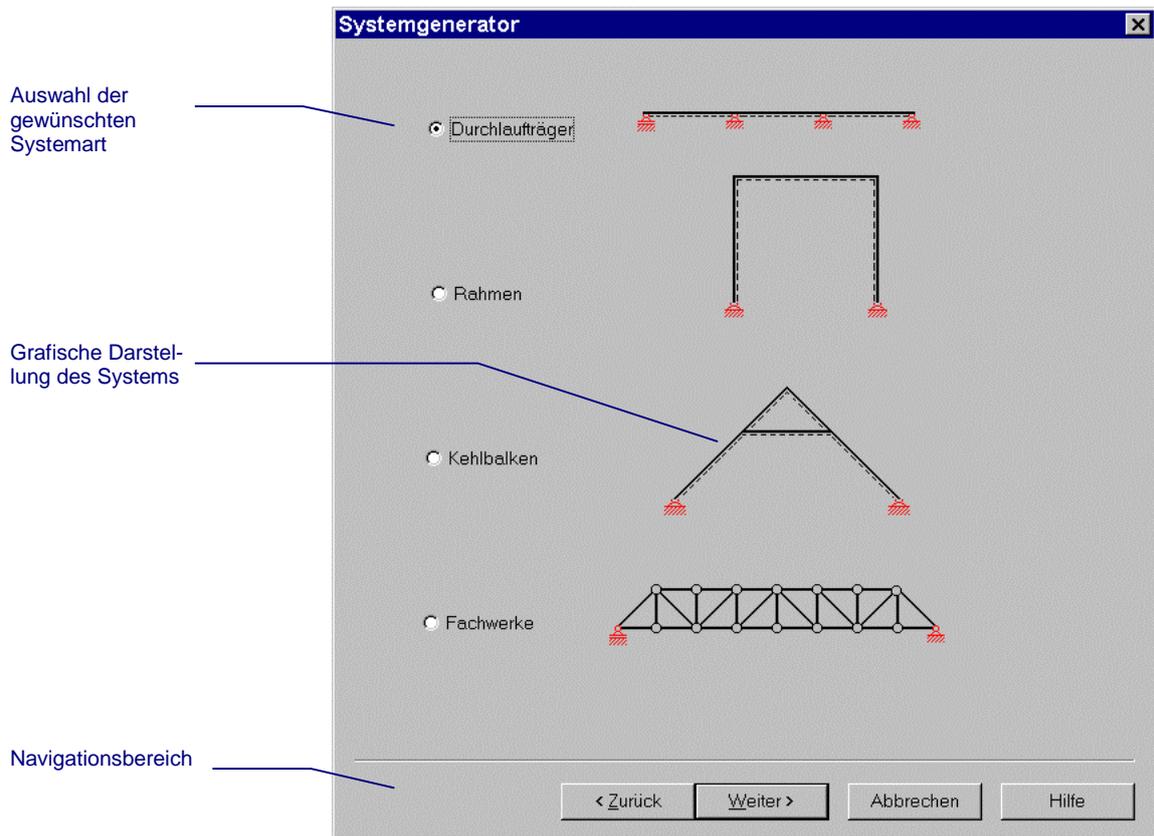
Anwendung des Systemgenerators

Im folgenden Abschnitt wird die praktische Anwendung des Systemgenerators beschrieben. In kurzer Form zur Generierung eines konkreten Systems erfolgte dies auch schon im Kapitel 1 Schnelleinstieg – nun sollen aber alle Fenster mit den jeweiligen Parametern im Detail erläutert werden.

So wählen Sie die Art des Systems aus:

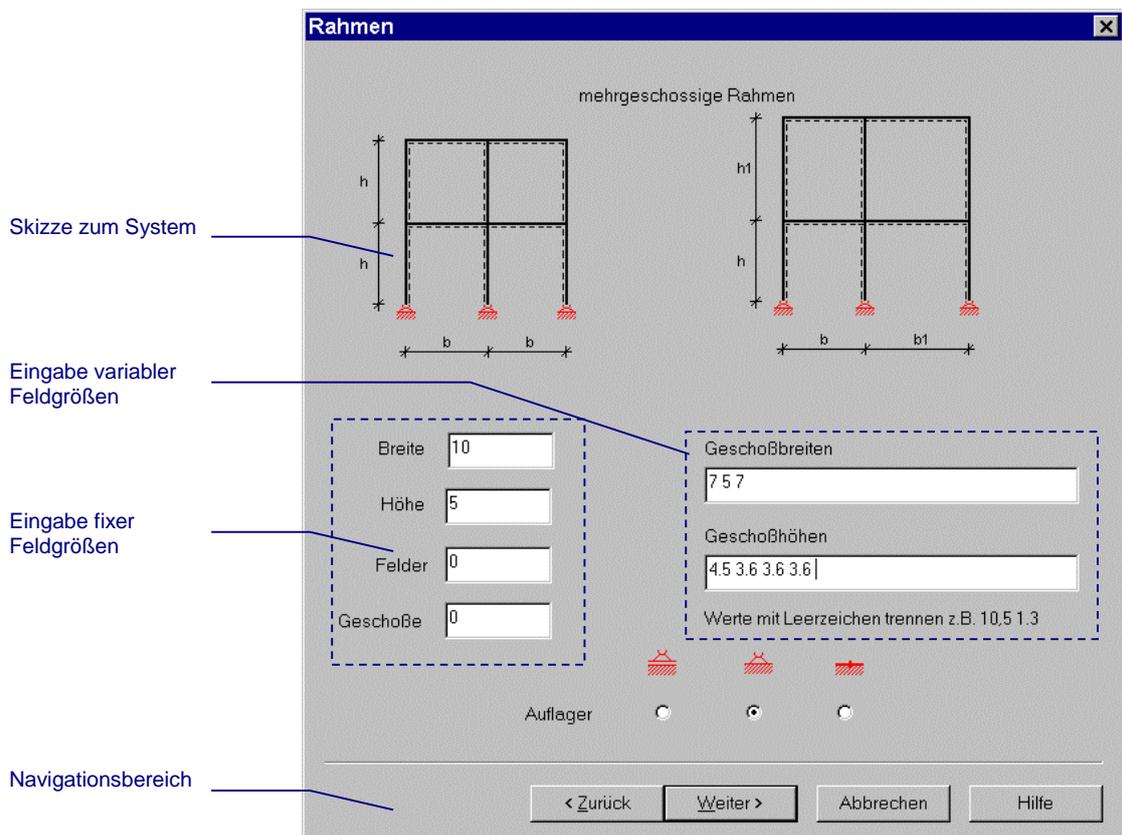
- 1 Rufen Sie den RuckZuck Systemgenerator auf eine der folgenden Arten auf:
 - Wählen Sie im Menü SYSTEM den Punkt SYSTEM GENERIEREN ...
 - Starten Sie den Systemgenerator mit dem Tastenkürzel [STRG] + [F12].
- 2 Das erste Fenster (*Systemgenerator*) des Assistenten wird geöffnet. Alle möglichen Systemtypen sind graphisch dargestellt.
- 3 Wählen Sie den gewünschten Typ aus indem Sie mit der linken Maustaste auf die Options-Schaltfläche links neben der Bezeichnung klicken.
- 4 Sie beenden den ersten Schritt wenn Sie auf die Schaltfläche *Weiter* im unteren Bereich des Fensters klicken. Mit den Schaltflächen *Zurück* und *Weiter* können Sie sich durch die einzelnen Schritte des Systemgenerators bewegen. Mit der Schaltfläche *Abbrechen* können Sie den Systemgenerator jederzeit abbrechen.



So bestimmen Sie die Geometrie des Systems:

Da die Dialogfenster des Systemgenerators für eine intuitive Benutzerführung gestaltet wurden kann die Abbildung bzw. Beschreibung der Fenster für jede einzelne Systemart unterbleiben. Anhand des Fensters für rahmenartige Systeme lassen sich alle Bedienungsschritte hinreichend darstellen.





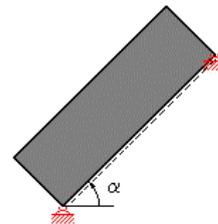
Grundsätzlich bestimmen Sie die Geometrie des Systems indem Sie die Abmessungen in Meter laut der im jeweiligen Dialogfenster vorhandenen Skizze festsetzen. Verwenden Sie dazu die Eingabefelder. Danach wechseln Sie mit der Schaltfläche *Weiter* ins nächste Fenster.

Bei Rahmen und Durchlaufträgern haben Sie zusätzlich noch die **Möglichkeit fixe oder variable Feldgrößen** anzugeben:

- Fixe Feldgrößen bestimmen Sie indem Sie die Gesamtabmessung (Länge bei Durchlaufträger bzw. Länge und Breite bei Rahmen) des Systems und die Anzahl der Felder bzw. Felder und Geschosse bei Rahmen eintippen. Die Größe des Systems ergibt sich durch Multiplikation der Abmessungen mit der Feldanzahl.
- Variable Feldgrößen bestimmen Sie durch zahlenmäßige Angabe aller einzelnen Feldabmessungen (in Meter) von links nach rechts bzw. bei Geschossen von unten nach oben in einem Eingabefeld. Die einzelnen Größenangaben müssen durch Leerzeichen getrennt eingetippt werden (z.B. 7.5 5.2 7.5 für einen dreiteiligen, symmetrischen Durchlaufträger).

So bestimmen Sie den Ursprung des Systems:

Im letzten Fenster können Sie den Ursprung des Systems sowie eine eventuelle Verdrehung (um die Normale auf den Bildschirm) bestimmen. Zur Wahl des Ursprungs haben Sie zwei Möglichkeiten (der Einfügepunkt des neu erstellten Systems ist dabei immer das linke Auflager):



- Bezugskordinatenpunkt koordinativ angeben.
- Bezugskordinatenpunkt im Konstruktionsbereich mit der Maus wählen.

Mit der Schaltfläche *Fertig stellen* beenden Sie den Systemgenerator und wechseln wieder in den Konstruktionsbereich. Wenn Sie die Option einer grafischen Bestimmung des Ursprungs gewählt haben folgt nun ein maßstäbliches Symbol des zuvor generierten Systems ihrem Mauszeiger (Fadenkreuz). Sie können das System durch einen Klick mit der linken Maustaste auf einen beliebigen Rasterpunkt im Konstruktionsbereich platzieren. Danach besteht die Möglichkeit das Einfügen des Systems beliebig oft fortzusetzen. Beenden Sie den Vorgang indem einmal Sie mit der rechten Maustaste klicken.

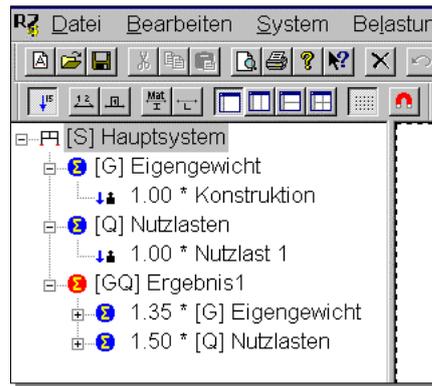
LASTFÄLLE UND BELASTUNG

Die Überlagerungsgruppen und ihre zugehörigen Lastfälle sind permanent am linken Teil des Bildschirms im „Lastenbaum“ sichtbar und manipulierbar. Um überhaupt eine Belastung am System aufzubringen, muss zuerst ein Lastfall ausgewählt werden. Daher werden in diesem Kapitel sowohl die Grundlagen der Lastfallüberlagerung als auch die Lastmanipulation selbst erläutert.

Nach dem Durcharbeiten des Kapitels sind Sie in der Lage ein System mit den erforderlichen Lastfällen und den gewünschten Belastungen zu versehen. Die Ergebnisse der Überlagerungen können Sie dann mit Hilfe des nächsten Kapitels Berechnen und Darstellen.

Lastfälle

Um eine Belastung am System aufzubringen, muss zuerst ein Lastfall ausgewählt werden. Von *RuckZuck* werden daher beim Erstellen eines neuen Projektes **standardmäßig** die **Lastfälle Eigengewicht** und **Nutzlast 1** sowie die Lastfallgruppen **Nutzlasten** und **Eigengewicht** erzeugt und in der Überlagerungsgruppe **Ergebnis** addierend mit den Faktor 1,35 (Eigengewicht) und 1,50 (Nutzlast) überlagert (siehe nebenstehende Abbildung). Damit sind wie in der Version 3.0 sofort rasche, überschlägige Berechnungen (z.B. eines Balkens) möglich, ohne dass Sie jedes Mal neue Lastfälle erstellen müssen.



Zur normgemäßen Berechnung der Schnittkräfte und der nachfolgenden Bemessung der Querschnitte sind jedoch verschiedene Lastfälle entsprechend den Kombinationsregeln (und dem Sicherheitskonzept) zu überlagern.

Allgemeines

Das Programm *RuckZuck* unterteilt die **Einwirkungen** auf das statische System (entsprechend der Normung) nach ihrer zeitlichen Veränderung in drei Arten:

- G Ständige Einwirkungen (z.B. Eigengewicht).
- Q Veränderliche Einwirkungen (z.B. Wind, Schnee, Verkehrslast).
- A Außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Erdbeben, Explosion).

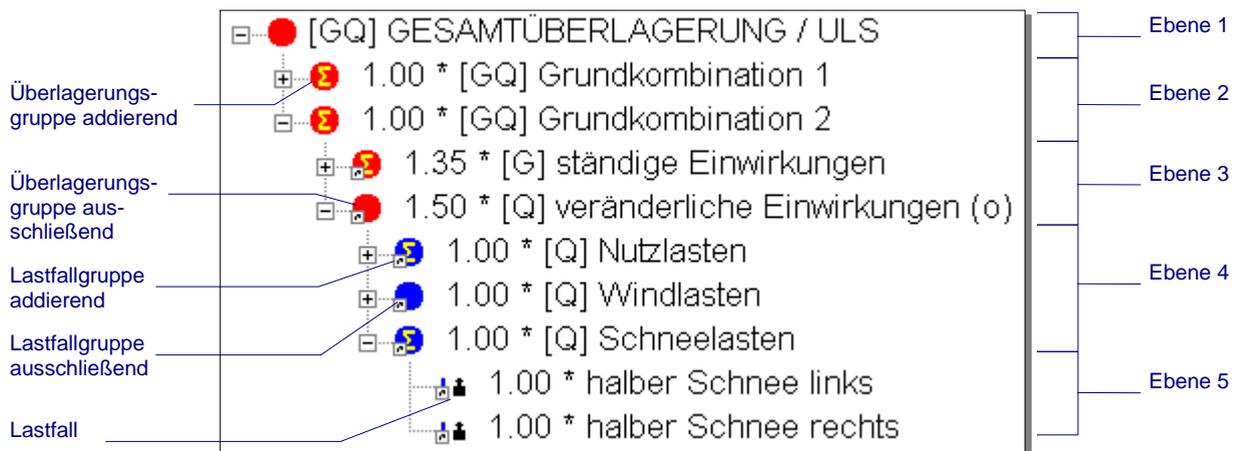
Des Weiteren werden zwei **Überlagerungsvorschriften** unterschieden:

- addierend (a): Alle Lastfälle dieser Gruppe werden so überlagert, als ob sie gleichzeitig auftreten, wobei die Lastfälle bei G immer addiert und bei Q und A ungünstig addiert werden.
- ausschließend (o): Alle Lastfälle dieser Gruppe werden so überlagert, dass sie sich gegenseitig ausschließen und nicht gleichzeitig auftreten können (z.B. Wind von links oder Wind von rechts).

Die jeweiligen Lastfälle werden (unter Berücksichtigung von Faktoren für Sicherheits- bzw. Kombinationsbeiwerte) zu **Lastfallgruppen** zusammengefasst. So befinden sich zum Beispiel die Lastfälle „Wind von links“ und „Wind von rechts“ in der Lastfallgruppe „Windlasten“. Dadurch, dass Sie Lastfälle in einer Gruppe definieren, erleichtert sich die Überlagerung, denn die Überlagerungsvorschriften sind bereits innerhalb der Gruppe definiert und werden von *RuckZuck* automatisch übernommen.

Mehrere Lastfallgruppen werden daher (ebenfalls unter Berücksichtigung von Faktoren) in **Überlagerungsgruppen** kombiniert. Und Schlussendlich ist es auch möglich verschiedene Überlagerungsgruppen untereinander zu kombinieren.

Die folgende Abbildung zeigt den **hierarchischen Aufbau des Überlagerungsschemas** im Lastenbaum um diese Vorgehensweise zu verdeutlichen:



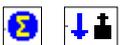
Ausgehend von zwei Lastfällen („halber Schnee links“ und „halber Schnee rechts“) wird die Lastfallgruppe „Schneelasten“ gebildet. Zusammen mit den anderen Lastfallgruppen („Windlasten“ und „Nutzlasten“) erhält man durch ausschließende (o) Kombination in einer Überlagerungsgruppe die ungünstigste veränderliche Einwirkung. Diese Überlagerungsgruppe wird gemäß den Kombinationsregeln in den Normen mit dem Faktor 1,50 zusammen mit der Überlagerungsgruppe „ständige Einwirkungen“ (Faktor 1,35) in der Überlagerungsgruppe „Grundkombination 2“ addiert. Gemeinsam mit der Grundkombination 1 (alle veränderlichen und ständigen Einwirkungen mit dem Faktor 1,35) erhält man das Ergebnis in der Überlagerungsgruppe „Gesamtüberlagerung / ULS“.

Der Lastenbaum

Die Lastfälle, Lastfallgruppen und Überlagerungsgruppen werden im **Lastenbaum** links neben dem Konstruktionsbereich erstellt, bearbeitet und angezeigt. Die Darstellung entspricht dem hierarchischen Prinzip wie es z.B. aus dem Windows™ Explorer bekannt ist:



- Wenn Sie mit der linken Maustaste auf das (+) oder (-) Zeichen vor einem Symbol klicken können Sie die Unterebenen des Lastbaumes ein- oder ausblenden.



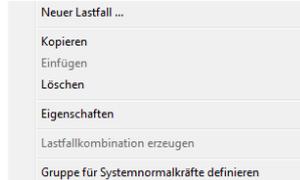
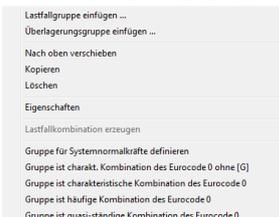
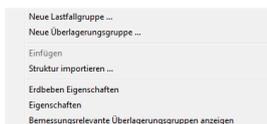
- Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Symbol (z.B. Summenzeichen, Gewichtssymbol etc.) oder die jeweilige Bezeichnung klicken erscheint ein Kontextmenü mit dem Sie Lastfälle bzw. Gruppen hinzufügen, löschen oder bearbeiten können. Um das Kontextmenü abzubrechen drücken Sie die [ESC] Taste.

Ebene: Hauptsystem

Ebene: Überlagerungsgruppe

Ebene: Lastfallgruppe

Ebene: Lastfall



Verschiedene Symbole und Abkürzungen erleichtern die Orientierung im Lastenbaum. Die folgenden Symbole kennzeichnen die jeweilige **Hierarchieebene**:



- Lastfälle (Gewichts- und Pfeilsymbol)



- Lastfallgruppen (blauer Kreis)



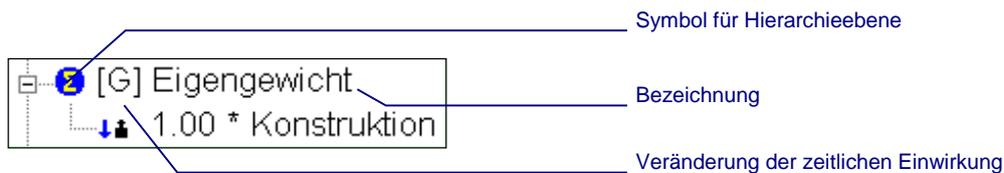
- Überlagerungsgruppen (roter Kreis)



Ein gelbes Summenzeichen im Kreis weist auf die **Überlagerungsvorschrift** „addierend“ hin, während ein leerer Kreis die Überlagerungsvorschrift „ausschließend“ symbolisiert.

Rechts neben den Symbolen wird die **Veränderung der zeitlichen Einwirkung** mit Großbuchstaben in eckiger Klammer angezeigt, danach folgt die Bezeichnung des Lastfalles bzw. der Gruppe:

- [G] Ständige Einwirkungen (z.B. Eigengewicht).
- [Q] Veränderliche Einwirkungen (z.B. Wind, Schnee, Verkehrslast).
- [A] Außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Erdbeben, Explosion).



Lastfälle und Lastfallgruppen hinzufügen

Mit der Einführung des Eurocode wurde die Lastfallüberlagerung wesentlich komplexer. Im Besonderen müssen die Kombinationsbeiwerte (Ψ -Werte) berücksichtigt werden, die eine Auswirkung auf die für die Bemessung nach Eurocode zu erstellenden Überlagerungsgruppen haben. Wir empfehlen daher die notwendigen Lastfallgruppen über den Überlagerungsgenerator zu generieren und anschließend die Lastfallgruppen mit den Lastfällen zu füllen. Eine ausführliche Beschreibung des Überlagerungsgenerators für die neue Norm Eurocode finden sie im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** auf Seite **Fehler! Textmarke nicht definiert..**

Falls Sie nicht nach Eurocode bemessen wollen, können Sie im Lastenbaum neue Lastfälle hinzufügen und entfernen. Es empfiehlt sich zuerst ein Schema zurechtzulegen in dem alle Belastungen einem Lastfall und dieser wiederum einer Lastfallgruppe zugeordnet sind. Daneben sollten Sie auch den jeweiligen Lastfallgruppen-Typ (ständig, veränderlich oder außergewöhnlich) und die Überlagerungsvorschrift (addierend oder ausschließend) festlegen (z.B. wie im Beispiel des 1. Kapitels).

Sie können einen neuen Lastfall nur in eine bereits bestehende Lastfallgruppe einfügen. Daher wird zuerst beschrieben wie Sie diese erzeugen.

Um das System zu belasten müssen Sie den für die Belastung passenden **Lastfall auswählen**. Klicken Sie dazu mit der linken Maustaste auf

die Bezeichnung oder das Symbol des Lastfalls im Lastenbaum – der Lastfall wird markiert indem er mit einem blauen Balken hinterlegt wird – nun können Sie Lasten am System aufbringen.

Typ	ÜV	Lastgruppe	Lastfall	Belastung
G	u	Eigengewicht	Konstruktion	automatisch
			Hülle Dach/Wand	Dach 4,00 kN/m Wand 2,00 kN/m
Q	u	Nutzlast:	Dach links	Gleichlast 2,50 kN/m
			Dach rechts	Gleichlast 2,50 kN/m
Q	u	Schneelast	Schnee halb links	Gleichlast 5,75 kN/m
			Schnee halb rechts	Gleichlast 5,75 kN/m
Q	o	Windlast	Wind von links	Wand Druck 1,60 kN/m, Wand Sog -1,00 kN/m, Dach Sog -1,74 kN/m
				Wind von rechts
			Wind von vorne	Wand Sog -1,40 kN/m, Dach Sog -1,74 kN/m



Achtung: Lasten können nur Lastfällen zugeordnet werden. Bei markierten Lastfallgruppen oder Überlagerungsgruppen erscheint ein Meldungsfenster das Sie auffordert, einen Lastfall auszuwählen.

So fügen Sie eine neue Lastfallgruppe hinzu:



- 1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Bezeichnung der obersten Hierarchieebene („*Hauptsystem*“) oder auf das links abgebildete Symbol im Lastenbaum und wählen Sie die Option NEUE LASTFALLGRUPPE aus dem Kontextmenü.
- 2 Das Dialogfenster *Lastfallgruppeneigenschaften* erscheint. Sie werden aufgefordert fünf Angaben zu treffen:
 - **Typ** der Lastfallgruppe (ständig, veränderlich oder außergewöhnlich).
 - **Überlagerungsvorschrift** (addierend oder ausschließend).
 - **Bezeichnung** – öffnen Sie das Listenfeld durch einen Klick auf das Pfeilsymbol um aus gebräuchlichen Bezeichnungen (je nach Typ) auszuwählen oder verwenden Sie eine benutzerdefinierte Bezeichnung indem Sie direkt in das Kombinationsfeld klicken.
 - **Kombinationsbeiwerte** nach Eurocode 0.
 - **Nutzungsdauerklasse** für die Bemessung nach Eurocode 5.

Achtung: Die Kombinationsbeiwerte wirken sich bei der Überlagerung nach Eurocode 0 auf die Faktoren der Überlagerungsgruppen aus. Bei einer Änderung der Kombinationswerte werden jedoch die Faktoren nicht automatisch angepasst. Sie müssen daher den Überlagerungsgenerator erneut ausführen.

- 3 Wählen Sie anschließend die OK Schaltfläche – die neue Lastfallgruppe wird erstellt und erscheint sofort im Lastbaum.

So fügen Sie einen neuen Lastfall hinzu:

- 1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen oder das Symbol der Lastfallgruppe (z.B.: „*Eigengewicht*“) und wählen Sie die Option NEUER LASTFALL aus dem Kontextmenü.
- 2 Das Dialogfenster *Lastfalleigenschaften* erscheint und fordert Sie auf eine **Bezeichnung** und einen **Faktor** für den Lastfall einzugeben. Der Faktor ist ein Multiplikator für das Berechnungsergebnis des Lastfalls (Sicherheitsfaktor).

Weiters haben Sie die Möglichkeit den Lastfall gegebenenfalls als Wechselastfall oder Eigengewichtlastfall zu definieren (Standardmäßig ist keine dieser Optionen aktiv – Sie müssen auch nicht ausgewählt werden). Wenn Sie das Kontrollfeld WECHSELLASTFALL ankreuzen wird bei der Überlagerung intern ein äquivalenter Lastfall mit umgekehrten Vorzeichen generiert und ausschließend überlagert (egal ob die Gruppe addierend oder ausschließend ist). Sie

können einen Wechsellastfall anwenden um z.B. für Windsog und Winddruck nur einen Lastfall definieren zu müssen.

- 3 Wählen Sie die *OK* Schaltfläche um den Vorgang abzuschließen. Der neue Lastfall erscheint sofort nach dem Schließen des Dialogfensters in der gewünschten Lastfallgruppe.

Einen besonderen Typus stellt der **Eigengewichtslastfall** dar. Aus der Querschnittsfläche und der Dichte des Stabmaterials wird von *RuckZuck* automatisch eine globale Streckenlast ermittelt. Mit jeder Änderung des Materials erfolgt eine Neuberechnung des Eigengewichts. In einem Eigengewichtslastfall können Sie keine eigenen Lasten einfügen und die automatisch berechneten Lasten auch nicht verändern.

Lastfälle und Lastfallgruppen manipulieren

Im Lastbaum können Sie Lastfälle **löschen**, als **Kopie** in eine Lastfallgruppe **einfügen** und die **Eigenschaften ändern** indem Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol oder die Bezeichnung des jeweiligen Lastfalls klicken und damit ein Kontextmenü (Abhängig von der Hierarchieebene) öffnen. Genauso können Sie auch bei der Manipulation von Lastfallgruppen bzw. Überlagerungsgruppen vorgehen.

Wenn Sie den Menüpunkt **EIGENSCHAFTEN** im Kontextmenü eines Lastfalles oder einer Lastfallgruppe etc. auswählen werden die gleichen Dialogfenster wie bei der Erstellung neuer Lastfälle, Lastfallgruppen oder Überlagerungsgruppen geöffnet. Sie können damit die Bezeichnung, den Typ, die Überlagerungsvorschrift und den Faktor, so wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, ändern.

Lastfallüberlagerung

Mit Hilfe der Lastfallüberlagerung können Sie einzelne Lastfälle in den Lastfallgruppen überlagern und die Ergebnisse in Form einer Hüllkurve (siehe Abbildung auf der nächsten Seite) mit positiven und negativen Schnittkraftverläufen anzeigen lassen. Außerdem können Sie auch einzelne Lastfallgruppen in Überlagerungsgruppen und Überlagerungsgruppen untereinander überlagern – dadurch haben Sie eine komplexe Fülle von Möglichkeiten um Ihr System zu berechnen.

Allgemeines

Bei der Überlagerung werden wie schon zuvor erwähnt zwei **Überlagerungsvorschriften** unterschieden:



- **addierend (a):** Alle Lastfälle dieser Gruppe werden so überlagert, als ob sie gleichzeitig auftreten, wobei die Lastfälle bei ständig wirkenden Lasten immer addiert und bei veränderlichen bzw. außergewöhnlichen Lasten ungünstig addiert werden.



- **ausschließend (o):** Alle Lastfälle dieser Gruppe werden so überlagert, dass sie sich ausschließen und nicht gleichzeitig auftreten können (z.B. Wind von links oder Wind von rechts).

Die **prinzipielle Vorgehensweise** beim Überlagern lässt sich am besten anhand eines einfachen **Fallbeispiels** erklären. Dazu betrachten wir „nur“ die Nutzlast eines zweifeldrigen Durchlaufträgers. Dieser kann einerseits über die volle Länge und andererseits nur jeweils auf dem linken oder auf dem rechten Feld belastet werden.

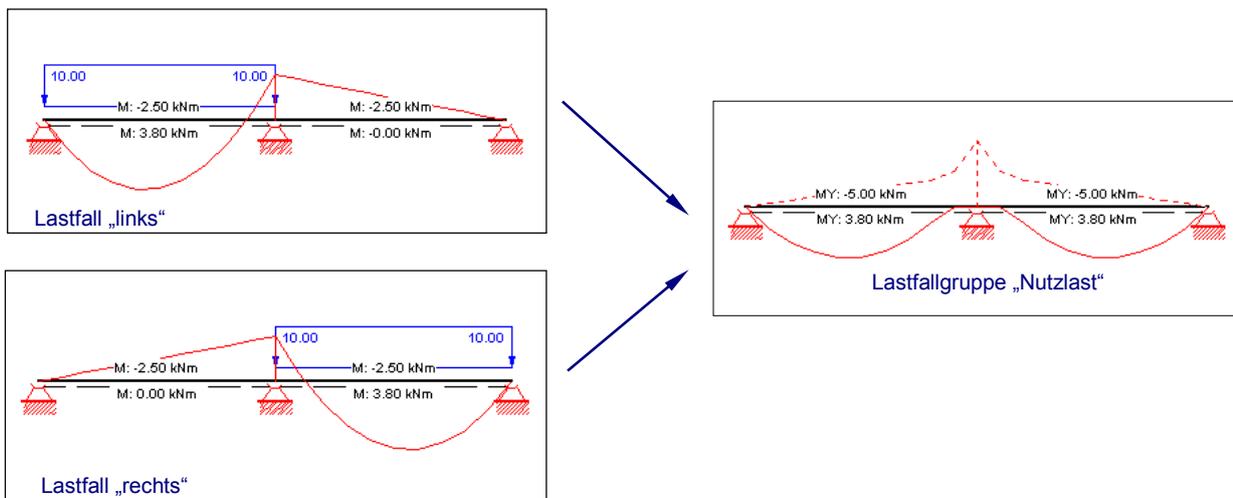
Sie haben nun zwei Möglichkeiten wie Sie die Lastfälle definieren und überlagern. Beide Varianten führen zum selben Ergebnis:

- Var. 1:** Je einen Lastfall für Nutzlast links bzw. Nutzlast rechts. Diese beiden Lastfälle werden addierend überlagert (da Nutzlasten veränderliche Lasten sind erfolgt die Überlagerung ungünstig addierend – das heißt dass z.B. das negative Feldmoment am unbelasteten Teil keine Verminderung des Feldmomentes in der Überlagerung bewirkt wie es bei ständigen Lasten der Fall wäre).
- Var.2:** Je einen Lastfall für Nutzlast links bzw. Nutzlast rechts, sowie einen Lastfall für Volllast. Diese drei Lastfälle werden ausschließend überlagert, da sonst Lasten mehrfach berücksichtigt werden (z.B. würde sich das Stützmoment verdoppeln).

Würde man noch ein weiteres Feld hinzufügen so wären für Variante 2 bereits sechs Kombinationen nötig (Last links, Mitte, rechts oder Volllast oder zwei angrenzende Felder links oder rechts belastet, oder nur die beiden äußeren Felder gleichzeitig belastet). Daher ist die erste Variante mit addierender Überlagerung die einfachere und vor allem raschere Lösung.

Zur Fortsetzung des Beispiels sind also zwei Lastfälle nötig – diese können Sie wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben in der standardmäßig vorhandenen Lastfallgruppe „Nutzlast“ erzeugen.

In der folgenden Abbildung sehen Sie wie die beiden Lastfälle „links“ und „rechts“ in der Gruppe „Nutzlasten“ überlagert werden. Das Ergebnis – die Momentenlinie – wird als Hüllkurve, beschriftet mit den jeweils maximalen positiven und negativen Momenten, jedes Stabes angezeigt (zur Ergebnisdarstellung siehe nächstes Kapitel).



Manuelles Überlagern

Wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben stellt bereits jede Lastfallgruppe das Ergebnis einer Überlagerung von einzelnen Lastfällen dar. Um auf das obige Beispiel aufzubauen müssten Sie in weiterer Folge auch die ständigen Lasten berücksichtigen – diese setzen sich dann z.B.: aus dem Eigengewicht des Trägers und aus dem Eigengewicht eines Bodenaufbaues zusammen.

Für das Endergebnis müssen Sie somit die zwei Lastfallgruppen „Nutzlast“ und „Eigengewicht“ unter Berücksichtigung von eventuellen Sicherheitsbeiwerten überlagern. Dazu benötigen Sie eine **Überlagerungsgruppe**, in der Sie auf beide Lastfallgruppen verweisen. Von *RuckZuck* wird standardmäßig die Überlagerungsgruppe „Ergebnis1“ erzeugt, die Sie dazu verwenden können.

Wenn Sie aber z.B. Berechnungen nach dem neuen semiprobabilistischen Sicherheitskonzept durchführen sind zusätzliche Überlagerungsgruppen erforderlich. Sie können damit z.B. die maßgebende veränderliche Last oder ein eigenes Ergebnis für die Gebrauchstauglichkeit ermitteln.

So fügen Sie eine Überlagerungsgruppe hinzu:



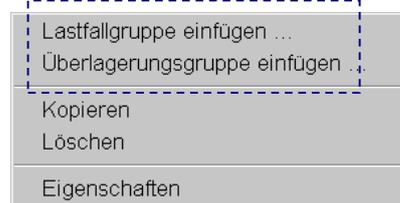
- 1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Bezeichnung der obersten Hierarchieebene („*Hauptsystem*“) oder auf das links abgebildete Symbol im Lastenbaum und wählen Sie die Option NEUE ÜBERLAGERUNGSGRUPPE aus dem Kontextmenü.
- 2 Das Dialogfenster *Überlagerungsgruppeneigenschaften* erscheint. Sie werden aufgefordert zwei Angaben zu machen:
 - **Überlagerungsvorschrift** – addierend oder ausschließend.
 - **Bezeichnung** – klicken Sie mit der linken Maustaste in das Textfeld um eine Bezeichnung einzugeben.
- 3 Wählen Sie anschließend die OK Schaltfläche – die neue Überlagerungsgruppe wird erstellt und erscheint sofort im Lastbaum.



Anschließend müssen Sie der Überlagerungsgruppe eine Verknüpfung zu anderen Überlagerungsgruppen oder Lastfallgruppen hinzufügen.

So fügen Sie einer Überlagerungsgruppe Verknüpfungen zu Lastfall- bzw. anderen Überlagerungsgruppen hinzu:

- 1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Bezeichnung der Überlagerungsgruppe oder auf das jeweilige Symbol (roter Kreis) im Lastenbaum und wählen Sie die Option ÜBERLAGERUNGSGRUPPE EINFÜGEN oder LASTFALLGRUPPE EINFÜGEN aus dem Kontextmenü.
- 2 Ein Dialogfenster in dem Sie die einzufügende Gruppe auswählen können erscheint. Hier haben Sie auch die Möglichkeit einen Faktor (Sicherheitsfaktor) einzugeben.
- 3 Mit der OK Schaltfläche schließen Sie das Dialogfenster. Die gewünschte Verknüpfung wird sofort erstellt und im Überlagerungsbaum angezeigt.

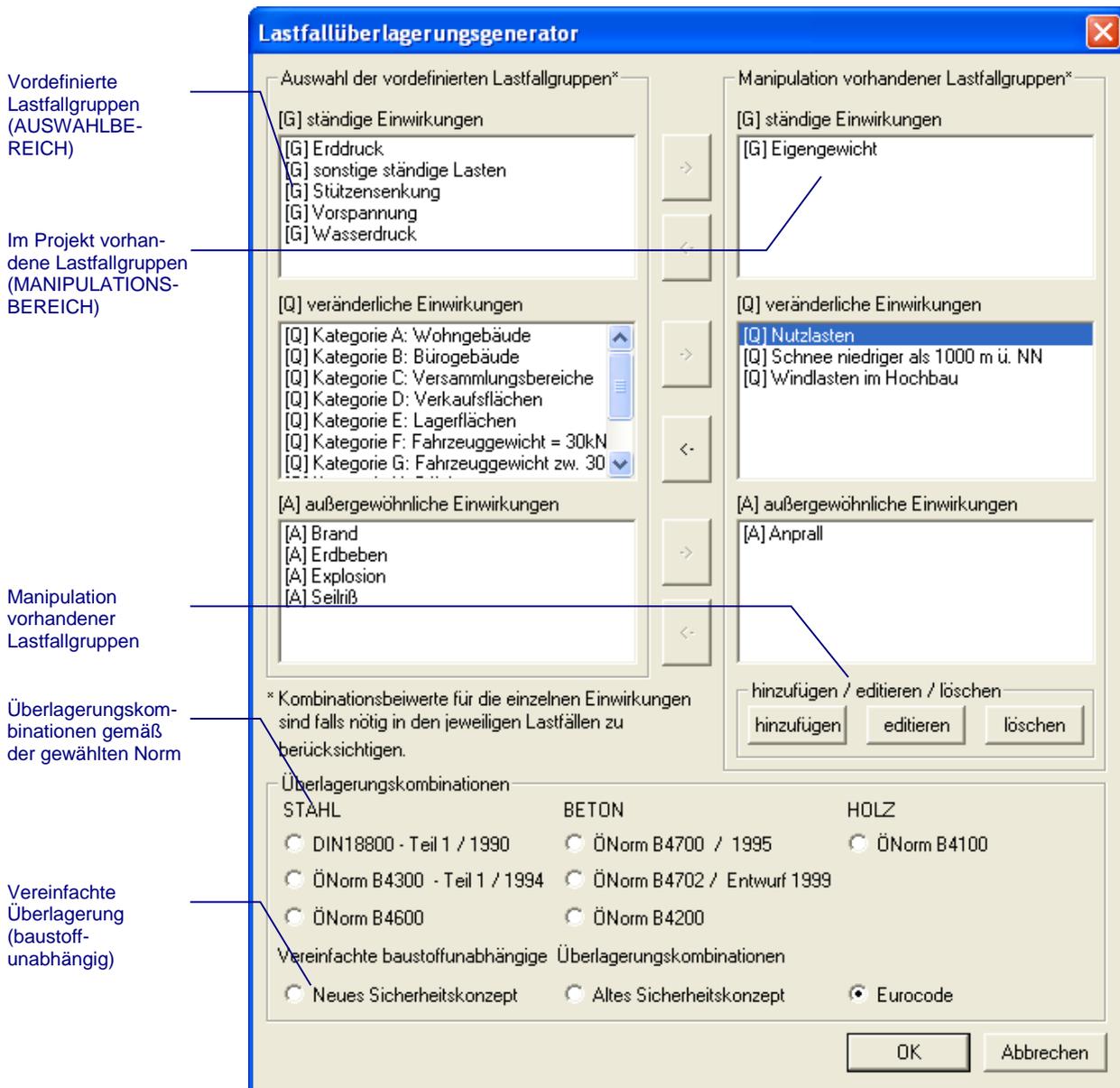


Lastfallüberlagerungsgenerator

Für das semiprobabilistische Sicherheitskonzept der „neuen“ Normenreihen (wie z.B.: Eurocode, B4700 oder DIN 18800) sind die maßgebenden Einwirkungskombinationen zu berücksichtigen. Dabei gibt es zwei Grundkombinationen mit verschiedenen Teilsicherheitsbeiwerten.

Der Lastfallüberlagerungsgenerator erleichtert die Anwendung der Normen indem er passende Überlagerungsgruppen für die Grundkombinationen (Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit) abgestimmt auf die jeweilige Bemessungsnorm automatisch erstellt.

Des Weiteren können Sie wichtige Lastfallgruppen wie z.B.: Schnee, Wind, etc. hinzufügen – diese werden dann in das von RuckZuck erstellte Überlagerungskonzept integriert. Wenn eine spezielle Lastfallgruppe nicht in der Vorgabe vorhanden ist, kann diese auch manuell hinzugefügt werden.



So verwenden Sie den Lastfallüberlagerungsgenerator:

- 1 Starten Sie den Lastfallüberlagerungsgenerator mit [STRG] + [F11] oder im Menü BELASTUNG | LASTFALLÜBERLAGERUNGSGENERATOR.
- 2 Der Lastfallüberlagerungsgenerator wird geöffnet. Im oberen Bereich des Fensters befinden sich links und rechts die drei Listenfelder mit möglichen vordefinierten **Lastfallgruppen** bzw. im Projekt bereits vorhandenen Lastfallgruppen für:
 - ständige Einwirkungen,
 - veränderliche Einwirkungen und
 - außergewöhnliche Einwirkungen.

- 3 Sie können vordefinierte Lastfallgruppen auswählen und auf die rechte Seite kopieren, oder auch benutzerdefinierte Lastfallgruppen hinzufügen, ändern und löschen. Alle Lastfallgruppen die auf der rechten Seite (im Manipulationsbereich) aufscheinen werden für die automatische Generierung von Überlagerungsvorschriften herangezogen. Beim Öffnen des Dialogfensters werden die bereits bestehenden Lastfallgruppen automatisch in den Manipulationsbereich übernommen.
- 4 Im unteren Bereich des Fensters können Sie die **Bemessungsnorm** für die Baustoffe Holz, Stahl und Beton auswählen. Alternativ dazu haben sie die Möglichkeit vereinfachte baustoffunabhängige Überlagerungskombinationen für das alte oder für das neue Sicherheitskonzept zu wählen. Erst wenn Sie eine Überlagerungskombination ausgewählt haben können Sie den Lastfallüberlagerungsgenerator starten.



So wählen Sie eine vordefinierte Lastfallgruppe aus:

- 1 Um eine vordefinierte Lastfallgruppe auszuwählen markieren Sie diese auf der linken Seite im Listenfeld und klicken Sie danach auf die Pfeil-Schaltfläche in der Mitte – Alternativ dazu können Sie die Lastfallgruppe auch mit einem Doppelklick auswählen.
- 2 Ein Abfragefenster zur Auswahl des Lastfallgruppentyps wird geöffnet. Hier müssen Sie die Überlagerungsvorschriften *addierend* oder *ausschließend* und die nur für die Bemessung nach Eurocode notwendigen Kombinationsbeiwerte und Nutzungsdauerklasse bestimmen.



- 3 Nach dem Drücken der *OK* Schaltfläche wird die Lastfallgruppe in das rechte Listenfeld verschoben und steht für die automatische Überlagerung zur Verfügung.
- 4 Wenn Sie eine Lastfallgruppe im rechten Listenfeld markieren können Sie diese mit der entgegengesetzten Pfeilschaltfläche wieder nach links zurückverschieben. Für die automatische Generierung von Überlagerungsvorschriften werden nur Lastfallgruppen die auf der rechten Seite (im Manipulationsbereich) aufscheinen herangezogen.

So manipulieren Sie Lastfallgruppen:

- 1 Verwenden Sie die Schaltfläche *Edit* um eine markierte Lastfallgruppe nachträglich zu bearbeiten (z.B. ändern der Überlagerungsvorschrift oder der Bezeichnung).
- 2 Verwenden Sie die Schaltfläche *Add* um eine benutzerdefinierte Lastfallgruppe hinzuzufügen
- 3 Verwenden Sie die Schaltfläche *Delete* um eine markierte Lastfallgruppe zu löschen. Beim Öffnen des Dialogfensters werden die bereits bestehenden Lastfallgruppen automatisch in den Manipulationsbereich übernommen – sollte eine dieser Lastfallgruppen in der Überlagerung nicht erwünscht sein, so kann Sie mit der *Delete* Schaltfläche aus dem Manipulationsbereich entfernt werden.

->

<-

Edit

Add

Delete

Sobald Sie eine Überlagerungskombination im unteren Teil des Dialogfensters ausgewählt haben können Sie auf die Schaltfläche *OK* klicken. Im Lastbaum sehen Sie jetzt die automatisch erstellten Lastfall- und Überlagerungsgruppen.

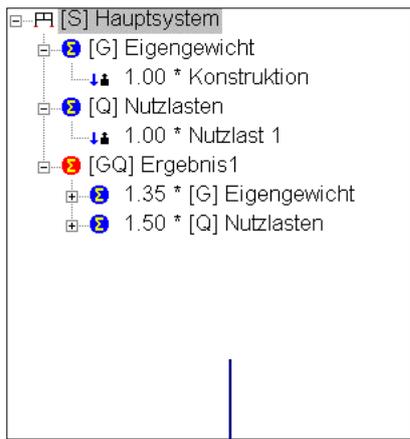
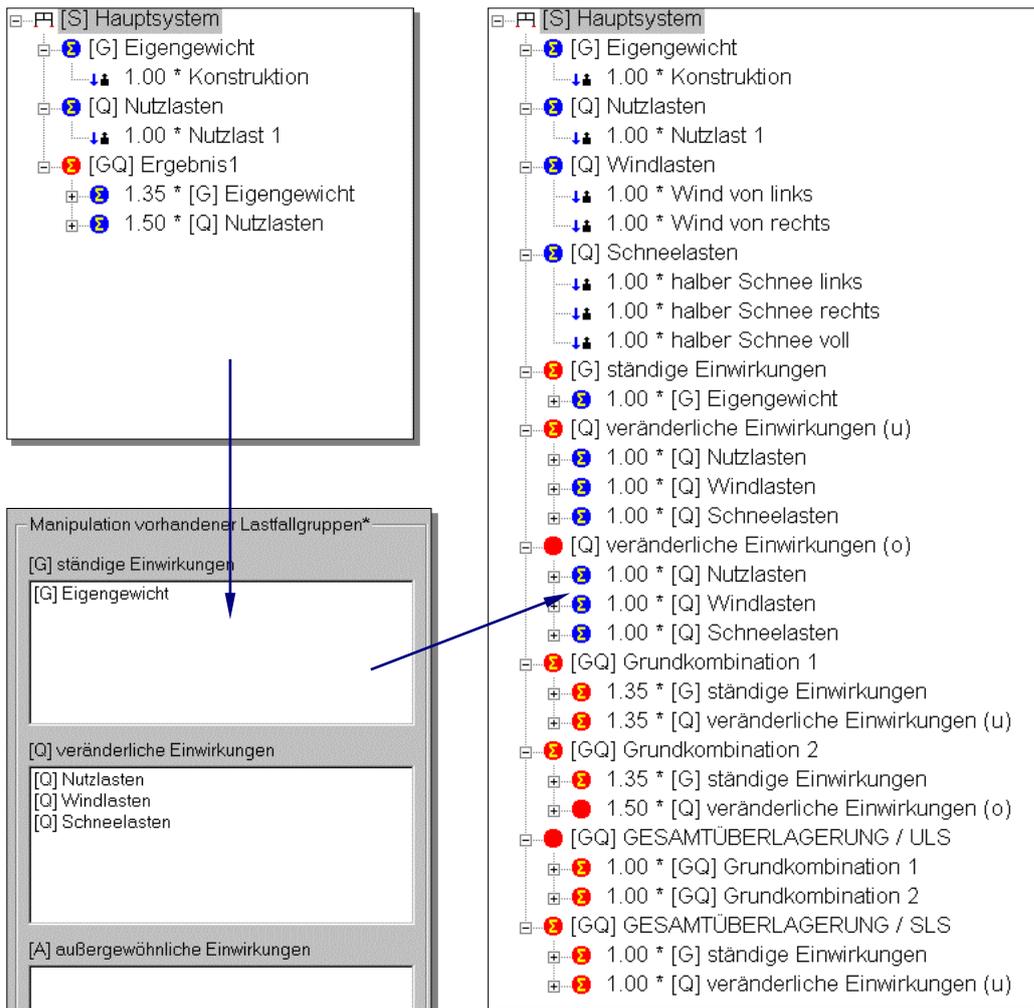


!!!

Achtung: Bereits vorhandene Überlagerungsgruppen werden bei der Anwendung des Lastfallüberlagerungsgenerators gelöscht. Der Lastfallüberlagerungsgenerator hat jedoch keine Auswirkungen auf vorhandene Lastfallgruppen bzw. Lastfälle, auch wenn diese im Manipulationsbereich entfernt werden.

Um die Effizienz des Lastfallüberlagerungsgenerators zu demonstrieren wurden als **Beispiel** die Lastfallgruppen Eigengewicht, Nutzlasten, Windlasten und Schneelasten in den Manipulationsbereich verschoben und zum automatischen Generieren des Lastenbaumes nach DIN 18800 verwendet.

Die Lastfallgruppen und Überlagerungsgruppen entsprechen den Überlagerungsvorschriften nach DIN 18800 und ermöglichen mit den Ergebnisüberlagerungsgruppen „Gesamtüberlagerung / ULS“ bzw. „Gesamtüberlagerung / SLS“ die Berechnung der Tragsicherheit (ULS = Ultimate Limite States) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS = Serviceability Limit States).

Vor der Anwendung des Lastfall-
überlagerungsgeneratorsNach der Anwendung des Lastfall-
überlagerungsgenerators

Belastungen



Wenn bei Ihnen **keine Lasten sichtbar** sind ist die Funktion *Lasten* in der Symbolleiste deaktiviert. Klicken Sie gegebenenfalls auf die Schaltfläche links neben den Stab- und Knotenbeschriftungswerkzeugen, um die Lasten anzuzeigen.

Einzellasten

Einzellasten sind Belastungen welche punktförmig auf das statische System einwirken. Bei Einzellasten unterscheidet das Programm *RuckZuck* den Angriffspunkt der Lasten. Demzufolge gibt es:

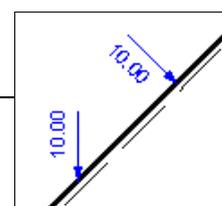


■ Stabeinzellasten ... greifen auf einem beliebigen Punkt des Stabes an.



■ Knoteneinzellasten ... greifen direkt auf einem Knoten an (z.B. Fachwerk).

Diese Unterscheidung bringt primär vor allem eine Reduktion des Arbeitsaufwandes beim Einfügen der Lasten. Knoteneinzellasten können automatisch mit einem einzigen



Mausklick auf allen markierten Knoten des Systems aufgebracht werden – hilfreich ist das z.B. bei Fachwerken.

Außerdem ist zu unterscheiden, dass Knoteneinzellasten immer nur Vertikal (in Richtung des Erdmittelpunktes), Stabeinzellasten jedoch Vertikal (in Richtung des Erdmittelpunktes) oder Normal auf den Stab wirken können – sie werden daher in einem **globalen** oder **lokalen** (stabbezogenen) **Koordinatensystem** erfasst.

So fügen Sie eine Einzellast ein:

- 1 Aktivieren sie zuerst den richtigen Lastfall indem Sie im Lastbaum mit der linken Maustaste auf die Beschriftung oder das Symbol klicken. Die Schrift des aktivierten Lastfalles wird mit einem blauen Balken hinterlegt.



- 2 Wählen Sie in der Symbolleiste die jeweilige Belastungsart (Stab- oder Knoteneinzellast) oder verwenden Sie das Menü BELASTUNG.



- 3 Der Mauszeiger ändert seine Form in eine Einzellast (nach unten zeigender Pfeil) – Wählen Sie die Stelle wo Sie die Last aufbringen wollen. Sie haben dabei mehrere Möglichkeiten:

- **Knoteneinzellasten** können Sie nur auf Knoten setzen. Klicken Sie dazu mit der linken Maustaste auf den betreffenden Knoten.



- **Stabeinzellasten** können Sie auf eine **beliebige Stelle** des Stabes setzen wenn der Befehl *Fang* deaktiviert ist (Stabmagnet in Version 3.0). Klicken Sie auf die gewünschte Stelle des Stabes – eine genauere Lagebestimmung ist später über die Lasteigenschaften möglich.

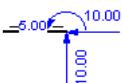


- **Stabeinzellasten** können Sie in **regelmäßigen Abständen** auf die Teilungspunkte eines Stabes setzen wenn die Schaltfläche für den Befehl *Fang* aktiviert ist. Klicken Sie auf eine beliebige Stelle des Stabes – die Last wird automatisch immer am nächstgelegenen Teilungspunkt eingefügt.

TIP

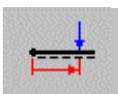
Sie können die **Anzahl der Teilungspunkte** rechts oben im Dialogfenster *Stabeigenschaften* ändern. Aktivieren Sie dazu die Schaltfläche *Stäbe* in der Symbolleiste und klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den betreffenden Stab.

- 4 Sogleich erscheint am Stab ein Symbol der Belastung (Pfeil in Wirkungsrichtung) mit einer Größenangabe in kN. Der Vorgabewert nach dem Start eines Projektes ist 10 kN – wenn Sie eine Belastung geändert haben wird dieser aktuelle Wert als Vorgabe verwendet. Wenn Sie zusätzlich auch einen Momentenangriff bzw. die horizontale Komponente der Last angeben (siehe nächster Schritt) wird dies ebenfalls grafisch dargestellt.



- 5 **Ändern** Sie die **Eigenschaften** der Belastung indem Sie (bei aktivierter Last-Schaltfläche) mit der rechten Maustaste auf die Last klicken. Daraufhin wird ein Last-Manipulationsfenster mit der Bezeichnung der jeweiligen Einzellast geöffnet. Hier haben Sie je nach Lastart mehrere Manipulationsmöglichkeiten:

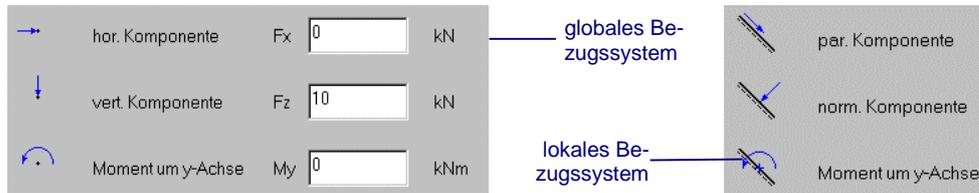
- Prinzipiell dient dieses Fenster zur Eingabe der horizontalen und vertikalen **Lastkomponenten** sowie eines Momentenangriffs (siehe Abbildung unten).



Stabende

- Bei einer **Stabeinzellast** haben Sie zusätzlich noch die Gelegenheit einer exakten koordinativen **Festlegung des Lastangriffpunktes**. Sie geben dazu den Abstand vom Startknoten des Stabes an. Mit der Schaltfläche *Stabende* wird die Last genau auf den Endknoten des Stabes gesetzt.

- Bei **Stabeinzellasten** können Sie zwischen **globalem** oder **lokalem Bezugssystem** wählen, um die beiden Lastkomponenten festzulegen.



Sie können die Last auch durch einen Klick mit der rechten Maustaste aufbringen. Dadurch erscheint zuerst das Dialogfenster zum Bestimmen der Eigenschaften – die Last wird dann sofort mit z.B. der gewünschten Größe eingefügt.

TIP

Wenn Sie eine einzelne **Last löschen** wollen klicken Sie (nach Aktivieren der richtigen Lastschaltfläche in der Symbolleiste) mit der linken Maustaste auf die betreffende Last. Mehrere Lasten löschen Sie, indem Sie diese zuerst markieren (Rechteck mit der Maus aufziehen) – die erfassten Lasten werden mit den zugehörigen Stäben eingefärbt – und dann die [Entf] Taste betätigen.

So fügen Sie mehrere Knoteneinzellasten gleichzeitig ein:

- 1 Aktivieren Sie zuerst den richtigen Lastfall.
- 2 Markieren Sie die Knoten (z.B. aller Obergurte eines Fachwerkes) indem Sie die Schaltfläche *Knoten* in der Symbolleiste aktivieren und danach mit der Maus ein Rechteck über den gewünschten Bereich aufziehen oder eine andere Markierungsmethode (siehe Kapitel 2 – Grundlagen der Bedienung) anwenden.
- 3 Wählen Sie die Schaltfläche *Knoteneinzellast* in der Symbolleiste.
- 4 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf einen der markierten Knoten. Dadurch werden die Lasten automatisch auf allen markierten Knoten eingefügt. Die Bestimmung der Lasteigenschaften erfolgt wie zuvor beschrieben.

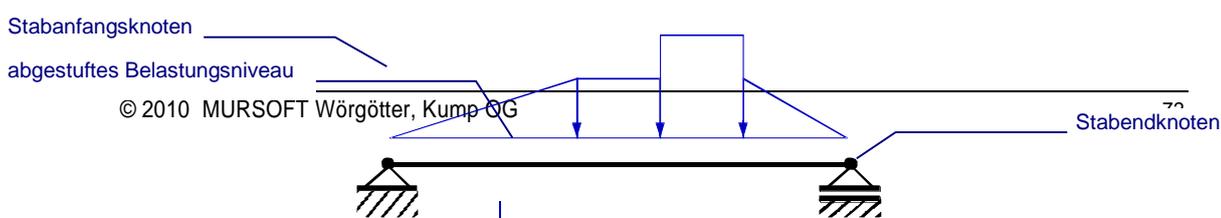
Mit Hilfe einer **Mehrfachmarkierung** können Sie auch Lasten manipulieren – zuerst wählen Sie die entsprechende Belastungsart, dann markieren Sie die gewünschten Lasten und klicken mit der rechten Maustaste auf eine der markierten Lasten. Die Angaben im Eigenschaftsfenster beziehen sich dann auf alle gewählten Lasten. Daher ist es auch nicht möglich die Lage von Stabeinzellasten einzugeben.

Streckenlasten

Bei Streckenlasten unterscheidet das Programm *RuckZuck* neben der Art der Lastverteilung (Gleichlast, Dreieckslast und Trapezlast) auch die Wirkungsweise. Es gibt daher:

- Lokale Streckenlasten wirken im rechten Winkel zur Stabachse (z.B. Wind).
- Globale Streckenlasten wirken senkrecht zur Erdmitte – also immer vertikal (z.B. Eigengewicht).
- Projektive Streckenlasten wirken auf einem in die Waagrechte projizierten Bereich vertikal (z.B. Schnee).

Wie schon in Kapitel 3 beschrieben ist die Geometrie der Belastungen an die Knoten



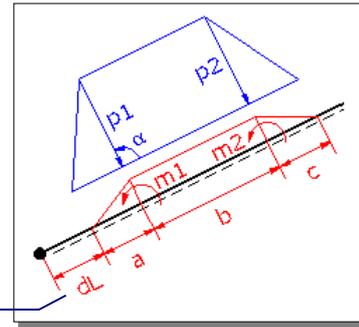
bzw. Teilstäbe gebunden. Die Lage von trapezförmigen Streckenlasten wird auf den Startknoten des Stabes bezogen. Sie können mehrere Gleichlasten wie auf einen Stab stellen, wenn sich diese nicht überlappen.

Es ist also möglich ein **abgestuftes Belastungsniveau** (wie in der oberen Abbildung dargestellt) durch die Wahl mehrerer kürzerer lokaler Streckenlasten mit unterschiedlichem Abstand vom Startknoten und entsprechender Größe zu modellieren. Sie können diese Belastungsanordnung aber auch erreichen wenn Sie im Stab noch weitere Knoten setzen.

So fügen Sie eine Streckenlast ein:

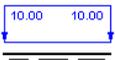
- 1 Aktivieren sie den richtigen Lastfall im Lastbaum (Schrift mit blauem Balken hinterlegt).
- 2 Wählen Sie in der Symbolleiste die jeweilige Belastungsart oder verwenden Sie das Menü BELASTUNG.
- 3 Der Mauszeiger ändert sich in ein Trapezlastsymbol – Klicken

Angabe eines Abstandes der Last vom Startknoten



Sie mit dem Pfeil auf den zu belastenden Stab.

- 4 Über dem Stab erscheint ein Symbol der Belastung (Pfeil in Wirkungsrichtung) mit einer Größenangabe in kN/m. Der Vorgabewert nach dem Start einer neuen Datei ist 10 kN/m – wenn Sie eine Belastung geändert haben wird dieser aktuelle Wert als Vorgabe verwendet.



- 5 **Ändern** Sie die **Eigenschaften** der Belastung indem Sie (bei aktivierter Schaltfläche) mit der rechten Maustaste auf den Stab klicken. Daraufhin wird ein Last-Manipulationsfenster mit der Bezeichnung der jeweiligen Streckenlast geöffnet. Hier haben Sie mehrere Manipulationsmöglichkeiten:

- Am linken Rand stellen Sie die **Art der Lastverteilung** ein (Gleichlast, Trapezlast etc.). Mit der untersten Schaltfläche können Sie eine völlig freie Last definieren (die z.B. nur über einen Teil des Stabes reicht)
- Im unteren Bereich legen Sie die **Anfangs- und Endgröße** der Last und einen eventuellen Momentenangriff fest.
- Im rechten Bereich befinden sich die geometrischen Optionen für die Definition einer **freien Last** (Eingabe nur möglich wenn die nebenstehende Schaltfläche aktiv ist).



lokale Streckenlast

Stab-
informationen

Bezeichnung Stab L m

Eingabe der
Lastgeometrie

Wahl der Lastver-
teilung

Schema der
Lastgeometrie

Eingabe der
Lastgröße

Eingabe eines
Momentenangriffes

Alpha ° (bzgl. Stabachse)

$p1$ kN/m $p2$ kN/m
 $m1$ kNm/m $m2$ kNm/m

dL m
 a m
 b m
 c m

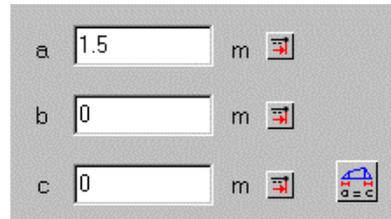
OK Abbrechen

Belastung
Stabangfang

Belastung
Stabende



Wenn Sie mit der links abgebildeten Schaltfläche die **freie Eingabe der Belastungsgeometrie** gewählt haben wird die Sperre der Eingabefelder aufgehoben. Mit den kleinen Schaltflächen rechts neben den Eingabefeldern können Sie angeben daß der dazugehörige Abstand bis zum Ende des Stabes ermittelt wird.



Temperaturlast

Sie können für jeden Stab eine andere Temperaturbelastung angeben. Es wird unterschieden ob der Stab eine über den Querschnitt konstante Temperaturveränderung (gleichmäßige Temperatur) erfährt oder ob sich der Temperaturverlauf über den Querschnitt linear ändert (ungleichmäßige Temperatur). Temperaturlasten wirken immer nur über den gesamten Stab.



gleichmäßig



ungleichmäßig

So bringen Sie eine Temperaturbelastung auf:

- 1 Aktivieren sie den richtigen Lastfall im Lastbaum (Schrift mit Balken hinterlegt)
- 2 Wählen Sie in der Symbolleiste die Schaltfläche *Temperaturlast* oder verwenden Sie das Menü BELASTUNG – TEMPERATURLAST.
- 3 Der Mauszeiger ändert sich in ein Kerzensymbol – Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den zu belastenden Stab.



20.00 K
0.00 K/m

- 4 Der Stab wird um die Temperaturbelastung anzuzeigen rot eingefärbt und mit einer Größenangabe in Kelvin bzw. Kelvin pro Meter versehen. Der Vorgabewert nach dem Start einer neuen Datei ist 20 K – wenn Sie eine Belastung geändert haben wird dieser aktuelle Wert als Vorgabe verwendet.
- 5 **Ändern** Sie die **Eigenschaften** der Temperaturbelastung indem Sie (bei aktivierter Schaltfläche) mit der rechten Maustaste auf den Stab klicken. Daraufhin wird ein Dialogfenster mit der Bezeichnung **Temperaturlast** geöffnet.

Zwangseinbau und Auflagerverschiebung

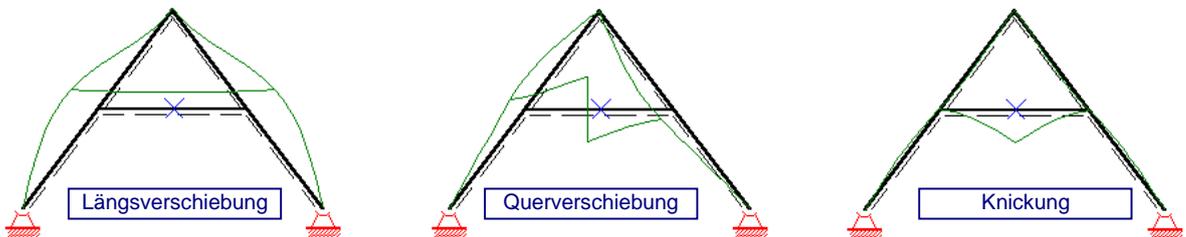


Verwenden Sie *Zwangseinbau*, um z.B. die Einflusslinien für Schnittgrößen zu berechnen bzw. verwenden Sie *Auflagerverschiebung*, um die Verschiebung oder Verdrehung eines Auflagers zu simulieren bzw. Auflagereinflusslinien zu berechnen.



Beim **Zwangseinbau** haben Sie die folgenden Möglichkeiten, um Einflusslinien mit der Biegelinie darzustellen (Zur Anzeige der Biegelinie nebenstehende Schaltfläche aktivieren):

- Längsverschiebung: Stab zu lang oder zu kurz → Normalkrafteinflusslinie
- Querverschiebung: Stab in sich verschoben → Querkrafteinflusslinie
- Knickung: Stab geknickt → Momenteneinflusslinie



So fügen Sie eine Zwängung in einen Stab ein:



- 1 Wählen Sie die Befehlsschaltfläche *Zwangseinbau* oder den Menübefehl **BELASTUNG | ZWANGSEINBAU** aus.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf diejenige Stelle des Stabes, an welcher die Zwangskräfte auftreten.
- 3 Die Zwängungsstelle wird mit einem **X** markiert und das System wird sofort neu berechnet.
- 4 **Verändern** Sie die **Art des Zwangseinbaues** indem Sie nun mit der **rechten Maustaste** an die Stelle des Zwangseinbaues klicken. Daraufhin wird das Dialogfenster *Zwangseinbau* geöffnet. Sie



können damit neben den einzelnen Zwängungs-Komponenten auch den Abstand vom Startknoten zum Lastangriffspunkt bestimmen.

So fügen Sie eine Auflagerverschiebung ein:

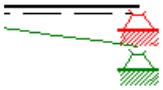


- 1 Wählen Sie die Befehlsschaltfläche *Auflagerverschiebung* oder den Menübefehl **BELASTUNG | AUFLAGERVERSchiebung** aus.
- 2 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das Auflager welches Sie verschieben möchten.

TIP

Den Befehl Auflagerverschiebung können Sie auch bei **Mehrfachmarkierungen** verwenden – alle zuvor markierten Lager werden gleichzeitig verschoben.

- 3 *RuckZuck* verschiebt das Auflager standardmäßig um 0,05m nach unten. Die ursprüngliche Lagerposition wird wie bisher in Rot angezeigt – die Verschieberichtung wird in Grün angezeigt (nicht im gleichen Maßstab wie das System sondern auf die Darstellung optimiert). Die Lage der Knoten bzw. Stäbe bleibt von der Auflagerverschiebung unberührt.



- 4 **Verändern** Sie die **Art der Auflagerverschiebung** indem Sie (bei aktivierter Befehlsschaltfläche) mit der **rechten Maustaste** an die Stelle des ursprünglichen Auflagers klicken. Daraufhin wird das Dialogfenster *Auflagerverschiebung* geöffnet mit dem Sie die Verschiebung abhängig von der Art des Lagers einstellen können (nicht zulässige Verschiebungen werden deaktiviert – grauer Hintergrund):

- Loslager horizontale Verschiebung
- Festlager horizontale und vertikale Verschiebung
- Einspannung horizontale und vertikale Verschiebung und Verdrehung

Alle Änderungen der Einstellungen werden (wie auch bei allen anderen Elementen) intern als Vorgabewerte für weitere Auflagerverschiebungen gespeichert.

!!!

Achtung: Wenn Sie nun z.B. bei einem eingespannten Lager eine Verdrehung definieren und die nächste Auflagerverschiebung bei einem Festlager durchführen wollen erscheint sofort das Dialogfenster zum Ändern der Eigenschaften – dadurch werden Sie von *RuckZuck* darauf aufmerksam gemacht, das die Vorgabeeinstellung nicht zulässig ist.

BEMESSUNG

Mit RuckZuck haben Sie die Möglichkeit Ihr System in Stahl, Beton und Holz zu bemessen. Nach erfolgter Berechnung der Schnittkräfte und ausgehend von den Stabeigenschaften Material und Querschnitt kommt das Bemessungsmodul in drei Detaillierungsphasen zur Anwendung:

- Eine farbige Kennzeichnung des Stabes mit Angabe des maßgeblichen Nachweises und des Ausnutzungsgrades dient für einen ersten Überblick.
- Der Angabenteil des Bemessungsfensters ermöglicht eine Optimierung des Querschnittes und stellt alle Nachweise in Kurzform dar.
- Der Ergebnisteil des Bemessungsfensters fasst alle relevanten Daten zusammen und stellt die Detaillergebnisse in nachvollziehbarer Form dar.

In diesem Kapitel wird beschrieben wie Sie die Stabeigenschaften vor der Bemessung mit der Material- und Querschnittsdatenbank definieren, wie Sie das Bemessungsmodul starten, welche Bemessungsoptionen Ihnen zur Verfügung stehen und wie Sie die Ergebnisse interpretieren.

Stabeigenschaften / Bemessungsnorm

Für die Bemessung eines Stabes müssen das Material und der Querschnittstyp definiert sein. Mit dem Material ist auch die Norm, nach der Bemessen wird, verknüpft. Querschnitt und Material können für jeden Stab im *Stabeigenschaften* Dialogfenster ausgewählt werden.

TIP

Wenn das statische System aus einem einheitlichen Material besteht und daher auch nach der gleichen Norm bemessen wird, markieren Sie zuerst das gesamte System und wählen Sie die entsprechenden Materialeigenschaften aus. Danach markieren Sie alle Stäbe mit dem gleichen Querschnittstyp (z.B. beide Stiele eines Rahmens und dann erst den Riegel) und wählen das Profil aus. Dadurch müssen Sie das Material nur einmal definieren.

So definieren Sie die Bemessungsnorm:

- 1 Aktivieren Sie die *Stab* Schaltfläche in der Symbolleiste
- 2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den betreffenden Stab
- 3 Es erscheint das Dialogfenster *Stabeigenschaften*.
- 4 Wählen Sie die (nebenstehend abgebildete) Schaltfläche mit den Materialsymbolen
- 5 Das (unten abgebildete) Fenster *Material-Wahl* erscheint
- 6 Hier können Sie die gewünschte Norm (ÖNORM, DIN oder Eurocode) und das zugehörige Material auswählen. Wenn das Material zur Bemessung geeignet ist erscheint eine Meldung wie in der unteren Abbildung.

Anzeige ob Material bemessen werden kann



Definieren Sie auch die Profilart (z.B.: I-Profil, C-Profil, L-Profil etc.) vor der Bemessung, da Sie im Bemessungsmodul nur noch die Profilgröße und -gruppe (z.B. IPE 600 statt HEA 400) nicht jedoch die Profilart (z.B. I-Profil statt U-Profil) ändern können. Verwenden Sie dazu das Dialogfenster *Stabeigenschaften* und wechseln sie mit neben abgebildeter Schaltfläche in die Querschnittsdatenbank (Fenster *Profil-Auswahl*).

Allgemeines zum Bemessungsvorgang

Die Bemessung in *RuckZuck* erfolgt in drei Detaillierungsphasen:

- 1 Eine farbige Kennzeichnung des Stabes mit Angabe des maßgeblichen Nachweises und des Ausnutzungsgrades dient für einen ersten Überblick.
- 2 Der Angabenteil des Bemessungsfensters ermöglicht eine Optimierung des Querschnittes und stellt alle Nachweise in Kurzform dar.

- 3 Der Ergebnisteil des Bemessungsfensters fasst alle relevanten Daten zusammen und stellt die Detailergebnisse in nachvollziehbarer Form dar.

Bemessungsinformationsbereich

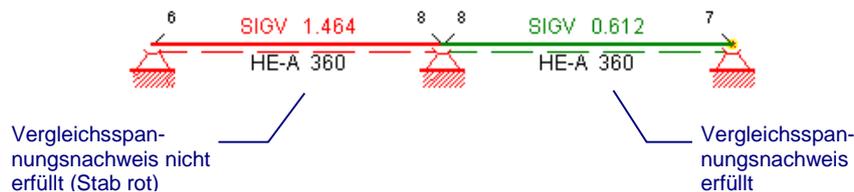


Um die **Bemessung** zu **starten** wählen Sie die Schaltfläche *Bemessung* aus der Symbolleiste oder den Menüeintrag *BEMESSUNG* im Menü *BERECHNUNG*. Unverzögert werden alle Stäbe des Systems entsprechend dem Bemessungsergebnis eingefärbt:

- Grün wenn der Querschnitt alle Nachweise erfüllt
- Rot wenn der Querschnitt einen oder mehrere Nachweise nicht erfüllt.

Zusätzlich wird der Ausnutzungsgrad des maßgebenden Nachweises (Abgekürzt laut Tabelle auf Seite 81) angeführt. Wenn Sie ein anderes Werkzeug aus der Menüleiste für System- oder Lastmanipulation wählen, deaktiviert sich der Bemessungsmodus automatisch (Einblenden von Schnittkraftlinien oder Zoomen ist jedoch möglich).

Dialogfenster Bemessung



Das **Dialogfenster** mit den Bemessungsangaben (z.B. Knicklängen, Beiwerte, Flächenverhältnisse etc.) und Detailergebnissen öffnet sich wenn Sie bei aktivierter Bemessungsschaltfläche mit der linken Maustaste auf den zu bemessenden Stab klicken.

Je nach Stabeigenschaften erscheint ein Fenster, das in der Titelleiste die maßgebende Norm und die Stabbezeichnung führt.



Bemessungsdialog für Holz und Beton – 2 Register



Bemessungsdialog für Stahl – 3 Register

Generell besteht die Registrierkarte *Angaben* aus mehreren Teilen die bei allen Bemessungsmethoden ähnlich sind.

So manipulieren Sie Profildaten:



Der Bereich *Profil* enthält verschiedene Informationen und Manipulationsmöglichkeiten für Profildaten:

- Das einzeilige Listenfeld *Gruppe* gibt die ausgewählte **Profilgruppe** des Stabes an, diese kann auch selbstdefiniert sein. Mit den Pfeilschaltflächen können Sie auch andere Profilgruppen auswählen.
- Das einzeilige Listenfeld *Name* zeigt die **Benennung** (und damit die Querschnittsabmessungen) des Profils an (z.B. Gruppe = IPE / Name = 400).
- Mit der Schaltfläche *Opti* starten Sie einen **Optimierungsprozess** der automatisch ein Profil innerhalb der Profilgruppe aussucht bei dem alle Nachweise erfüllt werden. Durch die Änderung des Profils verlagern sich bei statisch unbestimmten Sys-

temen die Schnittkräfte, die während des Optimiervorganges immer wieder neu berechnet werden.

TIP

Zur raschen **Bemessung von Fachwerken** wählen Sie den am meisten belasteten Stab des Obergurtes aus, stellen alle notwendigen Parameter (z.B. Knicklängen) ein und ermitteln danach mit der *Opti* Schaltfläche den passenden Querschnitt. Diesen Querschnitt können Sie dann allen anderen Stäben des Obergurtes zuweisen.

The screenshot shows the 'Bemessung nach ÖNorm B4300 für Stab 1' dialog box. It is divided into several sections:

- Angaben:** Profil (HE-B), Name (300), Lastangriffspunkt (I), Knickspannungslinie (b, c), Flächenverhältnis (A, A_{netto}).
- Momentenbeiwerte:** BK u. BDK (Ψ, Y, Z, β_M, β_M, ζ).
- Ergebnisse:** Knickdaten (BK_Y, BK_Z, BDK, L_k).
- Gebrauchstauglichkeit / Serviceability Limit States:** Referenzlänge (L, L_z), zulässige Durchbiegung - Richtwerte (L / 300 Deckenbalken), Lastsicherheit (γ).
- Moment in Querrichtung:** M_z [kNm].
- Kurzergebnisse:** Materialdaten (Stahl ST360), Querschnittsdaten (A, I_y, I_x, W_y, W_x), Knicklängen (l, l_{kl}), Nachweise (b/t, My, Mz, Q, N).

So stellen Sie Vorgaben für die Gebrauchstauglichkeit ein:

Gebrauchstauglichkeit Der Bereich *Gebrauchstauglichkeit / Serviceability Limit States* enthält Angaben zur Berechnung der Durchbiegung:

- Die zulässige Durchbiegung bezieht sich auf die *Referenzlänge L*.

!!!

Achtung: bei einer **Fachwerkbemessung** müssen alle Stäbe des Fachwerkes die Referenzlänge L (= Systemlänge) besitzen. Verwenden Sie dazu die Mehrfachselektierung.

- Für die zulässige Durchbiegung können Sie einige vordefinierte Richtwerte wählen oder eigene Werte eingeben.
- Im Textfeld *Lastsicherheit* können Sie einen Wert vorgeben durch den die ermittelte Durchbiegung dividiert wird. Zum Beispiel kann bei Verwendung des Lastfallüberlagerungsgenerators beim Nachweis „Gesamtüberlagerung / ULS“ ein Lastsicherheitsbeiwert von 1,40 angenommen werden – das entspricht ungefähr der durchschnittlichen Lastsicherheit der neuen Sicherheitskonzepte.

!!!

Achtung: bei der Verwendung des Lastfallüberlagerungsgenerators für den **Gebrauchstauglichkeitsnachweis (SLS)** ist der Faktor *Lastsicherheit* auf 1,00 zu setzen da die Lasten auch nur mit diesem Faktor angesetzt und überlagert wurden.

So legen Sie die Knicklänge fest:

Knickdaten

Knicklängen

Im Bereich *Knicklängen* (bei Holz) bzw. *Knickdaten* (bei Stahl und Beton) können Sie die Knicklängen um die jeweilige Stabachse oder alternativ Knickbeiwerte eingeben. Der Vorgabewert ist immer die Stablänge.

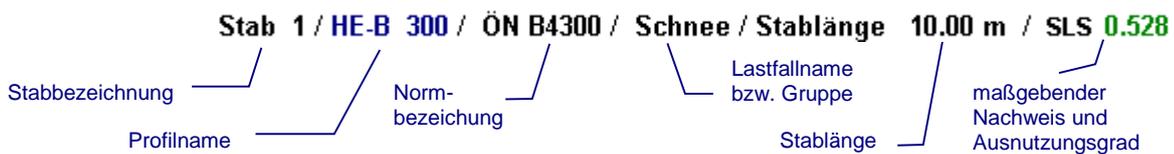
So legen Sie ein Moment in Querrichtung fest:

Moment in Q

Weiters haben Sie die Gelegenheit bei der Stahl- und der Holzbemessung Momente in der Querrichtung (also um die Z-Achse) anzugeben. Damit ist eine Art 3D-Berechnung möglich. Das Moment M_z wird über die ganze Stablänge konstant angenommen (ungünstigster Fall) – bei der Stahlbemessung (Stabilitätsnachweise) kann der Verlauf der Momentenlinie jedoch über die Eingabe von Momentenbeiwerten (nach DIN 18800-2 Tab. 11) in der zweiten Registrierkarte *Momentenbeiwerte* beeinflusst werden.

So verwenden Sie die Kurzergebnisse:

In der ersten Zeile der Kurzergebnisse werden die wichtigsten Daten der Bemessung angeführt. Sie sehen sofort ob der Stab alle Nachweise erfüllt oder nicht. Bei erfüllten Nachweisen wird der Ausnutzungsgrad grün gekennzeichnet und bei jenen die nicht erfüllt werden rot. In den weiteren Zeilen werden ebenfalls in Kurzform die wichtigsten bemessungsrelevanten Daten des Stabes (Material- und Querschnitt) und die Ergebnisse



der geführten Nachweise angezeigt.

Alle anderen Optionen im Angabefenster sind materialabhängig und werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

Bemessen

Nachdem Sie die Bemessungsangaben angepasst haben klicken Sie auf die Schaltfläche *Bemessen* im rechten Teil des Fensters um die Ergebnisse zu aktualisieren. Nähere Informationen mit detaillierten Bemessungsergebnissen und Verweisen auf die jeweiligen Abschnitte der gewählten Norm sind in der Registrierkarte *Ergebnisse* angeführt.

Beispiel für einen geführten Nachweis

Vergleichsspannungsnachweis am Ort 1.29 m
 Bemessungsschnittgrößen:
 $M_y = 7.36 \text{ kNm}$ $M_z = 0.00 \text{ kNm}$ $Q = 5.69 \text{ kN}$ $N = 0.00 \text{ kN}$
 Vergleichsspannung: $\sigma_v = 25.13 \text{ kN/cm}^2$
 Nachweis (SIGV): $\sigma_v / \sigma_{R,d} = 1.152 > 1.0$ Abschnitt 5.2.6.1 mit $\gamma_{nv} = 1.0$
Stab erfüllt die allgemeinen Spannungsnachweise nicht!

Bemessung für Stahl

Allgemeines zur Stahlbemessung

Die für die Bemessung angewendete Norm wird wie zuvor beschrieben als ein Bestandteil der Stabeigenschaft *Material* definiert. Für die Stahlbemessung sind folgenden Normen vorgesehen:

- DIN 18800 Teil 1 und Teil 2 (November 1990)
- ÖNORM B4300 Teil 1 (1. März 1994)
- B4300 Teil 2 (1. April 1994)
- Eurocode 3 (EN 1993-1-1:2005 + AC:2006)

Die komplexe Bemessung nach Eurocode wird in einem eigenen Absatz *Bemessung nach Eurocode* ab Seite 87 beschrieben.

Generell ist die Bemessung für alle **Querschnitte**, die in der Datenbank definiert sind möglich. Dabei werden alle Stabnachweise die in der Norm gefordert sind durchgeführt und in Kurzform im Fenster *Angabe* des Bemessungsmoduls aufgelistet. Eine nachvollziehbare Darstellung der ausführlichen Ergebnisse mit den Verweisen zu den jeweiligen Abschnitten in der Norm erfolgt im Fenster *Ergebnisse*.

Einige Querschnitte unterliegen jedoch gewissen Beschränkungen und können nur eingeschränkt bemessen werden. Der Grund für diese Einschränkungen wird aber in den jeweiligen Nachweisen angeführt.

Wird ein Querschnitt verwendet der nicht bemessen werden kann, so wird dieser Stab im Konstruktionsbereich durch ein rotes Rufzeichen gekennzeichnet und im Bemessungsdialog wird der Grund für die Nichtbemessung angeführt. Wird ein Material (z.B. Glas) verwendet das nicht bemessen werden kann, so lässt sich der Bemessungsdialog nicht öffnen.

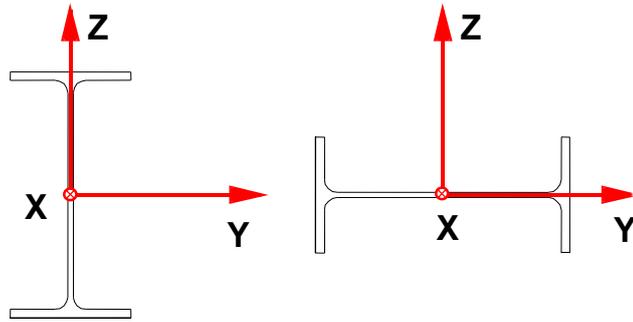
Eine vollständige Bemessung (z.B. bei einem I-Profil) enthält folgende Nachweise:

Nachweisgruppen und Nachweise	Abkürzungen
■ Verhältnis der Querschnittsschlankheiten (b/t Verhältnis)	
- Stegblech	(btS)
- Gurtblech	(btG)
■ Allgemeine Spannungsnachweise (SN)	
- Normalspannungsnachweis	(SIG)
- Schubspannungsnachweis	(TAU)
- Vergleichsspannungsnachweis	(SIGV)
■ Stabilitätsnachweise	
- Biegeknicken	(BK)
- Biegedrillknicken	(BDK)
■ Gebrauchstauglichkeitsnachweis (SLS)	(SLS)

Die folgende Tabelle listet die für die Bemessung geeigneten Querschnitte auf und führt die dazugehörigen Nachweise bzw. Einschränkungen an:

I - Profil:	alle Nachweise werden geführt (b/t Verhältnisse, SN, BK, BDK, SLS)
L - Profil:	bei L-Profilen werden für die Bemessung nur die Normalkräfte herangezogen. Für Zug- und Druckkräfte werden aber alle Nachweise geführt (b/t Verhältnisse, SN, BK, BDK und SLS)
U - Profil:	alle Nachweise werden geführt (b/t Verhältnisse, SN, BK, BDK, SLS)
Kreis / voll:	alle Nachweise, außer der BDK Nachweis (in der Norm nicht geregelt) und der Nachweis der b/t Verhältnisse (nicht erforderlich), werden geführt
Formrohr / Kreis:	alle Nachweise, außer der BDK Nachweis (nicht erforderlich), werden geführt
Rechteck / voll:	alle Nachweise, außer der BDK Nachweis (in der Norm nicht geregelt), werden geführt
Formrohr / Rechteck:	alle Nachweise, außer der BDK Nachweis (nicht erforderlich), werden geführt
T - Profil:	alle Nachweise, außer der BDK Nachweis (in der Norm nicht geregelt), werden geführt

Die verwendeten Querschnitte können auch um 90°, 180° oder 270° gedreht werden. Es gelten dabei aber unabhängig von der Verdrehung folgende Koordinatenachsen. Im Konstruktionsbereich ist die X-Achse also parallel zur Längsrichtung des Stabes und die Y-Achse ist normal auf die Bildebene.



Das heißt, ein Moment in Querrichtung (M_z) wird immer aus der Ebene des Systems angreifen.



Zu Beachten ist, dass sich alle Nachweise nur auf **dünnwandige Querschnitte** beziehen – bei dickwandigen Querschnitten sind die Ergebnisse verfälscht.

Bemessungsoptionen für Stahl

In diesem Abschnitt werden diejenigen Bemessungsoptionen im Bemessungsfenster erläutert die Sie nur für die Stahlbemessung benötigen.

Die **Knickspannungslinien** für das gewählte Profil werden grundsätzlich automatisch ermittelt. Sie können diese jedoch auch im dafür vorgesehenen Listenfeld selbst auswählen.

Knickspannungslinie

Y	Z
b	c

Schalten Sie das Kontrollfeld *Knickspannungslinien nach Norm* ein, um die Knickspannungslinien nach erfolgter Veränderung wieder automatisch von *RuckZuck* ermitteln zu lassen.

Knickspannungslinien nach Norm

Für die Spannungsermittlung kann ein **Flächenverhältnis** Nettoquerschnitt zu Vollquerschnitt angegeben werden, wobei das Flächenverhältnis nur bei der Normalkraft berücksichtigt wird. Der Nachweis des Nettoquerschnittes wird nur am Stabanfang und Stabende geführt.

Flächenverhältnis

$\frac{A_{\text{netto}}}{A}$

Den **Lastangriffspunkt** am Querschnitt können Sie für I-Profile durch Anklicken der jeweiligen Optionsschaltfläche (Oben, Unten, Mitte) auswählen oder im nebenstehenden Textfenster exakt (innerhalb des Querschnittes) definieren. Bei anderen Profilarten ist die Eingabe des Lastangriffspunktes nicht möglich.

Lastangriffspunkt

Der Bereich *Verwendete Momentenbeiwerte* dient nur zur Information und zeigt die in der Bemessung verwendeten Momentenbeiwerte an. Die **Momentenbeiwerte** können Sie in der Registerkarte *Momentenbeiwerte* editieren.

Verwendete Momentenbeiwerte

BK u. BDK: Ψ

	Y	Z
BK: β_M	<input type="text" value="2.152"/>	<input type="text" value="1.1"/>
BDK: β_M	<input type="text" value="2.152"/>	<input type="text" value="1.1"/>
BDK: ζ	<input type="text" value="2.157"/>	<input type="text" value="1"/>

Die Vorgabe für den **Teilsicherheitsbeiwert / Material** ist immer der in der Norm festgelegte Wert (in der DIN $\gamma_M = 1,10$ und in der ÖNORM $\gamma_M = 1,00$). Falls in einem Abschnitt der Norm ein anderer Wert festgelegt ist können Sie diesen auch im Bemessungsfenster von *RuckZuck* eingeben. Schalten Sie das Kontrollfeld *Teilsicherheitsbeiwert nach Norm* ein, um den Vorgabewert wieder herzustellen.

Teilsicherheitsbeiwert / Material

γ_M

Teilsicherheitsbeiwert nach Norm

Momentenbeiwerte

Die Momentenbeiwerte werden (so weit als möglich) automatisch ermittelt. Falls ein Wert aufgrund einer komplizierten Momentenlinie nicht berechnet werden kann wird er automatisch mit 1,10 (= konstante Momentenverteilung) angesetzt.

Sobald Sie einen Momentenbeiwert verändern unterbricht das Programm die automatische Ermittlung. Sie erkennen dies am Kontrollfeld *Momentenbeiwerte automatisch generieren* am unteren Rand des Fensters, welches nun nicht mehr markiert ist.

Momentenbeiwerte automatisch generieren

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten werden nur diejenigen Momentenbeiwerte angezeigt, die für die Bemessung nötig sind. Sie können diese Werte auch manuell bearbeiten. Alle anderen Werte sind grau markiert und nicht editierbar.

Ist nur ein Lastfall zur Bemessung ausgewählt so wird nur der oberste Rahmen (*Momentenbeiwerte für den ausgewählten Lastfall*) für die Bemessung benötigt, daher sind alle anderen Rahmen grau und nicht editierbar. Wenn im Bemessungsdialog kein Moment in Querrichtung (M_z) definiert ist sind auch die Momentenbeiwerte für M_z nicht editierbar. Ist jedoch ein M_z definiert so sind die Momentenbeiwerte für Momente aus der Ebene editierbar. Als Vorgabewert wird der ungünstigste Fall, ein konstanter Momentenverlauf über den ganzen Stab, angesetzt.

Wenn Sie die Bemessung in einer Lastfallgruppe durchführen sind alle Rahmen im Fenster Momentenbeiwerte aktiv. Das Programm ermittelt den maßgeblichen Fall und färbt die verwendeten und im Dialog *Angaben* dargestellten Momentenbeiwerte rot ein.

Eingabefelder für Momentenbeiwerte

Grafische Darstellung der angenäherten Momentenlinie

Schalten Sie das Kontrollfeld *Momentenbeiwerte My* ein, um die Beiwerte für My automatisch von RuckZuck ermitteln zu lassen.

Momentenbeiwerte My
 automatisch generieren

Falls eine Momentenbelastung um die Z-Achse im Fenster *Angaben* eingegeben wurde, kann im Kontrollfeld *Momentenbeiwerte Mz* zwischen mehreren standardisierten Momentenverläufen ausgewählt werden.

Bemessung für Holz

Die Holzbemessung kann nach ÖNORM B4100 oder Eurocode 5 durchgeführt werden. Vorerst ist eine Bemessung nur für Rechteckquerschnitte möglich. Der Holzbemessungsdialog ist prinzipiell gleich wie der Stahlbemessungsdialog aufgebaut und wird daher nicht näher beschrieben.

Die komplexe Bemessung nach Eurocode wird in einem eigenen Absatz *Bemessung nach Eurocode* ab Seite 87 beschrieben.

Wenn Sie ein zur Bemessung ungeeignetes Material oder einen unzulässigen Querschnitt verwenden, wird der Stab durch ein rotes Rufzeichen gekennzeichnet. Öffnen Sie den Bemessungsdialog um in der Kurzübersicht den Grund für die Nichtbemessung zu erfahren.

Ähnlich wie bei der Stahlbemessung können Sie auch bei der Holzbemessung Flächenverhältnisse als Abminderungsfaktor für Verbindungsmittel bei Zug- und Druckkräften definieren. Weiters haben Sie die Möglichkeit Widerstandsmomentenverhältnisse anzugeben, um den Einfluss von Lochschwächungen auch bei der Biegebemessung zu berücksichtigen.

The screenshot shows a dialog box with two main sections: 'Flächenverhältnisse' (Area Ratios) and 'Widerstandsmomentenverhältnisse' (Resistance Moment Ratios).
 Under 'Flächenverhältnisse':
 - 'Druck: $\frac{A_{\text{netto}}}{A}$ ' with a text input field containing '1'.
 - 'Zug: $\frac{A_{\text{netto}}}{A}$ ' with a text input field containing '1'.
 Under 'Widerstandsmomentenverhältnisse':
 - ' $\frac{W_{\text{netto,y}}}{W_y}$ ' with a text input field containing '1'.
 - ' $\frac{W_{\text{netto,z}}}{W_z}$ ' with a text input field containing '1'.

Bemessung für Beton

Die Betonbemessung wird nach der ÖNORM B4700 durchgeführt, wobei nur die Querschnittsarten Rechteck , Kreis  und T  berücksichtigt werden. Im Folgenden werden nur die Unterschiede zum Stahlbemessungsdialog erklärt.

- Im Bereich **Randabstände** können die Abstände des Bewehrungsschwerpunktes zur Querschnittskante definiert werden. Der Vorgabewert wurde mit 5cm definiert.
- Im Bereich **Bemessung** können Sie auswählen welche Ergebnisse aus der statischen Berechnung zur Bemessung herangezogen werden. Sie haben die Auswahl zwischen den Ergebnissen nach Elastizitätstheorie I. oder II. Ordnung. Berechnungsergebnisse für Lastfallgruppen und Überlagerungsgruppen werden nach der linearisierten Elastizitätstheorie 2.Ordnung ermittelt (nähere Informationen finden sie im Kapitel Professionelle Anwendungen ab Seite 100).
- Im Bereich **Bewehrung** wird die Bewehrungsanordnung festgelegt. $\tan \beta$ definiert Neigung der Betondruckstrebe zur Trägerachse. Durch Aktivierung von *Symmetrische Bewehrung* erzwingt man eine symmetrische Anordnung der Bewehrung.
- Im Bereich **Material** können Sie die Materialsicherheiten und die Güte des Bewehrungsstahls verändern. Im Listenfeld Stahl können Sie zwischen Bst 220, Bst 420, Bst 500, Bst 550 und Bst 600 auswählen. Als Vorgabewert ist Bst 550 definiert. Die Materialsicherheiten γ_s für Stahl und γ_c Beton sind mit $\gamma_s = 1,15$ und $\gamma_c = 1,15$ als Standardwerte definiert. Diese Teilsicherheitsbeiwerte für den Widerstand sind für die Bemessung der Einwirkungen bei der Grundkombination lt. ÖNORM B4700 anzusetzen.

Bemessung nach ÖNorm B4700 für Stab 1

Angaben | Ergebnisse

Querschnitt
 Gruppe: Plattenstreifen
 Name: 45.0

Randabstände
 Oben: 0.05 [m]
 Unten: 0.05 [m]

Bemessung
 I. Ordnung
 II. Ordnung

Prinzipalskizze
 $A_{s,o}$
 $A_{s,u}$
 $a_{s,Bu}$

Knickdaten
 BKZ: 0 [m]
 β_k : 1

Bewehrung
 $\tan \beta$: 0.6
 Symmetrische Bewehrung

Material
 Beton: C35/45 γ_c : 1.5
 Stahl: Bst 550 γ_s : 1.15

Standard-einstellung

Bemessen

Stab 1 / Plattenstreifen 45.0 / ÖNORM B4700 / Nutzlast 1 / Stablänge 10.00 m

Anmerkung: Berechnung der Durchbiegung erfolgt im Zustand I

Materialdaten
 C35/45 $\gamma_c = 1.50$ $f_{t,k} = 3.38 \text{ kN/cm}^2$
 Bst 550 $\gamma_s = 1.15$ $f_{y,k} = 55.00 \text{ kN/cm}^2$

Randabstände
 $r_u = 0.05 \text{ m}$
 $r_o = 0.05 \text{ m}$

Querschnittsdaten
 $A = 0.4500 \text{ m}^2$ $I_y = 0.00759375 \text{ m}^4$ $y_{z,u} = 0.23 \text{ m}$

Allgemeine Querschnittsbemessung

Ort [m]	M [kN/m]	N [kN]	Q [kN]	$A_{s,o}$ [cm ²]	$A_{s,u}$ [cm ²]	$a_{s,Bu}$ [cm ² /m]
0.00	-0.00	-0.00	50.00	0.00	6.30	10.35
1.00	45.00	-0.00	40.00	0.00	6.30	10.35
2.00	80.00	-0.00	30.00	0.00	6.30	10.35
3.00	105.00	-0.00	20.00	0.00	6.30	10.35
4.00	120.00	-0.00	10.00	0.00	6.42	10.35
5.00	125.00	-0.00	-0.00	0.00	6.69	10.35
6.00	120.00	-0.00	-10.00	0.00	6.42	10.35
7.00	105.00	-0.00	-20.00	0.00	6.30	10.35
8.00	80.00	-0.00	-30.00	0.00	6.30	10.35
9.00	45.00	-0.00	-40.00	0.00	6.30	10.35
10.00	-0.00	-0.00	-50.00	0.00	6.30	10.35

Übernehmen Verwerfen Hilfe

Auswahl der Berechnungsmethode

Definition der Randabstände

Angaben zur Bewehrung

Definition der Materialbeiwerte

Mehrfachauswahl

Bei der Mehrfachselektierung können Sie bestimmte Bemessungsangaben (z.B. Knicklänge, Beiwerte etc.) für mehrere Stäbe gleichzeitig bestimmen. Dies ist vor allem bei umfangreichen Systemen wie Fachwerken hilfreich um den Bearbeitungsaufwand zu reduzieren.

So verwenden Sie die Mehrfachauswahl:



- 1 Aktivieren Sie die *Stab* Schaltfläche in der Symbolleiste
- 2 Markieren Sie die betreffenden Stäbe indem Sie mit gedrückter linker Maustaste ein Markierungsrechteck aufziehen – die Stäbe werden dann gelb eingefärbt.
- 3 Klicken Sie mit der linken Maustaste auf einen der Stäbe
- 4 Es erscheint das Dialogfenster *Mehrfachauswahl*.
- 5 Die Mehrfachauswahl ist für Stahl, Holz und Beton möglich. Sie können die Eigenschaften gleich wie im Bemessungsfenster verändern.

Systemgrößen*

Wenn sie das Kontrollfeld *Systemgröße* anklicken werden die eingegeben Werte im zugehörigen Rahmen für alle Lastfälle, Lastfallgruppen und Überlagerungsgruppen verwendet. Ansonsten wirkt sich die Mehrfachauswahl nur für den gerade aktiven Lastfall bzw. Lastfallgruppe aus.

Wenn z.B. bei den Knicklängenbeiwerten keine Zahl im Feld erscheint dann haben die Stäbe unterschiedliche Knicklängen. Dieses Prinzip gilt auch für die anderen Eingabefelder des Dialogfensters.

TIP

Bei der **Bemessung von Fachwerken** können mit der Mehrfachauswahl die Knicklängen z.B. für den Obergurt, der Lastangriffspunkt (nur für I-Profile) und die Referenzlänge (ist für alle Stäbe gleich der Länge des Fachwerkes) schnell und einfach definiert werden.

Allgemeiner Spannungsnachweis

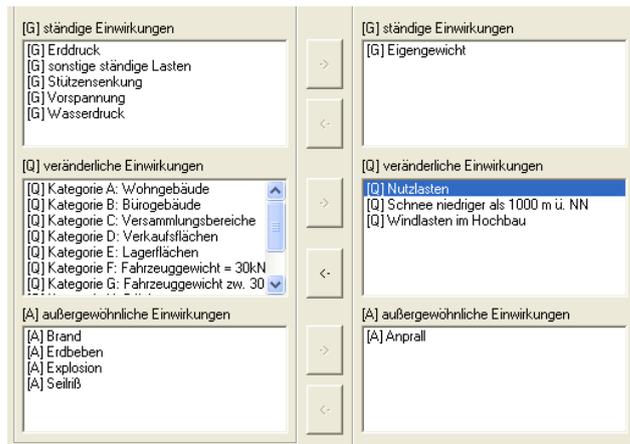
Mit Hilfe der Schaltfläche  oder dem Menüeintrag ALLGEMEINER SPANNUNGSNACHWEIS im Menü BERECHNUNG wechseln Sie zum Modus Allgemeiner Spannungsnachweis. Im Darstellungsfenster werden die Normalspannungen am oberen und unteren Querschnittsrand gezeichnet. Die Spannungslinie am oberen Rand wird als volle Linie und am unteren Rand als gestrichelte Linie gezeichnet. Zusätzlich können sie die Knotenwerte und die Min/Max Werte je Stab mit Hilfe der Schaltflächen  darstellen.

Bemessung nach Eurocode

Die komplexe Bemessung nach Eurocode beginnt bei der Erstellung der relevanten Überlagerungskombinationen, die im Eurocode 0 definiert sind. Diese Kombinationen können sehr einfach über den Überlagerungsgenerator erzeugt werden. Es empfiehlt sich alle Lastfallgruppen mit Hilfe des Überlagerungsgenerators zu erzeugen, denn dabei werden auch die richtigen Kombinationsbeiwerte und die entsprechende Nutzungsdauer definiert. Anschließend können die so erstellten Lastfallgruppen mit Lastfällen versehen werden.

Anpassen der vordefinierten Lastfallgruppen

Die auf der linken Seite definierten veränderlichen Einwirkungen wurden aus der Tabelle A.1.1 nach EN 1990:2002 entnommen. Diese vordefinierten Einwirkungen können aber individuell angepasst werden, da sie über eine Textdatei eingelesen werden. Sie finden diese Textdatei „Ueberlagerungsgenerator.txt“ im *RuckZuck 6.0* Programmverzeichnis (das RuckZuck Standardprogrammverzeichnis lautet



C:\Programme\Mursoft\RuckZuck6). Die Datei gliedert sich in die drei Abschnitte #G, #Q, #A und hat nach der Programminstallation folgenden Inhalt:

```
#G
Eigengewicht;add
sonstige ständige Lasten;add
Erddruck;add
Stützensenkung;add
Vorspannung;add
Wasserdruck;add
#Q
Kategorie A: Wohngebäude;add;0,7;0,5;0,3;3
Kategorie B: Bürogebäude;add;0,7;0,5;0,3;3
Kategorie C: Versammlungsbereiche;add;0,7;0,7;0,6;3
Kategorie D: Verkaufsflächen;add;0,7;0,7;0,6;2
Kategorie E: Lagerflächen;add;1,0;0,9;0,8;2
Kategorie F: Fahrzeuggewicht = 30kN;add;0,7;0,7;0,6;3
Kategorie G: Fahrzeuggewicht zw. 30kN und 160kN;add;0,7;0,5;0,3;3
Kategorie H: Dächer;add;0;0;0;1
Schnee über 1000 m ü. NN;ex;0,7;0,5;0,2;3
Schnee niedriger als 1000 m ü. NN;ex;0,5;0,2;0;4
Windlasten im Hochbau;ex;0,6;0,2;0;4
Temperaturanwendungen (ohne Brand) im Hochbau;add;0,6;0,5;0;4
#A
Anprall;add
Brand;add
Erdbeben;add
Explosion;add
Seilriß;add
```

Abschnitt #G definiert alle ständigen Lastfallgruppen. Eine Zeile besteht aus dem Lastfallgruppennamen und mit Strichpunkt getrennt die Überlagerungsvorschrift (add für

addierend und e_x für ausschließend). Der Abschnitt #Q definiert die veränderlichen Lastfallgruppen. Zusätzlich zum Namen und der Überlagerungsvorschrift folgen noch die Kombinationsbeiwerte ψ_1 , ψ_2 und ψ_3 und die Nutzungsdauerklasse 1-5. Im dritten Abschnitt werden alle außergewöhnlichen Lastfallgruppen definiert bestehend aus Name und Überlagerungsvorschrift.

Überlagerung nach Eurocode 0

editieren

Die Lastfallgruppen im rechten Bereich des Überlagerungsgeneratorfensters können durch Verwenden der Schaltfläche *editieren* bearbeitet werden. Dabei wird das rechts dargestellte Fenster geöffnet.

hinzufügen

Wenn sie eine neue Lastfallgruppe einfügen wollen, verwenden sie die Schaltfläche *hinzufügen*. Es wird das gleiche Fenster wie beim Editieren geöffnet, nur lässt sich hier auch der Lastfallgruppentyp definieren.

Wenn alle Lastfallgruppen ausgewählt wurden, selektieren sie die Überlagerungskombination Eurocode (in Version 6.0 ist diese Kombination die Standardauswahl). Durch Bestätigen mit der *OK* Schaltfläche werden alle notwendigen Überlagerungsgruppen erzeugt und im Lastbaum dargestellt. Bereits bei einer geringen Anzahl von Lastfallgruppen entsteht eine sehr große Anzahl an Überlagerungsgruppen, die für die Gesamtüberlagerung notwendig sind. Alle für die Bemessung relevanten Überlagerungsgruppen werden programmintern markiert, damit kann man alle Überlagerungsgruppen die als Zwischenergebnis notwendig sind ausblenden. Verwenden sie dazu den Menüpunkt **ANSICHT | BEMESSUNGSRELEVANTE ÜBERLAGERUNGSGRUPPEN ANZEIGEN** oder klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Hauptsystem** im Lastbaum und wählen sie **BEMESSUNGSRELEVANTE**

- [5] Hauptsystem
- [G] (1) Eigengewicht
- [Q] (4) Nutzlasten
- [Q] (4) Schnee niedriger als 1000 m ü. NN
- [Q] (4) Windlasten im Hochbau
- [A] (4) Anprall
- [G] ständige Einwirkungen
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi0) Kombination 1
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi0) Kombination 2
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi0) Kombination 3
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi0)
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi1/Psi2) Kombination 1
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi1/Psi2) Kombination 2
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi1/Psi2) Kombination 3
- [Q] veränderliche Einwirkungen (Psi1/Psi2)
- [Q] veränderliche Einwirkungen (alle Psi2)
- [G] ULS GK ständige Einwirkungen
- [GQ] ULS Grundkombination (GK)
- [Q] ULS AK veränderliche Einwirkungen
- [A] ULS AK außergewöhnliche Einwirkungen (AK)
- [GQA] ULS außergewöhnliche Kombination (AK)
- [Q] SLS Charakteristische Kombination ohne [G]
- [GQ] SLS Charakteristische Kombination
- [GQ] SLS Häufige Kombination
- [GQ] SLS Quasi-ständige Kombination
- [GQA] GESAMTÜBERLAGERUNG ULS
- [GQ] GESAMTÜBERLAGERUNG SLS
- [G] ECS Kombination 1
- [GQ] ECS Kombination 2
- [GQ] ECS Kombination 3
- [GQ] ECS Kombination 4
- [GQ] ECS Kombination 5
- [GQ] ECS Kombination 6
- [GQ] ECS Kombination 7
- [GQ] ECS Kombination 8
- [GQ] ECS Kombination 9
- [GQ] ECS Kombination 10
- [GQ] ECS Kombination 11
- [GQ] ECS Kombination 12
- [GQ] ECS Kombination 13
- [GQA] GESAMTÜBERLAGERUNG ULS ECS

ÜBERLAGERUNGSGRUPPEN ANZEIGEN. Diese Überlagerungsgruppen können über den Menüpunkt BELASTUNG | BEMESSUNGSRELEVANTE ÜBERLAGERUNGSGRUPPEN DEFINIEREN geändert werden und es öffnet sich das unterhalb dargestellte Fenster. Auf die Bedeutung der jeweiligen Überlagerungsgruppen wird später eingegangen.

TIP

Wenn sie Lastfallgruppen hinzufügen wollen, verwenden sie am besten immer den Lastfallüberlagerungsgenerator. Da die Kombinationsbeiwerte in die Überlagerungsvorschrift eingehen, muss nach Hinzufügen einer Lastfallgruppe die Überlagerung neu generiert werden.

Für die Bemessung nach Eurocode 3 und Eurocode 5 muss dem Stab - wie auch schon bei den früheren Bemessungsverfahren - das entsprechende Material zugewiesen werden. Durch Aktivieren der Bemessungsschaltfläche wird wie gewohnt der Ausnutzungsgrad und der maßgebende Nachweis beim jeweiligen Stab für die ausgewählte Überlagerungsgruppe bzw. Lastfallgruppe oder Lastfall angezeigt. Klicken sie mit der linken Maustaste auf einen Stab öffnet sich das Bemessungsfenster in dem weitere Einstellungen vorgenommen werden können.

Anders als bei den früheren Bemessungsverfahren wird der Gebrauchstauglichkeitsnachweis unabhängig von der aktuell ausgewählten Überlagerungsgruppe durchgeführt. Für den Eurocode 3 wird die maximale Verformung aus den Überlagerungsgruppen *SLS charakteristische Kombination*, *SLS häufige Kombination* und *SLS quasi ständige Kombination* ermittelt und mit der maximal zulässigen Verformung verglichen.

Für den Eurocode 5 werden die Verformungen von verschiedenen Überlagerungsgruppen kombiniert. Genauere Informationen finden sie im Abschnitt Bemessung nach Eurocode 5. Für den Tragsicherheitsnachweis wird beim Lastfallgenerator auch eine eigene Überlagerungsgruppe für die Bemessung nach EC 5 generiert, da nicht unbedingt die ungünstigsten Schnittkräfte auch die ungünstigsten Bemessungsergebnisse liefern. Genauere Informationen finden sie ebenso im Abschnitt Bemessung nach Eurocode 5

Bemessung nach Eurocode 5

Für die Bemessung nach Eurocode 5 verwenden sie die Überlagerungsgruppe GESAMTÜBERLAGERUNG ULS EC5. Diese Gruppe beinhaltet alle möglichen Kombinationen der veränderlichen Lastfallgruppen. Da der K_{mod} Wert von der Nutzungsdauerklasse (KLED) abhängig ist, werden speziell bei der Bemessung dieser Überlagerungsgruppe alle Überlagerungsgruppen in dieser Gruppe bemessen. Das Bemessungsergebnis der Gruppe GESAMTÜBERLAGERUNG ULS EC5 ist dann die ungünstigste Überlagerung der Bemessungsergebnisse und nicht wie üblich die Überlagerung der Schnittkräfte.

ERGEBNISDARSTELLUNG UND DRUCKEN

In diesem Kapitel wird die Darstellung der Berechnungsergebnisse sowohl in übersichtlicher grafischer Form, als auch in detaillierter Tabellenform behandelt. Die Berechnungsmöglichkeiten von RuckZuck umfassen den

- Momentenverlauf,
- Querkraftverlauf,
- Normalkraftverlauf, die
- Auflagerreaktionen und die
- Verformung

Die Berechnung wird automatisch nach jeder Änderung am System oder an der Belastung durchgeführt und kann sowohl nach der Elastizitätstheorie I. Ordnung oder nach der Elastizitätstheorie II. Ordnung erfolgen.

Allgemeines

Automatische Berechnung



Wenn die Schaltfläche *Autoberechnung* in der Symbolleiste bzw. die Option AUTOMATISCHE BERECHNUNG im Menü BERECHNUNG aktiviert ist werden die Schnittkräfte und Verformungen von *RuckZuck* automatisch nach jeder Änderung am System neu berechnet und dargestellt. Für umfangreichere Änderungen ist es manchmal günstiger, die automatische Berechnung auszuschalten. Andererseits kann die automatische Berechnung von Vorteil sein, da Sie sofort sehen wie sich Änderungen an der Geometrie des Systems z.B. auf den Momentenverlauf auswirken (jede Eingabe führt zu einer sofortigen Ausgabe).

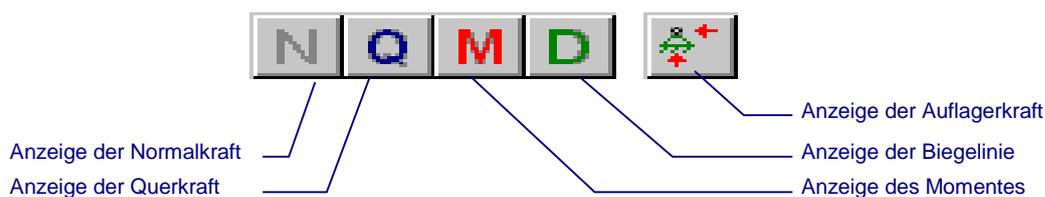
Berechnungsauswahl



Sie haben die Wahl einer Berechnung nach der Elastizitätstheorie I. Ordnung, nach der Elastizitätstheorie II. Ordnung und nach der linearisierten Elastizitätstheorie II. Ordnung. Sie können auch eine Stabilitätsanalyse mit Knicklängenberechnung durchführen und die Eigenfrequenzen des Systems bestimmen. Zum Einstellen der Berechnungsmethode verwenden Sie die nebenstehenden Schaltflächen oder die Optionen im Menü BERECHNUNG. Da die Darstellung der Ergebnisse in jedem Fenster variiert werden können, müssen Sie immer zuerst das Fenster aktivieren indem Sie mit der rechten Maustaste das entsprechende Fenster klicken. Ein aktiviertes Fenster erkennen Sie an der strichlierten Umrandung. Wenn im Mehrfenstermodus kein Fenster aktiv ist, erscheinen die Schaltflächen grau und können nicht gedrückt werden. Die theoretischen Grundlagen und die Berechnungsoptionen werden im Kapitel Professionelle Anwendungen ab Seite 102 beschrieben.

Grafische Darstellung der Ergebnisse

Die Berechnungsergebnisse können grafisch in Form von farbigen Schnittkraft- bzw. Biegelinien dargestellt werden. Zusätzlich haben Sie noch die Möglichkeit Auflagerreaktionen mit der jeweiligen Wirkungsrichtung anzuzeigen.



TIP

Sind mehr als eine Ansicht (siehe Ansichtensteuerung Seite 37) sichtbar, müssen Sie mit der rechten Maustaste in die Ansicht klicken, um diese zu aktivieren. Danach können Sie die grafische Darstellung für diese Ansicht einstellen.

Schnittkräfte



Um die Schnittkraftlinien darzustellen müssen Sie die gewünschten Schaltflächen in der Symbolleiste aktivieren bzw. die Punkte NORMALKRAFTLINIE, QUERKRAFTLINIE, oder MOMENTENLINIE, im Menü ANSICHT auswählen. Sie können alle Schnittkräfte zugleich oder beliebige Kombinationen (auch mit der Biegelinie) anzeigen.

Die Darstellung erfolgt in den Farben die auch für die Befehlsschaltflächen verwendet wurden:

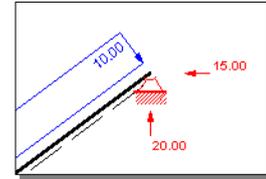
- Momentenlinie: rot
- Querkraftlinie: blau
- Normalkraftlinie: grau

Wenn Sie die Berechnung nach Theorie II. Ordnung durchführen werden die Farben der Berechnungsergebnisse geändert.

Auflagerreaktionen



Die Auflagerreaktionen werden bei jeder System- oder Lastmanipulation mitgerechnet und können direkt bei den Auflagersymbolen im Konstruktionsbereich angezeigt werden. Dazu aktivieren Sie die Schaltfläche *Auflagerkräfte* oder den Menübefehl ANSICHT | AUFLAGERKRÄFTE.

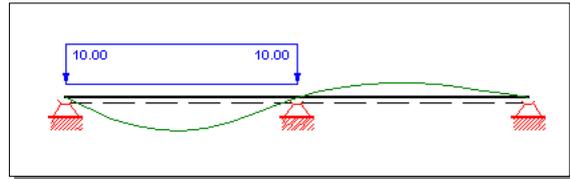


Verformungen

Die Verformungen des Systems werden mit einer grünen Biegelinie dargestellt. Die Biegelinie steht nicht in Relation zur Systemgröße sondern wird auf das Maximum der Durchbiegung skaliert. Das hat den Vorteil, dass auch sehr geringe Verformungen angezeigt werden können. Wenn die maximale Durchbiegung einen Grenzwert von 0,1 mm unterschreitet, wird die Darstellung der Biegelinie unterdrückt.



Sie können die Biegelinie ein bzw. ausschalten indem Sie die Schaltfläche Biegelinie oder den Menübefehl ANSICHT | VERFORMUNGSLINIE benutzen.



Beschriftung der Grafik

Ähnlich wie Stäbe und Knoten können auch die Berechnungsergebnisse beschriftet werden. Grundsätzlich werden zwei Varianten der Beschriftung unterschieden:



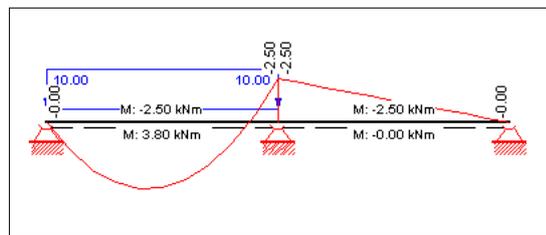
- Stab-Minimum/Maximum Für jeden Stab werden jeweils die Extremwerte (positiv und negativ) angezeigt – bei einem Durchlaufträger z.B. das max. positive Feldmoment und das max. negative Stützmoment.



- Knotenwerte Für jeden Stab werden die jeweiligen Knotenwerte angezeigt.

Um die Beschriftung zu aktivieren, verwenden Sie die Schaltflächen *MinimumMaximum je Stab* oder *Knotenwerte* in der Symbolleiste.

Der Maßstab der Berechnungsergebnisse wird standardmäßig auf das jeweilige Maximum skaliert, um eine optimale grafische Darstellung zu erzielen. Wenn Sie nun die Belastung oder die Geometrie des Systems ändern, kann der optische Eindruck der dargestellten Berechnungsergebnisse gleich bleiben. Nur rein mit Hilfe der Grafik kann daher keine Aussage über die quantitative Veränderung von Berechnungsergebnissen bei Systemänderungen gewonnen werden. Daher sollten Sie die Berechnungsergebnisse auf jedem Fall beschriften. Als



Alternative können Sie die Skalierung auch auf einen bestimmten Faktor fixieren – verwenden Sie dazu den Befehl AUTOMATISCHE SKALIERUNG im Menü ANSICHT.

Detailergebnisse

Berechnungsergebnisse in den Teilungspunkten eines Stabes

Besonders bei komplexen Systemen mit vielen Stäben (wie z.B. Fachwerken) ist die Darstellung der Ergebnisgrafik nur noch eingeschränkt möglich. Einzelne Beschriftungen überlappen sich und werden somit schwer lesbar. Außerdem sind oft genauere Angaben als nur die Min/Max- bzw. Knotenwerte des jeweiligen Stabes erforderlich. Als Lösung bietet *Ruckzuck* die Möglichkeit detaillierter Stabergebnisse in Listenform anzuzeigen.



Aktivieren Sie die Befehlsschaltfläche *Stabergebnisse* oder den Menübefehl ANSICHT | SCHNITTGRÖßEN UND VERFORMUNGEN, um durch einen Klick mit der linken Maustaste auf den gewünschten Stab das Fenster *Stabergebnisse* zu öffnen. In diesem Fenster werden alle Berechnungsergebnisse für jeden Teilungspunkt des Stabes aufgelistet.

Berechnungsergebnis	Abkürzung
Normalkraft	N [kN]
Querkraft	Q [kN]
Moment	M [kNm]
Verformung horizontal	u' [mm]
Verformung vertikal	w' [mm]
Verdrehung	phi' [rad/1000]

Für jeden Teilungspunkt wird der Abstand zum Startknoten angegeben. Die Stabteilung ist ein Bestandteil der Stabeigenschaften (wie Material, Querschnitt etc.) und kann daher auch geändert werden.

So ändern Sie die Stabteilung:



- 1 Aktivieren Sie die Schaltfläche *Stäbe* in der Symbolleiste.
- 2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Stab.
- 3 Das Fenster *Stabeigenschaften* erscheint. Mit dem Eingabefeld *Stabteilung* bestimmen Sie die Anzahl der Punkte an denen in der Folge genaue Berechnungsergebnisse abgefragt werden können (z.B. Durchbiegung in den 1/10 Punkten).
- 4 Nach der Definition der Stabeigenschaften schließen Sie das Fenster mit der *OK* Schaltfläche.

Stabteilung

Stabergebnisse

Stab Länge Anfangsknoten Endknoten

Globale Knotenverformungen

Theorie I.Ordnung Theorie II.Ordnung Theorie II'.Ordnung

U [mm]	W [mm]	PHI [rad/1000]	U [mm]	W [mm]	PHI [rad/1000]
0.000	0.000	-10.296	-0.000	0.000	10.296

lokale Schnittgrößen und Verformungen in den Teilungspunkten Anzahl der Teilungspunkte

Abstand	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	u' [mm]	w' [mm]	phi' [rad/1000]
0.000	-0.000	50.000	0.000	0.000	0.000	-10.296
1.000	-0.000	40.000	45.000	-0.000	10.101	-9.720
2.000	-0.000	30.000	80.000	-0.000	19.110	-8.155
3.000	-0.000	20.000	105.000	-0.000	26.163	-5.848
4.000	-0.000	10.000	120.000	-0.000	30.642	-3.048
5.000	-0.000	-0.000	125.000	-0.000	32.176	0.000
6.000	-0.000	-10.000	120.000	-0.000	30.642	3.048
7.000	-0.000	-20.000	105.000	-0.000	26.163	5.848
8.000	-0.000	-30.000	80.000	-0.000	19.110	8.155
9.000	-0.000	-40.000	45.000	-0.000	10.101	9.720
10.000	-0.000	-50.000	-0.000	-0.000	-0.000	10.296

Schließen

Auswahl des Stabes

Verformung im Knoten

Ergebnisse für jeden Teilungspunkt

Neben den lokalen Schnittgrößen und Verformungen in den Teilungspunkten werden auch die globalen Knotenverformungen für den Start- und den Endknoten des Stabes ausgewiesen.

Im oberen Bereich des Fensters haben Sie die Möglichkeit zwischen den Ergebnissen nach Theorie I. Ordnung, II. Ordnung oder linearisierter II. Ordnung umzuschalten.

Wenn Sie auf den Pfeil im Listenfeld Stab (ganz oben im Fenster) klicken können Sie aus allen im System vorhandenen Stäben auswählen.

Drucken

Trotz der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten durch den Benutzer ist mit Hilfe der allgemeingültigen Voreinstellungen nach wievor ein rasches Ausdrucken der statischen Berechnungen möglich.

Druckereinrichtung...
 Druckoptionen bearbeiten Strg+R
 Druckoptionen laden ...
 Druckoptionen speichern ...
 Seitenansicht
 Drucken... Strg+P

Für einen professionellen Ausdruck gehen Sie in vier Schritten gemäß den Menüpunkten im Menü DATEI vor:

- 1 Sie starten mit der **Druckereinrichtung** – dieser Schritt funktioniert genauso wie bei allen anderen Windows™ Anwendungen.
- 2 Danach folgt das Einstellen der **Druckoptionen**. Hier definieren Sie allgemeine Optionen wie Seitenränder, Kopfzeilen etc. aber auch z.B.: welche Stäbe bzw. Lastfälle und welche Ergebnisse gedruckt werden sollen.
- 3 Mit der **Seitenansicht** überprüfen Sie die zuvor gemachten Einstellungen.





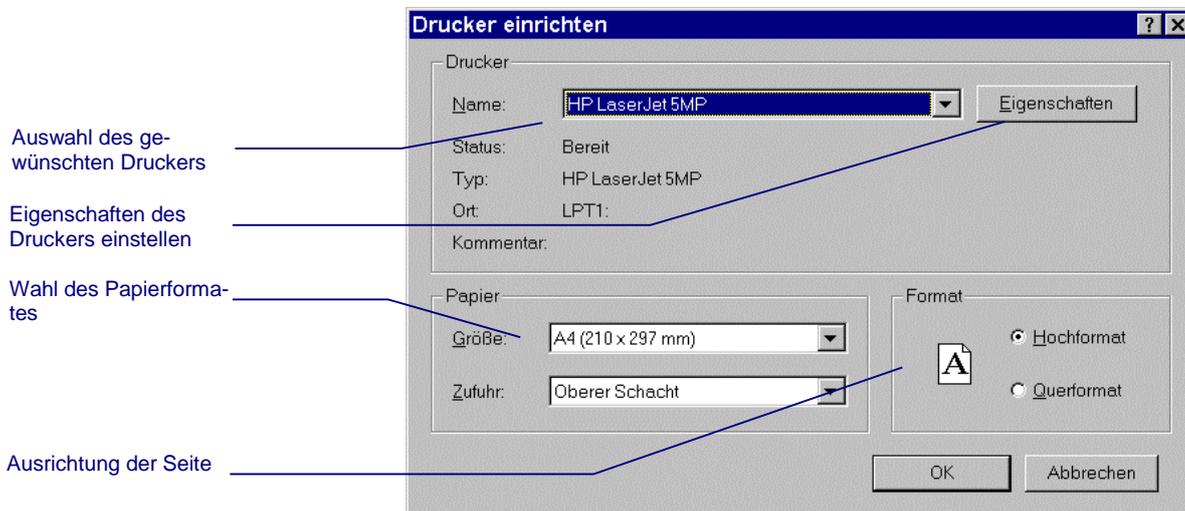
- 4 Zum Schluß starten Sie den Ausdruck mit dem Menübefehl **Drucken** oder über die Befehlsschaltfläche.

Die unter Punkt 2 eingestellten Druckoptionen werden im *RuckZuck* File immer abgespeichert. Sie können aber auch getrennt unter dem Menüpunkt DRUCKOPTIONEN SPEICHERN ... als Druckvorlage gesichert werden. Mit dem Menüpunkt DRUCKOPTIONEN LADEN ... können die gespeicherten Optionen in jedes beliebige System importiert werden.

Grundsätzlich ist der Ausdruck auf jedem Papierformat ihres Druckers, Plotters oder PC-Faxgerätes möglich. Sie können Ihre Statik auch im A0-Format drucken oder direkt aus dem Computer faxen.

Drucker einrichten

Im Dialogfenster *Drucker einrichten* können Sie neben der Auswahl des Ausgabegerätes auch Einstellungen für Papierformat (DIN A4 etc.) und Seitenausrichtung (Hochformat oder Querformat) treffen.



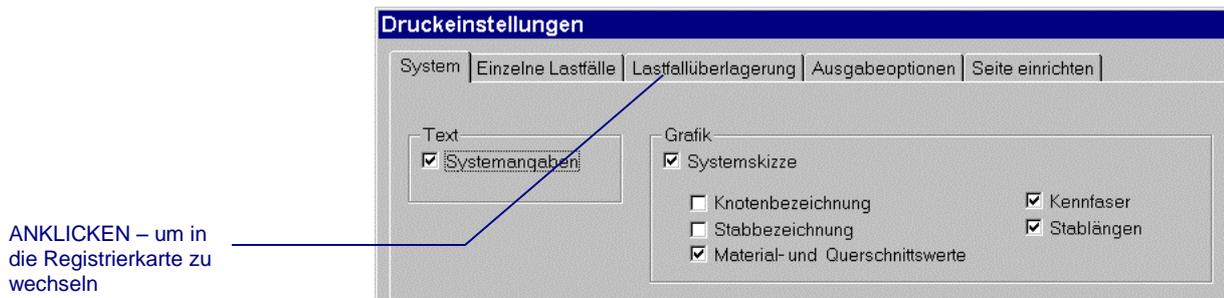
Druckoptionen

Mit dem Menübefehl Druckoptionen öffnen Sie das Dialogfenster Druckeinstellungen – dieses Fenster besteht aus fünf Registrierkarten. Wenn Sie auf eine der Bezeichnungen (System, Einzelne Lastfälle, Lastfallüberlagerung, Ausgabenoptionen, Seite einrichten) klicken wird die entsprechende Registrierkarte in den Vordergrund gestellt.

So verwenden Sie die Einstellungen im Bereich „System“:

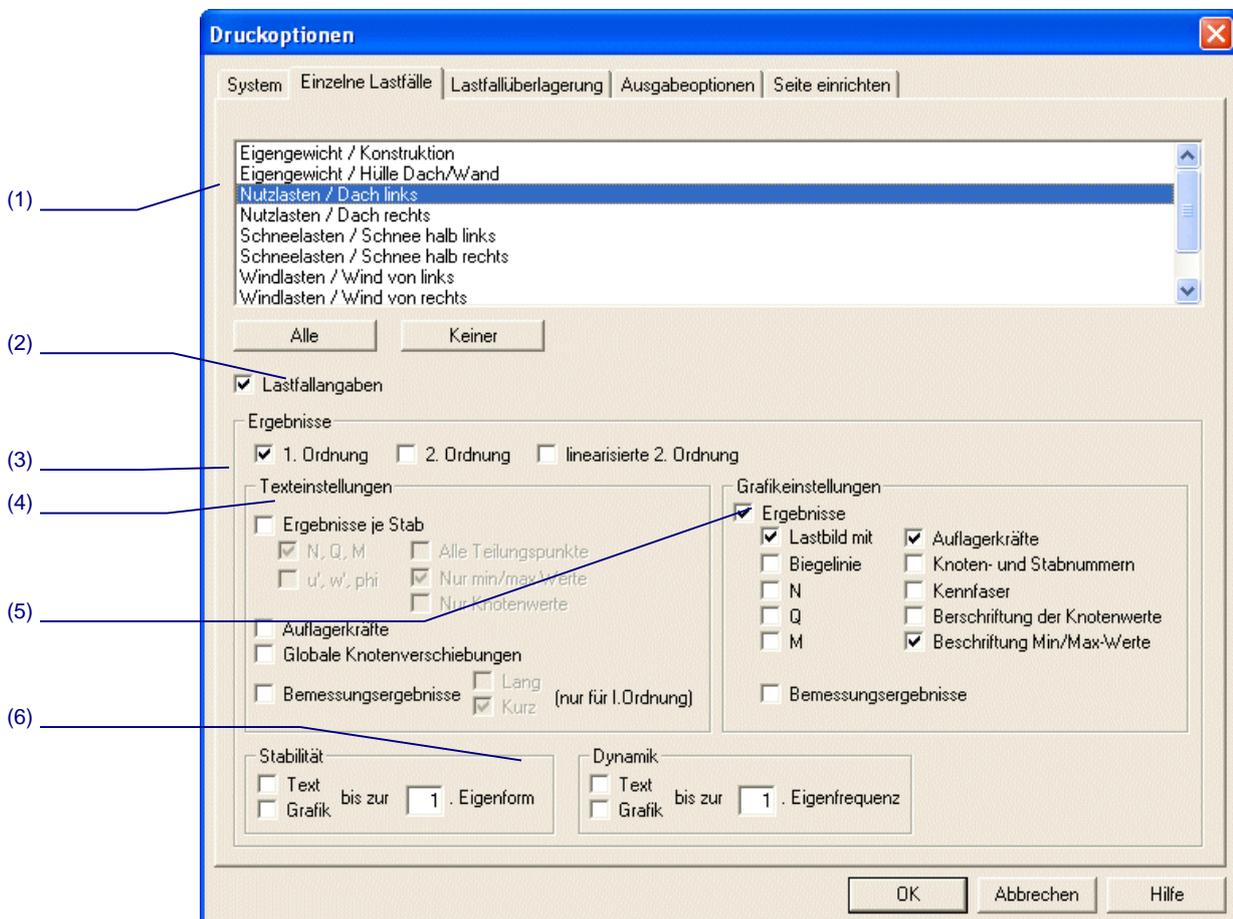
Standardmäßig wird das Dialogfenster Druckeinstellungen mit der Registrierkarte *System* geöffnet. Hier können Sie bestimmen welche Informationen über das statische System ausgedruckt werden.

Beim Ausdruck wird Prinzipiell zwischen Text- und Grafikausgabe unterschieden. Die Grafik ist in diesem Fall eine Systemskizze, wahlweise mit Knotenbezeichnung, Stabbezeichnung, Material- und Querschnittswerte sowie Stablängen. Optional können Sie auch die Ausgabe der Kennfaser unterdrücken.



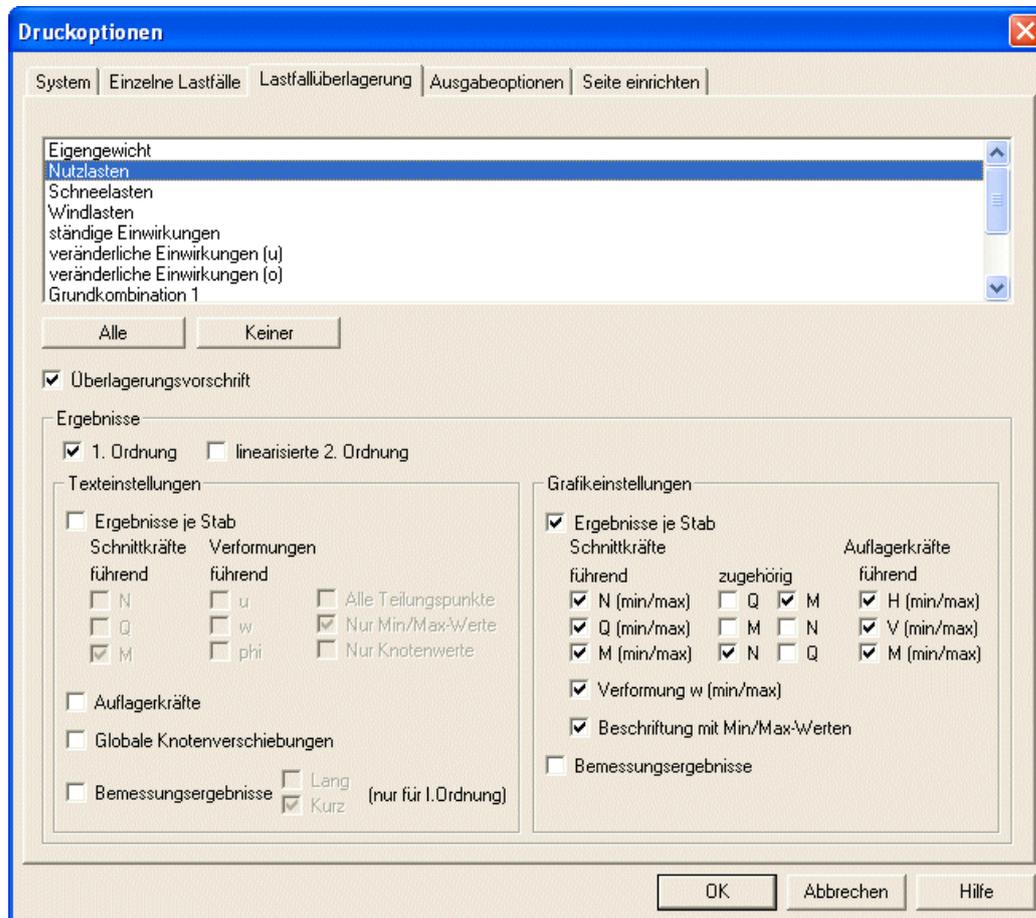
So drucken Sie einzelne Lastfälle:

- 1 Im obersten Bereich des Fensters wählen Sie die gewünschten Lastfälle aus. Mit der darunter liegenden Schaltfläche *Alle* können Sie alle vorhandenen Lastfälle markieren.
- 2 Bei aktivierter Checkbox Lastfallangaben werden allgemeine Angaben zum Lastfall wie z.B. Art der Belastung etc. mitgedruckt
- 3 Sie können die Ergebnisse nach Theorie I. Ordnung, nach Theorie II. Ordnung und nach linearisierter Theorie II. Ordnung ausdrucken.
- 4 In den Texteeinstellungen definieren Sie die Detailliertheit der Textausgabe. So können Sie die Ergebnisse z.B. für alle Teilungspunkte oder nur für Knotenpunkte ausdrucken. Optional zu den Schnittkräften wählen Sie die Darstellung der Verformungen, Auflagerkräfte und Bemessungsergebnisse.
- 5 Bei den Grafikeinstellungen können Sie einerseits angeben wie umfangreich der Ausdruck erfolgen soll und andererseits wie detailliert die Beschriftung nötig ist.
- 6 Im untersten Bereich treffen Sie Ihre Einstellungen zur Stabilität und Dynamik.



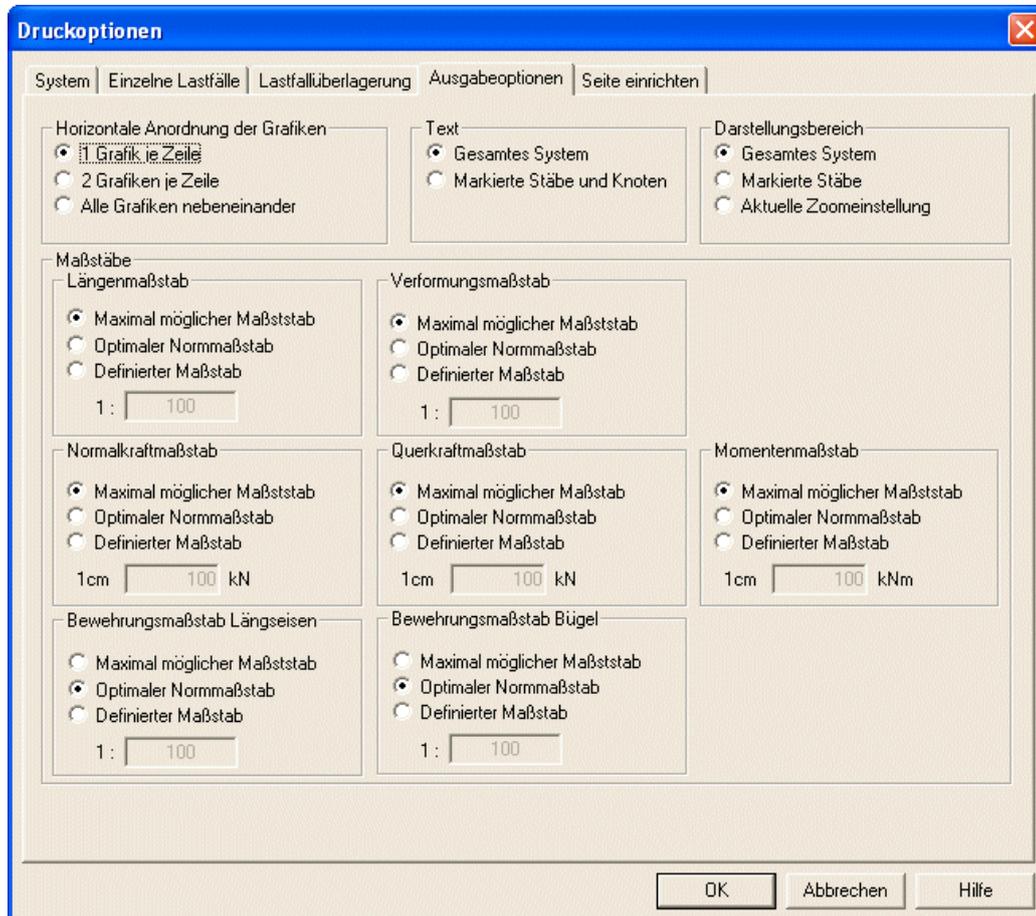
So drucken Sie Lastfallüberlagerungen:

Beim Ausdrucken von Lastfallüberlagerungen gehen Sie gleich vor wie beim Drucken von einzelnen Lastfällen. Aktivieren Sie die Checkbox *Überlagerungsvorschriften*, um die Überlagerungsvorschriften mit auszugeben.



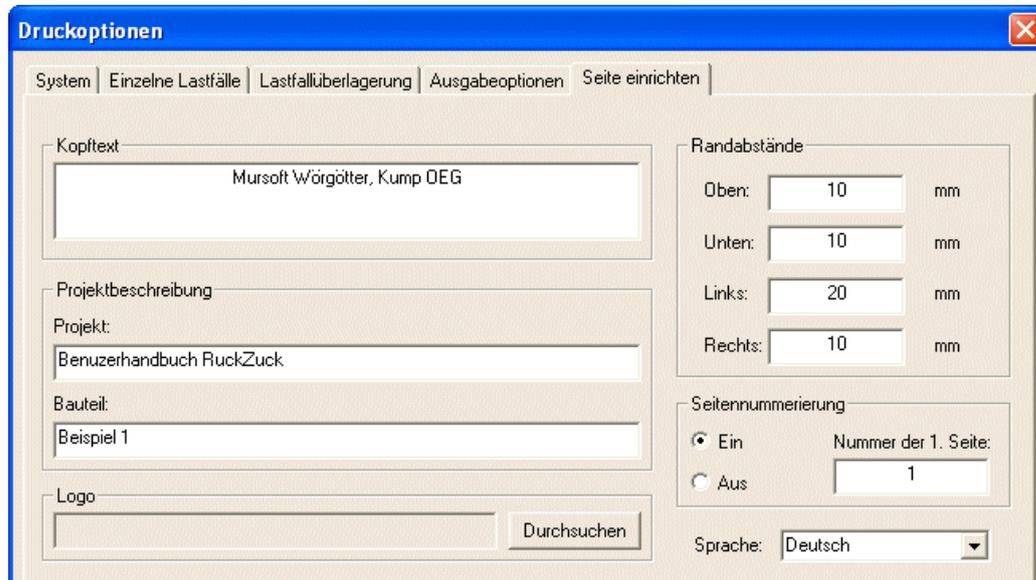
So verwenden Sie die Ausgabeoptionen:

Um den Maßstab der Geometrie und der Schnittgrößen etc. zu bestimmen wählen Sie die Registrierkarte *Ausgabeoptionen*. Wenn Sie nicht das gesamte System, sondern nur einen Detailausschnitt drucken wollen benutzen Sie die Option Darstellungsbereich. Um den Ausdruck zu komprimieren können Sie mit der Option *Horizontale Anordnung der Grafiken* zwei oder mehrere Grafiken nebeneinander anordnen.



So können Sie die Seite einrichten:

Verwenden Sie diese Optionen um das Erscheinungsbild Ihres Ausdruckes zu verändern. Sie können einen Kopftext (z.B.: Firmenname) und Projektbeschreibungen einfügen. Weiters definieren Sie hier die Seitenränder, Seitennummerierung und die Sprache des Ausdrucks.



Druckvorschau (Seitenansicht)

Mit der Druckvorschau können Sie die Einstellungen der Druckoptionen vor dem Ausdruck überprüfen. Diese Funktion funktioniert ähnlich wie bei anderen Windows™ Programmen. Mit den Schaltflächen im oberen Bereich können Sie durch die Druckvorschau navigieren:

Next Page

Mit dieser Schaltfläche wechseln Sie auf die nächste Seite.

Prev Page

Mit dieser Schaltfläche wechseln Sie auf die vorhergehende Seite.

One Page

Mit dieser Schaltfläche wird auf die gesamte Seite gezoomt.

Zoom Out

Mit dieser Schaltfläche vergrößern Sie die Anzeige.

Zoom In

Mit dieser Schaltfläche verkleinern Sie die Anzeige.

Print...

Mit dieser Schaltfläche können Sie direkt aus der Seitenvorschau drucken.

Close

Mit dieser Schaltfläche schließen Sie die Druckvorschau.

PROFESSIONELLE ANWENDUNGEN

In diesem Kapitel werden spezielle Anwendungen beschrieben und deren theoretischer Hintergrund erläutert. Dazu zählt die Berechnung der Ergebnisse nach Theorie 2. Ordnung, die Stabilitätsanalyse mit Knicklängenberechnung und die Eigenfrequenzberechnung. Außerdem wird beschrieben, wie Sie einen Lastenzug generieren und Einflusslinien berechnen können. Am Ende des Kapitels wird noch der Export der Daten in das Betonbemessungsprogramm ConDim erklärt.

Wanderlasten / Lastenzug generieren

Mit der Funktion „*Lastenzug generieren*“ lassen sich automatisch Lastfallgruppen generieren, wobei ein zuvor definierter Lastfall in einem vorgegebenen Abstand über das Tragwerk wandert.

!!!

Achtung: Wanderlasten können mit allen Stablasten ausgenommen Temperaturlasten generiert werden. Der Stabzug muss zusammenhängend sein und die Kennfaser darf nicht wechseln, d.h. der Endknoten eines Stabes muss mit dem Anfangsknoten des nächsten Stabes verbunden sein.

So erzeugen Sie Wanderlasten:

- 1 Wählen Sie einen Lastfall und erzeugen Sie die Lasten die „Wandern“ sollen. Dabei ist es nur wichtig, dass die Lasten zueinander im richtigen Abstand erzeugt werden. Sie müssen nicht an der Position des ersten Lastfalles stehen. Dieser Lastfall kann nach Erzeugen der Wanderlasten wieder gelöscht werden, da er keinen Bezug mehr zur erzeugten Lastfallgruppe und deren Lastfälle hat.

- 2 Rufen Sie im Menü BELASTUNG | LASTENZUG GENERIEREN... auf. Das Fenster *Lastenzug generieren* wird geöffnet.

- 3 Unter Bezeichnung können Sie der Lastfallgruppe, die neu erzeugt wird, einen Namen geben. Definieren Sie ebenso den Typ und die Überlagerungsvorschrift.

Stäbe auswählen

- 4 Wählen Sie den Button *Stäbe auswählen*. Das Fenster wird geschlossen und Sie können nun die Stäbe markieren (siehe Stäbe markieren Seite 32) über welche die Lasten wandern sollen. Nach dem Markieren der Stäbe klicken Sie mit der rechten Maustaste und das Fenster *Lastenzug generieren* wird wieder geöffnet.

Lasten auswählen

- 5 Wählen Sie *Lasten auswählen*. Das Fenster wird wieder geschlossen und Sie können nun die Lasten markieren (siehe Lasten markieren Seite 32), die über den Stabzug wandern sollen. Klicken Sie mit der rechten Maustaste, damit das Fenster wieder geöffnet wird.

- 6 Definieren Sie bei Schrittweite noch den Abstand zwischen zwei Laststellungen.

- 7 Klicken Sie auf *Fertigstellen* und die Lastfallgruppe mit den generierten Lastfällen wird erzeugt.

Fertigstellen

TIP

Die Schritte 4 und 5 können Sie auslassen, wenn Sie vor dem Aufruf des Menüpunktes LASTEN – LASTENZUG GENERIEREN bereits die Stäbe und Lasten markieren. Die markierten Stäbe und Lasten werden dann sofort in das Fenster *Lastenzug generieren* übernommen.

Einflusslinien

Zur Bestimmung der Schnittkrafteinflusslinien kann die kinematische Methode (Müller - Breslau - Theorem) verwendet werden:

Die Einflusslinie einer statischen Größe (M, Q, N, Auflagerkraft) zufolge einer Wanderlast der Größe „1“ ist gleich der kinematischen Verschiebungsfigur (Biegelinie) des Systems, wenn nach Befreiung von der dieser Größe entsprechenden Bindung dem System eine Verschiebung in Richtung der statischen Größe von -1 aufgezwungen wird.



Im Programm *RuckZuck* kann zur Bestimmung von Schnittkrafteinflusslinien ("M", "Q", "N") die Lastart Zwangseinbau bzw. für Auflagerkrafteinflusslinien die Lastart Auflagerverschiebung verwendet werden. Will man zum Beispiel die Einflusslinie für das Moment in Trägermitte, muss man einen Zwangseinbau mit Knick der Größe 1 in Trägermitte erzeugen. Die Biegelinie entspricht dann der Einflusslinie.

Theorie II. Ordnung

Theoretische Grundlagen

Bei Theorie II. Ordnung wird die Auswirkungen der Verformung auf das Gleichgewicht berücksichtigt. Die auftretenden Verformungen und Verzerrungen dürfen aber als sehr klein vorausgesetzt werden. *RuckZuck* verwendet die allgemeine Deformationsmethode in Matrizenform zur Berechnung der Knotenverformungen und der inneren Schnittkräfte. Die Steifigkeitsmatrix nach Theorie II. Ordnung wird entscheidend von der Normalkraft im Stab beeinflusst, die in den sogenannten Schaber-Koeffizienten eingeht. Die für

die Berechnung des Stabkennwertes $\varepsilon = l \cdot \sqrt{\frac{N}{EI}}$ verwendete Normalkraft wird als

konstant über den Stab angenommen. Ist der Normalkraftverlauf nicht konstant, so wird für das Aufstellen der Steifigkeitsmatrix der Mittelwert berechnet. Ist die Normalkraft sehr klein und damit auch ε sehr klein, darf für diesen Stab die Steifigkeitsmatrix I. Ordnung verwendet werden. Den Grenzwert kann man bei den Berechnungsoptionen festlegen, als Standardwert wird 0.01 verwendet. Für die Berechnung der Starreinspannwerte zufolge der Lasten dürfen bei $\varepsilon < \pi/4$ (~0.7) ebenso die Werte zufolge Theorie 1. Ordnung verwendet werden. Die Berechnung erfolgt solange iterativ, bis die Änderung der Normalkräfte zwischen zwei Berechnungsschritten hinreichend klein ist.

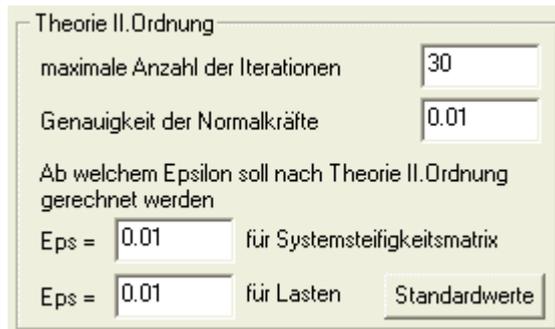
Für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung gelten folgende Einschränkungen:

- es dürfen keine Stäbe mit veränderlichem Querschnitt vorhanden sein. (in der Statuszeile steht „II: Ungültige Stabkennwerte“)
- Streckenlasten dürfen nur Gleich- oder Trapezlasten sein, die über den gesamten Stab verlaufen (in der Statuszeile steht „II: ungültige Last für 2.Ordnung“). Das gilt jedoch nicht, wenn ε unter dem, in den Berechnungsoptionen definierten, Grenzwert für die Starreinspannwerte der Lasten liegt.

Berechnungsoptionen für Theorie II. Ordnung

So definieren Sie die Berechnungsoptionen für Theorie II. Ordnung

- 1 Wählen Sie den Menüpunkt OPTIONEN | BERECHNUNGSOPTIONEN.
- 2 Im Fenster Berechnungsoptionen können im Eingabebereich *Theorie II. Ordnung* die Parameter des Berechnungsverfahrens verändert werden.



Maximale Anzahl der Iterationen: Falls die Normalkräfte nach der maximalen Anzahl der Iterationen nicht die gewünschte Genauigkeit erreichen, wird die Berechnung abgebrochen, um einen Stillstand des Computers zu verhindern.

Genauigkeit der Normalkräfte: Ist die Änderung der Normalkraft zwischen zwei Berechnungsschritten kleiner als die angegebene Zahl, wird die Iteration beendet und die endgültigen Ergebnisse werden berechnet.

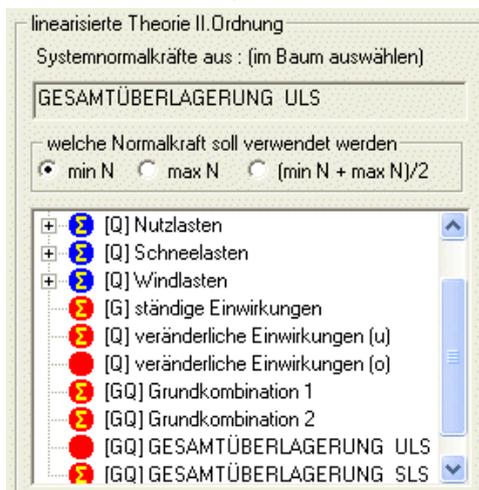
Ab welchem Epsilon soll nach Theorie II. Ordnung gerechnet werden: wenn der Stabkennwert den angegebenen Wert unterschreitet, wird für diesen Stab die Steifigkeitsmatrix nach Theorie I. Ordnung bzw. die Starreinspannwerte der Lasten nach Theorie I. Ordnung verwendet. Diese Maßnahme verhindert numerische Probleme bei der Berechnung (siehe auch theoretische Grundlagen).

Linearisierte Theorie II. Ordnung

Theoretische Grundlagen



Da die Theorie II. Ordnung ein nichtlineares Berechnungsverfahren ist, kann keine Superposition der Lastfälle durchgeführt. Diese Nichtlinearität der II. Ordnung besteht darin, dass die Steifigkeitsmatrix von der Normalkraft im Stab abhängig ist. Um nun trotzdem eine Überlagerung durchführen zu können, werden die Normalkräfte „eingefroren“ und damit die Systemsteifigkeitsmatrix ermittelt. Mit Hilfe dieser Matrix werden nun die Verformungen und Schnittkräfte aller Lastfälle ermittelt und können anschließend gemäß den Überlagerungsangaben superpositioniert werden. Die „eingefrorenen“ Normalkräfte werden durch den Benutzer im Menüpunkt **OPTIONEN | BERECHNUNGSOPTIONEN** definiert, indem Sie einen Lastfall, eine Lastfallgruppe oder eine Überlagerungsgruppe im Lastbaum auswählen. Weiters können Sie auch festlegen welche Normalkraft verwendet werden soll. Wenn Sie die größte Druckkraft zur Berechnung heranziehen wollen, wählen Sie *min N* aus, da Druckkräfte ein negatives Vorzeichen haben. Damit verwenden Sie die für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung ungünstigsten Normalkräfte, da durch die Druckkräfte das System „weicher“ wird. Falls Sie damit jedoch zu sehr auf der ungünstigsten Seite liegen, können Sie auch den Mittelwert oder auch die größte positive Normalkraft zur Berechnung heranziehen. Die Auswahl des Lastfalls, der Lastfallgruppe bzw. Überlagerungsgruppe kann auch außerhalb des Dialogfeldes im Lastbaum definiert werden. Durch einen Rechtsklick auf den Lastfall,



Lastfallgruppe oder Überlagerungsgruppe im Lastbaum erscheint ein Kontextmenü unter anderem mit der Option **LASTFALL FÜR SYSTEMNORMALKRÄFTE DEFINIEREN** bzw. **GRUPPE FÜR SYSTEMNORMALKRÄFTE DEFINIEREN**. Die Darstellung der Ergebnisse nach Theorie II. Ordnung erfolgt indem Sie auf die Befehlsschaltfläche *linearisierte Th. 2.Ordnung* klicken oder den Menüpunkt **BERECHNUNG | 2. ORDNUNG LINEARISIERT** auswählen.

Stabilitätsanalyse und Knicklängenberechnung

Theoretische Grundlagen

RuckZuck kann Verzweigungslasten, Knickbiegelinien und Knicklängen auf zwei verschiedene Arten berechnen.

SubSpace-Methode

Bei der ersten Methode werden die Schaber-Koeffizienten bei der Ermittlung der Steifigkeitsmatrix II. Ordnung linearisiert und damit die Berechnung auf ein allgemeines Eigenwertproblem zurückgeführt. Dieses Eigenwertproblem wird mit der sogenannten SubSpace-Methode gelöst. Die Linearisierung hat jedoch zur Folge, dass die Ergebnisse nur bis zu einem ε von $\pi/4$ (ca. 0,7) hinreichend genau sind. Den aktuellen Größtwert der Stabkennzahlen ε sehen Sie im Fenster *Eigenwertberechnung*. Der Stabkennwert ε kann durch Teilen der Stäbe verringert werden. Falls Sie die *automatische Stabverfeinerung* im Fenster *Berechnungsoptionen* aktivieren, werden die Stäbe automatisch geteilt, sodass sich eine Stabkennzahl ε kleiner als $\pi/4$ ergibt.



TIP

Die Stabilitätsanalyse mit Hilfe der SubSpace-Methode liefert immer zuverlässige Werte, wenn die *automatische Stabverfeinerung* aktiviert ist. Sie wird daher als Standardberechnungsverfahren in RuckZuck verwendet.

Laststeigerung

Bei der zweiten Methode werden die Lasten solange gesteigert, bis ein Eigenwert überschritten wird. Ob ein Eigenwert überschritten wurde, kontrolliert der Sturm-Check. Der Startwert und die Richtung der Laststeigerung in den positiven oder negativen Zahlenbereich lassen sich in den Berechnungsoptionen festlegen (siehe Berechnungsoptionen für Stabilität, Seite 105).

Sturm-Check

Bei der Dreieckszerlegung der Steifigkeitsmatrix II. Ordnung wechselt das Vorzeichen eines Diagonalgliedes, wenn der erste Eigenwert überschritten wurde. Das gilt auch für alle weiteren Eigenwerte. Das heißt, die Anzahl der Eigenwerte, die unter diesem Eigenwert liegen ist gleich der Anzahl der Diagonalglieder mit negativen Vorzeichen. Hat man einen Eigenwert berechnet, muss man die Steifigkeitsmatrix II. Ordnung knapp unterhalb und knapp oberhalb dieses Eigenwertes aufstellen und eine Dreieckszerlegung durchführen. Die Differenz der Anzahl der negativen Diagonalglieder entspricht der Anzahl der Eigenwerte (Weitere Informationen lesen Sie bitte im Buch Finite-Element-Methoden K.J.Bathe S.724).

Die Berechnung der Verzweigungslasten ist stark von der Diskretisierung des Systems abhängig. Falls die Berechnung nicht die gewünschten Ergebnisse liefert, müssen die Stäbe feiner unterteilt werden. Verwenden Sie dazu das Konstruktionswerkzeug *Stäbe teilen* (siehe Stäbe teilen auf Seite 54).

Berechnungsoptionen für Stabilität

So definieren Sie die Berechnungsoptionen für Stabilität

- 1 Wählen Sie den Menüpunkt OPTIONEN | BERECHNUNGSOPTIONEN.
- 2 Im Fenster Berechnungsoptionen können im Bereich Stabilität die Parameter verändert werden.

Anzahl der Eigenwerte: Hier definieren Sie wie viele Eigenwerte maximal berechnet werden sollen.

Abstand Sturm-Check: Innerhalb dieses Bereiches werden mehrere Eigenwerte als ein einziger Eigenwert angesehen.

Berechnungsverfahren: Hier können Sie bestimmen mit welchem Verfahren die Eigenwerte berechnet werden sollen (Beschreibung der Verfahren siehe Theoretische Grundlagen, Seite 104).

■ Berechnungsverfahren Laststeigerung

Genauigkeit der Normalkräfte: Ist die Änderung der Normalkraft zwischen einer Iteration kleiner als die angegebene Zahl, wird die Iteration beendet und die Ergebnisse werden berechnet.

Ab welchem Epsilon soll nach Theorie II. Ordnung gerechnet werden: wenn der Stabkennwert den angegebenen Wert unterschreitet, wird für diesen Stab die Steifigkeitsmatrix I. Ordnung verwendet. Diese Maßnahme verhindert numerische Probleme bei der Berechnung.

Maximale Anzahl der Iterationen: Falls die Normalkräfte nach der maximalen Anzahl der Iterationen nicht die gewünschte Genauigkeit erreichen, wird die Berechnung abgebrochen, um einen Stillstand des Computers zu verhindern.

Startwert für Laststeigerung: Mit diesem Wert wird die Laststeigerung zum Auffinden der Eigenwerte begonnen. Wenn man weiß, dass der Eigenwert sehr hoch ist, kann man damit die Rechenzeit verkürzen.

positive oder negative Eigenwerte: Bestimmt ob positive oder negative Eigenwerte gesucht werden sollen.

Normalkraft dämpfen: Bei der Berechnung nach Theorie II. Ordnung kann bei Belastungen in der Nähe einer Knicklast auf Grund stark oszillierender Normalkräfte ein Iterationsproblem auftreten. Durch die Dämpfung der Normalkräfte wird die Änderung der Normalkraft zwischen den Iterationsschritten verringert und damit eine stabilere Iteration ermöglicht.

Iteration über N II: Wenn sie diese Option aktivieren, wird die Laststeigerung durch die Erhöhung der Normalkräfte, die zur Berechnung der Steifigkeitsmatrix nach Theorie II. Ordnung verwendet werden, gesteuert.

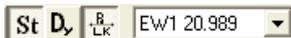
■ Berechnungsverfahren SubSpace

Genauigkeit der Eigenwerte: Ist die Änderung der Eigenwerte zwischen einer Iteration kleiner als die angegebene Zahl, wird die Iteration beendet und die Ergebnisse werden berechnet

Maximale Anzahl der Iterationen: Falls die Eigenwerte nach der maximalen Anzahl der Iterationen nicht die gewünschte Genauigkeit erreichen, wird die Berechnung abgebrochen, um einen Stillstand des Computers zu verhindern.

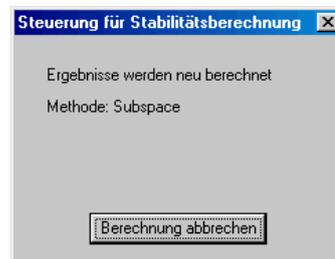
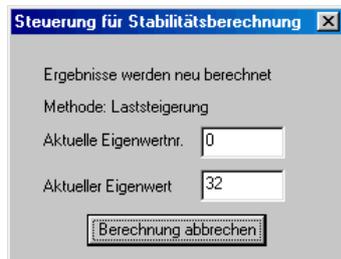
Automatische Stabteilung: Mit dieser Option wird der Stab automatisch geteilt, wenn die Stabkennzahl größer als $\pi/4$ ist. Die Ergebnisse werden anschließend auf das ursprüngliche System zurückgerechnet (siehe auch Theoretische Grundlagen, Seite 104).

Berechnungssteuerung



Eine Stabilitätsanalyse kann nur für einzelne Lastfälle durchgeführt werden.

Daher muss im Lastbaum ein Einzellastfall ausgewählt werden. Durch Klicken der Befehlsschaltfläche *Stabilität* wird die Stabilitätsanalyse gestartet und *RuckZuck* beginnt die Eigenwerte zu berechnen. Da die Berechnung unter Umständen länger dauern kann, wird das Fenster Steuerung für Stabilitätsberechnung automatisch geöffnet und nach Beendigung der Berechnung wieder geschlossen. Die Fenster haben je nach eingestellter Berechnungsmethode ein anderes Aussehen (siehe unten). Da bei der Berechnung mittels Laststeigerung (linkes Fenster) die Eigenwerte nacheinander ermittelt werden, können Informationen über den Fortschritt gegeben werden. Bei der Berechnung mittels der SubSpace-Methode (rechtes Fenster) werden alle Eigenwerte gleichzeitig berechnet, daher kann keine Aussage über den Fortschritt gemacht werden. Sie können aber die Berechnung trotzdem vorzeitig abbrechen.



Nach der Berechnung wird der erste Eigenwert im Auswahlfenster neben der Schaltfläche *Stabilität* angezeigt und die entsprechende Eigenform im Konstruktionsfenster dargestellt. Sie können nun im Auswahlfeld zwischen den berechneten Eigenwerten wechseln. Als letzter Eintrag im Auswahlfeld steht immer „Steuerung“. Damit können Sie das Fenster *Eigenwertberechnung* öffnen.

In diesem Fenster können Sie nicht nur die Berechnungsmethode und die Anzahl der zu berechnenden Eigenwerte verändern, sondern erhalten auch detaillierte Informationen zur Berechnung. Im Bereich *Beschriftung* können Sie das Anzeigen der Knicklängen und die Beschriftung der minimalen und maximalen Verformungswerte pro Stab in der Grafik ein- bzw. ausschalten. Falls Sie die Berechnungsmethode *Laststeigerung* gewählt haben, können Sie den Startwert und die „Richtung“ für die Berechnung der Eigenwerte im Bereich *Startwerte für Laststeigerung* definieren.

Im Listfeld werden die ermittelten Eigenwerte mit den wichtigsten Informationen angezeigt. Wenn Sie in der Spalte *Nr.* eine Zeile durch Klick mit der linken Maustaste auswählen, wird die Eigenform dieses Eigenwertes im Konstruktionsfenster angezeigt. In der zweiten Spalte wird der Laststeigerungsfaktor angezeigt. In der dritten Spalte steht der maximale ε -Wert. Dieser ist für die Abschätzung der Genauigkeit der Ergebnisse wichtig, da bei der Berechnung mittels SubSpace-Methode ε kleiner $\pi/4$ sein soll (siehe Abschnitt Theoretische Grundlagen). Ob dieser Eigenwert einen mehrfachen Verzweigungspunkt repräsentiert, zeigt die Anzahl in der Spalte vier.

Mit der Schaltfläche *Berechnung starten* können Sie eine nochmalige Berechnung durchführen und der Text ändert sich zu *Berechnung stoppen* (womit Sie die Berechnung abbrechen können), solange die Berechnung andauert. Falls Sie die Berechnungsmethode Laststeigerung gewählt haben, wird während einer Berechnung im Bereich *Berechnungsanzeige für Laststeigerung* der Fortschritt der Berechnung angezeigt.

Die Schaltfläche *Stabergebnisse* öffnet das Fenster *Stabergebnisse der Stabilitätsberechnung*, in welchem für den ausgewählten Eigenwert separat die ε -Werte, die Knicklänge, das Verhältnis Knicklänge zu Stablänge und die Normalkraft für jeden Stab angezeigt werden.

Nr.	Laststeigerung	MaxEps	Anz
1	25.704	1.601	1
2	137.154	3.697	1
3	177.264	4.203	1
4	314.471	5.598	1
5	329.139	5.727	1

Nr.	Epsilon	Knickl...	Lk/L	N 2,0	Teilungen
1	0.179	14.644	2.929	-2432.797	6
2	0.178	9.814	1.963	-5415.977	9
3	0.179	14.644	2.929	-2432.797	6
4	0.150	20.877	4.175	-1196.915	5
5	0.163	13.781	2.756	-2746.955	7
6	0.150	20.877	4.175	-1196.915	5
7	0.186	33.759	3.376	457.745	5
8	0.186	33.759	3.376	457.745	5
9	0.172	30.406	3.041	-564.272	6
10	0.172	30.406	3.041	-564.272	6

Eigenfrequenzberechnung

Theoretische Grundlagen

Die in der Baudynamik auftretenden Dämpfungen sind sehr gering, daher können zur Beurteilung des Schwingungsverfahrens die Eigenfrequenzen für das ungedämpfte System herangezogen werden. Zur Ermittlung der Eigenfrequenzen eines Mehrmassensystems muss folgendes Eigenwertproblem gelöst werden.

$$([K] - \omega^2[M]) \cdot \{\psi\} = \{0\}$$

Die Berechnung erfolgt mit Hilfe des Subspace-Verfahrens, welches auch zur Berechnung der Eigenwerte bei der Stabilitätsberechnung verwendet wird. Die Eigenfrequenzen werden durchgehend nummeriert und folgende Werte werden berechnet.

- Eigenfrequenz f_0 [Hz].
- Eigenkreisfrequenz, $\omega_0 = 2\pi \cdot f_0$ [rad/sec].

- Periode bzw. Schwingungsdauer, $T = 1/f_0$ [sec].
- Anzahl, bei entkoppelten Systemen können mehrere Eigenfrequenzen zusammenfallen
- modale Masse bzw. generalisierte Masse [to].
- modale Steifigkeit bzw. generalisierte Steifigkeit [kN/m].
- Ersatzmassenfaktor u-Richtung (horizontal), Eps u [%].
- Ersatzmassenfaktor w-Richtung (vertikal), Eps w [%].

Berechnungssteuerung



Die Berechnung der Eigenfrequenzen kann für nur Lastfälle durchgeführt werden. Die Befehlsschaltfläche *Dynamik* ist daher nur aktiv, wenn Sie im Lastbaum einen Lastfall ausgewählt haben. Nach der Berechnung der Eigenfrequenzen wird die erste Eigenfrequenz im Auswahlfeld angezeigt. Mit diesem Auswahlfeld können sie zwischen den einzelnen Eigenfrequenzen umschalten und erhalten sofort die Auslenkung des Systems am Bildschirm angezeigt. Der letzte Eintrag im Auswahlfeld ist „Steuerung“. Damit können Sie das Fenster *Eigenfrequenzberechnung* öffnen.

Berechnung der Eigenfrequenzen

Berechnung

Anzahl Eigenfrequenzen

Eigengewicht berücksichtigen

Beschriftung

Min/Max Werte anzeigen

[to] gesamte Masse

Video

1/100 sec

N.	Frequenz...	Kreisfreq...	Periode...	A...	M mod...	K mod [kN/m]	Eps u [%]	Eps w [%]
1	0.981	6.162	1.020	1	8.301	315.136	87.764	0.000
2	3.128	19.651	0.320	1	8.836	3412.218	9.328	0.000
3	6.235	39.175	0.160	1	8.942	13722.952	1.757	0.000
4	9.352	58.759	0.107	1	8.573	29599.469	0.000	85.633
5	9.723	61.091	0.103	1	10.237	38203.532	0.616	0.000

In diesem Fenster erhalten Sie detaillierte Informationen über die Berechnungsergebnisse und können verschiedene Einstellungen vornehmen.

- Im Bereich *Berechnung* können Sie die Anzahl der zu berechnenden Eigenfrequenzen festlegen und durch aktivieren der Checkbox *Eigengewicht berücksichtigen* wird automatisch aus den Material- und Querschnittsangaben das Gewicht ermittelt und bei der Berechnung berücksichtigt.
- Im Bereich *Beschriftung* können Sie das Anzeigen der Min/Max Werte einschalten, wodurch die minimalen und maximalen Verformungen je Stab im Konstruktionsbereich angezeigt werden. Weiters können Sie im Feld darunter die Summe der berücksichtigten Masse ablesen.
- Im Bereich *Video* können Sie die Bewegung des Systems als Animation im Konstruktionsbereich abspielen lassen. Mit *Play* und *Stopp* starten bzw. stoppen Sie die Ani-

mation. Die Geschwindigkeit kann mit Hilfe des Textfeldes oder den *Auf* und *Ab* Pfeilen im Stopp- aber auch im Play- Modus verändert werden.

Traglastverfahren

Theoretische Grundlagen

Ausgehend von einer Theorie für ebene Systeme, wird die Traglastberechnung von Stahlstrukturen im Sinne der Fließgelenktheorie durchgeführt werden. Der Anwendungsbe- reich umfasst die Berechnung nach der Elastizitätstheorie I. und II. Ordnung. Die plastischen Verformungen werden mit zentrischen Fließgelenken (Momenten- und Normalkraftfließgelenke) erfasst. Mit dieser Berechnungsmethode kann eine wirklichkeitsnahe und praxisgerechte Traglastenanalyse mit linearen und nichtlinearen (wahlweise mit bzw. ohne Berücksichtigung des Querkrafteinflusses) Interaktionsbeziehungen durchgeführt werden können.

Die Berechnung ist nach der momentan in Deutschland bestehenden Norm (DIN 18800 Teil 1 und 2) ausgerichtet, d.h. es ist die Möglichkeit gegeben wahlweise die drei Berechnungsverfahren, elastisch-elastisch, elastisch-plastisch und plastisch-plastisch, anzuwenden. Bei der Berechnung der Traglast werden lediglich I-Querschnitte berücksichtigt.

Die Berechnung der Traglast nach der Fließgelenktheorie eines Systems kann nur für einen bestimmten Lastfall erfolgen.

Das Traglastverfahren wurde am Institut für Baustatik von Herrn DI Dr. techn. Gregory Pilz entwickelt. Genauere Informationen können in seiner Dissertation „*A contribution to the plastic hinge theory with an application to design*“ nachgelesen werden. Das Werk liegt am Institut für Baustatik, Technische Universität Graz auf.

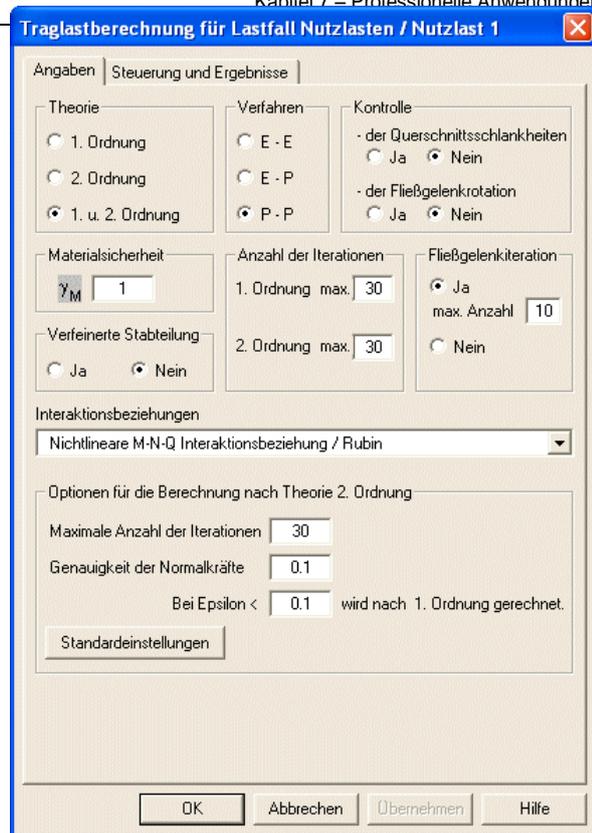
Berechnungssteuerung

So starten Sie die Traglastberechnung

- 1 Wählen Sie den Lastfall im Lastenbaum für den Sie die Traglast berechnen wollen.
- 2 Klicken Sie auf die Befehlsschaltfläche *Traglastberechnung* oder wählen Sie den Menüpunkt **BERECHNUNG | TRAGLASTBERECHNUNG**.
- 3 Das Dialogfeld *Traglastberechnung* erscheint und enthält die zwei Registrierkarten *Angaben* und *Steuerung und Ergebnisse*.
- 4 Definieren Sie zuerst alle Angaben zur Berechnung.
 - Im Bereich **Theorie** können Sie auswählen zwischen einer Berechnung nach Theorie I. Ordnung, II. Ordnung oder einer gleichzeitigen Berechnung beider Theorien.
 - Im Bereich **Verfahren** haben Sie die Möglichkeit die Berechnung E-E (elastisch-elastisch), E-P (elastisch-plastisch) und P-P (plastisch-plastisch) nach DIN 18800 auszuwählen. Sie definieren damit wieweit das System ausgenützt wird. E-E bedeutet, dass die Traglast bis zum Auftreten der ersten Fließspannung ermittelt wird. E-P berechnet die Traglast bei Erreichen des ersten Fließgelenks und P-P ermittelt die Systemtraglast bis zum Erreichen einer Kinematischen Kette.
 - Im Bereich **Kontrolle** kann die Überprüfung der Querschnittsschlankheit sowie die Überprüfung der Rotation im Fließgelenk ausgewählt werden. Bei Überprüfung der Querschnittsschlankheiten werden während der Berechnung laufend die Schlankhei-

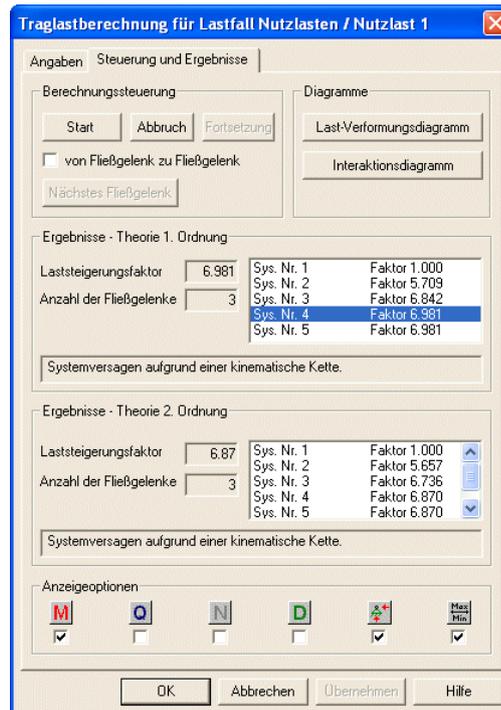
ten der einzelnen Querschnittsteile nach DIN 18800 überprüft um lokales Beulen zu verhindern. Die Überprüfung der Rotation verhindert, dass Strukturen berechnet werden, die für die Traglastberechnung, aufgrund Ihrer Geometrie, nicht geeignet (z.B. Durchlaufträger mit extremen Unterschieden in der Spannweite) sind. Vor Erreichen einer kinematischen Kette treten dabei so große Verformungen bzw. Verdrehungen auf, welche eine örtliche Instabilität hervorrufen und so ein vorzeitiges Versagen der Struktur herbeiführen.

- Die **Materialsicherheit** definiert den Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgrößen. Der Teilsicherheitsbeiwert wurde mit $\gamma_M=1,0$ festgelegt.
 - Die **Verfeinerte Stabteilung** definiert die Anzahl der zu Untersuchenden Teilungspunkte je Stab. Als Standardwert wurden 10 Teilungspunkten je Stab festgelegt. Bei der Stabverfeinerung wird lediglich die Anzahl der Teilungspunkte entsprechend (Anzahl der Teilungspunkte = Stablänge / halbe Querschnittshöhe) erhöht.
 - Die **Fließgelenkiteration** legt die Anzahl der Iterationen innerhalb des Fließgelenkes für einen Berechnungsschritt fest. Für Bemessungszwecke ist die Iteration im Fließgelenk unbedingt erforderlich.
 - Die **Anzahl der Iterationen** definiert die Anzahl der Iterationen innerhalb eines Berechnungsabschnittes (z.B. von Fließgelenk zu Fließgelenk) für eine Berechnung nach Theorie I. und II. Ordnung fest.
 - Im Listenfeld **Interaktionsbeziehungen** kann zwischen linearen und nichtlinearen Interaktionsbeziehungen mit bzw. ohne Einbeziehung des Querkrafteinflusses gewählt werden.
 - Im Bereich **Optionen für die Berechnung nach Theorie 2. Ordnung** werden die Optionen für eine Berechnung nach Theorie II. Ordnung festgelegt. Mit der Anzahl der Iterationen (Standardwert mit 30 festgelegt) werden die Iterationsschritte für die Schnittkraftbemessung innerhalb eines Iterationsschrittes der Traglastberechnung definiert. Die Genauigkeit der Normalkräfte definiert die Genauigkeit der Normalkräfte (Standardwert mit 0,01 festgelegt) bei der die Bemessung nach Theorie II. Ordnung abgeschlossen ist. Bei einer Stabkennzahl $\varepsilon < 0,01$ wird die Bemessung nach Theorie I. Ordnung durchgeführt, da die Schnittkraftunterschiede vernachlässigbar klein sind.
- 5 Um die Berechnung starten zu können, wechseln Sie zuerst zur Steuerung durch Klicken auf die Registriertkarte *Steuerung und Ergebnisse*.



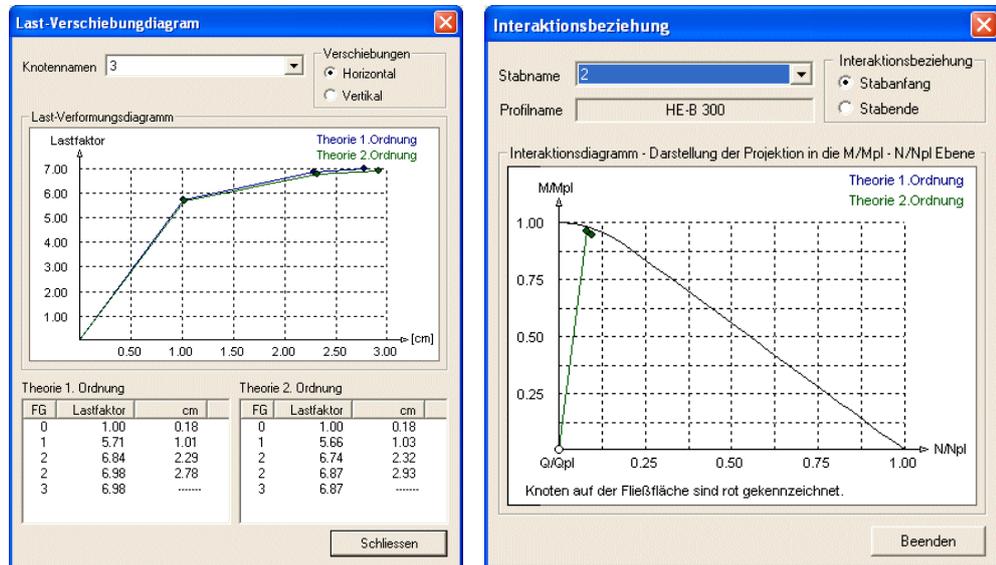
6 Im Bereich **Berechnungssteuerung** haben Sie die Möglichkeit in die Berechnung einzugreifen. Klicken Sie auf Start wird die Berechnung bis zur Traglast durchgeführt. Sie haben jedoch auch die Möglichkeit die Berechnung immer nur bis zum nächsten Fließgelenk durchführen zu lassen, wenn Sie das Kontrollkästchen *von Fließgelenk zu Fließgelenk* aktivieren. Die Schaltfläche *Nächstes Fließgelenk* wird aktiv und Sie können damit die Berechnung zum nächsten Fließgelenk starten. Sie können die Berechnung jederzeit mit der Schaltfläche *Abbruch* anhalten und mit der Schaltfläche *Fortsetzung* an der Stelle beginnen, wo Sie zuvor abgebrochen haben.

7 Nach erfolgter Berechnung können Sie die Ergebnisse in den weiteren Bereichen bzw. im Konstruktionsbereich ablesen.

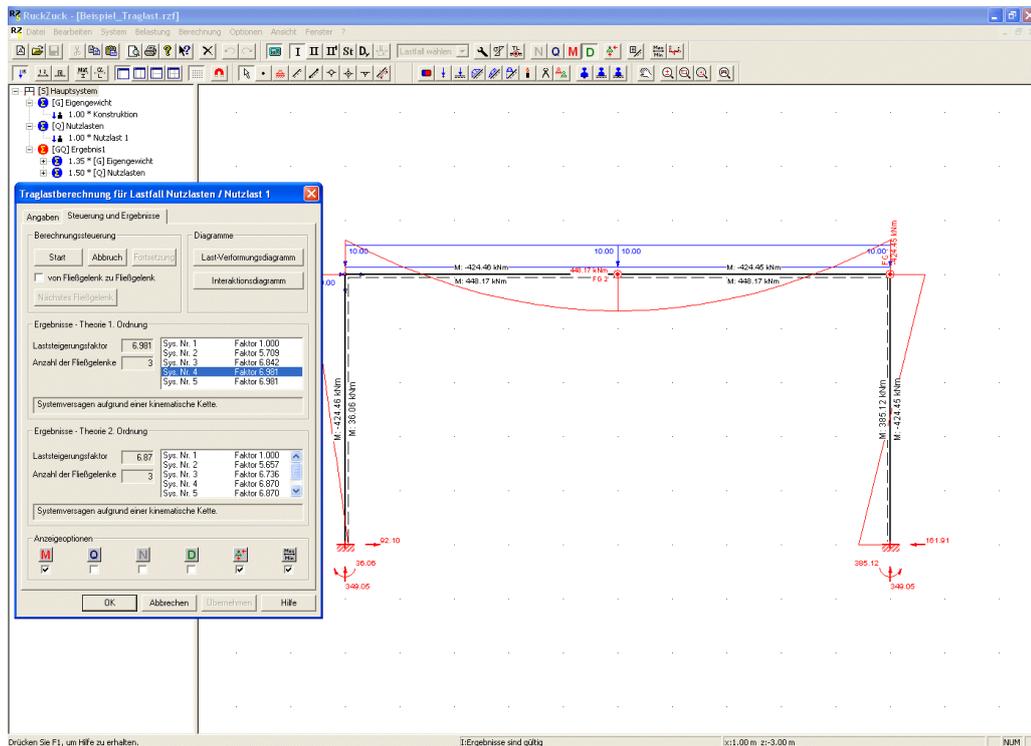


- Im Bereich **Ergebnisse – Theorie 1. Ordnung** werden im linken Teil der maximale Laststeigerungsfaktor und die Anzahl der Fließgelenke angezeigt. Im rechten Listenfeld werden die Ergebnisse der einzelnen Fließgelenkzustände im Konstruktionsbereich dargestellt. Darunter wird der Versagensgrund bzw. der Grund für einen Berechnungsabbruch angezeigt.
- Der Bereich **Ergebnisse – Theorie 2. Ordnung** enthält dieselben Informationen wie oben beschrieben nur mit den Resultaten nach Elastizitätstheorie II. Ordnung.
- Bei den **Anzeigeoptionen** können Sie einstellen welche Ergebnisse im Konstruktionsbereich dargestellt werden sollen. Deaktivieren bzw. Aktivieren Sie das entsprechende Kontrollkästchen, um die gewünschte Schnittkraft oder Verformung auszublenden bzw. wieder anzuzeigen.

- Mit den Schaltflächen *Last-Verformungsdiagramm* und *Interaktionsdiagramm* können Sie sich detaillierte Ergebnisse der Knoten bzw. Stabe anzeigen lassen. In der jeweiligen Listbox können Knoten bzw. Stab mit den gewünschten Informationen über Verschiebung und Interaktionsbeziehung am Stabanfang bzw. Stabende ausgewählt werden und das Diagramm wird sofort aktualisiert.



- Im Konstruktionsbereich werden die Fließgelenke rot dargestellt und mit der Nummer und dem Fließmoment beschriftet.



- 8 Klicken Sie auf die Schaltfläche OK, um die Berechnung zu beenden.

Importieren eines Systems aus einer Textdatei

RuckZuck bietet die Möglichkeit ein statisches System aus einer CSV oder Text Datei einzulesen. Das Format der Datei ist sehr einfach gehalten und muss wie folgt aufgebaut sein.

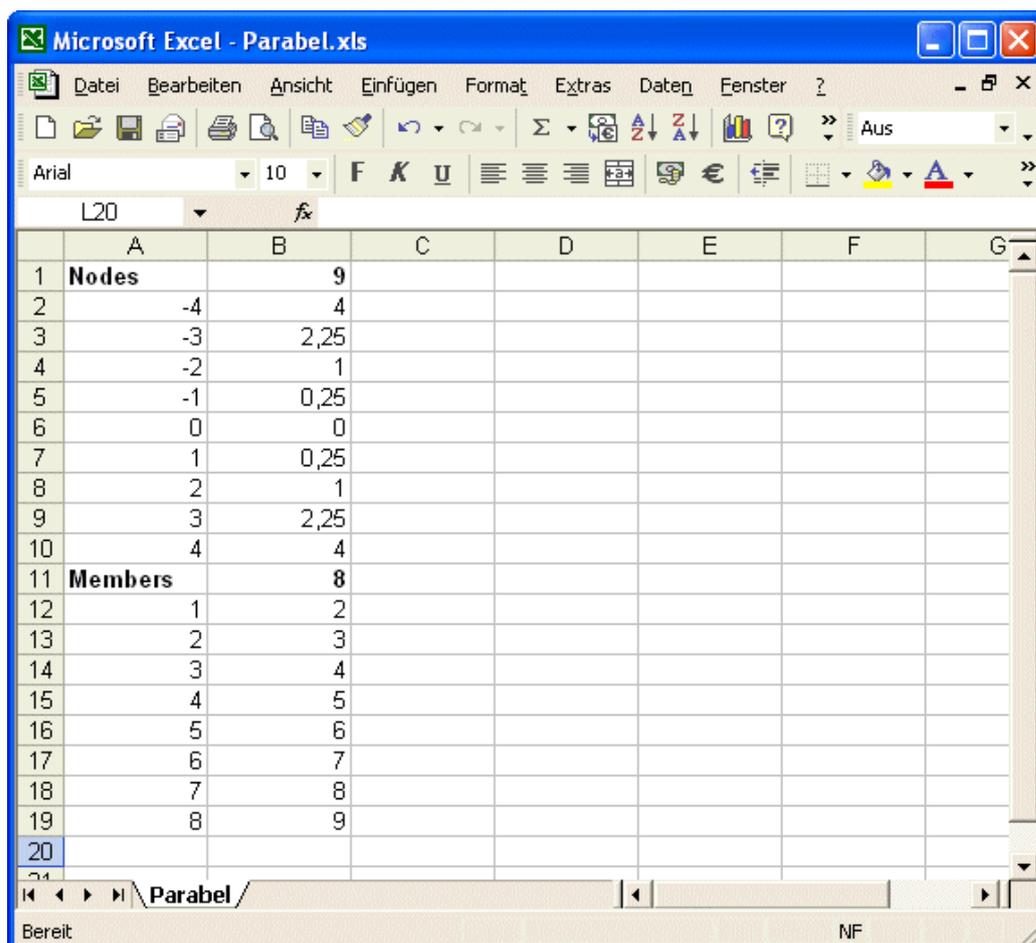
Mit Leerzeichen getrennt

```
Nodes 4
0 0
0 5,3
10 5,3
10 0
Members 3
1 2
2 3
3 4
```

Mit Strichpunkt getrennt

```
Nodes;4
0;0
0;5,3
10;5,3
10;0
Members;3
1;2
2;3
3;4
```

Die Datei muss mit der Zeile *Nodes* und der *Anzahl der Knoten* beginnen. Anschließend folgen pro Zeile die *X und Z Koordinaten der Knoten* mit einem Leerzeichen, Tabulator oder Strichpunkt(;) getrennt. Nach den Knotenkoordinaten folgt eine Zeile mit *Members* und der *Anzahl der Stäbe*. Die weiteren Zeilen definieren die Nummern *Start- und Endknoten* der Stäbe. Der Knotennummern werden fortlaufend nummeriert beginnend mit Nummer 1.



Sie können diese Datei auch mit Hilfe von Microsoft Excel erstellen, indem Sie in einer Tabelle mit den Knotenkoordinaten und den Stabzuordnungen erzeugen. Anschließend

speichern Sie diese Tabelle als „CSV (Trennzeichen getrennt)“ oder auch als „Text (Tabstopp getrennt)“ Datei ab.

Diese Tabelle erzeugt einen parabelförmigen Stabzug mit einem Stich von 4 Metern.

So importieren Sie eine Struktur aus einer Text bzw. CSV Datei

- 1 Wählen Sie den Menüpunkt DATEI | IMPORTIEREN | STRUKTUR AUS TEXTDATEI.
- 2 Im Dateiauswahlfenster selektieren Sie die wie oben beschriebene Textdatei und klicken Sie auf die Schaltfläche *Öffnen*.
- 3 Sie sind jetzt wieder im Konstruktionsbereich und ein maßstäbliches Symbol der importierten Struktur folgt ihrem Mauszeiger (Fadenkreuz). Sie können das System durch einen Klick mit der linken Maustaste auf einem beliebigen Punkt im Konstruktionsbereich platzieren. Danach besteht die Möglichkeit das System beliebig oft zu erzeugen. Beenden Sie den Vorgang indem Sie einmal mit der rechten Maustaste klicken.

Export für Bemessung im ConDim 4.x/5.x

Da in *RuckZuck 4.0* noch keine Betonbemessung integriert war, wurde ein Export der Schnittkräfte in das Betonbemessungsprogramm ConDim implementiert. Da der Leistungsumfang der Betonbemessung in ConDim höher ist als die integrierte Bemessung in *RuckZuck* ist es weiterhin möglich die Berechnungsergebnisse von *RuckZuck* zu exportieren. Um Daten eines Stabes nach ConDim zu exportieren, müssen die Materialeigenschaften für eine der folgenden Normen definiert sein:

Eurocode EC2, ÖNORM B4200, ÖNORM B4700, ÖNORM B4703 oder DIN 1045.

Wie Sie das richtige Material einstellen, lesen Sie bitte unter Stabmaterial und – querschnitt ändern auf Seite 38.

So exportieren Sie Daten in das Programm ConDim

- 1 Wählen Sie zuerst den Lastfall, die Lastfallgruppe oder Überlagerungsgruppe im Lastbaum, den bzw. die Sie exportieren möchten.
- 2 Wählen Sie den Menüpunkt DATEI – EXPORTIEREN – AKTUELLE LF/LF-GRP. NACH CONDIM 4.x/5.x .

3 Es erscheint das Dialogfenster *Datenexport zu ConDim 4.x/5.x*.

Name	Beton	Stahl	R _u	R _o	Bew	FIT/W	Querschnitt	L _{ky}	L _{kz}	Schnittkräfte	Sicherheit
1	B160	BSt550	0.05 m	0.05 m	nicht sym	Nein	Plattenbalken 100 / 20 / 25 ...	6.500 m	0 m	Min/Max/Werte	1.7
2	B160	BSt550	0.05 m	0.05 m	nicht sym	Nein	5.000 m	0 m	Min/Max/Werte	1.7	
3	B160	BSt550	0.05 m	0.05 m	nicht sym	Nein	Plattenbalken 100 / 20 / 25 ...	6.500 m	0 m	Min/Max/Werte	1.7

- 4 Geben Sie eine Projektbezeichnung ein und kontrollieren Sie die Projektdaten.
- 5 Unter Bauteil können Sie nun die Exportdaten manipulieren. Zunächst können Sie bestimmen, ob nur die selektierten Stäbe exportiert werden sollen. Diese Option gibt Ihnen die Möglichkeit, ganz gezielt Stäbe zur Bemessung auszuwählen. Bevor Sie den Menüpunkt wählen, müssen die Stäbe jedoch bereits selektiert sein (siehe Markieren von Stäben Seite 33).
- 6 Falls Sie die Einstellungen in der Bauteiltabelle für eine gesamte Spalte ändern möchten, aktivieren Sie zuvor das Kästchen nächste Änderung gilt für gesamte Spalte.
- 7 Wenn Sie im *RuckZuck* bei der Ermittlung der Schnittgrößen bereits die Lastsicherheitsfaktoren berücksichtigt haben, wählen Sie die Optionsschaltfläche Sicherheit = 1.0. Damit können Sie in einem Schritt alle Sicherheiten auf 1.0 umstellen.
- 8 Im Exportumfang können Sie immer kontrollieren, für wie viele Stäbe und welche Anzahl von Bemessungspositionen erzeugt wird.
- 9 Wenn alle Einstellungen gemacht wurden, klicken Sie auf Export.
- 10 Nun können Sie noch festlegen, welchen Namen der Exportfile haben soll und in welches Verzeichnis er gespeichert wird.
- 11 Sie müssen nun ConDim starten und diesen Textfile importieren (siehe Handbuch ConDim).

A

ANHANG

- Anhang 1 Hotline
- Anhang 2 Tastenkombination

Hotline

Für Fragen und Anregungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

MURSOFT Wörgötter, Kump OEG
z.H. Herrn DI Dr. Thomas Reichl

Grafenbergstraße 47c / 13
A-8051 Graz

Tel.: 0316 / 673 673 – 43

Fax.: 0316/ 673 673 – 45

E-Mail: office@ruckzuck.co.at

Internet: <http://www.ruckzuck.co.at>

Tastenkombinationen

Menübefehl	Symbol	Tastenkombination
DATEI – NEU		[STRG] + [N]
DATEI – ÖFFNEN		[STRG] + [O]
DATEI – SPEICHERN		[STRG] + [S]
DATEI – DRUCKOPTIONEN		[STRG] + [R]
DATEI – DRUCKEN		[STRG] + [P]
BEARBEITEN – RÜCKGÄNGIG		[STRG] + [Z]
BEARBEITEN – WIEDERHOLEN		[STRG] + [Y]
BEARBEITEN – AUSSCHNEIDEN		[STRG] + [X]
BEARBEITEN – KOPIEREN		[STRG] + [C]
BEARBEITEN – EINFÜGEN		[STRG] + [V]
SYSTEM – KNOTEN KOORDINATIV		[F3]
SYSTEM – SYSTEMINFO		[F12]
SYSTEM – SYSTEM GENERIEREN		[STRG] + [F12]
BELASTUNG – LASTFALLÜBERLAGERUNGS-GENERATOR		[STRG] + [F11]
ANSICHT – ZOOM – AUSSCHNITT VERGRÖßERN		[F8]
ANSICHT – ZOOM – VERKLEINERN		[F7]
ANSICHT – ZOOM – GESAMTES SYSTEM DARSTELLEN		[F6]

INDEX

A

Abminderungsfaktor	86
Auflager	47
Auflagerkräfte.....	92
Auflagerverschiebung.....	76

B

BDK	83
Belastung	
Lastenzug	101
Bemessung	
Holz	86
Bemessung	24
Nachweise.....	80
Normen	79
Stahl	83
Berechnung	
automatische	91
II.Ordnung	102
Beschriftung	46
Grafik.....	92
Biegedrillknicken	83
Biegeknicken.....	83
BK83	
btG.....	83
btS.....	83

D

Deformationsmethode.....	102
Dreieckslast	73
Drucken	26, 94
Drucker	
einrichten	95
Druckoptionen.....	95
Druckvorlage	95

E

Eigenwerte	105
Einflusslinien.....	102
Einzellast.....	71
Ergebnisse	
in Textform.....	93
Export	114

F

Flächenverhältnis	84
-------------------------	----

G

Gebrauchstauglichkeit.....	81
Gelenk.....	48
Gleichlast	73
Grundeinstellungen	39
Gurtblech.....	83

H

Halbgelenk.....	49
Holzbemessung	86
Hotline	117

K

Kennfaser.....	44
kinematische Methode.....	102
Knicklänge.....	82
Berechnung	104
Knicklängen	26
Knickspannungslinien	84
Knoten	43
beschriften	14
Beschriftung	47
einfügen	45
setzen.....	14, 44
verschieben	54
Konstruktionsbereich	31
Kopftext	99

L

Lastangriffspunkt	84
Lastenbaum	31, 62
Lastenzug.....	101
Lastfall	
hinzufügen.....	19, 64
löschen	20
Lastfallgruppe	61
bearbeiten.....	69
hinzufügen.....	63
Lastfallüberlagerung.....	17, 61, 65

Generator.....	18, 67	Polygon	46
Laststeigerung	104	teilen	15, 55
<hr/>		Stabilität	104
M		Stabpolygon.....	34
Markieren.....	34	Stabteilung	93
mehrfach.....	35	Stahlbemessung	83
Maßstab	39	Stegblech	83
Material		Steifigkeitsmatrix.....	102
Standard festlegen.....	39	Streckenlast	20, 73
Materialdatenbank.....	52	Sturm-Check	104
Mehrfachoperationen	34	SubSpace	106
Momentenbeiwert	85	Subspace-Methode	104
<hr/>		Symbolleisten	32
N		System	
Nachweise	83	verschieben.....	12
Normalspannungsnachweis	83	Systemgenerator	11, 56
<hr/>		Systemgröße.....	56
O		<hr/>	
ÖNORM B4100	86	T	
<hr/>		TAU	83
Q		Teilsicherheitsbeiwert	85
Querschnitt		Temperaturlast.....	74
Standard festlegen.....	39	Trapezlast	73
Querschnittsdatenbank.....	52	<hr/>	
<hr/>		U	
R		Überlagerungsgruppe.....	61, 66
Raster	40	Überlagerungsvorschrift.....	61, 63
Rückgängig	14, 36	ULS.....	19, 70
<hr/>		Ursprung.....	59
S		<hr/>	
Schnittkräfte.....	91	V	
Schubspannungsnachweis	83	Verformungen	92
Seitennummerierung	99	Vergleichsspannungsnachweis.....	83
Seitenränder.....	99	Verzweigungslasten.....	105
SIG	83	Verzweigungspunkt.....	107
SIGV	83	Vollgelenk.....	49
Skalierung.....	39	<hr/>	
SLS	19, 70, 83	W	
speichern.....	11	Wanderlasten	101
Stab		Was ist neu?	29
beschriften.....	14	Wiederherstellen.....	36
Beschriftung.....	47	<hr/>	
Eigenschaften.....	16, 50	Z	
einfügen	46	Zoom	36
markieren.....	35	Zwangseinbau	75