

**Fassung
November 2009**

Programm

RSTAB 7

Statik allgemeiner Stabwerke

Programm- Beschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der INGENIEUR-SOFTWARE DLUBAL GMBH ist es nicht gestattet, diese Programmbeschreibung oder Teile daraus auf jedwede Art zu vervielfältigen.

© Ingenieur-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49 (0) 9673 9203-0
Fax: +49 (0) 9673 9203-51
E-Mail: info@dlubal.com
Web: www.dlubal.de

Inhalt

	Inhalt	Seite		Inhalt	Seite
1.	Einleitung	7	3.7.1	Grafische Ergebnisse	45
1.1	Neu in RSTAB 7	7	3.7.2	Ergebnistabellen	47
1.2	Programmkapazitäten	8	3.8	Dokumentation	48
1.3	Firmenprofil	8	3.8.1	Ausdruckprotokoll anlegen	48
1.4	Das RSTAB Team	9	3.8.2	Ausdruckprotokoll aufbereiten	48
1.5	Zum Gebrauch des Handbuchs	10	3.8.3	Grafiken in Ausdruckprotokoll aufnehmen	50
2.	Installation	11	3.9	Ausblick	54
2.1	Systemanforderungen	11	4.	Benutzeroberfläche	55
2.2	Installationsvorgang	11	4.1	Überblick	55
2.2.1	Installation von der DVD	12	4.2	Verwendete Begriffe	56
2.2.2	Installation im Netzwerk	12	4.3	Spezielle Begriffe in RSTAB	60
2.2.3	Installation von Updates und neuen Modulen	12	4.4	Benutzeroberfläche von RSTAB	61
2.2.4	Parallelinstallationen von RSTAB	13	4.4.1	Menüleiste	61
3.	Einführungsbeispiel	14	4.4.2	Symbolleisten	61
3.1	System und Belastung	14	4.4.3	Navigator	63
3.2	RSTAB starten und Position anlegen	16	4.4.4	Tabellen	65
3.3	Eingabe der Strukturdaten	17	4.4.5	Statusleiste	66
3.3.1	Arbeitsfenster und Raster einstellen	17	4.4.6	Steuerpanel	68
3.3.2	Stäbe definieren	17	4.4.7	Standardschaltflächen	72
3.3.2.1	Eingabe der Stützen	18	4.4.8	Tastaturfunktionen	73
3.3.2.2	Eingabe der Riegel	22	4.4.9	Mausfunktionen	74
3.3.2.3	Definition von Stabsätzen	25	5.	Strukturdaten	75
3.3.3	Knotenlager setzen	26	5.1	Knoten	77
3.3.4	Nummerierung ändern	27	5.2	Material	81
3.3.5	Eingabe kontrollieren	27	5.3	Querschnitte	86
3.4	Eingabe der Belastungsdaten	28	5.4	Stabendgelenke	94
3.4.1	Lastfall 1: Eigengewicht	28	5.5	Stabexzentrizitäten	103
3.4.2	Lastfall 2: Schnee	30	5.6	Stabteilungen	106
3.4.3	Lastfall 3: Wind von links	32	5.7	Stäbe	107
3.4.4	Lastfall 4: Imperfektion	34	5.8	Knotenlager	115
3.5	Kombination der Einwirkungen	37	5.9	Stabbettungen	123
3.5.1	Lastfallgruppen definieren	37	5.10	Stabnichtlinearitäten	125
3.5.2	Lastfallkombinationen definieren	40	5.11	Stabsätze	131
3.6	Berechnung	43	6.	Lastfälle und Kombination	134
3.6.1	Plausibilitätskontrolle durchführen	43	6.1	Lastfälle	134
3.6.2	Struktur berechnen	44	6.2	Lastfallgruppen	140
3.7	Ergebnisse	45	6.3	Lastfallkombinationen	145

Inhalt

	Inhalt	Seite		Inhalt	Seite
6.4	Superkombinationen	150	10.1.1	Ausdruckprotokoll anlegen oder öffnen	216
7.	Belastungen	154	10.1.2	Im Ausdruckprotokoll arbeiten	218
7.1	Knotenlasten	156	10.1.3	Inhalt des Ausdruckprotokolls festlegen	220
7.2	Stablasten	158	10.1.3.1	Selektion der Strukturdaten	221
7.3	Knoten-Zwangsverformungen	166	10.1.3.2	Selektion der Belastungsdaten	222
7.4	Imperfektionen	167	10.1.3.3	Selektion der Ergebnisse	223
7.5	Generierte Lasten	172	10.1.3.4	Selektion der Zusatzmodul-Daten	226
8.	Berechnung	173	10.1.4	Druckkopf anpassen	227
8.1	Kontrolle der Eingabedaten	173	10.1.5	RSTAB-Grafiken einfügen	229
8.1.1	Plausibilitätskontrolle	173	10.1.6	Grafiken und Texte einfügen	231
8.1.2	Modellkontrolle	174	10.1.6.1	Grafiken einfügen	231
8.1.3	Struktur regenerieren	176	10.1.6.2	Texte einfügen	231
8.1.4	Unbenutzte Lasten löschen	176	10.1.6.3	Texte aus Text-Dateien einfügen	232
8.2	Berechnungsparameter	177	10.1.6.4	Texte aus RTF-Dateien einfügen	232
8.2.1	Lastfälle	177	10.1.7	Ausdruckprotokoll-Muster	233
8.2.2	Lastfallgruppen	179	10.1.7.1	Muster neu anlegen	233
8.2.3	Lastfallkombinationen	181	10.1.7.2	Muster anwenden	235
8.2.4	Optionen	182	10.1.7.3	Muster verwalten	235
8.3	Starten der Berechnung	185	10.1.8	Layout anpassen	236
9.	Ergebnisse	187	10.1.9	Deckblatt erzeugen	236
9.0	Zusammenfassung	187	10.1.10	Ausdruckprotokoll drucken	237
9.1	Stäbe - Schnittgrößen	188	10.1.11	Ausdruckprotokoll exportieren	238
9.2	Stabsätze - Schnittgrößen	191	10.1.12	Sprache einstellen	239
9.3	Querschnitte - Schnittgrößen	192	10.2	Direkter Grafikausdruck	242
9.4	Knoten - Lagerkräfte	193	10.2.1	Register <i>Basis</i>	242
9.5	Stäbe - Kontaktkräfte	196	10.2.2	Register <i>Optionen</i>	245
9.6	Knoten - Verformungen	197	10.2.3	Register <i>Farbskala</i>	247
9.7	Stäbe - Verformungen	199	11.	Programmfunktionen	248
9.8	Ergebnisauswertung	201	11.1	Objekte bearbeiten	248
9.8.1	Vorhandene Ergebnisse	201	11.1.1	Grafische Selektion	248
9.8.2	Ergebnisauswahl	202	11.1.2	Spezielle Selektion	249
9.8.3	Ergebnisdarstellung	203	11.1.3	Verschieben und Kopieren	251
9.8.4	Ergebnisverläufe	204	11.1.4	Rotieren	254
9.8.5	Mehrfensterdarstellung	208	11.1.5	Spiegeln	255
9.8.6	Ergebnisse filtern	208	11.1.6	Projizieren	256
9.8.7	Animation der Verformungen	215	11.1.7	Strecken	257
10.	Ausdruck	216	11.1.8	Abschrägen	259
10.1	Ausdruckprotokoll	216	11.2	CAD-Funktionen	260

Inhalt

	Inhalt	Seite		Inhalt	Seite
11.2.1	Arbeitsebenen	260	11.6.6	Standpunkt und Sichtwinkel	338
11.2.2	Raster	262	12.	Dateiverwaltung	340
11.2.3	Objektfang	263	12.1	Projektmanager	340
11.2.4	Koordinatensysteme	267	12.1.1	Projekt neu anlegen	342
11.2.5	Stab teilen	269	12.1.2	Vorhandenen Dateiordner verknüpfen	343
11.2.6	Stäbe verbinden	271	12.1.3	Dateiordner trennen	343
11.2.7	Stäbe verschmelzen	272	12.1.4	Projekt löschen	344
11.2.8	Stab verlängern	273	12.1.5	Projekt kopieren	345
11.2.9	Stab anschließen	273	12.1.6	Projektbezeichnung ändern	346
11.2.10	Stab parallel versetzen	274	12.1.7	Position öffnen	346
11.2.11	Stab extrudieren in Gitter	275	12.1.8	Position kopieren oder verschieben	347
11.2.12	Bemaßungen	276	12.1.9	Position umbenennen	348
11.2.13	Kommentare	277	12.1.10	Position löschen	348
11.2.14	Hilfslinien	279	12.1.11	Historie verfolgen	349
11.2.15	DXF-Folien	282	12.1.12	Daten archivieren	349
11.2.16	Nummerierung ändern	285	12.1.13	Daten dearchivieren	350
11.3	Funktionen für die Tabelleneingabe	287	12.1.14	Detaileinstellungen	351
11.3.1	Bearbeitungsfunktionen	287	12.2	Anlegen einer neuen Position	352
11.3.2	Selektionsfunktionen	290	12.3	Verwaltung im Netzwerk	355
11.3.3	Ansichtsfunktionen	293	12.4	Blockmanager	356
11.3.4	Tabelleneinstellungen	295	12.4.1	Block erzeugen	357
11.3.5	Filterfunktionen	295	12.4.2	Block importieren	358
11.3.6	Tabellen importieren und exportieren	297	12.4.3	Block löschen	359
11.4	Parametrisierte Eingabe	299	12.5	Schnittstellen	360
11.4.1	Konzept	299	12.5.1	Dlubal-Programme	361
11.4.2	Parameterliste	299	12.5.1.1	RSTAB 5.xx - Format *.rst	361
11.4.3	Formeleditor	302	12.5.1.2	RSTAB 4.xx - Format *.000	363
11.4.4	Formeln in Tabellen und Dialogen	305	12.5.2	Externe Programme	364
11.5	Struktur- und Belastungsgenerierer	306	12.5.2.1	DSTV-Format *.stp	364
11.5.1	Strukturgenerierer	306	12.5.2.2	ASCII-Format *.dxf	365
11.5.2	Belastungsgenerierer	318	12.5.2.3	MS Excel-Format *.xls	366
11.6	Allgemeine Funktionen	332	12.5.2.4	OpenOffice-Format *.ods	368
11.6.1	Anzeigeeigenschaften	332	12.5.2.5	SDNF-Format *.dat	368
11.6.2	Einheiten und Dezimalstellen	334	12.5.2.6	IFC-Format *.ifc	368
11.6.3	Kommentare	335	A	Index	369
11.6.4	Messfunktion	337			
11.6.5	Suchfunktion	338			

1. Einleitung

1.1 Neu in RSTAB 7

RSTAB hat sich im Laufe der Jahre den Ruf eines äußerst leistungsfähigen und benutzerfreundlichen Programms erworben. Nach der Umstellung des DOS-Programms vor über zehn Jahren konnte sich RSTAB als Maßstab für Stabwerksprogramme etablieren.

Neue Erfordernisse und nicht zuletzt der rege Kontakt mit unseren Anwendern haben das Nachfolgeprodukt RSTAB 7 reifen lassen. Das Upgrade bietet einige nützliche Ergänzungen und Möglichkeiten. An dieser Stelle möchten wir uns für Ihre wertvollen Anregungen aus der Praxis bedanken.

Einige interessante Neuerungen in RSTAB 7 sind:

- Import von Blöcken einschließlich Belastung, Lagerung, Bemaßung und Gelenke
- Drehwinkel unsymmetrischer Profile für Belastungseingabe und Ergebnisauswertung
- Auflagerdrehung über grafische Wahl von Anschlussstäben
- Erweiterte Bemaßungsfunktionen
- Querschnittsbibliothek mit neuen Profilreihen und Knickspannungslinien gemäß Eurocode
- Schwerpunkttermittlung für selektierbare Objekte
- Selektionsfunktion in beliebigen Ebenen
- Anzeige der Zugseite von Stäben
- Kennzeichnung nicht verwendeter Materialien und Querschnitte
- Benutzerdefinierte Textanordnung bei Stäben
- Gezielte Anzeige von Hilfsobjekten
- Kontrollierbare Steuerung von Drag & Drop
- Automatische Vorbelegung von Ausschnitten mit Stabtypen, Querschnitten etc.
- Projektübergreifende Speicherung der Navigatoreinstellungen
- Wind- und Schneelastgenerierer mit Nationalem Anhang für Slowakei
- Korrekturfaktor für einzelnen Stäbe bei Lastgenerierung
- Stablasten für Schrumpfen und Trocknungsschwinden
- Veränderliche Lastverläufe über Stab- und Stabzuglängen
- Datenimport und -export mit OpenOffice.org Calc
- Ausdruckprotokoll mit ungarischer und portugiesischer Sprache
- Wahlmöglichkeit von Stilen für Programmoberfläche
- Möglichkeit von Zusatzmodul-Favoriten im Navigator
- Netzwerkfähiger Projektmanager
- Unterstützung von 3D-Mäusen

Auf www.dlubal.de finden Sie ergänzende Beschreibungen zu allen neuen Features.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit RSTAB 7.

Ihr Team von ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH

1.2 Programmkapazitäten

Die folgenden Begrenzungen stellen die oberen Schranken in der Datenstruktur von RSTAB dar. Bitte beachten Sie, dass die Grenzen für ein effektives Arbeiten mit RSTAB deutlich niedriger liegen und nicht zuletzt von der Hardware abhängen.

Strukturdaten

99 999 Objekte jeder Kategorie (Knoten, Stäbe, Querschnitte etc.)

Belastungsdaten

99 999 Objekte jeder Lastart pro Lastfall

Lastfälle und Kombinationen

Lastfälle	9 999
Lastfallgruppen	9 999
Lastfallkombinationen	9 999
Superkombinationen	9 999

Tabelle 1.1: Programmgrenzen RSTAB

1.3 Firmenprofil

Die 1987 gegründete ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH beschäftigt sich mit der Entwicklung von benutzerfreundlichen und leistungsfähigen Programmen für Statik, Dynamik und Bemessung. 1990 siedelte sie sich an ihrem heutigen Standort im ostbayerischen Raum an, genau gesagt in Tiefenbach im Oberpfälzer Landkreis Cham.

Der ungebrochene Spaß aller Beteiligten an der Entwicklung und Umsetzung immer neuer Ideen spiegelt sich ebenso deutlich in den Programmen wider wie das Firmencredo, das knapp umrissen „Benutzerfreundlichkeit“ lautet. Diese beiden Punkte bilden zusammen mit der fachlichen Kompetenz das Fundament für den in den Jahren gewachsenen Erfolg der ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH.

Die Software ist so konzipiert, dass der Anwender mit Computergrundkenntnissen selbstständig in kürzester Zeit den Umgang mit den leicht erlernbaren Programmen beherrscht. So kann die Firma heute mit einigem Stolz mehr als 6800 Ingenieurbüros, Baufirmen aus unterschiedlichen Sparten und Hochschulen europaweit zu ihren zufriedenen Kunden zählen. Damit das so bleibt, sorgen inzwischen etwa 100 interne und externe Mitarbeiter für die kontinuierliche Verbesserung und Neuentwicklung der DLUBAL-Programme. Für die alltäglichen Fragen und Probleme steht dem Kunden zudem eine qualifizierte Fax- und E-Mail-Hotline zur Verfügung, die schnell und unkompliziert weiterhilft.

Das ausgezeichnete Preis-Leistungs-Verhältnis der Software in Kombination mit dem Service, den die ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH bietet, macht die DLUBAL-Programme zu einem unverzichtbaren Werkzeug für jeden, der in den Bereichen Statik, Dynamik und Bemessung zu tun hat.

1.4 Das RSTAB Team

An der Entwicklung von RSTAB 7 waren beteiligt:

Programmkoordinierung

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Pavel Bartoš
Ing. Pavol Červeňák

Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem
Ing. Evžen Haluzík
Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler

Programmierung

Dr.-Ing. Jaroslav Lain
RNDr. Miroslav Šejna, CSc
Ing. Radek Brettschneider
Jan Brnušák
Ing. Martin Budáč
Ing. Michal Búzík
Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Jan Fenár
Ing. Pavel Gunia
Ing. František Kafka
Ing. Zdeněk Kosáček
Petr Lamberský
Ing. Michal Liška
Ing. Jan Milěř
Ing. Daniel Molnár
Mgr. Ján Nad'

Ing. Petr Novák
Ing. Jan Otradovec
Mgr. Petr Oulehle
Mgr. Jiří Patrák
Mgr. Petr Pitka
Bc. Ondřej Planý
Ing. Jan Rybín, Ph.D.
David Schweiner
Ing. Roman Svoboda
RNDr. Stanislav Škovran
Dis. Jiří Šmerák
Ing. Jan Štalmach
Lukáš Tůma
Jan Vachulka
RNDr. Miroslav Valeček
Michal Zelenka

Programmdesign, Dialogbilder und Icons

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Pavol Červeňák
MgA. Robert Kolouch

Zdeněk Ballák
Ing. Jan Milěř

Blöcke

Tommy Brtek
Ing. Dmitry Bystrov

Ing. Evžen Haluzík
Tomáš Németh

Programmkontrolle

Jakub Falc
Ing. Tomáš Ferencz
Bc. Jakub Harazín
Kamila Horová
Karel Kolář
Ing. František Knobloch
Ing. Zuzana Lašová
Jozef Krčmárik
Stanislav Krytinář

Lukáš Macalík
Ing. Pavel Marek
Petr Mareš
Ctirad Martinec
Ing. Robert Michalovič
Ing. Václav Rek
Ing. Michala Sobotková
Ing. Martin Vasek

Handbuch, Hilfesystem und Übersetzungen

Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl
Ing. Dmitry Bystrov
Jan Jeřábek
Ing. Ladislav Kábrt

Msc. Michaela Kryšková
Ing. Petr Míchal
Dipl.-Ü. Gundel Pietzcker
Mgr. Petra Pokorná

Technische Unterstützung und Endkontrolle

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Entenmann
Dipl.-Ing. Frank Faulstich
Dipl.-Ing. (FH) René Flori
Dipl.-Ing. (FH) Peter Konrad
Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn
Dipl.-Ing. (FH) Alexandra Lazar
M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Frank Lobisch

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Meierhofer
Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier
M. Eng. Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler
M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag
Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

1.5 Zum Gebrauch des Handbuchs

Viele Wege führen zum Ziel – dieser Grundsatz gilt auch für die Arbeit mit RSTAB, denn Grafik, Tabellen und Daten-Navigator stehen gleichberechtigt nebeneinander. Um dem Charakter eines Nachschlagewerkes zu entsprechen, orientiert sich das Handbuch an der Reihenfolge und am Aufbau der Struktur-, Belastungs- und Ergebnistabellen. In den Kapiteln werden die einzelnen Tabellen Spalte für Spalte beschrieben. Dabei wird auf die Beschreibung allgemeiner Windows-Funktionen zugunsten praxisrelevanter Hinweise verzichtet.

Falls Sie neu in das Programm einsteigen, sollten Sie das im Kapitel 3 vorgestellte Einführungsbeispiel Schritt für Schritt selbst eingeben. Damit werden Sie am schnellsten mit den wichtigsten Funktionen von RSTAB vertraut.

Im Handbuchtext sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Details]. Gleichzeitig sind sie am linken Rand abgebildet. Zudem werden im Fließtext verwendete **Begriffe** der Dialoge, Tabellen und Menüs durch *Kursivschrift* hervorgehoben, um das Nachvollziehen der Erläuterungen zu erleichtern.

Das Stichwortverzeichnis am Ende dieses Handbuchs ermöglicht das schnelle Auffinden bestimmter Begriffe. Sollten Sie trotzdem nicht fündig werden, so steht Ihnen auf unserer Website unter www.dlubal.de eine Suchfunktion zur Verfügung, mit der Sie in der umfangreichen Liste aller *Fragen und Antworten* nach bestimmten Kriterien filtern können.

2. Installation

2.1 Systemanforderungen

Folgende Systemvoraussetzungen sollten für die Nutzung von RSTAB erfüllt sein:

- Betriebssystem Windows XP / Vista / 7
- X86-Prozessor mit 2 GHz
- 2 GB RAM
- DVD-ROM- und 3,5-Zoll-Diskettenlaufwerk für die Installation, alternativ ist auch eine Installation über das Netzwerk möglich
- 10 GByte Gesamtfestplattenkapazität, davon ca. 500 MByte für die Installation
- Grafikkarte mit OpenGL-Beschleunigung und einer Auflösung von 1024 x 768 Pixel, wobei von Onboard-Lösungen und Shared-Memory-Technologien abgeraten wird



RSTAB 7 wird nicht von Windows 95/98/Me/NT/2000, Linux oder Mac OS unterstützt.

Mit Ausnahme des Betriebssystems sprechen wir bewusst keine Produktempfehlungen aus, da RSTAB und die Zusatzmodule grundsätzlich auf allen Systemen laufen, die die genannten Leistungsanforderungen erfüllen. Soll RSTAB sehr rechenintensiv genutzt werden, gilt natürlich das Prinzip „je mehr, desto besser“.

Wenn große Systeme bearbeitet werden, fallen umfangreiche Datenmengen an. Sobald der Hauptspeicher nicht mehr ausreicht, die Daten aufzunehmen, werden sie auf die Festplatte ausgelagert. Dies bremst den Rechner erheblich. Die Berechnung wird daher durch die Ausrüstung des Hauptspeichers meist mehr beschleunigt als durch einen schnelleren Prozessor.

Von SMP-Systemen profitiert RSTAB nur wenig. SMT-, HT- und Mehrkernprozessoren beschleunigen die Arbeit mit RSTAB kaum. RSTAB als 32-Bit-Programm nutzt keine 64-Bit-Erweiterungen wie EM64T oder AMD64.

2.2 Installationsvorgang

Die Programmfamilie **RSTAB** wird auf DVD geliefert. Auf dieser DVD befindet sich nicht nur das Hauptprogramm RSTAB, sondern auch sämtliche zur Programmfamilie RSTAB gehörenden Zusatzmodule wie beispielsweise **STAHL**, **DYNAM** und so weiter. Es sind somit alle Module auf der DVD enthalten, die mit RSTAB zu tun haben.

Zur uneingeschränkten Lauffähigkeit des Programms als Vollversion sind ein entsprechender Dongle (Hardlock) und eine Autorisierungsdatei erforderlich. In dieser Autorisierungsdatei sind die codierten Informationen ganz speziell und nur für Ihre Zulassung(en) enthalten. Der Dongle ist ein Stecker, der an einem USB-Anschluss bzw. der LPT-Schnittstelle Ihres Computers angebracht wird.

Man benötigt für jeden Arbeitsplatz die Autorisierungsdatei. Auf dem Aufkleber der Autorisierungsdiskette befindet sich ein Vermerk, zu welchem Dongle bzw. welchen Dongles (bei Mehrfachlizenzen) diese Diskette gehört. Die Autorisierungsdatei kann beliebig oft kopiert werden. Sollte jedoch der Inhalt in irgendeiner Weise geändert werden, so wird sie zur Autorisierung unbrauchbar. Erhalten Sie später einmal eine RSTAB-DVD als Update, kann in der Regel die bestehende Autorisierungsdatei wieder verwendet werden. Wenn jedoch zusätzliche Programm-Module erworben wurden, erhalten Sie eine neue Autorisierungsdatei. Die alte darf dann nicht mehr verwendet werden.

Ehe Sie RSTAB installieren, schließen Sie bitte die im Hintergrund geöffneten Anwendungen. Installieren Sie dann das Programm gemäß den Installationshinweisen auf der DVD-Hülle.



Nach der Installation bringen Sie den mitgelieferten USB-Dongle an einer beliebigen USB-Schnittstelle bzw. den LPT-Dongle an der Druckerschnittstelle des lokalen Computers an.

Beachten Sie bitte, dass Sie für die Installation als Administrator angemeldet sein müssen bzw. Administratorrechte besitzen. Für die spätere Arbeit mit RSTAB sind dann Benutzerrechte ausreichend.

2.2.1 Installation von der DVD

Lesen Sie zunächst die Informationen auf der Hülle der RSTAB-DVD. Dort finden Sie auf der Rückseite eine komplette Installationsanweisung.

- Legen Sie die RSTAB-DVD in Ihr DVD-ROM-Laufwerk.
- Die Installationsroutine startet automatisch.
- Klicken Sie im Eröffnungsbildschirm [RSTAB installieren].
- Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Assistenten.

Wenn die Installation nicht selbstständig startet, ist bei Ihrem DVD-ROM-Laufwerk vermutlich die Autoplay-Funktion deaktiviert. Doppelklicken Sie in diesem Fall zuerst mit der linken Maustaste das Icon [Arbeitsplatz] auf dem Desktop und dann im Arbeitsplatz-Ordner das Symbol Ihres DVD-ROM-Laufwerkes mit dem RSTAB-Logo. Im sich öffnenden DVD-ROM-Ordner doppelklicken Sie danach die Datei [setup.exe].

Auf der DVD befindet sich auch das komplette Handbuch als PDF-Dokument. Sie benötigen hierfür den Acrobat Reader. Falls dieser auf Ihrem System noch nicht installiert ist, können Sie die Installation mit der Schaltfläche [Acrobat-Reader installieren] starten. Durch einen Klick auf die Schaltfläche [RSTAB-Handbuch] wird das Handbuch im Acrobat Reader geöffnet und kann hier angesehen und gedruckt werden.

Zur Erleichterung des Einstiegs stehen auf der DVD auch einige Videos zur Verfügung. Zum Abspielen muss z. B. der Windows Media Player oder der Real Player installiert sein.

Die Schaltfläche [Software-Informationen] öffnet ein PDF-Dokument mit den neuesten Informationen zu den Programmen der ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH.

2.2.2 Installation im Netzwerk

Die Installation kann auch von einem beliebigen Laufwerk Ihres Computers oder eines Netzwerkrechners aus gestartet werden. Kopieren Sie dazu den Inhalt der DVD und eventuell auch die Autorisierungsdatei der Diskette einfach in einen beliebigen Ordner. Starten Sie dann vom Zielrechner aus die ausführbare Datei [setup.exe]. Im weiteren Ablauf werden Sie keinen Unterschied zur Installation von der DVD feststellen.

2.2.3 Installation von Updates und neuen Modulen

Wie bereits erwähnt, befindet sich auf der DVD das komplette Programmpaket einschließlich aller Zusatzmodule. Beim Kauf eines Zusatzmoduls erhält man nicht unbedingt eine neue DVD, auf jeden Fall aber eine neue Autorisierungsdatei. Die Installation muss ab sofort immer mit dieser neuen Autorisierungsdatei durchgeführt werden.

Besonders wenn Sie später im Zuge einer Servicelieferung eine neue RSTAB-DVD installieren, müssen Sie darauf achten, die aktuelle Autorisierungsdatei zu verwenden.



Falls Sie mit benutzerdefinierten Druckköpfen arbeiten, sollten Sie diese vor der Installation eines Updates sichern. Diese Druckköpfe werden in der Datei **DlubalProtocolConfig.cfg** im allgemeinen Stammdatenordner (üblicherweise *C:\Dokumente und Einstellungen\All Users\Anwendungsdaten\Dlubal\Stammdat*) abgelegt. Obwohl diese Datei bei der Installation nicht überschrieben wird, kann es ratsam sein, vorher eine Sicherungsdatei anzulegen.

Verwenden Sie Musterprotokolle, so sollten Sie vor der Installation eines Updates die Datei **RstabProtocolConfig.cfg** sichern. Diese befindet sich im Stammdatenordner von RSTAB 7 (üblicherweise *C:\Dokumente und Einstellungen\All Users\Anwendungsdaten\Dlubal\RSTAB7\Stammdat*).

Die im Projektmanager verknüpften Projekte werden in der ASCII-Datei **PRO.DLP** verwaltet, die sich im Ordner **..\Dlubal\ProMan** befindet. Wenn man RSTAB 7 vor einer Neuinstallation komplett deinstallieren möchte, sollte auch diese Datei vorher gesichert werden.

2.2.4 Parallelinstallationen von RSTAB

Die Dlubal-Anwendungen RSTAB 7 und RSTAB 6 (sowie auch RSTAB 5) können parallel auf dem Rechner betrieben werden, da die Programmdateien in unterschiedlichen Ordnern liegen. Die Standardverzeichnisse sind für

- RSTAB 6: C:\Programme\Dlubal\RSTAB6,
- RSTAB 7: C:\Programme\Dlubal\RSTAB7.

Alle mit der Vorgängerversion RSTAB 6 erstellten Positionen können in RSTAB 7 geöffnet und weiterbearbeitet werden. Die Positionsdateien sind aufwärts- und in eingeschränkter Weise auch abwärtskompatibel. Strukturen, die mit RSTAB 7 erstellt werden, können in RSTAB 6 geöffnet werden. Es sind allerdings Kompatibilitätsprobleme bei Stäben mit un-symmetrischen Querschnitten nicht auszuschließen.

Damit die bestehenden Positionen beim Speichern in RSTAB 7 nicht überschrieben werden, nutzen beide RSTAB-Programme eine unterschiedliche Dateierdung: RSTAB 6 speichert die Positionsdateien im Format ***.rs6** ab, RSTAB 7 im Format ***.rs7**.

Der zentrale Projektmanager (siehe Kapitel 12.1, Seite 340) verwaltet alle Strukturen, die mit den Programmen RSTAB 6 und RSTAB 7 angelegt werden. Im Kapitel 12.5.1.1 auf Seite 361 finden Sie Hinweise, wie Sie alte Projekte aus RSTAB 5 in die Verwaltung des aktuellen Projektmanagers aufnehmen können.

3. Einführungsbeispiel

In diesem Kapitel lernen Sie an einem einfachen Beispiel die wichtigsten Funktionen von RSTAB kennen. Da es auch in RSTAB mehrere Wege gibt, die zum Ziel führen, kann je nach Situation und Vorliebe des Anwenders einmal der eine und einmal der andere Weg sinnvoll sein. Das Beispiel soll Sie anregen, selbstständig die Möglichkeiten von RSTAB zu erkunden.

Als Beispiel eignet sich ein ebener Zweigelenkrahmen. Dieser wird für die Lastfälle *Eigengewicht*, *Schnee*, *Wind von links* und *Imperfektionen* nach Theorie II. Ordnung berechnet.

Die Datei **Demo-6.rs7** mit den Daten dieses Beispiels finden Sie auch im DEMO-Projekt, das während der Installation automatisch angelegt wird. Für die ersten Schritte mit RSTAB möchten wir Ihnen aber empfehlen, das Beispiel eigenhändig einzugeben.

3.1 System und Belastung

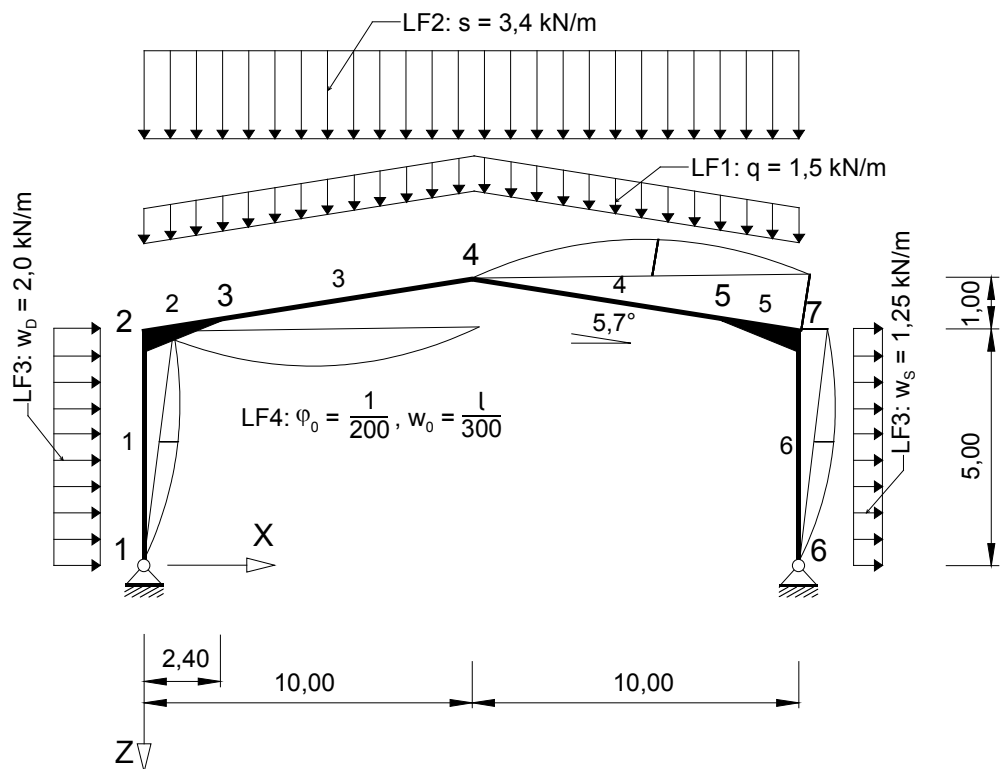


Bild 3.1: System und Belastung

Material und Profile

Als Material soll handelsüblicher **Stahl S 235** verwendet werden.

Für die Querschnitte sind Walzprofile der Reihe **IPE** vorgesehen.

Ermittlung der Belastung

Lastfall 1: Eigengewicht

Die Last ergibt sich aus dem Eigengewicht der Struktur (Profile) sowie dem Dachaufbau des Gebäudes. Wir nehmen an, dass das Eigengewicht des Dachaufbaus 30 kg/m^2 beträgt. Bei einem Rahmenabstand von beiderseits 5 m ergibt dies:

$$q = 0.30 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 1.5 \text{ kN/m}$$

Die Bezugslänge der Last ist hier die wahre Stablänge mit Lastrichtung Z. Das Eigengewicht der Struktur braucht nicht mit angesetzt werden, da RSTAB dieses anhand der verwendeten Profile selbst ermitteln kann. Es wird davon ausgegangen, dass eventuelle Wandlasten nicht über die Stützen abgetragen werden.

Lastfall 2: Schnee

Wir nehmen an, dass das Bauvorhaben in der Zone 2 liegt, deren charakteristischer Wert mit 0.85 kN/m^2 anzusetzen ist. Mit dem Formbeiwert ergibt sich die Schneelast zu:

$$s = 0.8 * 0.85 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 3.4 \text{ kN/m}$$

Die Schneelast wird auf die projizierte Länge mit Lastrichtung Z angesetzt.

Lastfall 3: Wind von links

Die Windlast des Bauwerks in der Windzone 1 errechnet sich auf der Druckseite zu:

$$w_D = 0.8 * 0.5 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 2.0 \text{ kN/m}$$

Auf der Sogseite ergibt sich:

$$w_S = 0.5 * 0.5 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 1.25 \text{ kN/m}$$

Die Windlast wird im Beispiel vereinfachend nur auf die beiden Stützen angesetzt.

Lastfall 4: Imperfektionen

Der Ansatz von Imperfektionen nach DIN 18 800 ermöglicht im Stahlbau gleichzeitig mit dem normalen Spannungsnachweis bei Berechnung nach Theorie II. Ordnung den Nachweis für Ausknicken in Rahmenebene. Die Imperfektionen werden in einem separaten Lastfall verwaltet, weil man dadurch bei der Bildung von Lastfallgruppen den Imperfektionen gesondert Teilsicherheitsbeiwerte zuweisen kann.

Geplant ist die Verwendung von IPE-Profilen. Diese unterliegen für Ausweichen rechtwinklig zur starken Achse der Knickspannungslinie a nach Tabelle 5, Zeile 3, DIN 18 800 Teil 2. Es wird vereinfachend angesetzt:

$$\text{Schiefstellung } \varphi_0 = 1/200$$

$$\text{Vorkrümmung } w_0 = l/300$$

Genauere Werte lassen sich nach DIN 18 800 Teil 2, Element (201) bis (207) ermitteln. Die Richtung des Ansatzes orientiert sich an der niedrigsten Knickfigur des Gesamt- oder Teilsystems. Es ist dabei auch immer die ungünstigste Richtung zu beachten.

3.2 RSTAB starten und Position anlegen



RSTAB lässt sich über

Start → Programme → Dlubal → Dlubal RSTAB 7.xx

oder das Icon **Dlubal RSTAB 7.xx** auf Ihrem Desktop starten.

Sie gelangen in ein Arbeitsfenster, in dem Sie in einem Dialog zur Eingabe der Basisangaben für eine neue Position aufgefordert werden.

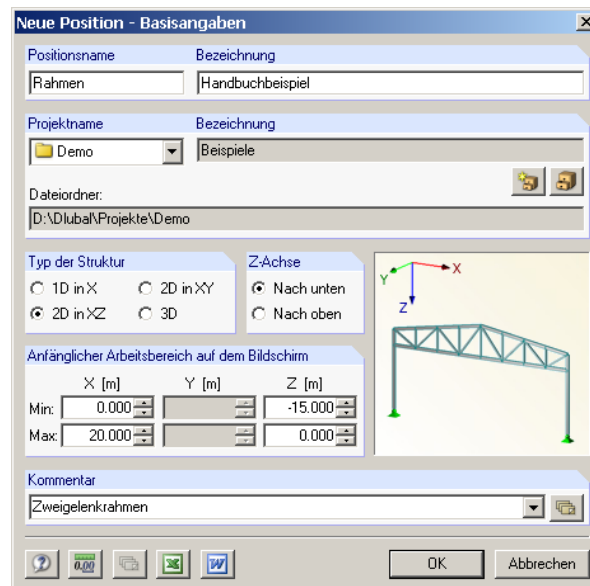


Bild 3.2: Dialog *Neue Position - Basisangaben*

Im Eingabefeld *Positionsname* tragen Sie **Rahmen**, im Eingabefeld *Bezeichnung* die Beschreibung **Handbuchbeispiel** ein. Das Feld *Positionsname* muss immer ausgefüllt werden, da dieser Eintrag als Dateiname verwendet wird. Das Eingabefeld *Bezeichnung* braucht nicht unbedingt ausgefüllt werden.

Im Eingabefeld *Projektname* wählen Sie aus der Auswahlliste das Projekt **Demo** aus, sofern es nicht voreingestellt ist. Die *Bezeichnung* des Projekts und der entsprechende *Dateiordner* werden dann automatisch angezeigt.

Im Dialogabschnitt *Typ der Struktur* wählen Sie die Option **2D in XZ**. Damit wird das Modell auf zwei Dimensionen vereinfacht. Die Erweiterung zu einem räumlichen Tragwerk ist jederzeit durch Änderung der *Basisangaben* möglich. Die Orientierung der *Z-Achse* belassen Sie auf der Voreinstellung **Nach unten**.

Die Angaben des Abschnitts *Anfänglicher Arbeitsbereich auf dem Bildschirm* übernehmen Sie unverändert. Im Feld *Kommentar* kann eine zusätzliche Erläuterung eingetragen werden.

Sobald Sie den Dialog mit [OK] schließen, wird die leere Arbeitsfläche angezeigt.

3.3 Eingabe der Strukturdaten

3.3.1 Arbeitsfenster und Raster einstellen

Zunächst maximieren wir das Arbeitsfenster über die Schaltfläche in der Titelleiste. Man sieht in der Arbeitsfläche dann das Achsenkreuz mit den Richtungen der X- und Z-Achsen.



Die Position des Achsenkreuzes auf dem Bildschirm kann verändert werden. Wählen Sie hierzu die Schaltfläche [Ansicht verschieben] in der Werkzeugleiste. Der Mauszeiger verwandelt sich in eine Hand. Mit gedrückter linker Maustaste können Sie die Arbeitsfläche durch Ziehen beliebig positionieren.

Außerdem kann mit der Hand die Ansicht gedreht und gezoomt werden:

- Drehen: Ziehen mit zusätzlich gedrückter [Strg]-Taste
- Zoomen: Ziehen mit zusätzlich gedrückter Umschalt-/Hochstelltaste

Die Arbeitsfläche ist mit einem Raster hinterlegt. Der Abstand der Rasterpunkte kann im Dialog *Raster und Arbeitsebene* eingestellt werden.

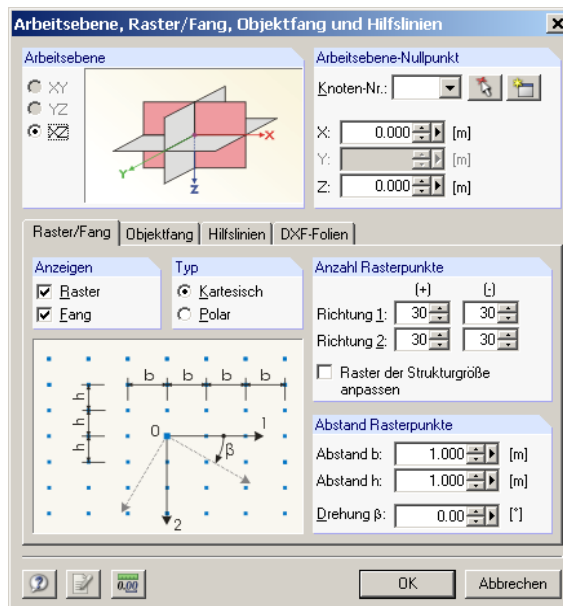


Bild 3.3: Dialog *Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang und Hilfslinien*



Dieser Dialog wird über die Schaltfläche [Arbeitsebene] in der Werkzeugleiste aufgerufen.

Wichtig für die spätere Eingabe in den Rasterpunkten ist, dass in der Statusleiste die Kontrollfelder *FANG* und *RASTER* aktiviert sind. Dadurch wird das Raster in der Arbeitsfläche sichtbar und die Punkte werden beim Klicken am Raster gefangen.



Als Arbeitsebene ist die XZ-Ebene eingestellt. Das bedeutet, dass alle grafisch eingegebenen Objekte in dieser Ebene angelegt werden. Für die Eingabe im Dialog oder in der Tabelle spielt die Arbeitsebene keine Rolle.

Die Voreinstellungen sind für unser Beispiel geeignet, sodass wir diesen Dialog mit [OK] schließen und mit der Eingabe der Struktur beginnen können.

3.3.2 Stäbe definieren

Man könnte zunächst tabellarisch alle Knoten definieren und dann die Stäbe einfügen. Es bietet sich jedoch die grafische Eingabe mit einem direkten Setzen der Stäbe an. Die zugehörigen Knoten werden automatisch mit gebildet.

3.3.2.1 Eingabe der Stützen



Wählen Sie Menü **Einfügen** → **Strukturdaten** → **Stäbe** → **Grafisch** → **Einzeln** oder einfach die zugehörige Schaltfläche in der Werkzeugleiste. Es erscheint der Dialog *Neuer Stab*.

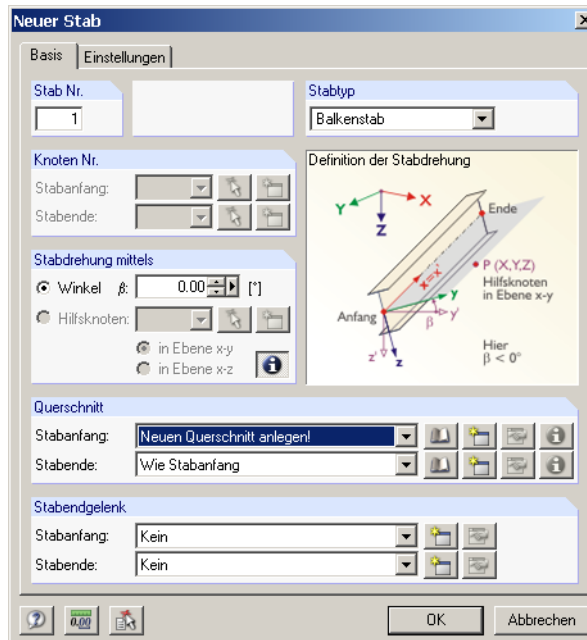


Bild 3.4: Dialog *Neuer Stab*



Voreingestellt sind bereits die erste *Stab Nr.* sowie der *Stabtyp Balkenstab*. Um den Stab zu setzen, muss noch ein Querschnitt zugewiesen werden. Im Abschnitt *Querschnitt* klicken wir hierzu für den *Stab-Anfang* auf die Schaltfläche [Neu].

Es erscheint der Dialog *Neuer Querschnitt*.

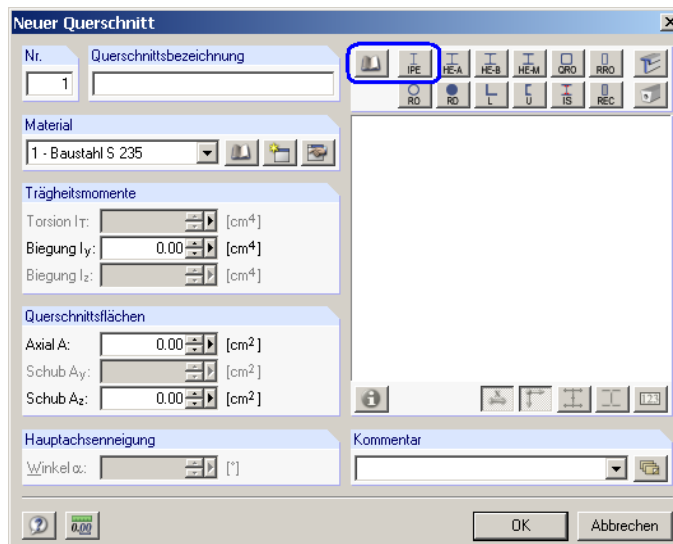


Bild 3.5: Dialog *Neuer Querschnitt*



Wir verwenden in unserem Beispiel Walzprofile und können diese rechts oben über die Schaltflächen [Querschnitts-Bibliothek] oder [IPE] direkt aufrufen.



Bild 3.6: Querschnitts-Bibliothek

Nach Drücken der Schaltfläche für I-Profile erscheinen alle Reihen I-förmiger Walzprofile.

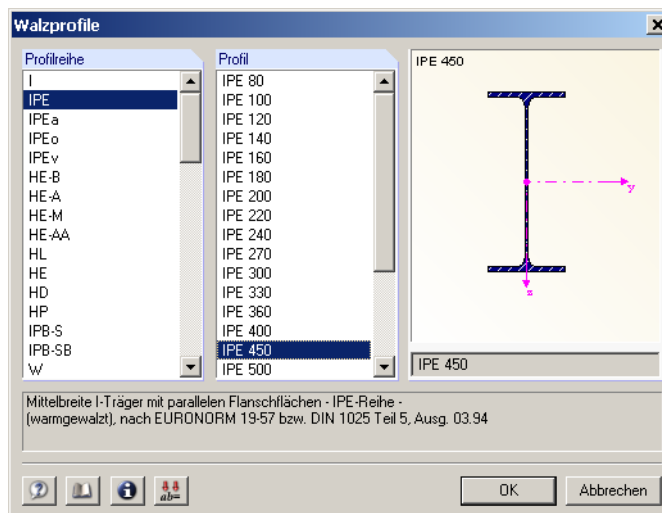


Bild 3.7: Walzprofile, I-Profile



Wählen Sie das Profil **IPE 450** für die Stützen aus. Über die Schaltfläche [Querschnittswerte] können Sie die in der Datenbank hinterlegten Profilwerte zu diesem IPE 450 einsehen.

Mit [OK] werden die Querschnittswerte in den Dialog *Neuer Querschnitt* übernommen.

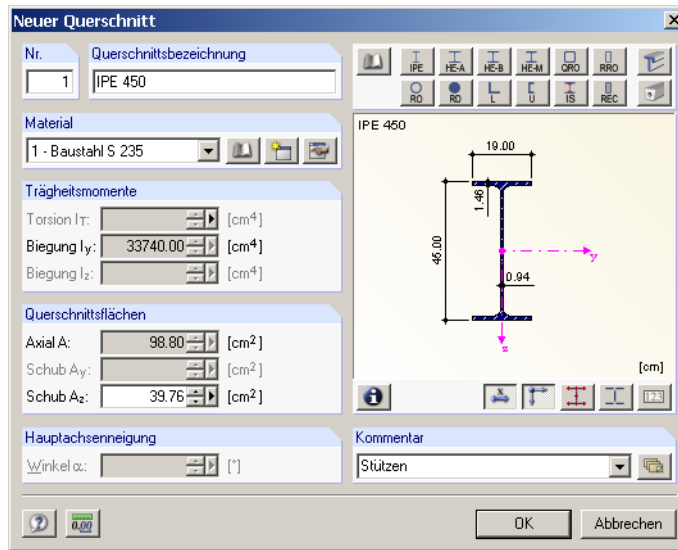


Bild 3.8: Dialog *Neuer Querschnitt*



Als **Material** ist bereits **Baustahl S 235** voreingestellt. Möchte man das Material ändern, so wäre dies über die Schaltfläche [Material-Bibliothek] rechts davon möglich. Als **Kommentar** für diesen Querschnitt können Sie beispielsweise **Stützen** eingeben.

Beenden Sie den Dialog mit [OK]. Sie gelangen wieder in den Ausgangsdialog *Neuer Stab*.

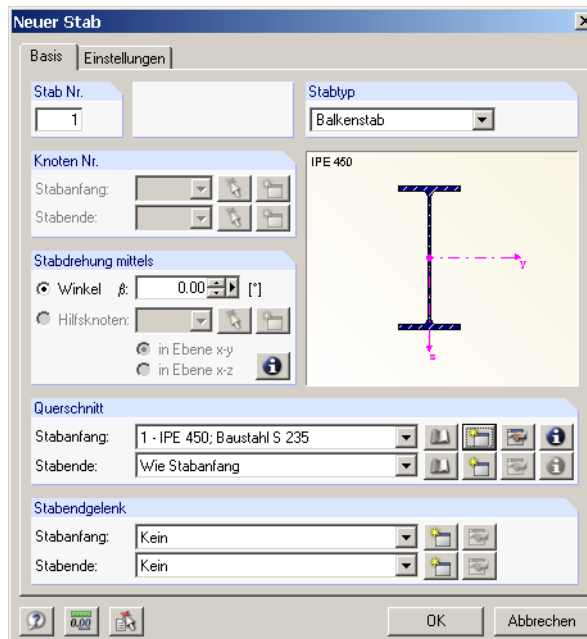


Bild 3.9: Dialog *Neuer Stab*

Nach einer Kontrolle der Eingabefelder bestätigen Sie wiederum mit [OK]. Sie können nun mit dem Setzen der Stäbe beginnen. Dazu klicken Sie nacheinander einfach die gewünschten Rasterpunkte an oder geben die Koordinaten im schwebenden Dialog *Neuer Stab* als **Koordinaten X** und **Z** ein.

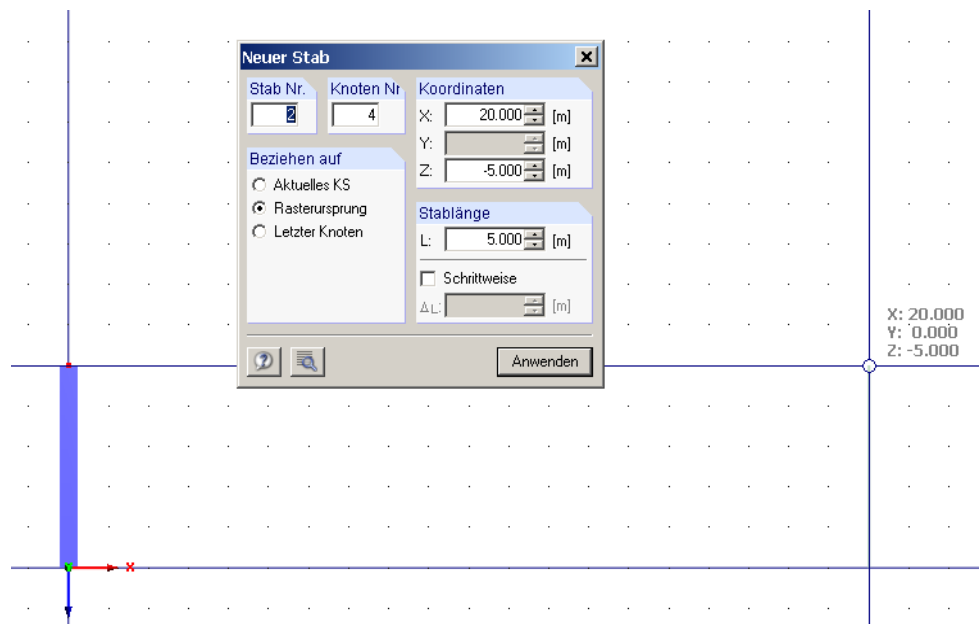


Bild 3.10: Grafische Eingabe von Stäben

Rasterpunkte oder Knoten können mit der Maus direkt angeklickt werden. Befinden sich die Anfangs- oder Endpunkte des Stabes nicht im eingestellten Raster, so kann man die Koordinaten im Dialog *Neuer Stab* exakt eingeben. Achten Sie dabei aber darauf, dass Sie bei dieser manuellen Koordinateneingabe die Maus nicht mehr außerhalb des Dialogfensters bewegen, um getätigte Eingaben nicht wieder zu überschreiben. Zwischen den Eingabefeldern können Sie auch mit der [Tab]-Taste wechseln, die Schaltfläche [Anwenden] zum Setzen der Knoten betätigen Sie alternativ mit der Tastenkombination [Alt+A].

Bei der grafischen Eingabe werden die Rasterpunkte oder vorhandenen Knoten per Mausklick bestimmt. Dieses Vorgehen empfiehlt sich auch für unser Einführungsbeispiel:

Setzen Sie den Stab 1 durch Anklicken des Ursprungs (X/Z-Koordinaten **0.00/0.00**) und des Rasterpunktes (**0.00/-5.00**). Fahren Sie dann fort und setzen den Stab 2 durch Anklicken der beiden Rasterpunkte (**20.00/0.00**) und (**20.00/-5.00**).

Sind beide Stäbe definiert, beenden Sie den Eingabemodus mit der [Esc]-Taste oder der rechten Maustaste.



Die Nummerierung der Knoten und Stäbe lässt sich am schnellsten über einen Klick mit der rechten Maustaste in einen freien Bereich des Arbeitsfensters einblenden. Es öffnet sich ein Kontextmenü mit diversen Optionen zur Anpassung der Ansicht.

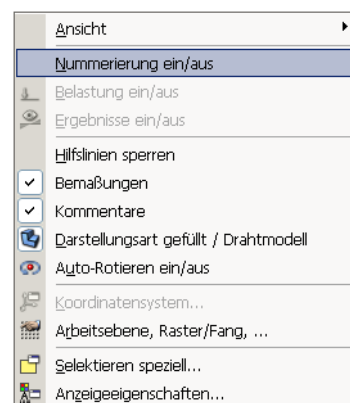


Bild 3.11: Kontextmenü bei Klick mit rechter Maustaste in Arbeitsfenster



Über den *Zeigen*-Navigator sind weitere detaillierte Einstellungsmöglichkeiten gegeben.

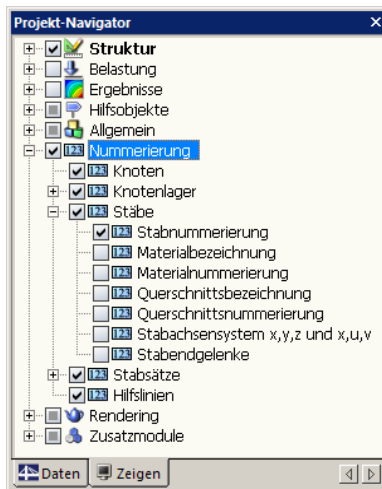


Bild 3.12: Zeigen-Navigator

3.3.2.2 Eingabe der Riegel



Die Riegelstäbe schließen aneinander an. Da sie im allgemeinen Sinne eine Polygonlinie bilden, wählen Sie Menü **Einfügen** → **Strukturdaten** → **Stäbe** → **Grafisch** → **Polygonweise** oder die zugehörige Schaltfläche in der Werkzeugleiste.

Es erscheint wieder der Dialog *Neuer Stab*. Wählen Sie wie beschrieben erneut einen Querschnitt aus der Bibliothek aus. In unserem Beispiel wird als Querschnitt Nr. 2 ein **IPE 360** festgelegt. Nach der Auswahl dieses Querschnitts sieht der Dialog *Neuer Stab* wie folgt aus:

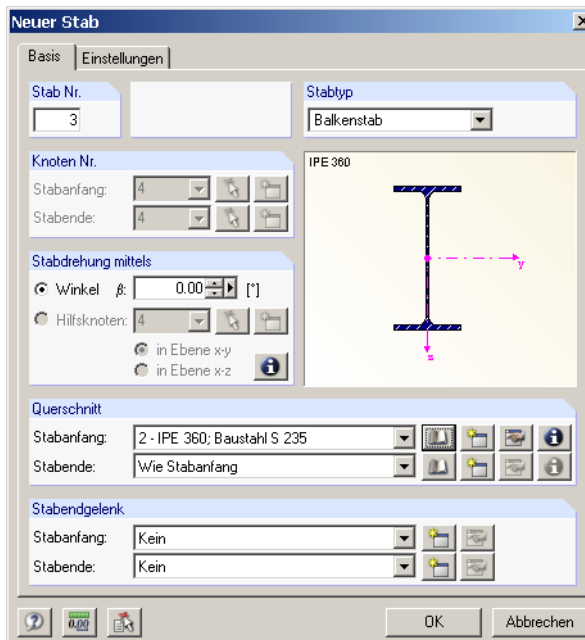


Bild 3.13: Dialog *Neuer Stab*

Wie zuvor geben Sie nach dem Bestätigen des Dialogs mit [OK] den Rahmenriegel grafisch ein. Sie beginnen mit dem bereits definierten **Knoten 2** (0.00/-5.00), setzen das Stabende am Rasterpunkt (X/Z-Koordinaten **10.00/-6.00**) als Firstknoten und schließen die Eingabe mit dem **Knoten 4** (20.00/-5.00) ab.

Durch Anklicken dieser drei Punkte haben Sie so die beiden neuen Stäbe 3 und 4 definiert:

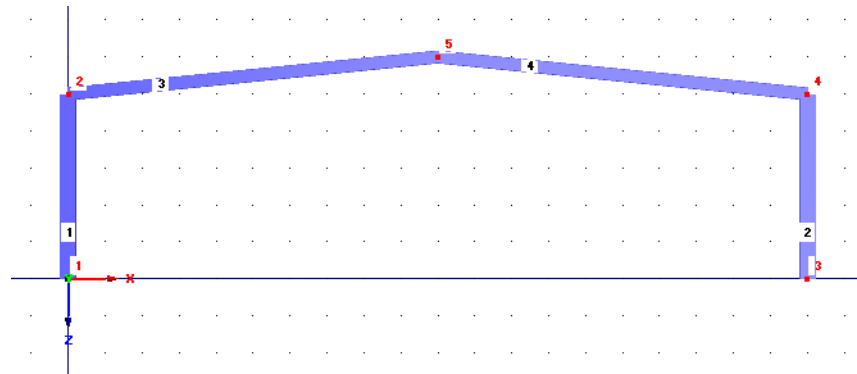


Bild 3.14: Neue Stäbe 3 und 4 als Polygonzug

Wie Sie sicher bemerkt haben, stimmt die Eingabe noch nicht genau mit dem vorgegebenen System überein. Es fehlen die gevouteten Rahmenecken.

Die beiden Riegelstäbe werden zunächst geteilt. Klicken Sie mit der **rechten** Maustaste auf den linken Rahmenriegel und wählen im Kontextmenü den Eintrag **Stab teilen** → **Abstand**.

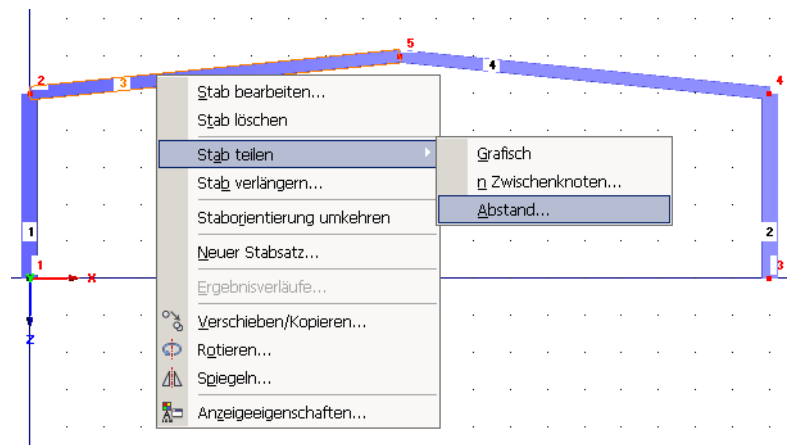


Bild 3.15: Teilen eines Stabes über das Kontextmenü

Im Dialog *Stab teilen mittels Abstand* stellen Sie zunächst die Bezugsrichtung des Abstandes zum Anfangs- oder Endknoten ein. Wählen Sie hier **Projektion in X** und tragen anschließend im Eingabefeld *Abstand des neuen Knotens vom Stabanfang* den Wert **2.40 m** ein. Der Abstand zum Endknoten wird automatisch ermittelt.

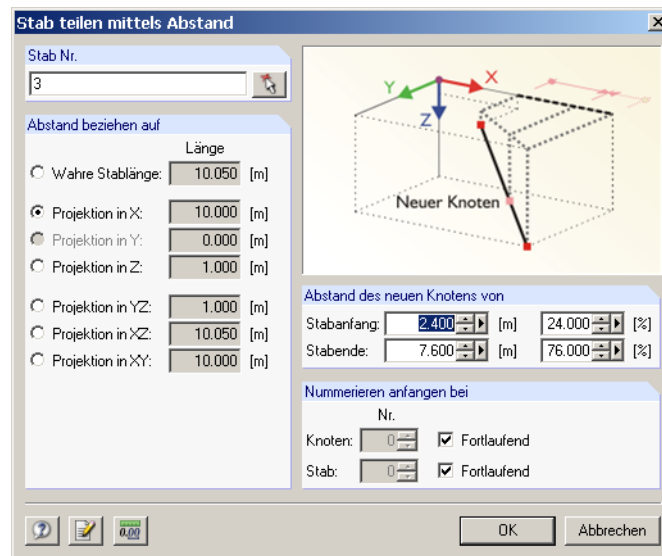


Bild 3.16: Dialog *Stab teilen mittels Abstand*

Nach [OK] wird der linke Riegelstab automatisch geteilt. Es entsteht der neue Stab 5.

Wiederholen Sie diesen Vorgang mit dem rechten Rahmenriegel – mit dem Unterschied, dass Sie den Wert **2.40 m** als *Abstand des neuen Knotens vom Stabende* angeben.

Nun muss noch der verstärkte Querschnitt stützenseitig zugewiesen werden. Zur Eingabe der Voutenstäbe rufen Sie per Doppelclick auf Stab 3 den Dialog *Stab bearbeiten* auf.

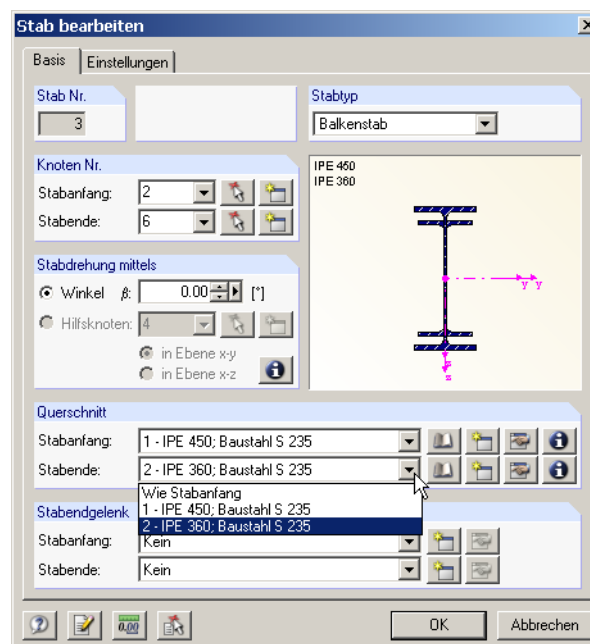


Bild 3.17: Dialog *Stab bearbeiten* mit Auswahlliste

Im Dialogabschnitt *Querschnitt* stellen Sie als *Stab-Anfang* für den Voutenanschnitt an der Stütze näherungsweise das Stützenprofil mit dem Querschnitt **1 - IPE 450** ein. Wählen Sie diesen Querschnitt über einen Klick auf [▼] aus der Liste aus. Für das *Stab-Ende* stellen Sie auf die gleiche Weise den normalen Riegelquerschnitt **2 - IPE 360** ein.

Wenn man wie in diesem Fall Querschnitte verwendet, die bereits definiert sind, so lassen sich diese aus der Auswahlliste einfach auswählen. Anderenfalls könnte man hier einen neuen Querschnitt definieren.

Bestätigen Sie die Änderungen im Dialog *Stab bearbeiten* mit [OK]. Doppelklicken Sie nun den Stab 6, um auch dort die Voute festzulegen: Der stützenseitige Voutenanschnitt stellt dort das *Stab-Ende* mit dem Querschnitt **1 - IPE 450** dar. Der *Stab-Anfang* wird als Riegelquerschnitt **2 - IPE 360** belassen.

Nach [OK] klicken Sie mit der linken Maustaste in einen leeren Bereich der Arbeitsfläche, um die Selektion des Stabes 6 aufzuheben.

3.3.2.3 Definition von Stabsätzen

Stäbe können in Stabsätzen zusammengefasst werden. RSTAB unterscheidet *Stabzüge* mit fortlaufend anschließenden Stäben und *Stabgruppen* mit beliebig arrangierten Stäben.

Es sollen auf jeder Dachseite die beiden Riegelstäbe jeweils als Stabzug definiert werden. Wählen Sie Menü **Einfügen** → **Strukturdaten** → **Stabsätze** → **Dialog**, um folgenden Dialog aufzurufen.

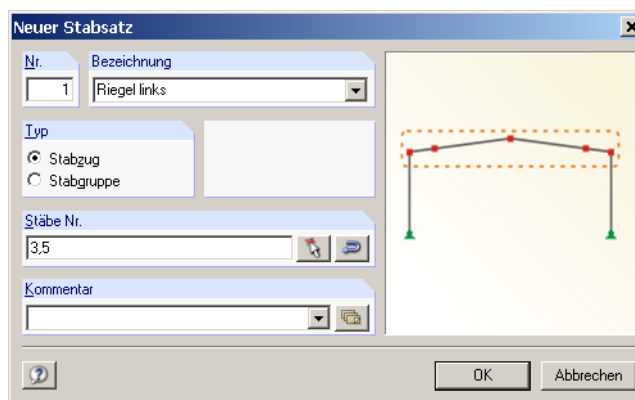


Bild 3.18: Dialog *Neuer Stabsatz*



Tragen Sie die *Bezeichnung* **Riegel links** ein und legen den *Typ* **Stabzug** fest. Klicken Sie nun auf die Schaltfläche [Pick], um die beiden Riegelstäbe **3** und **5** im grafischen Arbeitsfenster nacheinander per Mausclick auszuwählen. Nach [OK] sieht der Dialog wie im Bild oben dargestellt aus. Ein nochmaliges [OK] schließt die Definition des Stabsatzes ab. Klicken Sie wieder mit der linken Maustaste in die leere Arbeitsfläche, um die Selektion aufzuheben.



Der rechte Riegel-Stabsatz soll grafisch gesetzt werden. Benutzen Sie hierzu die links dargestellte Schaltfläche (fünfte von links in der zweiten Reihe der Symbolleiste). Es öffnet sich ein kleines Fenster mit der Aufforderung *Stäbe picken*.

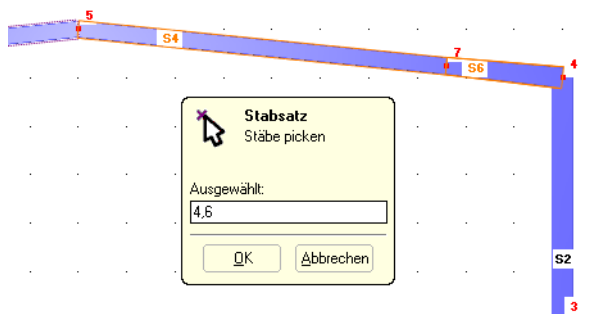


Bild 3.19: Stabsatz *Stäbe picken*

Klicken Sie nacheinander die beiden rechten Riegelstäbe **4** und **6** an. Nach [OK] wird der bekannte Dialog *Neuer Stabsatz* aufgerufen, in dem Sie den *Typ* **Stabzug** festlegen und die *Bezeichnung* **Riegel rechts** eingeben. [OK] schließt die Definition des zweiten Stabsatzes ab.

3.3.3 Knotenlager setzen

Zur Definition der Lager in unserem Beispiel werden zunächst die Knoten 1 und 3 an den Stützenfüßen selektiert, d. h. für eine weitere Bearbeitung ausgewählt. Ziehen Sie mit der gedrückten linken Maustaste ein Auswahlfenster über die beiden Knoten auf.

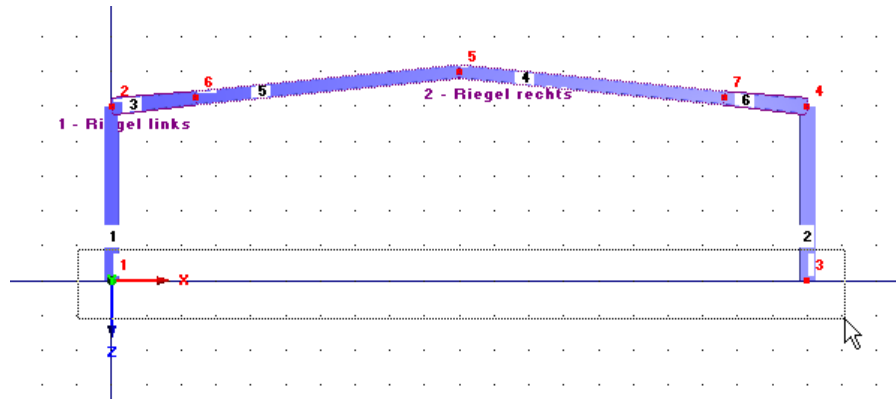


Bild 3.20: Selektion der gelagerten Knoten über ein Auswahlfenster

Normalerweise wirkt der Selektionsmodus „alternativ“: Es wird beim Anklicken eines Objektes (Knoten, Stab, Last) ein bereits markiertes Objekt deselektiert und nur das neue Objekt selektiert. Will man das Objekt aber zu einer bereits bestehenden Selektion hinzufügen, so ist beim Anklicken einfach die [Shift]-Taste gedrückt zu halten.

Die selektierten Objekte – in unserem Fall die Knoten 1 und 3 – werden mit anderer Farbe dargestellt. Klicken Sie jetzt nicht in die Arbeitsfläche oder auf ein anderes Objekt, da sonst die Selektion wieder gelöscht würde.



Zum Setzen der Lager wählen Sie Menü **Einfügen** → **Strukturdaten** → **Knotenlager** → **Grafisch** oder die entsprechende Schaltfläche in der Werkzeugleiste. Es erscheint der Dialog *Neues Knotenlager*.



Die *Knotennummern* 1 und 3 sowie die *Lagerungsart* **Gelenkig** erscheinen voreingestellt. Über die Schaltfläche [Neu] könnte ein neuer, beliebiger Lagertyp definiert werden.

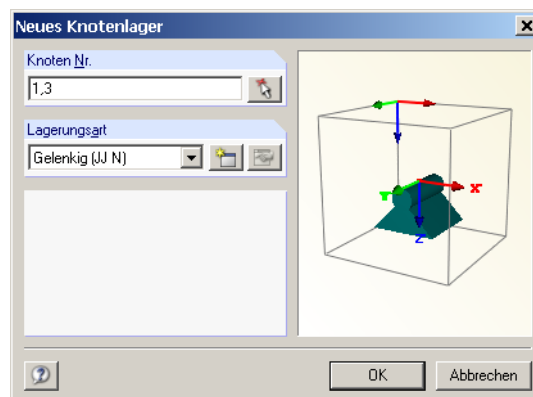


Bild 3.21: Dialog *Neues Knotenlager*

In unserem Fall kann die gelenkige Voreinstellung mit fester Stützung in X- und Z-Richtung übernommen werden. Die drei Buchstaben JJ N (J_a für Stützung in X und in Z, N_{ein} für Einspannung um Y) geben einen schnellen Überblick über die Definitionskriterien.

Mit der Schaltfläche [OK] wird die Eingabe der Strukturdaten abgeschlossen.

3.3.4 Nummerierung ändern

Durch das Teilen der Stäbe ist die Nummerierung der Struktur etwas durcheinander geraten. Für die Berechnung spielt dies keine Rolle, jedoch erleichtert eine übersichtliche Reihenfolge der Nummerierung die Eingabe und Auswertung. Lücken in der Nummerierung von Stäben und Knoten sind zulässig.

RSTAB kann unregelmäßige Nummerierungen automatisch korrigieren. Dazu selektieren Sie alle Objekte, indem Sie ein Auswahlfenster über die gesamte Struktur aufziehen.

Rufen Sie über Menü **Extras** → **Nummerierung ändern** → **Knoten/Stäbe automatisch** folgenden Dialog auf, in dem Sie die Prioritäten für die Nummerierungsrichtungen vorgeben:

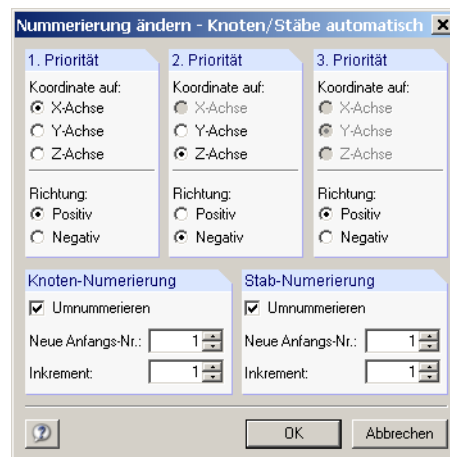


Bild 3.22: Dialog *Nummerierung ändern - Knoten/Stäbe automatisch*

Zunächst nummeriert man Knoten und Stäbe nach ihren X-Koordinaten, und zwar aufsteigend in Richtung der **positiven X-Achse**.

Die Achse Y ist für unser 2D-Beispiel belanglos. Zweite Priorität besitzt deshalb die **Z-Achse**. Wir ändern zudem die Nummerierungsrichtung auf **negativ**. Dadurch wird erreicht, dass zuerst die Lagerknoten und dann die Knoten oberhalb nummeriert werden, die in negativer Z-Richtung liegen. Nach [OK] wird die Umnummerierung durchgeführt.

3.3.5 Eingabe kontrollieren



Die Strukturdefinition wurde im 3D-Renderingmodus vorgenommen, die bereits eine gute visuelle Kontrolle der Eingabe gewährleistet. Eine bildschirmfüllende Darstellung der Struktur wird über Menü **Ansicht** → **Alles anzeigen**, die zugeordnete Schaltfläche oder die Funktionstaste [F8] erreicht.



Neben der fotorealistischen Darstellung steht eine auf die Schwerelinien reduzierte Modellansicht zur Auswahl. Zwischen den beiden Darstellungsvarianten können Sie über Menü **Ansicht** → **Volles Modell / Drahtmodell** oder die entsprechende Schaltfläche wechseln. Bei umfangreichen Systemen trägt die Drahtmodell Darstellung zur Übersichtlichkeit bei.



RSTAB bietet wie bereits erwähnt mehrere Möglichkeiten der Struktureingabe. Die hier demonstrierte grafische Eingabe spiegelt sich in den völlig gleichberechtigten Eingabetabellen wider. Werfen Sie deshalb einen kurzen Blick auf die tabellarischen Daten. Die Tabellen werden standardmäßig unterhalb des Arbeitsfensters angezeigt. Diese können über Menü **Tabellen** → **Anzeigen** oder die entsprechende Schaltfläche ein- und ausgeblendet werden.

Für die unterschiedlichen Strukturobjekte gibt es separate Eingabetabellen, die über die Registerreiter angesteuert werden. Sucht man beispielsweise einen bestimmten Stab in der Tabelle, so stellt man die Tabelle 1.7 *Stäbe* ein und selektiert den Stab mit einem Mausklick in der Grafik. Die farbig hervorgehobene Zeile der Tabelle entspricht dem selektierten Stab.

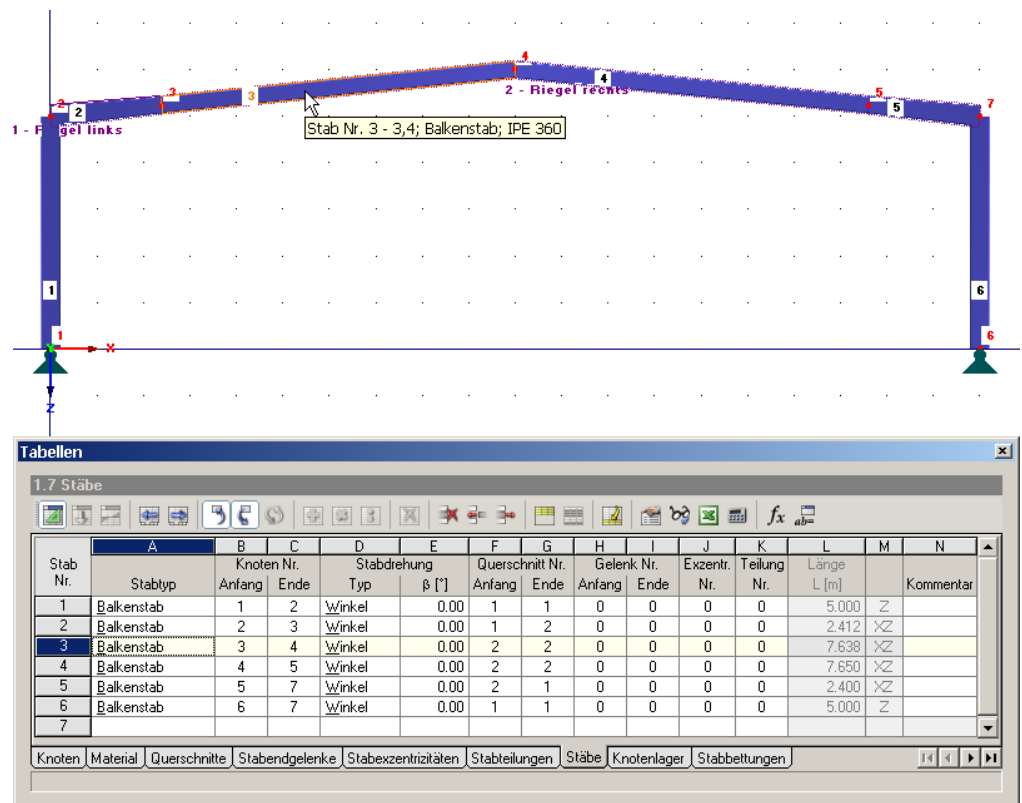


Bild 3.23: Tabelle 1.7 Stäbe mit selektiertem Stab 3



Die Eingabe der Struktur ist damit beendet. Mit Menü **Datei** → **Speichern** oder der entsprechenden Schaltfläche sichern Sie die Daten.

3.4 Eingabe der Belastungsdaten

3.4.1 Lastfall 1: Eigengewicht

Als erste Einwirkung wird der Eigengewichtslastfall eingegeben. Rufen Sie hierzu Menü **Einfügen** → **Belastung** → **Stablasten** → **Grafisch** auf. Es öffnet sich ein Dialog, mit dem zunächst ein neuer Lastfall angelegt wird.



Bild 3.24: Dialog Neuer Lastfall – Basisangaben

Als *Lastfall-Bezeichnung* tragen Sie **Eigengewicht** ein oder wählen den entsprechenden Eintrag aus der Liste. RSTAB stellt standardmäßig die *Lastfall-Nr. 1* mit dem *Lastfalltyp Ständig* ein. Das *Eigengewicht* der Stabstruktur in Richtung **Z** wird automatisch berücksichtigt, wenn der Faktor wie voreingestellt mit **1.00** angegeben ist.

Übernehmen Sie die Eingaben mit [OK]. Sie gelangen in den Dialog *Neue Stablast*.

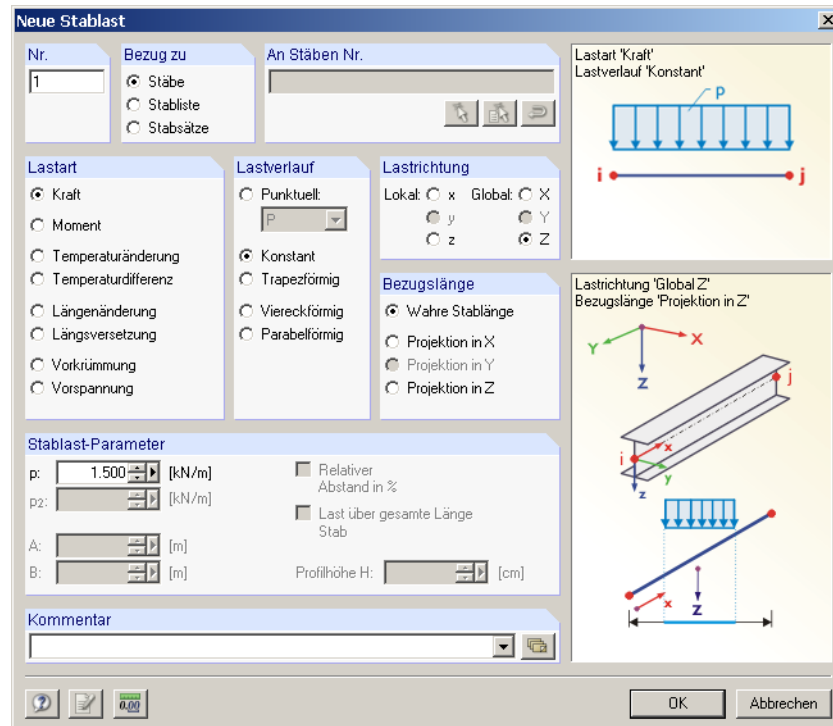


Bild 3.25: Dialog *Neue Stablast*

Das Eigengewicht des Dachaufbaus wirkt als *Lastart Kraft*, der *Lastverlauf* ist **Konstant**. Diese Voreinstellungen belassen Sie ebenso wie die *Lastrichtung Global Z* und die *Bezugslänge Wahre Stablänge*.

Als *Stablast-Parameter* tragen Sie im Eingabefeld für *p* den Wert **1.5 kN/m** ein (siehe „Ermittlung der Belastung“, Seite 15) und bestätigen die Eingabe dann mit [OK].

Der Dialog wird geschlossen und die Last kann grafisch bestimmten Stäben zugewiesen werden. Der Mauszeiger erhält ein kleines Lastsymbol, das verschwindet, sobald man sich einem Stab nähert. Wenn Sie jetzt nacheinander die Stäbe **2, 3, 4** und **5** anklicken, setzen Sie die Dachlasten auf den Riegel.

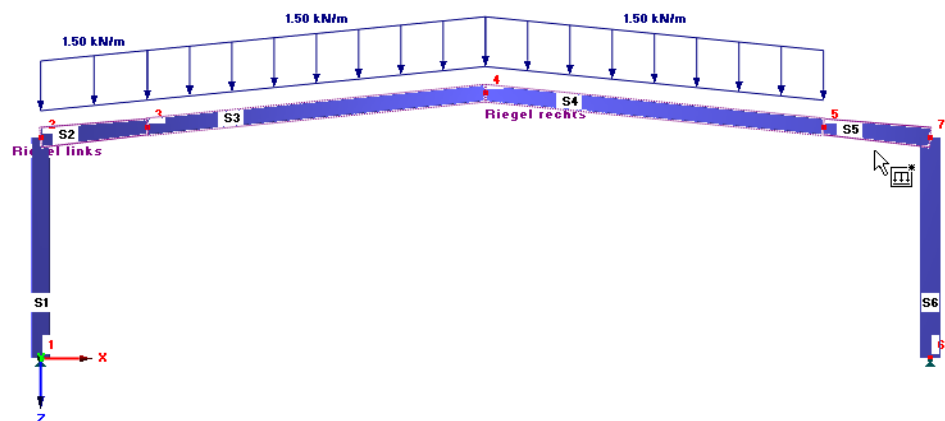


Bild 3.26: Grafische Eingabe der Belastung

[Esc] oder ein Klick mit der rechten Maustaste beendet die Eingabe.

Alternativ hätte man zunächst die zu belastenden Stäbe selektieren und erst dann den Dialog zur Lasteingabe aufrufen können.

Die Belastungswerte lassen sich mit der Schaltfläche [Belastung mit Werten anzeigen] in der Grafik ein- und ausblenden.

3.4.2 Lastfall 2: Schnee

Um die nächste Einwirkung definieren zu können, wird ein neuer Lastfall angelegt. Dies kann über Menü **Einfügen** → **Belastung** → **Neuer Lastfall** oder die entsprechende Schaltfläche in der Werkzeugleiste erfolgen.

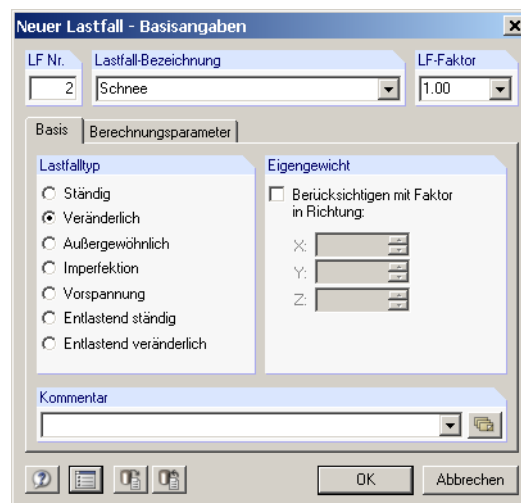


Bild 3.27: Dialog Neuer Lastfall - Basisangaben

Als *Lastfall-Bezeichnung* tragen Sie **Schnee** ein, der *Lastfalltyp* ist schon als **Veränderlich** voreingestellt. Diese Angabe spielt beim Bilden von Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen eine Rolle, wenn der entsprechende Teilsicherheitsfaktor festgelegt wird. Bei der Definition von Lastfällen sollte noch kein Sicherheitsfaktor angegeben werden. Es empfiehlt sich, Lastfälle grundsätzlich als Gebrauchslasten zu definieren. Belassen Sie deshalb im Eingabefeld *LF-Faktor* die Voreinstellung und bestätigen Ihre Eingabe mit [OK].

In der Arbeitsfläche wählen Sie diesmal eine andere Methode zur Eingabe der Stablasten: Selektieren Sie den kompletten Rahmenriegel (Stäbe 2 bis 5), indem Sie ein Fenster über diesen Bereich aufziehen. Dann rufen Sie über die Schaltfläche [Neue Stablast] den bereits bekannten Dialog auf.

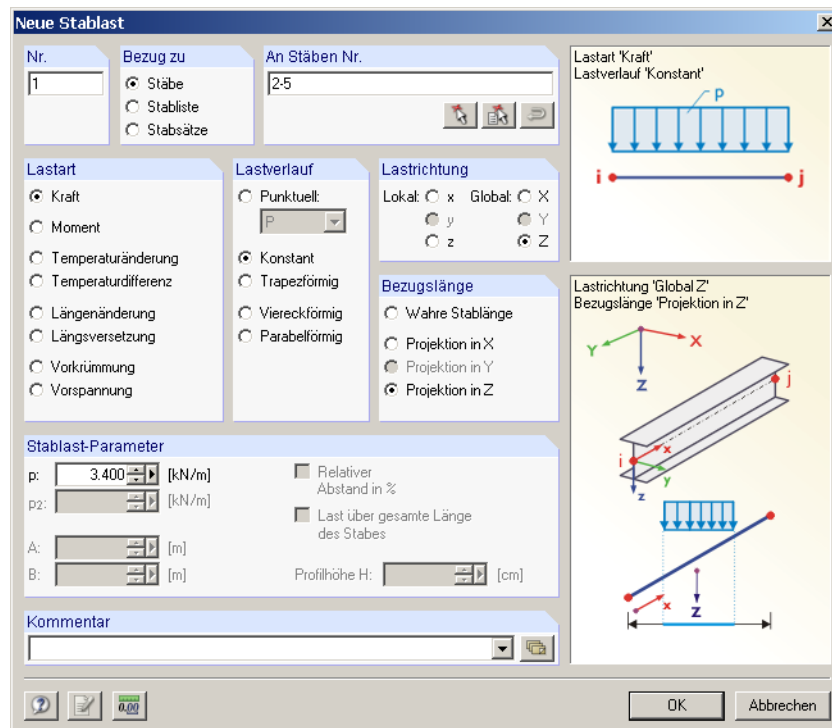


Bild 3.28: Dialog *Neue Stablast*

Im Unterschied zu Bild 3.25 sind hier schon die Stabnummern im Eingabefeld *An Stäben Nr.* eingetragen. Die Schneelast wirkt wiederum als **Lastart Kraft**, der **Lastverlauf** ist ebenfalls **Konstant** mit der **Lastrichtung Global Z**. Für die Schneelast allerdings muss die **Bezugslänge** auf **Projektion in Z** abgeändert werden.

Als **Stablast-Parameter** tragen Sie im Eingabefeld für p den Wert 3.4 kN/m ein (siehe „Ermittlung der Belastung“, Seite 15) und bestätigen die Eingabe dann mit [OK].

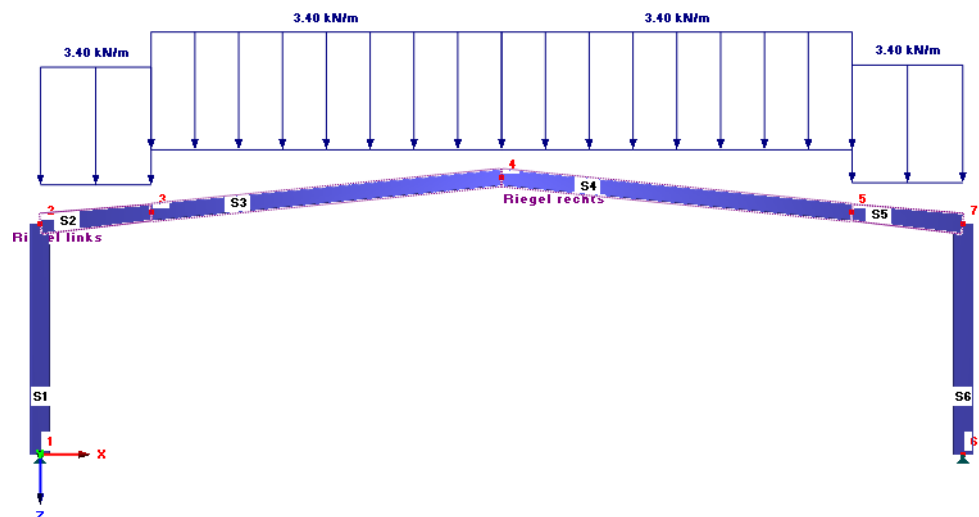


Bild 3.29: Lastfall 2 *Schnee*

3.4.3 Lastfall 3: Wind von links



Nach dem gleichen Prinzip geben wir als dritte Einwirkung die Windlast ein. Diesmal soll jedoch der *Daten-Navigator* benutzt werden, um einen neuen Lastfall anzulegen: Klicken Sie mit der **rechten** Maustaste auf den Eintrag *Lastfälle* und rufen so das Kontextmenü auf.

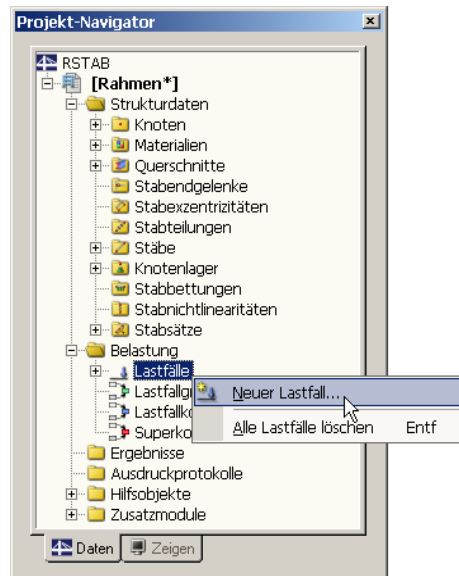


Bild 3.30: Kontextmenü *Lastfälle*

Als *Lastfall-Bezeichnung* wählen Sie **Wind in +X** aus der Liste. Belassen Sie den *Lastfalltyp* als **Veränderlich** und schließen den Dialog mit [OK].



Selektieren Sie nun die beiden Stützenstäbe **1** und **6** nacheinander per Mausklick und halten dabei die Hochstell-/Umschalttaste gedrückt. Über die Schaltfläche [Neue Stablast] rufen Sie wieder den gleichnamigen Dialog auf.

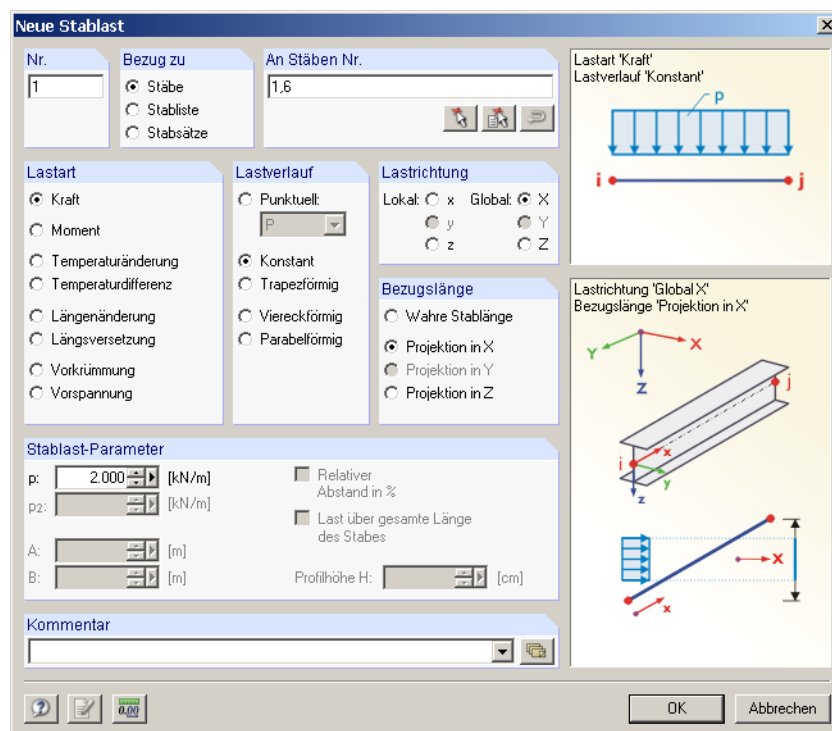


Bild 3.31: Dialog *Neue Stablast*

Die Windlast als *Lastart Kraft* mit *Lastverlauf Konstant* wirkt in *Lastrichtung Global X*. Die *Bezugslänge* ändern Sie auf **Projektion in X** ab.

Als *Stablast-Parameter* tragen Sie im Eingabefeld für p den Wert **2.0 kN/m** ein (siehe „Ermittlung der Belastung“, Seite 15) und bestätigen Ihre Eingabe mit [OK].

Die Windlast an der rechten Stütze wurde bewusst zu groß eingegeben. Um den Betrag der Last (Windsog) zu ändern, wird in der Grafik ein Doppelklick auf diese Last ausgeführt. Es öffnet sich der Dialog *Stablast bearbeiten*, in dem der Lastwert geändert werden kann:

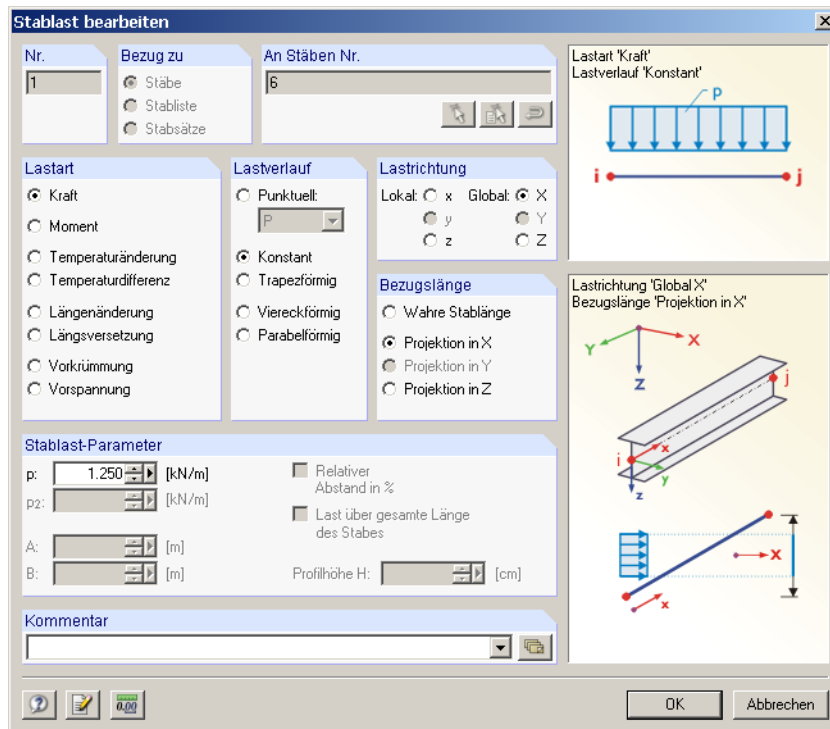


Bild 3.32: Korrektur der rechten Stützenlast im Lastfall 3 Wind

Ändern Sie den *Stablast-Parameter* p auf **1.25 kN/m** und bestätigen Ihre Eingabe mit [OK].

Der auf das Dach wirkende Anteil der Windlast wird in unserem Beispiel ausgeklammert.

3.4.4 Lastfall 4: Imperfektion

Abschließend wird der Imperfektionslastfall über die Schaltfläche [Neuer Lastfall] definiert.



Bild 3.33: Dialog *Neuer Lastfall - Basisangaben*

Als *Lastfall-Bezeichnung* wählen Sie **Imperfektion nach +X** aus der Liste und ändern den *Lastfalltyp* auf **Imperfektion** ab. Somit wird später bei der Definition der Lastfallgruppen automatisch der korrekte Teilsicherheitsbeiwert zugewiesen.

Schließen Sie den Dialog mit [OK] und rufen über die Schaltfläche [Neue Imperfektion] in der Werkzeugleiste folgenden Eingabedialog auf:

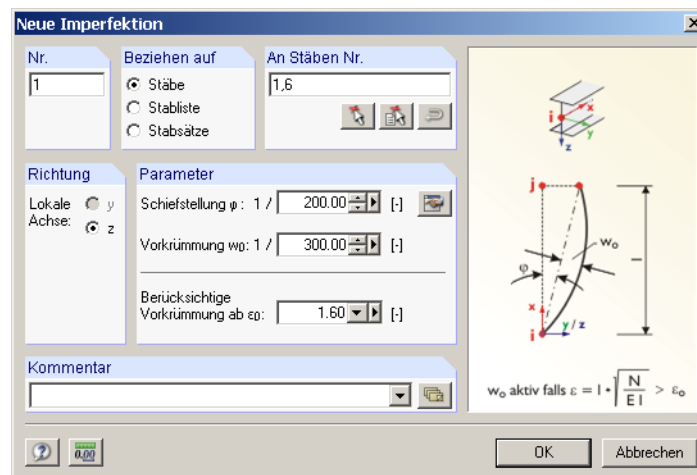


Bild 3.34: Dialog *Neue Imperfektion*

Es sind schon gebräuchliche Vorgaben für Schiefstellung und Vorkrümmung voreingestellt, die auch unseren Erfordernissen entsprechen (siehe „Ermittlung der Belastung“, Seite 15). Im Abschnitt *Parameter* ändern Sie nur den Wert der Stabkennzahl ϵ_0 auf 1.60 ab. Gemäß DIN 18800 ist ab dieser Schranke eine Vorkrümmung zu berücksichtigen.

Da der Stab 6 wegen der Laständerung im vorherigen Lastfall noch selektiert war, ist dessen Nummer bereits in der Liste *An Stäben Nr.* eingetragen. Die linke Stütze ergänzen Sie am einfachsten, indem Sie die Schaltfläche [Stäbe wählen] benutzen und dann in der Grafik den Stab 1 anklicken. Wenn Sie mit [OK] das kleine Fenster *Imperfektion - Stäbe picken* wieder geschlossen haben, sollte der Dialog dem oben dargestellt Bild entsprechen. [OK] schließt die Eingabe der Imperfektionen an den Stützen ab.



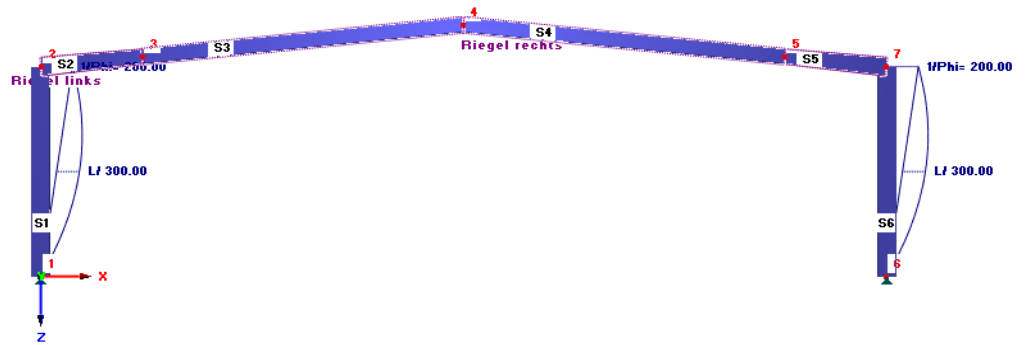


Bild 3.35: Schiefstellung und Vorkrümmung der beiden Stützen



Im Riegel muss eine „durchlaufende“ Imperfektion über je zwei Stäbe aufgebracht werden. Schalten Sie mit der links dargestellten Schaltfläche der Werkzeugleiste von der gerenderten Darstellung auf das Drahtmodell um. Selektieren Sie dann den Stabsatz 1 (*Riegel links*) durch Anklicken der gepunkteten Stabzug-Linie. Mit der Schaltfläche [Neue Imperfektion] rufen Sie wieder den Eingabedialog für Imperfektionen auf.

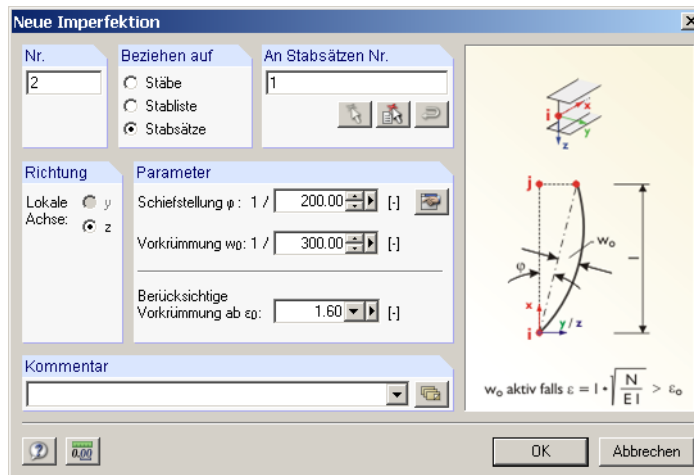


Bild 3.36: Dialog *Neue Imperfektion* für Stabsatz 1

Die vorher eingestellten Werte werden belassen. Kontrollieren Sie, ob in den Abschnitten *Bezug auf* die Option **Stabsätze** und *An Stabsätzen Nr.* die Nummer 1 eingestellt ist.

Anschließend wiederholen Sie den Vorgang für den Stabsatz 2 (Riegel rechts), geben jedoch umgekehrte Vorzeichen für die Schiefstellung und Vorkrümmung ein.

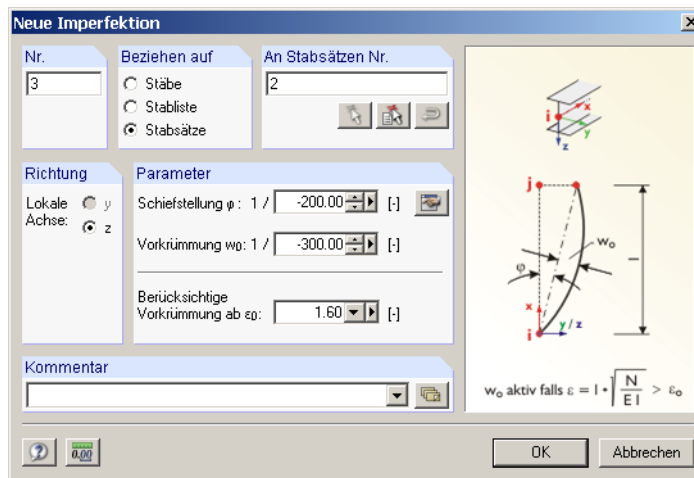


Bild 3.37: Dialog *Neue Imperfektion* für Stabsatz 2 mit negativen Vorzeichen

Damit ist die Eingabe der vier Lastfälle abgeschlossen.

Sie können nun im Schnelldurchlauf die einzelnen Lastfälle nochmals grafisch kontrollieren. Benutzen Sie einfach die Schaltflächen [◀] und [▶] in der Symbolleiste für den vorherigen bzw. nächsten Lastfall, um durch die einzelnen Lastfälle zu blättern.

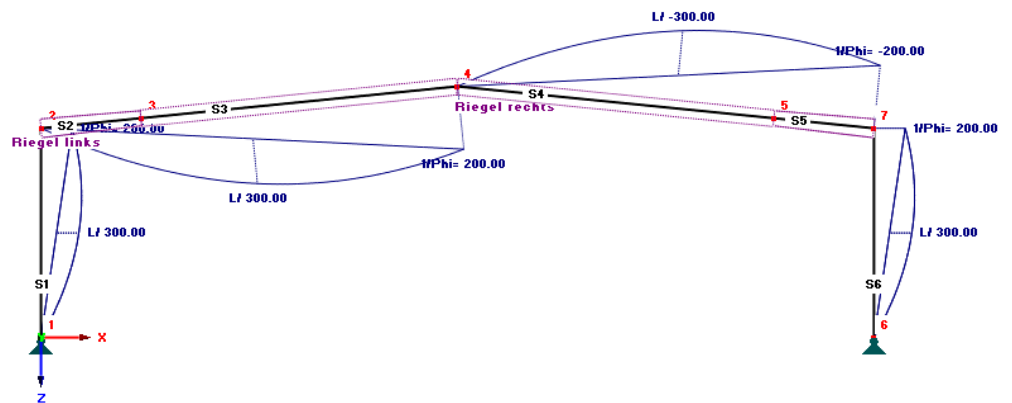
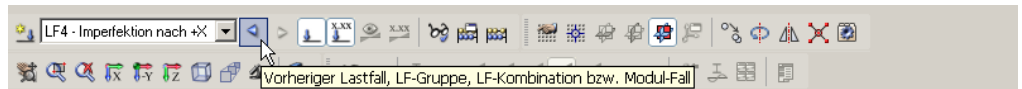


Bild 3.38: Schnelle grafische Kontrolle der einzelnen Lastfälle

3.5 Kombination der Einwirkungen

3.5.1 Lastfallgruppen definieren

Die Einwirkungen sind für die Berechnung des Rahmens nach Theorie II. Ordnung noch zu kombinieren. Es wird deshalb eine Lastfallgruppe für die Bemessungswerte nach DIN 18800 mit Teilsicherheitsbeiwerten auf der Einwirkungsseite gebildet.



Klicken Sie mit der rechten Maustaste den Navigatoreintrag *Lastfallgruppen* an und öffnen über das Kontextmenü den Dialog *Neue Lastfallgruppe*.

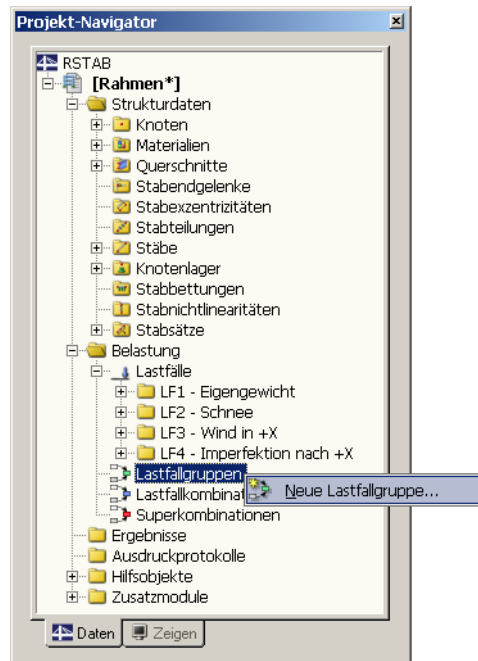


Bild 3.39: Anlegen einer Lastfallgruppe mit dem Kontextmenü

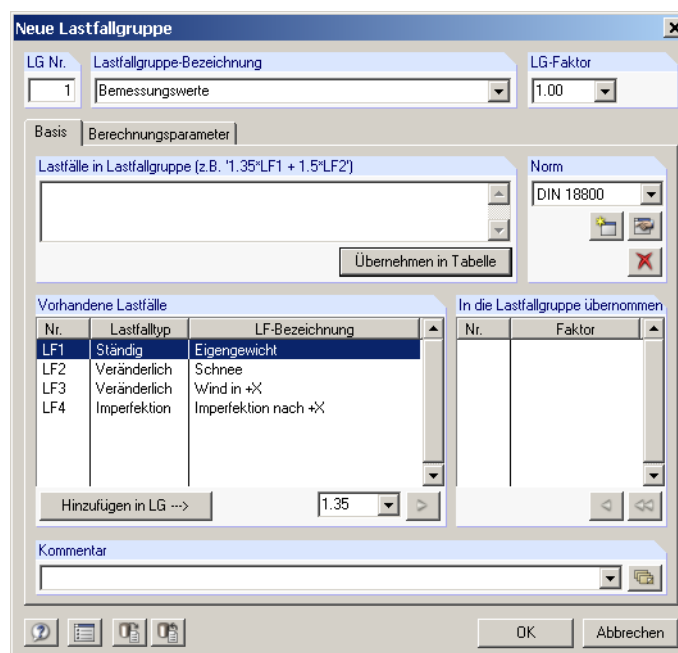


Bild 3.40: Dialog *Neue Lastfallgruppe*

Die *LG Nr. 1* und der globale *LG-Faktor 1.00* sind bereits voreingestellt. Als *Lastfallgruppe-Bezeichnung* geben Sie **Bemessungswerte** ein oder übernehmen den Begriff aus der Liste.

Als *Norm* für das Kombinationsschema ist **DIN 18800** voreingestellt. Die Lastfallgruppe soll alle vier Einwirkungen enthalten und folgendermaßen definiert sein:

$$1.35 * LF1 + 1.35 * LF2 + 1.35 * LF3 + 1.0 * LF4$$

In der Liste *Vorhandene Lastfälle* selektieren Sie nacheinander alle vier Lastfälle, indem Sie beim Klicken mit der Maus die [Strg]-Taste gedrückt halten.

Mit der Schaltfläche [Hinzufügen in LG] wird die Lastfallgruppe gebildet.

Hinzufügen in LG -->

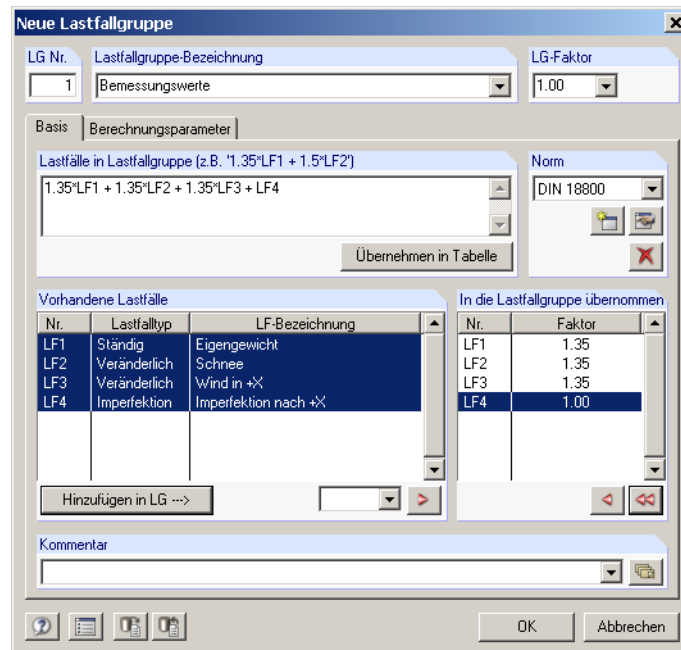


Bild 3.41: Dialog *Neue Lastfallgruppe*

Zur Selektion der Lastfälle kann gemäß Windows-Standard auch die Mehrfachselektion mit gedrückter Umschalttaste benutzt werden. Versehentlich hinzugefügte Lastfälle lassen sich mit der Schaltfläche [◀] wieder aus der Lastfallgruppe entfernen.

Bestätigen Sie die Eingabe mit [OK]. Nach dem gleichen Schema werden noch zwei weitere Lastfallgruppen gebildet.

Lastfallgruppe 2 soll die Einwirkungen *Eigengewicht*, *Schnee* und *Imperfektion* enthalten:

$$1.35 * LF1 + 1.5 * LF2 + 1.0 * LF4$$

Legen Sie eine neue Lastfallgruppe an und nehmen die Eingaben wie folgt vor:



Neue Lastfallgruppe

LG Nr.: 2 Lastfallgruppe-Bezeichnung: Eigengewicht, Schnee, Imperfektion LG-Faktor: 1.00

Basis: Berechnungsparameter

Lastfälle in Lastfallgruppe (z.B. '1.35*LF1 + 1.5*LF2')
1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF4

Norm: DIN 18800

Übernehmen in Tabelle

Nr.	Lastfalltyp	LF-Bezeichnung
LF1	Ständig	Eigengewicht
LF2	Veränderlich	Schnee
LF3	Veränderlich	Wind in +X
LF4	Imperfektion	Imperfektion nach +X

Nr.	Faktor
LF1	1.35
LF2	1.50
LF4	1.00

Hinzufügen in LG -->

Kommentar

OK Abbrechen

Bild 3.42: Lastfallgruppe 2



Legen Sie die Lastfallgruppe 3 an mit den Einwirkungen *Eigengewicht, Wind, Imperfektion*:

$$1.35 * LF1 + 1.5 * LF3 + 1.0 * LF4$$

Neue Lastfallgruppe

LG Nr.: 3 Lastfallgruppe-Bezeichnung: Eigengewicht, Wind, Imperfektion LG-Faktor: 1.00

Basis: Berechnungsparameter

Lastfälle in Lastfallgruppe (z.B. '1.35*LF1 + 1.5*LF2')
1.35*LF1 + 1.5*LF3 + LF4

Norm: DIN 18800

Übernehmen in Tabelle

Nr.	Lastfalltyp	LF-Bezeichnung
LF1	Ständig	Eigengewicht
LF2	Veränderlich	Schnee
LF3	Veränderlich	Wind in +X
LF4	Imperfektion	Imperfektion nach +X

Nr.	Faktor
LF1	1.35
LF3	1.50
LF4	1.00

Hinzufügen in LG -->

Kommentar

OK Abbrechen

Bild 3.43: Lastfallgruppe 3

Es ließen sich noch weitere Lastfallgruppen in beliebiger Weise definieren. Beachten Sie dabei, dass die Ergebnisse stets mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten der enthaltenen Lastfälle behaftet sind. Dies bedeutet, dass für die Ermittlung von charakteristischen Werten nach Theorie II. Ordnung ohne Teilsicherheitsbeiwerte (z. B. Lagerkräfte) noch Lastfallgruppen gebildet werden müssten, deren Lastfälle mit Teilsicherheitsfaktor 1.00 einfließen.

3.5.2 Lastfallkombinationen definieren

Wie Sie sehen, sind für unser Beispiel mehrere Lastfallgruppen zu untersuchen. Letztendlich werden aber nicht unbedingt die Ergebnisse sämtlicher LF-Gruppen ausgewertet, sondern nur die Extremwerte der jeweils maßgebenden LF-Gruppe an den unterschiedlichen Stellen im System. Deshalb wird nun noch eine Lastfallkombination erzeugt, die die Ergebnisse der LF-Gruppen vergleicht und nur die maßgebenden Werte als „Einhüllende“ ausgibt.

Eine Lastfallkombination wertet immer nur bereits vorhandene Lastfälle, LF-Gruppen oder LF-Kombinationen aus. Es erfolgt keine vollkommen eigenständige Berechnung. Als Ergebnisse erhalten Sie immer Maxima und Minima, also zwei Werte pro Stelle.



Rufen Sie über das Kontextmenü des Navigatoreintrags *Lastfallkombinationen* den Dialog *Neue Lastfallkombination* auf.

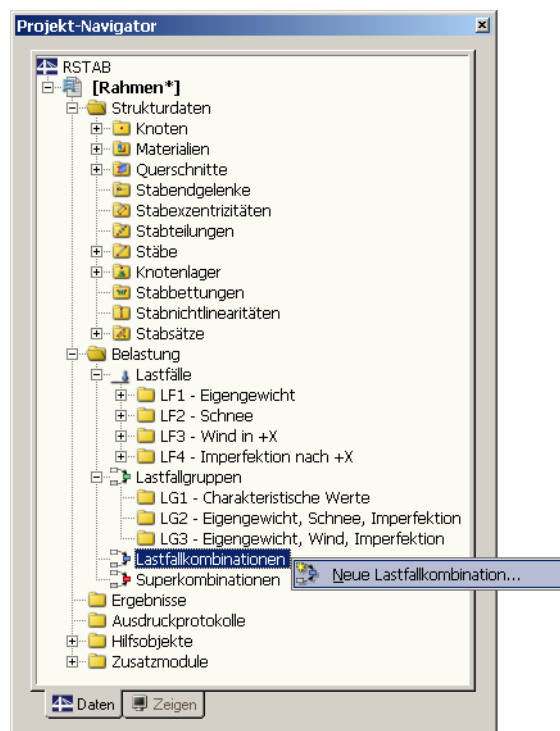


Bild 3.44: Anlegen einer Lastfallkombination mit dem Kontextmenü

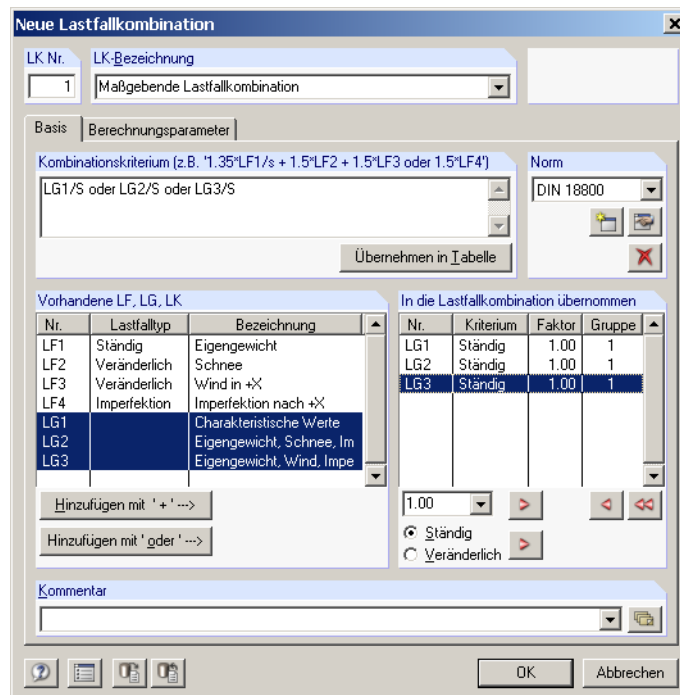


Bild 3.45: Dialog *Neue Lastfallkombination*

Dieser Dialog ist wie der einer Lastfallgruppe aufgebaut. Zusätzlich gibt es hier noch die Möglichkeit der Bildung von „Oder“-Gruppen. Damit erfolgt keine Addition der Ergebnisse aus den Lastfällen oder LF-Gruppen, sondern eine Alternativuntersuchung mit Übernahme der jeweils maximalen und minimalen Werte.

Als *Bezeichnung* für die LK-Nr. 1 geben Sie **Maßgebende Lastfallkombination** ein oder übernehmen diesen Begriff aus der Liste. Im Abschnitt *Vorhandene LF, LG, LK* selektieren Sie nacheinander die LF-Gruppen 1, 2 und 3, indem Sie beim Klicken mit der Maus die [Strg]-Taste gedrückt halten.

Setzen Sie im Abschnitt *In die LF-Kombination übernommen* unten den Faktor auf 1.00, damit die LG-Ergebnisse nicht mit zusätzlichen Faktoren skaliert werden. Die Ergebnisse werden zudem als **Ständig** verknüpft, da eine der drei LF-Gruppen immer wirken soll.

Abschließend übernehmen Sie mit der Schaltfläche [**Hinzufügen mit ,oder' →**] alle drei LF-Gruppen auf einmal in die LF-Kombination und bestätigen die Eingabe mit [OK].

In einer weiteren LF-Kombination sollen noch die Lastfälle nach Theorie I. Ordnung ausgewertet werden, z. B. für die Lagerkräfte oder Verformungen (Gebrauchstauglichkeit). Legen Sie wie zuvor eine neue LF-Kombination an und definieren diese wie in folgendem Bild dargestellt.

Hinzufügen mit ' oder ' --->



Neue Lastfallkombination

LK Nr. 2 LK-Bezeichnung Gebrauchstauglichkeit

Basis Berechnungsparameter

Kombinationskriterium (z.B. '1.35*LF1/s + 1.5*LF2 + 1.5*LF3 oder 1.5*LF4') LF1/S + LF2 + LF3

Norm Gebrauchstauglic

Übernehmen in Tabelle

Vorhandene LF, LG, LK

Nr.	Lastfalltyp	Bezeichnung
LF1	Ständig	Eigengewicht
LF2	Veränderlich	Schnee
LF3	Veränderlich	Wind in +X
LF4	Imperfektion	Imperfektion nach +X
LG1		Charakteristische Werte
LG2		Eigengewicht, Schnee, Im
LG3		Eigengewicht, Wind, Impe
LK1		Maßgebende Lastfallkomb

Hinzufügen mit '+' -->
Hinzufügen mit ' oder ' -->

In die Lastfallkombination übernommen

Nr.	Kriterium	Faktor	Gruppe
LF1	Ständig	1.00	-
LF2	Eventuell	1.00	-
LF3	Eventuell	1.00	-

1.00 > < << >>

☐ Ständig
☒ Veränderlich

Kommentar

OK Abbrechen

Bild 3.46: Lastfallkombination 2

Hinzufügen mit '+' -->

Es werden nur die Lastfälle 1 bis 3 verwendet, da Imperfektionen bei Theorie I. Ordnung nicht berücksichtigt werden. Stellen Sie als *Norm* die **Gebrauchstauglichkeit** ein, damit der Faktor automatisch auf 1.00 gesetzt wird, und klicken nach der Selektion der drei Lastfälle auf [Hinzufügen mit „+“ →].



Alle Vorgaben für die Berechnung sind nun vorhanden. Einen guten Überblick über die eingegebenen Struktur- und Belastungsdaten verschafft der *Daten-Navigator* am linken Bildschirmrand. Durch Doppelklicken eines bestimmten Eintrags in dieser Baumstruktur gelangen Sie schnell in den entsprechenden Bearbeitungsdialog. Ist vor einem Eintrag ein [+], so sind wie im Explorer weitere Unterpunkte vorhanden.

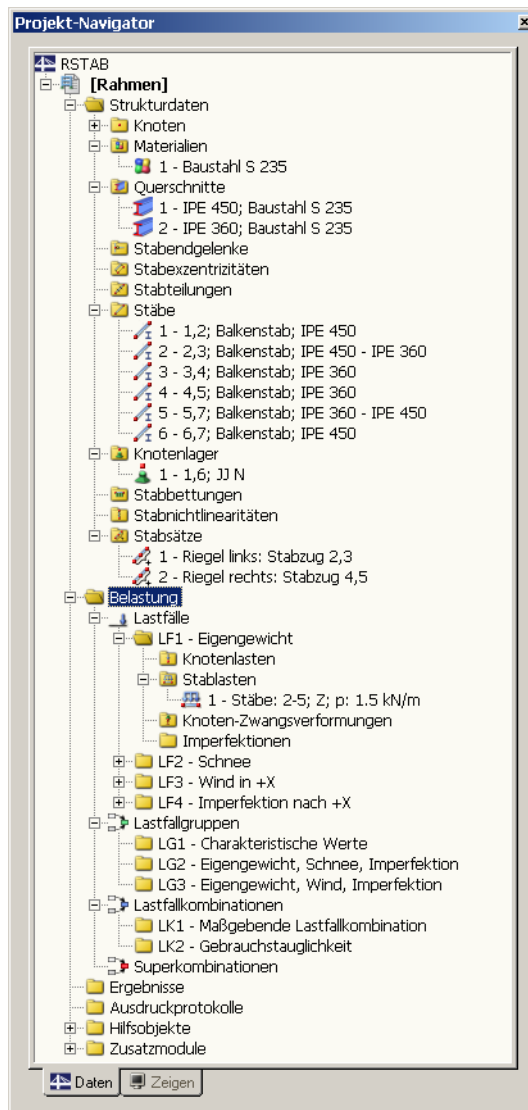


Bild 3.47: Daten-Navigator

3.6 Berechnung

3.6.1 Plausibilitätskontrolle durchführen



Wir lassen vor der Berechnung die Eingabedaten noch auf etwaige Fehler hin überprüfen. Rufen Sie das Menü **Extras** → **Plausibilität kontrollieren** auf und treffen im erscheinenden Dialog *Plausibilitätskontrolle* folgende Einstellungen:

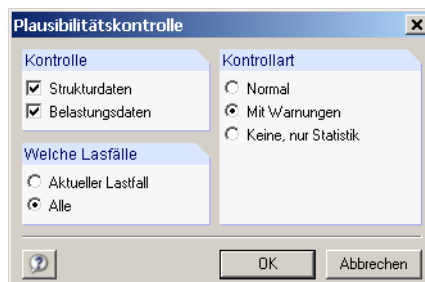


Bild 3.48: Dialog *Plausibilitätskontrolle*

Werden nach [OK] keine Unstimmigkeiten entdeckt, erscheint eine entsprechende Meldung mitsamt Bilanz.

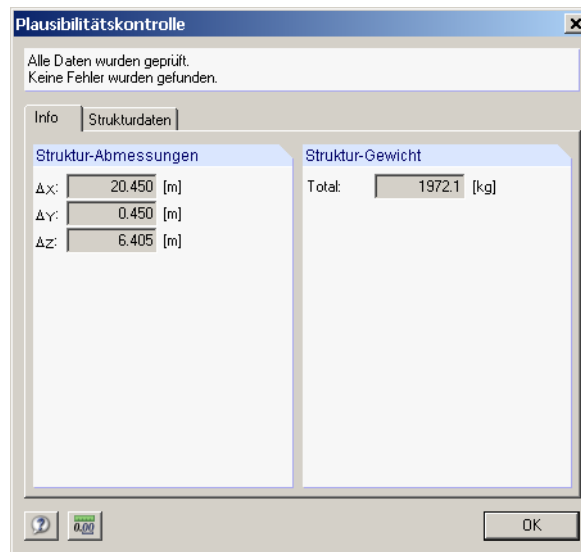


Bild 3.49: Ergebnis der Plausibilitätskontrolle

3.6.2 Struktur berechnen



Die Berechnung kann nun über Menü **Berechnen** → **Alles berechnen** gestartet werden.

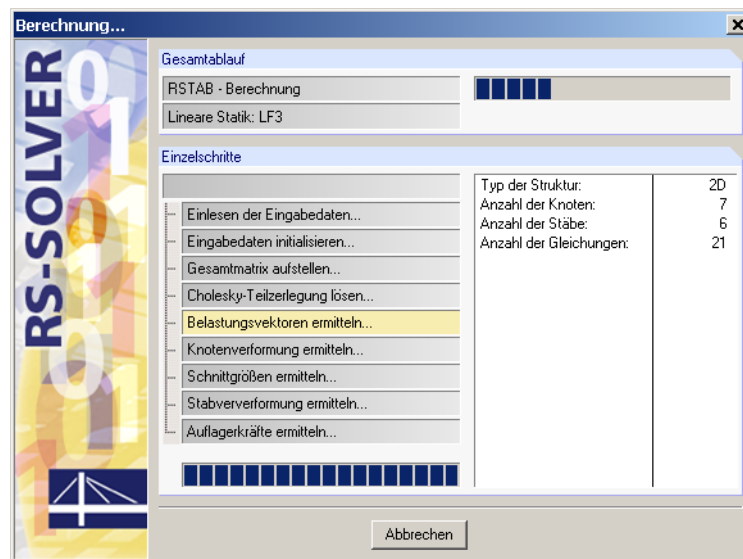


Bild 3.50: Berechnung der Ergebnisse

3.7 Ergebnisse

3.7.1 Grafische Ergebnisse



Nach der Berechnung werden die Verformungen des aktuellen Lastfalls grafisch angezeigt.

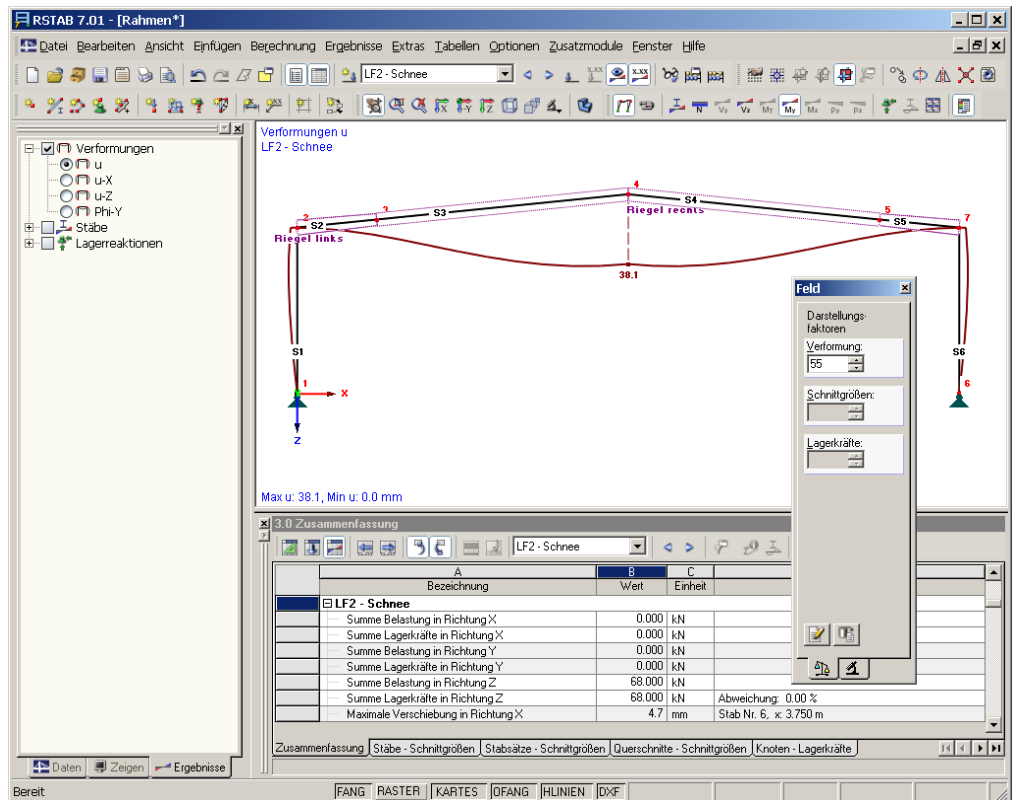


Bild 3.51: Grafik der Verformung im Lastfall 2

Sie können nun mit den Schaltflächen [◀] und [▶] in der Werkzeugleiste (rechts neben der Lastfall-Liste) zwischen den Ergebnissen der einzelnen Lastfälle und LF-Gruppen wechseln, wie Sie es schon von der Kontrolle der einzelnen Lastfälle her kennen. Die Auswahl kann selbstverständlich auch über die Liste erfolgen.

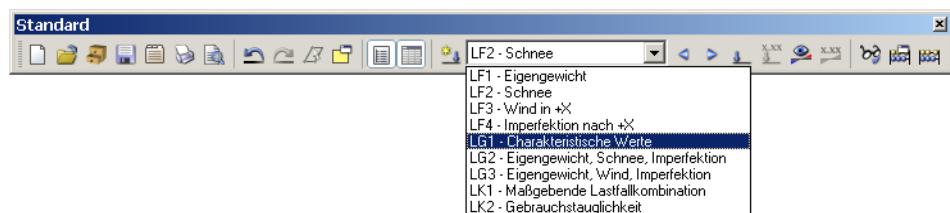


Bild 3.52: Werkzeugleiste Standard mit Lastfall-Liste

Wenn Sie mit dem Mauszeiger kurz über einer bestimmten Schaltfläche der Werkzeugleiste verweilen, erscheint eine Kurzinformation zur jeweiligen Funktion.



Um die grafische Ausgabe der Ergebnisse übersichtlich zu gestalten, werden die einzelnen Ergebnisarten in einem eigenen Navigator präsentiert. Damit der *Ergebnisse*-Navigator zugänglich ist, muss die Ergebnisanzeige aktiv sein. Die Darstellung der Ergebnisse lässt sich im *Zeigen*-Navigator oder mit der Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] ein- und ausblenden.

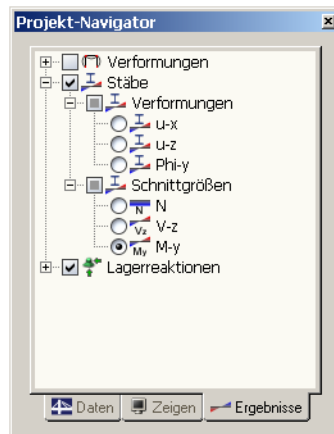


Bild 3.53: Ergebnisse-Navigator

Vor den Kategorien der Ergebnisse (*Verformungen*, *Stäbe*, *Lagerreaktionen*) befinden sich Kontrollfelder. Wenn Sie eines davon aktivieren, wird die entsprechende Schnittgröße oder Verformung angezeigt. Vor den Einträgen innerhalb dieser Kategorien befinden sich weitere Felder, über die man die anzuzeigende Ergebnisart genau einstellen kann. Blättern Sie ruhig durch die verschiedenen Lastfälle und kontrollieren die jeweiligen Verformungen, Schnittgrößen oder Lagerreaktionen.



Es ist auch möglich, mehrere Ergebnisse gleichzeitig darzustellen. Zur Prüfung der statischen Berechnung sind beispielsweise die Schnittgrößen und Verformungen einer bestimmten Lastfallgruppe von Bedeutung. Stellen Sie zunächst über die Liste der Lastfälle die **LG 1** ein. Wählen Sie anschließend Menü **Ergebnisse** → **Ergebnisfenster anordnen** oder klicken auf die links dargestellte Schaltfläche, um folgenden Dialog aufzurufen:

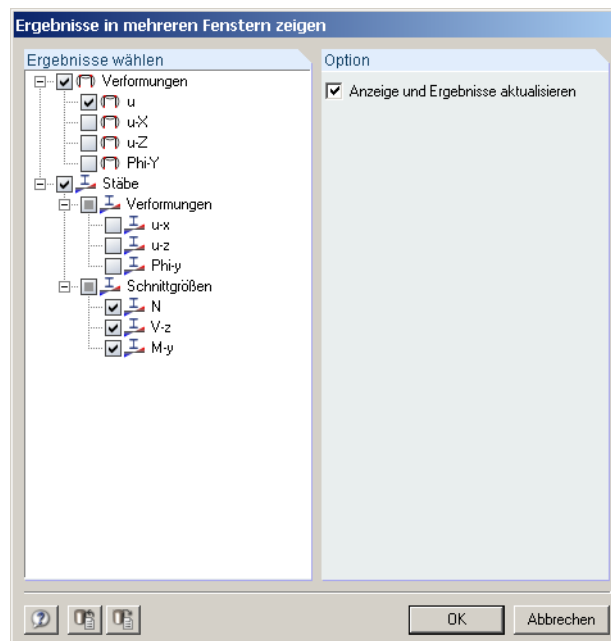


Bild 3.54: Dialog *Ergebnisse in mehreren Fenstern zeigen*

Stellen Sie die hier im Bild dargestellten Ergebnisarten ein. Nach [OK] erhalten Sie eine übersichtliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisverläufe.

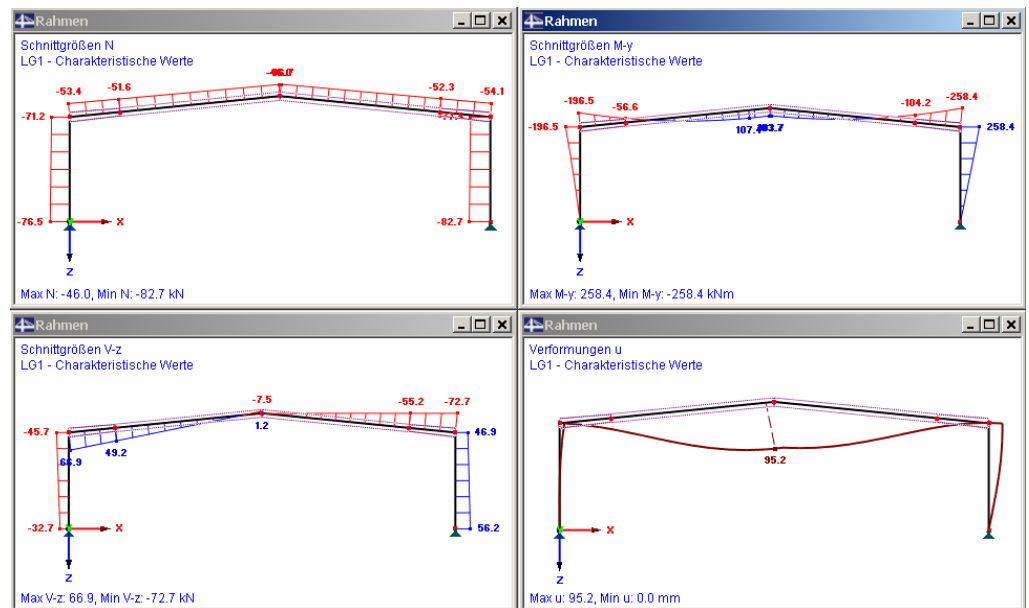
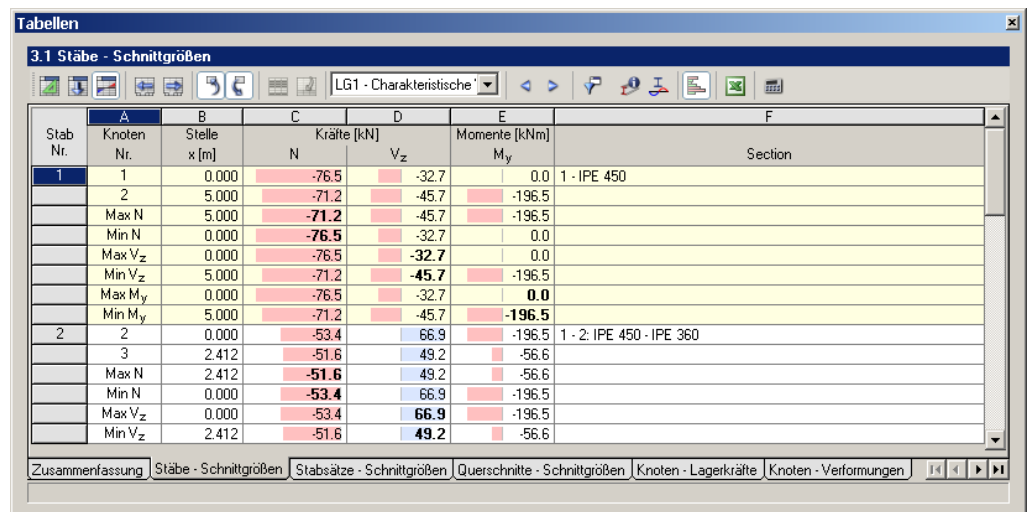


Bild 3.55: Schnittgrößen und Verformungen der Lastfallgruppe 1

3.7.2 Ergebnistabellen

Die Ergebnisse werden auch numerisch in Form von Tabellen gelistet. Werfen Sie deshalb kurz einen Blick auf diese Ergebnisdaten.

Wie bei der numerischen Eingabe gibt es auch für die Ergebnisse separate Tabellen, die über die Registerreiter angesteuert werden. Sucht man beispielsweise die Ergebnisse eines bestimmten Stabes in der Tabelle, so stellt man die Tabelle 3.1 *Stäbe - Schnittgrößen* ein und selektiert diesen Stab mit einem Mausklick in der Grafik. In der Ergebnistabelle erfolgt dann ein Sprung zu den Stabschnittgrößen des selektierten Stabes.



3.1 Stäbe - Schnittgrößen

Stab Nr.	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]		Momente [kNm]	Section
			N	V _z		
1	1	0.000	-76.5	-32.7	0.0	1 - IPE 450
	2	5.000	-71.2	-45.7	-196.5	
	Max N	5.000	-71.2	-45.7	-196.5	
	Min N	0.000	-76.5	-32.7	0.0	
	Max V _z	0.000	-76.5	-32.7	0.0	
	Min V _z	5.000	-71.2	-45.7	-196.5	
	Max M _y	0.000	-76.5	-32.7	0.0	
	Min M _y	5.000	-71.2	-45.7	-196.5	
2	2	0.000	-53.4	66.9	-196.5	1 - 2: IPE 450 - IPE 360
	3	2.412	-51.6	49.2	-56.6	
	Max N	2.412	-51.6	49.2	-56.6	
	Min N	0.000	-53.4	66.9	-196.5	
	Max V _z	0.000	-53.4	66.9	-196.5	
	Min V _z	2.412	-51.6	49.2	-56.6	
	Max M _y	0.000	-53.4	66.9	-196.5	
	Min M _y	2.412	-51.6	49.2	-56.6	

Bild 3.56: Ergebnistabelle 3.1 *Stäbe - Schnittgrößen*

Wie in der Grafik können Sie mit den Schaltflächen [◀] und [▶] durch die Lastfälle blättern oder über die Auswahlliste die Ergebnisse eines bestimmten Lastfalls ansteuern.

3.8 Dokumentation

3.8.1 Ausdruckprotokoll anlegen

Die RSTAB-Ergebnisse werden normalerweise nicht direkt zum Drucker geleitet. Aus den Eingabe- und Ergebnisdaten wird eine Druckvorschau erzeugt, das so genannte Ausdruckprotokoll. In diesem Ausdruckprotokoll wird entschieden, welche Daten letztendlich ausgedruckt werden sollen. Es können dort auch Grafiken, Kommentare und sogar Ergebnisse aus anderen Programmen eingefügt werden.



Sie starten das Ausdruckprotokoll über Menü **Datei** → **Ausdruckprotokoll öffnen** oder die entsprechende Schaltfläche. Es erscheint zunächst ein Dialog, in dem man eine Bezeichnung für das neue Ausdruckprotokoll vergeben kann.

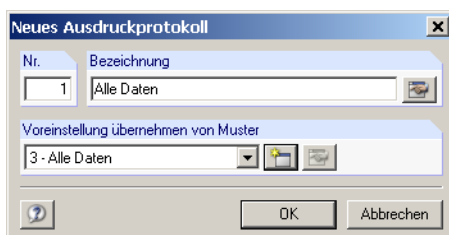


Bild 3.57: Dialog Neues Ausdruckprotokoll

Das Protokoll kann auf Basis vordefinierter *Muster* gebildet werden. Wählen Sie im Dialog die Voreinstellung für Muster 3 - Alle Daten. Mit [OK] wird dann die Druckvorschau erstellt.

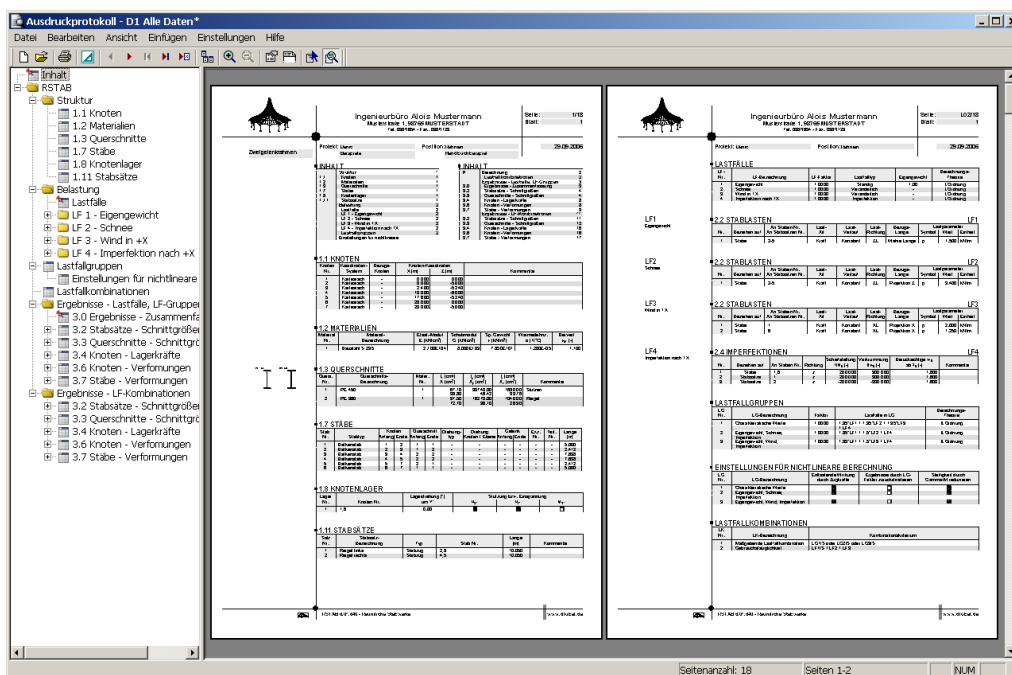


Bild 3.58: Druckvorschau im Ausdruckprotokoll

3.8.2 Ausdruckprotokoll aufbereiten

Auf der linken Seite wird ein Navigator mit allen Kapiteln des Protokolls angezeigt. Um zu einem bestimmten Kapitel zu gelangen, klicken Sie einfach den entsprechenden Navigatoreintrag an. Zu jedem Kapitel kann mit der rechten Maustaste ein Kontextmenü aufgerufen werden. Über dieses Kontextmenü kann das Kapitel beispielsweise aus dem Protokoll entfernt oder im Hinblick auf die Detailangaben verändert werden.

Klicken Sie im Kapitel *Ergebnisse - Lastfälle, LF-Gruppen* den Eintrag *Stäbe - Schnittgrößen* mit der rechten Maustaste an und wählen im Kontextmenü die **Selektion**.

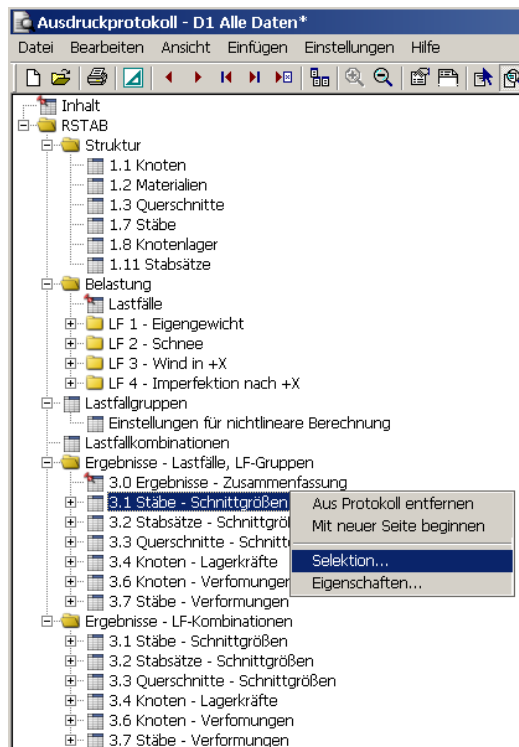


Bild 3.59: Kontextmenü *Stäbe - Schnittgrößen*

Es öffnet sich ein Dialog mit detaillierten Auswahlmöglichkeiten für die Stabschnittgrößen.

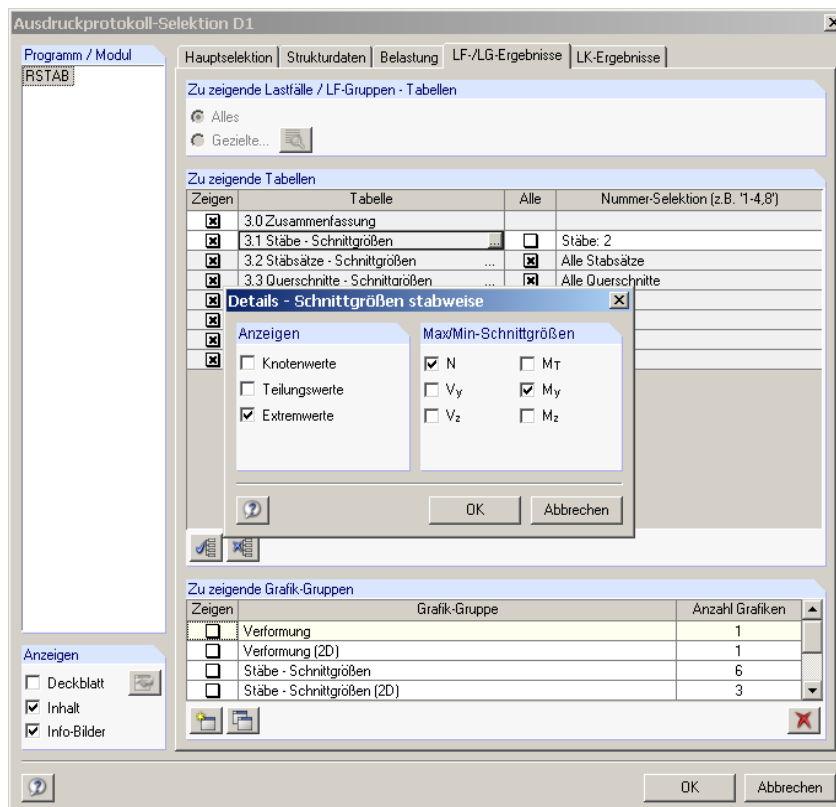


Bild 3.60: Dialog *Selektion Ausdruckprotokoll*

Deaktivieren Sie die Ausgabe von Schnittgrößen für *Alle* Stäbe. Es wird das Eingabefeld *Nummer-Selektion* rechts davon zugänglich. Tragen Sie dort die Stabnummer 2 ein.



Klicken Sie dann in der Spalte *Tabelle* den Eintrag *3.1 Stäbe - Schnittgrößen* an. Dadurch wird die Schaltfläche [...] am Ende des Eingabefeldes zugänglich, über die Sie den Dialog *Details* aufrufen können. Deaktivieren Sie wie im Bild 3.60 dargestellt die Ausgabe der Knotenwerte sowie der Stabteilungswerte. Schränken Sie die Druckausgabe auf die Extremwerte nur der Normalkräfte N und der Biegemomente M_y ein.

Wenn Sie die beiden Dialoge mit [OK] schließen, erscheinen im Ausdruck nur die Extremwerte des Stabes 2 als Stabschnittgrößen.

Ausdruckprotokoll - D1 Alle Daten*

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Einstellungen Hilfe

Inhalt	
RSTAB	
Struktur	
1.1 Knoten	
1.2 Materialien	
1.3 Querschnitte	
1.7 Stäbe	
1.8 Knotenlager	
1.11 Stabsätze	
Belastung	
Lastfallgruppen	
Einstellungen für nichtlineare Berechnungen	
Lastfallkombinationen	
Ergebnisse - Lastfälle, LF-Gruppen	
3.0 Ergebnisse - Zusammenfassung	
3.1 Stäbe - Schnittgrößen	
LF1 (2)	
LF2 (2)	
LF3 (2)	
LG1 (2)	
LG2 (2)	
LG3 (2)	
3.2 Stabsätze - Schnittgrößen	
3.3 Querschnitte - Schnittgrößen	
3.4 Knoten - Lagerkräfte	
3.6 Knoten - Verformungen	
3.7 Stäbe - Verformungen	
Ergebnisse - LF-Kombinationen	
3.1 Stäbe - Schnittgrößen	
3.2 Stabsätze - Schnittgrößen	
3.3 Querschnitte - Schnittgrößen	
3.4 Knoten - Lagerkräfte	

Anzahl FE-Knoten	7
Anzahl Gleichungen	21
Gleichungslösermethode	Direkt
Maximale Anzahl Iterationen	100
Anzahl der Laststeigerungen	1
Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe	10
Stabteilungen der Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10
Schnittgrößen auf das verformte System beziehen	Ja
Stab-Schubsteifigkeiten (A-y, A-z) berücksichtigen	Nein
Biegetheorie	Mindlin

3.1 STÄBE - SCHNITTGRÖßEN

Stab Nr.	LF/LG	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Normal- und Querkraft [kN]	Momente M_y [kNm]	
				N	V_z	
2	LF 1	Max N	2.412	-14.1	14.5	-22.0
		Min N	0.000	-14.7	19.7	-63.1
		Max M_y	2.412	-14.1	14.5	-22.0
	LF 2	Max N	2.412	-23.1	23.7	-36.0
		Min N	0.000	-23.9	31.8	-102.9
		Max M_y	2.412	-23.1	23.7	-36.0
	LF 3	Max N	0.000	-0.7	-2.1	20.7
		Min N	0.000	-0.7	-2.1	20.7
		Max M_y	0.000	-0.7	-2.1	20.7
	LG 1	Max N	2.412	-51.6	49.2	-56.6
		Min N	0.000	-53.4	66.9	-196.6
		Max M_y	2.412	-51.6	49.2	-56.6
LG 2	Max N	2.412	-54.3	66.7	-84.6	
	Min N	0.000	-56.2	74.6	-241.6	
	Max M_y	2.412	-54.3	66.7	-84.6	
LG 3	Max N	2.412	-20.2	16.4	-5.8	
	Min N	0.000	-20.9	23.6	-53.6	
	Max M_y	2.412	-20.2	16.4	-5.8	

3.2 STABSÄTZE - SCHNITTGRÖßEN

Stab Nr.	LF/LG	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Normal- und Querkraft [kN]	Momente M_y [kNm]	
				N	V_z	
2	LF 1	Max N	2.412	-14.1	14.5	-22.0
		Min N	0.000	-14.7	19.7	-63.1
		Max M_y	2.412	-14.1	14.5	-22.0

Seitenanzahl: 21

Seite 4

NUM

Bild 3.61: Nur Extremwerte des Stabes 2 im Ausdruckprotokoll

Die Maximal- und Minimalwerte sind jeweils mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet. Die Schnittgrößen in den übrigen Spalten stellen die zugehörigen Schnittgrößen dar.

In gleicher Weise kann jedes Kapitel für die Druckausgabe beliebig angepasst werden. Um die Position eines Kapitels im Dokument zu verändern, wird es im Navigator einfach mit der Maus an die neue Stelle verschoben.

3.8.3 Grafiken in Ausdruckprotokoll aufnehmen

In der Regel wird eine Dokumentation durch Grafiken veranschaulicht. Hierzu schließen Sie vorerst das Ausdruckprotokoll durch Anklicken von [x] oder über Menü **Datei** → **Beenden**. Bestätigen Sie die Abfrage, ob die Änderungen gespeichert werden sollen.



Der Bildschirm zeigt noch die vier Ergebnisfenster an. Diese Darstellung soll in das Protokoll aufgenommen werden. Wählen Sie Menü **Datei** → **Drucken** oder die entsprechende Schaltfläche in der Werkzeugleiste, um den Dialog *Grafikausdruck* aufzurufen.

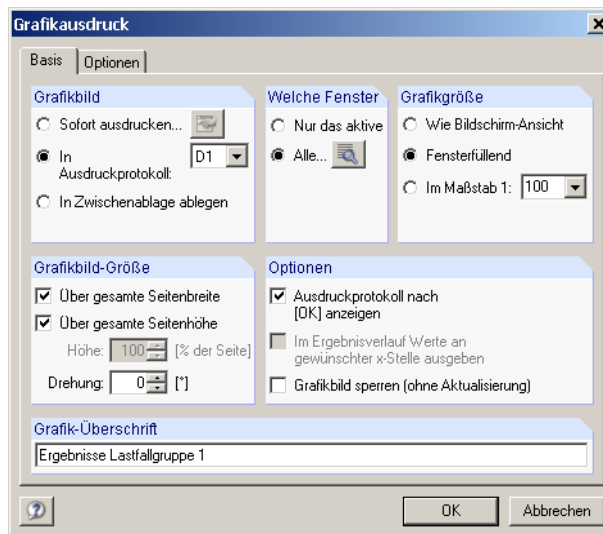


Bild 3.62: Dialog *Grafikausdruck*

Stellen Sie die Druckparameter wie im Bild 3.62 gezeigt ein.



Sie sehen im Abschnitt *Welche Fenster*, dass rechts neben dem Auswahlfeld **Alle** eine Schaltfläche für die detaillierte Einstellung der Fensteranordnung zugänglich ist. Mit einem Klick auf diese Schaltfläche wird folgender Dialog geöffnet:

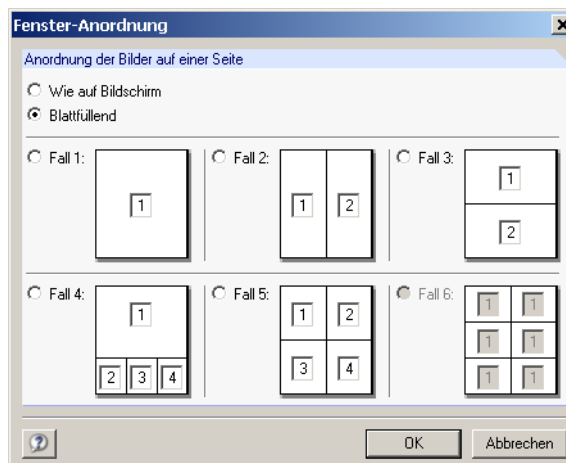


Bild 3.63: Dialog *Fenster-Anordnung*

Wählen Sie für die *Anordnung der Bilder* die Option **Blattfüllend**.

Mit [OK] nacheinander in den beiden Dialogen wird die Grafik in das Protokoll gedruckt. Das Bild erscheint ganzseitig am Ende des Kapitels *Ergebnisse - Lastfälle, LF-Gruppen*.

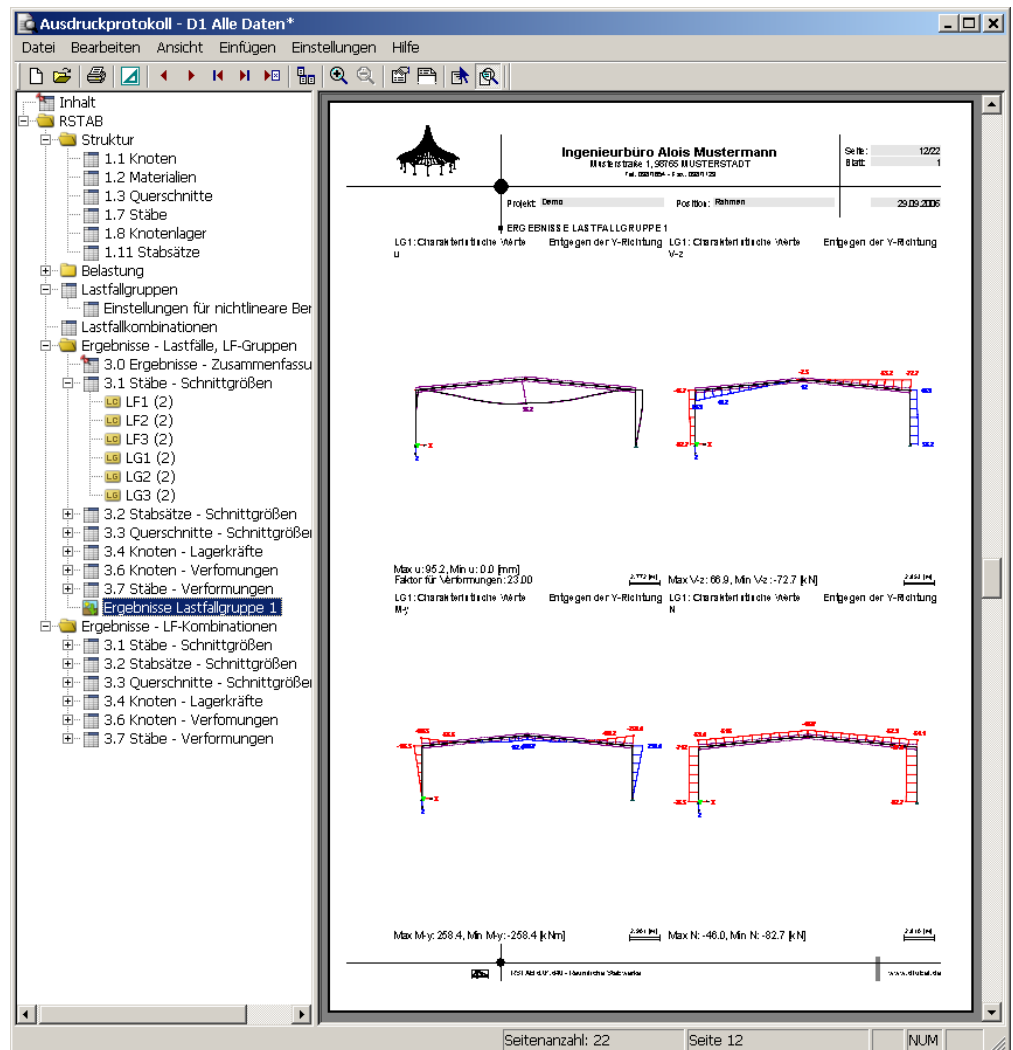


Bild 3.64: Ausdruckprotokoll mit Grafik

Abschließend soll noch eine Detailansicht des Momentenverlaufs in der LK 1 für den rechten Teil des Rahmenriegels (Stabzug 2) gedruckt werden.



Maximieren Sie das Fenster mit der Ansicht des Biegemomentenverlaufs M_y und stellen mit der Schaltfläche [Struktur gesamt anzeigen] die bildschirmfüllende Darstellung ein. Dann selektieren Sie den Stabsatz 2 per Mausklick auf die punktierte Linie. Wenn Sie nun das Menü **Ergebnisse** → **Ergebnisverläufe an selektierten Stäben** oder die links dargestellte Schaltfläche wählen, erscheint folgendes Fenster:

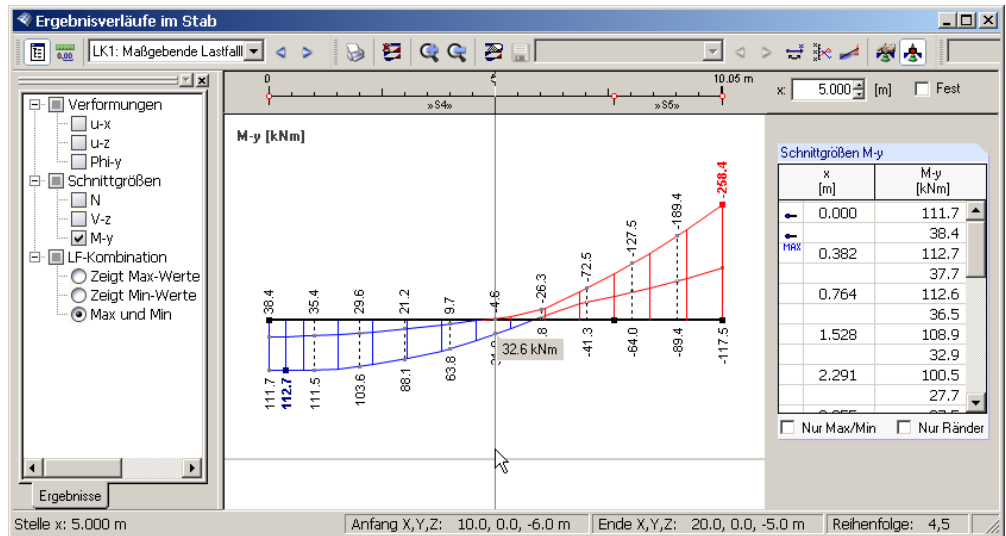


Bild 3.65: Ergebnisverläufe im Stabzug 2

In der Liste des aktiven Lastfalls links oben stellen Sie die **LK 1** ein. Mit Hilfe des Mauszeigers können Sie verschiedene Ergebniswerte der Einhüllenden am Stabzug ablesen, im Navigator links die diversen Ergebnisse der Schnittgrößen und Verformungen ein- und ausblenden. Aktivieren Sie für den Ausdruck nur die Schnittgrößen **M-y**.

Mit der Schaltfläche [Drucken] in der Werkzeugleiste dieses Fensters rufen Sie den Dialog **Grafikausdruck** auf. Stellen Sie dort als **Grafikbild-Größe** **Über gesamte Seitenbreite** mit einer **Höhe** von **30 %** der Seite ein. Nach [OK] wird das Ausdruckprotokoll erstellt.

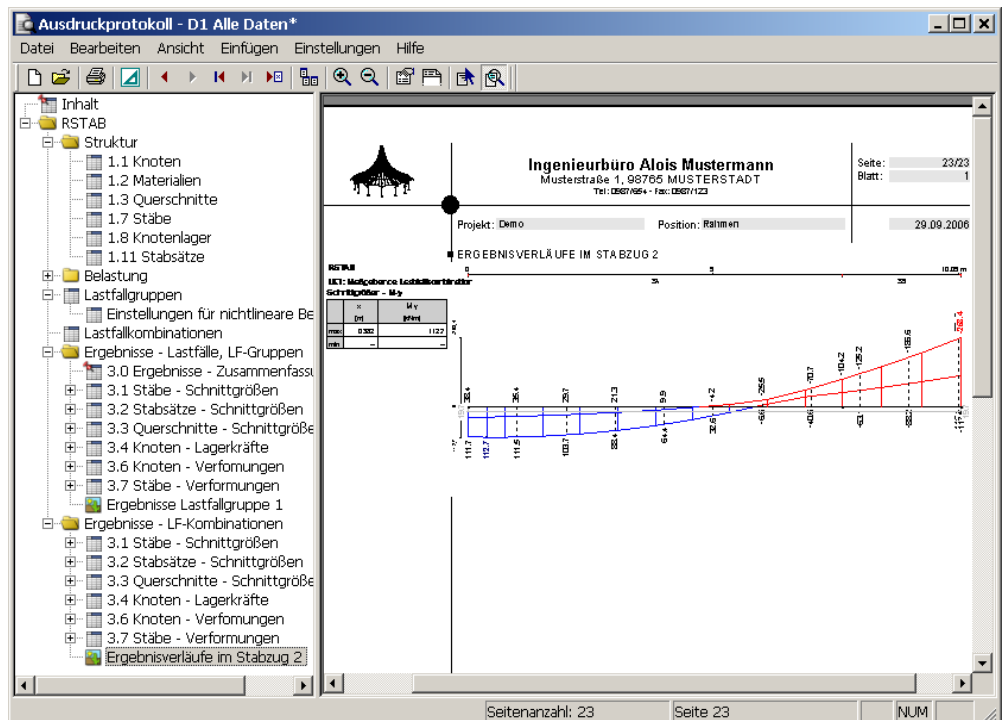


Bild 3.66: Ausdruckprotokoll mit Ergebnisverläufen

Für die Dokumentation des Gebrauchstauglichkeitsnachweises wären noch die Grafiken der Verformungen und Lagerkräfte zu ergänzen. Diese Bilder lassen sich analog in das Ausdruckprotokoll drucken und dort an die passenden Stellen schieben.

Ist das Ausdruckprotokoll entsprechend aufbereitet, kann es zum Drucker geschickt werden.

3.9 Ausblick

Nun sind wir am Ende unseres kleinen Einführungsbeispiels angekommen. Wir hoffen, dass wir Ihnen mit dieser Kurzeinführung den Zugang zu RSTAB eröffnet und Sie auch neugierig auf noch unbekannte Funktionen gemacht haben. Die ausführliche Programmbeschreibung finden Sie in den folgenden Kapiteln dieses Handbuchs.

In der RSTAB Online-Hilfe, die Sie über das Menü **Hilfe** oder [F1] aufrufen, können Sie wie in jeder Windows-Hilfe nach bestimmten Begriffen suchen. Die Online-Hilfe basiert auf dem Handbuch, ist aber mitunter aktueller als die Printversion.

Gerne können Sie sich mit Ihren Fragen auch an unsere Telefax- und E-Mail-Hotline wenden. Oder stöbern Sie einfach in den FAQs und im Anwenderforum unter **www.dlubal.de**.

4. Benutzeroberfläche

4.1 Überblick

Wenn Sie nach dem Start von RSTAB eines der mitgelieferten Demobeispiele öffnen, wird sich Ihr Bildschirm wie in Bild 4.1 dargestellt präsentieren. Die Benutzeroberfläche entspricht den in Windows üblichen Konventionen.

In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten Bereiche gekennzeichnet.

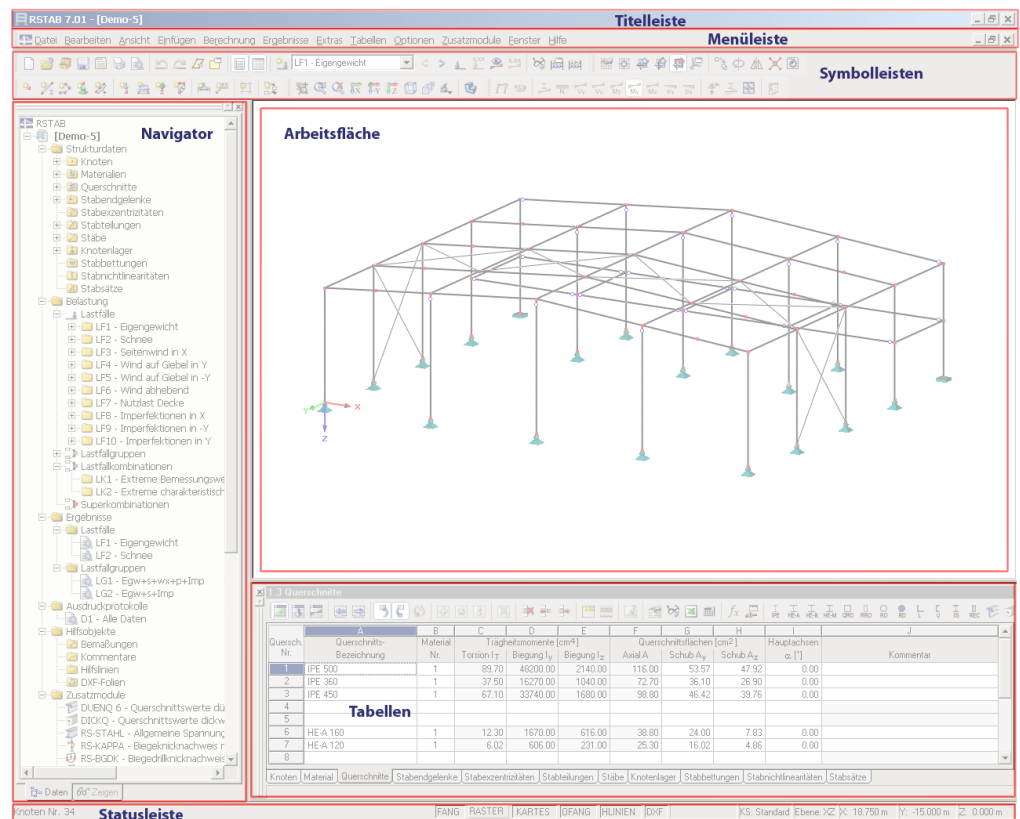
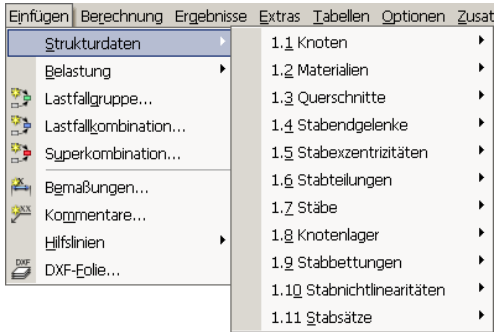
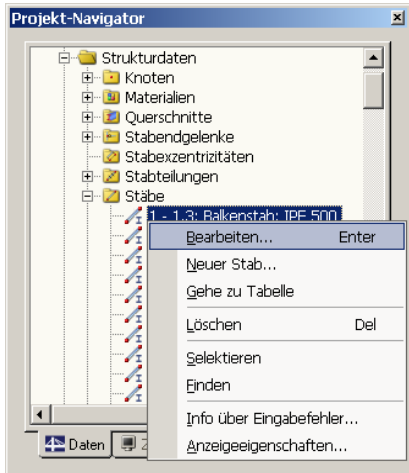




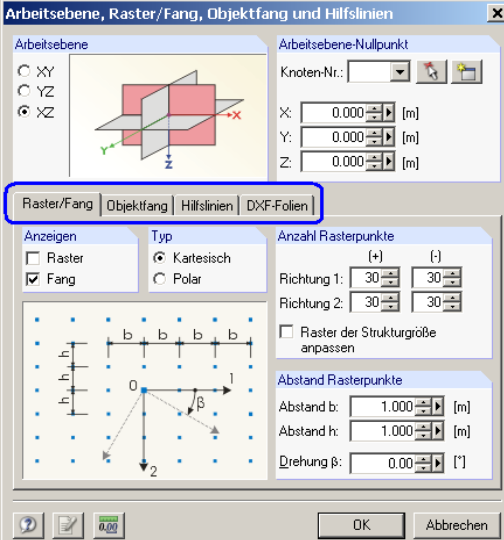
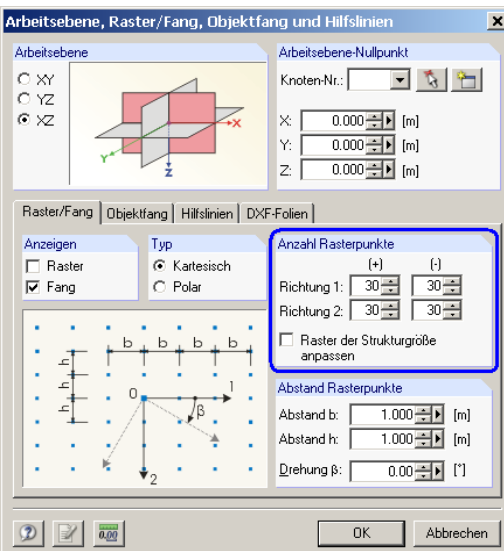
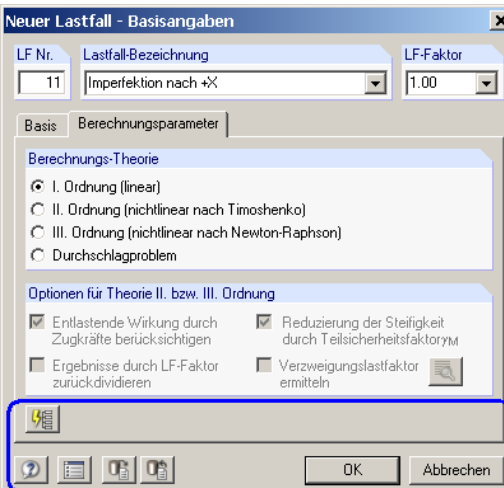
Bild 4.1: RSTAB Benutzeroberfläche

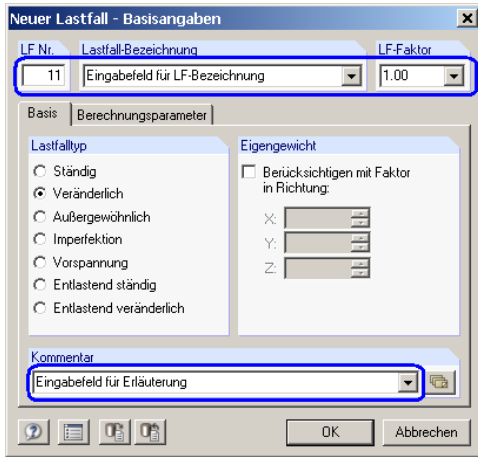
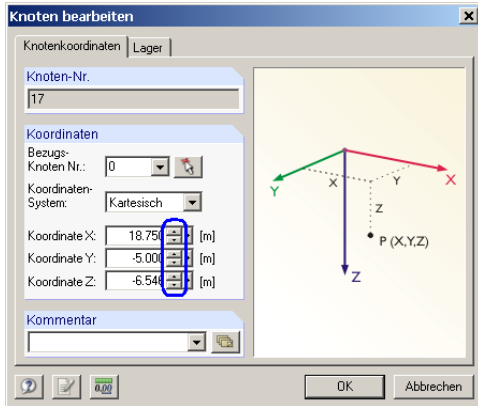
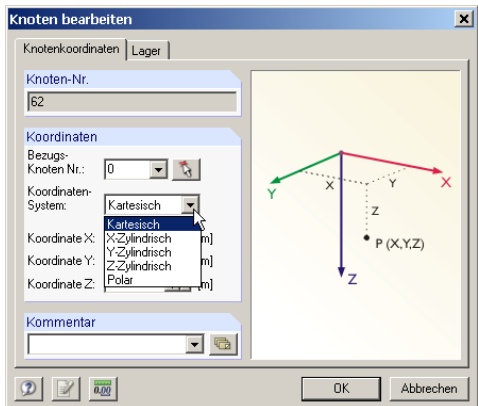
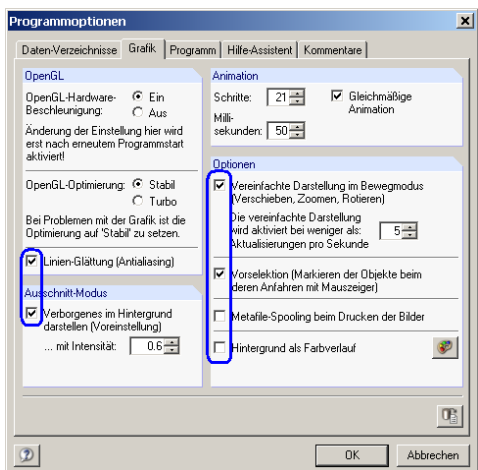
4.2 Verwendete Begriffe

In diesem Kapitel werden Begriffe der Benutzeroberfläche von Windows erläutert, die im Handbuch verwendet werden.

Für die einzelnen Elemente der Benutzeroberfläche sind die unterschiedlichsten Begriffe in Gebrauch. Dieses Handbuch benutzt die deutschsprachigen Ausdrücke. Einige Begriffe sind zusammengefasst, wenn eine Unterscheidung nicht wesentlich für die Bedienung von RSTAB ist. In der folgenden Tabelle sind die häufig verwendeten Begriffe kurz erläutert.

Begriff	Bild	Synonym	Erläuterung
Menü		Pulldown-menü	Befehle und Funktionen unterhalb der Titelleiste
Kontext-menü		Pop-up-menü	Wird mit einem Klick der rechten Maustaste auf ein bestimmtes Objekt gestartet. Enthält wichtige Befehle und Funktionen zu diesem Objekt.
Symbol-leiste		Werkzeug-leiste, Toolbar	Diverse Schaltflächen unterhalb der Menüleiste
Dialog			Fenster, das zur Dateneingabe im Hauptfenster geöffnet wird

Register		Registerkarte, Kartenreiter	<p>Große Dialoge werden in mehrere Register gegliedert.</p> <p>Durch Anklicken der Reiter sind die einzelnen „Karteikarten“ zugänglich.</p>
Abschnitt		Gruppe, Rahmen	<p>Elemente in einem Dialog, die inhaltlich zusammenhängen.</p>
Schaltfläche		Button, Icon	<p>Der Klick auf eine Schaltfläche löst eine Aktion aus, z. B. öffnet einen neuen Dialog oder führt eine Änderung durch.</p>

Eingabefeld		Eingabezeile	Feld für die Eingabe von Text oder Zahlenwerten
Drehfeld		Spinner, Spinbutton	Zwei kleine Schaltflächen neben einer Eingabezeile Zahlenwerte können schrittweise geändert werden.
Liste		Listbox, Combobox, DropDown-Liste	Auswahlmöglichkeit für Eingabefelder Ergänzung durch eigene Einträge ist manchmal möglich.
Kontrollfeld		Checkbox	Ja- oder Nein-Entscheidung durch Setzen oder Entfernen des Hakens

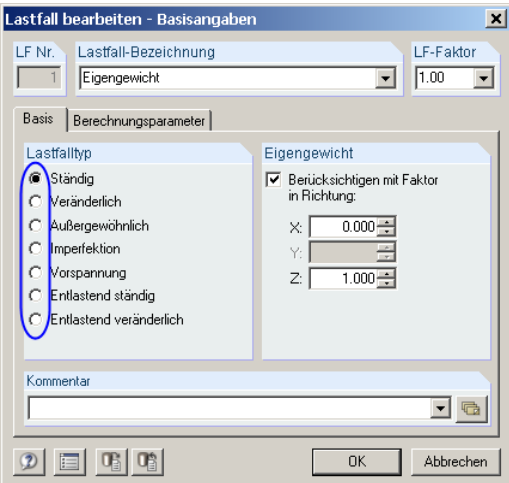
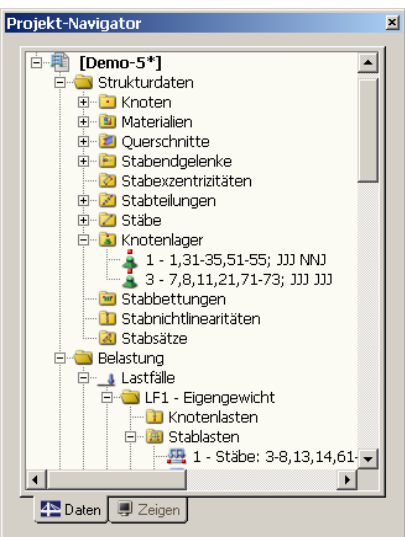
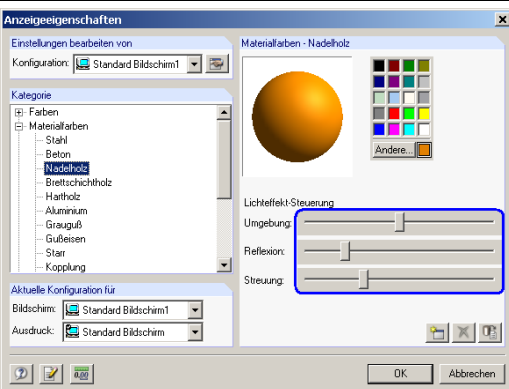
Auswahl- feld		Radio- button	Entscheidung zwischen Alternativen, von denen nur eine Aussage zutreffen kann
Baum- struktur		Tree Dia- gramm	Anordnung von Informationen ähnlich dem Windows Explor- er
Schie- beregler			„Stufenlose“ Regelung für bestimmte Eigenschaften

Tabelle 4.1: Begriffe der Benutzeroberfläche

4.3 Spezielle Begriffe in RSTAB

In diesem Kapitel werden einige RSTAB-spezifische Begriffe vorgestellt.

Begriff	Erläuterung
Knoten	Im 3D-Modell ist ein Knoten durch die Koordinaten (X/Y/Z) festgelegt. Über Knoten wird die Geometrie der Struktur beschrieben.
Stab	Ein Stab stellt die geradlinige Verbindung zwischen zwei Knoten dar. Über Material- und Querschnitseigenschaften wird dem Stab eine Steifigkeit zugewiesen.
Stabsatz	Stäbe lassen sich zu einem Stabsatz zusammenfassen. In einem Stabzug schließen die Stäbe wie bei einem Durchlaufträger fortlaufend an den Knoten an. In einer Stabgruppe aus zusammenhängenden Stäben können mehr als zwei Stäbe an den einzelnen Knoten anschließen.
Knotenlager	Die Freiheitsgrade des Knotens sind eingeschränkt.
Knotenlast	Ein Knoten wird mit einer Kraft oder einem Moment belastet.
Stablast	Ein Stab wird mit einer Strecken- oder Einzellast belastet. Der Lastverlauf kann konstant, linear veränderlich oder parabelförmig sein. Neben Kräften und Momenten sind Temperatureinwirkungen und Vorspannungen möglich.
Imperfektion	An einem Stab oder Stabzug werden geometrische Ersatzimperfektionen als Vorkrümmung oder Vorverdrehung definiert.
Lastfall <i>LF</i>	<p>Alle Belastungen aus einer Einwirkung werden in einem Lastfall abgelegt, z. B. Eigengewicht oder Schnee.</p> <p>Die Belastungen sollten als Gebrauchslasten, also ohne Faktor, definiert werden. Die Teilsicherheitsfaktoren können in den Lastfallgruppen oder -kombinationen berücksichtigt werden.</p> <p>Ein Lastfall wird in der Regel nach Theorie I. Ordnung berechnet. Eine Berechnung nach Theorie II. oder III. Ordnung ist aber möglich.</p>
Lastfallgruppe <i>LG</i>	<p>Eine Lastfallgruppe überlagert Lastfälle, indem die Belastungen der enthaltenen Lastfälle zusammengefasst werden.</p> <p>Eine Lastfallgruppe wird in der Regel nach Theorie II. oder III. Ordnung berechnet. Eine Berechnung nach Theorie I. Ordnung ist aber möglich.</p>
Lastfallkombination <i>LK</i>	<p>In einer Lastfallkombination werden die Ergebnisse der enthaltenen Lastfälle überlagert.</p> <p>Es ist auch möglich, mit einer <i>Oder</i>-Kombination die extremen Schnittgrößen und Verformungen aus verschiedenen Lastfällen, Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen zu ermitteln.</p> <p>Das Superpositionsprinzip gilt nicht für das Überlagern von Ergebnissen, die nach Theorie II. Ordnung berechnet wurden.</p>
Superkombination <i>SK</i>	Eine Superkombination überlagert die Ergebnisse von Lastfällen, Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen aus unterschiedlichen RSTAB-Positionen. Damit können Bauzustände untersucht werden.

Tabelle 4.2: RSTAB-spezifische Begriffe

4.4 Benutzeroberfläche von RSTAB

Dieses Kapitel beschreibt die einzelnen Bedienelemente von RSTAB (siehe Bild 4.1, Seite 55). Das Programm hält sich an die allgemeinen Standards für Windows-Anwendungen.

4.4.1 Menüleiste

Unterhalb der Titelleiste befindet sich die Menüleiste. Alle Funktionen von RSTAB sind über diese Menüleiste zugänglich. Sie ist in logischen Blöcken strukturiert.

Ein Menü wird direkt durch Anklicken mit der Maus geöffnet. Alternativ kann die Tastatur benutzt werden, indem man die [Alt]-Taste in Verbindung mit dem unterstrichenen Buchstaben des Menütitels drückt. Das Menü klappt daraufhin auf, sodass die Menüeinträge zugänglich sind. Die Auswahl erfolgt wiederum entweder direkt mit der Maus oder durch Drücken des unterstrichenen Buchstabens. Die gewünschte Funktion kann auch mit den [↑]- und [↓]-Cursortasten angesteuert und dann mit der [↵]-Taste ausgelöst werden.

Ist ein Menü aufgeklappt, kann mit den [→]- und [←]-Tasten zwischen den Menüs gewechselt werden.

Neben einigen Menüeinträgen ist rechts eine Tastenkombination angegeben. Diese so genannten *Hot Keys* halten sich weitgehend an den Windows-Standard. Damit werden ebenfalls Funktionen direkt über die Tastatur ausgeführt, z. B. [Strg]+[S] speichert die Daten.

4.4.2 Symbolleisten

Unter der Menüleiste befinden sich die Symbolleisten mit einer Vielzahl von Schaltflächen. Über die einzelnen Schaltflächen (*Buttons*) sind die wichtigsten Funktionen direkt mit einem Mausklick zugänglich. Verweilt der Mauszeiger einen Augenblick über einer Schaltfläche, erscheint eine kurze Information zur Funktion dieser Schaltfläche (*QuickInfo*, *Tooltip*).

Die Position der Symbolleisten kann geändert werden, indem man diese im vorderen Bereich mit der Maus „anfasst“ und an die gewünschte Stelle verschiebt.

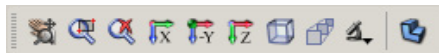


Bild 4.2: Symbolleiste *Ansicht* im angedockten Zustand

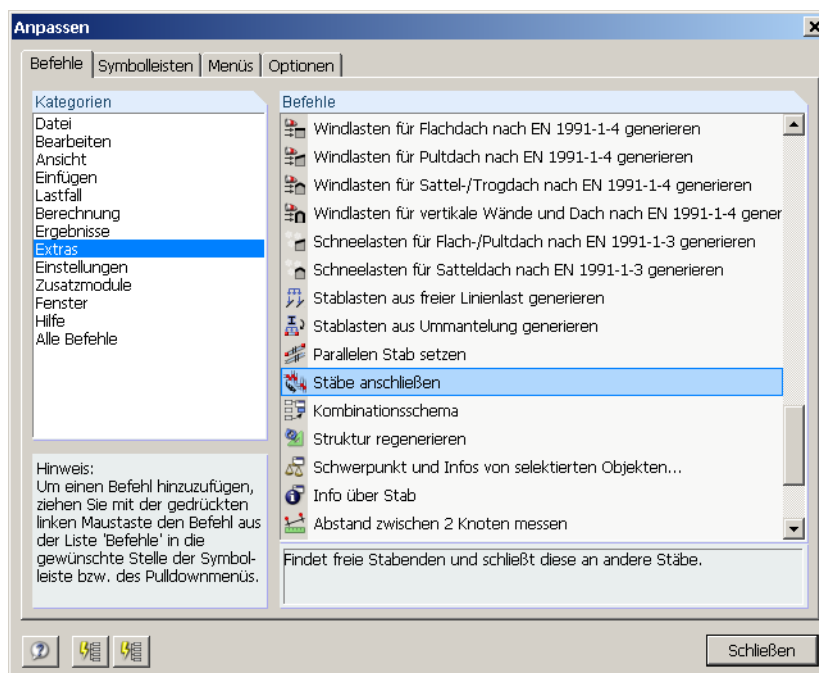
Wird eine Symbolleiste auf die Arbeitsfläche gezogen, verwandelt sie sich in eine „schwebende“ Symbolleiste und liegt über der Grafik.



Bild 4.3: Symbolleiste *Ansicht* schwebend

Eine schwebende Symbolleiste kann wieder am Fensterrand angedockt werden, indem man sie mit der Maus dorthin verschiebt oder deren Titelleiste doppelklickt.

Der Menüpunkt **Ansicht** → **Symbolleisten anpassen** ruft einen Dialog auf, mit dem Inhalt und Aussehen der diversen Symbolleisten wie in Windows üblich verändert werden können.

Bild 4.4: Dialog *Anpassen*, Register *Befehle*

Alle Befehle von RSTAB sind in *Kategorien* eingeordnet. Wenn man in dieser Liste einen Eintrag markiert, werden rechts die Schaltflächen aller zugehörigen *Befehle* eingeblendet. Klickt man dort eine Schaltfläche an, wird deren Funktion im Abschnitt unterhalb erläutert. Jede Schaltfläche kann dann per Drag & Drop an eine beliebige Stelle in der Symbolleiste oben geschoben werden.

Um eine Schaltfläche wieder aus der Symbolleiste zu entfernen, hält man die [Alt]-Taste gedrückt und zieht die Schaltfläche mit der Maus von der Symbolleiste auf die Arbeitsfläche.



Im zweiten Register *Symbolleisten* sind alle verfügbaren Symbolleisten aufgelistet. Dort können Symbolleisten ausgeblendet oder auch [Neu] angelegt werden.

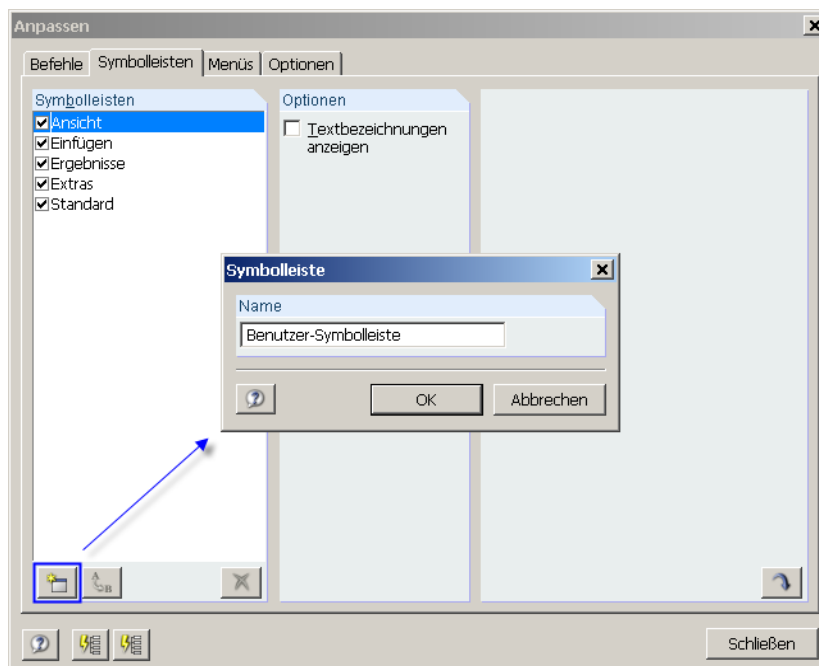


Bild 4.5: Anlegen einer neuen Symbolleiste

Im Dialog *Symbolleiste* wird der *Name* der neuen Symbolleiste angegeben. Die neue Leiste wird nach [OK] schwebend angezeigt. Man kann diese an die gewünschte Stelle verschieben und die Schaltflächen dann über das Register *Befehle* dieses Dialogs zuweisen.



Die Schaltfläche [Symbolleisten zurücksetzen] stellt den Grundzustand wieder her. Wenn in der Liste eine benutzerdefinierte Symbolleiste markiert ist, wird diese entfernt. Die vorgegebenen RSTAB-Symbolleisten können nicht entfernt, sondern nur ausgeblendet werden.

Das letzte Register *Optionen* bietet die Möglichkeit, das Erscheinungsbild der RSTAB-Oberfläche zu verändern. Folgende *Designs* stehen zur Auswahl.



Bild 4.6: Verfügbare Oberflächen-Designs

Veränderte Einstellungen werden unmittelbar aktualisiert.

4.4.3 Navigator



Der Navigator wird auf der linken Seite des Arbeitsfensters angezeigt. Er wird über Menu **Ansicht** → **Navigator** oder mit der entsprechenden Schaltfläche ein- und ausgeblendet.



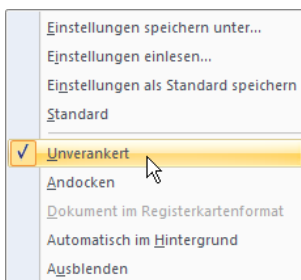
Bild 4.7: Schaltfläche *Navigator* in der Symbolleiste *Standard*



Der Navigator kann wie eine Symbolleiste behandelt werden. Man kann ihn an seinem oberen Rand mit der Maus „anfassen“ und auf die Arbeitsfläche verschieben. Ein Doppelklick auf die Titelleiste des Navigators oder das Verschieben an den Rand dockt ihn wieder am Fensterrand an. Zusätzlich stehen während des Verschiebens die links dargestellten Schaltflächen bereit, die das Andocken an einem der vier Ränder ermöglichen: Ziehen Sie den Navigator auf die gewünschte Schaltfläche und lösen dann die Maustaste, sobald sich der Mauszeiger über dieser Schaltfläche befindet.

Falls der Navigator nicht am Rand andocken soll, kann das mit dem entsprechenden Befehl im Kontextmenü des Navigators unterbunden werden.

Die Kontextmenü-Option *Automatisch im Hintergrund* ermöglicht die automatische Minimierung des Navigators, sobald man außerhalb arbeitet. Diese Funktion kann bei gedocktem Navigator auch über den Pin rechts oben im Navigator aktiviert werden (siehe Bild 4.9, Seite 64). Wenn die Maus über die gedockte Leiste bewegt wird, öffnet sich der Navigator wieder in voller Größe.



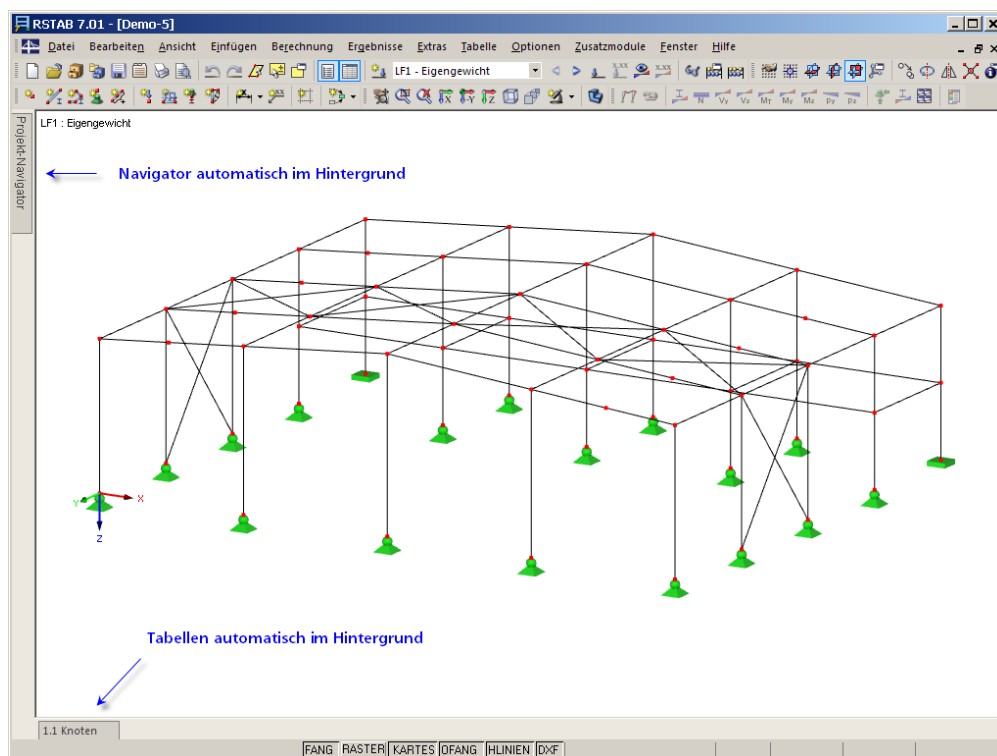


Bild 4.8: Navigator und Tabellen automatisch im Hintergrund

In einer übersichtlichen Baumstruktur werden alle Daten einer Position dargestellt. Mit [+] können Zweige des Baumes aufgeklappt werden, mit [-] werden diese wieder zugeklappt. Die gleiche Wirkung hat ein Doppelklick auf einen Eintrag.

Am unteren Ende des Navigators befinden sich drei Registerreiter. Mit diesen kann zwischen dem *Daten*-, dem *Zeigen*- und dem *Ergebnisse*-Navigator umgeschaltet werden.

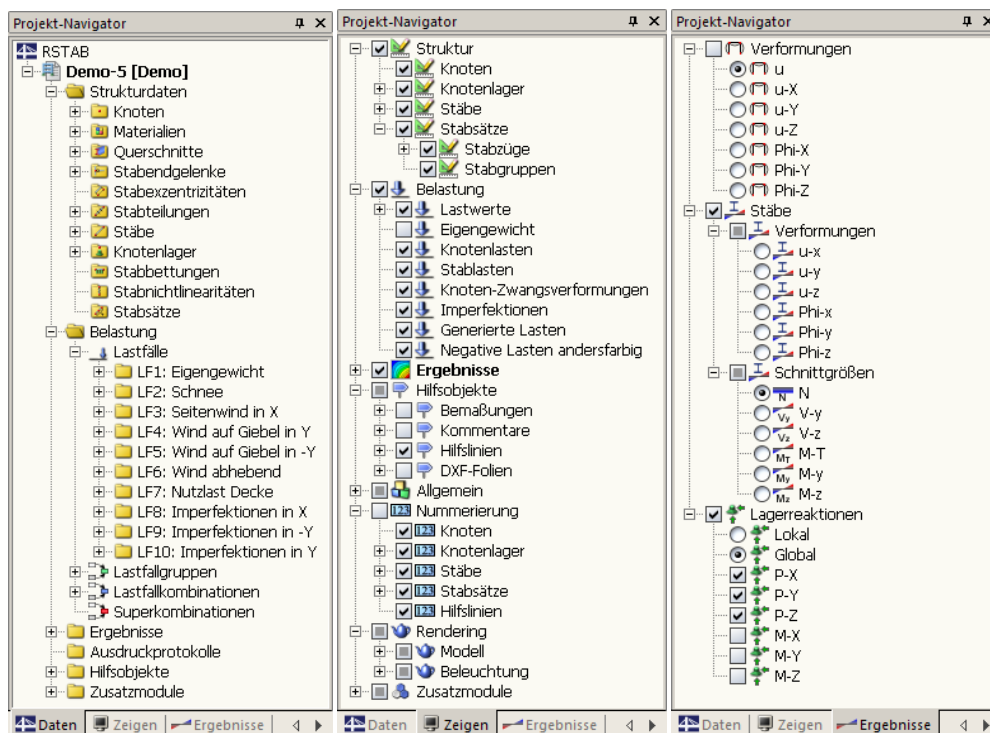


Bild 4.9: Daten-, Zeigen- und Ergebnisse-Navigator

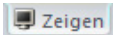
Daten-Navigator



Alle eingegebenen Daten und alle vorhandenen Ergebnisse sind in diesem Navigator eingetragen. Der Doppelklick auf einen Eintrag (ein „Blatt“ des Baumes) ruft einen Dialog auf, mit dem der Eintrag geändert werden kann. Durch das Anklicken eines Eintrags mit der rechten Maustaste wird dessen Kontextmenü aufgerufen, das sehr nützliche Funktionen enthält.

Fehlerhaft definierte Objekte erscheinen in roter, unbenutzte Objekte in blauer Schrift.

Zeigen-Navigator

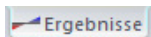


Mit dem Darstellungsnavigator wird die Anzeige der Grafik im Arbeitsfenster gesteuert. Entfernt man den Haken im Kontrollfeld vor einem Eintrag, so wird das entsprechende Element in der Grafik nicht mehr dargestellt.

Über das links dargestellte Kontextmenü dieses Navigators können die benutzerdefinierten Einstellungen gespeichert und eingelesen sowie als Standard für neu angelegte Positionen verwendet werden.

Einstellungen speichern unter...
Einstellungen einlesen...
Einstellungen als Standard speichern
Standard

Ergebnisse-Navigator



In diesem Navigator erfolgt die Steuerung der grafischen Ergebnisausgabe. Der Inhalt ist abhängig davon, ob die RSTAB-Ergebnisse oder die eines Zusatzmoduls angezeigt werden.

4.4.4 Tabellen



Am unteren Rand des RSTAB-Fensters befinden sich die Tabellen. Sie werden über Menü **Tabelle** → **Anzeigen** oder mit der entsprechenden Schaltfläche ein- und ausgeblendet.



Bild 4.10: Schaltfläche *Tabellenfenster ein/aus* in der Symbolleiste *Standard*

Es gibt drei Gruppen von Tabellen. Zwischen diesen Gruppen kann man mit den ersten drei Schaltflächen in der Tabellen-Symbolleiste oder über Menü **Tabellen** → **Gehe zu** wechseln.



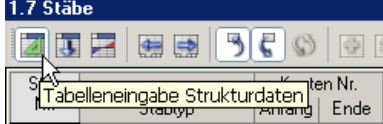
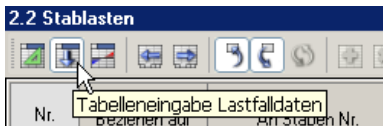

1.7 Stäbe  Menü Tabelle → Gehe zu → Strukturdaten	Tabellen zur Struktureingabe
2.2 Stablasten  Menü Tabelle → Gehe zu → Belastung	Tabellen zur Lasteingabe
3.1 Stäbe - Schnittgrößen  Menü Tabelle → Gehe zu → Ergebnisse	Ergebnistabellen

Tabelle 4.3: Schaltflächen der Struktur-, Belastungs- und Ergebnistabellen

In den Tabellen können alle Struktur- und Belastungsdaten numerisch eingegeben werden. Durch eine Reihe leistungsfähiger Funktionen ist eine sehr effektive Eingabe möglich, die im Kapitel 11.3 ab Seite 287 näher beschrieben ist.

Das sequentielle Abarbeiten von Tabelle zu Tabelle stellt zudem sicher, dass wirklich alle Daten erfasst werden. Die Tabellen spiegeln die interne Datenstruktur von RSTAB wider. Auch die Beschreibung der Ein- und Ausgabe in den Handbuch-Kapiteln 5, 6 und 9 ist an die Struktur der Tabellen angelehnt.

Die Tabellen können ebenfalls wie eine Symbolleiste behandelt werden. Sie lassen sich an ihrem oberen Rand mit der Maus „anfassen“ und auf die Arbeitsfläche verschieben. Ein Doppelklick auf deren Titelleiste oder das Verschieben an den Rand bzw. auf eine der links dargestellten Schaltflächen dockt sie wieder an.

Die Kontextmenü-Option *Automatisch im Hintergrund* in der Tabellen-Titelleiste ermöglicht die automatische Minimierung der Tabellen, sobald man außerhalb arbeitet (siehe Bild 4.8, Seite 64). Diese Funktion kann bei gedockten Tabellen auch über den Pin rechts oben in der Tabellen-Titelleiste aktiviert werden. Wenn die Maus über die gedockte Leiste bewegt wird, öffnen sich die Tabellen wieder in der ursprünglichen Größe.

Wird in der Tabelle eine Zeile markiert, so wird dieses Objekt in der Grafik farblich hervorgehoben. Falls umgekehrt in der Grafik ein Objekt selektiert wird, wird auch in der Tabelle die entsprechende Zeile eingeblendet und in anderer Farbe markiert. Diese Synchronisation der Selektion kann über Menü **Tabelle** → **Einstellungen** oder mit den beiden links gezeigten Schaltflächen gesteuert werden.



4.4.5 Statusleiste

Die Statusleiste bildet den unteren Abschluss des RSTAB-Fensters. Mit dem Menübefehl **Ansicht** → **Statusleiste** kann sie ein- und ausgeblendet werden.

Die Statusleiste ist in drei Bereiche gegliedert.

Linker Bereich

Stablast Nr. 44 an Stab Nr. 21

Bild 4.11: Linker Bereich der Statusleiste

Der hier angezeigte Text variiert je nach der gerade aktiven Programmfunktion. Befindet sich der Mauszeiger in der grafischen Arbeitsfläche, werden in der Statuszeile Informationen zu dem Objekt angezeigt, über dem sich der Mauszeiger aktuell befindet.

Diesen Teil der Statuszeile sollten Sie gerade am Anfang immer im Auge behalten. Dort werden stets Erläuterungen zu den Symbolleisten-Schaltflächen und Dialogen angeboten.

Mittlerer Bereich

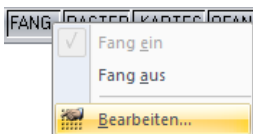
FANG RASTER KARTES OFANG HLINIEN DXF

Bild 4.12: Mittlerer Bereich der Statusleiste

Dieser Bereich hat eine ähnliche Funktionalität wie eine Symbolleiste. Sie können damit das grafische Arbeitsfenster beeinflussen.

FANG

Über diese Schaltfläche wird die Fangfunktion des Rasters ein- oder ausgeschaltet. Über das links dargestellte Kontextmenü dieser Schaltfläche ist der Dialog zum detaillierten Einstellen des Rasters zugänglich (Erläuterung im Kapitel 11.2.2, Seite 262).



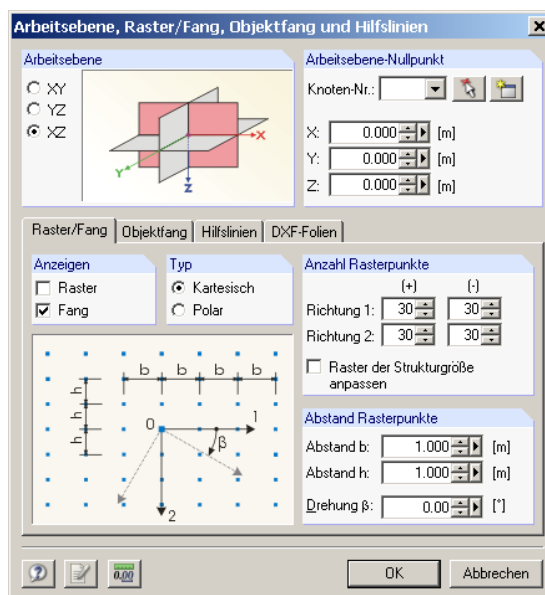


Bild 4.13: Dialog Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang und Hilfslinien

RASTER

Ein Klick auf diese Schaltfläche blendet das Raster ein- bzw. aus. Über die Option *Bearbeiten* im Schaltflächen-Kontextmenü kann ebenfalls der in Bild 4.13 dargestellte Dialog aufgerufen werden.

Zusätzlich besteht im Kontextmenü die Möglichkeit, die Rasterabstände schrittweise zu vergrößern oder zu verkleinern.

ORTHO / KARTES / POLAR

Mit dieser Schaltfläche kann man zwischen orthogonalem, kartesischem und polarem Raster umschalten. Über das Kontextmenü ist wiederum der im Bild 4.13 dargestellte Dialog zugänglich. Zudem lassen sich die Rasterabstände vergrößern und verkleinern.

OFANG

Mit dieser Schaltfläche kann der Objektfang ein- oder ausgeschaltet werden. Diese Funktion ist im Kapitel 11.2.3 auf Seite 263 näher erläutert.

HLINIEN

Ein Klick auf diese Schaltfläche schaltet die Hilfslinien ein oder aus. Die Beschreibung der Hilfslinien findet sich im Kapitel 11.2.14 auf Seite 279.

DXF

Diese Schaltfläche steuert die Anzeige der DXF-Folien (siehe Kapitel 11.2.15, Seite 282).

Rechter Bereich



Bild 4.14: Rechter Bereich der Statusleiste

Im rechten Bereich der Statuszeile werden Informationen zur grafischen Eingabe angezeigt:

- Koordinatensystem KS
- Arbeitsebene
- Aktuelle Koordinaten des Mauszeigers

4.4.6 Steuerpanel



Wenn Schnittgrößen oder Verformungen grafisch dargestellt werden, sind diverse Anzeige- und Steuerungsparameter über das so genannte **Panel** zugänglich. Mit dem Menübefehl

Ansicht → Steuerpanel

oder der entsprechenden Schaltfläche kann das Panel ein- und ausgeblendet werden.

Auch das Panel kann an den Bildschirmrand andockt werden, indem man die Titelleiste doppelklickt oder das Panel auf eine der links dargestellten Schaltflächen schiebt. Die Kontextmenü-Option *Automatisch im Hintergrund* in der Panel-Titelleiste ermöglicht die automatische Minimierung des Panels, sobald man außerhalb arbeitet (vgl. Bild 4.8, Seite 64). Bei gedocktem Panel kann diese Funktion auch über den Pin in der Panel-Titelleiste aktiviert werden. Wird die Maus über die gedockte Leiste bewegt, öffnet sich das Panel wieder in voller Größe.

Das Steuerpanel ist in die drei Register *Farbskala*, *Faktoren* und *Filter* untergliedert.

Farbskala

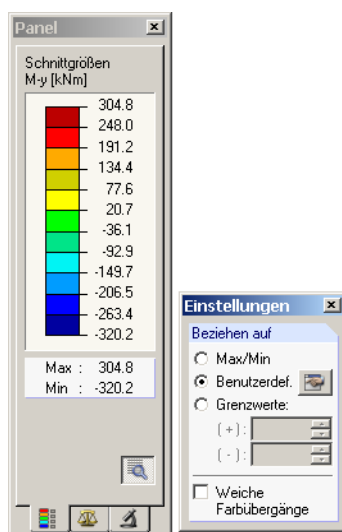


Bild 4.15: Steuerpanel, Register *Farbskala* mit Schaltfläche [Einstellungen] aktiv

Ist eine mehrfarbige Darstellung der Ergebnisse gewählt, so wird in diesem Register die Farbskala mit den zugeordneten Wertebereichen angezeigt. Standard ist eine elfstufige Farbskala, die den Bereich zwischen den Extremwerten in gleichen Intervallen abdeckt.



Die Farbskala kann bearbeitet werden, indem man eine der Farben doppelklickt. Alternativ wird die Schaltfläche [Optionen] rechts unten aktiviert und dann im Dialog *Einstellungen* das Auswahlfeld *Benutzerdefiniert* angewählt (siehe Bild 4.15). Mit einem Klick auf die Schaltfläche [Bearbeiten] erscheint folgender Dialog:

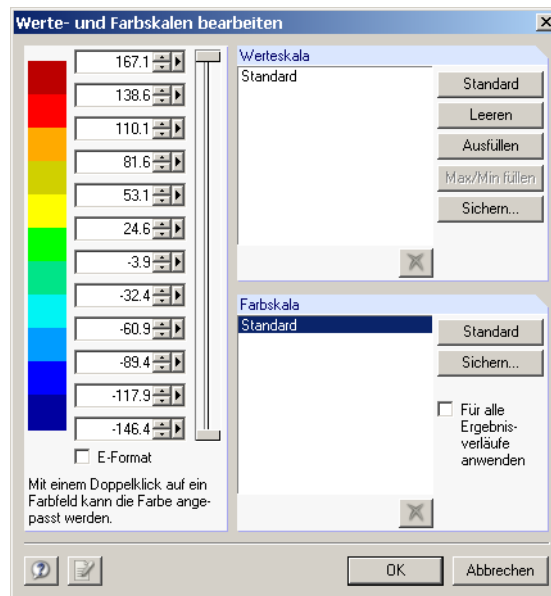


Bild 4.16: Dialog Werte- und Farbskalen bearbeiten

Über die zwei vertikalen Schieberegler, die sich rechts neben den Werten befinden, kann die Anzahl der Farbbereiche von beiden Seiten aus reduziert werden.

Die Farben lassen sich über einen Doppelklick auf das jeweilige Farbfeld modifizieren.

Die Werte der Skala können manuell angepasst werden. Es muss allerdings auf eine konsequent auf- bzw. absteigende Reihenfolge geachtet werden. Die Schaltflächen im Abschnitt *Werteskala* rechts unterstützen bei der Wertezuweisung. Sie bedeuten im Einzelnen:

Schaltfläche	Funktion
Standard	Die Standardeinstellung der elf Farbbereiche wird hergestellt.
Leeren	Alle Werte in den Eingabefeldern werden gelöscht.
Ausfüllen	Die Werte werden in Abhängigkeit von der Anzahl der Farbbereiche äquidistant zwischen Maximum und Minimum interpoliert.
Max/Min füllen	Bei einer reduzierten Farbskala werden die Zwischenwerte auf die absoluten bzw. manuell angegebenen Extremwerte bezogen errechnet.
Sichern	Die Werteskala wird positionsübergreifend gespeichert.

Tabelle 4.4: Schaltflächen im Abschnitt Werteskala

Über das Kontrollfeld *Für alle Ergebnisverläufe anwenden* wird geregelt, ob die aktuelle Farbskala für die Ergebnisdarstellung sämtlicher Lastfälle, LF-Gruppen und -Kombinationen Anwendung finden soll. Die Werteskala bleibt davon unberührt, da eine globale Zuweisung für Verformungen, Kräfte, Momente und Spannungen problematisch ist. Die geänderte Farbskala ist zunächst über [Sichern] als benutzerdefinierte Skala abzuspeichern.



Ist die Schaltfläche [Einstellungen] aktiv wie im Bild 4.15 dargestellt, so stehen im Dialog *Einstellungen* weitere Optionen zur Auswahl.

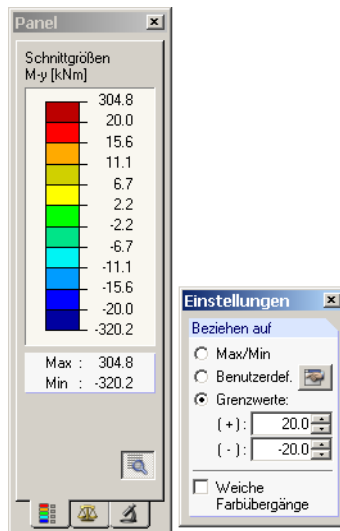


Bild 4.17: Dialog *Einstellungen*, Option *Grenzwerte +/-*

Die Option *Grenzwerte* ermöglicht eine detaillierte Auswertung innerhalb eines definierten Bereiches. Alle Über- und Unterschreitungen werden durch jeweils eine Farbe abgedeckt. Mit den im Bild 4.17 getroffenen Vorgaben beispielsweise werden nur die Biegemomente im Bereich von ± 20 kNm fein abgestuft dargestellt.

Aktiviert man im *Einstellungen*-Dialog das Kontrollfeld *Weiche Farbübergänge*, so verschwinden die ausgeprägten Bereichsgrenzen. Diese Möglichkeit eines kontinuierlichen Farbspektrums ist unabhängig vom gewählten Bezug der Ergebniswerte.

Faktoren



Bild 4.18: Steuerpanel, Register *Faktoren*

Dieses Register steuert die Überhöhungsfaktoren für die grafische Darstellung festgelegt. Es sind Eingabefelder vorgesehen zur Skalierung der *Verformung*, der *Schnittgrößen* und der *Lagerkräfte*, die in Abhängigkeit von der aktuellen Grafik zugänglich sind.

Filter



Bild 4.19: Steuerpanel, Register *Filter*

Das erste Register *Farbskala* ermöglicht das Filtern von Ergebniswerten im Allgemeinen. Dieses Register *Filter* hingegen steuert die Ergebnisanzeige in Hinblick auf bestimmte Stäbe.



In das Eingabefeld *Verläufe darstellen von Stäben Nr.* kann man die Nummern der relevanten Stäbe eintragen. Mit einem Klick auf [Anwenden] wird die Filterfunktion umgesetzt. Die Stabnummern lassen sich auch aus der Grafik übernehmen, indem man dort zunächst die relevanten Stäbe markiert (Mehrfachselektion mit Fenster oder gedrückter [Strg]-Taste) und dann die Schaltfläche [Von der Selektion übernehmen] betätigt.



4.4.7 Standardschaltflächen

Bestimmte Schaltflächen werden in vielen Dialogen genutzt. Wenn man mit dem Mauszeiger einen Moment über einer Schaltfläche verweilt, wird deren Funktion als Kurzinformation eingeblendet.

In der folgenden Übersicht sind die Standardschaltflächen mit Verweisen auf die entsprechenden Kapitel kurz erläutert.





















Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Neu	Öffnen eines Dialogs zur Definition eines Objekts
	Bearbeiten	Öffnen eines Dialogs zum Ändern eines Objekts
	Pick	Grafische Auswahlmöglichkeit
	Übernehmen	Übernahme aus der aktuellen Selektion
	Bibliothek	Öffnen einer Sammlung hinterlegter Werte
	Hilfe	Aufrufen der Hilfe-Funktion
	Anwenden	Ausführen von Änderungen ohne Dialog zu beenden
	Einstellen	Öffnen eines Dialogs für detaillierte Einstellungen
	Kommentare	Zugriffsmöglichkeit auf vorgefertigte Textbausteine → Kapitel 11.6.3, Seite 335
	Einheiten und Dezimalstellen	Einstellmöglichkeit für Einheiten und Dezimalstellen → Kapitel 11.6.2, Seite 334
	Standard	Wiederherstellen der Dialog-StandardEinstellungen
	Als Standard setzen	Speichern der aktuellen Einstellungen als Standard
	Fonts	Einstellmöglichkeit für Schriftarten und -größen
	Info	Anzeigen von Informationen zu einem Objekt
	Auswahl übergeben	Übertragen selektierter Einträge in eine andere Liste
	Alles übergeben	Übertragen sämtlicher Einträge in eine andere Liste
	Sichern	Abspeichern einer benutzerdefinierten Eingabe
	Einlesen	Importieren einer gespeicherten Eingabe
	Auswählen	Auswahlmöglichkeit für bestimmte bzw. alle Objekte
	Deselektieren	Löschen bzw. Deselektieren aller Einträge

Tabelle 4.5: Standardschaltflächen

4.4.8 Tastaturfunktionen

Auch in der grafischen Benutzeroberfläche können bestimmte, häufig benötigte Funktionen schnell über die Tastatur aufgerufen werden. Hier ist eine Liste aller Tastaturfunktionen:

[F1]	Hilfe
[F2]	Nächste Tabelle
[F3]	Vorherige Tabelle
[F4]	Plausibilitätskontrolle der aktuellen Tabelle
[F5]	Plausibilitätskontrolle aller Tabellen
[F7]	Auswahlfunktion in Tabellen
[F8]	Gesamtstruktur bildschirmfüllend – <i>Zeige alles</i>
[F9]	Taschenrechner
[F10]	Menüleiste
[F12]	Speichern der Struktur unter neuem Namen
[Alt]	Menüleiste
[Strg+2]	Kopieren einer Tabellenzeile in die nächste Zeile
[Strg+A]	Wiederherstellen (<i>Redo</i>)
[Strg+C]	Kopieren in Zwischenablage
[Strg+F]	Suchen in der Tabelle
[Strg+G]	Generieren in der Tabelle
[Strg+H]	Ersetzen in der Tabelle
[Strg+I]	Einfügen einer Zeile in der Tabelle
[Strg+L]	Springen zu einer bestimmten Zeilennummer in der Tabelle
[Strg+N]	Anlegen einer neuen Position
[Strg+O]	Öffnen einer vorhandenen Position
[Strg+P]	Drucken der Grafik (Drucker, Ausdruckprotokoll, Zwischenablage)
[Strg+R]	Löschen von Zeilen in der Tabelle
[Strg+S]	Speichern der Daten
[Strg+U]	Deselektieren in der Tabelle
[Strg+V]	Einfügen aus der Zwischenablage
[Strg+X]	Ausschneiden in der Tabelle
[Strg+Y]	Leeren der aktuellen Tabellenzeile
[Strg+Z]	Rückgängig (<i>Undo</i>)
[+] [-] NumPad	Zoomen

Tabelle 4.6: Tastaturfunktionen

4.4.9 Mausfunktionen

Die Verwendung der Maus entspricht den in Windows üblichen Standards. Ein einfaches Anklicken mit der **linken** Maustaste selektiert ein Objekt zur weiteren Bearbeitung, mit einem Doppelklick wird der Bearbeitungsdialog des Objekts aufgerufen. Diese Funktionen stehen sowohl für die Objekte der Grafik als auch für die Einträge im *Daten-Navigator* zur Verfügung.

Klickt man ein Objekt mit der **rechten** Maustaste an, wird dessen Kontextmenü aufgerufen. Das Kontextmenü beinhaltet Befehle und Funktionen, die für das gewählte Objekt oft sehr nützlich sind.

Kontextmenüs stehen in der Grafik, den Tabellen und im Navigator zur Verfügung.

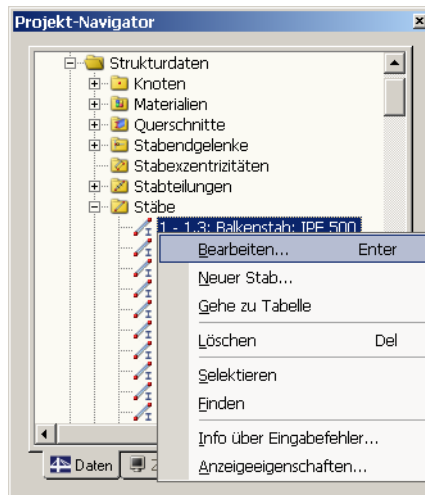
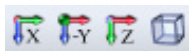


Bild 4.20: Stab-Kontextmenü im Daten-Navigator



Das **Scrollrad** erweist sich bei der Arbeit in der Grafik als äußerst nützlich. Durch Scrollen (Drehen des Mausekkrades) lässt sich die aktuelle Darstellung vergrößern bzw. verkleinern. Als Zentrum des Zoombereichs wird stets die Position des Mauszeigers angenommen.

Mit gedrücktem Scrollrad kann die Struktur direkt verschoben werden (d. h. ohne vorher die Schaltfläche [Ansicht verschieben] zu aktivieren). Benutzt man zusätzlich die [Strg]-Taste, so lässt sich die Struktur mit gedrücktem Scrollrad rotieren. Alternativ lässt sich die Struktur mit dem Scrollrad drehen, indem man gleichzeitig die rechte Maustaste gedrückt hält. Die am Mauszeiger angezeigten Symbole verdeutlichen jeweils die gewählte Funktion.

Um die Ansicht um einen bestimmten Knoten zu drehen, ist dieser Knoten zunächst zu selektieren. Wird nun die [Alt]-Taste gedrückt, lässt sich die Struktur mit gedrücktem Scrollrad um den ausgewählten Knoten rotieren.

Ergänzend sei in diesem Zusammenhang eine praktische Funktion erwähnt, mit der man bestimmte Objekte schnell in vergrößerter Ansicht darstellen kann: Man selektiert das Objekt in der Grafik und benutzt dann eine der links dargestellten Schaltflächen in der Symbolleiste *Ansicht*, wobei man gleichzeitig die Umschalttaste [⇧] gedrückt hält. Die Grafik zeigt sofort eine Ausschnittsvergrößerung des Objekts in die gewählte Ansichtsrichtung.

Die Möglichkeiten einer 3D-Maus können in RSTAB ebenfalls für die Arbeit in der grafischen Oberfläche genutzt werden.

5. Strukturdaten

Ehe man mit der Eingabe von Strukturdaten beginnen kann, muss eine Position angelegt oder geöffnet werden. Nähere Informationen hierzu sind im Kapitel 12.2 auf Seite 352 zu finden.

RSTAB bietet mehrere Möglichkeiten der Dateneingabe an. Man kann die Objekte in einem **Dialog**, einer **Tabelle** und oft auch direkt **grafisch** definieren.

Die Dialoge und die grafische Eingabe werden generell aufgerufen über

- die Untereinträge im Menü **Einfügen** → **Strukturdaten**
- die Schaltflächen in der Symbolleiste *Einfügen*
- die Kontextmenüs der Strukturdaten-Objekte im *Daten*-Navigator
- die Kontextmenüs (oder durch Doppelklicken) der Zeilennummern in den Tabellen.

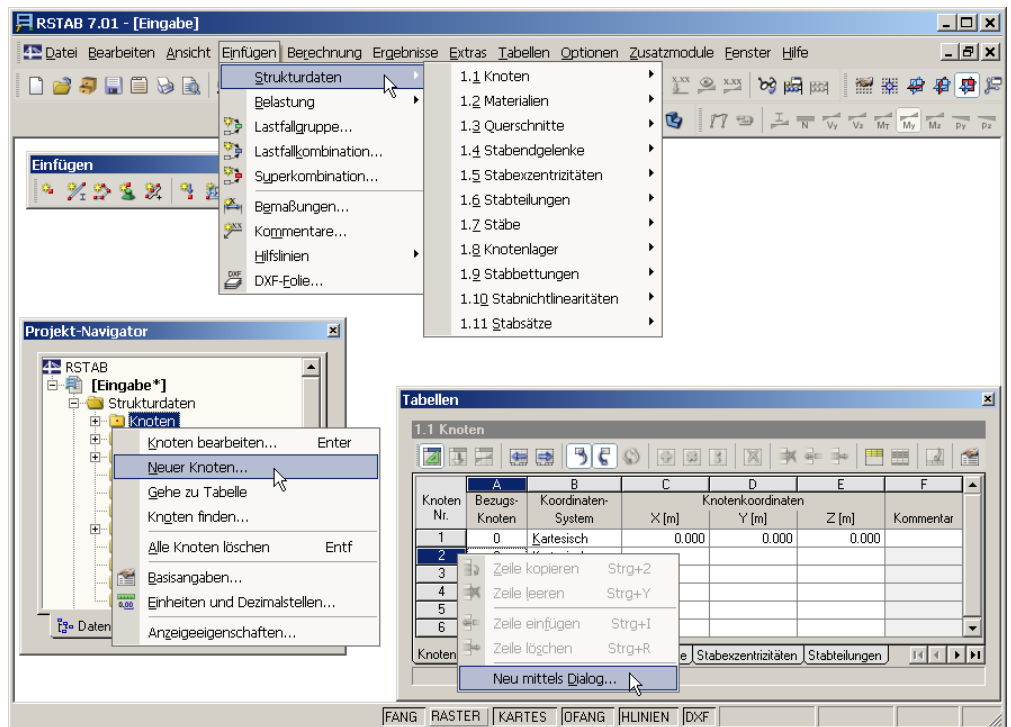


Bild 5.1: Aufruf von Eingabemöglichkeiten über **Menü**, **Symbolleiste** und **Kontextmenüs** von **Navigator** und **Tabelle**

Soll ein bereits definiertes Objekt geändert werden, kann dies ebenfalls in einem **Dialog** oder in einer **Tabelle** erfolgen.

Die Bearbeitungsdialoge werden generell aufgerufen über

- die Untereinträge im Menü **Bearbeiten** → **Strukturdaten**
- die Kontextmenüs oder einen Doppelklick der Objekte in der Grafik
- die Kontextmenüs oder einen Doppelklick der Objekte im *Daten*-Navigator
- die Kontextmenüs oder einen Doppelklick der Zeilennummern in den Tabellen.

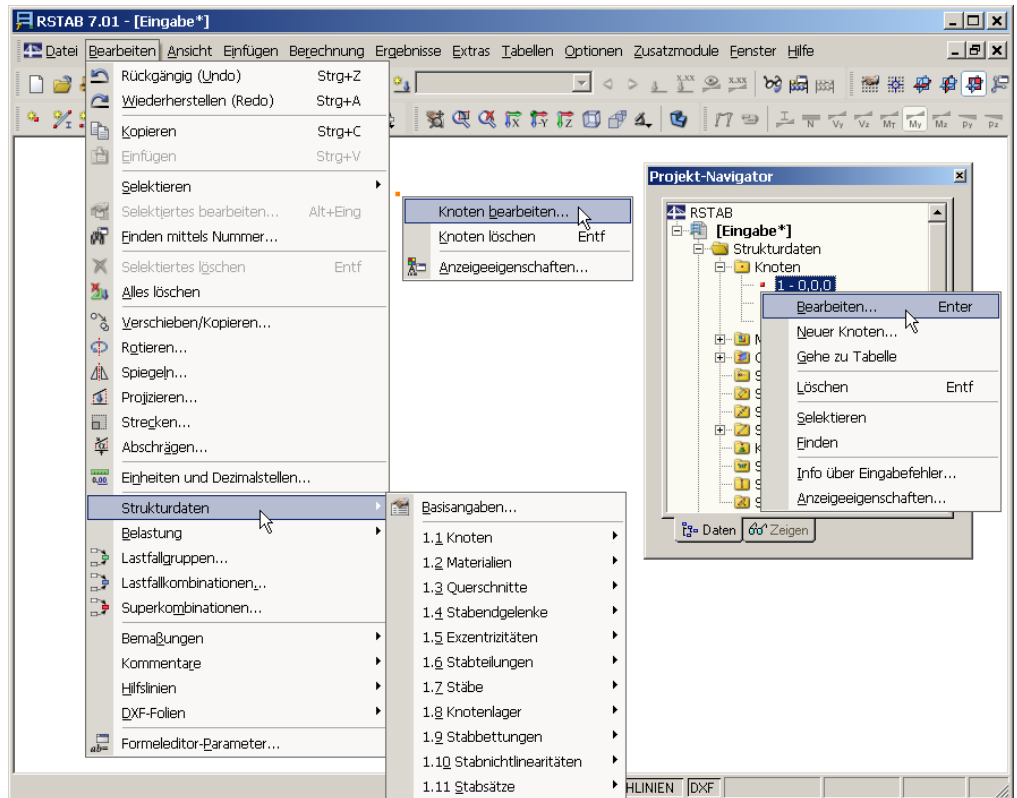


Bild 5.2: Aufruf von Bearbeitungsdialogen über Menü und Kontextmenüs



Die in der grafischen Oberfläche vorgenommenen Eingaben und Änderungen spiegeln sich sofort in den Tabellen wider und umgekehrt. Die Strukturtabellen sind über die unten dargestellte Schaltfläche der Tabellen-Symbolleiste zugänglich.

1.1 Knoten						
Tabelleneingabe Strukturdaten			Knotenkoordinaten			
Nr.	Knoten	System	X [m]	Y [m]	Z [m]	Kommentar
1	0	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	Gelagert
2	0	Kartesisch	25.000	0.000	0.000	Gelagert
3	0	Kartesisch	0.000	0.000	-6.000	
4	0	Kartesisch	3.000	0.000	-6.261	
5	0	Kartesisch	6.250	0.000	-6.546	

Bild 5.3: Schaltfläche [Tabelleneingabe Strukturdaten]

Die Tabelleneingabe hat ihre Vorzüge, denn durch das konsequente Abarbeiten der einzelnen Register wird ein zügiger und fehlerfreier Ablauf der Eingabe sichergestellt. Zudem hat man innerhalb einer Tabelle einen guten Überblick über den Datensatz. Nicht zuletzt lassen sich Daten in tabellarischer Form schnell bearbeiten oder importieren.



In der Tabelle und im *Daten*-Navigator werden unbenutzte Objekte blau gekennzeichnet (vgl. Bild 5.16, Seite 81).

In allen Dialogen und in jeder Tabelle kann man einen *Kommentar* ergänzen, um das Objekt näher zu beschreiben. Es lassen sich auch vordefinierte Kommentare verwenden (siehe Kapitel 11.6.3, Seite 335). Die Kommentare sind Teil der QuickInfos bei den grafischen Objekten.

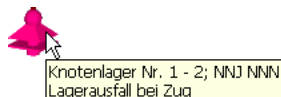


Bild 5.4: QuickInfo Knotenlager

5.1 Knoten

Allgemeine Beschreibung

In RSTAB dienen Knoten der Beschreibung der Geometrie. Sie stellen die Voraussetzung für Stäbe dar. Jeder Knoten wird über die Koordinaten (X,Y,Z) beschrieben. Diese Koordinaten beziehen sich normalerweise auf den Ursprung des globalen Koordinatensystems. Es ist auch möglich, die Koordinaten auf einen anderen Knoten bezogen zu definieren.

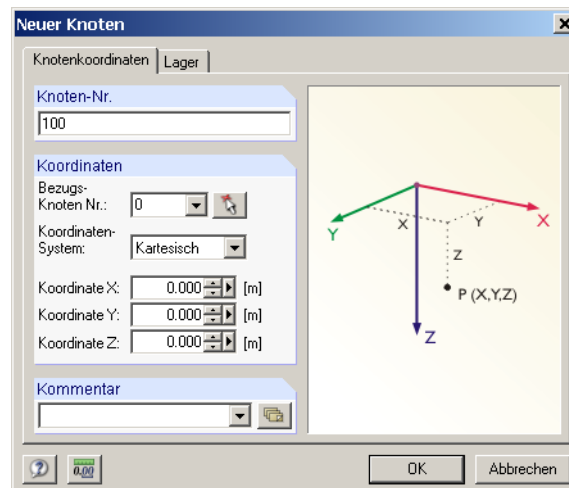
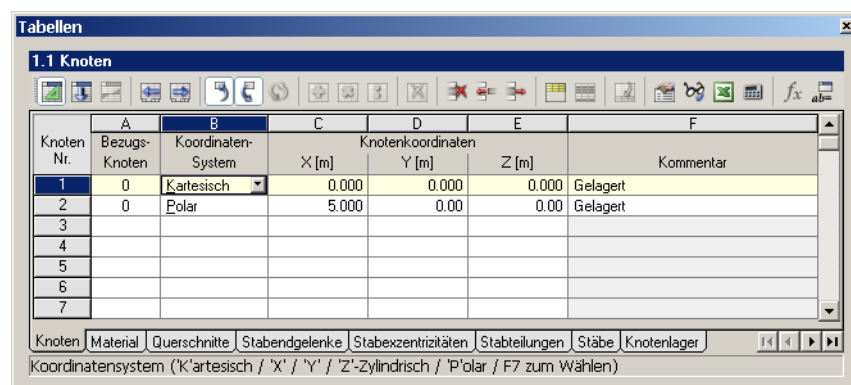


Bild 5.5: Dialog *Neuer Knoten*



Knoten Nr.	A Bezugs-Knoten	B Koordinaten-System	C X [m]	D Y [m]	E Z [m]	F Kommentar
1	0	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	Gelagert
2	0	Polar	5.000	0.00	0.00	Gelagert
3						
4						
5						
6						
7						

Bild 5.6: Tabelle 1.1 *Knoten*

Die Knotennummer wird im Dialog *Neuer Knoten* automatisch vergeben, kann dort aber jederzeit geändert werden. Die Reihenfolge der Knotennummerierung spielt keine Rolle, auch Lücken in der Nummerierung sind zulässig.

Über Menü **Extras** → **Nummerierung ändern** kann die Reihenfolge der Knotennummern im Nachhinein angepasst werden (siehe Kapitel 11.2.16, Seite 285).

Bezugsknoten

In der Regel sind die Koordinaten eines Knoten auf den Ursprung des globalen Koordinatensystems bezogen. Der Knoten (0/0/0) braucht in diesem Fall nicht gesondert definiert werden, RSTAB erkennt den Ursprung automatisch.

Es kann aber auch jeder andere Knoten als Bezugsknoten dienen. Selbst ein Knoten mit einer höheren Nummer ist als Referenzknoten zulässig. Der Bezug auf einen anderen Knoten ist beispielsweise sinnvoll, wenn man einen neuen Knoten in einem bestimmten Abstand zu einer bekannten Stelle setzen möchte.



Im Dialog *Neuer Knoten* kann man den Bezugsknoten direkt angeben, aus der Liste wählen oder grafisch mit [Pick] bestimmen.

Koordinatensystem

Die Koordinaten eines Knotens werden immer auf ein Koordinatensystem bezogen, das die Lage des Knotens im Raum beschreibt. Je nach Modellgeometrie bieten sich verschiedene Koordinatensysteme an.

Kartesisch

Die Achsen X, Y und Z beschreiben eine translatorische Ausdehnung (Strecken). Alle Koordinatenrichtungen sind gleichberechtigt.

In den meisten Fällen werden die Knoten in diesem Koordinatensystem definiert.

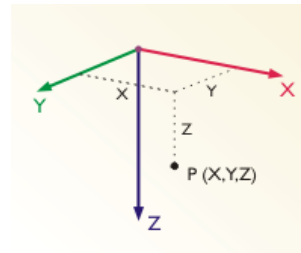


Bild 5.7: Kartesisches Koordinatensystem

X-Zylindrisch

Die Achse X beschreibt eine translatorische Ausdehnung. Der Radius R gibt an, wie weit der Knoten von der X-Achse entfernt liegt. Der Winkel θ beschreibt ausgehend von einer Nulllage die Drehung der Knotenkoordinaten um die X-Achse.

Anwendungsbeispiele sind rohrförmige Strukturen, deren Mittelachse die X-Achse ist.

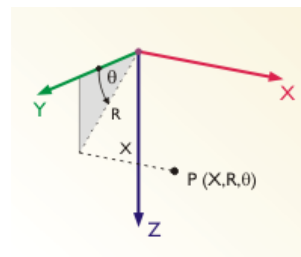


Bild 5.8: X-Zylindrisches Koordinatensystem

Y-Zylindrisch

Das Konzept ist analog zum X-zylindrischen Koordinatensystem, jedoch ist in diesem Fall die Achse Y die Längsachse.

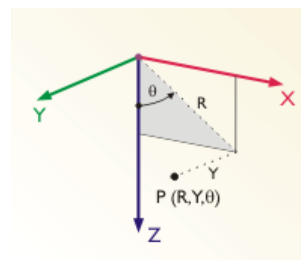


Bild 5.9: Y-Zylindrisches Koordinatensystem

Z-Zylindrisch

Das Konzept ist analog zum X-zylindrischen Koordinatensystem, jedoch stellt hier die Achse Z die Längsachse dar.

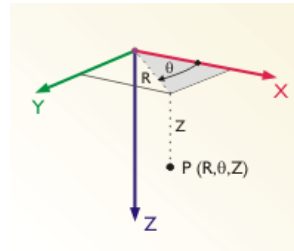


Bild 5.10: Z-Zylindrisches Koordinatensystem

Polar

Im kugelförmigen Koordinatensystem wird die Lage des Knotens durch einen Radius, der den Abstand zum Ursprung angibt, und die Winkel Θ und Φ beschrieben.

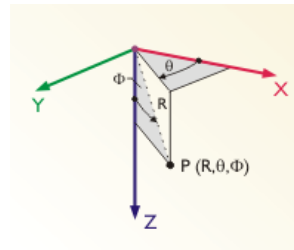


Bild 5.11: Polares Koordinatensystem

Alle zur Verfügung stehenden Koordinatensysteme sind rechtsschraubig zu verstehen.

Die Eingabe der Struktur im Bezug auf das globale Koordinatensystem sollte möglichst so gewählt werden, dass die XYZ-Achsen des Koordinatensystems mit den Hauptrichtungen des Tragwerks übereinstimmen. Dies erleichtert die Definition der Koordinaten, Randbedingungen und Belastungen erheblich.

Wurde der schwebende Dialog *Neuer Knoten* zur grafischen Eingabe aufgerufen, können Knoten mit dem Mauszeiger direkt in der Arbeitsfläche gesetzt werden. Die Knoten werden in der Regel an den Rasterpunkten gefangen, die am aktuellen benutzerdefinierten oder am globalen Koordinatensystem (KS) ausgerichtet sind.

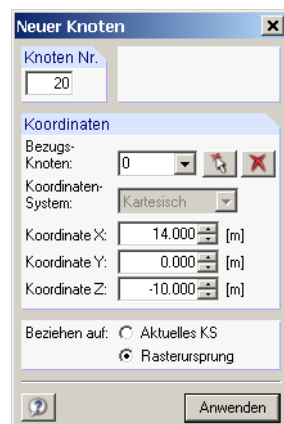
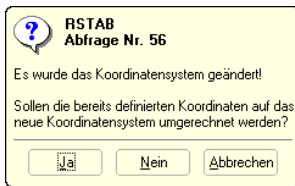


Bild 5.12: Schwebender Dialog *Neuer Knoten*

Informationen zur Verwendung von benutzerdefinierten Koordinatensystemen finden Sie im Kapitel 11.2.4 auf Seite 267.



Beim nachträglichen Ändern des Koordinatensystems können die Knotenkoordinaten automatisch auf das neue System umgerechnet werden.

Knotenkoordinaten

Die Knotenkoordinaten werden im vorher angegebenen Koordinatensystem definiert. Bei einer 3D-Struktur legen X-, Y- und Z-Koordinaten bzw. Radius und Winkel einen Knoten eindeutig fest. Je nach Koordinatensystem ändern sich die Koordinatenparameter und Spaltentitel.

Wurde der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert, sind nicht alle drei Eingabefelder oder Spalten zugänglich.

Über Menü **Bearbeiten** → **Einheiten und Dezimalstellen** oder die entsprechende Schaltfläche im Dialog können Sie die Anpassungen für *Längen* und *Winkel* vornehmen.

Sie können mehrere Knoten selektieren und dann per Doppelklick deren gemeinsame Eigenschaften bearbeiten. Im Dialog *Knoten bearbeiten* sind nun die Koordinaten-Eingabefelder gefüllt, deren Werte bei allen selektierten Knoten übereinstimmen. So können Sie schnell Abweichungen überprüfen oder allen Knoten einheitlich eine Ebenen-Koordinate zuweisen.

Knotenkoordinaten lassen sich auch aus Excel übernehmen (siehe Kapitel 11.3.6, Seite 297) oder mit dem Formeleditor von RSTAB ermitteln. Zudem stehen diverse Strukturgenerierer zur Verfügung, die die Eingabe erleichtern (siehe Kapitel 11.5.1, Seite 306).

Über die Funktion *Volle Genauigkeit* im Dialog *Neuer Knoten* ist die Eingabe der exakten, ungerundeten Koordinaten möglich.

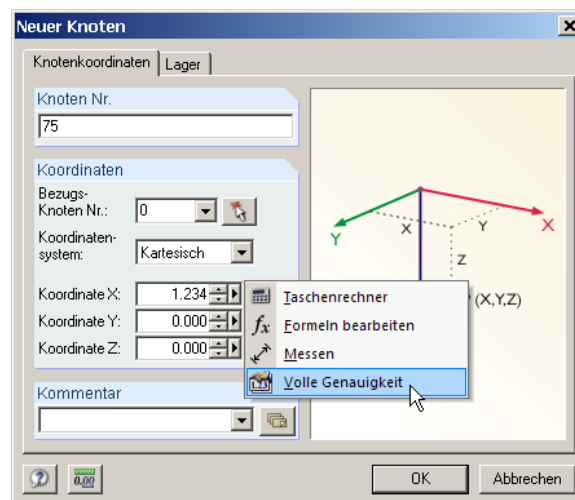


Bild 5.13: Dialog *Neuer Knoten* mit Kontextmenü

Es erscheint folgender Dialog:

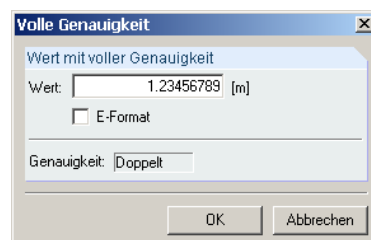
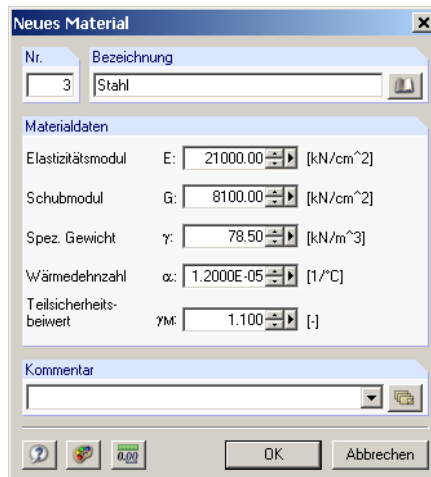


Bild 5.14: Dialog *Volle Genauigkeit*

5.2 Material

Allgemeine Beschreibung

Materialien werden zur Definition von Querschnitten benötigt. Die Material- und Querschnittseigenschaften spiegeln sich in den Steifigkeiten der Stäbe wider.



Neues Material

Nr. Bezeichnung

Materialdaten

Elastizitätsmodul E: [kN/cm²]

Schubmodul G: [kN/cm²]

Spez. Gewicht γ : [kN/m³]

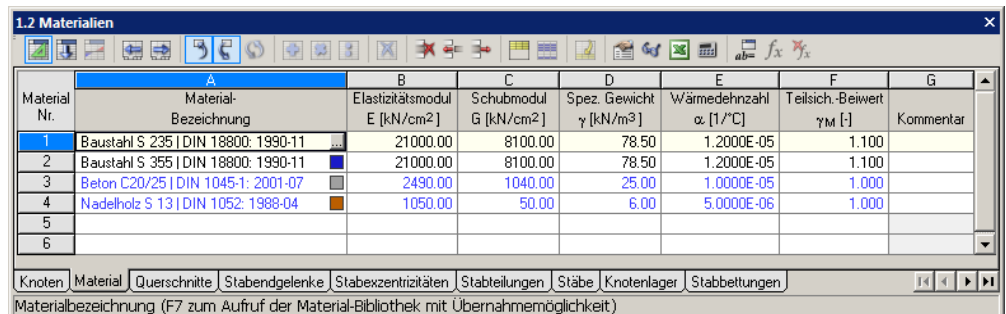
Wärmedehnzahl α : [1/°C]

Teilsicherheitsbeiwert γ_M : [-]

Kommentar

OK Abbrechen

Bild 5.15: Dialog Neues Material



Material Nr.	Material-Bezeichnung	Elastizitätsmodul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnzahl α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Kommentar
1	Baustahl S 235 DIN 18800: 1990-11	21000.00	8100.00	78.50	1.2000E-05	1.100	
2	Baustahl S 355 DIN 18800: 1990-11	21000.00	8100.00	78.50	1.2000E-05	1.100	
3	Beton C20/25 DIN 1045-1: 2001-07	2490.00	1040.00	25.00	1.0000E-05	1.000	
4	Nadelholz S 13 DIN 1052: 1988-04	1050.00	50.00	6.00	5.0000E-06	1.000	
5							
6							

Knoten Material Querschnitte Stabengelenke Stabexzentrizitäten Stabteilungen Stäbe Knotenlager Stabbettungen

Materialbezeichnung (F7 zum Aufruf der Material-Bibliothek mit Übernahmemöglichkeit)

Bild 5.16: Tabelle 1.2 Materialien

Materialbezeichnung

Die *Bezeichnung* für das Material kann beliebig gewählt werden. Wenn der eingegebene Name mit einem Eintrag der Materialbibliothek übereinstimmt, liest RSTAB alle benötigten Materialkennwerte ein.

Die Übernahme von Materialien aus der Bibliothek ist weiter unten beschrieben.

Elastizitätsmodul E

Der E-Modul beschreibt das Verhältnis zwischen Normalspannung und Dehnung bei einachsiger Biegung.

Über Menü **Bearbeiten** → **Einheiten und Dezimalstellen** oder die zugeordnete Schaltfläche können in einem neuen Dialog die Anpassungen für die *Materialien* vorgenommen werden (siehe Bild 11.149, Seite 334).



Schubmodul G

Der Schubmodul G, auch Gleitmodul genannt, ist die zweite Kenngröße, die das elastische Verhalten eines linearen, isotropen und homogenen Materials vollständig charakterisiert.

Zwischen E- und G-Modul sowie der Querdehnzahl μ bestehen folgende Zusammenhänge:

$$E = 2 G (1 + \mu)$$

Gleichung 5.1

$$G = \frac{E}{2(\mu + 1)}$$

Gleichung 5.2

$$\mu = \frac{E}{2 \cdot G} - 1$$

Gleichung 5.3

Spezifisches Gewicht γ

Das spezifische Gewicht γ beschreibt das Gewicht des Materials je Volumeneinheit.

Diese Angabe ist insbesondere für den Lastfall ‚Eigengewicht‘ bedeutsam. Die automatische Eigenlast der Struktur wird aus dem spezifischen Gewicht und den Querschnittsflächen der verwendeten Stäbe ermittelt.

Wärmedehnzahl α

Dieser Koeffizient der Materialeigenschaft beschreibt den linearen Zusammenhang zwischen Temperatur- und Längenänderungen (Dehnung bei Erwärmung, Stauchung bei Abkühlung).

Die Wärmedehnzahl ist für die Lastarten ‚Temperaturänderung‘ und ‚Temperaturdifferenz‘ relevant.

Teilsicherheitsbeiwert γ_M

Dieser Beiwert beschreibt den Sicherheitsfaktor auf der Widerstandsseite für das Material, weshalb Index *M* benutzt wird. Mit dem Faktor γ_M wird optional die Stabsteifigkeit bei der Berechnung nach Theorie II. und III. Ordnung abgemindert.

Der Beiwert γ_M darf somit nicht mit den Sicherheitsfaktoren verwechselt werden, die zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen anzusetzen sind. Die Teilsicherheitsbeiwerte γ auf der Einwirkungsseite fließen bei der Überlagerung der Lastfälle in den Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen ein.

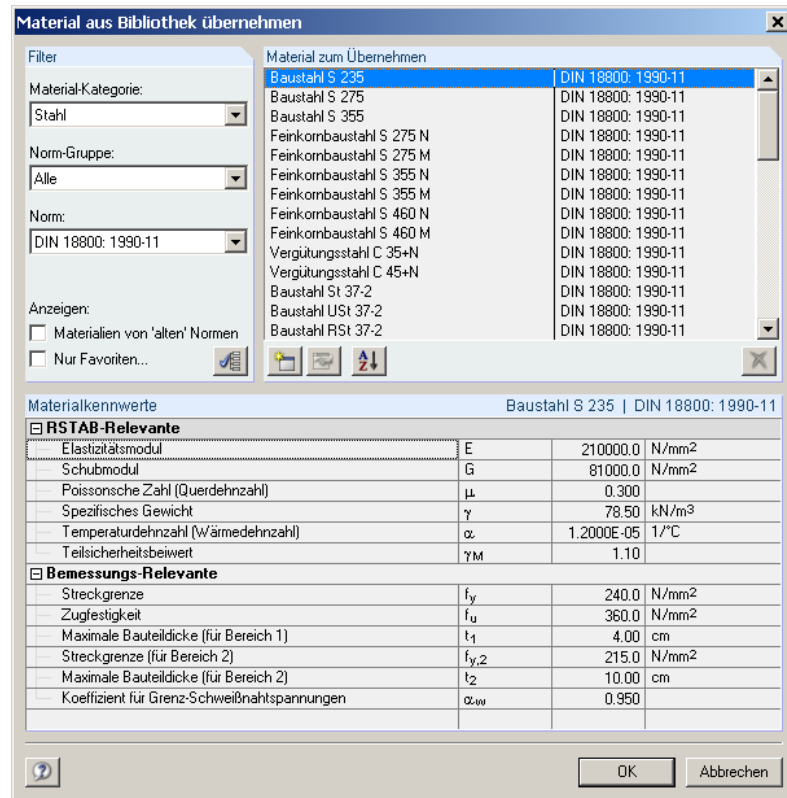
Materialbibliothek

Eine Vielzahl von Materialien ist bereits in einer Datenbank hinterlegt.

Bibliothek aufrufen

Die Bibliothek kann im Dialog *Neues Material* über die Schaltfläche [Material-Bibliothek] aufgerufen werden. Auch in der Tabelle 1.2 *Materialien* ist diese Datenbank zugänglich: Platzieren Sie den Cursor in Spalte A und drücken dann die Schaltfläche [...] oder die Funktionstaste [F7].



Bild 5.17: Dialog *Material aus Bibliothek übernehmen*

Aus der Liste *Material zum Übernehmen* können Sie ein Material auswählen und dessen Kennwerte im unteren Bereich des Dialogs kontrollieren. Mit [OK] oder [↵] wird es in den vorherigen Dialog übernommen.

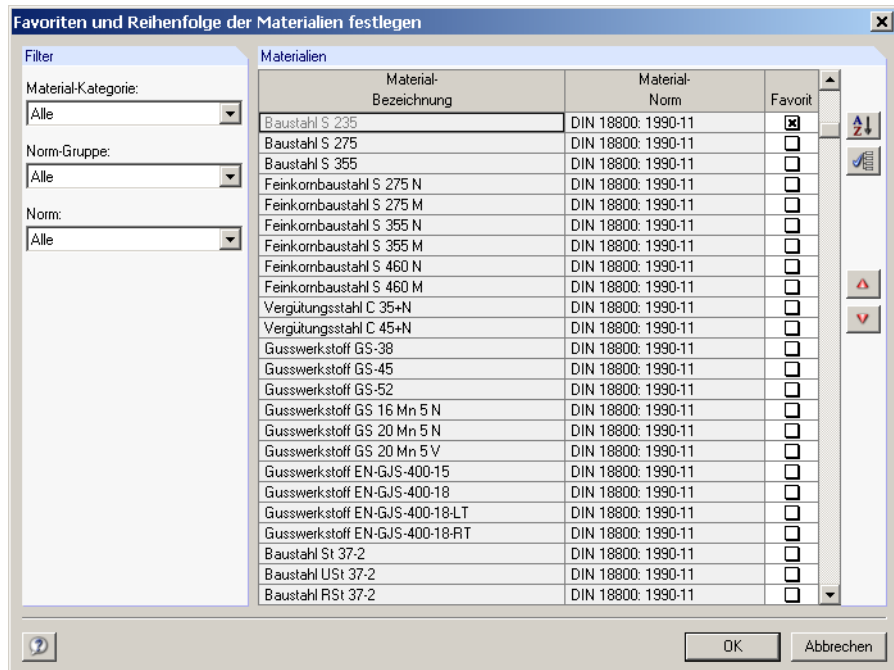
Bibliothek filtern

Da die Materialbibliothek sehr umfangreich ist, stehen im Abschnitt *Filter* diverse Selektionsmöglichkeiten zur Verfügung. Sie können die Liste der Materialien nach den Kriterien *Material-Kategorie*, *Norm-Gruppe* und *Norm* filtern und dadurch das Angebot reduzieren.

Favoriten anlegen

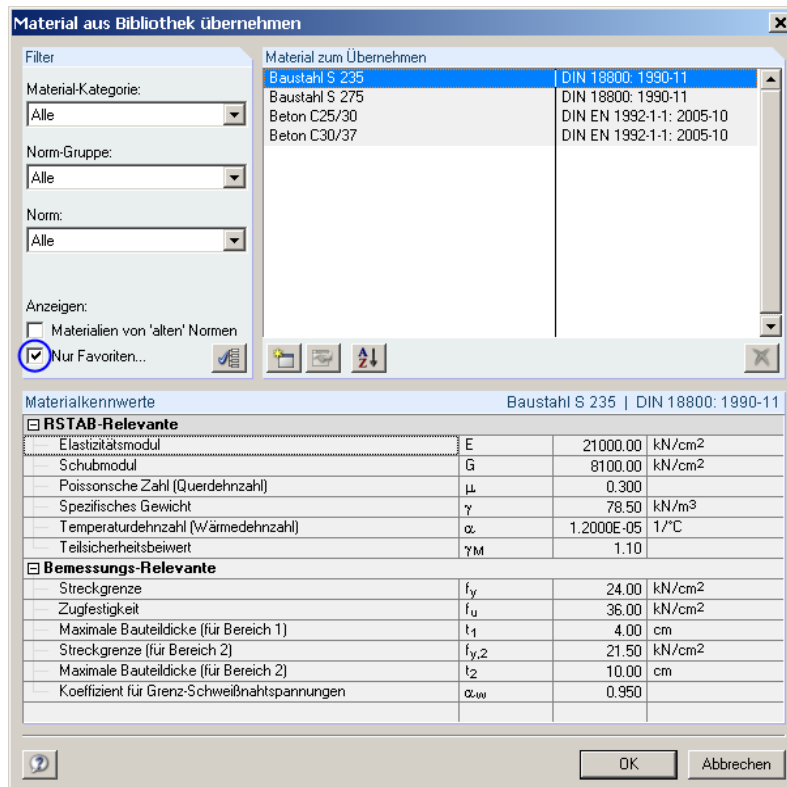
Oft werden nur einige wenige Materialien verwendet. Diese können als Favoriten abgelegt werden. Der Dialog zum Anlegen der Favoriten wird mit der Schaltfläche [Favoriten und Reihenfolge bearbeiten] aufgerufen.



Bild 5.18: Dialog *Favoriten und Reihenfolge der Materialien festlegen*

In diesem Dialog stehen die bereits beschriebenen Filtermöglichkeiten zur Verfügung. Die häufig verwendeten Materialien können Sie in der letzten Spalte der *Materialien*-Liste als *Favorit* kennzeichnen, indem Sie das Kästchen ankreuzen. Zudem können Sie in diesem Dialog die Reihenfolge der Materialien mit den Schaltflächen [▲] und [▼] verändern.

Die Materialbibliothek präsentiert sich nun wesentlich übersichtlicher, wenn das Kontrollfeld *Nur Favoriten anzeigen* aktiviert ist.

Bild 5.19: Materialbibliothek: *Nur Favoriten anzeigen*

Die Favoriten wirken sich auch auf das Material aus, das beim Anlegen einer neuen RSTAB-Position voreingestellt ist. Als Standard ist dies *Baustahl S 235*. Wenn Sie jedoch Favoriten definiert haben, wird das oberste Material Ihrer Favoritenliste automatisch angelegt.

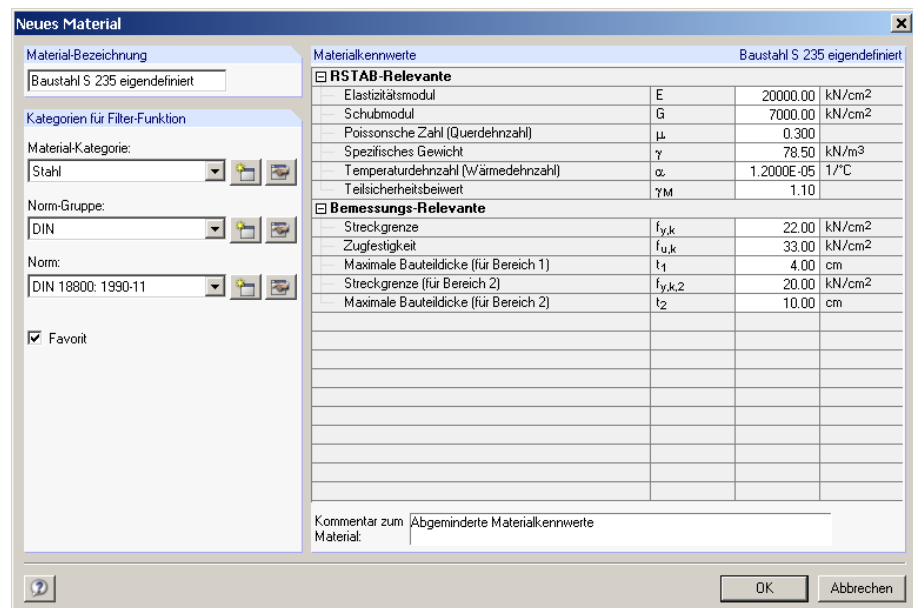
Werden die *Materialien* ‚alter‘ Normen benötigt, so kann man diese über das entsprechende Kontrollfeld im Abschnitt *Filter* exklusiv anzeigen lassen.

Bibliothek ergänzen

Die Materialdatenbank ist erweiterbar. Sobald Sie ein neues Material ergänzt haben, steht es für alle RSTAB-Strukturen zur Verfügung.



Die Schaltfläche [Neues Material anlegen] ist im Abschnitt *Material zum Übernehmen* unter der Liste zu finden. Sie ruft den Dialog *Neues Material* auf, wobei die Parameter des in der Liste *Material zum Übernehmen* selektierten Eintrags voreingestellt werden. Das Anlegen eines neuen Materials kann also erleichtert werden, wenn man ein Material mit ähnlichen Eigenschaften selektiert und dann erst den Dialog aufruft.



Materialkennwerte			
RSTAB-Relevante			
Elastizitätsmodul	E	20000.00	kN/cm ²
Schubmodul	G	7000.00	kN/cm ²
Poissonsche Zahl (Querdehnzahl)	μ	0.300	
Spezifisches Gewicht	γ	78.50	kN/m ³
Temperaturdehnzahl (Wärmedehnzahl)	α	1.2000E-05	1/°C
Teilsicherheitsbeiwert	γ_M	1.10	
Bemessungs-Relevante			
Streckgrenze	$f_{y,k}$	22.00	kN/cm ²
Zugfestigkeit	$f_{u,k}$	33.00	kN/cm ²
Maximale Bauteildicke (für Bereich 1)	t_1	4.00	cm
Streckgrenze (für Bereich 2)	$f_{y,k,2}$	20.00	kN/cm ²
Maximale Bauteildicke (für Bereich 2)	t_2	10.00	cm

Bild 5.20: Dialog *Neues Material*

Legen Sie die *Material-Bezeichnung* fest, definieren die *Materialkennwerte* und weisen das Material den geeigneten *Filter-Kategorien* zu.



Über die links gezeigten Schaltflächen lassen sich Kategorien neu erstellen bzw. bearbeiten.

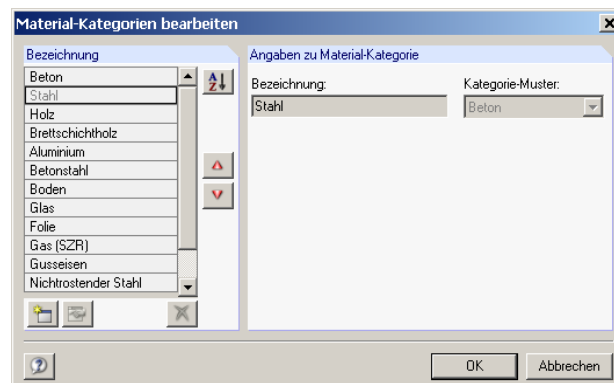


Bild 5.21: Dialog *Material-Kategorien bearbeiten*



Die Reihenfolge der Einträge kann mit den Schaltflächen [▲] und [▼] angepasst werden.

5.3 Querschnitte

Allgemeine Beschreibung

In RSTAB werden zunächst Querschnittstypen definiert, die man später den Stäben zuweist.

Nicht jeder Querschnitt, der definiert wird, muss auch verwendet werden. Das Ummummern von Querschnitten ist nicht vorgesehen.

Ein gevouteter Träger wird modelliert, indem man unterschiedliche Anfangs- und Endquerschnitte für den Stab definiert. RSTAB ermittelt automatisch die veränderlichen Steifigkeiten entlang des Stabes.

Neben der manuellen Eingabe der Querschnittswerte stehen eine umfangreiche Querschnittsbibliothek sowie Importmöglichkeiten zur Verfügung.

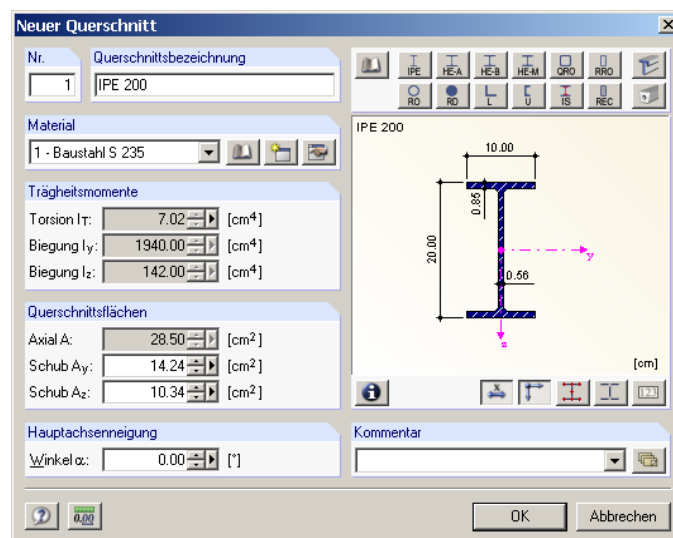


Bild 5.22: Dialog *Neuer Querschnitt*

1.3 Querschnitte											
Quersch. Nr.	A Querschnitts- Bezeichnung	B Material Nr.	C Trägheitsmomente Torsion I _T	D Biegung I _y	E Biegung I _z	F Axial A	G Schub A _y	H Schub A _z	I Hauptachsen α [°]	J Drehung α' [°]	K Kommentar
1	IPE 300	1	20.20	8360.00	604.00	53.80	26.83	19.79	0.00	0.00	
2	IPE 300	1	20.20	8360.00	604.00	53.80	26.83	19.79	0.00	0.00	
3	IPE 400	1	51.40	23130.00	1320.00	84.50	40.65	32.31	0.00	0.00	
4	Rechteck 25/25	3	54947.92	32552.08	32552.08	625.00	520.83	520.83	0.00	0.00	
5											
6	HE-A 160	1	12.30	1670.00	616.00	38.80	24.00	7.83	0.00	0.00	
7	HE-A 120	1	6.02	606.00	231.00	25.30	16.02	4.86	0.00	0.00	
8											
9	IPE 360	2	37.50	16270.00	1040.00	72.70	36.10	26.90	0.00	0.00	
10	HE-A 140	1	8.16	1030.00	389.00	31.40	19.85	6.25	0.00	0.00	
11											
12	QRD 80x4	1	177.00	115.00	115.00	12.00	5.10	5.10	0.00	0.00	
13	L 60x30x5	1	0.36	16.50	1.69	4.29	1.07	2.33	-14.36	0.00	
14											
15	HE-A 200	1	21.10	3690.00	1340.00	53.80	33.32	10.71	0.00	0.00	
Knoten Material Querschnitte Stabendgelenke Stabexzentritäten Stabteilungen Stäbe Knotenlager Stabbettungen Stabnichtlinearitäten											
Querschnittsbezeichnung (F7 zum Aufruf der Querschnittsbibliothek mit Übernahmemöglichkeit der Querschnittswerte)											

Bild 5.23: Tabelle 1.3 *Querschnitte*

Querschnittsbezeichnung

Die *Bezeichnung* des Querschnitts kann beliebig gewählt werden. Wenn der eingegebene Name mit einem Eintrag der Querschnittsbibliothek übereinstimmt, liest RSTAB alle benötigten Profilkennwerte ein. Die Querschnittswerte der *Trägheitsmomente* und Fläche *Axial A* sind in diesem Fall für Änderungen unzugänglich. Eine Ausnahme ist das Torsionsträgheitsmoment I_T , das über die links dargestellten Dialog- bzw. Tabellenschaltflächen in einem



separaten Dialog abgemindert werden kann. Bei unbekannten Querschnittsbezeichnungen können die Profilwerte manuell eingegeben werden.

Es ist auch möglich, die Kennwerte parametrisierter Querschnitte automatisch einzulesen. Beispielsweise werden nach der Eingabe von „Rechteck 30/40“ die Querschnittswerte berechnet und entsprechend eingetragen.

Die Auswahl von Querschnitten aus der Bibliothek ist weiter unten beschrieben.

Besonderheiten

In 2D-Strukturen sind als Stab- und Querschnittsdrehwinkel nur 0° und 180° möglich. Trotzdem lassen sich in ebenen Systemen Profile verwenden, die um 90° gedreht sind: Ergänzen Sie die Querschnittsbezeichnung durch ein „y“ (z. B. **HE-A 240y** oder **Rechteck 30/50y**). Damit werden die Trägheitsmomente der Achsen y und z vertauscht, die Drehung erfolgt im Gegenuhrzeigersinn. Diese Möglichkeit besteht für alle registrierten Bibliotheksquerschnitte mit Ausnahme der DUENQ-Profile.

Sowohl bei ebenen als auch räumlichen Strukturen kann der Fall auftreten, dass ein L-Profil in gespiegelter oder gedrehter Lage benötigt wird (z. B. Rohrversteifungen). Die Anpassung des Profils erfolgt wiederum über bestimmte Ergänzungen beim Querschnittsnamen:

- 180 spiegelt das L-Profil um die z-Achse, z. B. **L180 100x50x6**
- #180 dreht das L-Profil um 180° , z. B. **L 100x50x6#180**
- 180 #180 vereinigt beide Optionen, z. B. **L180 100x50x6#180**

Unabhängig von den Kopplungs-Stabtypen (vgl. Seite 129), die unter Umständen numerische Probleme aufgrund großer Steifigkeitsunterschiede bereiten), kann ein starrer Dummy-Querschnitt verwendet werden. Bei einem derartigen Querschnitt werden die Steifigkeiten wie bei einem starren Kopplungsstab berechnet. Geben Sie als Querschnittsbezeichnung den Namen **Dummy Rigid** an, ohne die Querschnittswerte im Detail zu definieren. Damit können Stäbe mit hoher Steifigkeit auch unter Berücksichtigung von Gelenken oder anderen Stabeigenschaften benutzt werden. *Dummy Rigid*-Stäbe bieten den Vorteil, dass Schnittgrößen an diesen Stäben abgelesen werden können. Selbst eine Bemessung in den Zusatzmodulen ist möglich. Es treten kaum numerische Probleme auf, da die Steifigkeit von *Dummy Rigid*-Stäben dem System angepasst ist.

Materialnummer

Aus der Liste der bereits definierten Materialien kann ein bestimmter Eintrag ausgewählt werden. In der Tabelle wird die Zuweisung durch die Anzeige der Materialfarbe erleichtert, die für das Rendering benutzt wird.

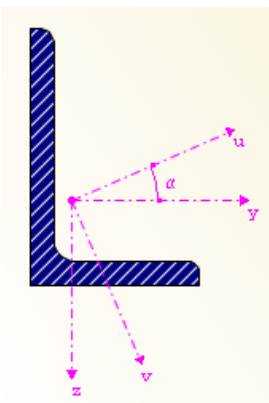
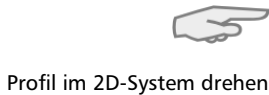
Im Dialog *Neuer Querschnitt* befinden sich rechts neben der Liste drei Schaltflächen. Diese ermöglichen den Zugang zur Materialbibliothek sowie die Neudefinition oder Bearbeitung eines Materials.

Im Kapitel 5.2 ab Seite 81 finden Sie ausführliche Hinweise zu den Materialien.

Trägheitsmomente

Über die Trägheitsmomente wird die Querschnittssteifigkeit definiert. Das Torsionsträgheitsmoment I_T beschreibt die Steifigkeit gegen Verdrehen um die Längsachse, die Flächenmomente 2. Grades I_y und I_z die Steifigkeiten gegen Biegung um die lokalen Achsen y und z. Die y-Achse ist als „starke“ Achse zu verstehen. In der Grafik des Dialogs *Neuer Querschnitt* werden die lokalen Querschnittsachsen dargestellt.

Bei unsymmetrischen Profilen werden die Trägheitsmomente um die Hauptachsen u und v des Querschnitts angegeben.



Querschnittsflächen

Die Angaben zu diesen Querschnittskennwerten untergliedern sich in die Gesamtquerschnittsfläche *Axial* A sowie die Schubflächen *Schub* A_y und *Schub* A_z .

Schubfläche A_y steht im Zusammenhang mit Trägheitsmoment I_z , Schubfläche A_z entsprechend mit I_y . Zwischen den Schubflächen A_y und A_z sowie der Gesamtfläche A besteht über einen Korrekturfaktor κ folgender Zusammenhang:

$$A_y = \frac{A}{\kappa_y}$$

Gleichung 5.4

$$A_z = \frac{A}{\kappa_z}$$

Gleichung 5.5

$$\kappa_{y/z} = \frac{A}{I_{z/y}^2} \cdot \iint_A \frac{S_{z/y(x)}^2}{t_{(x)}^2} dA$$

Gleichung 5.6

mit	A	Gesamtfläche des Querschnitts
	$I_{z/y}$	Trägheitsmomente des Querschnitts
	$S_{z/y(x)}$	Statische Momente an der Stelle x
	$t_{(x)}$	Breite des Querschnitts an der Stelle x

Die Schubflächen A_y und A_z beeinflussen die Schubverformung, die vor allem bei kurzen, massiven Stäben berücksichtigt werden sollte. Wenn die Schubflächen zu Null gesetzt werden, bleibt der Einfluss des Schubes unberücksichtigt. Werden sehr kleine Werte für die Schubflächen angesetzt, können numerische Probleme auftreten, da die Schubflächen im Nenner der entsprechenden Gleichungen enthalten sind.

Die Werte der Querschnittsflächen sollten realistisch gewählt werden. Bei extremen Unterschieden in den Querschnittsflächen entstehen große Steifigkeitsunterschiede, die numerische Probleme beim Lösen des Gleichungssystems bereiten können.

Hauptachsenneigung α

Die Hauptachsen sind bei symmetrischen Profilen als y und z , bei unsymmetrischen Profilen als u und v bezeichnet (siehe oben). Der Hauptachseneckwinkel α beschreibt die Lage der Hauptachsen in Bezug auf das Standard-Hauptachsensystem symmetrischer Querschnitte. Bei unsymmetrischen Profilen ist dies der Winkel zwischen der Achse y und der Achse u . Dieser ist positiv im Uhrzeigersinn definiert. Bei symmetrischen Querschnitten gilt $\alpha = 0$. Die Hauptachsenneigung von Bibliotheksprofilen ist nicht editierbar.

Der Hauptachseneckwinkel wird aus der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\tan 2\alpha = \frac{2 \cdot I_{yz}}{I_z - I_y}$$

Gleichung 5.7

Querschnittsdrehung α'

Der Drehwinkel α' beschreibt den Winkel, um den die Profile aller Stäbe gedreht werden, die diesen Querschnitt verwenden. Es handelt sich hier um einen globalen Querschnittsdrehwinkel. Daneben kann jeder Stab separat um einen Stabdrehwinkel β gedreht werden.

Wird ein Profil aus der Querschnittsbibliothek oder DUENQ eingelesen, braucht man sich um den Winkel α' nicht kümmern. RSTAB liest diesen Winkel wie die übrigen Querschnittswerte automatisch ein. Bei eigendefinierten Profilen jedoch muss der Hauptachsenwinkel selbst ermittelt und dann über die Querschnittsdrehung manuell festgelegt werden.

Querschnittsbibliothek

Eine Vielzahl von Querschnitten ist in einer Datenbank hinterlegt.

Bibliothek aufrufen

Im Dialog *Neuer Querschnitt* und in Tabelle 1.3 *Querschnitte* besteht jeweils rechts oben über die Schaltflächen eine direkte Zugriffsmöglichkeit auf häufig verwendete Profilreihen.



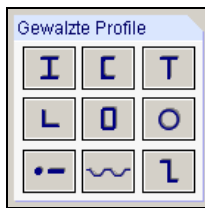
Bild 5.24: Schaltflächen häufig verwendeter Profilreihen

Die vollständige Profilbibliothek rufen Sie im Dialog *Neuer Querschnitt* mit der Schaltfläche [Querschnittsbibliothek] auf. Auch in Tabelle 1.3 ist diese Datenbank zugänglich: Platzieren Sie den Cursor in einer leeren Zeile der Spalte A und drücken dann die Schaltfläche [...] oder die Funktionstaste [F7].



Bild 5.25: Querschnittsbibliothek

Die Querschnittsbibliothek ist in mehrere Bereiche gegliedert, die die unterschiedlichen Profilkategorien widerspiegeln. Diese werden auf den folgenden Seiten nacheinander vorgestellt.



Gewaltzte Profile

Die tabellierten Werte vieler Walzprofile sind in einer Datenbank hinterlegt.

Mit einem Klick auf eine der neun Schaltflächen wird zunächst der Profiltyp bestimmt. Im nächsten Fenster legt man links die *Profilreihe* fest und wählt dann das geeignete *Profil* aus.

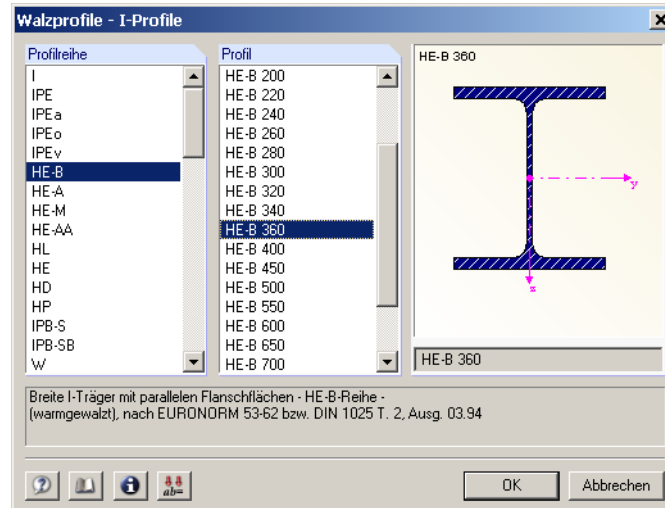
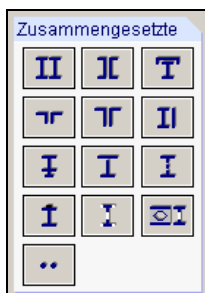


Bild 5.26: Walzprofil wählen



Zusammengesetzte Profile

Mehrere Walzprofile werden über die Angabe von Parametern zusammengefügt.

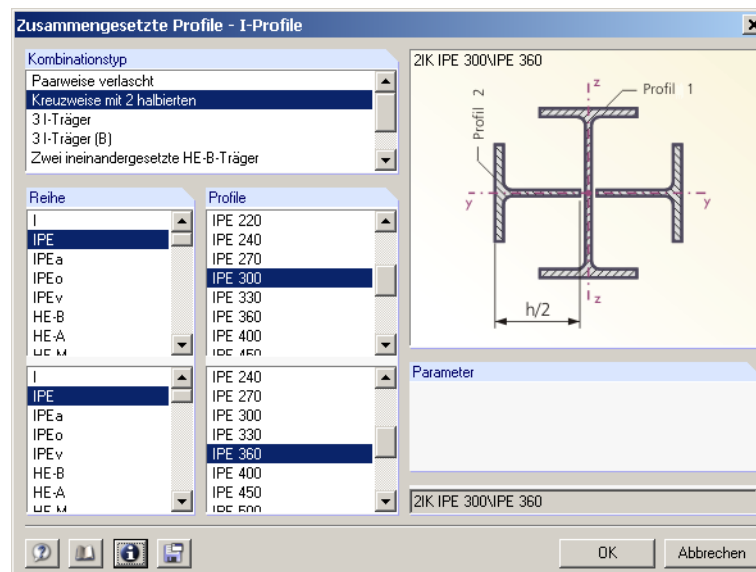
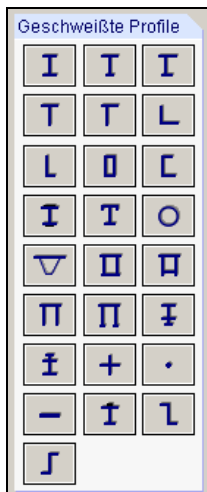


Bild 5.27: Eingabedialog eines zusammengesetzten Profils



Mit der Schaltfläche [Sichern] lässt sich ein zusammengesetztes Profil unter einem Namen speichern (im obigen Bild als „2IK IPE 300\IPE 360“). Es wird unter der Rubrik *Eigene Profile* abgelegt und kann dort wieder eingelesen werden.



Geschweißte Profile

In den Eingabefeldern können die Profilparameter eines aus Blechen zusammengesetzten Querschnitts frei definiert werden. Die Querschnittswerte werden nach der Theorie für dünnwandige Querschnitte ermittelt. Diese ist nur gültig für Profile, bei denen die Dicke der einzelnen Elemente deutlich geringer ist als die jeweilige Elementlänge. Ist dies nicht der Fall, sollte das Profil als *massiver Querschnitt* (siehe unten) definiert werden.

Der Parameter a stellt das Wurzelmaß der Schweißnaht dar, nicht den Ausrundungsradius.

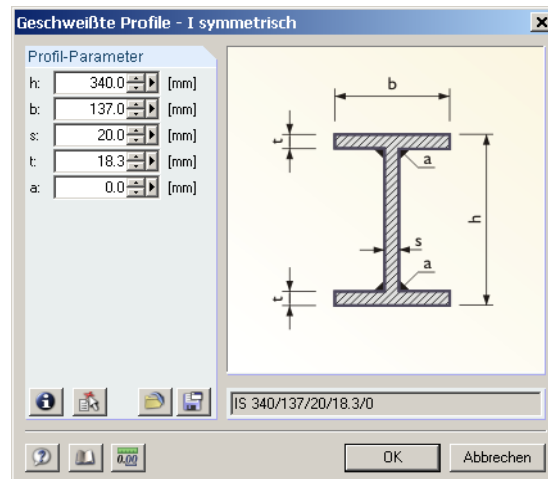


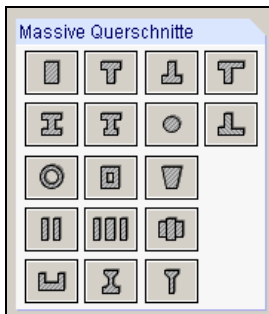
Bild 5.28: Eingabedialog eines geschweißten Profils



Mit der links dargestellten Schaltfläche können die Parameter eines bestimmten Walzprofils übernommen werden. Man braucht dann nur noch wenige Eingaben modifizieren.



Die Schaltfläche [Sichern] speichert ein parametrisiertes Profil unter einem Namen (im Bild oben als „IS 340/137/20/18.3/0“). Mit der Schaltfläche [Öffnen] lässt es sich wieder einlesen.



Massive Querschnitte

In den Eingabefeldern können die Parameter massiver Profile frei definiert werden. Die Querschnittswerte dieser Stahlbeton- oder Holzprofile werden nach der Theorie für dickwandige Querschnitte ermittelt.

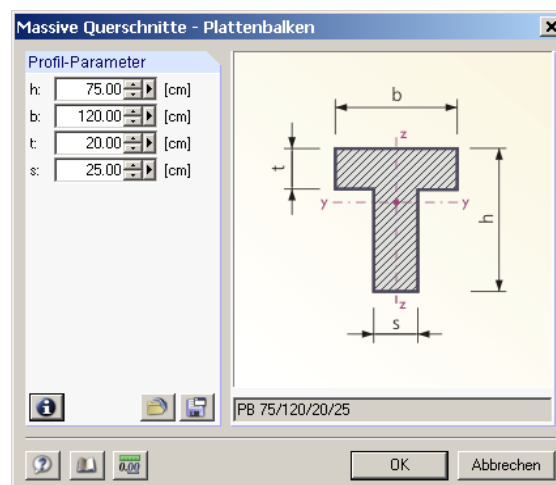


Bild 5.29: Eingabedialog eines massiven Profils



Eigene Querschnitte

Lesen von gesicherten Profilen

Der Klick auf die Schaltfläche [Öffnen] ruft einen Dialog auf, in dem alle Profile angezeigt werden, die durch die Funktion **Sichern** angelegt wurden.

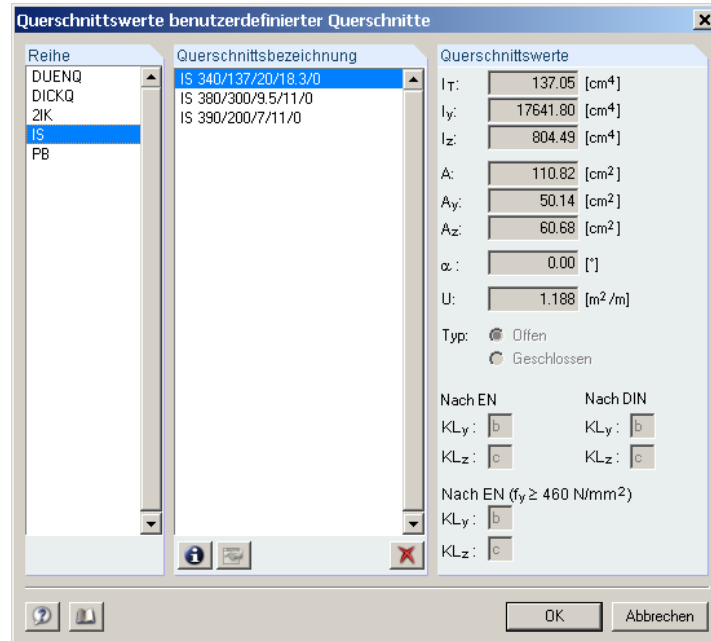


Bild 5.30: Dialog *Querschnittswerte benutzerdefinierter Querschnitte*

Eigenes Profil definieren

In einem Dialog können die Querschnittswerte frei eingegeben werden.

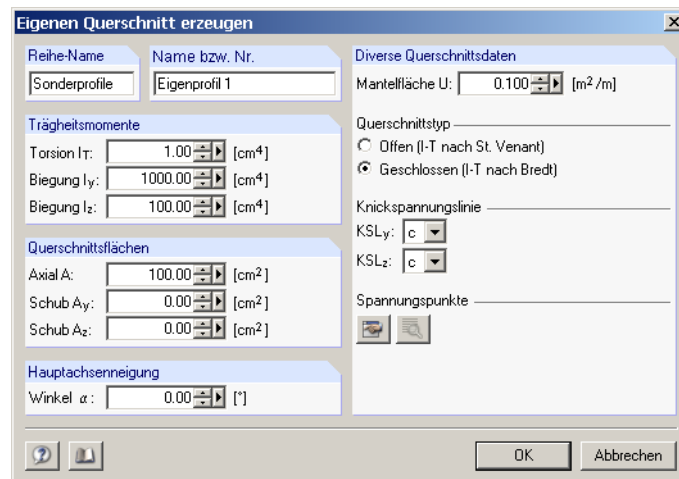


Bild 5.31: Dialog *Eigenen Querschnitt erzeugen*

Zunächst wird der *Reihe-Name* festgelegt, unter dem das Profil eingeordnet werden soll, und im Eingabefeld *Name bzw. -Nr.* die Bezeichnung des Querschnitts angegeben. Dann können die Profilkennwerte in die entsprechenden Eingabefelder eingetragen werden.



Profilreihe aus ASCII-Datei importieren

Es ist möglich, komplette Profilreihen aus einer Datei einzulesen. Diese Datei muss im CSV-Format vorliegen, d. h. als Textdatei, deren Tabellenspalten jeweils durch ein Semikolon (;) getrennt sind. Jede Excel-Datei kann in diesem Format gespeichert werden. Die Syntax der ASCII-Reihe muss mit der Definition der entsprechenden RSTAB-Profilreihe übereinstimmen.

Beispiel: Es sollen doppelsymmetrische I-Profile importiert werden.

Diese Profile werden als **IS**-Reihe verwaltet (vgl. Bild 5.28). Für IS-Profile werden folgende Parameter benötigt: h, b, s, t, a. Die Tabelle wird in Excel nach diesen Vorgaben aufgebaut:

	A	B	C	D	E	F
1	Bezeichnung	h	b	s	t	a
2						
3						
4						

Bild 5.32: Excel-Tabelle mit den Profilkennwerten

Im Importdialog wird das Verzeichnis der CSV-Datei festgelegt. Dann wählt man in der Liste aus, zu welcher Querschnittsreihe die importierten Profile hinzugefügt werden sollen.

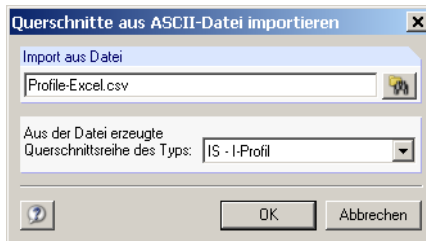


Bild 5.33: Dialog Querschnitte aus ASCII-Datei importieren

Für die importierten Profile werden anschließend die Querschnittswerte berechnet und die Spannungspunkte ermittelt, sodass auch Spannungsnachweise geführt werden können.



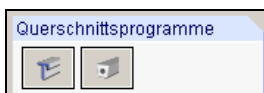
Diverse Querschnitte

Über die Schaltfläche [Diverse Profile] wird ein Dialog aufgerufen, in dem die Kennwerte verschiedener Querschnitte verwaltet sind (derzeit ausgewählte LIGNOTREND-Profil).

Querschnittsprogramme

Es lassen sich auch Profile aus den externen Querschnittsprogrammen **DUENQ** und **DICKQ** importieren.

Bitte beachten Sie, dass die Profile in DUENQ oder DICKQ berechnet und gespeichert sein müssen, ehe deren Querschnittswerte eingelesen werden können.



5.4 Stabendgelenke

Allgemeine Beschreibung

Stabendgelenke beschränken die Schnittgrößen, die von einem Stab auf andere Stäbe übertragen werden. Gelenke werden nur den Stabenden (Knoten) zugewiesen, sie können nie an anderen Stellen wie beispielsweise in der Stabmitte angesetzt werden.



Gelenke sind nicht selten verantwortlich für Stabilitätsprobleme: An jedem Knoten muss mindestens ein Stab enden, der den jeweiligen Freiheitsgrad nicht mit einem Gelenk besetzt. Es ist also nicht möglich, alle Stäbe gelenkig an einem Knoten anzuschließen, sondern ein Stab muss biegesteif (als Balken) enden. Momente werden trotzdem nicht übertragen, falls alle übrigen Stäbe gelenkig anschließen. Dieses Prinzip gilt auch für die Definition der Auflagerbedingungen. Es dürfen keine Doppelgelenke an den gelagerten Knoten entstehen.

Einige Stabtypen sind intern bereits mit Gelenken versehen. Ein Fachwerkstab beispielsweise überträgt keine Momente, ein Seilstab weder Momente noch Querkräfte. Für die Eingabe bedeutet dies, dass die Zuweisung von Gelenken für Stäbe dieser Stabtypen gesperrt ist. Konstruktionen, die ausschließlich aus Fachwerkstäben bestehen, wären damit nicht berechenbar. In diesem Fall nimmt RSTAB intern eine Korrektur der Eingabe vor, sodass Sie sich hier ausnahmsweise um die Besetzung der Knotenfreiheitsgrade nicht kümmern brauchen.

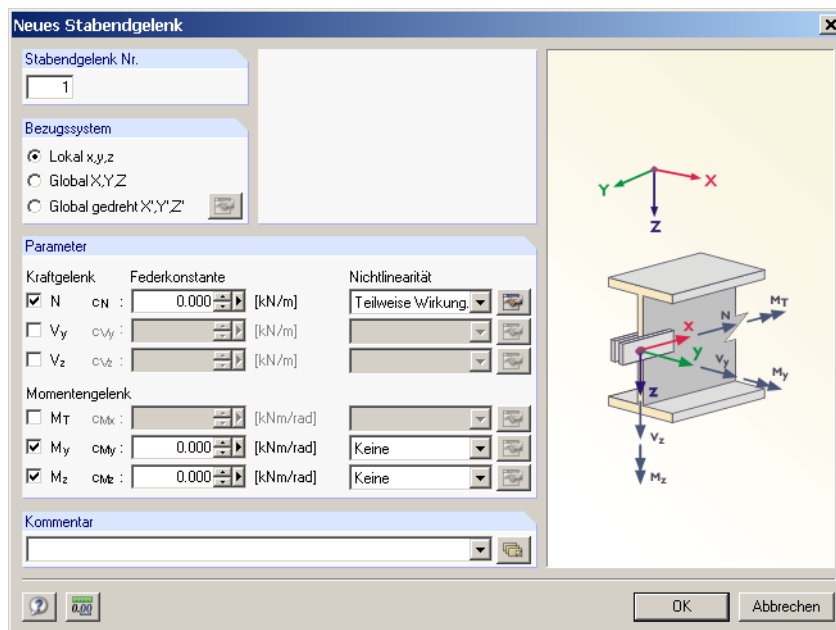


Bild 5.34: Dialog Neues Stabendgelenk

Tabellen

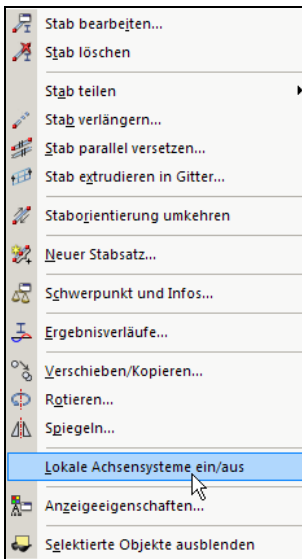
1.4 Stabendgelenke

Gelenk Nr.	A Bezugs-System	B Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder [kN/m]	C N	D V _y	E V _z	F M _T	G M _y	H M _z	Kommentar
1	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Lokal x,y,z	1000.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Lokal x,y,z	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4									
5									
6									
7									

Material | Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentritäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen | Stabnichtlinearitäten

Gelenk-Kennziffer ('J'a' / 'N'ein / Federkonstante / F7 zum Wählen). Die Gelenk-Nr. wird in Tabelle 1.7 dem Stab zugeordnet.

Bild 5.35: Tabelle 1.4 Stabendgelenke



Stab-Kontextmenü

Bezugssystem

Ein Stabendgelenk kann auf eines der folgenden Achsensysteme bezogen werden:

- Lokales Stabachsensystem x,y,z
- Globales Koordinatensystem X,Y,Z
- Globales gedrehtes Koordinatensystem X',Y',Z'

Die Anzeige der lokalen Stabachsen kann im **Zeigen-Navigator** (vgl. Bild 5.64, Seite 111) oder dem links dargestellten Stab-Kontextmenü eingeblendet werden.

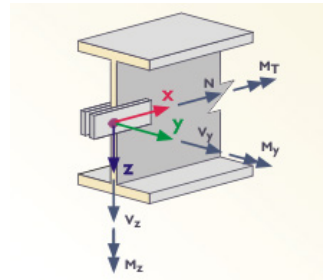


Bild 5.36: Lokale Gelenkdefinition

Detaillierte Informationen zur Ausrichtung der lokalen Stabachsen x,y,z im globalen XYZ-Koordinatensystem finden Sie im Kapitel 5.7 auf Seite 111.

Der Regelfall ist der Bezug auf das *lokale Achsensystem* x,y,z . Es können die zu übertragenden Schnittgrößen jedoch auch auf das *globale Achsensystem* X,Y,Z oder auf ein *gedrehtes globales System* X',Y',Z' bezogen werden. Letzteres können Sie über die Schaltflächen [Drehung bearbeiten] im Dialog bzw. [...] in der Tabelle definieren.

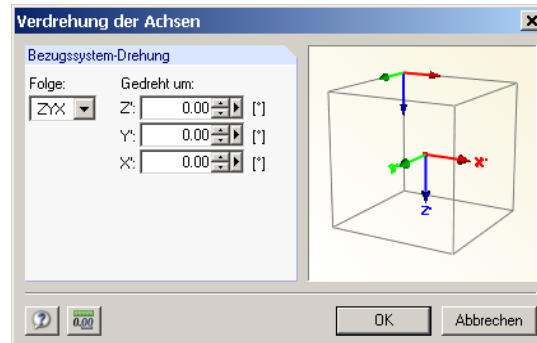


Bild 5.37: Dialog Verdrehung der Achsen

Die Grafik in diesem Dialog visualisiert die unter *Gedreht um* eingegebenen Drehwinkel.

Scherengelenke (siehe Bild 5.45) müssen auf das globale Koordinatensystem, Federkonstanten und Nichtlinearitäten auf das lokale Stabachsensystem bezogen definiert werden.

Axial-/Querkraftgelenk bzw. Feder

Ein Normalkraft- oder Querkraftgelenk wird definiert, indem man im Dialog oder der Tabelle die jeweilige Option anhakt. Das Häkchen bedeutet somit, dass die entsprechende Schnittgröße am Stabende nicht übertragen werden kann, weil ein Gelenk vorliegt. Dies wird im *Stabendgelenk*-Dialog ersichtlich: Im Eingabefeld rechts neben dem Häkchen wird die Konstante der Wegfeder mit Null angegeben.

Die Federkonstante lässt sich jederzeit modifizieren, sodass ein elastischer Anschluss modelliert werden kann. In der Tabelle wird die Konstante direkt in die Spalte eingetragen. Die Federsteifigkeiten sind als Design-Werte zu verstehen.

Die Möglichkeit von Nichtlinearitäten ist am Ende dieses Kapitels beschrieben.

Momentengelenk bzw. Feder

Gelenke für Torsions- oder Biegemomente werden analog definiert. Auch hier bedeutet ein Häkchen, dass die entsprechende Schnittgröße am Stabende nicht übertragen wird.

Bei Gelenken im lokalen Bezugsachsensystem ist es möglich, Federkonstanten für die Abbildung elastischer Anschlüsse zu definieren. In der Tabelle wird die Konstante direkt in die Spalte eingetragen. Man sollte jedoch keine extremen Steifigkeitswerte verwenden, da diese zu numerischen Problemen bei der nachfolgenden Berechnung führen können. Anstelle ausgeprägt großer oder kleiner Federkonstanten sind deshalb starre Verbindungen (kein Häkchen) oder Gelenke (Häkchen) zu bevorzugen.

Die Möglichkeit nichtlinearer Gelenkeigenschaften ist am Ende dieses Kapitels beschrieben.

Beispiele

• Balken

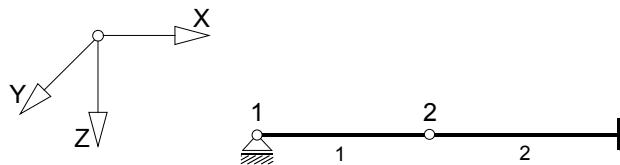


Bild 5.38: Balken mit Momentengelenk im Feld

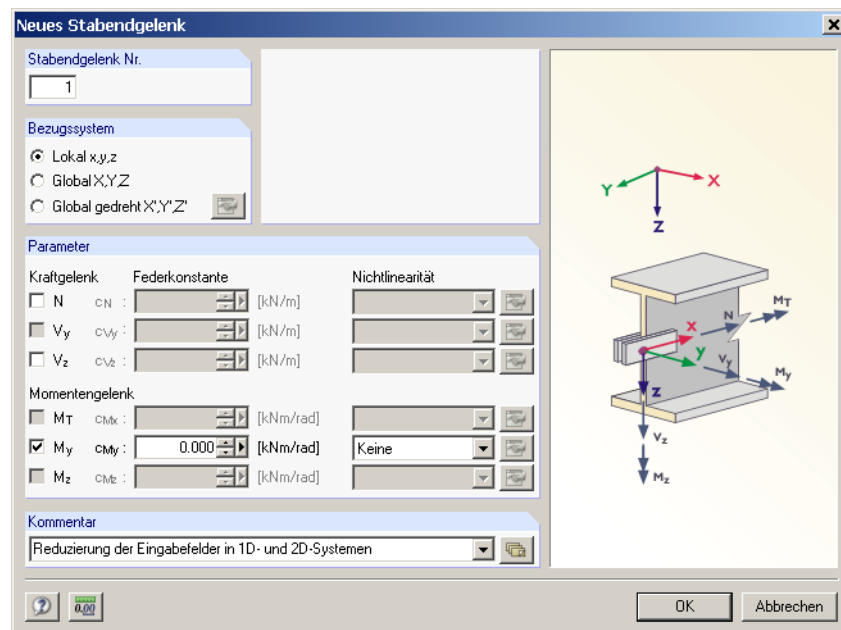


Bild 5.39: Dialog Neues Stabendgelenk

Obiges Bild zeigt die Gelenkdefinition in einem ebenen XZ-System. Die Richtung y ist bei diesem Strukturtyp parallel zur globalen Achse Y ausgerichtet. Es spielt deshalb keine Rolle, ob das lokale x,y,z- oder das globale X,Y,Z-Bezugssystem gewählt wird.

Das Gelenk ist dann dem Stab 1 (am Ende) oder dem Stab 2 (am Anfang) zuzuweisen.

- Sparrendach

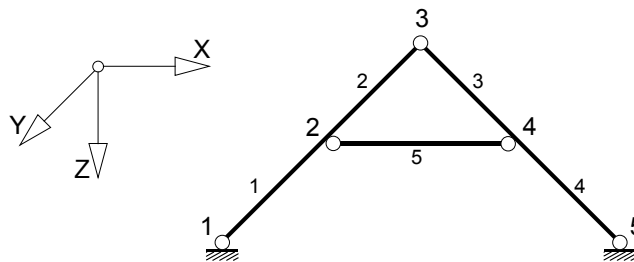


Bild 5.40: Sparrendach

Tabellen

1.4 Stabendgelenke

Gelenk Nr.	A Bezugs-System	B Gelenk bzw. Feder [kN/m] N	C [kNm/rad] V _z	D M _y	E Kommentar
1	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2					
3					
4					

Knoten | Material | Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentrizitäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen

Gelenk-Kennziffer ('J'a / 'N' ein / Federkonstante / F7 zum Wählen). Die Gelenk-Nr. wird in Tabelle 1.7 dem Stab zugeordnet.

Bild 5.41: Tabelle 1.4 Stabendgelenke

Auch hier liegt ein ebenes System vor. Das Gelenk kann wie folgt zugewiesen werden:

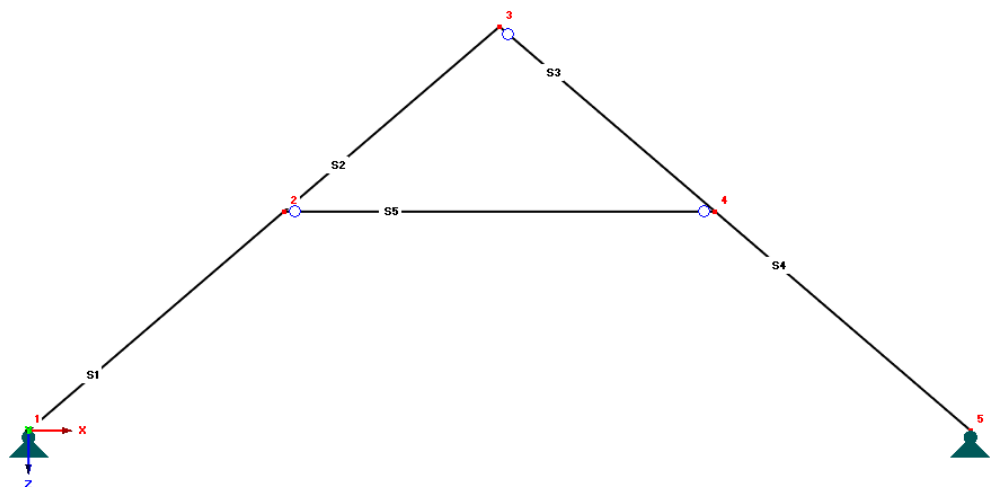


Bild 5.42: Grafik

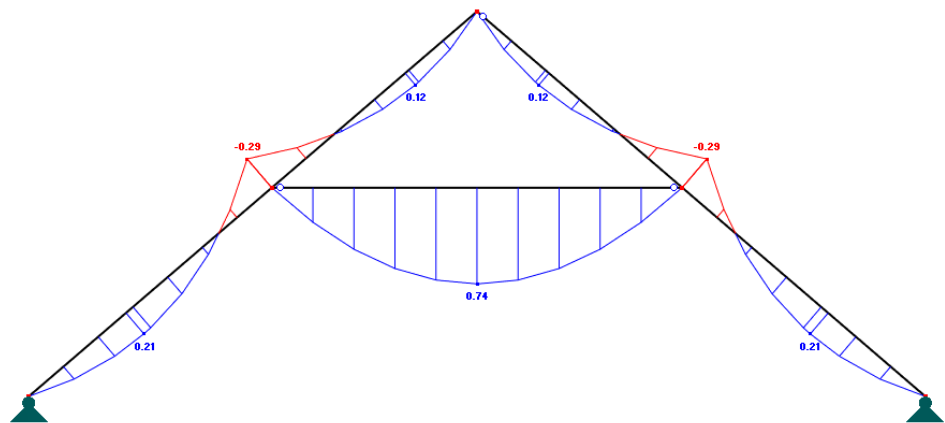
Tabellen

1.7 Stäbe

Stab Nr.	A Stabtyp	B Knoten Nr.		C Stabdrehung Typ	D β [°]	E Querschnitt Nr.	F Gelenk Nr.		H Exzentr. Nr.	I Teilung Nr.	J Länge L [m]	K Kommentar
		Anfang	Ende				Anfang	Ende				
1	Balkenstab	1	2	Winkel	0.00	1	1	0	0	0	5.000	XZ
2	Balkenstab	2	3	Winkel	0.00	1	1	0	0	0	4.220	XZ
3	Balkenstab	3	4	Winkel	0.00	1	1	1	0	0	4.220	XZ
4	Balkenstab	4	5	Winkel	0.00	1	1	0	0	0	5.000	XZ
5	Balkenstab	2	4	Winkel	0.00	1	1	1	1	0	6.407	X

Knoten | Material | Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentrizitäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen

Bild 5.43: Tabelle 1.7 Stäbe

Bild 5.44: Schnittgrößenverlauf M_y im Lastfall „Eigengewicht“

Scherengelenke

Scherengelenke stellen einen Sonderfall dar, mit dem sich Trägerkreuzungen modellieren lassen: Es schließen vier Stäbe an einem Knoten an, von denen jeweils zwei Stäbe beispielsweise Momente in ihrer „Durchlaufrichtung“ weiterleiten, die jedoch keine Momente auf das andere Stabpaar übertragen.

Das folgende Beispiel stellt die Modellierung einer Scherengelenkverbindung dar. Im Knoten werden nur Normal- und Querkräfte vollständig übertragen.

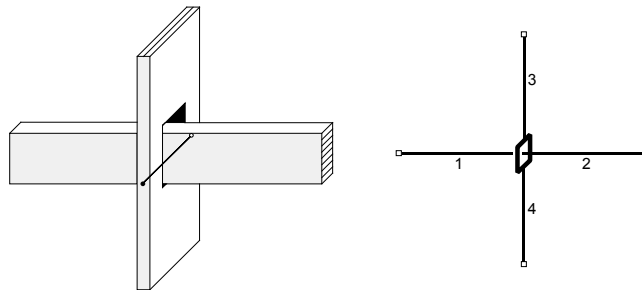


Bild 5.45: Trägerkreuzung

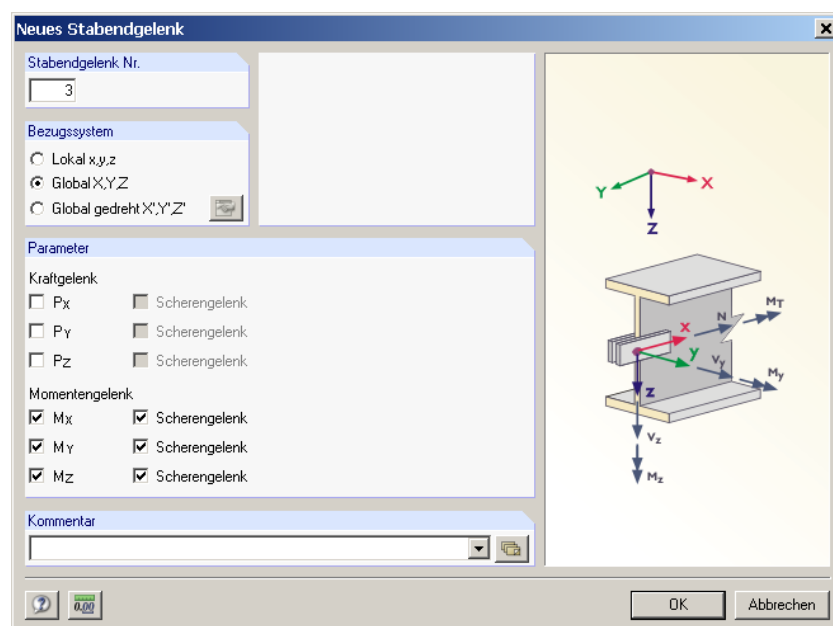


Bild 5.46: Dialog Neues Stabendgelenk

Das Gelenk ist dann entweder den Stäben 1 und 2 oder den Stäben 3 und 4 zuzuweisen. Der andere kreuzende Stabzug wird biegesteif ohne Gelenk modelliert.

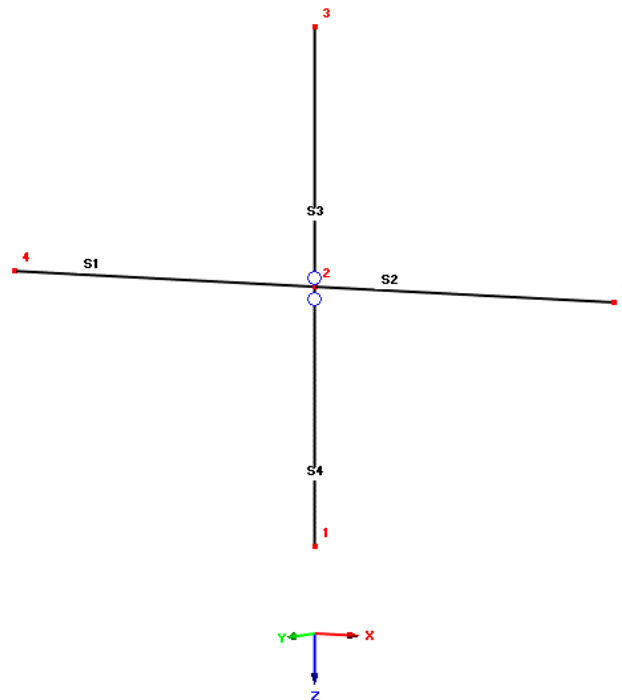


Bild 5.47: Zuweisung des Scherengelenks

Grafisches Setzen von Gelenken

Stabendgelenke lassen sich auch in der Grafik direkt zuweisen. Wählen Sie hierzu Menü **Einfügen → Strukturdaten → Stabendgelenke → Stäben grafisch zuordnen** bzw. **Bearbeiten → Strukturdaten → Stabendgelenke → Stäben grafisch zuordnen**.

Zunächst ist ein Gelenktyp aus der Liste auszuwählen bzw. neu zu definieren.

Nach [OK] erscheinen die Stäbe grafisch in den Drittelpunkten geteilt. Sie können nun mit dem Mauszeiger diejenigen Stabseiten anklicken, die das gewählte Gelenk erhalten sollen. Wird der Stab im Mittelbereich angeklickt, wird das Gelenk beiden Stabenden zugeordnet.

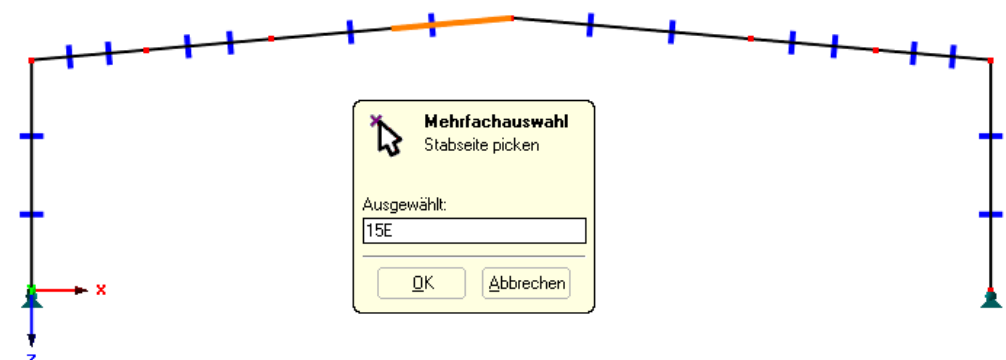
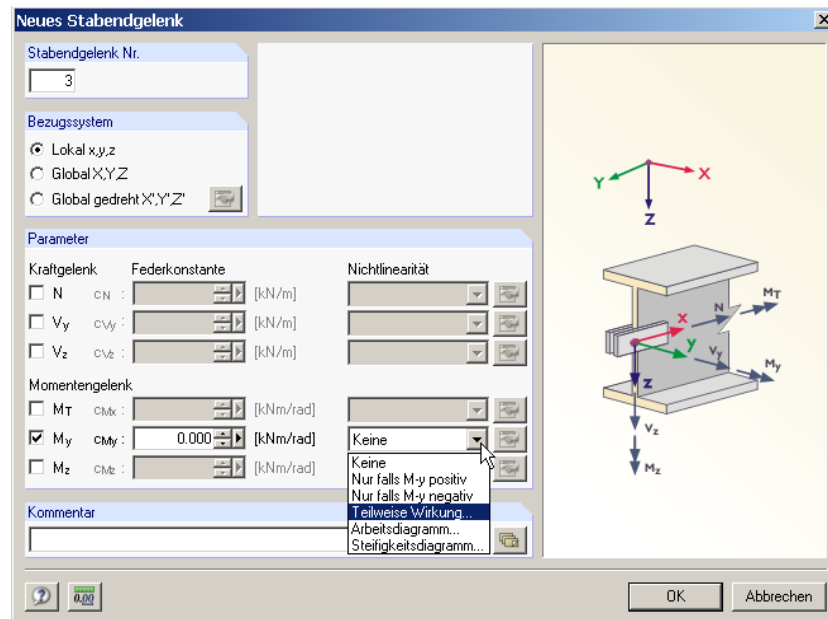


Bild 5.48: Stabendgelenke grafisch zuordnen

Nichtlinearitäten

Stabdgelenken können nichtlineare Eigenschaften zugewiesen werden. Dadurch lässt sich die Übertragung von Schnittgrößen detailliert steuern. Die Liste der Nichtlinearitäten bietet folgende Möglichkeiten zur Auswahl:

- Nur falls Schnittgröße positiv
- Nur falls Schnittgröße negativ
- Teilweise Wirkung
- Arbeitsdiagramm
- Steifigkeitsdiagramm



Tabellen

1.4 Stabdgelenke

Gelenk Nr.	A Bezugs-System	B Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder [kN/m] N	C V _y	D V _z	E Momentengelenk bzw. Feder [kNm/rad] M _T	F M _y	G M _z	H Kommentar
1	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Lokal x,y,z	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4						Ja		
5						Nein		
6						Federkonstante		
7						Nichtlinear		
8								

Knoten | Material | Querschnitte | Stabdgelenke | Stabexzentritäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen

Gelenk-Kennziffer ('J'a' / 'N'ein' / Federkonstante / F7 zum Wählen). Die Gelenk-Nr. wird in Tabelle 1.7 dem Stab zugeordnet.

Bild 5.49: Aufruf der nichtlinearen Eigenschaften im Dialog (oben) und in der Tabelle (unten)

In der Tabelle werden Gelenktypen mit nichtlinearen Eigenschaften blau gekennzeichnet.

Gelenk nur falls Schnittgröße positiv bzw. negativ

Mit diesen beiden Optionen kann für jede Schnittgröße die Wirkung des Gelenks auf einfache Weise gesteuert werden. Ein Kraftgelenk mit dem Nichtlinearitätstyp *Nur falls N positiv* beispielsweise hat zur Folge, dass am Stabende keine Zugkräfte übertragen werden, d. h. das Kraftgelenk kommt nur zur Verwendung, falls die Normalkraft positiv ist.

Die übrigen Einträge der Liste *Nichtlinearität* eröffnen detaillierte Modellierungsmöglichkeiten für Gelenkeigenschaften. Diese werden über die rechts daneben angeordneten Schaltflächen [Eigenschaften] im Dialog bzw. [▼] in der Tabelle aufrufen.



Teilweise Wirkung

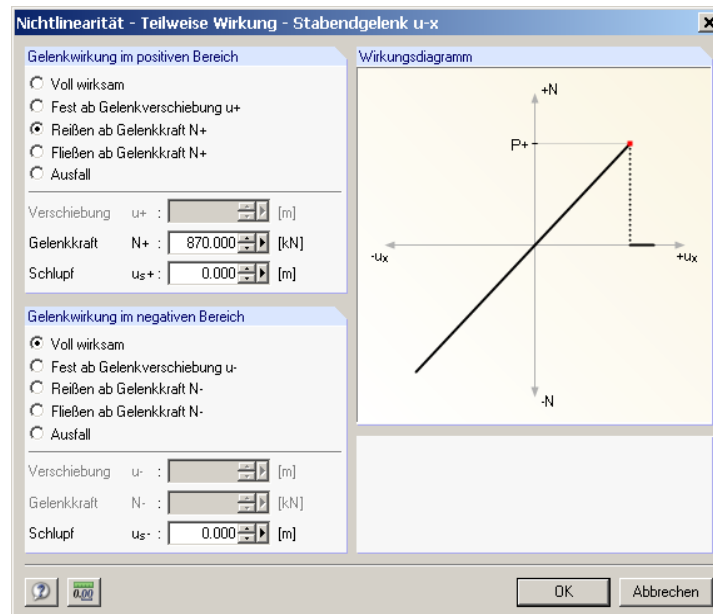


Bild 5.50: Dialog *Nichtlinearität - Teilweise Wirkung*

Die Wirkung des Gelenks kann für den *positiven* und den *negativen Bereich* gezielt definiert werden. Neben der vollen oder der nicht vorhandenen Wirksamkeit kann das Gelenk jeweils ab einer bestimmten Verschiebung oder Verdrehung seine Wirkung verlieren und dann als feste oder starre Verbindung wirken. Zudem sind *Reißen* (bei Überschreiten eines bestimmten Wertes wird gar keine Schnittgröße mehr übertragen) und *Fließen* (Schnittgrößen werden auch bei größeren Verformungen nur bis zu einem bestimmten Wert übertragen) in Kombination mit einem *Schlupf* möglich.

In den Eingabefeldern unterhalb können die diversen Restriktionen festgelegt werden. Die Grafik im Abschnitt *Wirkungsdiagramm* rechts ermöglicht die visuelle Kontrolle der Gelenkeigenschaften.

Arbeitsdiagramm

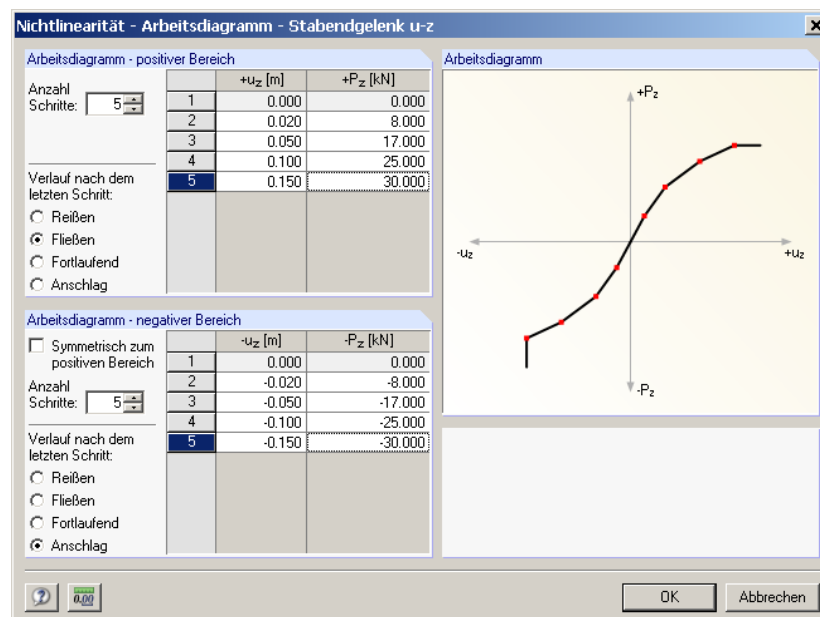


Bild 5.51: Dialog *Nichtlinearität - Arbeitsdiagramm*

Die Wirkung des Gelenks lässt sich für den *positiven* und den *negativen Bereich* getrennt definieren. Legen Sie zunächst die *Anzahl der Schritte* (d. h. Definitionspunkte) für das Arbeitsdiagramm fest und tragen dann rechts in der Liste die Abszissenwerte der Schnittgrößen mit den zugeordneten Verschiebungen bzw. Verdrehungen ein.

Für den *Verlauf nach dem letzten Schritt* bestehen mehrere Möglichkeiten: *Reißen* für den Gelenkausfall (es wird keine Schnittgröße mehr übertragen), *Fließen* für die Begrenzung auf die Übertragung einer maximal zulässigen Schnittgröße, *Fortlaufend* wie im letzten Schritt oder *Anschlag* für die Begrenzung auf eine maximal zulässige Verschiebung oder Verdrehung mit anschließend fester bzw. starrer Wirkung.

Zur Kontrolle der Gelenkeigenschaften empfiehlt sich die dynamische Grafik im Abschnitt *Arbeitsdiagramm*.

Steifigkeitsdiagramm

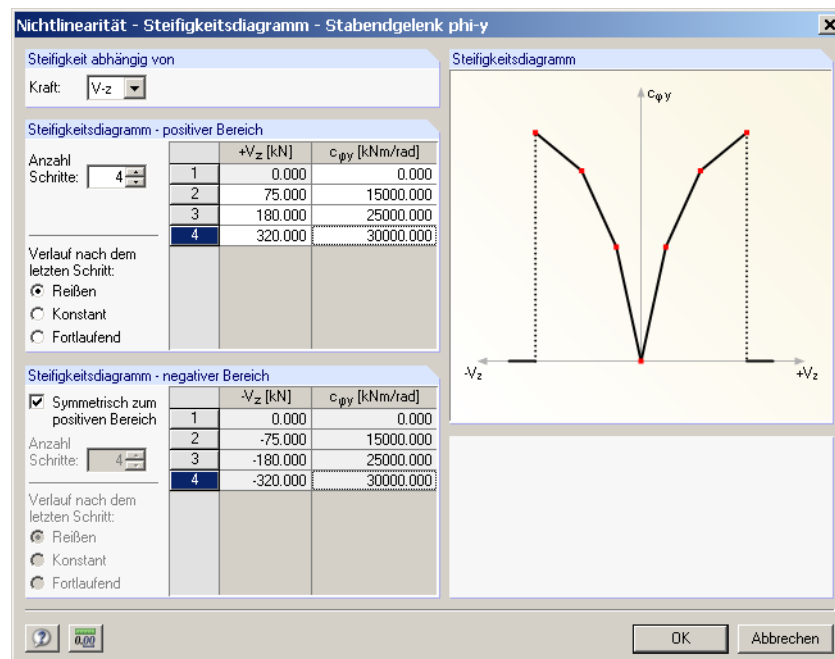


Bild 5.52: Dialog *Nichtlinearität - Steifigkeitsdiagramm*

Steifigkeitsdiagramme können für die Übertragung von Momenten in Abhängigkeit von Normal- oder Querkraften definiert werden. Die Wirkung des Gelenks lässt sich für den *positiven* und *negativen Bereich* getrennt beschreiben.

Legen Sie zunächst im Abschnitt *Steifigkeit abhängig von* fest, auf welche Schnittgröße (Normal- oder Querkraft) sich die Parameter der Verdrehungen beziehen. Geben Sie dann die *Anzahl der Schritte* (d. h. Definitionspunkte) an und tragen rechts in der Liste die Kräfte mit den zugeordneten Drehsteifigkeiten ein.

Für den *Verlauf nach dem letzten Schritt* bestehen mehrere Möglichkeiten: *Reißen* für den Gelenkausfall (es wird kein Moment mehr übertragen), *Konstant* für die Begrenzung auf einen Maximalwert der Drehsteifigkeit oder *Fortlaufend* wie im letzten Schritt.

Auch hier ist die dynamische Grafik im Abschnitt *Steifigkeitsdiagramm* zur Kontrolle der angegebenen Gelenkeigenschaften zu empfehlen.

5.5 Stabexzentrizitäten

Allgemeine Beschreibung

Die Stablänge in RSTAB entspricht dem Abstand der beiden Knoten, die den Stab definieren. Bei einigen Anschlüssen wie beispielsweise Rahmenecken spiegelt dieses Modell wegen der Überschneidungen die Realität nur angenähert wider. RSTAB bietet deshalb die Möglichkeit, starre Stabendabschnitte zu definieren und dadurch die elastische Stablänge zu verkürzen. Mit anderen Worten: Die Gesamtlänge eines Stabes mit exzentrischen Anschlüssen ermittelt sich aus der Summe der starren Endabschnitte und der elastischen Stablänge.



Stablasten und die ermittelten Stabschnittgrößen und Stabverschiebungen beziehen sich auf die elastische Länge des Stabes. Knotenlasten und die daraus resultierenden Schnittkräfte und Verschiebungen hingegen sind auf die Endknoten bezogen, die den Stab definieren.

Die fotorealistische Darstellung im 3D-Rendering bietet eine gute Kontrollmöglichkeit der eingegebenen Exzentrizitäten.

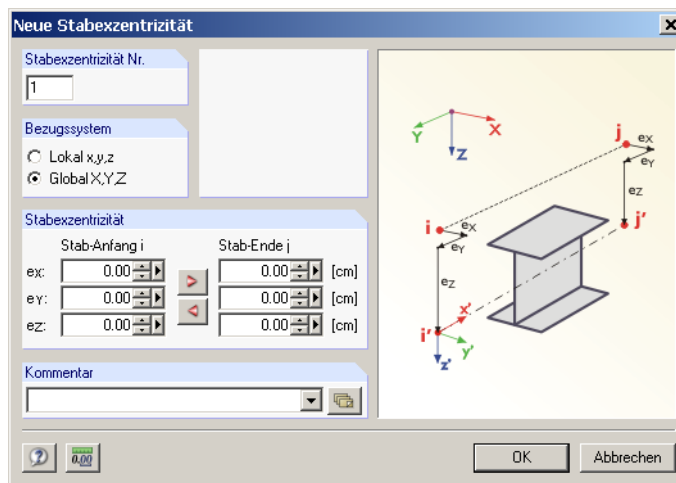
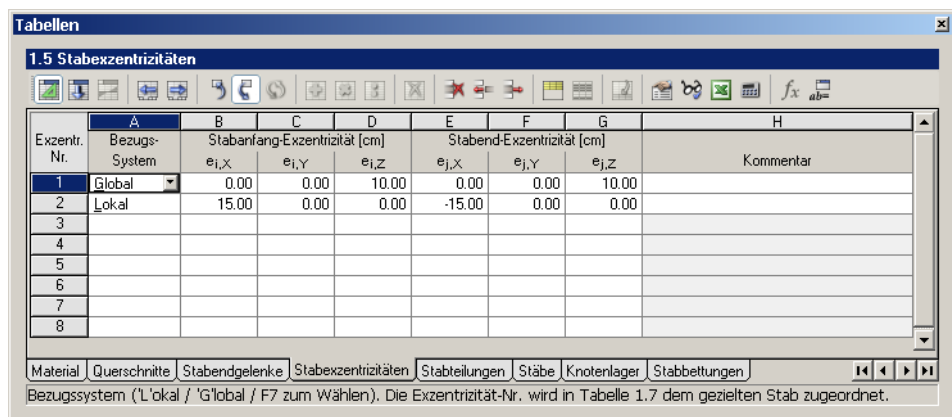


Bild 5.53: Dialog *Neue Stabexzentrizität*



Exzentr. Nr.	A Bezugs-System	B Stabanfang-Exzentrizität [cm] e _{i,x} e _{i,y} e _{i,z}	C Stabend-Exzentrizität [cm] e _{j,x} e _{j,y} e _{j,z}	H Kommentar
1	Global	0.00 0.00 10.00	0.00 0.00 10.00	
2	Lokal	15.00 0.00 0.00	-15.00 0.00 0.00	
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Bild 5.54: Tabelle 1.5 *Stabexzentrizitäten*

Bezugssystem

Eine Stabexzentrizität kann auf eines der folgenden Achsensysteme bezogen werden:

- Lokales Stabachsensystem x,y,z
- Globales Koordinatensystem X,Y,Z

Die lokalen xyz-Stabachsen können über den *Zeigen*-Navigator (siehe Bild 5.64, Seite 111) oder das Stab-Kontextmenü (siehe Seite 94) eingeblendet werden.

Exzentrizitäten Stabanfang / Stabende

Im Dialogabschnitt *Stabexzentrizität* oder der Tabelle werden die Exzentrizitäten für den Stabanfang und für das Stabende eingegeben.

Im Dialog können die Werte mit den Schaltflächen [►] und [◄] von einer Seite auf die andere übertragen werden.

Grafisches Setzen von Exzentrizitäten

Stabexzentrizitäten kann man auch in der Grafik direkt zuweisen. Wählen Sie hierzu Menü

Einfügen → **Strukturdaten** → **Exzentrizitäten** → **Stäben grafisch zuordnen** bzw.

Bearbeiten → **Strukturdaten** → **Exzentrizitäten** → **Stäben grafisch zuordnen**.

Zunächst wird das Bezugssystem festgelegt und die Ausmittigkeit definiert. Stellen Sie im Abschnitt *Status* sicher, dass das Auswahlfeld *Setzen* aktiv ist und bestätigen mit [OK].

Die Stäbe werden grafisch in den Drittelpunkten geteilt. Man kann nun mit dem Mauszeiger diejenigen Stabseiten anklicken, die die Exzentrizität erhalten sollen. Wird ein Stab im Mittelbereich angeklickt, wird der exzentrische Anschluss beiden Stabenden zugewiesen (vgl. Bild 5.48, Seite 99).

Beispiel

Exzentrische Anschlüsse werden häufig bei Profilen mit hohem Steg angewandt. Die Höhe des Profils lässt sich dadurch ebenso berücksichtigen wie der Eintrag von Zusatzmomenten infolge des ausmittigen Lasteintrags. Andererseits können durch die reduzierte elastische Stablänge Momentenspitzen abgebaut werden. Das folgende Beispiel zeigt einen Rahmen:

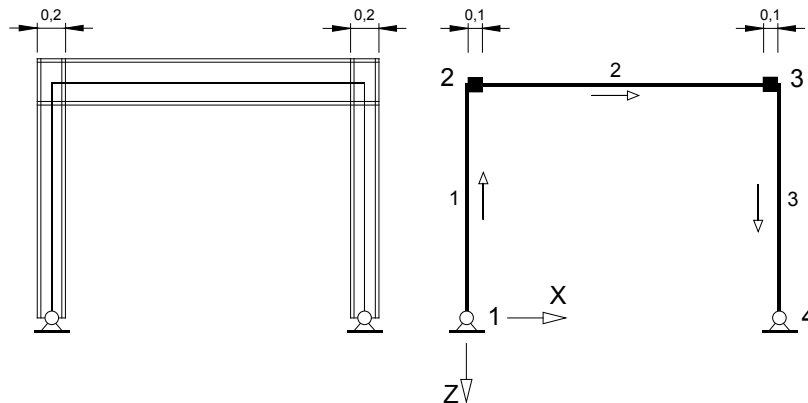


Bild 5.55: Exzentrischer Anschluss eines Rahmens

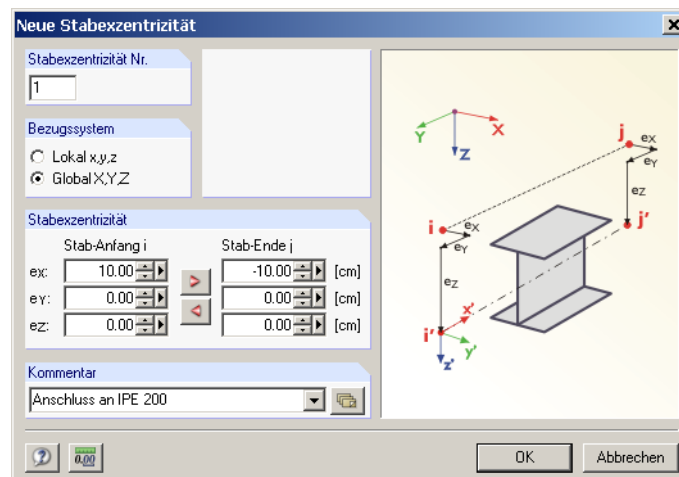


Bild 5.56: Dialog Neue Stabexzentrizität

Diese Exzentrizität wird dem Riegel (Stab 2) zugewiesen. Ein reduziertes Anschnittsmoment ist die Folge.

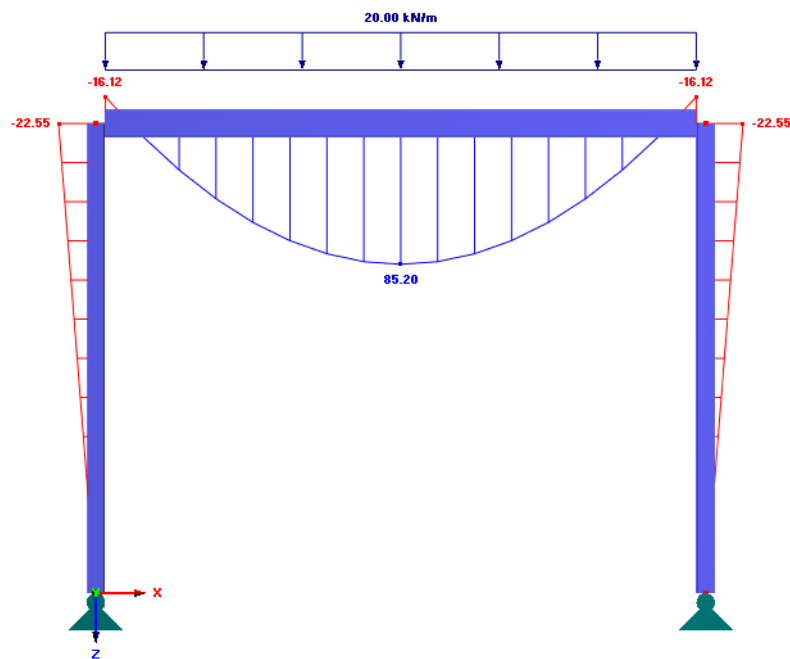


Bild 5.57: Momentenverlauf M_y

5.6 Stabteilungen

Allgemeine Beschreibung

Mit Stabteilungen können Punkte auf Stäben festgelegt werden, an denen Schnittgrößen und Verformungen in den Ergebnistabellen und im numerischen Ausdruck ausgegeben werden. Eine Stabteilung hat weder einen Einfluss auf die Ermittlung der Extremwerte noch auf den grafischen Ergebnisverlauf (RSTAB benutzt hierfür intern eine feinere Teilung). In den meisten Fällen ist es deshalb nicht erforderlich, Stabteilungen einzuführen.

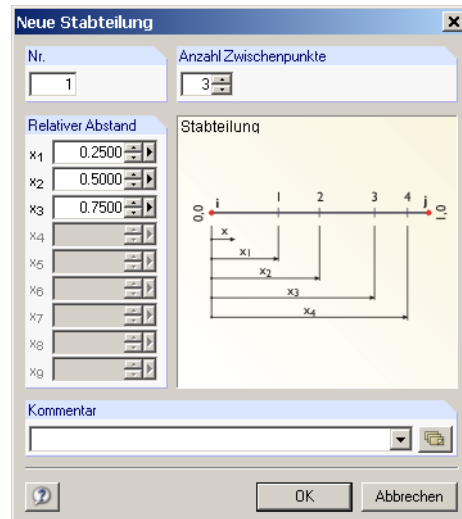
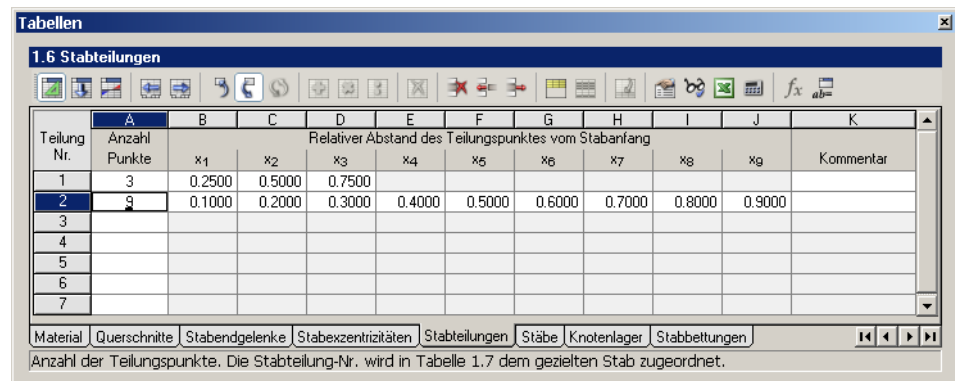


Bild 5.58: Dialog Neue Stabteilung



Teilung Nr.	Anzahl Punkte	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	Kommentar
1	3	0.2500	0.5000	0.7500							
2	9	0.1000	0.2000	0.3000	0.4000	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000	0.9000	
3											
4											
5											
6											
7											

Bild 5.59: Tabelle 1.6 Stabteilungen

Anzahl der Zwischenpunkte

Es können maximal 99 Zwischenpunkte vorgegeben werden. Ein Eintrag bewirkt zunächst eine gleichmäßige Unterteilung des Stabes in der gewünschten Anzahl der Punkte.

Relativer Abstand vom Stabanfang

RSTAB zeigt die Abstände der ersten drei vorgeschlagenen Zwischenpunkte an. Es handelt sich hier um die relativen Koordinaten im Intervall von 0.0 (Stabanfang) bis 1.0 (Stabende).

Es lassen sich für die vorgegebenen Punkte auch unregelmäßige Teilungen erzeugen, indem man die relativen Abstände entsprechend frei abändert. Hierbei ist nur auf die Reihenfolge der Intervalle zu achten, denn es gilt: $x_1 < x_2 < x_3 \dots$

Grafisch lässt sich jede beliebige x-Stelle im Stab gezielt auswerten. Deshalb kann in den meisten Anwendungsfällen auf die Ermittlung der relativen Abstände verzichtet werden.

5.7 Stäbe

Allgemeine Beschreibung



Ein Stab wird geometrisch durch einen Anfangs- und einen Endknoten definiert. Stäbe können nur an Knoten miteinander verbunden werden. Kreuzen sich Stäbe, ohne dass sie einen Knoten gemeinsam haben, wird dies nicht als Verbindung interpretiert. Damit werden an Kreuzungsstellen keine Schnittgrößen übertragen.

Der Stab wird durch spezifische Attribute charakterisiert (Querschnitt mit Material, Stabtyp, Gelenk etc.), die seine Steifigkeit und Eigenschaften im statischen Modell beschreiben.

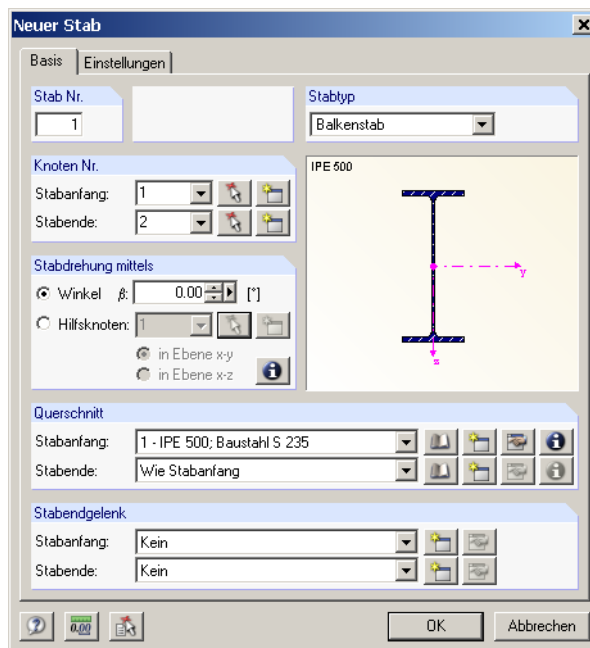


Bild 5.60: Dialog *Neuer Stab*, Register *Basis*

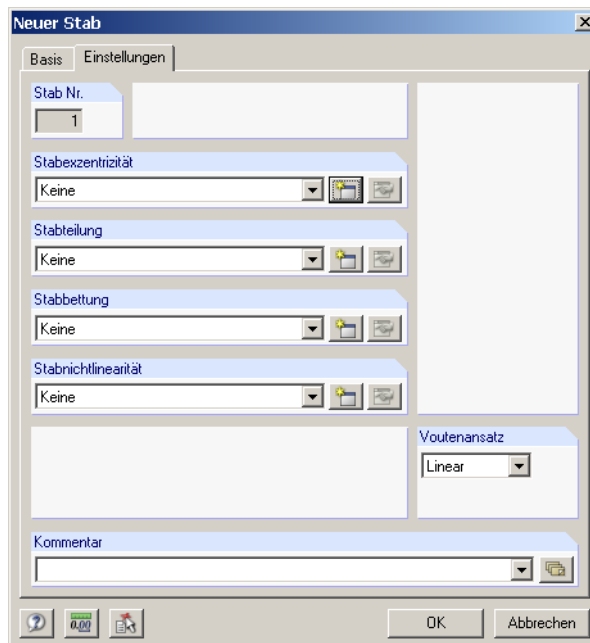


Bild 5.61: Dialog *Neuer Stab*, Register *Einstellungen*

1.7 Stäbe

Stab Nr.	A Stabtyp	B Knoten Nr. Anfang	C Knoten Nr. Ende	D Stabdrehung Typ	E Stabdrehung β [°]	F Querschnitt Nr. Anfang	G Querschnitt Nr. Ende	H Gelenk Nr. Anfang	I Gelenk Nr. Ende	J Exzentr. Nr.	K Teilung Nr.	L Vouten-Ansatz	M Länge L [m]	N Kommentar
1	Balkenstab	1	3	Winkel	0.00	1	1	0	0	0	0		6.000	Z
2	Zugstab	2	9	Winkel	45.00	5	5			0	0		6.000	Z
3	Balkenstab	3	4	Winkel	0.00	3	2	0	0	0	1	Linear	3.011	XZ
4	Balkenstab	4	5	Winkel	90.00	2	2	1	1	2	0		3.262	XZ
5														
6	Kopplung Fest-Fest	6	7			2	2						6.274	XZ
7	Fachwerkstab (nur N)	7	8	Winkel	0.00	9	9			0			3.262	XZ
8	Druckstab	8	9	Winkel	0.00	9	3			0			3.011	XZ
9	Balkenstab	1	13	Winkel	0.00	1	1	0	0	0	0		7.810	YZ
10	Balkenstab	11	13	Winkel	0.00	1	1	0	0	0	0		6.000	Z

Knoten | Material | Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentrizitäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen

Stabtyp (F7 zum Wählen).

Bild 5.62: Tabelle 1.7 Stäbe

Stabtyp

Über den Stabtyp wird festgelegt, in welcher Weise Schnittgrößen aufgenommen werden können oder welche Eigenschaften für den Stab vorausgesetzt werden.

In der *Stabtyp*-Liste stehen folgende Möglichkeiten zur Auswahl:



Stabtyp	Kurzbeschreibung
Balkenstab	Biegesteifer Stab, der alle Schnittgrößen übertragen kann
Fachwerkstab	Balkenstab mit Momentengelenken an beiden Enden
Fachwerkstab (nur N)	Stab, der nur die Steifigkeit $E \cdot A$ besitzt
Zugstab	Fachwerkstab, der bei einer Druckkraft ausfällt
Druckstab	Fachwerkstab, der bei einer Zugkraft ausfällt
Knickstab	Fachwerkstab, der bei einer Druckkraft $> N_{ki}$ ausfällt
Seilstab	Stab, der nur Zugkräfte überträgt. Die Berechnung erfolgt nach Theorie III. Ordnung mit großen Verformungen.
Kopplung Fest-Fest	Starre Kopplung mit beidseits biegesteifen Anschlüssen
Kopplung Fest-Gelenk	Starre Kopplung mit biegesteifem Anschluss am Anfang und gelenkigem Anschluss am Ende
Kopplung Gelenk-Gelenk	Starre Kopplung mit beidseits gelenkigen Anschlüssen (nur Normal- und Querkkräfte werden übertragen, keine Momente)
Kopplung Gelenk-Fest	Starre Kopplung mit gelenkigem Anschluss am Anfang und biegesteifem Anschluss am Ende
Nullstab	Stab, der in der Berechnung nicht berücksichtigt wird

Tabelle 5.1: Stabtypen

Federstäbe sind unter den Stabnichtlinearitäten kategorisiert. Definieren Sie für die Feder zunächst einen Balkenstab und legen die nichtlinearen Eigenschaften dann im Dialogregister *Einstellungen* bzw. in der Tabelle 1.10 für den Typ *Federstab* fest (siehe Kapitel 5.10, Seite 125).

Nachfolgend finden Sie ergänzende Erläuterungen zu ausgewählten Stabtypen.

Balkenstab

Ein Balkenstab besitzt keine Gelenke an den Enden. Schließen zwei Balken aneinander an, ohne dass explizit ein Gelenk am Verbindungsknoten definiert wurde, liegt ein biegesteifer Anschluss vor. Ein Balkenstab kann durch alle Lastarten belastet werden.

Fachwerkstab (nur N)

Dieser Typ von Fachwerkstäben nimmt Normalkräfte aus Zug und Druck auf. Fachwerkstäbe besitzen interne Momentengelenke an den Stabenden. Aus diesem Grund ist eine zusätzliche Gelenkdefinition unzulässig. Es werden nur die Knotenschnittgrößen ausgegeben und in das anschließende Stabwerk eingeleitet. Am Stab selbst gibt es einen linearen Schnittgrößenverlauf (Ausnahme: Einzellast am Stab). Dies bedeutet, dass infolge Eigengewicht oder einer Linienlast kein Momentenverlauf sichtbar wird. Die Randmomente sind wegen des Gelenks Null, am Stab wird ein linearer Verlauf angenommen. Die Knotenkräfte werden jedoch aus den Stablasten errechnet, wodurch die korrekte Weiterleitung gewährleistet ist.

Der Grund für diese Sonderbehandlung liegt darin, dass im üblichen Verständnis in der Tragwerksplanung ein Fachwerkstab eigentlich nur Normalkräfte übertragen kann. Die Momente sind nicht von Interesse. Sie werden somit bewusst nicht ausgewiesen und gehen auch nicht in die Bemessung ein. Sollen die Momente infolge Stablasten an den Fachwerkstäben dennoch erscheinen, so verwenden Sie den Stabtyp *Fachwerkstab*.

Zugstab / Druckstab

Ein Zugstab kann nur Zugkräfte aufnehmen, ein Druckstab entsprechend nur Druckkräfte. Die Berechnung eines Stabwerks mit diesen Stabtypen erfolgt iterativ: Im ersten Iterationsschritt werden die Schnittgrößen aller Stäbe ermittelt. Erhalten Zugstäbe eine negative Normalkraft (Druck) bzw. Druckstäbe eine positive Normalkraft (Zug), wird ein weiterer Iterationsschritt gestartet, wobei die Steifigkeitsanteile dieser Stäbe nicht mehr berücksichtigt werden – sie sind ausgefallen. Dieser Iterationsprozess wird so lange durchgeführt, bis kein Zug- bzw. Druckstab mehr ausfällt. Je nach Modellierung und Belastung kann ein System durch den Ausfall von Zug- oder Druckstäben instabil werden.



Ein ausgefallener Zug- bzw. Druckstab kann wieder in der Steifigkeitsmatrix berücksichtigt werden, wenn er in einem späteren Iterationsschritt infolge Umlagerungen im System wieder wirksam wird. Über Menü **Berechnung** → **Berechnungsparameter**, Register **Optionen** kann die *Besondere Behandlung* ausfallender Stäbe geregelt werden. Die Beschreibung dieser Funktionen finden Sie im Kapitel 8.2 auf Seite 182.



Berechnungsabbrüchen infolge Zugstabausfall (Meldung „Struktur instabil im Stab ...“) kann durch folgende Maßnahmen begegnet werden:

- Alle Zugstäbe werden beispielsweise im Lastfall ‚Eigengewicht‘ mit einer Vorspannung beaufschlagt, die die Druckkräfte kompensieren. Dies entspricht in vielen Fällen auch der Praxis, Diagonalverbände durch Spannschlösser vorzuspannen.
- Die oben erwähnte *Besondere Behandlung* ausfallender Stäbe im Dialog *Berechnungsparameter* bietet die Möglichkeit, nicht mehr wirksame Stäbe in den Iterationen einzeln zu entfernen. Damit wird meist ein besseres Konvergenzverhalten erreicht. Die Anzahl der möglichen Iterationen sollte hierfür ausreichend hoch vorgegeben werden.
- Die Zugstäbe werden als ‚Knickstäbe‘ (siehe unten) definiert. Damit werden auch kleine Druckkräfte bis zum Erreichen der jeweiligen kritischen Last (Knicken) aufgenommen. Diese Variante empfiehlt sich beispielsweise bei Verbänden aus L-Profilen.

Knickstab

Ein Knickstab nimmt unbegrenzt Zugkräfte auf, Druckkräfte jedoch nur bis zum Erreichen der kritischen Eulerlast.

$$N_{ki} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{s_k^2} \quad \text{mit } s_k = l \text{ (Stablänge)}$$

Gleichung 5.8

Mit diesem Stabtyp können auch Instabilitäten umgangen werden, die bei Berechnungen nach Theorie II. oder III. Ordnung durch das Knicken von Fachwerkstäben entstehen. Ersetzt man diese realitätsgetreu durch Knickstäbe, wird in vielen Fällen die kritische Last erhöht.

Seilstab

Das Seil ist nur auf Zug beanspruchbar. Es ermöglicht durch iterative Berechnung und Berücksichtigung der Seiltheorie (Theorie III. Ordnung, vgl. Kapitel 8.2, Seite 180) die Erfassung von Seilketten mit Longitudinal- und Transversalkräften. Dazu ist es erforderlich, das gesamte Seil als Seilkette zu definieren, die aus mehreren Seilstäben besteht. Kettenlinien können schnell über Menü **Extras** → **Struktur generieren** → **Bogen** erzeugt werden (vgl. Kapitel 11.5.1, Seite 316). Je genauer die Ausgangsform der Kettenlinie mit der realen Seilkette übereinstimmt, desto stabiler und schneller kann die Berechnung ablaufen.

Es empfiehlt sich, die Seilstäbe vorzuspannen. Dadurch wird Druckkräften vorgebeugt, die zum Ausfall führen würden. Seile sollten auch nur dann angewendet werden, wenn die Verformungen einen wesentlichen Anteil an den Änderungen der Schnittgrößen besitzen, d. h. wenn große Verformungen auftreten können. Im Falle einer einfachen geradlinigen Abspannung wie beispielsweise bei einem Vordach sind Zugstäbe völlig ausreichend.



Bei der Auswertung der Verformungsfigur von Seilstäben sollte der Skalierungsfaktor im Steuerpanel auf „1“ gesetzt werden, sodass die Straffungseffekte realistisch wirken.

Kopplung

Ein Kopplungsstab ist ein virtueller Stab mit definierbaren starren oder gelenkigen Eigenschaften. Es stehen vier Möglichkeiten zur Verfügung, die Freiheitsgrade der Anfangs- und Endknoten aneinander zu koppeln. Die Normal- und Querkkräfte bzw. Torsions- und Biegemomente werden direkt von Knoten zu Knoten übertragen. Mit Kopplungen lassen sich spezielle Situationen für Kraft- und Momentübertragungen modellieren.

Nullstab

Ein Nullstab mitsamt Belastung wird in der Berechnung nicht berücksichtigt. Mit Nullstäben kann beispielsweise untersucht werden, wie sich das Tragverhalten der Struktur verändert, wenn bestimmte Stäbe unwirksam sind. Die Stäbe brauchen nicht gelöscht werden und auch die Belastungen bleiben erhalten.

Knoten am Stabanfang und Stabende

Jeder Stab wird geometrisch durch einen Anfangs- und einen Endknoten beschrieben. Damit ist die Stabrichtung festgelegt, die auch die Lage des lokalen Stabkoordinatensystems beeinflusst (siehe folgender Abschnitt „Stabdrehung“). Die Knoten können manuell eingegeben, grafisch mit dem Quadrat-Mauszeiger ausgewählt oder auch neu definiert werden.



Die Stabrichtung lässt sich grafisch schnell ändern: Klicken Sie den Stab mit der rechten Maustaste an und wählen im Kontextmenü *Staborientierung umkehren*. Die Nummern von Anfangs- und Endknoten werden dann vertauscht.

Nähere Hinweise zum Thema „Knoten“ finden Sie im Kapitel 5.1 auf Seite 77.

Stabdrehung

Das stabbezogene xyz -Koordinatensystem ist rechtwinklig und rechtsschraubig definiert. Die lokale Achse x fällt stets mit der Schwerachse des Stabes zusammen und verbindet den Anfangs- mit dem Endknoten (positive Richtung). Die lokalen Achsen y und z stellen die Hauptachsen des Stabes dar.

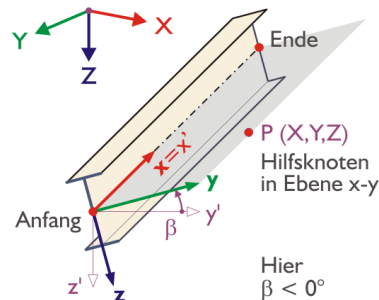
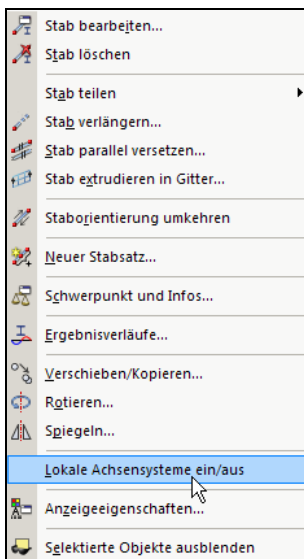


Bild 5.63: Stabdrehung und lokalen Stabachsen x,y,z (beliebige Lage im Raum)



Die Lage der lokalen Achsen y und z wird zunächst automatisch von RSTAB festgelegt. Es liegt die Achse z so im Raum, dass die z' -Komponente immer in Richtung der positiven globalen Z -Achse zeigt. Die Lage der Achse y ergibt sich dann gemäß der Rechten-Hand-Regel.

Die Stablage kann über das 3D-Rendering kontrolliert werden. Alternativ lässt sich über das Stab-Kontextmenü oder den Zeigen-Navigator die Anzeige der Stab-Achsensysteme x,y,z bzw. x,u,v aktivieren.



Stab-Kontextmenü

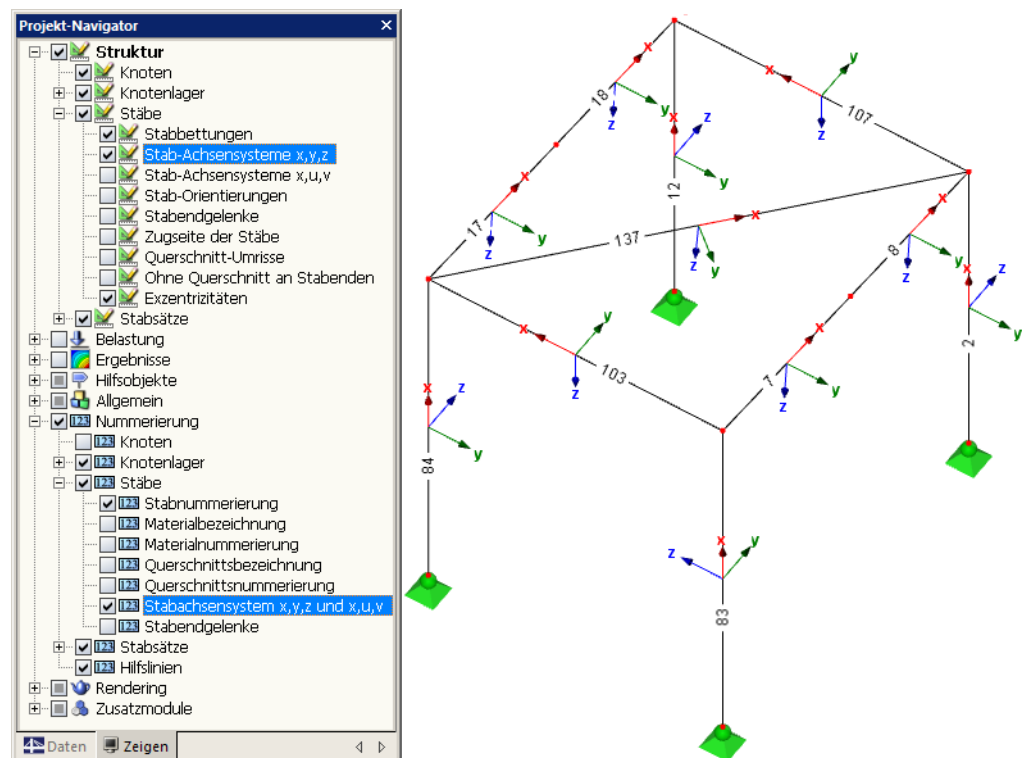


Bild 5.64: Aktivieren der lokalen Stabachsensysteme im Zeigen-Navigator

In der Spalte **N** der Tabelle kann man ablesen, zu welcher globalen Achse der Stab parallel ist oder in welcher Ebene er sich befindet, die von den globalen Achsen aufgespannt wird. Falls kein Eintrag vorhanden ist, befindet sich der Stab in einer beliebigen Lage im Raum.

Wenn ein Stab parallel zur globalen Z-Achse und damit vertikal ausgerichtet ist, weist dessen lokale Achse z natürlich keine Z-Komponente auf. In diesem Fall gilt folgende Regelung: Die lokale Achse y wird parallel zur globalen Y-Achse ausgerichtet. Die Achse z ergibt sich dann gemäß der Rechte-Hand-Regel.

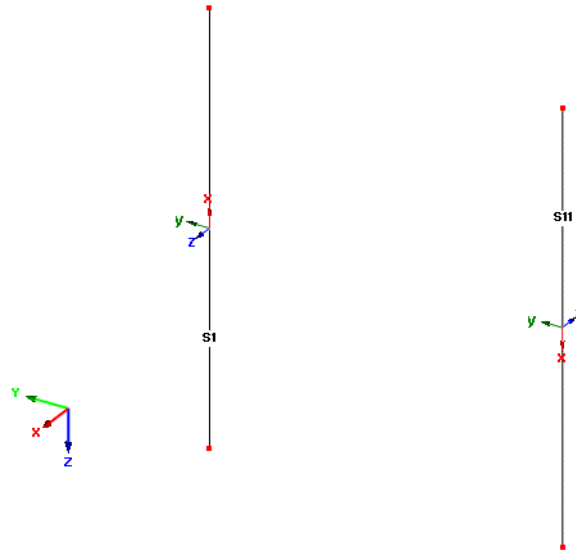


Bild 5.65: Vertikale Stablage bei Stäben mit unterschiedlichen Stabrichtungen ($\beta = 0^\circ$)

Befindet sich ein Stab innerhalb eines Stützen-Stabzuges nicht in exakt vertikaler Lage (beispielsweise wegen minimaler Abweichungen der X- oder Y-Knotenkoordinaten), können die Achsen dieses Stabes ihre Ausrichtung ändern. RSTAB stuft die Lage des leicht geneigten Stabes als „allgemein“ ein. Über das Menü **Extras** → **Struktur regenerieren** ist es möglich, solche Stäbe dennoch als *vertikal* zu klassifizieren (siehe Kapitel 8.1.3, Seite 176).

Es gibt zwei Möglichkeiten, einen Stab zu drehen:

Stabdrehung über Winkel β

Man kann einen festen *Winkel* β definieren, um einen Stab zu drehen. Ein positiver Drehwinkel β dreht die Achsen y und z rechtsschraubig um die Stablängsachse x .



Beachten Sie bitte, dass der Stabdrehwinkel β und der Querschnittsdrehwinkel α' addiert werden.

Stabdrehung über Hilfsknoten

Es ist auch möglich, das Stabachsensystem auf einen festen Knoten auszurichten. Hierzu wird zunächst festgelegt, welche Achse (y oder z) durch den Hilfsknoten festgelegt werden soll. Der Hilfsknoten bestimmt folglich die Ebene xy oder xz des Stabes. Anschließend wird der infrage kommende Hilfsknoten eingegeben, grafisch ausgewählt oder neu definiert. Er darf nicht auf der Geraden liegen, die durch die x -Achse des Stabes festgelegt ist.

Das folgende Beispiel zeigt Stützen, die auf den Mittelpunkt ausgerichtet sind.

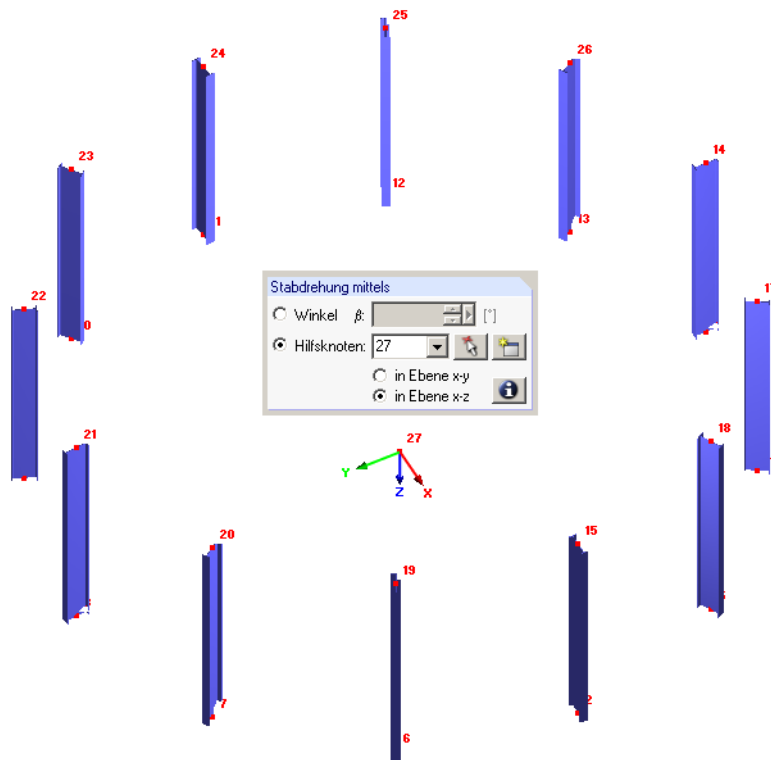


Bild 5.66: Stabdrehung über Hilfsknoten

Die Festlegung des lokalen Stabachsensystems beeinflusst auch die Vorzeichen der Schnittgrößen.

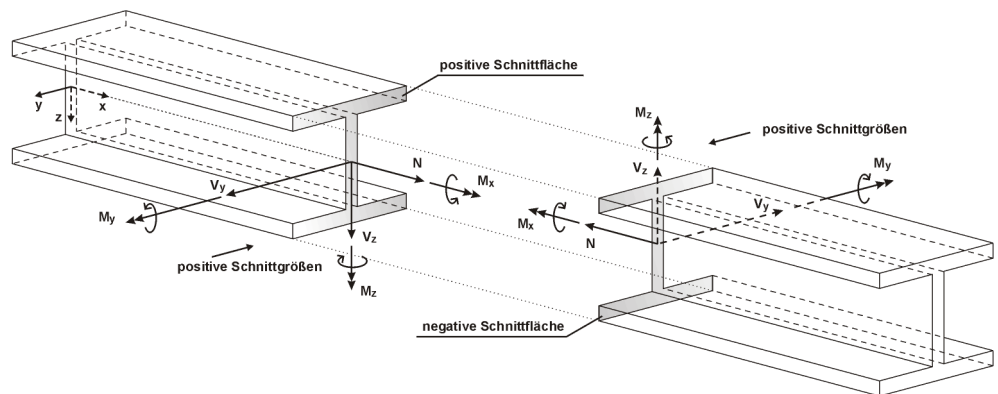


Bild 5.67: Positive Definition der Schnittgrößen



Das Biegemoment M_y ist positiv, wenn an der positiven Stabseite (in Richtung der Achse z) Zugspannungen entstehen. M_z ist positiv, wenn an der positiven Stabseite (in Richtung der Achse y) Druckspannungen die Folge sind. Die Vorzeichendefinition für Torsionsmomente, Normal- und Querkräfte entspricht den üblichen Konventionen: Diese Schnittgrößen sind positiv, wenn sie am positiven Schnitтуfer in positiver Richtung wirken.



In 2D-Strukturen sind nur die Stabdrehwinkel 0° und 180° möglich. Dennoch können Sie in ebenen Systemen Stäbe verwenden, die um 90° gedreht sind: Fügen Sie einfach an die Querschnittsbezeichnung ein „y“ an (z. B. HE-A 240y oder Rechteck 30/50y). Damit werden die Trägheitsmomente der Achsen y und z vertauscht. Die Lage der Achsen y und z bleibt aber unverändert!



Querschnitt am Stabanfang und Stabende

In diesen beiden Eingabefeldern oder Spalten werden die Querschnitte für den Stabanfang und das Stabende festgelegt. Die Querschnittsnummern beziehen sich auf die Einträge in Tabelle 1.3 *Querschnitte* (siehe Kapitel 5.3, Seite 86).

Wenn man unterschiedliche Nummern als Anfangs- und Endquerschnitt einträgt, so wird eine Voute gebildet. RSTAB interpoliert die veränderlichen Steifigkeiten entlang des Stabes nach höhergradigen Polynomen. Dabei wird grundsätzlich jede (auch unsinnige) Eingabe akzeptiert, wie beispielsweise die „Voute“ aus einem IPE-Profil und einem Rundstahl. Die Plausibilitätskontrolle, die der Berechnung vorgeschaltet ist, deckt jedoch derartige Eingabemängel auf.

Die interne Ermittlung der Vouten-Querschnittswerte wird über den *Voutenansatz* im Register **Optionen** bzw. der entsprechenden Spalte näher geregelt (siehe unten).

Gelenk am Stabanfang und Stabende

In den beiden Eingabefeldern oder Spalten können Gelenke definiert werden, die die Übertragung von Schnittgrößen an den Knoten steuern. Die Gelenknummern beziehen sich auf die Einträge in Tabelle 1.4 *Stabendgelenke* (siehe Kapitel 5.4, Seite 94).

Für bestimmte Stabtypen sind keine Einträge möglich, da bereits interne Gelenke vorliegen.

Exzentrizität

In dieser Spalte bzw. diesem Eingabefeld des Registers **Einstellungen** kann dem Stab ein exzentrischer Anschluss zugewiesen werden. Die Nummern der Exzentrizitäten beziehen sich auf die Tabelle 1.5 *Stabexzentrizitäten* (siehe Kapitel 5.5, Seite 103). Ein Anschluss-Typ erfasst die Exzentrizitäten von sowohl Stabanfang als auch Stabende.

Teilung

In dieser Spalte bzw. diesem Eingabefeld des Registers **Einstellungen** kann eine Stabteilung zugewiesen werden, die die numerische Ausgabe der Schnittgrößen und Verformungen entlang des Stabes steuert. Die Nummern der Teilungen sind auf die Einträge in Tabelle 1.6 *Stabteilungen* bezogen (siehe Kapitel 5.6, Seite 106).

Diese Stabteilung hat weder einen Einfluss auf die Ermittlung der Extremwerte noch auf den grafischen Ergebnisverlauf, denn hierfür benutzt RSTAB intern eine feinere Teilung. In den meisten Fällen ist deshalb die Voreinstellung ‚0‘ (keine Stabteilung) ausreichend.

Voutenansatz

Wenn unterschiedliche Querschnitte für Stabanfang und Stabende definiert wurden, kann in dieser Spalte bzw. diesem Eingabefeld des Registers **Einstellungen** zwischen *linearem* und *quadratischem* Voutenansatz gewählt werden. Damit kann die Voutengeometrie für die Ermittlung der interpolierten Querschnittswerte erfasst werden.

In den allermeisten Fällen wird ein linearer Verlauf der Voute vorliegen, d. h. der Stab verjüngt oder erweitert sich gleichmäßig vom Anfangsquerschnitt zum Endquerschnitt. Lässt sich jedoch die Querschnittsänderung im Stab durch eine quadratische Funktion beschreiben, so ist der quadratische Ansatz zur Interpolation der Querschnittswerte zu empfehlen.

Länge

Diese Tabellenspalte gibt die absolute Länge des Stabes als Distanz zwischen dem Anfangs- und dem Endknoten an.

Grafisch wird die Stablänge ebenfalls angezeigt, wenn man mit dem Mauszeiger einen Moment über dem Stab verweilt (QuickInfo).

Lage

Die Tabellenspalte **N** vermittelt Informationen zur Lage des Stabes im Raum. Man kann ablesen, zu welcher globalen Achse der Stab parallel ist oder in welcher Ebene, die von den globalen Achsen aufgespannt wird, der Stab liegt. Falls kein Eintrag vorhanden ist, befindet sich der Stab in einer beliebigen Lage im Raum.



Die Stablage wirkt sich auch auf die Orientierung der Stabachsen y und z aus. So können beispielsweise die Stabachsen in einem Stützen-Stabzug „umspringen“, falls sich ein vermeintlich vertikaler Stab wegen geringfügiger Abweichung der X - oder Y -Koordinaten in beliebiger Lage befindet. Über Menü **Extras** → **Struktur regenerieren** ist es möglich, solche Stäbe dennoch als vertikal zu klassifizieren (siehe Kapitel 8.1.3, Seite 176).

Stabbettung

In diesem Eingabefeld des Registers **Einstellungen** kann dem Stab eine Bettung zugewiesen werden. Die Nummern der Bettungen werden in Tabelle 1.9 *Stabbettungen* verwaltet (siehe Kapitel 5.9, Seite 123).

Stabnichtlinearität

Über dieses Eingabefeld im Register **Einstellungen** kann dem Stab eine nichtlineare Eigenschaft zugewiesen werden. Die Nummern der Nichtlinearitäten werden in der Tabelle 1.10 *Stabnichtlinearitäten* (siehe Kapitel 5.10, Seite 125) verwaltet.

5.8 Knotenlager

Allgemeine Beschreibung

Jedes Tragwerk leitet seine Lasten über die Auflager in die Fundamente ab. Ohne jegliche Lagerung wären alle Knoten frei und in ihren Verschiebungen und Verdrehungen unbehindert. Soll ein Knoten als Lager wirken, muss mindestens einer der Freiheitsgrade gesperrt, durch eine Feder eingeschränkt oder mit einer Zwangsverformung versehen werden. Zudem muss an diesem Knoten mindestens ein Stab anschließen. Dabei sollten auch die Randbedingungen der Stäbe beachtet werden, um Doppelgelenke an den gelagerten Knoten anzuschließen.

Knotenlager können nichtlineare Eigenschaften aufweisen, d. h. bei Zug oder Druck ausfallen sowie durch Arbeits- oder Steifigkeitsdiagramme charakterisiert werden.

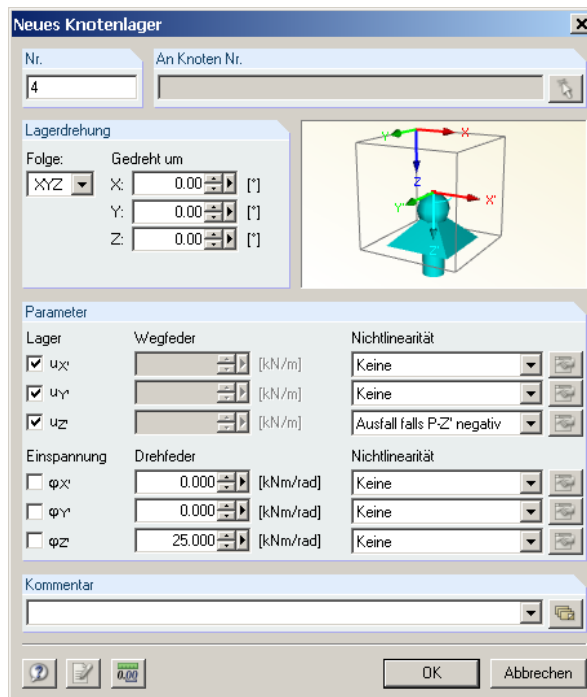
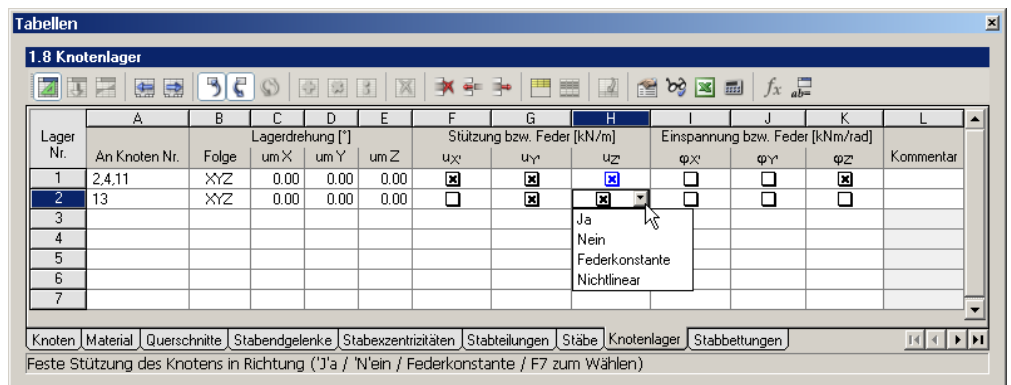


Bild 5.68: Dialog Neues Knotenlager



Lager Nr.	An Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°]	Stützung bzw. Feder [kN/m]	Einspannung bzw. Feder [kNm/rad]	Kommentar
			um X	um Y	um Z	
1	2,4,11	XYZ	0.00	0.00	0.00	
2	13	XYZ	0.00	0.00	0.00	
3						
4						
5						
6						
7						

Bild 5.69: Tabelle 1.8 Knotenlager



Über Menü **Einfügen** → **Strukturdaten** → **Knotenlager** → **Grafisch** oder die entsprechende Schaltfläche wird folgender Dialog aufgerufen:

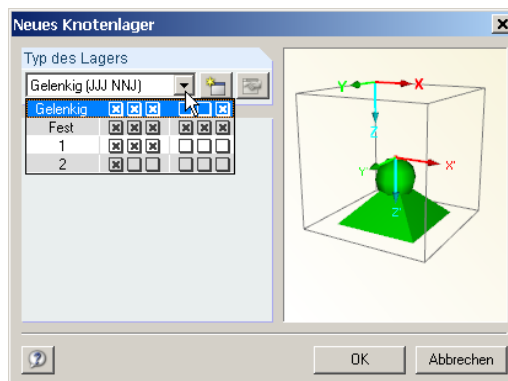


Bild 5.70: Dialog Neues Knotenlager

Die Lagertypen *Gelenkig (JJJ NNJ)* und *Fest (JJJ JJJ)* sind bereits vordefiniert und stehen in der Liste zur Auswahl. Der gewählte Lagertyp wird nach [OK] grafisch zugewiesen.



Mit der Schaltfläche [Neue Lagerungsart] können Sie einen weiteren Lagertyp erstellen.



An Knoten Nr.

Punktueller Lager können nur an Knoten gesetzt werden. Die Knotennummer wird in diese Spalte bzw. dieses Eingabefeld eingetragen oder grafisch ausgewählt.

Lagerdrehung

Jedes Knotenlager besitzt ein lokales Koordinatensystem, das standardmäßig parallel zu den globalen Achsen X, Y und Z ausgerichtet ist. Über das Kontextmenü eines Knotenlagers kann die Anzeige der Lager-Koordinatensysteme aktiviert werden.

Es ist auch möglich, das lokale Achsensystem des Lagers zu drehen. Wählen Sie zunächst die *Folge*, die die Reihenfolge der lokalen Lagerachsen X', Y' und Z' regelt, und geben dann in den Eingabefeldern unter *Gedreht um* den Drehwinkel um die globalen Achsen X, Y und Z an. Über die Dialog-Schaltflächen [►] lässt sich die Lagerdrehung auch grafisch bestimmen.

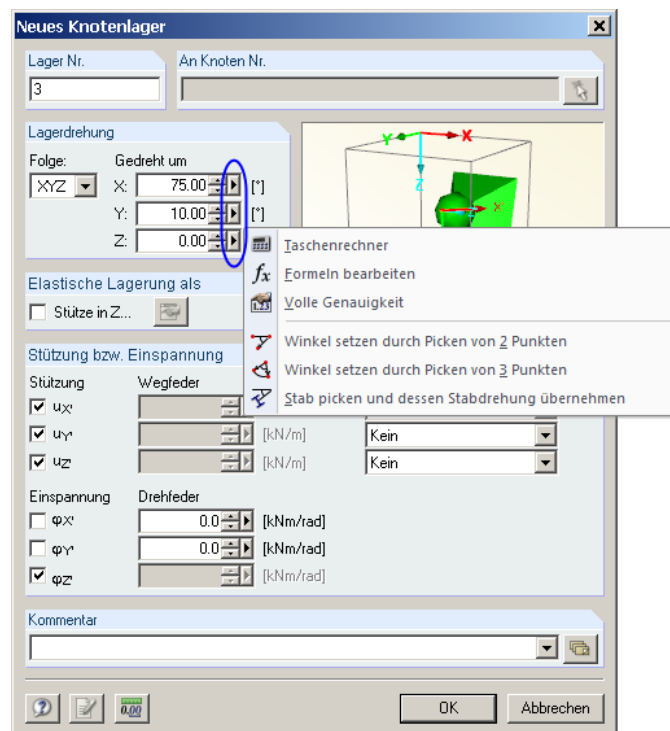
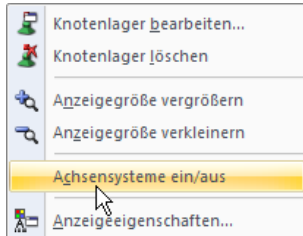


Bild 5.71: Dialog *Neues Knotenlager* mit Optionen zur Lagerdrehung

Die Drehung des Lagers wird in der Dialoggrafik dynamisch angezeigt.



Nach der Berechnung können die Lagerreaktionen eines gedrehten Knotenlagers sowohl auf das globale als auch auf das lokale Achsensystem bezogen ausgewertet werden.

Stützung bzw. Wegfeder

Eine Stützung wird definiert, indem man im Dialog oder in der Tabelle die jeweilige Option anhängt. Das Häkchen bzw. Kreuz zeigt somit an, dass der Freiheitsgrad gesperrt und die Verschiebung des Knotens in die entsprechende Richtung nicht möglich ist.

Soll keine Stützung vorliegen, entfernt man das Häkchen im entsprechenden Kontrollfeld. Im Dialog *Knotenlager* wird die Konstante der Wegfeder mit Null angegeben. Die Federkonstante lässt sich jederzeit modifizieren, um eine elastische Lagerung des Knotens abzubilden. In der Tabelle wird die Konstante direkt in die Spalte eingetragen. Die Federsteifigkeiten sind als Design-Werte zu verstehen.

Die Möglichkeit von Nichtlinearitäten ist weiter unten beschrieben.

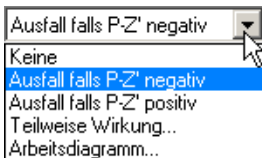
Einspannung bzw. Drehfeder

Einspannungen werden analog zu Stützungen definiert. Auch hier bedeutet das Häkchen bzw. Kreuz, dass der entsprechende Freiheitsgrad gesperrt und die Verdrehung des Knotens um die jeweilige Achse nicht möglich ist. In gleicher Weise lassen sich Konstanten für Drehfedern angeben, sobald das Häkchen im Kontrollfeld deaktiviert ist. In der Tabelle wird die Federkonstante direkt in die entsprechende Spalte eingetragen.

Nichtlinearitäten

Knotenlagern lassen sich nichtlineare Eigenschaften zuweisen, sodass die Übertragung von Schnittgrößen detailliert geregelt werden kann. Die Liste der Nichtlinearitäten beinhaltet folgende Möglichkeiten:

- Ausfall falls Lagerkraft oder -moment positiv
- Ausfall falls Lagerkraft oder -moment negativ
- Teilweise Wirkung
- Arbeitsdiagramm
- Steifigkeitsdiagramm



Im Dialog und in der Tabelle sind die nichtlinearen Eigenschaften über die Liste zugänglich (vgl. Bild 5.68 und Bild 5.69). Damit lassen sich die Parameter für jede Komponente der Stützung separat festlegen.

Knotenlager mit Ausfallkriterien werden in der Grafik andersfarbig dargestellt. Auch in der Tabelle ist eine Lagerkomponente mit nichtlinearen Eigenschaften an einem blauen Kreuz erkennbar.

Ausfall falls Lagerkraft/-moment positiv bzw. negativ

Mit diesen beiden Optionen kann auf einfache Weise für jede Lagerreaktion festgelegt werden, ob ausschließlich positive bzw. negative Kräfte oder Momente am gelagerten Knoten übertragen werden.

Positiv bzw. *negativ* ist auf die Kräfte oder Momente bezogen, die in Bezug auf die jeweiligen Achsen in das Knotenlager eingeleitet werden (d. h. nicht die Reaktionskräfte vonseiten des Auflagers). Die Vorzeichen ergeben sich somit aus der Richtung der globalen Achsen. Ist die globale Z-Achse nach unten gerichtet, so hat der Lastfall ‚Eigengewicht‘ beispielsweise eine positive Lagerkraft P_z zur Folge.

Die übrigen Einträge der Liste *Nichtlinearitäten* eröffnen sehr detaillierte Modellierungsmöglichkeiten für Lagerungseigenschaften. Die folgenden Dialoge werden über die rechts neben der Liste befindlichen Schaltflächen [Eigenschaften] im Dialog bzw. [▼] in der Tabelle aufgerufen.



Teilweise Wirkung

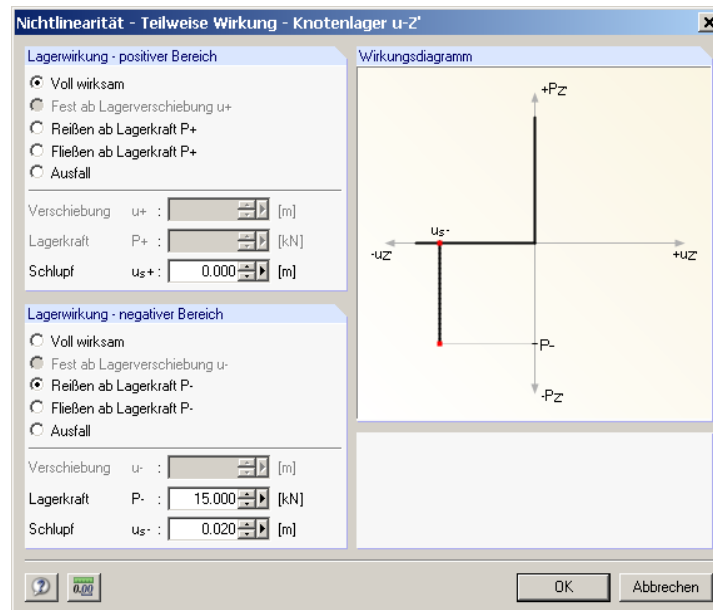


Bild 5.72: Dialog *Nichtlinearität - Teilweise Wirkung*

Die Wirkung des Lagers lässt sich separat für den *positiven* und den *negativen Bereich* definieren. Die Vorzeichenregelung ist im vorherigen Abschnitt erläutert. Neben der vollen Wirksamkeit oder dem vollständigen Ausfall kann die feste bzw. eingespannte Lagerung erst ab einer bestimmten Verschiebung oder Verdrehung wirksam werden. In diesen Fällen muss eine Weg- oder Drehfeder definiert sein. Zudem sind *Reißen* (Lagerausfall bei Überschreitung einer bestimmten Kraft bzw. Moment) und *Fließen* (Wirksamkeit nur bis zu einer bestimmten Kraft bzw. Moment) in Kombination mit einem *Schlupf* möglich.

In den Eingabefeldern unterhalb können die diversen Restriktionen und Parameter festgelegt werden. Zur Kontrolle der angegebenen Lagereigenschaften empfiehlt sich die dynamische Grafik im Abschnitt *Wirkungsdiagramm*.

Arbeitsdiagramm

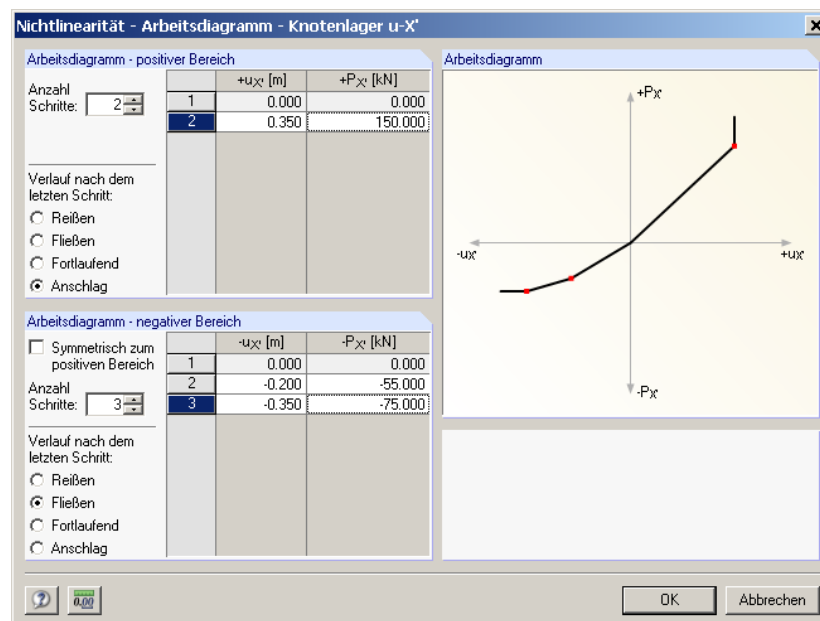


Bild 5.73: Dialog *Nichtlinearität - Arbeitsdiagramm*

Die Wirkung des Lagers lässt sich separat für den *positiven* und den *negativen Bereich* definieren. Legen Sie zunächst die *Anzahl der Schritte* (d. h. Definitionspunkte) für das Arbeitsdiagramm fest und tragen dann rechts in der Liste die Abszissenwerte der Verschiebungen bzw. Verdrehungen mit den zugeordneten Lagerkräften oder -momenten ein.

Für den *Verlauf nach dem letzten Schritt* bestehen mehrere Möglichkeiten: *Reißen* für den Lagerausfall bei Überschreitung, *Fließen* für die Begrenzung auf die Übertragung einer maximal zulässigen Lagerkraft bzw. -moment, *Fortlaufend* wie im letzten Schritt oder *Anschlag* für die Begrenzung auf eine maximal zulässige Verschiebung oder Verdrehung mit nachfolgend fester bzw. eingespannter Lagerwirkung.

Zur Kontrolle der angegebenen Lagereigenschaften empfiehlt sich die dynamische Grafik im Abschnitt *Arbeitsdiagramm*.

Steifigkeitsdiagramm

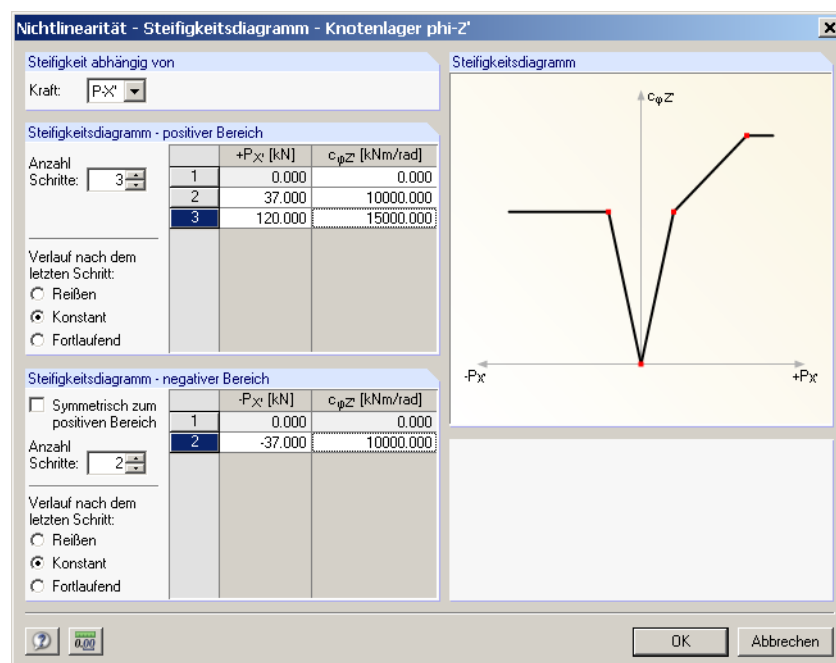


Bild 5.74: Dialog Nichtlinearität - Steifigkeitsdiagramm

Es können Steifigkeitsdiagramme für die Knotenverdrehungen in Abhängigkeit von Lagerkräften definiert werden. Die Wirkung des Lagers lässt sich separat für den *positiven* und den *negativen Bereich* beschreiben.

Legen Sie zunächst im Abschnitt *Steifigkeit abhängig von* fest, auf welche Lagerkraft sich die Parameter der Verdrehungen beziehen. Geben Sie anschließend die *Anzahl der Schritte* (d. h. Definitionspunkte) an und tragen rechts in der Liste die Kräfte mit den zugeordneten Drehsteifigkeiten ein.

Für den *Verlauf nach dem letzten Schritt* bestehen mehrere Möglichkeiten: *Reißen* für den Lagerausfall bei Überschreitung, *Konstant* für die Begrenzung auf eine maximal zulässige Drehsteifigkeit oder *Fortlaufend* wie im letzten Schritt.

Zur Kontrolle der angegebenen Lagereigenschaften empfiehlt sich die dynamische Grafik im Abschnitt *Steifigkeitsdiagramm*.

Beispiel: Rahmen mit schiebem Knotenlager und Schlupf

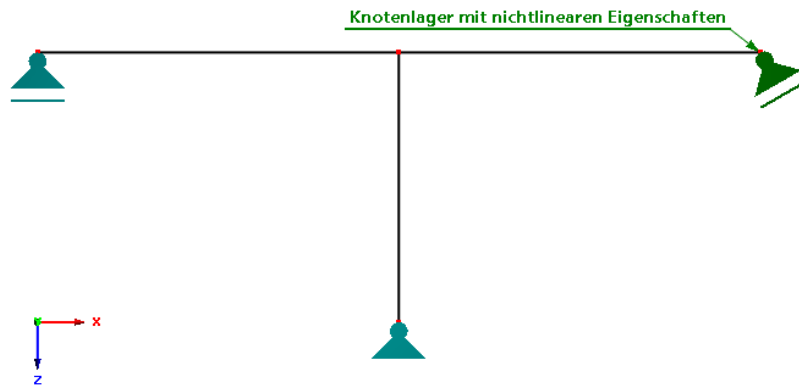
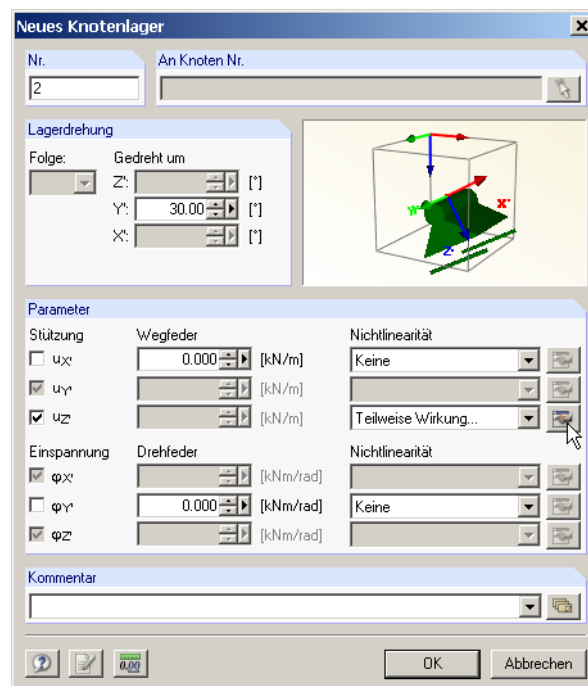


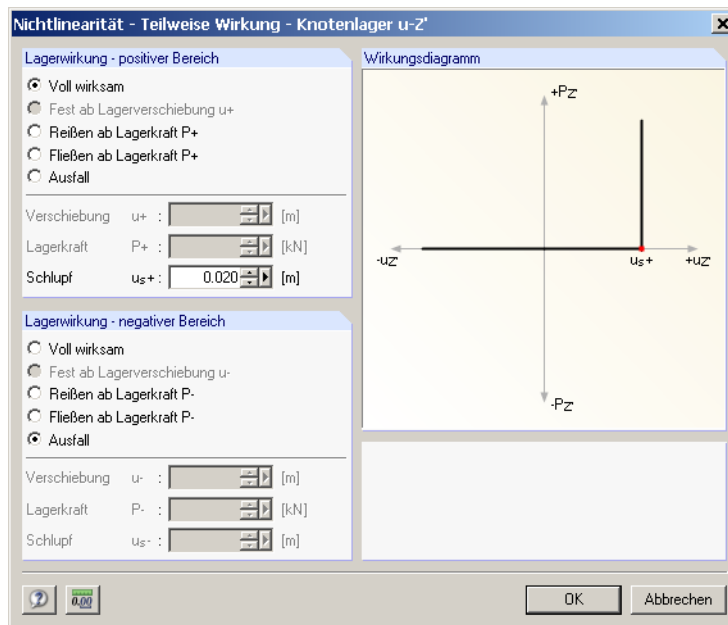
Bild 5.75: 2D-System: Knotenlager mit Schlupf

Das Lager rechts ist um 30° gedreht, die Stützung soll erst ab einer Lagerverschiebung von 20 mm wirksam werden. Das Lager kann zudem keine abhebenden Kräfte aufnehmen.

Im Dialog *Knotenlager* wird eine Lagerdrehung um Y' mit 30° definiert, die Stützung erfolgt nur in $u_{z'}$. Aus der Liste der nichtlinearen Eigenschaften wird 'Teilweise Wirkung' gewählt.

Bild 5.76: Dialog *Neues Knotenlager*

Über die Schaltfläche [Nichtlinearität bearbeiten] wird der Dialog *Nichtlinearität - Teilweise Wirkung* aufgerufen. Das Lager ist im positiven Bereich **voll wirksam** (d. h. Kräfte in Richtung positiver Z' -Achse können aufgenommen werden), allerdings erst ab einer bestimmten Knotenverschiebung, dem **Schlupf** u_{s+} von 20 mm. Da keine abhebenden Kräfte aufgenommen werden, wird für den negativen Bereich ein **Ausfall** der Lagerwirkung definiert.

Bild 5.77: Dialog *Nichtlinearität - Teilweise Wirkung*

5.9 Stabbettungen

Allgemeine Beschreibung

Ein Stab kann mit einer elastischen Bettung versehen werden. Damit wird der Einfluss des Baugrundes in die Modellierung einbezogen. Auch nichtlineare Effekte können erfasst werden, falls die Bettung bei Zug- oder Druckkräften unwirksam wird.

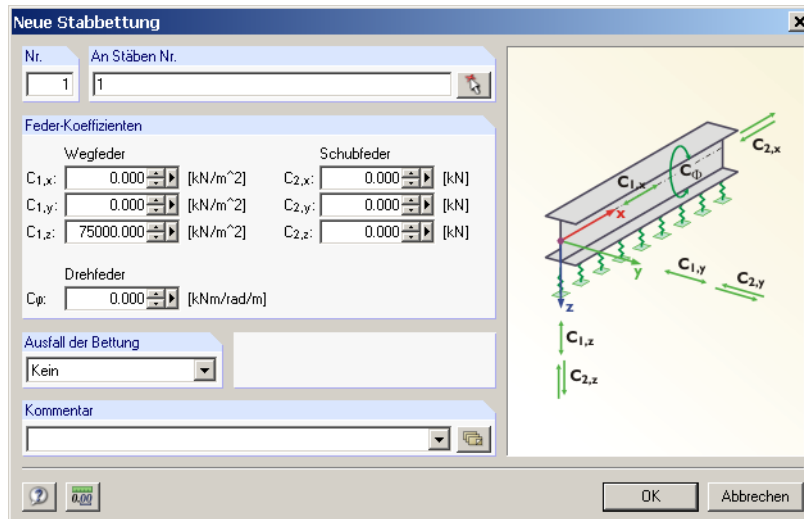
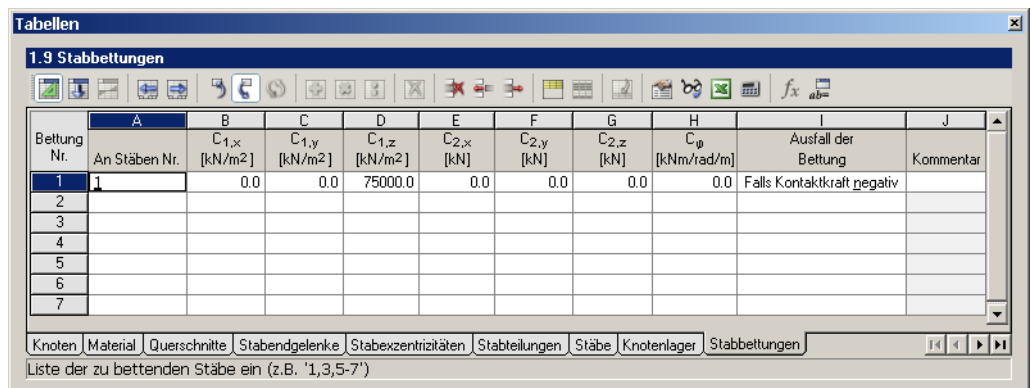


Bild 5.78: Dialog *Neue Stabbettung*



Bettung Nr.	A An Stäben Nr.	B C _{1,x} [kN/m ²]	C C _{1,y} [kN/m ²]	D C _{1,z} [kN/m ²]	E C _{2,x} [kN]	F C _{2,y} [kN]	G C _{2,z} [kN]	H C _φ [kNm/rad/m]	I Ausfall der Bettung	J Kommentar
1	1	0.0	0.0	75000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Falls Kontaktkraft negativ	
2										
3										
4										
5										
6										
7										

Knoten | Material | Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentritäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen

Liste der zu bettenden Stäbe ein (z.B. '1,3,5-7')

Bild 5.79: Tabelle 1.9 *Stabbettungen*

An Stäben Nr.

Bettungen können nur für den Stabtyp *Balkenstab* definiert werden. Die Nummer des Stabes wird in diese Spalte bzw. dieses Eingabefeld eingetragen oder grafisch ausgewählt.

Federkoeffizienten

Wegfeder

Die Kennwerte der Wegfedern werden für die Bettungen in Richtung der lokalen Stabachsen x, y und z getrennt festgelegt.

Als Anhaltswerte dienen folgende Steifemoduli E_s für verschiedene Bodenarten:

Bodenart	E_s (statische Belastung)	E_s (dynamische Belastung)
Sand, dicht	40 – 100	200 – 500
Kiessand, dicht	80 – 150	300 – 800
Ton/Lehm, halbfest bis fest	8 – 30	120 – 250
Ton/Lehm, steifplastisch	5 – 20	70 – 150
Mischböden, halbfest bis fest	20 – 100	200 – 600

Tabelle 5.2: Steifemoduli ausgewählter Bodenarten in $[N/mm^2]$

Hier handelt es sich um flächenbezogene Kennwerte. Bei Bettungsbalken, die beispielsweise zur Modellierung von Streifenfundamenten benutzt werden, ist der Federkoeffizient unter Berücksichtigung der Querschnittsbreite zu ermitteln. Das Ergebnis ist dann als Wegfeder $C_{1,z}$ einzutragen (bei Stäben in horizontaler Lage zeigt die lokale z-Achse in der Regel nach unten). Die Federsteifigkeiten sind als Design-Werte zu verstehen.

Die lokalen Stabachsen lassen sich über den *Zeigen*-Navigator (vgl. Bild 5.64, Seite 111) oder das Stab-Kontextmenü einblenden.

Schubfeder

Über Schubfedern kann die Schubtragfähigkeit des Baugrundes erfasst werden. Die Federkonstanten C_2 ermitteln sich aus dem Produkt $\nu * C_{1,z}$, wobei die Querdehnzahl ν für Sand- und Kiesböden zwischen 0,125 und 0,5 und für Tonböden zwischen 0,2 und 0,4 liegt.

Drehfeder

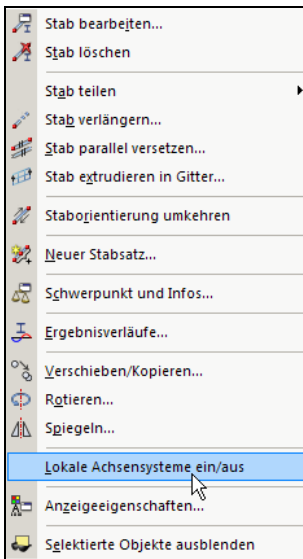
In diesem Eingabefeld bzw. dieser Spalte kann die Konstante einer Drehfeder angegeben werden, die die Rotation des Stabes um seine Längsachse behindert.

Ausfall der Bettung

Als nichtlineare Eigenschaft kann der Bettung ein Ausfallkriterium zugewiesen werden. Der Ausfall, falls die *Kontaktspannung* in *z negativ* bzw. *positiv* ist, bezieht sich auf die lokale Stabachse z. Die Nichtlinearitäten gelten nicht für die Wegfedern in Bezug auf die lokalen Achsen x oder y! Ein Ausfall bei negativer Kontaktspannung bedeutet somit: Die Bettung ist ohne Wirkung, wenn sich ein Stabelement entgegen der lokalen z-Achse bewegt.

Wenn Ausfallkriterien verwendet werden, sollte man wie im Bild 5.64 auf Seite 111 dargestellt die Lage und Ausrichtung der lokalen z-Achse kontrollieren. Es kann erforderlich sein, den Stab zu drehen. Man sollte auch bedenken, dass ein zweiachsig wirkender Ausfall von Bettungsstäben nicht möglich ist.

Die interne Stabteilung von elastisch gebetteten Stäben kann im Register *Optionen* des Dialogs *Berechnungsparameter* angepasst werden (siehe Kapitel 8.2, Seite 182).



Stab-Kontextmenü



5.10 Stabnichtlinearitäten

Allgemeine Beschreibung

Mit Stabnichtlinearitäten werden nichtlineare Beziehungen zwischen Kraft (oder Moment) und Dehnung in den Stäben abgebildet.

Schon bei der Definition des Stabtyps können eine Reihe von nichtlinearen Eigenschaften festgelegt werden. Ein Zugstab beispielsweise ist ein Fachwerkstab, bei dem die Dehnung linear mit der Zugkraft anwächst, aber dessen Dehnung auf Druck zunehmen kann, ohne dass dafür eine Kraft erforderlich ist.

Stabnichtlinearitäten können prinzipiell jedem beliebigen Stabtyp zugewiesen werden. Natürlich ist dabei auf eine sinnvolle Kombination zu achten. Da z. B. ein Druckstab mit dem Kriterium „Ausfall bei Druck“ bei der Berechnung unweigerlich Probleme bereiten würde, wird die Plausibilitätskontrolle in diesem Fall eine entsprechende Meldung ausgeben. Stabnichtlinearitäten sind deshalb für folgende Stabtypen ungeeignet: Zug-, Druck-, Knick- und Seilstäbe sowie Stäbe mit *Dummy Rigid* Querschnitten (vgl. Seite 87).

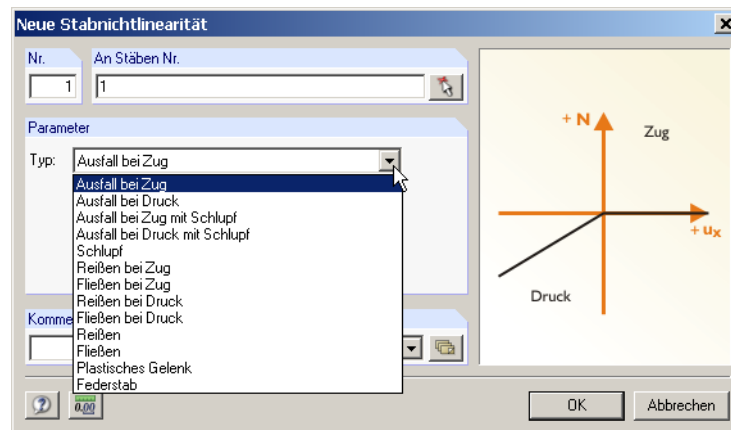
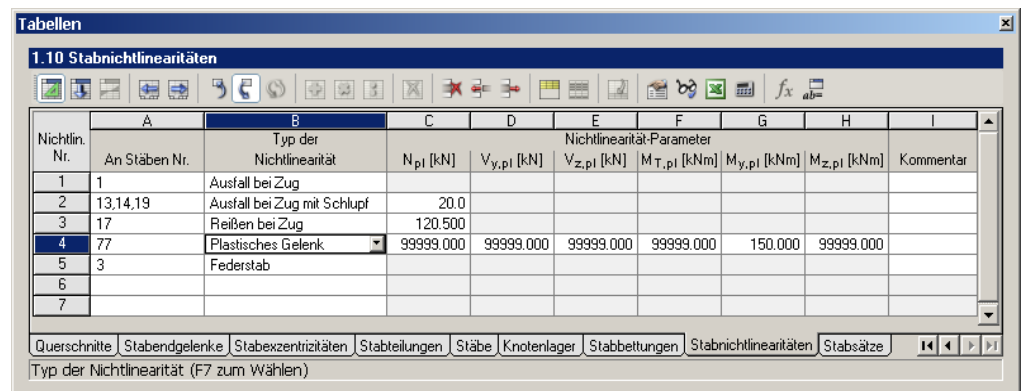


Bild 5.80: Dialog *Neue Stabnichtlinearität*

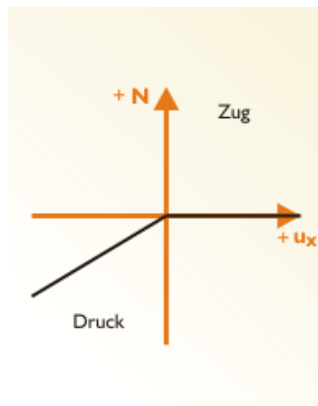
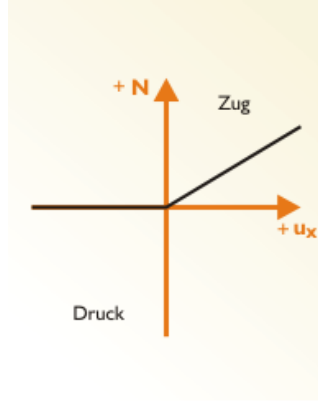
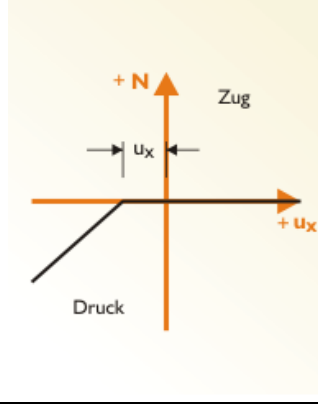
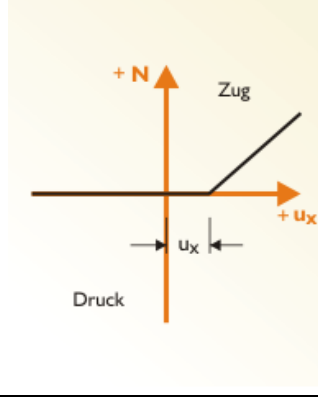


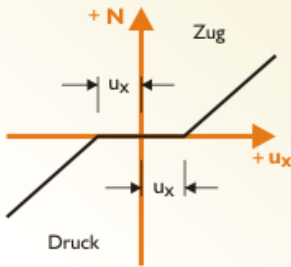
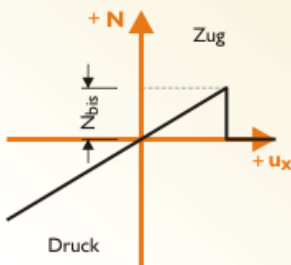
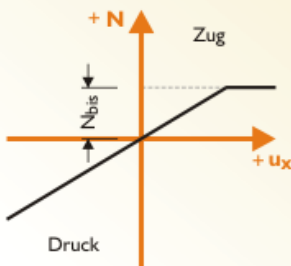
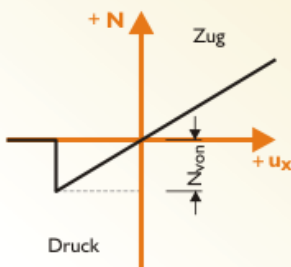
1.10 Stabnichtlinearitäten									
Nichtlin. Nr.	An Stäben Nr.	Typ der Nichtlinearität	Nichtlinearität-Parameter						
			N_{pl} [kN]	$V_{y,pl}$ [kN]	$V_{z,pl}$ [kN]	$M_{T,pl}$ [kNm]	$M_{y,pl}$ [kNm]	$M_{z,pl}$ [kNm]	Kommentar
1	1	Ausfall bei Zug							
2	13,14,19	Ausfall bei Zug mit Schlupf	20.0						
3	17	Reißen bei Zug	120.500						
4	77	Plastisches Gelenk	99999.000	99999.000	99999.000	99999.000	150.000	99999.000	
5	3	Federstab							
6									
7									

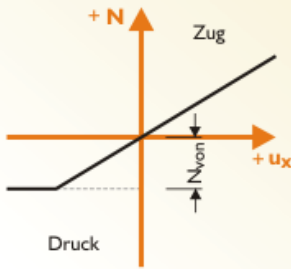
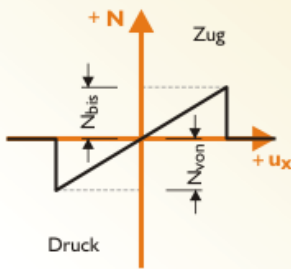
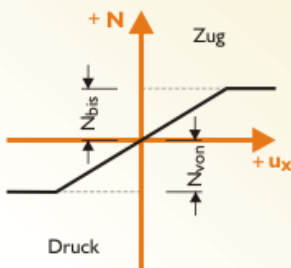
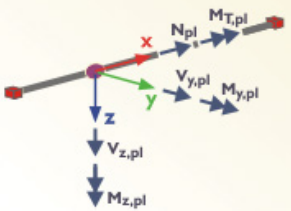
Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentrizitäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen | Stabnichtlinearitäten | Stabsätze

Typ der Nichtlinearität (F7 zum Wählen)

Bild 5.81: Tabelle 1.10 *Stabnichtlinearitäten*

Nichtlinearität	Diagramm	Beschreibung
Ausfall bei Zug		Der Stab kann keine Zugkraft aufnehmen.
Ausfall bei Druck		Der Stab kann keine Druckkraft aufnehmen.
Ausfall bei Zug mit Schlupf		<p>Der Stab kann keine Zugkraft aufnehmen.</p> <p>Eine Druckkraft wird erst dann aufgenommen, wenn der Schlupf u_x überwunden ist.</p>
Ausfall bei Druck mit Schlupf		<p>Der Stab kann keine Druckkraft aufnehmen.</p> <p>Eine Zugkraft wird erst dann aufgenommen, wenn der Schlupf u_x überwunden ist.</p>

Schlupf		Der Stab kann erst nach einer Dehnung oder Stauchung um den Betrag u_x eine Normalkraft aufnehmen.
Reißen bei Zug		Der Stab nimmt Druckkräfte unbeschränkt auf, fällt jedoch bei einer Zugkraft größer N_{bis} aus.
Fließen bei Zug		Der Stab nimmt Druckkräfte unbeschränkt auf, aber nur eine maximale Zugkraft N_{bis} . Vergrößert sich die Dehnung, bleibt die Zugkraft im Stab gleich.
Reißen bei Druck		Der Stab nimmt Zugkräfte unbeschränkt auf, fällt jedoch bei einer Druckkraft größer N_{von} aus.

Fließen bei Druck		<p>Der Stab nimmt Zugkräfte unbeschränkt auf, aber nur eine maximale Druckkraft N_{von}.</p> <p>Vergrößert sich die Dehnung, bleibt die Druckkraft im Stab gleich.</p>
Reißen		<p>Der Stab fällt beim Erreichen der Druckkraft N_{von} oder beim Erreichen der Zugkraft N_{bis} aus.</p>
Fließen		<p>Der Stab beginnt beim Erreichen der Druckkraft N_{von} oder der Zugkraft N_{bis} zu fließen: Vergrößert sich die Dehnung, kann die Kraft nicht gesteigert werden.</p>
Plastisches Gelenk		<p>Wenn an einer Stelle des Stabes eine der plastischen Schnittgrößen erreicht wird, so bildet sich an dieser Stelle ein plastisches Gelenk für diese Schnittgröße aus.</p> <p>Die Schnittgrößen sind als Beträge positiv einzugeben.</p> <p>Für die Anteile der Schnittgrößen, die zu keinen Plastifizierungen führen, trägt man sehr hohe Werte ein.</p>

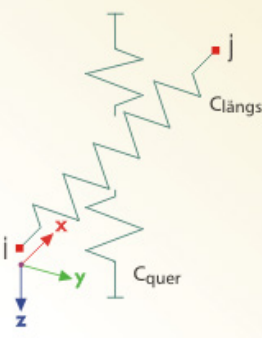
Federstab		Der Stab stellt ein elastisches Teilsystem in der Struktur dar, dessen Charakteristik in einem separaten Dialog definiert wird (siehe unten).
-----------	--	---

Tabelle 5.3: Stabnichtlinearitäten

Federstab

Wenn die Nichtlinearität „Federstab“ gewählt wird, kann ein zusätzlicher Dialog über die Schaltfläche [Eigenschaften] im Dialog bzw. [...] in der Tabelle aufgerufen werden.

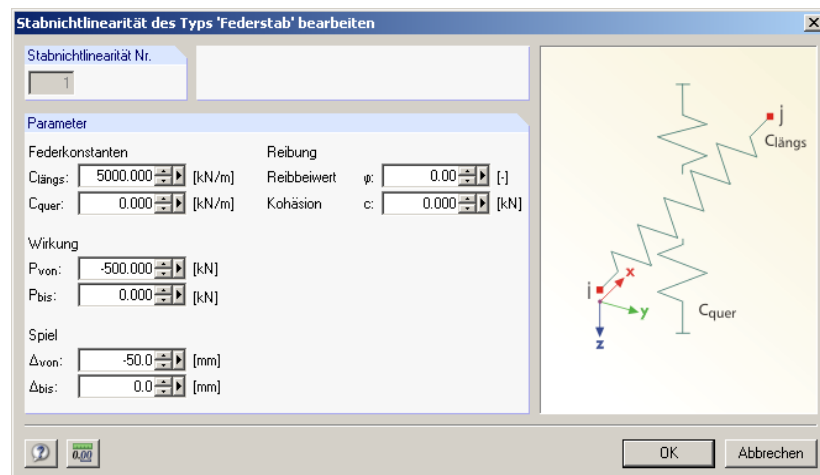


Bild 5.82: Dialog Stabnichtlinearität des Typs „Federstab“

Federkonstanten

Die Federkonstante $C_{\text{längs}}$ drückt die Steifigkeit des Stabes in seiner lokalen x-Richtung aus, die Konstante C_{quer} die Steifigkeit in Richtung seiner z-Achse. Die Federsteifigkeit eines Stabes lässt sich durch folgende Beziehung ausdrücken:

$$C = \frac{E \cdot A}{l}$$

Gleichung 5.9

Die Federsteifigkeit in Querrichtung bezieht sich auf die lokale Achse z des Stabes. Die Querrfeder wird nur wirksam, wenn der Reibbeiwert größer Null ist.

Reibung

Der *Reibbeiwert* φ und die *Kohäsion* c bestimmen die maximale Kraft P_{quer} , die die Querrfeder aufnehmen kann. Zwischen P_{quer} und der Längskraft $P_{\text{längs}}$ besteht folgender Zusammenhang:

$$P_{\text{quer}} = (\varphi \cdot P_{\text{längs}}) + c$$

Gleichung 5.10

Bei Überschreiten dieses Wertes P_{quer} fällt die Feder aus.

Wirkung

Die beiden Eingabefelder P_{von} und P_{bis} legen den Wirkungsbereich der Kräfte fest, die von der Feder aufgenommen werden können. In diesem Wirkungsbereich wird eine lineare Federkennlinie angenommen. Liegt die Federschnittkraft außerhalb der Schranken, fällt die Feder im nachfolgenden Berechnungsschritt aus.

Wirkung der Feder	Wirkung P_{von} [kN]	Wirkung P_{bis} [kN]
Die Feder nimmt nur Druckkräfte auf.	-9999	0
Die Feder nimmt nur Zugkräfte auf.	0	9999
Die Feder wirkt nur in einem begrenzten Kraftbereich von ± 10 kN auf Zug und Druck.	-10	10

Tabelle 5.4: Beispiele für kraftgebundene Wirkungsbereiche

Spiel

Der geometrische Wirkungsbereich der Feder wird durch das *Spiel* definiert. Das Eingabefeld Δ_{von} legt die untere, Δ_{bis} die obere Schranke fest, in der eine Verformung der Feder zulässig ist. Werden diese Schranken unter- bzw. überschritten, fällt die Feder aus.



Dieses *Spiel* bedeutet somit genau das Gegenteil von „Schlupf“ – obwohl im alltäglichen Sprachgebrauch beide Begriffe oft synonym verwendet werden.

Wirkung der Feder	Spiel Δ_{von} [mm]	Spiel Δ_{bis} [mm]
Die Feder soll bei jeder Verformung wirken.	0	0
Die Feder wirkt nur in einem begrenzten Stauchungsbereich (Druckbereich) von 0 mm bis 50 mm.	-50	0
Die Feder wirkt nur in einem begrenzten Dehnungsbereich (Zugbereich) von 0 mm bis 100 mm.	0	100

Tabelle 5.5: Beispiele für weggebundene Wirkungsbereiche (Spiel)

5.11 Stabsätze

Allgemeine Beschreibung



Stabsätze sind Zusammenfassungen von Stäben. An bestimmten Stellen im Tragwerk kann es wünschenswert sein, dass sich mehrere Stäbe wie ein einziger Stab behandeln lassen, wie beispielsweise beim Biegedrillknicknachweis, bei der Betonbemessung von Durchlaufträgern oder auch für die Aufbringung von Lasten.

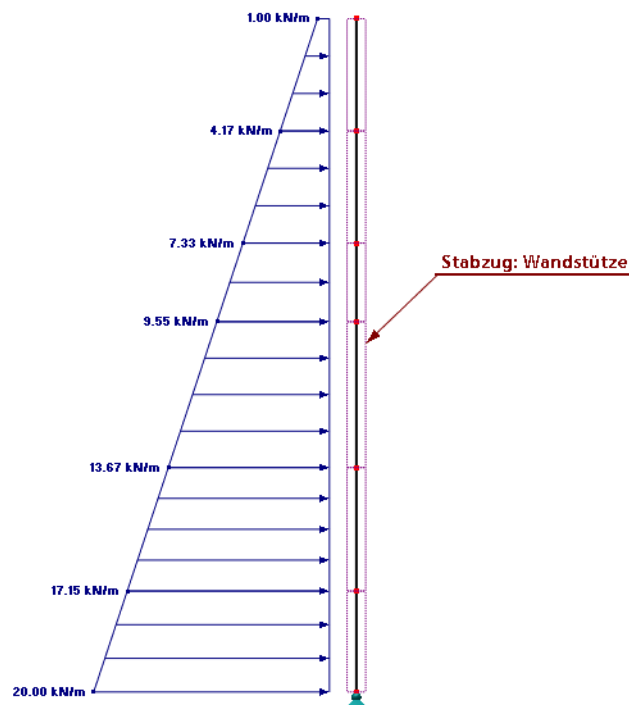


Bild 5.83: Stabzug mit Trapezlast

Im oben dargestellten Beispiel ist ein Stabsatz des Typs *Stabzug* mit einer durchgehenden Trapezlast versehen. Die Zwischenwerte werden automatisch ermittelt.

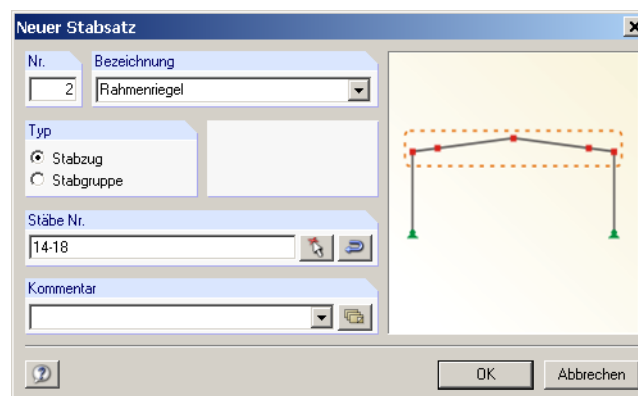


Bild 5.84: Dialog Neuer Stabsatz

Tabellen

1.11 Stabsätze

Stabsatz Nr.	A Stabsatz-Bezeichnung	B Typ	C Stab Nr.	D Stabsatzlänge [m]	E Kommentar
1	Deckenriegel	Stabzug	13-16	18.822	
2	Rahmenriegel	Stabzug	14-18	22.084	
3	Stütze A-A	Stabgruppe	23-25,135,136	28.593	
4					
5					
6					
7					

Stabendgelenke | Stabexzentritäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabbettungen | Stabnichtlinearitäten | Stabsätze

Bezeichnung (Name) des Stabsatzes

Bild 5.85: Tabelle 1.11 Stabsätze

Stabsatz-Bezeichnung

Hier kann ein beliebiger Name für den Stabsatz eingegeben oder aus der Liste ausgewählt werden. Manuell eingegebene Bezeichnungen werden in der Liste gespeichert und stehen ab sofort in der Auswahl zur Verfügung.

Typ

Es gibt zwei unterschiedliche Typen von Stabsätzen:

- **Stabzüge**
- **Stabgruppen**

Stabzüge sind mehrere zusammenhängende Stäbe, die nicht verzweigen. Man könnte sie mit einem Stift zeichnen, ohne den Stift absetzen zu müssen.



Bild 5.86: Stabzug

Stabgruppen sind mehrere zusammenhängende Stäbe, die verzweigen können.

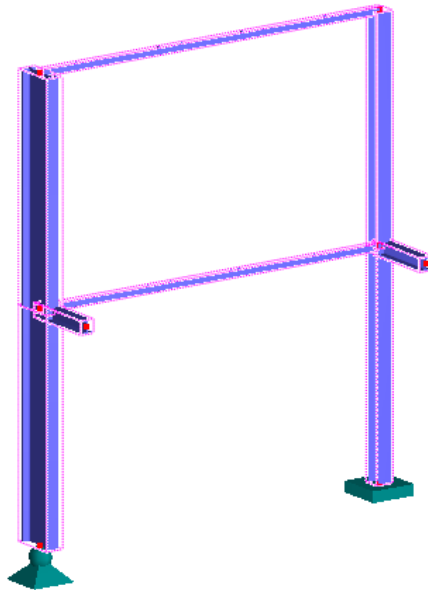


Bild 5.87: Stabgruppe

In einigen Nachlaufmodulen können auch Stabzüge zur Bemessung ausgewählt werden, jedoch keine Stabgruppen, da z. B. deren Knicklänge nicht eindeutig ist.

Stäbe Nr.

In dieses Eingabefeld bzw. diese Spalte werden die Nummern der Stäbe eingetragen, die zum Stabsatz gehören sollen. Mit der Schaltfläche [Pick] können sie auch in der Grafik ausgewählt werden. Die Schaltfläche [Reihenfolge umkehren] verändert die Anordnung der Stabnummern, wodurch die Stabzug-Orientierung umgekehrt wird.

Ein Stabsatz lässt sich am schnellsten wie folgt definieren: Zunächst werden alle Stäbe, die den Stabsatz bilden, grafisch selektiert. Dies kann durch Aufziehen eines Fensters über den relevanten Stäben oder per Mehrfachselektion mit gedrückter [Strg]-Taste erfolgen. Wird nun einer dieser Stäbe mit der rechten Maustaste angeklickt, erscheint das Stab-Kontextmenü mit der Option **Neuer Stabsatz**. Im folgenden Dialog *Neuer Stabsatz* sind die Nummern der selektierten Stäbe voreingestellt.

Stabsatzlänge

Die Gesamtlänge des Stabsatzes ermittelt sich aus der Summe der einzelnen Stablängen.



6. Lastfälle und Kombination

Die auf die Struktur wirkenden Belastungen werden in verschiedenen Lastfällen verwaltet. Diese Lastfälle können nachfolgend in Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen überlagert werden.

Es muss ein Lastfall angelegt werden, ehe man Belastungen (vgl. Kapitel 7) definieren kann.

6.1 Lastfälle

Allgemeine Beschreibung

Alle Belastungen aus einer Einwirkung werden in einem Lastfall (LF) abgelegt. Lastfälle können beispielsweise Eigengewicht, Schnee oder Nutzlast sein.

Die Lasten sollten im Lastfall als Gebrauchslasten, d. h. **ohne Faktoren** definiert werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte können bei der Überlagerung der Lastfälle in den Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen berücksichtigt werden.

Für jeden einzelnen Lastfall kann festgelegt werden, ob die Berechnung nach Theorie I., II. oder III. Ordnung erfolgen soll.

Anlegen eines neuen Lastfalls

Es gibt drei Möglichkeiten, den Dialog zum Anlegen eines neuen Lastfalls aufzurufen:

- Menü **Einfügen** → **Belastung** → **Neuer Lastfall**
- Schaltfläche [Neuer Lastfall] in der Symbolleiste

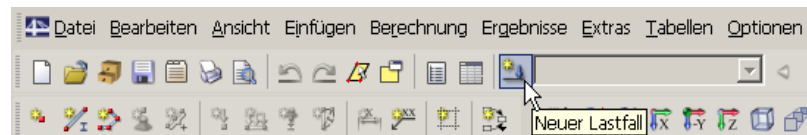


Bild 6.1: Schaltfläche *Neuer Lastfall* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Lastfälle*.

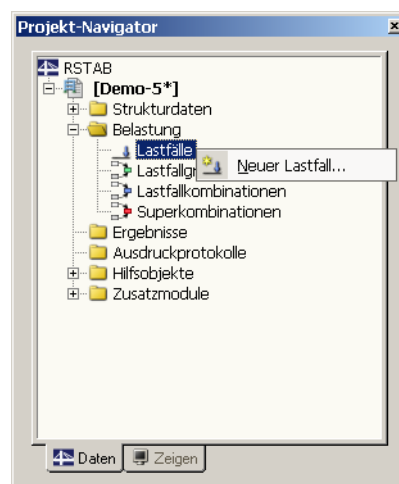


Bild 6.2: Kontextmenü *Lastfälle* im Daten-Navigator

Es erscheint der Dialog *Neuer Lastfall - Basisangaben*.



Bild 6.3: Dialog *Neuer Lastfall - Basisangaben*, Register *Basis*



Die Nummer des Lastfalls wird automatisch vergeben. Die im Eingabefeld *LF Nr.* vorgeschlagene Nummer kann durch eine andere Nummer ersetzt werden. Existiert diese bereits, wird eine Warnung ausgegeben und der Dialog kann nicht verlassen werden. Die Schaltfläche [Liste der existierenden Lastfälle] links unten im Dialog öffnet einen neuen Dialog mit einer Übersicht über die bereits angelegten Lastfälle.

Obwohl das nachträgliche Umnummerieren von Lastfällen möglich ist (vgl. Kapitel 11.2.16, Seite 286), sollte man beim Anlegen der Lastfälle planvoll vorgehen. Es sind auch Lücken in der Nummerierung möglich, die das Ergänzen von Lastfällen im Nachhinein erlauben.

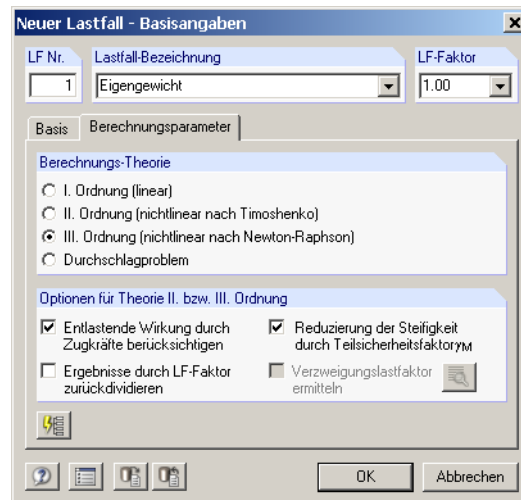
Als *Lastfall-Bezeichnung* kann ein beliebiger Name für den Lastfall vergeben werden. Diese Bezeichnung kann manuell eingegeben oder aus der Liste ausgewählt werden.

Das Eingabefeld *LF-Faktor* legt den Faktor fest, mit dem alle im Lastfall enthaltenen Lasten multipliziert werden. Dieser Faktor kann ebenfalls manuell eingegeben oder aus der Liste ausgewählt werden. Es ist zu empfehlen, den Faktor hier auf 1,00 zu belassen und die Teilsicherheitsbeiwerte später bei der Überlagerung in den Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen anzusetzen. Der Lastfallfaktor wird auch bei den Lastvektoren und -werten in der Grafik realisiert. Grundsätzlich sind auch negative Faktoren zulässig.

Register *Basis*

Im Abschnitt *Lastfalltyp* ist festzulegen, um welche Art von Einwirkung es sich handelt. Nach dieser Typisierung richtet sich die automatische Vergabe von Teilsicherheitsfaktoren bei der Bildung von Lastfallgruppen und -kombinationen.

Soll das Eigengewicht der Konstruktion als Last berücksichtigt werden, so ist im Abschnitt *Eigengewicht* das Kontrollfeld zu aktivieren. Dann kann die Wirkrichtung in einem der drei Eingabefelder über den Eigengewichtsfaktor festgelegt werden. Die Voreinstellung ist 1,00 in Richtung Z (bzw. -1,00, falls die globale Z-Achse nach oben zeigt).

Register *Berechnungsparameter*


The dialog box 'Neuer Lastfall - Basisangaben' has a tab 'Berechnungsparameter'. It contains the following fields and options:

- LF Nr.: 1
- Lastfall-Bezeichnung: Eigengewicht
- LF-Faktor: 1.00
- Berechnungs-Theorie:**
 - ☐ I. Ordnung (linear)
 - ☐ II. Ordnung (nichtlinear nach Timoshenko)
 - ☒ III. Ordnung (nichtlinear nach Newton-Raphson)
 - ☐ Durchschlagproblem
- Optionen für Theorie II. bzw. III. Ordnung:**
 - ☒ Entlastende Wirkung durch Zugkräfte berücksichtigen
 - ☒ Reduzierung der Steifigkeit durch Teilsicherheitsfaktor γ_M
 - ☐ Ergebnisse durch LF-Faktor zurückdividieren
 - ☐ Verzweigungslastfaktor ermitteln

Bild 6.4: Dialog *Neuer Lastfall - Basisangaben*, Register *Berechnungsparameter*

Im Abschnitt *Berechnungstheorie* kann ausgewählt werden, ob der Lastfall nach Theorie I., II. oder III. Ordnung berechnet werden soll. Mit der Option *Durchschlagproblem* wird die Stabilitätsanalyse im Hinblick auf das Durchschlagsversagen des Gesamttragwerks geführt. Die Voreinstellung für Lastfälle ist die lineare Berechnung nach I. Ordnung. Falls das Modell Seilstäbe enthält, wird III. Ordnung vorgeschlagen.

Soll keine Berechnung nach Theorie I. Ordnung erfolgen, so können im Abschnitt unterhalb *Optionen für Theorie II. bzw. III. Ordnung* weitere Einstellungen vorgenommen werden.

Entlastende Wirkung durch Zugkräfte berücksichtigen

Zugkräfte haben auf ein vorverformtes System eine entlastende Wirkung. Die Vorverformung wird dadurch verringert und das System stabilisiert.

Es gibt unterschiedliche Auffassungen über die Behandlung entlastend wirkender Zugkräfte. DIN 18800 und die Eurocodes enthalten Bestimmungen, wonach entlastende Wirkungen mit einem geringeren Teilsicherheitsfaktor als belastende Wirkungen berücksichtigt werden müssen.

Stabweise variierende Teilsicherheitsfaktoren sind mit vertretbarem Rechenaufwand kaum zu realisieren. RSTAB bietet deshalb die Möglichkeit, Zugkräfte generell auf Null zu setzen. Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite. Wenn diese Möglichkeit genutzt werden soll, so muss das Kontrollfeld deaktiviert werden.

Andererseits lässt sich argumentieren, dass in den Normen von Einwirkungen und nicht von inneren Kräften die Rede ist. Es sei deshalb nur für die gesamte Einwirkung zu entscheiden, ob sie be- oder entlastend wirkt. Wenn folglich eine belastende Einwirkung in gewissen Bereichen der Struktur eine entlastende Wirkung hat, könne sie durchaus berücksichtigt werden. Wenn die Normalkräfte nach diesem Ansatz unverändert in die Berechnung eingehen sollen, muss das Kontrollfeld aktiviert sein.

Ergebnisse durch LF-Faktor zurückdividieren

Einige Normen verlangen, dass die Einwirkungen global mit einem Faktor multipliziert werden müssen. Damit sollen für Stabilitätsnachweise die Effekte nach Theorie II. Ordnung vergrößert werden. Die Bemessung wiederum hat mit den Gebrauchslasten zu erfolgen. Diese beiden Forderungen können erfüllt werden, wenn ein Lastfallfaktor größer 1,00 eingegeben und dieses Kontrollfeld aktiviert wird.



Reduzierung der Steifigkeit durch Teilsicherheitsbeiwert γ_M -M

Ist dieses Kontrollfeld aktiviert, werden die Steifigkeiten $E \cdot I$ bzw. $E \cdot A$ durch γ_M geteilt. Der Material-Teilsicherheitsbeiwert γ_M wird für jedes Material separat festgelegt (siehe Kapitel 5.2, Seite 81).

Verzweigungslastfaktor ermitteln

Der Verzweigungslastfaktor des Lastfalls wird iterativ nach Theorie II. Ordnung ermittelt. Über die Schaltfläche [Details] sind die Berechnungsparameter einstellbar.

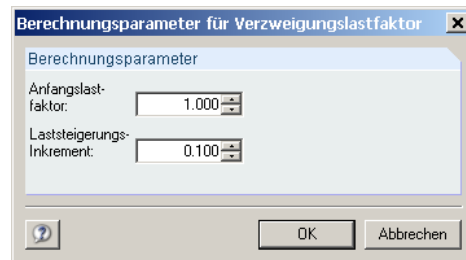


Bild 6.5: Dialog *Berechnungsparameter für Verzweigungslastfaktor*

Ausgehend von einem *Anfangslastfaktor* wird die Belastung gemäß dem vorgegebenen *Laststeigerungs-Inkrement* stetig erhöht, bis das System instabil wird. Es ist dabei darauf zu achten, dass der Anfangslastfaktor nicht zu hoch und das Laststeigerungs-Inkrement nicht zu groß gewählt sind, damit die erste Eigenform nicht übersprungen wird.

Es sollte zudem eine ausreichende Anzahl an möglichen Iterationen gewährleistet sein (Menü **Berechnung** → **Berechnungsparameter**, Register *Optionen*).

Bearbeiten der Basisangaben eines vorhandenen Lastfalls

Es gibt vier Möglichkeiten, die Basisangaben eines bereits bestehenden Lastfalls zu ändern:

- Menü **Bearbeiten** → **Belastung** → **Lastfall-Basisangaben** (aktueller Lastfall)
- Menü **Bearbeiten** → **Belastung** → **Lastfälle** (Auswahl aus allen Lastfällen)



Hier wird ein Dialog aufgerufen, in dem man einen bestimmten Lastfall selektieren und dessen [Eigenschaften] bearbeiten kann:

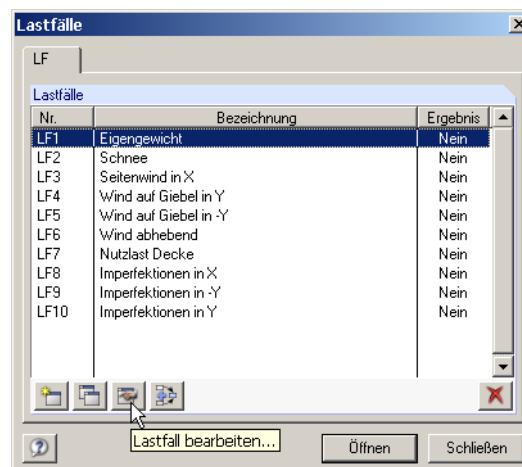
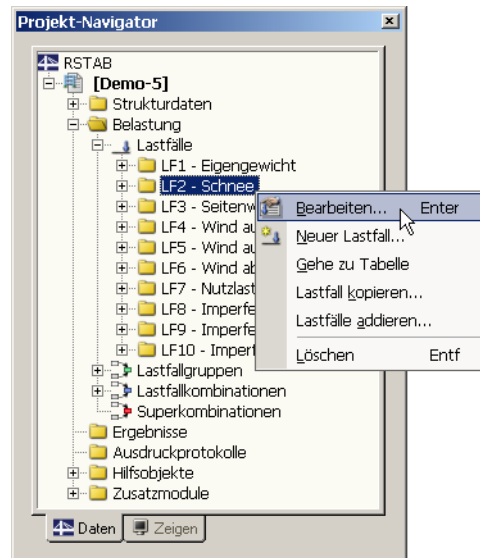


Bild 6.6: Dialog *Lastfälle*

- Kontextmenü oder Doppelklicken eines Lastfalls im *Daten-Navigator*

Bild 6.7: Kontextmenü *Lastfall*

- Schaltfläche [Basisangaben] in der Belastungstabellen-Symbolleiste (aktueller Lastfall)

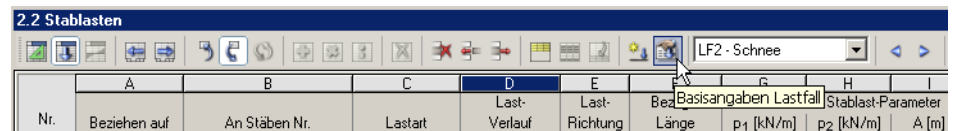
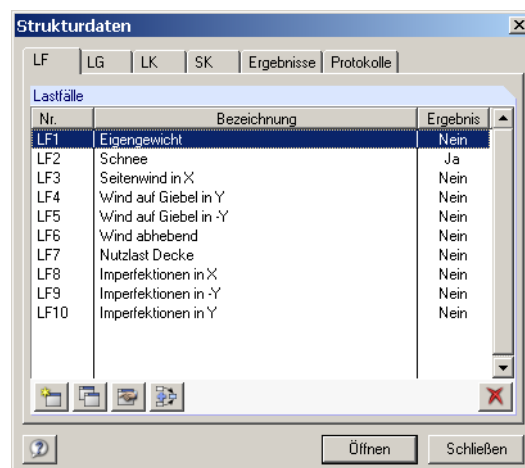


Bild 6.8: Schaltfläche [Basisangaben Lastfall] in der Symbolleiste der Belastungstabellen

Kopieren und Addieren von Lastfällen

Wenn man auf bereits bestehende Lastfälle zurückgreifen kann, wird das Anlegen neuer Lastfälle erleichtert. Die Kopierfunktionen sind in einem Dialog zugänglich, der über Menü **Datei** → **Positionsdaten** aufgerufen wird.

Bild 6.9: Dialog *Strukturdaten*

Lastfall kopieren



Ist der relevante Lastfall festgelegt, wird über die Schaltfläche [Neuer Lastfall über Kopieren] ein weiterer Dialog aufgerufen. Dort sind die Nummer und ggf. die Bezeichnung des neuen Lastfalls anzugeben. Die Belastungen werden in den neuen Lastfall übertragen und können anschließend angepasst werden.



Bild 6.10: Dialog *Lastfall kopieren*

Belastungen addieren

Im Unterschied zum reinen Kopieren von Lastfällen können hier die Belastungen eines Lastfalls zu einem bereits bestehenden Lastfall addiert werden. Zudem ist es möglich, die Belastungen mehrerer Lastfälle in einem neuen Lastfall zu vereinen.



Es wird der Lastfall ausgewählt, dessen Lasten addiert werden sollen. Die Schaltfläche [Lasten der selektierten Lastfälle addieren] ruft einen neuen Dialog auf. Dort ist anzugeben, ob die Lasten als *Neuer Lastfall* behandelt oder zu einem *Vorhandenen Lastfall* hinzugefügt werden sollen. Bei der letztgenannten Option wird die Liste *Vorhandene Lastfälle* zugänglich, in der man den Ziel-Lastfall auswählen kann.

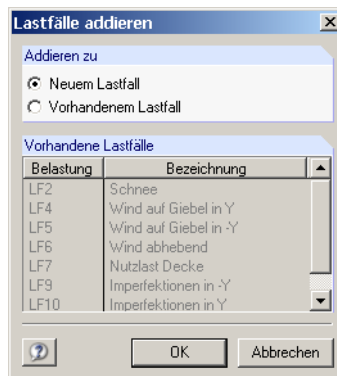


Bild 6.11: Dialog *Lastfälle addieren*

Über die Mehrfachselektion (z. B. mit gedrückter [Strg]-Taste) im Dialog *Strukturdaten* (vgl. Bild 6.9) können auch verschiedene Lastfälle ausgewählt werden, um deren Belastungen in einem neuen Lastfall zusammenzufassen. Sie können auch zu einem bestehenden Lastfall hinzugefügt werden, sofern dieser Lastfall nicht in der Mehrfachselektion enthalten ist.

6.2 Lastfallgruppen

Allgemeine Beschreibung

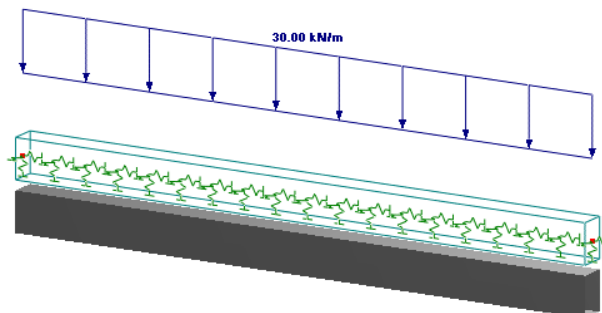
Die Bildung einer Lastfallgruppe (LG) ist eine der Möglichkeiten, Lastfälle zu kombinieren. Die zweite Möglichkeit ist die Überlagerung in einer Lastfallkombination (siehe folgendes Kapitel 6.3, Seite 145).

Bei einer Lastfallgruppe werden die Belastungen der enthaltenen Lastfälle unter Berücksichtigung der jeweiligen Teilsicherheitsbeiwerte zu „einem großen Lastfall“ zusammengefasst, der dann berechnet wird. Deshalb werden auch sämtliche Lasten der enthaltenen Lastfälle in der Grafik dargestellt, wenn man die Belastungsanzeige aktiviert.

Bei einer Lastfallkombination werden zunächst die enthaltenen Lastfälle berechnet. Deren Ergebnisse werden dann unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren überlagert.

Wenn die Überlagerung mehrerer Lastfälle nach Theorie II. oder III. Ordnung erfolgen soll, müssen grundsätzlich Lastfallgruppen gebildet werden. Dies gilt auch für Strukturen mit nichtlinearen Elementen. Folgendes Beispiel soll diese Notwendigkeit veranschaulichen:

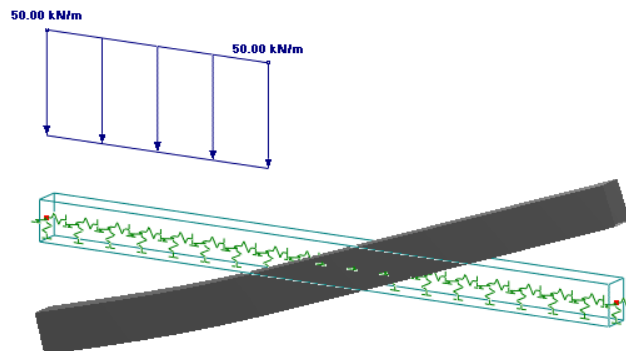
Auf einen Fundamentbalken wirken zwei Lastfälle: Im ersten Lastfall wirkt die Stablast auf den gesamten Stab, im zweiten Lastfall nur auf einen Teil des Stabes. Die elastische Bettung des Balkens ist bei Zug unwirksam, d. h. sie nimmt keine abhebenden Kräfte auf. Das Eigengewicht des Balkens bleibt jeweils unberücksichtigt.



Max u-Z: 1.5, Min u-Z: 1.5 mm

Bild 6.12: Last und Verformung im LF 1

Die Bettung ist im ersten Lastfall auf der gesamten Stablänge wirksam.



Max u-Z: 3.2, Min u-Z: -2.8 mm

Bild 6.13: Last und Verformung im LF 2

Im zweiten Lastfall wirkt die Bettung nur im linken Teil des Stabes, rechts hebt der Stab ab.

Unterschied Lastfallgruppe
und Lastfallkombination



Überlagert man die beiden Lastfälle in einer Lastfallkombination, erscheint eine Warnung. Eine Addition der Ergebnisse ist wegen der nichtlinearen Effekte nicht zulässig, da den Verformungen in beiden Lastfällen zwei unterschiedliche statische Systeme zu Grunde liegen. Bei einer Lastfallkombination wäre das Abheben im rechten Bereich aus dem LF 2 zu sehen.

Korrekt ist deshalb die Überlagerung in einer Lastfallgruppe.

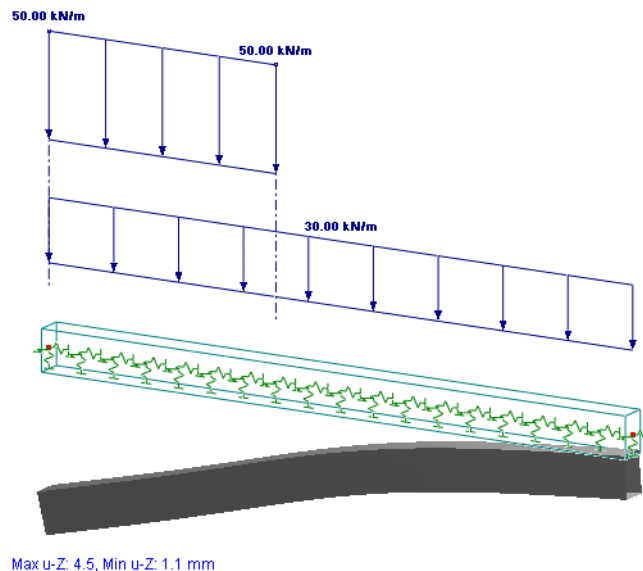


Bild 6.14: Last und Verformung der Lastfallgruppe

Die Grafik zeigt, dass die Bettung für die addierten Lasten ohne Ausfall wirksam ist.

Anlegen einer neuen Lastfallgruppe

Es gibt drei Möglichkeiten, den Dialog zum Anlegen einer neuen Lastfallgruppe aufzurufen:

- Menü **Einfügen** → **Lastfallgruppe**
- Schaltfläche [Neue Lastfallgruppe] in der Symbolleiste

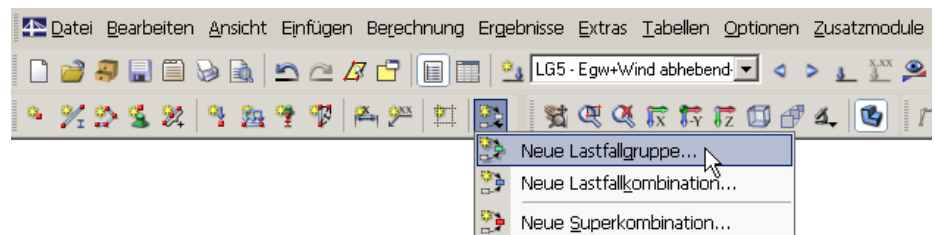
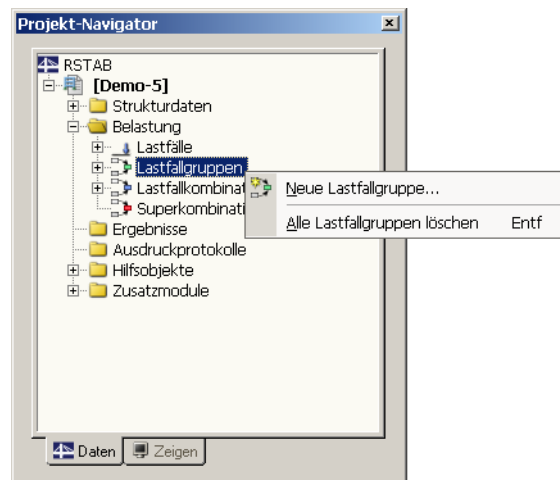
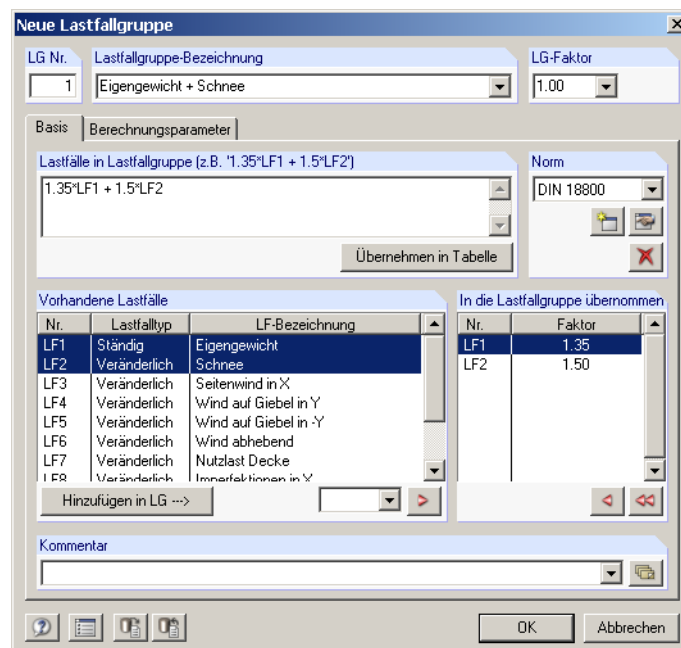


Bild 6.15: Schaltfläche *Neue Lastfallgruppe* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Lastfallgruppen*.

Bild 6.16: Kontextmenü *Lastfallgruppen* im Daten-Navigator

Es wird der Dialog *Neue Lastfallgruppe* angezeigt.

Bild 6.17: Dialog *Neue Lastfallgruppe*, Register *Basis*

Im Eingabefeld *LG Nr.* wird automatisch eine Nummer vergeben, die jederzeit geändert werden kann. Die Schaltfläche [Verzeichnis aller vorhandenen Lastfallgruppen] links unten im Dialog eröffnet eine Übersicht über die bereits angelegten Lastfallgruppen.

Als *Lastfallgruppe-Bezeichnung* kann ein beliebiger Name für die Lastfallgruppe festgelegt werden. Diese Bezeichnung lässt sich manuell eingeben oder auch aus der Liste wählen. Da manuelle Einträge in der Liste gespeichert werden, sind sie für andere Positionen verfügbar.

Das Listenfeld *LG-Faktor* gibt den Koeffizienten vor, mit dem alle in der Lastfallgruppe enthaltenen Belastungen pauschal multipliziert werden. Einige Normen fordern, dass die Einwirkungen global mit einem Faktor zu multiplizieren sind. Dadurch werden die Effekte nach Theorie II. Ordnung für Stabilitätsnachweise vergrößert.

Register Basis

Im Eingabefeld *Lastfälle in Lastfallgruppe* können die Lastfälle mit beliebigen Faktoren (Teilsicherheitsbeiwerten) addiert oder auch subtrahiert werden. Eine Schachtelung der Eingabe ist nicht zulässig.

Beispiel: $LF1 + 0.5 \cdot LF3$

Zur einfachen Belastung des Lastfalls 1 wird die halbe Last des Lastfalls 3 addiert.

Mit der Schaltfläche [Übernehmen in Tabelle] werden die von Hand vorgenommenen Einträge in die Tabelle *In die LF-Gruppe übernommen* rechts unterhalb übertragen.

Die Zusammenstellung der Lastfälle kann auch mit der Maus erfolgen. Selektieren Sie zunächst die relevanten Belastungen in der Tabelle *Vorhandene Lastfälle*. Sollen mehrere Lastfälle markiert werden, halten Sie die [Strg]-Taste beim Klicken gedrückt. Mit der Schaltfläche [Hinzufügen in LG →] werden die Lastfälle automatisch mit den Teilsicherheitsfaktoren der gewählten Norm versehen und in die Tabelle *In die Lastfallgruppe übernommen* übergeben.

Die Faktoren der übernommenen Lastfälle lassen sich nachträglich ändern: Markieren Sie in der rechten Tabelle einen Lastfall, geben im Eingabefeld unterhalb in der Mitte den passenden Faktor ein bzw. wählen diesen aus der Liste und klicken dann auf die Schaltfläche [►].

Die Teilsicherheitsfaktoren werden gemäß der Vorschrift gebildet, die im *Norm-Listenfeld* eingestellt ist. Neben den gängigen Normen gibt es dort auch die ‚Gebrauchstauglichkeit‘, bei der alle Teilsicherheitsfaktoren auf 1.00 gesetzt sind.

Über die Schaltfläche [Bearbeiten] können die Teilsicherheitsfaktoren der in der Liste eingestellten Norm geändert, über [Neu] die Beiwerte einer neuen, anwenderdefinierten Norm festgelegt werden.

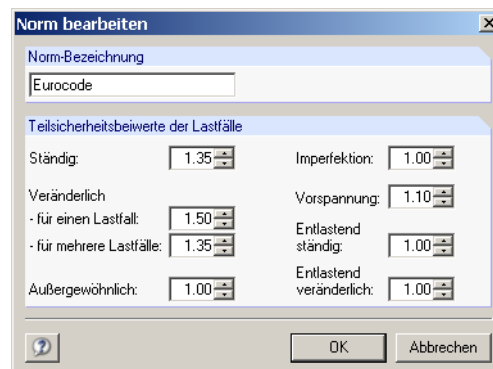
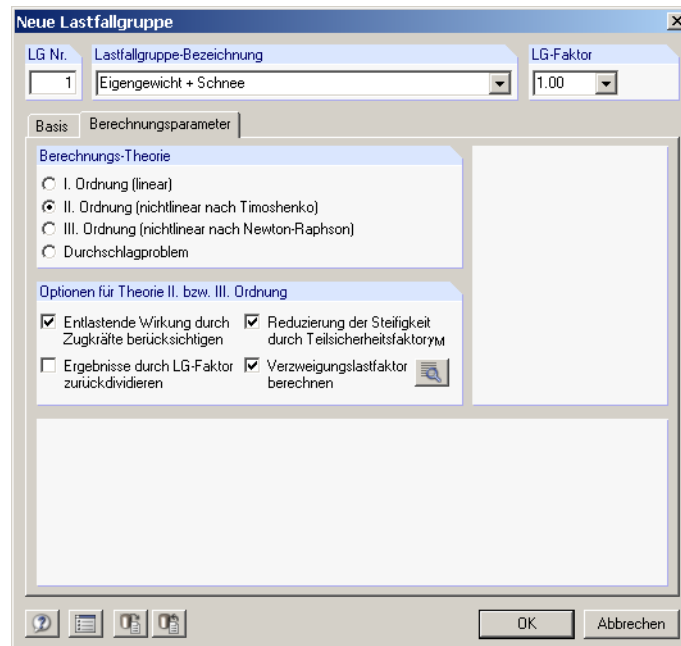


Bild 6.18: Dialog *Norm bearbeiten*

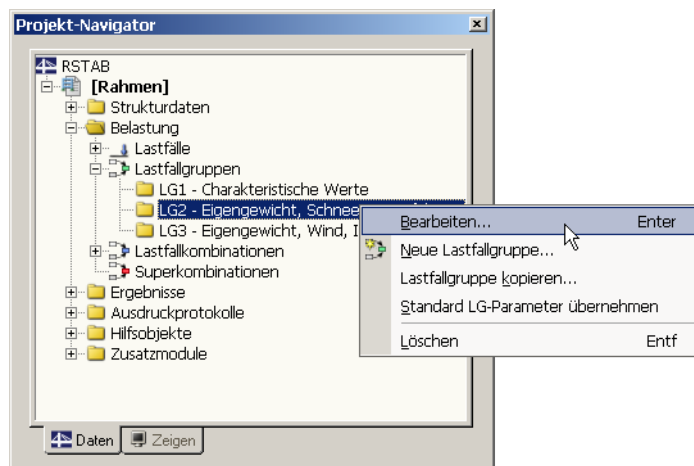
Register *Berechnungsparameter*Bild 6.19: Dialog *Neue Lastfallgruppe*, Register *Berechnungsparameter*

Es kann für jede Lastfallgruppe separat festgelegt werden, ob die Berechnung nach Theorie I., II. oder III. Ordnung erfolgen soll. Eine ausführliche Beschreibung dieses Registers finden Sie im Kapitel 6.1 ab Seite 136.

Bearbeiten der Basisangaben vorhandener Lastfallgruppen

Es gibt folgende Möglichkeiten, die Basisangaben bestehender Lastfallgruppen zu ändern:

- Menü **Bearbeiten** → **Lastfallgruppen**
Es wird ein Dialog aufgerufen, in dem man eine bestimmte Lastfallgruppe selektieren und deren [Eigenschaften] bearbeiten kann.
- Kontextmenü oder Doppelklicken einer Lastfallgruppe im *Daten-Navigator*

Bild 6.20: Kontextmenü *Lastfallgruppe*

6.3 Lastfallkombinationen

Allgemeine Beschreibung

Die Bildung einer Lastfallkombination (LK) ist eine der Möglichkeiten, Lastfälle zu kombinieren. Die zweite Möglichkeit ist die Überlagerung in einer Lastfallgruppe (siehe vorheriges Kapitel 6.2, Seite 140).

Bei einer Lastfallkombination werden zunächst die enthaltenen Lastfälle berechnet. Die Ergebnisse werden dann unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren überlagert.

Bei einer Lastfallgruppe werden die Belastungen der enthaltenen Lastfälle unter Berücksichtigung der jeweiligen Teilsicherheitsbeiwerte zu „einem großen Lastfall“ zusammengefasst, der dann berechnet wird.

Lastfallkombinationen eignen sich nicht für nichtlineare Berechnungen, da sie zu falschen Ergebnissen führen. Meist erfolgt der Ausfall nichtlinearer Elemente unterschiedlich in den Lastfällen. Damit können die Schnittgrößen dieser Elemente nicht korrekt kombiniert werden, zudem stellen sich Umlagerungseffekte im Gesamtmodell ein.

In einer Lastfallkombination können die Ergebnisse von Lastfällen, Lastfallgruppen und auch von anderen Lastfallkombinationen überlagert werden.

Üblicherweise werden die Schnittgrößen addiert, jedoch sind prinzipiell auch Subtraktionen möglich. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich hierbei die Vorzeichen der Schnittgrößen umkehren, also beispielsweise Zugkräfte zu Druckkräften werden. Alternativ zur Subtraktion empfiehlt es sich deshalb, den Lastfall zu kopieren (siehe Kapitel 6.1, Seite 139) und in der Kopie des Lastfalls den Lastfallfaktor auf $-1,00$ zu setzen. Dieser Lastfall wird dann in der Lastfallkombination addiert.

Anlegen einer neuen Lastfallkombination

Folgende Optionen rufen den Dialog zum Anlegen einer neuen Lastfallkombination auf:

- Menü **Einfügen** → **Lastfallkombination**
- Schaltfläche [Neue Lastfallkombination] in der Symbolleiste

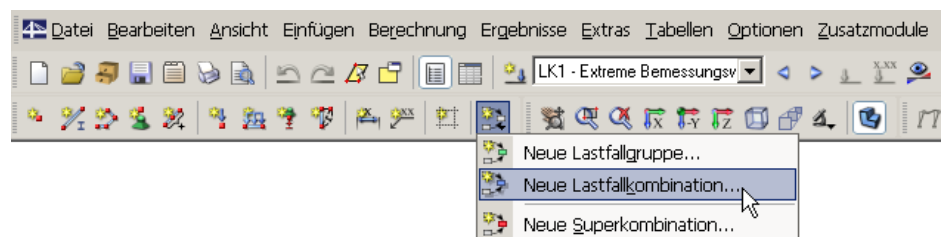
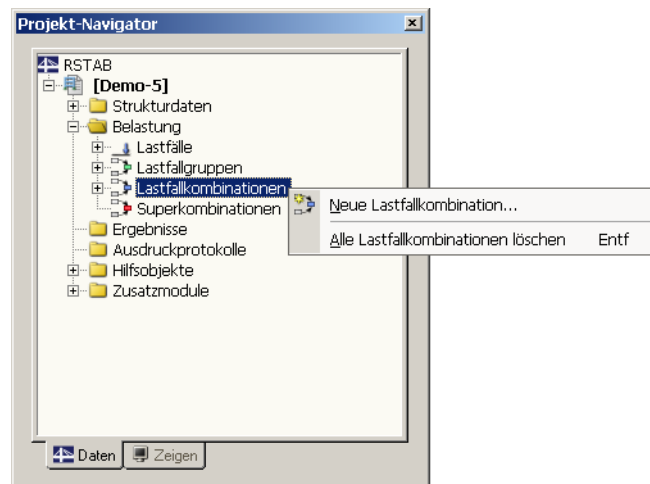


Bild 6.21: Schaltfläche *Neue Lastfallkombination* in der Symbolleiste

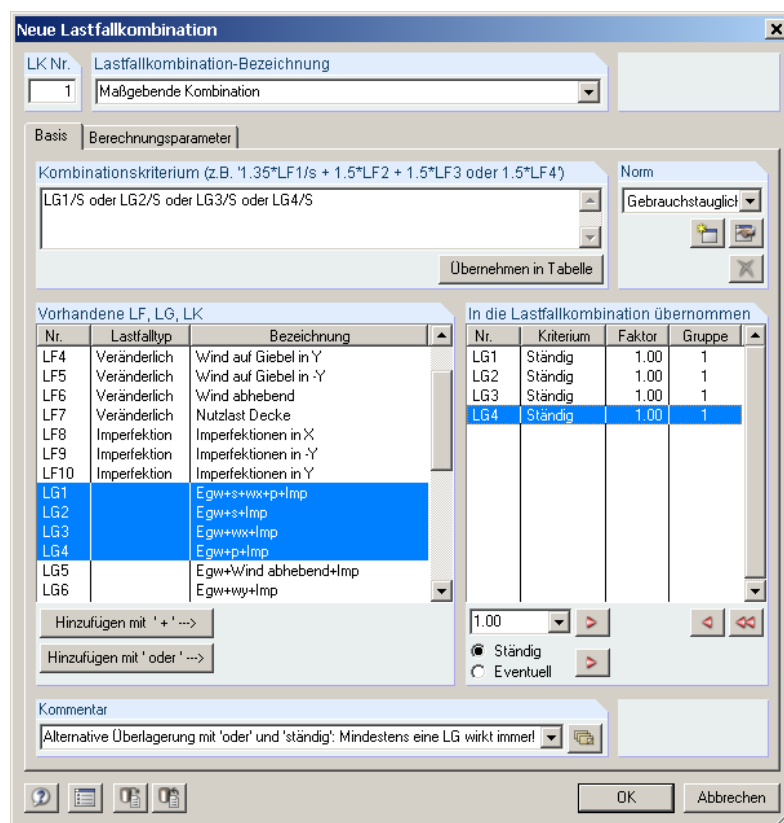
Unterschied Lastfallkombination
und Lastfallgruppe



- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Lastfallkombinationen*

Bild 6.22: Kontextmenü *Lastfallkombinationen* im Daten-Navigator

Es wird der Dialog *Neue Lastfallkombination* angezeigt.

Bild 6.23: Dialog *Neue Lastfallkombination*, Register *Basis*

Im Eingabefeld *LK Nr.* ist eine Nummer vorgeschlagen, die ggf. angepasst werden kann. Die Schaltfläche [Verfügbare Lastfallkombinationen] links unten im Dialog öffnet einen weiteren Dialog mit einer Übersicht über die bereits angelegten Lastfallkombinationen.

Im Eingabefeld *Lastfallkombination-Bezeichnung* kann ein beliebiger Name für die Lastfallkombination eingetragen oder aus der Liste gewählt werden. Da manuelle Einträge in der Liste gespeichert werden, sind sie auch für folgende Positionen verfügbar.

Register Basis

Die in der Lastfallkombination enthaltenen Lastfälle, Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen können ihrer Wirkung entsprechend gekennzeichnet werden. Es sind folgende Überlagerungsarten möglich:

Ständige Überlagerung

Soll eine Einwirkung permanent oder unbedingt angesetzt werden, so ist sie im Abschnitt *Kombinationskriterium* mit dem Zusatz „/s“ oder „/ständig“ zu versehen. Bei der Auswahl mit der Maus geschieht dies automatisch durch Anklicken von [Ständig] und [►].

Eventuelle Überlagerung

Eine Einwirkung ohne jeglichen Zusatz wird nur dann für die Überlagerung herangezogen, wenn deren Schnittgrößen einen ungünstigen Beitrag zum Ergebnis liefern.

Entweder-oder Überlagerung

Verknüpft man die Einwirkungen nicht additiv mit „+“, sondern durch „oder“ bzw. „o“, so werden diese als sich gegenseitig ausschließend behandelt. Ins Ergebnis fließen nur die Schnittgrößen derjenigen Einwirkung ein, die den größten ungünstigen Beitrag liefert. Die in einer Alternativüberlagerung betrachteten Einwirkungen müssen einheitlich als ‚ständig‘ oder ‚eventuell‘ gekennzeichnet sein (unzulässig wäre also beispielsweise „LF1/s oder LF2“).

Im Eingabefeld *Kombinationskriterium* können die Lastfälle, Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen mit beliebigen Faktoren (Teilsicherheitsbeiwerten) addiert, subtrahiert bzw. mit „oder“ überlagert werden. Eine Schachtelung der Eingabe ist nicht zulässig.

Beispiele:

- **LF1/s + LF2/s + LF3**
Die Lastfälle 1 und 2 werden als ständig, der Lastfall 3 als eventuell überlagert.
- **LF1/s + LG2 + LF3 oder LF4 oder LF5**
Lastfall 1 fließt als ständig in die Überlagerung ein, Lastfallgruppe 2 als eventuell. Auch die ungünstigste Wirkung der Lastfälle 3, 4 oder 5 wird als eventuell überlagert, wobei nur einer davon wirksam ist.
- **1.2*LG1/s + 0.2*LK1 oder -0.2*LK1**
Das 1.2-fache der Lastfallgruppe 1 wird als ständig mit dem ungünstigeren Beitrag der positiven bzw. negativen 0.2-fachen Lastfallkombination 1 superponiert.
- **LK1/s oder LK2/s oder LK3/s**
Die Lastfallkombinationen 1 bis 3 werden als ständig wirkend untereinander verglichen. Die Einhüllende wird als ungünstigstes Ergebnis ermittelt.

Mit der Schaltfläche [Übernehmen in Tabelle] werden manuell vorgenommene Einträge in die Tabelle *In die Lastfallkombination übernommen* rechts unterhalb übertragen.

Die Lastfallkombination kann auch mit der Maus zusammengestellt werden. Dazu müssen die zu überlagernden Einträge zunächst in der Tabelle *Vorhandene LF, LG, LK* markiert werden. Sollen mehrere Lastfälle markiert werden, ist die [Strg]-Taste beim Klicken gedrückt zu halten. Mit [Hinzufügen mit ‚+‘ →] werden die ausgewählten Einträge mit den relevanten Teilsicherheitsfaktoren versehen und in die Tabelle *In die Lastfallkombination übernommen* eingetragen. Mit [Hinzufügen mit ‚oder‘ →] werden die Lastfälle als einander ausschließend übertragen. In der Spalte *Gruppe* sind sie dann als alternativ wirkend mit dem gleichen Symbol gekennzeichnet.

Die Faktoren der übernommenen Lastfälle lassen sich jederzeit anpassen: Markieren Sie in der rechten Tabelle das Objekt, geben im Eingabefeld unterhalb den neuen Teilsicherheitsfaktor ein oder wählen ihn aus der Liste und klicken dann auf die Schaltfläche [►].

Die Teilsicherheitsfaktoren werden entsprechend der in der Liste *Norm* eingestellten Vorschrift gebildet. Neben den gängigen Normen gibt es dort auch die ‚Gebrauchstauglichkeit‘, bei der alle Teilsicherheitsfaktoren auf 1,00 gesetzt sind.

Übernehmen in Tabelle

Hinzufügen mit ‚+‘ →

Hinzufügen mit ‚oder‘ →



Über die Schaltfläche [Bearbeiten] können die Teilsicherheitsfaktoren der in der Liste eingestellten Norm geändert, über [Neu] die Beiwerte einer neuen, anwenderdefinierten Norm festgelegt werden.

Bild 6.24: Dialog *Norm-Teilsicherheitsbeiwerte der Lastfälle* beim Anlegen einer neuen Norm

Register *Berechnungsparameter*

Bild 6.25: Dialog *Neue Lastfallkombination*, Register *Berechnungsparameter*

In diesem Register kann die so genannte *Quadratische Überlagerung* aktiviert werden. Anstelle der üblichen additiven Überlagerung der Schnittgrößen gemäß

$$B = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

Gleichung 6.1

wird bei der quadratischen Überlagerung die pythagoräische Summe gebildet:

$$B = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}$$

Gleichung 6.2



Die quadratische Überlagerung von Schnittgrößen wird bei dynamischen Untersuchungen relevant, beispielsweise bei Kombinationen von Lastfällen infolge von Zentrifugalkräften.

Ist die quadratische Überlagerung aktiviert, kann anhand der *Positiv/Negativ*-Kontrollfelder gesteuert werden, welche Extremwerte bei der Kombination berücksichtigt werden sollen.

Bearbeiten der Basisangaben von Lastfallkombinationen

Die Basisangaben vorhandener Lastfallkombinationen können wie folgt geändert werden:

- Menü **Bearbeiten** → **Lastfallkombinationen**

Es wird ein Dialog aufgerufen, in dem Sie eine bestimmte Lastfallkombination auswählen und deren [Eigenschaften] bearbeiten können.

- Kontextmenü oder Doppelklicken einer Lastfallkombination im *Daten-Navigator*

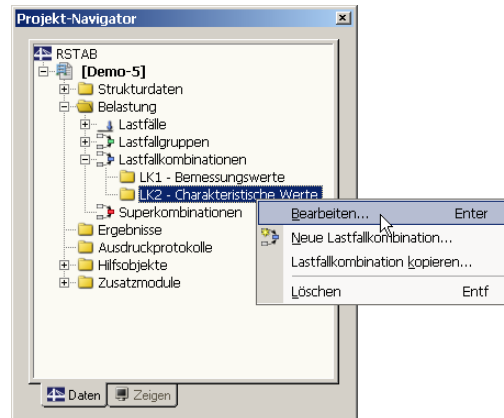


Bild 6.26: Kontextmenü *Lastfallkombination*

Kombinationsschema verwenden

Lastfallkonstellationen lassen sich als *Kombinationsschema* erzeugen und für künftige Anwendungsfälle in einer Bibliothek abspeichern. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Kombinationsschema**.

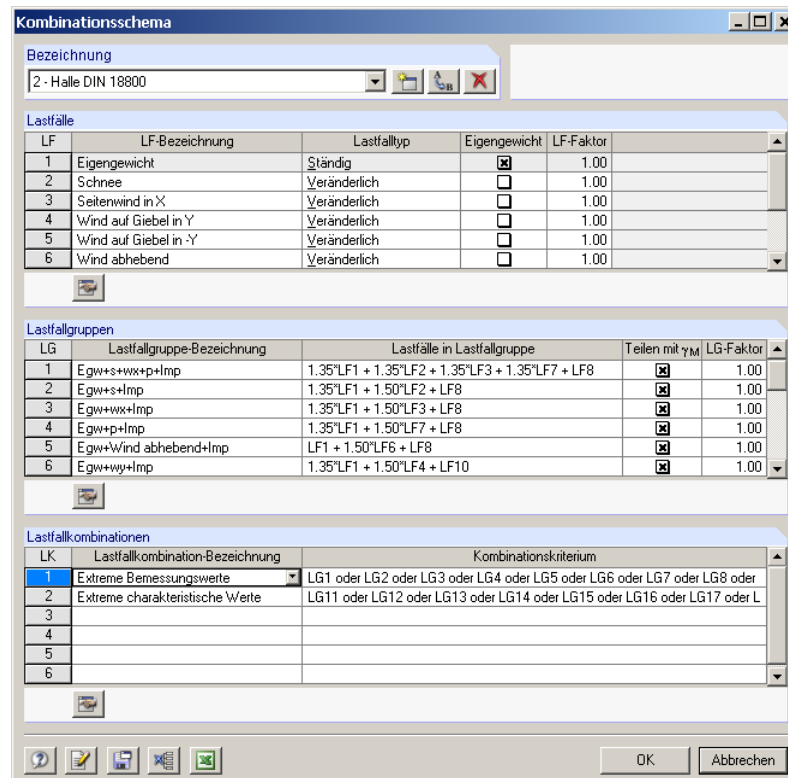


Bild 6.27: Dialog *Kombinationsschema*



Im Abschnitt *Bezeichnung* wird ein Kombinationsschema aus der Liste gewählt oder über die Schaltfläche [Neu] angelegt.



Die einzelnen Lastfälle werden im Abschnitt *Lastfälle* eingetragen. Über die Schaltfläche [▼] am Ende des Eingabefeldes sind auch vordefinierte Bezeichnungen zugänglich. Die Schaltfläche [Basisangaben] ruft den Dialog *Lastfall bearbeiten - Basisangaben* auf (vgl. Bild 6.3, Seite 135).

Achten Sie darauf, Lastfalltyp, Berücksichtigung des Eigengewichts und LF-Faktor korrekt zuzuweisen.



In den Abschnitten *Lastfallgruppen* und *Lastfallkombinationen* werden die Überlagerungsbedingungen eingegeben. Die Schaltfläche [Bearbeiten] erleichtert auch hier die Ermittlung der Teilsicherheitsbeiwerte.



Das erstellte Kombinationsschema lässt sich mit der links dargestellten Schaltfläche sichern. Mit [OK] werden dann die Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen generiert.



Vergessen Sie nicht, in RSTAB noch die Belastung einzugeben. Das Kombinationsschema stellt nur das Gerüst der vorhandenen Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen dar.

Bei weiteren Positionen, die auf dem gleichen Schema beruhen, können sämtlich Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen ohne weitere Eingaben generiert werden: Rufen Sie diesen Dialog erneut auf, wählen das Schema in der Liste aus und übernehmen es mit [OK].

6.4 Superkombinationen

Allgemeine Beschreibung

Eine Superkombination **SK** ist in ihren Eigenschaften einer Lastfallkombination vergleichbar (siehe vorheriges Kapitel 6.3). Es können jedoch auch Einwirkungen überlagert werden, die aus unterschiedlichen Strukturen stammen. Damit lassen sich Bauzustände mit wechselnden System- und Belastungsbedingungen erfassen, wie sie z. B. im Brückenbau auftreten.

Bei der Modellierung wird ein Ausgangssystem erzeugt, das dem Baufortschritt gemäß modifiziert und jeweils als Kopie in selben Projektordner gespeichert wird. Es ist hier auf eine konsequente Nummerierung der Knoten und Stäbe zu achten, damit bei der Überlagerung in der Superkombination auch die richtigen Schnittgrößen erfasst werden. So kann es hilfreich sein, wenn man bereits im Ausgangssystem Nullstäbe oder geteilte Stäbe benutzt.

Es können nur die Ergebnisse von Positionen überlagert werden, die sich im selben Projektordner befinden. Falls in den übrigen Positionen noch keine Ergebnisse vorliegen, werden diese vor der Überlagerung automatisch ermittelt. Es ist auch möglich, die Ergebnisse einer Superkombination in einer weiteren SK zu überlagern.



Superkombinationen können nur dann angelegt werden, wenn das Zusatzmodul **SUPER-LK** lizenziert ist.

Die Schnittgrößen von Superkombinationen können in vielen RSTAB-Zusatzmodulen weiterbehandelt und bemessen werden.

Anlegen einer neuen Superkombination

Folgende Optionen rufen den Dialog zum Anlegen einer neuen Superkombination auf:

- Menü **Einfügen** → **Superkombination**
- Schaltfläche [Neue Superkombination] in der Symbolleiste

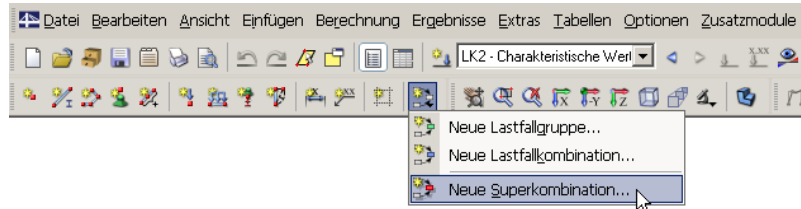


Bild 6.28: Schaltfläche *Neue Superkombination* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Superkombinationen*

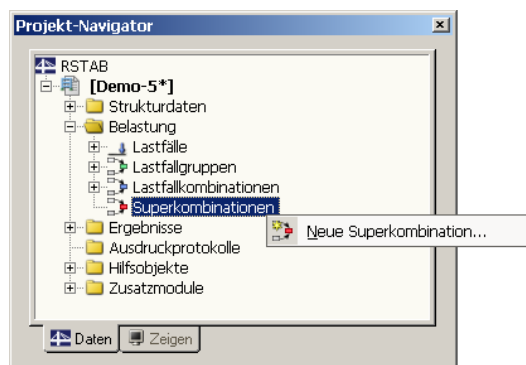


Bild 6.29: Kontextmenü *Superkombinationen* im Daten-Navigator

Es erscheint der Dialog *Neue Superkombination*.

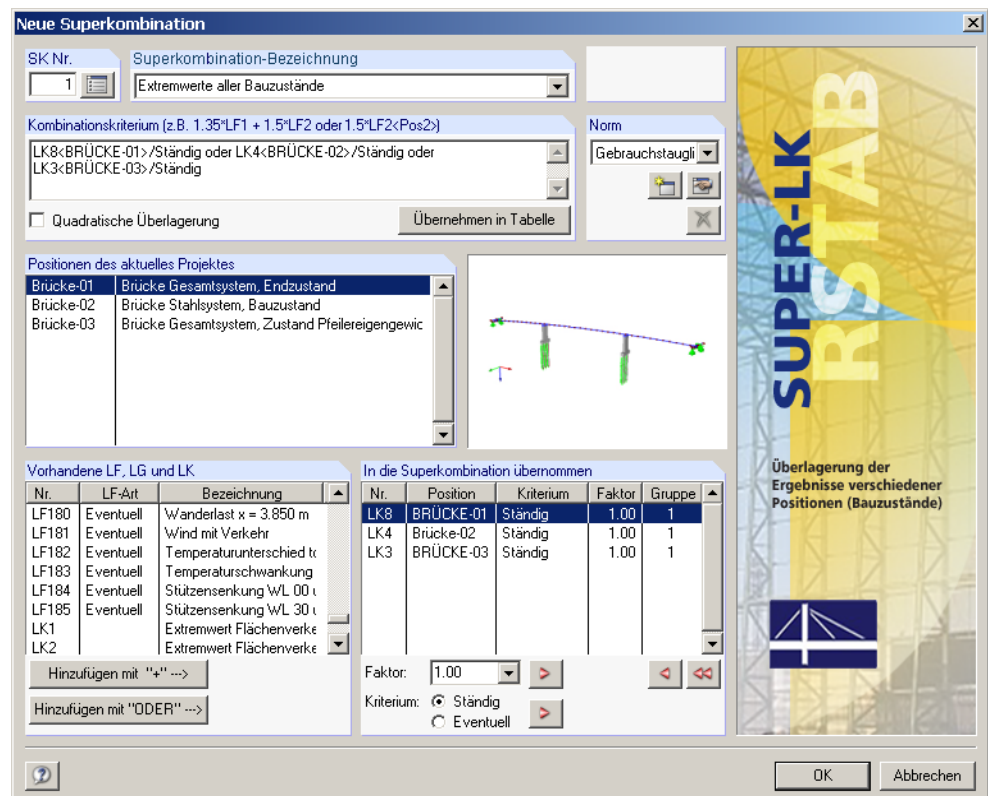


Bild 6.30: Dialog *Neue Superkombination*

Im Eingabefeld *SK Nr.* ist eine Nummer vorgeschlagen, die ggf. angepasst werden kann. Im Eingabefeld *Superkombination-Bezeichnung* kann ein beliebiger Name für die Superkombination eingetragen oder aus der Liste gewählt werden.

Die Lastfälle, Lastfallgruppen, Lastfallkombinationen und Superkombinationen, die in die Superkombination eingehen sollen, können Ihrer Wirkung entsprechend gekennzeichnet werden. Es sind die gleichen Überlagerungsarten wie bei Lastfallkombinationen möglich:

Ständige Überlagerung

Wenn eine Einwirkung als permanent angesetzt wird, erhält sie im Abschnitt *Kombinationskriterium* den Zusatz „/Ständig“ oder „/s“.

Eventuelle Überlagerung

Eine Einwirkung ohne Zusatz wird nur dann für die Überlagerung herangezogen, wenn deren Schnittgrößen einen ungünstigen Beitrag zum Ergebnis liefern.

Entweder-oder Überlagerung

Verknüpft man die Einwirkungen durch „oder“, so werden diese als sich gegenseitig ausschließend behandelt. Ins Ergebnis fließen nur die Schnittgrößen der Einwirkung ein, die den größten ungünstigen Beitrag liefert. Die in einer Alternativüberlagerung betrachteten Einwirkungen müssen einheitlich als ‚Ständig‘ oder ‚Eventuell‘ gekennzeichnet sein.

Im Eingabefeld *Kombinationskriterium* können die Lastfälle, Lastfallgruppen, Lastfallkombinationen und Superkombinationen mit beliebigen Faktoren (Teilsicherheitsbeiwerten) addiert, subtrahiert bzw. mit „oder“ überlagert werden. Der Positionsname wird dabei jeweils in spitzen Klammern beigefügt. Da die manuelle Eingabe zur Definition des Kombinationskriteriums etwas aufwändig und fehleranfällig ist, empfiehlt sich die Zusammenstellung mit der Maus.

Beispiele:

- $LK4<Pos-A>/s \text{ oder } LK4<Pos-B>/s$

Die Lastfallkombinationen 4 aus zwei verschiedenen Strukturen werden als ständig wirkend verglichen. Die Einhüllende wird als ungünstigstes Ergebnis ermittelt.

- $1.35*LF1<B2>/s + 1.50*LF2<B2> + 1.35*LF1<B3>/s + LK6<B1> + LK7<B1>$

Die Lastfälle 1 der Positionen B2 und B3 fließen als ständig mit dem Faktor 1,35 in die Überlagerung ein, der Lastfall 2 der Position B2 als eventuell mit dem Faktor 1,50.

Die Lastfallkombinationen 6 und 7 der Position B1 werden auch als eventuell überlagert, allerdings ohne Teilsicherheitsfaktor.

Markieren Sie zunächst in der Tabelle *Positionen des aktuellen Projektes* eine Position, deren Ergebnisse für die Überlagerung infrage kommen und treffen dann in der Tabelle unterhalb *Vorhandene LF, LG, LK und SK* Ihre Auswahl. Sollen mehrere Lastfälle markiert werden, ist die [Strg]-Taste beim Klicken gedrückt zu halten. Mit [Hinzufügen mit ‚+‘ →] werden die ausgewählten Lastfälle mit den relevanten Teilsicherheitsfaktoren versehen und gemäß der eingestellten *Norm* in die Tabelle *In die Superkombination übernommen* eingetragen. Mit [Hinzufügen mit ‚oder‘ →] werden die Lastfälle als einander ausschließend übertragen.

Sind alle relevanten Einwirkungen dieser Position in die Superkombination aufgenommen, wählen Sie in der Tabelle *Positionen des aktuellen Projektes* die nächste Position aus und übernehmen deren Einwirkungen in gleicher Weise.

Die Faktoren der übernommenen Lastfälle lassen sich jederzeit anpassen: Markieren Sie in der rechten Tabelle den Lastfall, geben im Eingabefeld unterhalb den neuen Teilsicherheitsfaktor ein oder wählen ihn aus der Liste und klicken dann auf die Schaltfläche [►].

Die Teilsicherheitsfaktoren werden gemäß der in der Liste *Norm* eingestellten Vorschrift gebildet. Über [Bearbeiten] können die Teilsicherheitsfaktoren der in der Liste eingestellten Norm geändert, über [Neu] die Beiwerte einer neuen, benutzerdefinierten Norm festgelegt werden.

Hinzufügen mit ‚+‘ →

Hinzufügen mit ‚oder‘ →



Wie bei Lastfallkombinationen kann die quadratische Überlagerung der Ergebnisse aktiviert werden. Anstelle der allgemein gebräuchlichen additiven Überlagerung wird bei der quadratischen Überlagerung die pythagoräische Summe gebildet.

$$B = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}$$

Gleichung 6.3

Bearbeiten der Basisangaben von Superkombinationen

Es bestehen folgende Möglichkeiten, die Basisangaben vorhandener Superkombinationen zu ändern:

- Menü **Bearbeiten** → **Superkombinationen**

Es wird ein Dialog aufgerufen, in dem man eine bestimmte Superkombination auswählen und deren [Eigenschaften] bearbeiten kann.

- Kontextmenü oder Doppelklicken einer Superkombination im *Daten-Navigator*

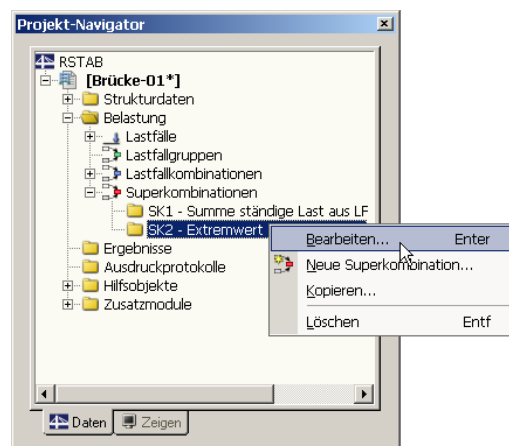


Bild 6.31: Kontextmenü *Superkombinationen*

7. Belastungen

Wie bei den Strukturdaten bietet RSTAB mehrere Möglichkeiten der Dateneingabe an. Man kann die Lasten in einem **Dialog**, einer **Tabelle** und oft auch direkt **grafisch** definieren.

Die Dialoge und die grafische Eingabe werden aufgerufen über die

- Untereinträge im Menü **Einfügen** → **Belastung**
- Schaltflächen in der Symbolleiste *Einfügen*
- Kontextmenüs der *Belastung*-Objekte im *Daten-Navigator*.

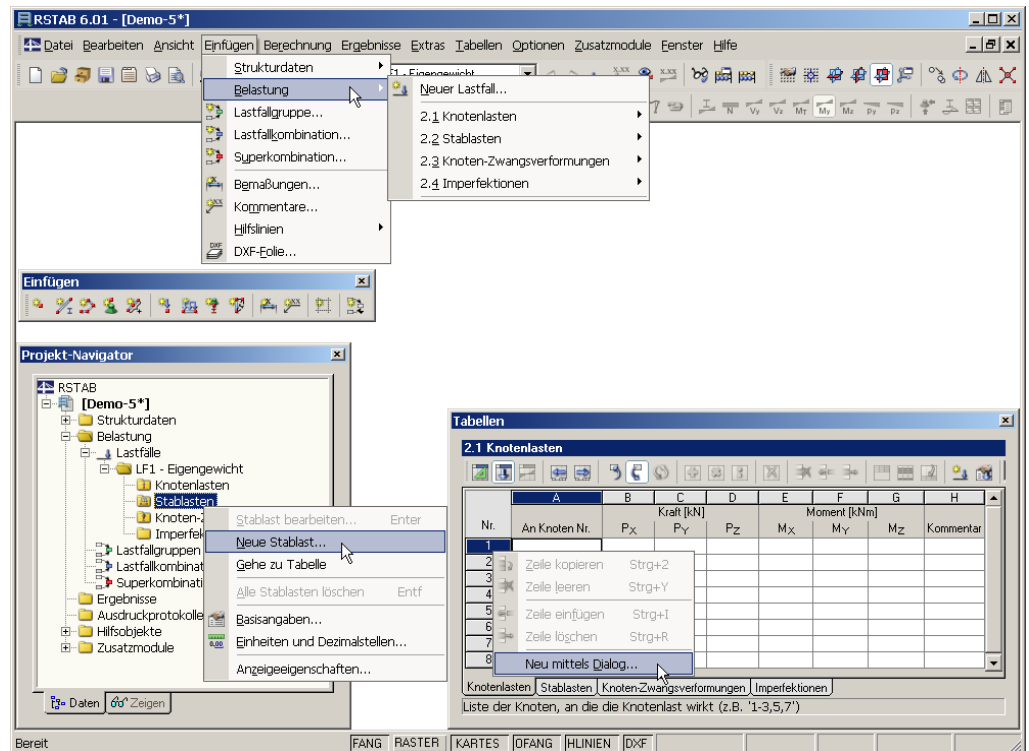


Bild 7.1: Aufruf von Eingabemöglichkeiten über **Menü**, **Symbolleiste** und **Kontextmenüs** von Navigator und Tabelle

Soll eine bereits definierte Last geändert werden, kann dies ebenfalls in einem **Dialog** oder der **Tabelle** erfolgen.

Die Bearbeitungsdialoge werden wie im folgenden Bild gezeigt aufgerufen über

- die Untereinträge im Menü **Bearbeiten** → **Belastung**
- die Kontextmenüs oder einen Doppelklick der Lasten in der Grafik
- die Kontextmenüs oder einen Doppelklick der Lasten im *Daten-Navigator*.

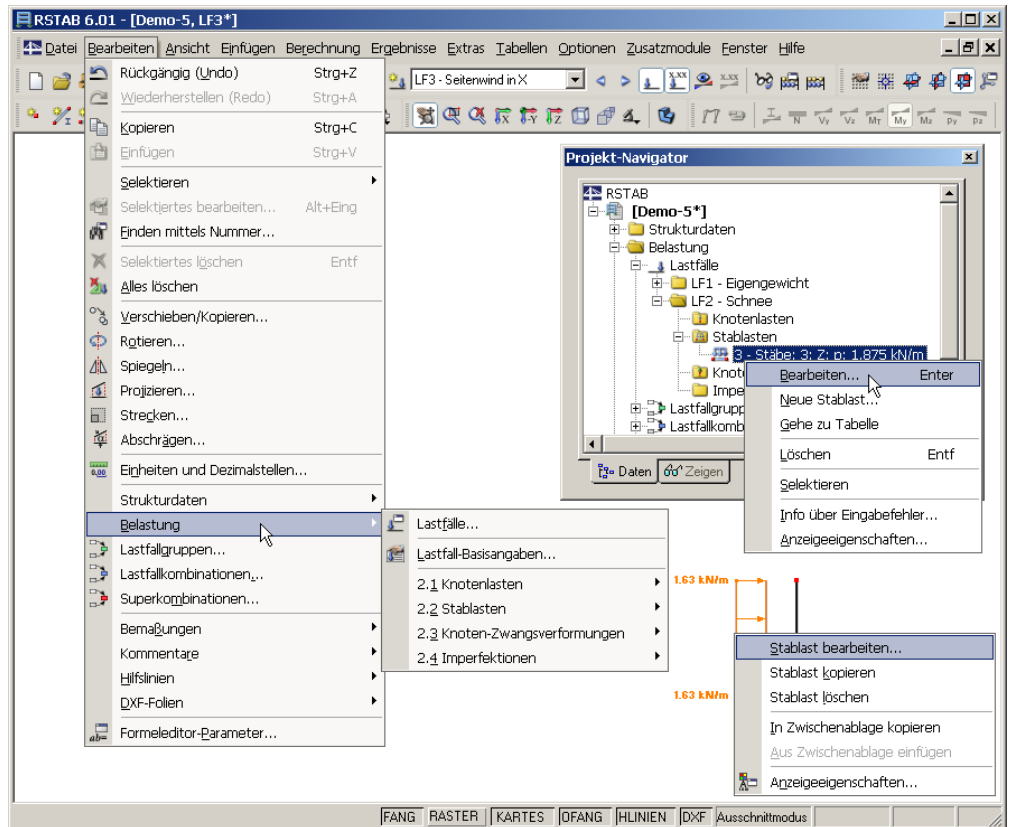


Bild 7.2: Aufruf von Bearbeitungsdialogen über Menü und Kontextmenüs



Die in der grafischen Oberfläche vorgenommenen Eingaben und Änderungen spiegeln sich sofort in den Tabellen wider und umgekehrt. Die Belastungstabellen sind über die im Bild unten gezeigte Schaltfläche der Tabellen-Symbolleiste zugänglich.

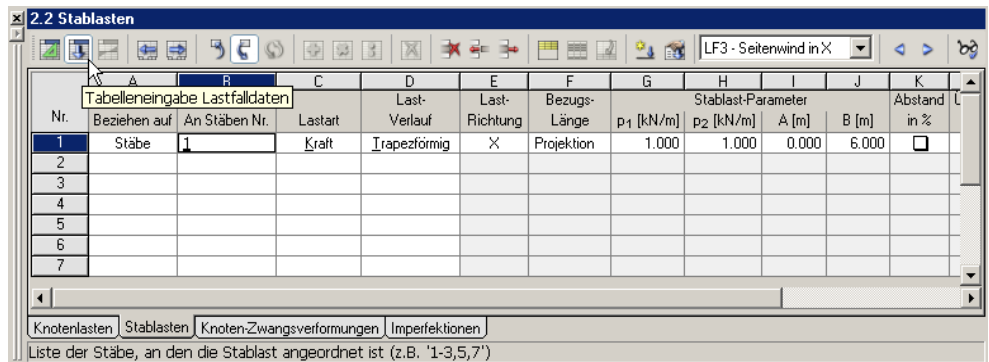


Bild 7.3: Schaltfläche [Tabelleneingabe Lastfalldaten]

Die Tabellen bieten einen guten Überblick über den Datensatz. Zudem lassen sich die Daten in tabellarischer Form schnell bearbeiten oder importieren.



Über Menü **Tabelle** → **Organisation Lastfalldaten** kann man steuern, ob die Lasten in der aktuellen bzw. in allen Tabellen zeilenweise gelistet oder zusammengefasst werden. Die Einstellung lässt sich auch in der Tabellen-Symbolleiste über die links gezeigten Schaltflächen vornehmen.

In allen Dialogen und in jeder Tabelle kann man einen *Kommentar* ergänzen, um die Last näher zu beschreiben. Es lassen sich auch vordefinierte Kommentare verwenden (siehe Kapitel 11.6.3, Seite 335).

7.1 Knotenlasten

Allgemeine Beschreibung

Knotenlasten sind Kräfte und Momente, die an Knoten (siehe Kapitel 5.1, Seite 77) wirken.

Die Voraussetzung für eine Knotenlast ist, dass bereits ein Knoten definiert ist.

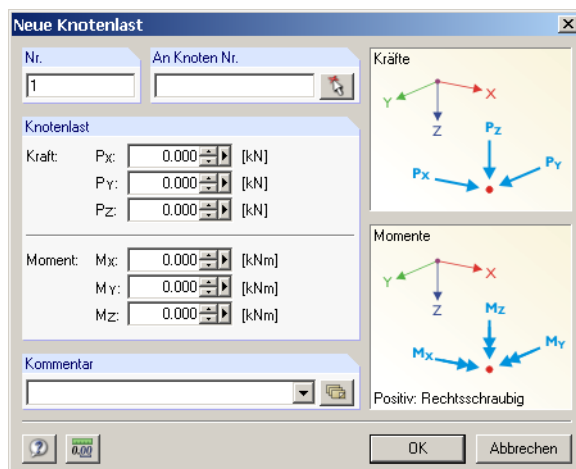
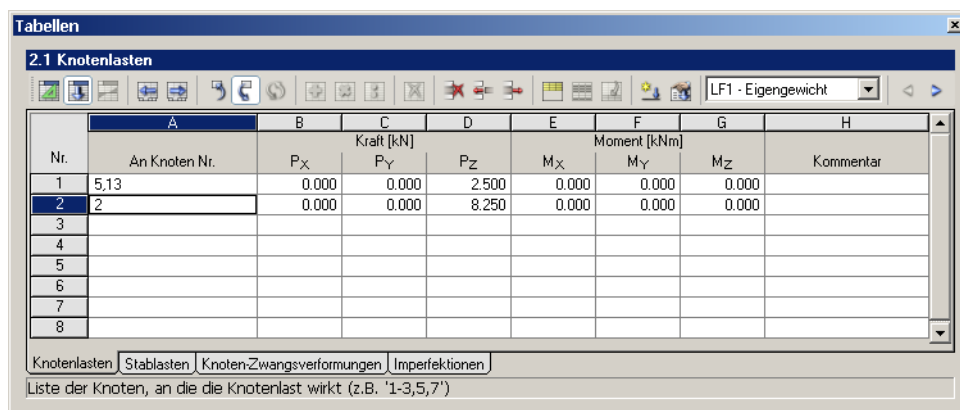



Bild 7.4: Dialog *Neue Knotenlast*



Nr.	An Knoten Nr.	Kraft [kN]			Moment [kNm]			Kommentar
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
1	5,13	0.000	0.000	2.500	0.000	0.000	0.000	
2	2	0.000	0.000	8.250	0.000	0.000	0.000	
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Bild 7.5: Tabelle 2.1 *Knotenlasten*

Die Nummer der Knotenlast wird im Dialog *Neue Knotenlast* automatisch vergeben, kann dort aber jederzeit geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.

An Knoten Nr.

In diesem Eingabefeld werden die Knoten festgelegt, an denen die Last wirken soll. Die Auswahl kann im Dialog *Neue Knotenlast* auch grafisch über [Pick] erfolgen.

Wenn die grafische Eingabe gewählt wurde, sind zunächst die Lastdaten einzugeben. Nach [OK] kann man die relevanten Knoten nacheinander in der Grafik anklicken.

Kraft P_x / P_y / P_z

Knotenkräfte sind als Vektoren auf das globale Koordinatensystem bezogen. Wirkt eine Kraft nicht parallel zu einer der globalen Achsen, müssen deren X-, Y- und Z-Komponenten ermittelt werden, die man dann in die entsprechenden Eingabefelder eintragen kann.

Falls der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert wurde, sind nicht alle drei Eingabefelder oder Spalten zugänglich.



Moment M_x / M_y / M_z

Knotenmomente sind ebenfalls auf das globale XYZ-Koordinatensystem bezogen. Bei einem schief angreifenden Moment muss deshalb auch eine Zerlegung in die X-, Y- und Z-Anteile erfolgen, die man dann in die entsprechenden Eingabefelder eintragen kann.



Ein positives Moment wirkt rechtsschraubig um die entsprechende positive globale Achse. Die RSTAB-Grafik verschafft Klarheit über die Eingabe. Anstelle der vektoriellen Anzeige ist auch eine Bogendarstellung möglich, die man aktivieren kann über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten.

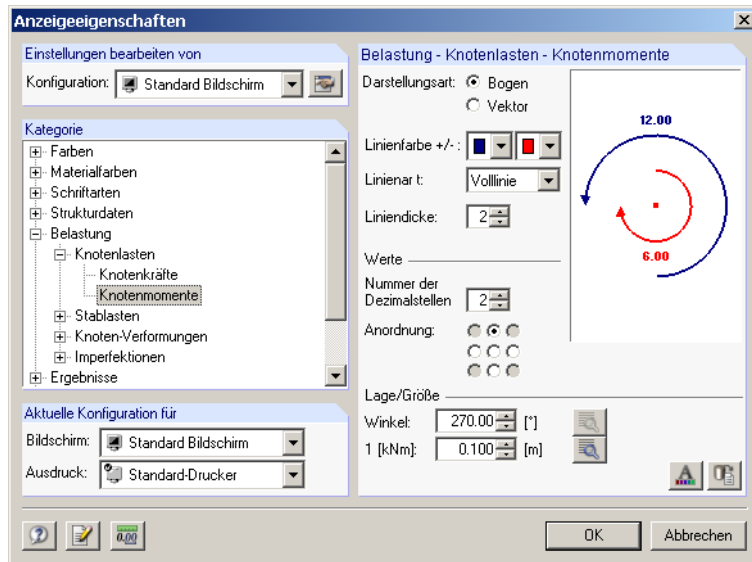


Bild 7.6: Dialog *Anzeigeeigenschaften*: Knotenmomente in Bogendarstellung

Stellen Sie im Dialog links die *Kategorie* Belastung → Knotenlasten → Knotenmomente ein und wählen dann rechts oben die Darstellungsart *Bogen*.



Knotenlasten lassen sich auch aus Excel-Tabellen übernehmen (siehe Kapitel 12.5.2.3, Seite 366).

7.2 Stablasten

Allgemeine Beschreibung

Stablasten sind Kräfte, Momente, Temperatureinwirkungen oder Zwangsverformungen, die an Stäben wirken.

Die Voraussetzung für eine Stablast ist, dass bereits ein Stab definiert ist.

Die Stablasten sind grundsätzlich auf den Schubmittelpunkt bezogen. Eine planmäßige Torsion aufgrund der Profilgeometrie (Schwerpunkt ungleich Schubmittelpunkt) wird also nicht erfasst. Will man die Torsion infolge einer Belastung berücksichtigen, die nicht im Schubmittelpunkt angreift, ist zusätzlich ein Torsionsmoment (Last * Abstand zum Schubmittelpunkt) aufzubringen.

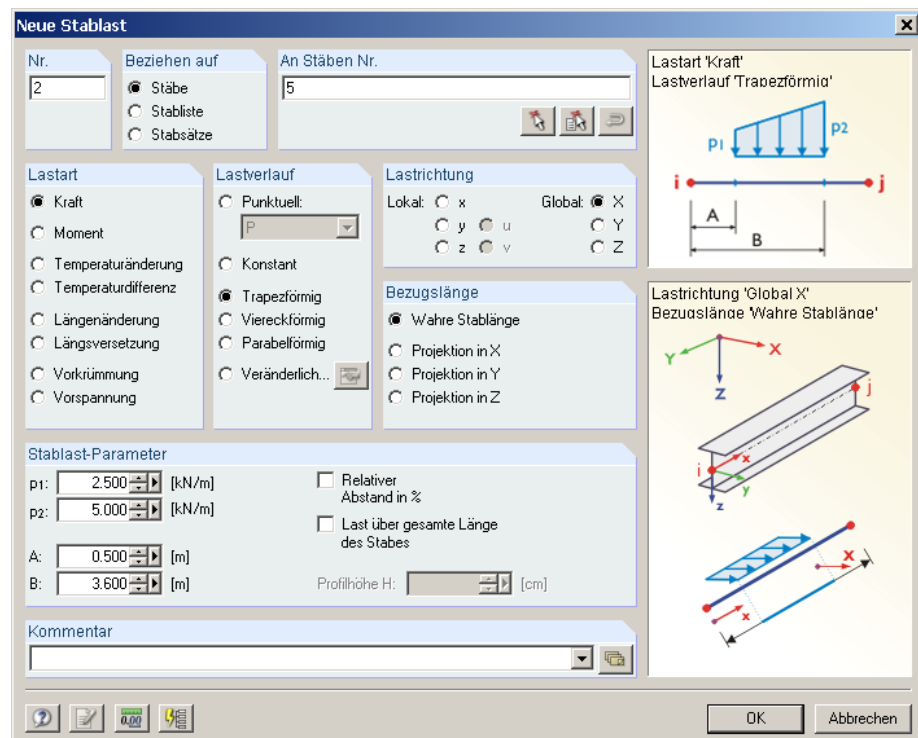
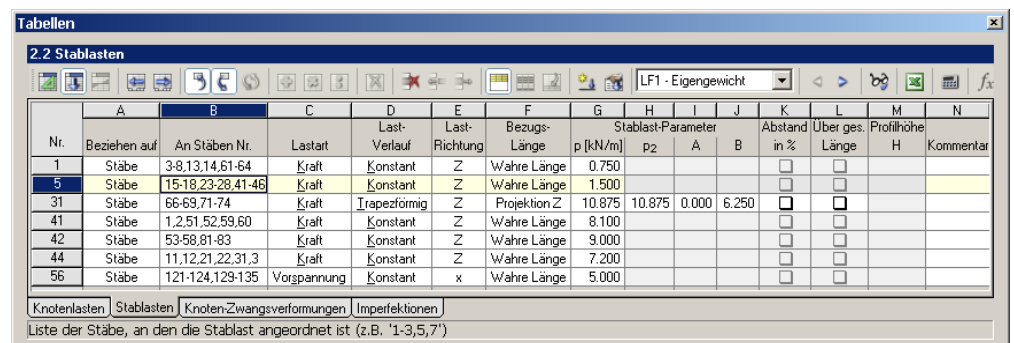


Bild 7.7: Dialog *Neue Stablast*



Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Lastart	Last-Verlauf	Last-Richtung	Bezugs-Länge	p [kN/m]	Stablast-Parameter	Abstand in %	Über ges. Länge	Profilhöhe H	Kommentar
1	Stäbe	3-8,13,14,61-64	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	0.750					
5	Stäbe	15-18,23-28,41-46	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	1.500					
31	Stäbe	66-69,71-74	Kraft	Trapezförmig	Z	Projektion Z	10.875	10.875	0.000	6.250		
41	Stäbe	1,2,51,52,59,60	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	8.100					
42	Stäbe	53-58,81-83	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	9.000					
44	Stäbe	11,12,21,22,31,3	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	7.200					
56	Stäbe	121-124,129-135	Vorgpannung	Konstant	x	Wahre Länge	5.000					

Knotenlasten | Stablasten | Knoten/Zwangsverformungen | Imperfektionen

Liste der Stäbe, an den die Stablast angeordnet ist (z.B. "1-3,5,7")

Bild 7.8: Tabelle 2.2 *Stablasten*

Die Nummer der Stablast wird im Dialog *Neue Stablast* automatisch vergeben, kann dort aber jederzeit geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.



Beziehen auf

In einem Auswahlfeld kann festgelegt werden, auf welche Strukturelemente die Stablast wirken soll. Folgende Möglichkeiten stehen zur Auswahl:

Stäbe

Die Last wirkt auf einen Stab oder jeweils auf mehrere Stäbe.

Stabliste

Im Gegensatz zum Lastbezug auf jeden Einzelstab wirkt die Last auf die Gesamtheit der Stäbe, die in der Liste daneben festgelegt werden. Der Unterschied ist bei trapez-, viereck- oder parabelförmigen Stablasten bedeutsam. Die Lastparameter werden nicht auf jeden einzelnen Stab angesetzt, sondern auf die Stabliste als Ganzes (Gesamtlänge). Die Lastbilder einer trapezförmigen Stablast auf mehrere Einzelstäbe und auf eine Stabliste sind in Bild 7.9 gegenübergestellt.

Durch die Möglichkeit einer Stabliste braucht kein neuer Stabzug definiert werden, wenn man Lasten stabübergreifend aufbringen möchte. Zudem lässt sich in Tabelle 2.2 *Stablasten* der Lastbezug schnell auf Einzelstäbe umstellen.

Stabsätze

Die Last wirkt auf einen Stabsatz oder jeweils auf mehrere Stabsätze. Wie bei der oben beschriebenen Stabliste werden die Lastparameter auf die Gesamtheit der im Stabsatz enthaltenen Stäbe angesetzt.

Stabsätze untergliedern sich in Stabzüge und Stabgruppen (siehe Kapitel 5.11, Seite 131). Während Stabsatzlasten uneingeschränkt auf Stabzüge aufgebracht werden können, ist bei Stabgruppen Vorsicht geboten: Bei trapez-, viereck- oder parabelförmigen Lasten wäre der Bezug auf eine Stabgruppe problematisch.

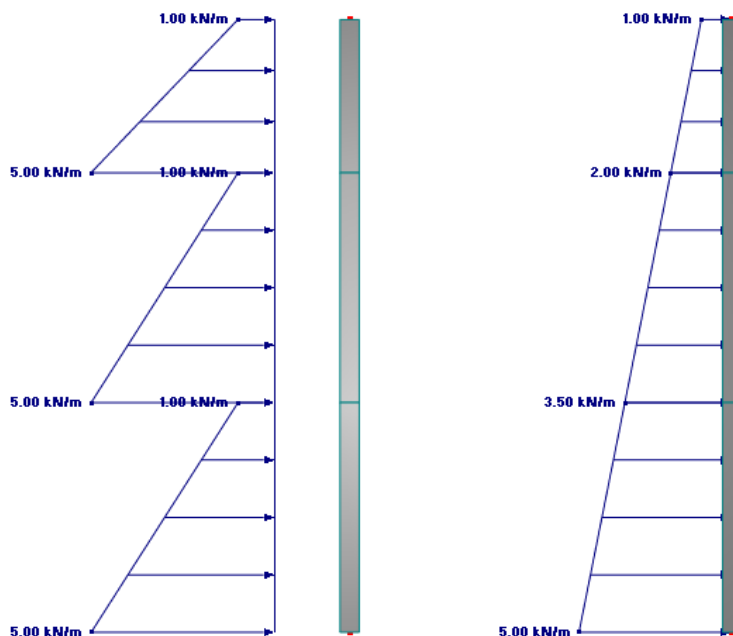


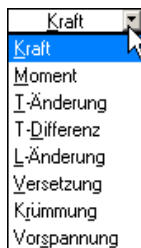
Bild 7.9: Trapezlast mit Bezug auf Stäbe (links) und mit Bezug auf Stabliste (rechts)

An Stäben Nr.

In diesem Eingabefeld wird eine Liste der Stäbe bzw. Stabsätze angegeben, an denen die Last wirken soll. Im Dialog *Neue Stablast* kann die Auswahl grafisch über [Pick] erfolgen.

Wenn Sie die grafische Eingabe gewählt haben, geben Sie zunächst alle Daten zur Last ein und klicken nach [OK] die relevanten Stäbe oder Stabsätze nacheinander in der Grafik an.





Bei Trapez-, Parabel- oder veränderlichen Lasten mit Lastbezug auf eine Stabliste lassen sich die Stabnummern über die Dialog-Schaltfläche [Reihenfolge umkehren] passend anordnen.

Lastart

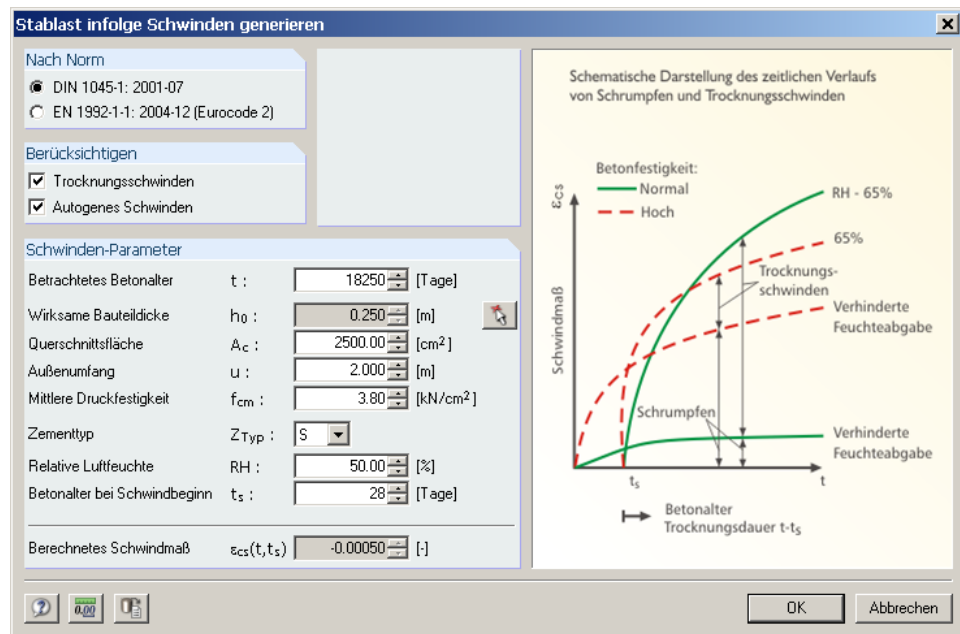
In diesem Abschnitt wird festgelegt, um welchen Einwirkungstyp es sich handelt. Je nach Auswahl werden bestimmte Bereiche des Dialoges bzw. Spalten der Tabelle deaktiviert. Es stehen folgende Lastarten zur Auswahl:

Lastart	Kurzbeschreibung
Kraft	Einzel-, Strecken-, Trapez-, Viereck-, Parabel- oder veränderliche Last
Moment	Einzel-, Strecken-, Trapez-, Viereck- oder Parabelmoment
Temperaturänderung	Gleichmäßig über dem Stabquerschnitt verteilte Temperaturlast Über die Stablänge kann die Last konstant, trapez-, viereck- oder parabelförmig angesetzt werden. Ein positiver Lastwert bedeutet, dass sich der Stab erwärmt.
Temperaturdifferenz	Temperaturunterschied zwischen Staboberseite und Stabunterseite Die Höhe des Stabes wird im Eingabefeld <i>Profilhöhe H</i> festgelegt. Ein positiver Lastwert bedeutet, dass sich die Oberseite erwärmt.
Längenänderung	Zwangsdehnung oder -stauchung ε des Stabes Ein positiver Lastwert bedeutet, dass der Stab gedehnt wird. Eine Vorspannung ist also als Stabverkürzung negativ zu definieren. Das Schwindmaß lässt sich über die links dargestellte Schaltfläche ermitteln. Es wird ein Dialog aufgerufen, in dem die Parameter für Schrumpfen und Trocknungsschwinden definiert werden können (siehe Bild 7.10 auf der folgenden Seite mit Beschreibung).
Längsversetzung	Zwangsdehnung oder -stauchung Δl des Stabes
Vorkrümmung	Zwangskrümmung des Stabes
Vorspannung	Interne Vorspannkraft auf einen Stab Ein positiver Lastwert bedeutet, dass der Stab gedehnt wird.

Tabelle 7.1: Lastarten

Die Grafik im Dialog *Stablast* rechts oben hilft, die gewählte Lastart und auch die Wirkung der Vorzeichen von Kräften und Dehnungen zu veranschaulichen.


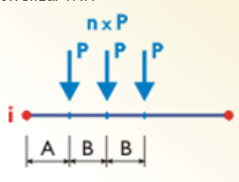
Die Parameter für Stablasten infolge Schwinden können in einem separaten Dialog festgelegt werden (siehe folgendes Bild 7.10). Hieraus wird das Schwindmaß bestimmt, das nach [OK] als Längenänderung ε in den Ausgangsdialog übernommen wird.

Bild 7.10: Dialog *Stab infolge Schwinden generieren*

Schwinden als zeitabhängige Volumenänderung ohne äußere Last- oder Temperatureinwirkung äußert sich in den Erscheinungsformen Trocknungsschwinden, autogenes Schwinden, plastisches Schwinden und Karbonatisierungsschwinden. Aus den wesentlichen Einflussgrößen des Schwindprozesses (relative Luftfeuchte RH , wirksame Bauteildicke h , Betonfestigkeit f_{cm} , Zementtyp Z_{Typ} , Betonalter bei Schwindbeginn t_s) wird das Schwindmaß $\varepsilon_{cs}(t, t_s)$ zum betrachteten Zeitpunkt t ermittelt.

Lastverlauf

Im Abschnitt *Lastverlauf* stehen diverse Anordnungsmöglichkeiten der Lasten zur Verfügung. Auch hier ist die Grafik der Laststellungen rechts im Dialog *Stablast* nützlich.

Lastverlauf	Diagramm	Beschreibung
Punktuell P	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Punktuell' 	Einzellast, Einzelmoment Als <i>Stablast-Parameter</i> werden die Größe der Einzellast bzw. des Einzelmoments und der Abstand des Lastangriffspunktes vom Stabanfang festgelegt.
Punktuell n x P	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'n x P' 	Mehrfach-Einzellasten bzw. -momente Die Liste enthält mehrere Anordnungsmöglichkeiten für Lastpaare oder Mehrfach-Einzellasten wie beispielsweise Achslasten. Die links dargestellte Option ist für gleich große Einzelkräfte geeignet, die in einem konstanten Abstand zueinander wirken. Als <i>Stablast-Parameter</i> werden die Größe der Einzellast, der Abstand der ersten Last vom Stabanfang und der Abstand der Lasten untereinander festgelegt.

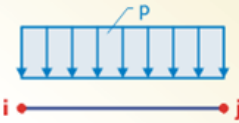
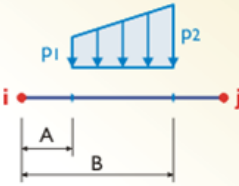
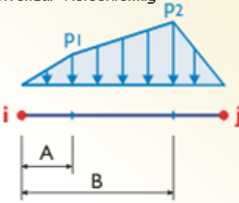
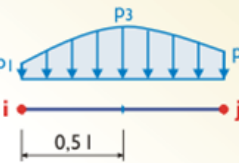
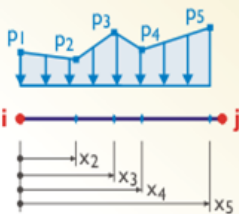
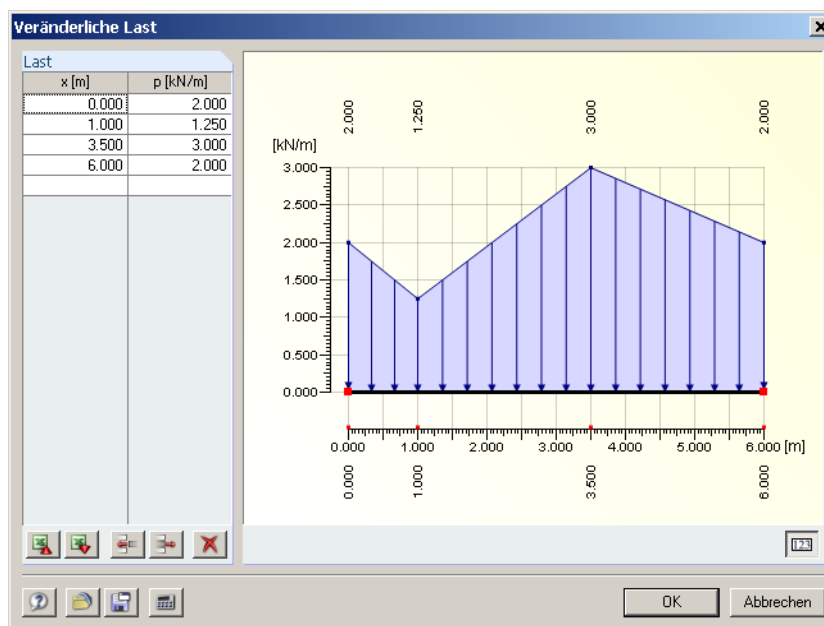
Konstant	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Konstant' 	Gleichstreckenlast, Gleichstreckenmoment Im Abschnitt <i>Stablast-Parameter</i> wird die Größe der gleichförmigen Streckenlast bzw. des gleichförmigen Streckenmoments eingetragen.
Trapezförmig	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Trapezförmig' 	Trapezlast, Trapezmoment Für einen linear veränderlichen Lastverlauf werden als <i>Stablast-Parameter</i> die beiden Lastgrößen und Abstände gemäß nebenstehender Grafik festgelegt. Auch Dreieckslasten können erzeugt werden, indem man eine Lastgröße zu Null setzt. Die Abstände können auch relativ zur Stablänge angegeben werden, sobald das Kontrollfeld <i>Abstand in %</i> aktiviert ist.
Viereckförmig	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Viereckförmig' 	Dreieck-Trapezlast, Dreieck-Trapezmoment Für einen abschnittsweise linear veränderlichen Lastverlauf werden die Lastgrößen und Abstände als <i>Stablast-Parameter</i> gemäß nebenstehender Grafik festgelegt.
Parabelförmig	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Parabelförmig' 	Parabellast, Parabelmoment Die Last wirkt parabelförmig auf den gesamten Stab. Als <i>Stablast-Parameter</i> werden die Lastgrößen am Stabanfang und Stabende sowie in Stabmitte eingetragen.
Veränderlich	Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Veränderlich' 	Veränderliche Streckenlast Es öffnet sich der im Bild 7.11 dargestellte Dialog, in dem die Parameter des Lastverlaufs eingetragen oder importiert werden können.

Tabelle 7.2: Lastverläufe



Bild 7.11: Dialog *Veränderliche Last*

Es können die Stellen x am Stab mit den zugeordneten Lastordinaten p frei definiert werden. Dabei ist lediglich auf eine aufsteigende Anordnung der x -Stellen zu achten. Die interaktive Grafik ermöglicht eine unmittelbare Kontrolle aller Eingaben.

Die Schaltflächen in diesem Dialog sind mit folgenden Funktionen belegt:






Schaltfläche	Funktion
	Exportieren der Tabelle nach MS Excel
	Importieren einer Tabelle von MS Excel
	Einfügen einer Leerzeile oberhalb des Cursors
	Löschen der aktuellen Zeile
	Löschen aller Eingaben

Tabelle 7.3: Schaltflächen im Dialog *Veränderliche Last*

ZL
x - Lokal in x (1)
y - Lokal in y (2)
z - Lokal in z (3)
XL - Global in X auf wahre Länge
YL - Global in Y auf wahre Länge
ZL - Global in Z auf wahre Länge
XP - Global in X auf projizierte Länge
YP - Global in Y auf projizierte Länge
ZP - Global in Z auf projizierte Länge

Lastrichtung

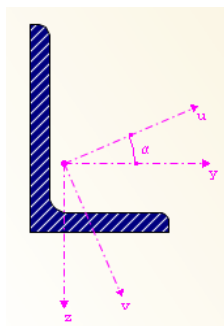
Die Last kann in Richtung der globalen Achsen X, Y, Z oder der lokalen Stabachsen x, y, z bzw. u, v (vgl. Kapitel 5.3, Seite 88) wirksam sein. Für die Berechnung spielt es keine Rolle, ob eine Last lokal oder gleichwertig global definiert wird.

Falls der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert wurde, sind nicht alle sechs Lastrichtungen zugänglich.

Lokal

Die Orientierung der Stabachsen ist im Kapitel 5.7, Abschnitt *Stabdrehung* beschrieben. Grundsätzlich stellt die lokale Achse x die Stablängsachse dar. Bei symmetrischen Profilen repräsentiert die Achse y die so genannte „starke“ Achse, die Achse z dementsprechend die „schwache“ Achse des Stabquerschnitts. Bei unsymmetrischen Profilen können die Lasten wahlweise auf die Hauptachsen u und v des Querschnitts oder die Standard-Eingabeachsen y und z bezogen werden.

Beispiele für lokal definierte Lasten sind Windlasten auf Dachkonstruktionen, Temperaturlasten oder Vorspannungen.



Global

Wirkt die Last in Richtung einer Achse des globalen XYZ-Koordinatensystems, braucht man sich um die Orientierung der lokalen Stabachsen nicht kümmern.

Beispiele für global definierte Lasten sind Aufbau- oder Schneelasten auf Dachkonstruktionen und Windlasten auf Wand- oder Giebelstützen.

Wenn die Last im globalen Achsensystem definiert ist und nicht rechtwinklig zum Stab verläuft, kann die Wirkung der Last auf unterschiedliche Eintragslängen bezogen werden.

Bezogen auf wahre Stablänge

Der Lasteintrag wird auf die gesamte, wahre Stablänge bezogen. Bei lokal definierten Lasten ist nur diese Option zugänglich.

Bezogen auf projizierte Stablänge in X / Y / Z

Die Eintragslänge der Last wird auf die Projektion des Stabes in eine der Richtungen des globalen Koordinatensystems umgerechnet. Ein Anwendungsfall ist beispielsweise die Schneelast auf die projizierte Grundrissfläche eines Daches.

Stablast-Parameter

In diesem Abschnitt bzw. diesen Spalten werden die Lastgrößen und eventuell zusätzliche Parameter angegeben. Die Eingabefelder sind je nach den vorher aktivierten Auswahlfeldern zugänglich und entsprechend beschriftet.

Last p_1 / p_2

Hier werden die Lastgrößen eingetragen. Die Vorzeichen orientieren sich an den globalen bzw. lokalen Achsenrichtungen. Bei Vorspannungen, Temperatur- und Längenänderungen bedeutet ein positiver Lastwert, dass der Stab gedehnt wird und eine Längung erfährt.

Bei einer trapez-, viereck- oder parabelförmigen Last sind mehrere Lastwerte einzutragen. Die Grafik im Dialog *Stablast* rechts oben veranschaulicht die Lastparameter.

Abstand A / B

Bei punktuellen Lasten und Trapezlasten können in diesen Eingabefeldern die Abstände vom Stabanfang festgelegt werden. Ist das rechts davon befindliche Kontrollfeld *Abstand in %* aktiviert, können die Abstände auch relativ zur Stablänge angegeben werden.

Auch hier ist die Grafik im Dialog *Stablast* rechts oben hilfreich.

Abstand in %

Ist dieses Kontrollfeld aktiviert, können die Abstände von Einzel- oder Trapezlasten relativ zur Stablänge definiert werden. Anderenfalls stellen die Angaben in oben beschriebenen Eingabefeldern *Abstand* absolute Strecken dar.

Über gesamte Länge

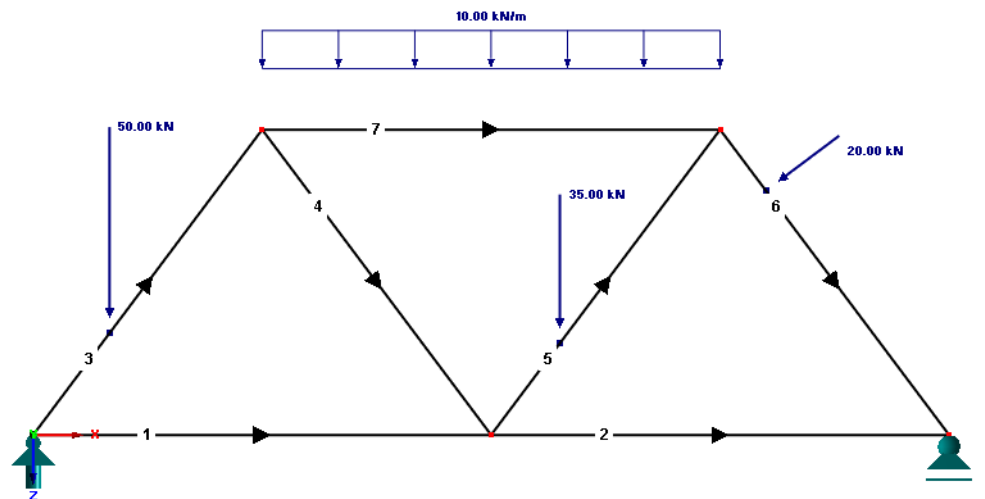
Dieses Kontrollfeld kann nur bei trapezförmigen Lasten aktiviert werden. In diesem Fall wird die linear veränderliche Last von Stab-/Stabsatzanfang bis Stab-/Stabsatzende angeordnet. Die Eingabefelder *Stablast-Parameter A / B* werden bedeutungslos und sind deshalb unzugänglich.

Profilhöhe

Die Höhe des Querschnitts ist für die Lastart *Temperaturdifferenz* von Bedeutung. In diesem Eingabefeld wird die wirksame Höhe des Profils festgelegt.

Beispiel zur Eingabe von Stablasten

Ein kleines Beispiel soll die Eingabe von Stablasten an einem Fachwerk verdeutlichen. Wie man sieht, brauchen die Stäbe nicht durch Zwischenknoten geteilt werden, um Einzellasten ansetzen zu können.



Tabellen										
2.2 Stablasten										
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Lastart	Last-Verlauf	Last-Richtung	Bezugs-Länge	P [kN]	Stablast-Parameter p ₂ [kN]	A [m]	B
1	Stäbe	7	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	10.000			
2	Stäbe	3	Kraft	Punktuell	Z	Projektion Z	50.000		1.000	
3	Stäbe	6	Kraft	Punktuell	z	Wahre Länge	20.000		1.000	
4	Stäbe	5	Kraft	Punktuell	Z	Wahre Länge	35.000		1.500	
5										

Bild 7.12: Fachwerk mit Streckenlast am Obergurt und Einzellasten an den Diagonalen

7.3 Knoten-Zwangsverformungen

Allgemeine Beschreibung

Eine Knoten-Zwangsverformung ist die Verschiebung eines gelagerten Knotens, wie sie beispielsweise bei einer Stützensenkung auftritt.

Zwangsverformungen können nur an Knoten angesetzt werden, die in Richtung der Verschiebung eine feste Stützung aufweisen.

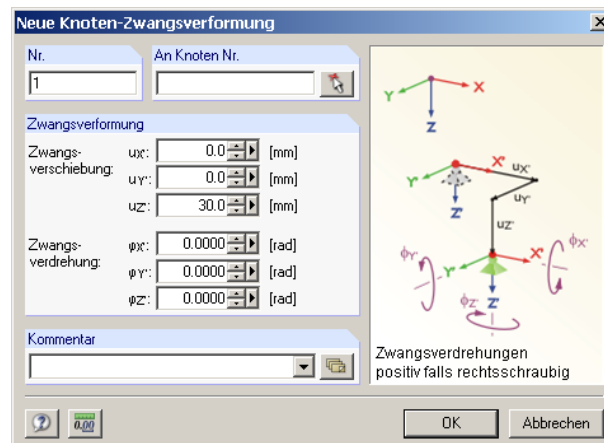
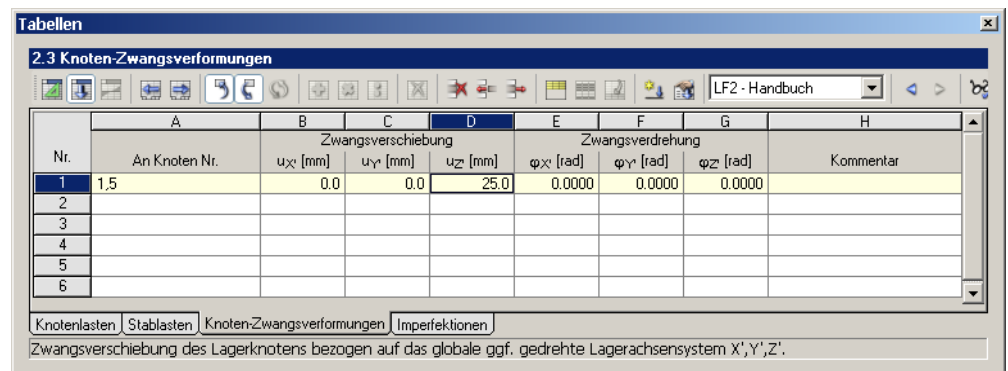


Bild 7.13: Dialog *Neue Knoten-Zwangsverformung*



2.3 Knoten-Zwangsverformungen								
Nr.	An Knoten Nr.	Zwangsverschiebung			Zwangsverdrehung			Kommentar
		u_x [mm]	u_y [mm]	u_z [mm]	ϕ_x [rad]	ϕ_y [rad]	ϕ_z [rad]	
1	1,5	0,0	0,0	25,0	0,0000	0,0000	0,0000	
2								
3								
4								
5								
6								

Bild 7.14: Tabelle 2.3 *Knoten-Zwangsverformungen*

Die Nummer der Last wird im Dialog *Neue Knoten-Zwangsverformung* automatisch vergeben, kann dort aber geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.

An Knoten Nr.

In diesem Eingabefeld wird eine Liste derjenigen Knoten angegeben, an denen die Zwangsverformung wirken soll. Im Dialog *Neue Knoten-Zwangsverformung* kann die Auswahl auch grafisch über [Pick] erfolgen.

Wenn Sie die grafische Eingabe gewählt haben, ist zunächst die Verformung einzugeben. Nach [OK] können Sie die relevanten Knoten nacheinander in der Grafik anklicken.

Zwangsverschiebung u_x / u_y / u_z

Zwangsverschiebungen sind auf das Koordinatensystem des Knotenlagers bezogen. Bei einem gedrehten Knotenlager wirkt die Zwangsverschiebung somit in Richtung der gedrehten Achsen des Lagers. Falls die Verschiebung des gelagerten Knotens nicht parallel zu einer der Lagerachsen erfolgt, so müssen die X' -, Y' - und Z' -Komponenten ermittelt werden, die man dann in die entsprechenden Eingabefelder eintragen kann.

Wurde der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert, sind nicht alle drei Eingabefelder oder Spalten zugänglich.

Zwangsverdrehung $\varphi_{X'}$ / $\varphi_{Y'}$ / $\varphi_{Z'}$

Knotenverdrehungen sind ebenfalls auf das jeweilige Koordinatensystem des Knotenlagers bezogen. Eine schief wirkende Zwangsrotation erfordert deshalb auch eine Zerlegung in die X' -, Y' - und Z' -Anteile.

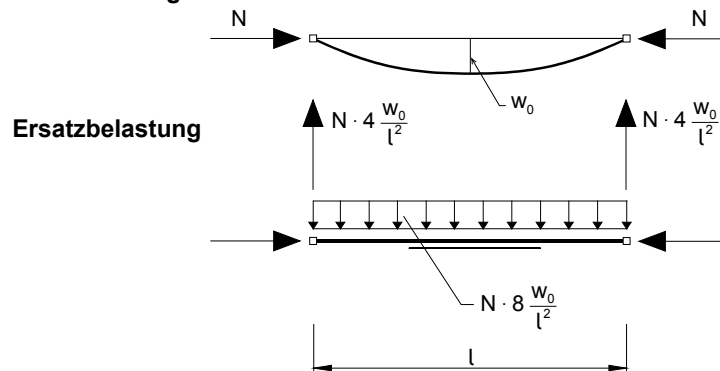
Eine positive Zwangsverdrehung wirkt rechtsschraubig um die jeweilige positive Lagerachse. Die kleine Grafik rechts im Dialog *Knoten-Zwangsverformung* ist hilfreich zur Definition der Vorzeichen.

7.4 Imperfektionen

Allgemeine Beschreibung

Imperfektionen bilden fertigungstechnische Abweichungen in der Strukturgeometrie und in den Materialeigenschaften ab. In DIN 18800 Teil 2 Abschnitt 2 ist der Ansatz von Imperfektionen als Vorkrümmungen (Durchbiegungen) und Vorverdrehungen (Schiefstellungen) geregelt. Dabei werden die Imperfektionen durch gleichwertige Ersatzlasten berücksichtigt.

Vorkrümmung



Schiefstellung

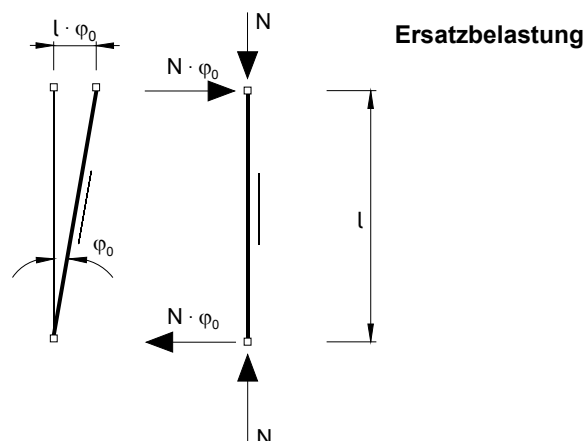


Bild 7.15: Ersatzbelastungen nach DIN 18800 Teil 2 Abschnitt 2

RSTAB erfasst auch die Ersatzbelastungen, wenn nach Theorie I. Ordnung gerechnet wird. Dabei ist allerdings zu beachten, dass ein reiner Imperfektionslastfall keine Schnittgrößen liefert. Die Struktur muss zusätzlich einer „echten“ Belastung unterworfen sein, die im imperfekten Stab eine Normalkraft erzeugt.



Es empfiehlt sich, Belastungen und Imperfektionen in getrennten Lastfällen zu verwalten. Diese können dann in Lastfallgruppen in geeigneter Weise kombiniert werden.

Lastfälle mit reinen Imperfektionslasten sollten zudem bei den Lastfall-Basisangaben als **Lastfalltyp Imperfektion** klassifiziert werden (vgl. Bild 3.33, Seite 34), um Fehlermeldungen bei der Plausibilitätskontrolle vorzubeugen.

Die Ersatzimperfektionen sind affin zum niedrigsten Knickeigenwert in ungünstigster Richtung anzusetzen.

Eine weitere Möglichkeit für den Ansatz von Imperfektionen besteht über das Zusatzmodul **RSIMP**. Dort lassen sich Imperfektionen automatisch erzeugen oder alternativ vorverformte Ersatzstrukturen generieren.

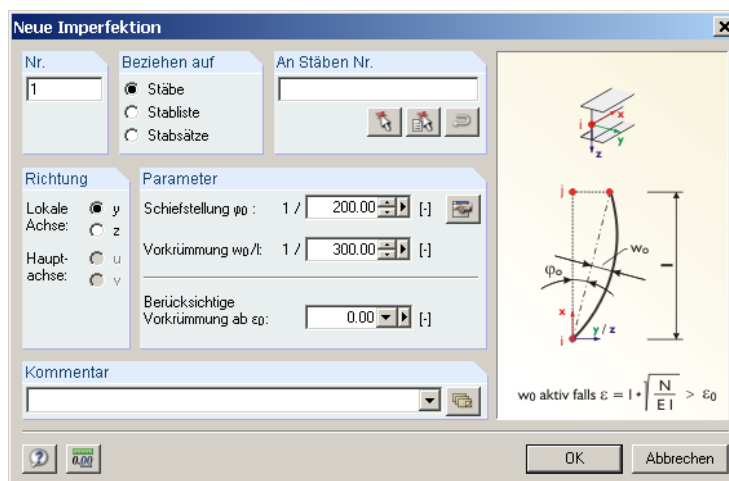
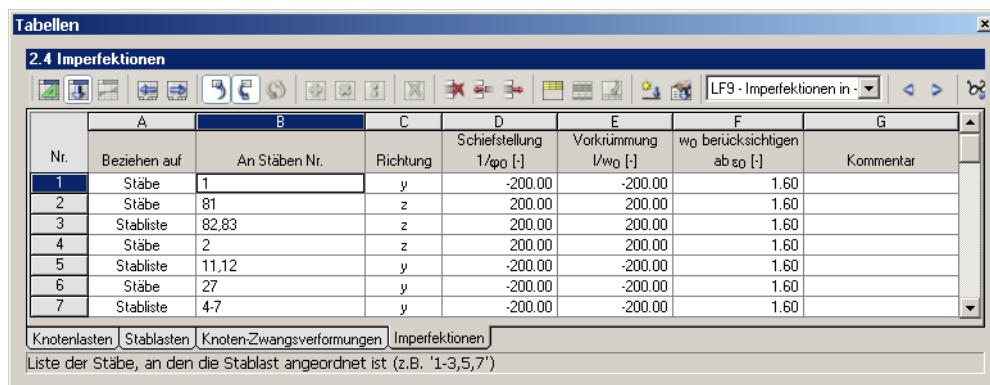


Bild 7.16: Dialog *Neue Imperfektion*



Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Richtung	Schiefstellung $1/\varphi_0$ [-]	Vorkrümmung l/w_0 [-]	w_0 berücksichtigen ab ε_0 [-]	Kommentar
1	Stäbe	1	y	-200.00	-200.00	1.60	
2	Stäbe	81	z	200.00	200.00	1.60	
3	Stabliste	82.83	z	200.00	200.00	1.60	
4	Stäbe	2	z	200.00	200.00	1.60	
5	Stabliste	11.12	y	-200.00	-200.00	1.60	
6	Stäbe	27	y	-200.00	-200.00	1.60	
7	Stabliste	4-7	y	-200.00	-200.00	1.60	

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen

Liste der Stäbe, an den die Stablast angeordnet ist (z.B. '1-3,5,7')

Bild 7.17: Tabelle 2.4 *Imperfektionen*

Die Nummer der Imperfektion wird im Dialog *Neue Imperfektion* automatisch vergeben, kann aber jederzeit geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.

Beziehen auf

In einem Auswahlfeld kann man festlegen, auf welche Strukturelemente die Imperfektion wirken soll. Folgende Möglichkeiten stehen zur Auswahl:

Stäbe

Die Imperfektion wirkt auf einen Stab oder jeweils auf mehrere Stäbe.

Stabliste

Im Gegensatz zum Bezug auf jeden Einzelstab wirkt die Imperfektion auf die Gesamtheit der Stäbe, die in der Liste rechts festgelegt werden. Damit werden die Vorverformungen

und Schiefstellungen auf die Gesamtlänge der in der Liste angegebenen Stäbe bezogen. Die unterschiedliche Wirkung ist im Bild 7.18 dargestellt.

Durch die Möglichkeit einer Stabliste braucht kein neuer Stabzug definiert werden, um Imperfektionen stabübergreifend aufzubringen. Zudem ist so eine schnelle Änderung der Wirkung auf Einzelstäbe möglich.

Stabsätze

Die Last wirkt auf einen Stabsatz oder jeweils auf mehrere Stabsätze. Wie bei der oben beschriebenen Stabliste werden die Lastparameter auf die Gesamtheit der im Stabsatz enthaltenen Stäbe angesetzt.

Stabsätze untergliedern sich in Stabzüge und Stabgruppen (siehe Kapitel 5.11, Seite 131). Während Stabsatzlasten uneingeschränkt auf Stabzüge aufgebracht werden können, sind sie für Stabgruppen nicht verwendbar.

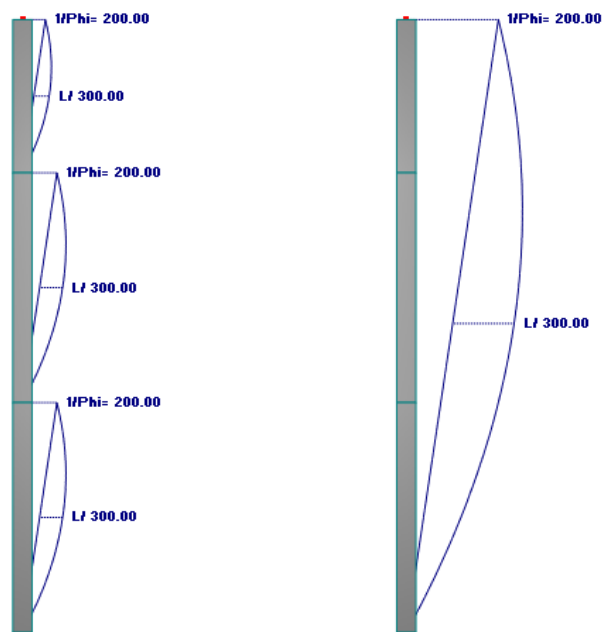


Bild 7.18: Imperfektion mit Bezug auf Stäbe (links) und mit Bezug auf Stabliste (rechts)

An Stäben Nr. / An Stabsätzen Nr.



In diesem Eingabefeld wird eine Liste der Stäbe bzw. Stabsätze angegeben, an denen die Imperfektion wirken soll. Im Dialog *Neue Imperfektion* kann die Auswahl auch grafisch über [Pick] erfolgen.



Wenn Sie die grafische Eingabe gewählt haben, sind zunächst alle Daten zur Imperfektion einzugeben. Nach [OK] können Sie die relevanten Stäbe oder Stabsätze dann nacheinander in der Grafik anklicken.



Bei Imperfektionen mit Bezug auf eine Stabliste können die Stabnummern über die Schaltfläche [Reihenfolge umkehren] im Dialog passend sortiert werden, um die Schiefstellung für die Grafikanzeige umzukehren. Für die Berechnung ist die Sortierung wegen der identischen Ersatzlasten irrelevant.

Richtung

Die Imperfektion kann nur in Richtung der lokalen Stabachsen y oder z aufgebracht werden. Bei unsymmetrischen Querschnitten stehen zusätzlich die Hauptachsen u und v zur Auswahl (vgl. Kapitel 5.3, Seite 88). Global wirkende Schiefstellungen oder Vorkrümmungen sind nicht möglich.

Die Orientierung der Stabachsen ist im Kapitel 5.7, Abschnitt *Stabdrehung* beschrieben. Grundsätzlich stellt die Achse y die so genannte „starke“ Achse dar, die Achse z dementsprechend die „schwache“ Achse des Stabquerschnitts.

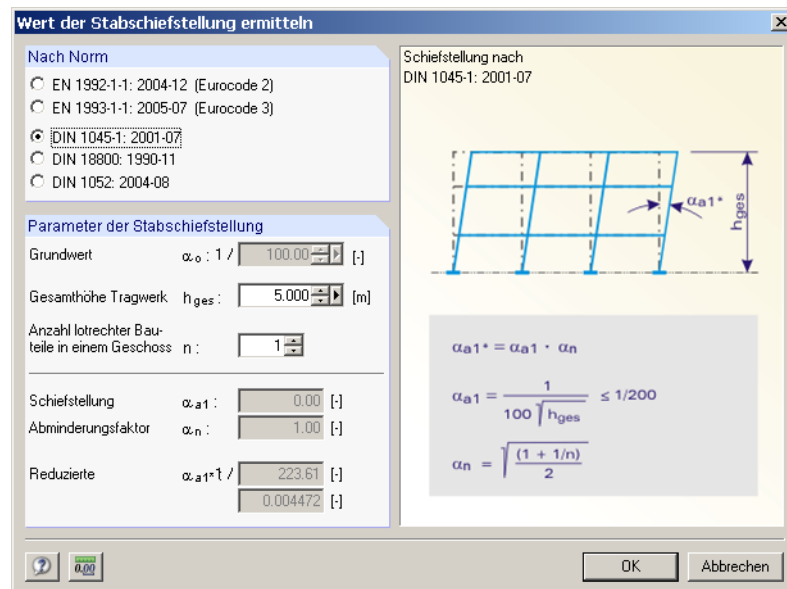
Falls der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert wurde, ist nur die Richtung z zugänglich.

Schiefstellung $1/\varphi_0$

φ_0 gibt das Maß der Schiefstellung an, vgl. DIN 18800 Teil 2 El. (205). In dieses Eingabefeld bzw. diese Spalte ist der Kehrwert von φ_0 einzutragen.



Im Dialog wird neben dem Eingabefeld die Schaltfläche [Neigung berechnen] angeboten, die eine Ermittlung der Imperfektionswerte nach verschiedenen Normen ermöglicht. Es wird folgender Dialog aufgerufen:



Wert der Stabschiefstellung ermitteln

Nach Norm

- ☐ EN 1992-1-1: 2004-12 (Eurocode 2)
- ☐ EN 1993-1-1: 2005-07 (Eurocode 3)
- ☒ DIN 1045-1: 2001-07
- ☐ DIN 18800: 1990-11
- ☐ DIN 1052: 2004-08

Parameter der Stabschiefstellung

Grundwert α_0 : 1 / 100.00 [-]

Gesamthöhe Tragwerk h_{ges} : 5.000 [m]

Anzahl lotrechter Bauteile in einem Geschoss n : 1

Schiefe α_{a1} : 0.00 [-]

Abminderungsfaktor α_n : 1.00 [-]

Reduzierte α_{a1*} : 223.61 [-]

Reduzierte α_{a1*} : 0.004472 [-]

Schiefe nach DIN 1045-1: 2001-07

$\alpha_{a1*} = \alpha_{a1} \cdot \alpha_n$

$\alpha_{a1} = \frac{1}{100 \sqrt{h_{ges}}} \leq 1/200$

$\alpha_n = \sqrt{\frac{(1 + 1/n)}{2}}$

OK Abbrechen

Bild 7.19: Dialog Wert der Stabschiefstellung ermitteln

Die Auswahl im Abschnitt *Nach Norm* steuert die Eingabefelder, die unterhalb im Abschnitt *Parameter der Stabschiefstellung* angezeigt werden. Aus den dort getroffenen Vorgaben werden die Abminderungsfaktoren und Schiefstellungen normkonform ermittelt. Die Schiefstellungen werden dann mit [OK] in den Ausgangsdialog übernommen.

Vorkrümmung $1/w_0$

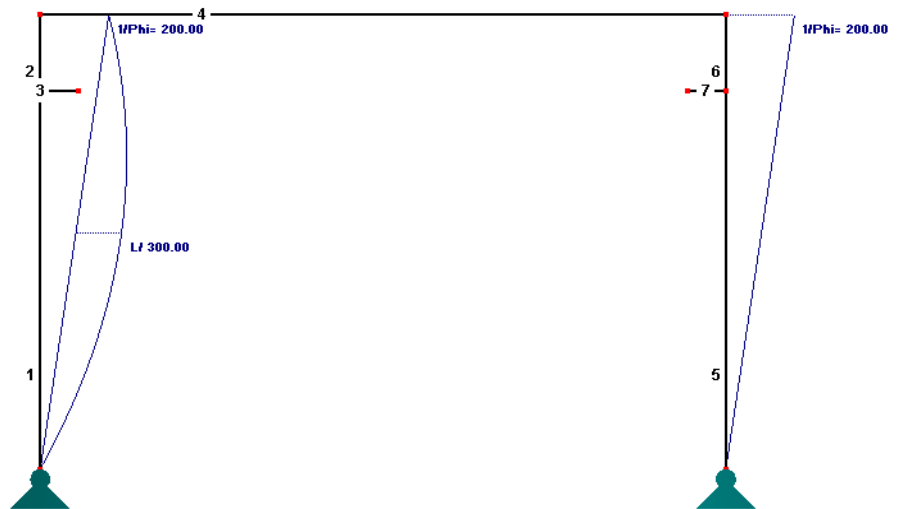
Die Vorkrümmung w_0 legt das Maß der Durchbiegung fest, die je nach Norm anzusetzen ist (z. B. DIN 18800 Teil 2 El. (204) oder EN 1993-1-1: 2005 Abschnitt 5.3). Die Vorkrümmung ist abhängig von der Knickspannungslinie des Profils und wird auf die Stablänge l bezogen eingegeben.

w_0 berücksichtigen ab ε_0

Eine Vorkrümmung wird nur dann berücksichtigt, wenn die Stabkennzahl ε größer ist als der hier festgelegte Wert. DIN 18800 Teil 2 El. (207) gibt für die meisten Fälle $\varepsilon > 1.6$ vor, ab der die Vorkrümmung zusätzlich zur Schiefstellung berücksichtigt werden muss.

Beispiele für Imperfektionen

- Die linke Stütze ist mit einer Schiefstellung und einer Vorkrümmung, die rechte nur mit einer Schiefstellung versehen.



Tabellen

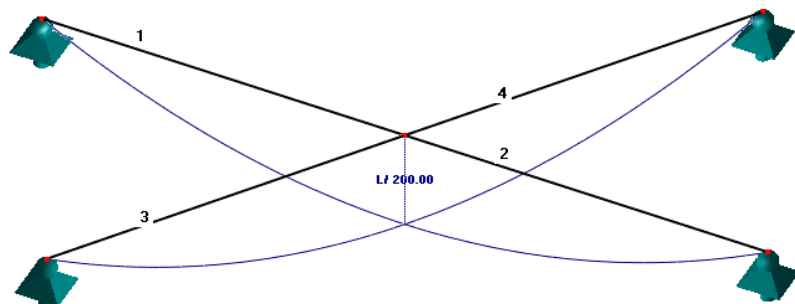
2.4 Imperfektionen

Nr.	A	B	C	D	E	F	G
	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Richtung	Schiefstellung $1/\varphi_0$ [-]	Vorkrümmung l/w_0 [-]	w_0 berücksichtigen ab z_0 [-]	Kommentar
1	Stabliste	1,2	z	200.00	300.00	0.00	
2	Stabliste	5,6	z	200.00	0.00	0.00	
3							

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen

Bild 7.20: Ebener Rahmen mit Schiefstellungen und Vorkrümmung

- Am Kreuzungsknoten von vier Stäben wird eine Vorkrümmung von $l/200$ angesetzt.



Tabellen

2.4 Imperfektionen

Nr.	A	B	C	D	E	F	G
	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Richtung	Schiefstellung $1/\varphi_0$ [-]	Vorkrümmung l/w_0 [-]	w_0 berücksichtigen ab z_0 [-]	Kommentar
1	Stabliste	1,2	z	0.00	200.00	0.00	
2	Stabliste	3,4	z	0.00	200.00	0.00	
3							

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen

Bild 7.21: Kreuzende Stäbe mit Vorkrümmung

7.5 Generierte Lasten

RSTAB bietet eine Reihe von Generierern an, mit denen sich Belastungen komfortabel erzeugen lassen (siehe Kapitel 11.5.2 ab Seite 318). Die generierten Lasten werden dabei den geeigneten Belastungstabellen bzw. Navigatoreinträgen zugewiesen. Im *Daten-Navigator* erscheint in diesen Fällen der zusätzliche Eintrag *Generierte Lasten*.

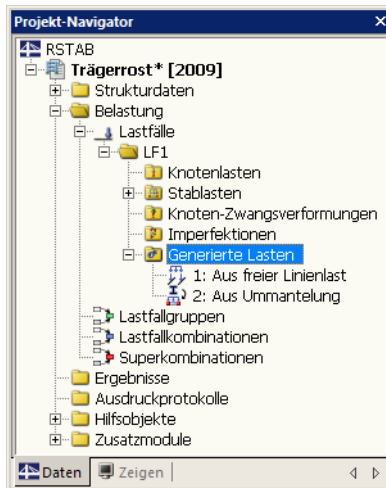


Bild 7.22: Daten-Navigator für *Generierte Lasten*

Über diesen Eintrag sind die ursprünglichen Generiererdialoge als spezifische Belastungsobjekte für Änderungen zugänglich. Per Doppelklick auf einen Eintrag wird der Ausgangsdialog aufgerufen, in dem dann die Parameter modifiziert werden können.

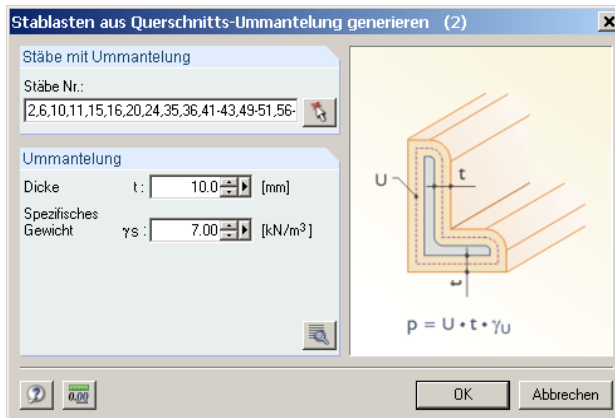


Bild 7.23: Anpassungen im Dialog *Stablasten aus Querschnittsummantelung generieren*



Kontextmenü generierter Lasten

Nach dem Schließen des Dialogs mit [OK] werden die Belastungen in RSTAB entsprechend angepasst. Über die Option *Generierte Lasten* ist somit die Lasteingabe jederzeit nachvollziehbar und auch für Änderungen zugänglich.

Über das Kontextmenü von generierten Lasten in der Grafik oder im *Daten-Navigator* ist es möglich, die Lasten in Stab- und Knotenlasten aufzutrennen (vgl. Kapitel 11.5.2, Seite 331).

8. Berechnung

8.1 Kontrolle der Eingabedaten

Vor der Berechnung ist es empfehlenswert, eine Überprüfung der Struktur- und Belastungsdaten sowie der Modellierung vorzunehmen. Dabei wird kontrolliert, ob die erforderlichen Angaben für die einzelnen Struktur- und Belastungselemente vollständig vorliegen, die Bezüge der Datensätze untereinander sinnvoll definiert sind und die Modellierung stimmig ist.

Festgestellte Eingabefehler lassen sich schnell korrigieren, da die Tabellenzeile mit dem vorliegenden Problem direkt aufgerufen werden kann (vgl. Bild 8.2).

8.1.1 Plausibilitätskontrolle

In RSTAB können sowohl die Struktur- als auch die Belastungsdaten auf die Stimmigkeit der Eingabe hin überprüft werden. Die Plausibilitätskontrolle wird aufgerufen über Menü

Extras → Plausibilität kontrollieren

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste. Es wird folgender Dialog geöffnet:

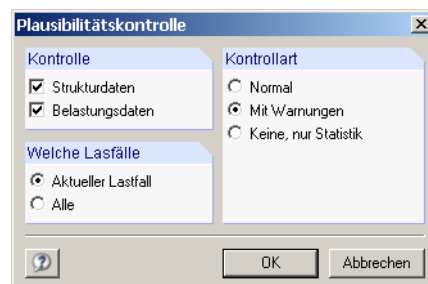


Bild 8.1: Dialog *Plausibilitätskontrolle*

In diesem Dialog wird festgelegt, welche Eingabedaten überprüft werden sollen.

Im Abschnitt *Kontrollart* stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl.

- **Normal**

Dies ist die Standardkontrolle, die die Vollständigkeit der Eingabeparameter und die korrekten Bezüge überprüft.

- **Mit Warnungen**

Hier wird eine ausführliche Kontrolle der Eingabedaten durchgeführt, die auch nach Knoten mit identischen Koordinaten oder Gelenken mit uneingeschränkten Freiheitsgraden sucht.

Bei einer Unstimmigkeit erscheint eine entsprechende Meldung mit genauen Angaben. Es besteht die Möglichkeit, die Kontrolle abzubrechen und das Problem zu bereinigen.

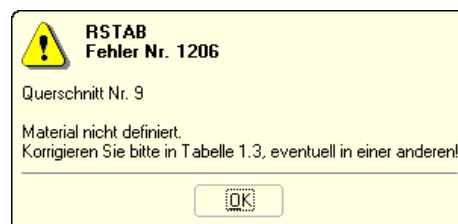


Bild 8.2: Plausibilitätskontrolle mit Warnungen

- **Keine, nur Statistik**

Mit dieser Funktion wird lediglich die Bilanz der Eingabedaten ermittelt, beispielsweise die Strukturabmessungen und das Gesamtgewicht sowie die Anzahl der definierten Knoten, Stäbe, Stablasten oder Imperfektionen etc.

Nach einer erfolgreichen Plausibilitätskontrolle erscheint die Bilanz der Eingabedaten.

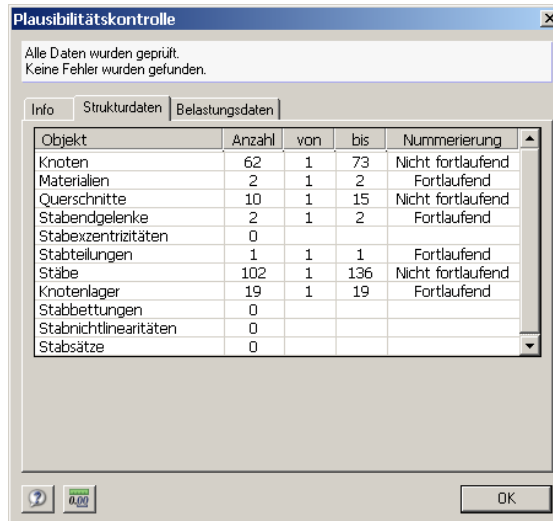


Bild 8.3: Ergebnis der Plausibilitätskontrolle, Register *Strukturdaten*

8.1.2 Modellkontrolle

Ergänzend zur oben beschriebenen allgemeinen Plausibilitätskontrolle kann mit der Modellkontrolle detailliert nach bestimmten Modellierungsfehlern gesucht werden. Über Menü

Extras → Modellkontrolle

sind vier Kontrolloptionen wählbar.

Identische Knoten

Es werden alle Knoten gefiltert, die gleiche Koordinaten aufweisen. Diese Knoten werden in Gruppen zusammengefasst aufgelistet.

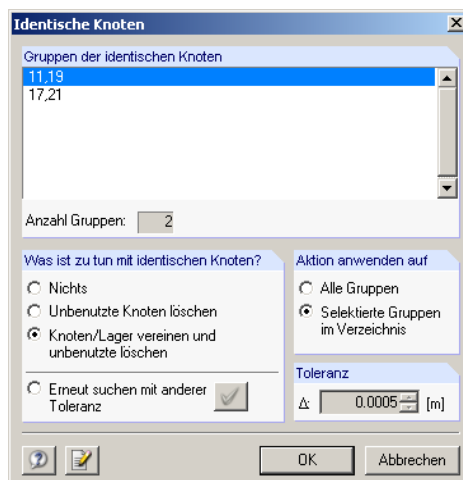


Bild 8.4: Ergebnis der Modellkontrolle hinsichtlich identischer Knoten

Im Abschnitt *Was ist zu tun mit identischen Knoten?* kann entschieden werden, wie mit den doppelten Knoten zu verfahren ist. Der Abschnitt *Aktion anwenden auf* steuert, ob sich die Maßnahme auf alle gelisteten Gruppen oder nur auf die selektierte Zeile erstrecken soll.

Der Abschnitt *Toleranz* ermöglicht eine Feinabstimmung des Bereichs, in dem die Koordinaten als identisch bewertet werden. Diese Funktion ist vor allem für importierte Strukturen aus CAD-Anwendungen nützlich, die oft sehr kurze Stäbe wegen nahe beieinander liegender Knoten aufweisen. Wenn man solche Knoten mit einer passenden Toleranz filtert und vereinigt, lassen sich numerische Probleme aufgrund sehr kurzer Stäbe vermeiden.

Überlappende Stäbe



Mit dieser Option werden alle Stäbe gefiltert, die in ihrer Länge ganz oder teilweise übereinander liegen.

Wird die Kontrolle fündig, werden diese Stäbe nach Gruppen geordnet aufgelistet. Nach [OK] wird die selektierte Gruppe in der Grafik gekennzeichnet und kann korrigiert werden.

Kreuzende, nicht verbundene Stäbe



Die Kontrolle sucht nach Stäben, die sich kreuzen, aber keinen gemeinsamen Knoten am Schnittpunkt aufweisen.

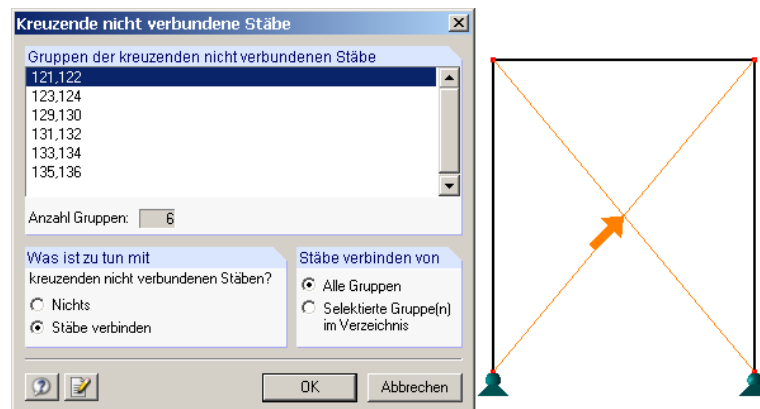


Bild 8.5: Ergebnis der Modellkontrolle hinsichtlich kreuzender Stäbe

Im Abschnitt *Gruppen der kreuzenden nicht verbundenen Stäbe* wird das Ergebnis der Kontrolle ausgewiesen. Die kreuzenden Stäbe sind gruppenweise gelistet, die selektierte Gruppe wird in der Grafik durch einen Pfeil markiert.

Im Abschnitt *Was ist zu tun* wird festgelegt, wie die kreuzenden Stäbe weiter zu behandeln sind. Die Option *Stäbe verbinden* ist geeignet, falls Übertragungsmöglichkeiten für Schnittgrößen bestehen, nicht jedoch z. B. für die üblichen Diagonalauskreuzungen mit Zugstäben.

Unabhängige Systeme



Diese Kontrolle sucht nach eventuell vorhandenen Teilsystemen, die keine Verbindung zueinander haben. Obwohl die Berechnung zwar kein zusammenhängendes Gesamtsystem erfordert, sind isolierte Modelle innerhalb einer Position nicht immer beabsichtigt.

Das jeweils in der Liste *Gruppen der unabhängigen Systeme* selektierte Teilsystem wird in der RSTAB-Hintergrundgrafik farblich gekennzeichnet. So können die Problemzonen lokalisiert werden, beispielsweise übereinander liegende Knoten oder Stäbe. Zur Bereinigung des Modells kann auch die Kontrolle auf *Identische Knoten* hilfreich sein (siehe oben).

8.1.3 Struktur regenerieren



RSTAB kann kleine Unstimmigkeiten im Modell automatisch bereinigen, die sich durch den Datenimport aus einem CAD-Programm oder im Verlauf der Modellierung ergeben haben. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Struktur regenerieren.

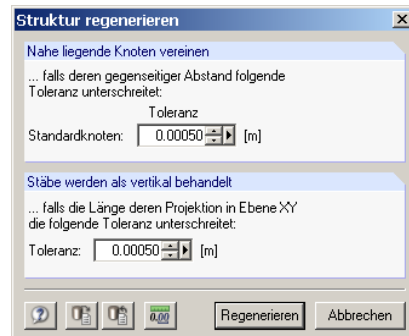


Bild 8.6: Dialog *Struktur regenerieren*

Im Abschnitt *Nahe liegende Knoten vereinen* wird eine Schranke für die Knotenabstände bestimmt. Wird diese *Toleranz* unterschritten, werden Knoten als identisch angesehen und zu einem einzigen Knoten zusammengefasst. Überflüssige Knoten werden gelöscht, was mit einer Umnummerierung verbunden ist.

Der Abschnitt *Stäbe werden als vertikal behandelt* regelt die Lage der lokalen Stabachsen. Bei Stäben in „vertikaler“ Lage unterscheiden sich die Achsenorientierungen grundlegend von Stäben in „allgemeiner“ (geneigter) Lage (siehe Kapitel 5.7, Seite 111). Für letztere lässt sich über die hier angebotene *Toleranz* eine vertikale Lage erzwingen. Damit wird das „Umspringen“ der Stabachsen unterbunden, was sich auch auf die Belastungseingabe und Schnittgrößenausgabe vorteilhaft auswirkt.

8.1.4 Unbenutzte Lasten löschen



Lasten können nur an Objekten definiert werden, die bereits in der Struktur existieren. Im Laufe der Modellierung kann es dazu führen, dass Stäbe oder Knoten aus dem System entfernt werden, denen gleichzeitig Lasten zugewiesen sind. Normalerweise werden deren Lasten automatisch mit gelöscht. Sollte die Plausibilitätskontrolle aber trotzdem einen Mangel entdecken, lassen sich Lasten an nicht mehr vorhandenen Objekten über Menü

Extras → Belastung löschen → Unbenutzte Lasten löschen

auf einfache Weise entfernen.

Im Menüeintrag *Belastung löschen* besteht zudem die Möglichkeit, die zu löschenden Lastobjekte gezielt auszuwählen.

8.2 Berechnungsparameter



Die Berechnungsparameter können jedem Lastfall, jeder Lastfallgruppe oder -kombination einzeln zugewiesen werden. Dies erfolgt im Register *Berechnungsparameter* des jeweiligen Lastfalls bzw. der jeweiligen Lastfallgruppe (siehe Bild 6.4, Seite 136).

Zudem besteht in einer Gesamtübersicht Zugriff auf die Berechnungsparameter sämtlicher Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen. Dieser Dialog wird aufgerufen über Menü

Berechnung → Berechnungsparameter

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

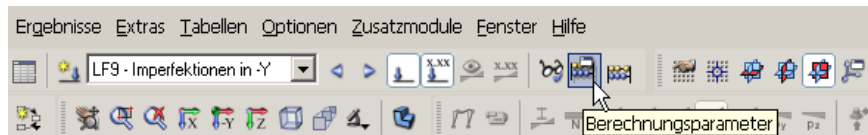


Bild 8.7: Schaltfläche [Berechnungsparameter]

Der Dialog ist in vier Register unterteilt. In den ersten drei Registern können die Parameter für jeden einzelnen Lastfall bzw. jede einzelne Lastfallgruppe oder -kombination eingestellt werden. Die gemeinsamen Parameter werden im vierten Register *Optionen* festgelegt.

8.2.1 Lastfälle

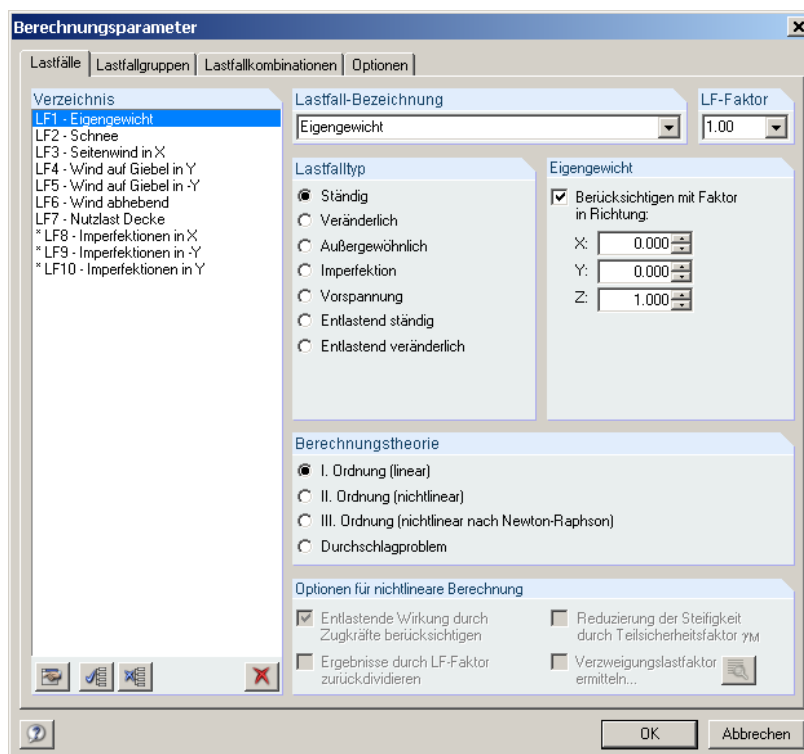


Bild 8.8: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Lastfälle*

Auf der linken Seite befindet sich im Abschnitt *Verzeichnis* eine Liste aller existierenden Lastfälle. Die Eigenschaften der in der Liste selektierten Lastfälle können in den rechts davon befindlichen Abschnitten bearbeitet werden. Wenn ein Lastfall mit einem Sternchen gekennzeichnet ist, so enthält dieser keine Lasten oder ausschließlich Imperfektionen.

Mithilfe der gedrückten [Strg]-Taste ist eine Mehrfachselektion in der Liste möglich.

Die unterhalb der Liste befindlichen Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:





	Die Basisangaben des selektierten Lastfalls können bearbeitet werden.
	Alle Lastfälle werden selektiert. Die Eigenschaften lassen sich einheitlich festlegen.
	Die Selektion in der Liste wird aufgehoben.
	Die selektierten Lastfälle werden gelöscht.

Tabelle 8.1: Schaltflächen im Register *Lastfälle*

Die Abschnitte *Lastfall-Bezeichnung*, *LF-Faktor*, *Lastfalltyp* und *Eigengewicht* sind im Kapitel 6.1 auf Seite 135 erläutert.

Berechnungstheorie

In diesem Abschnitt wird festgelegt, ob der Lastfall nach *Theorie I.*, *II.* oder *III. Ordnung* berechnet werden soll. Mit der Option *Durchschlagproblem* wird nach Theorie III. Ordnung die Stabilitätsanalyse im Hinblick auf das Durchschlagversagen der Gesamtstruktur geführt.



Die Voreinstellung für Lastfälle ist die lineare Berechnung nach Theorie I. Ordnung. Falls das Modell Seilstäbe enthält, wird Theorie III. Ordnung vorgeschlagen. Seilstäbe werden immer nach III. Ordnung berechnet, die übrigen Stäbe nach der gewählten Berechnungstheorie.

Falls keine Berechnung nach Theorie I. Ordnung erfolgt, so können im Abschnitt unterhalb *Optionen für nichtlineare Berechnung* weitere Einstellungen getroffen werden.

Optionen für nichtlineare Berechnung

Entlastende Wirkung durch Zugkräfte berücksichtigen

Zugkräfte haben auf ein vorverformtes System eine entlastende Wirkung. Dadurch wird die Vorverformung verringert und das System stabilisiert.

Es gibt unterschiedliche Auffassungen, wie die entlastend wirkenden Zugkräfte zu berücksichtigen sind. DIN 18800 und die Eurocodes enthalten Bestimmungen, nach denen entlastende Wirkungen mit einem geringeren Teilsicherheitsfaktor als belastende Wirkungen berücksichtigt werden müssen.

Stabweise variierende Teilsicherheitsfaktoren sind kaum mit vertretbarem Rechenaufwand zu realisieren. RSTAB bietet deshalb die Möglichkeit, Zugkräfte generell auf Null zu setzen. Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite. Wenn diese Möglichkeit genutzt werden soll, so muss das Häkchen aus dem Kontrollfeld entfernt werden.

Andererseits kann man argumentieren, dass in den Normen von Einwirkungen und nicht von inneren Kräften die Rede ist. Es wäre deshalb für die Einwirkung als Ganzes zu entscheiden, ob sie be- oder entlastend wirkt. Wenn folglich eine belastende Einwirkung in gewissen Bereichen der Struktur eine entlastende Wirkung hat, kann sie durchaus berücksichtigt werden. Sollen die Normalkräfte nach diesem Ansatz unverändert in die Berechnung eingehen, muss das Kontrollfeld aktiviert sein.

Ergebnisse durch LF-Faktor zurückdividieren

Einige Normen verlangen, dass die Einwirkungen global mit einem Faktor multipliziert werden müssen. Damit sollen die Effekte nach Theorie II. Ordnung für Stabilitätsnachweise vergrößert werden. Die Bemessung wiederum hat mit den Gebrauchslasten zu erfolgen. Diese beiden Forderungen können erfüllt werden, wenn ein Lastfallfaktor größer 1,00 eingegeben und dieses Kontrollfeld aktiviert wird.

Reduzierung der Steifigkeit durch Teilsicherheitsfaktor γ_M

Ist das Kontrollfeld aktiviert, werden die Steifigkeiten $E \cdot I$ bzw. $E \cdot A$ durch γ_M geteilt. Der Material-Teilsicherheitsbeiwert γ_M wird für jedes Material separat festgelegt (siehe Kapitel 5.2, Seite 81). Dieser Beiwert wirkt sich nur auf die Stabsteifigkeiten aus, nicht jedoch auf die Steifigkeiten von Lager- oder Gelenkfedern.

Verzweigungslastfaktor berechnen

Der Verzweigungslastfaktor eines Lastfalls wird iterativ nach Theorie II. bzw. III. Ordnung ermittelt. Ausgehend von einem *Anfangslastfaktor* wird die Belastung gemäß dem vorgegebenen *Laststeigerungs-Inkrement* stetig erhöht, bis das System instabil wird (vgl. Bild 6.5, Seite 137).

Bei dieser Methode muss darauf geachtet werden, dass der Anfangslastfaktor nicht zu hoch und das Laststeigerungs-Inkrement nicht zu groß gewählt sind, damit die erste Eigenform nicht übersprungen wird. Es sollte zudem eine ausreichende Anzahl an möglichen Iterationen gewährleistet sein (siehe Register *Optionen*).

8.2.2 Lastfallgruppen

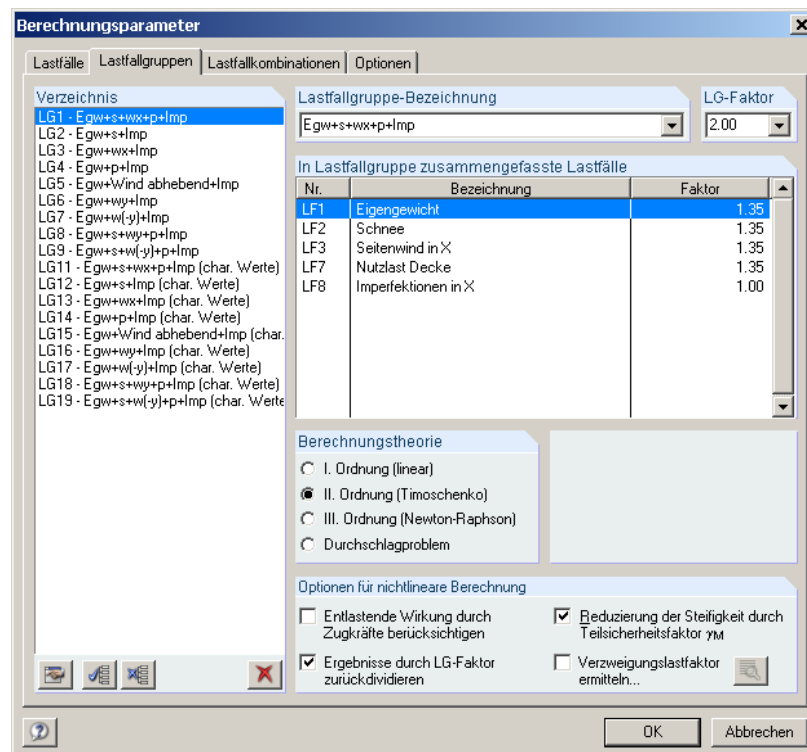


Bild 8.9: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Lastfallgruppen*

Grundsätzliche Informationen zur Überlagerung von Lastfällen in Lastfallgruppen finden Sie im Kapitel 6.2 ab Seite 140.

Links im Abschnitt *Verzeichnis* befindet sich eine Liste aller existierenden Lastfallgruppen. Die Eigenschaften der hier selektierten Lastfallgruppen können in den rechts davon befindlichen Abschnitten bearbeitet werden. Mit der gedrückten [Strg]-Taste ist eine Mehrfachselektion möglich.

Die Abschnitte *Lastfallgruppe-Bezeichnung*, *LG-Faktor* und *In Lastfallgruppe zusammengefasste Lastfälle* sind im Kapitel 6.2 auf Seite 142 erläutert.

Berechnungstheorie

Dieser Abschnitt steuert, ob die Lastfallgruppe nach Theorie I., II. oder III. Ordnung berechnet werden soll. Die Voreinstellung für Lastfallgruppen ist die nichtlineare Berechnung nach Theorie II. Ordnung (Timoschenko). Enthält das Modell Seilstäbe, wird Theorie III. Ordnung vorgeschlagen. Seile werden stets nach III. Ordnung berechnet, die übrigen Stäbe nach der gewählten Berechnungstheorie. Mit der Option *Durchschlagproblem* wird die Stabilitätsanalyse im Hinblick auf das Durchschlagversagen geführt.

Theorie II. Ordnung

Bei der „baustatischen“ Theorie II. Ordnung wird das Gleichgewicht am verformten System ermittelt, wobei die Verformungen als klein angenommen werden. Sind Normalkräfte im System vorhanden, wirken sich diese auf einen Zuwachs der Biegemomente aus. Die Berechnung nach Theorie II. Ordnung kommt also nur in solchen Fällen zum Tragen, in denen die Normalkräfte wesentlich größer sind als die Querkräfte. Das zusätzliche Biegemoment ΔM ergibt sich aus der Längskraft N und dem elastischen Hebelarm e_{el} .

$$\Delta M = N \cdot e_{el}$$

Gleichung 8.1

Bei druckbelasteten Stäben besteht ein überlinearer Zusammenhang zwischen Beanspruchung und Schnittgrößen. Daher muss in der Regel mit γ -fachen Einwirkungen gerechnet werden.

Die Formelansätze nach Theorie II. Ordnung beruhen auf trigonometrischen Funktionen. Bei Theorie II. Ordnung wird in RSTAB die analytische Lösung der Differentialgleichung für die Verschiebung des Stabes mit Berücksichtigung der Normalkraft angewandt. Die Interaktion zwischen Biegung und Torsion wird nicht berücksichtigt. Falls der Einfluss der Biegetorsionstheorie II. Ordnung zu erfassen ist, ist das Zusatzmodul FE-BGDK zu verwenden.

RSTAB überprüft die Stabkennzahl ε :

$$\varepsilon = l \cdot \sqrt{\frac{|N|}{E \cdot I}}$$

Gleichung 8.2

Um numerische Probleme zu vermeiden, verwendet die RSTAB-Berechnung bei sehr kleinen Stabkennzahlen Reihenansätze.

Als Abbruchkriterium wird bei der Berechnung nach Theorie II. Ordnung die Normalkraftdifferenz in den einzelnen Iterationen verwendet. Die für Theorie II. Ordnung maßgebende, steifigkeitsändernde Normalkraft wird als konstant über den gesamten Stab angenommen. Sobald für alle Stabelemente eine bestimmte Schranke der Normalkraftdifferenz unterschritten ist, endet die Berechnung. Dieses Abbruchkriterium kann im Register *Optionen* über die *Genauigkeit der Konvergenzschranke für nichtlineare Berechnung* beeinflusst werden.

Es werden die Annahmen der Elastizitätstheorie I. Ordnung mit folgenden Ergänzungen beibehalten:

- Es treten keine plastischen Verformungen auf.
- Die äußeren Kräfte bleiben richtungstreu.
- Bei nicht konstanter Längskraft im Stab wird zur Ermittlung von ε der ungünstigste Wert für die Normalkraft N angesetzt.

Im Zuge der Berechnung nach Theorie II. Ordnung werden die Querkräfte V_y und V_z auf die verformten Stabachsensysteme transformiert.

Theorie III. Ordnung (Newton-Raphson)

Die Theorie III. Ordnung (auch „Seiltheorie“ oder „Theorie großer Verformungen“ genannt) berücksichtigt in der Analyse der Schnittkräfte Longitudinal- und Transversalkräfte. Wird die Berechnung nach Theorie III. Ordnung gewählt, unterliegen alle Stabtypen diesem Berechnungsansatz. In RSTAB 5 wurden nur Seilstäbe nach Theorie III. Ordnung berechnet.

Es wird das Verfahren nach NEWTON-RAPHSON verwendet, wobei das nichtlineare Gleichungssystem numerisch über iterative Näherungen mit Tangenten gelöst wird. Das Konvergenzverhalten kann im Register *Optionen* über die Anzahl der Laststeigerungen beeinflusst werden.

Bei der Berechnung nach Theorie III. Ordnung wird die Steifigkeitsmatrix nach jedem Iterationsschritt für das verformte System gebildet. Lokal definierte Stablaster werden derzeit so behandelt, dass die Lastrichtung wie auf das unverformte System beibehalten wird. Es werden alle Schnittgrößen auf die verformten Stabachsensysteme transformiert.

Werden Stäbe des Typs *Seilstab* im System verwendet, erfolgt deren Berechnung stets nach Theorie III. Ordnung. Die übrigen Stäbe werden gemäß der gewählten Berechnungstheorie behandelt.

Durchschlagproblem

Mit dieser Berechnungsoption wird die Stabilitätsanalyse im Hinblick auf das Durchschlagversagen geführt. Bei dieser Berechnungsvariante nach Theorie III. Ordnung wird der Einfluss der Normalkräfte für die Änderungen der Schub- und Biegesteifigkeit berücksichtigt. Dabei wird die tangentielle Steifigkeitsmatrix in jedem Iterationsschritt mit abgespeichert. Im Falle von Singularitäten (d. h. einer Instabilität) wird die Steifigkeitsmatrix des vorherigen Iterationsschrittes für neue geometrische, inkrementelle Iterationen verwendet, bis die tangentielle Steifigkeitsmatrix der aktuellen Anordnung regulär (stabil) wird.

Optionen für nichtlineare Berechnung

Die Optionen *Entlastende Wirkung durch Zugkräfte berücksichtigen*, *Ergebnisse durch LG-Faktor zurückdividieren*, *Reduzierung der Steifigkeit durch Teilsicherheitsfaktor γ_M* sowie *Verzweigungslastfaktor ermitteln* sind bei der Beschreibung des Registers *Lastfälle* auf Seite 178 erläutert.

8.2.3 Lastfallkombinationen

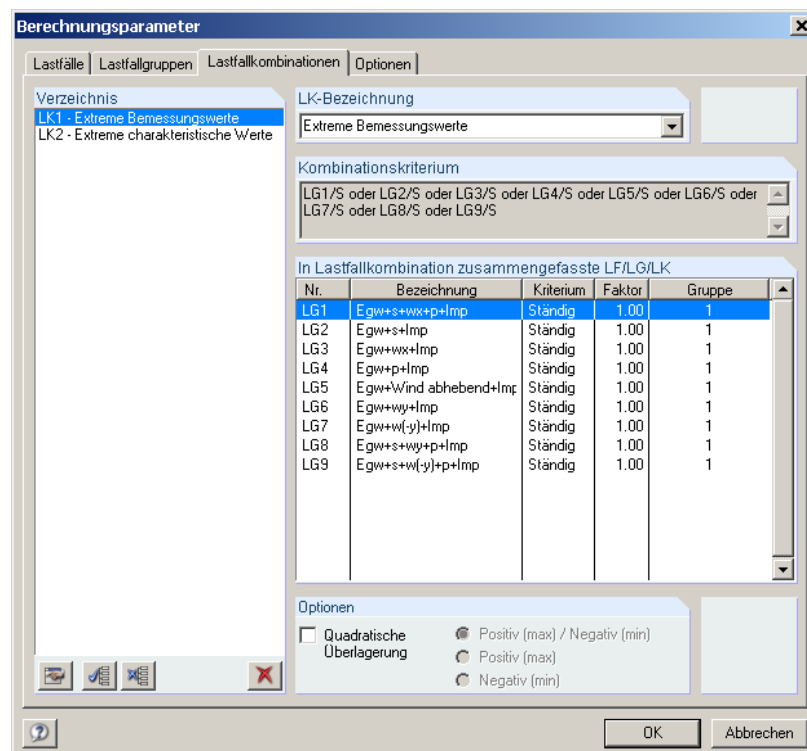


Bild 8.10: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Lastfallkombinationen*

Grundsätzliche Informationen zur Überlagerung von Lastfällen in Lastfallkombinationen finden Sie im Kapitel 6.3 ab Seite 145.

Links im Abschnitt *Verzeichnis* befindet sich eine Liste aller existierenden Lastfallkombinationen. Die Eigenschaften der selektierten Lastfallkombination können in den rechts davon befindlichen Abschnitten bearbeitet werden. Eine Mehrfachselektion ist mithilfe der [Strg]-Taste möglich.

Die Abschnitte *LK-Bezeichnung*, *Kombinationskriterium* und *In Lastfallkombination zusammengefasste LF/LG/LK* sind im Kapitel 6.3 *Lastfallkombinationen* auf Seite 146 erläutert.

Optionen

Es kann die so genannte *Quadratische Überlagerung* aktiviert werden. Anstelle der üblichen additiven Überlagerung der Schnittgrößen gemäß

$$B = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

Gleichung 8.3

wird bei der quadratischen Überlagerung die pythagoräische Summe gebildet:

$$B = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}$$

Gleichung 8.4

Die quadratische Überlagerung von Schnittgrößen wird bei dynamischen Untersuchungen relevant, beispielsweise bei Kombinationen von Lastfällen infolge von Zentrifugalkräften.

Ist die quadratische Überlagerung aktiviert, kann anhand der *Positiv/Negativ*-Kontrollfelder gesteuert werden, welche Extremwerte bei der Kombination berücksichtigt werden sollen.

8.2.4 Optionen

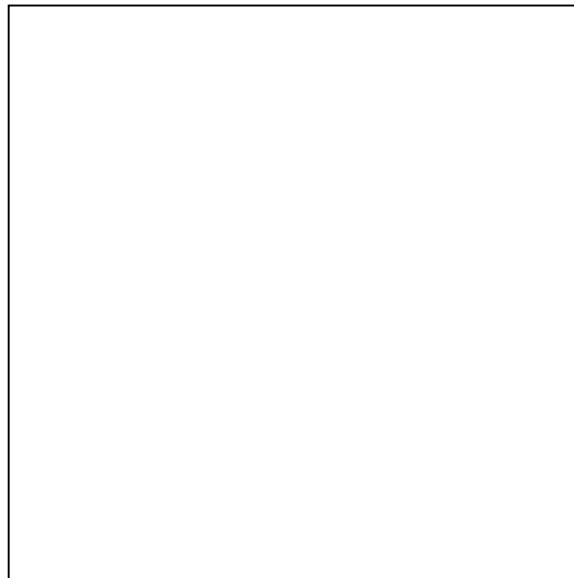


Bild 8.11: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Optionen*

Nichtlineare Effekte

Wenn nichtlineare Elemente verwendet werden (z. B. Zugstäbe, Lager mit Ausfallkriterium), dann kann hier deren eventuelle Wirkung deaktiviert werden. Dies sollte allerdings nur zu Testzwecken erfolgen. Falsch definierte ausfallende Elemente sind nicht selten die Ursache für Instabilitäten. Die Optionen in diesem Abschnitt helfen bei der Fehlersuche.

Reaktivierung der ausfallenden Stäbe

Diese Einstellungen spielen eine Rolle, wenn Stäbe in der Struktur vorhanden sind, die ausfallen können, wie z. B. Zug- und Druckstäbe oder Stäbe mit nichtlinearen Eigenschaften. Mit den hier angebotenen Möglichkeiten lassen sich Instabilitätsprobleme lösen, die durch ausfallende Elemente verursacht werden. Eine Struktur ist beispielsweise durch Zugstäbe stabilisiert. Diese erhalten im ersten Berechnungsdurchgang allesamt kleine Druckkräfte und werden daher aus dem System entfernt. In der zweiten Iteration wird die Struktur ohne diese Zugstäbe instabil.

Verformung der ausgefallenen Stäbe überprüfen und ggf. diese reaktivieren

Ist das Kontrollfeld aktiviert, wird in jeder Iteration untersucht, wie sich die Stabenden bewegen. Falls sich z. B. die Stabenden eines Zugstabes voneinander entfernen, wird dieser wieder eingeführt.

Maximale Anzahl der Reaktivierungen

In manchen Fällen kann sich das Wiedereinführen unvorteilhaft auswirken: Ein Stab wird nach der ersten Iteration entfernt, nach der zweiten Iteration wieder eingeführt, nach der dritten wieder entfernt etc. Die Berechnung würde diese Schleife bis zum Erreichen der Maximalzahl der Iterationen durchlaufen, ohne zu konvergieren. Dieser Effekt wird unterbunden, indem man in diesem Eingabefeld festlegt, wie oft ein Stab wieder eingeführt werden darf, ehe er endgültig aus der Steifigkeitsmatrix genommen wird.

Besondere Behandlung

Wenn das Kontrollfeld *Besondere Behandlung* aktiviert ist, stehen zwei weitere Methoden zum Umgang mit ausfallenden Stäben zur Verfügung. Diese können mit den oben beschriebenen Methoden der Reaktivierung kombiniert werden.

Ausfallende Stäbe werden einzeln in den Iterationen nacheinander entfernt

Ist dieses Auswahlfeld aktiviert, werden nach der ersten Iteration z. B. nicht alle Zugstäbe mit einer Druckkraft auf einmal entfernt, sondern nur derjenige Zugstab mit der größten Druckkraft. In der zweiten Iteration fehlt dann nur ein Stab in der Steifigkeit. Danach wird wieder der Zugstab mit der größten Druckkraft entfernt. Auf diese Weise zeigt das System in der Regel ein besseres Konvergenzverhalten, da sich auch Umlagerungseffekte einstellen.

Diese Berechnungsvariante ist zeitaufwändiger, da eine größere Anzahl von Iterationen durchlaufen werden muss. Es muss zudem sichergestellt sein, dass unterhalb im Abschnitt *Diverse Einstellungen* eine ausreichende Anzahl möglicher Iterationen zugelassen ist.

Ausgefallenen Stäben wird sehr kleine Steifigkeit zugewiesen

Wenn dieses Auswahlfeld aktiviert ist, werden die ausfallenden Stäbe nicht aus der Steifigkeitsmatrix entfernt. Es wird ihnen vielmehr eine sehr kleine Steifigkeit zugewiesen, die man im Eingabefeld *Reduktionsfaktor der Steifigkeit* festlegen kann. Der Faktor 1000 bedeutet beispielsweise, dass die Steifigkeit auf 1/1000 reduziert wird.

Bei dieser Berechnungsoption muss man sich bewusst sein, dass z. B. kleine Schnittgrößen an Stäben ausgewiesen werden, die der Stab durch seine Definition eigentlich gar nicht aufnehmen kann.

Diverse Einstellungen

Maximale Anzahl der Iterationen

Wenn die Analyse nach Theorie II. oder III. Ordnung erfolgt oder die Struktur nichtlineare Elemente enthält, muss iterativ gerechnet werden. In diesem Eingabefeld wird die maximale mögliche Anzahl an Rechendurchläufen festgelegt.

Falls die Obergrenze erreicht wird, ohne dass sich ein Gleichgewicht einstellen konnte, wird am Ende der Berechnung eine entsprechende Meldung ausgegeben. Die Ergebnisse werden danach trotzdem angezeigt.



Anzahl Laststeigerungen

Die Vorgaben dieses Eingabefeldes sind nur wirksam, wenn Berechnungen nach Theorie II. oder III. Ordnung durchgeführt werden. Bei der Berücksichtigung der großen Verformungen ist es oft schwierig, ein Gleichgewicht zu finden. Instabilitäten können umgangen werden, indem die Belastung in mehreren Schritten aufgebracht wird.

Wenn in diesem Eingabefeld zwei Laststeigerungen vorgesehen sind, wird zunächst im ersten Schritt die Hälfte der Last aufgebracht. Es wird so lange iteriert, bis das Gleichgewicht gefunden ist. Dann wird in einem zweiten Schritt auf das bereits verformte System der Rest der Belastung aufgebracht und wieder bis zum Gleichgewicht iteriert.

Damit wird auch deutlich, dass die Verwendung von Laststeigerungsstufen die Rechenzeit erheblich verlängert. Aus diesem Grund ist in diesem Eingabefeld eine 1 (also keine stufenweise Laststeigerung) voreingestellt.

Anzahl Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe

Dieses Eingabefeld wirkt sich auf den grafischen Ergebnisverlauf der Stäbe aus. Ist hier eine Teilung von 9 eingestellt, teilt RSTAB die Länge des längsten Stabes im System durch 9. Mit dieser systembezogenen Teilungslänge werden dann für jeden Stab die grafischen Ergebnisverläufe an den Zwischenpunkten ermittelt.

Anzahl interne Teilungen von Stäben mit Bettung oder Voute

Im Gegensatz zur vorherigen Teilungsoption wird hier eine echte Teilung von Bettungs- und Voutenstäben durch interne Zwischenknoten vorgenommen. Diese Angabe wirkt sich auch auf Balkenstäbe aus, falls das Kontrollfeld unterhalb aktiv ist.

Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen

Mit dieser Option werden auch Balkenstäbe für die Berechnung nach Theorie III. Ordnung durch Zwischenknoten geteilt, um diese Stäbe mit einer höheren Genauigkeit zu erfassen. Die Anzahl der Stabteilungen wird vom Eingabefeld oberhalb übernommen.

Schubsteifigkeiten (Schubflächen A_y , A_z) der Stäbe berücksichtigen

Werden die Schubsteifigkeiten berücksichtigt, wirken sich diese als Verformungszuwachs infolge Schub aus. In der Regel spielt dieser bei Walz- und Schweißprofilen kaum eine Rolle, weshalb das Kontrollfeld inaktiv voreingestellt ist. Bei massiven Querschnitten oder sehr kurzen Stäben empfiehlt es sich jedoch, die Schubsteifigkeiten zu berücksichtigen.

Genauigkeit der Konvergenzschranke für nichtlineare Berechnung

Über die *Konvergenzschranke* kann Einfluss auf die Berechnung genommen werden, falls nichtlineare Effekte auftreten oder die Analyse nach Theorie II. bzw. III. Ordnung erfolgt.

Die Normalkraftänderung der letzten beiden Iterationen wird stabweise verglichen. Sobald diese Änderung einen bestimmten Bruchteil der maximalen Normalkraft erreicht hat, endet die Berechnung. Während der Iterationen ist es jedoch möglich, dass die Normalkräfte eines oder mehrerer Stäbe zwischen zwei Werten pendeln anstatt zu konvergieren. Über einen Faktor kann eine Empfindlichkeit definiert werden, um diesen Pendeleffekt zu unterbinden.

Voreingestellt ist der Faktor 1,0. Als minimaler Wert für diesen Faktor ist 0,1 zulässig, als maximaler Wert 10,0. Je größer der Wert, desto unempfindlicher ist die Abbruchschranke.

Dieser Faktor beeinflusst auch das Konvergenzkriterium für Verformungsänderungen bei der Berechnung nach Theorie III. Ordnung, die geometrische Nichtlinearitäten berücksichtigt.

8.3 Starten der Berechnung

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Berechnung zu starten. Vorher ist jedoch eine kurze Plausibilitätskontrolle der Eingabedaten zu empfehlen (vgl. Kapitel 8.1.1, Seite 173).

Alles berechnen

Diese Funktion wird gestartet über Menü

Berechnung → Alles berechnen

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 8.12: Schaltfläche [Alles berechnen]

Dieser Befehl startet die Berechnung aller Lastfälle, Lastfallgruppen, -kombinationen, Superkombinationen sowie sämtlicher Zusatzmodule, für die Eingabedaten vorliegen.

Mit dieser Funktion sollte vorsichtig umgegangen werden. Viele Lastfälle können nicht isoliert auftreten. Windlasten beispielsweise wirken immer zusammen mit dem Eigengewicht. Bei Systemen, die beispielsweise auf Zug ausfallende Lagerungen haben, wären dann bei der sukzessiven Berechnung aller Einzellastfälle häufig Instabilitäten die Folge.

Die unbedachte Verwendung der Funktion *Alles berechnen* kann zudem zu unnötig langen Rechenzeiten führen.

Ausgewählte Lastfälle berechnen

Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Berechnung → Zu berechnen.

Es erscheint der folgende Dialog:

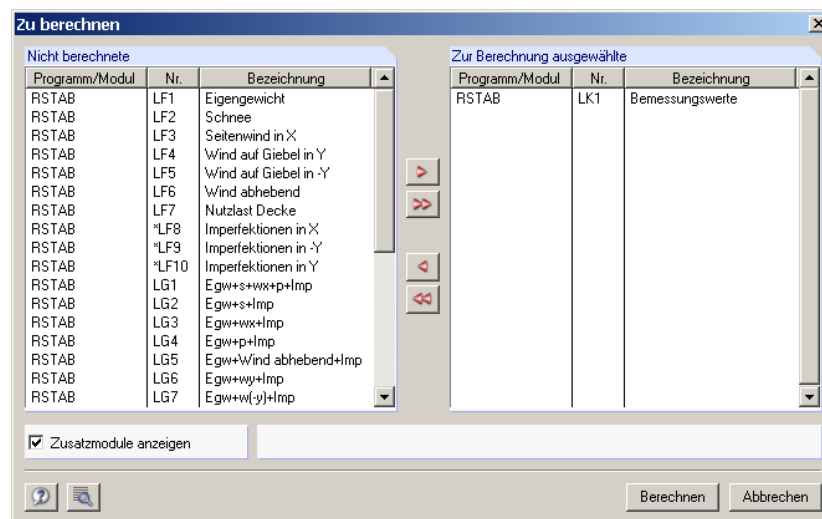


Bild 8.13: Dialog *Zu berechnen*

Auf der linken Seite befindet sich eine Liste aller Lastfälle, Lastfallgruppen, Lastfallkombinationen und Superkombinationen sowie aller Berechnungsfälle der Zusatzmodule, für die noch keine Ergebnisse vorliegen. Mit der Schaltfläche [►] werden die selektierten Einträge zur Liste *Zur Berechnung ausgewählt* rechts hinzugefügt. Die Auswahl kann auch per Doppelklick erfolgen. Die Schaltfläche [►►] übergibt die komplette Liste nach rechts.

Werden Lastfallkombinationen oder Berechnungsfälle von Zusatzmodulen ausgewählt, die Ergebnisse aus Lastfällen erfordern, so werden diese Lastfälle automatisch berechnet.

Falls Lastfälle mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet sind wie beispielsweise Lastfälle 8 bis 10 in Bild 8.13, so können diese nicht berechnet werden. Dies ist der Fall, wenn keine Lasten definiert sind oder wenn es sich wie im Beispiel um Imperfektionslastfälle handelt.

Sollten die Berechnungsfälle der Zusatzmodule in der Liste *Nicht berechnet* fehlen, muss das Kontrollfeld *Zusatzmodule anzeigen* aktiviert werden.

Diese Schaltfläche ruft den Dialog *Berechnungsparameter* auf (siehe Kapitel 8.2, Seite 177).

Aktuellen Lastfall berechnen

Wenn nur die Ergebnisse eines bestimmten Lastfalls oder einer bestimmten Lastfallgruppe von Interesse sind, kann deren Berechnung direkt gestartet werden. Stellen Sie den Lastfall in der Liste der Symbolleiste ein und klicken dann auf die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus].

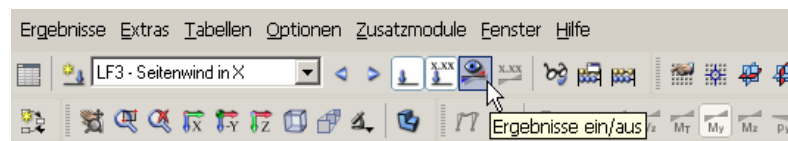


Bild 8.14: Direkte Berechnung des aktuellen Lastfalls über Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus]

Nach der Meldung, dass keine Ergebnisse vorliegen, kann die Berechnung erfolgen.



Bild 8.15: Abfrage vor der Berechnung

9. Ergebnisse

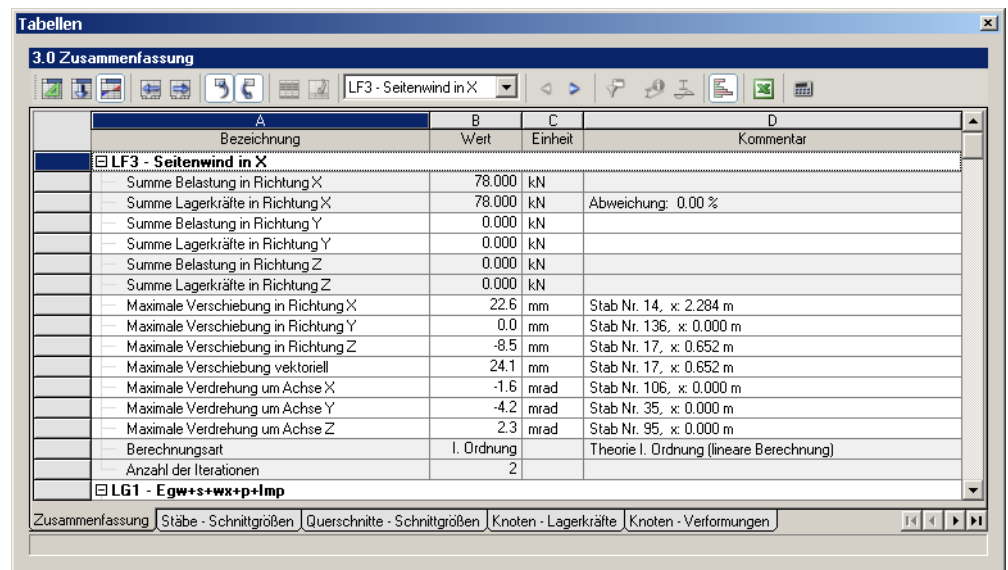


Nach der Berechnung werden der *Ergebnisse*-Navigator (siehe Kapitel 4.4.3, Seite 64) und die Tabellen mit den numerischen Ergebnissen (siehe Kapitel 4.4.4, Seite 65) angezeigt.

Die Nummerierung dieses Handbuchkapitels ist an die der Ergebnistabellen angeglichen, sodass die Beschreibungen der einzelnen Register schnell gefunden werden können.

9.0 Zusammenfassung

Die Tabelle 3.0 *Zusammenfassung* liefert eine nach Lastfällen und Lastfallgruppen geordnete Bilanz des Berechnungsverlaufes.



A	B	C	D
Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
LF3 - Seitenwind in X			
Summe Belastung in Richtung X	78.000	kN	
Summe Lagerkräfte in Richtung X	78.000	kN	Abweichung: 0.00 %
Summe Belastung in Richtung Y	0.000	kN	
Summe Lagerkräfte in Richtung Y	0.000	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	0.000	kN	
Summe Lagerkräfte in Richtung Z	0.000	kN	
Maximale Verschiebung in Richtung X	22.6	mm	Stab Nr. 14, x: 2.284 m
Maximale Verschiebung in Richtung Y	0.0	mm	Stab Nr. 136, x: 0.000 m
Maximale Verschiebung in Richtung Z	-8.5	mm	Stab Nr. 17, x: 0.652 m
Maximale Verschiebung vektoriell	24.1	mm	Stab Nr. 17, x: 0.652 m
Maximale Verdrehung um Achse X	-1.6	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.000 m
Maximale Verdrehung um Achse Y	-4.2	mrad	Stab Nr. 35, x: 0.000 m
Maximale Verdrehung um Achse Z	2.3	mrad	Stab Nr. 95, x: 0.000 m
Berechnungsart	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (lineare Berechnung)
Anzahl der Iterationen	2		
LG1 - E_{gw}+s+wx+p+Imp			

Bild 9.1: Tabelle 3.0 *Zusammenfassung*

In dieser Übersicht sind die Kontrollsummen von Belastung und Lagerkräften gegenübergestellt. Die prozentuale Abweichung sollte in jede Richtung weniger als 1 % betragen. Ist dies nicht der Fall, liegen numerische Probleme infolge großer Steifigkeitsunterschiede vor. Es ist auch möglich, dass die Struktur über eine unzureichende Stabilität verfügt oder dass die Berechnung die maximale Anzahl der Iterationen erreicht hat, ohne zu konvergieren.

Weiterhin werden in dieser Bilanz die maximalen Verschiebungen und Verdrehungen in Bezug auf die globalen Achsen X, Y und Z sowie die größte vektorielle Gesamtverschiebung ausgewiesen. Durch die Kontrolle der Verformungen lässt sich die Verlässlichkeit der Ergebnisse auf einen Blick einschätzen. Wenn sich der Cursor in den Zeilen der Verformung befindet, wird diese Stelle der Maximalverformung in der Grafik mit einem Pfeil markiert.

Die lastfallweise Zusammenfassung wird jeweils durch die angesetzten Berechnungsparameter vervollständigt. Von Bedeutung ist hier die ausgewiesene *Anzahl der Iterationen*, die zur Ermittlung des jeweiligen Ergebnisses benötigt wurde.

Die Tabelle wird abgeschlossen durch die *Gesamt*-Bilanz mit ausgewählten Parametern des Rechenkerns sowie den global gültigen Berechnungsvorgaben (vgl. Register *Optionen* im Dialog *Berechnungsparameter*: Bild 8.11, Seite 182).



9.1 Stäbe - Schnittgrößen

Die Schnittgrößen der Stäbe sind grafisch über den Eintrag *Stäbe* im *Ergebnisse*-Navigator zugänglich. In der Tabelle 3.1 werden die Schnittkräfte und Momente in numerischer Form ausgegeben.

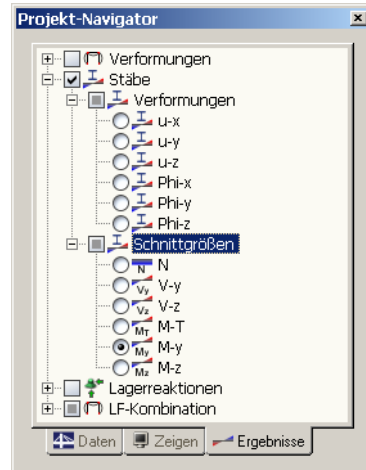


Bild 9.2: *Ergebnisse*-Navigator: Stäbe → Schnittgrößen

Tabellen										
3.1 Stäbe - Schnittgrößen										
LK1 - Bemessungswerte										
Stab Nr.	A Knoten Nr.	B Stelle x [m]	C	Kräfte [kN]			Momente [kNm]			Zugehörige Lastfälle
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
23	23	0.000	max N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			min N	-108.081	0.069	91.563	0.010	-388.310	0.020	LG9
			max V _z	-81.594	+0.006	101.699	-0.004	-434.235	-0.003	LG2
			min V _z	-1.353	+0.005	-0.631	-0.001	1.697	-0.001	LG5
			max M _y	-1.353	+0.005	-0.631	-0.001	1.697	-0.001	LG5
			min M _y	-80.622	+0.079	99.523	-0.018	-436.875	-0.026	LG8
	24	3.011	max N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			min N	-105.999	0.054	69.393	0.010	-145.994	-0.177	LG9
			max V _z	-79.366	+0.005	77.561	-0.004	-164.363	0.014	LG2
			min V _z	-0.786	+0.004	-0.375	-0.001	0.029	0.013	LG5
			max M _y	-0.786	+0.004	-0.375	-0.001	0.029	0.013	LG5
			min M _y	-78.540	+0.065	77.081	-0.018	-171.023	0.206	LG8
		0.000	Max N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.000	Min N	-108.081	0.069	91.563	0.010	-388.310	0.020	LG9
		0.000	Max V _z	-81.594	+0.006	101.699	-0.004	-434.235	-0.003	LG2
		0.301	Min V _z	-1.294	+0.005	-0.633	-0.001	1.506	0.000	LG5
		0.000	Max M _y	-1.353	+0.005	-0.631	-0.001	1.697	-0.001	LG5
		0.000	Min M _y	-80.622	+0.079	99.523	-0.018	-436.875	-0.026	LG8
24	24	0.000	max N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			min N	-106.045	0.054	69.321	0.010	-145.994	-0.177	LG9
			max V _z	-79.418	+0.005	77.508	-0.004	-164.363	0.014	LG2
			min V _z	-0.785	+0.004	-0.375	-0.001	0.029	0.013	LG5

Bild 9.3: Tabelle 3.1 Stäbe - Schnittgrößen

LF5 - Wind auf Giebel in

Der Lastfall, dessen Schnittgrößen angezeigt werden sollen, kann in der Liste der Symbolleiste oder der Tabellen-Symbolleiste eingestellt werden.

Stelle x

In dieser Übersicht werden die Schnittgrößen jeden Stabes der Reihe nach an folgenden Stellen aufgelistet:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß vorgegebener Stabteilung (vgl. Kapitel 5.6, Seite 106)
- Extremwerte (Max/Min) der Schnittgrößen N, V_z und M_y



Diese Voreinstellung kann modifiziert werden über Menü

Tabelle → Ansicht → Ergebnisfilter

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste. Es wird folgender Dialog aufgerufen:

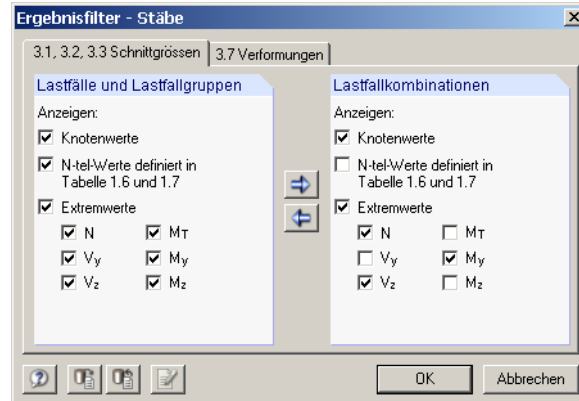


Bild 9.4: Dialog *Ergebnisfilter - Stäbe*

Art und Umfang der numerischen Ausgabe lassen sich durch Anhaken der entsprechenden Kontrollfelder beeinflussen.

Für den grafischen Ergebnisverlauf werden die Werte der Stabteilungen benutzt, die im Register *Optionen* des Dialogs *Berechnungsparameter* festgelegt wurden (siehe Kapitel 8.2, Seite 182).

Kräfte / Momente

Die Stabschnittgrößen bedeuten im Einzelnen:

N	Normalkraft im Stab
V_y / V_u	Querkraft in Richtung der lokalen Stabachse y bzw. u (vgl. Seite 87)
V_z / V_v	Querkraft in Richtung der lokalen Stabachse z bzw. v
M_T	Torsionsmoment
M_y / M_u	Biegemoment um die Achse y bzw. u
M_z / M_v	Biegemoment um die Achse z bzw. v

Tabelle 9.1: Stabschnittgrößen

Die lokalen Stabachsen y und z (bzw. u und v bei unsymmetrischen Querschnitten) stellen die Hauptachsen des Querschnitts dar. Die y- bzw. u-Achse repräsentiert dabei die „starke“ Achse, die z- bzw. v-Achse die „schwache“ Achse (vgl. Kapitel 5.7, Seite 111).



Die Stablage lässt sich über das 3D-Rendering oder den *Zeigen-Navigator* kontrollieren, indem man dort unter *Struktur* und *Nummerierung* die *Stab-Achsensysteme x,y,z* aktiviert (vgl. Bild auf der folgenden Seite).

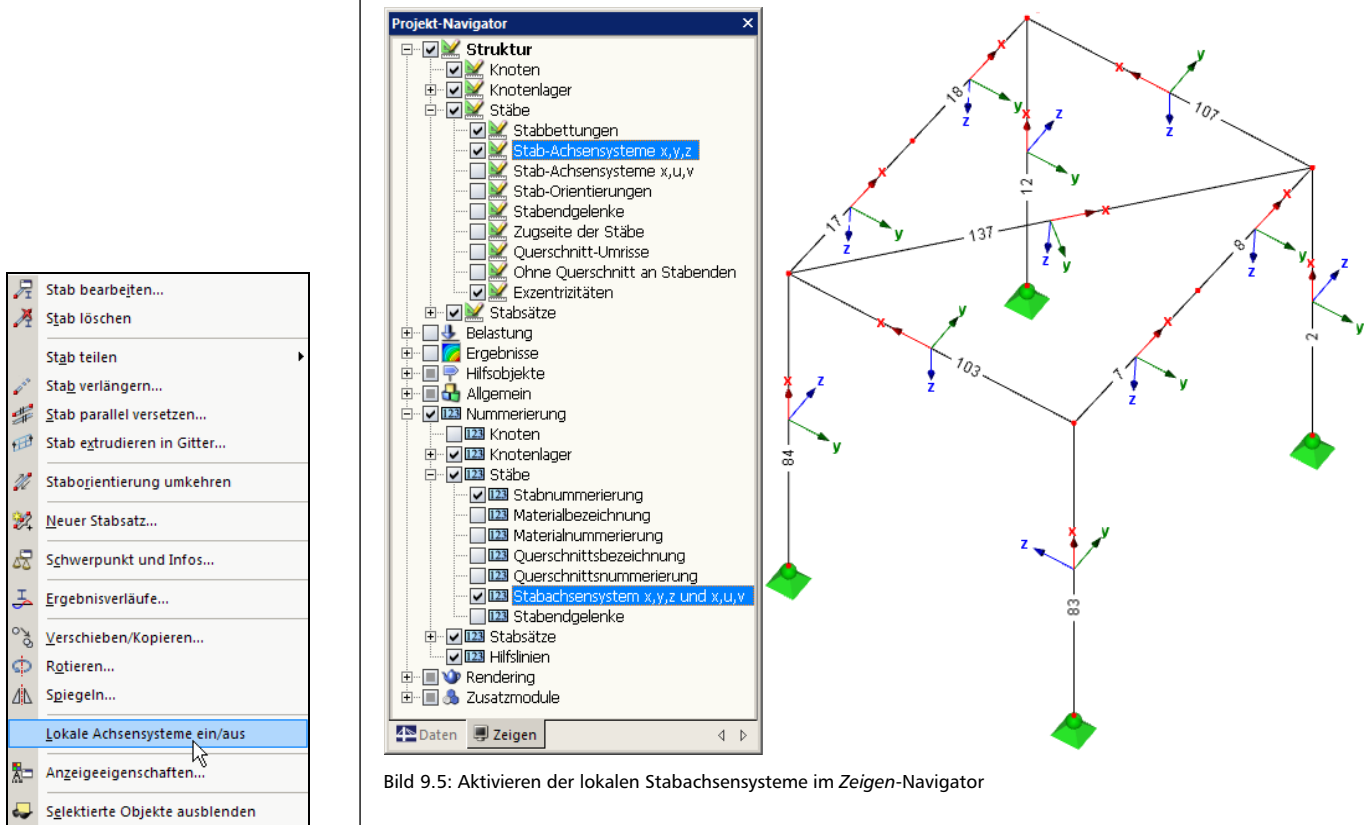


Bild 9.5: Aktivieren der lokalen Stabachsensysteme im Zeigen-Navigator

Alternativ wird das Stab-Kontextmenü benutzt.

Das lokale Stabachsensystem beeinflusst auch die Vorzeichen der Schnittgrößen.

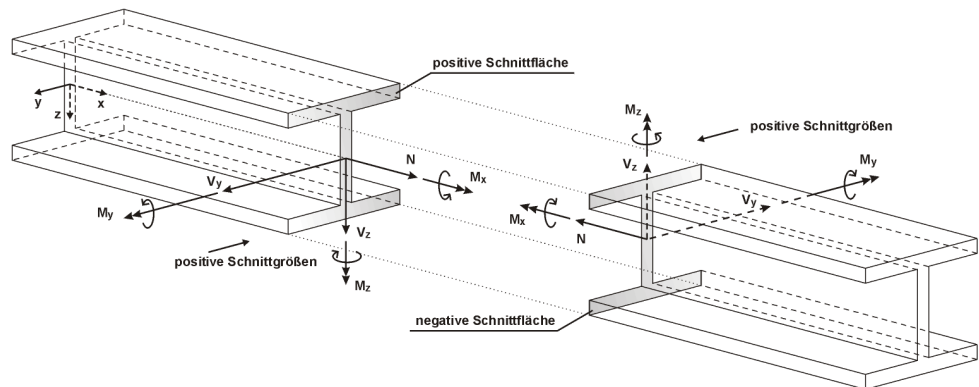


Bild 9.6: Positive Definition der Schnittgrößen

Das Biegemoment M_y ist positiv, wenn auf der positiven Stabseite (in Richtung der Achse z) Zugspannungen entstehen. M_z ist positiv, wenn an der positiven Stabseite (in Richtung der Achse y) Druckspannungen die Folge sind. Die Vorzeichendefinition für Torsionsmomente, Normal- und Querkräfte entspricht den üblichen Konventionen: Diese Schnittgrößen sind positiv, wenn sie am positiven Schnitthufer in positiver Richtung wirken.

Die Schnittgrößenspalten sind mit roten oder blauen Balken hinterlegt, die auf die Extremwerte der jeweiligen Stabschnittgrößen skaliert sind. Negative Schnittgrößen werden durch einen roten Balken, positive Schnittgrößen durch einen blauen Balken dargestellt. Auf diese Weise ist auch in der Tabelle eine visuelle Bewertung der Ergebnisse möglich.

Die farbigen Balken werden ein- und ausgeblendet über Menü

Tabelle → Ansicht → Farb-Relationsbalken

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.

Die erste Spalte beinhaltet am Ende der Auflistung für jeden Stab die größte positive (*Max*) und kleinste negative (*Min*) Schnittgröße jeder Art, die jeweils am Stab auftritt. Bei den fett dargestellten Werten handelt es sich somit um die Extremwerte. Die Werte in den übrigen Spalten der Zeile stellen die zum jeweiligen Extremwert zugehörigen Schnittgrößen dar.

Wurde der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert, so werden nur die relevanten Spalten der Schnittgrößen angezeigt.

Zugehörige Lastfälle

Diese letzte Spalte wird nur bei Ergebnissen von Lastfallkombinationen angezeigt. Gleichzeitig wird eine neue dritte Spalte hinzugefügt (vgl. Bild 9.3).

In der letzten Spalte werden die Lastfälle oder Lastfallgruppen aufgelistet, die in den maximalen oder minimalen Schnittgrößen der jeweiligen Zeile berücksichtigt sind. Als *ständig* klassifizierte Lastfälle tauchen hier immer auf, *eventuell* wirkende Lastfälle nur, wenn deren Schnittgrößen einen ungünstigen Beitrag zum Ergebnis liefern (vgl. Kapitel 6.3, Seite 146).

Die dritte Spalte beinhaltet am Ende der Auflistung für jeden Stab die größte positive (*Max*) und kleinste negative (*Min*) Schnittgröße jeder Art, die jeweils am Stab auftritt.

Über eine separate Filterfunktion für Lastfallkombinationen im Dialog *Filtereinstellungen* ist es möglich, den Datenumfang der LK-Ergebnistabellen zu reduzieren. Der im Bild 9.4 gezeigte Dialog wird aufgerufen über Menü



Tabelle → Ansicht → Ergebnisfilter

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.

9.2 Stabsätze - Schnittgrößen

In dieser Ergebnistabelle werden die Schnittgrößen nach Stabsätzen (vgl. Kapitel 5.11, Seite 131) geordnet aufgelistet.

Tabellen										
3.2 Stabsätze - Schnittgrößen										
LK1 - Bemessungswerte										
Stab Nr.	A Knoten Nr.	B Stelle x [m]	C	D Kräfte [kN]	E	F	G	H	I	J
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	Zugehörige Lastfälle
Stabzug 1: Platte A-A										
25	26	6.274	min M _y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		6.274	Max N	9.618	0.043	2.900	-0.018	88.132	0.202	LG5 LG6
				-116.415	0.025	43.557	-0.010	40.012	-0.289	LG9
		0.000	Max V _z	-39.408	0.003	49.743	-0.018	39.987	0.363	LG5 LG6 LG7
		6.274	Min V _z	-69.868	0.003	-8.809	-0.003	172.339	0.039	LG1
		6.274	Max M _y	-35.112	0.045	-0.397	-0.018	195.442	0.211	LG5 LG7
		2.823	Min M _y	-1.292	0.003	0.010	-0.001	-0.917	0.018	LG5
25		6.274	MAX N	9.618	0.043	2.900	-0.018	88.132	0.202	LG6
21		0.000	MIN N	-212.359	0.005	-73.831	0.024	0.000	0.000	LG8
23		0.000	MAX V _z	-81.594	-0.006	101.699	-0.004	-434.235	-0.003	LG5 LG6 LG7
21		0.000	MIN V _z	-212.359	0.005	-73.831	0.024	0.000	0.000	LG8
25		6.274	MAX M _y	-35.112	0.045	-0.397	-0.018	195.442	0.211	LG5 LG6
21		6.000	MIN M _y	-146.663	0.078	-71.084	0.024	-436.875	-0.021	LG8
Stabzug 2: Platte B-B										
26	26	0.000	max N	10.116	-0.033	-2.450	0.018	88.132	0.202	LG5 LG6
			min N	-111.947	0.071	10.184	-0.010	151.896	-0.118	LG9
			max V _z	-111.947	0.071	10.184	-0.010	151.896	-0.118	LG5 LG6 LG7
			min V _z	10.116	-0.033	-2.450	0.018	88.132	0.202	LG6
			max M _y	-33.444	-0.032	2.148	0.019	195.442	0.211	LG8
			min M _y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	27	6.274	max N	8.584	-0.039	-19.813	0.018	17.964	0.356	LG5 LG7
			min N	-116.243	-0.025	-41.830	-0.010	51.397	-0.290	LG9
Zusammenfassung Stäbe - Schnittgrößen Stabsätze - Schnittgrößen Querschnitte - Schnittgrößen Knoten - Lagerkräfte										

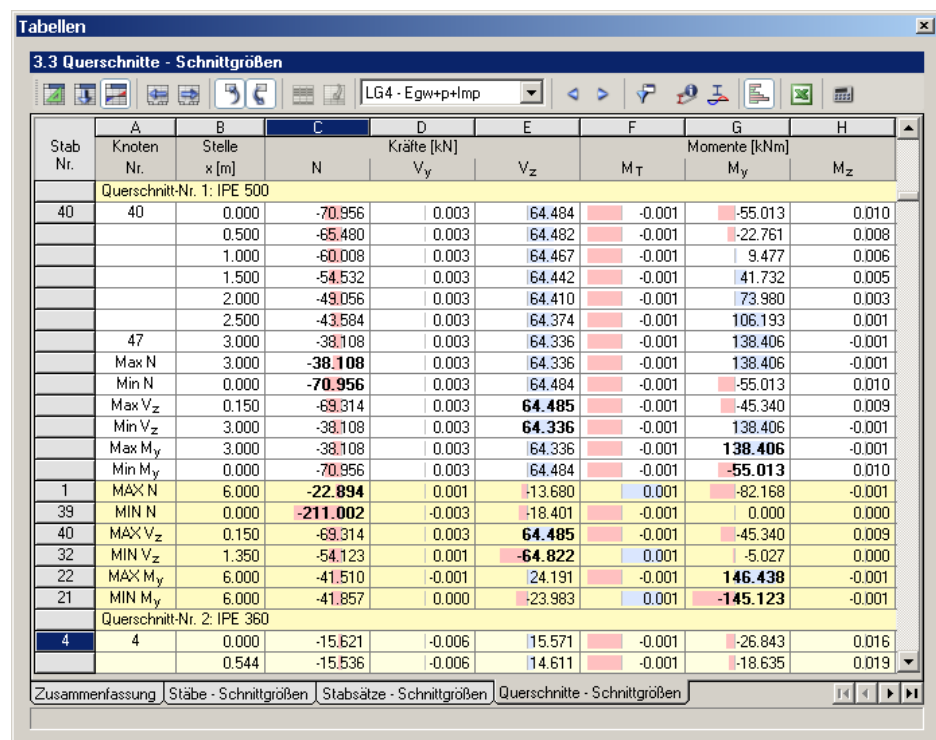
Bild 9.7: Tabelle 3.2 Stabsätze - Schnittgrößen

Das Konzept dieser Tabelle entspricht der im vorherigen Kapitel 9.1 vorgestellten Tabelle 3.1 *Stäbe - Schnittgrößen*. Die Ergebnisse sind hier zusätzlich nach Stabzügen oder Stabgruppen geordnet. Die Bezeichnungen bleiben stets in der obersten Tabellenzeile hervorgehoben, wodurch die Übersichtlichkeit beim Scrollen gewährleistet wird.

Die Tabelle beinhaltet die stabweisen Ergebnisse aller im Stabsatz enthaltenen Stäbe. Die Auflistung für jeden Stabsatz endet durch farbig abgesetzte Zeilen. Diese geben Aufschluss über die Gesamttextrema **MAX** und **MIN** jeder Schnittgrößenart im jeweiligen Stabsatz. Die Extremwerte sind fett dargestellt, bei den Werten in den übrigen Spalten der Zeile handelt es sich um die zugehörigen Schnittgrößen.

9.3 Querschnitte - Schnittgrößen

Diese Ergebnistabelle listet die Schnittgrößen nach Querschnitten geordnet auf.



Stab Nr.	A Knoten Nr.	B Stelle x [m]	C N	D Kräfte [kN] V _y	E V _z	F M _T	G Momente [kNm] M _y	H M _z
Querschnitt-Nr. 1: IPE 500								
40	40	0.000	-70.956	0.003	64.484	-0.001	-55.013	0.010
		0.500	-65.480	0.003	64.482	-0.001	-22.761	0.008
		1.000	-60.008	0.003	64.467	-0.001	9.477	0.006
		1.500	-54.532	0.003	64.442	-0.001	41.732	0.005
		2.000	-49.056	0.003	64.410	-0.001	73.980	0.003
		2.500	-43.584	0.003	64.374	-0.001	106.193	0.001
	47	3.000	-38.108	0.003	64.336	-0.001	138.406	-0.001
	Max N	3.000	-38.108	0.003	64.336	-0.001	138.406	-0.001
	Min N	0.000	-70.956	0.003	64.484	-0.001	-55.013	0.010
	Max V _z	0.150	-69.314	0.003	64.485	-0.001	-45.340	0.009
	Min V _z	3.000	-38.108	0.003	64.336	-0.001	138.406	-0.001
	Max M _y	3.000	-38.108	0.003	64.336	-0.001	138.406	-0.001
	Min M _y	0.000	-70.956	0.003	64.484	-0.001	-55.013	0.010
1	MAX N	6.000	-22.894	0.001	-13.680	0.001	-82.168	-0.001
39	MIN N	0.000	-211.002	-0.003	-18.401	-0.001	0.000	0.000
40	MAX V _z	0.150	-69.314	0.003	64.485	-0.001	-45.340	0.009
32	MIN V _z	1.350	-54.123	0.001	-64.822	0.001	-5.027	0.000
22	MAX M _y	6.000	-41.510	-0.001	24.191	-0.001	146.438	-0.001
21	MIN M _y	6.000	-41.857	0.000	-23.983	0.001	-145.123	-0.001
Querschnitt-Nr. 2: IPE 360								
4	4	0.000	-15.621	-0.006	15.571	-0.001	-26.843	0.016
		0.544	-15.536	-0.006	14.611	-0.001	-18.635	0.019

Bild 9.8: Tabelle 3.3 Querschnitte – Schnittgrößen

Das Konzept der Tabelle 3.1 *Stäbe - Schnittgrößen* liegt auch dieser Tabelle zugrunde (vgl. Seite 188). Die Ergebnisse sind hier zusätzlich nach Querschnitten sortiert, die stets in der ersten Tabellenzeile sichtbar bleiben. Damit bleibt der Überblick beim Scrollen erhalten.

Es werden die Ergebnisse aller Stäbe aufgelistet, die den jeweiligen Querschnitt verwenden. Die querschnittsweise Auflistung endet jeweils in einem farblich abgesetzten Block. Dieser gibt Aufschluss über die Gesamttextrema **MAX** und **MIN** jeder Schnittgrößenart im jeweiligen Querschnitt. Die Extremwerte sind fett dargestellt, bei den Werten in den übrigen Spalten der Zeile handelt es sich um die zugehörigen Schnittgrößen.

9.4 Knoten - Lagerkräfte

Die grafische Anzeige der Reaktionen an den Auflagerknoten wird über den Eintrag *Lagerreaktionen* im *Ergebnisse*-Navigator gesteuert. In numerischer Form werden die Lagerkräfte und -momente in der Tabelle 3.4 ausgegeben.

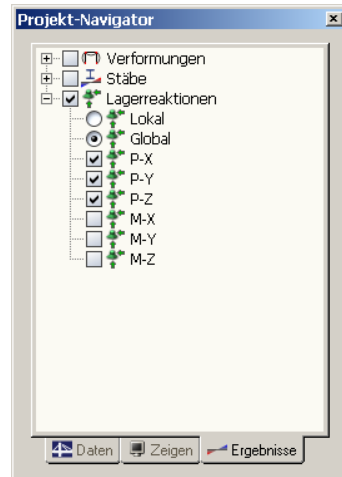
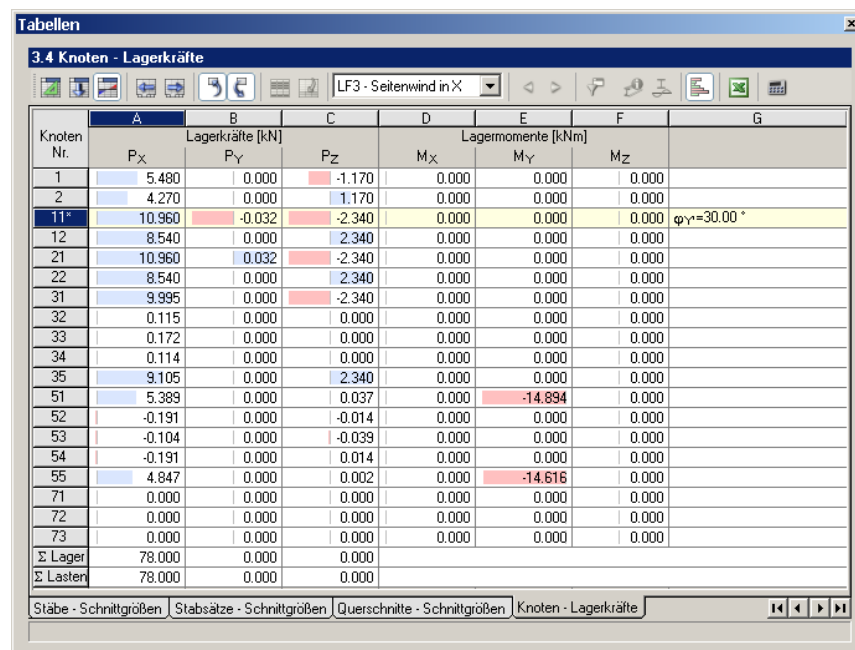


Bild 9.9: *Ergebnisse*-Navigator: Lagerreaktionen



Knoten Nr.	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
	P _X	P _Y	P _Z	M _X	M _Y	M _Z	
1	5.480	0.000	-1.170	0.000	0.000	0.000	
2	4.270	0.000	1.170	0.000	0.000	0.000	
11*	10.960	-0.032	-2.340	0.000	0.000	0.000	φ _Y =30.00 °
12	8.540	0.000	2.340	0.000	0.000	0.000	
21	10.960	0.032	-2.340	0.000	0.000	0.000	
22	8.540	0.000	2.340	0.000	0.000	0.000	
31	9.995	0.000	-2.340	0.000	0.000	0.000	
32	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
33	0.172	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
34	0.114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
35	9.105	0.000	2.340	0.000	0.000	0.000	
51	5.389	0.000	0.037	0.000	-14.894	0.000	
52	-0.191	0.000	-0.014	0.000	0.000	0.000	
53	-0.104	0.000	-0.039	0.000	0.000	0.000	
54	-0.191	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	
55	4.847	0.000	0.002	0.000	-14.616	0.000	
71	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
72	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
73	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Σ Lager	78.000	0.000	0.000				
Σ Lasten	78.000	0.000	0.000				

Bild 9.10: Tabelle 3.4 *Knoten - Lagerkräfte*

LF5 - Wind auf Giebel in

Der Lastfall, dessen Lagerreaktionen angezeigt werden sollen, wird in der Liste der Symbolleiste oder der Tabellen-Symbolleiste eingestellt.

Lagerkräfte P_X / P_Y / P_Z

In diesen drei Tabellenspalten werden die Auflagerkräfte knotenweise aufgelistet. Die Kräfte sind im Regelfall auf die Achsen X, Y und Z des globalen Koordinatensystems bezogen. Zur Tabellenanzeige der auf die lokalen Lagerachsen X', Y' und Z' bezogenen Kräfte ist die Umstellung im *Ergebnisse*-Navigator vorzunehmen.



Bei Lagerdrehungen sind die Knoten wie im Bild oben gezeigt mit einem Sternchen (*) markiert. Die Kräfte werden dennoch auf das gewählte Achsensystem bezogen ausgegeben. In der letzten Tabellenspalte wird der Drehwinkel des Lagers angezeigt.

In der Tabelle werden die Kräfte ausgegeben, die in das Auflager eingeleitet werden. Hier handelt es sich also vorzeichenmäßig nicht um die Reaktionskräfte vonseiten des Lagers. Die Vorzeichen ergeben sich aus der Richtung der globalen Achsen. Ist die globale Z-Achse nach unten gerichtet, so hat der Lastfall Eigengewicht beispielsweise eine positive Lagerkraft P_z , eine Windlast entgegen der globalen X-Achse eine negative Lagerkraft P_x zur Folge. Die in der Tabelle ausgewiesenen Lagerkräfte stellen somit quasi die Fundamentlasten dar.

Die grünen Vektoren in der Grafik hingegen stellen die Reaktionskräfte vonseiten der Lager dar. Die Komponenten der Lagerreaktionen werden durch die Größe und Richtung der Vektoren repräsentiert.

Die Vorzeichen der Lagerreaktionen können in der Ergebnisgrafik mit angezeigt werden. Diese Option ist im Zeigen-Navigator unter dem Eintrag *Ergebnisse* zugänglich.

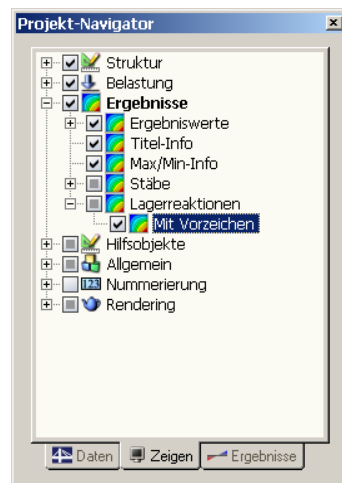


Bild 9.11: Zeigen-Navigator: Ergebnisse → Lagerreaktionen → Mit Vorzeichen

Diese Vorzeichen in der Grafik sind auf das globale XYZ- bzw. das gedrehte lokale X'Y'Z'-Achsensystem bezogen. Eine positive Lagerreaktion erfolgt in Richtung der jeweiligen positiven Achse. Eine Windlast entgegen der globalen X-Achse hat beispielsweise eine positive Lagerreaktion P_x zur Folge

Es empfiehlt sich, diese Vorzeichen nur zu Kontrollzwecken einzublenden. Sie könnten zu missverständlichen Interpretationen führen, da die Vektoren bereits mit Vorzeichen behaftet sind. Die Vorzeichen in der Grafik sind als eine Ergänzung zur Vektordarstellung gedacht: Sie geben bei den Werten die Richtungen im Bezug auf die globalen Achsen an.

Lagermomente M_x / M_y / M_z

In diesen drei Spalten werden die Auflagermomente knotenweise aufgelistet. Die Momente sind im Regelfall auf die Achsen X, Y und Z des globalen Koordinatensystems bezogen. Zur Tabellenanzeige der auf die lokalen Lagerachsen X', Y' und Z' bezogenen Momente ist die Umstellung im *Ergebnisse*-Navigator vorzunehmen.

In der Tabelle werden die Momente ausgegeben, die in das Knotenlager eingeleitet werden. Hier handelt es sich wie bei den Lagerkräften vorzeichenmäßig nicht um die Reaktionen vonseiten des Lagers. Die Vorzeichen ergeben sich aus der Richtung der globalen Achsen. Die Lagermomente der Tabelle stellen somit die Fundamentlasten dar.

In der Grafik werden Reaktionsmomente vonseiten der Lager dargestellt. Die Komponenten der Lagerreaktionen können *Global* auf das XYZ-Achsensystem oder *Lokal* auf das X'Y'Z'-Achsensystem gedrehter Knotenlager bezogen werden.

Auch für die Auflagermomente können die Vorzeichen in der Grafik mit angezeigt werden (siehe Bild 9.11). Ein positives Lagermoment wirkt rechtsschraubig um die jeweilige positive globale Achse. Hier gilt ebenso wie bei den Lagerkräften, dass die Vektoren bereits vorzeichenbehaftet sind und die Werteangaben deshalb unabhängig davon zu betrachten sind: Die Vorzeichen geben die Richtungen der Momente im Bezug auf die globalen Achsen an.

Anstelle der vektoriellen Anzeige ist auch eine Bogendarstellung möglich, die man aktivieren kann über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten.

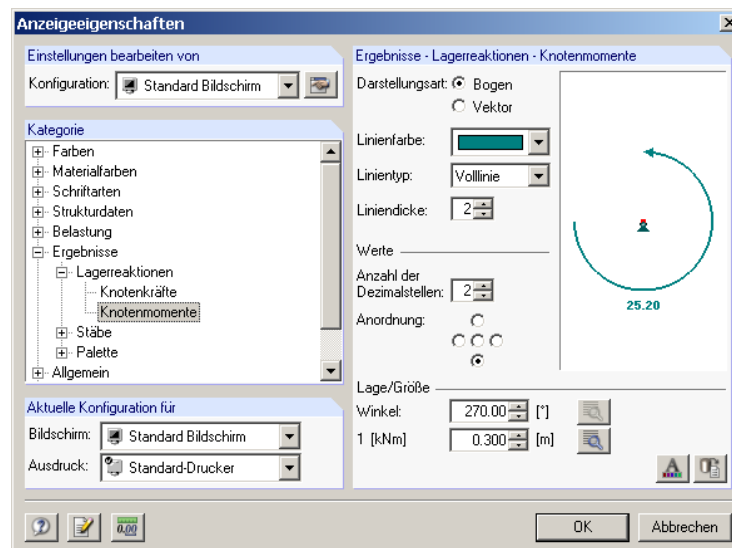


Bild 9.12: Dialog Anzeigeeigenschaften: Knotenmomente in Bogendarstellung

Stellen Sie im Dialog links die *Kategorie* Ergebnisse → Lagerreaktionen → Knotenmomente ein und wählen dann rechts oben die Darstellungsart *Bogen*.

Die Ergebnisspalten der Lagerkräfte und -momente sind teilweise rot oder blau hinterlegt. Diese Balken repräsentieren grafisch die jeweiligen Ergebniswerte. Sie sind auf die Extremwerte aller Knotenlager skaliert. Negative Kräfte und Momente werden durch einen roten Balken, positive durch einen blauen Balken symbolisiert.



Die farbigen Balken können ein- und ausgeschaltet werden über Menü

Tabelle → Ansicht → Farb-Relationsbalken

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.

Wurde der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert, so werden nur die relevanten Spalten der Lagerkräfte und -momente angezeigt.

Zugehörige Lastfälle, Gedrehte Lager

In der letzten Tabellenspalte werden die Drehwinkel gedrehter Knotenlager angegeben (vgl. Bild 9.10). Diese Knoten sind mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.

Falls die Ergebnisse von Lastfallkombinationen angezeigt werden, so listet diese Spalte die Lastfälle oder Lastfallgruppen auf, die in den maximalen und minimalen Lagerkräften und -momenten der jeweiligen Zeile berücksichtigt sind.

Bei den fett dargestellten Werten handelt es sich wie bei den Schnittgrößen um die Extremwerte. Die Werte in den übrigen Spalten der Zeile stellen die zum jeweiligen Extremwert zugehörigen Lagerkräfte und -momente dar.



Kontrollsummen

Bei Lastfällen und Lastfallgruppen werden ganz am Ende der Tabelle für die Knotenlager die Kontrollsummen von Lasten und Lagerreaktionen ausgewiesen. Sind auch elastisch gebettete Stäbe im Modell vorhanden, so werden hier Differenzen bestehen. Für die Gesamtbilanz sind auch die Last- und Lagersummen der Tabelle 3.5 *Stäbe - Kontaktkräfte* zu berücksichtigen.

9.5 Stäbe - Kontaktkräfte

Enthält das Modell elastisch gebettete Stäbe (siehe Kapitel 5.9, Seite 123), werden deren Kontaktkräfte und -momente in Tabelle 3.5 aufgelistet. Grafisch sind die Ergebnisse über den Eintrag *Stäbe* im *Ergebnisse*-Navigator zugänglich.

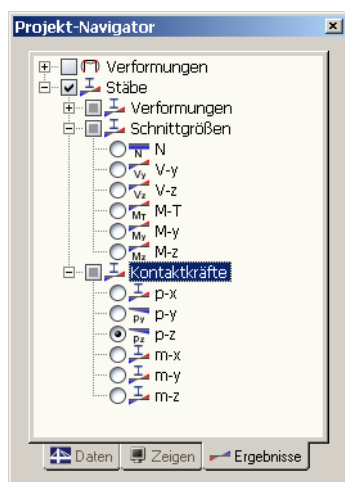


Bild 9.13: *Ergebnisse*-Navigator: Stäbe → Kontaktkräfte

3.5 Stäbe - Kontaktkräfte						
LF2 - Schnee						
Stab Nr.	A Knoten Nr.	B Stelle x [m]	D Kontaktkräfte [kN/m]			G Querschnitt
			C p _x	p _y / p _u	p _z / p _v	
25	25	0.000	0.000	0.356	-0.811	0.000
		1.046	0.000	-1.941	4.420	0.000
		2.091	0.000	-1.445	3.292	0.000
		3.137	0.000	-1.462	3.329	0.000
		4.183	0.000	-2.289	5.215	0.000
		5.228	0.000	9.216	-20.994	0.000
	26	6.274	0.000	-106.919	243.552	0.000
	Max p _u	5.378	0.000	12.111	-27.587	0.000
	Min p _u	6.274	0.000	-106.919	243.552	0.000
	Max p _v	6.274	0.000	-106.919	243.552	0.000
	Min p _v	5.378	0.000	12.111	-27.587	0.000
Σ Lager			4.270	0.000	48.700	
Σ Lasten			0.00	0.00	363.28	

Bild 9.14: Tabelle 3.5 *Stäbe - Kontaktkräfte*

Knoten Nr.

In dieser Spalte werden für jeden Bettungsstab die Nummern der Anfangs- und Endknoten aufgelistet. Es folgt jeweils die Angabe, um welche Art von Extremwert es sich bei den Kontaktkräften und -momenten handelt.



Die Voreinstellungen der Extremwertausgabe können modifiziert werden über Menü

Tabelle → Ansicht → Ergebnisfilter

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.

Stelle x

Es werden die Ergebnisse jeden Stabes der Reihe nach an folgenden Stellen aufgelistet:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß vorgegebener Stabteilung (vgl. Kapitel 5.6, Seite 106)
- Extremwerte (*Max/Min*) der Kontaktkräfte und -momente.

Kontaktkräfte $p_x / p_y / p_z$

Die Kontaktkräfte in Richtung der lokalen Stabachsen x , y und z (bzw. u und v bei unsymmetrischen Profilen) werden auf eine Einheitslänge bezogen ausgegeben.

Die Lage der lokalen Achsen lässt sich über den *Zeigen*-Navigator kontrollieren, indem man dort unter *Struktur* und *Nummerierung* die *Stab-Achsensysteme* x,y,z aktiviert (vgl. Bild 9.5, Seite 190). Die Vorzeichen entsprechen den üblichen Regelungen, die im Kapitel 9.1 auf Seite 190 bei den Stabschnittgrößen erläutert sind.

Um aus den hier angegebenen Werten die Sohlpressungen zu ermitteln, sind die Ergebnisse noch durch die Fundamentbreite zu dividieren.

Kontaktmomente m_x

Die Kontaktmomente um die Stablängsachse x werden ebenfalls auf eine Einheitslänge bezogen ausgegeben. Die Momente m_x werden über die Drehfederkonstante C_ϕ gesteuert.

Ganz am Ende der Tabelle werden für die Bettungsstäbe die Kontrollsummen der Lasten und Lagerreaktionen ausgewiesen. Für die Gesamtbilanz müssen allerdings auch die Last- und Lagersummen der Tabelle 3.4 *Knoten - Lagerkräfte* berücksichtigt werden.



9.6 Knoten - Verformungen

Die Verformungen sind grafisch über den Eintrag *Verformungen* im *Ergebnisse*-Navigator zugänglich. In Tabelle 3.6 werden die Verformungen der Knoten numerisch ausgegeben.

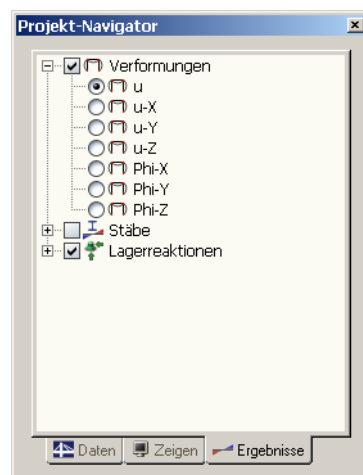


Bild 9.15: *Ergebnisse*-Navigator: Verformungen

Tabellen

3.6 Knoten - Verformungen

LF3 - Seitenwind in X

Knoten Nr.	Verschiebungen [mm]				Verdrehungen [mrad]		
	u	u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	-2.1	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	-2.0	0.0
3	13.6	11.0	8.0	0.0	1.3	-1.4	-0.7
4	13.4	11.3	6.5	3.2	3.8	-0.7	-0.6
5	13.9	11.3	7.0	3.8	7.5	0.2	0.2
6	20.2	10.9	17.0	-0.3	14.4	0.9	0.4
7	15.6	11.3	9.9	-4.2	7.0	0.2	-0.6
8	13.2	11.2	6.0	-3.4	3.1	-0.7	-0.9
9	11.2	10.9	2.7	0.0	0.5	-1.5	-1.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	-3.9	-0.8
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	-4.5	0.0
13	22.9	21.4	8.0	0.1	1.3	-3.1	-0.7
14	24.6	22.1	6.4	8.5	3.8	-2.3	-0.6
15	27.4	22.6	7.0	13.9	7.5	-1.0	0.2
16	30.3	22.3	17.0	11.5	14.4	1.8	0.4
17	25.7	23.6	9.9	-2.6	7.0	1.8	-0.6
18	25.1	23.8	6.0	-5.1	3.1	-0.5	-0.9
19	23.5	23.3	2.7	0.1	0.5	-2.8	-1.0

Querschnitte - Schnittgrößen | Knoten - Lagerkräfte | Stäbe - Kontaktkräfte | Knoten - Verformungen | Stäbe - Verformungen

Bild 9.16: Tabelle 3.6 Knoten - Verformungen

Die Auflistung der Verschiebungen und Verdrehungen erfolgt nach Knoten geordnet.

Verschiebungen / Verdrehungen

Die Verformungen bedeuten im Einzelnen:

u	Gesamtverschiebung (nicht bei Lastfallkombinationen)
u _x	Verschiebung in Richtung der globalen X-Achse
u _y	Verschiebung in Richtung der globalen Y-Achse
u _z	Verschiebung in Richtung der globalen Z-Achse
φ _x	Verdrehung um die globale X-Achse
φ _y	Verdrehung um die globale Y-Achse
φ _z	Verdrehung um die globale Z-Achse

Tabelle 9.2: Knotenverformungen



Die Ergebnisspalten sind mit roten oder blauen Balken hinterlegt, die auf die Extremwerte aller Knoten skaliert sind. Sie stellen die jeweiligen Ergebniswerte grafisch dar. Negative Verformungen werden durch einen roten, positive durch einen blauen Balken symbolisiert.

Wurde der Strukturtyp bei den Basisangaben auf ein 2D- oder 1D-System reduziert, werden nur die relevanten Spalten der Verformungen angezeigt.

9.7 Stäbe - Verformungen

Die Verformungen der Stäbe sind grafisch über den Eintrag *Stäbe* im *Ergebnisse*-Navigator zugänglich. In der Tabelle 3.7 werden die Verschiebungen und Verdrehungen in numerischer Form ausgegeben.

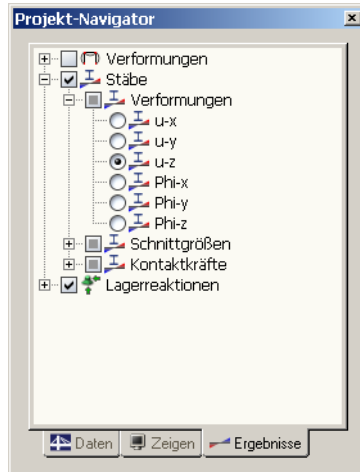


Bild 9.17: *Ergebnisse*-Navigator: Stäbe → Verformungen

Tabellen										
3.7 Stäbe - Verformungen										
LK1 - Bemessungswerte										
Stab Nr.	Knoten Nr.	Stelle x [m]	C	Verschiebungen [mm]			Verdrehungen [mrad]			
				u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z	
13	13	0.000	max	35.4	12.7	3.4	2.2	0.3	0.1	
			min	-29.0	-0.2	-2.2	0.0	-9.9	-1.1	
	14	3.011	max	35.3	10.0	54.8	6.2	0.5	0.3	
			min	-29.1	-1.1	-1.3	-1.4	-24.7	-0.6	
		0.000	Max u_x	35.4	12.7	3.4	2.2	0.3	0.1	
			Min u_x	-29.1	-1.1	-1.3	-1.4	-24.7	-0.6	
		0.000	Max u_y	35.4	12.7	3.4	2.2	0.3	0.1	
			Min u_y	-29.1	-1.1	-1.3	-1.4	-24.7	-0.6	
		3.011	Max u_z	35.3	10.0	54.8	6.2	0.5	0.3	
			Min u_z	-29.0	-0.2	-2.2	0.0	-9.9	-1.1	
	14	0.000	max	35.2	10.0	54.8	6.2	0.5	0.3	
			min	-29.1	-1.1	-1.3	-1.4	-24.7	-0.6	
	15	3.262	max	35.1	11.0	146.4	11.9	0.2	1.3	
			min	-29.3	-3.1	-2.6	-3.4	-28.5	-1.0	
		0.000	Max u_x	35.2	10.0	54.8	6.2	0.5	0.3	
			Min u_x	-29.3	-3.1	-2.6	-3.4	-28.5	-1.0	
		3.262	Max u_y	35.1	11.0	146.4	11.9	0.2	1.3	
			Min u_y	-29.3	-3.1	-2.6	-3.4	-28.5	-1.0	
		3.262	Max u_z	35.1	11.0	146.4	11.9	0.2	1.3	
			Min u_z	-29.3	-3.1	-2.6	-3.4	-28.5	-1.0	
		3.262	max	35.1	11.0	146.4	11.9	0.2	1.3	
			min	-29.3	-3.1	-2.6	-3.4	-28.5	-1.0	
		3.262	max	35.1	11.0	146.4	11.9	0.2	1.3	
			min	-29.3	-3.1	-2.6	-3.4	-28.5	-1.0	

Bild 9.18: Tabelle 3.7 Stäbe - Verformungen

Der Lastfall, dessen Verformungen angezeigt werden sollen, wird in der Liste der Symbolleiste oder der Tabellen-Symbolleiste eingestellt.

Knoten Nr.

In dieser Spalte werden für jeden Stab die Nummern der Anfangs- und Endknoten aufgelistet. Es folgt jeweils die Angabe, um welche Art von Verformungsmaximum oder -minimum es sich handelt.

Stelle x

In dieser Übersicht werden die Schnittgrößen jeden Stabes der Reihe nach an folgenden Stellen aufgelistet:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß vorgegebener Stabteilung (vgl. Kapitel 5.6, Seite 106)
- Extremwerte (*Max/Min*) der Verschiebungen



Diese Voreinstellung kann angepasst werden über Menü

Tabelle → Ansicht → Filter

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste. Es wird folgender Dialog aufgerufen:



Bild 9.19: Dialog *Ergebnisfilter - Stäbe*

Art und Umfang der numerischen Ausgabe lassen sich durch Anhaken der entsprechenden Kontrollfelder beeinflussen.

Verschiebungen / Verdrehungen

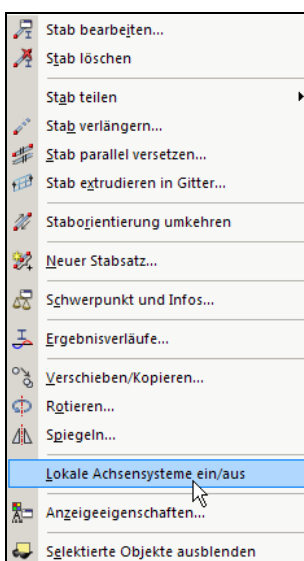
Die Stabverformungen bedeuten im Einzelnen:

$ u $	Absolute Gesamtverschiebung (nicht bei Lastfallkombinationen)
u_x	Verschiebung des Stabes in Richtung seiner Längsachse
u_y / u_u	Verschiebung des Stabes in Richtung der lokalen Achse y bzw. u
u_z / u_v	Verschiebung des Stabes in Richtung der lokalen Achse z bzw. v
φ_x	Verdrehung des Stabes um seine Längsachse
φ_y / φ_u	Verdrehung des Stabes um die y- bzw. u-Achse
φ_z / φ_v	Verdrehung des Stabes um die z- bzw. v-Achse

Tabelle 9.3: Stabverformungen

Die Lage der lokalen Stabachsen kann über den *Zeigen*-Navigator überprüft werden, indem man dort unter *Struktur* und *Nummerierung* jeweils die *Stabachsensysteme* x, y, z aktiviert (vgl. Bild 9.5, Seite 190). Alternativ wird das links dargestellte Stab-Kontextmenü benutzt.

Das lokale Stabachsensystem beeinflusst auch die Vorzeichen der Verformungen. Eine positive Verschiebung erfolgt in Richtung der positiven lokalen Achse, eine positive Verdrehung rechtsschraubig um die positive Stabachse.



Stab-Kontextmenü

Querschnitt

Zur Information werden in der letzten Spalte jeweils die Stabquerschnitte angegeben.

Die Ergebnisspalten sind mit roten oder blauen Balken hinterlegt, die auf die Extremwerte aller Stabverformungen skaliert sind. Sie stellen die jeweiligen Ergebniswerte in grafischer Form dar. Negative Verformungen werden durch einen roten, positive durch einen blauen Balken dargestellt.



Die farbigen Balken werden ein- und ausgeblendet über Menü

Tabelle → Ansicht → Farb-Relationsbalken

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.



Die Stabverformungen können auch als animierte Grafik des gesamten Verformungsablaufs visualisiert werden (siehe Kapitel 9.8.7, Seite 215). Darüber hinaus lassen sich die Verformungen von Stäben im Renderingmodus darstellen (siehe Kapitel 9.8.3, Seite 204).

9.8 Ergebnisauswertung

9.8.1 Vorhandene Ergebnisse

Nach der Berechnung können die Ergebnisse in verschiedener Weise ausgewertet werden. Die Menüfunktion

Ergebnisse → Vorhandene Ergebnisse

ruft einen Dialog mit der Zusammenstellung aller berechneten Lastfälle, Lastfallgruppen, Lastfallkombinationen und Superkombinationen auf.



Bild 9.20: Dialog *Vorhandene Ergebnisse*



Anhand dieser Liste kann überprüft werden, ob alle vorgegebenen Lastkonstellationen berechnet wurden. Die Spalte *Berechnungsfehler* weist etwaige Ursachen für Berechnungsabbrüche aus, die über die Schaltfläche [Details] des selektierten Lastfalls eingesehen werden können.



Ein bestimmtes Ergebnis kann in diesem Dialog selektiert und dann über die Schaltfläche [Anzeigen] oder einen Doppelklick grafisch dargestellt werden. Nicht benötigte Ergebnisse lassen sich mit der Schaltfläche [X] löschen.



In der Lastfallliste der Symbolleiste und der Ergebnistabellen-Symbolleiste kann der Lastfall oder die Lastfallgruppe bzw. -kombination für die Ergebnisanzeige ebenfalls ausgewählt werden. Wenn die Synchronisation der Selektion aktiv ist, werden Grafik und Tabellen automatisch aktualisiert (vgl. Kapitel 11.3.4, Seite 295).

9.8.2 Ergebnisauswahl



Über den *Ergebnisse*-Navigator wird gesteuert, ob Verformungen, Schnittgrößen und/oder Lagerreaktionen angezeigt werden.

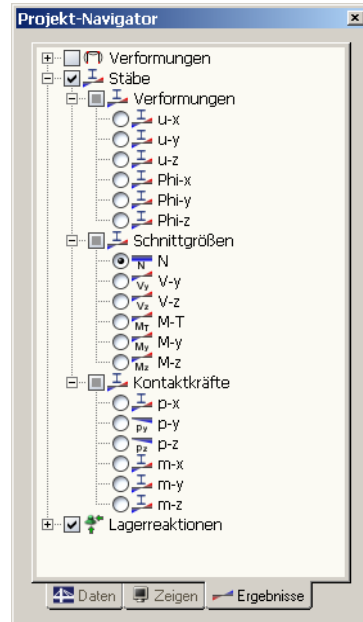


Bild 9.21: *Ergebnisse*-Navigator

Alternativ kann die Auswahl über die *Ergebnisse*-Symbolleiste erfolgen.



Bild 9.22: *Ergebnisse*-Schaltflächen in der Symbolleiste



Die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] schaltet die Darstellung der Ergebnisgrafik an oder ab, die Schaltfläche [Ergebnisse mit Werten anzeigen] rechts davon steuert die Anzeige der Ergebniswerte.

Werden die Ergebnisse einer Lastfallkombination angezeigt, bietet der *Ergebnisse*-Navigator den zusätzlichen Eintrag *Lastfallkombinationen* an.

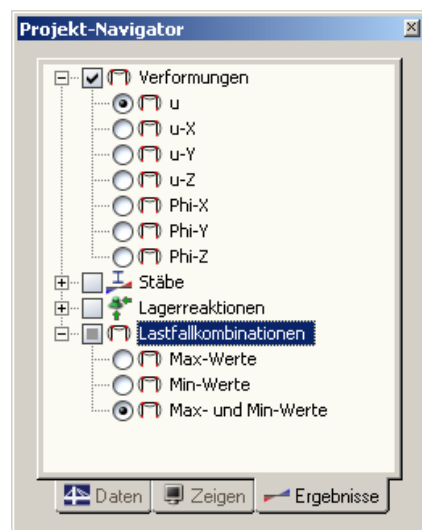


Bild 9.23: *Ergebnisse*-Navigator bei einer Lastfallkombination

Es stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl, die sich auf die Grafik der Verformungen, Schnittgrößen und Lagerkräfte in gleicher Weise auswirken. Die *Maximal-* und *Minimalwerte* lassen sich getrennt anzeigen. Mit der Option *Max- und Min-Werte* werden beide Einhüllenden aus allen Extremwerten gleichzeitig dargestellt.

9.8.3 Ergebnisdarstellung

Die Präsentation der Ergebnisse wird über den *Zeigen-Navigator* gesteuert.

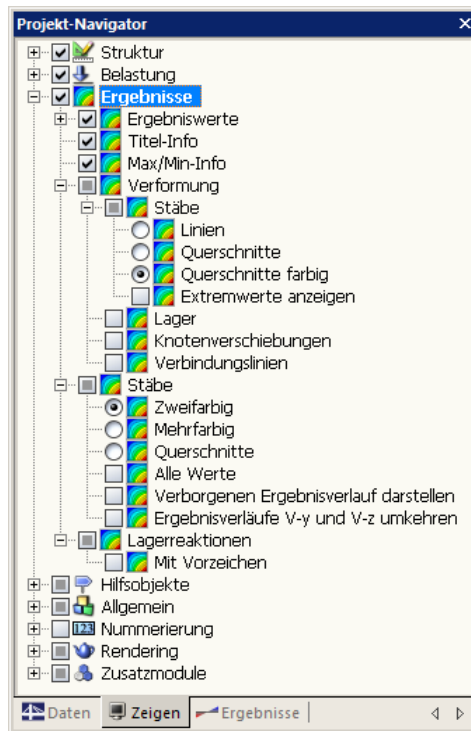


Bild 9.24: *Zeigen-Navigator*: Ergebnisse

Als Standard werden die Stabschnittgrößen *zweifarb*ig dargestellt. Damit werden positive Schnittgrößen in cyan bzw. blau, negative Schnittgrößen in rot angetragen. Die Stabverformungen werden standardmäßig als einfarbige *Linien* dargestellt.



Das Eingabefeld *Anzahl Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe* im Register *Optionen* des Dialogs *Berechnungsparameter* (vgl. Bild 8.11, Seite 182) steuert den grafischen Ergebnisverlauf. Ist dort eine Teilung von 9 eingestellt, wird die Länge des längsten Stabes im Modell durch 9 geteilt. Mit dieser Teilungslänge werden dann in jedem Stab die Ergebnisverläufe an den Zwischenpunkten ermittelt.



Werden die Stabschnittgrößen *mehrfarb*ig dargestellt, erfolgt die Farbzuzuweisung der Linien gemäß der im Steuerpanel gezeigten Skala. Im Kapitel 4.4.6 auf Seite 68 finden Sie Hinweise zur Anpassung dieser Farbskala.

Die Schnittgrößen können auch an den *Querschnitten* gezeigt werden. Dabei erscheint eine fotorealistische Darstellung der Stäbe mit farblich abgestimmten Schnittgrößenverläufen an den gerenderten Stäben.

In gleicher Weise kann die Verformung der *Querschnitte* (3D-Rendering der Verformungsfigur) oder der *Querschnitte farbig* (farbig abgestuftes Rendering der Verformungsfigur) angezeigt werden.

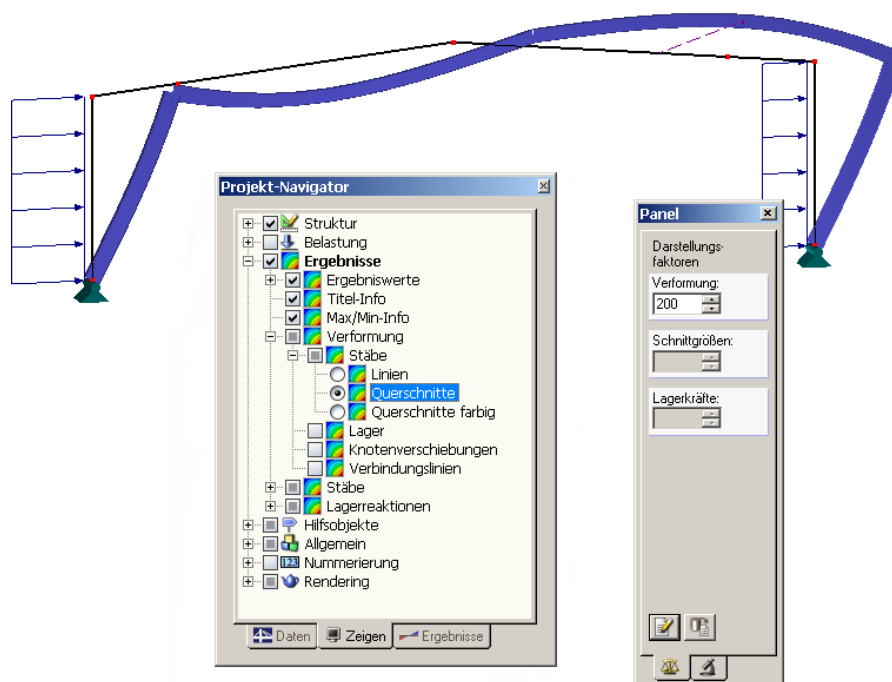


Bild 9.25: Überhöhte Darstellung der Stabverformungen im 3D-Rendering



Über das Steuerpanel-Register *Faktoren* kann die Skalierung der Verformungs- und Schnittgrößendarstellung beeinflusst werden. Das Register *Filter* im Panel ermöglicht eine gezielte Auswahl der Stäbe, deren Ergebnisse zur Anzeige kommen sollen. Die Beschreibung dieser Funktionen finden Sie im Kapitel 4.4.6 ab Seite 70.

9.8.4 Ergebnisverläufe

Stabinfo



Für die Stabergebnisse steht eine spezielle Ablesefunktion zur Verfügung. Diese wird aufgerufen über Menü

Extras → Info über Stab

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Es erscheint folgender Dialog.

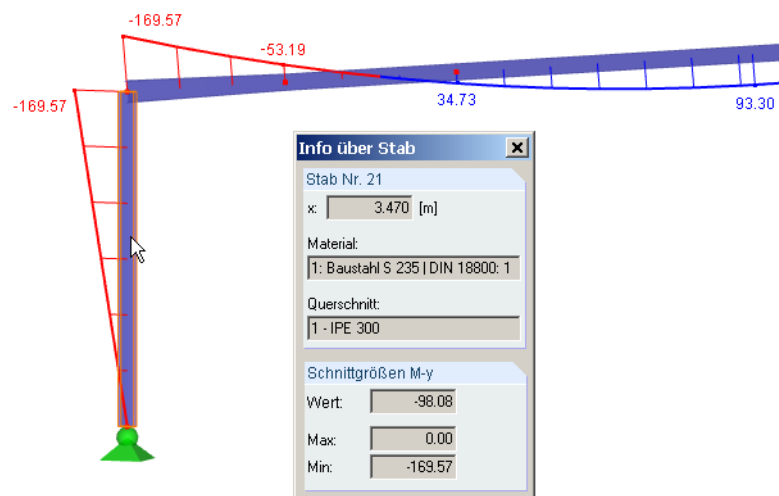


Bild 9.26: Dialog Info über Stab

Bewegt man den Mauszeiger über einen Stab, werden im *Info-Fenster* neben Material und Querschnitt des Stabes die Verformungswerte oder Schnittgrößen an der aktuellen Mauszeigerposition (x-Stelle des Stabes) angezeigt.

Ergebnisverläufe-Fenster

Sollen für einen bestimmten Stab die Ergebnisse im Detail abgelesen werden, so bietet sich das Ergebnisverläufe-Fenster an. Selektieren Sie zunächst in der Grafik den Stab/Stabsatz bzw. die Stäbe/Stabsätze. Die Funktion wird dann aufgerufen über Menü

Ergebnisse → Ergebnisverläufe an selektierten Stäben,

die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste oder das Stab-/Stabsatz-Kontextmenü.

Es öffnet sich ein neues Fenster, das die Ergebnisverläufe an den gewählten Objekten zeigt.

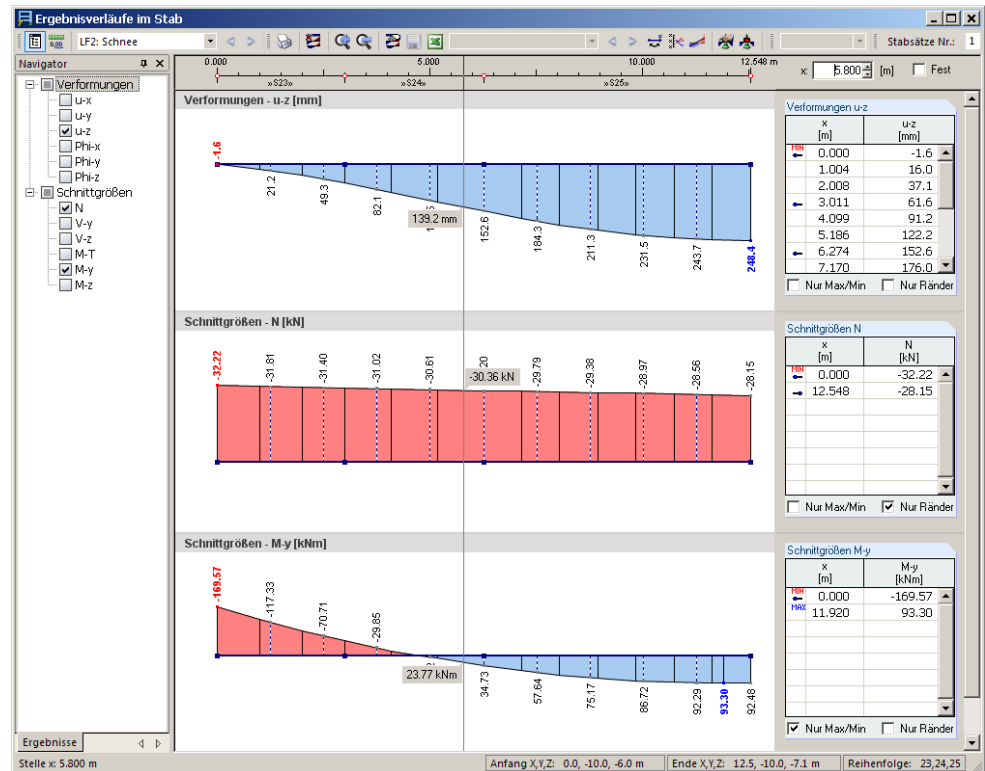


Bild 9.27: Diagramm *Ergebnisverläufe im Stab*

Im *Ergebnisse*-Navigator links wird die Verformung oder Schnittgröße festgelegt, die im Ergebnisdiagramm angezeigt wird. Über die Liste in der Symbolleiste kann zwischen den Lastfällen, Lastfallgruppen, -kombinationen und ggf. Superkombinationen gewechselt werden.

Rechts oben in diesem Fenster werden die Nummern der selektierten Stäbe bzw. Stabsätze angezeigt. Im Eingabefeld *Stäbe Nr.* sind auch manuelle Einträge möglich, wodurch die Auswahl hier erweitert, reduziert oder völlig neu gestaltet werden kann.

Wird die Maus im Ergebnisdiagramm entlang des Stabs bewegt, werden die „wandernden“ Ergebniswerte der aktuellen x-Stelle angezeigt. Die Stelle x ist auf den Stabanfang bezogen und kann rechts oben abgelesen werden. In dieses Eingabefeld kann eine bestimmte Stelle auch manuell eingetragen werden. Das Kontrollfeld *Fest* arretiert den Mauszeiger an der angegebenen Stelle x.

Im rechten Abschnitt des Fensters werden die Ergebniswerte in numerischer Form gelistet. Es handelt sich hier um die Ergebnisse an den Randknoten sowie an den Stellen der Extremwerte und der Teilungspunkte. Letztere entsprechen den Stabteilungen gemäß der Vorgabe im Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Optionen*.



LF2: Verkehrslast

Stäbe Nr.: 2

Die *Aktionen*-Schaltflächen der Symbolleiste ermöglichen eine detaillierte und ingenieurmäßige Ergebnisauswertung. Die Glättungsoptionen erweisen sich z. B. für Lagerungen als sehr nützlich.

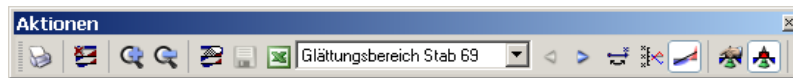


Bild 9.28: Schwebende Symbolleiste *Aktionen*

Die Schaltflächen bedeuten im Einzelnen:













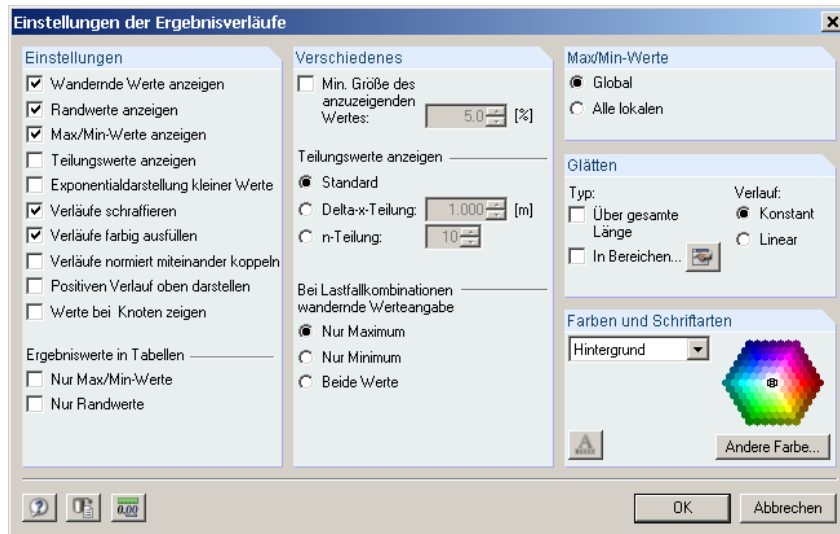
Schaltfläche	Funktion
	Die Ergebnisverläufe werden gedruckt.
	Alle angezeigten Ergebnisverläufe werden entfernt.
	Die Ergebnisverläufe werden vergrößert.
	Die Ergebnisverläufe werden verkleinert.
	Die unten im Bild 9.29 gezeigten Steuerungsparameter werden aufgerufen.
	Geglättete Ergebnisverläufe werden gespeichert.
	Der Dialog <i>Tabelle exportieren</i> wird aufgerufen (siehe Bild 11.95, Seite 297).
	Die Stabrichtung x wird umgekehrt.
	Es werden die Ordinaten mit den Maximalwerten ein- und ausgeblendet.
	Die Anzeige der Durchschnittswerte wird an- und ausgeschaltet.
	Ein Dialog zur Definition der Glättungsbereiche wird geöffnet (siehe Bild 9.30).
	Die Darstellung der Glättungsbereiche wird ein- und ausgeschaltet.

Tabelle 9.4: Schaltflächen der Symbolleiste *Aktionen*

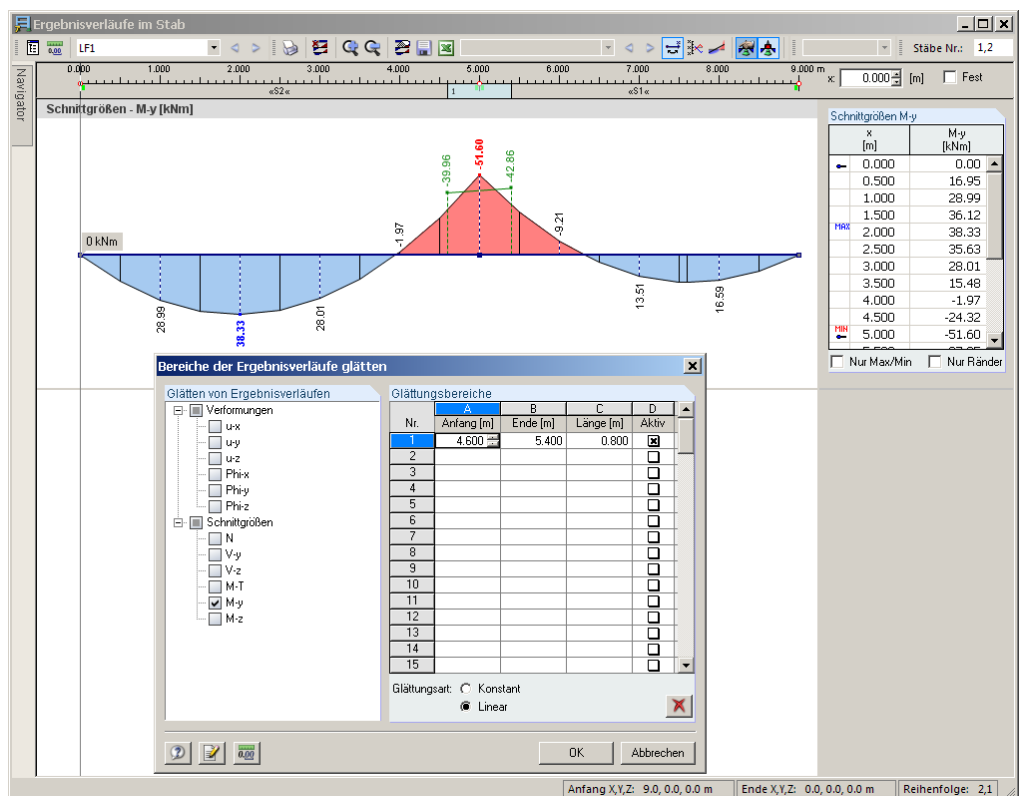


Die Schaltfläche [Einstellungen Ergebnisverläufe] ruft einen Dialog auf, der diverse Optionen zur Anpassung des *Ergebnisverläufe*-Dialogs bietet.

Bild 9.29: Dialog *Einstellungen der Ergebnisverläufe*

Glättungsbereiche im Dialog *Ergebnisverläufe*

Zur ingenieurmäßigen Aufbereitung der Ergebnisverläufe können Glättungsbereiche angelegt werden. Diese Funktion zur Integration der Ergebnisse ist über die links dargestellte Schaltfläche zugänglich. Es öffnet sich folgender Dialog:

Bild 9.30: Dialog *Bereiche der Ergebnisverläufe glätten*

Der Abschnitt *Glätten von Ergebnisverläufen* steuert, für welche Verformungen oder Schnittgrößen eine Glättung anzuwenden ist. Die einzelnen *Glättungsbereiche* werden im Abschnitt rechts festgelegt. Die Eingaben erfolgen in die interaktiv wirkenden Felder *Anfang*, *Ende* und *Länge*. Jeder Glättungsbereich kann separat *Aktiv* gesetzt werden. Die Integration verläuft *Konstant* oder *Linear* (wie im Bild oben) für alle Glättungsbereiche.

9.8.5 Mehrfensterdarstellung



Auf dem Bildschirm können mehrere Fenster mit verschiedenen Verformungen oder Schnittgrößen gleichzeitig angezeigt werden. Diese Option wird aufgerufen über Menü

Ergebnisse → Ergebnisfenster anordnen

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

Es wird ein Dialog mit einem Navigatorbaum geöffnet, in dem die gewünschten Ergebnisarten zur Auswahl angehakt werden können.

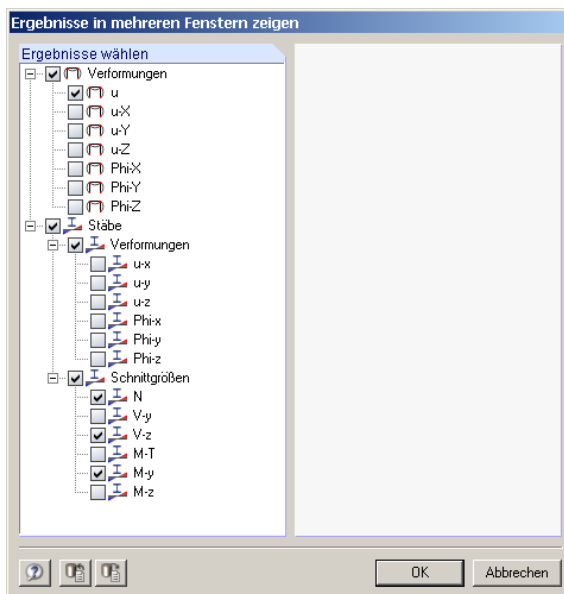


Bild 9.31: Dialog *Ergebnisse in mehreren Fenstern anzeigen*

Die Mehrfensterdarstellung lässt sich auch für den Ausdruck verwenden (siehe Kapitel 10.2, Seite 243).

9.8.6 Ergebnisse filtern

Es stehen eine Reihe von Filterfunktionen zur Verfügung, die bei der Ergebnisauswertung komplexer Systeme zur Übersichtlichkeit beitragen. Diese Funktionen bieten sich auch für die nachfolgende Dokumentation der Ergebnisse an.

Ausschnitte

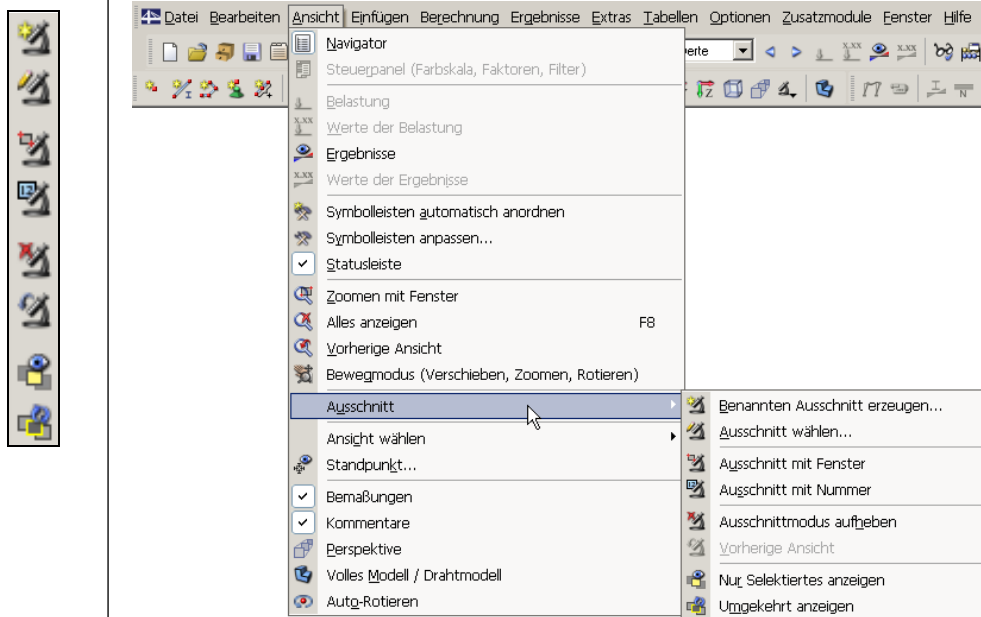
Das Modell kann mit Ausschnitten in Teilbereiche strukturiert werden. So lassen sich alle Stäbe einer Ebene oder alle Stützen in einem Stockwerk zu einem Ausschnitt zusammenfassen.

Die diversen Ausschnittfunktionen werden aufgerufen über Menü

Ansicht → Ausschnitt

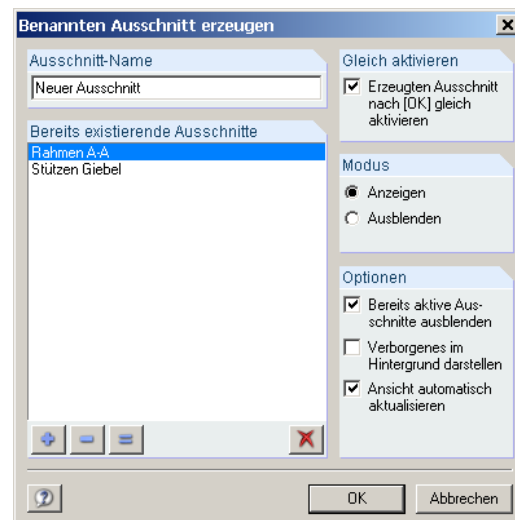
oder die zugeordneten Schaltflächen in der Symbolleiste.



Bild 9.32: Menü *Ansicht* → *Ausschnitt*

Benannten Ausschnitt erzeugen

Wurden bestimmte Objekte selektiert, können sie als *Ausschnitt* abgelegt werden.

Bild 9.33: Dialog *Benannten Ausschnitt erzeugen*

Im oben dargestellten Dialog ist ein *Ausschnitt-Name* festzulegen. [OK] speichert diese Gruppierung von Objekten dann für weitere Verwendungen ab.

Die benutzerdefinierten Ausschnitte werden im *Zeigen-Navigator* verwaltet und können dort gezielt ein- und ausgeblendet werden.

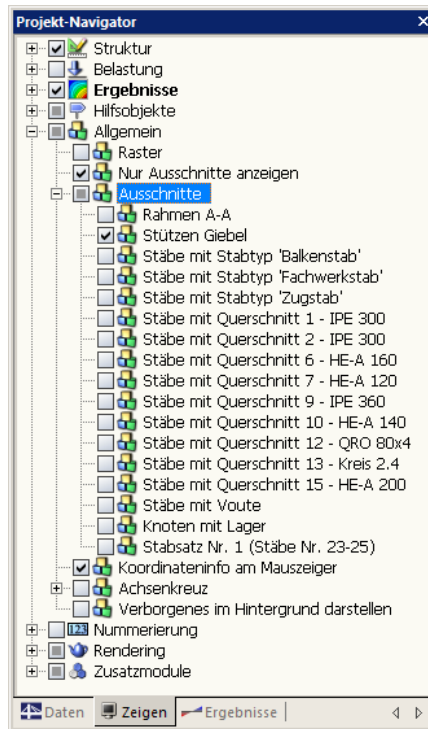


Bild 9.34: Zeigen-Navigator: Allgemein → Ausschnitte

Für die Selektion der Objekte ist die Menüfunktion **Bearbeiten** → **Selektieren** → **Speziell** sehr nützlich. In einem separaten Dialog können die Auswahlkriterien im Detail festgelegt werden (vgl. Kapitel 11.1.2, Seite 249).

Objekte zu existierenden Ausschnitten hinzufügen



Sollen nachträglich Objekte in Ausschnitte aufgenommen werden, ist folgendes Vorgehen zu empfehlen: Beenden Sie den Ausschnittmodus und selektieren die Objekte, die Sie hinzufügen möchten. Rufen Sie dann wie oben beschrieben den Dialog *Benannten Ausschnitt erzeugen* erneut auf.



Im Dialogabschnitt *Bereits existierende Ausschnitte* wählen Sie den gewünschten Ausschnitt aus. Mit einem Klick auf die [+] -Schaltfläche wird die Selektion dann zum existierenden Ausschnitt hinzugefügt. Die Änderung wird sofort aktualisiert, wenn die Option *Erzeugten Ausschnitt nach [OK] gleich aktivieren* angehakt ist.



In ähnlicher Weise lassen sich mit der [-] -Schaltfläche Objekte aus bestehenden Ausschnitten wieder entfernen.

Ausschnitt wählen



Es werden alle definierten Ausschnitte aufgelistet. RSTAB legt automatisch Ausschnitte geordnet nach Stabtypen, Querschnitten, Stabsätzen, Vouten und gelagerten Knoten an.

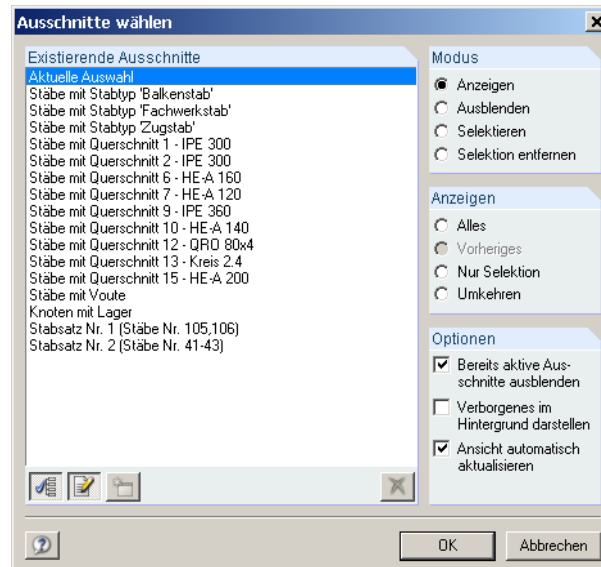


Bild 9.35: Dialog *Ausschnitte wählen*

Ausschnitt mit Fenster



Ausschnitte können auch mit der Maus durch Aufziehen eines Fensters erzeugt werden.

Wird das Fenster von links nach rechts aufgezogen, enthält der Ausschnitt nur die Objekte, die sich vollständig im Fenster befinden. Beim Aufziehen von rechts nach links werden auch die Objekte in den Ausschnitt aufgenommen, die vom Fenster geschnitten werden.

Ausschnitt mit Nummer



In einem Dialog werden die für den Ausschnitt gewünschten *Knoten* oder *Stäbe* festgelegt.

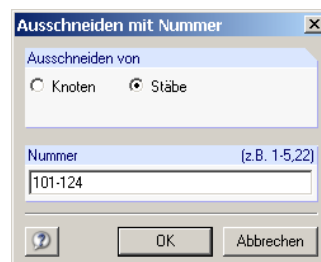


Bild 9.36: Dialog *Ausschneiden mit Nummer*

Ausschnittmodus aufheben



Mit dieser Funktion wird die Ansicht aller Objekte wieder hergestellt.

Bei allen beschriebenen Ausschnittarten ist es möglich, die ausgeblendeten Objekte im Hintergrund mit einer reduzierten Intensität darzustellen. Die Intensität wird im Register *Grafik* des *Programmooptionen*-Dialogs geregelt (vgl. Bild 9.42, Seite 215). Diese Darstellungsmöglichkeit ist nicht nur in den beschriebenen Ausschnitt-Dialogen zugänglich (siehe Bild 9.33 und Bild 9.35), sondern kann auch über den *Zeigen*-Navigator gesteuert werden. Dort lassen sich die schwach gezeichneten Hintergrundobjekte an- und abschalten.

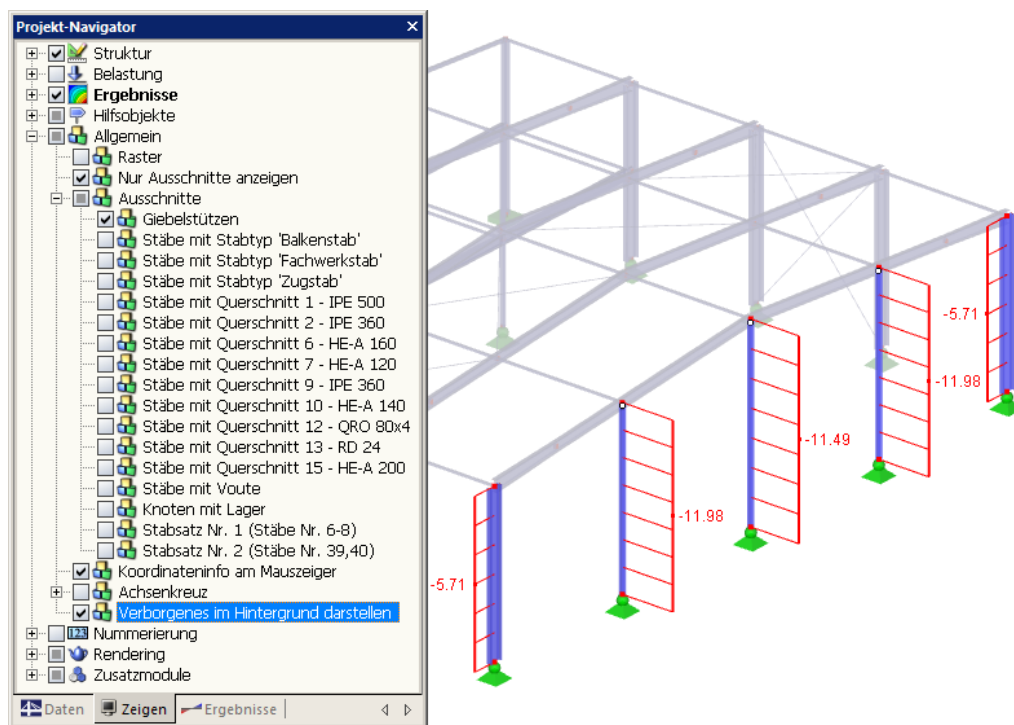


Bild 9.37: Zeigen-Navigator: Option Allgemein → Verborgenes im Hintergrund darstellen

Stabsätze

Stabsätze untergliedern sich in Stabzüge und Stabgruppen. Der Unterschied und deren Definition sind im Kapitel 5.11 ab Seite 131 ausführlich erläutert.

Auch die stabzug- oder stabgruppenweise Darstellung erleichtert die Ergebnisauswertung. Stabsätze entsprechen in ihrem Sinne einem oben beschriebenen „Ausschnitt“. Die Stabzüge und Stabgruppen sind deshalb wie im Bild 9.35 auf Seite 211 gezeigt in der Liste der Ausschnitte zugänglich.

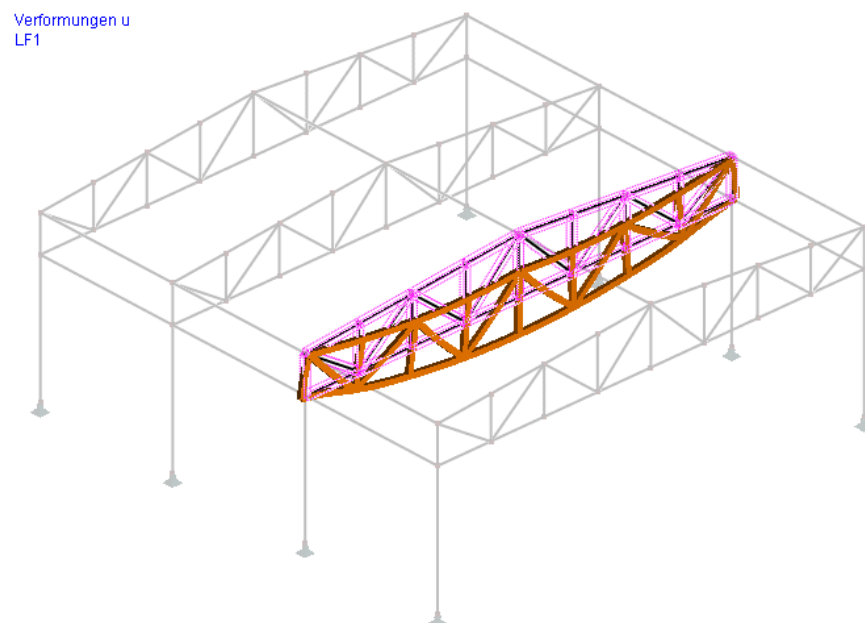


Bild 9.38: Ergebnisse der Stabgruppe „Fachwerkbinder“

Filterfunktionen

Die oben vorgestellten Gruppierungsoptionen beziehen sich auf die Objekte der Struktur. Es ist zusätzlich möglich, die Schnittgrößen und Verformungen als Filterkriterium anzusetzen.

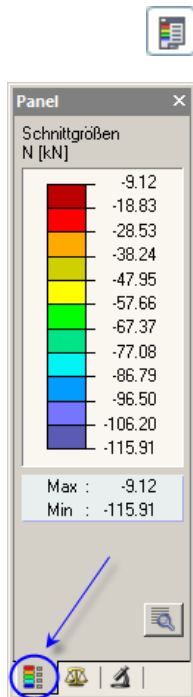
Filtern von Schnittgrößen

Um Schnittgrößen innerhalb der Struktur zu filtern, muss das Steuerpanel angezeigt werden. Sollte es nicht aktiv sein, kann es einblendet werden über Menü

Ansicht → Steuerpanel

oder die entsprechende Schaltfläche in der *Ergebnisse*-Symbolleiste.

Dieses Panel ist im Kapitel 4.4.6 ab Seite 68 erläutert. Die Filtereinstellungen für die Ergebnisse werden im Register *Farbskala* vorgenommen. Da dieses bei der zweifarbigen Schnittgrößenanzeige nicht zur Verfügung steht, muss im *Zeigen-Navigator* auf die Darstellungsarten *Mehrfarbig* oder *Querschnitte* umgeschaltet werden.



Panel-Register *Farbskala*

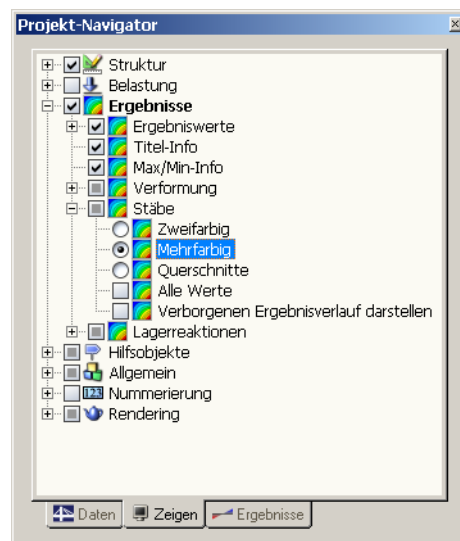


Bild 9.39: *Zeigen-Navigator*: Ergebnisse → Stäbe → **Mehrfarbig**

Bei einer mehrfarbigen Ergebnisanzeige kann im Panel beispielsweise eingestellt werden, dass nur Zugkräfte größer als +100 kN oder Biegemomente im Bereich von ± 20 kNm fein abgestuft angezeigt werden (siehe Bild 4.17 auf Seite 70).

Im folgenden Beispiel werden nur Druckkräfte zwischen -240 kN und -320 kN angezeigt. Die Farbskala ist zudem so bearbeitet, dass ein Farbbereich jeweils 10 kN abdeckt. Damit werden alle Stabverläufe ausgeblendet, die diese Bedingungen nicht erfüllen. Sollen diese ausgeblendeten Schnittkraftverläufe strichlinienhaft angezeigt werden, ist im *Zeigen-Navigator* die Option *Ergebnisse* → *Stäbe* → *Verborgenen Ergebnisverlauf darstellen* zu aktivieren.

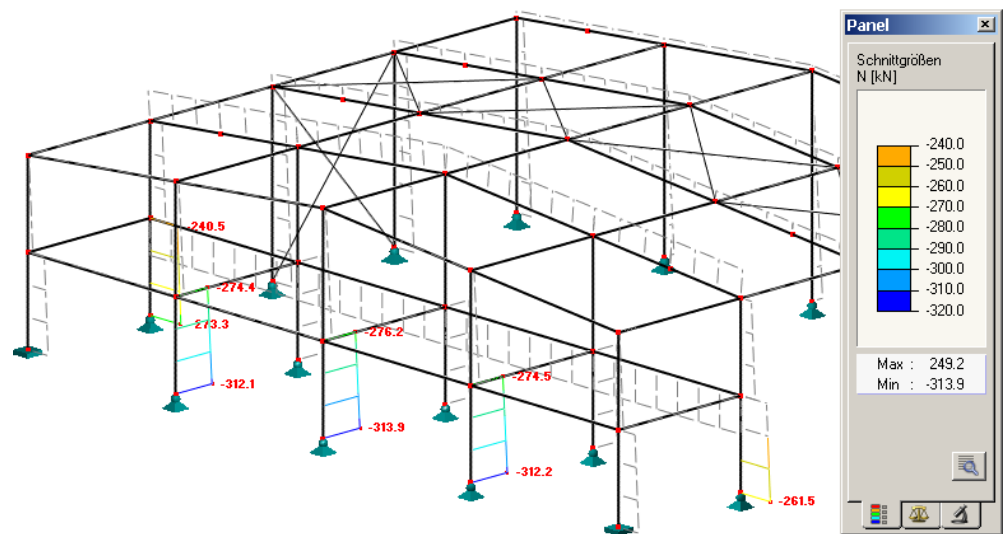


Bild 9.40: Filtern von Schnittgrößen mit angepasster Farbskala

Filtern von Stäben



Im Register *Filter* des Steuerpanels können die Nummern der Stäbe bestimmt werden, deren Ergebnisverläufe in der Grafik gefiltert zur Anzeige kommen sollen. Die Beschreibung dieser Funktion finden Sie im Kapitel 4.4.6 auf Seite 71.

Im Unterschied zur Ausschnittfunktion wird die Struktur als Linien- oder Renderingmodell vollständig mit angezeigt. Das folgende Bild zeigt die Biegemomente in den Stützen einer Struktur. Die Riegelstäbe werden im Modell dargestellt, sind in der Anzeige jedoch ohne Schnittgrößen.

Schnittgrößen M-y
 LG1 - LF1 + LF2 + LF3

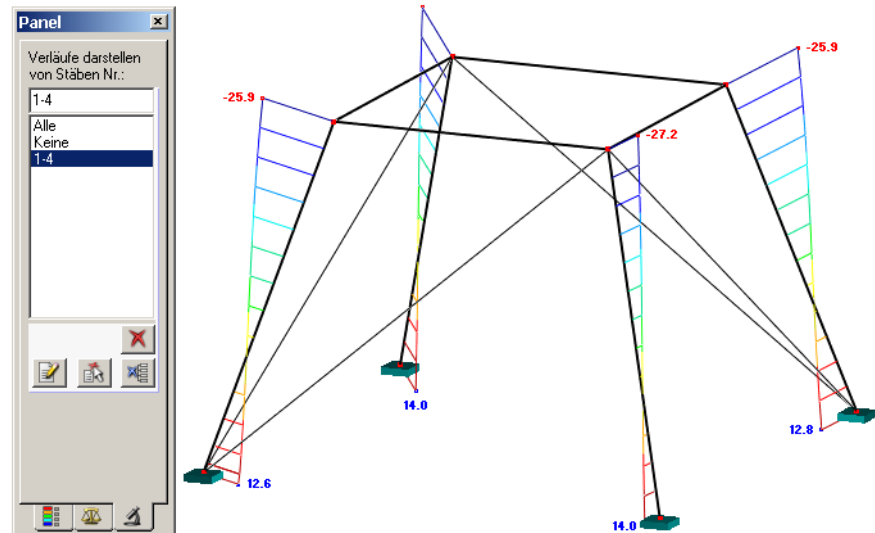


Bild 9.41: Filtern von Stäben: Biegemomente der Stützen

9.8.7 Animation der Verformungen



Die Verformungen können nicht nur in ihrem Endzustand angezeigt werden. Es ist auch möglich, den gesamten Verformungsvorgang als Bewegungsablauf darzustellen. Dies gilt sowohl für das Linienmodell der Verformung als auch für die gerenderte Darstellung.



Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Ergebnisse → Animation

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste. Mit dieser Schaltfläche lässt sich die animierte Darstellung auch wieder beenden. Die [Esc]-Taste erfüllt den gleichen Zweck.



Detaillierte Einstellungen zum Ablauf der Animation können Sie über das Menü **Optionen → Programmooptionen** im Dialogregister *Grafik* vornehmen.

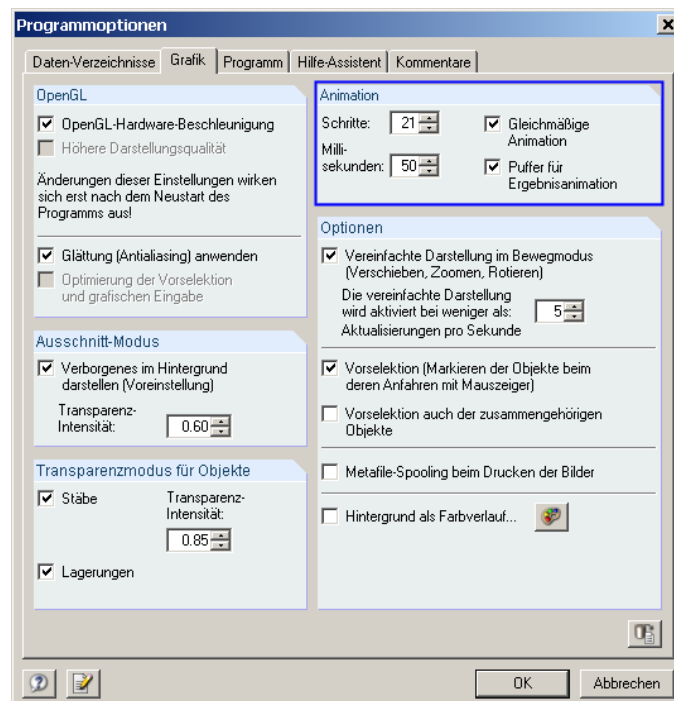


Bild 9.42: Dialog *Programmooptionen*, Register *Grafik*



Die Animation der Verformungsfigur lässt sich auch als Videodatei ablegen. Arrangieren Sie die animierte Grafik passend auf dem Bildschirm und wählen anschließend Menü

Extras → Videodatei erzeugen.

Nach einem eventuellen Hinweis zu den OpenGL-Einstellungen erscheint folgender Dialog.



Bild 9.43: Dialog *Videodatei erzeugen*



Mit der roten Schaltfläche [Start] wird die Aufnahme begonnen, die blaue Schaltfläche [Stop] beendet die Aufzeichnung. Anschließend kann die Videodatei gespeichert werden.

10. Ausdruck

10.1 Ausdruckprotokoll

Die Eingabe- und Ergebnisdaten von RSTAB werden im Normalfall nicht direkt zum Drucker geschickt. Stattdessen wird zunächst aus den Daten ein so genanntes „Ausdruckprotokoll“ generiert, das mit Grafiken, Erläuterungen, Skizzenscans etc. ergänzt werden kann. In diesem Ausdruckprotokoll wird auch ausgewählt, welche Daten aus der Berechnung letztendlich im Ausdruck erscheinen.

In jeder Position können mehrere Ausdruckprotokolle angelegt werden. Bei sehr großen Strukturen ist es ratsam, anstelle eines einzigen, umfangreichen Protokolls die Daten auf mehrere kleine Protokolle aufzuteilen. So kann z. B. ein Protokoll nur für die Eingabedaten, eines nur für die Lagerkräfte und ein weiteres nur mit den Ergebnissen der Querschnitte erzeugt werden. Durch die Aufteilung der Daten werden längere Wartezeiten vermieden.

Prinzipiell ist es auch möglich, in einer RSTAB-Position unterschiedliche Ausdruckprotokolle zu erstellen. Je nachdem, welche Daten benötigt werden, könnte für den Prüfenieur ein anderes Protokoll zusammengestellt werden als für den Konstrukteur.

Ein Ausdruckprotokoll kann nur geöffnet werden, wenn unter Windows ein Standarddrucker installiert ist. Die Vorschau im Ausdruckprotokoll verwendet diesen Druckertreiber.

10.1.1 Ausdruckprotokoll anlegen oder öffnen



Ein neues Ausdruckprotokoll kann angelegt werden über Menü

Datei → Ausdruckprotokoll öffnen,

die Schaltfläche in der Symbolleiste oder das Kontextmenü im *Daten-Navigator*.

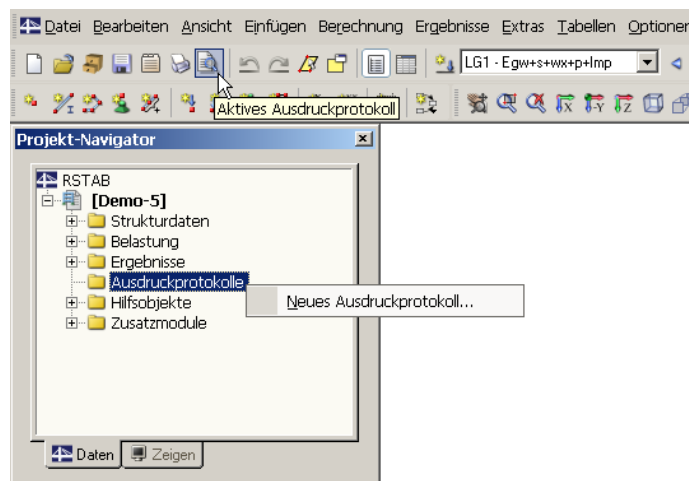


Bild 10.1: Schaltfläche und Kontextmenü *Neues Ausdruckprotokoll*

Es wird folgender Dialog angezeigt.

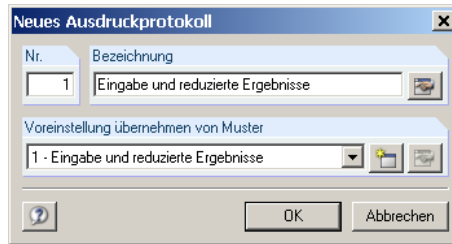


Bild 10.2: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll*

Die Nummer des Protokolls wird automatisch festgelegt, kann aber im Eingabefeld *Nr.* geändert werden. Für das Protokoll kann eine *Bezeichnung* angegeben werden, die die Auswahl in den Listen erleichtert. Die Bezeichnung erscheint nicht im Ausdruck.

In der Liste *Voreinstellung übernehmen von Muster* kann ein bestimmtes Musterprotokoll als Vorlage gewählt werden. Die Beschreibung der Musterprotokolle finden Sie im Kapitel 10.1.7 ab Seite 233.

Die Schaltflächen in diesem Dialog sind mit folgenden Funktionen belegt:



	Ein neues Musterprotokoll wird angelegt.
	Die Selektion des Protokolls kann geändert werden (→ Kapitel 10.1.3, Seite 220).

Tabelle 10.1: Schaltflächen im Dialog *Neues Ausdruckprotokoll*

Ist bereits ein Ausdruckprotokoll vorhanden, wird nach dem Aktivieren des Menüs **Datei → Ausdruckprotokoll öffnen** folgender Dialog angezeigt.

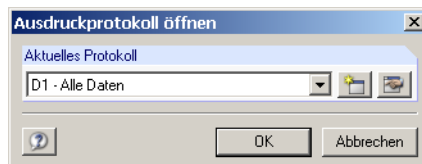


Bild 10.3: Dialog *Ausdruckprotokoll öffnen*

Aus der Liste kann das gewünschte Protokoll ausgewählt werden. Die Schaltflächen sind in diesem Dialog mit folgenden Funktionen belegt:



	Ein neues Ausdruckprotokoll wird angelegt.
	Die Selektion des Protokolls kann geändert werden (→ Kapitel 10.1.3, Seite 220).

Tabelle 10.2: Schaltflächen im Dialog *Ausdruckprotokoll öffnen*

10.1.2 Im Ausdruckprotokoll arbeiten

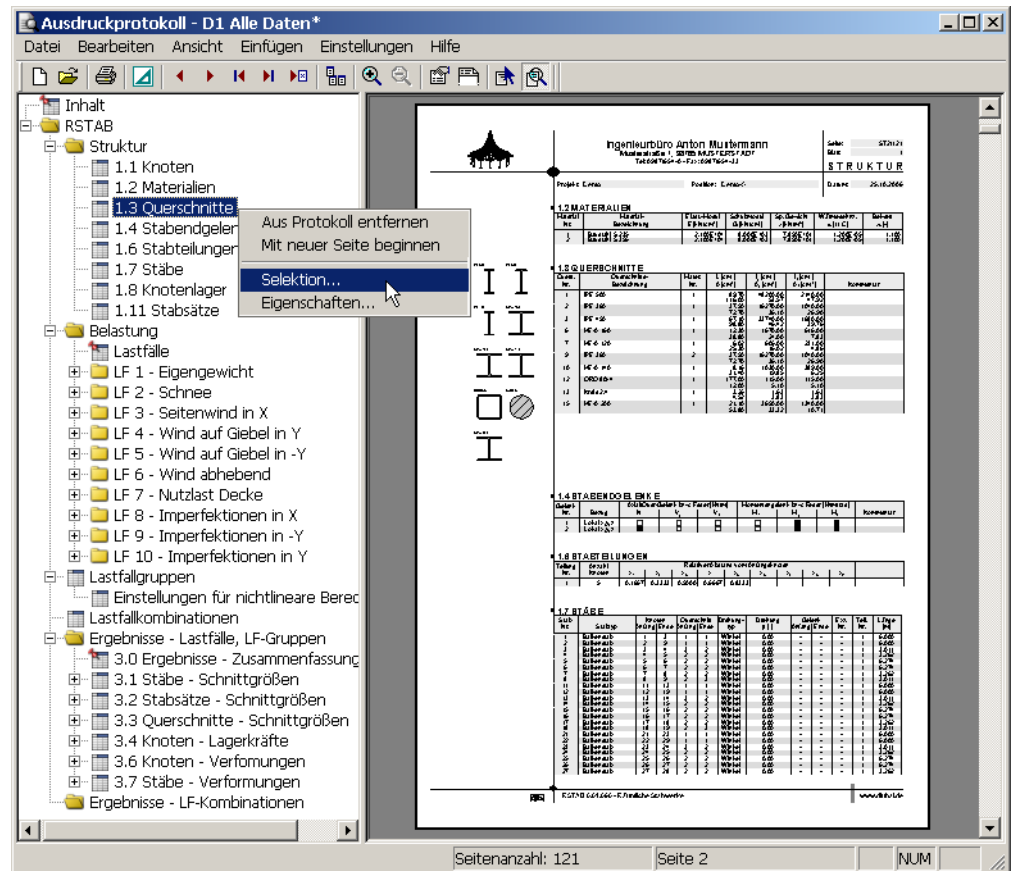


Bild 10.4: Ausdruckprotokoll mit Kontextmenü

Ist das Ausdruckprotokoll aufgebaut, wird links der Protokoll-Navigator, rechts die Seitenansicht mit dem zu erwartenden Aussehen des Ausdrucks angezeigt.

Die einzelnen Kapitel des Protokolls können im Navigator per Drag & Drop an jede beliebige Stelle verschoben werden.

Das Kontextmenü bietet weitere Möglichkeiten zur Anpassung des Ausdruckprotokolls. Wie in Windows üblich, ist eine Mehrfachselektion mit den Tasten [Strg] und [⌘] möglich.

Aus Protokoll entfernen

Das markierte Kapitel wird gelöscht. Soll es wieder in das Protokoll eingefügt werden, ist dies über die Selektion möglich (Ausdruckprotokoll-Menü *Bearbeiten* → *Globale Selektion*).

Mit neuer Seite beginnen

Mit diesem Kapitel wird eine neue Seite begonnen. Im Navigator wird das Kapitel dann mit einem roten Pin gekennzeichnet (vgl. Kapitel „Ergebnisse - Zusammenfassung“ in Bild 10.4).

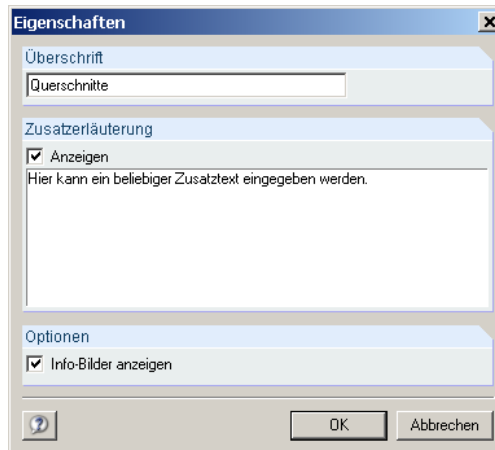
Selektion

Die globale Selektion wird aufgerufen, die auf den folgenden Seiten ausführlich erläutert wird. Das gewählte Kapitel ist dort bereits voreingestellt.

Eigenschaften

Die allgemeinen Eigenschaften eines Kapitels können beeinflusst werden.



Bild 10.5: Dialog *Eigenschaften*

Hier kann man die *Überschrift* des Kapitels ändern und eine *Zusatzerläuterung* eingeben, die dann im Protokoll am linken Seitenrand erscheint. Dieser Zusatztext kann ebenso wie die dem Kapitel zugehörigen *Info-Bilder* (Querschnittsskizzen, Lastrichtungen etc.) ein- oder ausgeblendet werden.

Navigation im Ausdruckprotokoll

Am einfachsten wird eine bestimmte Seite des Ausdruckprotokolls angesteuert, indem man das betreffende Kapitel im Navigator anklickt.

Im Menü **Ansicht** stehen weitere Funktionen zur Verfügung, die auch über die nachfolgend dargestellten Schaltflächen zugänglich sind.












	In der Seitenvorschau wird eine Seite zurückgeblättert.
	Es wird eine Seite weitergeblättert.
	In der Seitenvorschau wird die erste Seite angezeigt.
	Es wird die letzte Seite angezeigt.
	In einem Dialog gibt man die Seite an, die dann in der Vorschau angezeigt wird.
	Es wird zwischen ein- und zweiseitiger Darstellung in der Vorschau umgeschaltet.
	Die Darstellung in der Vorschau wird vergrößert.
	Die Darstellung in der Vorschau wird verkleinert.
	Selektion-Modus: Per Mausklick können Kapitel selektiert und bearbeitet werden.
	Zoom-Modus: Ein Mausklick vergrößert die Darstellung des angeklickten Kapitels.
	Das Ausdruckprotokoll wird neu gezeichnet.

Tabelle 10.3: Navigations-Schaltflächen in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls



10.1.3 Inhalt des Ausdruckprotokolls festlegen

In der globalen Selektion werden die Kapitel ausgewählt, die in das Ausdruckprotokoll aufgenommen werden sollen. Diese Funktion kann aufgerufen werden über Menü

Bearbeiten → Globale Selektion,

die links dargestellte Schaltfläche in der Symbolleiste oder das *Inhalt*-Kontextmenü.

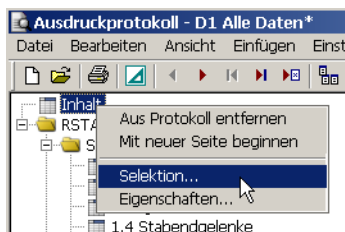


Bild 10.6: Aufruf der globalen Selektion über das *Inhalt*-Kontextmenü

Es erscheint folgender Dialog.

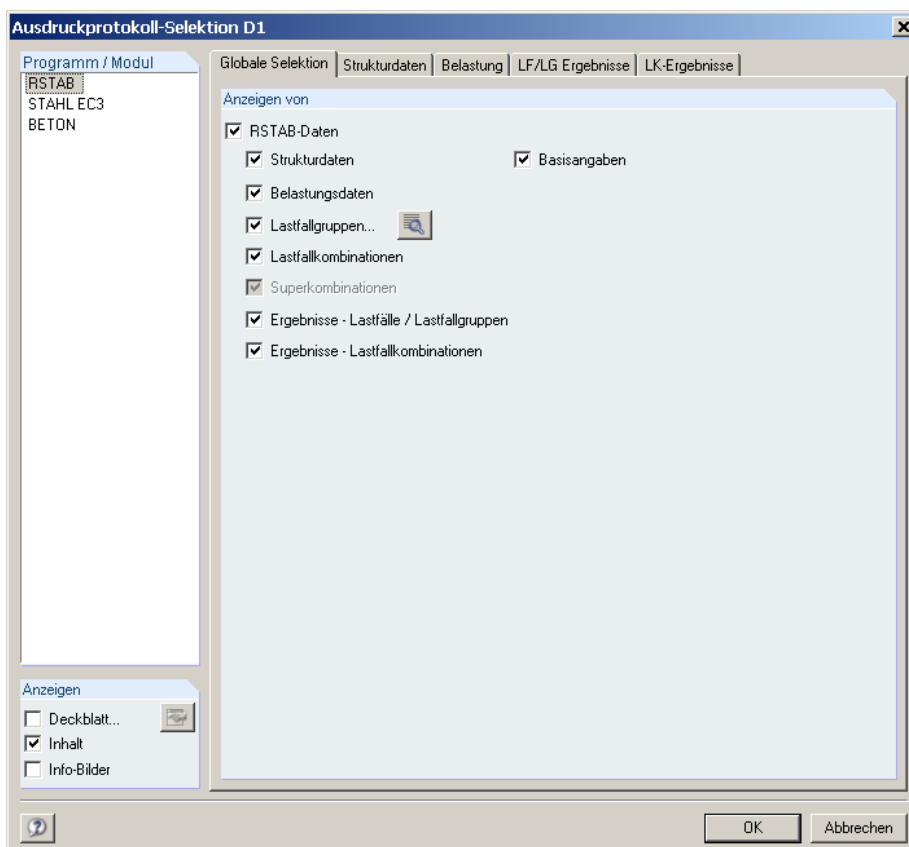
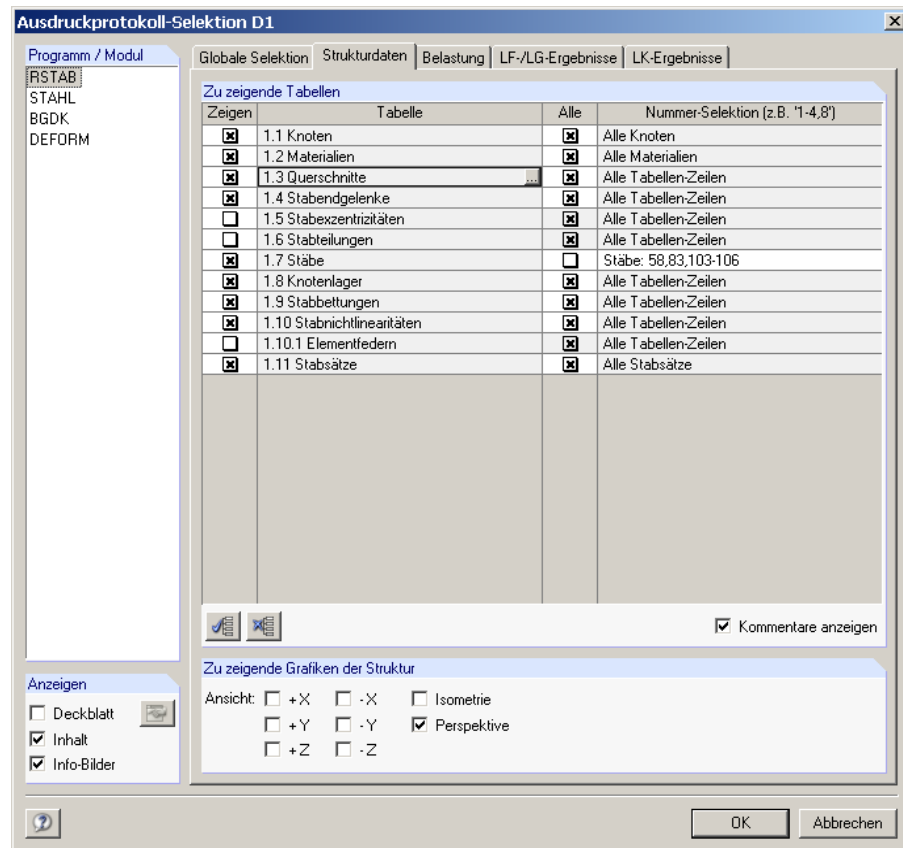


Bild 10.7: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Globale Selektion*

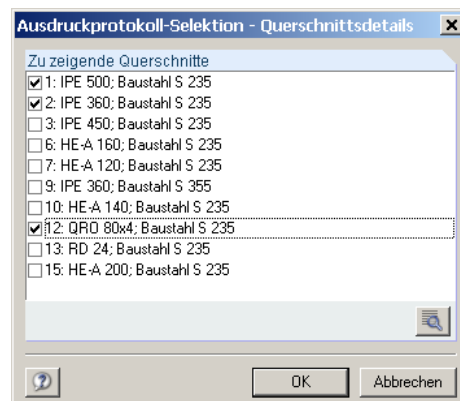
Die Liste im Abschnitt *Programm / Modul* führt alle Module auf, in denen Eingaben vorgenommen wurden. Wird ein Programm in dieser Liste markiert, können die zu druckenden Kapitel in den Registern rechts ausgewählt werden.

Im Register *Globale Selektion* werden die Oberkapitel des Protokolls festgelegt. Wenn hier ein Eintrag deaktiviert wird, verschwindet auch das zugehörige Detailregister.

10.1.3.1 Selektion der Strukturdaten

Bild 10.8: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Strukturdaten*

Die Spalte *Zeigen* im Abschnitt *Zu zeigende Tabellen* steuert, ob ein Kapitel im Ausdruckprotokoll erscheint. Bei einigen Tabellen existieren Unterkapitel. Wird der Cursor z. B. in das Tabellenfeld *1.3 Querschnitte* gesetzt, kann mit der Schaltfläche [...] ein weiterer Dialog geöffnet werden. Dort wird geregelt, von welchen Profilen die Querschnittsdetails im Ausdruckprotokoll erscheinen. Art und Umfang der Querschnittsdetails wiederum werden im Einzelnen über die Schaltfläche [Details] in diesem Dialog festgelegt.

Bild 10.9: Dialog *Ausdruckprotokoll Selektion - Querschnittsdetails*

Dem Ausdruckprotokoll liegen die im Kapitel 5 vorgestellten Eingabetabellen zu Grunde. Die dritte Spalte *Alle* steuert, ob alle Tabellenzeilen in den Ausdruck übernommen werden. Wird ein Kontrollfeld deaktiviert, können in der letzten Spalte *Nummer-Selektion* die Nummern bestimmter Tabellenzeilen eingegeben werden.



Für die Auswahl in Spalte *Nummer-Selektion* ist ebenfalls die Schaltfläche [...] am Ende des Eingabefeldes zu empfehlen. Diese ermöglicht das Selektieren von Knoten, Stäben und Stabsätzen in der RSTAB-Grafik. Bei den übrigen Objekten wird eine Liste aller Tabellenzeilen zur Auswahl angezeigt.

Im unteren Abschnitt *Zu zeigende Grafiken der Struktur* ist es möglich, Standardgrafiken in das Ausdruckprotokoll aufzunehmen. Es stehen sieben Ansichten zur Verfügung. Für jede davon kann zusätzlich die räumliche Perspektive aktiviert werden. Über die Schaltfläche [Bearbeiten] kann die Größe dieser Grafiken global voreingestellt werden.

Die Möglichkeit, Grafiken manuell in das Ausdruckprotokoll zu drucken (vgl. Kapitel 10.1.5, Seite 229), besteht unabhängig von den hier getroffenen Einstellungen.

10.1.3.2 Selektion der Belastungsdaten

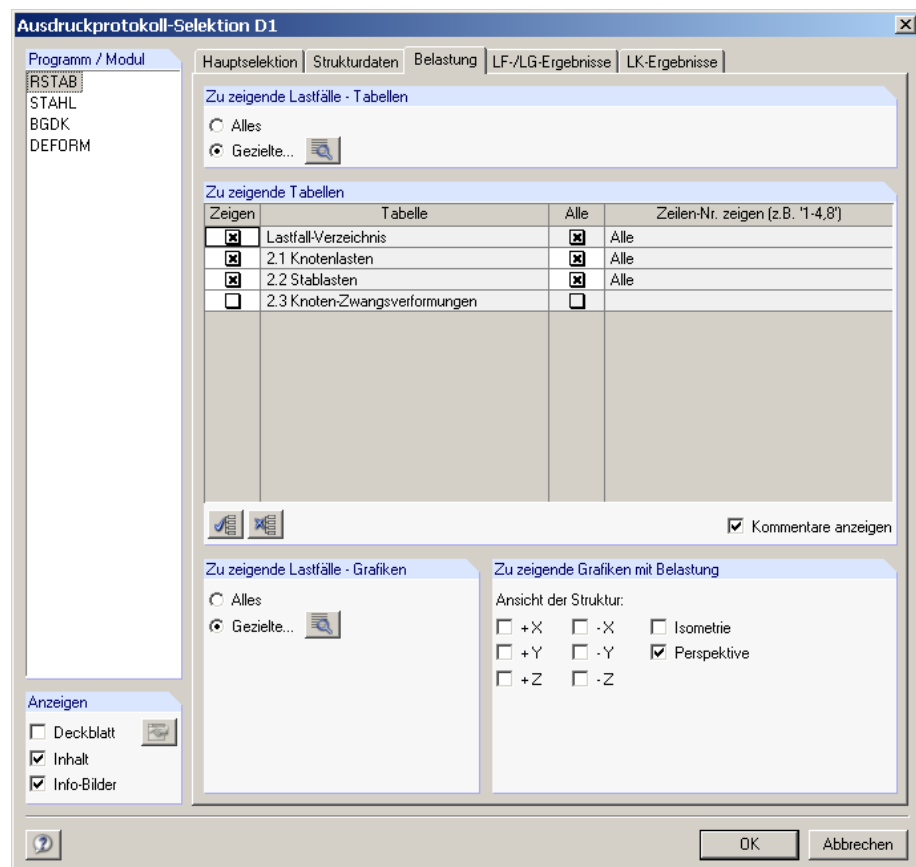


Bild 10.10: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Belastung*

Die Auswahl der Tabellen erfolgt wie bei der Selektion der Strukturdaten beschrieben.



In diesem Register stehen zwei zusätzliche Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung. Im Abschnitt *Zu zeigende Lastfälle - Tabellen* kann festgelegt werden, ob die Eingabedaten aller oder nur bestimmter Lastfälle im Ausdruck erscheinen. Wird das Auswahlfeld *Gezielte* aktiviert, kann man über die daneben befindliche Schaltfläche die relevanten Lastfälle festlegen.

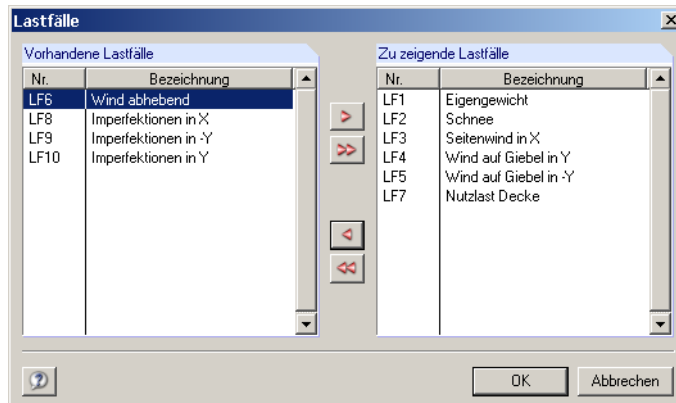


Bild 10.11: Auswahl der Lastfälle

Diese Auswahlmöglichkeit von Lastfällen steht auch für die Standardgrafiken links unten im Abschnitt *Zu zeigende Lastfälle - Grafiken* zur Verfügung.

10.1.3.3 Selektion der Ergebnisse

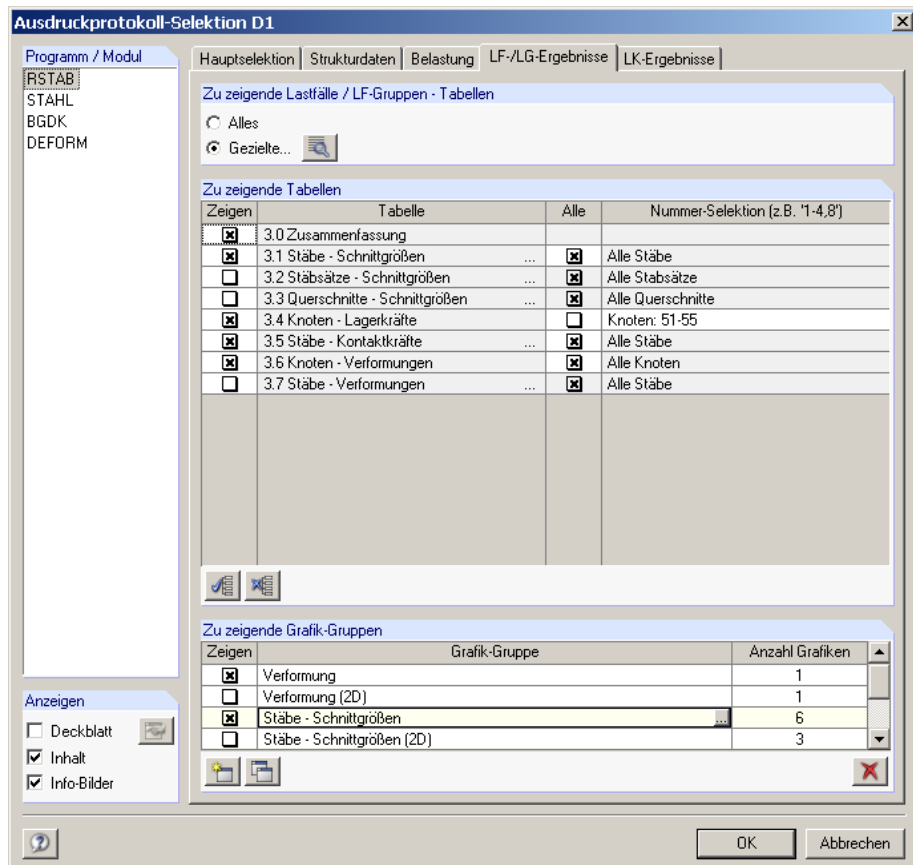


Bild 10.12: Dialog Ausdruckprotokoll-Selektion, Register LF-/LG-Ergebnisse

Die Selektion der etwas umfangreicheren Ergebnisdaten ist in zwei Register aufgeteilt. Das Register *LF-/LG-Ergebnisse* steuert die Auswahl für die Resultate der Lastfälle und Lastfallgruppen, das Register *LK-Ergebnisse* regelt die Druckausgabe für die Ergebnisse der Lastfallkombinationen und Superkombinationen.



Die Selektion der Ergebnisdaten ähnelt der der Belastungsdaten (vgl. vorheriges Kapitel). Über das Auswahlfeld *Gezielte* kann der Ausdruck auf die Ergebnisse bestimmter Lastfälle oder Lastfallgruppen eingeschränkt werden. Im Abschnitt *Zu zeigende Tabellen* werden die Tabellen und Tabellenzeilen wie in Kapitel 10.1.3.1 beschrieben ausgewählt. In der Spalte *Nummer-Selektion* besteht über die Schaltflächen [...] die Möglichkeit, die Objekte grafisch auszuwählen.

In der Spalte *Tabelle* sind einige Zeilen mit drei Pünktchen versehen. Damit wird die Schaltfläche [...] angedeutet, die mit einem Klick in diese Zeile aktivierbar wird und den Zugang zu weiteren Auswahlkriterien z. B. für die Stabschnittgrößen eröffnet.

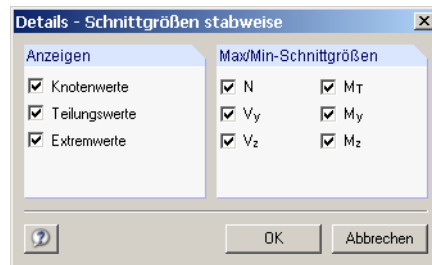


Bild 10.13: Dialog *Details - Schnittgrößen stabweise*

Die Ergebnisse können für jeden Stab an folgenden Stellen aufgelistet werden:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß vorgegebener Stabteilung (vgl. Kapitel 5.6, Seite 106)
- Extremwerte (*Max/Min*) der Ergebnisse (vgl. Kapitel 9.1, Seite 191)



Der Umfang des Ausdruckprotokolls lässt sich erheblich reduzieren, indem man im Register *LF-/LG-Ergebnisse* (Bild 10.12) eine Beschränkung auf diejenigen Resultate vornimmt, die für die Dokumentation unverzichtbar sind.

Wie bei der Selektion der Strukturdaten und der Belastung können Standardgrafiken in das Ausdruckprotokoll eingebunden werden. Die Auswahl ist hier allerdings etwas komplexer. Im Abschnitt *Zu Zeigende Grafik-Gruppen* wird eine Liste der hinterlegten Standardgrafiken angegeben. Über die Kontrollfelder in der Spalte *Zeigen* wird geregelt, ob die in der Liste enthaltenen Grafikgruppen jeweils im Ausdruck erscheinen.

Einige Grafikgruppen sind bereits vordefiniert, eigene Gruppen können ergänzt werden. Die Schaltflächen im Abschnitt *Zu zeigende Grafik-Gruppen* bedeuten im Einzelnen:




	Eine neue Grafikgruppe wird angelegt, die sofort am Ende der Liste erscheint. Sie kann umbenannt und über [...] in ihren Eigenschaften bearbeitet werden.
	Die in der Liste selektierte Grafikgruppe wird kopiert.
	Die in der Liste selektierte Grafikgruppe wird gelöscht.

Tabelle 10.4: Schaltflächen des Abschnitts *Zu zeigende Grafik-Gruppe*



Über die Schaltfläche [...] in der Spalte *Grafik-Gruppe* kann die Definition der ausgewählten Gruppe bearbeitet werden. Diese Schaltfläche erscheint, sobald der Cursor in ein Feld dieser Spalte gesetzt wird (vgl. Bild 10.12, Seite 223).

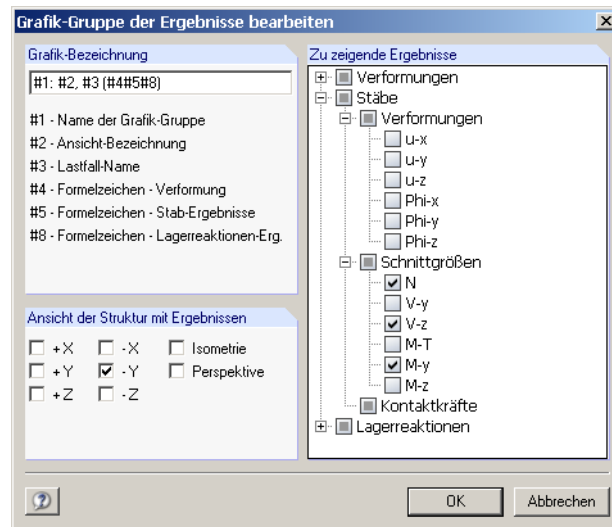


Bild 10.14: Dialog *Grafik-Gruppe der Ergebnisse bearbeiten*

Im Eingabefeld *Grafik-Bezeichnung* wird die Überschrift der Grafik im Ausdruck festgelegt. Neben einem beliebigen festen Text darf die Überschrift auch einige dynamische Elemente haben. Das Element #3 fügt beispielsweise den Lastfallnamen in die Überschrift ein.

Im Abschnitt *Ansicht der Struktur mit Ergebnissen* wird die Ansicht der Grafiken festgelegt.

In der Liste *Zu zeigende Ergebnisse* können die relevanten Verformungen, Schnittgrößen oder Lagerreaktionen in der Baumstruktur ausgewählt werden.



Werden Grafikgruppen verwendet, sollte im Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion* immer die letzte Spalte *Anzahl Grafiken* überprüft werden. Ein kleiner Fehler bei der Auswahl kann zu einer Vielzahl von Grafiken führen, die den Aufbau des Protokolls erheblich verzögern.

Grafikgruppen werden positionsübergreifend angelegt. Dies bedeutet, dass eine benutzerdefinierte Grafikgruppe sofort für alle anderen RSTAB-Positionen zur Verfügung steht.

10.1.3.4 Selektion der Zusatzmodul-Daten

Die Daten der Zusatzmodule werden ebenfalls im RSTAB-Ausdruckprotokoll für den Druck verwaltet. Diese können mit den RSTAB-Daten in einem einzigen Protokoll zusammengefasst oder in separaten Ausdruckprotokollen organisiert werden. Bei größeren Systemen mit einer Vielzahl von Bemessungsfällen ermöglicht die Unterteilung in mehrere Ausdruckprotokolle ein übersichtlicheres und schnelleres Arbeiten.

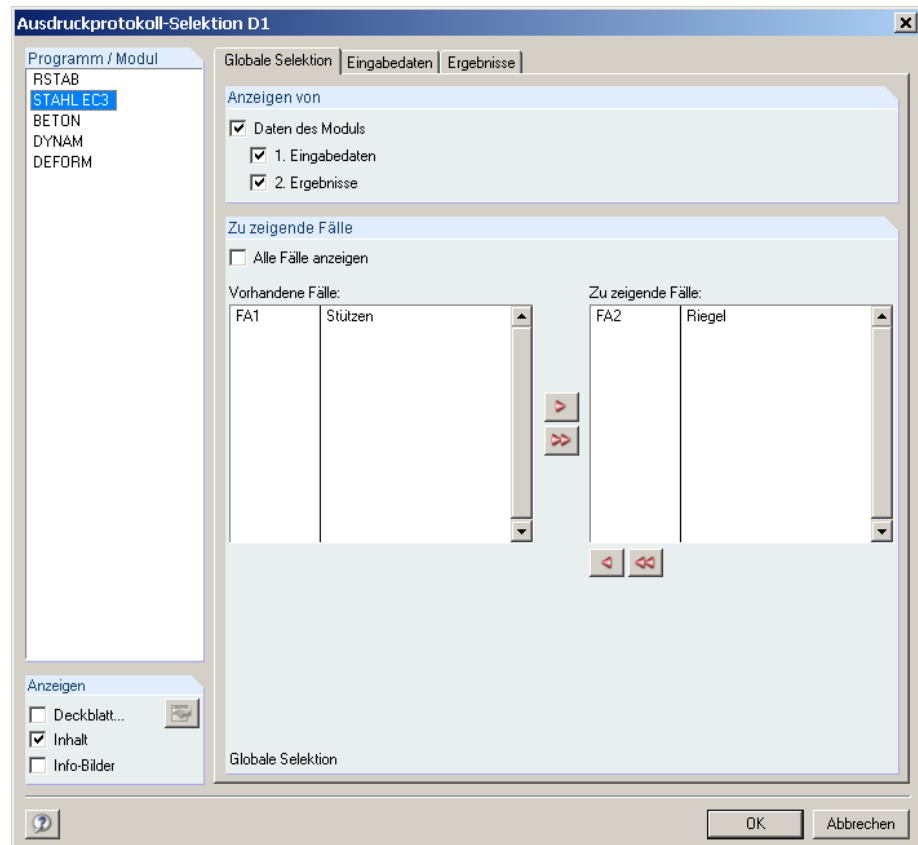


Bild 10.15: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Globale Selektion* des Zusatzmoduls **STAHL EC3**

Die Liste im Abschnitt *Programm / Modul* beinhaltet alle Zusatzmodule, in denen Eingaben vorgenommen wurden. Wird hier ein Modul markiert, können in den Registern rechts die zu druckenden Kapitel ausgewählt werden.

Im Register *Globale Selektion* werden die Oberkapitel der Zusatzmodul-Daten festgelegt. Wird hier ein Eintrag deaktiviert, verschwindet auch das zugehörige Detailregister.

Im Abschnitt *Zu zeigende Fälle* ist die Option *Alle Fälle anzeigen* voreingestellt. Sollen nur bestimmte Bemessungsfälle im Ausdruckprotokoll erscheinen, so muss das Häkchen in diesem Kontrollfeld entfernt werden. Dann können die nicht benötigten Fälle von der Liste *Zu zeigende Fälle* in die Liste *Vorhandene Fälle* verschoben werden.

Die Auswahl in den Detailregistern der Eingabedaten und Ergebnisse erfolgt wie bereits in den Kapiteln 10.1.3.1 *Selektion der Strukturdaten* und 10.1.3.3 *Selektion der Ergebnisse* beschrieben.



10.1.4 Druckkopf anpassen



Im Zuge der Installation wird bereits ein Druckkopf aus den Kundendaten voreingestellt. Diese Angaben können im Ausdruckprotokoll geändert werden über Menü

Einstellungen → Druckkopf

oder der zugeordneten Schaltfläche in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.



Bild 10.16: Schaltfläche *Kopfzeile zeigen*

Im folgenden Dialog können die Einstellungen für den Druckkopf vorgenommen werden.

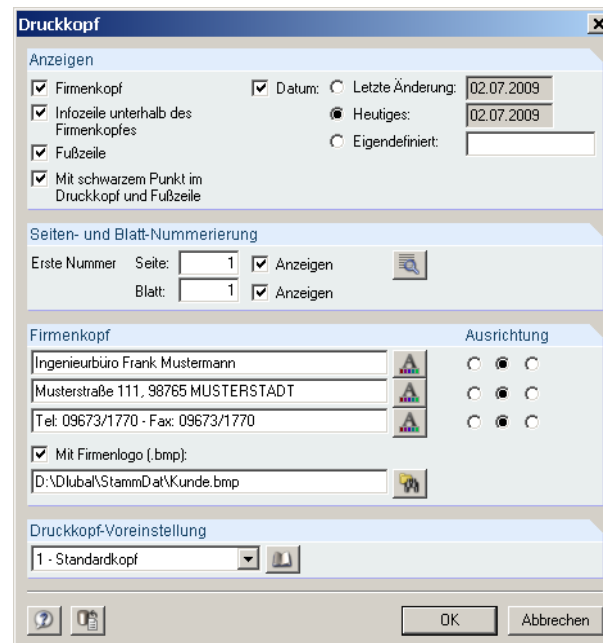


Bild 10.17: Dialog *Druckkopf*

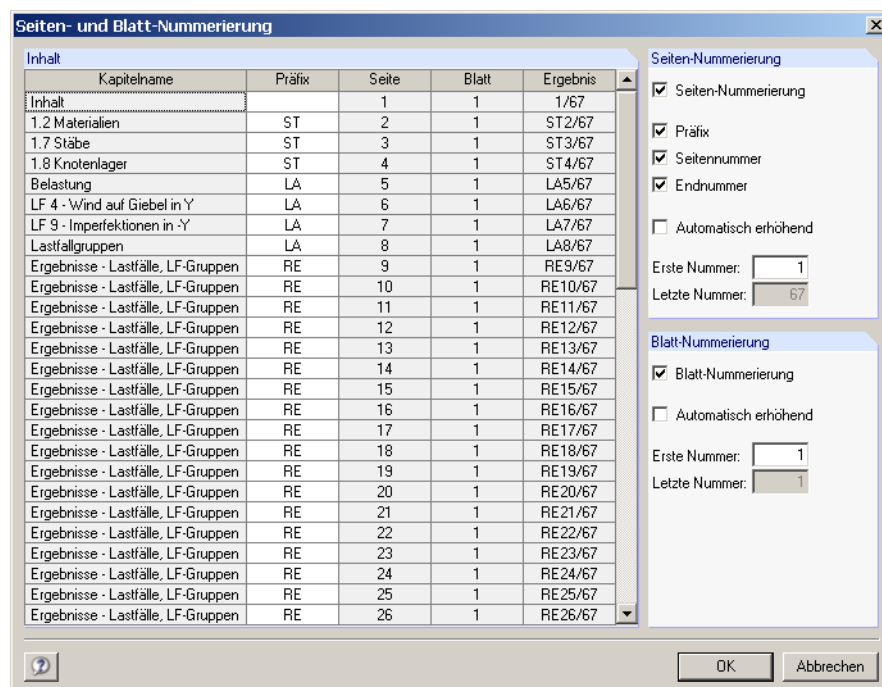
Der Abschnitt *Anzeigen* steuert, welche Elemente des Druckkopfes bzw. des Seitenlayouts generell dargestellt und welches *Datum* angezeigt werden soll.

Die Option *Infozeile unterhalb des Firmenkopfes* umfasst die Projekt- und Positionsangaben mitsamt Datum. Die Projektbezeichnung wird im Projektmanager bei den Basisangaben des Projekts verwaltet und kann dort angepasst werden (siehe Kapitel 12.1.5, Seite 345). Die angezeigte Positionsbezeichnung lässt sich über die Basisangaben der Position ändern (siehe Kapitel 12.2, Seite 353).

Die *Fußzeile* lässt sich ebenso ein- und ausblenden wie der *schwarze Punkt* im Schnittpunkt von Randlinie mit Kopf- und Fußzeilenlinie.



Die Nummerierung wird im Abschnitt *Seiten- und Blatt-Nummerierung* verwaltet. Wenn für *Seite* und *Blatt* jeweils die gleiche Anfangsnummer angegeben und *Anzeigen* angehakt ist, besteht kein Unterschied in der Nummerierung. Möchte man aber beispielsweise alle Seiten einem Blatt zuordnen, so ist dies über die Schaltfläche [Weitere Einstellungen] möglich. Es erscheint ein Dialog, in dem detaillierte Nummerierungsvorgaben getroffen werden können.

Bild 10.18: Dialog *Seiten- und Blattnummerierung*

In diesem Dialog lässt sich steuern, ob die *Seiten-Nummerierung* mit einem *Präfix* versehen wird. Dies kann ein Kürzel sein, das kapitelweise festgelegt wird und z. B. alle Strukturdaten in der Nummerierung mit einem vorangestellten „ST“ kennzeichnet. In diesem Dialog wird zudem geregelt, ob die *Endnummer* mit angezeigt wird (beispielsweise „Seite: ST3/20“).

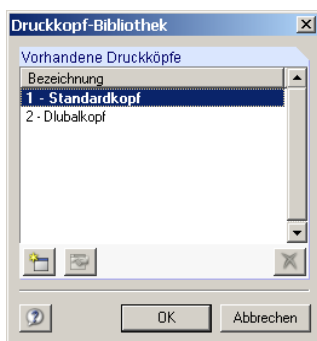
Die beiden Kontrollfelder *Automatisch erhöhend* legen fest, ob die Nummerierung jeweils fortlaufend erfolgt. Es kann jeweils die *Erste Nummer* für die Seiten- und Blattnummerierung angegeben werden. In der Spalte *Ergebnis* wird das Resultat der Nummerierungsvorgaben dynamisch angezeigt.

Der Abschnitt *Firmenkopf* im *Druckkopf*-Dialog (siehe Bild 10.17) enthält die Angaben aus den Kundendaten, die hier angepasst werden können. Es stehen drei Eingabefelder zur Verfügung, die den drei Druckkopfzeilen entsprechen. Für jede Zeile können die Schriftart und der Schriftgrad über die Schaltfläche [A] geändert werden. Auch die *Ausrichtung* der Zeilen lässt sich separat steuern.

Im linken Bereich der Kopfzeile kann ein Firmenlogo als Grafik integriert werden. Die Grafik muss als Bitmap vorliegen. Mit MS Paint beispielsweise kann jede Grafik als *.bmp-Datei gespeichert werden.

Um den geänderten Druckkopf abzuspeichern, klicken Sie unten im Dialog auf die Schaltfläche [Druckkopf als Standard setzen]. Es erscheint der Dialog *Name des Druckkopfes*, in dem eine Bezeichnung festzulegen ist. Dieser Druckkopf wird dann in der Liste voreingestellt.

Über die Schaltfläche [Druckkopf-Bibliothek] im Abschnitt *Druckkopf-Voreinstellung* lassen sich verschiedene Druckköpfe ablegen oder verwalten. Es wird folgender Dialog aufgerufen.

Bild 10.19: Dialog *Druckkopf-Bibliothek*

In diesem Dialog können Druckkopfmuster erstellt, geändert und gelöscht werden. Die Schaltflächen bedeuten im Einzelnen:




	Ein neuer Druckkopf wird erstellt. In einem weiteren Dialog erfolgen die Angaben.
	Die Eigenschaften des markierten Druckkopfes können bearbeitet werden.
	Der in der Liste selektierte Druckkopf wird gelöscht.

Tabelle 10.5: Schaltflächen im Dialog *Druckkopf-Bibliothek*

Sind mehrere Druckköpfe vorhanden, kann einer davon im Dialog *Druckkopf* aus der Liste *Druckkopf-Voreinstellung* ausgewählt und mit der Schaltfläche [Als Standard setzen] auch für alle übrigen RSTAB-Positionen voreingestellt werden.



Die Druckköpfe werden in der Datei **DlubalProtocolConfig.cfg** im Stammdatenordner der Dlubal-Anwendungen (z. B. C:\Dokumente und Einstellungen\All Users\Anwendungsdaten\Dlubal\Stammdat) gespeichert. Obwohl diese Datei bei der Installation nicht überschrieben wird, ist eine Sicherungskopie ratsam.

10.1.5 RSTAB-Grafiken einfügen

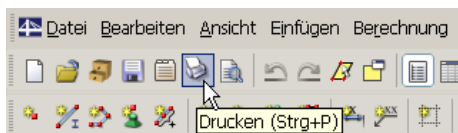
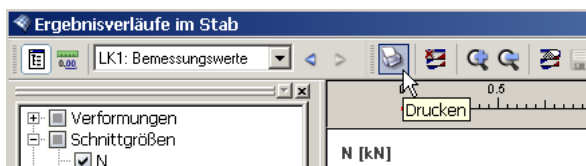


Jedes Bild, das im RSTAB-Grafikfenster angezeigt wird, kann in das Ausdruckprotokoll integriert werden. Auch die Ergebnisverläufe der Stäbe und die Querschnittsdetails lassen sich mit den [Drucken]-Schaltflächen in diesen Fenstern in das Protokoll übergeben.

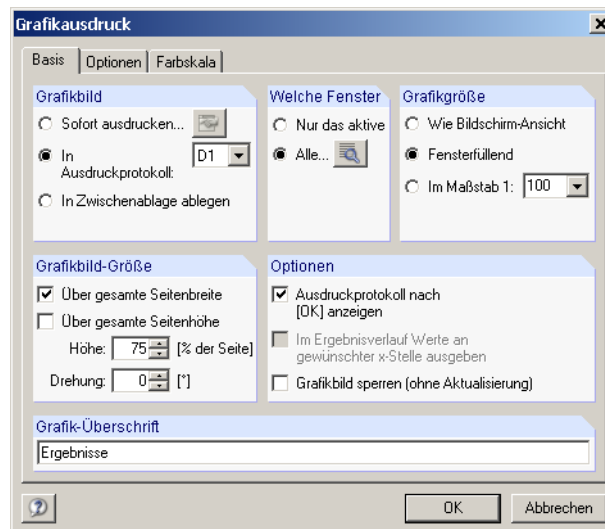
Die aktuelle RSTAB-Grafik kann gedruckt werden über Menü

Datei → Drucken

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Bild 10.20: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des HauptfenstersBild 10.21: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Ergebnisverläufe-Fensters

Es wird folgender Dialog angezeigt.

Bild 10.22: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Im Abschnitt *Grafikbild* muss die Option *In Ausdruckprotokoll* gewählt sein. Falls mehrere Ausdruckprotokolle existieren, kann in der Liste neben dem Auswahlfeld die Nummer des Ziel-Protokolls ausgewählt werden.

Wird der Dialog mit [OK] geschlossen, öffnet sich normalerweise das Ausdruckprotokoll. Dies kann in manchen Fällen hinderlich sein, beispielsweise wenn man mehrere Grafiken hintereinander in das Protokoll drucken möchte. Der Aufbau des Ausdruckprotokolls wird unterdrückt, wenn das Kontrollfeld *Ausdruckprotokoll nach [OK] anzeigen* im Abschnitt *Optionen* deaktiviert wird.

Es werden in der Regel dynamische Grafiken erzeugt. Dies bedeutet, dass bei einer Änderung der Struktur oder der Ergebnisse die Grafiken im Ausdruckprotokoll automatisch angepasst werden. Treten jedoch Performanceprobleme wegen sehr vieler Grafiken im Protokoll auf, kann die dynamische Aktualisierung durch das Kontrollfeld *Grafikbild sperren* unterbunden werden.

Die Sperrung einer Grafik kann nachträglich im Ausdruckprotokoll wieder aufgehoben werden, indem man im Protokoll-Navigator den entsprechenden Grafikeintrag mit der rechten Maustaste anklickt, um dessen Kontextmenü zu aktivieren (vgl. Bild 10.4, Seite 218). Über den Eintrag *Eigenschaften* wird der Dialog *Grafikausdruck* wieder zugänglich. Alternativ selektiert man die Grafik im Protokoll-Navigator und wählt Menü

Bearbeiten → Abschnitt-Eigenschaften.



Die Schloss-Schaltflächen im Ausdruckprotokoll stellen eine weitere Alternative zur Erzeugung von statischen bzw. dynamischen Grafiken dar. Sie sind mit diesen Funktionen belegt:




	Alle Grafiken werden aktualisiert.
	Alle Grafiken werden entsperrt und können somit dynamisch aktualisiert werden.
	Alle Grafiken werden gesperrt und sind somit statisch im Protokoll verankert.

Tabelle 10.6: Grafik-Schaltflächen im Ausdruckprotokoll

Die übrigen Funktionen im Dialog *Grafikausdruck* finden Sie im Kapitel 10.2 ab Seite 242 genau beschrieben.

10.1.6 Grafiken und Texte einfügen

Es sind verschiedene Möglichkeiten verfügbar, um beliebige Grafiken und Texte in das RSTAB-Ausdruckprotokoll zu integrieren.

10.1.6.1 Grafiken einfügen

Soll ein Bild ergänzt werden, das keine RSTAB-Grafik ist, muss diese Grafikdatei zunächst in einem Bildbearbeitungsprogramm geöffnet werden (z. B. MS Paint). Dort wird die Grafik mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage kopiert.

Diese Grafik kann in das Ausdruckprotokoll eingefügt werden über Menü

Einfügen → Grafik aus Zwischenablage.

Vorher ist noch ein Kapitelname anzugeben.

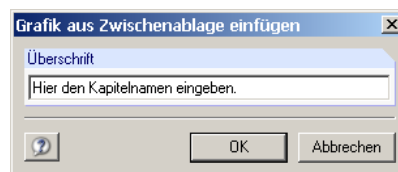


Bild 10.23: Dialog *Grafik aus Zwischenablage einfügen*

Die Grafik erscheint dann als eigenständiges Kapitel im Ausdruckprotokoll.

10.1.6.2 Texte einfügen

Das Ausdruckprotokoll auch durch eigene, kurze Anmerkungen ergänzt werden. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Einfügen → Text.

Es erscheint folgender Dialog.

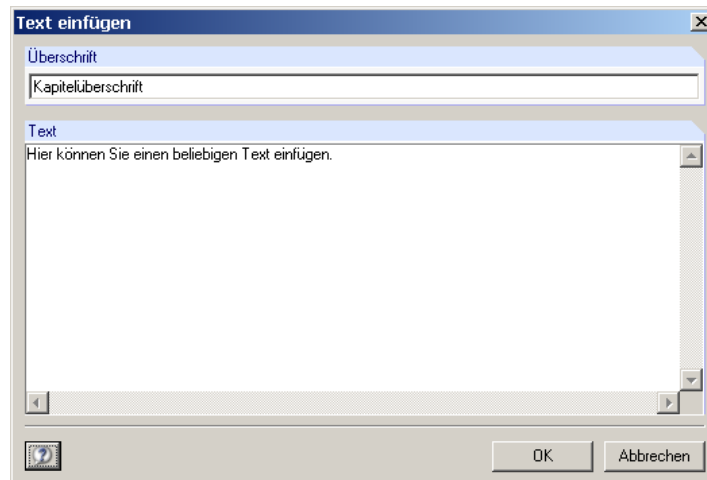


Bild 10.24: Dialog *Text einfügen*

Geben Sie dort eine *Überschrift* und den *Text* ein. Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag & Drop lässt es sich dann an die gewünschte Stelle verschieben.



Der Text kann im Selektionsmodus (vgl. Tabelle 10.3, Seite 219) über einen Doppelklick nachträglich angepasst werden. Alternativ klickt man im Navigator die Überschrift mit der rechten Maustaste an und wählt den Kontextmenü-Eintrag *Eigenschaften*.

10.1.6.3 Texte aus Text-Dateien einfügen

Durch die Möglichkeit, beliebige Textdateien in das Ausdruckprotokoll einzufügen, können wiederkehrende Texte in einer Datei abgelegt und so für das Protokoll genutzt werden.

Mit dieser Funktion lassen sich auch die Nachweise anderer Bemessungsprogramme in das Ausdruckprotokoll integrieren, sofern die Ergebnisse als ASCII-Textdateien vorliegen.

Textdateien werden eingefügt über Ausdruckprotokoll-Menü

Einfügen → ASCII-Datei.

Im Windows-Dialog *Öffnen* wird zunächst die Datei ausgewählt. Bevor der Dateiinhalt in das Ausdruckprotokoll übernommen wird, wird folgender Dialog zwischengeschaltet.

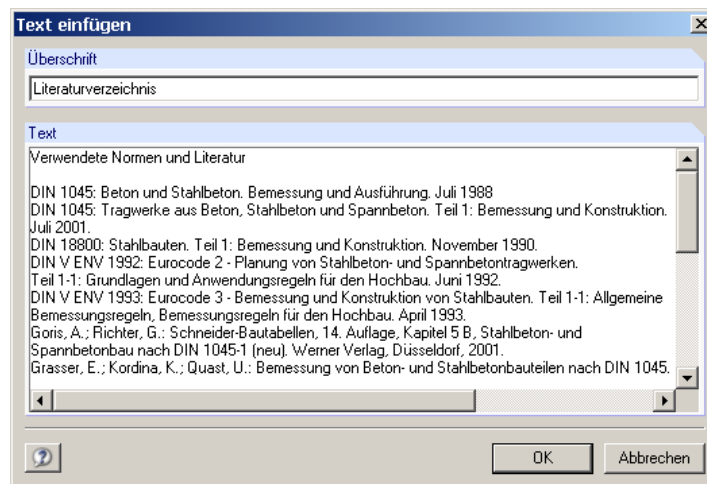


Bild 10.25: Dialog *Text einfügen*

Der Text kann hier noch angepasst und mit einer Kapitelüberschrift versehen werden.

Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag & Drop kann es dann an die gewünschte Stelle verschoben werden.

Der Text lässt sich im Bearbeitungsmodus (vgl. Tabelle 10.3) über einen Doppelklick ändern.



10.1.6.4 Texte aus RTF-Dateien einfügen


Die im Kapitel 10.1.6.3 beschriebene Möglichkeit eignet sich, wiederkehrende Texte in das Ausdruckprotokoll einzufügen. ASCII-Dateien stellen allerdings unformatierte Texte dar.

Der Import von RTF-Dateien gestattet es, formatierte Texte einschließlich eingebetteter Grafiken in das Protokoll zu integrieren. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Einfügen → RTF-Datei.

Im Windows-Dialog *Öffnen* wird zunächst die Datei ausgewählt. Ehe diese in das Ausdruckprotokoll übernommen wird, ist noch ein Kapitelname anzugeben.

Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag & Drop kann es dann an die gewünschte Stelle verschoben werden.



Ingenieurbüro Anton Mustermann
 Musterstraße 1, 98765 MUSTERSTADT
 Tel: 03671 654-0 - Fax: 03671 654-33

Seite: ST2/65
 Blatt: 1
STRUKTUR
 Datum: 26.10.2006

Projekt: Demo
Position: Demo-5

Das Eden Project in Cornwall/England


Das Eden Project gehört zu den Millennium-Bauten in England. Als „größtes Gewächshaus dieses Planeten“ stellt es heute eine der touristischen Hauptattraktionen Cornwalls dar. Ein 50 m tiefer und mit Kuppeln überdachter Krater wurde zum Zuhause für Tausende bedeutender Pflanzen. Drei globale Vegetationszonen wurden ausgewählt, die die lebenswichtigen wechselseitigen Beziehungen zwischen Pflanzen, Menschen und den Ressourcen repräsentieren.

Das „achte Weltwunder“ wurde im März 2001 eröffnet, an Erweiterungen wird gearbeitet. Bekannt ist dieses bemerkenswerte Bauwerk auch durch einen James Bond Film.

Konstruktion

Die architektonische Umsetzung der Vision von Tim Smit erfolgte nach einigen Vorberechnungen von seiten MERO-TSK durch Nicholas Grimshaw and Partners in London. Der Gewächshauskomplex besteht aus vier jeweils miteinander verschnittenen Buckminster-Fuller-Kuppeln. Doppelwandige ETFE-Kissen bilden die Eindeckung dieser Kuppeln.

Die Tragkonstruktion besteht aus standardisierten, sechseckigen Rohrelementen aus Stahl. Es wird eine Fläche von insgesamt 23000 m² überdeckt. Die maximale Höhe der Kuppeln beträgt 50 m, der maximale Durchmesser 125 m.



Eden Project in Cornwall: Tropisches und mediterranes Gewächshaus

Modellierung mit RSTAB

Das Bauwerk wurde über ein CAD-Modell erzeugt und anschließend in RSTAB eingelesen. Das RSTAB-Modell beinhaltet 2525 Knoten und 7545 Stäbe zweier Materialien und insgesamt 49 Querschnitte. Das Gesamtgewicht der Struktur beträgt 340 t.

Die Zusammenstellung der Lastfälle und deren Überlagerung erfolgte nach der britischen Vorschrift BS 5950. Es erfolgte eine Berechnung nach Theorie II. Ordnung in verschiedenen Lastfallgruppen inklusive anschließender Bemessung in den Zusatzmodulen.

1.1 KNOTEN

Knoten-Nr.	Koordinaten-System	Bezugs-Koordinate	X [m]	Knoten-Koordinaten Y [m]	Z [m]	Kommentar
1	Karteisch	-	0.000	0.000	0.000	Gebäude
2	Karteisch	-	25.000	0.000	0.000	Gebäude
3	Karteisch	-	0.000	0.000	-6.000	Gebäude
4	Karteisch	-	0.000	0.000	-6.250	

Bild 10.26: Eingefügte RTF-Datei im Ausdruckprotokoll

10.1.7 Ausdruckprotokoll-Muster

Die im Kapitel 10.1.3 beschriebene Selektion ist relativ zeitaufwändig. Es ist jedoch möglich, die getroffene Auswahl einschließlich Grafiken als Muster abzulegen und in anderen Positionen wieder zu benutzen. Mit der Verwendung dieser Vorlagen kann das Erstellen der Ausdruckprotokolle wesentlich rationeller erfolgen.

Auch ein bestehendes Ausdruckprotokoll kann im Nachhinein auf Grundlage eines Musters umgestaltet werden.

10.1.7.1 Muster neu anlegen

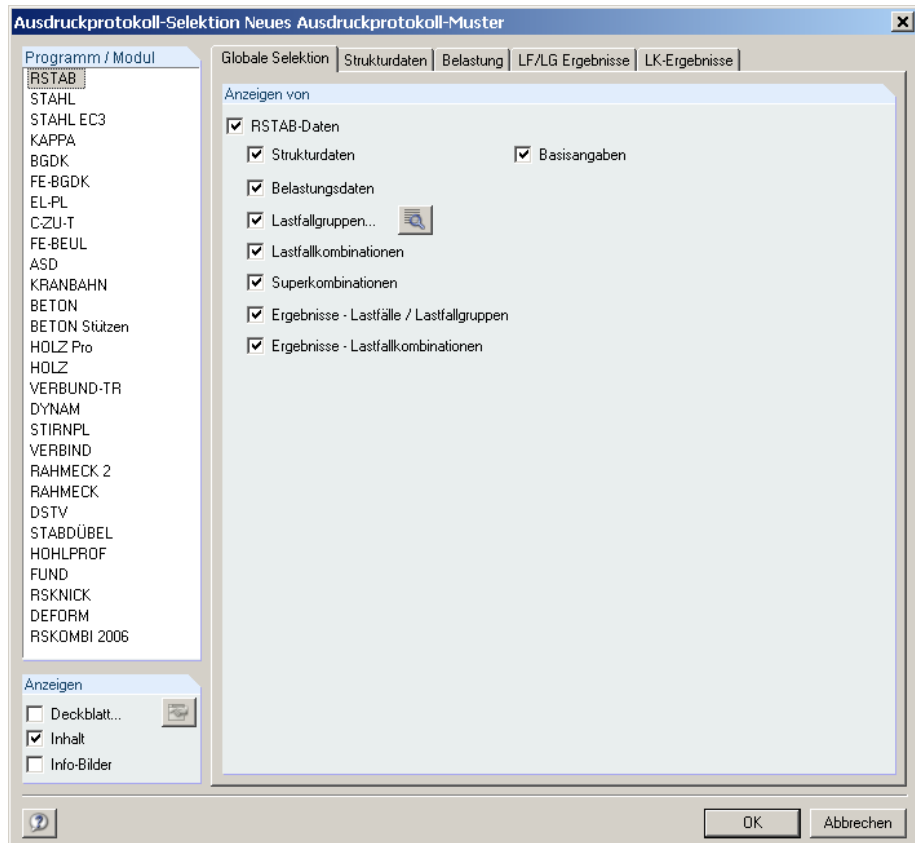
Neue Vorlagen werden über folgende Ausdruckprotokoll-Menüs definiert:

Einstellungen → Ausdruckprotokoll-Muster → Neu

Einstellungen → Ausdruckprotokoll-Muster → Neu aus aktuellem Protokoll.

Neu

Zunächst erscheint der im Kapitel 10.1.3 ab Seite 220 beschriebene Selektionsdialog.

Bild 10.27: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion: Neues Ausdruckprotokoll-Muster*

In den Registern werden die zu druckenden Kapitel ausgewählt. Wird die Selektion mit [OK] abgeschlossen, ist die *Bezeichnung* für das neue Musterprotokoll festzulegen.

Bild 10.28: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll-Muster*

Neu aus aktuellem Protokoll

Für die neue Vorlage wird die Selektion des aktuellen Ausdruckprotokolls verwendet. Es ist im Dialog (siehe Bild 10.28) nur die *Bezeichnung* des neuen Musterprotokolls anzugeben.

10.1.7.2 Muster anwenden

Ist bereits ein Ausdruckprotokoll geöffnet, kann die Selektion eines bestimmten Musters auf das aktuelle Protokoll übertragen werden. Dies erfolgt über Menü

Einstellungen → Ausdruckprotokoll-Muster → Wählen.

Im Dialog wird die Vorlage in der Liste *Vorhandene Ausdruckprotokoll-Muster* ausgewählt.



Bild 10.29: Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*

Nach einer Sicherheitsabfrage wird die aktuelle Selektion durch das Muster überschrieben.

Wird ein neues Ausdruckprotokoll angelegt, kann in der Liste *Voreinstellung übernehmen von Muster* eine Vorlage ausgewählt werden, nach der der Inhalt zusammengestellt wird.

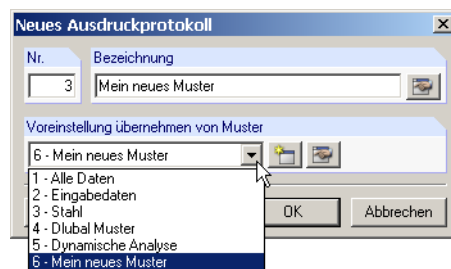


Bild 10.30: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll* mit Liste der Muster

Die Schaltflächen dieses Dialogs sind weiter unten in Tabelle 10.7 erläutert.

10.1.7.3 Muster verwalten

Die Verwaltung der Vorlagen erfolgt im Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*. Dieser Dialog wird aufgerufen über Menü

Einstellungen → Ausdruckprotokoll-Muster → Wählen.

Es erscheint der im Bild 10.29 gezeigte Dialog. Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt, die jedoch nur auf benutzerdefinierte Muster angewandt werden können.



	Das ausgewählte Muster kann umbenannt werden.
	Das selektierte Muster wird gelöscht.

Tabelle 10.7: Schaltflächen im Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*



Vor der Installation eines Updates ist es ratsam, die Ausdruckprotokoll-Muster zu sichern. Diese Vorlagen werden in der Datei **RstabProtocolConfig.cfg** im Stammdatenordner für RSTAB 7 abgelegt (standardmäßig *C:\Dokumente und Einstellungen\All Users\Anwendungsdaten\Dubal\RSTAB7\Stammdat*). Obwohl diese Datei bei der Installation nicht überschrieben wird, ist eine Sicherungskopie ratsam.

10.1.8 Layout anpassen

Das Layout eines Ausdruckprotokolls kann hinsichtlich der Schriftarten und -farben, der Randeinstellungen und des Tabellendesigns angepasst werden.

Der Dialog *Seitenlayout* wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Seite einrichten**.



Bild 10.31: Dialog *Seite einrichten*



Es sind relativ kleine Standardfonts für Normal- und Spaltenüberschriften vorgesehen. Dennoch sollte man vorsichtig sein, die Voreinstellung **Arial 8** zu verändern. Mit größeren Fonts passen die Einträge nicht immer in die vorgesehenen Spalten und werden abgeschnitten.

Die Layout-Einstellungen gelten auch für die Ausdruckprotokolle der RSTAB-Zusatzmodule.

10.1.9 Deckblatt erzeugen

Um dem Ausdruckprotokoll ein Deckblatt voranzustellen, wird der Dialog zur Eingabe der Deckblattdaten aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Deckblatt anzeigen**.

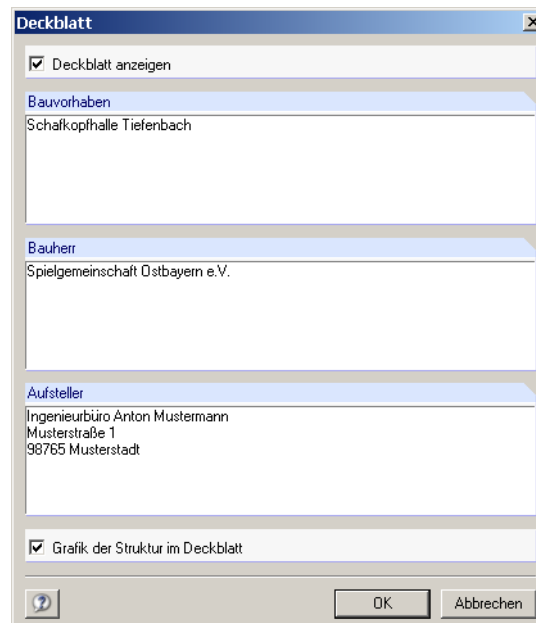
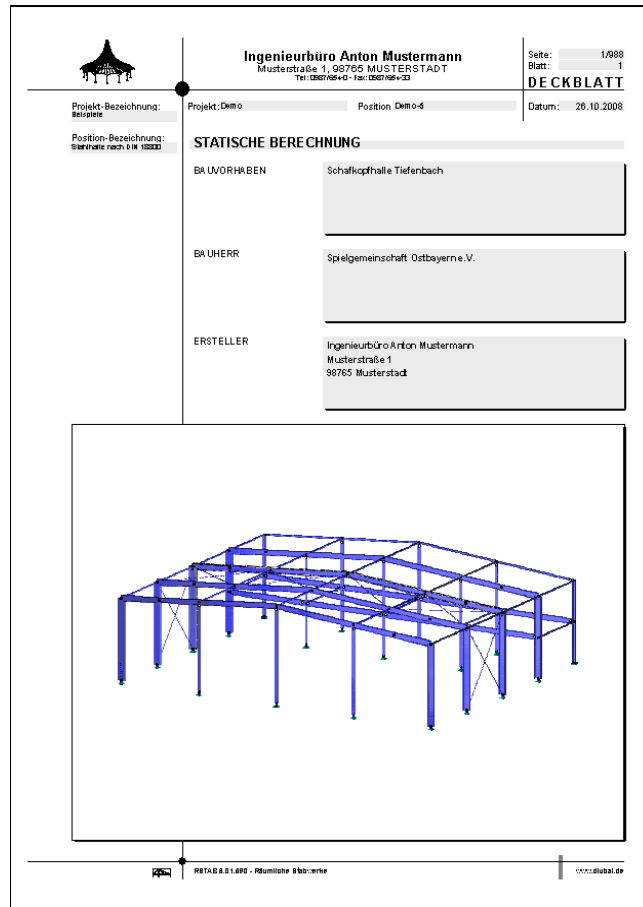


Bild 10.32: Dialog *Deckblatt*

Sind alle Daten eingetragen, wird nach [OK] das Deckblatt im Ausdruckprotokoll erstellt.



Ingenieurbüro Anton Mustermann
Musterstraße 1, 98765 MUSTERSTADT
Tel: 0367/56789 - Fax: 0367/98765

Seite: 1/988
Blatt: 1
DECKBLATT
Datum: 26.10.2008

Projekt-Bezeichnung: **Beispiel**
Position: **Bezeichnung: Statik**

Projekt: **Demo** Position: **Demo-4**

Position-Bezeichnung: **Statik**

STATISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN: **Schafkopfhalle Tiefenbach**

BAUHERR: **Spielgemeinschaft Ostbayern e.V.**

ERSTELLER: **Ingenieurbüro Anton Mustermann
Musterstraße 1
98765 Musterstadt**

3D-Modell: RSTAB 8.0.1.000 - Räumliche Ebene

Bild 10.33: Deckblatt im Ausdruckprotokoll



Der Inhalt des Deckblatts kann im Bearbeitungsmodus (vgl. Tabelle 10.3, Seite 219) über einen Doppelklick nachträglich angepasst werden. Alternativ klickt man im Navigator das Deckblatt mit der rechten Maustaste an und wählt den Kontextmenü-Eintrag *Eigenschaften*.

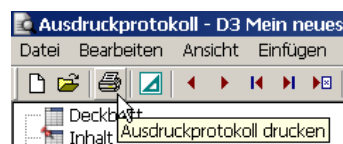
10.1.10 Ausdruckprotokoll drucken



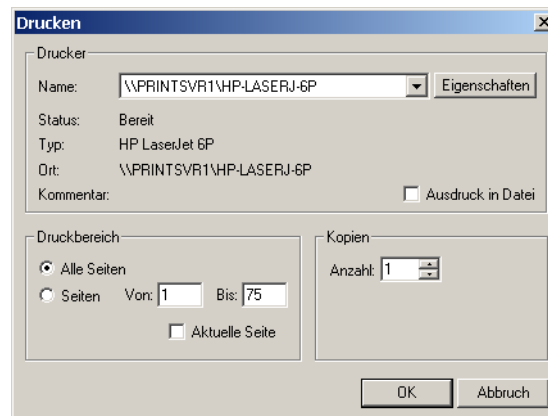
Der eigentliche Druckvorgang wird gestartet mit dem Menübefehl

Datei → Drucken

oder der entsprechenden Schaltfläche in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.

Bild 10.34: Schaltfläche *Ausdruckprotokoll drucken*

Es wird der Standard-Druckerdialog von Windows aufgerufen, in dem der Drucker für die Ausgabe ausgewählt und die zu druckenden Seiten festgelegt werden.

Bild 10.35: Dialog *Drucken*

Falls hier nicht der Standarddrucker verwendet wird, kann der Seitenumbruch und damit auch die Seitenzahl auf dem Papier von der Vorschau in RSTAB abweichen.

Bei der Option *Ausdruck in Datei* wird eine Druckdatei im PRN-Format erzeugt, die man mit dem **copy**-Befehl auf einen Drucker leiten kann.

10.1.11 Ausdruckprotokoll exportieren

Das Ausdruckprotokoll kann als RTF-Datei und direkt nach *BauText* exportiert werden.

Der Export in eine ASCII-Datei ist in RSTAB nicht vorgesehen. Als Alternative kann die Funktion *Export der Tabelle* in den Ein- und Ausgabetafeln benutzt werden (siehe Kapitel 11.3.6, Seite 297).



RTF-Export

Das RTF-Format kann von allen gängigen Textverarbeitungsprogrammen gelesen werden. Das Ausdruckprotokoll wird einschließlich der Grafiken exportiert.

Der Export in ein RTF-Dokument wird gestartet über Menü

Datei → Export in RTF-Datei bzw. BauText.

Es erscheint folgender Dialog.

Bild 10.36: Dialog *Ausdruckprotokoll im RTF-Format exportieren*

Hier sind der Pfad und der Dateiname für die RTF-Datei festzulegen. Wenn das Kontrollfeld *Export nur der selektierten Daten* aktiviert ist, wird nicht das gesamte Protokoll exportiert, sondern nur das bzw. die Kapitel, die im Navigator selektiert wurden.

BauText-Export

BauText aus dem Hause VEIT CHRISTOPH ist ein Textverarbeitungsprogramm mit speziellen Erweiterungen für statische Berechnungen.

Der direkte Export nach *BauText* wird gestartet über Menü

Datei → Export in RTF-Datei bzw. BauText

oder die Schaltfläche [BauText] in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.



Es erscheint der im Bild 10.36 dargestellte Dialog, in dem das Kontrollfeld *Direkter Export in das Programm BauText* aktiviert werden muss.

Es ist nicht erforderlich, einen Dateinamen anzugeben. *BauText* sollte jedoch bereits im Hintergrund laufen. Nach [OK] wird das Importmodul von *BauText* gestartet.

PDF-Export

Ein direkter Export des Ausdruckprotokolls in ein PDF-Dokument ist nicht möglich. Wenn jedoch Adobe Acrobat® oder ein ähnliches Produkt installiert ist, steht im Dialog *Drucken* ein virtueller Drucker zur Verfügung, mit dem ein PDF-Dokument erzeugt werden kann.

Zum Erstellen von PDF-Dateien gibt es auch im Internet verschiedene kostenlose Tools wie beispielsweise *Ghostscript* oder *Win2PDF*. Es muss zusätzlich ein Drucker installiert sein, der PostScript drucken kann, z. B. HP Color LaserJet 5/5M PS. Ist dieser Drucker so eingestellt, dass er in eine Datei druckt, lässt sich aus jedem Ausdruckprotokoll eine PostScript-Datei erstellen, die dann mit *Ghostscript* in eine PDF-Datei umgewandelt werden kann.

10.1.12 Sprache einstellen

Die Spracheinstellung im Ausdruckprotokoll ist unabhängig von der Sprache der RSTAB-Benutzeroberfläche. Mit der deutschen RSTAB-Version kann also ein englisches Ausdruckprotokoll erzeugt werden.

Ändern der Sprache für den Ausdruck

Die im Ausdruckprotokoll benutzte Sprache kann geändert werden über Menü

Einstellungen → Sprache.

Im folgenden Dialog wird die gewünschte Sprache aus der Liste ausgewählt.



Bild 10.37: Dialog *Sprachen*

Zurzeit stehen folgende Sprachen zur Verfügung:

- Deutsch
- Englisch
- Französisch
- Italienisch
- Spanisch
- Russisch
- Tschechisch
- Polnisch
- Ungarisch
- Slowakisch

Erweitern der vorhandenen Sprachen

Die im Ausdruckprotokoll verwendeten Begriffe sind als Strings (Zeichenketten) abgelegt. Es ist relativ einfach möglich, dort weitere Sprachen einzubinden.

Rufen Sie zunächst den Dialog *Sprachen* auf über Menü

Einstellungen → Sprache.

Es werden die nachfolgend dargestellten Schaltflächen zugänglich.

Neue Sprache erzeugen



Bild 10.38: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Neue Sprache erzeugen*

Im folgenden Dialog muss für die neue Sprache ein *Name* angegeben werden. Zudem ist eine *Sprachgruppe* aus der Liste auszuwählen, damit der Zeichensatz für die Darstellung richtig interpretiert wird.

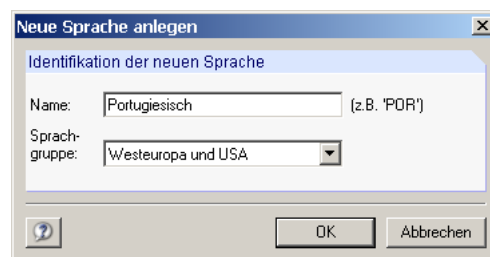


Bild 10.39: Dialog *Neue Sprache anlegen*

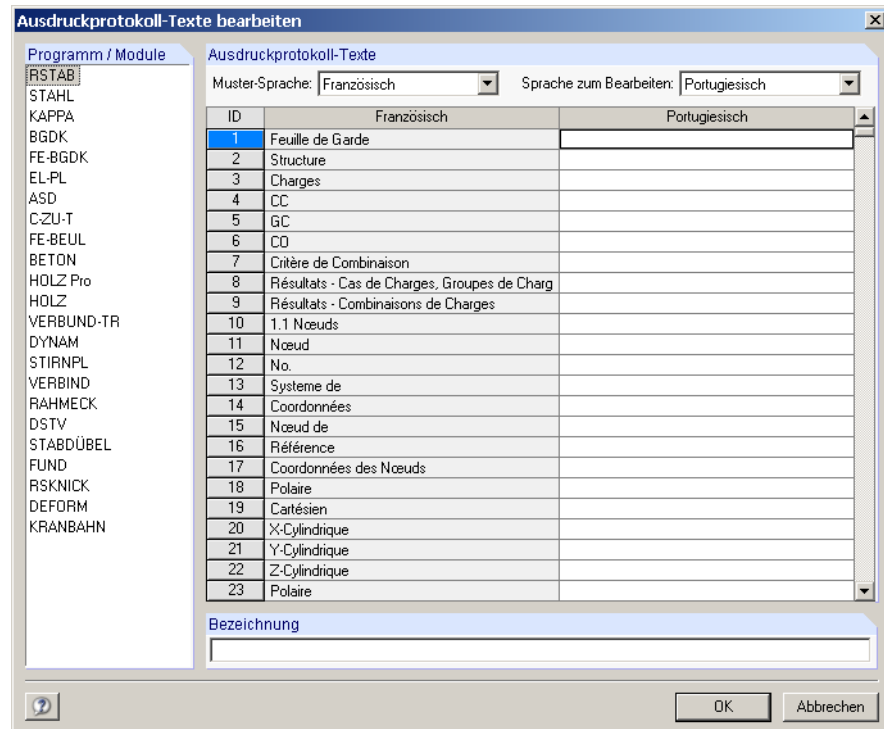
Nach [OK] steht die neue Sprache in der Liste *Vorhandene Sprachen* zur Verfügung.



Bild 10.40: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Sprache bearbeiten*



Mit [Bearbeiten] können die Strings für die neue Sprache in einem Dialog definiert werden.

Bild 10.41: Dialog *Ausdruckprotokoll-Texte bearbeiten*

Es können nur benutzerdefinierte Sprachen bearbeitet werden.

Sprache kopieren

Bild 10.42: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Sprache erzeugen mit Kopieren*

Diese Funktion ähnelt dem Anlegen einer neuen Sprache. Der einzige Unterschied besteht darin, dass keine „leere“ Sprache angelegt wird (siehe Bild 10.41, Spalte *Portugiesisch*), sondern die Begriffe der gewählten Sprache voreingestellt sind.

Sprache umbenennen oder löschen

Mit den verbleibenden beiden Schaltflächen des Dialogs *Sprachen* können Sprachen umbenannt oder gelöscht werden. Diese Funktionen sind nur für benutzerdefinierte Sprachen zugänglich, nicht jedoch für die programmseitigen Standardsprachen.



10.2 Direkter Grafikausdruck

Jedes Bild, das im RSTAB-Grafikfenster angezeigt wird, lässt sich sofort ausdrucken. Man braucht es nicht vorher in das Ausdruckprotokoll einbinden (vgl. Kapitel 10.1.5, Seite 229), um es zu drucken. Auch die Ergebnisverläufe der Stäbe und die Querschnittsdetails können mit den [Drucken]-Schaltflächen in diesen Fenstern direkt auf den Drucker geleitet werden.

Die aktuelle Grafik kann direkt gedruckt werden über Menü

Datei → Drucken

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 10.43: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Hauptfensters



Bild 10.44: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Ergebnisverläufe-Fensters

Es erscheint ein Dialog, der in zwei oder drei Register unterteilt ist. Diese sind in den folgenden Kapiteln einzeln beschrieben.

10.2.1 Register *Basis*

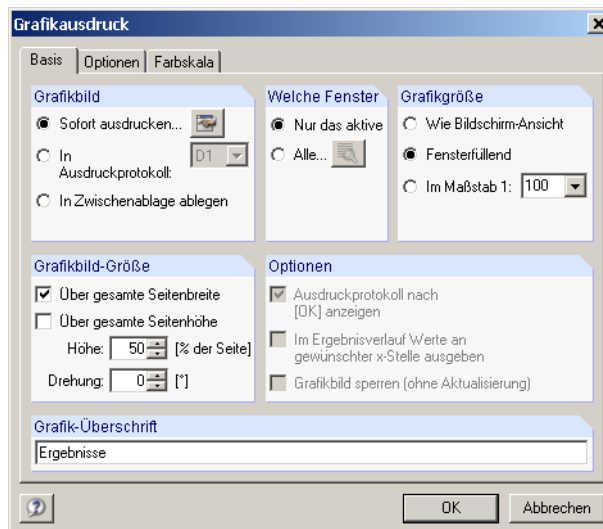


Bild 10.45: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Grafikbild

Hier kann zwischen drei Möglichkeiten der Grafikausgabe gewählt werden.

- Sofort ausdrucken
- In Ausdruckprotokoll aufnehmen (siehe Kapitel 10.1.5, Seite 229)
- In Zwischenablage ablegen

Beim Drucken in die *Zwischenablage* wird die Grafik anderen Programmen zur Verfügung gestellt. Dort kann die Grafik dann in der Regel über das Menü **Bearbeiten** → **Einfügen** übernommen werden.



Für die direkte Druckausgabe ist die erste Option *Sofort ausdrucken* zu wählen. Der Druckkopf kann dabei über die Schaltfläche [Bearbeiten] angepasst werden, die den *Druckkopf*-Dialog aufruft. Dieser Dialog ist im Kapitel 10.1.4 auf Seite 227 ausführlich erläutert.

Welche Fenster

In RSTAB können mehrere Grafikfenster gleichzeitig dargestellt werden (vgl. Kapitel 9.8.5, Seite 208). Beim Ausdruck einer Mehrfensterdarstellung ist zu beachten, dass nur Grafiken ein und derselben Position gleichzeitig zu Papier gebracht werden können. Ein positionsübergreifender Ausdruck ist nicht möglich.

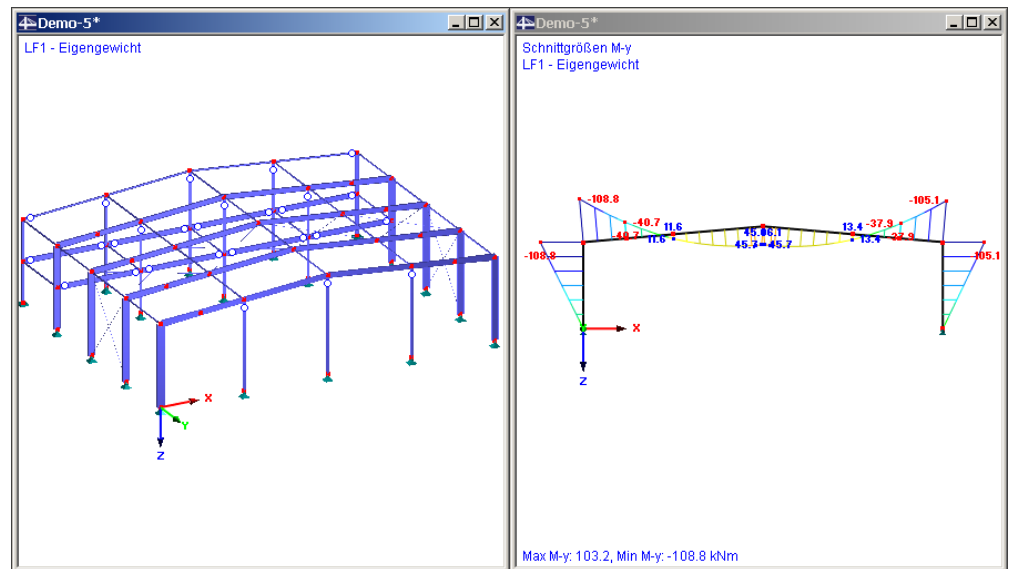


Bild 10.46: Darstellung von zwei Unterfenstern

In diesem Abschnitt wird eingestellt, wie eine Mehrfensterdarstellung im Ausdruck behandelt werden soll. Mit der Option *Nur das aktive* Fenster wird die Grafik desjenigen Fensters gedruckt, das gerade fokussiert ist (beispielsweise im Bild 10.46 das linke Fenster).



Mit Aktivierung der Option *Alle Fenster* wird die [Details]-Schaltfläche zugänglich, über die die Anordnung der Grafiken auf dem Papier festgelegt werden kann. Diese Schaltfläche ruft folgenden Dialog auf, der diverse Einstellmöglichkeiten bietet.

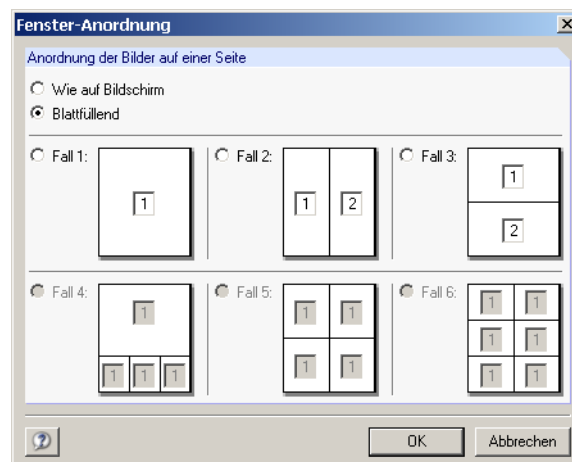


Bild 10.47: Dialog *Fensteranordnung*

Wie auf Bildschirm arrangiert die Fenster so auf dem Blatt, wie sie den Größenverhältnissen auf dem Monitor entsprechen. In der Regel wird das Gesamtbild auf dem Papier damit wie auf dem Bildschirm breiter als hoch. Mit der Option *Blattfüllend* wird die gesamte Seitengröße für die Darstellung der Fenster ausgenutzt.

Grafikgröße

In diesem Abschnitt wird der Abbildungsmaßstab der Grafik auf dem Papier festgelegt.

Soll der gleiche Abbildungsmaßstab wie auf dem Monitor verwendet werden, dann muss die Option *Wie Bildschirmansicht* gewählt werden. Damit lassen sich gezoomte Bereiche oder spezielle Ansichten ausdrucken.

Mit der Option *Fensterfüllend* wird die Gesamtgrafik auf dem Papier dargestellt. Es wird der eingestellte Blickwinkel verwendet, um die ganze Struktur in der vorgegebenen Grafikbild-Größe (siehe nächster Abschnitt) abzubilden.

Die dritte Option *Im Maßstab* druckt die Grafik in einem beliebigen Maßstab. Auch hier wird der aktuelle Blickwinkel verwendet. Eine perspektivische Ansicht eignet sich nicht für den maßstäblichen Ausdruck.

Grafikbild-Größe

In diesem Abschnitt wird über die Größe der Grafik auf dem Papier entschieden.

Falls das Kontrollfeld *Über gesamte Seitenbreite* aktiviert ist, wird auch der linke Rand neben der vertikalen Trennlinie für die Grafik genutzt.

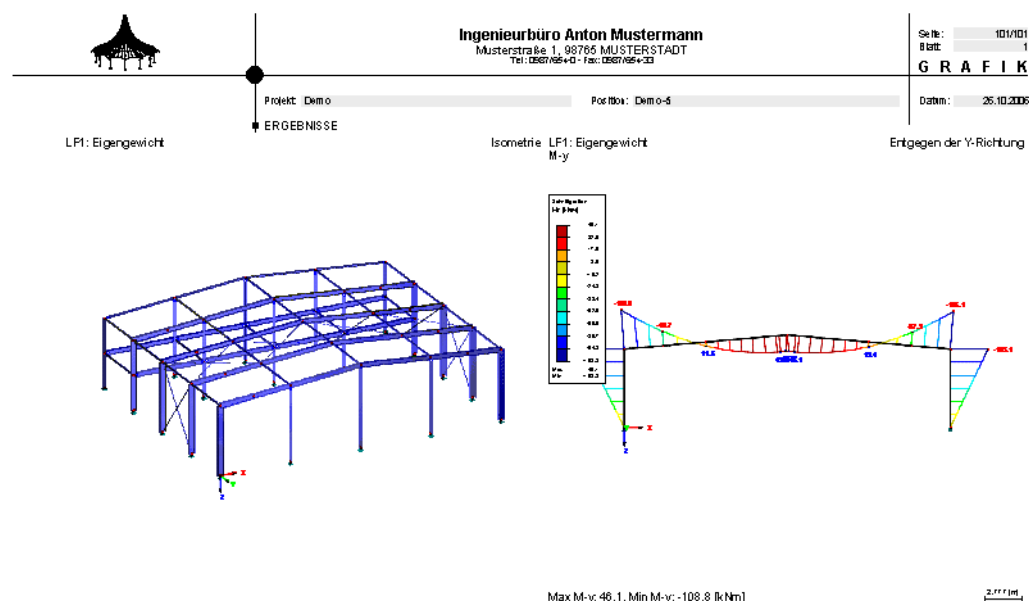


Bild 10.48: Grafikausdruck im Querformat: Ergebnis der Optionen *Alle Fenster* und *Über gesamte Seitenbreite*

Wird nicht der gesamte Platz in vertikaler Richtung für die Grafik genutzt, kann die *Höhe* des Grafikbereichs als prozentualer Anteil der Seite festgelegt werden.

Im Eingabefeld *Drehung* kann man einen Drehwinkel angeben, um den die Grafik beim Drucken rotiert wird.

Optionen

In diesem Abschnitt ist beim direkten Ausdruck von Ergebnisverläufen das Kontrollfeld *Im Ergebnisverlauf Werte an gewünschter x-Stelle ausgeben* zugänglich. Damit lässt sich die Ausgabe der Werte steuern, die an der Position des Mauszeigers angezeigt werden.

Grafik-Überschrift

Beim Aufruf des Druckdialogs ist in diesem Eingabefeld ein Titel für die Grafik voreingestellt, der hier geändert werden kann.

10.2.2 Register *Optionen*

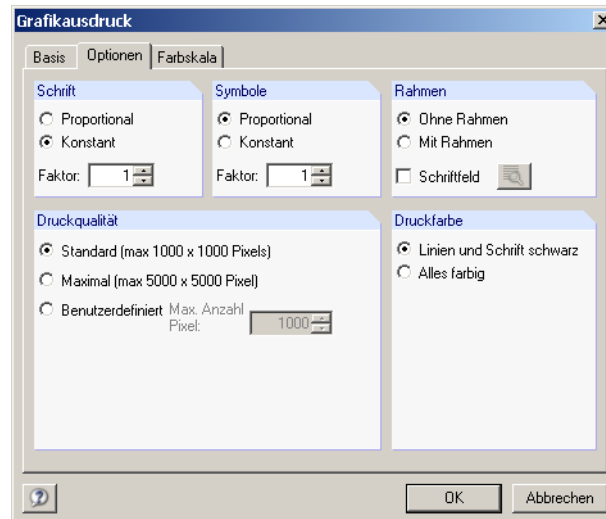


Bild 10.49: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*

Schrift / Symbole

Es ist nur selten – beispielsweise beim großformatigen Plotten – notwendig, in diesen beiden Abschnitten Veränderungen an den Voreinstellungen vorzunehmen.

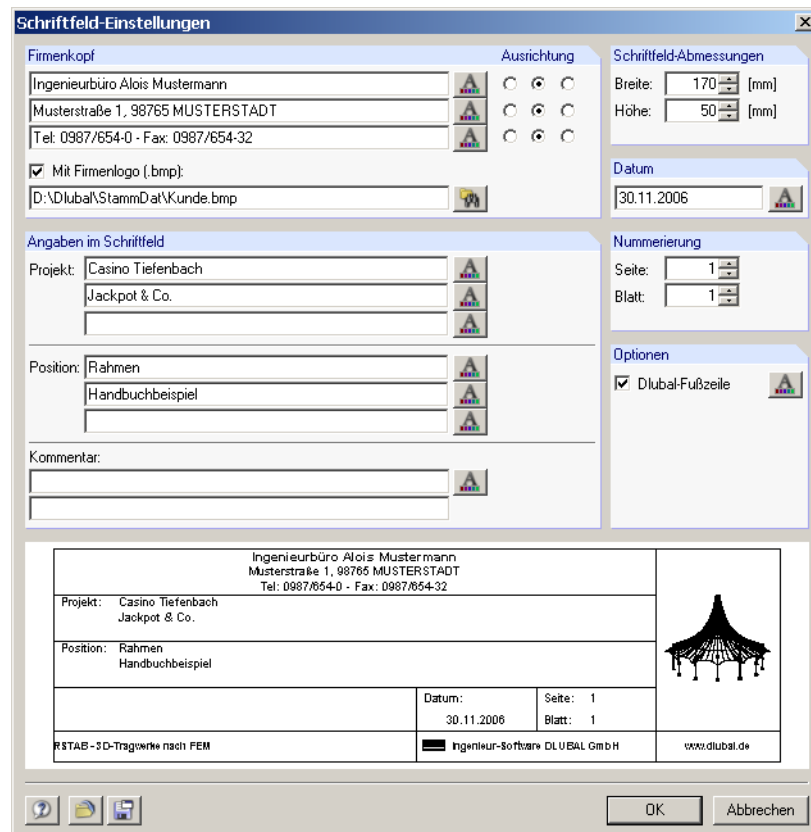
Die Größe der Schrift und der Grafiksymbole (Knoten, Lager, Linien etc.) ist abhängig vom Druckertreiber. Wenn die Druckresultate nicht zufriedenstellend sind, können hier separate Skalierungsfaktoren für *Schrift* und *Symbole* definiert werden.

Rahmen

Optional kann die Grafik im Ausdruck mit einem Rahmen versehen werden.



Zusätzlich ist es möglich, den Ausdruck durch ein Zeichnungsschriftfeld zu ergänzen. Die Schaltfläche [Details] öffnet einen Dialog, in dem das Aussehen und der Inhalt des Schriftfeldes festgelegt werden (siehe Bild 10.50).

Bild 10.50: Dialog *Schriftfeld-Einstellungen*

Im unteren Bereich des Dialogs wird eine Vorschau des Schriftfeldes angezeigt.

Druckqualität

Auch in diesem Abschnitt sind nur im Ausnahmefall Änderungen erforderlich. Als *Standard* wird die Grafik als Bitmap mit einer Größe von 1000 x 1000 Pixel ausgegeben. Die Maximalgröße von 5000 x 5000 Pixel führt bei einer 32 Bit-Farbtiefe zu einer Datenmenge von etwa 100 MB. Da dies bei einigen Druckertreibern Probleme verursacht, sollte die hohe Auflösung mit Bedacht gewählt werden.

Druckfarbe

Wenn die Druckausgabe auf einem Schwarz-Weiß-Drucker erfolgen soll, können zur besseren Lesbarkeit *Linien und Schrift schwarz* anstatt in Graustufen gedruckt werden.

Die Umsetzung farbiger Ergebnisverläufe in Graustufen wird stets vom Druckertreiber vorgenommen. In RSTAB ist keine Einstellmöglichkeit gegeben.



10.2.3 Register *Farbskala*

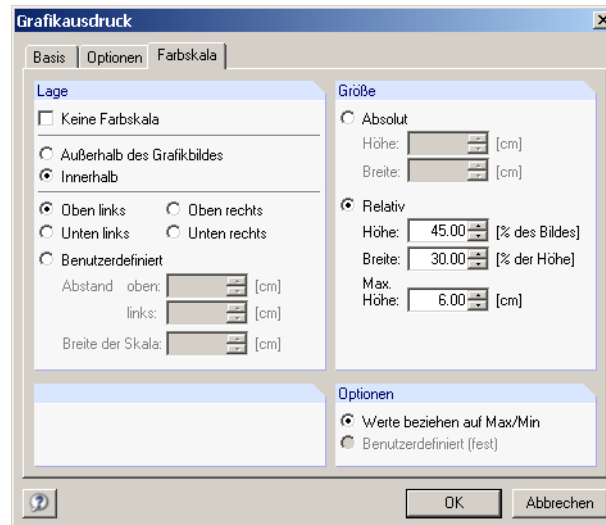


Bild 10.51: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Farbskala*

Dieses Register wird nur dann angezeigt, wenn die Schnittgrößen oder Verformungen mehrfarbig dargestellt werden (siehe Kapitel 9.8.3, Seite 203).

Lage

Die Farbskala des Steuerpanels wird standardmäßig mit ausgedruckt. Ist dies nicht erwünscht, muss das Kontrollfeld *Keine Farbskala* angehakt werden.

Wenn das Auswahlfeld *Innerhalb* gewählt wird, dann überlappt die Farbskala einen Teil des Bildes. Mit der Option *Außerhalb des Grafikbildes* wird ein Streifen des Grafikfensters abgetrennt und nur für die Farbskala verwendet. In diesem Fall kann man weiter unten im gleichen Abschnitt die *Breite der Skala* angeben.

Liegt die Farbskala innerhalb des Grafikbildes, lässt sich deren Position genau festlegen: Man kann die Skala in einer der vier Ecken anordnen oder *Benutzerdefiniert* arrangieren.

Größe

Die Größe der Farbskala kann in diesem Abschnitt entweder in absoluten Maßen oder relativ zur Seitengröße vorgegeben werden.

Optionen

Die Farben-Werte-Zuweisung kann für die RSTAB-Grafik benutzerdefiniert festgelegt werden (siehe Kapitel 4.4.6, Seite 69).

Dieser Abschnitt regelt, ob die auf die Extremwerte (Max/Min) bezogene Standard-Farbskala oder die benutzerdefinierte Farbskala für den Ausdruck benutzt werden soll. Für Letztere ist keine dynamische Aktualisierung möglich.

11. Programmfunktionen

Dieses Kapitel präsentiert verschiedene Funktionen zur grafischen und tabellarischen Eingabe. Sie umfassen die Bearbeitungsmöglichkeiten ausgewählter Objekte, die CAD-Funktionen zum Konstruieren neuer Strukturelemente, die Tabellenoperationen und die Möglichkeiten einer parametrisierten Eingabe. Abgerundet wird das Kapitel durch eine kurze Auflistung der programminternen Struktur- und Belastungsgenerierer.

11.1 Objekte bearbeiten

Mit den grafischen Bearbeitungsfunktionen können Objekte verändert werden, die zuvor in der Grafik selektiert wurden. Die selektierten Objekte kann man

- verschieben,
- kopieren,
- rotieren,
- spiegeln,
- projizieren,
- strecken,
- extrudieren,
- abschrägen.

Im Gegensatz dazu ist für die im Kapitel 11.2 vorgestellten CAD-Funktionen keine Selektion erforderlich. Diese Funktionen unterstützen beim Konstruieren neuer Elemente.

11.1.1 Grafische Selektion

Mit dem **Selektieren** werden diejenigen Objekte bestimmt, die man später bearbeiten will. Als Objekte kommen beispielsweise Knoten, Stäbe, Lager oder Stabsätze infrage. Es können jedoch auch Lasten und Hilfsobjekte (Maßlinien, Kommentare) grafisch selektiert werden.

Das Objekt wird durch einfaches Anklicken mit der Maus selektiert. In der Grafik wird das selektierte Objekt dann in einer anderen Farbe markiert. Es bleibt stets nur das zuletzt angeklickte Objekt selektiert. Sollen mehrere Objekte durch Anklicken selektiert werden, so muss die [Strg]-Taste während des Klickens gedrückt werden.

Selektieren mit Fenster

Mit der Fenster-Selektion können viele Objekte in einem einzigen Schritt ausgewählt werden, indem man mit der gedrückten linken Maustaste ein Fenster über den relevanten Objekten aufzieht. Wird das Fenster von links nach rechts aufgezogen, werden alle Objekte selektiert, die vollständig in diesem Bereich liegen. Zieht man das Fenster von rechts nach links auf, werden auch alle Objekte selektiert, die sich nur teilweise in diesem Bereich befinden.

Selektieren mit Rhomboid

In der isometrischen Ansicht ist das Selektieren mit einem rechteckigen Fenster oft nicht einfach. Hier bietet sich die Funktion *Selektion mit Rhomboid* an, die mit dem Menü

Bearbeiten → Selektieren → Rhomboid

oder der entsprechenden Schaltfläche in der Symbolleiste aufgerufen wird.

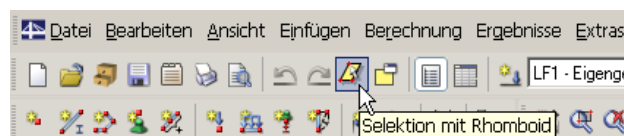


Bild 11.1: Schaltfläche *Selektion mit Rhomboid*

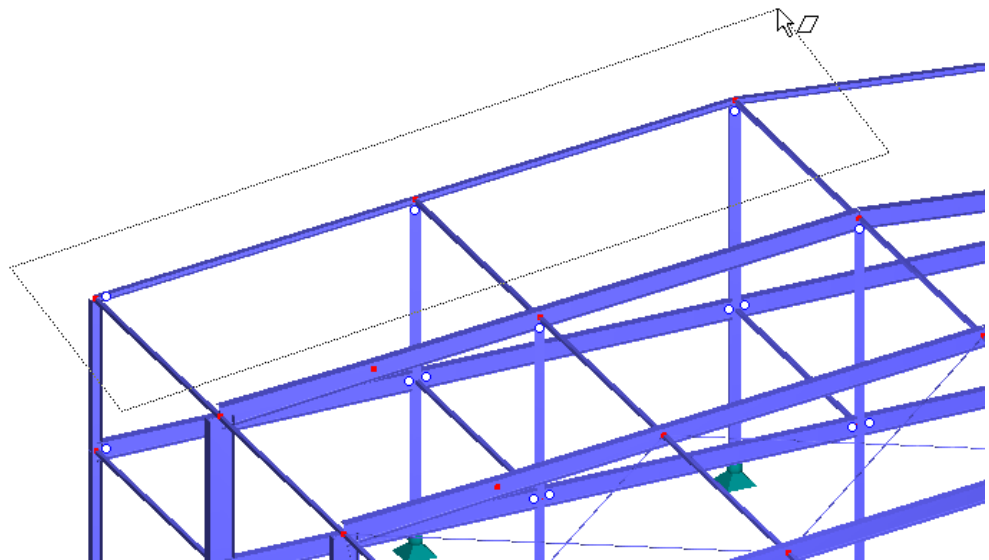


Bild 11.2: Selektieren mit Rhomboid

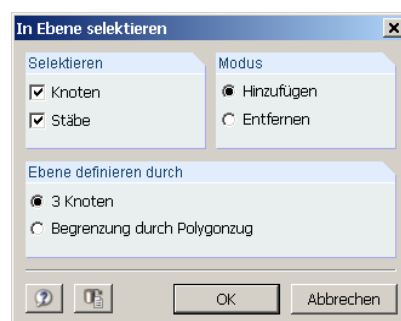
Selektieren in Ebene



Zur Selektion von Objekten, die in einer Ebene liegen (z. B. Dachflächen) eignet sich die Funktion *Selektion in Ebene* an. Diese wird aufgerufen mit dem Menü

Bearbeiten → Selektieren → In Ebene.

Im folgenden Dialog können detaillierte Vorgaben zur Selektion getroffen werden.

Bild 11.3: Dialog *In Ebene selektieren*

Nach [OK] wird die Ebene in der RSTAB-Grafik festgelegt, indem man 3 *Knoten* anklickt oder einen geschlossenen *Polygonzug* frei in der Arbeitsebene bzw. über Knoten setzt.

11.1.2 Spezielle Selektion

Mit dieser Funktion lassen sich Objekte nach bestimmten Kriterien selektieren. Zudem können ausgewählte Objekte zu einer vorhandenen Selektion hinzugefügt oder aus einer Selektion entfernt werden.

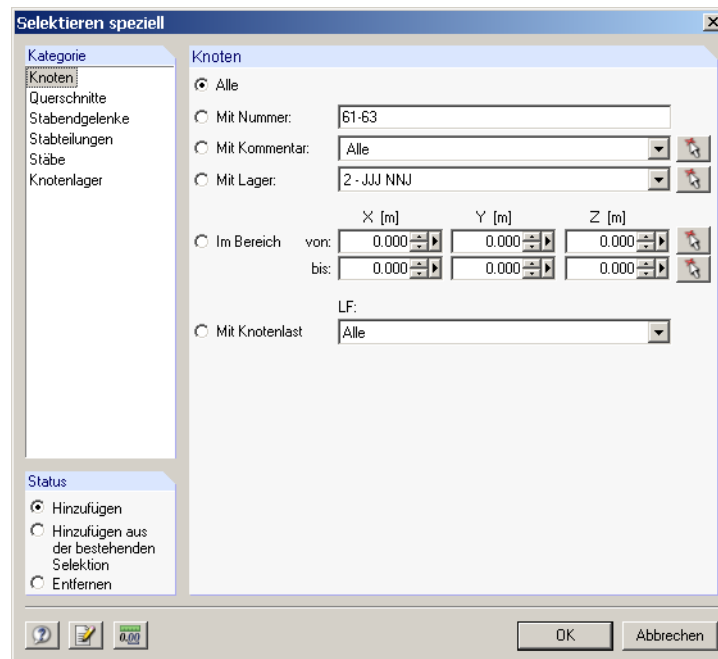


Die spezielle Selektion wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → Selektieren → Speziell

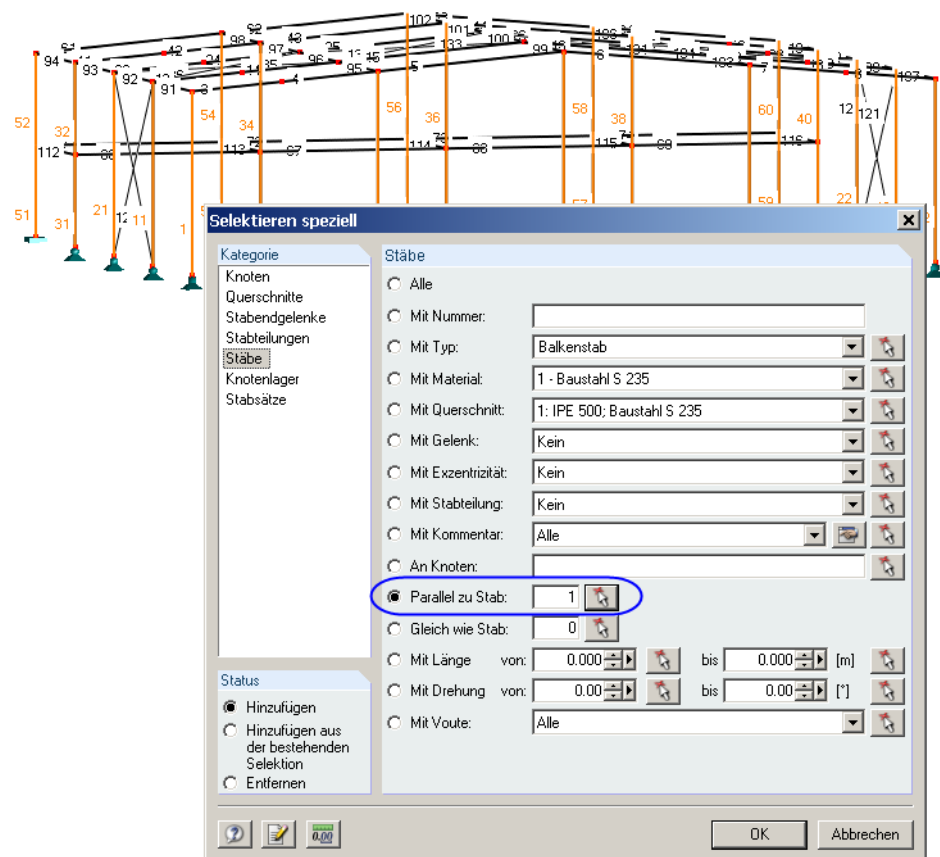
oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Es erscheint folgender Dialog.

Bild 11.4: Dialog *Selektieren speziell*

In der linken Spalte *Kategorie* sind alle Objekte aufgelistet. In Abhängigkeit von dem hier gewählten Objekt ändert sich der rechte Teil des Dialogs. Dort kann ein Selektionskriterium bestimmt werden, das in der Regel mit weiteren Angaben ergänzt wird.

Beispiel: Alle Stützen-Stäbe sollen selektiert werden, die parallel zum Stab 1 sind.

Bild 11.5: Dialog *Selektieren speziell*: Selektieren von parallelen Stäben



Im Dialog kann der Musterstab auch grafisch mit [Pick] bestimmt werden.

Nach [OK] sind im Beispiel alle Stützen selektiert.



11.1.3 Verschieben und Kopieren

Selektierte Objekte können verschoben und kopiert werden über den Menübefehl

Bearbeiten → **Verschieben/Kopieren**,

das Objekt-Kontextmenü oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 11.6: Schaltfläche *Verschieben bzw. Kopieren*

Es erscheint folgender Dialog.

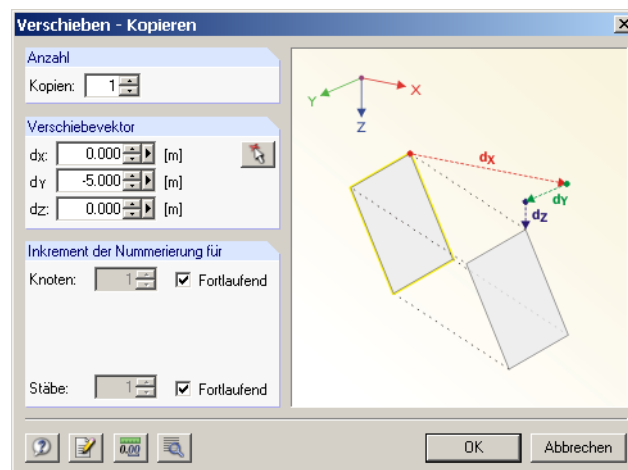


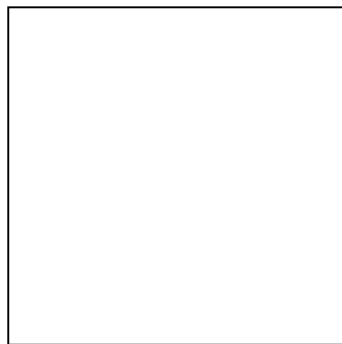
Bild 11.7: Dialog *Verschieben - Kopieren*

Wird als *Anzahl* der Kopien **0** eingestellt, dann werden die selektierten Objekte verschoben. Ansonsten wird die entsprechende Anzahl an Kopien erzeugt.

Der *Verschiebevektor* kann numerisch über die Koordinaten d_x , d_y und d_z bestimmt werden. Alternativ wird dieser mit der [Pick]-Funktion in der Grafik festgelegt, indem man dort nacheinander zwei Rasterpunkte oder Knoten anklickt. Der Vektor wird in den Dialog übernommen und kann bei Bedarf noch bearbeitet werden.

Werden Kopien erzeugt, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe genommen werden.

Die Schaltfläche [Details] ruft einen weiteren Dialog mit nützlichen Optionen auf.



Kontextmenü selektierter Objekte



Details

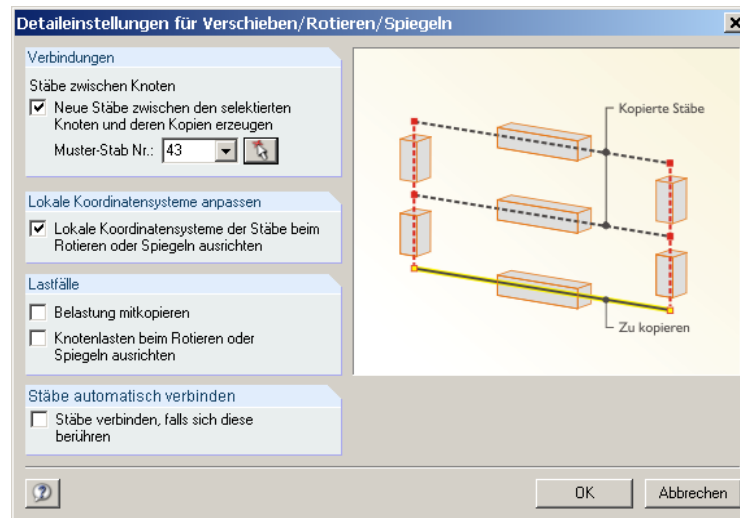


Bild 11.8: Dialog *Detaileinstellungen für Verschieben/Rotieren/Spiegeln*

Verbindungen

Es können neue Stäbe zwischen den selektierten Knoten und deren Kopien erzeugt werden.

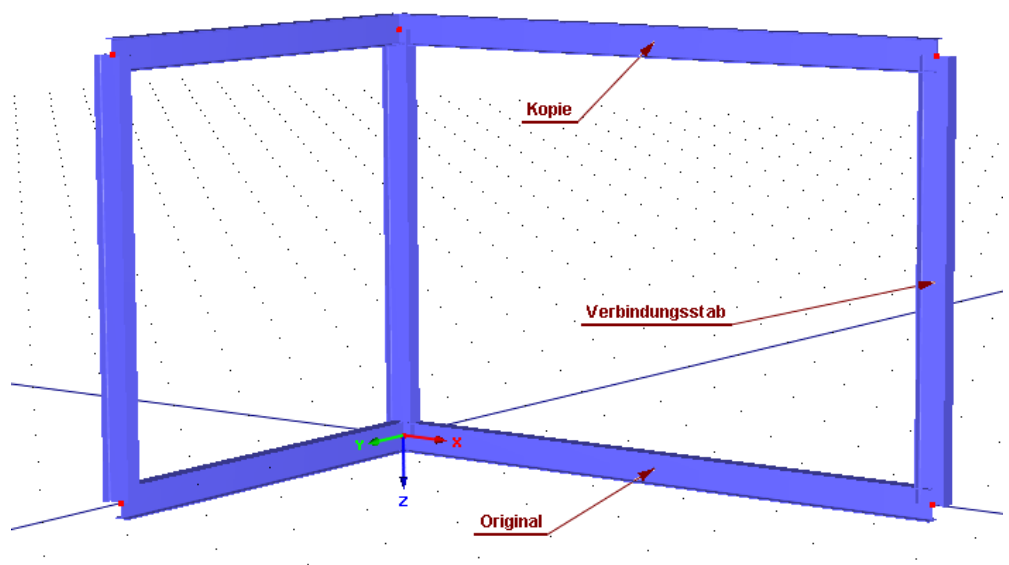


Bild 11.9: Kopie mit Verbindungsstäben

Wenn ein *Musterstab* angegeben wird, werden dessen Eigenschaften für die Verbindungsstäbe verwendet.

Der Dialog *Detaileinstellungen* steht auch beim Rotieren und Spiegeln zur Verfügung.

Lokale Koordinatensysteme anpassen

In diesem Abschnitt können die lokalen Stabkoordinatensysteme beim Rotieren und Spiegeln beeinflusst werden.



Die automatische Anpassung der Stabachsen ist meist beim Spiegeln von Bedeutung. Beim Rotieren eines vertikalen Stabes erweist sich diese Funktion ebenfalls als nützlich, da dessen Achse y parallel zur globalen Y-Achse ausgerichtet ist (vgl. Kapitel 5.7, Seite 111).

In gleicher Weise können mit dieser Funktion exzentrische Anschlüsse angepasst werden, die in Richtung der globalen Achsen X, Y und Z definiert sind.

Lastfälle

Ist das Kontrollfeld *Belastung mitkopieren* aktiviert, werden die an den selektierten Objekten wirkenden Lasten auf die Kopien übertragen. Es werden die Belastungen aller Lastfälle kopiert, nicht nur die des aktuellen Lastfalls.

Knotenlasten können nur in Richtung der globalen XYZ-Achsen definiert werden. Mit dem Kontrollfeld *Knotenlasten beim Rotieren oder Spiegeln ausrichten* kann man die Lastrichtung beim Bearbeiten der Stäbe steuern. Ist das Häkchen gesetzt, rechnet RSTAB die Lasten wie lokale Einzellasten auf die neue Stablage um (vgl. Bild 11.10). Dabei ist zu beachten, dass diese Knotenlasten vor dem Rotieren oder Spiegeln mitselektiert werden müssen. Ist das Kontrollfeld hingegen deaktiviert, wird die globale Lastrichtung beibehalten.

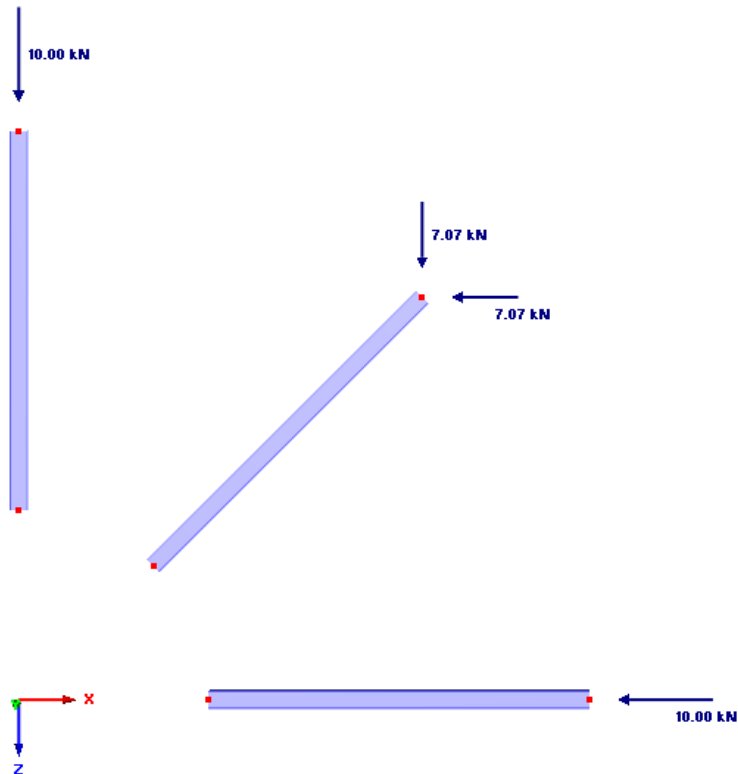


Bild 11.10: Ausgerichtete Knotenlasten beim zweifachen Rotieren um 45°

Stäbe automatisch verbinden

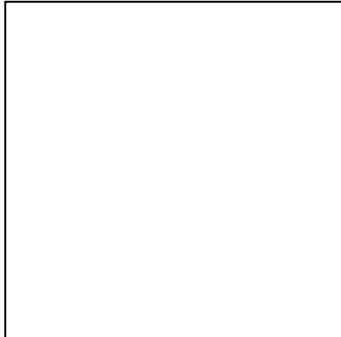
Mit dieser Option lassen sich Verbindungsknoten für Stäbe erzeugen, die nach dem Verschieben oder Kopieren Schnittpunkte mit bestehenden Stäben aufweisen.

11.1.4 Rotieren

Selektierte Objekte können um eine Achse gedreht werden mit dem Menübefehl

Bearbeiten → Rotieren,

dem Objekt-Kontextmenü oder der entsprechenden Schaltfläche in der Symbolleiste.



Kontextmenü selektierter Objekte



Bild 11.11: Schaltfläche *Rotieren*

Es wird folgender Dialog angezeigt.

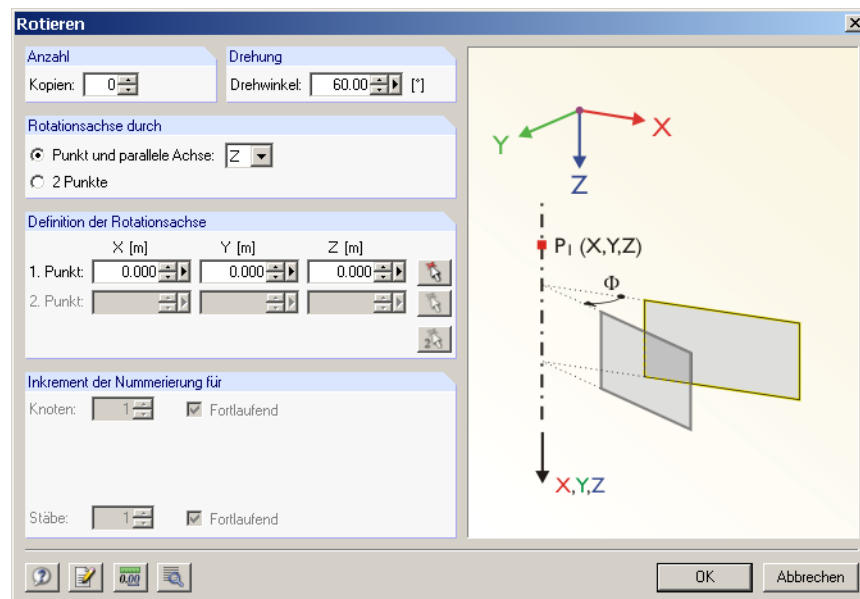


Bild 11.12: Dialog *Rotieren*

Wenn die *Anzahl* von 0 Kopien eingestellt ist, so werden die selektierten Objekte gedreht. Ansonsten wird die entsprechende Anzahl von Kopien erzeugt.

Im Abschnitt *Drehung* wird der Drehwinkel festgelegt. Dieser ist auf ein rechtsdrehendes Koordinatensystem bezogen.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die *Rotationsachse* zu definieren:

- Die Rotationsachse verläuft parallel zu einer Achse des globalen XYZ-Achsensystems. In diesem Fall ist das erste Auswahlfeld zu aktivieren und in der Liste die relevante Achse auszuwählen. Im Abschnitt *Definition der Rotationsachse* wird noch ein Punkt festgelegt, durch den die Drehachse verläuft.
- Die Rotationsachse liegt beliebig im Raum. In diesem Fall ist das zweite Auswahlfeld zu aktivieren. Im Abschnitt *Definition der Rotationsachse* werden dann zwei Punkte angegeben, die auf der Drehachse liegen.

Werden Kopien erzeugt, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe genommen werden.

Mit der Schaltfläche [Details] wird ein weiterer Dialog mit nützlichen Optionen aufgerufen. Dieser Dialog ist im Kapitel 11.1.3 auf Seite 252 beschrieben.



11.1.5 Spiegeln

Selektierte Objekte können bezüglich einer Ebene gespiegelt werden über Menü

Bearbeiten → **Spiegeln**,

das Objekt-Kontextmenü oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 11.13: Schaltfläche *Spiegeln*

Es erscheint folgender Dialog.

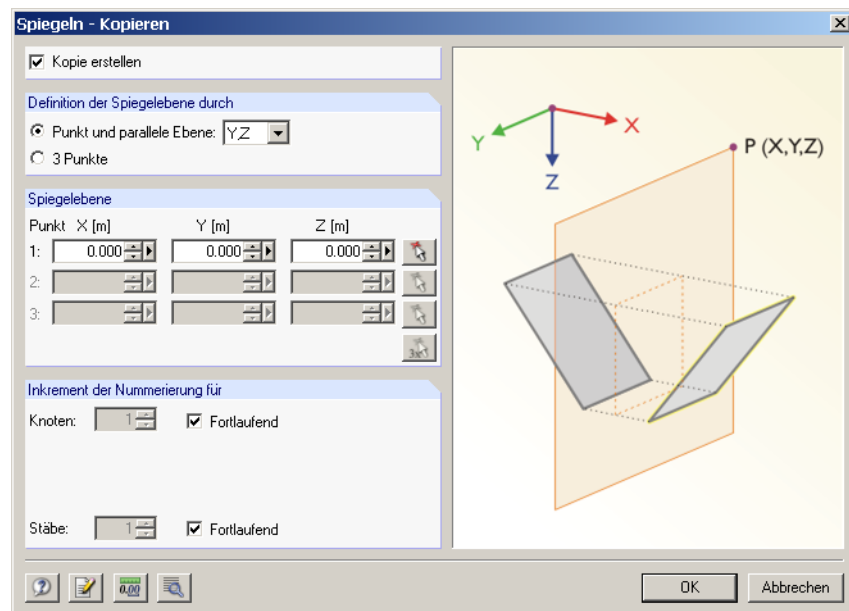


Bild 11.14: Dialog *Spiegeln - Kopieren*

Soll das Original erhalten bleiben, muss das Kontrollfeld *Kopie erstellen* aktiviert werden.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die *Spiegelebene* zu definieren:

- Die Spiegelebene verläuft parallel zu einer Ebene, die durch die Achsen des globalen XYZ-Achsensystems aufgespannt wird. In diesem Fall ist das erste Auswahlfeld zu aktivieren und in der Liste die relevante Ebene auszuwählen. Im Abschnitt *Spiegelebene* wird noch ein Punkt festgelegt, der in dieser Ebene liegt.
- Die Spiegelebene liegt beliebig im Raum. In diesem Fall muss das zweite Auswahlfeld aktiviert werden. Die Ebene wird im Abschnitt *Spiegelebene* dann durch drei Punkte definiert.

Wird eine Kopie erzeugt, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe genommen werden.

Mit der Schaltfläche [Details] wird ein weiterer Dialog mit nützlichen Optionen aufgerufen. Dieser Dialog ist im Kapitel 11.1.3 auf Seite 252 beschrieben.

11.1.6 Projizieren

Mit dieser Funktion ist es möglich, selektierte Objekte auf eine Ebene zu projizieren.

Beispiel: Ein Stab soll in X-Richtung auf die YZ-Ebene projiziert werden.

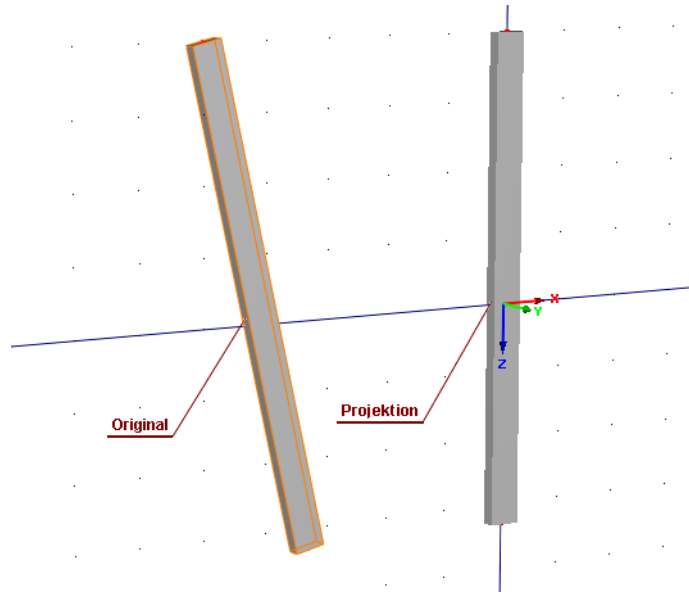
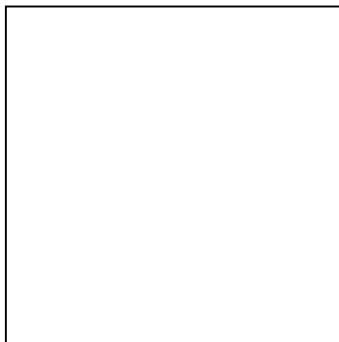


Bild 11.15: Originalstab und projizierte Kopie auf die YZ-Ebene



Der Dialog zur Eingabe der Projektionsparameter wird aufgerufen über Menü **Bearbeiten** → **Projizieren** oder das Kontextmenü der selektierten Objekte.



Kontextmenü selektierter Objekte

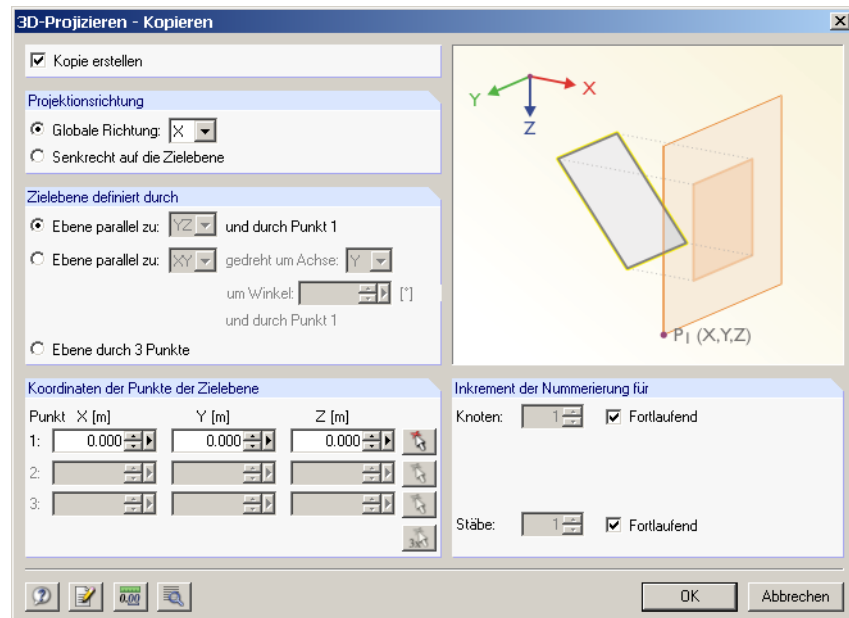


Bild 11.16: Dialog 3D-Projizieren - Kopieren

Soll das Original erhalten bleiben, so muss das Kontrollfeld *Kopie erstellen* aktiviert werden.

Im Abschnitt *Projektionsrichtung* wird festgelegt, ob die Objekte in Richtung einer globalen Achse (X, Y bzw. Z) oder senkrecht auf eine beliebige Zielebene projiziert werden.

Es gibt drei Möglichkeiten, die *Zielebene* zu definieren:



- Die Zielebene verläuft parallel zu einer Ebene, die durch die Achsen des globalen XYZ-Achsensystems aufgespannt wird. In diesem Fall kann das erste Auswahlfeld aktiviert und in der Liste die relevante Ebene ausgewählt werden. Im Abschnitt *Koordinaten der Punkte in Zielebene* wird noch ein Punkt festgelegt, der in dieser Ebene liegt.
- Die Zielebene verläuft parallel zu einer Ebene, die durch die Achsen des globalen XYZ-Achsensystems aufgespannt wird, jedoch um eine der Achsen gedreht ist. In diesem Fall muss das zweite Auswahlfeld aktiviert werden. In der Liste wird die relevante Ebene ausgewählt, dann die Drehachse und der Drehwinkel festgelegt. Im Abschnitt *Koordinaten der Punkte in Zielebene* wird noch ein Punkt festgelegt, der in dieser Ebene liegt.
- Die Zielebene liegt frei im Raum. In diesem Fall muss das dritte Auswahlfeld aktiviert werden. Die Ebene wird im Abschnitt *Koordinaten der Punkte in Zielebene* dann durch drei Punkte definiert.

Wird eine Kopie erzeugt, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe genommen werden.

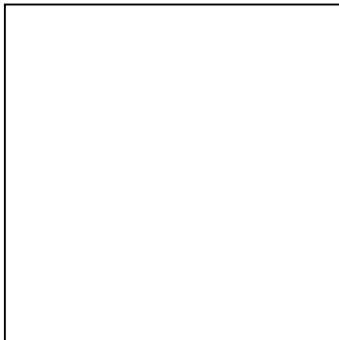


Mit der Schaltfläche [Details] wird ein weiterer Dialog mit nützlichen Optionen aufgerufen. Dieser Dialog ist im Kapitel 11.1.3 auf Seite 252 beschrieben.

11.1.7 Strecken

Mit dieser Funktion ist es möglich, selektierte Objekte von einem Punkt aus zu strecken.

Beispiel: Ein Stab soll vom Ursprung ausgehend gleichmäßig in alle drei Richtungen um den Faktor 2 gestreckt werden.



Kontextmenü selektierter Objekte

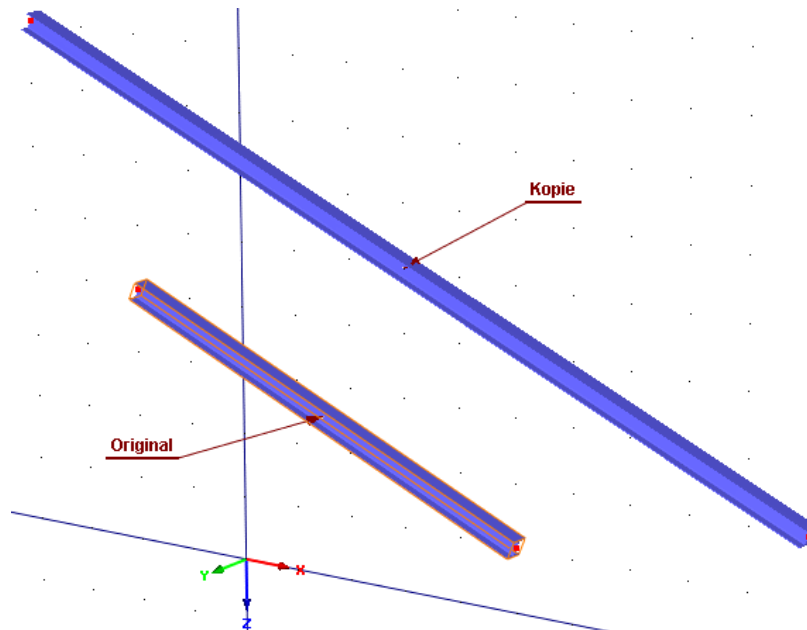


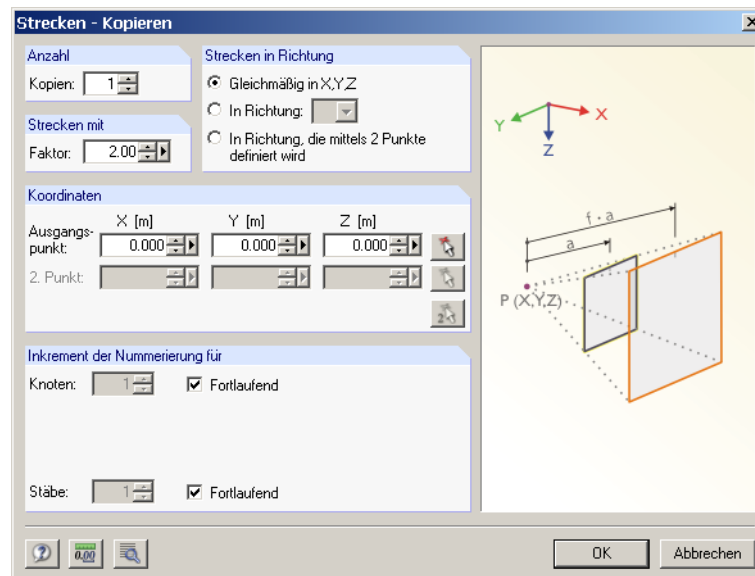
Bild 11.17: Originalstab und gestreckte Kopie



Der Dialog zur Eingabe der Streckparameter wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → Strecken

oder das Kontextmenü der selektierten Objekte.

Bild 11.18: Dialog *Strecken - Kopieren*

Wenn die *Anzahl* von 0 Kopien eingestellt ist, so werden die selektierten Objekte gestreckt. Ansonsten wird die entsprechende Anzahl von Kopien erzeugt.

Im Abschnitt *Strecken mit* wird der Skalierungsfaktor f festgelegt (vgl. Grafik im Dialog).

Die Skalierungsrichtung wird im Abschnitt *Strecken in Richtung* festgelegt. Folgende drei Möglichkeiten stehen zur Auswahl:



Gleichmäßig in X,Y,Z	Es werden <u>alle</u> Koordinaten (X, Y und Z) der selektierten Objekte auf den im Abschnitt <i>Koordinaten</i> angegebenen Ausgangspunkt bezogen skaliert.
In Richtung: X / Y / Z	Eine der globalen Achsen muss gewählt werden. Es werden <u>nur diese</u> Koordinaten der Objekte auf den im Abschnitt <i>Koordinaten</i> angegebenen Ausgangspunkt bezogen skaliert.
In Richtung, die durch zwei Punkte definiert wird	Im Abschnitt <i>Koordinaten</i> wird ein Vektor durch zwei Punkte festgelegt, in dessen Richtung skaliert wird.

Tabelle 11.1: Abschnitt *Strecken in Richtung*

Wird eine Kopie erzeugt, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe genommen werden.



Mit der Schaltfläche [Details] wird ein weiterer Dialog mit nützlichen Optionen aufgerufen. Dieser Dialog ist im Kapitel 11.1.3 auf Seite 252 beschrieben.

11.1.8 Abschrägen

Mit dieser Funktion kann man Objekte um eine Achse rotieren, wobei nur die Koordinaten einer Richtung angepasst werden. Äußerst praktisch erweist sich das Abschrägen für Dachkonstruktionen, deren Neigung nachträglich geändert werden soll.

Beispiel: Die Neigung eines in XZ-Ebene liegenden Fachwerkgurtes soll um 15° steiler ausgeführt werden. Es erfolgt ein Abschrägen um die Y-Achse und in Richtung Z. Damit werden nur die Z-Koordinaten der Gurtknoten angepasst, nicht aber die X-Koordinaten (wie beim Rotieren).

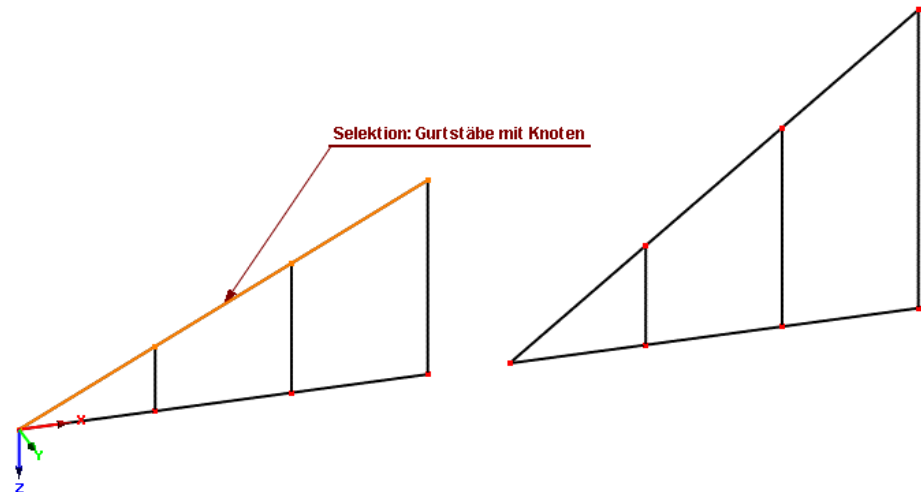


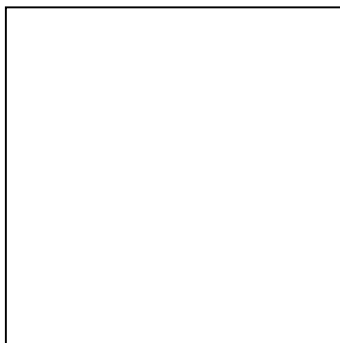
Bild 11.19: Original (links) und abgeschrägtes Ergebnis (rechts)

Es ist in diesem Beispiel zu beachten, dass neben den Stäben auch die zugehörigen Knoten selektiert werden. Das folgende Bild zeigt den entsprechenden Eingabedialog.

Der Dialog zur Eingabe der Abschrägeparameter wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → Abschrägen

oder das Kontextmenü der selektierten Objekte.



Kontextmenü selektierter Objekte

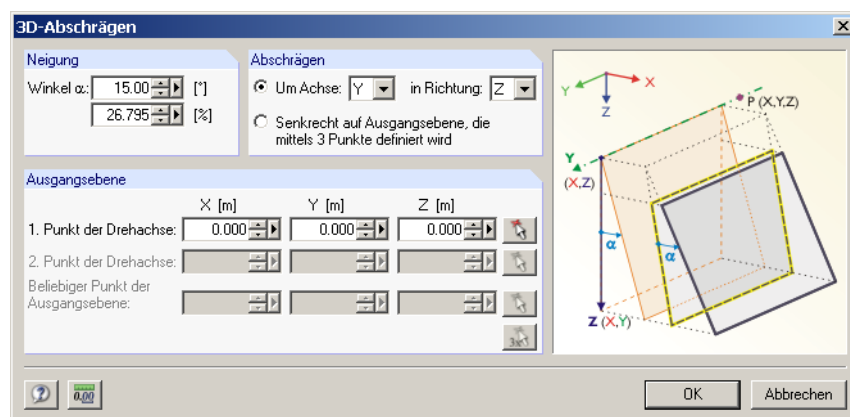


Bild 11.20: Dialog 3D-Abschrägen

Zunächst wird im Abschnitt *Neigung* der Drehwinkel in $^\circ$ oder $[\%]$ festgelegt.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Parameter im Abschnitt *Abschrägen* zu definieren:



- Die Drehachse verläuft parallel zu einer Ebene, die durch die Achsen des globalen XYZ-Achsensystems aufgespannt wird. In diesem Fall kann das Auswahlfeld *Um Achse* aktiviert und in der Liste daneben die relevante Drehachse ausgewählt werden. In der Liste *In Richtung* wird anschließend die globale Achse festgelegt, die für die Anpassung der Knotenkoordinaten maßgebend ist. Im Abschnitt *Ausgangsebene* muss noch der Drehpunkt angegeben werden.
- Die Drehachse liegt beliebig im Raum. In diesem Fall wird das zweite Auswahlfeld benutzt. Im Abschnitt *Ausgangsebene* sind dann die beiden Punkte der Drehachse und ein weiterer Punkt zur Bestimmung der Ebene anzugeben. Die Auswahl der Punkte kann auch grafisch über [Pick] erfolgen.

11.2 CAD-Funktionen

Die CAD-Tools unterstützen bei der grafischen Eingabe von Objekten, beispielsweise in Form von Arbeitsebenen, Fangoptionen, Hilfslinien und eigendefinierten Koordinatensystemen. In diesem Kapitel ist darüber hinaus beschrieben, wie man Stäbe teilt, Kommentare setzt oder die Nummerierung ändert.

11.2.1 Arbeitsebenen

Eine räumlich definierte Struktur kann auf dem Bildschirm nur in zwei Dimensionen dargestellt werden. Eine Koordinate muss immer „festgehalten“ werden. Die Arbeitsebene gibt vor, in welcher Ebene Knoten beim Klicken in das Grafikfenster abgelegt werden.

Das Achsenkreuz der aktuellen Arbeitsebene wird durch zwei orthogonale, grüne Linien abgebildet. Der Schnittpunkt dieser Linien wird als „Ursprung der Arbeitsebene“ bezeichnet.

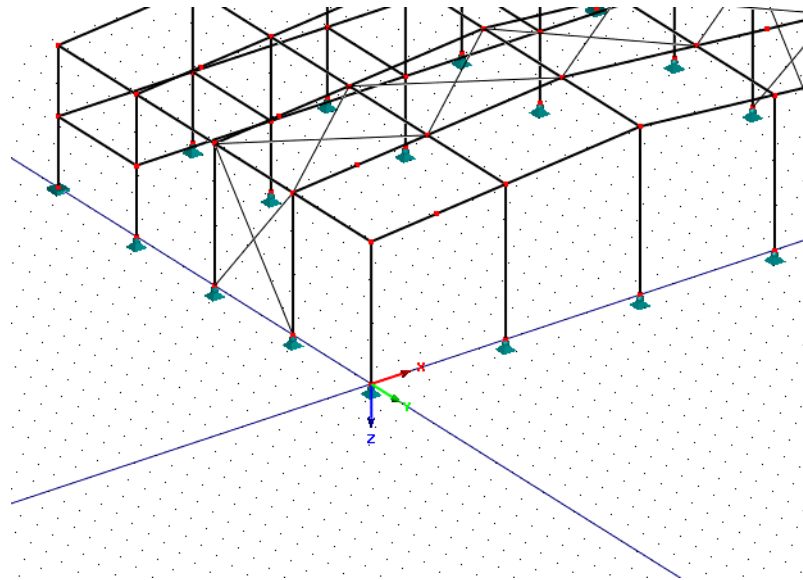


Bild 11.21: Darstellung der Arbeitsebene in der Grafik

Eine Arbeitsebene ist in der Regel parallel zu einer der globalen Ebenen XY, YZ oder XZ, die durch zwei Achsen des globalen Koordinatensystems aufgespannt werden. Wenn man eine Arbeitsebene in beliebiger Lage verwenden möchte, muss zuvor ein benutzerdefiniertes Koordinatensystem angelegt werden (siehe Kapitel 11.2.4, Seite 267).



Die Arbeitsebene wird im Dialog *Arbeitsebene* definiert, der aufgerufen wird über Menü **Extras → Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien** oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

Bild 11.22: Schaltfläche *Arbeitsebene*

Es erscheint der im Bild 11.25 auf Seite 262 gezeigte Dialog.

Die Arbeitsebene kann zu einer der folgenden globalen Ebenen parallel sein.

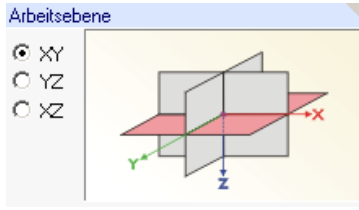

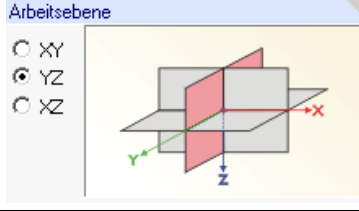
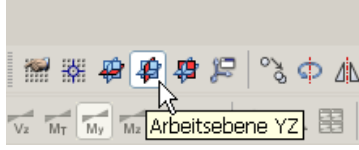
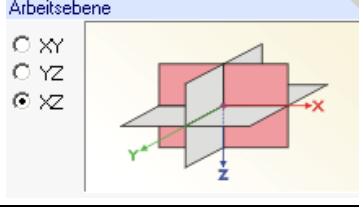
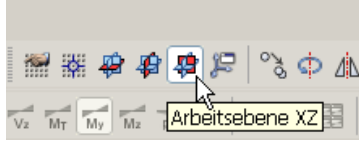
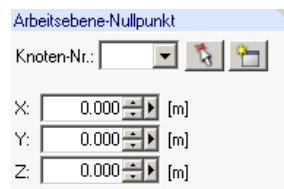
Ebene	Auswahl im Dialog <i>Arbeitsebene</i>	Auswahl in der Symbolleiste
XY		
YZ		
XZ		

Tabelle 11.2: Auswahl der Arbeitsebene



Im Dialog *Arbeitsebene* (Bild 11.25) kann zudem der Ursprung der Arbeitsebene festgelegt werden. Mit [Pick] kann man einen Knoten in der Grafik auswählen, mit [Neu] einen neuen Knoten definieren.

Bild 11.23: Dialog *Arbeitsebene*, Abschnitt *Arbeitsebene-Nullpunkt*

Der Ursprung lässt sich über eine Schaltfläche in der Symbolleiste auch grafisch festlegen.

Bild 11.24: Schaltfläche *Raster-/Arbeitsebene-Ursprung setzen*

11.2.2 Raster

In der Arbeitsebene werden Rasterpunkte als Eingabehilfe angezeigt. Setzt man Knoten grafisch, werden sie an diesen Rasterpunkten gefangen.



Die Eigenschaften der Rasterpunkte werden ebenfalls im Dialog *Arbeitsebene* definiert, der aufgerufen wird über Menü

Extras → Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste (siehe Bild 11.22, Seite 261).

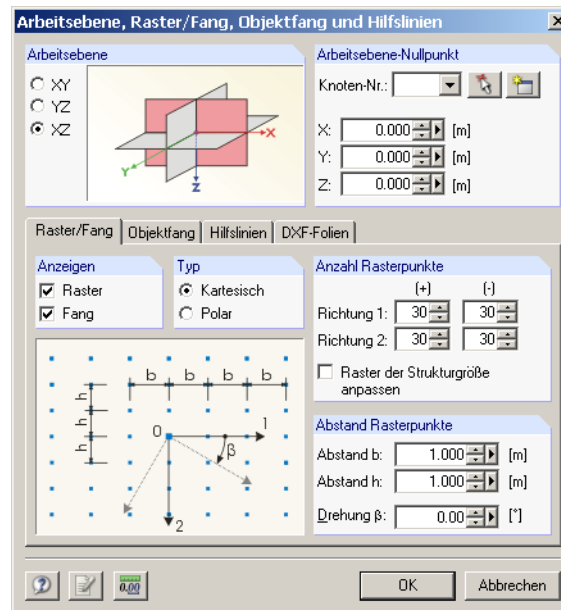


Bild 11.25: Dialog *Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang und Hilfslinien*

Die für das Raster relevanten Einstellmöglichkeiten befinden sich im Register *Raster/Fang*.

Anzeigen

Das Kontrollfeld *Raster* steuert die Anzeige des Rasters in der Grafik. Unabhängig davon kann die Fangfunktion mit dem Kontrollfeld *Fang* ein- und ausgeschaltet werden. Bei einem unsichtbaren Raster kann also trotzdem die Fangfunktion an den Rasterpunkten wirken.

Die beiden Funktionen lassen sich auch schnell mit den Schaltflächen [RASTER] und [FANG] in der Statusleiste ein- oder ausschalten.



Typ

Die Rasterpunkte können im kartesischen oder polaren Koordinatensystem angeordnet werden. Je nach Auswahl ändert sich der Inhalt der folgenden Abschnitte.

Alternativ erfolgt die Auswahl über [KARTES], [POLAR] oder [ORTHO] in der Statusleiste.



Anzahl Rasterpunkte

Bei einem kartesischen Raster kann hier die Anzahl der Rasterpunkte getrennt für beide Richtungen festgelegt werden.

Bei einem polaren Raster wird die Anzahl der konzentrischen Rasterkreise angegeben.

Ist die Option *Raster der Strukturgröße anpassen* aktiv, wird das Raster automatisch an die Abmessungen der Struktur angeglichen. Damit sind um die Struktur herum immer ausreichend Rasterpunkte vorhanden. Allerdings werden nach jeder Eingabe die erforderlichen Rasterpunkte neu berechnet, was bei größeren Strukturen zu einem verzögerten Aufbau der Grafik führen kann.

Abstand Rasterpunkte

Für das kartesische Raster kann der Abstand der Rasterpunkte in den Richtungen 1 und 2 getrennt festgelegt werden.

Bei einem polar angeordneten Raster wird hier der radiale Abstand R der konzentrischen Rasterkreise definiert. Der Winkel α legt den Abstand der Rasterpunkte auf den Kreisen fest.

Optional können kartesische und auch polare Raster um einen Drehwinkel β rotiert werden.

11.2.3 Objektfang

Der Objektfang erleichtert das CAD-mäßige Konstruieren beim Setzen von Stäben. Neben den beiden Endknoten können eine Reihe von Fangpunkten auf dem Stab aktiviert werden.

Die Einstellungen erfolgen im Dialog *Arbeitsebene*. Dieser wird aufgerufen über Menü

Extras → Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste (siehe Bild 11.22, Seite 261).

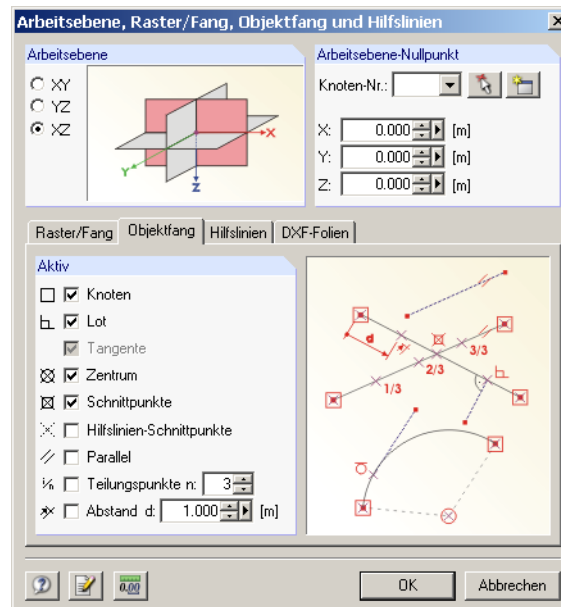


Bild 11.26: Dialog *Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang und Hilfslinien*

Die einzelnen Fangfunktionen können im Register *Objektfang* eingestellt werden.

OFANG

In der Statusleiste muss die Schaltfläche [OFANG] aktiviert sein, damit die Funktionen des Objektfangs wirksam sind.

Knoten

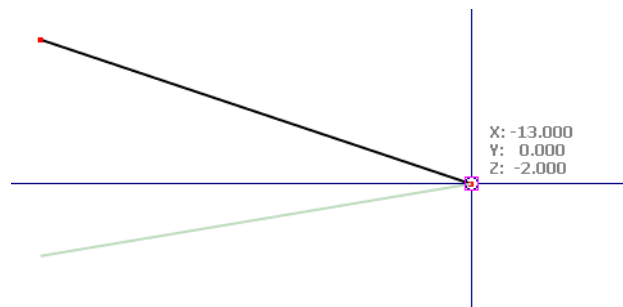


Bild 11.27: Knoten fangen

Beim Setzen eines neuen Stabes werden die vorhandenen Knoten gefangen. Die Fangpunkte werden durch Quadrate symbolisiert.



Lot

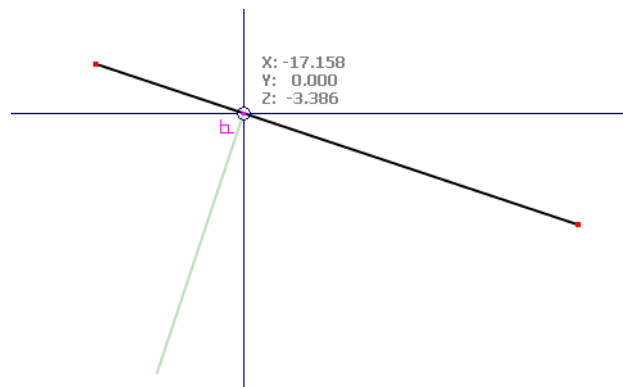


Bild 11.28: Stab lotrecht anschließen



Wird der Mauszeiger beim Setzen eines Stabes in die Nähe des Lotpunktes geführt, so rastet er ein. Der Fangpunkt wird mit einem Lotsymbol gekennzeichnet.

Zentrum

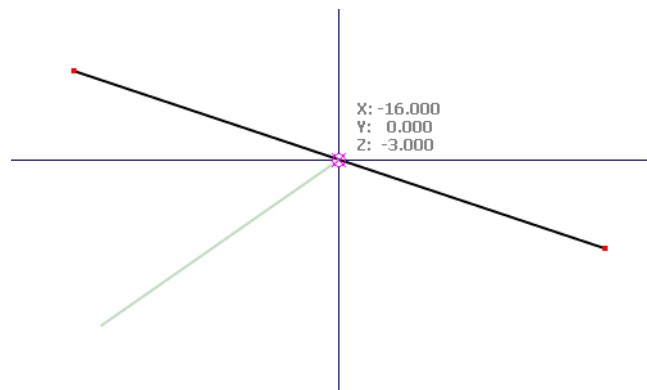


Bild 11.29: Stab mittig anschließen



Wird der Mauszeiger in die Nähe des Zentrums (Mitte) eines Stabes geführt, rastet er dort ein. Am Fangpunkt erscheint das Symbol für das Zentrum.

Schnittpunkt

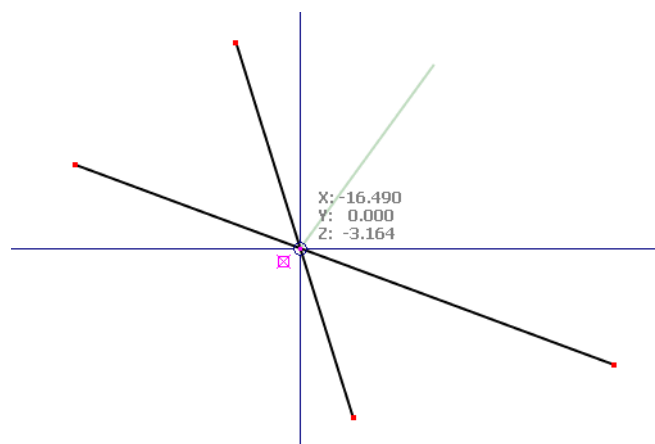


Bild 11.30: Stäbe am Schnittpunkt fangen



Der Mauszeiger rastet am Schnittpunkt von zwei sich kreuzenden Stäben ein, die keinen gemeinsamen Knoten haben. Am Fangpunkt erscheint das Symbol für den Schnittpunkt.

Hilfslinien-Schnittpunkt

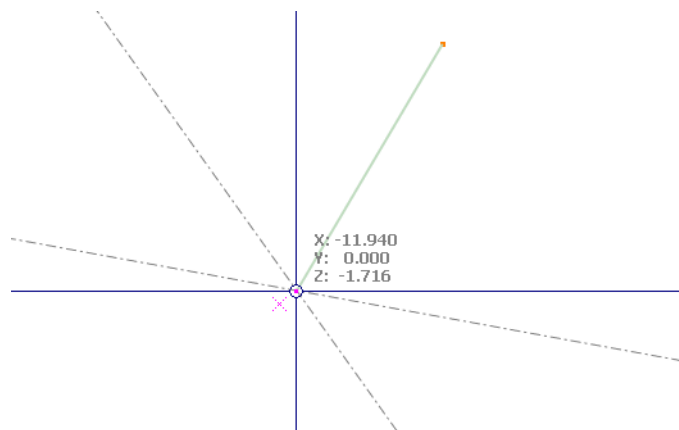


Bild 11.31: Hilfslinien am Schnittpunkt fangen



Wird der Mauszeiger in die Nähe des Schnittpunktes zweier Hilfslinien (vgl. Kapitel 11.2.14, Seite 279) geführt, so rastet er dort ein. Am Fangpunkt erscheint das Schnittpunktsymbol.

Parallel

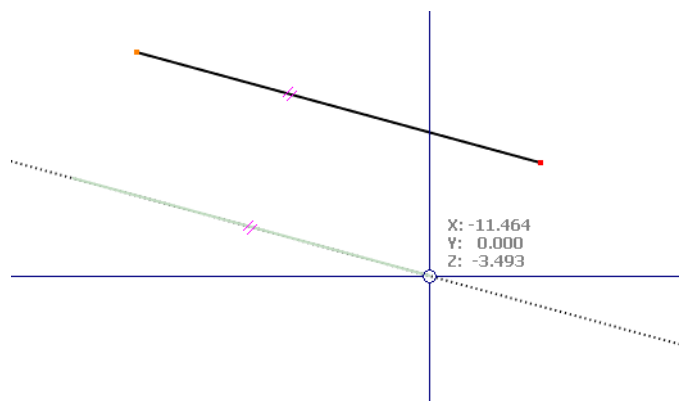


Bild 11.32: Parallelen Stab fangen



Diese Funktion ermöglicht das Setzen paralleler Stäbe. Setzen Sie den Anfangsknoten des neuen Stabes und bewegen dann den Mauszeiger über einen Musterstab. Wenn Sie sich nun mit dem Mauszeiger einem möglichen Endknoten des neuen Stabes nähern, sodass dieser zum Muster parallel liegt, erscheint an beiden Stäben das Parallelensymbol.

Teilungspunkte

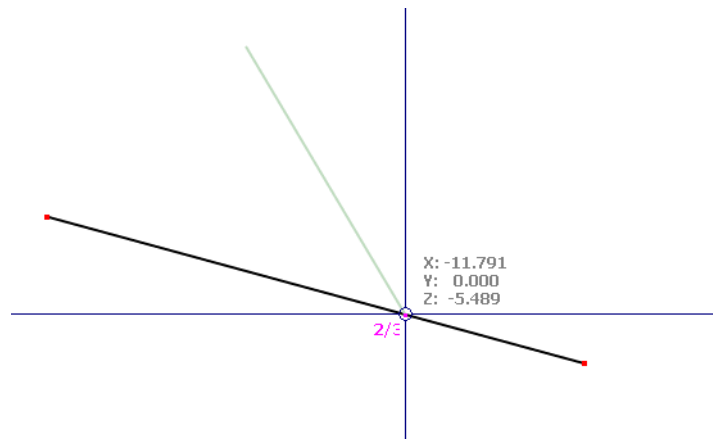


Bild 11.33: Stab am Teilungspunkt fangen (hier: 2/3-Punkt)



Im Register *Objektfang* des Dialogs *Arbeitsebene* kann eine Anzahl von n Stabteilungen angegeben werden. Wird der Mauszeiger über einen Stab bewegt, dann rastet er an den Teilungspunkten ein. Am Mauszeiger erscheint die Teilungsangabe als Bruch.

Abstand

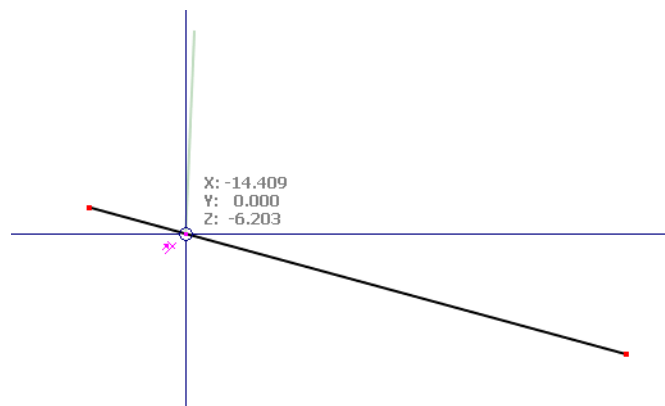


Bild 11.34: Stab in einem definierten Abstand anschließen



Im Register *Objektfang* des Dialogs *Arbeitsebene* kann ein Abstand d für die Stabteilung angegeben werden. Wird der Mauszeiger über einen Stab bewegt, so rastet er in diesem Abstand vom Stabanfang und -ende ein. Am Mauszeiger erscheint das Abstandssymbol.

11.2.4 Koordinatensysteme

Die im Folgenden beschriebenen Koordinatensysteme erleichtern die Eingabe von geeigneten Teilen der Struktur. Sie haben nichts mit den Achsensystemen der Stäbe zu tun.



Der Dialog zur Auswahl oder Definition eines Koordinatensystems ist zugänglich über Menü

Extras → Koordinatensystem

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

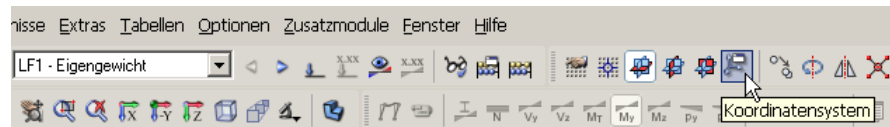


Bild 11.35: Schaltfläche *Koordinatensystem*

Es erscheint folgender Dialog.

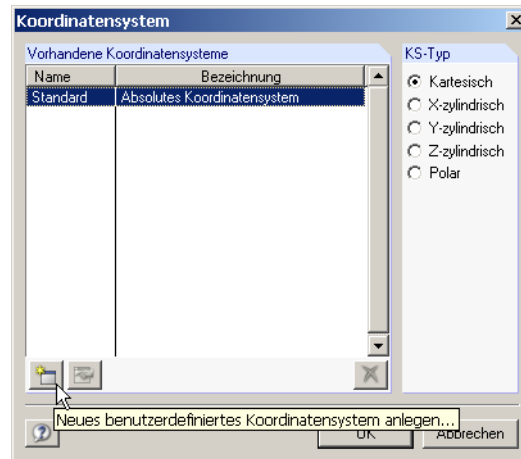


Bild 11.36: Dialog *Koordinatensystem*

Das auf die globalen XYZ-Achsen und den Ursprung bezogene *Standard*-Koordinatensystem ist vordefiniert.

Neues Koordinatensystem anlegen



Klicken Sie auf die im Bild 11.36 gezeigte Schaltfläche [Neues Koordinatensystem anlegen], um folgenden Dialog aufzurufen.

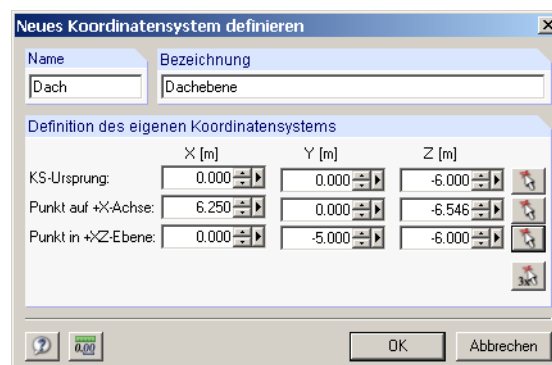


Bild 11.37: Dialog *Neues Koordinatensystem definieren*



Sind der *Name* und die *Bezeichnung* des neuen Koordinatensystems festgelegt, erfolgt im Abschnitt *Definition des eigenen Koordinatensystems* die Angabe einer beliebigen Ebene über drei Punkte. Diese können direkt eingegeben oder grafisch ausgewählt werden.

Der *KS-Ursprung* stellt den Ursprung des neuen Koordinatensystems dar. Zusammen mit dem *Punkt auf der +X-Achse* wird die erste Achse festgelegt, die im eigenen Koordinatensystem als Achse *U* bezeichnet wird. Die Ebene wird dann mit einem *Punkt in XZ-Ebene* aufgespannt, der die Lage der Achsen *V* und *W* bestimmt.

Koordinatensystem bearbeiten oder löschen

Nur benutzerdefinierte Koordinatensysteme können bearbeitet oder gelöscht werden. Hierfür stehen zwei Schaltflächen im Dialog *Koordinatensystem* zur Verfügung.



	Das ausgewählte Koordinatensystem kann geändert werden.
	Das selektierte Koordinatensystem wird gelöscht.

Tabelle 11.3: Schaltflächen im Dialog *Koordinatensystem*

Beispiel: Es soll ein neues Koordinatensystem in einer Rahmenecke definiert werden, das auf die Diagonale in der Dachebene ausgerichtet ist. Der Ursprung wird in den Eckknoten 1 gelegt. Als Punkt auf der +X-Achse wird der Endknoten 8 des Diagonalstabs, als Punkt in +XZ-Ebene der Stützenfußknoten 2 gewählt.

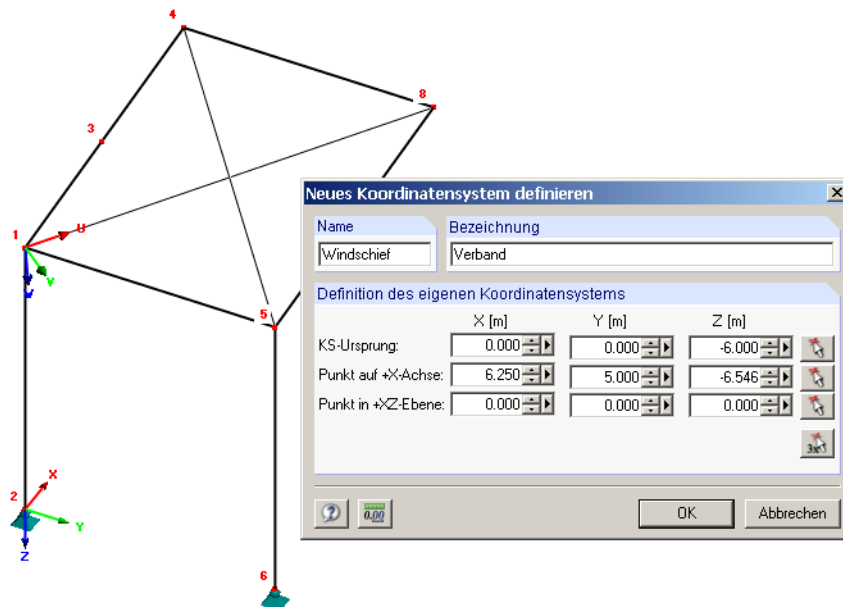


Bild 11.38: Benutzerdefiniertes Koordinatensystem *UVW* in einer Rahmenecke

Das Raster bezieht sich dann auf die Arbeitsebenen *UV*, *VW* und *UW*, in denen man neue Objekte definieren kann (vgl. Kapitel 11.2.1, Seite 260).

11.2.5 Stab teilen

Stäbe können relativ einfach geteilt werden, indem man sie mit der rechten Maustaste anklickt und im Kontextmenü den Befehl *Stab teilen* wählt.

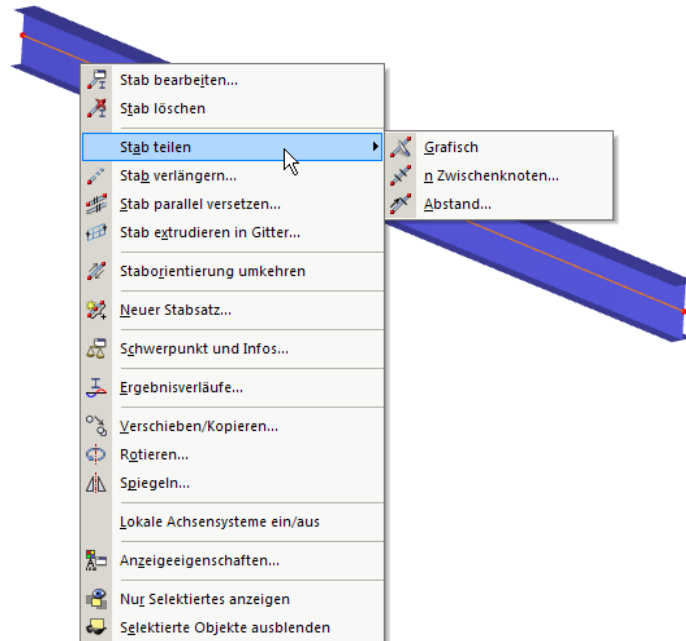


Bild 11.39: Kontextmenü *Stab teilen*

In diesem Kontextmenü werden drei Teilungsmöglichkeiten angeboten.

Grafisch

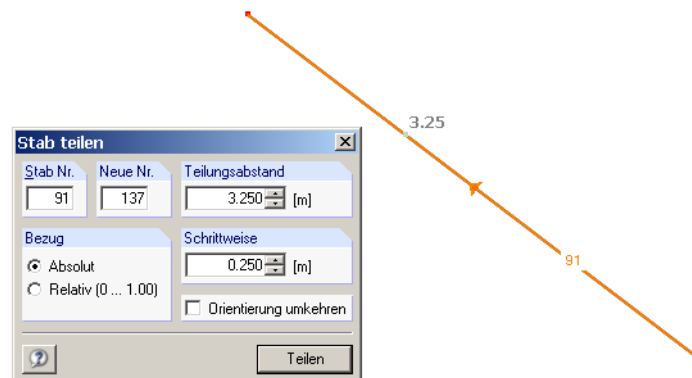


Bild 11.40: Dialog *Stab teilen*

Es erscheint der Dialog *Stab teilen*. Wird der Mauszeiger entlang des Stabes bewegt, wird er in den Abständen der eingestellten Schrittweite gefangen. Der Teilungspunkt kann dann in der Grafik per Mausklick festgelegt. Den *Bezug* der Teilungsabstände kann man in absoluten Strecken oder relativ zur Gesamtlänge vorgeben.

Im Dialog kann man den *Teilungsabstand* auch direkt eingeben. Zunächst sind der zu teilende Stab im Feld *Stab-Nr.* und die Nummer des neuen Stabes im Feld *Neue Nr.* festzulegen. Soll der Teilungsabstand auf das Stabende bezogen werden, kann die Stabrichtung mit dem Kontrollfeld *Orientierung umkehren* schnell geändert werden.

n Zwischenknoten

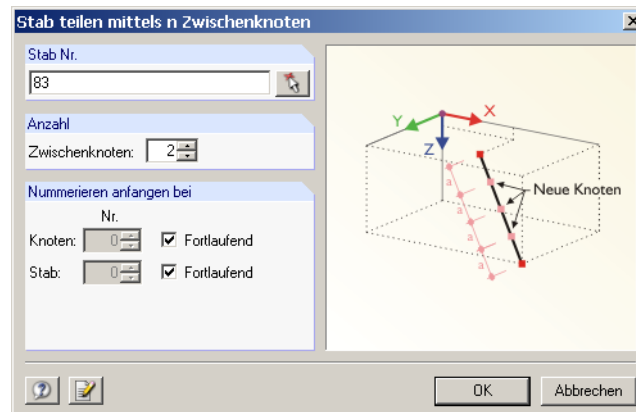


Bild 11.41: Dialog *Stab teilen mittels n Zwischenknoten*

Mit dieser Funktion wird der Stab gleichmäßig in mehrere Stäbe unterteilt. Im Abschnitt *Anzahl* kann die Anzahl der *Zwischenknoten* für die Teilung festgelegt werden.

Im Abschnitt *Nummerieren anfangen bei* lässt sich die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe beeinflussen.

Abstand

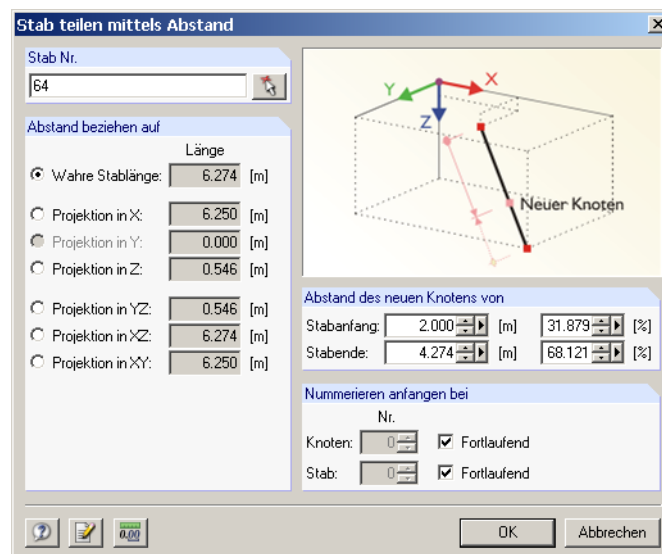


Bild 11.42: Dialog *Stab teilen mittels Abstand*

Mit dieser Funktion wird ein Teilungsknoten an einer bestimmten Stelle des Stabes erzeugt.

Im Abschnitt *Abstand beziehen auf* wird der Bezug der angegebenen Distanz festgelegt. Diese kann sich auf die wahre Stablänge (Regelfall) oder auf eine Projektion beziehen.

Der definierte *Abstand des neuen Knotens* kann auf den Anfangs- oder Endknoten des Stabes bezogen werden. Es ist auch die relative Eingabe in [%] möglich. Die vier Eingabefelder in diesem Abschnitt wirken interaktiv.



Für die Eingabe des Abstandes ist es wichtig, die Stabrichtung zu kennen (vgl. Bild 11.40). Diese lässt sich über den Zeigen-Navigator einblenden (vgl. Bild 9.5, Seite 190).

Im Abschnitt *Nummerieren anfangen bei* kann die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe beeinflusst werden.

11.2.6 Stäbe verbinden

Mit dieser Funktion werden Stäbe verbunden, die sich kreuzen, jedoch keinen gemeinsamen Knoten besitzen.

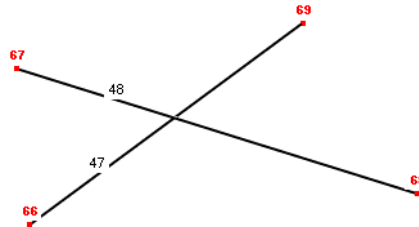


Bild 11.43: Original: Kreuzende, unverbundene Stäbe

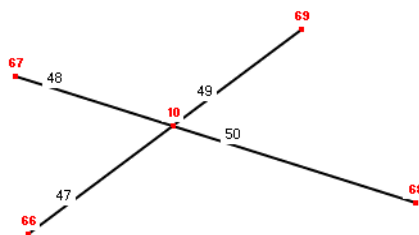


Bild 11.44: Ergebnis: Verbundene Stäbe



Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Stäbe verbinden

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 11.45: Schaltfläche *Stäbe verbinden*

Im Grafikfenster zieht man dann einfach ein Fenster über dem Bereich auf, in dem die Stäbe zu verbinden sind.

Beim Setzen von Stäben ist diese Funktion automatisch aktiv. Verbindungsknoten werden allerdings nur erzeugt, wenn Stäbe an andere Stäbe angeschlossen werden, d. h. dort enden. Beim Setzen eines Diagonalverbandes wird somit kein Kreuzungsknoten generiert.

Im Dialog *Neuer Stab* kann über die Schaltfläche *Details* festgelegt werden, ob die Stäbe beim Setzen automatisch verbunden werden.

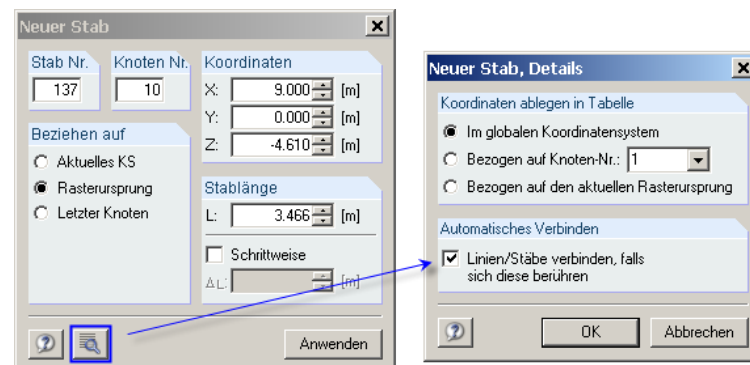


Bild 11.46: Dialog *Neuer Stab, Details*

11.2.7 Stäbe verschmelzen

Es ist möglich, geteilte Stäbe wieder zu einem einzigen Stab zu vereinen. Diese Funktion steht nur im Knoten-Kontextmenü zur Verfügung, das Sie durch Anklicken des Teilungsknotens mit der rechten Maustaste aufrufen können.

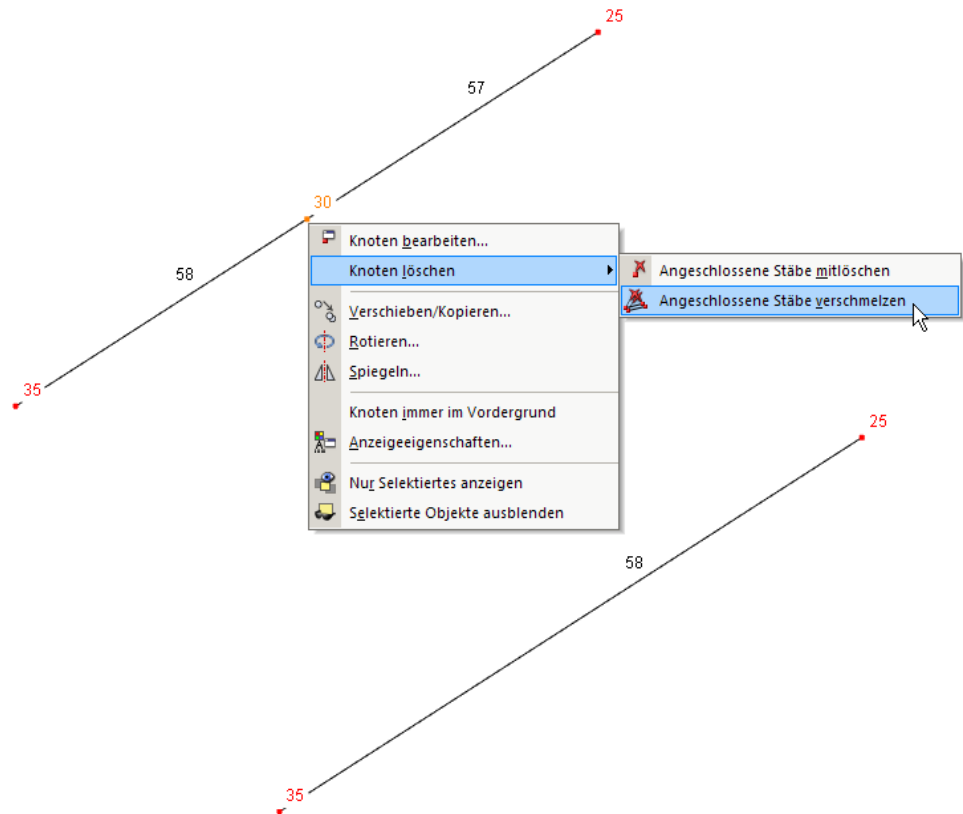


Bild 11.47: Kontextmenü *Knoten löschen* → *Angeschlossene Stäbe verschmelzen* mit Ergebnis (unten)

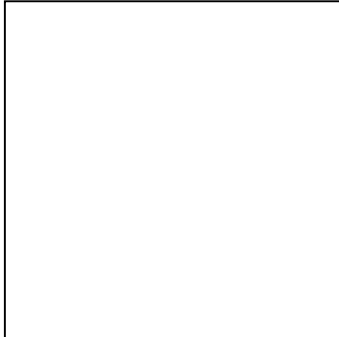
Während die [Entf]-Taste den selektierten Knoten und damit die angeschlossenen Stäbe löscht, besteht im Kontextmenü eine Wahlmöglichkeit. Diese ist nur für Knoten verfügbar, an die genau zwei Stäbe angeschlossen sind. Falls die Stäbe nicht auf einer Linie liegen, bildet RSTAB nach dem Verschmelzen einen neuen Stab zwischen den beiden Randknoten.

11.2.8 Stab verlängern

Mit dieser Funktion kann die Länge eines Stabes allgemein angepasst oder der Stab bis zu einem anderen Stab verlängert werden.

Die Bearbeitungsfunktion wird über das links dargestellte Stab-Kontextmenü aufgerufen. Es dürfen nicht mehrere Stäbe selektiert sein.

Der Dialog *Stab verlängern* erscheint.



Stab-Kontextmenü

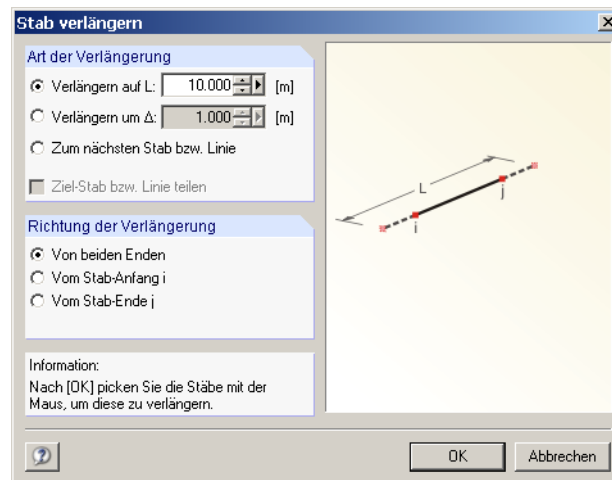


Bild 11.48: Dialog *Stab verlängern*

Der Abschnitt *Art der Verlängerung* beinhaltet drei Auswahlfelder. *Verlängern auf L* ändert die Gesamtlänge des Stabes auf ein festzulegendes Maß, *Verlängern um Δ* verlängert eine oder beide Stabseiten um einen bestimmten Betrag (oder verkürzt diese, falls der Wert im Eingabefeld negativ ist). *Zum nächsten Stab* bewirkt eine Verlängerung zum nächstliegenden Stab, der einen Schnittpunkt mit der Geraden des Stabes bildet. Wenn das Kontrollfeld *Zielstab teilen* aktiviert ist, erfolgt eine automatische Verbindung.

Im Abschnitt *Richtung der Verlängerung* wird der Ausgangspunkt der Verlängerung festgelegt. Das Auswahlfeld *Von beiden Enden* bewirkt eine beidseitige Anpassung: Die Gesamtlänge wird auf die Stabmitte bezogen, oder es wird der Stab auf beiden Seiten um einen Betrag bzw. bis zu den angrenzenden Stäben verlängert. Alternativ stehen die Auswahlfelder *Vom Stabanfang i* und *Vom Stabende j* für eine einseitige Anpassung zur Verfügung.

Die Stabrichtung und -achsensysteme lassen sich über den Zeigen-Navigator einblenden (vgl. Bild 9.5 auf Seite 190).

11.2.9 Stab anschließen

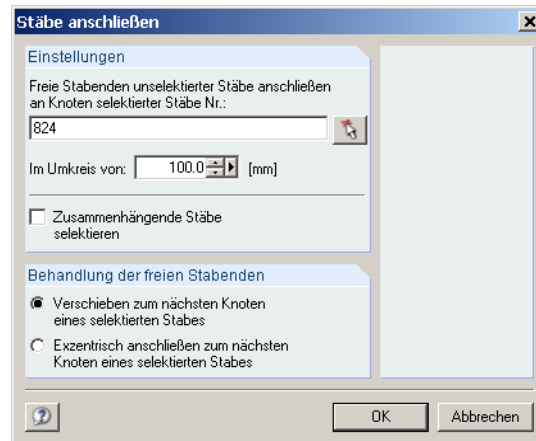
Bei dieser Funktion ist es – anders als beim Verbinden von Stäben – nicht erforderlich, dass ein gemeinsamer Schnittpunkt vorliegt. Es können freie Stäbe, die sich in einem bestimmten Abstand von einem Stab befinden, an die Knoten dieses Stabes angeschlossen werden. Falls der Anschluss in Verlängerung der Stäbe erfolgen soll, so empfiehlt sich jeweils die Funktion *Stab verlängern* (siehe vorheriges Kapitel 11.2.7, Seite 272).

Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Stäbe anschließen.

Es erscheint folgender Dialog.



Bild 11.49: Dialog *Stäbe anschließen*

Im Abschnitt *Einstellungen* wird die Nummer des Stabes angegeben oder auch grafisch ausgewählt, an dessen Knoten die freien Stäbe anzuschließen sind. Im Eingabefeld unterhalb wird der *Umkreis* festgelegt, in dem freie Stabenden gesucht werden sollen. Ist das Kontrollfeld *Zusammenhängende Stäbe selektieren* aktiviert, werden alle Stäbe, die mit einem bereits selektierten Stab verbunden sind, in die Auswahl aufgenommen.

Der Abschnitt *Behandlung der freien Stabenden* steuert, wie die freien Stabenden mit den selektierten Stäben verbunden werden: Entweder werden sie an die Knoten der selektierten Stäbe verschoben oder durch exzentrische Anschlüsse mit ihnen verbunden.

11.2.10 Stab parallel versetzen

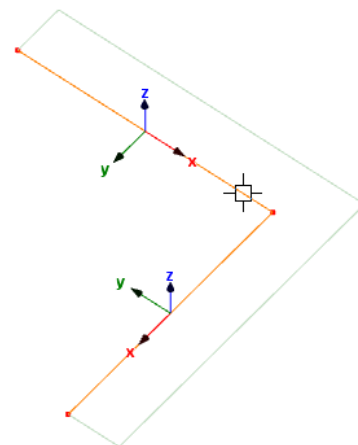
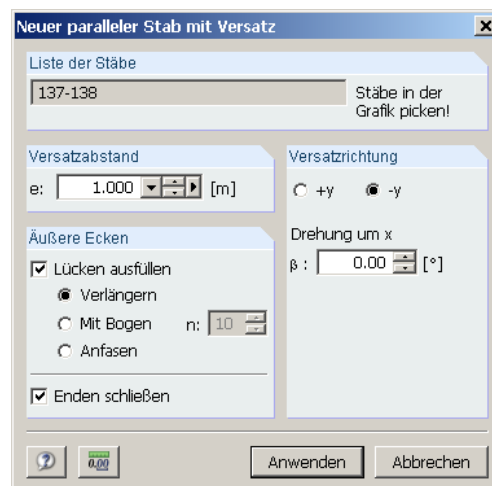
Selektierte Stäbe lassen sich auf einfache Weise grafisch kopieren, indem man diese mit gedrückter [Strg]-Taste an die gewünschte Stelle verschiebt. Diese Funktion entspricht dem üblichen Windows-Standard.



In einem speziellen Dialog bestehen erweiterte Möglichkeiten, parallele Stäbe zu erzeugen. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Stab parallel versetzen

oder das Stab-Kontextmenü.

Bild 11.50: Dialog *Neuer paralleler Stab mit Versatz*

Der selektierte Stab erscheint in der *Liste der Stäbe*. Falls erforderlich, können weitere Stäbe durch Anklicken in der Grafik ergänzt werden. Dabei ist zu beachten, dass alle Stäbe der Liste in einer Ebene liegen müssen.

Im Abschnitt *Versatzabstand* wird die Distanz der Kopie zum Original festgelegt.

Werden mehrere Stäbe parallel versetzt, so bestehen im Abschnitt *Äußere Ecken* verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung der Kopien. Im Bild oben werden die kopierten Stäbe bis zum gemeinsamen Schnittpunkt verlängert. Zudem werden die beiden Enden mit den Originalstäben verbunden.

Der Abschnitt *Versatzrichtung* steuert, auf welche Seite die Stäbe kopiert werden. Die Richtung y wird in der Grafik angezeigt. Diese wird speziell für diesen Dialog benutzt und ist unabhängig von der aktuellen Arbeitsebene. Sie spiegelt nicht unbedingt die Stabachsen wider. Über das Eingabefeld unterhalb *Drehung um x* ist das Kopieren aus der Ebene heraus möglich.

11.2.11 Stab extrudieren in Gitter

Über Extrusionen können auf einfache Weise Gitter oder Trägerroste aus Stäben erzeugt werden. Möchte man ein unregelmäßiges Raster mit erweiterten Detailvorgaben generieren, so empfiehlt sich der Dialog *Raster generieren* (vgl. Kapitel 11.5.1, Seite 308).

Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Stab extrudieren in Gitter**.

Alternativ wird das Stab-Kontextmenü benutzt.

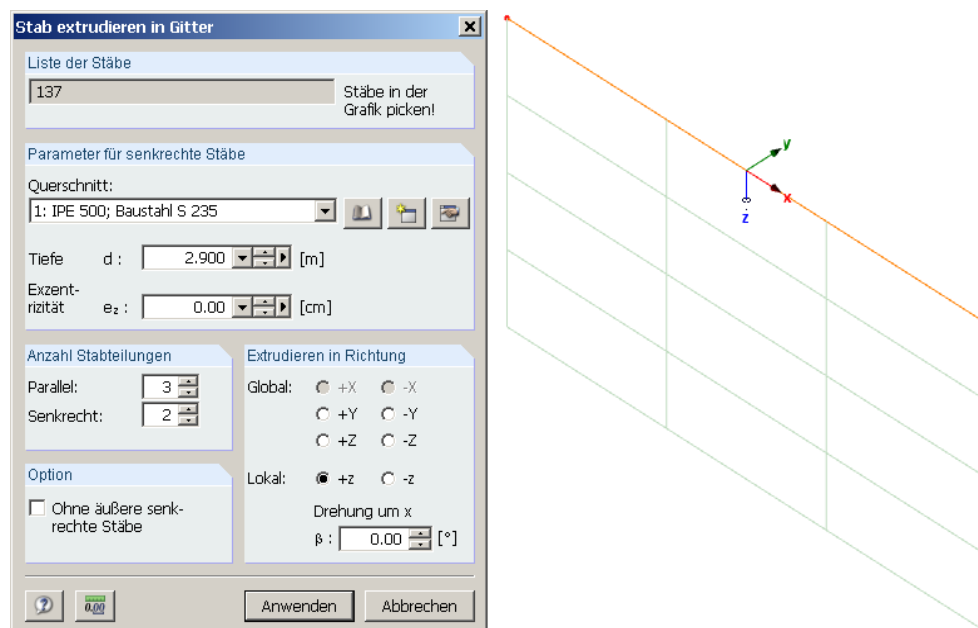


Bild 11.51: Dialog *Stab extrudieren in Gitter*

Der selektierte Stab erscheint in der *Liste der Stäbe*. Falls erforderlich, können weitere Stäbe durch Anklicken in der Grafik ergänzt werden. Dabei ist zu beachten, dass alle Stäbe der Liste in einer Ebene liegen müssen.

Als *Parameter für senkrechte Stäbe* sind der Querschnitt der Vertikalstäbe und die Tiefe als Gesamthöhe des Gitters anzugeben. Der Abschnitt *Anzahl Stabteilungen* steuert die Einteilung in ein gleichmäßiges Gitterraster von parallelen und senkrechten Stäben.

Im Abschnitt *Extrudieren in Richtung* wird die globale bzw. lokale Richtung festgelegt, in die Gitterstäbe erzeugt werden. Die lokale Richtung z wird in der Grafik angezeigt. Diese wird speziell für diesen Dialog benutzt und ist unabhängig von der aktuellen Arbeitsebene. Sie spiegelt nicht unbedingt die Stabachsen wider. Über das Eingabefeld *Drehung um x* ist ein Extrudieren aus der Ebene heraus möglich.

11.2.12 Bemaßungen

Die Struktur kann durch benutzerdefinierte Maßlinien ergänzt werden.

Die Bemaßungsfunktion wird aufgerufen über Menü

Einfügen → Bemaßungen

oder die zugeordneten Schaltflächen in der Symbolleiste.

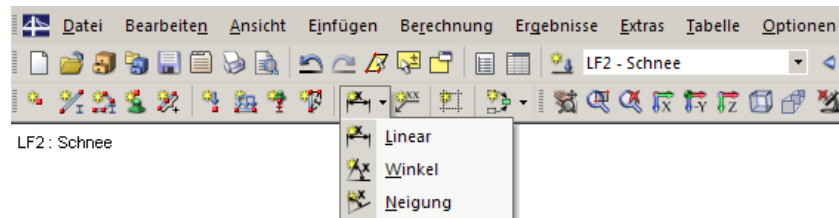


Bild 11.52: Schaltflächen *Neue Bemaßung*

Folgende Bemaßungsmöglichkeiten stehen zur Auswahl.

Bemaßung	Bemaßte Objekte
Linear	Längen zwischen Knoten
Winkel	Winkel zwischen drei Knoten oder zwischen zwei Stäben
Neigung	Neigungswinkel zwischen einer Linie und einer Ebene

Tabelle 11.4: Bemaßungsoptionen

Der Dialog *Neue Bemaßung* erscheint. Dieser ist abhängig von der getroffenen Auswahl.

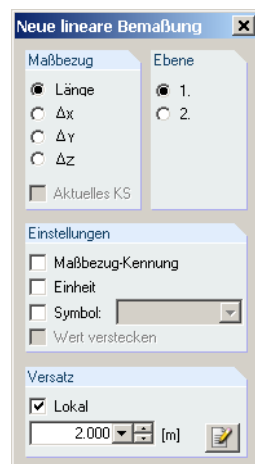


Bild 11.53: Dialog *Neue lineare Bemaßung*

Mit dem Auswahl-Mauszeiger werden nacheinander die beiden Knoten angeklickt, die die Referenzpunkte der Maßlinie darstellen. Im Dialog kann nun als *Maßbezug* die wahre Länge oder die Projektion in eine der globalen Achsenrichtungen gewählt werden.

Im Abschnitt *Ebene* wird festgelegt, in welcher Ansicht die Vermaßung erscheinen soll. Wird der Mauszeiger in der Grafik bewegt, ist die Wirkung der beiden Auswahlfelder erkennbar.

Die vier Kontrollfelder im Abschnitt unterhalb regeln, welche Angaben bei den Werten mit angezeigt werden. Wird die Option *Symbol* aktiviert, kann ein Bemaßungssymbol direkt angegeben oder aus der Liste ausgewählt werden. Mit *Wert verstecken* lässt sich zudem die Maßzahl ausblenden, sodass nur das Symbol erscheint.



Der *Versatz* bestimmt den Abstand der Maßlinie vom ersten gewählten Knoten. Es ist auch möglich, den *Versatz* grafisch mit dem Mauszeiger zu bestimmen. Die Maßlinie wird dann endgültig mit der Schaltfläche [Bemaßung setzen] oder per Mausklick gesetzt.



Eine Maßkette kann mit gleichmäßigem Abstand gesetzt werden, indem man die einzelnen Knoten einfach nacheinander anklickt. Anschließend wird der *Versatz* festgelegt.

Die Anzeige der Maßlinien wird über den *Zeigen-Navigator* oder das allgemeine Kontextmenü im Arbeitsfenster gesteuert.

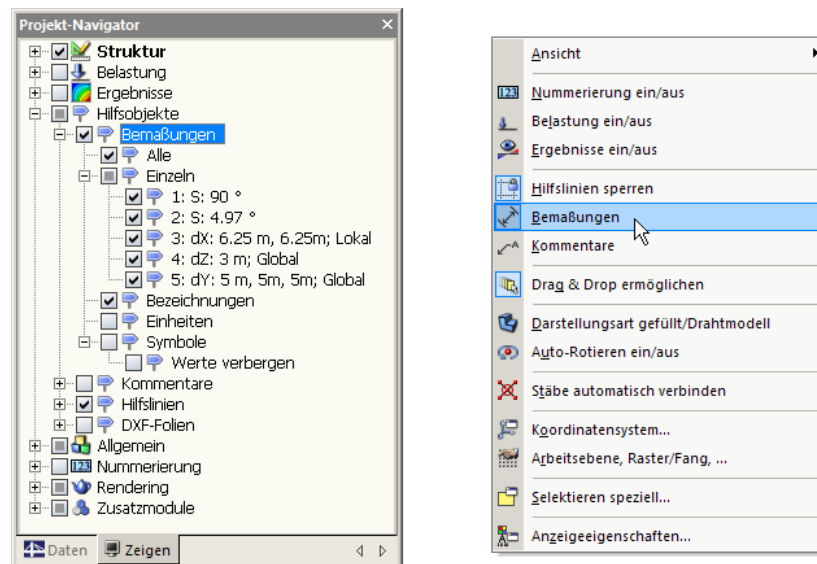


Bild 11.54: *Zeigen-Navigator* (Hilfsobjekte → Bemaßungen) und allgemeines Kontextmenü



Bei Änderungen in der Strukturgeometrie werden die Bemaßungen automatisch angepasst.

Der Doppelklick auf eine Bemaßung ruft den Dialog *Bemaßung bearbeiten* auf, in dem der *Versatz* nachträglich angepasst werden kann. Falls die Maßlinie jedoch auf andere Knoten oder Stäbe bezogen werden soll, muss die Bemaßung gelöscht und neu definiert werden.

11.2.13 Kommentare

Es gibt zwei verschiedene Arten von Kommentaren: Textliche Anmerkungen können in der Grafik und in den Kommentarfeldern der Dialoge und Tabellen (Kapitel 11.6.3, Seite 335) eingefügt werden. Dieses Kapitel behandelt die Kommentare im grafischen Arbeitsfenster.

Kommentare können über die Fangfunktion auf Knoten und Stabmitten bezogen angeordnet oder beliebig in der aktuellen Arbeitsebene platziert werden.

Die Funktion zum Setzen von Kommentaren wird aufgerufen über Menü

Einfügen → Kommentare

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 11.55: Schaltfläche *Neuer Kommentar*



Es wird der Dialog *Neuer Kommentar* angezeigt.



Bild 11.56: Dialog *Neuer Kommentar*



Im Abschnitt *Text* wird der Kommentartext eingetragen. Das Erscheinungsbild kann im Abschnitt *Optionen* hinsichtlich der Farbe sowie der Schriftart und -größe beeinflusst werden. Der Kommentar kann auch mit einem *Rahmen* versehen werden.

Ist das Kontrollfeld im Abschnitt *Versatz* aktiviert, wird der Kommentar in einem bestimmten Abstand vom gewählten Objekt angeordnet. Dieser Abstand kann auch im grafischen Arbeitsfenster bestimmt werden: Zunächst klickt man das Objekt an, das mit dem Kommentar versehen werden soll, und legt mit einem weiteren Mausklick den Abstand fest.

Die Anzeige der Kommentare wird über den *Zeigen*-Navigator oder das allgemeine Kontextmenü im Arbeitsfenster gesteuert.

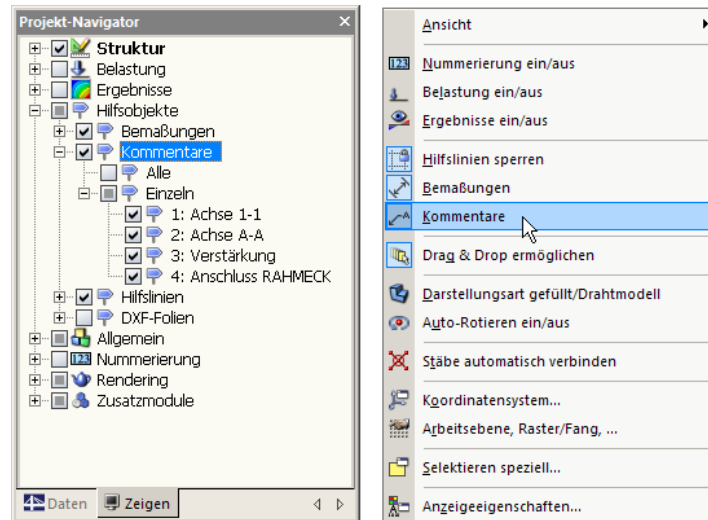


Bild 11.57: *Zeigen*-Navigator (Hilfsobjekte → Kommentare) und allgemeines Kontextmenü



Bei Änderungen in der Strukturgeometrie werden die Kommentare mit angepasst.

Kommentartexte mitsamt Versatz lassen sich nachträglich bearbeiten, indem man den Kommentar in der Grafik oder den Eintrag im *Daten*-Navigator doppelklickt.

11.2.14 Hilfslinien

Hilfslinien gestatten es, in der grafischen Arbeitsfläche ein Raster aus Achsen und Reihen zu hinterlegen. Die Kreuzungspunkte von Hilfslinien stellen Fangpunkte für die grafische Eingabe dar. Im Objektfang muss hierzu die Fangfunktion für *Hilfslinien-Schnittpunkte* aktiviert sein (siehe Kapitel 11.2.3, Seite 265).

Hilfslinien brauchen nicht parallel zu den Achsen des globalen XYZ-Koordinatensystems ausgerichtet sein, es sind beliebige Winkel und auch eine polare Anordnung möglich. Die Abstände der Hilfslinien untereinander können beliebig sein.

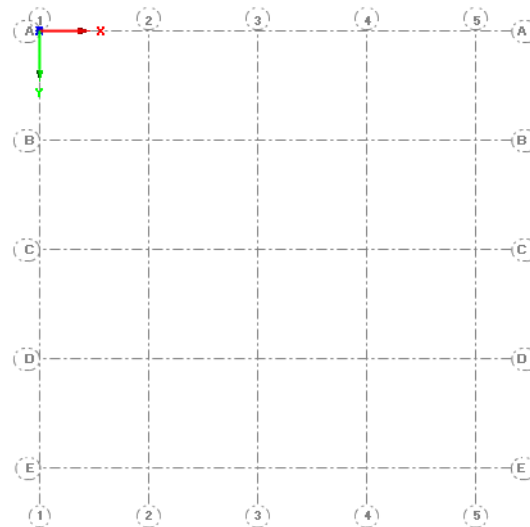


Bild 11.58: Raster aus Hilfslinien

Hilfslinien erzeugen

Dialogeingabe

Der Dialog zum Erzeugen einer neuen Hilfslinie wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Hilfslinien** → **Dialog**,

oder das Kontextmenü im *Daten-Navigator*.

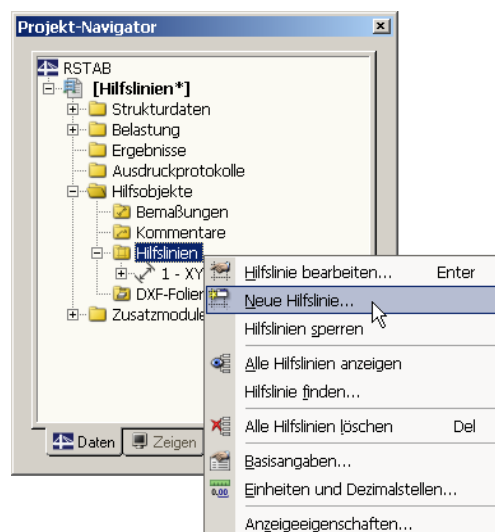


Bild 11.59: Kontextmenü *Hilfslinien* im *Daten-Navigator*

Es wird der folgende Dialog angezeigt.

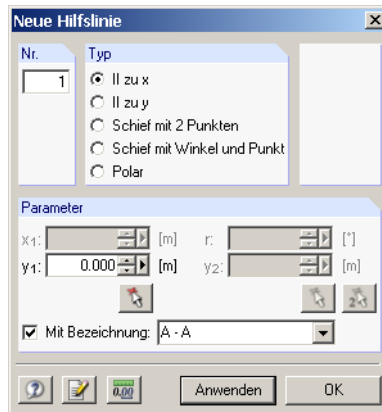


Bild 11.60: Dialog *Neue Hilfslinie*

Die *Nr.* der Hilfslinie wird automatisch vergeben. Die Hilfslinie kann auf verschiedene Art definiert werden. Dies wird im Abschnitt *Typ* festgelegt.

Typ	Erläuterung
II zu x bzw. y („Parallel zu Achse der Arbeitsebene“)	Der Abstand y_1 zur Achse y bzw. x_1 zur Achse x wird im Abschnitt <i>Parameter</i> angegeben.
Schief mit 2 Punkten	Im Abschnitt <i>Parameter</i> müssen die Koordinaten von zwei Punkten angegeben werden, die die Hilfslinie bestimmen.
Schief mit Winkel und Punkt	Im Abschnitt <i>Parameter</i> sind zur Definition der Hilfslinie die Koordinaten eines Punktes und ein Drehwinkel anzugeben.
Polar	Im Abschnitt <i>Parameter</i> müssen der Mittelpunkt und der Radius für die kreisförmige Hilfslinie festgelegt werden.

Tabelle 11.5: Hilfslinientypen

Wenn das Kontrollfeld *Mit Bezeichnung* aktiviert ist, kann die Beschreibung der Hilfslinie im Eingabefeld eingegeben oder aus der Liste ausgewählt werden.

Grafische Eingabe

Grafisch kann eine Hilfslinie definiert werden

- über Menü **Einfügen** → **Hilfslinien** → **Grafisch**,
- mit der links dargestellten Schaltfläche [Neue Hilfslinie grafisch] oder
- durch Parallelverschieben einer Achse der Arbeitsebene mit der Maus (siehe Bild 11.61).



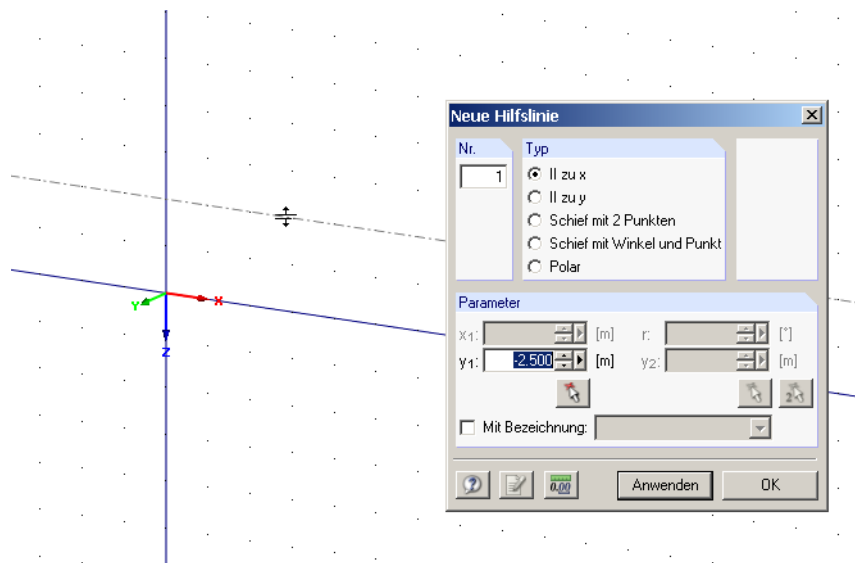


Bild 11.61: Grafisches Erzeugen einer Hilfslinie

Dieser Dialog ist oben Tabelle 11.5 beschrieben.

Hilfslinien bearbeiten und löschen

Der Bearbeitungsdialog wird über einen Doppelklick auf die Hilfslinie oder auf den Eintrag im *Daten-Navigator* aufgerufen.

Wenn eine Hilfslinie in der Grafik nicht selektiert werden kann, ist sie gesperrt (siehe unten). Um die Sperrung schnell aufzuheben, klickt man mit der rechten Maustaste in einen leeren Bereich des Arbeitsfensters und deaktiviert dann im allgemeinen Kontextmenü den Schalter *Hilfslinien sperren* per Mausklick.

Eine Hilfslinie kann in der Grafik und im *Daten-Navigator* gelöscht werden, indem man sie mit der rechten Maustaste anklickt und im Kontextmenü dann den Befehl *Löschen* wählt.

Hilfslinien sperren

Wenn Hilfslinien gesperrt sind, können sie nicht selektiert, bearbeitet oder verschoben werden. Damit stellen die Hilfslinien keine Beeinträchtigung bei der grafischen Eingabe von Objekten dar. Die Fangfunktion an den Schnittpunkten ist aber dennoch aktiv.

Sämtliche Hilfslinien können gesperrt oder freigegeben werden über

- einen Rechtsklick auf eine Hilfslinie und *Hilfslinien sperren* im Kontextmenü,
- Menü **Bearbeiten** → **Hilfslinien** → **Sperren** oder
- einen Rechtsklick auf *Hilfslinien* im Navigator und *Hilfslinien sperren* im Kontextmenü.

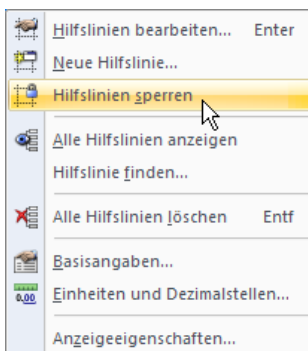
Hilfslinien kopieren und verschieben

Hilfslinien stellen normale grafische Objekte dar, sodass die üblichen Bearbeitungsfunktionen verwendet werden können.

Um eine Hilfslinie zu verschieben oder zu kopieren, ist sie zunächst zu selektieren. Dann kann die im Kapitel 11.1.3 auf Seite 251 beschriebene Funktion angewandt werden.

Anzeige der Hilfslinien

Die Steuerung der Hilfsliniendarstellung wird über den *Zeigen-Navigator* vorgenommen.



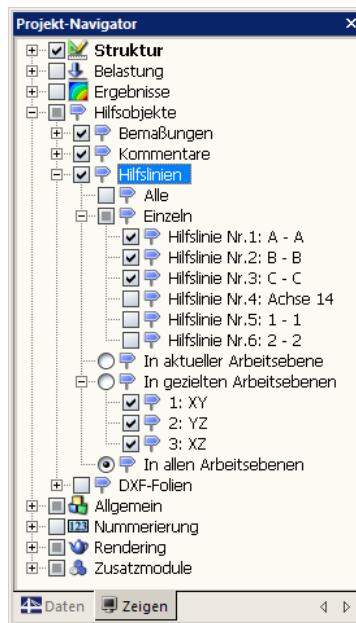


Bild 11.62: Steuerung der Hilfslinien im Zeigen-Navigator

11.2.15 DXF-Folien

Die Modellierung wird durch die DXF-Folien erleichtert, die im Arbeitsfenster zur grafischen Objekteingabe hinterlegt werden können. Im Unterschied zum DXF-Import (siehe Kapitel 12.5.2.2, Seite 365), der das komplette Modell bereits in Knoten und Stäbe umgewandelt präsentiert, stellen die DXF-Folien eine Art Layer für die gezielte Modellierung dar.

In einer Struktur können mehrere DXF-Folien verwendet werden.

DXF-Folie erzeugen

Der Dialog zum Erzeugen einer neuen DXF-Folie wird aufgerufen über Menü

Einfügen → DXF-Folie

oder das Kontextmenü im *Daten*-Navigator.

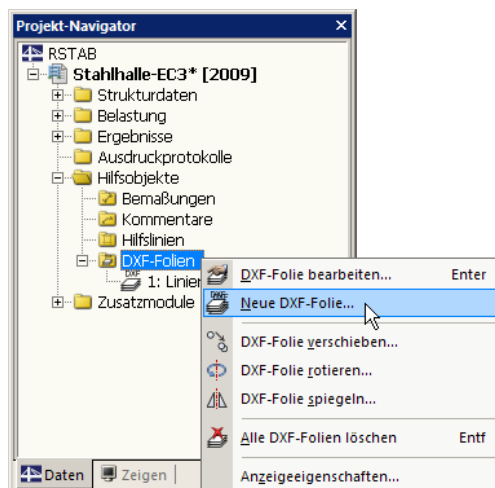


Bild 11.63: Kontextmenü DXF-Folien im Daten-Navigator

Es erscheint der *Öffnen*-Dialog von Windows, in dem Name und Verzeichnis der DXF-Datei angegeben werden.

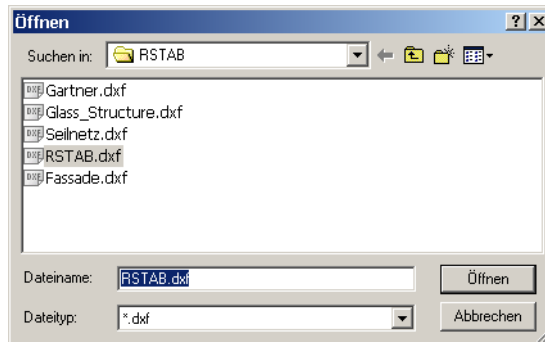


Bild 11.64: Dialog *Öffnen*

Ist die Auswahl getroffen, wird mit [Öffnen] der Dialog *DXF-Folie* aufgerufen.

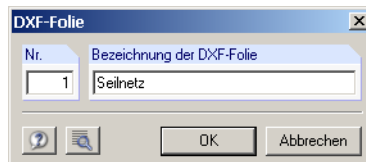


Bild 11.65: Dialog *DXF-Folie*

Die *Nr.* der DXF-Folie wird automatisch vergeben. Im Abschnitt *Bezeichnung der DXF-Folie* kann ein beliebiger Name eingetragen werden, der die Zuordnung erleichtert.



Über die Schaltfläche [Details] sind weitere Einstellmöglichkeiten zum DXF-Import gegeben. Dieser Dialog ist im Bild 12.43 auf Seite 365 dargestellt und erläutert.

Nach [OK] wird die DXF-Folie importiert und in der grafischen Arbeitsfläche grau hinterlegt. In diesem Drahtmodell können nun Knoten und Stäbe gesetzt werden.

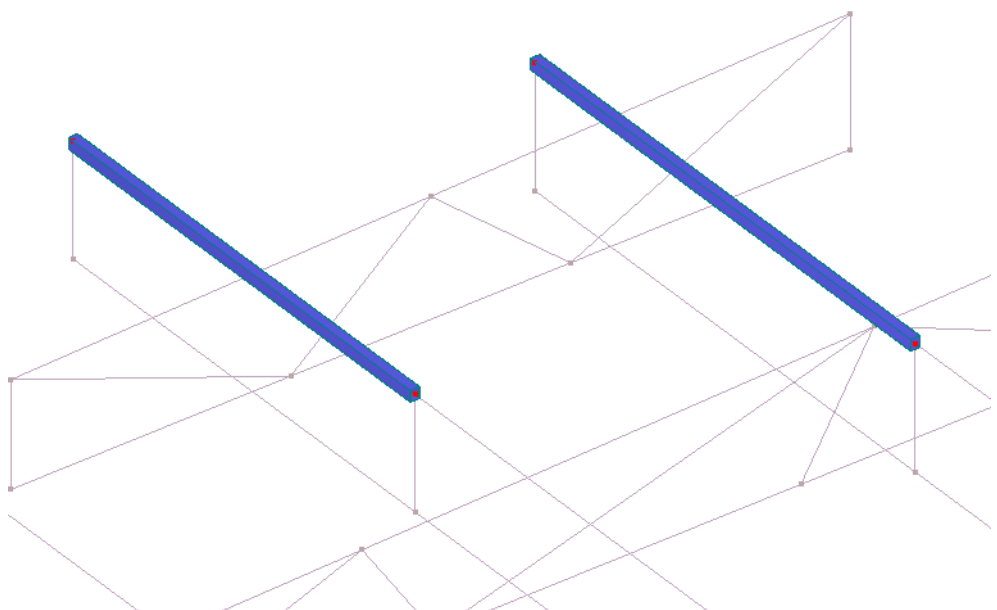


Bild 11.66: Setzen von Stäben mit hinterlegter DXF-Folie



Der Objektfang muss für DXF-Folien aktiviert sein, damit Objekte an den Punkten der DXF-Folie angeordnet werden können. Der Objektfang für die DXF-Punkte lässt sich über die Schaltfläche [DXF] im mittleren Bereich der Statusleiste einschalten.

DXF-Folie bearbeiten und löschen

Der Bearbeitungsdialog einer DXF-Folie wird aufgerufen, indem man den entsprechenden Eintrag im *Daten-Navigator* (siehe Bild 11.63, Seite 282) doppelklickt. In diesem Dialog kann die *Bezeichnung der DXF-Folie* dann geändert werden. Alternativ benutzt man das Register *DXF-Folien* im Arbeitsebene-Dialog (vgl. Kapitel 11.2.1, Seite 262).

Das Löschen einer DXF-Folie ist ebenfalls über den *Daten-Navigator* möglich.

Um eine DXF-Folie zu verschieben, kopieren oder spiegeln, ist sie zunächst zu selektieren. Dann kann die im Kapitel 11.1.3 auf Seite 251 beschriebene Funktion angewandt werden.

Anzeige der DXF-Folien

Die Darstellung der DXF-Folien wird über den *Zeigen-Navigator* gesteuert.

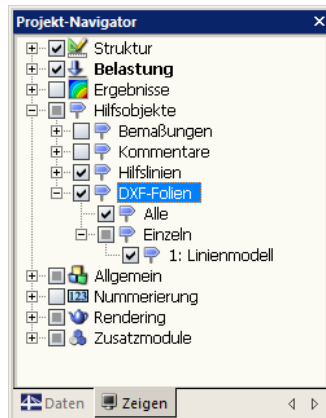


Bild 11.67: Steuerung der DXF-Folien im *Zeigen-Navigator*

11.2.16 Nummerierung ändern

Eine regelmäßige, strukturierte Nummerierung erweist sich sowohl für die Modellierung als auch für die Auswertung als vorteilhaft. Grafische Eingaben und nachträgliche Änderungen können jedoch Unordnung in die Nummerierung bringen.

Es bestehen drei Möglichkeiten, die Reihenfolge der Nummerierung nachträglich wieder anzupassen. Diese Funktionen sind enthalten im Menü

Extras → Nummerierung ändern.

Bei einer Umnummerierung braucht man sich um die Belastungen nicht kümmern. Die zugewiesenen Lasten werden auf die neuen Knoten- und Stabnummern übertragen.

Einzeln

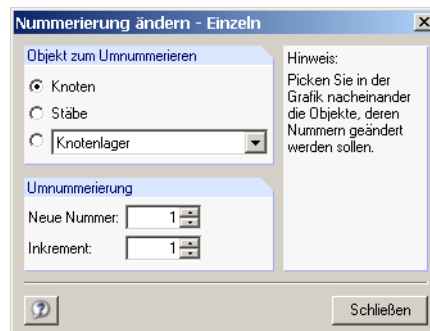


Bild 11.68: Dialog *Nummerierung ändern - Einzel*

Im Abschnitt *Objekt zum Umnummerieren* wird festgelegt, ob Knoten, Stäbe oder andere Strukturobjekte der Liste umnummeriert werden sollen. Die Startnummer der neuen Nummerierung sowie das Inkrement werden im Abschnitt *Umnummerierung* festgelegt.

Nach dem [Schließen] des Dialogs sind die relevanten Objekte nacheinander in der Grafik anzuklicken. Es ist zu beachten, dass nur freie, noch nicht belegte Nummern neu vergeben werden können.

Automatisch

Zunächst sind die Knoten und Stäbe zu selektieren (siehe Kapitel 11.1.1, Seite 248), deren Nummerierung anzupassen ist. Anschließend wird mit dieser Funktion folgender Dialog aufgerufen:

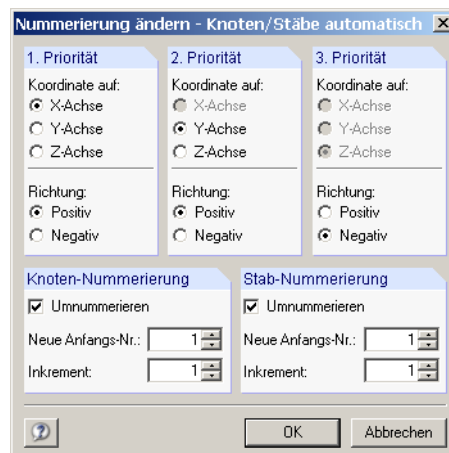


Bild 11.69: Dialog *Nummerierung ändern - Knoten/Stäbe automatisch*

Es ist festzulegen, welche *Priorität* die einzelnen globalen Richtungen X, Y oder Z für die Neu Nummerierung erhalten. Zudem ist zu entscheiden, ob die aufsteigende Nummerierung in *Richtung* der jeweiligen positiven oder negativen Achse erfolgen soll.

Im Beispiel (Bild 11.69) erhalten zunächst die Knoten (und Stäbe) mit den kleinsten X-Koordinaten als *1. Priorität* neue Nummern. Die Knoten werden in positiver X-Richtung abgearbeitet. Sobald zwei Knoten identische X-Koordinaten haben, entscheidet die *2. Priorität*, welcher Knoten die niedrigere Nummer erhält: Dies ist der Knoten mit der kleineren Y-Koordinate. Sollten auch die Y-Koordinaten identisch sein, gibt die *3. Priorität* den Ausschlag.

In den Abschnitten *Knoten-Nummerierung* und *Stab-Nummerierung* wird festgelegt, welche Objekte umnummeriert und welche Startnummern und Inkremente für die neue Nummerierung verwendet werden sollen. Bereits besetzte Nummern dürfen nicht vergeben werden. RSTAB erlaubt jedoch die Verwendung von Nummern, die vor der Neu Nummerierung zwar belegt sind, durch das Umnummerieren aber frei werden.

Verschieben

Es sind zunächst die Objekte zu selektieren, deren Nummerierung angepasst werden soll. Anschließend wird über die Menüfunktion folgender Dialog aufgerufen:

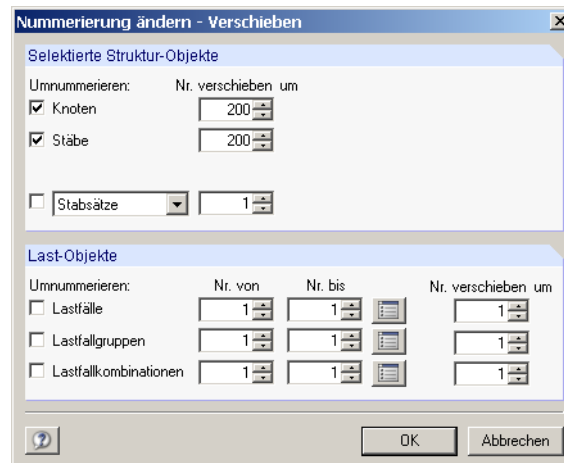


Bild 11.70: Dialog *Nummerierung ändern - Verschieben*

Im Abschnitt *Selektierte Strukturobjekte* wird festgelegt, ob man Knoten, Stäbe oder andere Objekte der Liste umnummerieren möchte. In der Spalte *Nr. verschieben um* wird angegeben, um welchen Wert die Nummern der jeweiligen Objekte höher gesetzt werden sollen. Man kann die Nummerierung mit negativen Inkrementen auch herabsetzen. Dabei ist darauf zu achten, dass keine Nummern kleiner als 1 entstehen.

Die Nummerierung von Lastfällen, Lastfallgruppen und -kombinationen kann im Abschnitt *Lastobjekte* angepasst werden. Hier sind die Nummern der relevanten Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen als Liste in den Spalten *Nr. von* und *Nr. bis* anzugeben. Die Spalte *Nr. verschieben um* legt fest, um welchen Wert die Nummern der Lastobjekte jeweils höher gesetzt werden.

Nach [OK] erfolgt die Umsetzung. Es ist wieder zu beachten, dass nur freie, noch nicht belegte Nummern für die einzelnen Struktur- und Lastobjekte neu vergeben werden können.

11.3 Funktionen für die Tabelleneingabe

11.3.1 Bearbeitungsfunktionen



Die Bearbeitungsfunktionen sind Werkzeuge, die die Eingabe in den Tabellen erleichtern (vgl. Kapitel 4.4.4, Seite 65). Im Gegensatz zu den im folgenden Kapitel 11.3.2 beschriebenen Selektionsfunktionen ist es nicht erforderlich, vorher Zellen zu selektieren. Die Bearbeitungsfunktionen wirken sich nur auf die Zelle aus, in der sich der Cursor befindet.

Bearbeitungsfunktionen aufrufen

Damit die Bearbeitungsfunktionen für die Tabelle wirksam werden, muss der Cursor in einer Zelle der Tabelle platziert sein. Die Funktionen sind zugänglich im Menü

Tabellen → Bearbeiten.



Einige Bearbeitungsfunktionen sind in der Symbolleiste der Tabelle zu finden.




Bild 11.71: Schaltflächen für einige Bearbeitungsfunktionen in der Tabellen-Symbolleiste

Alternativ können die Funktionen über das Kontextmenü in der Tabelle aufgerufen werden.

0.000	-15.000	0.000
6.250	Rückgängig	Strg+Z
12.500	Ausschneiden	Strg+X
18.750	Kopieren	Strg+C
25.000	Einfügen	Strg+V
0.000		
6.250	Zeile kopieren	Strg+2
12.500	Zeile leeren	Strg+Y
18.750		
25.000	Zeile einfügen	Strg+I
0.000	Zeile löschen	Strg+R
3.000		
6.250	Auswählen...	F7
12.500		

Bild 11.72: Bearbeitungsfunktionen im Kontextmenü

Funktionen und Steuerbefehle

Funktion	Wirkung
Ausschneiden [Strg+X]	Der Inhalt der Zelle wird entfernt und in der Zwischenablage gespeichert.
Kopieren [Strg+C]	Der Inhalt der Zelle wird in die Zwischenablage kopiert.
Einfügen [Strg+V]	Der Inhalt der Zwischenablage wird in die Zelle eingefügt. Wenn der Inhalt der Zwischenablage größer ist als eine Zelle, werden die Zellen nachfolgender Spalten und Zeilen überschrieben. Vorher wird jedoch eine Warnung ausgegeben.
Zeile kopieren [Strg+2]	Die nächste Zeile wird mit dem Inhalt der aktuellen Zeile überschrieben.
Zeile leeren [Strg+Y]	Der Inhalt der Zeile wird gelöscht, die Zeile selbst bleibt erhalten.
	




Zeile einfügen [Strg+I] 	Eine neue, leere Zeile wird eingeschoben. Die nachfolgenden Zeilen verschieben sich nach unten.
Zeile löschen [Strg+R] 	Die aktuelle Zeile wird gelöscht. Die nachfolgenden Zeilen verschieben sich nach oben.
Finden [Strg+F]	Es wird innerhalb der Tabelle nach einer bestimmten Zahl oder Zeichenkette gesucht.
Ersetzen [Strg+H]	In der Tabelle wird nach einer Zahl oder Zeichenkette gesucht, die dann durch einen anderen Eintrag ersetzt wird.
Tabelle leeren	Der Inhalt der aktuellen Tabelle wird komplett gelöscht. Es wird keine Warnung ausgegeben.
Alle Tabellen leeren	Die Inhalte aller Tabellen werden gelöscht.
Auswählen [F7]	In einer Zelle wird eine Liste zur Auswahl aufgeklappt.
Grafik aktualisieren 	Die in der Tabelle vorgenommenen Änderungen werden in die Grafik übernommen.
Im Dialog bearbeiten	Es wird ein Dialog geöffnet, in dem die Daten der aktuellen Zeile eingegeben werden können.

Tabelle 11.6: Bearbeitungsfunktionen

Beispiele

Zeile kopieren

Die Funktion wird über das Kontextmenü der Zeile 16 aufgerufen.

16	0	Kartesisch	14.950	12.500	-5.750
17	0	Kartesisch	20.00		
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

Rückgängig Strg+Z
 Ausschneiden Strg+X
 Kopieren Strg+C
 Einfügen Strg+V
Zeile kopieren Strg+2
 Zeile leeren Strg+Y
 Zeile einfügen Strg+I
 Zeile löschen Strg+R
 Auswählen... F7

Bild 11.73: Zeile 16 kopieren mit dem Kontextmenü

Die Zeile 17 wird überschrieben.

16	0	Kartesisch	14.950	12.500	-5.750
17	0	Kartesisch	14.950	12.500	-5.750

Bild 11.74: Ergebnis

Zeile einfügen

Die Funktion wird über das Kontextmenü in der Zeile 5 aufgerufen.

4	0	Kartesisch	3.000	0.000	-6.261
5	0	Kartesisch	6.250	0.000	-6.546
6	0	Kartesisch	12.500		
7	0	Kartesisch	18.750		
8	0	Kartesisch	22.000		
9	0	Kartesisch	25.000		
10					
11	0	Kartesisch	0.000		
12	0	Kartesisch	25.000		
13	0	Kartesisch	0.000		
14	0	Kartesisch	3.000		
15	0	Kartesisch	6.250		
16	0	Kartesisch	12.500		
17	0	Kartesisch	18.750		
18	0	Kartesisch	22.000	-5.000	-6.261

Rückgängig Strg+Z
 Ausschneiden Strg+X
 Kopieren Strg+C
 Einfügen Strg+V
 Zeile kopieren Strg+2
 Zeile leeren Strg+Y
Zeile einfügen Strg+I
 Zeile löschen Strg+R
 Auswählen... F7

Bild 11.75: Zeile einfügen mit dem Kontextmenü

In Zeile 5 wird eine neue, leere Zeile eingefügt. Alle nachfolgenden Zeilen verschieben sich nach unten.

4	0	Kartesisch	3.000	0.000	-6.261
5	0	Kartesisch			
6	0	Kartesisch	6.250	0.000	-6.546
7	0	Kartesisch	12.500	0.000	-7.094
8	0	Kartesisch	18.750	0.000	-6.546
9	0	Kartesisch	22.000	0.000	-6.261
10	0	Kartesisch	25.000	0.000	-6.000
11					
12	0	Kartesisch	0.000	-5.000	0.000
13	0	Kartesisch	25.000	-5.000	0.000

Bild 11.76: Ergebnis

Ersetzen

Die Funktion wird mit [Strg]+[H] in Zeile 1 aufgerufen. Es erscheint folgender Dialog.

Knotenkoordinaten			Kommentar
X [m]	Y [m]	Z [m]	
0.000	0.000	0.000	Geladert
25.000			
0.000			
3.000			
6.250			
12.500			
18.750			
22.000			
25.000			
0.000			
25.000			
0.000			
3.000			
6.250			
12.500			
18.750			

Suchen und Ersetzen [X]

Suchen nach: Weitersuchen

Ersetzen durch: Ersetzen

Einstellungen

☒ Nur innerhalb der Selektion

☐ Ganzes Feld vergleichen

? Schließen

Bild 11.77: Dialog Suchen und Ersetzen

Der Inhalt der aktuellen Zelle (0.000 im Beispiel) wird in das Eingabefeld *Suchen nach* übernommen, kann dort aber abgeändert werden. Im zweiten Eingabefeld *Ersetzen durch* ist anzugeben, wodurch der Suchbegriff 0.000 in der Tabelle ersetzt werden soll.

Mit der Schaltfläche [Ersetzen] wird der Wert dieser Zelle geändert. [Weitersuchen] zeigt die nächste Zelle mit dem Suchbegriff an.

11.3.2 Selektionsfunktionen



Die Selektionsfunktionen sind Werkzeuge, die die Eingabe in den Tabellen erleichtern. Im Gegensatz zu den im vorherigen Kapitel 11.3.1 beschriebenen Bearbeitungsfunktionen sind zunächst mehrere zusammenhängende Zellen als so genannte *Selektion* zu markieren.

Koordinaten-System	Knotenkoordinaten		
	X [m]	Y [m]	Z [m]
Kartesisch	0.000	0.000	0.000
Kartesisch	25.000	0.000	0.000
Kartesisch	0.000	0.000	-6.000
Kartesisch	3.000	0.000	-6.261
Kartesisch	6.250	0.000	-6.546
Kartesisch	12.500	0.000	-7.094
Kartesisch	18.750	0.000	-6.546
Kartesisch	22.000	0.000	-6.261
Kartesisch	25.000	0.000	-6.000
Kartesisch	0.000	-5.000	0.000

Bild 11.78: Markieren einer Selektion

Es spielt keine Rolle, ob die Zellen leer oder mit Inhalt sind. Mit einer Selektionsfunktion werden die Inhalte dieser Zellen gemeinsam geändert.

Selektionsfunktionen aufrufen

In der Tabelle wird zunächst eine Selektion als zusammenhängender Block gekennzeichnet. Dies geschieht durch Ziehen der Maus mit gedrückter Taste über mehrere Zeilen. Ein Klick auf einen Tabellenkopf (A, B, C ...) markiert die ganze Spalte, ein Klick auf eine Zeilennummer der Tabelle die ganze Zeile.

Die Selektionsfunktionen sind zugänglich im Menü

Tabellen → Selektion.

Einige Selektionsfunktionen sind in der Symbolleiste der Tabelle zu finden.

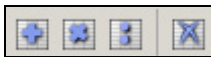


Bild 11.79: Schaltflächen für einige Selektionsfunktionen in der Tabellen-Symbolleiste

Alternativ können die Funktionen über das Kontextmenü in der Tabelle aufgerufen werden.

0.000		0.000
25.000	Deselektieren	0.000
0.000	Ausschneiden	0.000
3.000	Kopieren	.261
6.250	Einfügen	.546
12.500	Löschen	.094
18.750		.546
22.000	Addieren...	.261
25.000	Multiplizieren...	.000
	Dividieren...	
0.000		.000
25.000	Setzen	.000
0.000	Generieren	.000
3.000		.261
6.250	Sichern...	.546
12.500	Importieren...	.094

Bild 11.80: Selektionsfunktionen im Kontextmenü

Funktionen und Steuerbefehle





Funktion	Wirkung
Deselektieren [Strg+D]	Die Markierung der Zeile oder Spalte wird aufgehoben.
Ausschneiden [Strg+X]	Der Inhalt der selektierten Zellen wird entfernt und in der Zwischenablage gespeichert.
Kopieren [Strg+C]	Der Inhalt der Selektion wird in die Zwischenablage kopiert.
Einfügen [Strg+V]	Der Inhalt der Zwischenablage wird in die Tabelle eingefügt. Dieser Befehl steht nur zur Verfügung, wenn die Zwischenablage passende Daten (z. B. aus Excel) enthält.
Löschen [Strg+Entf] 	Alle Inhalte der markierten Zellen werden gelöscht.
Addieren 	Zellen mit einem Zahlenwert wird ein Wert hinzugefügt oder abgezogen.
Multiplizieren 	Zellen, die Zahlenwerte aufweisen, werden mit einem Faktor multipliziert.
Dividieren 	Zellen, die Zahlenwerte aufweisen, werden durch einen Divisor geteilt.
Setzen	Alle Zellen in der Selektion erhalten den Wert der zuoberst selektierten Zelle.
Generieren [Strg+G]	Bei Zellen mit Zahlenwerten werden die Zellen zwischen der ersten und der letzten Zeile in der Selektion durch die lineare Interpolation der Werte zwischen erster und letzter Zelle generiert.
Sichern	Die Selektion wird als Datei abgespeichert.
Einlesen	Eine Selektion, die als Datei abgespeichert wurde, wird geladen.

Tabelle 11.7: Selektionsfunktionen

Beispiele

Addieren

Ein Block mit Zahlenwerten wurde selektiert.

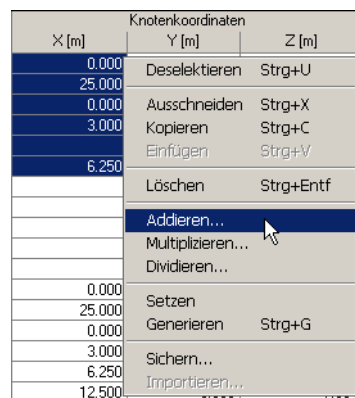


Bild 11.81: Kontextmenü der Selektion

Der Wert, der zu den Zellen addiert werden soll, wird abgefragt.

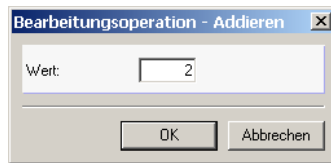


Bild 11.82: Dialog *Bearbeitungsoperation - Addieren*

2.000
27.000
2.000
5.000
8.250

Bild 11.83: Ergebnis

Der Wert jeder selektierten Zelle wurde um 2 erhöht. Die leere Zelle ist nach wie vor leer.

Setzen

Mit dieser Funktion kann sehr schnell eine große Anzahl von Zellen mit gleichen Werten ausgefüllt werden. Die Selektion muss einen Anfangswert aufweisen, z. B. 5.000.

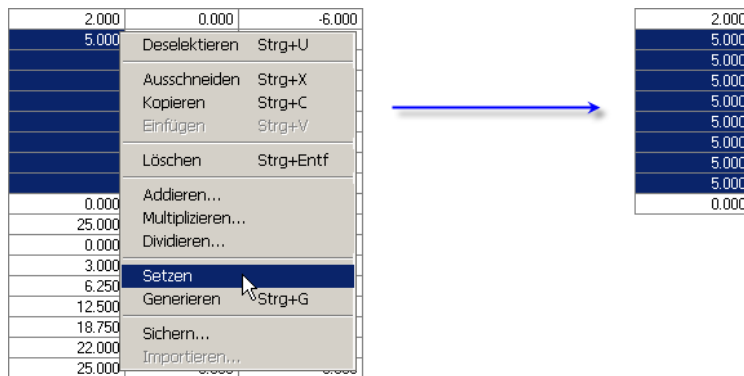


Bild 11.84: Kontextmenü der Selektion (links) und Ergebnis (rechts)

Nach dem *Setzen* haben alle selektierten Zellen den Wert der ersten Zelle.

Diese Selektionsfunktion ist nicht auf Zellen mit Zahlenwerten beschränkt.

Generieren

Mit dieser Funktion können schnell Zellen ausgefüllt werden. Die Zwischenwerte werden durch eine lineare Interpolation aus dem Anfangswert der obersten Zelle (z. B. 5.000) und dem Endwert der letzten Zelle (z. B. 30.000) ermittelt.

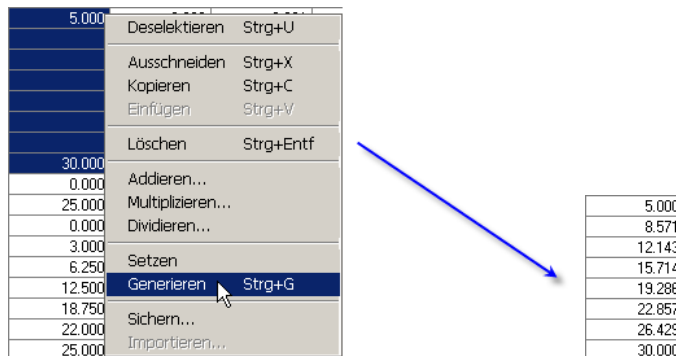


Bild 11.85: Kontextmenü der Selektion (links) und Ergebnis (rechts)

Nach dem *Generieren* sind die Zellen dazwischen mit den interpolierten Werten ausgefüllt.

11.3.3 Ansichtsfunktionen



Mit den Ansichtsfunktionen kann die Darstellung in der Tabelle beeinflusst werden. Diese tragen zur Übersichtlichkeit bei.

Ansichtsfunktionen aufrufen

Alle Ansichtsfunktionen sind zugänglich im Menü

Tabelle → Ansicht.



Einige Ansichtsfunktionen sind in der Symbolleiste der Tabelle zu finden.



Bild 11.86: Schaltflächen für einige Ansichtsfunktionen in der Tabellen-Symbolleiste

Funktionen











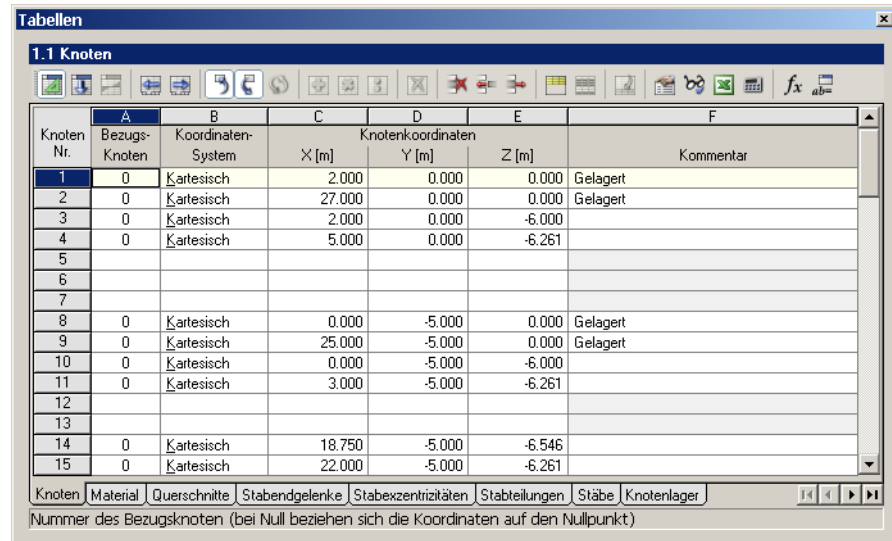
Funktion	Wirkung
Nur verwendete Zeilen 	Alle leeren Tabellenzeilen werden ausgeblendet.
Nur markierte Zeilen 	Nur die markierten Zeilen werden angezeigt.
Nur selektierte Objekte 	Nur die in der Grafik selektierten Objekte werden angezeigt.
Objekte mit selektieren 	In der Grafik werden neben den Lasten auch die zugehörigen Strukturobjekte (Stäbe, Knoten, Stabsätze) selektiert.
Daten komprimieren 	Die Daten in der aktuellen Tabelle werden zeilenweise zusammengefasst (vgl. Menü Tabelle → Organisation Lastfalldaten).
Daten dekomprimieren 	Die Daten in der aktuellen Tabelle werden einzeln Zeile für Zeile aufgelistet.
Ergebnisfilter 	Die Tabellenausgabe kann auf bestimmte Ergebnisarten beschränkt werden (vgl. Kapitel 11.3.5, Seite 295).
Info über Querschnitt 	Die Kennwerte des aktuellen Profils werden angezeigt.
Ergebnisverläufe 	Die Ergebnisse des selektierten Stabes werden in einem neuen Fenster grafisch angezeigt (vgl. Kapitel 9.8.4, Seite 204).
Farb-Relationsbalken 	Die Anzeige der roten und blauen Balken in der Tabelle wird ein- und ausgeblendet.
Titelleiste	Die Tabellenüberschrift wird ein- und ausgeblendet.
Symbolleiste	Die Werkzeugleiste wird ein- und ausgeblendet.
Spaltenleiste	Die Spaltenköpfe (A, B, C ...) werden ein- und ausgeschaltet.
Statusleiste	Die Statuszeile der Tabelle wird ein- und ausgeblendet.

Tabelle 11.8: Ansichtsfunktionen

Beispiel

Nur verwendete Zeilen

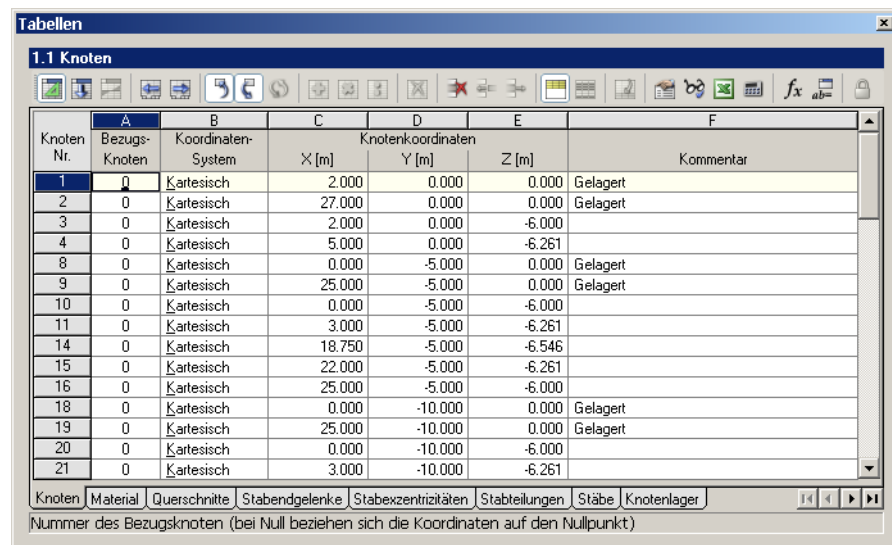
Eine Tabelle enthält Leerzeilen, die unter Umständen die Übersichtlichkeit beeinträchtigen.



Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
			X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	0	Kartesisch	2.000	0.000	0.000	Gelagert
2	0	Kartesisch	27.000	0.000	0.000	Gelagert
3	0	Kartesisch	2.000	0.000	-6.000	
4	0	Kartesisch	5.000	0.000	-6.261	
5						
6						
7						
8	0	Kartesisch	0.000	-5.000	0.000	Gelagert
9	0	Kartesisch	25.000	-5.000	0.000	Gelagert
10	0	Kartesisch	0.000	-5.000	-6.000	
11	0	Kartesisch	3.000	-5.000	-6.261	
12						
13						
14	0	Kartesisch	18.750	-5.000	-6.546	
15	0	Kartesisch	22.000	-5.000	-6.261	

Bild 11.87: Tabelle mit Leerzeilen

Mit der Funktion *Nur verwendete Zeilen* werden alle Leerzeilen ausgeblendet.



Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
			X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	0	Kartesisch	2.000	0.000	0.000	Gelagert
2	0	Kartesisch	27.000	0.000	0.000	Gelagert
3	0	Kartesisch	2.000	0.000	-6.000	
4	0	Kartesisch	5.000	0.000	-6.261	
8	0	Kartesisch	0.000	-5.000	0.000	Gelagert
9	0	Kartesisch	25.000	-5.000	0.000	Gelagert
10	0	Kartesisch	0.000	-5.000	-6.000	
11	0	Kartesisch	3.000	-5.000	-6.261	
14	0	Kartesisch	18.750	-5.000	-6.546	
15	0	Kartesisch	22.000	-5.000	-6.261	
16	0	Kartesisch	25.000	-5.000	-6.000	
18	0	Kartesisch	0.000	-10.000	0.000	Gelagert
19	0	Kartesisch	25.000	-10.000	0.000	Gelagert
20	0	Kartesisch	0.000	-10.000	-6.000	
21	0	Kartesisch	3.000	-10.000	-6.261	

Bild 11.88: Tabelle ohne Leerzeilen

11.3.4 Tabelleneinstellungen

Mit diesen Einstellungen werden die Schrift- und Farbeinstellungen der Tabellen geändert. Zudem kann die Selektion in der Grafik mit der in der Tabelle abgeglichen werden.

Tabelleneinstellungen aufrufen

Alle Einstellungsmöglichkeiten sind zugänglich im Menü

Tabellen → Einstellungen.

Für einige Einstellungen gibt es Schaltflächen in der Tabellen-Symbolleiste.



Bild 11.89: Schaltflächen *Synchronisation der Selektion*

Funktionen



Funktion	Wirkung
Farben	Der Dialog <i>Farben</i> wird aufgerufen, in dem die Farbeinstellungen für alle Elemente der Tabelle einzeln angepasst werden können.
Schriftarten	Der Dialog <i>Schriftart</i> wird aufgerufen. Dort können die Schriftart, der Stil und die Schriftgröße für die Tabellen geändert werden.
Aktuelles Objekt in Grafik selektieren 	Wenn diese Funktion aktiviert ist (Voreinstellung), werden die Objekte, die man gerade in der Tabelle bearbeitet, auch in der Grafik selektiert.
Selektiertes Objekt in Tabellen zeigen 	Wenn diese Funktion aktiviert ist (Voreinstellung), werden die in der Grafik selektierten Objekte auch in der Tabelle farblich hervorgehoben.

Tabelle 11.9: Tabelleneinstellungen

11.3.5 Filterfunktionen

In den Stab-Ergebnistabellen von Schnittgrößen, Kontaktkräften und Verformungen stehen diverse Filtermöglichkeiten zur Verfügung, die eine gezielte Auswertung ermöglichen.

Filterfunktionen aufrufen

Die Ergebnisfilter sind zugänglich über Menü

Tabellen → Ansicht → Ergebnisfilter

oder die entsprechende Schaltfläche in der Tabellen-Symbolleiste.



Bild 11.90: Schaltfläche [Ergebnisfilter]

Es wird der im folgenden Bild dargestellte Dialog aufgerufen. Die beiden Register steuern, welche Werte in den angegebenen Ergebnistabellen numerisch ausgewiesen werden.

Bild 11.91: Dialog *Ergebnisfilter - Stäbe*

Es wird für *Lastfälle und Lastfallgruppen* und *Lastfallkombinationen* getrennt festgelegt, ob die Knotenwerte (am Stabanfang und Stabende), die N-tel-Werte (an den Zwischenpunkten der benutzerdefinierten Stabteilung, vgl. Kapitel 5.6) sowie die Extremwerte stabweise ausgewiesen werden sollen.

Es stehen sechs Kontrollfelder für die Schnittgrößen zur Verfügung, von denen mindestens eines aktiviert sein muss. Die Ergebnisse der gewählten Schnittgrößen werden an den oben festgelegten Stabstellen aufgelistet. Bei Lastfallkombinationen werden an diesen Stellen die minimalen und maximalen Schnittgrößen mit den zugehörigen Schnittgrößen ausgegeben.

Für die querschnitts- und stabsatzbezogene Ergebnisausgabe lässt sich die zusätzliche Ausgabe der stabweisen Extremwerte aktivieren.

Bei Lastfallkombinationen werden in der Tabellenspalte J üblicherweise *Zugehörige Lastfälle* aufgelistet, die die Extremwerte verursachen (vgl. Bild 9.3, Seite 188). Alternativ lassen sich mit der Option *Infos über Querschnitte* dort die jeweils verwendeten Querschnitte anzeigen.

Beispiel

Für den Stab 44 wurde manuell eine Stabteilung mit drei Zwischenpunkten definiert. Mit den im obigen Bild 11.91 dargestellten Filtereinstellungen für Lastfallkombinationen ergibt sich folgende Ergebnistabelle 3.1 *Stäbe - Schnittgrößen*.

Tabellen

3.1 Stäbe - Schnittgrößen

LK1 - Extreme Bemessui

Stab Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Knoten Nr.	Stelle x [m]		N	Kräfte [kN] V_y	V_z	Momente [kNm] M_T	M_y	M_z	Zugehörige Lastfälle
44	44	0.000	max M_y	-194.494	-0.002	15.791	0.004	109.382	0.040	LG2
			min M_y	4.183	0.001	-0.895	0.001	-0.180	0.006	LG5
		1.568	max M_y	-195.645	0.004	1.501	0.004	122.939	0.037	LG2
			min M_y	3.899	0.001	-0.601	0.001	-1.355	0.004	LG5
		3.137	max M_y	-196.796	0.009	-12.826	0.004	114.004	0.025	LG2
			min M_y	3.615	0.001	-0.308	0.001	-2.069	0.002	LG5
	45	4.705	max M_y	-197.946	0.012	-26.966	0.004	82.717	0.007	LG2
			min M_y	3.332	0.001	-0.015	0.001	-2.323	0.000	LG5
		6.274	max M_y	-185.312	0.088	-36.988	0.017	32.955	0.221	LG8
			min M_y	-66.960	0.002	-17.306	0.001	-18.383	-0.002	LG3
		1.793	Max M_y	-195.809	0.005	-0.549	0.004	123.041	0.036	LG2
			Min M_y	-66.960	0.002	-17.306	0.001	-18.383	-0.002	LG3

ZusammenfassungStäbe - SchnittgrößenQuerschnitte - SchnittgrößenKnoten - LagerkräfteKnoten - Verformungen

Bild 11.92: Ergebnisse gefiltert nach Knotenwerten, Teilungspunkten und Extremwerten M_y

Die maximalen und minimalen Biegemomente M_y werden in Fettschrift an den Knoten, den Teilungspunkten und an den Stellen der absoluten Extremwerte ausgewiesen. Letztere erscheinen in Großbuchstaben als $Max M_y$ und $Min M_y$ am Ende der Liste (vgl. Markierung im obigen Bild). Bei den Werten in den übrigen Spalten handelt es sich um die zugehörigen Schnittgrößen der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte.

11.3.6 Tabellen importieren und exportieren

Eine Tabelle aus MS Excel oder Open Office.org Calc kann direkt in die aktuelle Eingabetabelle von RSTAB importiert werden. Die Programme müssen im Hintergrund geöffnet sein. Umgekehrt lässt sich die aktuelle RSTAB-Tabelle auch ganz oder teilweise an Excel oder Open Office.org Calc übergeben.

Import- und Exportfunktion aufrufen

Die Funktion wird über die [Excel]-Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen aufgerufen.



Bild 11.93: Schaltfläche *Import/Export der Tabelle* in der Tabellen-Symbolleiste

Damit sind die beiden Dialoge *Tabelle importieren* und *Tabelle exportieren* zugänglich.

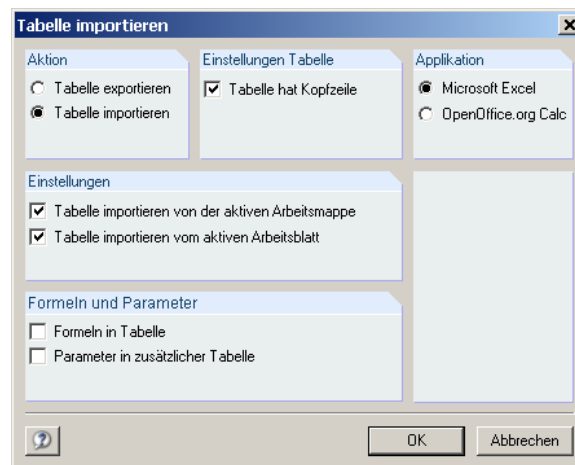


Bild 11.94: Dialog *Tabelle importieren*

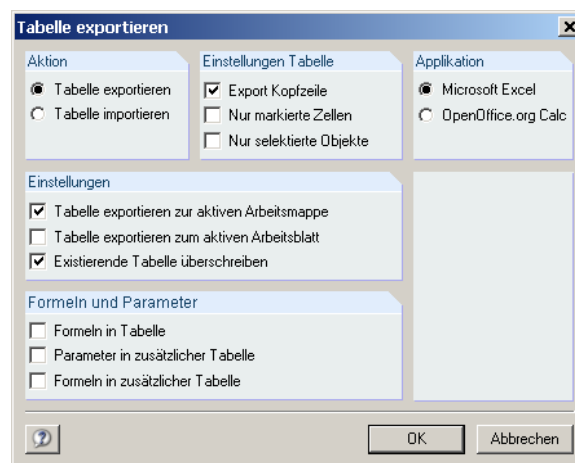


Bild 11.95: Dialog *Tabelle exportieren*

Tabelle importieren

Die Excel- oder OpenOffice-Arbeitsmappe muss vor dem Import geöffnet werden. Falls Überschriften in den Arbeitsblättern existieren, ist das Kontrollfeld *Tabelle hat Kopfzeile* zu aktivieren. Damit werden die Kopfzeilen beim Import ignoriert und nur die Listen in die RSTAB-Tabellen übertragen.

Als *Applikation* stehen die Tabellenkalkulationsprogramme MS Excel und OpenOffice.org Calc zur Auswahl.

Der Abschnitt *Einstellungen* steuert, ob die aktive Arbeitsmappe oder nur das aktive Arbeitsblatt eingelesen werden. Beim Import einer kompletten Arbeitsmappe müssen Reihenfolge und Struktur der Arbeitsblätter mit den RSTAB-Tabellen vollständig übereinstimmen.

Im Abschnitt *Formeln und Parameter-Bearbeitung* kann festgelegt werden, ob beim Datenaustausch auch ggf. hinterlegte Formeln übergeben werden. Diese stehen dann für den RSTAB-Formeleditor (siehe Kapitel 11.4.3, Seite 302) zur Verfügung.

[OK] startet dann den Importvorgang.



Sollen nur bestimmte Teile des Arbeitsblattes übertragen werden, ist die Kopierfunktion zu empfehlen: Markieren Sie den Bereich in der Excel-Tabelle und kopieren ihn mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage. Dann setzen Sie den Cursor in die passende Zelle der RSTAB-Tabelle und fügen den Inhalt der Zwischenablage dort mit [Strg]+[V] ein.

Tabelle exportieren

Für den Export von RSTAB-Tabellen brauchen MS Excel oder Open Office.org Calc nicht im Hintergrund laufen.

Im Abschnitt *Einstellungen Tabelle* wird festgelegt, ob die Kopfzeilen ebenfalls exportiert werden sollen. Ist das Kontrollfeld aktiv, sieht das Ergebnis in Excel so aus:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Knoten	Bezugs-	Koordinaten-	Knotenkoordinaten			
2	Nr.	Knoten	System	X [m]	Y [m]	Z [m]	Kommentar
3	1	0	Kartesisch	0,000	0,000	0,000	Gelagert
4	2	0	Kartesisch	25,000	0,000	0,000	Gelagert
5	3	0	Kartesisch	0,000	0,000	-6,000	
6	4	0	Kartesisch	3,000	0,000	-6,261	
7	5	0	Kartesisch	6,250	0,000	-6,546	
8	6	0	Kartesisch	12,500	0,000	-7,094	
9	7	0	Kartesisch	18,750	0,000	-6,546	
10	8	0	Kartesisch	22,000	0,000	-6,261	
11	9	0	Kartesisch	25,000	0,000	-6,000	

Bild 11.96: Excel-Tabelle mit exportierten Kopfzeilen

Ist das Kontrollfeld nicht aktiv, wird nur der Tabelleninhalt an Excel übergeben.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	0	Kartesisch	0,000	0,000	0,000	Gelagert
2	2	0	Kartesisch	25,000	0,000	0,000	Gelagert
3	3	0	Kartesisch	0,000	0,000	-6,000	
4	4	0	Kartesisch	3,000	0,000	-6,261	
5	5	0	Kartesisch	6,250	0,000	-6,546	
6	6	0	Kartesisch	12,500	0,000	-7,094	
7	7	0	Kartesisch	18,750	0,000	-6,546	
8	8	0	Kartesisch	22,000	0,000	-6,261	
9	9	0	Kartesisch	25,000	0,000	-6,000	

Bild 11.97: Excel-Tabelle ohne Kopfzeilen

Das Kontrollfeld *Nur markierte Zellen* ist nur dann zugänglich, wenn zuvor eine Selektion in der Tabelle vorgenommen wurde (vgl. Kapitel 11.3.2, Seite 290). Dieses Kontrollfeld steuert, ob die Selektion oder die ganze Tabelle exportiert wird. Die Option *Nur selektierte Objekte* ermöglicht die Übergabe ausgewählter Zeilennummern.

Als *Applikation* stehen die Tabellenkalkulationsprogramme MS Excel und OpenOffice.org Calc zur Auswahl.

Der Abschnitt *Einstellungen* steuert, ob die aktuelle Arbeitsmappe des geöffneten Tabellenkalkulationsprogramms verwendet wird. Wenn dieses Kontrollfeld deaktiviert ist, wird eine neue Arbeitsmappe angelegt. Gleiches gilt für die Option *Tabelle exportieren zum aktiven Arbeitsblatt*. Falls dieses Kontrollfeld aktiviert ist, wird das aktuelle Arbeitsblatt benutzt und ggf. überschrieben.

Ist das Kontrollfeld *Existierende Tabelle überschreiben* aktiviert, wird in der Arbeitsmappe eine Tabelle mit dem gleichen Namen wie in RSTAB gesucht und dann überschrieben.

Die Kontrollfelder im Abschnitt *Formeln und Formeleditor-Parameter* steuern den Export der ggf. in den Tabellen hinterlegten Formeln nach Excel.



Der Exportvorgang der aktuellen RSTAB-Tabelle wird mit [OK] gestartet. Wenn man mehrere Tabellen auf einmal an Excel übergeben möchte, ist die Menüfunktion **Datei** → **Exportieren** zu empfehlen (siehe Kapitel 12.5.2.3, Seite 366). Dort können die Tabellen für den Export gezielt ausgewählt werden.

11.4 Parametrisierte Eingabe

11.4.1 Konzept

Die parametrisierte Eingabe gestattet es, die Struktur- und Belastungsdaten so einzugeben, dass sie von bestimmten Variablen abhängig sind. Diese Variablen (z. B. Länge, Breite, Verkehrslast etc.) werden als „Parameter“ bezeichnet. Sie sind in einer Parameterliste abgelegt.

Die Parameter können in Formeln benutzt werden, um einen Zahlenwert zu ermitteln. Diese Formeln werden mit dem Formeleditor bearbeitet.

Wenn in der Parameterliste ein Parameter geändert wird, so werden die Ergebnisse aller Formeln, die diesen Parameter benutzen, angepasst.

Die parametrisierte Eingabe empfiehlt sich für Projekte, in denen viele Änderungen zu erwarten sind. Die hinterlegten Formeln sind gut nachvollziehbar, sie tragen auch zu einer verbesserten Übersicht bei größeren Strukturen bei. Natürlich bietet sich die parametrisierte Eingabe auch für die wiederkehrende Bearbeitung ähnlicher Strukturen an. Man lädt dann einfach eine Musterposition und passt die Parameter an.

11.4.2 Parameterliste

In der Parameterliste werden alle Parameter gespeichert.

Parameterliste aufrufen

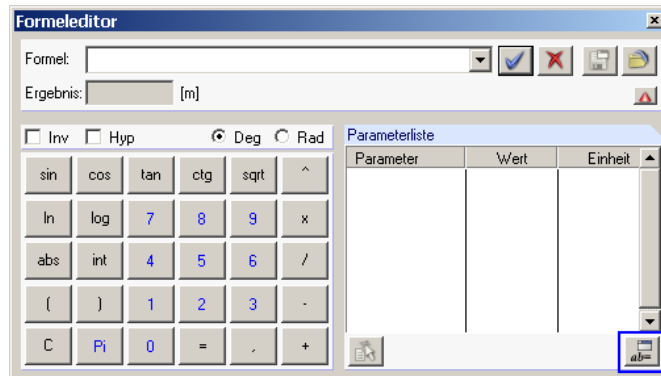
Die Parameterliste ist zugänglich über die Schaltfläche [Parameter bearbeiten]

- in der Symbolleiste der Tabellen oder



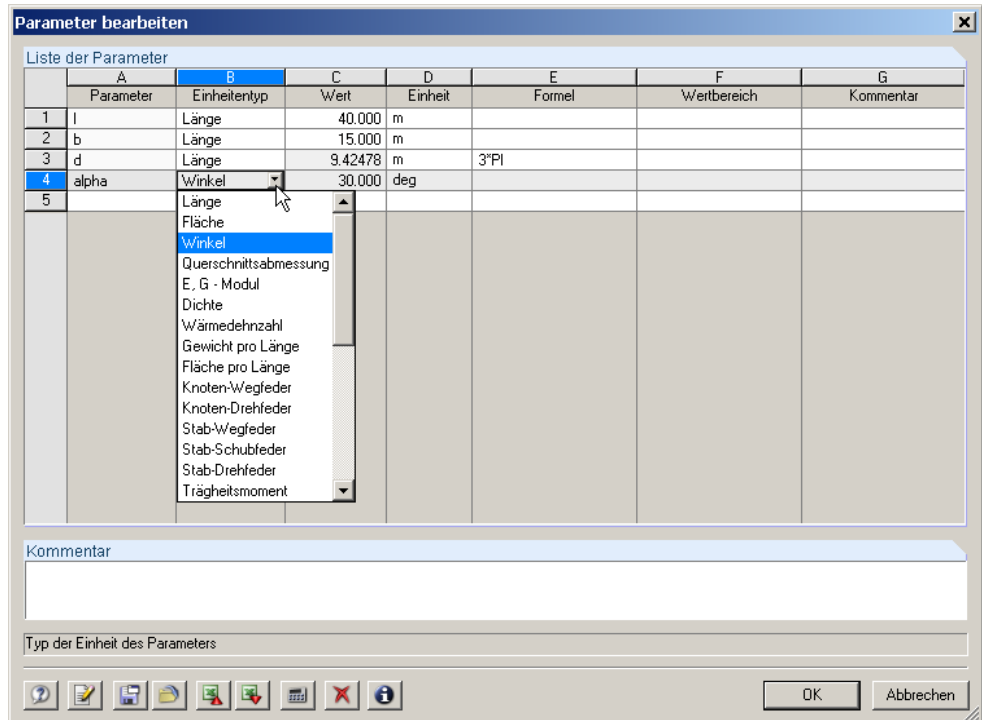
Bild 11.98: Schaltfläche *Parameterliste* in der Tabellen-Symbolleiste

- im Formeleditor.

Bild 11.99: Schaltfläche *Parameterliste* im Formeleditor

Beschreibung

Es wird der folgende Dialog aufgerufen.

Bild 11.100: Dialog *Parameter bearbeiten*

In jeder Zeile der Tabelle wird ein Parameter definiert. In Spalte **A** ist ein *Parameter*-Name zu vergeben, der aus ASCII-Zeichen bestehen muss und kein Leerzeichen enthalten darf. Über diese Bezeichnung wird der Parameter in den Formeln angesprochen. Jeder Parametername darf nur einmal vergeben werden.



In Spalte **B** wird der *Einheitstyp* festgelegt, d. h. es wird bestimmt, ob der Parameter eine Länge, Last, Dichte etc. darstellt. Die Einheitentypen sind fest vordefiniert. Die Liste kann in dieser Spalte mit der Kontextschaltfläche [▼] oder mit [F7] aufgerufen werden.

In Spalte **C** wird der *Zahlenwert* des Parameters festgelegt.

Die *Einheit* wird in Spalte **D** angegeben. Die Liste der verfügbaren Einheiten kann in dieser Spalte mit der Kontextschaltfläche [▼] oder mit [F7] aufgerufen werden.

In Spalte **E** kann für jeden Parameter eine *Formel* hinterlegt werden. Neben allgemeinen mathematischen Operationen sind Wahrheitsprüfungen mit **If** sowie **Max-/Min**-Funktionen möglich.

Beispiele

- if(A<B;10;B)** Wenn der Parameter A kleiner ist als der Parameter B, wird der Wert 10 angesetzt. Trifft dies nicht zu, wird der Parameter B verwendet.
- max(A;B)** Von den Parametern A und B wird der größere Wert verwendet.
- min(max(A;B);C)** Es wird der größere Wert der Parameter A und B gesucht und mit dem Wert des Parameters C verglichen. Der kleinste Wert wird angesetzt.

In Spalte *F* kann ein *Wertbereich* festgelegt werden, um die Werte der Spalte C zu steuern.

Die Spalte *G* steht für beliebige *Kommentare* zur Verfügung.

Eingabefunktionen

Die Parameter können einzeln eingegeben werden. Für eine rationelle Eingabe stehen auch verschiedene Werkzeuge zur Verfügung, die mit einem Klick der rechten Maustaste auf eine Zelle genutzt werden können.

Eine detaillierte Beschreibung dieser Bearbeitungsfunktionen finden Sie im Kapitel 11.3.1 auf Seite 287.

Wenn mehrere Zellen als Selektion markiert sind, ist folgendes Kontextmenü verfügbar.

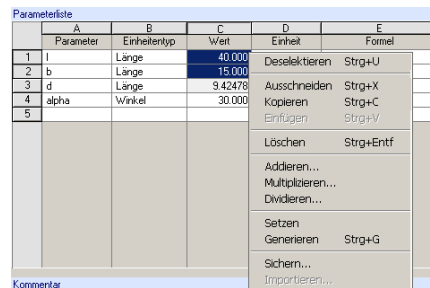


Bild 11.101: Kontextmenü einer Selektion der Parameterliste

Die Selektionsfunktionen finden Sie im Kapitel 11.3.2 auf Seite 290 erläutert.

Schaltflächen

Die Standardschaltflächen in diesem Dialog haben folgende Bedeutung.










Schaltfläche	Beschreibung
	Die Hilfe zu diesem Dialog wird aufgerufen.
	Anwenden: Die Änderungen werden ohne Schließen des Dialogs wirksam.
	Die Parameterliste wird in einer Datei abgespeichert.
	Eine abgespeicherte Parameterliste wird eingelesen.
	Die Parameterliste wird nach MS Excel exportiert.
	Die Daten einer Excel-Tabelle werden importiert.
	Der Taschenrechner wird aufgerufen und das Ergebnis dann übernommen.
	Der gesamte Inhalt der Parameterliste wird gelöscht.
	Die Querschnittsdetails zu den Profilen der Position werden aufgerufen.

Tabelle 11.10: Dialog *Parameterliste*: Schaltflächen

11.4.3 Formeleditor

Im Formeleditor werden die Gleichungen für die parametrisierte Eingabe hinterlegt.

Formeleditor aufrufen

Der Formeleditor ist zugänglich über

- die Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen,



Bild 11.102: Schaltfläche *Formeleditor* in der Tabellen-Symbolleiste

- einen Klick auf die gelbe oder rote Ecke in einer Tabellenzelle (eine rote Ecke weist auf einen Fehler in der Formel hin) oder

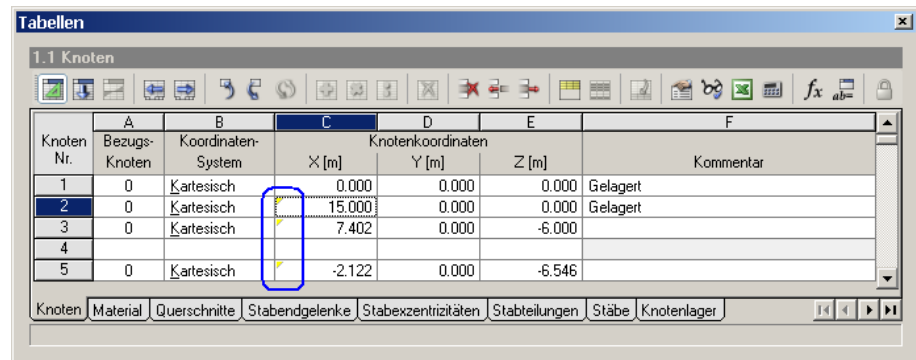


Bild 11.103: Markierte Zellenecken in der Tabelle

- die Funktionsschaltflächen hinter den Eingabefeldern in den Dialogen.

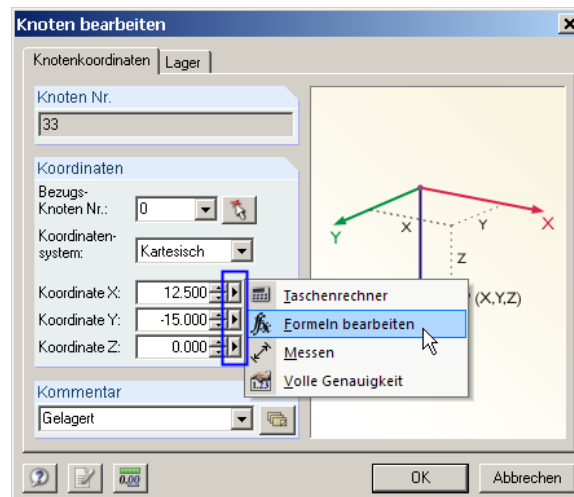
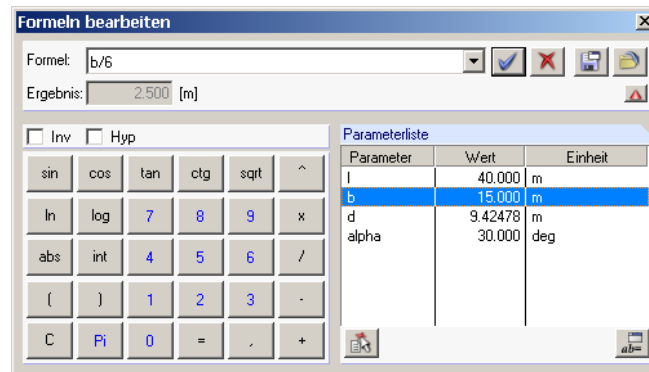


Bild 11.104: Funktionsschaltflächen mit Kontextmenü im Dialog

Es können auch Formeln importiert werden, die in Excel hinterlegt sind. Umgekehrt lassen sich Formeln von RSTAB nach Excel exportieren. Weitere Hinweise zum Datenaustausch mit Excel finden Sie in den Kapiteln 11.3.6 (Seite 297) und 12.5.2.3 (Seite 366).

Beschreibung

Bild 11.105: Dialog *Formeln bearbeiten*

In das Eingabefeld *Formel* kann eine beliebige Formel per Hand eingetragen werden. Wenn man den Taschenrechner benutzt, werden dessen Ergebnisse automatisch übernommen.

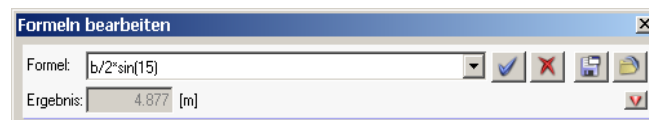


Bild 11.106: Formel im Formeleditor

Die Formel kann konstante Zahlenwerte, Parameter oder Funktionen enthalten. Das Ergebnis dieser Gleichung wird sofort im Feld unterhalb angezeigt. Über die Schaltfläche [▼] am Ende des Eingabefeldes *Formel* erscheint eine Liste aller bereits eingegebenen Formeln, die wieder verwendet werden können.

Ein Klick auf die Schaltfläche [✓] übernimmt die Formel in die Zelle der Tabelle bzw. das Eingabefeld des Dialogs. Die Schaltfläche [✗] löscht die Formelzeile. Bei Fehlern werden die Formeln im *Formel*-Eingabefeld rot angegeben.

In Formeln können auch die Inhalte anderer Zellen verarbeitet werden.

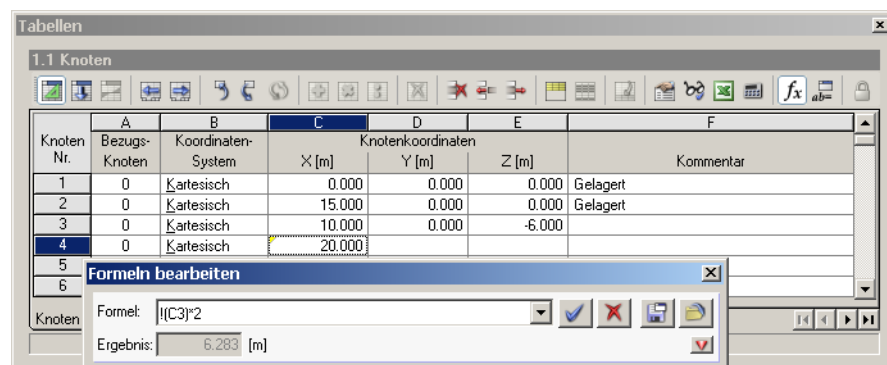


Bild 11.107: Formeleditor mit einem Bezug

Ein Bezug wird mit einem Ausrufezeichen eingeleitet, die Referenzzelle wird in Klammern gesetzt. Im obigen Bild ergibt sich die Zelle C4 aus dem verdoppelten Wert der Zelle C3.

Mit einem vorangestellten Gleichheitszeichen können Formeln auch direkt in Tabellenzellen eingetragen werden (z. B. =2.5*Pi). Werden Werte in der Formel benutzt (z. B. =22.1+b) werden, so werden diese mit SI-Einheiten [m, N] verstanden.

Im Taschenrechner des Formeleditors stehen folgende Funktionen zur Verfügung:














Funktion	Beschreibung
	Sinus
	Kosinus
	Tangens
	Kotangens
	Quadratwurzel
	Potenz
	Natürlicher Logarithmus
	Logarithmus zur Basis 10
	Absolutbetrag
	Ganzzahliger Anteil, z. B. $\text{int}(5,638) = 5$
	Löschen der Formelzeile
	Umkehrfunktion, z. B. $\text{inv sqrt}(5)$ bedeutet 5^2
	Hyperbelfunktion

Tabelle 11.11: Funktionen des Taschenrechners



Im Abschnitt *Parameterliste* des Formeleditors sind alle Parameter mit den aktuellen Werten aufgelistet. Man kann dort einen bestimmten Parameter per Doppelklick oder über die Schaltfläche [Parameter übernehmen] in die Formelzeile übertragen.



Mit der Schaltfläche [Parameter bearbeiten] kann die Parameterliste aufgerufen werden (siehe Kapitel 11.4.2, Seite 299).

Schaltflächen

Die Standardschaltflächen in diesem Dialog haben folgende Bedeutung.






Schaltfläche	Beschreibung
	Die Formel wird in die Tabellenzelle oder das Dialogfeld übernommen.
	Die Formelzeile wird gelöscht.
	Der Inhalt des Formeleditors wird als Datei abgespeichert.
	Eine abgespeicherte Datei wird eingelesen.
	Der Taschenrechner und die Parameterliste werden ein- oder ausgeblendet.

Tabelle 11.12: Dialog *Formeln bearbeiten*: Schaltflächen

11.4.4 Formeln in Tabellen und Dialogen

Die im Formeleditor hinterlegten Gleichungen können sowohl in den Zellen der Tabellen als auch in geeigneten Eingabefeldern von Dialogen benutzt werden. Da eine Interaktion zwischen Tabellen und Dialogen besteht, sind die Formeln in beiden Eingabemodi zugänglich.

Formeln in Tabellen



Wenn Zellen mit einem gelben oder roten Dreieck in der linken oberen Ecke markiert sind, so ist eine Formel hinterlegt (vgl. Bild 11.103, Seite 302). Ein Klick auf dieses Dreieck öffnet den Formeleditor.



Um einer neuen Zelle eine Formel zu hinterlegen, setzt man den Cursor in diese Zelle und ruft den Formeleditor mit der entsprechenden Schaltfläche auf.



Bild 11.108: Schaltfläche *Formeleditor* in der Tabellen-Symboleiste



Ein rotes Dreieck deutet auf einen Fehler in der Formel hin. Es entspricht der rot markierten Formelzeile im Formeleditor. Die Formel sollte korrigiert werden.

Formeln in Dialogen

Die parametrisierte Eingabe wurde in erster Linie für die Anwendung in Tabellen entwickelt. Es ist aber auch möglich, Formeln in Dialogen zu benutzen.



Wenn Eingabefelder in Dialogen mit Formeln hinterlegt werden können, so ist dies an der Funktionsschaltfläche rechts neben dem Eingabefeld zu erkennen.

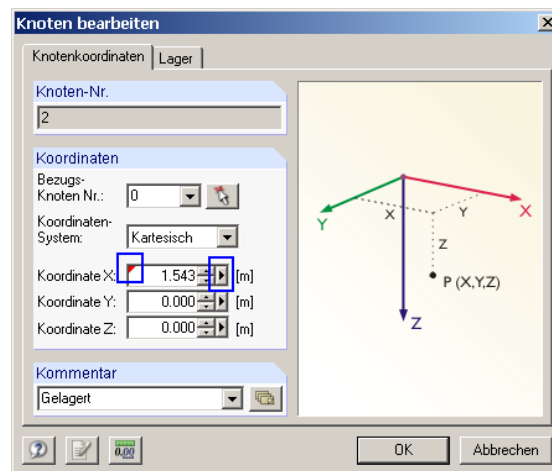


Bild 11.109: Dialog mit hinterlegter Formel und Funktionsschaltfläche

Ist bereits eine Formel hinterlegt, wird das Eingabefeld wie eine Zelle mit einem gelben oder roten Dreieck gekennzeichnet.

Mit einem Klick auf die Funktionsschaltfläche öffnet sich das im Bild 11.104 auf Seite 302 gezeigte Kontextmenü. Hier kann dann der Formeleditor aufgerufen werden.

11.5 Struktur- und Belastungsgenerierer

RSTAB bietet diverse Werkzeuge an, mit denen Strukturen oder Teile davon schnell erzeugt werden können. Eine zweite Gruppe von Generierern vereinfacht das Aufbringen von Stab-, Flächen- und Ummantelungslasten.

Auf eine detaillierte Beschreibung der Generiererdialoge wird verzichtet. Für das Verständnis der einzelnen Parameter sind die Grafiken in diesen Dialogen hilfreich.

11.5.1 Strukturgenerierer

Die Dialoge, mit denen Strukturobjekte erzeugt werden können, sind zugänglich im Menü

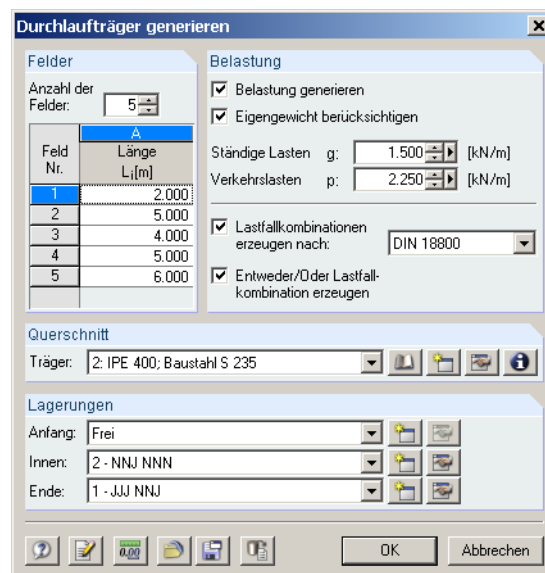
Extras → Struktur generieren.



Jede Dialogeingabe kann als Muster abgespeichert und wiederverwendet werden. Die beiden links dargestellten Schaltflächen steuern das [Speichern] und [Einlesen] der Generiererdaten.

Die diversen Generierer werden der Reihe nach kurz vorgestellt.

Durchlaufträger



The dialog box 'Durchlaufträger generieren' contains the following sections:

- Felder:** A table with 5 rows and 2 columns: 'Feld Nr.' and 'Länge L_i[m]'. The values are: 1: 2.000, 2: 5.000, 3: 4.000, 4: 5.000, 5: 6.000.
- Belastung:**
 - ☒ Belastung generieren
 - ☒ Eigengewicht berücksichtigen
 - Ständige Lasten g: 1.500 [kN/m]
 - Verkehrslasten p: 2.250 [kN/m]
 - ☒ Lastfallkombinationen erzeugen nach: DIN 18800
 - ☒ Entweder/Oder Lastfallkombination erzeugen
- Querschnitt:** Träger: 2 IPE 400; Baustahl S 235
- Lagerungen:**
 - Anfang: Frei
 - Innen: 2 - NNJ NNN
 - Ende: 1 - JJJ NNJ

Buttons at the bottom: OK, Abbrechen.

Bild 11.110: Dialog *Durchlaufträger generieren*

In diesem Dialog kann ein Durchlaufträger mit Lagern und unregelmäßigen Feldern erzeugt werden. Optional werden auch Lastfälle und Lastfallkombinationen angelegt.

2D-Rahmen

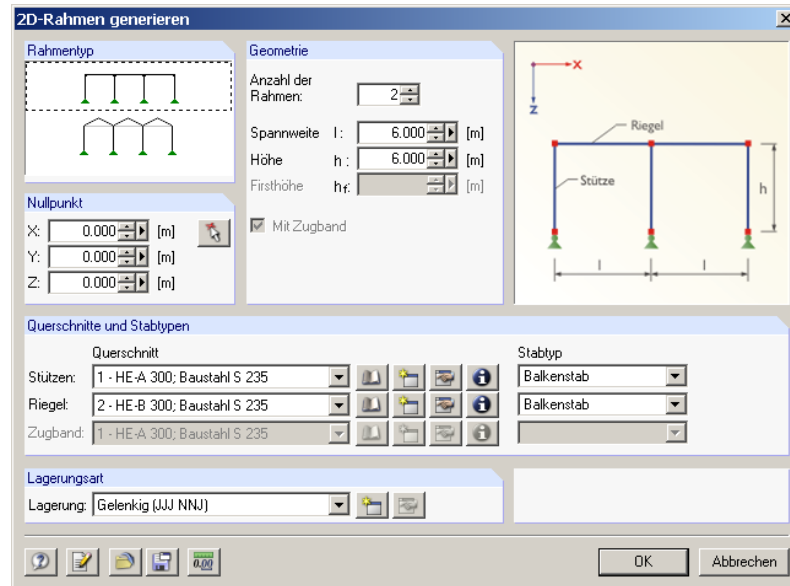


Bild 11.111: Dialog 2D-Rahmen generieren

Es sollte zunächst der *Rahmentyp* ausgewählt werden, ehe man die Strukturdaten definiert. In diesem Dialog wird die Lagerung des ebenen Rahmens einheitlich erfasst.

2D-Rahmen mit Vouten

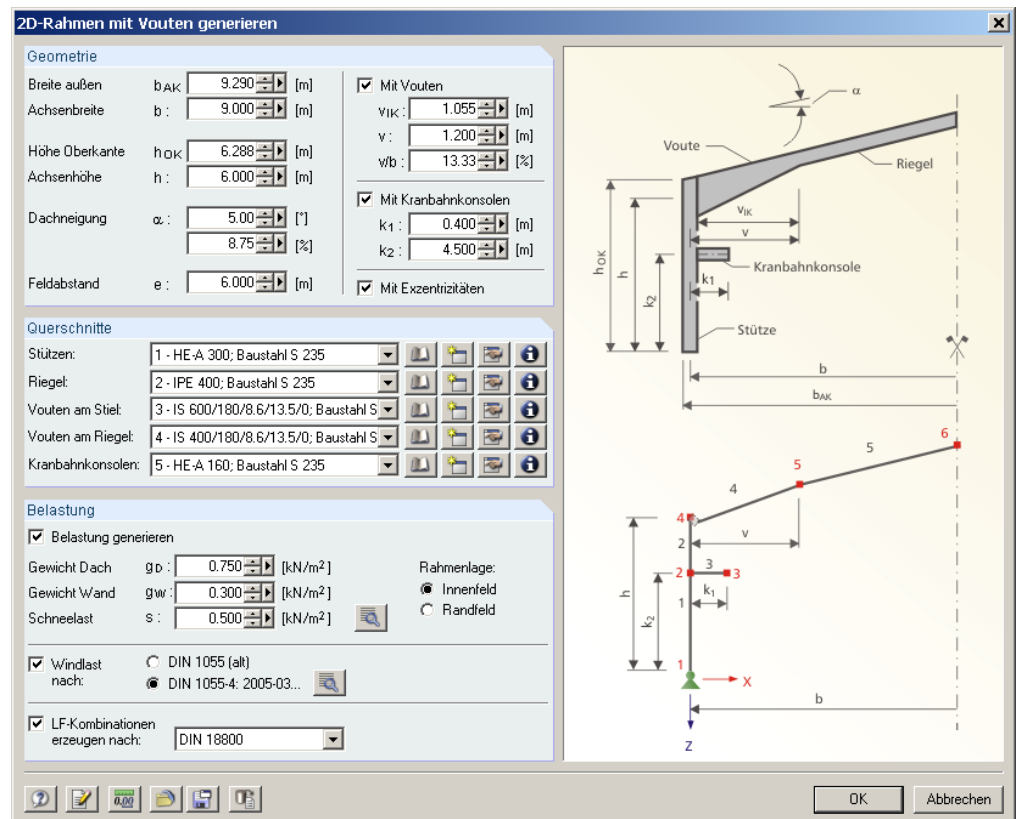


Bild 11.112: Dialog 2D-Rahmen mit Vouten generieren

Der ebene Rahmen wird durch Eingabe der *Geometrie* und der *Querschnitte* definiert. Es sind Vouten, Kranbahnkonsolen und exzentrische Anschlüsse möglich. Zusätzlich kann die *Belastung* mit erzeugt werden. Über die *Rahmenlage* wird die Lastermittlung gesteuert.

2D-Fachwerkbinder

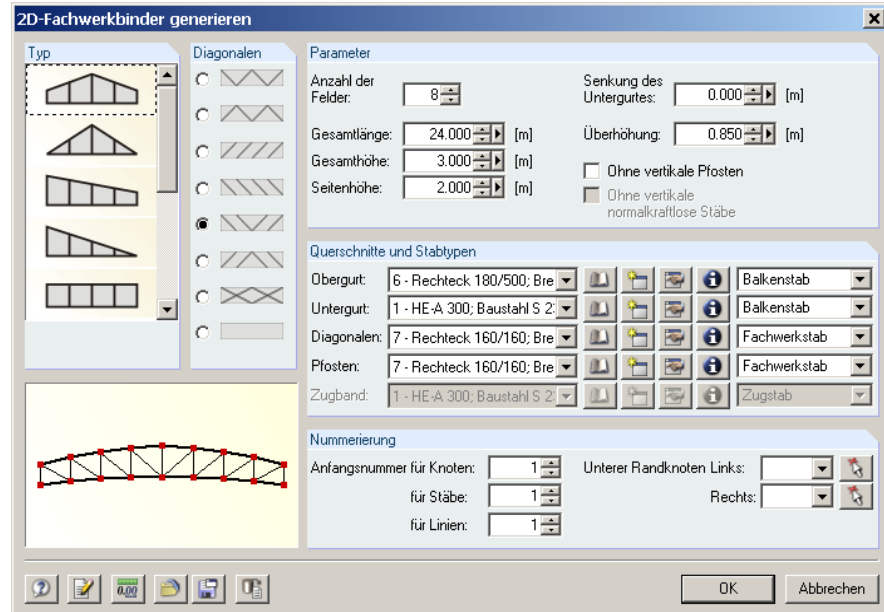


Bild 11.113: Dialog 2D-Fachwerkbinder generieren

In der Liste werden der *Typ* des Fachwerks und die Anordnung der *Diagonalen* festgelegt. Anschließend gibt man die übrigen Parameter an.

Raster

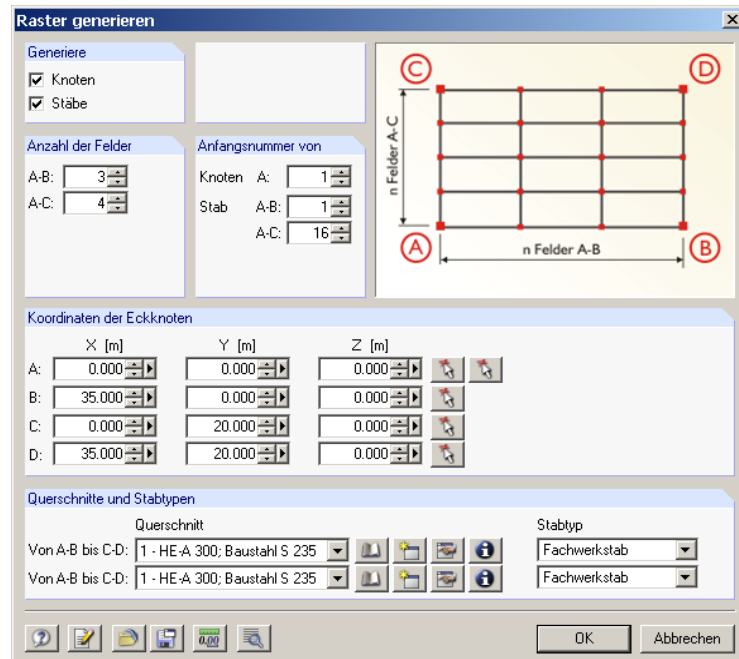


Bild 11.114: Dialog Raster generieren

Mit diesem Generierer lassen sich Strukturen erstellen, die ein gleichmäßiges Raster aufweisen (z. B. Trägerroste). Diese brauchen nicht wie in der Dialoggrafik dargestellt mit rechten Winkeln ausgeführt werden. Es sind beliebige räumliche Quadranglestrukturen über die vier

Eckpunkte möglich. Um einen „echten“ Trägerrost zu erzeugen, sollte man bei den Basisangaben der Position den *Typ der Struktur* auf **2D in XY** setzen (vgl. Kapitel 12.2, Seite 352).

Über die Schaltfläche [Erweitert] können auch unregelmäßige Raster generiert werden.

Stütze

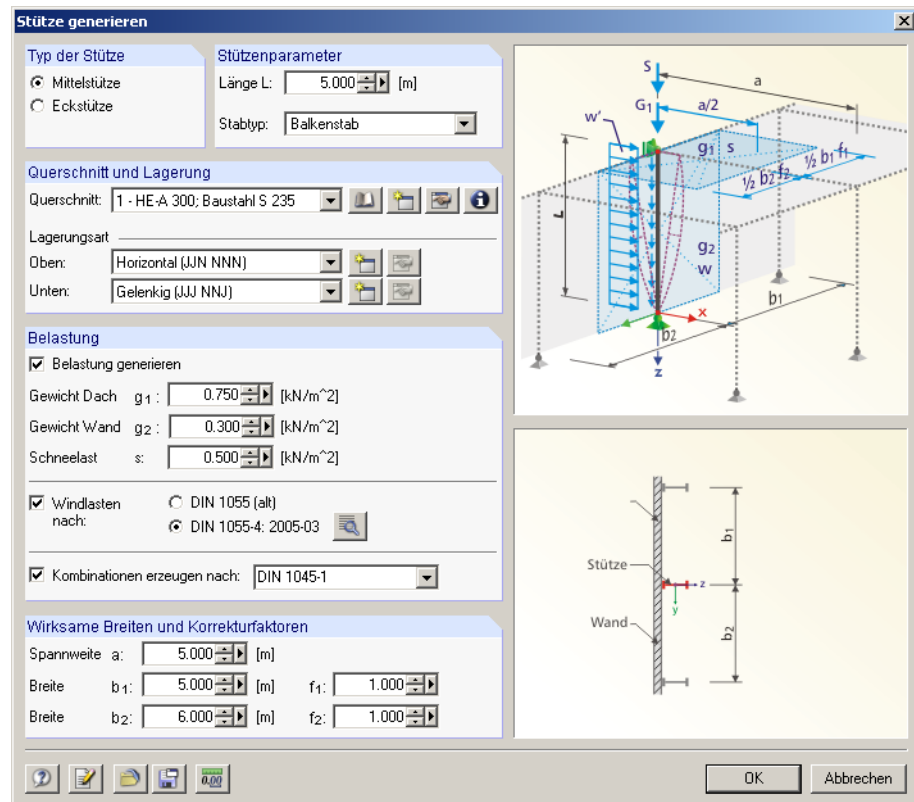


Bild 11.115: Dialog *Stütze generieren*

Im Abschnitt *Typ der Stütze* wird festgelegt, ob es sich um eine Mittel- oder Eckstütze handelt. Falls eine *Belastung* generiert wird, sind die *Wirksamen Breiten und Korrekturfaktoren* der Lasten anzugeben. Die Spannweite a wird bei einer Giebelstütze für den Einflussbereich in Hallenlängsrichtung benötigt. Mit den Faktoren f_1 und f_2 können die geometrischen Breiten b_1 und b_2 für das statische Modell skaliert oder spezielle Normauflagen berücksichtigt werden (z. B. Lasterhöhungsfaktoren für Einzelnachweise).

Dachgenerierer

Im Menüeintrag *Dach* stehen drei verschiedene Dachgenerierer zur Auswahl, um ebene Dachsysteme einschließlich Belastung zu erzeugen. Die Ermittlung der Wind- und Schneelasten wird über die [Details]-Schaltflächen in diesen Dialogen erheblich erleichtert.

Dach → Kehlbalkendach

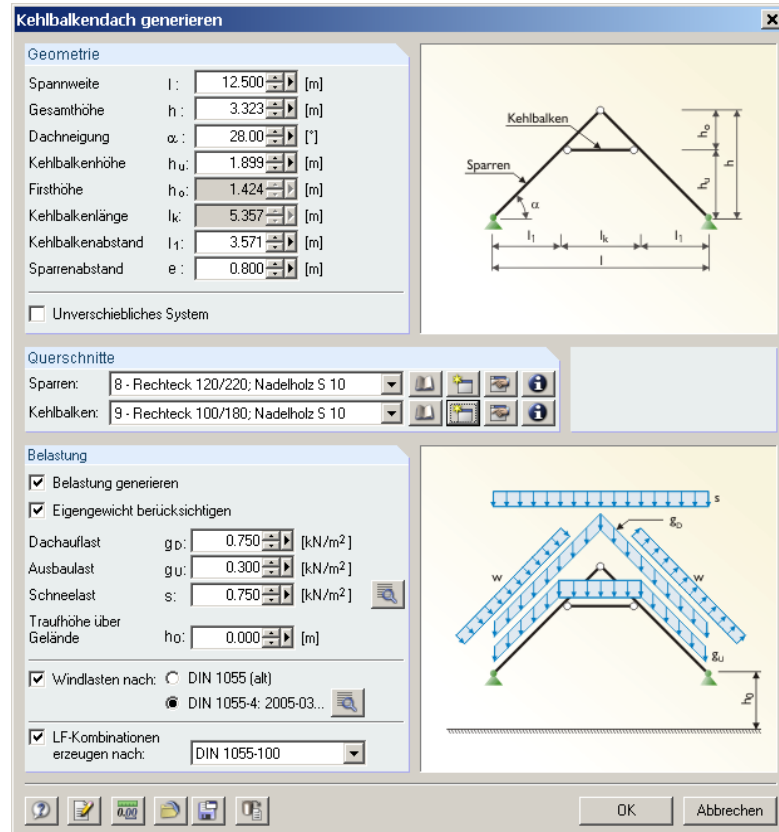


Bild 11.116: Dialog *Kehlbalkendach generieren*

Dach → Sparrendach

Sparrendach generieren

Geometrie

Spannweite l : 12.000 [m]
 Höhe h : 4.201 [m]
 Dachneigung α : 35.00 [°]
 Sparrenabstand e : 0.750 [m]

Querschnitt

Sparren: 9 - Rechteck 100/180; Nadelholz S 10

Belastung

☒ Belastung generieren
☒ Eigengewicht berücksichtigen

Dachauflast g_D : 0.750 [kN/m²]
 Schneelast s : 0.810 [kN/m²]
 Traufhöhe über Gelände: h_0 : 0.000 [m]

☒ Windlast nach: ☐ DIN 1055 (alt) ☒ DIN 1055-4: 2005-03-...
☒ Lastfallkombinationen erzeugen nach: DIN 1055-100

OK Abbrechen

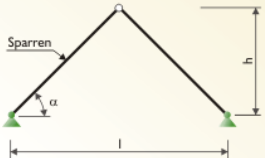
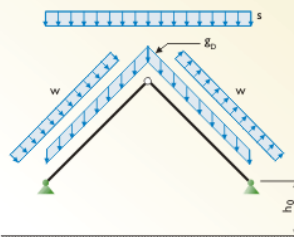



Bild 11.117: Dialog *Sparrendach generieren*

Dach → Pfettendach

Pfettendach generieren

Geometrie

Abstand l_1 : 4.150 [m]
 Abstand l_2 : 3.250 [m]
 Gesamtbreite l : 7.400 [m]
 Höhe h_1 : 2.300 [m]
 Höhe h_2 : 1.801 [m]
 Gesamthöhe h : 4.101 [m]
 Dachneigung α : 29.00 [°]
 Sparrenabstand e : 0.750 [m]

Querschnitt

Sparren: 9 - Rechteck 100/180; Nadelholz S 10

Belastung

☒ Belastung generieren
☒ Eigengewicht berücksichtigen

Dachauflast g_D : 0.750 [kN/m²]
 Schneelast s : 1.284 [kN/m²]
 Traufhöhe über Gelände: h_0 : 6.000 [m]

☒ Windlasten nach: ☐ DIN 1055 (alt) ☒ DIN 1055-4: 2005-03-...
☒ LF-Kombinationen erzeugen nach: DIN 1055-100

OK Abbrechen

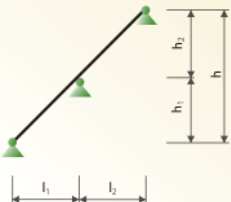
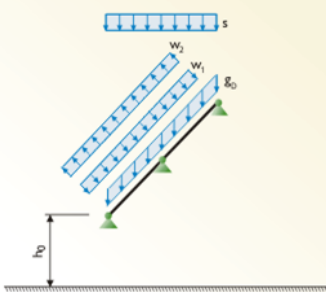
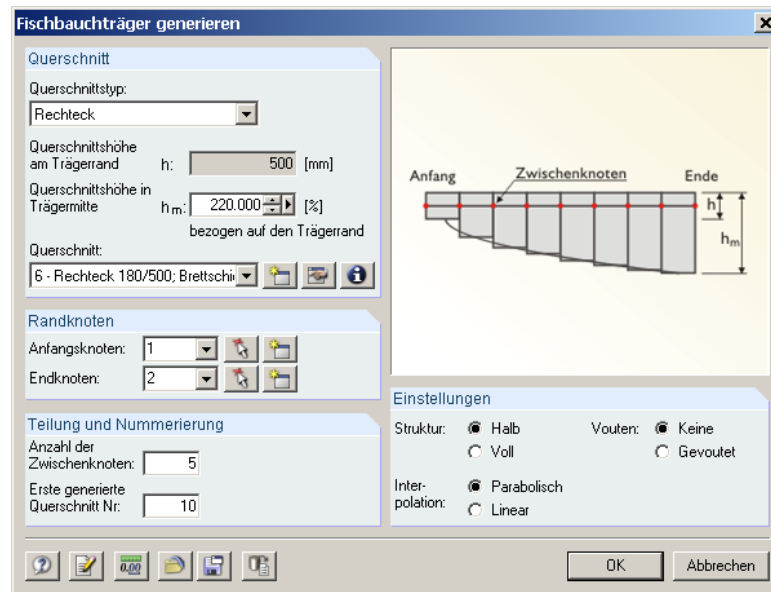



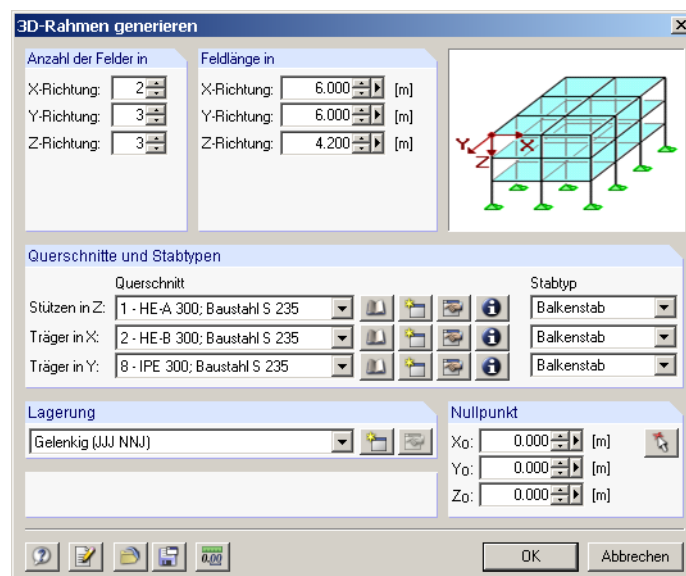
Bild 11.118: Dialog *Pfettendach generieren*

Fischbauchträger

Bild 11.119: Dialog *Fischbauchträger generieren*

Zur Generierung der vor allem im Holzbau gebräuchlichen Fischbauchträger stehen in der Liste *Querschnittstyp* die Rechteck- und ITS-Profiltypen (symmetrische I-Träger) zur Auswahl.

3D-Rahmen

Bild 11.120: Dialog *3D-Rahmen generieren*

Mit diesem Generierer können regelmäßige Rahmenstrukturen erzeugt werden. In diesem Dialog wird die Lagerung einheitlich für alle Stützen festgelegt.

3D-Halle

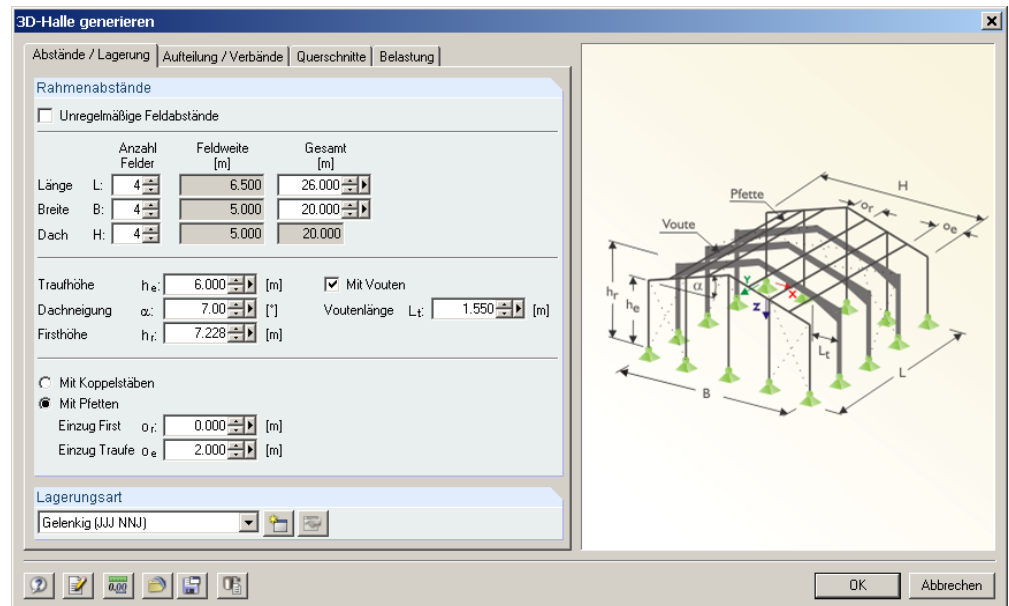


Bild 11.121: Dialog 3D-Halle generieren

Mit diesem umfangreichen Generierer wird eine ganze Halle inklusive Belastung erzeugt. Im Dialog stehen vier Register zur Verfügung: *Abstände/Lagerung* verwaltet die Systemgeometrie, *Aufteilung/Verbände* regelt unregelmäßige Rasterabstände und die Anordnung von Verbänden. In den restlichen Registern werden *Querschnitte* und die *Belastung* definiert.

3D-Fachwerk

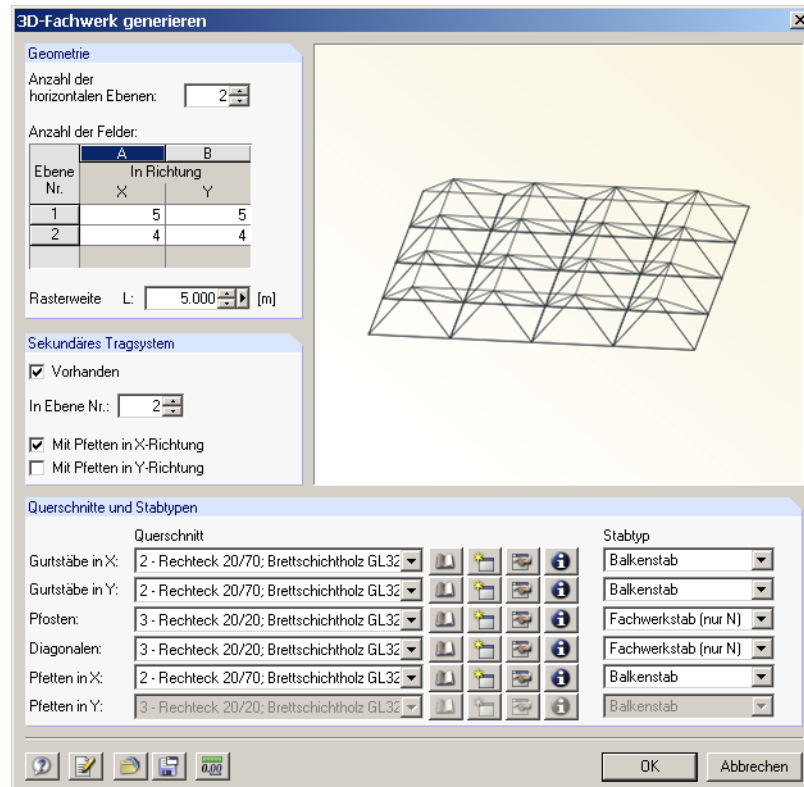


Bild 11.122: Dialog 3D-Fachwerk generieren

Es wird ein Raumtragwerk nach dem System *Bernauer* (www.raumtragwerke.de) erzeugt.

3D-Zelle

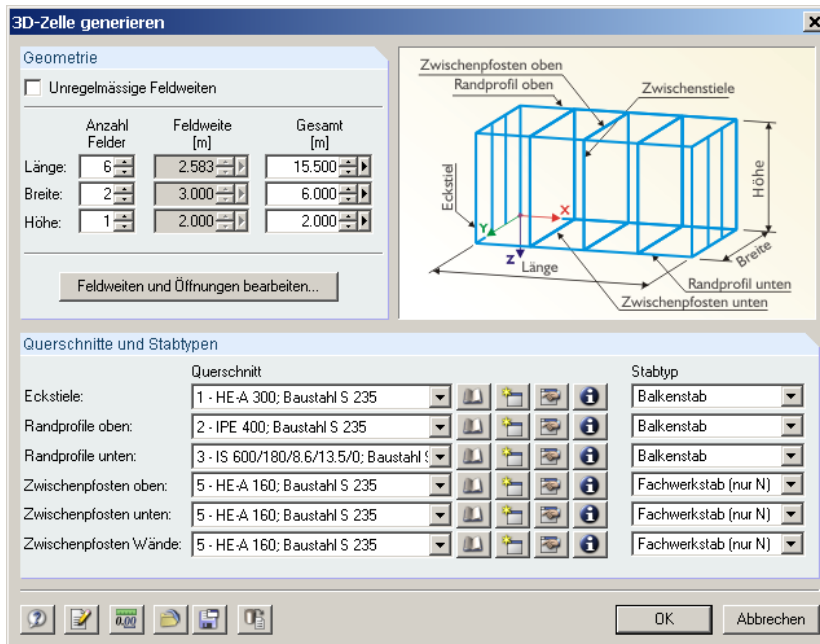


Bild 11.123: Dialog 3D-Zelle generieren

Dieser Generierer erzeugt eine räumliche Zelle, die aus mehreren Feldern aufgebaut ist. Die Schaltfläche [Feldweiten und Öffnungen] ruft einen weiteren Dialog auf, in dem Öffnungen und die Rasteranordnung bei unregelmäßigen Feldabständen festgelegt werden können.

Geradläufige Treppe

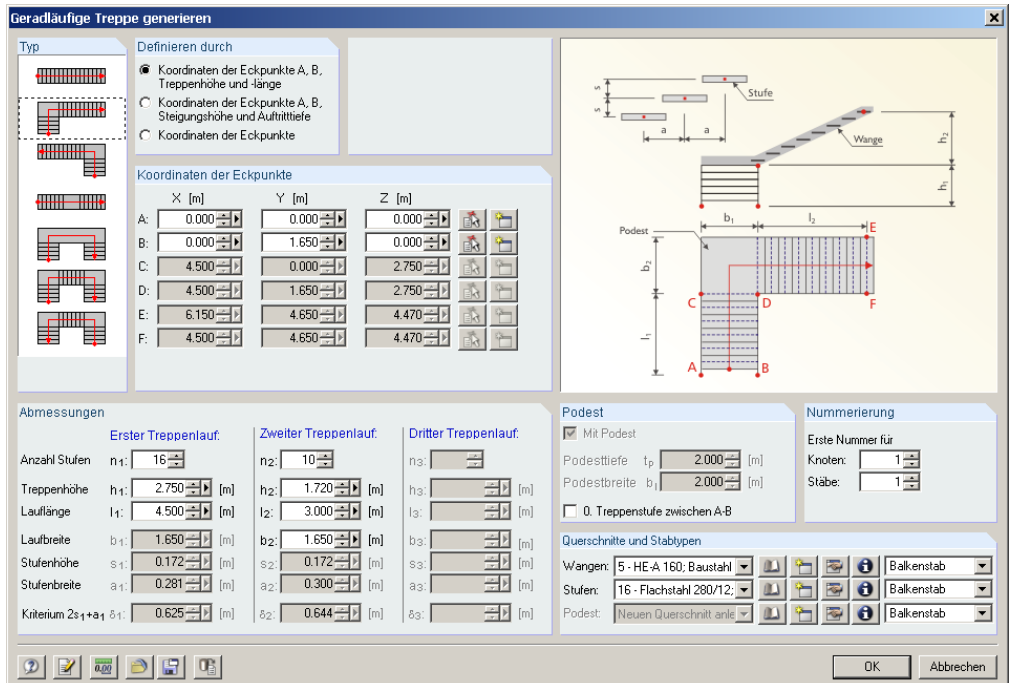
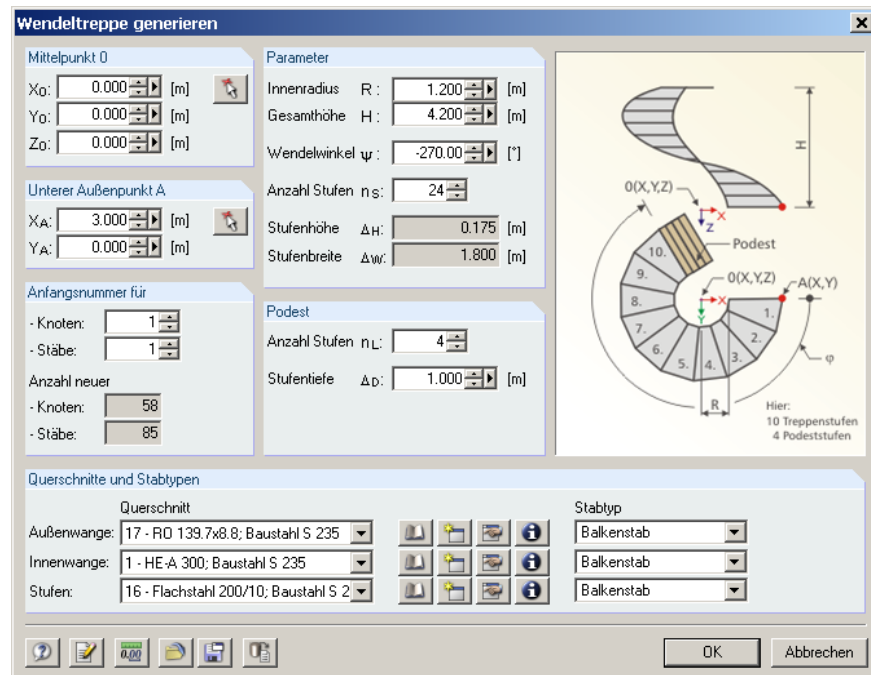


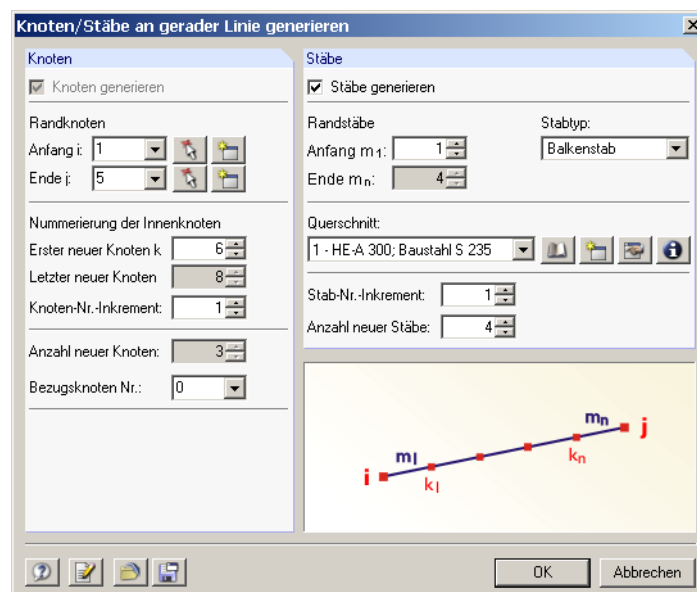
Bild 11.124: Dialog Geradläufige Treppe generieren

Man wählt zunächst in der umfangreichen Liste den *Typ* der Treppe aus und legt dann die übrigen Parameter fest.

Wendeltreppe

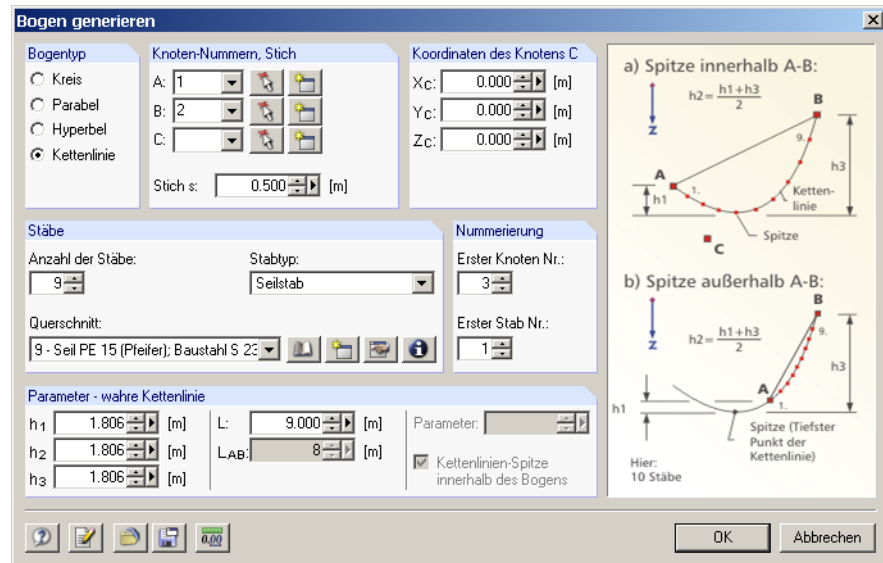
Bild 11.125: Dialog *Wendeltreppe generieren*

Linie

Bild 11.126: Dialog *Knoten/Stäbe an gerader Linie generieren*

Diese Funktion ermöglicht die Generierung von Geraden aus neuen oder bestehenden Knoten. Es können auch nur Knoten erzeugt werden, die auf einer imaginären Geraden liegen.

Bogen

Bild 11.127: Dialog *Bogen generieren*

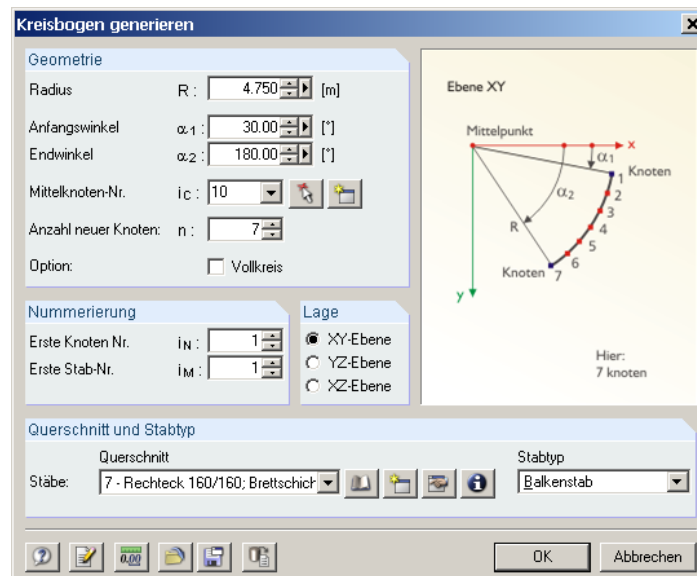
Zunächst ist der *Bogentyp* festzulegen: Kreis, Parabel, Hyperbel oder Kettenlinie. Die Punkte **A** und **B** stellen die beiden Randknoten des Bogens dar, Punkt **C** steuert dessen Anordnung. Mit dem *Stich s* wird der Durchhang festgelegt. Bei einer Kettenlinie legt der *Parameter L* die Länge der Kettenlinie fest. Es besteht eine Interaktion mit den Höhen h_1 , h_2 und h_3 . Der *Parameter* beschreibt die Konstante a in folgender Funktionsgleichung der Kettenkurve:

$$y(x) = a \cdot \cosh\left(\frac{x - v_x}{a}\right) + v_y \quad \text{mit } v_x \text{ bzw. } v_y : \text{ Verschiebungen in } x \text{ bzw. } y$$

Gleichung 11.1

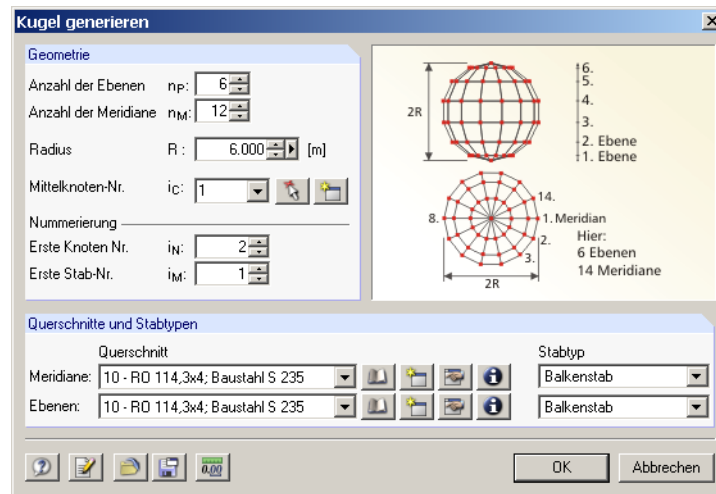
Je größer die Anzahl der Stäbe, desto genauer wird der Bogen als Polygonzug modelliert.

Kreis

Bild 11.128: Dialog *Kreisbogen generieren*

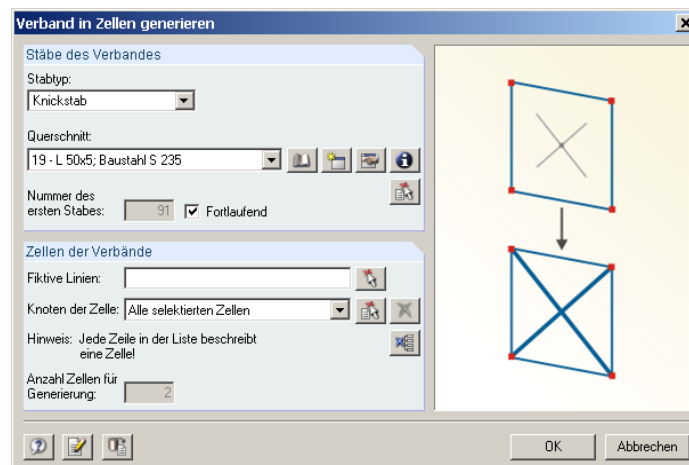
Der *Radius* und die *Winkel* definieren einen Kreisbogen bzw. Vollkreis, der um einen frei wählbaren Mittelpunkt in einer der globalen Ebenen erzeugt wird.

Kugel

Bild 11.129: Dialog *Kugel generieren*

Je größer die Anzahl der *Ebenen* und *Meridiane* gewählt wird, desto runder wird die Kugel. Die Annäherung an die Kugelform wird durch Polygonzüge erreicht, wobei jedes Segment einem Stab entspricht.

Verbände in Zellen

Bild 11.130: Dialog *Verband in Zellen generieren*

Zellen sind durch vier Eckknoten gebildete, allseitig mit Stäben umschlossene Bereiche, die in einer Ebene liegen. Im Dialog werden die Verbandsstäbe und die Zellen angegeben bzw. über [Pick] im grafischen Arbeitsfenster durch Anklicken der Zellenkreuze ausgewählt.

11.5.2 Belastungsgenerierer

RSTAB bietet die Möglichkeit, auf das Tragwerk wirkende Flächenlasten (z. B. Schnee, Wind) in Stablasten umzuwandeln. Zudem lassen sich freie Linienlasten sowie Ummantelungslasten infolge Eis in Stablasten konvertieren.

Die Dialoge zur Generierung von Stablasten sind zugänglich im Menü

Extras → Stablasten generieren.

Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene

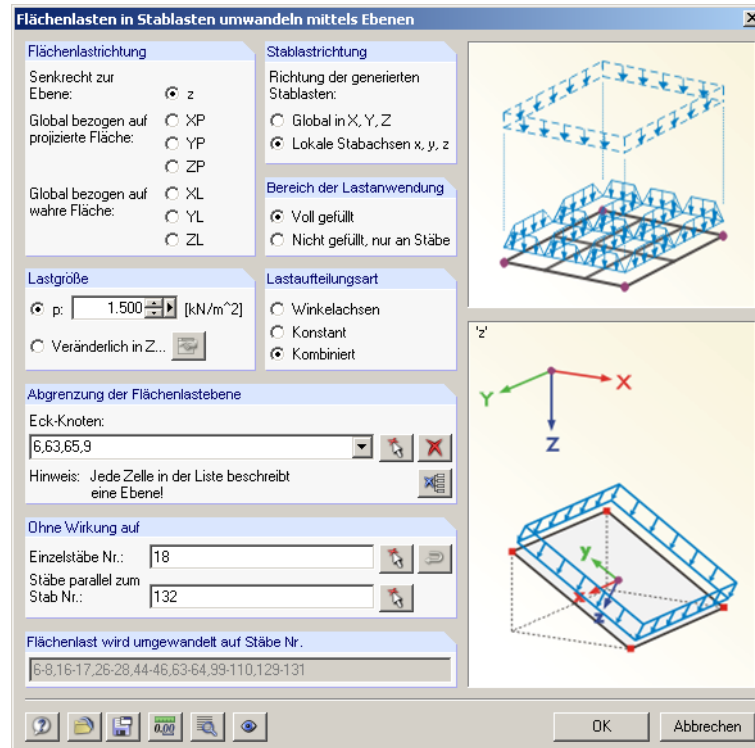
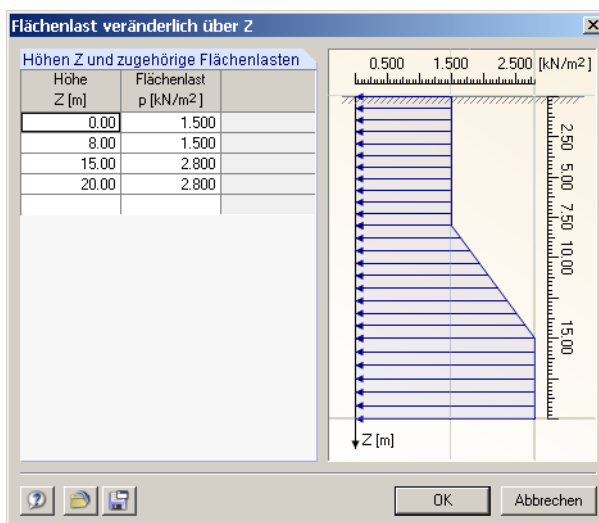


Bild 11.131: Dialog *Flächenlasten in Stablasten umwandeln mittels Ebenen*

Im Abschnitt *Flächenlastrichtung* wird festgelegt, ob die Last senkrecht zur Ebene oder global bezogen auf die wahre bzw. projizierte Fläche wirkt. Die dynamische Grafik rechts unten in diesem Dialog ist hilfreich zur Angabe der Lastrichtung.



Wirkt die Last gleichmäßig auf die Fläche, wird die konstante *Lastgröße* p in das entsprechende Eingabefeld eingetragen. Im Falle von Windlasten, die abhängig von der Höhe über Gelände sind, ist das Auswahlfeld *Veränderlich in Z* zu aktivieren. Es wird die Schaltfläche [Lasten bearbeiten] zugänglich. Diese ruft einen weiteren Dialog auf, in dem die Lastparameter in Abhängigkeit von der Höhe festgelegt werden können.

Bild 11.132: Dialog *Flächenlast veränderlich über Z*

In der linken Spalte werden die Ordinaten der *Höhe Z* definiert, in der rechten Spalte die jeweiligen Werte der *Flächenlast p* zugewiesen. Da die Grafik mit diesen Angaben verknüpft ist, besteht eine visuelle Kontrollmöglichkeit.

Die *Abgrenzung der Flächenlastebene* erfolgt über die Eckknoten der Ebene. Diese Knoten klickt man über [Pick] nacheinander im grafischen Arbeitsfenster an. Dabei wird die Ebene in der Selektionsfarbe gekennzeichnet. Die vollständig eingegebene, geschlossene Ebene erscheint in grüner Farbe. Es sind mindestens drei Knoten für eine Ebene erforderlich. Die Fläche braucht nicht allseitig von Stäben begrenzt sein.

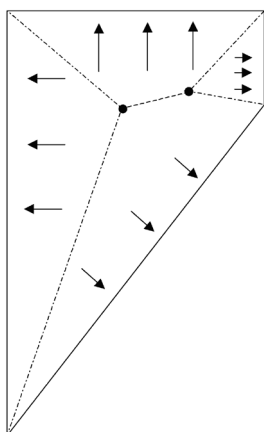
Es können verschiedene Ebenen definiert werden, die dann in der Liste des Eingabefeldes *Eckknoten* erscheinen.

Im Abschnitt *Ohne Wirkung auf* ist es möglich, Stäbe von der Lastabtragung auszuschließen (beispielsweise Pfetten oder Verbände). Die Auswahl erfolgt stabweise oder durch Angabe eines Musterstabes, der parallel zu den lastfreien Stäben ist. Auch hier empfiehlt sich die [Pick]-Funktion zur grafischen Selektion.

Wenn dieser Dialog mehrmals hintereinander aufgerufen wird, kann es sein, dass die zuletzt eingegebenen Ebenen in der Liste *Eckknoten* voreingestellt sind. Damit diese Ebenen nicht unbeabsichtigt doppelte Lasten erhalten, sollte man in diesem Fall die komplette Liste mit der links dargestellten Schaltfläche [Alle Zellen löschen] leeren.

Der *Bereich der Lastanwendung* bietet zwei Auswahlmöglichkeiten. Existiert in der Flächenlastebene zwischen den Stäben eine Fläche (z. B. Wand- oder Dachfläche), die im RSTAB-Modell nicht abgebildet ist, so sollte *Voll gefüllt* gewählt werden. Die auf die ganze Ebene wirkende Flächenlast wird dann anteilig auf die Stäbe umgerechnet. Falls die Konstruktion hingegen ausschließlich aus Stäben besteht (z. B. Gittermast), so sollte die zweite Option *Nicht gefüllt, nur an Stäbe* gewählt werden. Damit wird lediglich die effektive bzw. projizierte Fläche belastet, die die Stäbe besitzen. Die Last wird unter Berücksichtigung der jeweiligen Stablage auf die entsprechenden Angriffsflächen der Stäbe angesetzt.

Im Abschnitt *Lastaufteilungsart* wird festgelegt, wie die Flächenlastanteile den Stäben zugeordnet werden. Das Verfahren der *Winkelachsen* kann für Polygone angewandt werden, die keinen überstumpfen Winkel aufweisen. Es werden die Schnittpunkte der Winkelhalbierenden so miteinander verbunden, dass anteilige Einzugsflächen entstehen (siehe nebenstehende Skizze). Jeder dieser Flächen kann ein Stab zugeordnet werden, der die Belastung aus der entsprechenden Einzugsfläche erhält.



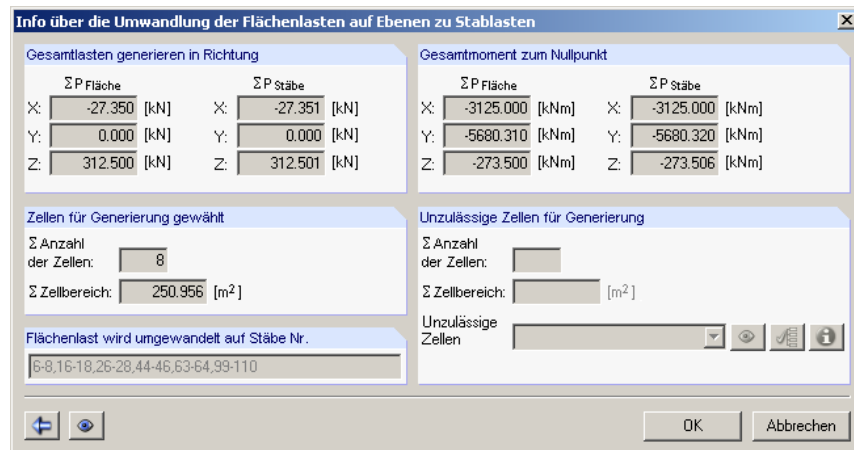
Das Winkelachsenverfahren ist bei Ebenen mit überstumpfen Winkel nicht anwendbar. Derartige Fälle können mit der Lastaufteilungsoption *Konstant* bewältigt werden, bei der die gesamte Flächenlast auf den Umfang der ausgewählten Fläche verteilt wird.

Die Option *Kombiniert* ermittelt die Einzugsflächen für Drei-, Vier- und Vielecke nach Möglichkeit gemäß der Winkelachsenmethode. Ist dies nicht möglich, wird automatisch auf die konstante Lastverteilung umgeschaltet. Die kombinierte Methode ist als Lastaufteilungsart voreingestellt, da der Anwender sich nicht um das geeignete Verfahren kümmern braucht.

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330). Dort kann die Toleranz für die Integration von Knoten in die Lastebene angepasst sowie eine Korrektur der generierten Lasten vorgenommen werden.

Mit der Schaltfläche [Lastkorrekturfaktoren] können die Lasten skaliert werden, die ausgewählten Stäben zugewiesen werden. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog. Mit Lastkorrekturfaktoren kann beispielsweise die Durchlaufwirkung einer Dachschalung auf die Randsparren berücksichtigt werden, um dort reduzierte Stablasten zu generieren.

Nach der Generierung erscheint eine Übersicht mit Informationen zu den Zellen und Lasten.



Info über die Umwandlung der Flächenlasten auf Ebenen zu Stablasten

Gesamtlasten generieren in Richtung		Gesamtmoment zum Nullpunkt	
ΣP Fläche	ΣP Stäbe	ΣP Fläche	ΣP Stäbe
X: -27.350 [kN]	X: -27.351 [kN]	X: -3125.000 [kNm]	X: -3125.000 [kNm]
Y: 0.000 [kN]	Y: 0.000 [kN]	Y: -5680.310 [kNm]	Y: -5680.320 [kNm]
Z: 312.500 [kN]	Z: 312.501 [kN]	Z: -273.500 [kNm]	Z: -273.506 [kNm]

Zellen für Generierung gewählt	Unzulässige Zellen für Generierung
Σ Anzahl der Zellen: 8	Σ Anzahl der Zellen:
Σ Zellbereich: 250.956 [m ²]	Σ Zellbereich: [m ²]

Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.
6-8,16-18,26-28,44-46,63-64,99-110

Unzulässige Zellen: [] [] [] []

[OK] [Abbrechen]

Bild 11.133: Dialog *Info über die Umwandlung der Flächenlasten auf Ebenen zu Stablasten*

Sollten hier unzulässige Zellen ausgewiesen werden, so konnten die Lasten nicht eindeutig zugewiesen werden. Die Schaltfläche [Aktuelle unzulässige Zelle zeigen] hebt die Zelle in der Grafik hervor, [Info] listet sämtliche Ursachen für unzulässige Zellen auf. Oft sind entfernte Kanten (d. h. von der Lastabtragung ausgenommene Randstäbe) der Zelle oder kreuzende, nicht verbundene Stäbe verantwortlich.

Der Abschnitt *Gesamtmoment zum Nullpunkt* bietet die Möglichkeit, die ermittelten Stablasten mit den angesetzten Flächenlasten abzugleichen. Dieser Abgleich erfolgt zum einen über einen Vergleich der Kräfte, zum anderen über ein Momentengleichgewicht. Bei kleinen Differenzen ist über die oben erwähnte Schaltfläche [Einstellungen] im Ausgangsdialog eine Korrektur der generierten Lasten möglich.

Die beiden Schaltflächen links unten im Infofenster sind mit folgenden Funktionen belegt:



Schaltfläche	Beschreibung
	Man gelangt zurück in den Dialog <i>Flächenlasten in Stablasten umwandeln</i> . Dort können die Generierungsparameter modifiziert werden.
	Die Grafik wird aufgerufen, sodass die Ansicht geändert werden kann. Die Rückkehr zum Infofenster erfolgt mit einem Klick der rechten Maustaste oder mit [Esc].

Tabelle 11.13: Schaltflächen im Infofenster zu umgewandelten Stablasten



Stablasten aus Flächenlast mittels Zellen

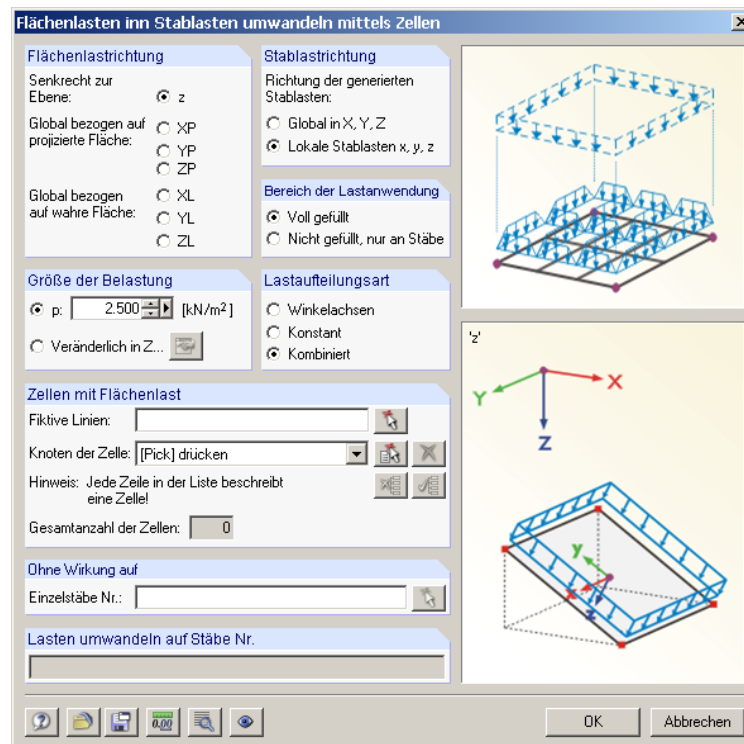


Bild 11.134: Dialog *Flächenlasten in Stablasten umwandeln mittels Zellen*

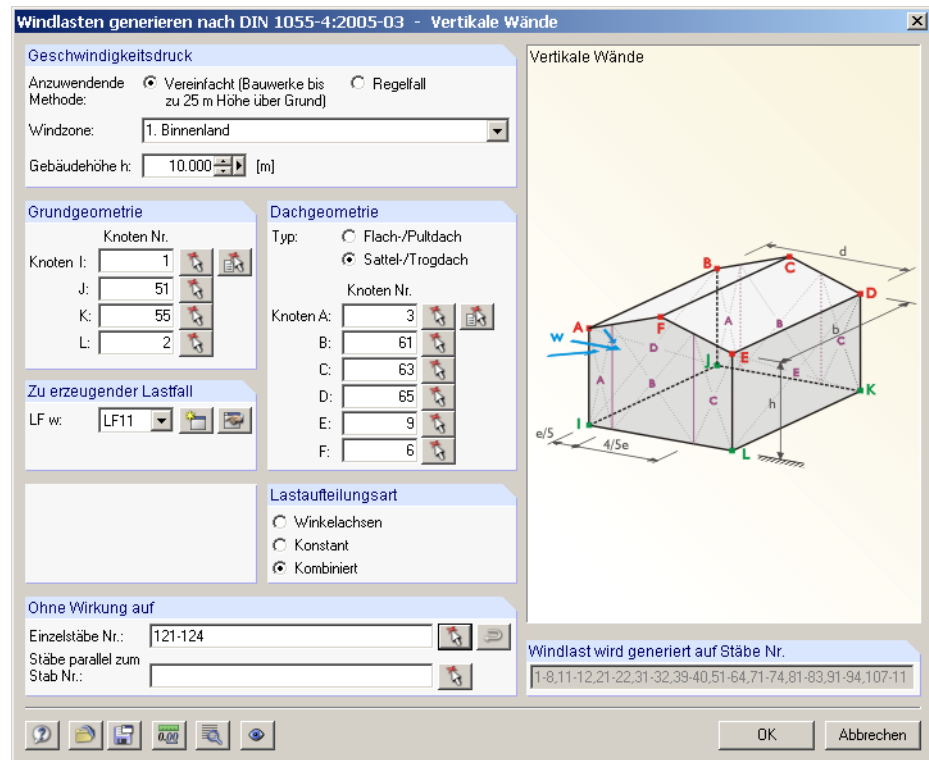
Im Aufbau ist dieser Dialog dem oben beschriebenen *Flächenlastgenerierer mittels Ebenen* ähnlich. RSTAB untersucht bereits beim Aufruf des Dialogs, ob Zellen im Modell vorliegen und stellt diese in der Grafik durch Auskreuzungen dar. Zellen sind durch drei oder mehrere Eckpunkte gebildete, allseitig mit Stäben umschlossene Bereiche in einer Ebene. Somit werden beispielsweise bei Windlasten auf eine Hallenwand mit Stützen keine Zellen erkannt, da die Stäbe zwischen den Fußpunkten fehlen. Für solche Anwendungsfälle können so genannte *Fiktive Linien* grafisch durch Anklicken der Anfangs- und Endknoten definiert werden. Dadurch werden diese Zellen künstlich geschlossen und auch vom Generierer erkannt.

Die *Knoten der Zelle* können über [Pick] in der Grafik nacheinander angeklickt werden. Nach der Generierung erscheint eine informative Übersicht zu Zellen und Lasten (vgl. Bild 11.133).

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330). Dort kann die Toleranz für die Integration von Knoten in die Lastebene angepasst sowie eine Korrektur der generierten Lasten vorgenommen werden.



Windlasten auf vertikale Wände


Bild 11.135: Dialog *Windlasten generieren nach DIN 1055-4 - Vertikale Wände* (Dachgeometrie-Typ *Sattel-/Trogdach*)

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* kann zwischen dem vereinfachten Verfahren und dem Regelfall gewählt werden. Bei der Option *Vereinfacht* wird pauschal der höchste Punkt des Gebäudes – die *Gebäudehöhe h* – für die Ermittlung des Geschwindigkeitsdrucks auf die Wände angenommen. Es erfolgt keine Abstufung. Im *Regelfall* gibt es einen höhenabhängigen Geschwindigkeitsdruck. Die *Windzone* wird aus der Liste ausgewählt.

Die Erfassung der Wände erfolgt über die Eingabe der *Grundgeometrie* (Knoten *I* bis *L* der Grundfläche unten) und der *Dachgeometrie* (Knoten *A* bis *D* bzw. *F* der Dachebenen oben). Bei Dachüberständen müssen die oberen Wandknoten angegeben werden, nicht die Dachknoten. Wie aus dem Dialog hervorgeht, können Windlasten nach DIN 1055-4 für allseitig geschlossene Baukörper mit viereckförmiger Grundfläche generiert werden. Bei der Eingabe der Geometrie ist zu beachten, dass die Startknoten *I* und *A* übereinanderliegen und dass der „Umlaufsinn“ bei der Festlegung von Grund- und Dachfläche einheitlich ist.

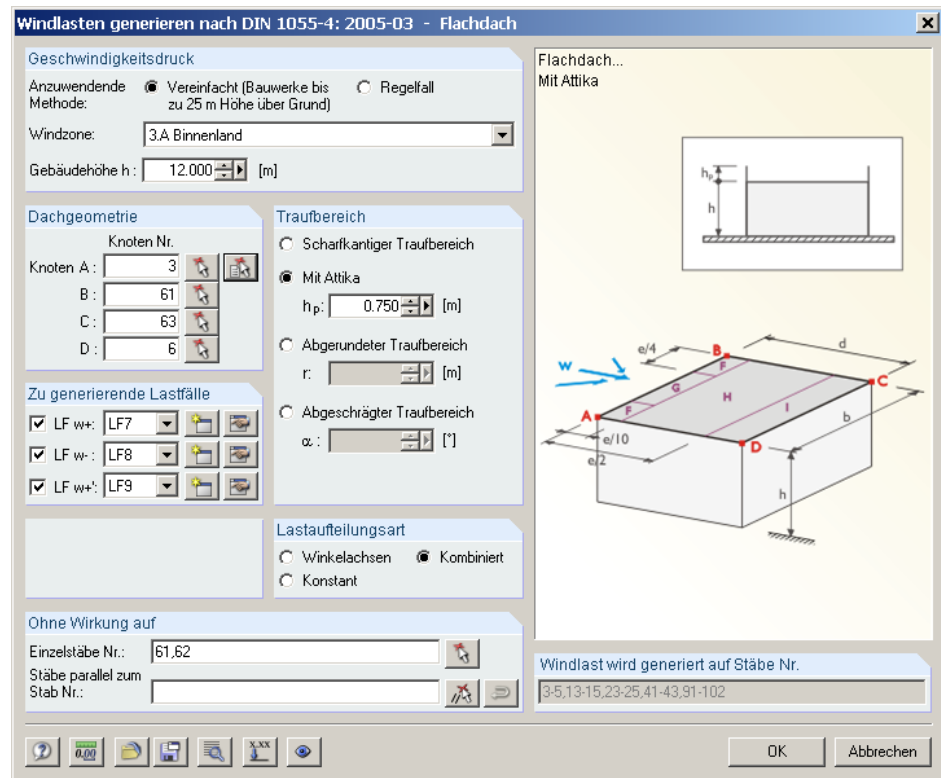
Die Grund- und Dachgeometrie kann über die [Pick]-Funktion festgelegt werden. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Dachknoten *A* und *B* die Windanströmrichtung vorgeben, und zwar rechtwinklig zur Linie *A-B* als Winddruck wirkend (siehe Grafik im Dialog). Die lokalen Stabachsenorientierungen spielen hier keine Rolle.

Im Abschnitt *Zu erzeugender Lastfall* werden die Nummern der Ziel-Lastfälle *w*, *w'* und *w⁺* festgelegt. Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Funktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 erläutert.

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330).

Die Ergebnisse der Windlast-Generierung werden nach [OK] zunächst in einer zusammenfassenden Übersicht präsentiert. Mit der Schaltfläche [Zurück] kann man vor der endgültigen Übernahme zum Dialog zurückkehren, um die Parameter der Lasten zu modifizieren.

Windlasten auf Flachdach


Bild 11.136: Dialog *Windlasten generieren nach DIN 1055-4 - Flachdach*

Die Berechnung der Windlasten erfolgt nach der neuen DIN 1055-4. Von einem Flachdach kann gesprochen werden, wenn die Dachneigung $\alpha < 5^\circ$ ist.

Der Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist im vorherigen Unterkapitel „Windlasten auf vertikale Wände“ erläutert. Die *Gebäudehöhe* h wird hierbei nicht automatisch aus der Grafik abgegriffen, sondern muss explizit in diesem Eingabefeld angegeben werden.

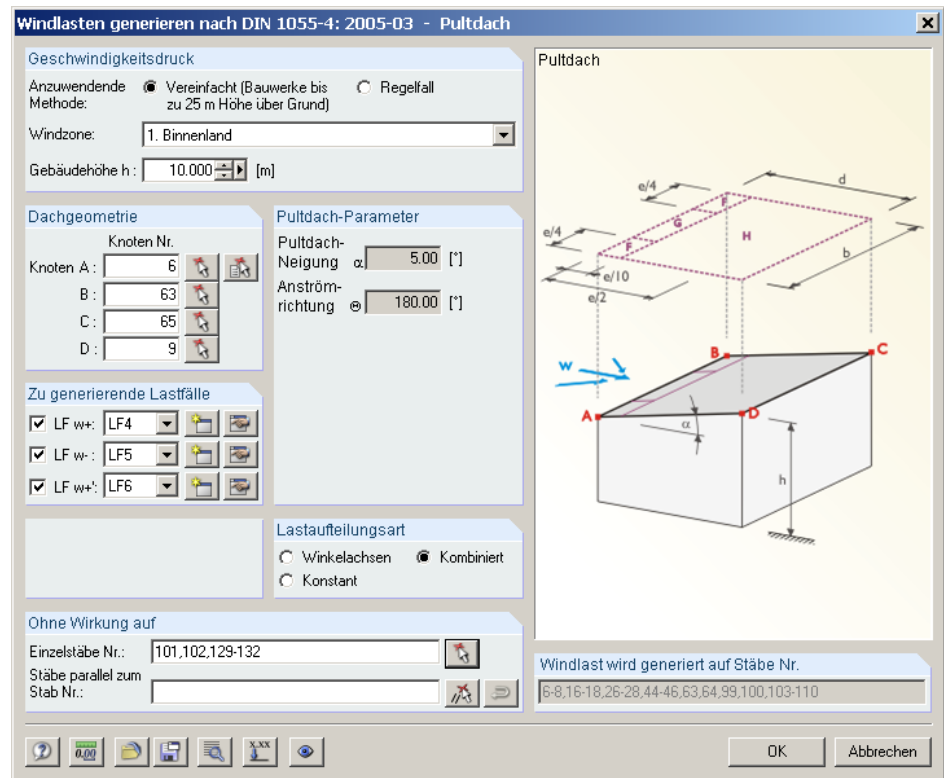
Die *Dachgeometrie* kann über die [Pick]-Funktion festgelegt werden. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Knoten A und B die Windanströmrichtung vorgeben. Diese wird wie in der Grafik des Dialogs dargestellt stets rechtwinklig zur Linie A-B angesetzt.

Wie man der Tabelle 4 der DIN 1055-4 entnehmen kann, müssen für ein Flachdach in Abhängigkeit von der Dachneigung mehrere Lastfälle berücksichtigt werden. Die Drucklasten werden als *LF w+*, die Soglasten als *LF w-* ermittelt.

Der Abschnitt *Traufbereich* ist mit erläuternden Grafiken rechts im Dialog gekoppelt. Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Generierfunktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 beschrieben.

Die Ergebnisse der Windlast-Generierung werden nach [OK] in einer Übersicht für sämtliche Lastfälle präsentiert, ehe die Stablasten in die Lastfälle übertragen werden. Diese Register stellen eine wichtige Kontrollmöglichkeit vor der Umrechnung in Stablasten dar. So kann jeweils bereichsweise der angesetzte Außendruckbeiwert c_p und Außendruck w abgelesen werden. Die Windlasten lassen sich zudem über einen Vergleich der einwirkenden Flächenlasten und der auf die Stäbe umgerechneten Lasten kontrollieren.

Windlasten auf Pultdach

Bild 11.137: Dialog *Windlasten generieren nach DIN 1055-4 - Pultdach*

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* kann zwischen dem vereinfachten Verfahren und dem Regelfall gewählt werden. Bei der Option *Vereinfacht* wird pauschal der höchste Punkt des Gebäudes – die *Gebäudehöhe h* – für die Ermittlung des Geschwindigkeitsdrucks auf die Wände angenommen. Es erfolgt keine Abstufung. Im *Regelfall* gibt es einen höhenabhängigen Geschwindigkeitsdruck. Die *Windzone* wird aus der Liste gewählt.

Die *Gebäudehöhe h* wird nicht automatisch aus der Grafik abgegriffen. Sie muss im Eingabefeld angegeben werden.

Die *Dachgeometrie* lässt sich über die [Pick]-Funktion grafisch bestimmen. Dabei ist zu beachten, dass die Knoten A und B die Windanströmrichtung steuern. Diese wird wie in der Grafik des Dialogs dargestellt stets rechtwinklig zur Linie A-B angesetzt. Die Anströmrichtung Θ kann dann neben der Pultdachneigung α als *Pultdach-Parameter* abgelesen werden.

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330).

Mit der Schaltfläche [Lastkorrekturfaktoren] können die Lasten skaliert werden, die ausgewählten Stäben zugewiesen werden. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog. Mit Lastkorrekturfaktoren kann beispielsweise die Durchlaufwirkung einer Dachschalung auf die Randsparren berücksichtigt werden, um dort reduzierte Stablasten zu generieren.

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Windlast-Generierung zunächst in einer zusammenfassenden Übersicht präsentiert. Die Windlasten können lastfallweise über einen Vergleich der einwirkenden Flächenlasten und der auf die Stäbe umgerechneten Lasten kontrolliert werden. Mit der Schaltfläche [Zurück] gelangt man vor der endgültigen Übernahme wieder in den Ausgangsdialog, um ggf. die Parameter der Lasten zu modifizieren.

Windlasten auf Sattel-/Trogdach

Windlasten generieren nach DIN 1055-4: 2005-03 - Sattel-/Trogdach

Geschwindigkeitsdruck

Anzuwendende Methode: ☒ Vereinfacht (Bauwerke bis zu 25 m Höhe über Grund) ☐ Regelfall

Windzone: 2.A Binnenland

Gebäudehöhe h: 14.000 [m]

Dachgeometrie

Knoten Nr.

Knoten A: 3

B: 61

C: 63

D: 65

E: 9

F: 6

Sattel-/Trogdach-Parameter

Satteldach-Neigung α_1 : 5.00 [°]

α_2 : 5.00 [°]

Anströmrichtung Θ : 0.00 [°]

Zu generierende Lastfälle

☒ LF w+: LF6 ☒ LF w-/-: LF9

☒ LF w-: LF7 ☒ LF w+/-: LF10

☒ LF w+/-: LF8

Lastverteilungsart

☐ Winkelachsen ☒ Kombiniert ☐ Konstant

Ohne Wirkung auf

Einzelstäbe Nr.:

Stäbe parallel zum Stab Nr.: 96

Windlast wird generiert auf Stäbe Nr. 3-8,13-18,23-28,41-46,61-64

OK Abbrechen

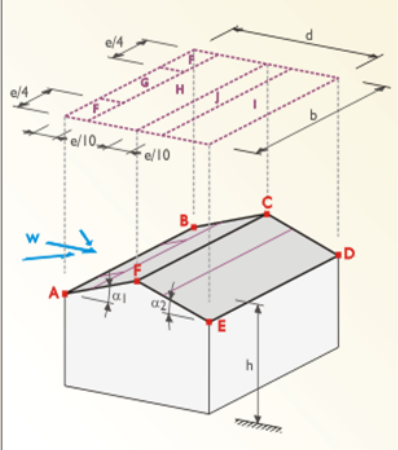


Bild 11.138: Dialog Windlasten generieren nach DIN 1055-4 - Sattel-/Trogdach

Der Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist im vorherigen Unterkapitel „Windlasten auf Pultdach“ erläutert.

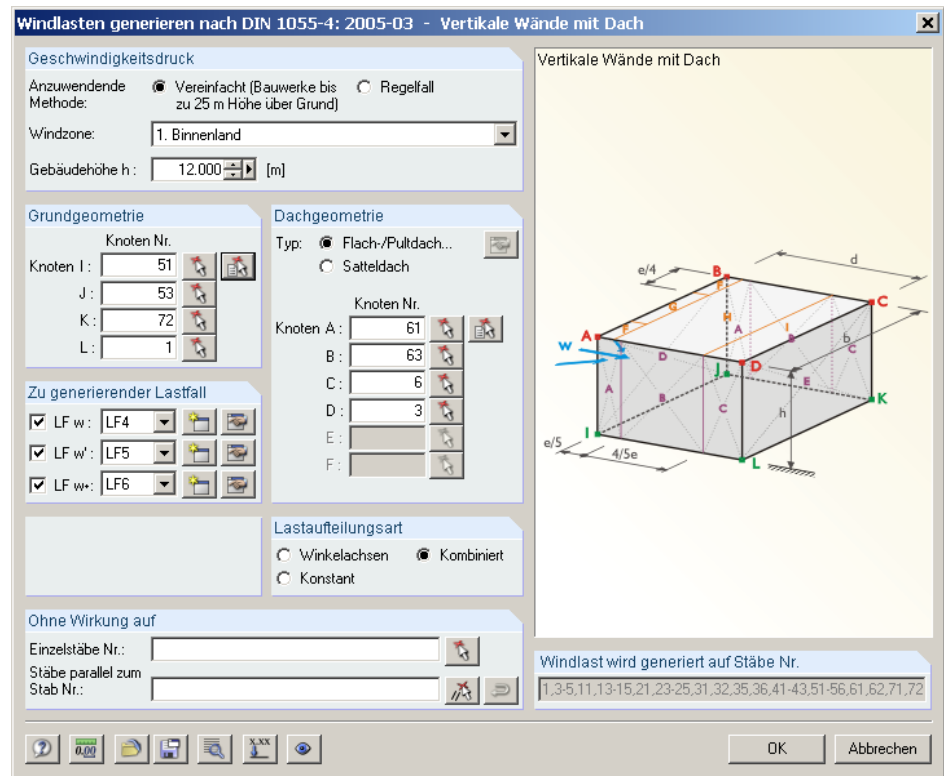
Die *Dachgeometrie* wird über die sechs Knoten A bis F festgelegt. Um die Fläche zu erfassen, wird das Dach entlang seiner Eckknoten umfahren. Auch hier bestimmen die beiden Knoten A und B die Anströmrichtung, die rechtwinklig zur Linie A-B angesetzt wird. Im Abschnitt *Dachparameter* können die Neigungswinkel α_1 und α_2 sowie die Anströmrichtung Θ abgelesen werden.

Im Abschnitt *Zu generierende Lastfälle* werden die Drucklasten als LF w+, die Zuglasten als LF w- für die Generierung festgelegt. Die Kombinationen (d. h. Druck auf einer Dachseite und Sog auf der anderen) werden als LF w-/+ und LF w+/- erfasst.

Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Funktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 erläutert.

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Windlast-Generierung in einer Übersicht zusammengefasst. So können die Windlasten lastfallweise über einen Vergleich der einwirkenden Flächenlasten und der auf die Stäbe umgerechneten Lasten kontrolliert werden. Mit der Schaltfläche [Zurück] erfolgt die Rückkehr in den Ausgangsdialog, um ggf. die Parameter zur Lastgenerierung zu ändern.

Windlasten auf vertikale Wände mit Dach


Bild 11.139: Dialog *Windlasten generieren nach DIN 1055-4 - Vertikale Wände mit Dach*

Der Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist bei der Funktion „Windlasten auf Pultdach“ auf Seite 324 erläutert.

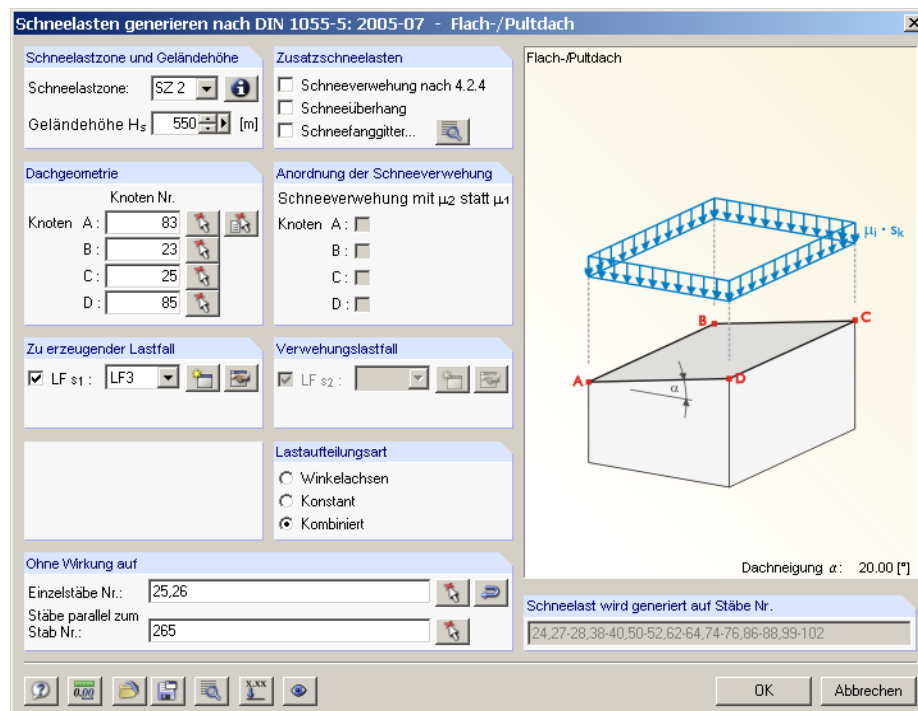
Die *Grundgeometrie* wird über die vier Knoten *I* bis *L* festgelegt. Um die *Dachgeometrie* zu erfassen, werden die Eckknoten *A* bis *D* (bzw. *F*) des Dachs ausgewählt. Die beiden Knoten *A* und *B* legen die Anströmrichtung fest, die rechtwinklig zur Linie *A-B* angenommen wird.

Im Abschnitt *Zu erzeugender Lastfall* werden die Nummern der Ziel-Lastfälle *w*, *w'* und *w⁺* festgelegt. Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Funktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 erläutert.

Mit der Schaltfläche [Lastkorrekturfaktoren] können die Lasten skaliert werden, die ausgewählten Stäben zugewiesen werden. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog.

Die Ergebnisse der Windlast-Generierung werden nach [OK] in einer Übersicht zusammengefasst. So können die Windlasten über einen Vergleich der einwirkenden Flächenlasten und der auf die Stäbe umgerechneten Lasten kontrolliert werden. Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr in den Ausgangsdialog, um ggf. die Parameter zur Lastgenerierung anzupassen.

Schneelasten auf Flach-/Pulldach


Bild 11.140: Dialog *Schneelasten generieren nach DIN 1055-5 - Flach-/Pulldach*

Flach- und Pulldächer werden in diesem Dialog gemeinsam verwaltet. Die Formbeiwerte für flache und einseitig geneigte Dächer nach DIN 1055-5 werden entsprechend berücksichtigt.

Im Abschnitt *Schneelastzone und Geländehöhe* werden die Schneelastzone SZ gemäß Bild 1 der DIN 1055-5 sowie die Geländehöhe H_s über dem Meeresspiegel festgelegt. Aus diesen Vorgaben wird der charakteristische Wert der Schneelast auf dem Boden s_k ermittelt.

Die *Dachgeometrie* lässt sich grafisch über die [Pick]-Funktion festlegen, indem man die Eckknoten des Flach- bzw. Pulldachs im grafischen Arbeitsfenster nacheinander anklickt. Die Ebene wird in der Selektionsfarbe gekennzeichnet, das vollständig eingegebene Dach grün dargestellt. Die Dachfläche muss nicht allseitig von Stäben begrenzt sein.

Die drei Kontrollfelder im Abschnitt *Zusatzschneelasten* steuern, ob weitere Schneelasten berücksichtigt werden sollen:

- Schneeanhäufungen durch Windverwehung
- Schneeüberhang an der Traufe
- Schneelasten auf Schneefanggitter

Falls eine Zusatzlast infolge des Schneefanggitters wirkt, wird diese in einem bestimmten Abstand von der Traufe erzeugt. Dieser wird über die Schaltfläche [Bearbeiten] festgelegt.

Die *Anordnung der Schneeverwehung* wird über die Randknoten der Dachfläche bestimmt.

In den Abschnitten *Zu erzeugender Lastfall* und *Verwehungslastfall* werden die Lastfallnummern für die Generierung festgelegt.

Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Generierfunktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 erläutert.

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330).



Mit der Schaltfläche [Lastkorrekturfaktoren] können die Lasten skaliert werden, die ausgewählten Stäben zugewiesen werden. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog. Mit Lastkorrekturfaktoren kann beispielsweise die Durchlaufwirkung einer Dachschalung auf die Randsparren berücksichtigt werden, um dort reduzierte Stablasten zu generieren.



Nach [OK] werden die Ergebnisse der Schneelast-Generierung in einer zusammenfassenden Übersicht präsentiert. Die Lasten können über einen Vergleich der einwirkenden Flächenlasten und der auf die Stäbe umgerechneten Lasten kontrolliert werden. Mit [Zurück] gelangt man wieder in den Ausgangsdialog, um ggf. die Generierungsparameter anzupassen.

Schneelasten auf Satteldach

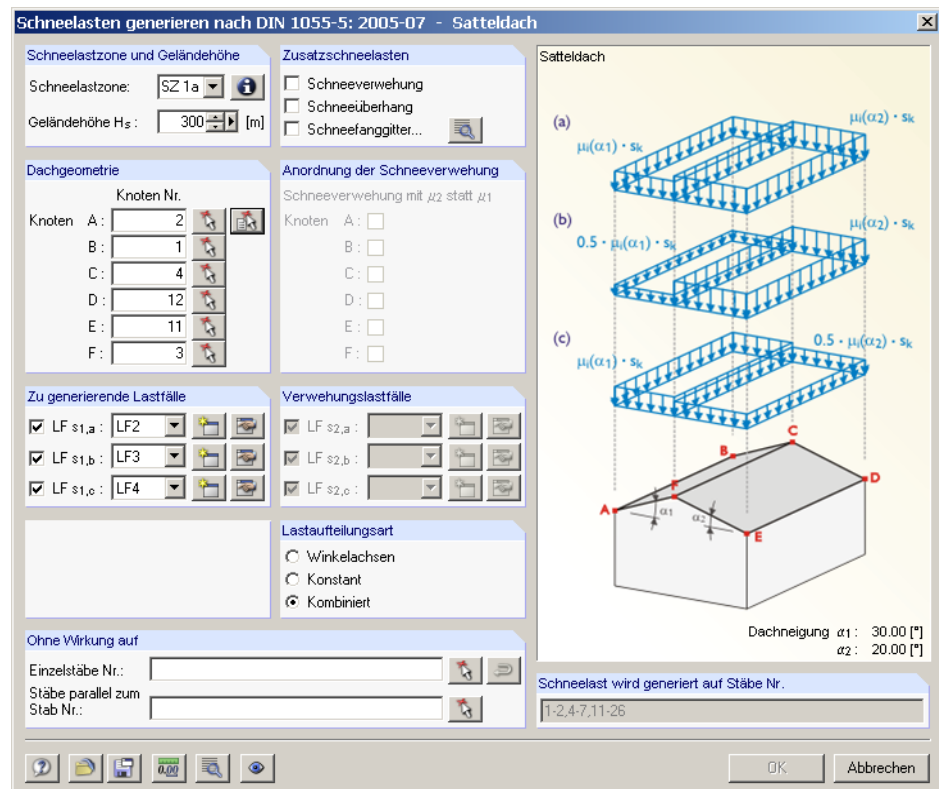


Bild 11.141: Dialog *Schneelasten generieren nach DIN 1055-5 - Satteldach*

Im Abschnitt *Schneelastzone und Geländehöhe* werden die Schneelastzone SZ gemäß Bild 1 der DIN 1055-5 sowie die Geländehöhe H_s über dem Meeresspiegel festgelegt.



Die *Dachgeometrie* kann grafisch über die [Pick]-Funktion festgelegt werden, indem man die Eckknoten der Dachfläche im Arbeitsfenster nacheinander anklickt.

Die drei Kontrollfelder im Abschnitt *Zusatzschneelasten* steuern, ob weitere Schneelasten berücksichtigt werden sollen:

- Schneeanhäufungen durch Windverwehung
- Schneeüberhang an der Traufe
- Schneelasten auf Schneefanggitter



Der Schneefanggitterabstand kann über die Schaltfläche [Bearbeiten] festgelegt werden.

Die *Anordnung der Schneeverwehung* wird über die Randknoten der Dachfläche bestimmt.

In den Abschnitten *Zu erzeugende Lastfälle* und *Verwehungslastfälle* werden die Lastfallnummern für die Generierung festgelegt. Die Alternativlastfälle entstehen, wenn Zusatzschneelasten berücksichtigt werden (siehe Bild 4 der DIN 1055-5).

Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Generierfunktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 erläutert.

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330).

Mit der Schaltfläche [Lastkorrekturfaktoren] können die Lasten skaliert werden, die ausgewählten Stäben zugewiesen werden. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog.

Nach [OK] erscheint eine zusammenfassende Übersicht. Mit [Zurück] kehrt man ggf. vor der endgültigen Übernahme zum Dialog zurück, um die Parameter der Lasten zu modifizieren.

Stablasten aus freier Linienlast

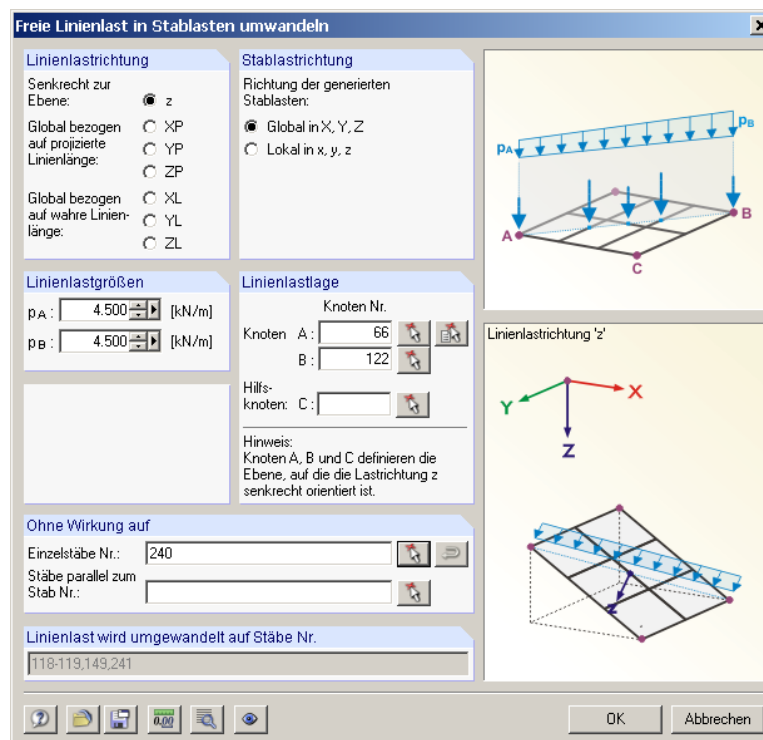


Bild 11.142: Dialog *Freie Linienlast in Stablasten umwandeln*

Dieser Lastgenerierer erzeugt Stablasten aus einer freien Linienlast, die beispielsweise quer über einem Trägerrost verläuft. Die *Linienlastlage* lässt sich grafisch durch die Auswahl des Anfangs- und Endknotens bestimmen. Verläuft die Linienlastrichtung senkrecht zur Ebene, ist zusätzlich die Angabe eines Hilfsknotens erforderlich, der die Ebene eindeutig festlegt.

Zur korrekten Lastzuweisung sind Angaben zur *Linienlast-* und *Stablastrichtung* erforderlich. Die *Linienlastgrößen* können konstant oder linear veränderlich sein.

Der Abschnitt *Ohne Wirkung auf* ist bei der Funktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf Seite 318 erläutert.

Die Schaltfläche [Einstellungen] ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.144, Seite 330).

Nach [OK] erscheint eine zusammenfassende Übersicht. Mit [Zurück] kehrt man ggf. vor der endgültigen Übernahme zum Dialog zurück, um die Parameter der Lasten zu modifizieren.

Die generierten Stablasten werden in der Tabelle 2.2 *Stablasten* als punktuelle Lasten aufgelistet. Der Kommentar „Aus Linienlast...“ weist darauf hin, dass es sich um generierte Lasten handelt. Um diese einzeln in der Tabelle modifizieren zu können, ist die generierte Last zunächst zu trennen. Diese Funktion ist über das Kontextmenü eines Lastvektors zugänglich.



Stablasten aus Ummantelung

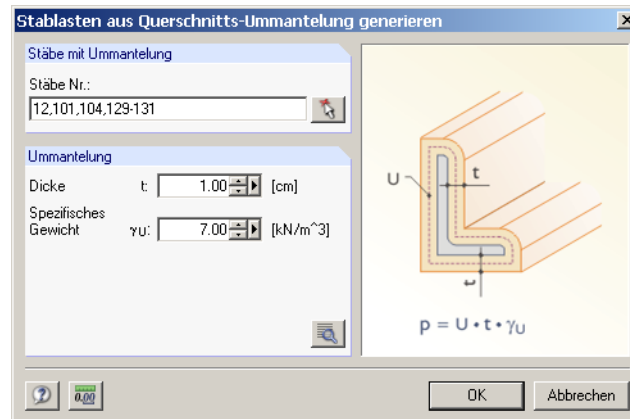


Bild 11.143: Dialog *Stablasten aus Querschnittsummantelung generieren*



Die *Stäbe mit Ummantelung* werden angegeben oder über [Pick] grafisch ausgewählt. Die *Ummantelung* wird durch die Angabe einer Dicke und des spezifischen Gewichts festgelegt.



Mit der Schaltfläche [Details] können die Ummantelungsflächen A_U der ausgewählten Stabquerschnitte kontrolliert werden, die zur Ermittlung von Eislasten angesetzt werden. Diese sind wie in der Dialoggrafik gezeigt auf die Mittellinien der Eislast bezogen. Damit werden die Lasten auch bei kleinen Profilen korrekt erfasst, die viele Kanten aufweisen.

Einstellungen für Lastgenerierung

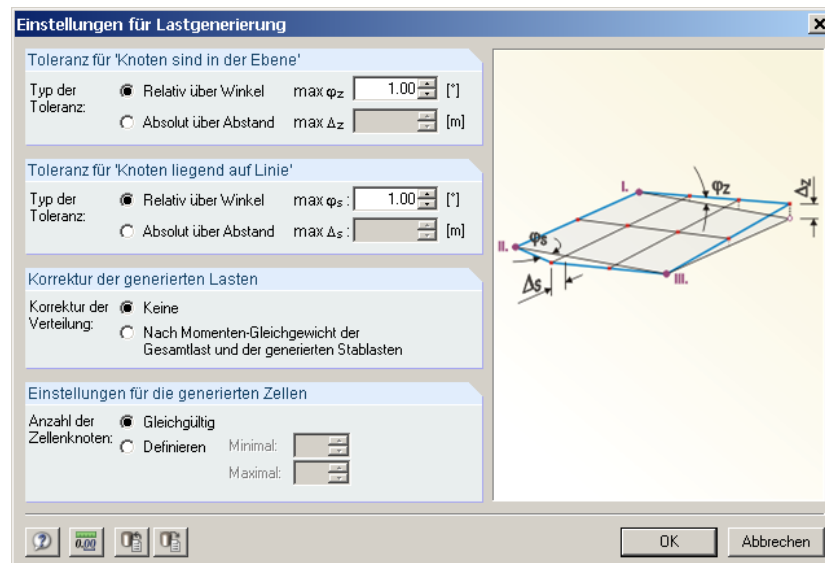


Bild 11.144: Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung*

Die in diesem Dialog getroffenen Einstellungen haben global für alle Stablastengenerierer Gültigkeit. Als *Typ der Toleranz*, ob die Knoten einer *Ebene* bzw. *Linie* zugehörig bewertet werden, sind Vorgaben über einen *Winkel* oder einen *Abstand* möglich. Liegen die Knoten innerhalb dieser Schranken, werden die Zellen erkannt und die Stablasten generiert.

Der Abschnitt *Korrektur der generierten Lasten* ermöglicht einen Abgleich zwischen den ermittelten Stablasten und den tatsächlich vorhandenen Flächenlasten. Die Kontrollsummen werden in den Dialogen ausgewiesen, die nach der Lastgenerierung vor der endgültigen Umwandlung in Stablasten angezeigt werden (vgl. Bild 11.133, Seite 320). Der interne Abgleich erfolgt über einen Vergleich der Kräfte und der Momente. Bei geringen Differenzen

kann hier eine Korrektur der Verteilung nach dem *Momenten-Gleichgewicht* angewiesen werden. Dabei wird das Momentengleichgewicht um den Ursprung der Struktur überprüft.

Der Abschnitt *Einstellungen für die generierten Zellen* ermöglicht es, Ober- und Untergrenzen für Knoten festzulegen, die die programmseitige Zellenerkennung steuern. Dadurch kann bei komplexen Strukturmodellen eine eindeutige Zuweisung der Lasten erfolgen. Es sind mindestens drei Knoten pro Zelle erforderlich.

Generierte Lasten nachträglich ändern

Nach dem Bestätigen eines Generiererdialogs werden die generierten Lasten den entsprechenden Belastungstabellen bzw. Navigatoreinträgen zugewiesen. Die Eingangsparameter gehen jedoch nicht verloren. Im *Daten-Navigator* erscheint der Zusatzeintrag *Generierte Lasten* (vgl. Bild 7.22, Seite 172). Damit bleiben die ursprünglichen Dialoge als spezifische Belastungsobjekte für Änderungen zugänglich. Ein Doppelklick auf einen dieser Einträge oder auf eine generierte Last im Arbeitsfenster ruft den Ausgangsdialog erneut auf. Dort lassen sich die Parameter anpassen.

Um die generierten Lasten als isolierte Lastobjekte weiter behandeln zu können, müssen diese Lasten zunächst aus dem Gesamtkonzept herausgelöst und in ihre Komponenten aufgetrennt werden. Dies ist über das Last-Kontextmenü möglich, das mit einem Klick der rechten Maustaste auf eine generierte Last aufgerufen wird.

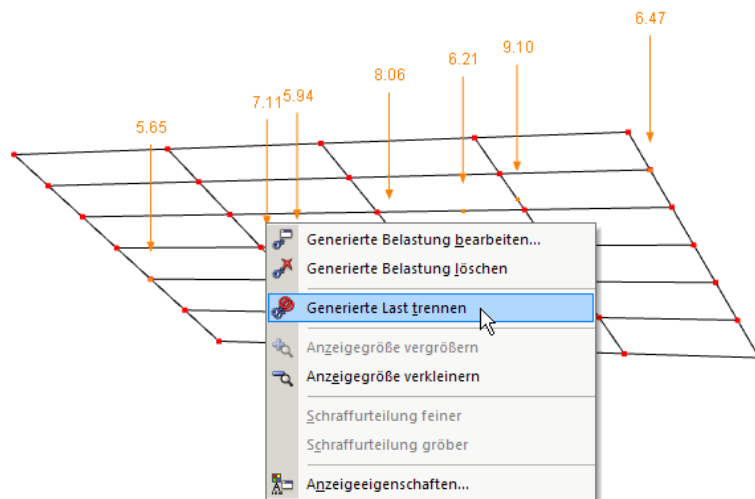


Bild 11.145: Kontextmenü generierter Lasten

Alternativ wird das Kontextmenü der generierten Lasten im *Daten-Navigator* benutzt.

11.6 Allgemeine Funktionen

In diesem Kapitel werden Programmfunktionen beschrieben, die für die allgemeine Nutzung bedeutsam sind oder die in vielen Dialogen verwendet werden können.

11.6.1 Anzeigeeigenschaften

In den Anzeigeeigenschaften wird festgelegt, **wie** ein grafisches Objekt auf dem Bildschirm und im Ausdruck dargestellt wird. **Ob** ein Objekt dargestellt wird, kann im *Zeigen-Navigator* festgelegt werden (siehe Kapitel 4.4.3, Seite 64).



Der Dialog zur Anpassung der grafischen Anzeige kann aufgerufen werden über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten.

Alternativ kann jedes grafische Objekt mit der rechten Maustaste angeklickt werden. Mit dem Kontextmenüeintrag *Anzeigeeigenschaften* werden dann die Anzeigeparameter des gewählten Objekts direkt aufgerufen.

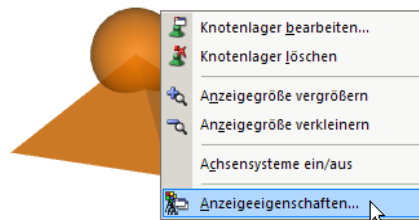


Bild 11.146: Kontextmenü eines Knotenlagers

Es erscheint folgender Dialog.

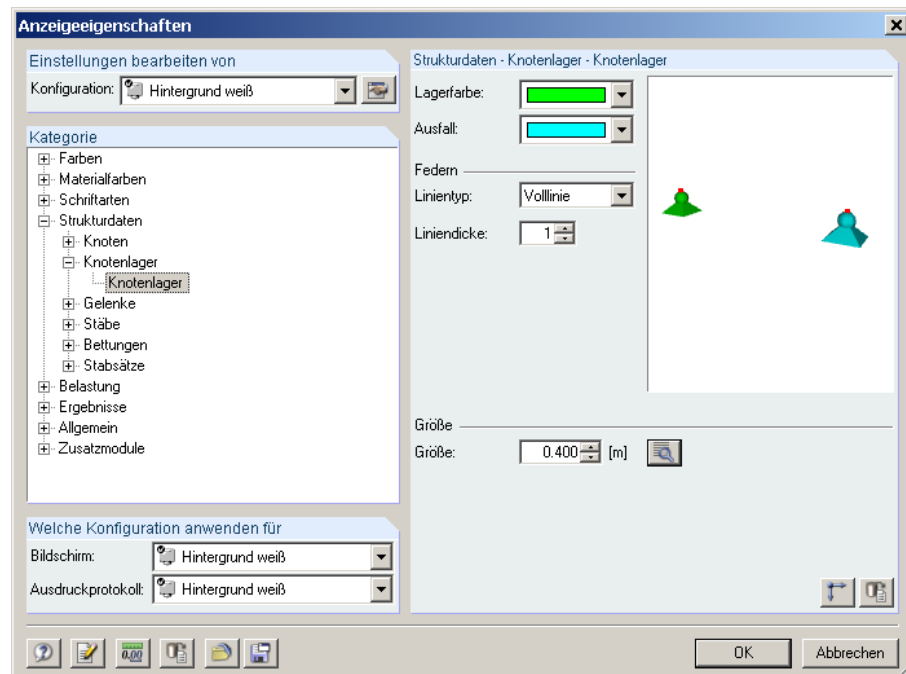


Bild 11.147: Dialog *Anzeigeeigenschaften* (Knotenlager)



Die Einstellungen für die Anzeige auf dem Bildschirm und für die Ausgabe auf dem Drucker können getrennt verwaltet werden. Dies bedeutet, dass Anpassungen für die Monitorgrafik (z. B. Größe der Lagersymbole für *Hintergrund schwarz*) auch für den Ausdruck mit der Konfiguration *Hintergrund weiß* vorzunehmen sind, damit die aktuelle Grafik passend gedruckt wird.



Im Abschnitt *Einstellungen bearbeiten* wird in der Liste das Profil ausgewählt, dessen Eigenschaften man bearbeiten möchte. Über die Schaltfläche [Konfigurationen] lassen sich Profile anlegen, bearbeiten, löschen und importieren. Mit diesen Konfigurationsoptionen kann z. B. für jeden verwendeten Drucker ein spezifischer Satz von Eigenschaften angelegt werden.

Der untere Abschnitt *Aktuelle Konfiguration* steuert, welches Profil für die Bildschirmdarstellung und welches für die Druckausgabe verwendet werden soll.

Der zentrale Abschnitt *Kategorie* listet in einer explorerartigen Baumstruktur alle grafischen Objekte auf. Wird hier ein Element markiert, können rechts davon dessen Anzeigeparameter eingestellt werden (Farbe, Liniendarstellung, Größe in der Grafik, Art und Anordnung der Nummerierung, Größe des Lastvektors etc.)



Bei manchen Objekten stehen zusätzlich [Details]-Schaltflächen zur Verfügung.

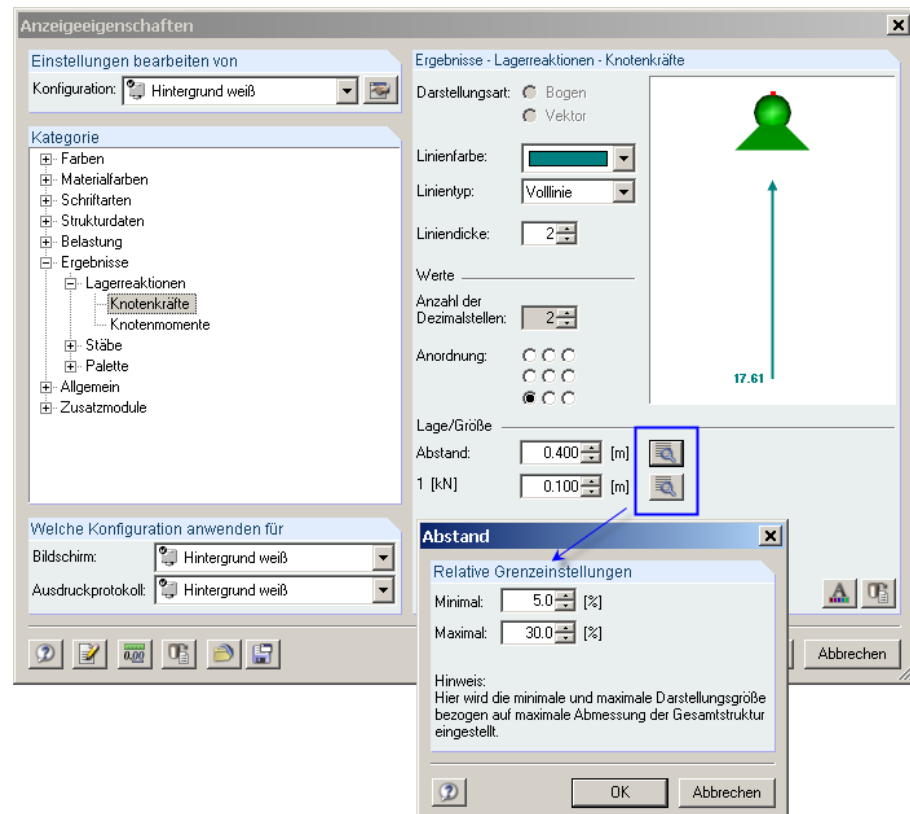


Bild 11.148: Dialog *Abstand*

Damit wird ein weiterer Dialog geöffnet, in dem der Abstand oder die Größe des Objekts für die Darstellung auf die Abmessungen der Gesamtstruktur skaliert werden können.

11.6.2 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Dezimalstellen werden für RSTAB und für sämtliche Zusatzmodule zentral verwaltet.

Einheiten und Dezimalstellen anpassen

Die Einstellung der Einheiten und Nachkommastellen ist in vielen Dialogen direkt über die links dargestellte Schaltfläche möglich. Alternativ benutzt man das Menü

Bearbeiten → Einheiten und Dezimalstellen.

Es erscheint folgender Dialog.

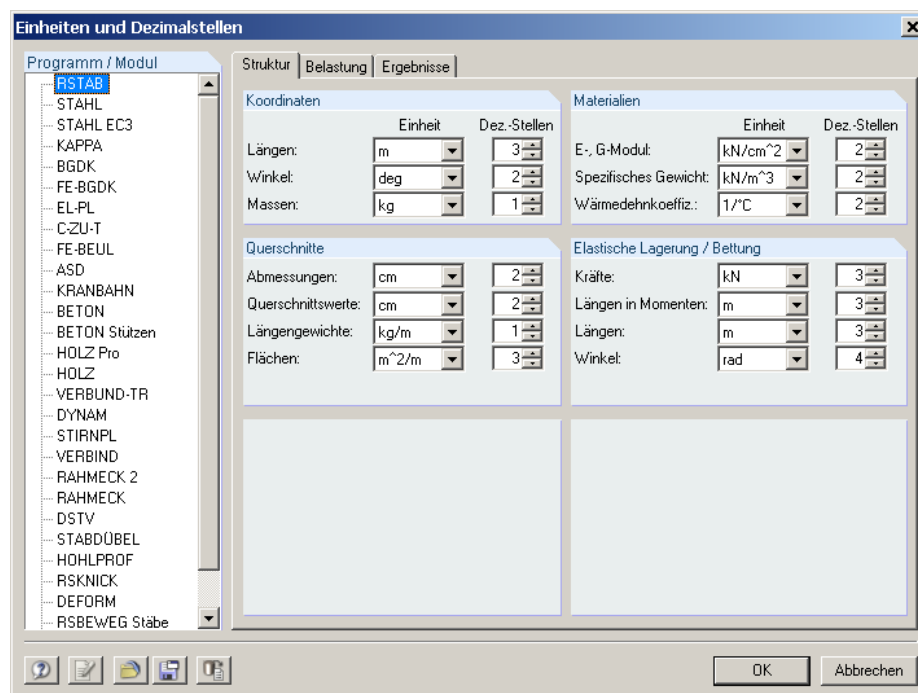


Bild 11.149: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*

Die Einstellungen für Einheiten und Nachkommastellen können während der Arbeit an einer Position beliebig geändert werden. Alle Zahlenwerte werden umgerechnet oder angepasst.

Im Abschnitt *Programm / Modul* wird zunächst in der Liste das Modul ausgewählt, dessen Einheiten oder Dezimalstellen angepasst werden sollen. Die rechte Seite dieses Dialogs verändert sich je nach Auswahl.

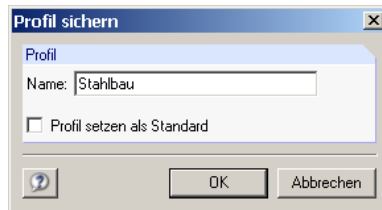
Für einige Module wird die rechte Seite in mehrere Register unterteilt. Die gewünschten Einheiten und Nachkommastellen können jeweils separat in den Listen eingestellt werden.

Wurde dieser Dialog aus einem anderen Dialog heraus aufgerufen, so sind die relevanten Einheiten und Dezimalstellen rechts mit einem roten Dreieck gekennzeichnet.

Einheiten als Benutzerprofil speichern und einlesen

Die Einstellungen des Dialogs *Einheiten und Dezimalstellen* können unter einem Namen gespeichert und in anderen Positionen wieder verwendet werden. Mit diesen Funktionen sind beispielsweise separate Einheitenprofile für Stahl- und Stahlbetonpositionen möglich.

Mit der links dargestellten Schaltfläche wird ein neuer Dialog aufgerufen, in dem ein *Name* für das Benutzerprofil anzugeben ist.

Bild 11.150: Dialog *Profil sichern*

Soll dieses Profil als Voreinstellung für neue Positionen verwendet werden, ist das Kontrollfeld *Profil setzen als Standard* zu aktivieren.



Ein Benutzerprofil kann über die links dargestellte Schaltfläche wieder eingelesen werden. Es wird ein Dialog geöffnet, in dem verschiedene Profile in einer Liste zur Auswahl stehen. Ein metrisches und ein imperiales Einheitenprofil sind hier als Voreinstellungen enthalten.

11.6.3 Kommentare

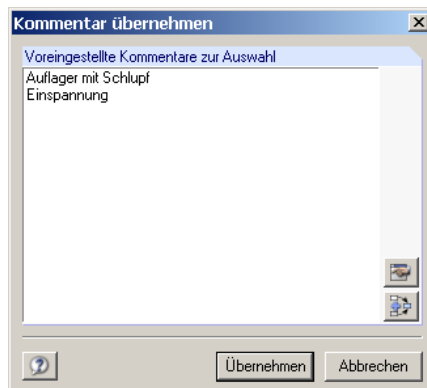
Dieses Kapitel behandelt die Kommentarfelder in den Dialogen und Tabellen. Die Kommentare, die man grafisch einfügen kann, sind im Kapitel 11.2.13 auf Seite 277 beschrieben.

Kommentare verwenden



In die Kommentarfelder können beliebige Texte eingegeben werden. Mit der Schaltfläche [Kommentar übernehmen] ist es auch möglich, auf vorgefertigte Textbausteine zurückzugreifen. Diese werden positionsübergreifend gespeichert.

Es wird ein Dialog angezeigt, der bereits abgespeicherte Textbausteine enthält.

Bild 11.151: Dialog *Kommentar übernehmen*

Die Liste *Voreingestellte Kommentare zur Auswahl* enthält alle Kommentare, die zur Kategorie passen. Mit der Schaltfläche [Übernehmen] wird ein selektierter Kommentar in das Kommentarfeld des Dialogs eingefügt und kann dort weiter bearbeitet werden. Wenn im Kommentarfeld bereits ein Text vorhanden ist, wird dieser überschrieben.



Soll der Kommentar zu einem vorhandenen Text im Kommentarfeld hinzugefügt werden, ist die links dargestellte Schaltfläche zu benutzen.

Kommentare erstellen und verwalten



Im Dialog *Kommentar übernehmen* (Bild 11.151) können neue Textbausteine über die links gezeigte Schaltfläche angelegt werden. Alternativ benutzt man das Register *Kommentare* im Dialog *Programmooptionen*, in dem alle Kommentare verwaltet sind. Dieser Dialog ist zugänglich über Menü

Optionen → Programmooptionen



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

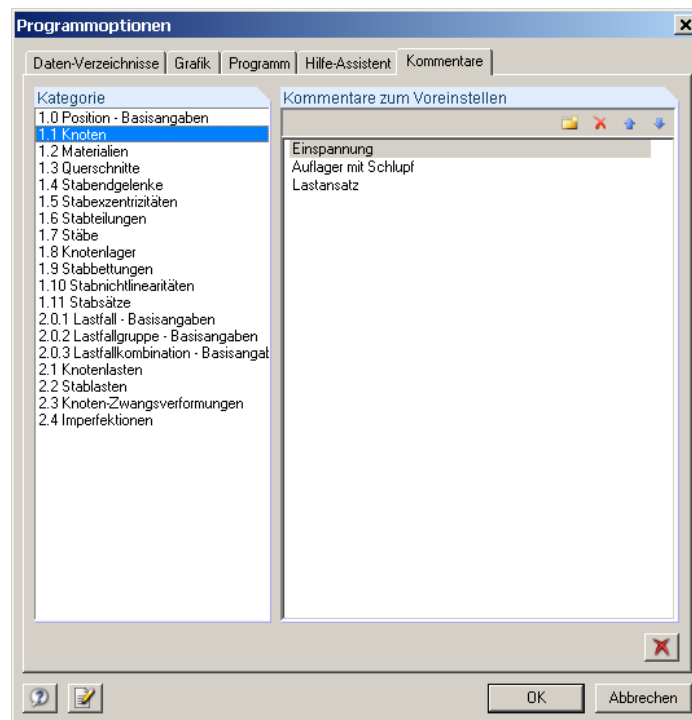


Bild 11.152: Dialog *Programmooptionen*, Register *Kommentare*

Im Abschnitt *Kategorie* wird ausgewählt, welcher Gruppe der Kommentartext zugeordnet werden soll.

Im Abschnitt *Kommentare zum Voreinstellen* stehen vier Schaltflächen zur Verfügung, die mit folgenden Funktionen belegt sind:





Schaltfläche	Beschreibung
	Ein neuer Kommentar wird angelegt. In der Liste ist der Text einzugeben.
	Der in der Liste selektierte Kommentar wird gelöscht.
	Der selektierte Kommentar wird in der Reihenfolge nach oben verschoben.
	Der selektierte Kommentar wird nach unten verschoben.

Tabelle 11.14: Schaltflächen im Dialog *Programmooptionen*



Bei der speziellen Selektion (siehe Kapitel 11.1.2, Seite 249) besteht die Möglichkeit, auch nach diesen benutzerdefinierten Kommentaren zu filtern.

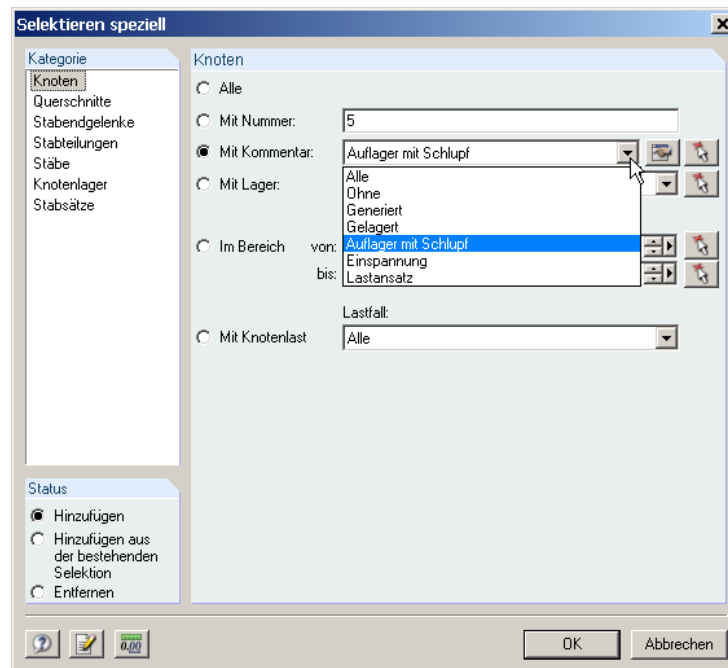


Bild 11.153: Dialog *Selektieren speziell*

11.6.4 Messfunktion

Zur Überprüfung der Eingabe können Abstände und Winkel gemessen werden. Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Messen.

Es stehen drei Messfunktionen zur Auswahl:

- Abstand von zwei Knoten
- Winkel zwischen drei Knoten
- Winkel zwischen zwei Stäben

Die maßbestimmenden Objekte werden nacheinander in der Grafik angeklickt. Das Ergebnis wird anschließend mit allen Details angezeigt.

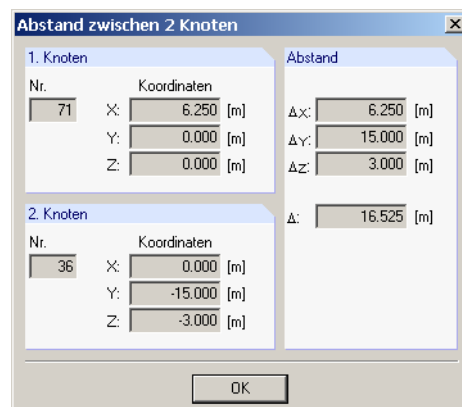


Bild 11.154: Dialog *Abstand zwischen zwei Knoten*

11.6.5 Suchfunktion



Um bestimmte Objekte in der Grafik zu finden, können zum einen die Tabellen genutzt werden. Mit einem Mausklick in die gewünschte Tabellenzeile wird das betreffende Objekt in der grafischen Arbeitsfläche farbig hervorgehoben. Voraussetzung ist, dass die Synchronisation der Selektion aktiviert ist (siehe Kapitel 11.3.4, Seite 295). Mit dieser Methode kann man bei kleineren Strukturen schnell Objekte in der Grafik lokalisieren.



Zum anderen steht in RSTAB auch eine gezielte Suchfunktion zur Verfügung, die für größere Modelle zu empfehlen ist. Sie wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → Finden mittels Nummer.

Es erscheint folgender Dialog.

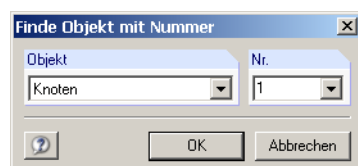
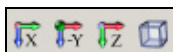


Bild 11.155: Dialog *Finde Objekt mit Nummer*

Im Abschnitt *Objekt* wird in der Liste ausgewählt, ob nach einem Knoten, Stab oder Stabsatz gesucht werden soll. Die *Nr.* des Objekts kann dann entweder direkt in das Eingabefeld eingetragen oder ebenfalls der Liste entnommen werden.

Nach [OK] wird das gesuchte Objekt mit einem dicken Pfeil in der Grafik gekennzeichnet. Dieser Pfeil wird auch noch angezeigt, wenn man den Bereich um das Objekt durch Zoomen oder Drehen passend einstellt. Erst ein Klick in die Arbeitsfläche blendet ihn wieder aus.

11.6.6 Standpunkt und Sichtwinkel



RSTAB bietet die Standardansichten [in X], [entgegen Y], [in Z] sowie [Isometrische Ansicht], die über die links gezeigten Schaltflächen gewählt werden können. Falls diese Ansichten mitsamt der Rotieroption, die die Greifhand mit gedrückter [Strg]-Taste bietet, nicht zur gewünschten Darstellung führen, sind erweiterte Möglichkeiten in einem Dialog verfügbar.

Der Dialog *Standpunkt bearbeiten* wird aufgerufen über Menü

Ansicht → Standpunkt.

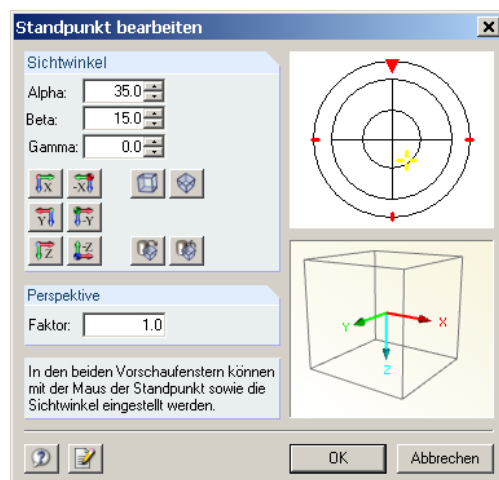


Bild 11.156: Dialog *Standpunkt bearbeiten*

Durch Klicken und Ziehen mit der Maus lassen sich in den beiden Vorschau fenstern rechts Standpunkt und Sichtwinkel einstellen. Zudem kann der Faktor der *Perspektive* angepasst werden.

11.6.7 Schwerpunktermittlung

Um die Schwerpunktkoordinaten des Gesamtmodells zu ermitteln, ist zunächst ein Selektionsfenster über die komplette Struktur aufzuziehen. Ein Klick mit der rechten Maustaste auf ein selektiertes Objekt aktiviert das links dargestellte Kontextmenü.

Über den Kontextmenü-Eintrag *Schwerpunkt und Infos* wird eine Bilanz der selektierten Objekte aufgerufen.

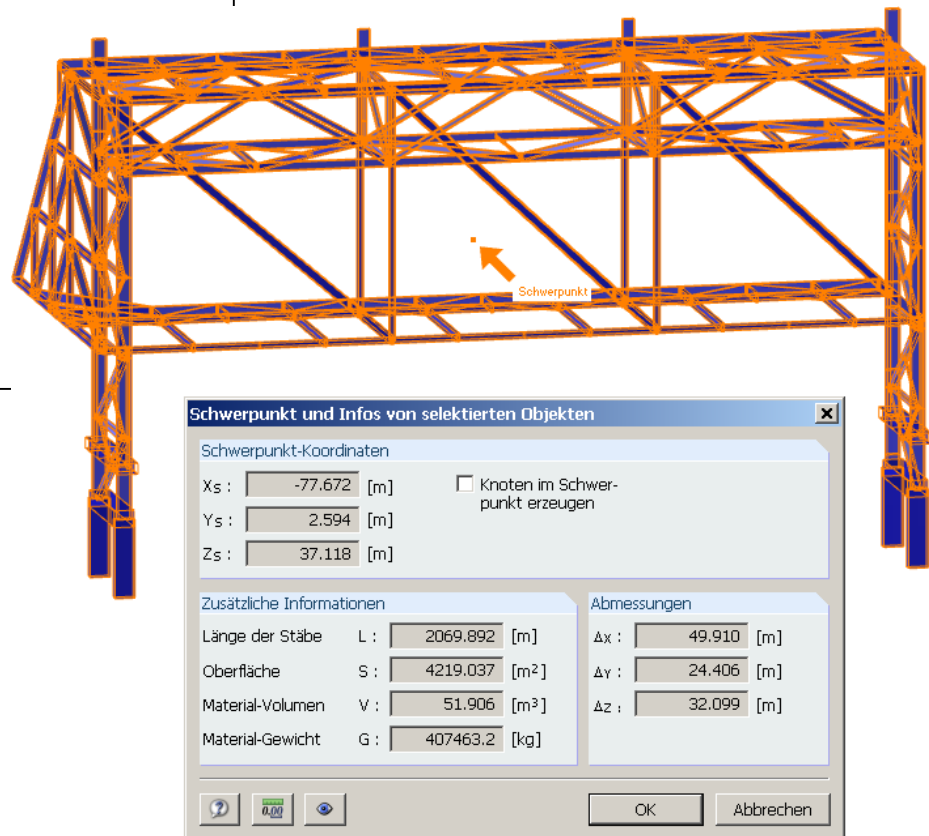


Bild 11.157: Dialog *Schwerpunkt und Infos von selektierten Objekten*

Im Info-Dialog werden die *Schwerpunkt-Koordinaten* angegeben. Der Schwerpunkt wird im Arbeitsfenster mit einem dicken Pfeil gekennzeichnet. Optional lässt sich an dieser Stelle ein Knoten erzeugen.

Neben den globalen *Abmessungen* der selektierten Objekte werden folgende *Zusätzliche Informationen* angezeigt:

- Länge aller Stäbe
- Oberfläche der sichtbaren Flächen aller Objekte
- Nettovolumen
- Gesamtmasse

Mit dieser Funktion lassen sich auch beliebige Gruppen selektierter Objekte erfassen.

12. Dateiverwaltung

Dieses Kapitel beschreibt, wie Daten mit dem Projektmanager organisiert und wie wiederkehrende Strukturkomponenten als Blöcke verwaltet werden. Zudem werden die in RSTAB integrierten Schnittstellen zu anderen Programmen vorgestellt, die zum Import und Export von Daten genutzt werden können.

12.1 Projektmanager

In statischen Berechnungen ist ein Projekt meistens in mehrere Positionen untergliedert. Der programminterne *Projektmanager* unterstützt Sie bei der Aufgabe, die Daten der Dlubal-Anwendungen zu organisieren.

Der Projektmanager kann als eigenständige Anwendung im Hintergrund geöffnet bleiben, während in RSTAB gearbeitet wird.

Der Projektmanager wird über das Menü **Datei** → **Projektmanager** oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste aufgerufen.

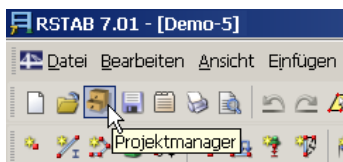


Bild 12.1: Schaltfläche *Projektmanager* in der Symbolleiste

Auch aus dem *Basisangaben*-Dialog jeder Position ist der Projektmanager zugänglich.

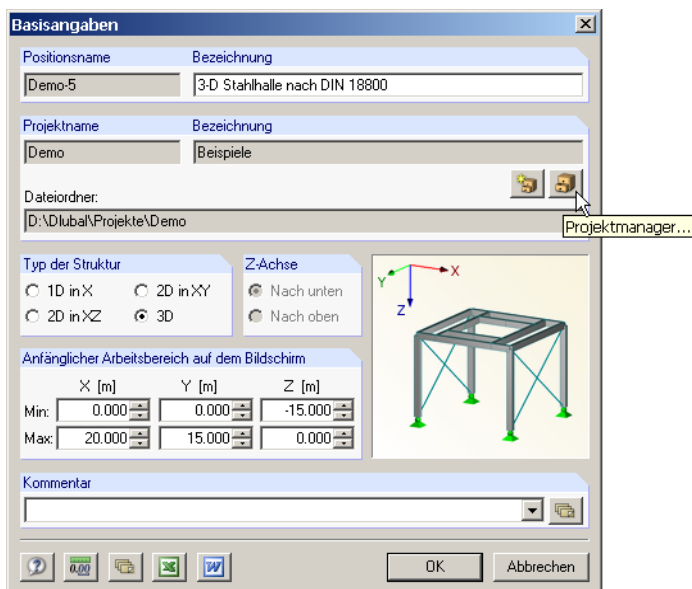


Bild 12.2: Schaltfläche *Projektmanager* im Dialog *Basisangaben*

Nach dem Aufruf erscheint das dreigeteilte Fenster des Projektmanagers. Dieses Fenster hat ein eigenes Menü und eine eigene Symbolleiste.

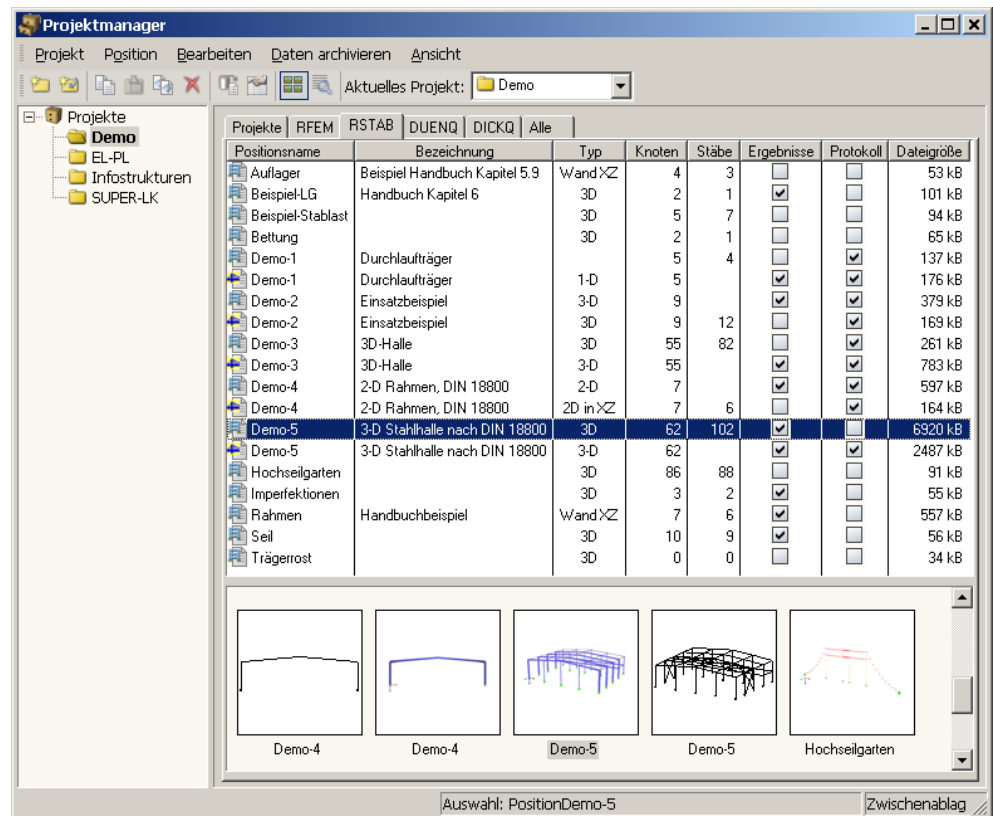


Bild 12.3: Projektmanager

Projekte-Navigator

Links wird ein Navigator mit der Liste aller vorhandenen Projekte dargestellt. Das aktuelle Projekt ist fett hervorgehoben. Ein anderes Projekt kann man direkt per Doppelklick oder über die Liste *Aktuelles Projekt* in der Symbolleiste als aktuell setzen. Auf der rechten Seite erscheint eine tabellarische Auflistung aller im selektierten Projekt enthaltenen Positionen.

Tabelle der Positionen

Die Positionen sind über diverse Register nach Dlubal-Anwendungen geordnet. Alle RSTAB-Positionen des selektierten Projektes werden im Register *RSTAB* gelistet. Es werden jeweils neben dem *Positionenname* und der *Bezeichnung* wichtige Strukturinformationen sowie die Namen des Erstellers und des Bearbeiters angegeben. Die darzustellenden Spalten können über Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten** oder die zugeordnete Schaltfläche angepasst werden (siehe Seite 351).

Positionsbilder

Unter der Positionsliste befindet sich eine grafische Übersicht aller im Projekt enthaltenen Positionen. Diese Vorschaugrafiken sind interaktiv mit der Liste oberhalb.



12.1.1 Projekt neu anlegen



Ein neues Projekt wird angelegt mit

- dem Projektmanager-Menü **Projekt** → **Neu**
- der Schaltfläche [Neues Projekt] in der Symbolleiste.

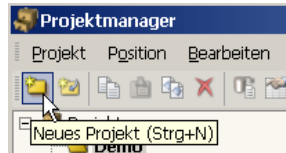


Bild 12.4: Schaltfläche *Neues Projekt*



Im folgenden Dialog sind der *Name* des Projekts und der *Dateiordner* festzulegen, in dem die Positionen gespeichert werden sollen. Nutzen Sie die [Suchen]-Schaltfläche, um den Verzeichnispfad einzustellen. Optional kann eine *Bezeichnung* als kurze Projektbeschreibung ergänzt werden.

Im Projektmanager besteht auch die Möglichkeit, Unterprojekte anzulegen. Wählt man in der Liste *Projekt platzieren unter* ein bereits vorhandenes Projekt aus, wird das neue Projekt im Navigator als Unterprojekt dieses Projekts geführt. Falls dies nicht gewünscht ist, so ist in der Liste der übergeordnete Eintrag *Projekte* zu wählen.

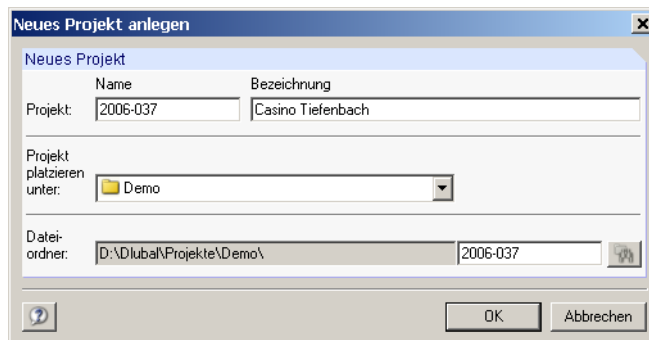


Bild 12.5: Dialog *Neues Projekt anlegen*

Nach [OK] wird ein neuer Dateiordner mit dem Projektnamen auf der Festplatte oder auf einem Netzlaufwerk angelegt.

Die *Bezeichnung* des Projekts erscheint in der Kopfzeile des Ausdruckprotokolls. Sie hat sonst keine weitere Bedeutung.

12.1.2 Vorhandenen Dateiordner verknüpfen



Ein Ordner, der bereits RSTAB-Strukturen enthält, kann als Projekt eingebunden werden mit

- dem Projektmanager-Menü **Projekt** → **Mit Dateiordner verknüpfen**
- der Schaltfläche [Projekt mit Dateiordner verknüpfen] in der Symbolleiste.

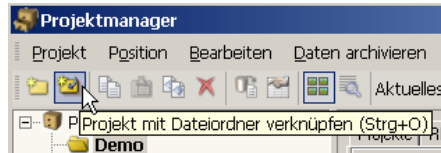


Bild 12.6: Schaltfläche *Projekt mit Dateiordner verknüpfen*

Es spielt keine Rolle, in welchem Ordner der Festplatte oder des Netzlaufwerks sich das betreffende Projekt befindet. Es wird nur in die programminterne Verwaltung aufgenommen, jedoch am Standort belassen – vergleichbar einer Verknüpfung auf dem Desktop. Die Informationen werden in der ASCII-Datei **PRO.DLP** im Ordner **..\Dlubal\ProMan** gespeichert.



Es öffnet sich ein Dialog, der nach dem gleichen Konzept wie oben im Bild 12.5 gezeigt aufgebaut ist. Tragen Sie *Name* und *Bezeichnung* des Projekts ein und stellen mit [Suchen] den Pfad für den zu verknüpfenden *Dateiordner* ein. Ist hier ein bestimmtes Projekt vorgegeben, muss sich der zu verknüpfende Dateiordner im Verzeichnis dieses Projekts befinden. Er wird dann als Unterprojekt verwaltet. Wenn jedoch der Dateiordner im Navigator des Projektmanagers als eigenständiges Projekt erscheinen soll, wählen Sie in der Liste *Projekt platzieren unter* den übergeordneten Eintrag *Projekte*.

12.1.3 Dateiordner trennen

Die Einbindung eines Ordners in die Projektverwaltung wird wieder aufgehoben mit dem

- Menü **Projekt** → **Verknüpfung mit Dateiordner trennen** (das Projekt ist vorher zu selektieren)
- Kontextmenü des Projekts im Navigator.

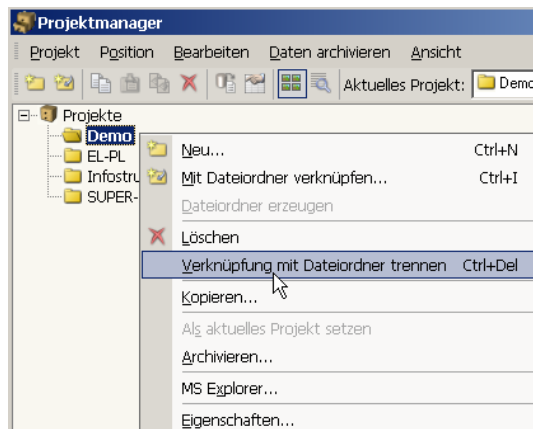


Bild 12.7: Kontextmenü *Projekt*



Das Projekt wird aus der internen Verwaltung entfernt, der Ordner auf der Festplatte und sein Inhalt bleiben unverändert erhalten.

12.1.4 Projekt löschen



Man kann ein Projekt löschen mit

- dem Projektmanager-Menü **Projekt** → **Löschen** (das Projekt muss selektiert sein)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü des Projekts im Navigator.

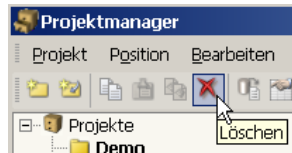


Bild 12.8: Schaltfläche *Projekt löschen*

Der Ordner auf der Festplatte wird mitsamt Inhalt gelöscht.

Sollten sich in diesem Ordner auch Dateien aus anderen Programmen befinden, so werden nur die Dateien der Dlubal-Anwendungen gelöscht und der Ordner bleibt erhalten.

Versehentlich gelöschte Positionen und Projekte lassen sich restaurieren über Menü

Bearbeiten → **Aus dem Dlubal-Papierkorb wiederherstellen**.

Es erscheint ein Dialog, in dem alle gelöschten Positionen nach Projekten aufgelistet sind.

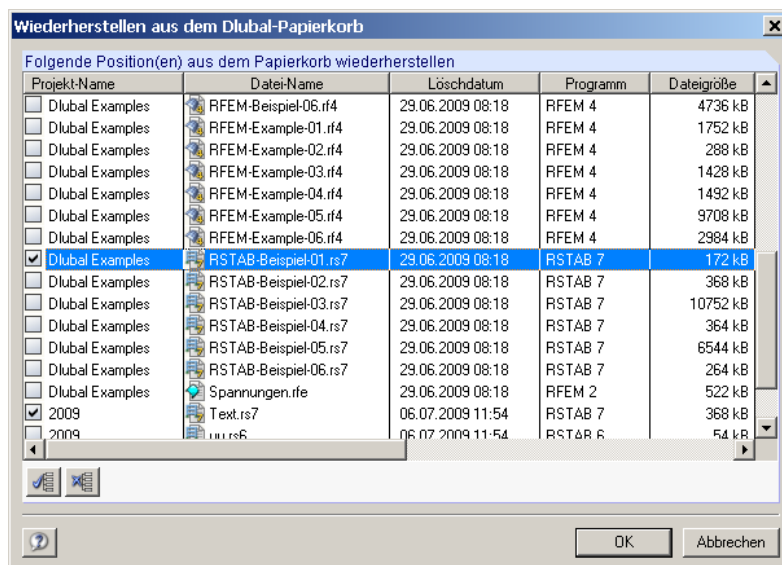


Bild 12.9: Dialog *Wiederherstellen aus dem Dlubal-Papierkorb*

Wählen Sie die Positionen, die Sie wiederherstellen möchten, per Mausklick aus. Nach [OK] werden die gelöschten Strukturen wieder in die ursprünglichen Projektordner eingefügt.

Die Einstellungen für den Dlubal-Papierkorb sind zugänglich über das Projektmanager-Menü

Bearbeiten → **Einstellungen für Dlubal-Papierkorb**.

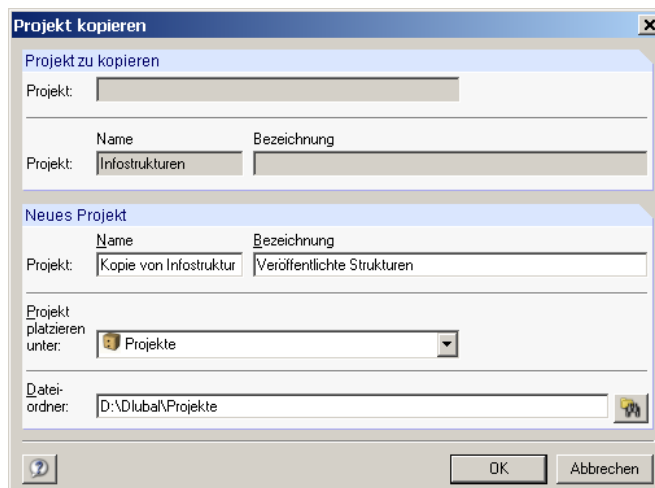
In einem Dialog werden die Vorgaben zu Speicherort und Programmhinweisen verwaltet.

Bild 12.10: Dialog *Einstellungen für Dlubal-Papierkorb*

12.1.5 Projekt kopieren

Ein Projekt kann kopiert werden über das

- Projektmanager-Menü **Projekt** → **Kopieren** (das Projekt muss selektiert sein)
- Kontextmenü des Projekts im Navigator (vgl. Bild 12.7, Seite 343).

Bild 12.11: Dialog *Projekt kopieren*

Geben Sie *Name*, *Bezeichnung* und den Ort des neuen Projekts im Projektmanager an und legen den *Dateiordner* fest, der beim Kopieren erstellt wird.

Alternativ wird das Projekt mit dem Windows-Explorer kopiert. Der neue Ordner lässt sich dann als verknüpfter Dateiordner in die interne Verwaltung des Projektmanagers einbinden (vgl. Kapitel 12.1.2, Seite 343).

12.1.6 Projektbezeichnung ändern

Die Bezeichnung eines Projektes kann nachträglich geändert werden über

- Projektmanager-Menü **Projekt** → **Eigenschaften** (das Projekt muss selektiert sein)
- das Kontextmenü des Projekts im Navigator.

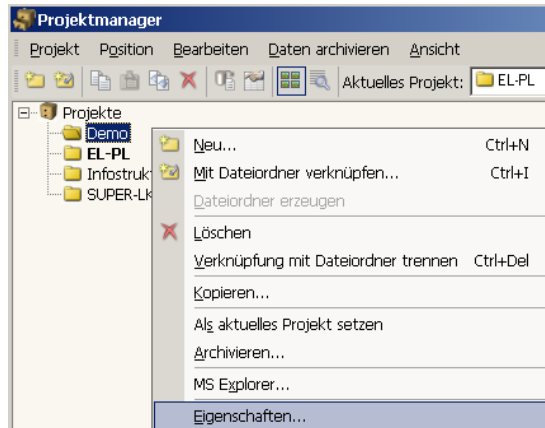


Bild 12.12: Kontextmenü eines Projekts

Im folgenden Dialog können der Projekt-*Name* und die *Bezeichnung* geändert werden. Zudem wird der *Dateiordner* angezeigt, in dem sich das Projekt auf der Festplatte befindet.

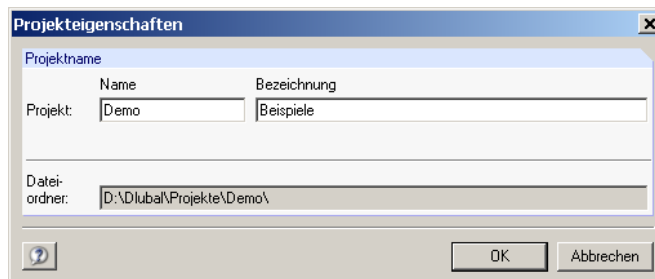
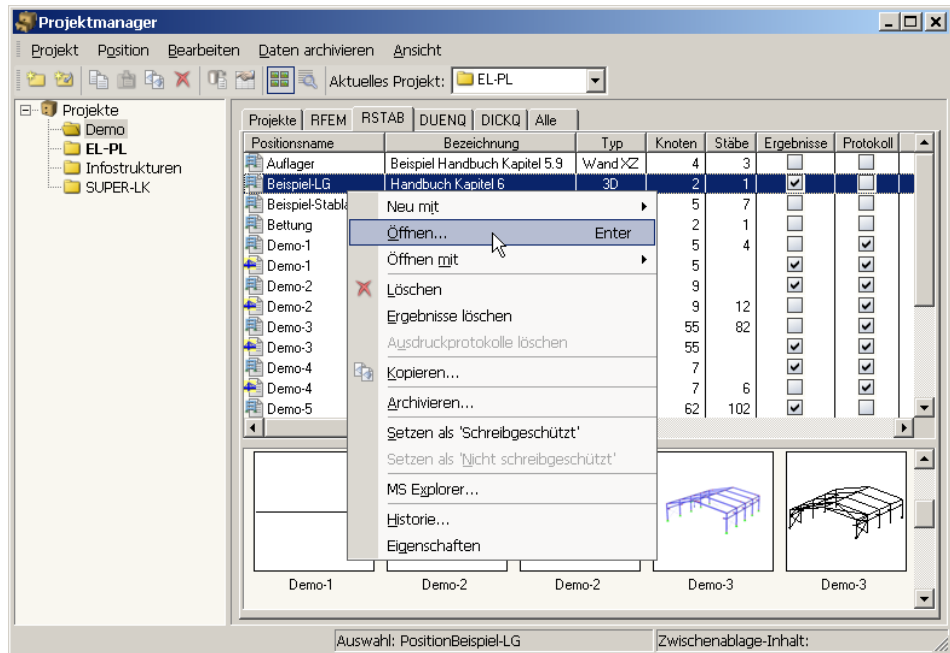


Bild 12.13: Dialog *Projekteigenschaften*

12.1.7 Position öffnen

Eine Position kann aus dem Projektmanager geöffnet werden durch

- einen Doppelklick
- Menü **Position** → **Öffnen** (die Position muss selektiert sein)
- das Kontextmenü der Position (siehe Bild 12.14).

Bild 12.14: Kontextmenü *Position*

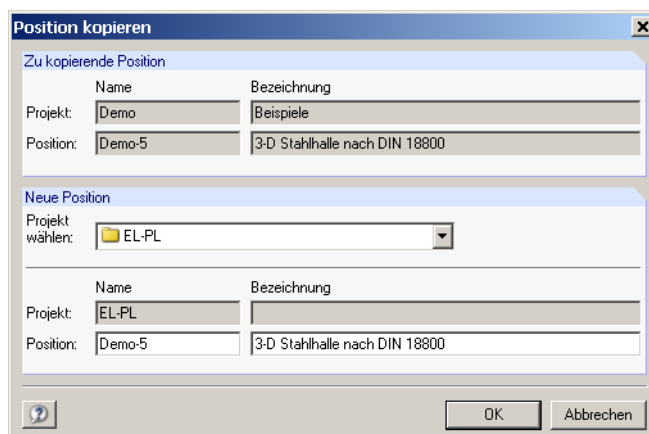
Über die links dargestellte Kontextmenü-Option *Öffnen mit* kann man eine bestimmte Dlubal-Anwendung auswählen, mit der die Position geöffnet werden soll.

RFEM-Dateien lassen sich in RSTAB direkt öffnen. Dabei werden eventuelle Flächen- und Volumenkomponenten ignoriert.

12.1.8 Position kopieren oder verschieben

Man kann eine Position in ein anderes Projekt verschieben oder kopieren mit

- dem Projektmanager-Menü **Position** → **Kopieren** (die Position muss selektiert sein)
- dem Kontextmenü der Position
- Drag & Drop.

Bild 12.15: Dialog *Position kopieren*

Es öffnet sich der Dialog *Position kopieren*. Geben Sie dort das Zielprojekt sowie den Namen und die Bezeichnung für die Kopie der Position an.

12.1.9 Position umbenennen

Eine Position kann (wie auch ein Projekt) umbenannt werden über das

- Projektmanager-Menü **Position** → **Eigenschaften** (die Position muss selektiert sein)
- Kontextmenü der Position.

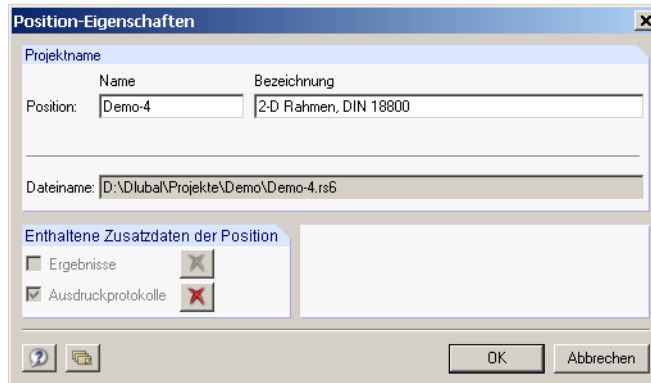


Bild 12.16: Dialog *Position-Eigenschaften*

Im oben dargestellten Dialog können der *Name* und die *Bezeichnung* der Position geändert werden. Zudem wird im Feld *Dateiname* der Verzeichnispfad der Position angegeben.

12.1.10 Position löschen



Eine Position wird gelöscht mit

- dem Menü **Position** → **Löschen** (die Position muss selektiert sein)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü der Position.

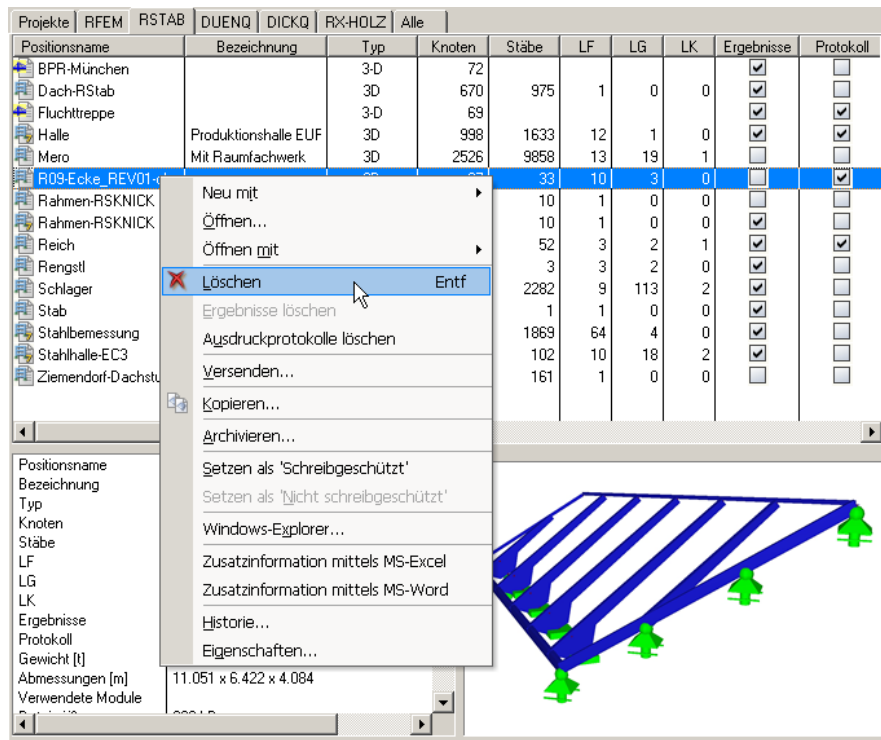


Bild 12.17: Kontextmenü *Position*

Es können auch gezielt die *Ergebnisse* und/oder *Ausdruckprotokolle* dieser Position gelöscht werden. Die Eingabedaten bleiben in diesen Fällen erhalten.

Versehentlich gelöschte Positionen lassen sich restaurieren über Menü

Bearbeiten → **Aus dem Dlubal-Papierkorb wiederherstellen**.

In einem Dialog kann man dann die entsprechenden Positionen auswählen (siehe Bild 12.9, Seite 344).

Die Grundeinstellungen für den Papierkorb werden vorgenommen über Menü

Bearbeiten → **Einstellungen für Dlubal-Papierkorb**.

12.1.11 Historie verfolgen

Der Bearbeitungsverlauf an einer Struktur kann kontrolliert werden über das

- Projektmanager-Menü **Position** → **Historie** (die Position muss selektiert sein)
- Kontextmenü der Position.

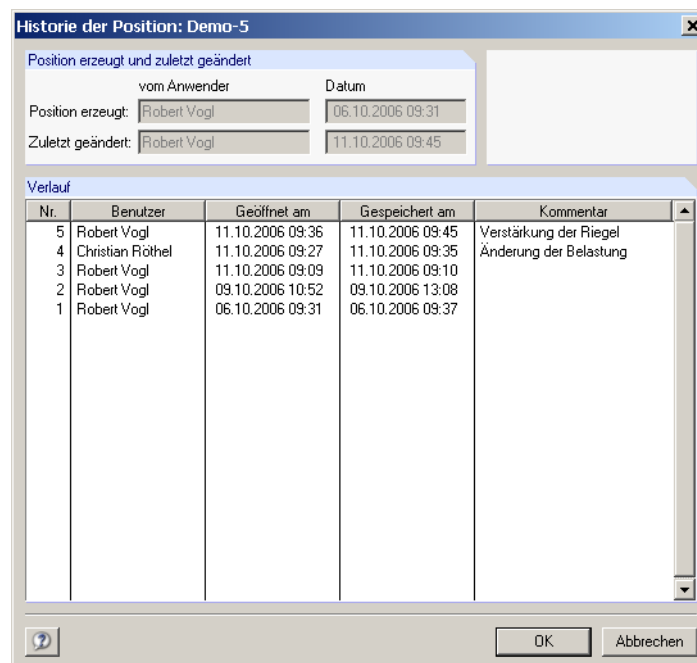


Bild 12.18: Info-Fenster *Historie der Position*

In einem Fenster wird ersichtlich, welche Personen die Struktur erstellt, geöffnet oder geändert haben und zu welchem Zeitpunkt dies jeweils geschehen ist. Die in Spalte *Kommentar* gelisteten Anmerkungen werden aus den Basisangaben der Position übernommen, die den jeweiligen Bearbeitungsstatus näher beschreiben (siehe Bild 12.26, Seite 354).

12.1.12 Daten archivieren

Es ist möglich, ausgewählte Positionen oder einen ganzen Projektordner in Form einer komprimierten Archivdatei zu sichern. Die ursprünglichen Positionen bleiben erhalten.

Die Archivierung wird gestartet über das

- Menü **Daten archivieren** → **Archivieren** (Position bzw. Projekt muss selektiert sein)
- Kontextmenü des Projekts oder der Position.

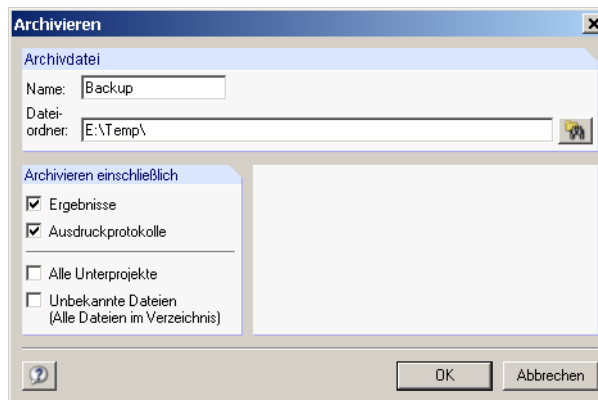


Bild 12.19: Dialog Archivieren

Vor dem Archivieren entscheiden Sie, ob die Sicherungsdatei auch alle Ergebnisse und Ausdruckprotokolle enthalten soll. Optional können sämtliche Unterprojekte und auch Dlubal-fremde Dateien in die Sicherung aufgenommen werden. Sind *Name* und *Dateiordner* der Archivdatei festgelegt, wird diese nach [OK] im ZIP-Format erstellt.

12.1.13 Daten dearchivieren

Eine Archivdatei kann wieder entpackt werden über das Projektmanager-Menü

Daten archivieren → Dearchivieren.

Sobald die entsprechende ZIP-Archivdatei ausgewählt ist, wird deren Inhalt angezeigt:

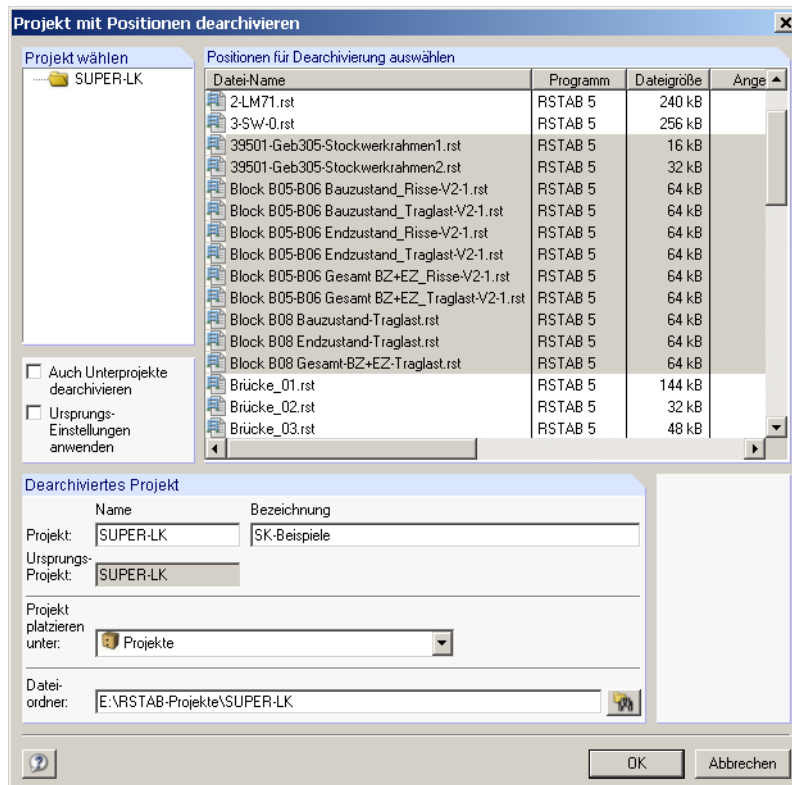


Bild 12.20: Dialog Projekt mit Positionen dearchivieren

Wählen Sie im Abschnitt *Positionen für Dearchivierung auswählen* die Strukturen aus, die wieder eingelesen werden sollen. Diese können in das aktuelle oder ursprüngliche Projekt entpackt werden. Sie können auch ein beliebiges Projekt aus der Liste auswählen oder über die Schaltfläche [Suchen] neu anlegen.



12.1.14 Detailsinstellungen

Die Auflistung der Positionen im Projekt kann benutzerdefiniert angepasst werden. Wie in Windows-Anwendungen üblich, lässt sich die Liste durch einen Klick auf einen der diversen Spaltentitel auf- oder absteigend sortieren.

Zudem ist es möglich, die angezeigten Spalten zu ergänzen bzw. reduzieren oder ein zusätzliches Fenster mit Detailinformationen zur Position einzublenden.

Spalten anpassen

Sie können die Spalten benutzerdefiniert arrangieren mit

- dem Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten**
- der Schaltfläche [Tabellenspalten bearbeiten] in der Symbolleiste

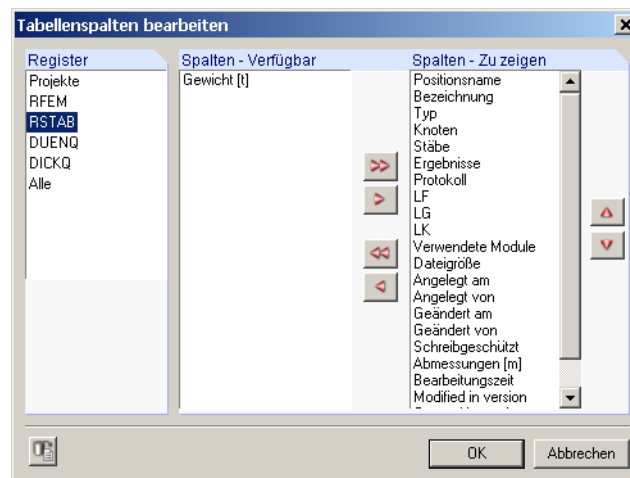


Bild 12.21: Dialog *Tabellenspalten bearbeiten*



Legen Sie im oben gezeigten Dialog zunächst links das *Register* fest, dessen Spalten angepasst werden sollen (z. B. RSTAB). Aus der Liste *Spalten - Verfügbar* können Sie nun bestimmte Einträge in die Liste *Spalten - Zu zeigen* übernehmen. Die Auswahl erfolgt mit den [►]-Schaltflächen oder per Doppelklick. Umgekehrt können Sie mit den [◄]-Schaltflächen bestimmte oder alle Kategorien wieder entfernen.



Die Reihenfolge der Spalten in der Positionsliste können Sie anpassen, indem Sie mit den Schaltflächen [▲] und [▼] einen Eintrag nach oben oder unten schieben.



Über Menü **Ansicht** → **Automatisch anordnen** oder die zugeordnete Schaltfläche werden die Spaltenbreiten der Positionsliste optimiert.

Vorschau grafiken oder Details anzeigen

Für den Bereich unterhalb der Positionsliste stehen zwei Darstellungsmöglichkeiten offen. Es können entweder alle im Projekt enthaltenen Positionen im einem grafischen Überblick oder aber die Detailinformationen zur ausgewählten Position angezeigt werden.



Die Steuerung erfolgt über die Menüpunkte

Ansicht → **Vorschau grafiken aller Positionen** bzw.

Ansicht → **Details mit aktuellen Positionen**



oder die zugeordneten Schaltflächen.

Bei der Detailansicht erscheint ein geteiltes Fenster. Links werden detaillierte Informationen zur Struktur aufgelistet, rechts die Vorschau grafik angezeigt (vgl. Bild 12.17, Seite 348).

12.2 Anlegen einer neuen Position

Eine neue Struktur kann erstellt werden mit

- dem RSTAB-Menü **Datei** → **Neu**
- der Schaltfläche [Neue Position] in der Symbolleiste
- dem Menü **Position** → **Neu mit** → **RSTAB 7** im Projektmanager



Bild 12.22: Schaltfläche *Neue Position*

Es wird der Dialog *Neue Position - Basisangaben* geöffnet.

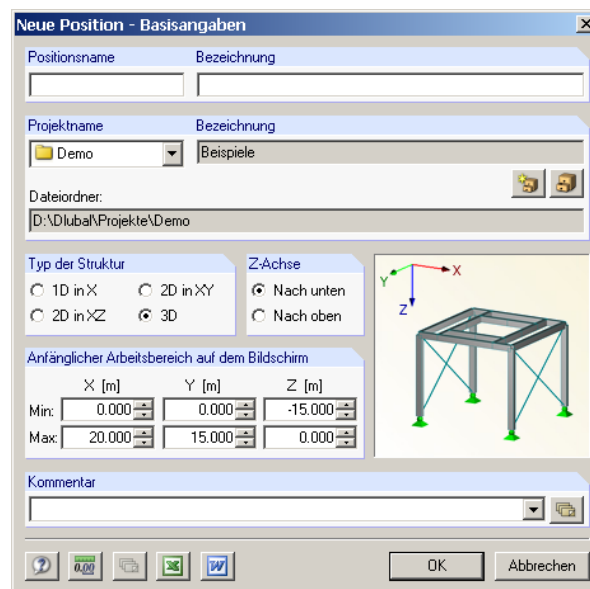


Bild 12.23: Dialog *Neue Position - Basisangaben*

Will man später einmal diese Basisangaben bearbeiten, so ist dies möglich über das

- Menü **Bearbeiten** → **Strukturdaten** → **Basisangaben**
- Kontextmenü der Position im *Daten-Navigator*.

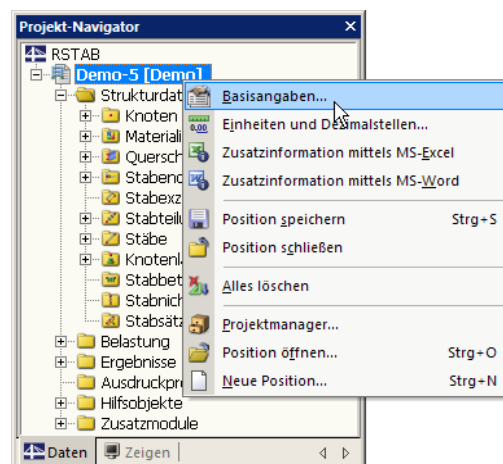


Bild 12.24: Kontextmenü der Position

Positionsname

Im Eingabefeld *Position-Name* wird ein Name für die Struktur festgelegt, der gleichzeitig als Dateiname für die Position verwendet wird. Die *Bezeichnung* dient der näheren Beschreibung der Position. Sie erscheint im Ausdruckprotokoll, hat jedoch wie die Projektbezeichnung keine weitere Bedeutung.



Bild 12.25: Positionsbezeichnung im Ausdruckprotokoll

Projektname

Aus der Liste *Projekt-Name* kann der Projektordner ausgewählt werden, in dem die Position angelegt werden soll. Voreingestellt ist immer das aktuelle Projekt. Dieses lässt sich im Projektmanager abändern (vgl. Kapitel 12.1, Seite 341). Der Projektmanager ist über die Schaltfläche rechts in diesem Abschnitt zugänglich.

Zur Information werden noch die *Bezeichnung* und der *Dateiordner* des gewählten Projekts angegeben.

Typ der Struktur

Es ist möglich, die Anzahl der Dimensionen zu beschränken: Typ *1D in X* entspricht einem Durchlaufträger, Typ *2D in XZ* einem ebenen Tragwerk, Typ *2D in XY* einem Trägerrost.

Die Wahl eines geeigneten Strukturtyps erleichtert die Eingabe. Der Typ kann jederzeit nachträglich geändert werden. Beachten Sie jedoch, dass dies mit einem Datenverlust verbunden sein kann (z. B. wenn man eine 3D-Struktur zu einem Trägerrost reduziert).

Z-Achse

In diesem Abschnitt kann die Richtung der globalen Z-Achse festgelegt werden.

Wenn *Z nach oben* gerichtet ist und bei den Lastfall-Basisangaben das Eigengewicht mit Faktor 1.0 *in Richtung Z* definiert wird, dann wirkt das Eigengewicht nach oben. Ist dies nicht beabsichtigt, so muss dort als Eigengewichtsfaktor -1.0 angegeben werden.

Die Orientierung der Achse Z kann nachträglich **nicht** mehr geändert werden!

Anfänglicher Arbeitsbereich auf dem Bildschirm

Hier wird der Bereich festgelegt, über den sich die Rasterpunkte erstrecken. Das Raster kann jederzeit geändert werden.

Kommentar

Man kann hier einen Text eingeben oder aus der Liste wählen und so die Basisangaben mit einer kurzen Beschreibung ergänzen. Der Kommentar erscheint auch im Ausdruckprotokoll.

Die Schaltflächen im unteren Bereich des *Basisangaben*-Dialogs (siehe Bild 12.23, Seite 352) sind mit folgenden Funktionen belegt:






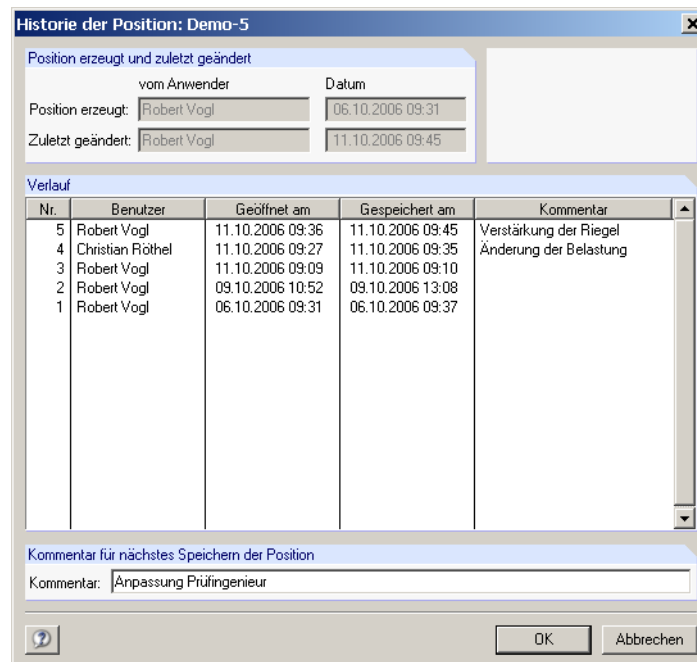
Schaltfläche	Bezeichnung	Erläuterung
	Kommentare	→ Kapitel 11.6.3, Seite 335
	Einheiten und Dezimalstellen	→ Kapitel 11.6.2, Seite 334
	Historie der Position	→ Kapitel 12.1.11, Seite 349
	MS Excel	Möglichkeit für benutzerdefinierte Zusatzerläuterungen in Form einer XLS-Datei, die in der RSTAB-Datei mitgespeichert wird
	MS Word	Möglichkeit für benutzerdefinierte Zusatzerläuterungen in Form einer DOC-Datei, die in der RSTAB-Datei mitgespeichert wird

Tabelle 12.1: Dialog *Basisangaben*, Standardschaltflächen



Über die Schaltfläche [Historie der Position] kann jeder Bearbeiter einen Kommentar zum jeweiligen Bearbeitungsstand anfügen. Es wird ein neuer Dialog geöffnet:



Historie der Position: Demo-5

Position erzeugt und zuletzt geändert

vom Anwender	Datum
Position erzeugt: Robert Vogl	06.10.2006 09:31
Zuletzt geändert: Robert Vogl	11.10.2006 09:45

Verlauf

Nr.	Benutzer	Geöffnet am	Gespeichert am	Kommentar
5	Robert Vogl	11.10.2006 09:36	11.10.2006 09:45	Verstärkung der Riegel Änderung der Belastung
4	Christian Röthel	11.10.2006 09:27	11.10.2006 09:35	
3	Robert Vogl	11.10.2006 09:09	11.10.2006 09:10	
2	Robert Vogl	09.10.2006 10:52	09.10.2006 13:08	
1	Robert Vogl	06.10.2006 09:31	06.10.2006 09:37	

Kommentar für nächstes Speichern der Position

Kommentar: Anpassung Prüfingenieur

OK Abbrechen

Bild 12.26: Dialog *Historie der Position*

Im Eingabefeld *Kommentar* kann eine Anmerkung eingetragen werden, die beim nächsten Abspeichern der Position für die Historie im Projektmanager wirksam wird.

12.3 Verwaltung im Netzwerk

Arbeiten mehrere Anwender an den gleichen Projekten, so kann die Positionsverwaltung auch über den Projektmanager organisiert werden. Voraussetzung ist, dass die Strukturen in einem Ordner mit Netzfreigabe abgelegt sind.

Binden Sie den Ordner, der sich im Netzwerk befindet, in die interne Projektverwaltung ein. Dies ist im Kapitel 12.1.2 auf Seite 343 beschrieben. Damit können Sie aus dem Projektmanager direkt auf die Positionen dieses Ordners zugreifen, d. h. diese öffnen und ändern, den Bearbeitungsstand verfolgen oder bestimmte Dateien mit einem Schreibschutz versehen.

Arbeitet ein Kollege bereits an der Position, die Sie zu öffnen versuchen, erscheint ein entsprechender Hinweis. Sie können diese Position dann als Kopie öffnen.

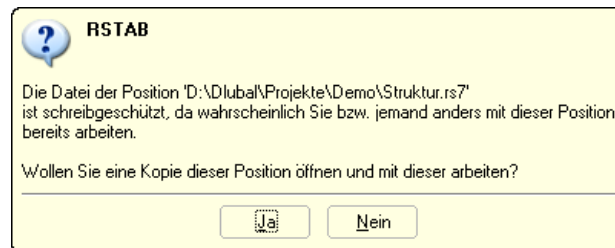


Bild 12.27: Dialog *Position öffnen*



Ein automatischer Abgleich der Änderungen ist nicht möglich.

Die Informationen zu den im Projektmanager registrierten Projekten werden in der Datei **PRO.DLP** abgelegt. Hier handelt es sich um eine ASCII-Datei, die sich standardmäßig im Ordner `..\Programme\Dlubal\ProMan` befindet.

Durch das Kopieren dieser Datei PRO.DLP auf einen anderen Rechner lässt sich das projektweise Einbinden der Ordner umgehen. Die Datei kann auch mit einem Editor bearbeitet werden. Insbesondere bei Neuinstallationen wird so die Aufgabe erleichtert, alle relevanten Projektordner in die interne Verwaltung des Projektmanagers aufzunehmen.

Vor dem Kopieren der Datei PRO.DLP sollte – wie auch vor dem Deinstallieren der Dlubal-Anwendungen – die bestehende Datei gesichert werden.

Der Projektmanager ist auch netzwerkfähig. Damit kann das Dateimanagement an zentraler Stelle organisiert werden, wodurch alle Mitarbeiter in die gemeinsame Projektverwaltung eingebunden sind. Die Einstellungen werden getroffen über das Projektmanager-Menü

Bearbeiten → Programmooptionen.

Es öffnet sich ein Dialog, in dem der Speicherort der Datei PRO.DLP festgelegt werden kann.

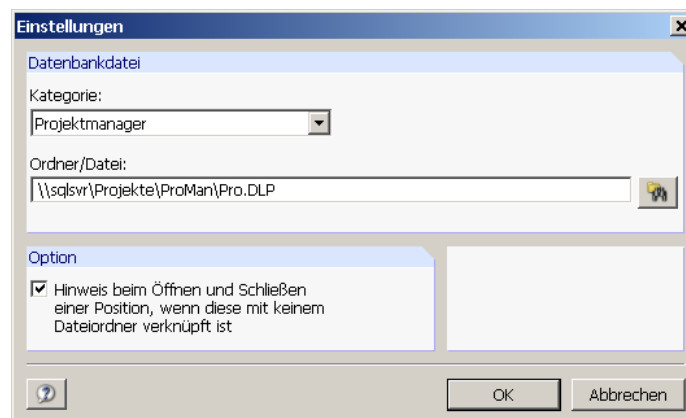


Bild 12.28: Dialog *Einstellungen*

Der Projektmanager läuft auf jedem lokalen Rechner, aber es wird jeweils die zentrale Datei PRO.DLP des Servers genutzt. Alle Anwender können damit gleichzeitig Änderungen an der Projektstruktur vornehmen. Für Schreibzugriffe auf die Datei PRO.DLP wird diese nur ganz kurz gesperrt und dann sofort wieder freigegeben.

12.4 Blockmanager

Der Blockmanager gestattet es, charakteristische Strukturelemente projektübergreifend zu verwalten. Ausgewählte Objekte lassen sich als Blöcke abspeichern und in anderen Positionen wieder einlesen. Im so genannten *Katalog* des Blockmanagers sind bereits eine Reihe typisierter Elemente standardmäßig vordefiniert.

Der Blockmanager wird über das Menü **Datei** → **Blockmanager** oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste aufgerufen.



Bild 12.29: Schaltfläche *Blockmanager* in der Symbolleiste

Nach dem Aufruf erscheint das dreigeteilte Fenster des Blockmanagers. Dieses Fenster hat wie der Projektmanager (vgl. Kapitel 12.1) ein eigenes Menü und eine eigene Symbolleiste.

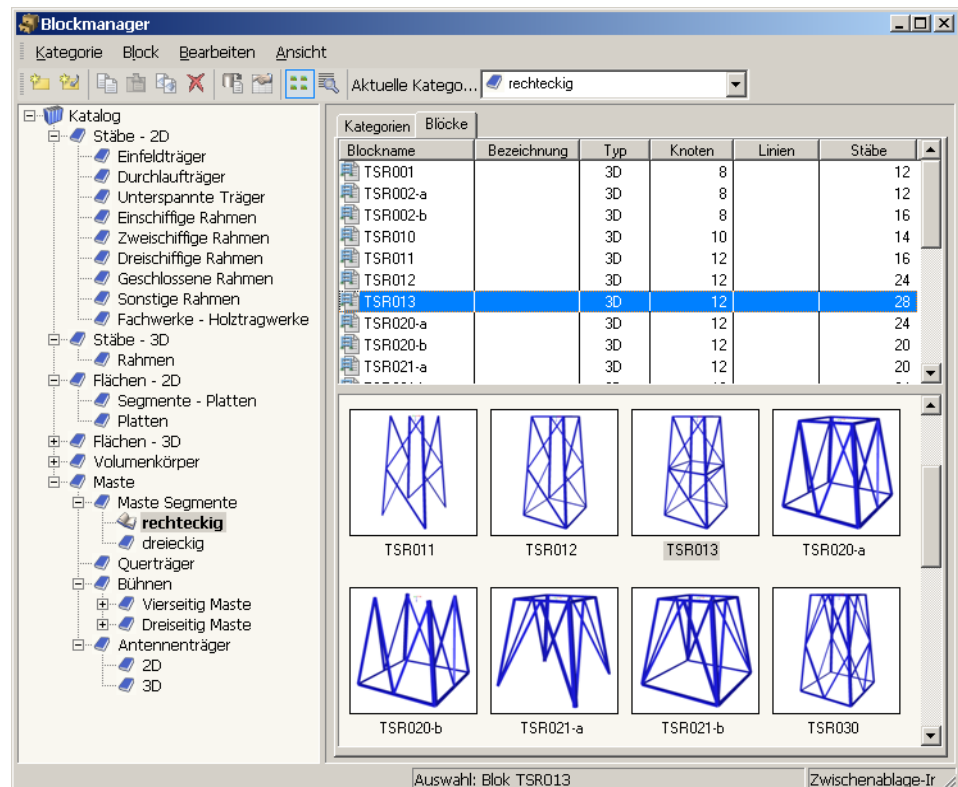


Bild 12.30: Blockmanager

Block-Navigator

Links wird ein Navigator mit dem *Katalog* aller vorhandenen Block-Kategorien dargestellt. Die aktuelle Kategorie ist fett hervorgehoben. Eine andere Kategorie können Sie direkt per Doppelklick oder über die Liste *Aktuelle Kategorie* in der Symbolleiste als aktuell setzen.

Auf der rechten Seite erscheint im Register *Blöcke* die Auflistung aller katalogisierten Objekte innerhalb der selektierten Kategorie.

Blöcke



Die Blöcke werden der Reihe nach aufgelistet. Es werden jeweils neben dem *Blocknamen* und der *Bezeichnung* wichtige Objektinformationen angegeben. Die anzuzeigenden Spalten können Sie über Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten** oder die zugeordnete Schaltfläche anpassen (siehe Kapitel 12.1.14, Seite 351).

Blockgrafiken

Unterhalb der Auflistung wird eine grafische Übersicht der Blöcke angezeigt, die in der aktuellen Kategorie katalogisiert sind. Diese Vorschaugrafiken sind interaktiv mit der Liste oberhalb.

12.4.1 Block erzeugen

Um einen Block aus Objekten der aktuellen RSTAB-Struktur zu erzeugen, sind die relevanten Objekte zunächst in der RSTAB-Oberfläche zu selektieren. Eine Mehrfachauswahl ist durch das Aufziehen eines Fensters oder durch Anklicken mehrerer Elemente mit gedrückter [Strg]-Taste möglich.

Der neue Block wird dann erzeugt mit dem Menü

Datei → **Speichern als Block**.

Es öffnet sich folgender Dialog.

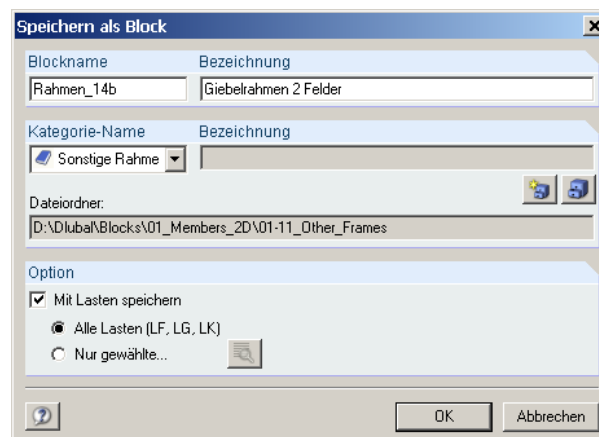


Bild 12.31: Dialog *Speichern als Block*

Es sind der *Blockname* und der *Kategorie-Name* festzulegen, unter der der Block gespeichert werden soll. Die Auswahl kann über die Liste erfolgen. Zusätzlich kann man als *Bezeichnung* eine kurze Beschreibung des Blocks angeben.

Der Speicherpfad des Blocks wird in der Zeile *Dateiordner* angezeigt.

Wenn Lasten definiert sind, können diese zusammen mit dem Block abgespeichert werden. Im Abschnitt *Optionen* wird zudem festgelegt, ob alle Lasten oder nur bestimmte Lastfälle infrage kommen.



Über die Schaltfläche [Neue Kategorie] kann eine Block-Kategorie neu angelegt werden:

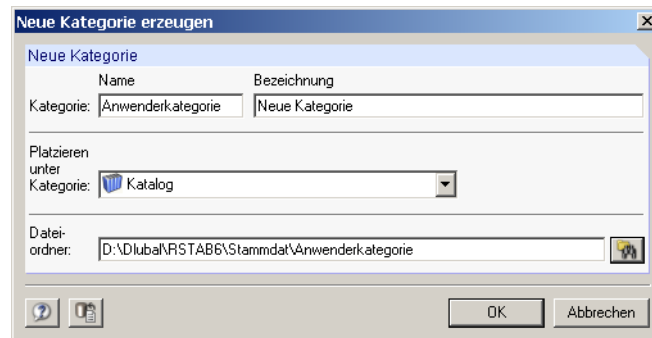


Bild 12.32: Dialog *Neue Kategorie erzeugen*

Die Vorgehensweise entspricht der beim Anlegen eines neuen Projekts im Projektmanager (siehe Kapitel 12.1.1, Seite 342).

12.4.2 Block importieren



Um einen Block in die aktuelle RSTAB-Struktur einzulesen, ist zunächst der Blockmanager aufzurufen (siehe Bild 12.29, Seite 356). Im Katalog wählt man dann die Kategorie aus und selektiert im Register *Blöcke* den gewünschten Block mit einem einfachen Mausklick.

Der Import kann gestartet werden über das

- Menü **Block** → **Block importieren**
- Kontextmenü des Blocks.

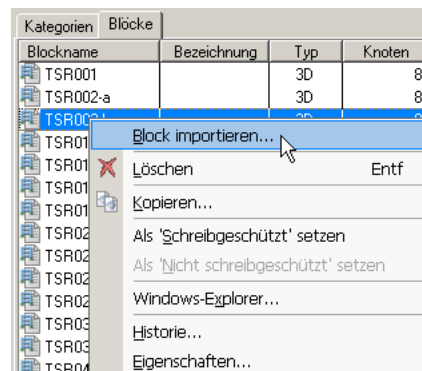
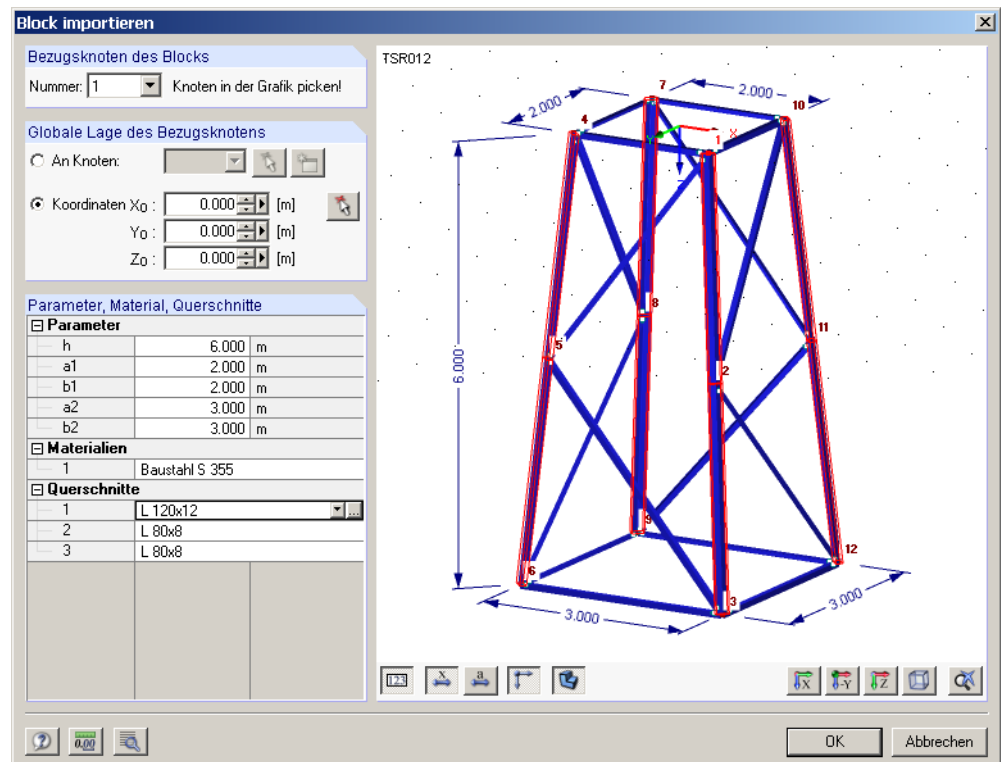


Bild 12.33: Kontextmenü *Block*

Der gewünschte Block kann auch doppelgeklickt werden. Es öffnet sich folgender Dialog.

Bild 12.34: Dialog *Block importieren*

In diesem Dialog lässt sich der *Bezugsknoten* des Blocks (der „Greifpunkt“ des Blocks) sowie dessen Lage im RSTAB-Modell festlegen.



Die geometrischen *Parameter* sind ebenso modifizierbar wie *Materialien* und *Querschnitte*. Über einen Klick in das entsprechende Eingabefeld werden die Schaltflächen zur Auswahl aus einer Liste bzw. zum Aufruf von Bibliotheken zugänglich.



Bei benutzerdefinierten Blöcken können auch die abgelegten *Belastungen* importiert werden. Über die Schaltfläche [Details] lassen sich die relevanten Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen gezielt auswählen.

12.4.3 Block löschen



Im Blockmanager kann ein Block gelöscht werden mit

- dem Menü **Block** → **Löschen** (der Block muss selektiert sein)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü des Blocks (vgl. Bild 12.33).

Bild 12.35: Schaltfläche *Block löschen*

Der Block wird nach einer entsprechenden Sicherheitsabfrage in den Dlubal-Papierkorb verschoben.

12.5 Schnittstellen

Es besteht die Möglichkeit, Daten zwischen RSTAB und externen Programmen auszutauschen. Dadurch lassen sich sowohl die CAD-Vorlagen anderer Anwendungen nutzen als auch die Ergebnisse der statischen Berechnung in Konstruktions- oder Bemessungsprogrammen verwerten.



Schnittstellen bestehen auch zu Programmen aus dem Hause DLUBAL. Die Daten aus den Vorgängerversionen **RSTAB 5** und **RSTAB 6** werden problemlos eingelesen. RSTAB-Dateien wiederum können im FE-Programm **RFEM** direkt geöffnet und dort mit Flächen- und Volumenelementen ergänzt werden.

Wenn in externen Programmen Dateien des Typs *.stp, *.dxf, *.dat, *.ifc, *.xls oder *.ods erzeugt werden können, lassen sich diese Daten als Vorlage für RSTAB nutzen. Umgekehrt kann RSTAB auch *.stp, *.dxf, *.dat, *.ifc, *.xls und *.ods - Dateien zur Verwendung in anderen Programmen schreiben.

Es bestehen direkte bidirektionale Anbindungen an **Tekla Structures** und **AutoCAD 2010**. Deren Funktionalität finden Sie in separaten DLUBAL-Handbüchern ausführlich beschrieben.

Der Export des Ausdruckprotokolls als **RTF**-Datei und nach **BauText** ist im Kapitel 10.1.11 auf Seite 238 beschrieben.

RSTAB ist auch über eine programmierbare Schnittstelle auf Basis der COM-Technologie (z. B. Visual Basic) von außen steuerbar. Mit dem Zusatzmodul **RS-COM** (nicht im Umfang von RSTAB enthalten) können maßgeschneiderte Eingabemakros und Nachlaufprogramme genutzt werden.



Der Import einer Datei wird gestartet über Menü

Datei → Importieren.

Es wird folgender Dialog angezeigt.

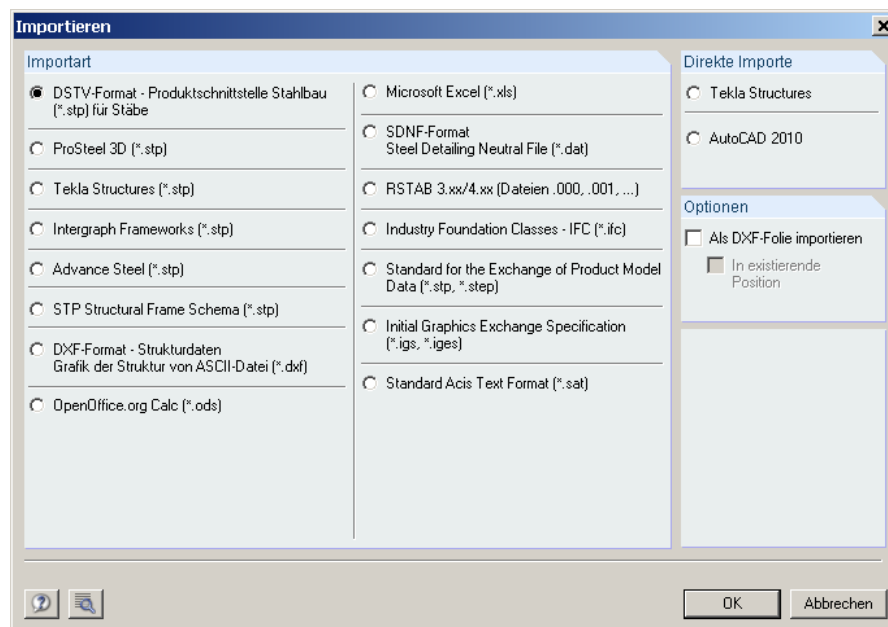


Bild 12.36: Dialog *Importieren*



Soll eine RSTAB-Datei exportiert werden, so geschieht dies über Menü

Datei → Exportieren.

Es wird folgender Dialog angezeigt.

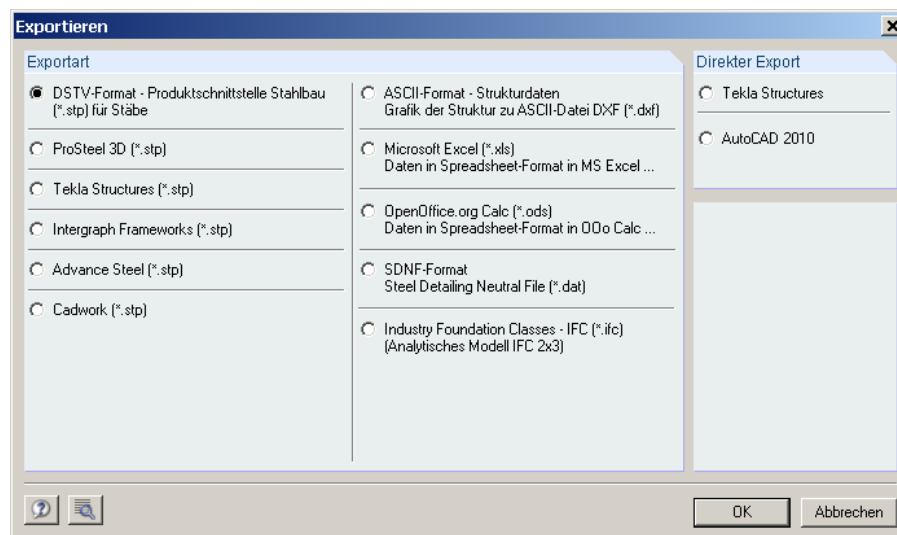


Bild 12.37: Dialog *Exportieren*

12.5.1 Dlubal-Programme

12.5.1.1 RSTAB 5.xx - Format *.rst

Es können mehrere RSTAB-Programmversionen parallel installiert werden (vgl. Kapitel 2.2.4, Seite 13). Projekte aus RSTAB 6 werden im Projektmanager angezeigt, Projekte der Version RSTAB 5 sind nicht im Projektmanager von RSTAB 7 integriert. Es ist aber kein großer Aufwand, die alten Positionen auch in RSTAB 7 zu nutzen (siehe unten).

RSTAB 5 speichert die Positionsdateien im Format ***.rst** ab, RSTAB 7 im Format ***.rs7**. Es besteht eine Aufwärtskompatibilität der Positionsdateien, sodass jede ***.rst**-Datei mit RSTAB 7 geöffnet werden kann. Umgekehrt ist jedoch keine Abwärtskompatibilität gegeben, d. h. es können in RSTAB 5 wegen der eingeschränkten Datenstruktur keine ***.rs7**-Dateien eingelesen werden.



Eine in RSTAB 5 erstellte Datei lässt sich in RSTAB 7 direkt öffnen über Menü

Datei → Öffnen.

Es erscheint ein erweiterter *Öffnen*-Dialog von Windows, in dem man den Ordner und die Datei auswählen kann.



Alternativ wird der Projektmanager benutzt. Hierzu ist es allerdings erforderlich, zunächst die alten Projekte als Verzeichnisse in die Verwaltung des neuen Projektmanagers zu integrieren. Die Beschreibung dieser Funktion finden Sie im Kapitel 12.1.2 auf Seite 343.

Es können nicht alle Projekte aus RSTAB 5 auf einmal eingebunden werden. Sind mehrere alte Projekte in den Projektmanager von RSTAB 7 aufzunehmen, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:



Öffnen Sie eine beliebige Position aus diesem Projekt mit Menü **Datei → Öffnen.**

Es erscheint eine Abfrage, ob Sie für dieses Verzeichnis ein neues Projekt anlegen möchten.

Wie werden **RSTAB5**-Projekte
im Projektmanager angezeigt?

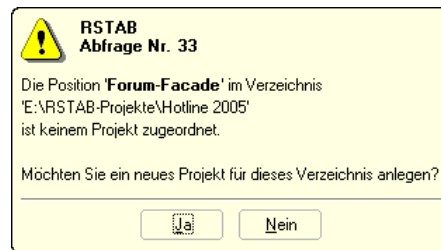


Bild 12.38: Abfrage Neues Projekt für Verzeichnis anlegen?

Wählen Sie hier [Ja], um den Dialog zum Einbinden des Verzeichnisses aufzurufen.

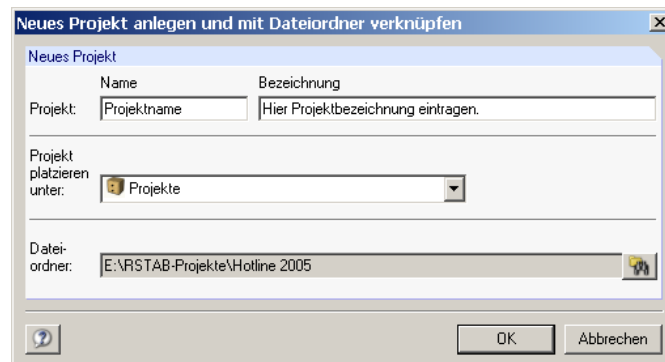


Bild 12.39: Dialog Verzeichnis einbinden und neues Projekt anlegen

Der einzubindende *Dateiordner* ist bereits eingetragen. Geben Sie für die Anzeige im Projektmanager noch *Name* und *Bezeichnung* an und legen über das Auswahlfeld unterhalb das Projektmanager-Verzeichnis fest, in dem Sie das *Projekt platzieren* möchten.

Nach [OK] zeigt der Projektmanager alle Positionen aus RSTAB 5 an, die in diesem Ordner enthalten sind. Diese sind in Spalte *Positionsname* mit dem RSTAB 5 - Icon gekennzeichnet.

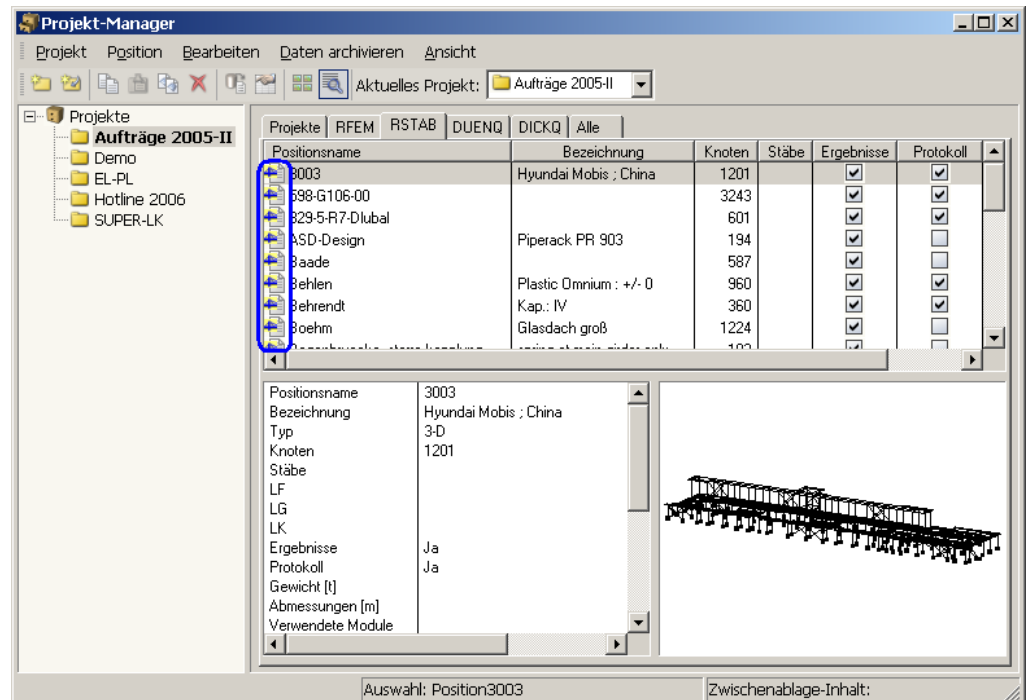


Bild 12.40: Projektmanager mit Positionen aus RSTAB 5



Das nächste Projekt aus RSTAB 5 binden Sie anschließend in gleicher Weise ein: Öffnen Sie über Menü **Datei** → **Öffnen** eine beliebige Position aus dem alten Projekt und legen wieder ein Projekt für den Projektmanager von RSTAB 7 an.



Wird eine mit RSTAB 5 erzeugte Datei in RSTAB 7 gespeichert, so wird diese automatisch im Format *.rs7 gesichert. Es erfolgt kein Überschreiben der alten Datei, sodass sie weiterhin mit RSTAB 5 geöffnet werden kann. Falls der identische Dateiname benutzt wird, gibt es somit zwei gleichnamige Dateien im Projektmanager von RSTAB 7. Die Unterscheidung ist über die entsprechenden Icons in der Spalte *Positionsname* möglich.

12.5.1.2 RSTAB 4.xx - Format *.000



RSTAB-Dateien, die im DOS-Format *.000 vorliegen, können eingelesen werden über Menü **Datei** → **Importieren**.

Es öffnet sich der im Bild 12.36 auf Seite 360 dargestellte Dialog. Aktivieren Sie hier das Auswahlfeld *RSTAB 3.xx/4.xx*. Mit [OK] wird der allgemeine *Öffnen*-Dialog aufgerufen, in dem Sie den Dateiordner und den Positionsname der DOS-Datei auswählen können.

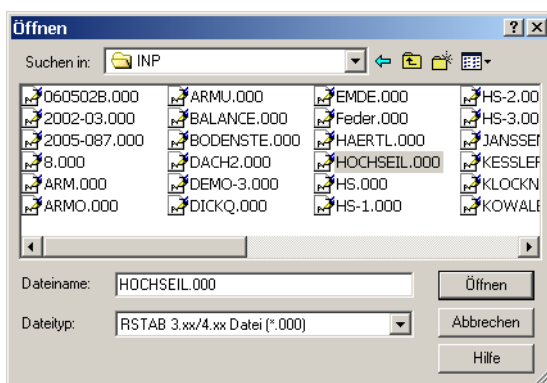


Bild 12.41: Dialog *Öffnen* mit Liste der DOS-Positionsdateien

In RSTAB 4 wurden die Eingabedaten im INP-Ordner des jeweiligen Projektverzeichnisses abgelegt. Der Dialog listet die vorhandenen Strukturdaten-Dateien ‚Positionsname‘.000 auf.

Nach [Öffnen] wird der Dialog *Neue Position - Basisangaben* angezeigt. Der alte Positionsname ist voreingestellt. Die Position wird automatisch in das aktuelle Projekt integriert, was jedoch im Abschnitt *Projekt* geändert werden kann.



Wenn die DOS-Positionen als komprimierte RSBACKUP-Dateien vorliegen, können sie nicht direkt in RSTAB 7 entpackt werden. In diesem Fall muss der Umweg über den Projektmanager von RSTAB 5 genommen werden, um diese Dateien in das *.rst-Format umzuwandeln.

12.5.2 Externe Programme

12.5.2.1 DSTV-Format *.stp

Über die Produktschnittstelle des Deutschen Stahlbau-Verbandes DSTV werden Stabwerksdateien nicht auf ein Drahtmodell reduziert übergeben, sondern es sind sämtliche Struktur- und Belastungsinformationen enthalten, die für die rationelle und effektive Weiterbearbeitung benötigt werden. Viele Softwarehersteller, darunter auch DLUBAL, arbeiten an der Entwicklung dieser Produktschnittstelle zusammen. Mithilfe dieser Schnittstelle ist ein Datenaustausch u. a. mit *Tekla Structures*, *ProSteel 3D*, *Intergraph Frameworks*, *Advance Steel* oder *Cadwork* möglich. Diese Software kann im Import- bzw. Exportdialog auch direkt ausgewählt werden.



Die Schnittstelle umfasst generell Statik- und CAD-Daten. Seitens RSTAB wird nur das Statikformat mit bestimmten „Entities“ unterstützt, die Sie in der Beschreibung nachlesen können (unter <http://www.deutscherstahlbau.de/asp/biblioaussdet.asp?auss=7> kostenlos als PDF-Datei herunterladen).

Die Schnittstelle kann Knoten-, Stab- und Querschnittsinformationen inklusive Stabexzentrizitäten und Querschnittsdrehungen übertragen. Ferner werden Knotenlager, Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen mit Knoten-, Stablasten und Imperfektionen übergeben. Die Ergebnisse der Berechnung können ebenfalls in der Austauschdatei abgelegt werden.



Dateien, die im DSTV-Format *.stp vorliegen, können importiert werden über Menü

Datei → Importieren.



Der Export der aktuellen RSTAB-Datei ist möglich über Menü

Datei → Exportieren.



Es öffnet sich der im Bild 12.36 bzw. Bild 12.37 auf Seite 360 bzw. 361 dargestellte Dialog. Aktivieren Sie hier das Auswahlfeld *DSTV-Format*. [OK] ruft den allgemeinen *Öffnen*- bzw. *Speichern*-Dialog auf, in dem der Ordner und der Name der *.stp-Datei angegeben werden.

Im Dialog *Importieren* bzw. *Exportieren* steht die Schaltfläche [Details] zur Verfügung, über die weitere Einstellungen für den Datenaustausch vorgenommen werden können.



Bild 12.42: Dialog *Detail-Einstellungen für Export*

12.5.2.2 ASCII-Format *.dxf

Im DXF-Format werden nur die allgemeinen Informationen zu den im Modell verwendeten Linien übergeben. RSTAB kann sowohl ein z. B. in *AutoCAD* erzeugtes Linienmodell einlesen als auch eine DXF-Datei aus der aktuellen Position erzeugen. Es wird dabei für jeden Querschnitt ein Layer verwendet. Knotenlager, Belastungen etc. werden nicht übergeben.

Modelldateien, die im ASCII-Format *.dxf vorliegen, können importiert werden über Menü **Datei → Importieren**.

Der Export einer RSTAB-Struktur als Linienmodell ist möglich über Menü **Datei → Exportieren**.

Es öffnet sich der im Bild 12.36 bzw. Bild 12.37 auf Seite 360 bzw. 361 dargestellte Dialog. Aktivieren Sie hier das Auswahlfeld *ASCII-Format*. [OK] ruft den allgemeinen *Öffnen*- bzw. *Speichern*-Dialog auf, in dem der Ordner und der Name der *.dxf-Datei angegeben werden.

Im Dialog *Importieren* bzw. *Exportieren* steht die Schaltfläche [Details] zur Verfügung, über die weitere Einstellungen für den Datenaustausch vorgenommen werden können. Vor allem vor dem Import sollte man einige Parameter kontrollieren.

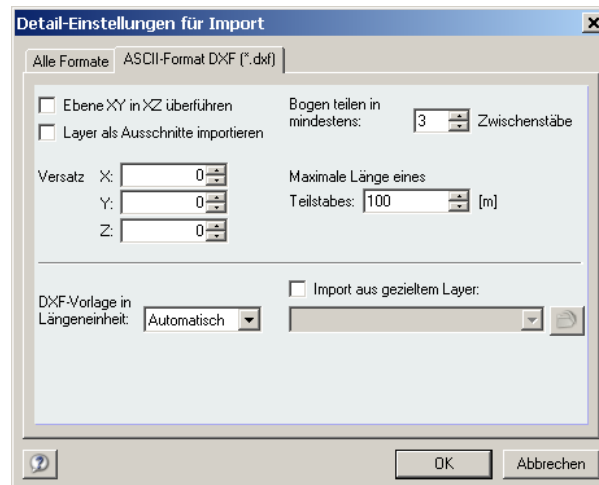
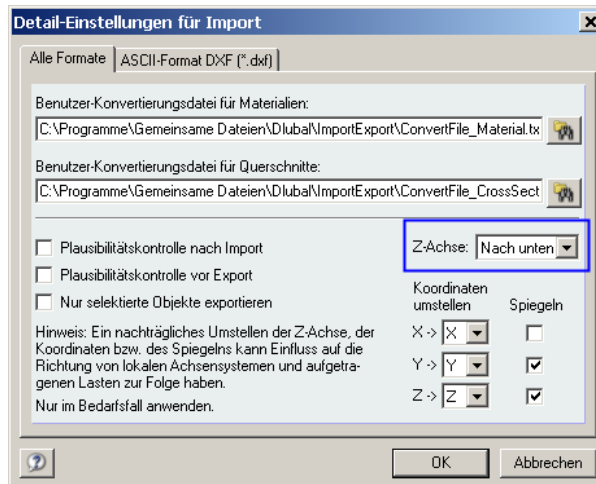


Bild 12.43: Dialog *Detail-Einstellungen für Import*

Es empfiehlt sich, die *Längeneinheit* der DXF-Vorlage zu überprüfen. Optional kann ein bestimmter *Versatz* angegeben werden, um den die Struktur in RSTAB verschoben eingelesen wird. Da RSTAB einen *Bogen* als Polygon abbildet, sollten ggf. die Teilungsparameter an die Gegebenheiten des Modells angepasst werden.

Soll der Import aus einem *gezielten Layer* erfolgen, so ist zunächst über die Schaltfläche [Öffnen] rechts unterhalb die DXF-Datei anzugeben. Dann stehen die einzelnen Layer in der Liste zur Auswahl.

In den meisten CAD-Programmen zeigt die Z-Achse nach oben, in RSTAB in der Regel jedoch nach unten. Wenn man im ersten Register *Alle Formate* für den Import die Z-Achse mithilfe der Auswahlliste nach unten ausrichtet, können die Gewichtslasten in RSTAB positiv eingegeben werden.

Bild 12.44: Dialog *Detail-Einstellungen für Import*

12.5.2.3 MS Excel-Format *.xls

RSTAB kann Tabellen im Format *.xls einlesen und auch erzeugen. Der Datenaustausch mit MS Excel ist bereits im Kapitel 11.3.6 auf Seite 297 beschrieben. Die dort vorgestellte Möglichkeit steht jedoch nur für die aktive RSTAB-Tabelle zur Verfügung. Mit der nachfolgend beschriebenen Funktion können alle Daten der Position auf einmal erfasst werden. Damit lassen sich eigene, externe Generierer für Struktur- oder Belastungsdaten nutzen.

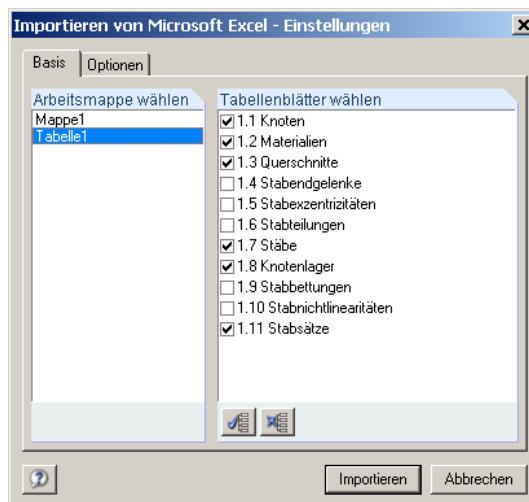
Import



Wenn Sie eine XLS-Datei importieren möchten, muss MS Excel im Hintergrund geöffnet sein. Der Import wird gestartet über Menü

Datei → Importieren.

Es öffnet sich der im Bild 12.36 auf Seite 360 dargestellte Dialog, in dem Sie das Auswahl-feld *Microsoft Excel* aktivieren. Nach [OK] wird folgender Dialog aufgerufen.

Bild 12.45: Dialog *Importieren von Microsoft Excel - Einstellungen*

Hier erfolgt die Auswahl der zu importierenden *Arbeitsmappe* und *Tabellenblätter*. Damit die Daten beim Import korrekt in die entsprechenden RSTAB-Tabellen geschrieben werden, müssen Bezeichnung, Reihenfolge und Struktur der Tabellenblätter von Excel und RSTAB übereinstimmen. Sind Sie sich nicht ganz sicher, können Sie aus der aktuellen RSTAB-Datei zu Testzwecken schnell eine XLS-Datei erzeugen.

Im Register *Optionen* ist anzugeben, ob die Tabellenblätter mit oder ohne Kopf versehen sind und wie mit den in den Tabellenblättern enthaltenen Formeln zu verfahren ist.

Export



Excel braucht nicht im Hintergrund geöffnet sein, es wird vor dem Export automatisch gestartet. Der Export einer RSTAB-Struktur in das XLS-Tabellenformat ist möglich über Menü

Datei → Exportieren.

Es öffnet sich der im Bild 12.37 auf Seite 361 dargestellte Dialog. Aktivieren Sie hier das Auswahlfeld *Microsoft Excel* und rufen mit [OK] folgenden Dialog auf.

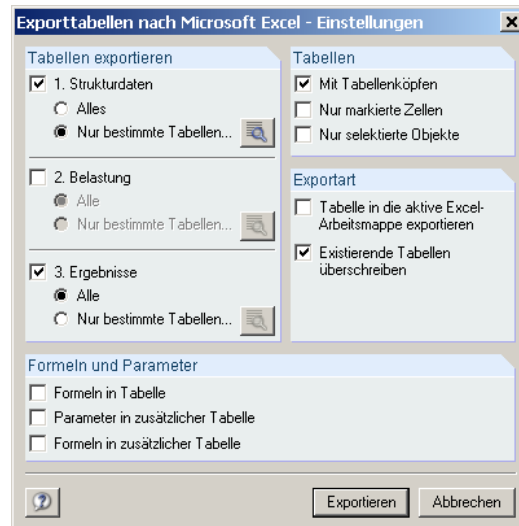


Bild 12.46: Dialog *Exporttabellen nach Microsoft Excel - Einstellungen*



Im Abschnitt *Tabellen exportieren* wird ausgewählt, welche Tabellen für den Export infrage kommen. Wird das Auswahlfeld *Nur bestimmte Tabellen* aktiviert, so wird die zugehörige Schaltfläche [Details] zugänglich. Damit lassen sich gezielte Vorgaben treffen.

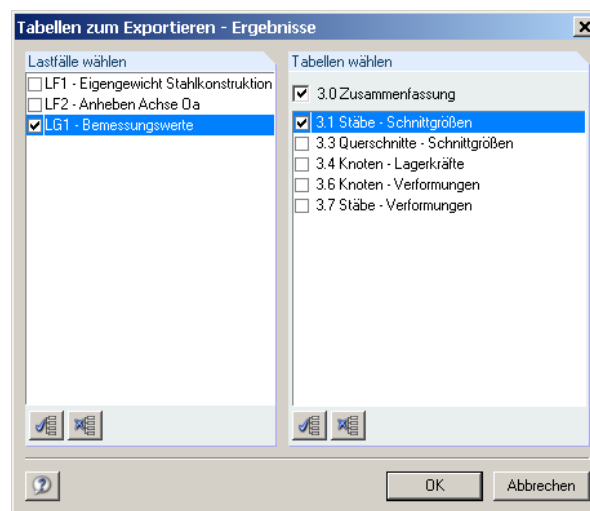


Bild 12.47: Dialog *Tabellen zum Exportieren - Ergebnisse*

Im Abschnitt *Formeln und Parameter-Behandlung* des Ausgangsdialogs (Bild 12.46) kann festgelegt werden, ob beim Datenaustausch zwischen RSTAB und Excel hinterlegte Formeln mit übergeben werden.

12.5.2.4 OpenOffice-Format *.ods

Diese Schnittstelle ist zugänglich, wenn *OpenOffice.org Calc* installiert ist.

Die Import- und Exportoptionen entsprechen denen des Datenaustausches mit MS Excel, den Sie im vorherigen Kapitel ausführlich beschrieben finden.

12.5.2.5 SDNF-Format *.dat

Das SDNF-Format (*Steel Detailing Neutral File*) ist zum Austausch von Geometriedaten wie z. B. Knoten, Querschnitte und Stäbe mit INTERGRAPH geeignet.



Modelldateien, die im SDNF-Format *.dat vorliegen, können importiert werden über Menü **Datei → Importieren.**



Der Export einer RSTAB-Struktur als SDNF-Modell ist möglich über Menü **Datei → Exportieren.**

Es öffnet sich der im Bild 12.36 bzw. Bild 12.37 auf Seite 360 bzw. 361 dargestellte Dialog. Aktivieren Sie hier das Auswahlfeld *SDNF-Format*. [OK] ruft den allgemeinen *Öffnen-* bzw. *Speichern-*Dialog auf, in dem der Ordner und der Name der *.dat-Datei angegeben werden.

12.5.2.6 IFC-Format *.ifc



IAI-Logo

Die *Industry Foundation Classes* (IFC) werden von der IAI (*Industrieallianz für Interoperabilität*) entwickelt als weltweit gültiger Datenaustauschstandard für modellbasierte Arbeitsweise im Bauwesen. Die IFC sind in Domains (Architektur, Konstruktion, Statik, Elektrotechnik usw.) nach verschiedenen Gewerken eines Bauwerks gegliedert. Die DLUBAL Software unterstützt die Statik-Domain der IFC, wodurch Statikdaten wie Knoten, Stäbe, Lager, Lastfälle und Lasten übertragen werden können. Die IFC befinden sich derzeit noch im Aufbau.

Die Beschreibung der Schnittstelle finden Sie unter www.buildingsmart.de.



Modelldateien, die im Format *.ifc vorliegen, können importiert werden über Menü **Datei → Einlesen.**



Der Export einer RSTAB-Struktur als *.ifc-Format ist möglich über Menü **Datei → Exportieren.**

Dabei wird ein analytisches Modell in der Version IFC 2x Edition 3 erzeugt.

Es öffnet sich der im Bild 12.36 bzw. Bild 12.37 auf Seite 360 bzw. 361 dargestellte Dialog. Aktivieren Sie hier das Auswahlfeld *Industry Foundation Classes*. [OK] ruft den allgemeinen *Öffnen-* bzw. *Speichern-*Dialog auf. Dort geben Sie den Dateiordner und den Namen der *.ifc-Datei an.

A Index

A

Abschnitt	57
Abschrägen.....	259
Abstand	266, 278
Abstand messen	337
Addieren	291
Aktuelles Projekt	341
Allgemeine Stablage	112
Anfänglicher Arbeitsbereich	353
Anfangslastfaktor	137, 179
Animation.....	201, 215
Anmerkungen.....	277
Ansicht	74, 338
Anzahl Reaktivierungen	183
Anzeigeeigenschaften.....	332, 333
Arbeitsdiagramm Gelenk	101
Arbeitsdiagramm Knotenlager.....	119
Arbeitsebene.....	260
Archivieren.....	349
ASCII-Datei.....	93, 232, 238, 365
Auflager.....	115
Ausdruckprotokoll	216, 221, 239
Ausdruckprotokoll-Muster	233, 235
Ausfall Bettung	124
Ausfallende Stäbe.....	183
Ausschneiden	287
Ausschnitt.....	208, 211
Auswahlfeld.....	59
AutoCAD.....	360

B

Balkenstab	108, 109
Basisangaben.....	352
BauText.....	238, 360
Bauzustände	150
Belastungsgenerierer	318
Bemaßung	276, 277
Benutzerprofil	334
Berechnung starten	185
Berechnungsfehler.....	201
Berechnungsparameter.....	177
Berechnungstheorie.....	178

Bereich der Last	319
Besondere Behandlung	183
Bettungsausfall	124
Bettungsstäbe	124, 184, 196
Bezugsknoten.....	77
Bezugslänge	164
Biegemoment.....	189
Block	357, 358
Blockmanager	356
Bodenart	124
Bogen.....	316, 365
Bogendarstellung	157, 195

C

COM-Schnittstelle	360
-------------------------	-----

D

Darstellung.....	333
Dateiordner trennen.....	343
Dateiordner verknüpfen	343
Daten-Navigator.....	65
Dearchivieren	350
Deckblatt.....	236
Designs.....	63
Dezimalstellen	334
Dialogeingabe	75, 154
DICKQ-Profil	93
Dividieren	291
Dlubal-Papierkorb	344
Doppelgelenke	94
DOS-Positionen	363
Drag & Drop	218
Drehen	17
Dreiecklast.....	162
Druckdatei.....	238
Drucken.....	237
Druckfarbe	246
Druckkopf	227, 228, 243
Druckkopfmuster	229
Druckqualität	246
Druckstab	108, 109
DSTV-Format	364
DUENQ-Profil	93

Dummy Rigid	87	Finden	338
Durchlaufträger	306	Firmenkopf	227, 228
Durchschlagproblem	181	Firmenlogo	228
DXF-Datei	365	Fischbauchträger	312
DXF-Folien	282, 283	Flächeninhalt	339
E		Flächenlast	318, 321
Eigene Querschnitte	92	Fließen	127, 128
Eigengewicht	135	Fonts	236
Einfügen	287	Formel	300, 303, 305
Eingabefeld	58	Formeleditor	298, 302, 304, 305, 367
Einheiten	334	Freie Linienlast	329
Einhüllende	203	G	
Einspannung	118	Gebrauchslasten	134
Einzellast	161	Gedrehte Knotenlager	195
Eislast	330	Gelenk-Nichtlinearitäten	100
E-Modul	81	Generierer	306
Entweder-oder Überlagerung	147	Generierte Lasten	331
Ergebnisauswertung	201	Gesamtmoment zum Nullpunkt	320
Ergebnisdarstellung	203	Geschweißte Profile	91
Ergebnisse	187, 202	Gitter	275
<i>Ergebnisse</i> -Navigator	65, 202	Glättung	206, 207
Ergebnisverläufe	204, 205, 244	Gleichstreckenlast	162
Ergebniswerte	202, 205	Grafik drucken	229, 242
Ersatzlasten	167	Grafik einfügen	231
Ersetzen	288	Grafikausdruck	242
Eventuelle Überlagerung	147	Grafikgröße	244
Excel ..	297, 298, 299, 301, 302, 354, 366, 367	Grafikgruppen	224
Export	298, 361	Grafische Eingabe	75, 154
Extremwerte	188, 192, 195, 200, 203	Graustufen	246
F		Grenzwerte	70
Fachwerkbinder	308	H	
Fachwerkkonstruktion	94	Halle	313
Fachwerkstab	108	Hauptachsen	189
Fachwerkstab (nur N)	108, 109	Hauptachsenneigung	88
Fang	66, 262	Hilfsknoten	112
Farb-Relationsbalken ..	190, 195, 198, 201, 293	Hilfslinien	265, 279, 280
Farbskala	68, 213, 247	Hilfslinientyp	280
Favoriten Materialbibliothek	83	Historie	349, 354
Federkonstanten	129	Hyperbel	316
Federstab	108, 129	I	
Fensterselektion	248	Identische Knoten	174
Fiktive Linien	321	IFC-Format	368
Filter	71, 189, 200, 204, 208, 213, 295	Imperfektionen	167

Import 298, 360
 Info-Bilder 219
 Instabilitätsprobleme 183, 184
 Installation 11
 Intergraph 368
 Iterationen 183

K

KARTES 67, 262
 Kartesisches Koordinatensystem 78, 262
 Kategorie 358
 Kehlbalkendach 310
 Kettenlinie 316
 Knickstab 108, 109
 Knoten 77
 Knoten vereinen 176
 Knotenkoordinaten 80
 Knotenlager 115
 Knotenlasten 156, 253
 Knotennummer 77
 Knotenverformungen 197
 Knoten-Zwangsverformungen 166
 Kohäsion 129
 Kombinationsschema 149
 Kommentar 277, 335, 354
 Kommentarfeld 335
 Kompatibilität 361
 Konfiguration 333
 Kontaktkräfte 196, 197
 Kontaktmomente 197
 Kontextmenü 56, 74, 218, 288, 290, 332
 Kontrollfeld 58
 Kontrollsumme 187, 196, 197
 Konvergenz 183, 184
 Koordinatensystem 78, 252, 267, 268
 Kopieren 251, 287
 Kopplung 108, 110
 Korrektur Lastverteilung 330
 Kraft 156, 160
 Kreis 316
 Kreisbogen 316
 Kreuzende Stäbe 175, 271
 Kugel 317

L

Lagerausfall 118
 Lagerdrehung 117, 194, 195
 Lagerkräfte 193
 Lagermomente 194
 Lagerreaktionen 193, 194
 Lagertyp 116
 Längenänderung 160
 Längsversetzung 160
 Lastanwendung 319
 Lastart 160
 Lastaufteilungsart 319
 Lasten löschen 176
 Lastfall addieren 139
 Lastfall anlegen 134
 Lastfall bearbeiten 137
 Lastfall kopieren 139
 Lastfall umnummerieren 286
 Lastfälle 134, 253
 Lastfallgruppe anlegen 141
 Lastfallgruppe bearbeiten 144
 Lastfallgruppen 140
 Lastfallkombination anlegen 145
 Lastfallkombination bearbeiten 149
 Lastfallkombinationen 145, 191, 202
 Lastfalltyp 135
 Lastkorrekturfaktoren 320, 329
 Lastrichtung 163
 Laststeigerungen 184
 Laststeigerungs-Inkrement 137, 179
 Lastverlauf 161
 Layer 282, 365
 Layout 236
 Ligno-Profil 93
 Linie 315
 Liste 58
 Logo 228
 Lot 264

M

Massive Querschnitte 91
 Maßkette 277
 Maßlinie 276
 Material 81

Materialbezeichnung	81	Plausibilitätskontrolle	173
Materialbibliothek	82	Plotten	245
Materialbibliothek ergänzen	85	Polares Koordinatensystem	79, 262
Mausfunktionen	74	Polygon	316
Mehrfensterdarstellung	208, 243	Position anlegen	352
Messen	337	Position kopieren	347
Modellkontrolle	174	Position löschen	348
Moment	157, 160	Position öffnen	346
Momentengelenk	96	Position umbenennen	348
Momentengleichgewicht	331	Position-Bezeichnung	227, 353
Multiplizieren	291	Präfix	228
Musterprotokoll	217, 233	Profil speichern	91
N		Profilreihe importieren	93
Navigator	63	Projekt anlegen	342
Neigungswinkel	276	Projekt löschen	344
Netzwerk-Projekte	355	Projekt-Bezeichnung	227, 342, 346
Neue Seite	218	Projektion	164
Newton-Raphson	180	Projektmanager	340, 361
Nichtlineare Effekte	182	Projektordner einbinden	361
Nichtlinearitäten Lager	118	Projizieren	256
Norm	143, 147	Q	
Normalkraft	189	Quadratische Überlagerung	148, 182
Nullstab	108, 110	Querdehnzahl	82
Nummerierung	227, 285, 286	Querfeder	129
O		Querkraft	189
Oberfläche	339	Querkraftgelenk	95
Objektfang	263, 279, 283	Querschnitte	86
OFANG	67, 263	Querschnittsbibliothek	89
Öffnung	314	Querschnittsdrehung	88
OpenOffice	297, 299, 368	Querschnittsdrehwinkel	87, 88
Organisation Lastfalldaten	155, 293	Querschnittsflächen	88
P		QuickInfo	61
Papierkorb	344, 349	R	
Parabel	316	Rahmen	307, 312
Parabellast	162	Raster	67, 262, 308
Parallele	265	Rasterpunkt	262
Parallelinstallation	13	Rastertyp	262
Parallelstab	274	Raumtragwerk	313
Parameterliste	299, 301, 304	Raumzelle	314
Parametrisierte Eingabe	299	Reaktivierung	183
PDF-Datei	239	Reduktionsfaktor	183
Pfettendach	311	Register	57
Plastisches Gelenk	128	Reibbeiwert	129

Reißen.....	127, 128	Sperrung Hilfslinien.....	281
Rendering	203	Spezifisches Gewicht	82
Rhomboid.....	248	Spiegelebene.....	255
Rotationsachse	254, 260	Spiegeln	253, 255
Rotieren	253, 254, 259	Spiel Feder.....	130
RSTAB 5	361, 363	Sprache einstellen	239
RTF-Datei	232, 238, 360	Stab anschließen	273
S		Stab teilen	269
Schaltfläche	57	Stab verlängern	273
Scherengelenk	98	Stabachsen.....	111, 163, 200, 252
Schiefstellung	170	Stabbettungen	123
Schlupf	126, 127	Stabdrehung	111, 112
Schneelast Flach-/Pulldach.....	327	Stabdrehwinkel	113
Schneelast Satteldach.....	328	Stäbe	107
Schnittgrößen.....	188	Stäbe reaktivieren.....	183
Schnittgrößen mehrfarbig	203, 213	Stäbe verbinden	271
Schnittgrößen Rendering.....	203, 213	Stäbe verschmelzen.....	272
Schnittgrößen-Vorzeichen	113	Stabendgelenke.....	94
Schnittpunkt.....	264	Stabexzentrizitäten.....	103
Schnittstellen	360	Stabgruppe	133, 212
Schriftfeld	245	Stabinfo	204
Schubflächen	88	Stabkennzahl.....	170, 180
Schubmittelpunkt	158	Stablage	111, 115, 189
Schubmodul	82	Stablänge	114
Schubsteifigkeiten	184	Stablasten	158
Schubtragfähigkeit Baugrund.....	124	Stablast-Parameter	164
Schubverformung	88	Stabliste	159, 168
Schwerpunkt	339	Stabnichtlinearitäten	125
Schwinden	160	Stabrichtung	110, 269, 270, 273
Scrollrad	74	Stabsätze.....	60, 131, 159, 169, 212
SDNF-Format	368	Stabsatzschnittgrößen	191
Seilstab	108, 110, 179, 181	Stabschnittgrößen.....	203
Seitennummerierung	227	Stabteilungen.....	106, 114, 184, 203
Seitenvorschau	219	Stabverformungen	199
Selektion	210, 248, 290, 291, 301	Stabzug	132, 212
Selektion Ausdruckprotokoll.....	220, 224, 226	Standarddrucker.....	216, 238
Selektion speziell	249, 336	Standardgrafiken	222, 224
Selektionsfunktion.....	290	Standardschaltflächen.....	72
Sichtwinkel	338	Ständige Überlagerung	147
Skalierung.....	204	Standpunkt	338
Skalierungsfaktor.....	258	Starre Kopplung	108, 110
Sparrendach	311	Statistik	174
Sperren Grafik.....	230	Statusleiste.....	66

Steifemodul E_s	124	Torsion	158
Steifigkeit	107	Torsionsmoment	189
Steifigkeitsdiagramm Gelenk	102	Torsionsträgheitsmoment	86
Steifigkeitsdiagramm Knotenlager	120	Trägerrost	309
Steifigkeitsunterschiede	88	Trägheitsmomente	87
Steuerpanel	68, 213, 247	Transparenz	211
Strecken	257	Trapezlast	162
Streifenfundament	124	Traubereich	323
Struktur regenerieren	176	Treppe	314
Strukturgenerierer	306	U	
Strukturtabellen	76	Überhöhungsfaktor	70, 204
Strukturtyp	353	Überlappende Stäbe	175
Stütze	309	Überschrift	219
Stützensenkung	166	Ummantelungslast	330
Stützung	117	Umnummerieren	285
Suchen	288, 338	Unabhängige Systeme	175
Superkombinationen	150, 223	Unterprojekt	342
Symbolleiste	61	Updates	12
Systemanforderungen	11	Ursprung	261, 268
T		V	
Tabellen	65, 76, 154, 293	Veränderliche Last	162
Tabelleneingabe	287, 290	Verbände	317
Tabelleneinstellungen	293, 295	Verborgener Ergebnisverlauf	213
Taschenrechner	304	Verdrehungen	198, 200
Tastaturfunktionen	73	Verformte Struktur	203
Teilsicherheitsbeiwert γ_M	82, 137, 178	Verformungen mehrfarbig	203
Teilsicherheitsbeiwerte	134	Verformungsablauf	215
Teilungsabstand	269	Versatz	277
Teilungsknoten	270	Verschieben	17, 251
Teilungspunkte	266	Verschiebevektor	251
Teilweise Gelenkwirkung	101	Verschiebungen	198, 200
Teilweise Lagerwirkung	119	Vertikale Lage	112, 176
Tekla Structures	360	Verzweigungslastfaktor	137, 179
Temperaturänderung	160	Video	215
Temperaturdifferenz	160	Vorkrümmung	160, 170
Text einfügen	231	Vorlage für Druck	235
Textbausteine	335	Vorspannung	160
Textdatei einfügen	232	Vorzeichen Lagerkräfte	194
Textdateien einfügen	232	Vorzeichenregelung	113, 190, 200
Theorie I. Ordnung	167	Voute	86, 114, 184, 308
Theorie II. Ordnung	140, 179, 180, 184	Voutenansatz	114
Theorie III. Ordnung	180, 184	W	
Toleranz	330	Wahre Stablänge	164

Walzprofile	90	Zielebene.....	257
Wärmedehnzahl	82	Zoomen.....	17
Weiche Farbübergänge.....	70	Zugehörige Lastfälle.....	191, 195
Wendeltreppe	315	Zugkraftentlastung.....	136, 178
Werteskala	69	Zugstab	108, 109
Windlast Flachdach.....	323	Zugstabausfall.....	109
Windlast Pultdach.....	324	Zusammenfassung Ergebnisse	187
Windlast Satteldach.....	325	Zusammengesetzte Profile	90
Windlast Wände	322, 326	Zusatzerläuterung	219
Winkel	276	Zusatzmodule berechnen	186
Winkel messen.....	337	Zusatzmomente	180
Wirkung Feder	130	Zusatzschneelasten	327, 328
Word	354	Zwangsverdrehung	167
Z		Zwangsverschiebung.....	166
Z-Achse.....	353, 365	Zwischenablage.....	242
Zeigen-Navigator	65, 203, 213, 277	Zwischenknoten	270
Zeile	287	Zwischenpunkte	106
Zellen.....	321	Zylindrisches Koordinatensystem	78
Zentrum.....	264		