



Fassung
März 2016

Programm

RSTAB 8

Statik allgemeiner Stabwerke

Programmbeschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

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



© Dlubal Software GmbH 2016
Am Zellweg 2
D-93464 Tiefenbach
Deutschland

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



Inhalt

| | Inhalt | Seite |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Einleitung | 6 |
| 1.1 | Neu in RSTAB 8 | 6 |
| 1.2 | Programmkapazitäten | 7 |
| 1.3 | Firmenprofil | 7 |
| 1.4 | RSTAB-Team | 8 |
| 1.5 | Gebrauch des Handbuchs | 9 |
| 2. | Installation | 10 |
| 2.1 | Systemanforderungen | 10 |
| 2.2 | Installationsvorgang | 10 |
| 2.2.1 | Installation von der DVD | 11 |
| 2.2.2 | Installation im Netzwerk | 12 |
| 2.2.3 | Installation von Updates und weiteren Modulen | 12 |
| 2.2.4 | Parallelinstallationen von RSTAB | 12 |
| 3. | Benutzeroberfläche | 13 |
| 3.1 | Überblick | 13 |
| 3.2 | Verwendete Begriffe | 14 |
| 3.3 | Spezielle Begriffe in RSTAB | 16 |
| 3.4 | RSTAB-Oberfläche | 17 |
| 3.4.1 | Menüleiste | 17 |
| 3.4.2 | Symbolleisten | 18 |
| 3.4.3 | Projekt-Navigator | 20 |
| 3.4.4 | Tabellen | 23 |
| 3.4.5 | Statusleiste | 24 |
| 3.4.6 | Steuerpanel | 25 |
| 3.4.7 | Standardschaltflächen | 29 |
| 3.4.8 | Tastaturfunktionen | 30 |
| 3.4.9 | Mausfunktionen | 31 |
| 3.4.10 | Konfigurationsmanager | 32 |
| 4. | Modelldaten | 34 |
| 4.1 | Knoten | 39 |
| 4.2 | Materialien | 43 |
| 4.3 | Querschnitte | 50 |
| 4.4 | Stabendgelenke | 62 |
| 4.5 | Stabexzentrizitäten | 68 |
| 4.6 | Stabteilungen | 70 |
| 4.7 | Stäbe | 71 |
| 4.8 | Knotenlager | 83 |
| 4.9 | Stabbettungen | 89 |
| 4.10 | Stabnichtlinearitäten | 91 |
| 4.11 | Stabsätze | 94 |
| 5. | Lastfälle und Kombinationen | 96 |
| 5.1 | Lastfälle | 96 |
| 5.2 | Einwirkungen | 101 |
| 5.3 | Kombinationsregeln | 104 |
| 5.4 | Einwirkungskombinationen | 116 |
| 5.5 | Lastkombinationen | 120 |



| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.5.1 | Benutzerdefinierte Kombinationen | 121 |
| 5.5.2 | Generierte Kombinationen | 126 |
| 5.6 | Ergebniskombinationen | 128 |
| 5.6.1 | Benutzerdefinierte Kombinationen | 128 |
| 5.6.2 | Generierte Kombinationen | 134 |
| 5.7 | Kombinationsschema | 136 |
| 5.8 | Superkombinationen | 137 |
| 6. | Lasten | 141 |
| 6.1 | Knotenlasten | 145 |
| 6.2 | Stablasten | 148 |
| 6.3 | Knoten-Zwangsverformungen | 157 |
| 6.4 | Imperfektionen | 158 |
| 6.5 | Generierte Lasten | 162 |
| 7. | Berechnung | 163 |
| 7.1 | Kontrolle der Eingabedaten | 163 |
| 7.1.1 | Plausibilitätskontrolle | 163 |
| 7.1.2 | Modellkontrolle | 164 |
| 7.1.3 | Modell regenerieren | 166 |
| 7.1.4 | Nicht benutzte Lasten löschen | 167 |
| 7.2 | Berechnungsparameter | 168 |
| 7.2.1 | Lastfälle und Lastkombinationen | 169 |
| 7.2.1.1 | Register <i>Berechnungsparameter</i> | 169 |
| 7.2.1.2 | Register <i>Steifigkeiten modifizieren</i> | 173 |
| 7.2.1.3 | Register <i>Zusatzoptionen</i> | 174 |
| 7.2.2 | Ergebniskombinationen | 175 |
| 7.2.3 | Globale Berechnungsparameter | 176 |
| 7.3 | Starten der Berechnung | 180 |
| 8. | Ergebnisse | 184 |
| 8.1 | Stäbe - Schnittgrößen | 185 |
| 8.2 | Stabsätze - Schnittgrößen | 188 |
| 8.3 | Querschnitte - Schnittgrößen | 189 |
| 8.4 | Knoten - Lagerkräfte | 190 |
| 8.5 | Stäbe - Kontaktkräfte | 194 |
| 8.6 | Knoten - Verformungen | 196 |
| 8.7 | Stäbe - Lokale Verformungen | 197 |
| 8.8 | Stäbe - Globale Verformungen | 199 |
| 8.9 | Stäbe - Stabkennzahlen für Knicken | 200 |
| 8.10 | Stabschlankheiten | 201 |
| 9. | Ergebnisauswertung | 203 |
| 9.1 | Vorhandene Ergebnisse | 203 |
| 9.2 | Ergebnisauswahl | 204 |
| 9.3 | Ergebnisdarstellung | 205 |
| 9.4 | Stabinfo | 206 |
| 9.5 | Ergebnisverläufe | 207 |
| 9.5.1 | Ergebnisdiagramm | 207 |
| 9.5.2 | Glätten der Ergebnisse | 209 |
| 9.6 | Mehrfensterdarstellung | 210 |
| 9.7 | Filtern der Ergebnisse | 210 |
| 9.7.1 | Ansichten | 210 |
| 9.7.1.1 | Ansichten-Navigator | 211 |
| 9.7.1.2 | Sichtbarkeiten-Schaltflächen und Menü | 214 |
| 9.7.2 | Clippingebene | 216 |



| | | |
|------------|---|------------|
| 9.7.3 | Filterfunktionen | 218 |
| 9.8 | Animation der Verformungen | 219 |
| 10. | Ausdruck | 221 |
| 10.1 | Ausdruckprotokoll | 221 |
| 10.1.1 | Ausdruckprotokoll anlegen oder öffnen | 221 |
| 10.1.2 | Im Ausdruckprotokoll arbeiten | 223 |
| 10.1.3 | Inhalt des Ausdruckprotokolls festlegen | 225 |
| 10.1.3.1 | Selektion der Modelldaten | 226 |
| 10.1.3.2 | Selektion der Lastfälle und Kombinationen | 227 |
| 10.1.3.3 | Selektion der Belastungsdaten | 228 |
| 10.1.3.4 | Selektion der Ergebnisse | 229 |
| 10.1.3.5 | Selektion der Zusatzmodul-Daten | 230 |
| 10.1.4 | Protokollkopf anpassen | 231 |
| 10.1.5 | RSTAB-Grafiken einfügen | 234 |
| 10.1.6 | Grafiken und Texte einfügen | 236 |
| 10.1.7 | Ausdruckprotokoll-Muster | 238 |
| 10.1.8 | Layout anpassen | 240 |
| 10.1.9 | Deckblatt erzeugen | 240 |
| 10.1.10 | Ausdruckprotokoll drucken | 242 |
| 10.1.11 | Ausdruckprotokoll exportieren | 242 |
| 10.1.12 | Sprache einstellen | 244 |
| 10.2 | Direkter Grafikausdruck | 246 |
| 10.2.1 | Allgemeine Einstellungen | 247 |
| 10.2.2 | Optionen | 250 |
| 10.2.3 | Farbskala | 252 |
| 10.2.4 | Faktoren | 253 |
| 10.2.5 | Ränder und Streckfaktoren | 253 |
| 10.2.6 | Seriendruck | 254 |
| 11. | Programmfunktionen | 256 |
| 11.1 | Allgemeine Funktionen | 256 |
| 11.1.1 | Spracheinstellungen | 256 |
| 11.1.2 | Anzeigeeigenschaften | 257 |
| 11.1.3 | Einheiten und Dezimalstellen | 259 |
| 11.1.4 | Kommentare | 261 |
| 11.1.5 | Messfunktion | 263 |
| 11.1.6 | Suchfunktion | 264 |
| 11.1.7 | Standpunkt und Sichtwinkel | 264 |
| 11.1.8 | Schwerpunktermittlung | 265 |
| 11.1.9 | Rendering | 266 |
| 11.1.10 | Beleuchtung | 268 |
| 11.2 | Selektion | 269 |
| 11.2.1 | Objekte grafisch selektieren | 269 |
| 11.2.2 | Objekte nach Kriterien selektieren | 272 |
| 11.3 | Arbeitsfenster | 273 |
| 11.3.1 | Arbeitsebenen | 273 |
| 11.3.2 | Raster | 276 |
| 11.3.3 | Objektfang | 277 |
| 11.3.4 | Koordinatensysteme | 281 |
| 11.3.5 | Bemaßungen | 284 |
| 11.3.6 | Kommentare | 286 |
| 11.3.7 | Hilfslinien | 287 |
| 11.3.8 | Linienraster | 292 |



| | | |
|----------|---|-----|
| 11.3.9 | Visuelle Objekte | 293 |
| 11.3.10 | Hintergrundfolien | 294 |
| 11.3.11 | Ränder und Streckfaktoren | 297 |
| 11.4 | Objekte bearbeiten | 298 |
| 11.4.1 | Verschieben und Kopieren | 298 |
| 11.4.2 | Rotieren | 301 |
| 11.4.3 | Spiegeln | 302 |
| 11.4.4 | Projizieren | 303 |
| 11.4.5 | Skalieren | 304 |
| 11.4.6 | Abschrägen | 306 |
| 11.4.7 | Stäbe teilen | 307 |
| 11.4.8 | Stäbe verbinden | 309 |
| 11.4.9 | Stäbe verschmelzen | 310 |
| 11.4.10 | Stäbe verlängern | 310 |
| 11.4.11 | Stäbe anschließen | 311 |
| 11.4.12 | Knoten einfügen | 312 |
| 11.4.13 | Stab einfügen | 312 |
| 11.4.14 | Stabeigenschaften grafisch zuordnen | 313 |
| 11.4.15 | Ecke abrunden | 314 |
| 11.4.16 | Nummerierung ändern | 314 |
| 11.5 | Tabellenfunktionen | 317 |
| 11.5.1 | Bearbeitungsfunktionen | 317 |
| 11.5.2 | Selektionsfunktionen | 318 |
| 11.5.3 | Ansichtsfunktionen | 321 |
| 11.5.4 | Tabelleneinstellungen | 323 |
| 11.5.5 | Filterfunktionen | 324 |
| 11.5.6 | Tabellen importieren und exportieren | 325 |
| 11.6 | Parametrisierte Eingabe | 328 |
| 11.6.1 | Konzept | 328 |
| 11.6.2 | Parameterliste | 328 |
| 11.6.3 | Formeleditor | 331 |
| 11.6.4 | Formeln in Tabellen und Dialogen | 334 |
| 11.7 | Modellgenerierer | 335 |
| 11.7.1 | Kopien und Extrusionen | 335 |
| 11.7.1.1 | Stab parallel versetzen | 335 |
| 11.7.1.2 | Stab extrudieren in Gitter | 336 |
| 11.7.2 | Modellgenerierer | 337 |
| 11.8 | Belastungsgenerierer | 350 |
| 11.8.1 | Allgemeines | 350 |
| 11.8.2 | Stablasten aus Flächenlasten | 353 |
| 11.8.2.1 | Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene | 353 |
| 11.8.2.2 | Stablasten aus Flächenlast mittels Zellen | 357 |
| 11.8.3 | Sonstige Lasten | 358 |
| 11.8.3.1 | Stablasten aus freier Linienlast | 358 |
| 11.8.3.2 | Stablasten aus Ummantelung | 359 |
| 11.8.3.3 | Lasten aus Bewegungen | 359 |
| 11.8.4 | Schneelasten | 360 |
| 11.8.4.1 | Flach-/Pulldach | 360 |
| 11.8.4.2 | Satteldach | 361 |
| 11.8.5 | Windlasten | 362 |
| 11.8.5.1 | Vertikale Wände | 362 |
| 11.8.5.2 | Flachdach | 364 |



| | | |
|------------|--|------------|
| 11.8.5.3 | Pultdach | 365 |
| 11.8.5.4 | Sattel-/Trogdach | 366 |
| 11.8.5.5 | Vertikale Wände mit Dach | 368 |
| 12. | Dateiverwaltung | 369 |
| 12.1 | Projektmanager | 369 |
| 12.1.1 | Projektverwaltung | 370 |
| 12.1.2 | Modellverwaltung | 375 |
| 12.1.3 | Datensicherung | 377 |
| 12.1.4 | Einstellungen | 379 |
| 12.1.4.1 | Ansicht | 379 |
| 12.1.4.2 | Papierkorb | 380 |
| 12.1.4.3 | Verzeichnisse | 381 |
| 12.2 | Neues Modell anlegen | 382 |
| 12.2.1 | Basis | 383 |
| 12.2.2 | Optionen | 387 |
| 12.2.3 | Historie | 388 |
| 12.3 | Verwaltung im Netzwerk | 389 |
| 12.4 | Blockmanager | 390 |
| 12.4.1 | Block erzeugen | 391 |
| 12.4.2 | Block importieren | 392 |
| 12.4.3 | Block löschen | 394 |
| 12.5 | Schnittstellen | 395 |
| 12.5.1 | Direkter Datenaustausch | 395 |
| 12.5.2 | Formate für Datenaustausch | 396 |
| 12.5.3 | RF-LINK-Import *.step, *.iges, *.sat | 402 |
| A. | Index | 403 |

1 Einleitung

1.1 Neu in RSTAB 8

Mit RSTAB, dem Programm für **R**äumliche **STAB**werke, steht Ihnen ein leistungsfähiges Werkzeug zur Verfügung, mit dem Sie die verschiedensten Aufgaben im Ingenieurbau bewältigen können. Das Programm bildet die Basis einer modular konzipierten Software: RSTAB ermittelt die Schnittgrößen, Verformungen und Lagerreaktionen allgemeiner Stabtragwerke. Die Ergebnisse lassen sich dann in Nachlaufmodulen für die Nachweise oder weitere Analysen nutzen.

Die Programmversion RSTAB 8 bietet eine Vielzahl nützlicher Ergänzungen, die ein komfortables, anwenderfreundliches Arbeiten ermöglichen. An dieser Stelle möchten wir unseren Kunden für die wertvollen Anregungen aus der Praxis danken.

RSTAB 8 enthält unter anderem folgende Neuerungen:

- Benutzeroberfläche in Chinesisch, Französisch, Italienisch, Niederländisch, Polnisch, Portugiesisch, Russisch und Spanisch
- 32-Bit- und 64-Bit-Programmversionen
- Nutzung von Modell-Vorlagen
- Stabexzentrizitäten aus Profilabmessungen
- Eingabemöglichkeit für hybride Holzquerschnitte
- Filter in Querschnitts- und Materialbibliotheken mit Favoriten
- Anpassbare Steifigkeiten für Querschnitte und Stäbe
- Verschieben/Kopieren im benutzerdefinierten Koordinatensystem
- Import von Dateien aus Bentley ISM, SEMA, cadwork und Scia Engineer
- Grafische Zuweisung von Stabeigenschaften
- Eingabe der Schiefstellung und Vorkrümmung in Absolutwerten
- Stablasten Rohrleitungsinhalt voll/teilgefüllt
- Lasterzeugung aus Mehrschichtstrukturen wie z. B. Decken- und Fußbodenaufbauten
- Selektion mit Ellipse, Kreisring oder Schnittlinie
- Arbeitsebenen aus drei Punkten oder Stabachsen
- Rasterlinien in Arbeitsebene
- Farbverwaltung für Querschnitts- und Stabtypen sowie Sichtbarkeiten
- Automatische Erzeugung von Last- und Ergebniskombinationen nach Normvorgabe
- Ausgabe der Stabkennzahlen und Stabschlankheiten
- Benutzerdefinierte Beleuchtungseinstellungen
- *Ansichten*-Navigator für eigendefinierte und generierte Sichtbarkeiten und Blickwinkel
- Konfigurationsmanager für Anzeigeeigenschaften, Symbolleisten, Druckköpfe etc.
- Seriendrucke von Grafiken
- PDF-Export des Ausdruckprotokolls

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit RSTAB 8.

Ihr Team von DLUBAL SOFTWARE 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 niedriger liegen und nicht zuletzt von der Hardware abhängen.

Modelldaten

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

Belastungsdaten

999 999 Objekte jeder Lastart pro Lastfall

Lastfälle und Kombinationen

| | |
|---|-------|
| Lastfälle (lineare Berechnung) | 9 999 |
| Lastkombinationen (nichtlineare Berechnung) | 9 999 |
| Ergebniskombinationen | 9 999 |
| Superkombinationen | 9 999 |

Tabelle 1.1: Programmgrenzen RSTAB

1.3 Firmenprofil

Die 1987 gegründete DLUBAL SOFTWARE GMBH beschäftigt sich mit der Entwicklung leistungsfähiger und zugleich benutzerfreundlicher Programme 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. Seit 2010 besteht eine Zweigstelle in Leipzig. 2014 und 2015 wurden Filialen in Polen, Frankreich, Italien und den USA gegründet.

Der ungebrochene Spaß aller Beteiligten an der Entwicklung und Umsetzung immer neuer Ideen spiegelt sich ebenso im Firmencredo wider wie in den Programmen. In Verbindung mit der fachlichen Kompetenz des DLUBAL-Teams bildet die Benutzerfreundlichkeit der Software das Fundament für den in den Jahren gewachsenen Erfolg der DLUBAL SOFTWARE GMBH.

Die Programme sind so konzipiert, dass der Anwender mit Computergrundkenntnissen selbstständig in kürzester Zeit den Umgang mit der leicht erlernbaren Software beherrscht. So kann die Firma heute mit einigem Stolz weltweit mehr als 6000 Ingenieurbüros, Baufirmen aus unterschiedlichen Sparten und Hochschulen zu ihren zufriedenen Kunden zählen. Damit das so bleibt, sorgen inzwischen über 100 interne und externe Mitarbeiter für die kontinuierliche Verbesserung und Neuentwicklung der DLUBAL-Programme. Für die alltäglichen Fragen und Probleme steht eine qualifizierte Fax- und E-Mail-Hotline bereit, die schnell und unkompliziert weiterhilft.

Das ausgezeichnete Preis-Leistungs-Verhältnis der Software in Kombination mit dem Service, den die DLUBAL SOFTWARE 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 RSTAB-Team

An der Entwicklung von RSTAB 8 waren beteiligt:

Programmkoordinierung

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

Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem
M.Eng. Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier
Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler

Programmierung

Ing. Radek Brettschneider
Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Jan Fenár
Ing. Jan Gregor
Ing. Jiří Kubíček
MSc. Olga Melnikova
Ing. Jan Milář
Ing. Daniel Molnár
Ing. Pavel Němeček
Ing. Jan Otrádovec
Mgr. Petr Oulehle
Mgr. Jiří Patrák

Mgr. Andor Pathó
Mgr. Petr Pitka
Ing. Jan Rybín, Ph.D.
Ing. Fatjon Sakiqi
Ing. Pavel Spilka
RNDr. Stanislav Škovran
Dis. Jiří Šmerák
Ing. Jan Štalmach
Lukáš Tůma
RNDr. Miroslav Valeček
Michal Zelenka

Programmierung - Rechenkern

Dr.-Ing. Jaroslav Lain
Ing. Martin Budáč

Dipl.-Ing. Georg Dlubal

Programmdesign, Dialogbilder, Icons

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
MgA. Robert Kolouch

Zdeněk Ballák
Ing. Jan Milář

Blöcke

Ing. Tommy Brtek
Ing. Dmitry Bystrov

Ing. Evžen Haluzík

Programmkontrolle

Ing. Alexandra Bayrak
Ing. Tommy Brtek
Ing. Ondřej Čížek
Ing. Tomáš Ferencz
Ing. Jakub Harazín
Ing. Martin Hlavačka
Ing. Iva Horčíčková
Karel Kolář

Ing. František Knobloch
Ing. Ctirad Martinec
Ing. Vladimír Pátý
Ing. Evgeni Pirianov
Ing. Václav Rek
Ing. Jan Rybín, Ph.D.
Mgr. Vítězslav Štembera, Ph.D.
Ing. Ondřej Šupčík

Lokalisierung, Handbuch

Ing. Fabio Borriello
Ing. Dmitry Bystrov
M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Shaobin Ding
Eng.º Rafael Faria Duarte
Ing. Jana Duníková
Markéta Fišerová, Bc.
Ing. Lara Caballero Freyer
Ing. Alessandra Grosso, Ph.D.
Ing. Ladislav Kábrt
Eng.º Nilton Lopes Fernandes
Mgr. Ing. Hana Macková

Ing. Téc. José Martínez Hernández
Melanie Most, MA
Dipl.-Ü. Gundel Pietzcker
Mgr. Jagoda Podgórna
Mgr. Petra Pokorná
Chelsea Prokop, BSc Eng.
Ing. Michaela Prokopová
Ing. Zoja Rendlová
Dipl.-Ing. Jing Sun
Ing. Marcela Svitáková
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

Technische Unterstützung, Endkontrolle

Cosme Asseya, M.Eng.
Dipl.-Ing. (BA) Markus Baumgärtel
Dipl.-Ing. Moritz Bertram
Sonja von Bloh, M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Steffen Clauß
Dipl.-Ing. Frank Faulstich
Dipl.-Ing. (FH) René Flori
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Frenzel
Dipl.-Ing. (FH) Walter Fröhlich
Dipl.-Ing. Wieland Götzler
Dipl.-Ing. Thomas Günthel
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Hawranke
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hörold

Dipl.-Ing. (FH) Paul Kieloch
Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Lex
Dipl.-Ing. (BA) Sandy Matula
Dipl.-Ing. (FH) Alexander Meierhofer
Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier, M.Eng.
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Rehm
Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler, M.Eng.
Dipl.-Ing. (FH) Gerlind Schubert, Ph.D., M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag, M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner
Dipl.-Ing. (FH) Lukas Sühnel
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

1.5 Gebrauch des Handbuchs

Viele Wege führen zum Ziel. Dieser Grundsatz gilt auch für die Arbeit mit RSTAB, denn Grafik, Tabellen und Navigator stehen gleichberechtigt nebeneinander. Um der Funktion eines Nachschlagewerks gerecht zu werden, orientiert sich dieses Handbuch an der Reihenfolge und am Aufbau der Modell-, Belastungs- und Ergebnistabellen. In den Kapiteln sind die einzelnen Tabellen Spalte für Spalte beschrieben. Dabei wird auf die Beschreibung allgemeiner Windows-Funktionen zu Gunsten praxisrelevanter Hinweise verzichtet.



Falls Sie neu in das Programm einsteigen, sollten Sie unser RSTAB-Einführungsbeispiel Schritt für Schritt selbst eingeben. Dieses PDF-Dokument finden Sie im [Downloadbereich unserer Website](#). Damit werden Sie schnell mit den wichtigsten Programmfunktionen vertraut.



Im Handbuchtext sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Anwenden]. Darüber hinaus sind sie links am Rand abgebildet. Im Fließtext sind **Begriffe**, die in Dialogen, Tabellen und Menüs erscheinen, in *Kursivschrift* hervorgehoben. Dies soll das Nachvollziehen der Erläuterungen erleichtern.

Am Ende dieses Handbuchs befindet sich ein Index, der das Nachschlagen eines bestimmten Themenbereichs erleichtert. Sollten Sie nicht fündig werden, können Sie die Suchfunktion in unserer [Knowledge Base](#) nutzen, um in den Beiträgen eine Lösung zu finden. Auch unsere [FAQs](#) bieten eine Reihe an Hilfestellungen.

2 Installation

2.1 Systemanforderungen

Folgende Systemvoraussetzungen sollten für die Nutzung von RSTAB erfüllt sein:

- Betriebssystem Windows 7/8/10
- X86-Prozessor mit 2 GHz
- 2 GB RAM
- DVD-ROM-Laufwerk für die Installation (alternativ ist die Installation über Netzwerk möglich)
- 10 GB Gesamtfestplattenkapazität, davon zirka 2 GB 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 wird nicht von Windows 95/98/Me/NT/2000/XP, Linux, Mac OS oder Serverbetriebssystemen unterstützt.

Mit Ausnahme des Betriebssystems sprechen wir bewusst keine Produktempfehlungen aus, da RSTAB grundsätzlich auf allen Systemen läuft, die die genannten Leistungsanforderungen erfüllen. Um RSTAB rechenintensiv zu nutzen, gilt natürlich das Prinzip „je mehr, desto besser“.

Beim Berechnen komplexer Systeme fallen große 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 Aufrüstung des Hauptspeichers meist mehr beschleunigt als durch einen schnelleren Prozessor.



Da der RSTAB-Rechenkern mehrere Prozessorkerne unterstützt, können die Möglichkeiten von 64-Bit-Betriebssystemen genutzt werden. Bei 32-Bit-Betriebssystemen ist auch die Größe des Speichers, die ein Prozess nutzen kann, auf 2 Gigabyte begrenzt. Daher kann bei 64-Bit-Systemen mehr Speicher verwendet werden. Wenn der Rechner also über genügend RAM-Speicher verfügt und ein 64-Bit-Betriebssystem vorliegt, können auch sehr große Modelle berechnet werden.

Zur Berechnung großer Systeme empfehlen wir folgende Konfiguration:

- Quad-Kern Prozessor
- Windows 7/8/10 64-Bit
- 8 GB RAM

2.2 Installationsvorgang

Die Programmfamilie **RSTAB** wird als Installationsdatei zum Download bereitgestellt oder auf einer DVD geliefert. Diese Datei bzw. DVD enthält nicht nur das Hauptprogramm RSTAB, sondern auch alle zur Programmfamilie RSTAB gehörenden Zusatzmodule wie z. B. **STAHL EC3**, **HOLZ Pro**, **RSKNICK** etc.

Ehe Sie RSTAB installieren, schließen Sie bitte die im Hintergrund geöffneten Anwendungen.



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. Eine genaue Anleitung finden Sie im [Benutzerrechte-Dokument](#) und im [Benutzerrechte-Video](#) auf unserer Website.

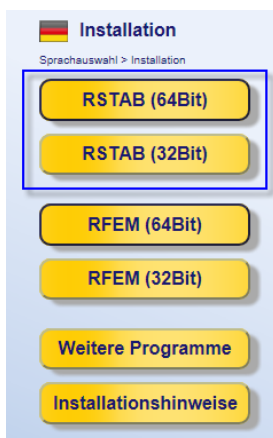
2.2.1 Installation von der DVD

Auf der Rückseite der DVD-Hülle finden Sie eine Installationsanleitung.

- Legen Sie die DVD in Ihr DVD-ROM-Laufwerk.
- Die Installationsroutine startet automatisch. Sollte dies unterbleiben, ist vermutlich die *autorun*-Funktion deaktiviert. Starten Sie in diesem Fall die Datei **setup.exe** auf der DVD über den Windows-Explorer.
- Wählen Sie im Startdialog die Sprache aus.



Bild 2.1: Sprache auswählen



Installation auswählen

- Legen Sie im nächsten Dialog die Programmversion fest (64Bit oder 32Bit).
- Folgen Sie den Anweisungen des *Installation Wizard*.

Schließen Sie den Dongle erst nach Abschluss der Installation an einer USB-Schnittstelle des Computers an. Der Dongletreiber wird dann automatisch installiert.

Auf der DVD finden Sie auch Installationshinweise im PDF-Format sowie den Acrobat Reader.

RSTAB als Voll- oder Testversion

Wenn Sie nach der erfolgreichen Installation das Programm zum ersten Mal starten, müssen Sie festlegen, ob Sie RSTAB als Vollversion oder als 30-tägige Testversion nutzen möchten.

Für die Lauffähigkeit als Vollversion benötigen Sie einen Dongle (Hardlock) und eine Autorisierungsdatei **Author.ini**. Der Dongle ist ein Stecker, der an einem USB-Anschluss des Computers anzubringen ist; die Autorisierungsdatei enthält codierte Informationen für Ihre Lizenz(en). In der Regel senden wir Ihnen die Datei *Author.ini* in einer E-Mail zu. Auch über das [Extranet](#) haben Sie Zugang zu Ihrer Autorisierungsdatei. Speichern Sie diese *Author.ini* auf Ihrem Rechner, einem USB-Stick oder im Netzwerk.

Die Autorisierungsdatei wird für jeden Arbeitsplatz benötigt. Sie können die Datei beliebig oft kopieren. Sollte jedoch der Inhalt geändert werden, wird sie zur Autorisierung unbrauchbar.

Die RSTAB-Vollversion kann als *Softwarelizenz* auch ohne Dongle betrieben werden.

2.2.2 Installation im Netzwerk

Lokale Lizenzen

Die Installation kann von einem beliebigen Laufwerk Ihres Computers oder eines Netzwerkrechners gestartet werden. Kopieren Sie dazu den Inhalt der DVD in den geeigneten Ordner. Starten Sie dann vom Zielrechner aus die Datei **setup.exe**. Im weiteren Ablauf besteht kein Unterschied zur Installation von der DVD.

Netzwerklicenzen

Auch bei Netzwerklicenzen ist das Programm zunächst wie beschrieben auf den Workstations zu installieren. Die Lizenzen werden dann durch den Sentinel-Netzwerkdongle freigegeben. Eine [Anleitung](#) auf unserer Website gibt detaillierte Hinweise zur Installation des Netzwerkdongles.

2.2.3 Installation von Updates und weiteren Modulen

Auf der DVD befindet sich das komplette Programmpaket mit allen Zusatzmodulen. Beim Kauf eines weiteren Moduls erhalten Sie nicht unbedingt eine neue DVD, auf jeden Fall aber eine neue Autorisierungsdatei **Author.ini**. Über das RSTAB-Pulldownmenü **Hilfe** → **Autorisierung** → **Autorisierungsdatei einlesen** kann die Autorisierung ohne Neuinstallation aktualisiert werden.

Beim Update innerhalb einer Versionsreihe (z. B. **8.02.xxxx**) werden die alten Programmdateien entfernt und durch neue ersetzt. Ihre Projektdaten bleiben natürlich erhalten! Beim Update auf die nächste Versionsreihe (z. B. **8.03.xxxx**) wird die neue Version parallel installiert (siehe unten).



Wenn Sie eigendefinierte Druckköpfe nutzen, sollten Sie diese vor einem Update sichern. Die Druckköpfe werden in der Datei **DlubalProtocolConfigNew.cfg** im allgemeinen Stammdatenordner *C:\ProgramData\Dlubal\Global\General Data* abgelegt. Bei einem Update wird diese Datei nicht überschrieben; eine Sicherungsdatei kann trotzdem von Vorteil sein.

Ebenso sollten Sie vor einem Update Ihre Musterprotokolle sichern. Diese werden in der Datei **RstabProtocolConfig.cfg** im Ordner *C:\ProgramData\Dlubal\RSTAB 8.xx\General Data* gespeichert.

Die im Projektmanager verknüpften Projekte werden in der ASCII-Datei **PRO.DLP** verwaltet, die sich standardmäßig im Ordner *C:\ProgramData\Dlubal\Global\Project Manager* befindet (siehe [Bild 12.21](#), [Seite 381](#)). Wenn Sie RSTAB vor einem Update deinstallieren möchten, sollten Sie vorher auch diese Datei sichern.

2.2.4 Parallelinstallationen von RSTAB

RSTAB 7 und die einzelnen Versionsreihen von RSTAB 8 können parallel auf dem Rechner betrieben werden, da die Programmdateien in verschiedenen Verzeichnissen liegen. Die Standardordner sind bei einem 64-Bit-Betriebssystem:

RSTAB 7: *C:\Programme (x86)\Dlubal\RSTAB 7*

RSTAB 8.01: *C:\Programme\Dlubal\RSTAB 8.01*

RSTAB 8.02: *C:\Programme\Dlubal\RSTAB 8.02*

RSTAB 8.03: *C:\Programme\Dlubal\RSTAB 8.03* etc.

Modelle, die mit RSTAB 7 erstellt wurden, lassen sich in RSTAB 8 öffnen und weiter bearbeiten. Die RSTAB 7-Modelle werden beim Speichern in RSTAB 8 nicht überschrieben, da die Programme verschiedene Dateiendungen benutzen: RSTAB 7 speichert die Daten im Format ***.rs7** ab, RSTAB 8 im Format ***.rs8**.

Die Modelldateien von RSTAB 8 sind mit Einschränkungen auch abwärtskompatibel. Beim Öffnen in einer Vorgängerversion erscheint z. B. ein Hinweis, dass Kompatibilitätsprobleme bei Stäben mit unsymmetrischen Querschnitten möglich sind.

3 Benutzeroberfläche

3.1 Überblick

Wenn Sie nach dem Start von RSTAB eines der mitgelieferten Demobeispiele öffnen, wird sich der Bildschirm wie in [Bild 3.1](#) dargestellt präsentieren. Die Benutzeroberfläche entspricht den in Windows üblichen Konventionen.

In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten Bereiche gekennzeichnet.

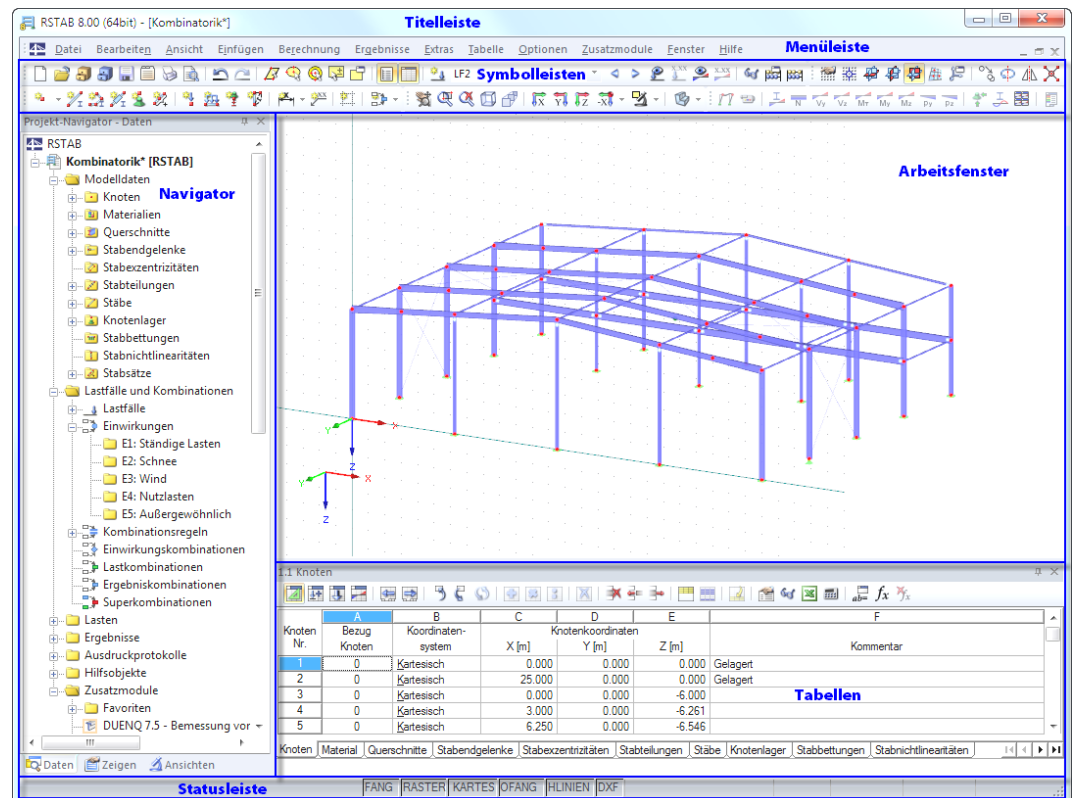
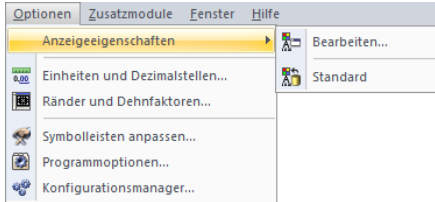
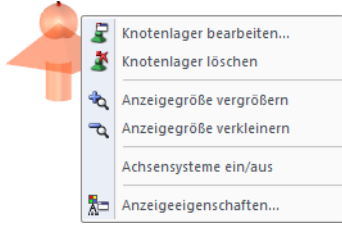

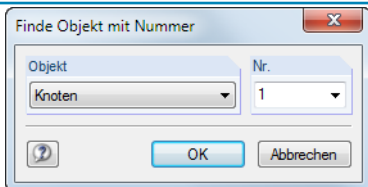
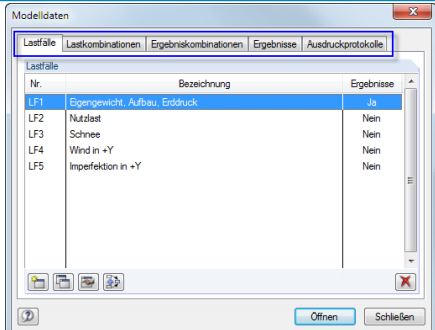
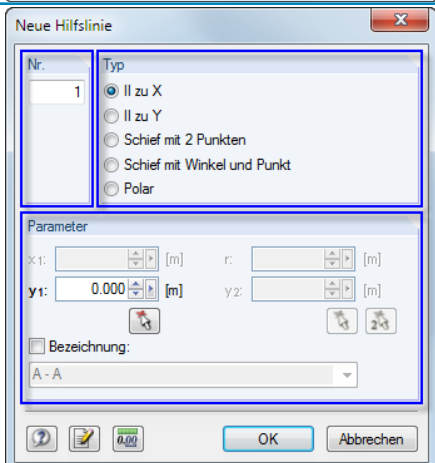


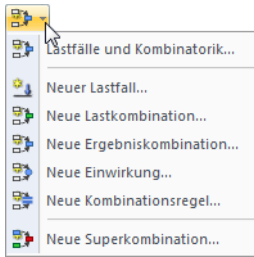
Bild 3.1: RSTAB Benutzeroberfläche

3.2 Verwendete Begriffe

Für die Elemente der Benutzeroberfläche sind verschiedene Begriffe in Gebrauch. Dieses Handbuch benutzt die deutschsprachigen Ausdrücke. Einige Begriffe sind zusammengefasst, wenn eine Unterscheidung für die Bedienung von RSTAB bedeutungslos ist.

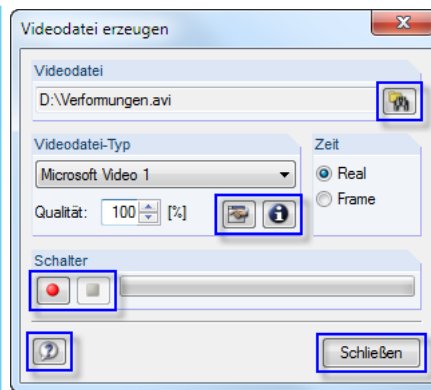
Folgende Tabelle erläutert häufig verwendete Begriffe.

| Begriff | Bild | Synonym | Erläuterung |
|--------------|---|-----------------------------|---|
| Menü |  | Pulldownmenü | Befehle und Funktionen unterhalb der Titelleiste |
| Kontextmenü |  | Popupmenü | Menü, das mit einem Klick der rechten Maustaste auf ein Objekt geöffnet wird Es enthält wichtige Befehle und Funktionen zu diesem Objekt. |
| Symbolleiste |  | Werkzeugleiste, Toolbar | Sammlung von Schaltflächen unterhalb der Menüleiste |
| Dialog |  | | Fenster, das zur Dateneingabe im Hauptfenster geöffnet wird |
| Register |  | Registerkarte, Kartenreiter | Große Dialoge sind in mehrere Register untergliedert. Durch Anklicken der Reiter sind die einzelnen „Karteikarten“ zugänglich. |
| Abschnitt |  | Gruppe, Rahmen | Elemente in einem Dialog, die inhaltlich zusammenhängen |




Listenschaltfläche der Symbolleiste

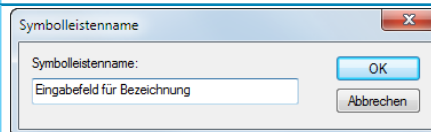
Schaltfläche



Button

Der Klick auf eine Schaltfläche löst eine Aktion aus (z. B. Dialog öffnen, Änderung durchführen).
Die Symbolleiste enthält auch *Listenschaltflächen*: Der Klick auf  öffnet eine Liste mit ähnlichen Funktionen. Die zuletzt gewählte Schaltfläche wird oben eingestellt.

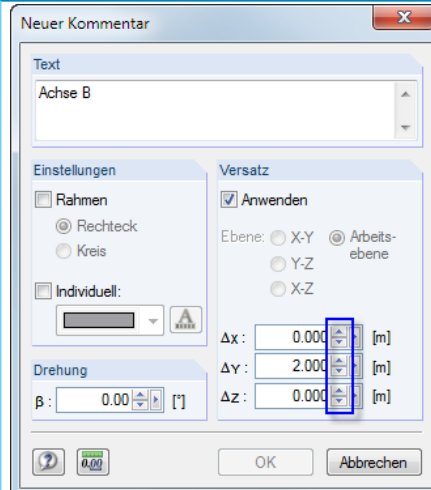
Eingabefeld



Textfeld, Eingabezeile

Feld für die Eingabe von Text oder Zahlenwerten

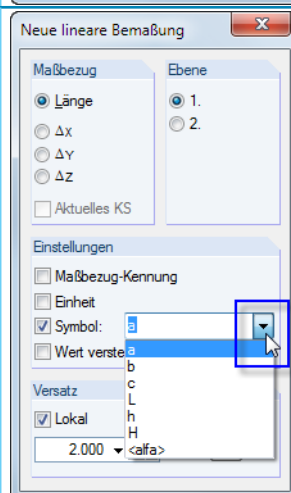
Drehfeld



Spinner, Spin Button

Zwei kleine Schaltflächen neben einer Eingabezeile
Zahlenwerte können schrittweise geändert werden.

Liste



Listefeld, Listbox, Combobox, DropDown-Liste

Auswahlmöglichkeit für Eingabefelder
Manchmal ist eine Ergänzung durch eigene Einträge möglich.

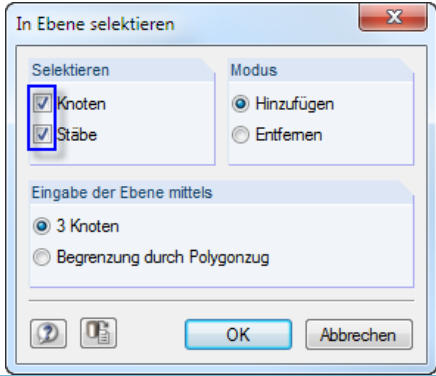
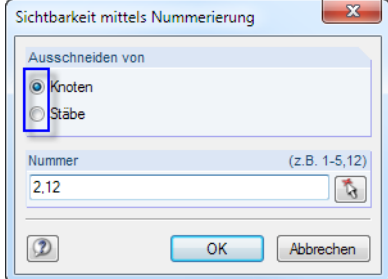
| | | | |
|--------------|---|----------------------------|---|
| Kontrollfeld |  | Checkbox, Kontrollkästchen | Ja- oder Nein-Entscheidung durch Setzen oder Entfernen des Hakens |
| Auswahlfeld |  | Radio Button | Entscheidung zwischen Alternativen, von denen nur eine Aussage zutreffen kann |

Tabelle 3.1: Begriffe der Benutzeroberfläche

3.3 Spezielle Begriffe in RSTAB

In diesem Kapitel werden RSTAB-spezifische Begriffe vorgestellt. Sie sind in den folgenden Kapiteln ausführlich beschrieben.

| Begriff | Erläuterung |
|----------------|--|
| Knoten | Im 3D-Modell ist ein Knoten durch die Koordinaten (X/Y/Z) festgelegt. Über Knoten wird die Geometrie des Modells beschrieben. |
| Stab | Ein Stab stellt die geradlinige Verbindung zwischen zwei Knoten dar. Über Material- und Querschnittseigenschaften wird dem Stab eine Steifigkeit zugewiesen. Ein Stab wird als 1D-Element behandelt. |
| 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. |
| Lastfall LF | Die Lasten einer Einwirkung werden in einem Lastfall verwaltet, z. B. ‚Eigengewicht‘ oder ‚Wind‘. Die Belastungen sollten als charakteristische Lasten (d. h. ohne Faktor) definiert werden. Die Teilsicherheitsfaktoren können in den Last- oder Ergebniskombinationen berücksichtigt werden. Ein Lastfall wird in der Regel nach Theorie I. Ordnung berechnet. |

| | |
|----------------------------------|---|
| Lastkombination <i>LK</i> | Eine Lastkombination überlagert Lastfälle, indem die Belastungen der enthaltenen Lastfälle zusammengefasst werden. Eine Lastkombination wird in der Regel nach Theorie II. oder III. Ordnung berechnet. |
| Ergebniskombination <i>EK</i> | In einer Ergebniskombination werden die Ergebnisse der enthaltenen Lastfälle überlagert. Es ist auch möglich, mit einer <i>Oder</i> -Kombination die extremen Schnittgrößen und Verformungen aus verschiedenen Lastfällen, Last- oder Ergebniskombinationen zu ermitteln. Das additive Überlagern nichtlinear berechneter Ergebnisse ist jedoch nicht korrekt. |
| Superkombination <i>SK</i> | Eine Superkombination überlagert die Ergebnisse von Lastfällen, Last- oder Ergebniskombinationen aus unterschiedlichen RSTAB-Modellen. Damit können Bauzustände untersucht werden. Für Superkombinationen wird das Zusatzmodul SUPER-EK benötigt. |

Tabelle 3.2: RSTAB-spezifische Begriffe

3.4 RSTAB-Oberfläche

Dieses Kapitel beschreibt die einzelnen Bedienelemente von RSTAB (siehe [Bild 3.1, Seite 13](#)). Das Programm hält sich an die allgemeinen Standards für Windows-Anwendungen.

3.4.1 Menüleiste

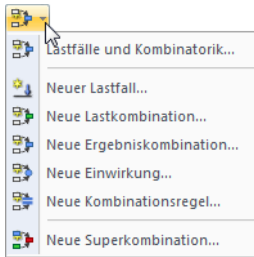
Unterhalb der Titelleiste befindet sich die Menüleiste. Alle Funktionen von RSTAB sind über diese Menüleiste zugänglich. Sie ist in logischen Blöcken strukturiert.

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 auf und die Menüeinträge sind zugänglich. 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 bzw. in die Untereinträge gewechselt werden.


Bei einigen Menüeinträgen wird zusätzlich eine Tastenkombination angegeben: Die 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).

3.4.2 Symbolleisten



Listenschalfläche
der Symbolleiste

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 (*Quick-Info, Tooltip*).

Einige Schaltflächen enthalten – wie ein Menü – Untereinträge: Diese so genannten *Listenschaltflächen* beinhalten thematisch verwandte Funktionen. Sie sind mit einem Klick auf  neben dem Symbol zugänglich. Die zuletzt gewählte Schaltfläche wird oben voreingestellt.

Die Position einer Symbolleiste kann geändert werden, indem man sie im vorderen Bereich mit der Maus „greift“ und an die gewünschte Stelle verschiebt.



Bild 3.2: Symbolleiste *Ansicht* im angedockten Zustand

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

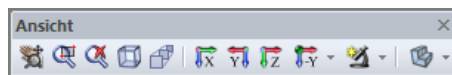


Bild 3.3: Symbolleiste *Ansicht* schwebend

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

Der Menüpunkt **Ansicht** → **Symbolleisten anpassen** ruft einen Dialog auf, mit dem Inhalt und Aussehen der Symbolleisten verändert werden können. Das Vorgehen entspricht den in Windows üblichen Standards.

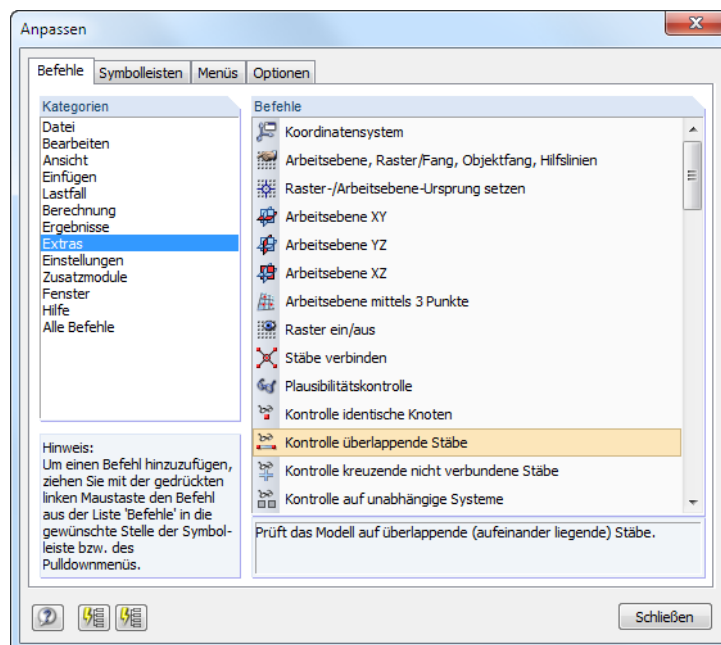


Bild 3.4: Dialog *Anpassen*, Register *Befehle*

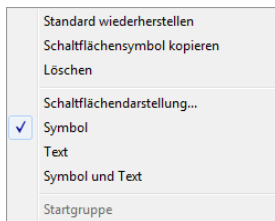
Alle Befehle von RSTAB sind nach *Kategorien* geordnet. Wird in der Liste ein Eintrag selektiert, erscheinen rechts die Schaltflächen aller zugehörigen *Befehle*. Die Funktion der markierten Schaltfläche wird im Abschnitt unterhalb erläutert. Jede Schaltfläche kann per Drag-and-drop an eine beliebige Stelle in der Werkzeugleiste geschoben werden. Es empfiehlt sich, diese zusätzlichen

Schaltflächen in eine neue Symbolleiste zu integrieren (siehe Bild 3.6), da die übrigen Symbolleisten bei einem Update möglicherweise auf die Standardeinträge gesetzt werden.

Um eine Schaltfläche aus der Symbolleiste zu entfernen, muss der Dialog *Anpassen* geöffnet sein. Die Schaltfläche kann dann von der Symbolleiste auf die Arbeitsfläche gezogen werden. Alternativ benutzen Sie das links dargestellte Kontextmenü der Schaltfläche zum *Löschen*.

Die Befehle können nicht nur in die Symbolleiste, sondern auch in die Menüs gezogen werden. Auf diese Weise lassen sich benutzerdefinierte Menüs erstellen. Wie bei den Symbolleisten können Menüeinträge gelöscht oder benutzerdefiniert angepasst werden.

Die Option *Schaltflächendarstellung* im Kontextmenü öffnet folgenden Dialog:



Kontextmenü einer Schaltfläche bzw. eines Menüeintrags

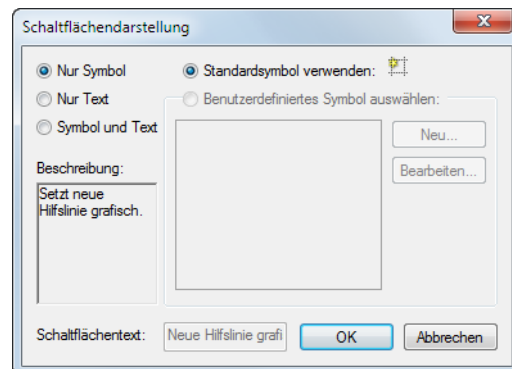


Bild 3.5: Dialog *Schaltflächendarstellung*

Hier lässt sich der Text der Schaltfläche bzw. Menüpunkts ändern. Ferner kann das Standardsymbol durch ein *Benutzerdefiniertes Symbol* ersetzt werden.



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

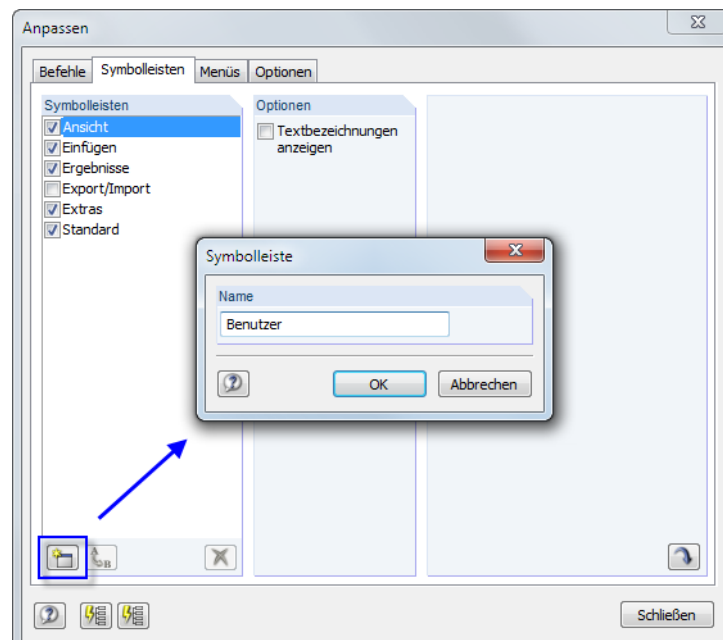


Bild 3.6: Anlegen einer neuen Symbolleiste

Im Dialog *Symbolleiste* ist der Name der neuen Symbolleiste anzugeben. Die neue Leiste wird nach [OK] schwebend angezeigt. Sie kann an die geeignete Stelle verschoben und mit Schaltflächen gefüllt werden. Dies erfolgt über das Register *Befehle* (siehe Bild 3.4).



Die Schaltfläche [Symbolleiste zurücksetzen] stellt den Grundzustand wieder her. Enthält die Liste eine benutzerdefinierte Symbolleiste, so wird sie entfernt. Die Standard-Symbolleisten von RSTAB können nicht entfernt, sondern nur ausgeblendet werden.



Im Register *Menüs* können benutzerdefinierte Pulldownmenüs erstellt werden. Das Vorgehen entspricht dem zum Anlegen einer neuen Symbolleiste (siehe Bild 3.6).

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

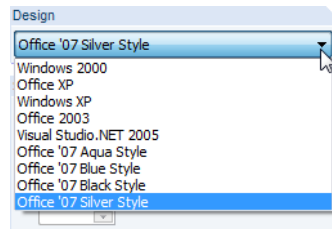


Bild 3.7: Verfügbare Oberflächen-Designs

Die neue Einstellung wird sofort wirksam.

3.4.3 Projekt-Navigator



Links im Arbeitsfenster wird ein Navigator angezeigt, der dem Windows-Explorer nachempfunden ist. Dieser *Projekt-Navigator* kann mit dem Menü **Ansicht** → **Navigator** oder mit der entsprechenden Schaltfläche ein- und ausgeblendet werden.

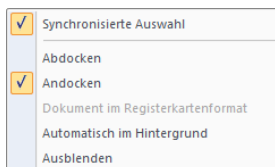


Bild 3.8: Schaltfläche *Navigator* in der Symbolleiste *Standard*

Der Navigator zeigt die Modelldaten der geöffneten Datei(en) als Baumstruktur an. Mit [+] können die Zweige des Baumes aufgeklappt werden, mit [-] werden sie wieder geschlossen. Die gleiche Wirkung hat ein Doppelklick auf einen Eintrag.



Der Navigator lässt sich wie eine Symbolleiste behandeln: Sie können ihn in der Titelleiste mit der Maus „anfassen“ und in die Arbeitsfläche schieben. Ein Doppelklick auf die Titelleiste oder das Verschieben an den Rand dockt ihn wieder am Fensterrand an. Während des Verschiebens werden die links dargestellten Schaltflächen angezeigt, die das Andocken an einem der vier Ränder erleichtern: Ziehen Sie den Navigator auf die gewünschte Schaltfläche und lösen die Maustaste, sobald sich der Mauszeiger über der Schaltfläche befindet.



Navigator-Kontextmenü

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

Ist die *Synchronisierte Auswahl* aktiv, so wird ein Objekt, das im Navigator markiert ist, auch in der Modellgrafik farblich hervorgehoben.

Die Kontextmenü-Option *Automatisch im Hintergrund* ermöglicht es, einen gedockten Navigator zu minimieren: Sobald das Arbeitsfenster mit einem Mausklick aktiviert wird, schiebt sich der Navigator als schmale Leiste an den Rand (siehe Bild 3.9). Diese Funktion ist auch über den Pin rechts oben im Navigator wählbar (siehe Bild 3.10).

Der Navigator öffnet sich wieder in voller Größe, wenn der Mauszeiger über das Feld *Projekt-Navigator* in der gedockten Leiste bewegt wird.

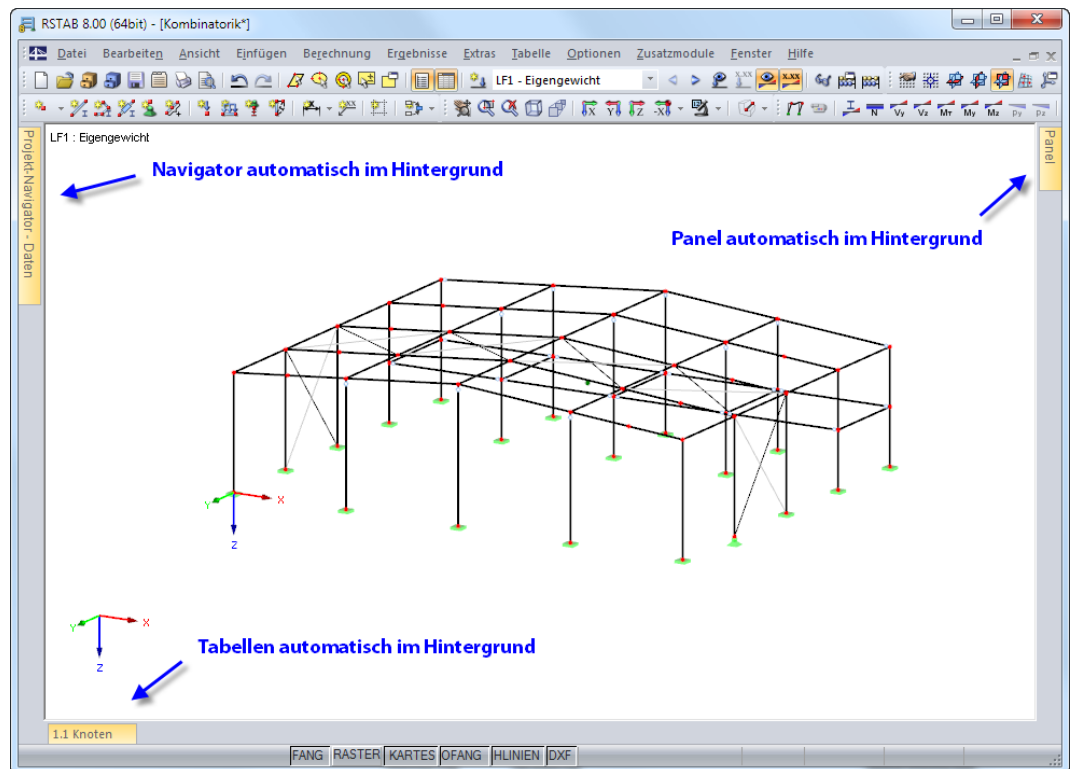


Bild 3.9: Navigator, Tabellen und Panel automatisch im Hintergrund

Am unteren Ende des Navigators befinden sich drei (bzw. nach der Berechnung vier) Registerreiter. Sie ermöglichen den Wechsel zwischen den *Daten*-, *Zeigen*-, *Ansichten*- und *Ergebnisse*-Navigatoren.

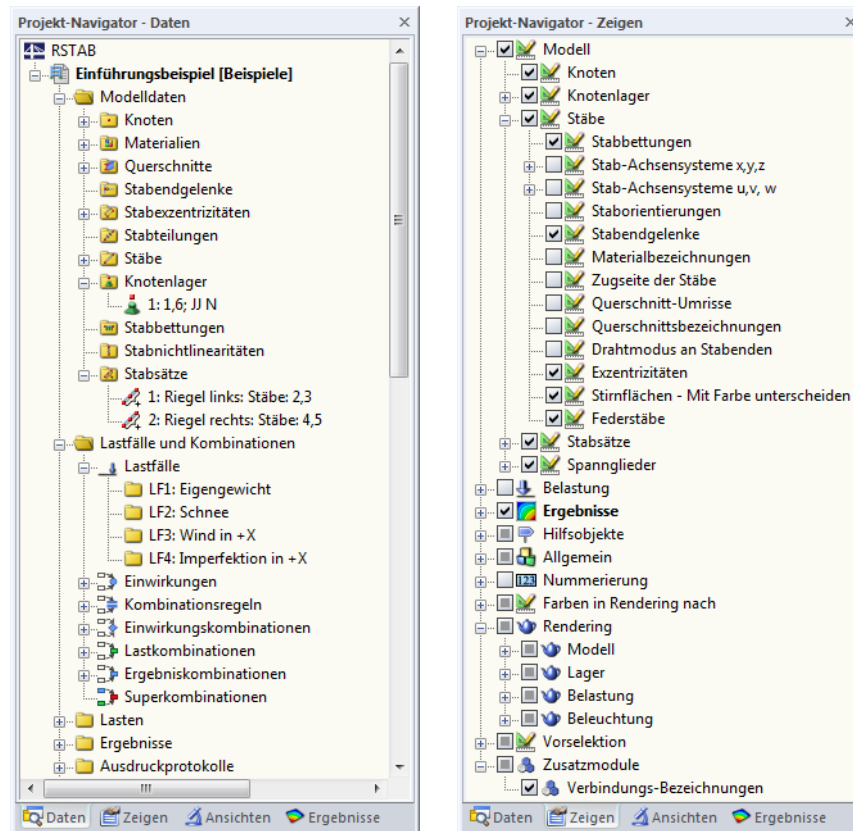
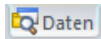


Bild 3.10: Register *Daten* und *Zeigen* des Projekt-Navigators

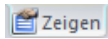
Daten-Navigator



Dieser Navigator verwaltet die Modell- und Lastdaten sowie die berechneten Ergebnisse. Der Doppelklick auf einen Eintrag (ein „Blatt“ des Baumes) ruft einen Dialog auf, mit dem das gewählte Objekt geändert werden kann. Wird ein Eintrag mit der rechten Maustaste angeklickt, erscheint ein Kontextmenü mit nützlichen Funktionen zum Anlegen oder Ändern des Objekts.

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

Zeigen-Navigator



Der Darstellungsnavigator steuert die grafische Anzeige im Arbeitsfenster. Wird der Haken im Kontrollfeld vor einem Eintrag entfernt, so wird dieses Objekt in der Grafik ausgeblendet.

Über das links dargestellte Kontextmenü dieses Navigators können die benutzerdefinierten Einstellungen gespeichert und eingelesen oder als Standard für neue Modelle verwendet werden.

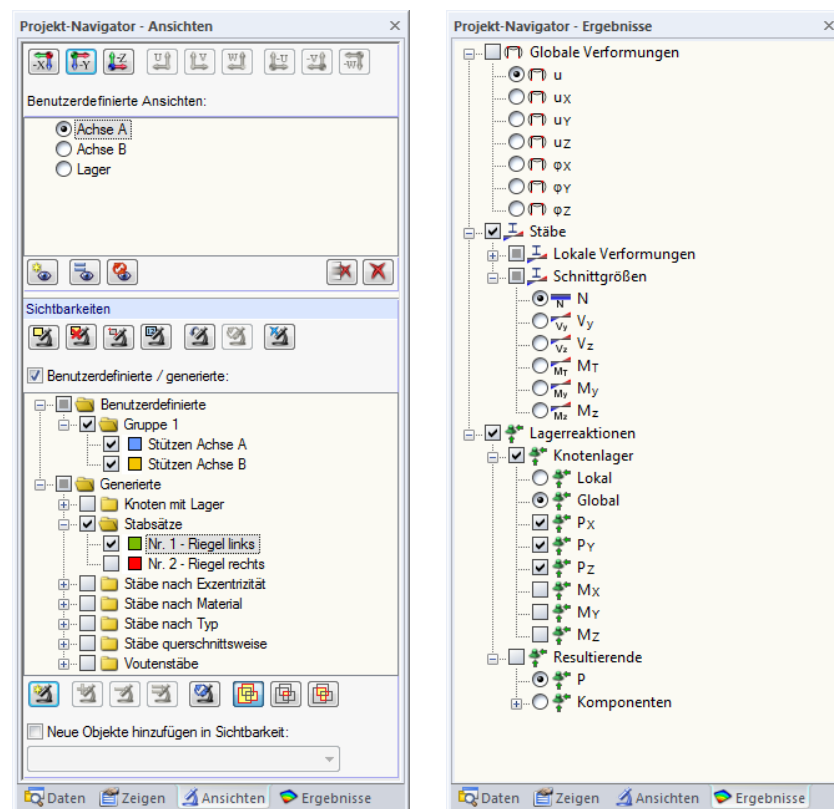
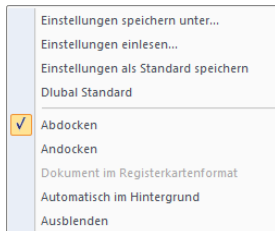
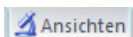


Bild 3.11: Register *Ansichten* und *Ergebnisse* des Projekt-Navigators

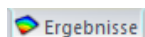
Ansichten-Navigator



Dieser Navigator verwaltet die benutzerdefinierten Ansichten sowie die benutzerdefinierten und automatisch angelegten Sichtbarkeiten von Objekten (Ausschnitte, Gruppierungen). Über die Schaltflächen lassen sich benutzerdefinierte Ansichten anlegen, Sichtbarkeiten einstellen, Objekte in benutzerdefinierte Sichtbarkeiten integrieren etc.

Die Arbeit mit Ansichten und Sichtbarkeiten ist im [Kapitel 9.7.1](#) ab [Seite 210](#) erläutert.

Ergebnisse-Navigator



Mit diesem Navigator wird gesteuert, welche Ergebnisse in der Grafik angezeigt werden. Die Einträge sind davon abhängig, ob RSTAB-Ergebnisse oder die eines Zusatzmoduls angezeigt werden.

3.4.4 Tabellen



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

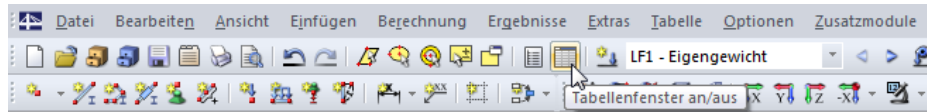
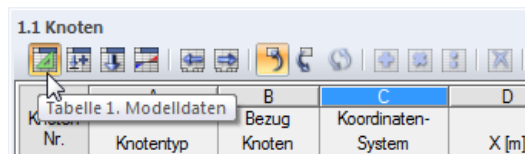


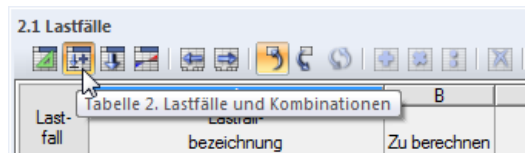
Bild 3.12: Schaltfläche *Tabellenfenster ein/aus* in der Symbolleiste *Standard*

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



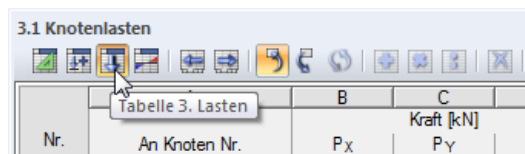
Tabellen für Modelldaten

Menü **Tabelle** → **Gehe zu** → **Modelldaten**



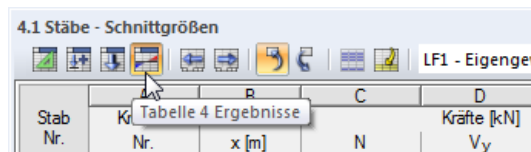
Tabellen für Lastfälle und Kombinationen

Menü **Tabelle** → **Gehe zu** → **Lastfälle und Kombinationen**



Tabellen für Lasten

Menü **Tabelle** → **Gehe zu** → **Lasten**



Tabellen für Ergebnisse

Menü **Tabelle** → **Gehe zu** → **Ergebnisse**

Tabelle 3.3: Schaltflächen zum Ansteuern der Tabellengruppen

In den Tabellen sind alle Modell- und Belastungsdaten in numerischer Form verwaltet. Für eine rationelle Eingabe stehen mehrere Funktionen zur Verfügung (siehe [Kapitel 11.5](#) ab [Seite 317](#)).

Die Tabellen spiegeln die interne Datenstruktur von RSTAB wider. Durch eine Überprüfung von Tabelle zu Tabelle ist sichergestellt, dass alle Daten erfasst werden. Auch die Beschreibung der Ein- und Ausgabe in den [Handbuch-Kapiteln 4, 5, 6](#) und [8](#) basiert auf der Struktur der Tabellen.

Die Tabellen können wie eine Symbolleiste behandelt werden: Sie können in ihrer Titelleiste mit der Maus „angefasst“ und in die Arbeitsfläche geschoben werden. Ein Doppelklick auf die Titelleiste oder das Verschieben an den Rand bzw. auf eine der links gezeigten Schaltflächen dockt sie wieder an.



Bei gedockten Tabellen können diese über die Kontextmenü-Option *Automatisch im Hintergrund* minimiert werden, sobald das Arbeitsfenster mit der Maus aktiviert wird (siehe [Bild 3.9, Seite 21](#)). Diese Funktion ist auch über den Pin rechts oben in der Tabellenleiste wählbar. Die Tabellen öffnen sich wieder in voller Größe, wenn der Mauszeiger über die gedockte Leiste bewegt wird.



Wird in der Tabelle eine Zeile per Mausklick markiert, so wird dieses Objekt in der Grafik farblich hervorgehoben. Selektiert man umgekehrt im Arbeitsfenster ein Objekt, so wird auch in der Tabelle die entsprechende Zeile eingeblendet und andersfarbig dargestellt. Diese so genannte „Synchronisation der Selektion“ wird über Menü **Tabelle** → **Einstellungen** oder mit den beiden links gezeigten Schaltflächen geregelt (siehe [Kapitel 11.5.4, Seite 323](#)).

3.4.5 Statusleiste

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

Die Statusleiste ist in drei Bereiche gegliedert.

Linker Bereich

Stablast Nr. 3 an Stab Nr. 13

Bild 3.13: Linker Bereich der Statusleiste

Der angezeigte Text variiert je nach aktiver Programmfunktion. Befindet sich der Mauszeiger im Arbeitsfenster, erscheinen Informationen zum Objekt, über dem sich der Zeiger gerade befindet.

Als Einsteiger sollten Sie diesen Teil der Statuszeile im Auge behalten: Hier werden nützliche Hinweise und Erläuterungen zu den Symbolleisten-Schaltflächen und Dialogen angeboten.

Mittlerer Bereich

FANG RASTER KARTES OFANG HLINIEN DXF

Bild 3.14: Mittlerer Bereich der Statusleiste

Dieser Bereich hat eine ähnliche Funktionalität wie eine Symbolleiste. Damit lässt sich die Anzeige im Arbeitsfenster beeinflussen.

FANG



Die Schaltfläche aktiviert oder deaktiviert die Fangfunktion des Rasters. Über das Kontextmenü ist der Dialog zum Einstellen der Rasterparameter zugänglich (siehe [Kapitel 11.3.2, Seite 276](#)).

RASTER



Ein Klick auf die Schaltfläche blendet das Raster ein oder aus. Über die Option *Bearbeiten* im Kontextmenü wird der im [Bild 11.34 auf Seite 276](#) dargestellte Dialog aufgerufen.

Zusätzlich bietet das Kontextmenü die Möglichkeit, die Rasterabstände schrittweise zu vergrößern oder zu verkleinern.

ORTHO / KARTES / POLAR



Mit dieser Schaltfläche kann zwischen orthogonalem, kartesischem und polarem Raster umgeschaltet werden. Über das Kontextmenü ist der im [Bild 11.34](#) dargestellte Dialog zugänglich. Zudem lassen sich die Rasterabstände schrittweise vergrößern und verkleinern.

OFANG

Diese Schaltfläche aktiviert oder deaktiviert den Objektfang (siehe [Kapitel 11.3.3, Seite 277](#)).

HLINIEN

Die Schaltfläche steuert die Anzeige der Hilfslinien (siehe [Kapitel 11.3.7, Seite 287](#)).

DXF

Die Schaltfläche steuert die Anzeige der Hintergrundfolien (siehe [Kapitel 11.3.10, Seite 294](#)).

Rechter Bereich



Bild 3.15: Rechter Bereich der Statusleiste

Der rechte Bereich der Statuszeile zeigt folgende Informationen zur grafischen Eingabe an:

- Sichtbarkeitsmodus (falls aktiv)
- Koordinatensystem *KS*
- Arbeitsebene
- Koordinaten der aktuellen Mauszeigerposition

3.4.6 Steuerpanel



Sobald Schnittgrößen oder Verformungen grafisch angezeigt werden, erscheint das **Panel** im Arbeitsfenster. Es bietet verschiedene Anzeige- und Steuerungsmöglichkeiten. Das Panel lässt sich über das Menü **Ansicht** → **Steuerpanel** oder mit der entsprechenden Schaltfläche ein- und ausblenden.



Das Panel kann wie eine Symbolleiste behandelt werden: Es kann in seiner Titelleiste mit der Maus „angefasst“ und in die Arbeitsfläche geschoben werden. Ein Doppelklick auf die Titelleiste oder das Verschieben an den Rand bzw. auf eine der links gezeigten Schaltflächen dockt es wieder an.

Bei gedocktem Panel kann dieses über die Kontextmenü-Option *Automatisch im Hintergrund* minimiert werden, sobald das Arbeitsfenster mit der Maus aktiviert wird (siehe [Bild 3.9, Seite 21](#)). Diese Funktion ist auch über den Pin rechts oben im Panel wählbar. Das Panel öffnet sich wieder in voller Größe, wenn der Mauszeiger über die gedockte Leiste bewegt wird.

Das Steuerpanel besteht aus den Registern *Farbskala*, *Faktoren* und *Filter*.

Farbskala

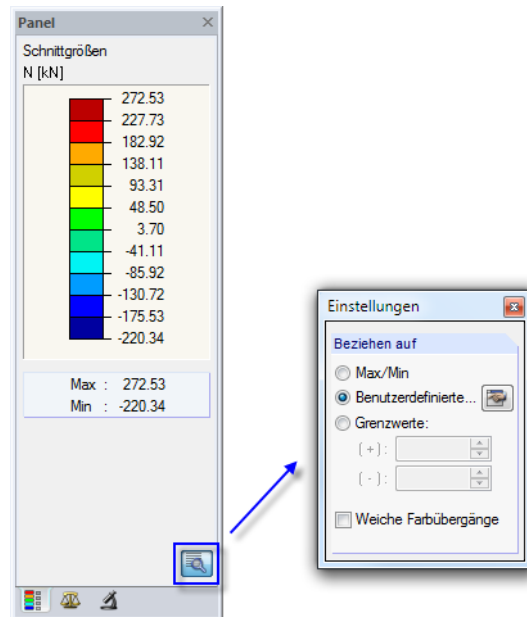


Bild 3.16: Steuerpanel, Register *Farbskala* mit aktivem Dialog *Einstellungen*

Bei einer mehrfarbigen Ergebnisdarstellung zeigt das erste Register die Farbskala mit den zugeordneten Wertebereichen an. Standard ist eine elfstufige Farbskala, die den Bereich zwischen den Extremwerten in gleichen Intervallen abdeckt.



Die Farbskala lässt sich per Doppelklick auf eine der Farben anpassen. Alternativ wird die Schaltfläche [Einstellungen] im Panel benutzt. Im folgenden *Einstellungen*-Dialog (Bild 3.16) kann über die Schaltfläche [Bearbeiten] der Dialog zum Ändern der Farb- und Wertebereiche aufgerufen werden.

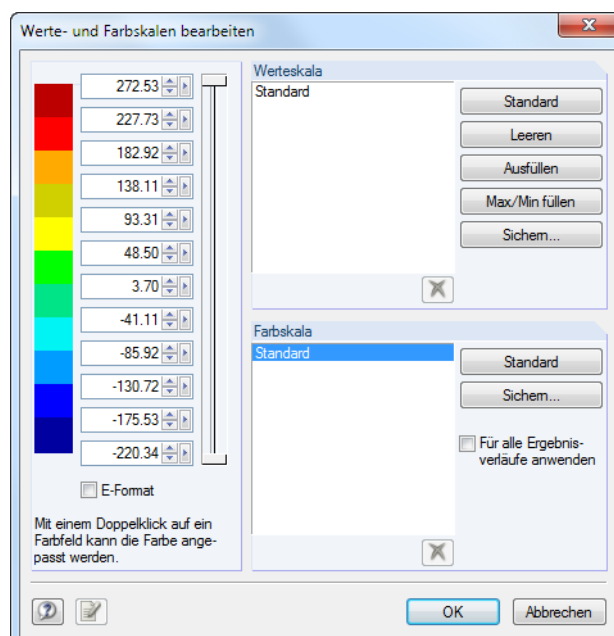


Bild 3.17: Dialog *Werte- und Farbskalen bearbeiten*

Die beiden vertikalen Schieberegler rechts neben den Werten ermöglichen es, die Anzahl der Farbbereiche von beiden Seiten aus zu reduzieren.

Die Farben lassen sich durch Doppelklicken eines Farbfeldes einzeln ändern.

Die Werte der Skala können manuell angepasst werden. Dabei ist jedoch eine konsequent auf- bzw. absteigende Reihenfolge zu beachten. Die Schaltflächen im Abschnitt *Werteskala* rechts unterstützen die 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 – abhängig 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 modellübergreifend gespeichert. |

Tabelle 3.4: Schaltflächen im Abschnitt *Werteskala*

Sichern...

Das Kontrollfeld *Für alle Ergebnisverläufe anwenden* steuert, ob die aktuelle *Farbskala* für die Ergebnisdarstellung sämtlicher Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen benutzt wird. Die *Werteskala* bleibt davon unberührt, da eine globale Zuweisung für Verformungen, Kräfte, Momente und Spannungen problematisch ist. Die geänderte Farbskala ist zunächst als benutzerdefinierte Skala zu [Sichern].



Ist die Schaltfläche [Einstellungen] aktiv wie im Bild 3.16 dargestellt, stehen im Dialog *Einstellungen* weitere Optionen zur Auswahl.

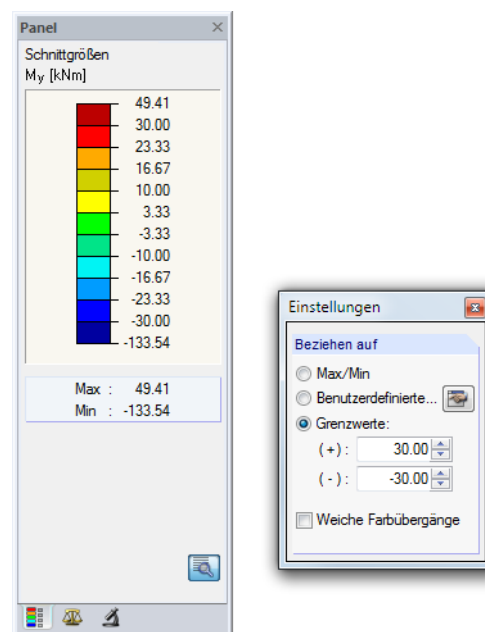


Bild 3.18: Dialog *Einstellungen*, Option *Grenzwerte +/-*

Der Bezug auf *Grenzwerte* ermöglicht die genaue Auswertung innerhalb eines definierten Bereichs. Über- und Unterschreitungen werden jeweils durch eine Farbe abgedeckt. Mit den Vorgaben gemäß Bild 3.18 werden die Momente M_y im Bereich von ± 30 kNm fein abgestuft dargestellt. Die Werte außerhalb dieses Bereichs erscheinen rot bzw. blau.

Wird im *Einstellungen*-Dialog das Kontrollfeld *Weiche Farbübergänge* aktiviert, verschwinden die klaren Bereichsgrenzen. Diese Möglichkeit eines kontinuierlichen Farbspektrums ist unabhängig davon, welche der drei Bezugsoptionen für die Ergebniswerte gewählt wird.

Faktoren

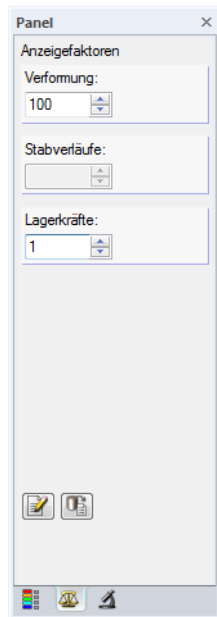


Bild 3.19: Steuerpanel, Register *Faktoren*

Das zweite Register steuert die Überhöhungsfaktoren für die grafische Darstellung. Es sind Eingabefelder vorgesehen zur Skalierung der *Verformung*, *Stabverläufe* (Schnittgrößen) und *Lagerkräfte*, die je nach aktueller Ergebnisgrafik zugänglich sind.

Filter



Bild 3.20: Steuerpanel, Register *Filter*

Über das Register *Farbskala* lassen sich Ergebniswerte im Allgemeinen filtern. Das Register *Filter* hingegen steuert die Ergebnisanzeige in Hinblick auf ausgewählte Stäbe.



Oben im Eingabefeld *Verläufe darstellen von* sind die Nummern der relevanten Stäbe einzutragen. Mit einem Klick auf [Anwenden] wird der Filter in der Grafik umgesetzt.



Die Nummern der Stäbe lassen sich auch aus der Grafik übernehmen: Selektieren Sie zunächst die Objekte (Mehrfachselektion mit Fenster oder gedrückter [Strg]-Taste) und betätigen dann die Schaltfläche [Von der Selektion übernehmen].



Die Filtereinstellungen des Panels wirken sich auch auf die Objekte in den Ergebnistabellen aus: Wenn Sie im Panel z. B. die Ergebnisanzeige auf zwei Stäbe beschränken, so werden in der Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen* auch nur die Ergebnisse dieser beiden Stäbe aufgelistet.

3.4.7 Standardschaltflächen

Schaltflächen werden in vielen Dialogen benutzt. Wird der Mauszeiger über eine Schaltfläche geführt, erscheint nach einem Moment die Kurzinformation zur Funktion.

Folgende Übersicht erläutert häufig verwendete Standardschaltflächen.

| Schaltfläche | Bezeichnung | Funktion |
|---|------------------------------|---|
|  | Neu | Öffnen eines Dialogs zur Definition eines Objekts |
|  | Bearbeiten | Öffnen eines Dialogs zum Ändern eines Objekts |
|  | Löschen | Entfernen eines Objekts oder Eintrags |
|  | 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 11.1.4, Seite 261 |
|  | Einheiten und Dezimalstellen | Einstellmöglichkeit für Einheiten und Dezimalstellen → Kapitel 11.1.3, Seite 259 |
|  | Standard | Wiederherstellen der Dialog-StandardEinstellungen |
|  | Als Standard setzen | Speichern der aktuellen Einstellungen als Standard |
|  | Schriftart | Einstellmöglichkeit für Schriftarten und -größen |
|  | Farben | Einstellmöglichkeit für Farben |
|  | 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 3.5: Standardschaltflächen

3.4.8 Tastaturfunktionen

In den Tabellen und der grafischen Benutzeroberfläche sind häufig benötigte Funktionen über die Tastatur zugänglich.

| | |
|----------------|--|
| [F1] | Hilfe |
| [F2] | Nächste Tabelle |
| [F3] | Vorherige Tabelle |
| [F4] | Plausibilitätskontrolle der aktuellen Tabelle |
| [F5] | Plausibilitätskontrolle aller Tabellen |
| [F7] | Auswahlfunktion in Tabellen |
| [F8] | Kopieren der Zelle oberhalb bzw. Anzeigen des Gesamtmodells fensterfüllend |
| [F9] | Taschenrechner |
| [F10] | Menüleiste |
| [F12] | Speichern des Modells unter neuem Namen |
| [Alt] | Menüleiste |
| [Strg]+[Z] | Kopieren einer Tabellenzeile in die nächste Zeile |
| [Strg]+[A] | Wiederherstellen (<i>Redo</i>) |
| [Strg]+[C] | Kopieren in Zwischenablage |
| [Strg]+[E] | Exportieren der Daten |
| [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 bzw. Importieren von Daten |
| [Strg]+[L] | Springen zu einer bestimmten Zeilennummer in der Tabelle |
| [Strg]+[N] | Anlegen eines neuen Modells |
| [Strg]+[O] | Öffnen eines vorhandenen Modells |
| [Strg]+[P] | Drucken der Grafik |
| [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 3.6: Tastaturfunktionen



Die [Enter]-Taste ruft die zuletzt benutzte Funktion auf – sofern kein Dialog aktiv ist. Dies erleichtert z. B. das erneute Setzen von Modell- oder Lastobjekten im Arbeitsfenster.

3.4.9 Mausfunktionen

Die Mausfunktionen entsprechen den in Windows üblichen Standards: Das einfache Anklicken mit der **linken** Maustaste selektiert ein Objekt zur weiteren Bearbeitung. Ein Doppelklick ruft den Bearbeitungsdialog des Objekts auf. Diese Funktionen sind nicht nur für die Objekte des Arbeitsfensters, sondern auch für die Einträge im *Daten*-Navigator anwendbar.

Modell- und Lastobjekte lassen sich im Arbeitsfenster durch Drag-and-drop verschieben bzw. mit gedrückter [Strg]-Taste kopieren. Die Drag-and-drop-Funktion kann im allgemeinen Kontextmenü (siehe Bild 11.52, Seite 285) ein- und ausgeschaltet werden.

Wird ein Objekt mit der **rechten** Maustaste angeklickt, so erscheint dessen Kontextmenü mit objektbezogenen Befehlen und Funktionen.

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

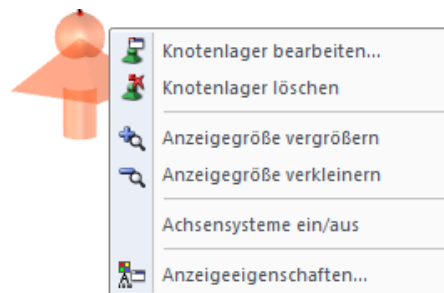


Bild 3.21: Knotenlager-Kontextmenü in der Grafik



Durch Drehen des **Scrollrades** lässt sich die aktuelle Darstellung vergrößern bzw. verkleinern. Als Zentrum des Zoombereichs wird stets die Position des Mauszeigers angenommen.



Mit gedrücktem Scrollrad kann das Modell direkt verschoben werden, d. h. ohne vorher die Schaltfläche [Ansicht verschieben] zu aktivieren. Wird dabei zusätzlich die [Strg]-Taste gedrückt, kann das Modell gedreht werden. Das Rotieren des Modells ist auch mit dem Scrollrad und gedrückter rechter Maustaste möglich. Die am Mauszeiger angezeigten Symbole verdeutlichen stets 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 das Modell mit der gedrückten Scrolltaste um den gewählten Knoten bewegen.



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



In diesem Zusammenhang erweist sich auch eine Funktion als nützlich, mit der ausgewählte Objekte schnell in vergrößerter Ansicht dargestellt werden können: Die Objekte sind zunächst im Arbeitsfenster zu selektieren. Wird nun eine der links dargestellten Schaltflächen in der Symbolleiste *Ansicht* bei gedrückter Umschalttaste [⇧] angeklickt, so zeigt das Arbeitsfenster eine Ausschnittsvergrößerung des Objekts in die gewählte Ansichtsrichtung.

3.4.10 Konfigurationsmanager



Alle Einstellungen für Anzeigeeigenschaften, Schriftarten, Symbolleisten, Druckköpfe etc. sind über den so genannten Konfigurationsmanager zugänglich. Diese Funktion wird über das Menü **Optionen** → **Konfigurationsmanager** oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste aufgerufen.

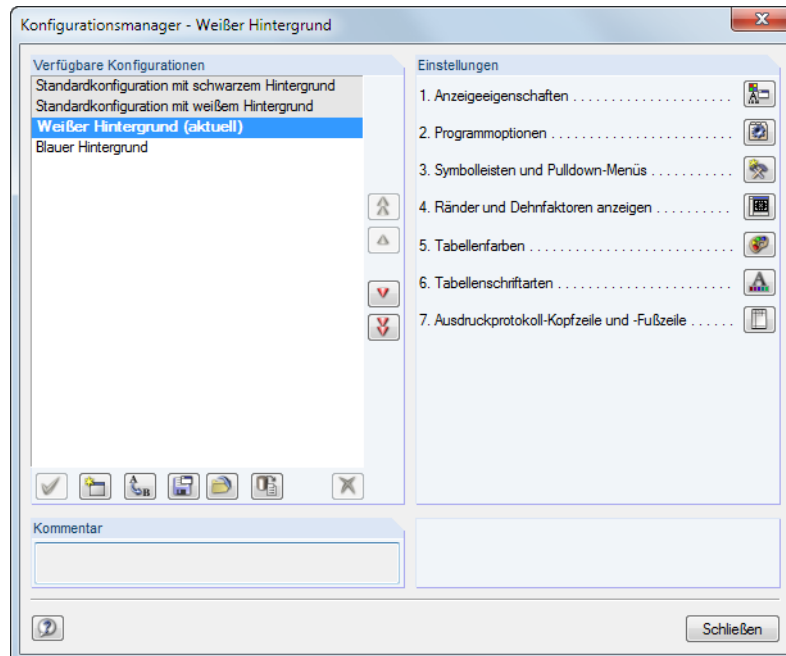


Bild 3.22: Dialog Konfigurationsmanager

Verfügbare Konfigurationen

In diesem Abschnitt sind alle Konfigurationen aufgelistet, die bei der Installation angelegt oder benutzerdefiniert erzeugt wurden. Die im Programm benutzte Einstellung ist in Fettschrift hervorgehoben und als *aktuell* gekennzeichnet.

Die Konfiguration *Standard* ist voreingestellt; sie lässt sich nicht löschen.

Die Schaltflächen in diesem Abschnitt sind mit folgenden Funktionen belegt:

| Schaltfläche | Funktion |
|--------------|--|
| | Stellt den oben selektierten Eintrag als neue <i>aktuelle</i> Konfiguration ein |
| | Erzeugt aus den aktuellen Einstellungen eine neue Konfiguration (→ Bild 3.23) |
| | Benennt die selektierte Konfiguration um |
| | Exportiert die selektierte Konfiguration in eine Datei |
| | Liest eine Konfiguration aus einer Datei ein |
| | Stellt die Standardwerte wieder her |
| | Löscht die selektierte Konfiguration (nicht möglich für <i>Standard</i> und <i>aktuell</i>) |

Tabelle 3.7: Schaltflächen für Verfügbare Konfigurationen



Über die Schaltfläche [Neu] lassen sich die aktuellen Einstellungen als neue Konfiguration speichern. Es öffnet sich ein Dialog, in dem eine *Bezeichnung* anzugeben ist. Ein fakultativer *Kommentar* erleichtert die Auswahl unter mehreren benutzerdefinierten Konfigurationen.

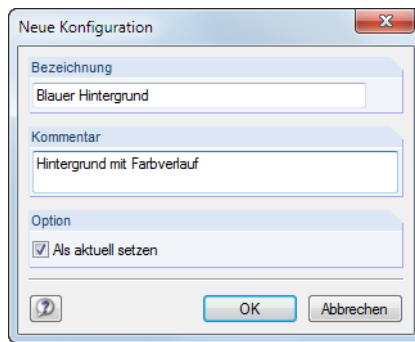


Bild 3.23: Dialog *Neue Konfiguration*

Einstellungen

Die Schaltflächen im Abschnitt *Einstellungen* ermöglichen den Zugang zu verschiedenen Dialogen mit Konfigurationsparametern. Sie sind in der folgenden Tabelle beschrieben.








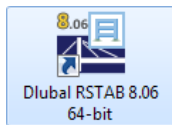
| Schaltfläche | Beschreibung | Funktion |
|---|--------------------------------------|---|
|  | Anzeigeeigenschaften | Ruft den Dialog <i>Anzeigeeigenschaften</i> auf → Kapitel 11.1.2, Seite 257 |
|  | Programmooptionen | Ruft den mehrteiligen Dialog <i>Programmooptionen</i> auf → Kapitel 7.3, Seite 183 → Kapitel 9.8, Seite 220 → Kapitel 11.1.1, Seite 256 → Kapitel 11.1.4, Seite 262 |
|  | Symbolleisten und Menüs | Ruft den Dialog <i>Anpassen</i> auf → Kapitel 3.4.2, Seite 18 |
|  | Ränder und Streckfaktoren | Ruft den Dialog <i>Ränder und Streckfaktoren</i> auf → Kapitel 11.3.11, Seite 297 |
|  | Tabellenfarben | Ruft den Dialog <i>Farben</i> für die Tabellenfarben auf → Kapitel 11.5.4, Seite 323 |
|  | Tabellenschriftarten | Ruft den Dialog <i>Schriftart</i> für die Tabellenschriften auf → Kapitel 11.5.4, Seite 323 |
|  | Ausdruckprotokoll-Kopf- und Fußzeile | Ruft den Dialog <i>Protokollkopf</i> auf → Kapitel 10.1.4, Seite 231 |

Tabelle 3.8: Funktion der Schaltflächen im Abschnitt *Einstellungen*

4 Modelldaten



RSTAB starten

Das Programm wird über das Windows-Startmenü oder das Dlubal-Icon auf dem Desktop gestartet. Zur Dateneingabe muss ein Modell angelegt oder geöffnet werden (siehe [Kapitel 12.2, Seite 382](#)).

RSTAB bietet verschiedene Möglichkeiten der Dateneingabe an: Die Objekte können in einem **Dialog**, einer **Tabelle** und oft auch direkt **grafisch** definiert werden. Alle Eingaben wirken interaktiv, d. h. die grafische Eingabe spiegelt sich sofort in der Tabelle wider und umgekehrt.



Für die ersten Schritte mit RSTAB ist das Einführungsbeispiel hilfreich, das Sie im [Downloadbereich unserer Website](#) finden.

Eingabedialog aufrufen

Die Eingabedialoge und die grafische Eingabe sind auf verschiedene Arten zugänglich.

Menü Einfügen

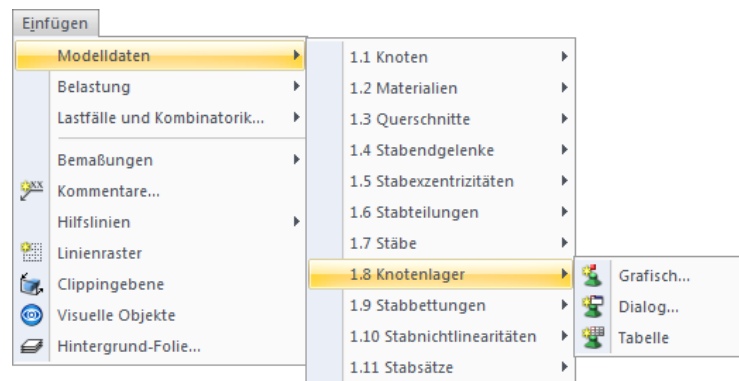


Bild 4.1: Menü Einfügen → Modelldaten

Symbolleiste Einfügen



Bild 4.2: Symbolleiste Einfügen

Kontextmenü im *Daten-Navigator*

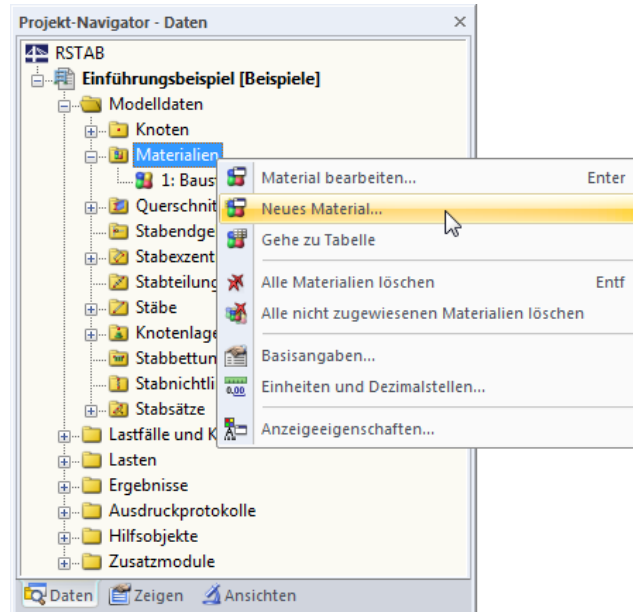


Bild 4.3: Kontextmenü der Modelldatenobjekte im *Daten-Navigator*

Kontextmenü oder Doppelklicken in Tabelle

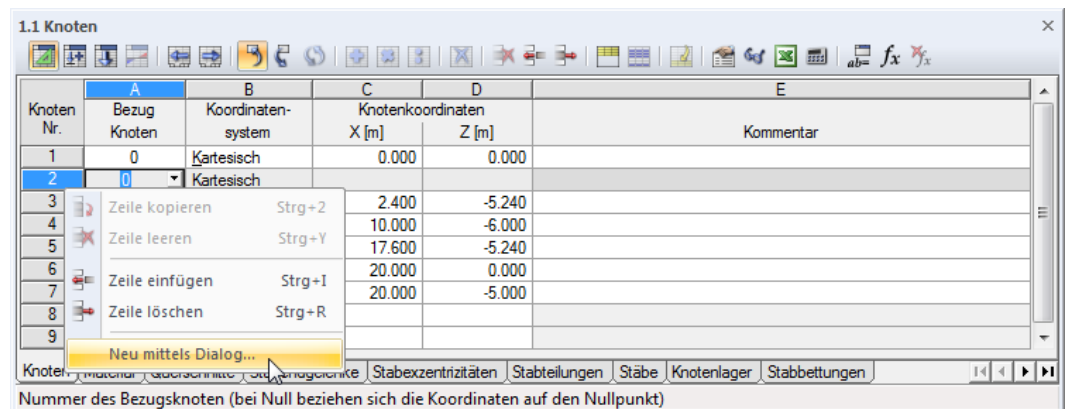


Bild 4.4: Kontextmenü in Modelldaten-Tabellen

Der Eingabedialog ist über das Kontextmenü (oder durch Doppelklicken) der Zeilennummer aufrufbar.

Bearbeitungsdialog aufrufen

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, den Dialog zum Bearbeiten eines Modellobjekts aufzurufen.

Menü *Bearbeiten*

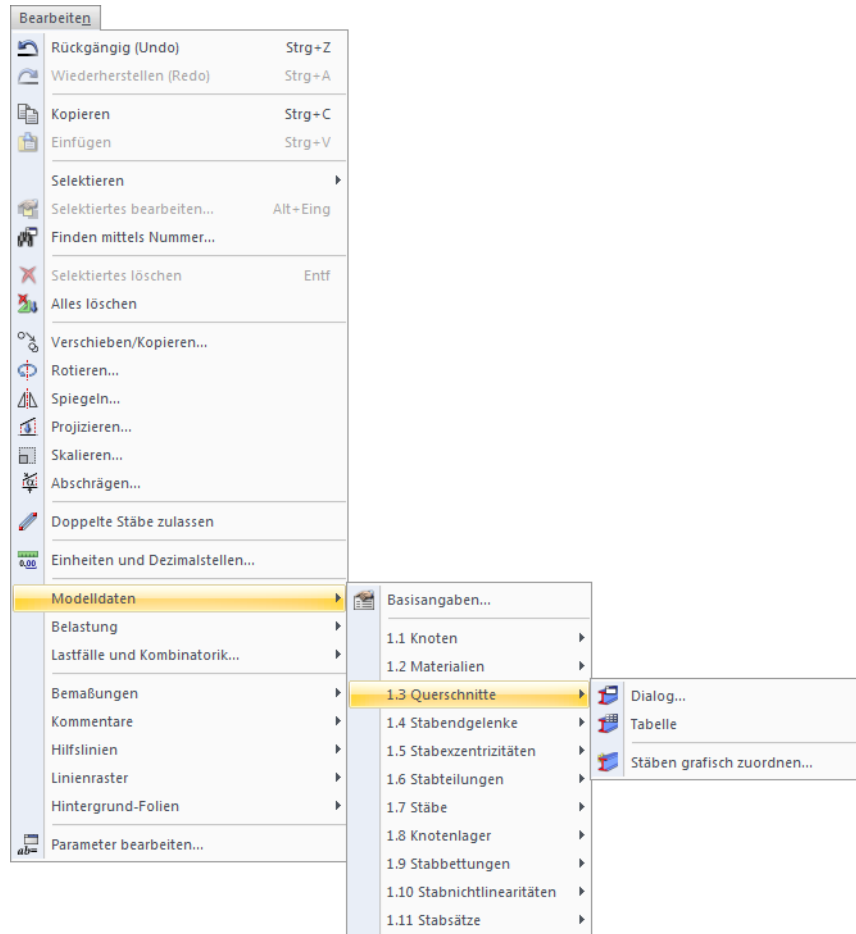


Bild 4.5: Menü *Bearbeiten* → *Modelldaten*

Kontextmenü oder Doppelklicken in Grafik

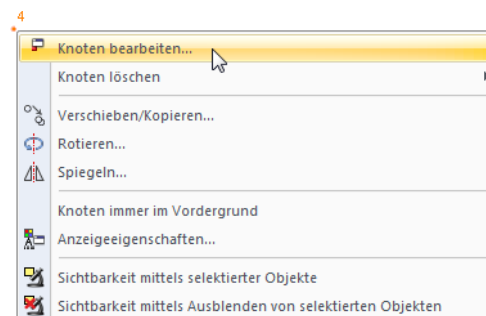


Bild 4.6: Kontextmenü eines Knotens im Arbeitsfenster

Kontextmenü oder Doppelklicken im *Daten-Navigator*

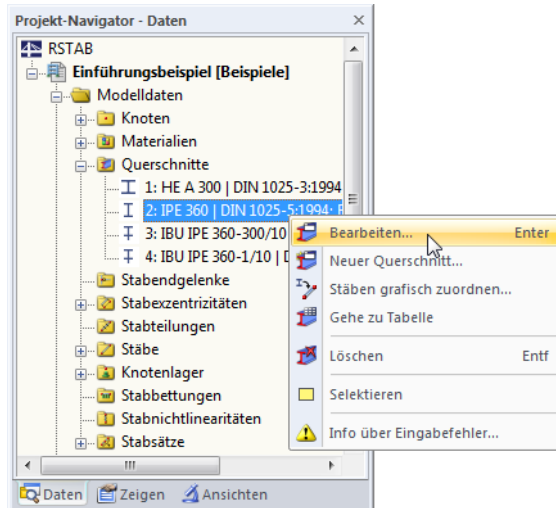


Bild 4.7: Kontextmenü der Modelldatenobjekte im *Daten-Navigator*

Kontextmenü oder Doppelklicken in Tabelle

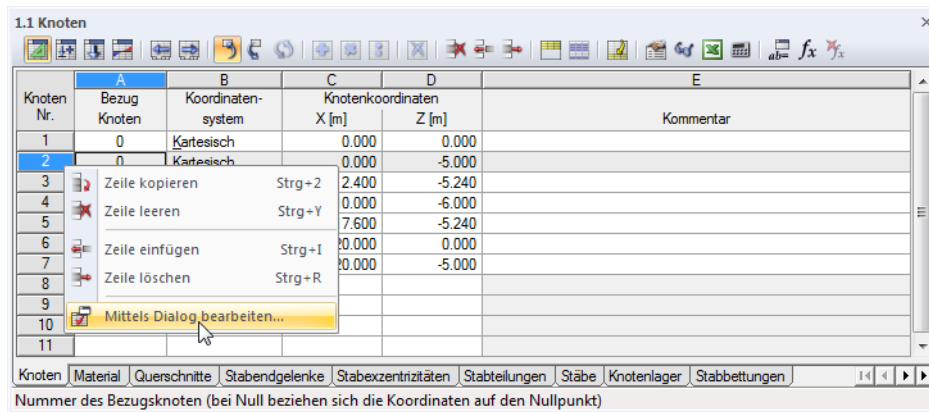


Bild 4.8: Kontextmenü in Modelldaten-Tabellen

Der Bearbeitungsdialog ist über das Kontextmenü der Zeilennummer aufrufbar. Auch ein Doppelklick auf die Nummer öffnet den Dialog zum Bearbeiten des Objekts.

Tabelleneingabe



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

| Knoten Nr. | bezug Knoten | Koordinatensystem | Knotenkoordinaten | | Kommentar |
|------------|--------------|-------------------|-------------------|--------|-----------|
| | | | X [m] | Z [m] | |
| 1 | 0 | Kartesisch | 0.000 | 0.000 | |
| 2 | 0 | Kartesisch | 0.000 | -5.000 | Gelagert |
| 3 | 0 | Kartesisch | 2.400 | -5.240 | |
| 4 | 0 | Kartesisch | 10.000 | -6.000 | |
| 5 | 0 | Kartesisch | 17.600 | -5.240 | |
| 6 | 0 | Kartesisch | 20.000 | 0.000 | |
| 7 | 0 | Kartesisch | 20.000 | -5.000 | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |

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

Kommentar ([...]) zum Übernehmen des Kommentars aus einer Liste der vordefinierten Kommentare

Bild 4.9: Schaltfläche [Tabelle 1. Modelldaten]

Daten lassen sich in tabellarischer Form schnell bearbeiten oder importieren (siehe [Kapitel 11.5](#) ab [Seite 317](#)).



In der Tabelle und im *Daten*-Navigator werden unbenutzte Objekte blau gekennzeichnet.

In jedem Dialog und jeder Tabelle kann ein *Kommentar* ergänzt werden, der das Objekt näher beschreibt. Es lassen sich auch vordefinierte Kommentare nutzen (siehe [Kapitel 11.1.4](#), [Seite 261](#)). Die Kommentare sind auch Teil der Quick-Infos bei den grafischen Objekten.



Bild 4.10: Quick-Info eines Knotenlagers

4.1 Knoten

Allgemeine Beschreibung



Die Geometrie des Modells wird über Knoten beschrieben. Sie stellen die Voraussetzung für Stäbe dar. Jeder Knoten wird durch seine Koordinaten (X,Y,Z) beschrieben. Diese Koordinaten beziehen sich in der Regel auf den Ursprung des globalen Koordinatensystems. Es ist auch möglich, die Koordinaten auf einen anderen Knoten bezogen zu definieren.

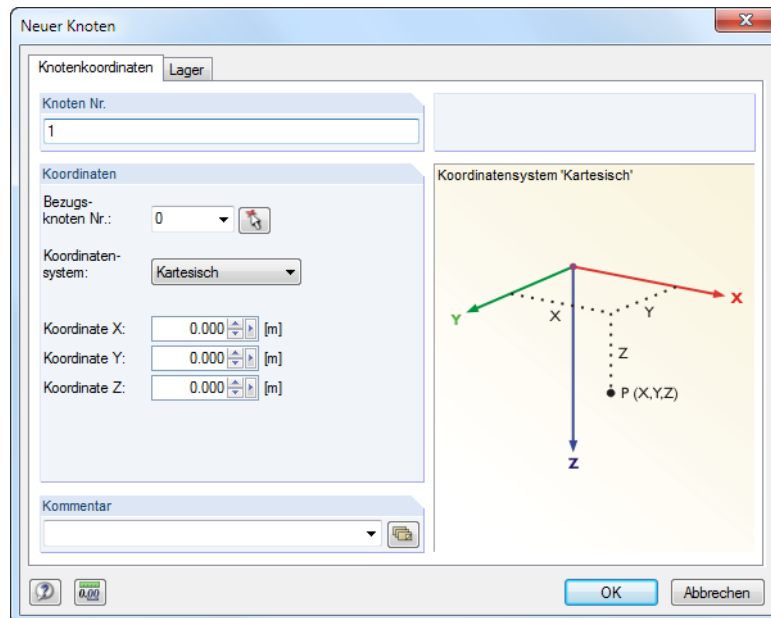


Bild 4.11: Dialog *Neuer Knoten*

1.1 Knoten

| Knoten Nr. | A Bezug Knoten | B Koordinatensystem | C Knotenkoordinaten | | | F Kommentar |
|------------|-------------------|------------------------|------------------------|-------|--------|----------------|
| | | | X [m] | Y [m] | Z [m] | |
| 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 | |
| 6 | 0 | Kartesisch | 12.500 | 0.000 | -7.094 | |
| 7 | 0 | Kartesisch | 18.750 | 0.000 | -6.546 | |
| 8 | 0 | Kartesisch | 22.000 | 0.000 | -6.261 | |

Knoten Material Querschnitte Stabengelenke Stabexzentrizitäten Stabteilungen Stäbe Knotenlager Stabbettungen

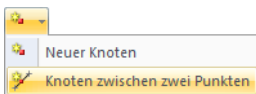
Koordinatensystem ('K'artesisch / 'X' / 'Y' / 'Z'-Zylindrisch / 'P'olar / F7 zum Wählen)

Bild 4.12: Tabelle 1.1 *Knoten*

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

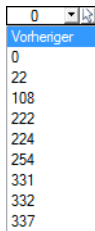
Über Menü **Extras** → **Umnummerieren** kann die Reihenfolge der Knotennummern nachträglich angepasst werden (siehe [Kapitel 11.4.16, Seite 314](#)).

Die Listenschaltfläche enthält eine spezielle Funktion. Sie ermöglicht es, einen Knoten auf der Verbindungslinie von zwei vorhandenen Knoten zu erzeugen (siehe [Kapitel 11.4.12, Seite 312](#)).




Bezugsknoten

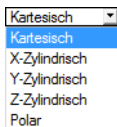
In der Regel sind die Koordinaten eines Knotens auf den Ursprung des globalen Koordinatensystems bezogen. Der Knoten (0/0/0) braucht nicht definiert werden, denn RSTAB erkennt den Ursprung automatisch.



Auch jeder andere Knoten kann als Bezugsknoten dienen; selbst ein Knoten mit einer höheren Nummer ist als Referenzknoten zulässig. Der Bezug auf einen anderen Knoten ist beispielsweise sinnvoll, um einen neuen Knoten in einem bestimmten Abstand zu einer bekannten Stelle zu setzen. Hierfür bietet sich speziell die Option *Vorheriger* Knoten in der Liste der Tabelle an.

Im Dialog *Neuer Knoten* kann der Bezugsknoten direkt angegeben, aus der Liste gewählt oder grafisch mit  bestimmt werden.

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. Alle Koordinatensysteme sind rechtsschraubig zu verstehen.

Kartesisch

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

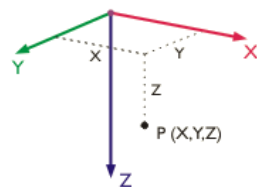


Bild 4.13: Kartesisches Koordinatensystem

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

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 definiert die Drehung der Koordinaten um die X-Achse. Anwendungsbeispiele sind rohrförmige Modelle, deren Mittelachse die X-Achse ist.

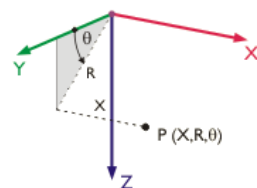


Bild 4.14: X-Zylindrisches Koordinatensystem

Y-Zylindrisch

Das Konzept ist analog zum X-zylindrischen Koordinatensystem. In diesem Fall stellt jedoch die Achse Y die Längsachse dar.

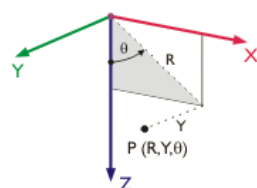


Bild 4.15: Y-Zylindrisches Koordinatensystem

Z-Zylindrisch

Das Konzept ist analog zum X-zylindrischen Koordinatensystem. In diesem Fall stellt jedoch die Achse Z die Längsachse dar.

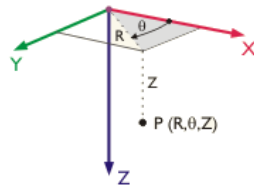


Bild 4.16: Z-Zylindrisches Koordinatensystem

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.

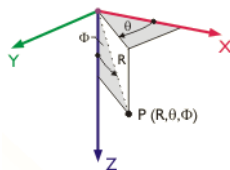


Bild 4.17: Polares Koordinatensystem



Die Modelleingabe sollte im Hinblick auf das globale Koordinatensystem so arrangiert werden, dass die XYZ-Achsen des Koordinatensystems mit den Hauptrichtungen des Tragwerks übereinstimmen. Dies erleichtert die Definition der Koordinaten, Randbedingungen und Belastungen.



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.

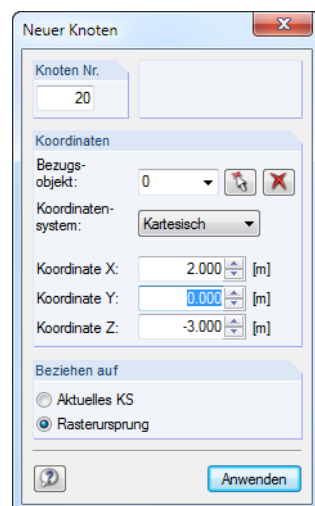


Bild 4.18: Schwebender Dialog *Neuer Knoten*

Informationen zu benutzerdefinierten Koordinatensystemen finden Sie im [Kapitel 11.3.4](#) auf [Seite 281](#).

Wird das Koordinatensystem in der Tabelle geändert, können die Knotenkoordinaten automatisch auf das neue System umgerechnet werden. Es erscheint folgende Abfrage.

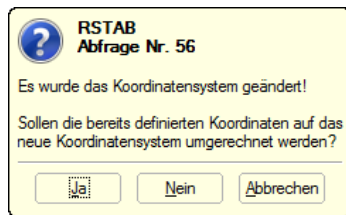


Bild 4.19: RSTAB-Abfrage

Analog lassen sich Knotenkoordinaten mit dem Bezugsknoten *Vorheriger* auf den Ursprung bezogen umrechnen.

Knotenkoordinaten

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

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



Über Menü **Bearbeiten** → **Einheiten und Dezimalstellen** oder die entsprechende Schaltfläche im Dialog können die *Längen* und *Winkel* angepasst werden.



Mit folgendem Verfahren kann überprüft werden, ob Knoten in einer Ebene liegen: Selektieren Sie die relevanten Knoten und rufen dann per Doppelklick auf einen dieser Knoten den Dialog *Knoten bearbeiten* auf. Dort sind nur die Koordinaten-Eingabefelder gefüllt, deren Werte bei allen selektierten Knoten übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall, kann den selektierten Knoten nun eine einheitliche Ebenen-Koordinate zugewiesen werden.

Knotenkoordinaten lassen sich auch aus Excel übernehmen (siehe [Kapitel 11.5.6, Seite 325](#)) oder mit dem Formeleditor von RSTAB ermitteln (siehe [Kapitel 11.6, Seite 328](#)). Zudem sind verschiedene Modellgenerierer verfügbar, die die Eingabe erleichtern (siehe [Kapitel 11.7.2, Seite 337](#)).



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

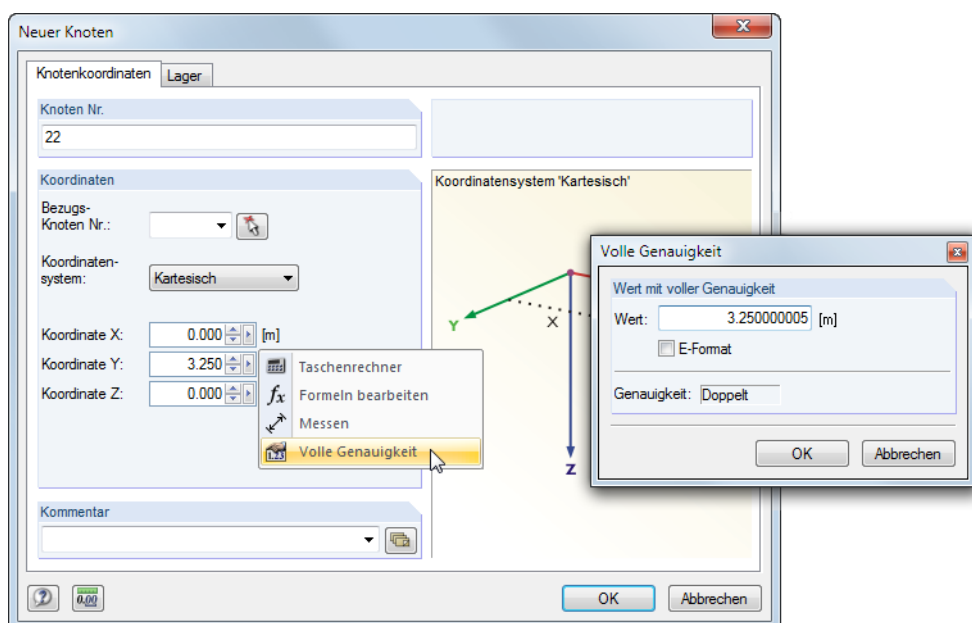



Bild 4.20: Kontextmenü im Dialog *Neuer Knoten* und Dialog *Volle Genauigkeit*

Kommentar



Diese Spalte ermöglicht die Eingabe benutzerdefinierter Anmerkungen. Mit der Schaltfläche  bzw. [Übernehmen] lassen sich gespeicherte Kommentare importieren (siehe [Kapitel 11.1.4, Seite 261](#)).

4.2 Materialien

Allgemeine Beschreibung

Materialien werden für die Definition von Querschnitten benötigt. Die Materialeigenschaften fließen in die Steifigkeiten der Stäbe ein.

Jedem Material ist eine *Farbe* zugeordnet, die im gerenderten Modell für die Darstellung der Objekte benutzt wird (siehe [Kapitel 11.1.9, Seite 266](#)).

Bei einem neuen Modell sind die beiden zuletzt benutzten Materialien voreingestellt.

Bild 4.21: Dialog *Neues Material*

1.2 Materialien

| Material Nr. | Material Bezeichnung | Elastizitätsmodul E [N/mm²] | Schubmodul G [N/mm²] | Querdehnzahl ν [-] | Spez. Gewicht γ [kN/m³] | Wärmedehnzahl α [1/K] | Teilsich.-Beiwert γM [-] |
|--------------|---|-----------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11 | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 1.20E-05 | 1.00 |
| 2 | Beton C30/37 EN 1992-1-1:2004/AC:2010 | 33000.0 | 13750.0 | 0.200 | 25.00 | 1.00E-05 | 1.00 |
| 3 | Brettschichtholz GL24c DIN 1052:2008-12 | 11600.0 | 590.0 | 8.831 | 5.00 | 5.00E-06 | 1.30 |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | Baustahl S 235 JR G2 EN 10025:1994-03 | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 1.20E-05 | 1.10 |
| 6 | | | | | | | |

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

Materialbezeichnung (oder drücken Sie F7, um das Material aus der Materialbibliothek zu übernehmen)

Bild 4.22: Tabelle 1.2 *Materialien*

Materialbezeichnung

Die *Bezeichnung* für das Material kann beliebig gewählt werden. Wenn der eingegebene Name mit einem Eintrag der Bibliothek übereinstimmt, liest RSTAB die 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.



Über Menü **Bearbeiten** → **Einheiten und Dezimalstellen** oder die zugeordnete Schaltfläche können die Anpassungen für die *Materialien* vorgenommen werden.

Schubmodul G

Der Schubmodul G, auch Gleitmodul genannt, ist die zweite Kenngröße zur Beschreibung des elastischen Verhaltens eines linearen, isotropen und homogenen Materials.



Der Schubmodul der in der Bibliothek verzeichneten Materialien wird gemäß [Gleichung 4.1](#) aus dem Elastizitätsmodul E und der Querdehnzahl ν berechnet. Damit ist bei isotropen Materialien eine symmetrische Steifigkeitsmatrix gewährleistet. Unter Umständen können die so ermittelten Schubmodul-Werte geringfügig von den Angaben in den Eurocodes abweichen.

Querdehnzahl ν

Zwischen E- und G-Modul sowie der Querdehnzahl ν (auch Poissonzahl genannt) besteht folgender Zusammenhang:

$$E = 2G(1 + \nu) \quad (4.1)$$



Werden die Eigenschaften eines isotropen Materials manuell definiert, so ermittelt RSTAB automatisch die Querdehnzahl aus den Werten des E- und G-Moduls (bzw. den Schubmodul aus dem E-Modul und der Querdehnzahl).

Bei isotropen Materialien liegt die Querdehnzahl üblicherweise zwischen 0,0 und 0,5. Ab einem Wert von 0,5 (z. B. Gummi) ist daher anzunehmen, dass kein isotropes Material vorliegt.

Spezifisches Gewicht γ

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

Die Angabe ist insbesondere für den Lastfall ‚Eigengewicht‘ bedeutsam. Die automatische Eigenlast des Modells 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 der Index M benutzt wird. Mit dem Faktor γ_M kann die Steifigkeit bei der Berechnung abgemindert werden (siehe [Kapitel 7.2.1, Seite 173](#)).

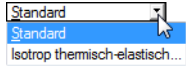
Der Beiwert γ_M darf nicht mit den Sicherheitsfaktoren verwechselt werden, die zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen anzusetzen sind. Die Teilsicherheitsbeiwerte γ auf der Einwirkungsseite fließen bei der Überlagerung der Lastfälle in den Last- und Ergebniskombinationen ein.

Materialmodell



In der Liste stehen zwei Materialmodelle zur Auswahl. Die Parameter des Materialmodells *Isotrop thermisch-elastisch* können in einem Dialog definiert werden, der über die [Details]-Schaltfläche im Dialog bzw. in der Tabelle zugänglich ist.

Standard



Die linear-elastischen Steifigkeitseigenschaften des isotropen Materials sind unabhängig von der Richtung. Es gelten folgende Bedingungen:

- $E > 0$
- $G > 0$
- $-1 < \nu$

Isotrop thermisch-elastisch



Die temperaturabhängigen Spannungs-Dehnungseigenschaften eines elastischen isotropen Materials können in einem Diagramm definiert oder auch aus [Excel] importiert werden. Diese Materialparameter werden für Stabelemente berücksichtigt, die thermisch beansprucht sind (Temperaturänderung oder -differenz).

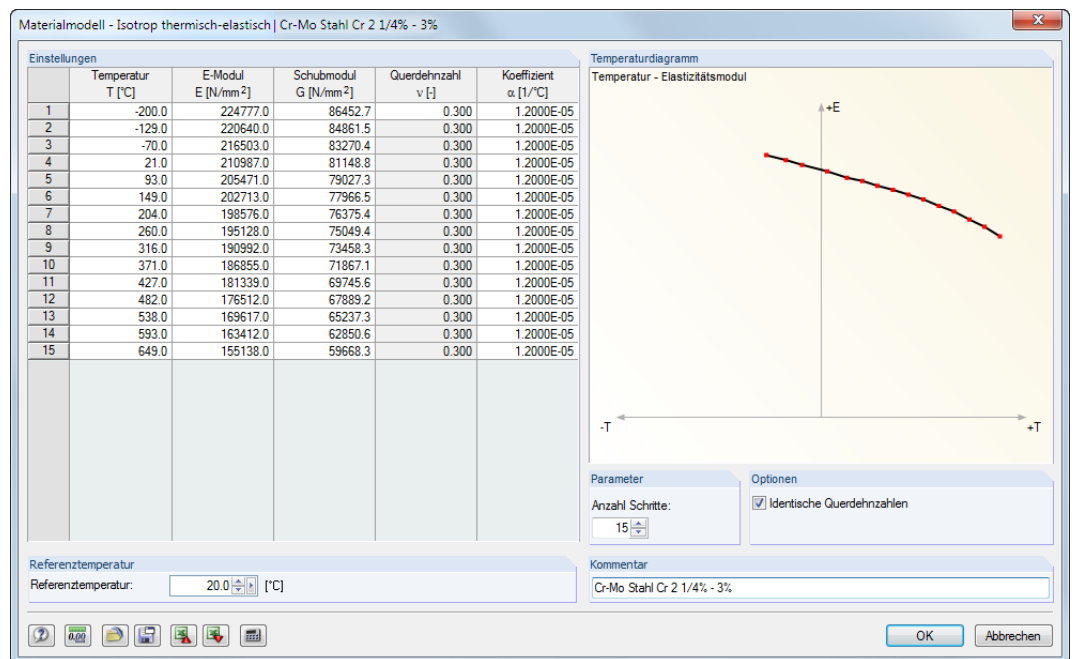


Bild 4.23: Dialog *Materialmodell - Isotrop thermisch-elastisch*

Die *Referenztemperatur* legt die Steifigkeiten für die Stäbe fest, die keine Temperaturlasten aufweisen. Wird z. B. eine Referenztemperatur von 300 °C eingestellt, so wird für alle Stäbe der reduzierte E-Modul dieses Punkts der Temperaturkurve angesetzt.

Der Abschnitt *Optionen* steuert, ob *Identische Querdehnzahlen* für das gesamte Temperaturdiagramm angesetzt werden. Wird das Häkchen aus dem Kontrollfeld entfernt, so wird die Tabellenspalte *Querdehnzahl* für individuelle Einträge zugänglich.



Die Schaltfläche [Sichern] im Dialog ermöglicht es, das Spannungs-Dehnungs-Diagramm modellübergreifend zu speichern. Mit der Schaltfläche [Einlesen] lassen sich benutzerdefinierte Diagramme importieren (siehe Bild 4.24).

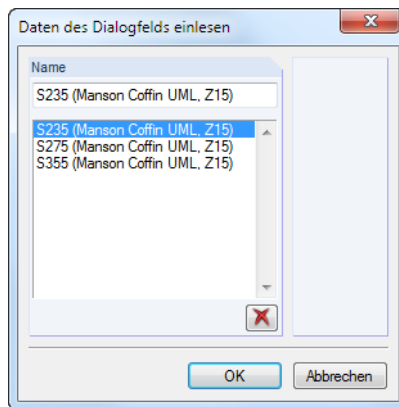


Bild 4.24: Dialog Daten des Dialogfelds einlesen

Materialbibliothek

In einer umfangreichen, erweiterbaren Datenbank sind die Eigenschaften vieler Materialien hinterlegt.

Bibliothek aufrufen



Die Bibliothek kann im Dialog *Neues Material* (siehe Bild 4.21, Seite 43) über die Schaltfläche [Materialbibliothek] aufgerufen werden. In Tabelle 1.2 *Materialien* (vgl. Bild 4.22, Seite 43) ist diese Datenbank ebenfalls zugänglich: Setzen Sie den Cursor in Spalte A und betätigen dann die Schaltfläche ... oder die Funktionstaste [F7].

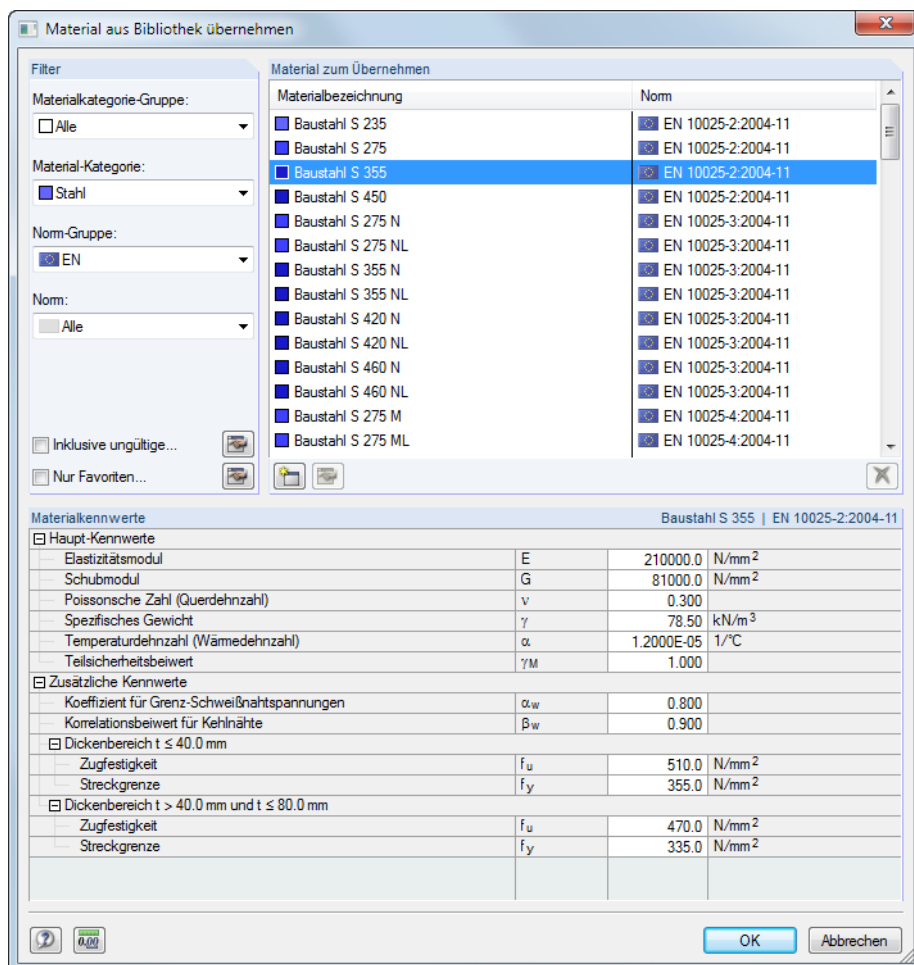


Bild 4.25: Dialog Material aus Bibliothek übernehmen

In 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 oder die Tabelle 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 *Materialkategorie-Gruppe*, *Material-Kategorie*, *Norm-Gruppe* und *Norm* filtern. Auf diese Weise lässt sich das Angebot reduzieren.

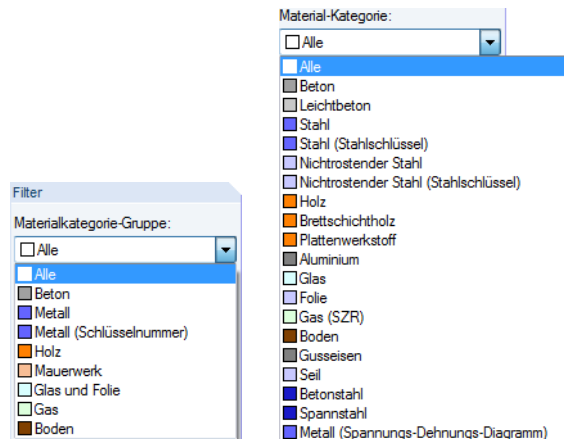


Bild 4.26: Filter für *Materialkategorie-Gruppe* und *Material-Kategorie*

Favoriten anlegen



Meist sind für die tägliche Arbeit nur einige wenige Materialien ausreichend. Diese Materialien können als Favoriten gekennzeichnet werden. Der Dialog zum Anlegen bevorzugter Materialien wird mit der Schaltfläche [Favoriten bearbeiten] aufgerufen (siehe Bild 4.28).

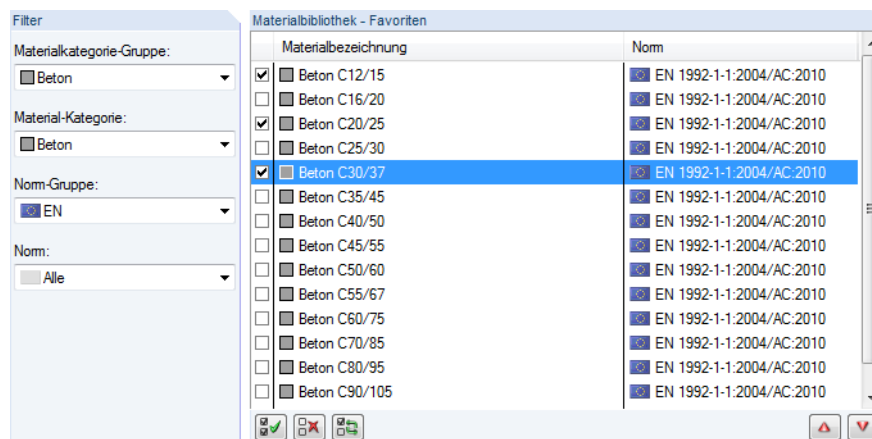




Bild 4.27: Dialog *Materialbibliothek - Favoriten* (Ausschnitt)

Der Dialog ist wie die Materialbibliothek aufgebaut. Es stehen die oben beschriebenen Filtermöglichkeiten zu Verfügung. Im Abschnitt *Materialbibliothek - Favoriten* können bevorzugte Materialien mit einem Häkchen markiert werden. Zudem lässt sich mit den Schaltflächen  und  die Reihenfolge der Materialien ändern.

Nach dem Schließen des Dialogs präsentiert sich die Materialbibliothek in übersichtlicher Form, sobald das Kontrollfeld *Nur Favoriten* aktiviert ist.

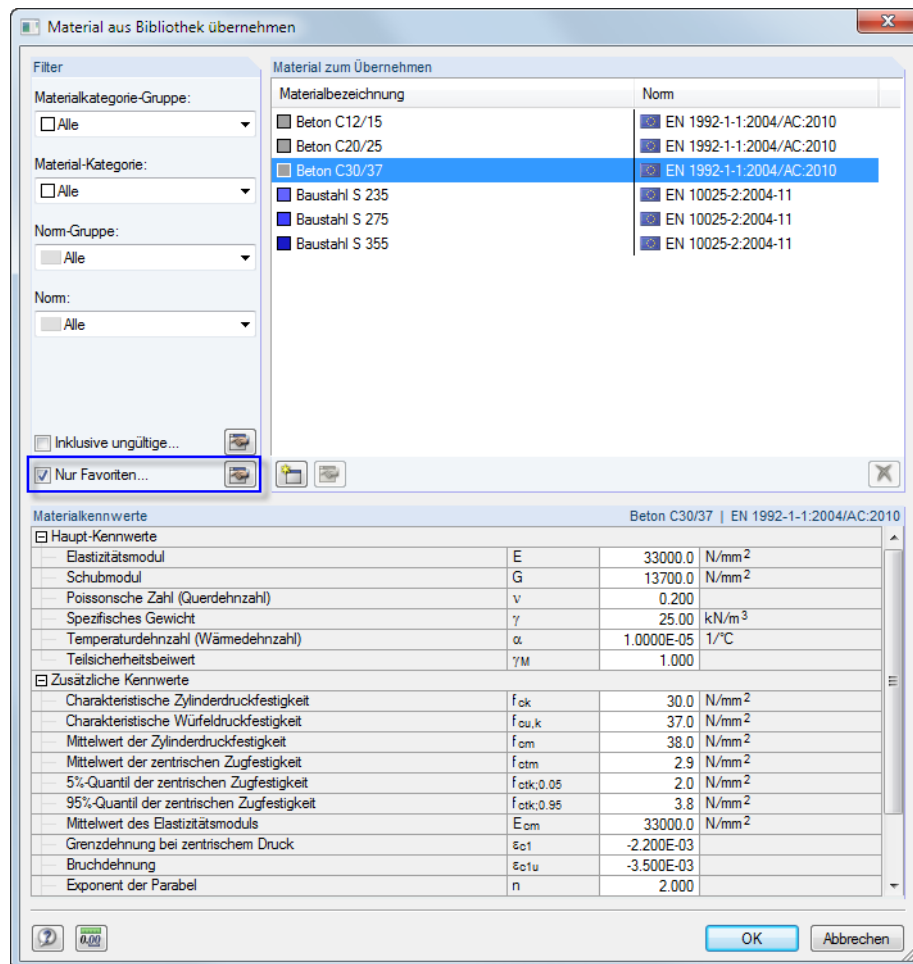


Bild 4.28: Dialog *Material aus Bibliothek übernehmen* mit Option *Nur Favoriten*

Das Kontrollfeld *Inklusive ungültige* im Abschnitt *Filter* steuert, ob auch die Materialien ‚alter‘ Normen in der Bibliothek erscheinen.

Bibliothek ergänzen

Die Materialdatenbank ist erweiterbar. Wird ein neues Material ergänzt, kann es modellübergreifend verwendet werden.



Klicken Sie in der Bibliothek die Schaltfläche [Neu] an (rechts neben dem [Favoriten]-Button, siehe Bild 4.28). Es erscheint der Dialog *Neues Material*. Die Parameter des in der Liste *Material zum Übernehmen* selektierten Eintrags sind voreingestellt. Das Anlegen eines neuen Materials wird also erleichtert, wenn ein Material mit ähnlichen Eigenschaften selektiert und dann erst der Dialog aufgerufen wird.

Neues Material

Material-Bezeichnung: Baustahl S 235 reduziert

Filter

Materialkategorie-Gruppe: Metall

Material-Kategorie: Stahl

Norm-Gruppe: EN

Norm: EN 10025-2:2004-11

☐ Favorit

Materialkennwerte

| Haupt-Kennwerte | | | |
|--|----------------|------------|-------------------|
| Elastizitätsmodul | E | 200000.0 | N/mm ² |
| Schubmodul | G | 80000.0 | N/mm ² |
| Poissonsche Zahl (Querdehnzahl) | ν | 0.300 | |
| Spezifisches Gewicht | γ | 78.50 | kN/m ³ |
| Temperaturdehnzahl (Wärmedehnzahl) | α | 1.2000E-05 | 1/°C |
| Teilsicherheitsbeiwert | γ _M | 1.000 | |
| Zusätzliche Kennwerte | | | |
| Koeffizient für Grenz-Schweißnahtspannungen | α _w | 0.950 | |
| Korrelationsbeiwert für Kehlnähte | β _w | 0.800 | |
| <input type="checkbox"/> Dickenbereich t ≤ 40.0 mm | | | |
| Zugfestigkeit | f _u | 330.0 | N/mm ² |
| Streckgrenze | f _y | 220.0 | N/mm ² |
| <input type="checkbox"/> Dickenbereich t > 40.0 mm und t ≤ 80.0 mm | | | |
| Streckgrenze | f _y | 205.0 | N/mm ² |
| Zugfestigkeit | f _u | 330.0 | N/mm ² |

Kommentar: Abgeminderte Materialkennwerte

OK Abbrechen

Bild 4.29: Dialog *Neues Material*

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



Über die links dargestellten Schaltflächen können Kategorien erstellt und bearbeitet werden.

Material-Kategorie bearbeiten

Bezeichnung

- Beton
- Leichtbeton
- Stahl
- Stahl (Stahlschlüssel)
- Nichtrostender Stahl
- Nichtrostender Stahl (Stz)
- Holz
- Brettschichtholz
- Plattenwerkstoff
- Mauerwerk
- Aluminium
- Glas
- Folie
- Gas (SZR)
- Boden

Angaben zur Material-Kategorie

Bezeichnung: Stahl

Materialkategorie-Gruppe: Metall

OK Abbrechen

Bild 4.30: Dialog *Material-Kategorie bearbeiten*

Die Reihenfolge der Einträge lässt sich mit den Schaltflächen und anpassen.

Sichern der benutzerdefinierten Materialien

Verwenden Sie eigendefinierte Materialien, so sollten Sie vor der Installation eines Updates die Datei **Materialien_User.dbd** sichern. Diese befindet sich im Stammdatenordner von RSTAB 8 C:\ProgramData\Dlubal\RSTAB 8.xx\General Data.

4.3 Querschnitte

Allgemeine Beschreibung

Vor der Eingabe eines Stabes muss ein Querschnitt definiert werden. Die Querschnittskennwerte und die zugeordneten Materialeigenschaften bestimmen die Steifigkeit des Stabes.

Jedem Querschnitt ist eine *Farbe* zugeordnet, die im Modell zur Darstellung der unterschiedlichen Profile benutzt werden kann. Die Steuerung erfolgt im *Zeigen-Navigator* mit der Option *Farben in Grafik nach* (siehe [Kapitel 11.1.9, Seite 266](#)).

Nicht jeder Querschnitt, der definiert wird, muss auch im Modell verwendet werden. Bei der Modellierung kann somit ohne Löschen von Querschnitten experimentiert werden. Bitte beachten Sie jedoch, dass die Querschnitte nicht umnummeriert werden können.



Um einen gevouteten Träger abzubilden, sind für den Stab unterschiedliche Anfangs- und Endquerschnitte zu definieren. RSTAB ermittelt die veränderlichen Steifigkeiten entlang des Stabes.

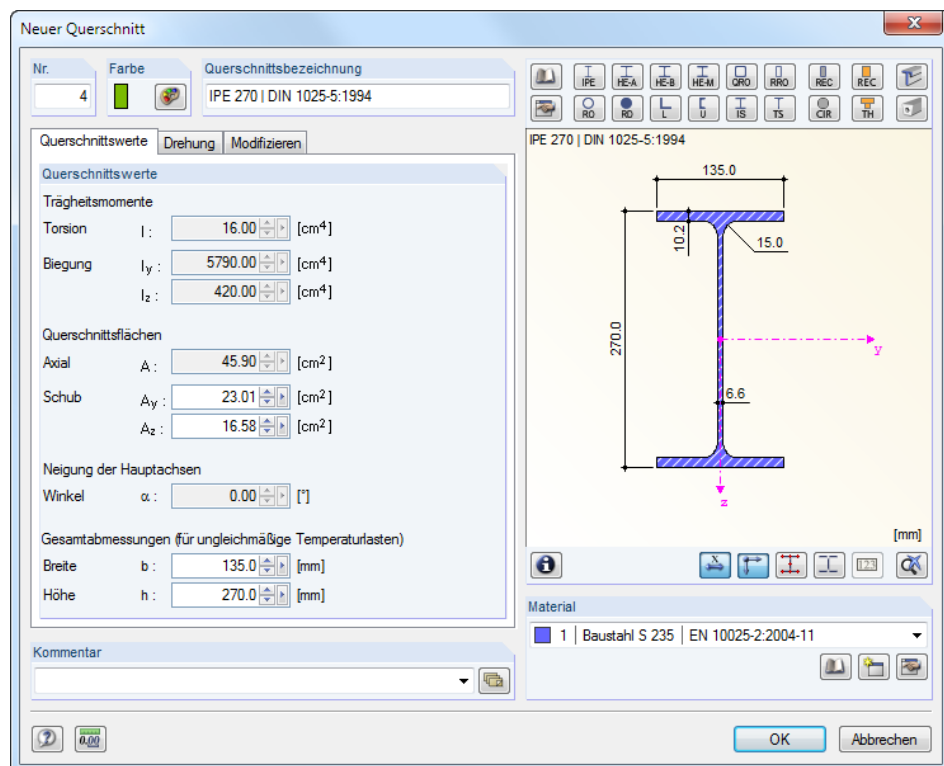


Bild 4.31: Dialog *Neuer Querschnitt*, Register *Querschnittswerte*

1.3 Querschnitte

| Querschnitt Nr. | Querschnitt Bezeichnung | Material Nr. | Trägheitsmomente [cm ⁴] | | | Querschnittsflächen [cm ²] | | | Hauptachsen α [°] | Drehung α' [°] |
|-----------------|----------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------|---------------|--|-------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | Torsion I_t | Biegung I_y | Biegung I_z | Axial A | Schub A_y | Schub A_z | | |
| 1 | IPE 300 DIN 1025-5:1994 | 1 | 20.20 | 8360.00 | 604.00 | 53.80 | 26.82 | 19.82 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | IPE 300 DIN 1025-5:1994 | 1 | 20.20 | 8360.00 | 604.00 | 53.80 | 26.82 | 19.82 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | IPE 400 DIN 1025-5:1994 | 1 | 51.40 | 23130.00 | 1320.00 | 84.50 | 40.57 | 32.48 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | Kreis 300 | 2 | 79521.56 | 39760.78 | 39760.78 | 706.86 | 599.03 | 599.03 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | H-Rechteck 200/500 | 3 | 99804.33 | 208333.35 | 33333.33 | 1000.00 | 833.33 | 833.33 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | HE A 160 DIN 1025-3:1994 | 1 | 12.30 | 1670.00 | 616.00 | 38.80 | 24.00 | 7.83 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | HE A 120 DIN 1025-3:1994 | 5 | 6.02 | 606.00 | 231.00 | 25.30 | 16.02 | 4.86 | 0.00 | 0.00 |

Knoten Material Querschnitte Stabengelenke Stabexzentritäten Stabteilungen Stäbe Knotenlager Stababteilungen

Querschnittsbezeichnung (F7 zum Aufruf der Querschnittsbibliothek mit Übernahmemöglichkeit der Querschnittswerte)

Bild 4.32: Tabelle 1.3 *Querschnitte*

Die Querschnittskennwerte brauchen nicht manuell eingegeben werden. Es stehen eine umfangreiche, erweiterbare Querschnittsbibliothek sowie Importmöglichkeiten zur Verfügung.

Querschnittsbezeichnung

Die *Bezeichnung* des Querschnitts kann frei gewählt werden. Wenn der eingegebene Name mit einem Eintrag der Querschnittsbibliothek übereinstimmt, liest RSTAB die Profilkennwerte ein. Die Werte der *Trägheitsmomente* und Fläche *Axial A* sind in diesem Fall nicht änderbar. Bei benutzerdefinierten Querschnittsbezeichnungen können die Trägheitsmomente und die Querschnittsflächen manuell eingetragen werden.

Die Kennwerte parametrisierter Querschnitte werden ebenfalls automatisch eingelesen. Bei der Eingabe von z. B. „Rechteck 80/140“ erscheinen die Querschnittswerte dieses Profils. Die Auswahl von Querschnitten aus der Bibliothek ist weiter unten beschrieben.



Für Kopplungen kann auch ein starrer Dummy-Querschnitt benutzt werden. Bei diesem Querschnittstyp werden die Steifigkeiten wie bei einem Kopplungsstab angesetzt. Geben Sie als Querschnittsbezeichnung den Namen **Dummy Rigid** an, ohne die Querschnittswerte im Detail zu definieren. Damit können Stäbe mit hoher Steifigkeit unter Berücksichtigung von Gelenken oder anderen Stabeigenschaften benutzt werden. Als neue Variante in RSTAB 8 ist der Stabtyp *Starrstab* möglich (siehe [Seite 73](#)), womit sich die Definition eines *Dummy Rigid* erübrigt.

Material Nr.

Das Material des Querschnitts kann in der Liste der bereits definierten Materialien ausgewählt werden. Die Zuweisung wird durch die Materialfarben erleichtert, die standardmäßig für die gerenderte Darstellung benutzt werden.



Im Dialog *Neuer Querschnitt* befinden sich unterhalb der Liste drei Schaltflächen. Sie ermöglichen den Zugang zur Materialbibliothek, die Neudefinition oder die Bearbeitung eines Materials.

Im [Kapitel 4.2](#) ab [Seite 43](#) finden Sie ausführliche Hinweise zu den Materialien.

Die Option *Hybrid* ist nur bei parametrisierten Holzquerschnitten zugänglich. Damit können den Querschnittsteilen spezifische Materialeigenschaften zugewiesen werden, falls unterschiedliche Materialgüten vorliegen (z. B. Holz minderer Klasse für Stege).



Die Schaltfläche [Bearbeiten] öffnet den Dialog *Hybrides Material bearbeiten*.

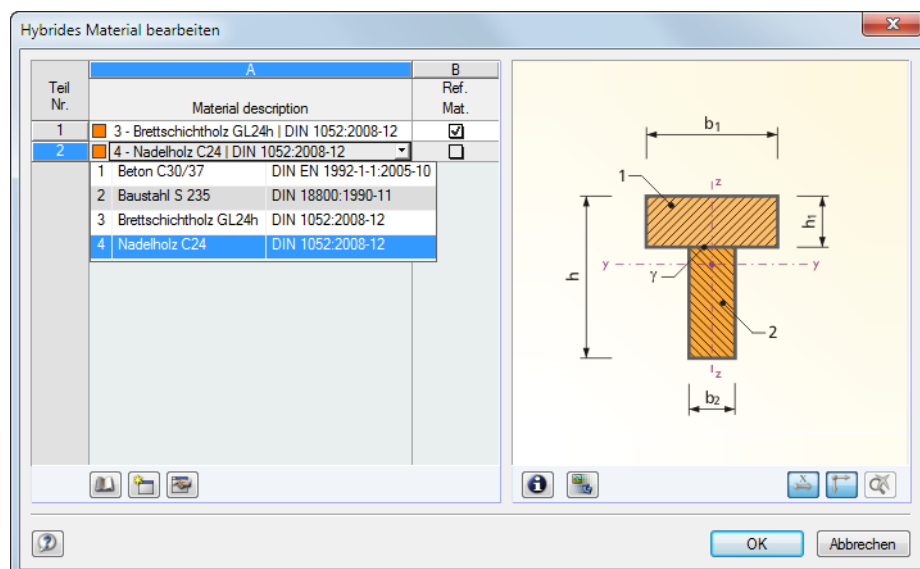
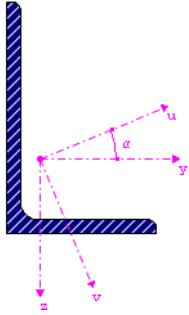


Bild 4.33: Dialog *Hybrides Material bearbeiten*

Die Materialien sind gemäß Grafikschemata den einzelnen Querschnittsteilen zuzuweisen. Sie können über die Liste ausgewählt werden. Eines dieser Materialien ist als *Referenzmaterial* für die Ermittlung der ideellen Querschnittswerte festzulegen.

Trägheitsmomente



Die Trägheitsmomente werden für die Querschnittssteifigkeit benötigt: 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.

Die Trägheitsmomente und die Querschnittsflächen lassen sich im Register *Modifizieren* über Faktoren anpassen. In der Tabelle ist dieses Register über die Schaltfläche zugänglich, die nach einem Mausklick in die Zelle erscheint. Der Anpassungsfaktor für die Querschnittsfläche A übt dabei keinen Einfluss auf das Querschnittsgewicht aus.

| Querschnittswerte mittels Faktor modifizieren | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Trägheitsmomente | | | |
| | Ursprünglich [cm ⁴] | Multiplikationsfaktor [-] | Modifiziert [cm ⁴] |
| I_T : | 99804.33 | 0.05 | 4990.22 |
| I_y : | 33333.34 | 1.00 | 33333.34 |
| I_z : | 208333.32 | 1.00 | 208333.32 |
| Querschnittsflächen | | | |
| | Ursprünglich [cm ²] | Multiplikationsfaktor [-] | Modifiziert [cm ²] |
| A : | 1000.00 | 1.00 | 1000.00 |
| A_y : | 833.33 | 1.00 | 833.33 |
| A_z : | 833.33 | 1.00 | 833.33 |

Bild 4.34: Dialog *Neuer Querschnitt*, Register *Modifizieren*

Mit der Vorgabe in Bild 4.34 wird das Torsionsträgheitsmoment nur mit 5 % berücksichtigt.



Der Multiplikationsfaktor der Querschnittswerte wird standardmäßig nur bei Lastkombinationen berücksichtigt (siehe Bild 7.18, Seite 180). Bei Lastfällen sind per Voreinstellung alle Steifigkeitsbeiwerte deaktiviert, sodass die entsprechenden *Optionen* bei Bedarf angehakt werden müssen.

Querschnittsflächen

Die Profilkennwerte der Querschnittsflächen untergliedern sich in die Gesamtfläche *Axial* A und die Schubflächen *Schub* A_y und *Schub* A_z .

Die Schubfläche A_y steht im Zusammenhang mit dem Trägheitsmoment I_z , die Schubfläche A_z entsprechend mit I_y . Zwischen den Schubflächen A_y und A_z sowie der Gesamtfläche A bestehen über einen Korrekturfaktor κ folgende Beziehungen:

$$A_y = \frac{A}{\kappa_y}; \quad A_z = \frac{A}{\kappa_z} \quad (4.2)$$

$$\kappa_{y/z} = \frac{A}{I_{z/y}^2} \cdot \iint_A \frac{S_{z/y(x)}^2}{t_{(x)}^2} dA \quad (4.3)$$

mit

- A : Gesamtfläche des Querschnitts
- $I_{z/y}$: Trägheitsmomente des Querschnitts
- $S_{z/y(x)}$: Statische Momente des Querschnitts 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. Werden die Schubflächen zu null gesetzt, bleibt der Einfluss des Schubes unberücksichtigt. Die Steuerung kann auch im Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter* vorgenommen werden (siehe Bild 7.15, Seite 176). Falls extrem kleine Werte für die Schubflächen vorliegen, können numerische Probleme auftreten, denn die Schubflächen sind im Nenner von Gleichungen enthalten.

In folgendem Fachbeitrag finden Sie weitere Informationen zu den Schubflächen:

<https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/000966>



Die Werte der Querschnittsflächen sollten realistisch gewählt werden: Extreme Unterschiede in den Querschnittsflächen von Profilen bedeuten große Steifigkeitsunterschiede, die wiederum numerische Probleme beim Lösen des Gleichungssystems bereiten können.

Hauptachsenwinkel 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 (siehe Grafik auf vorheriger Seite am Rand). 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:

$$\tan 2\alpha = \frac{2 I_{yz}}{I_z - I_y} \quad (4.4)$$



In 2D-Modellen sind nur die Querschnittsdrehwinkel 0° und 180° zulässig.

Querschnittsdrehung α'

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

Im Dialogregister *Drehung* besteht zudem die Möglichkeit, unsymmetrische Querschnitte zu *Spiegeln*. Damit lässt sich z. B. ein L-Profil in die korrekte Lage versetzen.

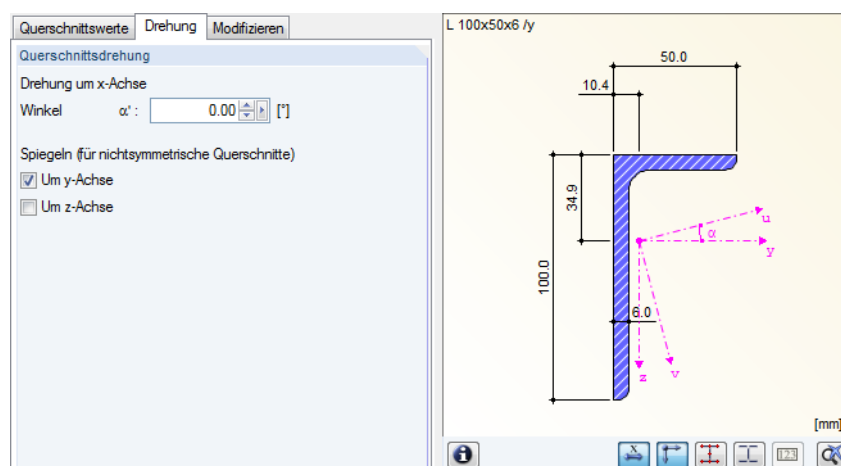


Bild 4.35: Dialog *Neuer Querschnitt*, Register *Drehung*

Wird ein Profil aus der Querschnittsbibliothek oder aus 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 angepasst werden.

Gesamtabmessungen

Die *Breite* b und *Höhe* h des Querschnitts ist für Temperaturlasten von Bedeutung.

Querschnittsbibliothek

Eine Vielzahl von Querschnitten ist in einer Datenbank hinterlegt.

Bibliothek aufrufen

Der Dialog *Neuer Querschnitt* und die Tabelle 1.3 *Querschnitte* ermöglichen den direkten Zugriff auf häufig verwendete Profilreihen:

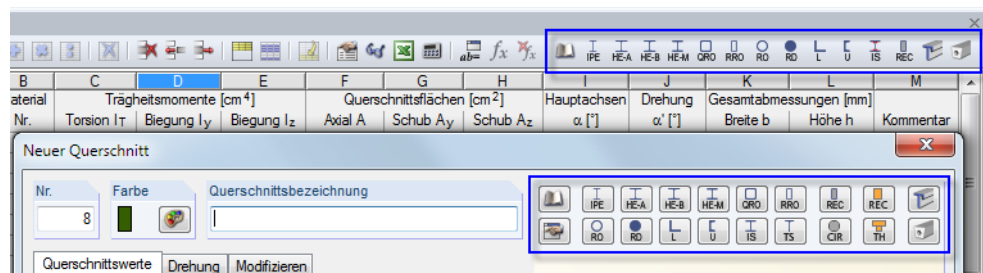


Bild 4.36: Schaltflächen häufig verwendeter Profilreihen in Tabelle (oben) und Dialog (unten)



Die komplette Profilbibliothek ist über die Schaltfläche [Querschnittsbibliothek] zugänglich. In der Tabelle kann auch der Cursor in Spalte A platziert werden. Dadurch wird die Schaltfläche ... zugänglich, die – wie die Funktionstaste [F7] – die Querschnittsdatenbank öffnet.

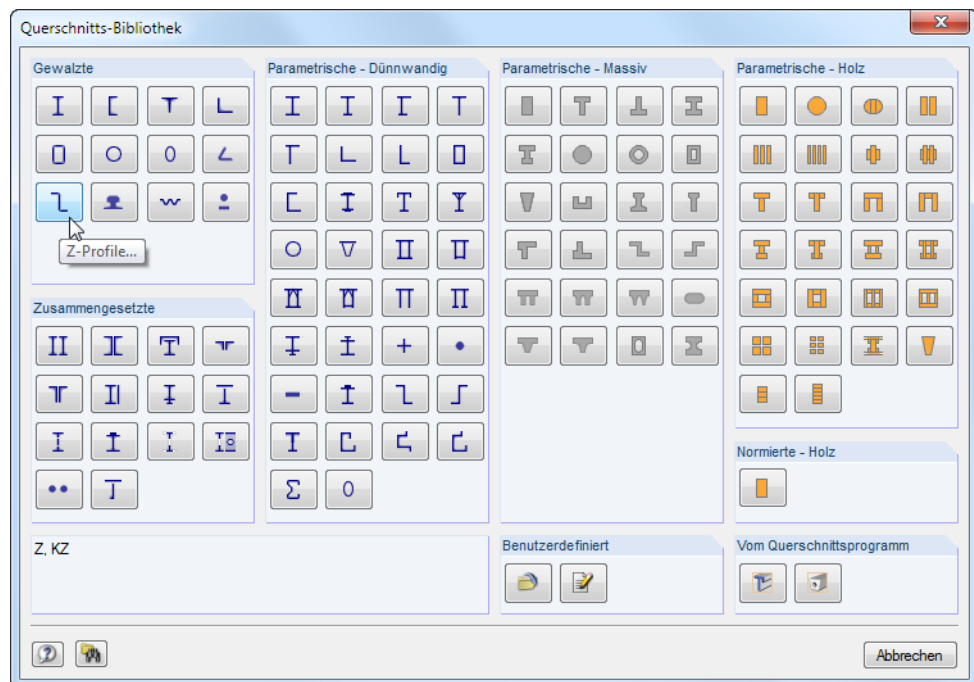


Bild 4.37: Querschnittsbibliothek

Die Querschnittsbibliothek ist in mehrere Bereiche gegliedert. Diese sind auf den folgenden Seiten beschrieben.

Gewalzte Querschnitte

Die tabellierten Werte vieler Walzprofile sind in einer Datenbank hinterlegt.

Mit einem Klick auf eine der zwölf Schaltflächen ist zunächst der *Querschnittstyp* festzulegen. Im nächsten Fenster kann dann die *Reihe* selektiert und in dieser der geeignete *Querschnitt* ausgewählt werden (siehe folgendes Bild).

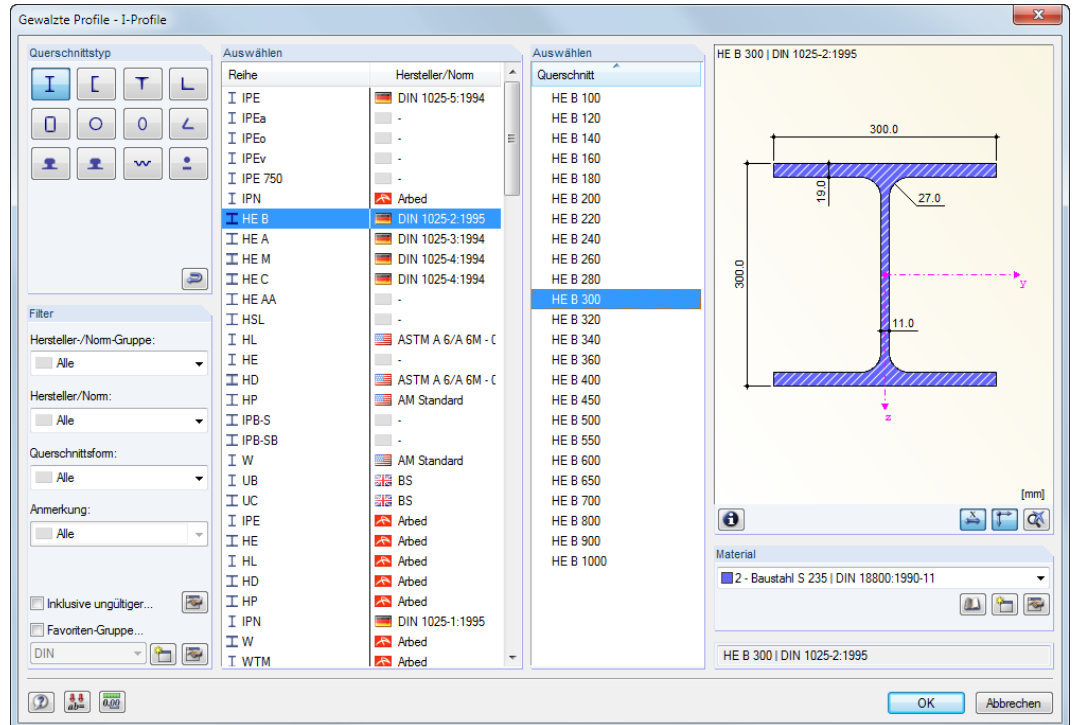
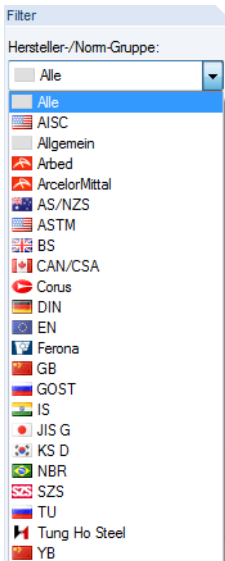


Bild 4.38: Walzprofil wählen

Im Abschnitt *Filter* ist es möglich, die Bibliothek nach den Kriterien *Hersteller-/Norm-Gruppe*, *Hersteller/Norm*, *Querschnittsform* und *Anmerkung* zu filtern. So wird das Angebot an Reihen und Profilen übersichtlicher. Die Anzeige lässt sich über die Spaltenüberschriften sortieren.

Sollten Querschnitte alter Normen benötigt werden, so können diese über das Kontrollfeld *Inklusive ungültiger* im Abschnitt *Filter* eingeblendet werden.



Filter für
Hersteller-/Norm-Gruppe

Favoriten anlegen

Bestimmte Querschnitte können als Favoriten gekennzeichnet werden. Der Dialog zum Anlegen bevorzugter Profile wird mit der Schaltfläche [Neue Favoritengruppe] unten im Abschnitt *Filter* aufgerufen. Ist der Name für die neue Gruppe festgelegt, erscheint folgender Dialog:

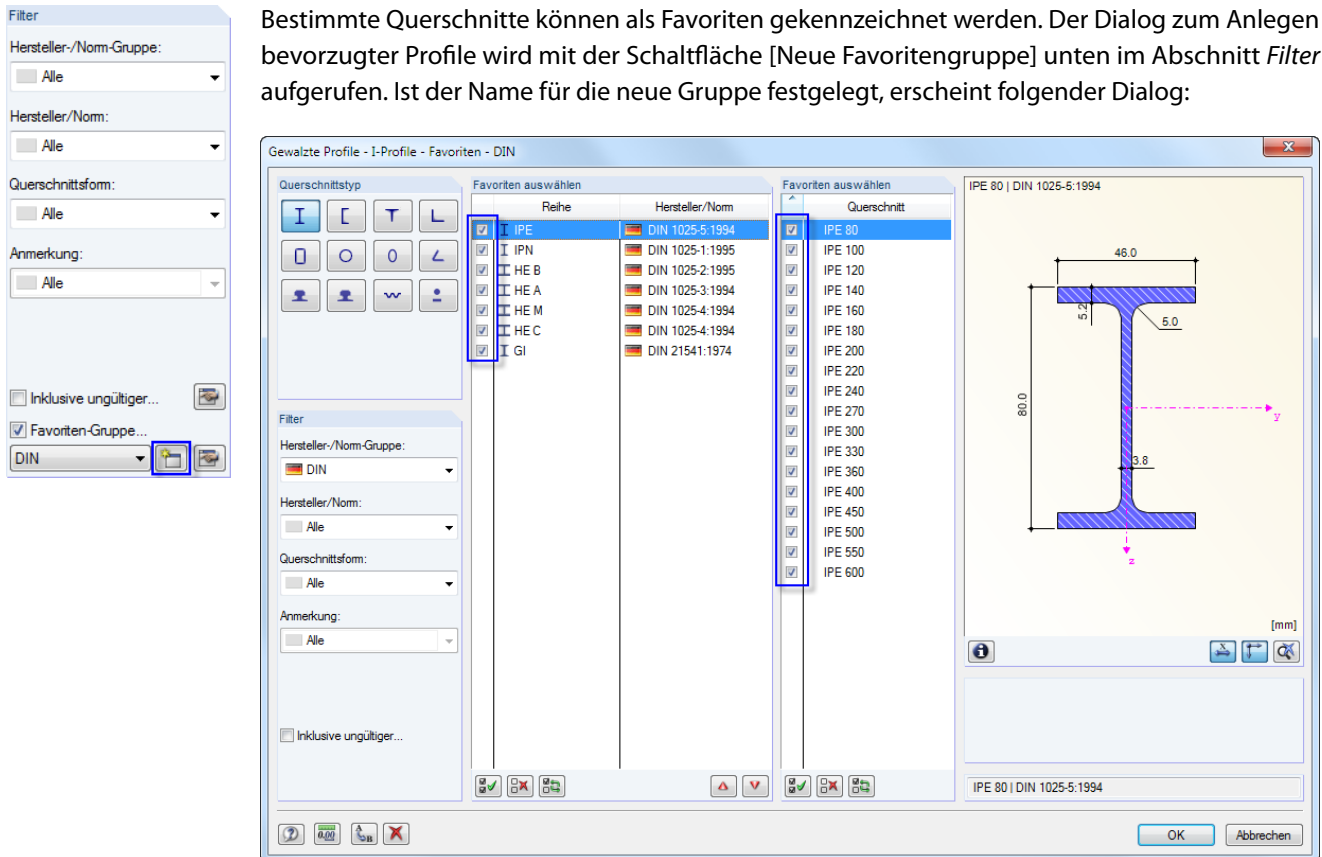
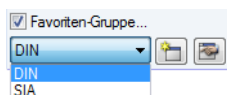


Bild 4.39: Dialog *Gewaltete Profile - I-Profil - Favoriten*, gefiltert nach *DIN*

Der Dialog ist wie die Profilbibliothek aufgebaut. Es stehen die oben beschriebenen Filtermöglichkeiten zur Verfügung. In den Abschnitten *Favoriten auswählen* können bevorzugte Reihen und Querschnitte mit einem Häkchen markiert werden.

Nach dem Schließen des Dialogs präsentiert sich die Querschnittsbibliothek in übersichtlicher Form, sobald das Kontrollfeld *Favoriten-Gruppe* aktiviert ist.

Auf diese Weise können verschiedene Gruppen von Favoriten erzeugt werden, die dann in der Liste unten im Abschnitt *Filter* zur Auswahl stehen.



Zusammengesetzte Querschnitte

Walzprofile können über die Angabe von Parametern zusammengefügt werden.

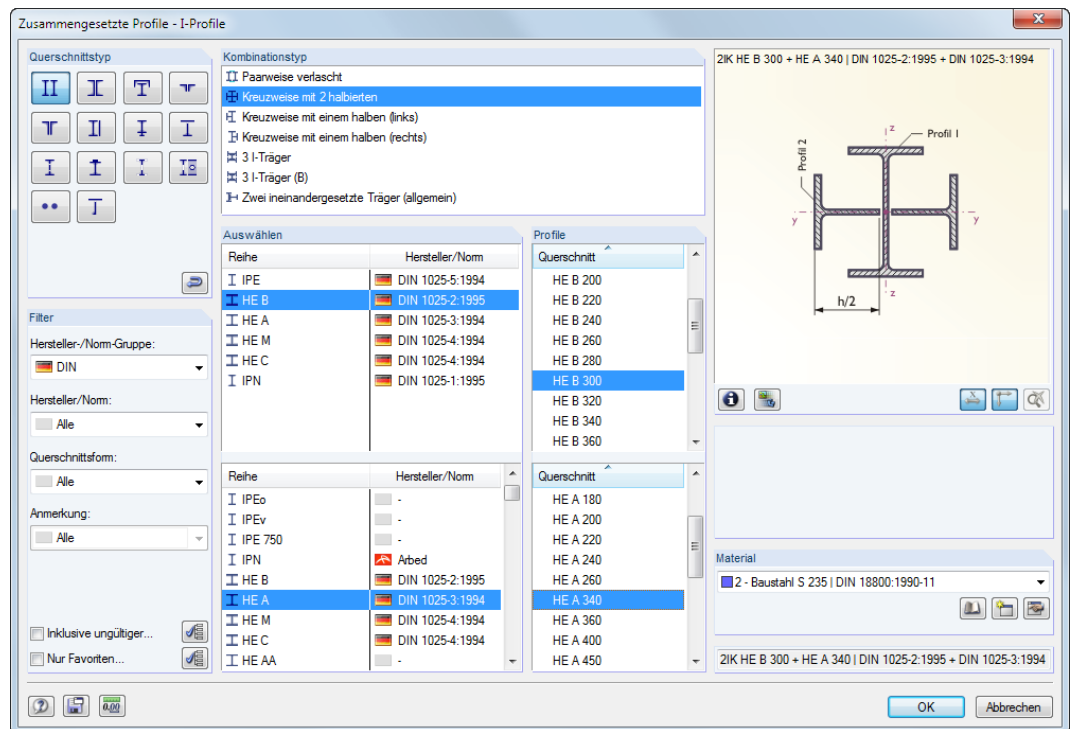


Bild 4.40: Dialog *Zusammengesetzte Profile - I-Profile*



Die Schaltfläche [Sichern] speichert ein zusammengesetztes Profil. Es wird in der Kategorie *Benutzerdefiniert* mit seiner genauen Bezeichnung (z. B. im Bild oben *2IK HE B 300 + HE A 340*) abgelegt und kann von dort wieder eingelesen werden.

Parametrische Querschnitte - Dünnwandig

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 gilt nur für Profile, deren Elementdicke deutlich geringer ist als die jeweilige Elementlänge. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, sollte der Querschnitt nach Möglichkeit in der Rubrik *Massiv* (siehe Bild 4.42) definiert werden.

Der Parameter a stellt das Wurzelmaß der Schweißnaht dar, nicht den Ausrundungsradius (siehe Bild 4.41). Die Schweißnahtstärken wirken sich nur auf die Längen der c/t-Teile aus. Sie fließen nicht in die Querschnittswerte ein.



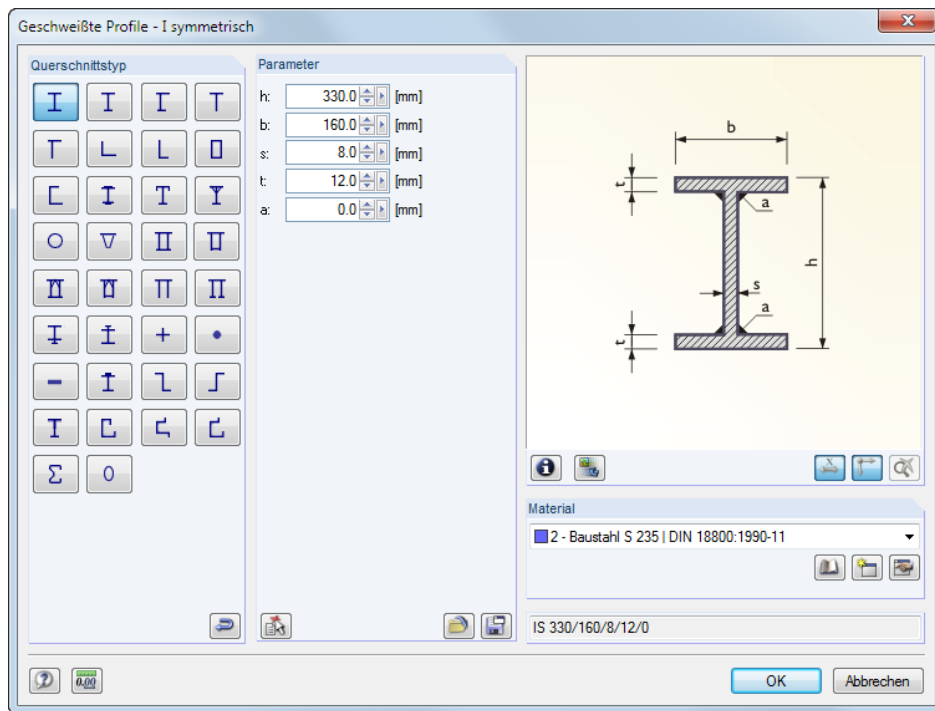


Bild 4.41: Eingabedialog eines parametrisierten dünnwandigen Querschnitts



Mit der links dargestellten Schaltfläche können die Parameter eines Walzprofils übernommen werden. Damit lassen sich gewisse Geometrieangaben voreinstellen.



Die Schaltfläche [Sichern] legt ein parametrisiertes Profil unter der genauen Bezeichnung ab, z. B. im Bild oben *IS 330/160/8/12/0*. Mit der Schaltfläche [Öffnen] lässt es sich wieder einlesen.

Parametrische Querschnitte - Massiv

In den Eingabefeldern können die Parameter massiver Profile (z. B. Stahlbetonquerschnitte) frei definiert werden. Die Querschnittskennwerte werden nach der Theorie für dickwandige Querschnitte ermittelt, die Elemente mit ausgeprägten Wandstärken voraussetzt.

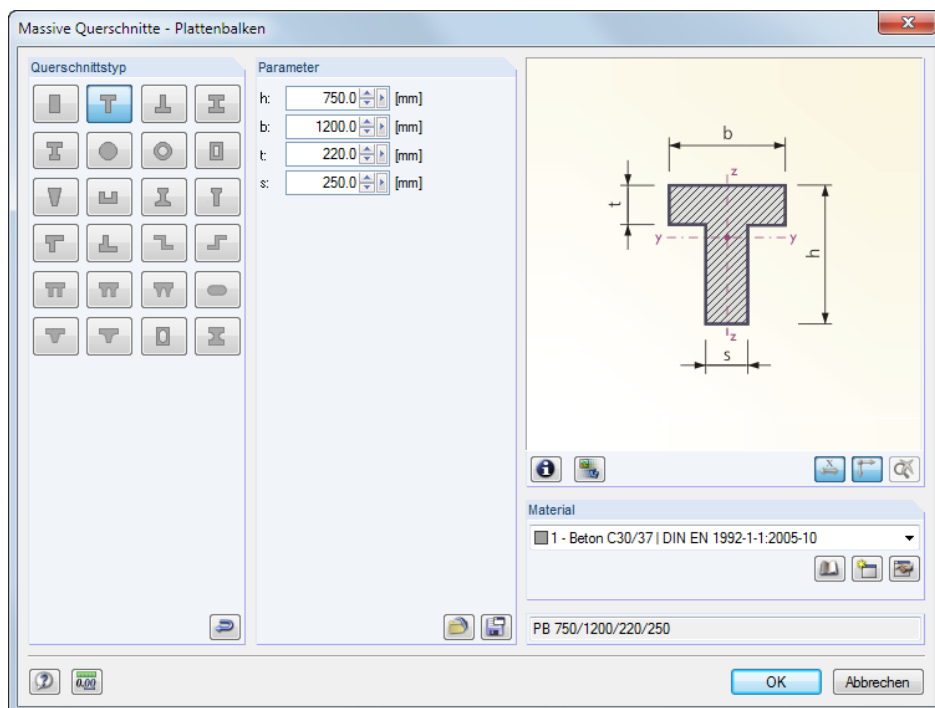
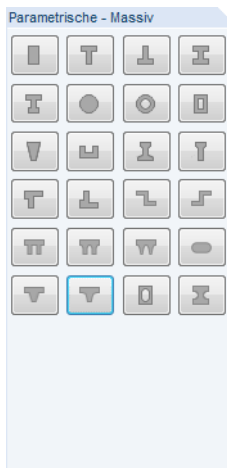


Bild 4.42: Eingabedialog eines massiven Querschnitts

Parametrische Querschnitte - Holz

In den Eingabefeldern können die Parameter für Holzquerschnitte frei definiert werden. Die Querschnittskennwerte der massiven oder auch zusammengesetzten Profile werden nach der Theorie für dickwandige Querschnitte ermittelt.

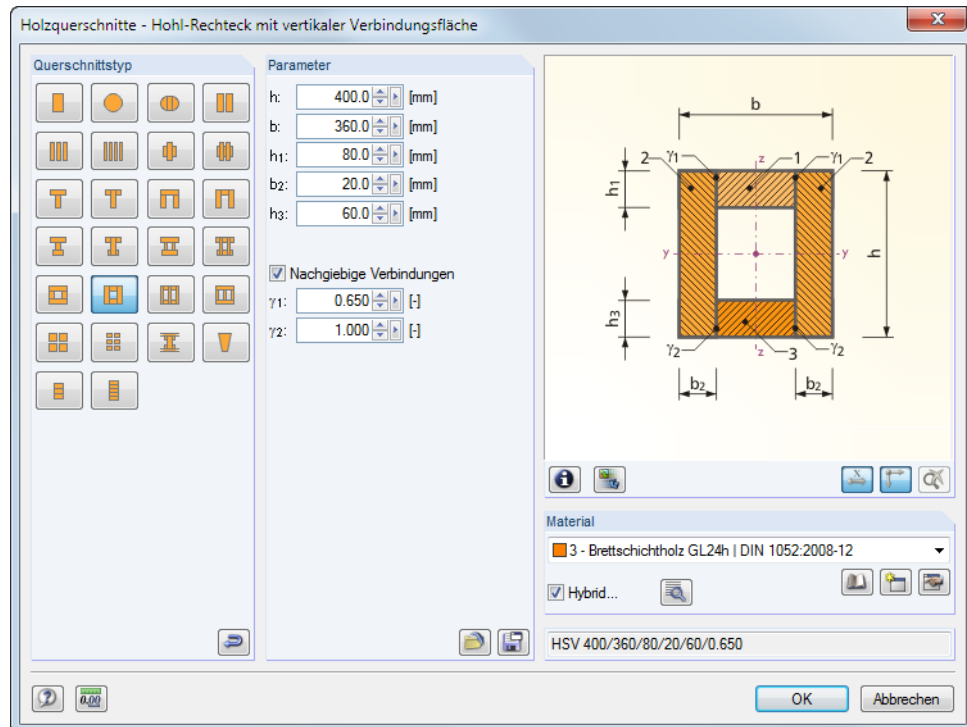


Bild 4.43: Eingabedialog eines Holzquerschnitts

Ist der Querschnitt durch *Nachgiebige Verbindungen* zusammengefügt, können die wirksamen Biegestab-StEIFigkeiten gemäß EN 1995-1-1 Anhang B.2 verwendet werden. Hierzu sind die Abminderungsbeiwerte γ anzugeben. Für die Modellierung gelten die Einschränkungen nach Anhang B.1.2. Zusammengesetzte Druckstäbe gemäß Anhang C werden mit dieser Option nicht erfasst!



Liegt ein Material des Typs *Hybrid* vor, so können die Eigenschaften der Querschnittsteile über die Schaltfläche [Bearbeiten] zugewiesen werden (siehe Bild 4.33, Seite 51).

Normierte Querschnitte - Holz

Im Dialog *Genormte Holzquerschnitte* stehen Standard-Rechteckprofile für Bretter, Bohlen, Kant- und Vollhölzer zur Auswahl. Dort sind auch genormte amerikanische Holzquerschnitte für die Nachweise nach AWC und CSA hinterlegt.

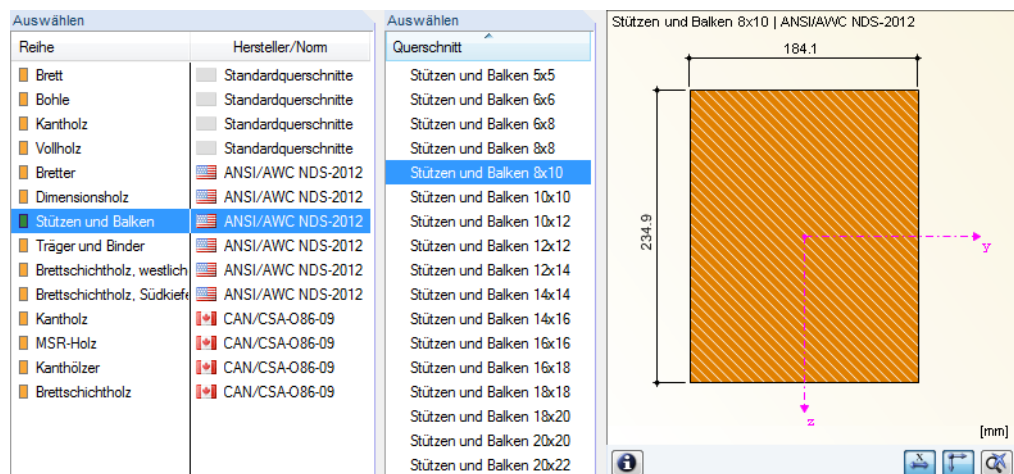
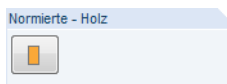


Bild 4.44: Normierte Holzquerschnitte (Dialogausschnitt)

Benutzerdefiniert



Benutzerdefinierte Querschnitte

Gespeicherten Querschnitt einlesen



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

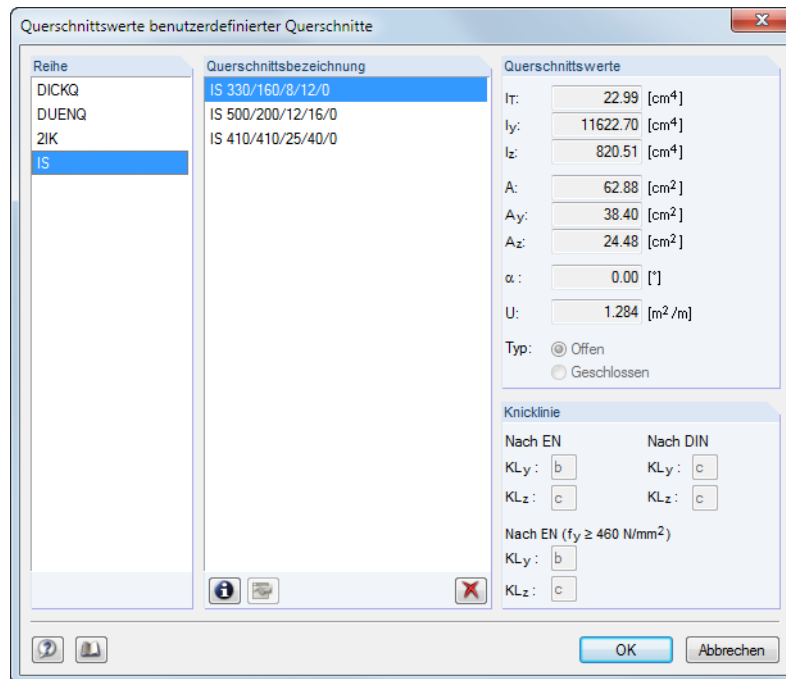


Bild 4.45: Dialog *Querschnittswerte benutzerdefinierter Querschnitte*



Benutzerdefinierten Querschnitt anlegen

In einem Dialog können die Querschnittswerte frei eingegeben werden.

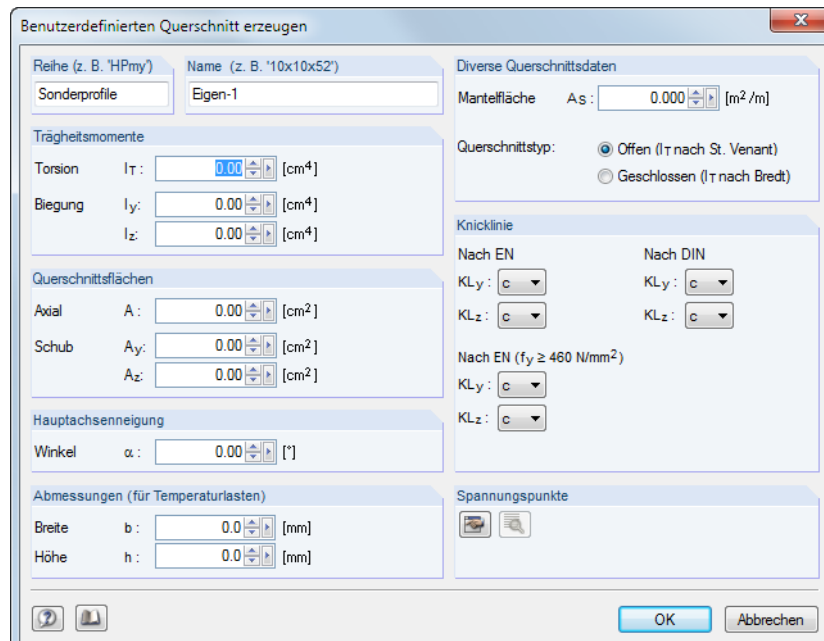


Bild 4.46: Dialog *Benutzerdefinierten Querschnitt erzeugen*

Es sind die *Reihe*, in der das Profil verwaltet werden soll, und der *Name* als Bezeichnung des neuen Querschnitts anzugeben. Dann können die Profilkennwerte eingetragen und die Knicklinien festgelegt werden.

Vom Querschnittsprogramm



Querschnitte von Querschnittsprogramm

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



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



Profilreihe aus ASCII-Datei importieren

Über die Schaltfläche links unten in der Bibliothek ist es möglich, eine ganze Profilreihe 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 lässt sich in diesem Format speichern. Wichtig ist, dass die Syntax der ASCII-Reihe mit den Definitionsparametern der entsprechenden RSTAB-Profilreihe übereinstimmt.

Beispiel: Doppelsymmetrische I-Profile sollen importiert werden.

Diese Profile werden als **IS**-Reihe verwaltet (vgl. [Bild 4.41](#)). 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 | Profil 1 | 400,00 | 200,00 | 10,00 | 10,00 | 0,00 |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

Bild 4.47: Excel-Tabelle mit Profilkennwerten

Im Importdialog ist das Verzeichnis der CSV-Datei anzugeben und in der Liste auszuwählen, in welcher Querschnittsreihe die importierten Profile verwaltet werden sollen.

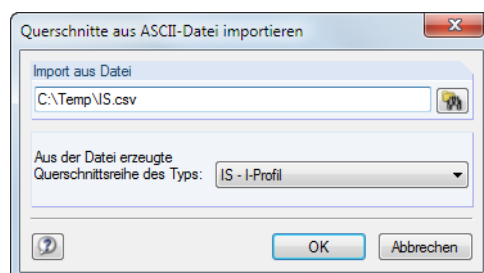


Bild 4.48: Dialog Querschnitte aus ASCII-Datei importieren

Die importierten Profile stehen anschließend in der Kategorie *Benutzerdefinierte Querschnitte* zur Verfügung (siehe [Bild 4.45](#)).

Beim Import werden die Querschnittswerte und Spannungspunkte berechnet, sodass auch Spannungsnachweise geführt werden können.

4.4 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 Stabmitte angesetzt werden.

Einige Stabtypen sind intern bereits mit Gelenken versehen: Ein Fachwerkstab beispielsweise überträgt keine Momente, ein Seilstab weder Momente noch Querkkräfte. Für die Eingabe bedeutet dies, dass die Zuweisung von Gelenken für Stäbe dieser Stabtypen gesperrt ist.

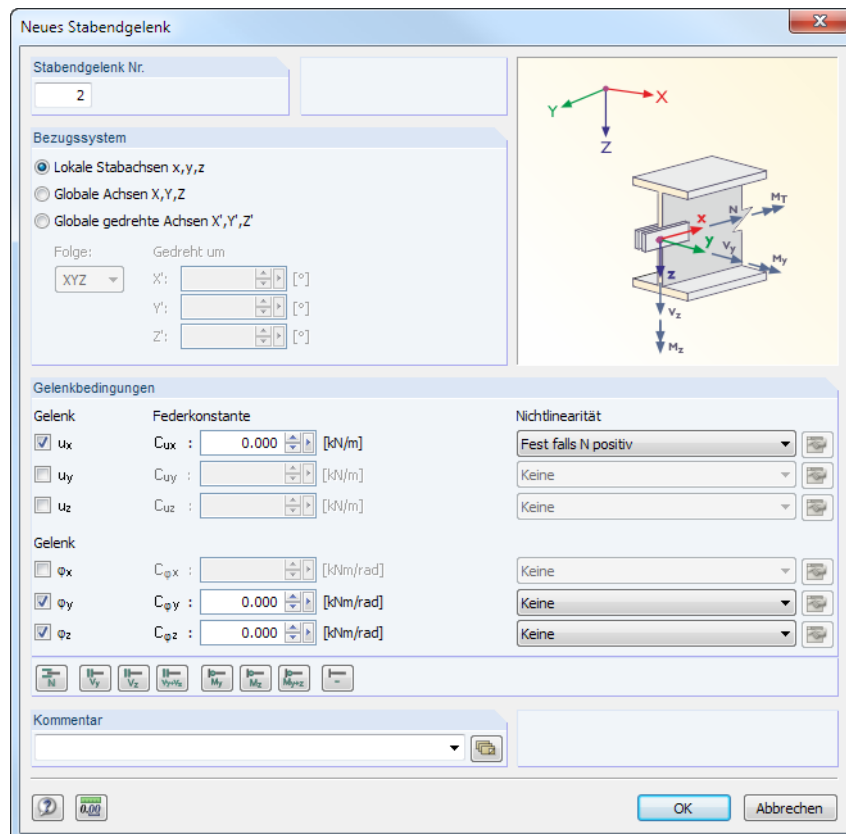


Bild 4.49: Dialog Neues Stabendgelenk

1.4 Stabendgelenke

| Gelenk Nr. | Bezugs-System | Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder [kN/m] | Momentengelenk bzw. Feder [kNm/rad] | |
|------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | | u_x | u_y | u_z |
| 1 | Lokal x,y,z | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | Lokal x,y,z | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Global X,Y,Z | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |

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

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

Bild 4.50: Tabelle 1.4 Stabendgelenke

Bezugssystem

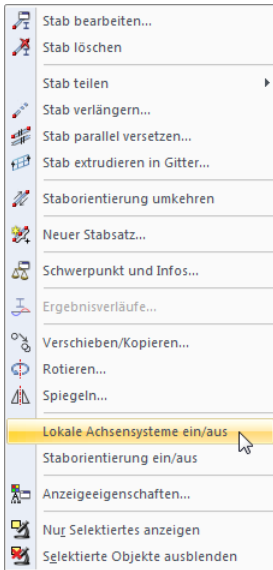
Ein Stabendgelenk kann auf eines der folgenden Achsensysteme bezogen werden:

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

Die lokalen Stabachsen können über den *Zeigen*-Navigator (siehe Bild 4.73, Seite 77) oder das links dargestellte Stab-Kontextmenü eingeblendet werden.

Detaillierte Informationen zur Ausrichtung der lokalen Stabachsen im globalen XYZ-Koordinatensystem finden Sie im Kapitel 4.7 auf Seite 77.

Im Regelfall sind die Gelenke auf das *lokale Achsensystem* x,y,z bezogen. Scherengelenke (siehe Bild 4.52) können nur auf das *globale* Koordinatensystem bezogen definiert werden. Federkonstanten und Nichtlinearitäten hingegen sind auf das *lokale* Stabachsensystem zu beziehen.



Stab-Kontextmenü

Axial-/Quergelenk bzw. Feder

Ein Normalkraft- oder Querkraftgelenk wird definiert, indem im Dialog oder in der Tabelle die jeweilige Verschiebung durch Anhaken freigegeben wird. Das Häkchen bedeutet somit, dass die Normal- bzw. Querkraft 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 kann jederzeit geändert werden, um z. B. einen nachgiebigen Anschluss abzubilden. In der Tabelle ist die Konstante direkt in die Spalte einzutragen. Die Steifigkeiten der Federn sind dabei als Design-Werte zu verstehen.

Momentengelenk bzw. Feder

Gelenke für Torsions- oder Biegemomente sind wie Gelenke für Kräfte zu definieren. Auch hier bedeutet ein Häkchen, dass die Verdrehung frei ist und die Schnittgröße nicht übertragen wird.

Elastische Verbindungen lassen sich über Federkonstanten modellieren, die direkt eingetragen werden können. Dabei sollten keine extremen Steifigkeitswerte verwendet werden, da sonst numerische Probleme bei der Berechnung auftreten können: Anstelle sehr großer oder kleiner Konstanten sind starre Verbindungen (kein Häkchen) oder Gelenke (Häkchen) zu verwenden.

Die Möglichkeit nichtlinearer Gelenkeigenschaften ist am Ende dieses Kapitels beschrieben.

Grafisches Setzen von Gelenken

Gelenke lassen sich grafisch im Arbeitsfenster zuweisen über Menü

Einfügen → **Modelldaten** → **Stabendgelenke** → **Stäben grafisch zuordnen**

oder

Bearbeiten → **Modelldaten** → **Stabendgelenke** → **Stäben grafisch zuordnen**.

Zunächst ist ein Gelenktyp aus der Liste auszuwählen bzw. neu anzulegen. Nach [OK] sind die Stäbe grafisch in den Drittelpunkten geteilt.

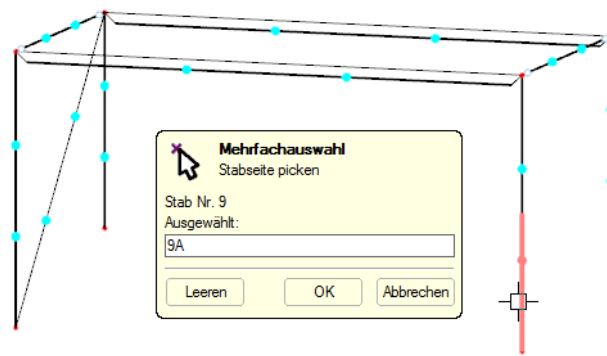


Bild 4.51: Stabendgelenke grafisch zuordnen

Nun können die Stabseiten angeklickt werden, die das gewählte Gelenk erhalten sollen. Wird der Stab im Mittelbereich angeklickt, so wird das Gelenk beiden Stabenden zugeordnet.

Scherengelenk

Mit Scherengelenken lassen sich Kreuzungen von Trägern abbilden. Es schließen beispielsweise vier Stäbe an einem Knoten an, von denen jeweils zwei Stäbe Momente in ihrer „Durchlaufrichtung“ weiterleiten, jedoch keine Momente auf das andere Stabpaar übertragen. Im Knoten werden nur Normal- und Querkräfte übergeben.

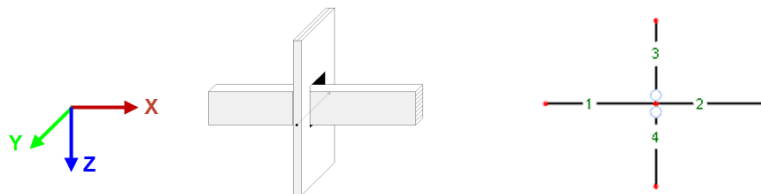


Bild 4.52: Trägerkreuzung

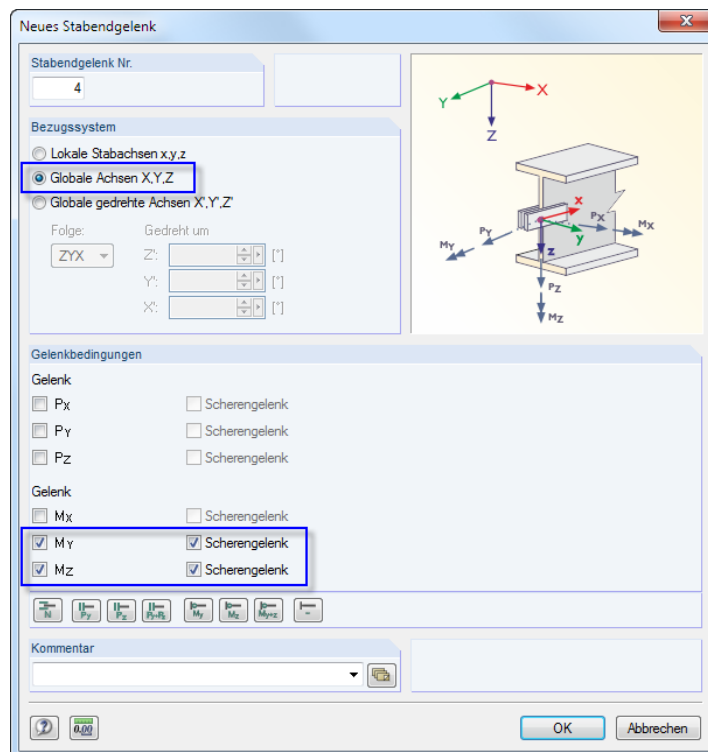


Bild 4.53: Dialog Neues Stabendgelenk

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

Nichtlinearitäten

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

- Fest falls Schnittgröße negativ
- Fest falls Schnittgröße positiv
- Teilweise Wirkung
- Diagramm

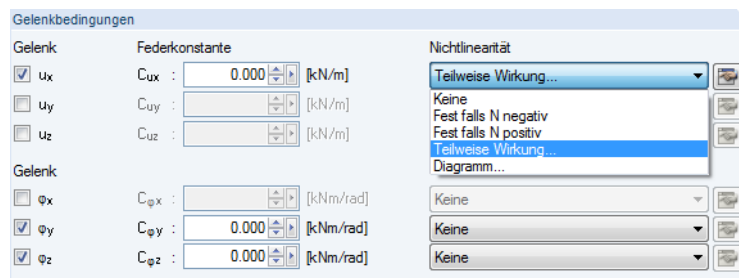


Bild 4.54: Liste der nichtlinearen Eigenschaften


In der Tabelle werden Gelenktypen mit nichtlinearen Eigenschaften blau gekennzeichnet.

Fest falls Schnittgröße negativ bzw. positiv

Mit diesen beiden Optionen kann für jede Schnittgröße die Wirkung des Gelenks richtungsabhängig gesteuert werden. Ein Normalkraftgelenk mit der Nichtlinearität *Fest falls N positiv* beispielsweise bewirkt, dass am Stabende Zugkräfte (positiv), aber keine Druckkräfte (negativ) übertragen werden können. Bei negativen Normalkräften ist das Gelenk wirksam.

Die Schnittgrößen sind auf das lokale xyz-Stabachsensystem bezogen.



Die übrigen Einträge der Liste *Nichtlinearität* bieten detaillierte Modellierungsmöglichkeiten für Gelenkeigenschaften. Diese werden über die rechts daneben angeordneten Schaltflächen [Bearbeiten] im Dialog bzw.  in der Tabelle (siehe Bild 4.50, Seite 62) aufgerufen.

Teilweise Wirkung

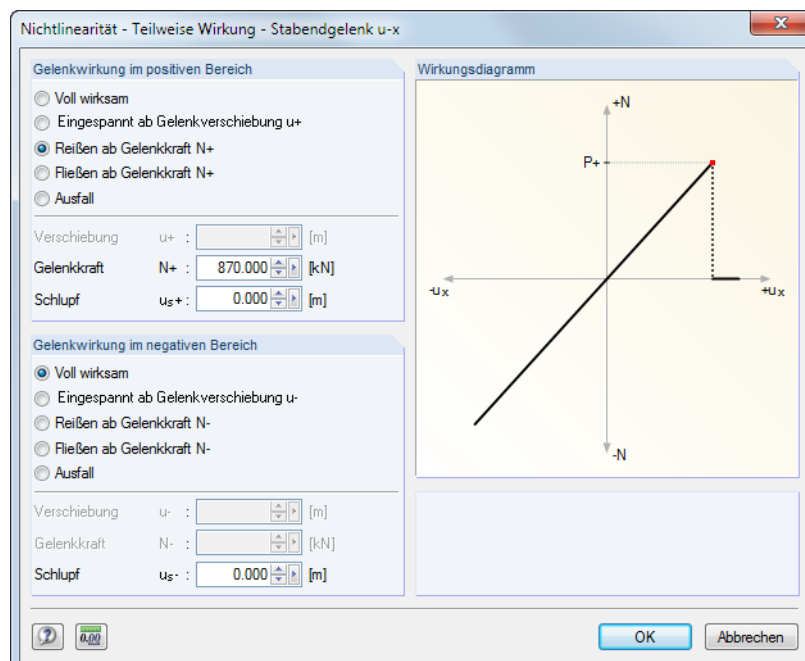


Bild 4.55: Dialog *Nichtlinearität - Teilweise Wirkung*

Die Wirkung des Gelenks kann separat für den *positiven* und den *negativen Bereich* definiert werden. Neben der vollen Wirksamkeit oder dem Ausfall kann das Gelenk ab einer bestimmten Verschiebung oder Verdrehung seine Wirkung verlieren und dann als feste oder starre Verbindung wirken. Zudem sind *Reißen* (nach Überschreiten eines Wertes wird 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 Grenzwerte festgelegt werden. Die Gelenkeigenschaften werden im Abschnitt *Wirkungsdiagramm* als dynamische Grafik angezeigt.

Diagramm

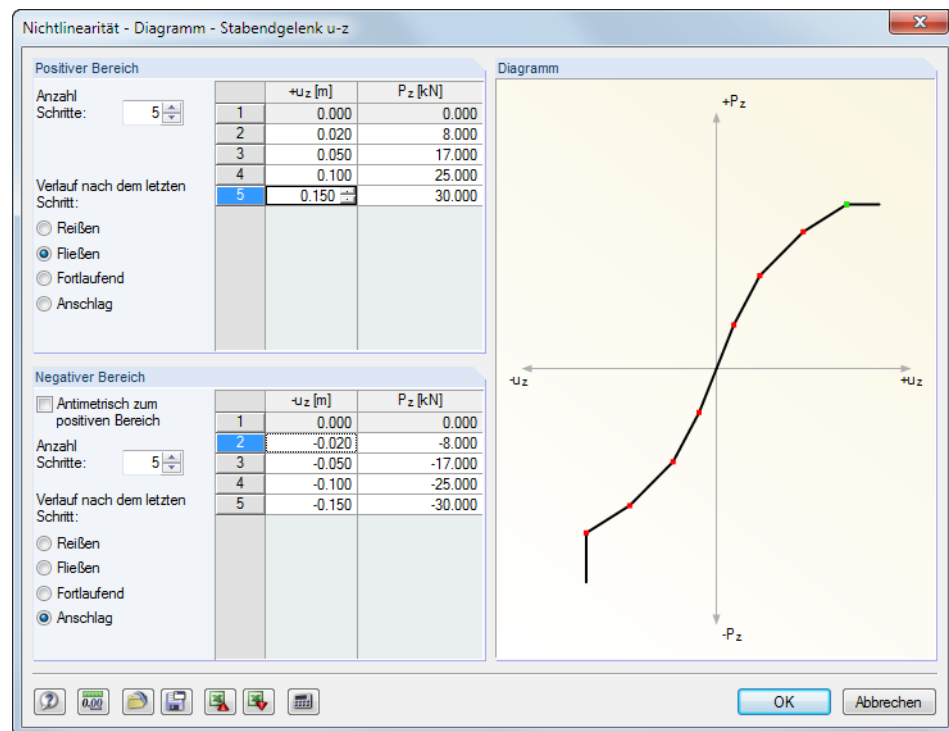


Bild 4.56: Dialog Nichtlinearität - Diagramm

Die Wirkung des Gelenks kann separat für den *positiven* und den *negativen Bereich* definiert werden. Zunächst ist die *Anzahl der Schritte* (d. h. Definitionspunkte) im Diagramm festzulegen. Danach können die Abszissenwerte der Schnittgrößen mit den zugeordneten Verschiebungen bzw. Verdrehungen in die Liste rechts eingetragen werden.

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.

Die Gelenkeigenschaften werden im Abschnitt *Diagramm* als dynamische Grafik angezeigt.

Beispiel: Sparrendach

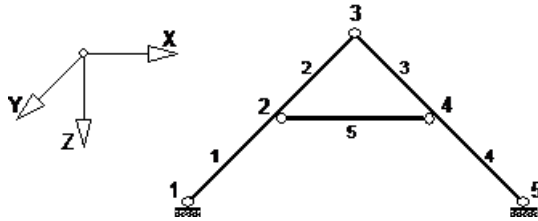


Bild 4.57: Sparrendach

Es liegt ein ebenes System vor. Das Gelenk ist wie folgt zu definieren.

1.4 Stabendgelenke

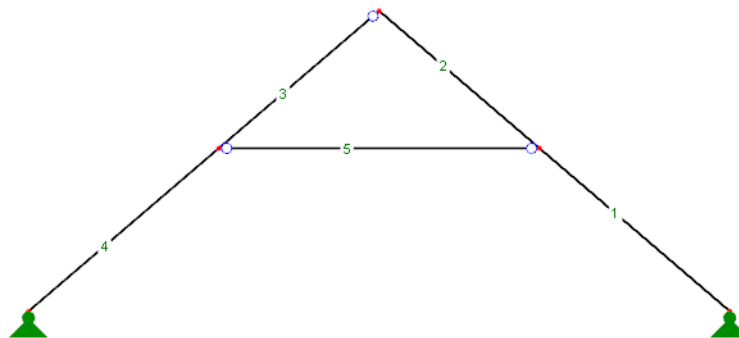
| Gelenk Nr. | A | B | C | D | E |
|------------|---|------------------------------------|--------------------------------|--|-----------|
| | Bezugs-System | Gelenk bzw. Feder [kN/m] [kNm/rad] | | | Kommentar |
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> Lokal x,y,z | <input type="checkbox"/> u_x | <input type="checkbox"/> u_z | <input checked="" type="checkbox"/> ϕ_y | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

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

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

Bild 4.58: Tabelle 1.4 Stabendgelenke

Dieser Gelenktyp kann dann den Stäben zugewiesen werden.



1.7 Stäbe

| Stab Nr. | Stabtyp | Knoten Nr. | | Stabdrehung Typ | Stabdrehung β [°] | Querschnitt Nr. | | Gelenk Nr. | | Exzentr. Nr. | Teilung Nr. | Vouten-Ansatz | Länge L [m] | Gewicht W [kg] |
|----------|------------|------------|------|-----------------|-------------------------|-----------------|------|------------|------|--------------|-------------|---------------|-------------|----------------|
| | | Anfang | Ende | | | Anfang | Ende | Anfang | Ende | | | | | |
| 1 | Balkenstab | 1 | 2 | Winkel | 0.00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 5.000 | 72.0 |
| 2 | Balkenstab | 2 | 3 | Winkel | 0.00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 4.220 | 60.8 |
| 3 | Balkenstab | 3 | 4 | Winkel | 0.00 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 4.220 | 60.8 |
| 4 | Balkenstab | 4 | 5 | Winkel | 0.00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 5.000 | 72.0 |
| 5 | Balkenstab | 2 | 4 | Winkel | 0.00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 6.407 | 92.3 |

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

Nummer des Knotens.

Bild 4.59: Grafik und Tabelle 1.7 Stäbe

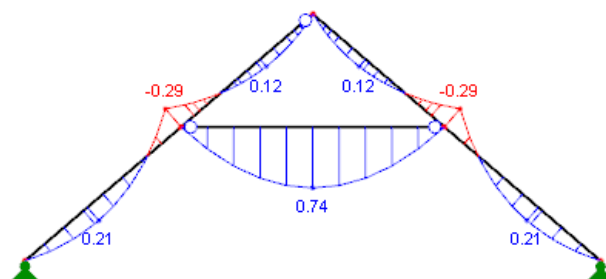


Bild 4.60: Momentenverläufe im Lastfall Eigengewicht

4.5 Stabexzentrizitäten

Allgemeine Beschreibung

In RSTAB entspricht die Stablänge dem Abstand der beiden Knoten, die den Stab definieren. Bei Profilschlüssen oder Unterzügen wird damit die Realität nur angenähert abgebildet. Über Stabexzentrizitäten ist es möglich, Stäbe durch spezifische Stabendabschnitte außermittig anzuschließen. Damit lassen sich z. B. bei Rahmen mit großen Stützenprofilen die Riegelanschnittmomente reduzieren. Stabexzentrizitäten werden durch eine Transformation der Freiheitsgrade in der lokalen Elementsteifigkeitsmatrix des jeweiligen Stabes berücksichtigt.

Die Exzentrizitäten lassen sich gut im fotorealistischen 3D-Rendering überprüfen.

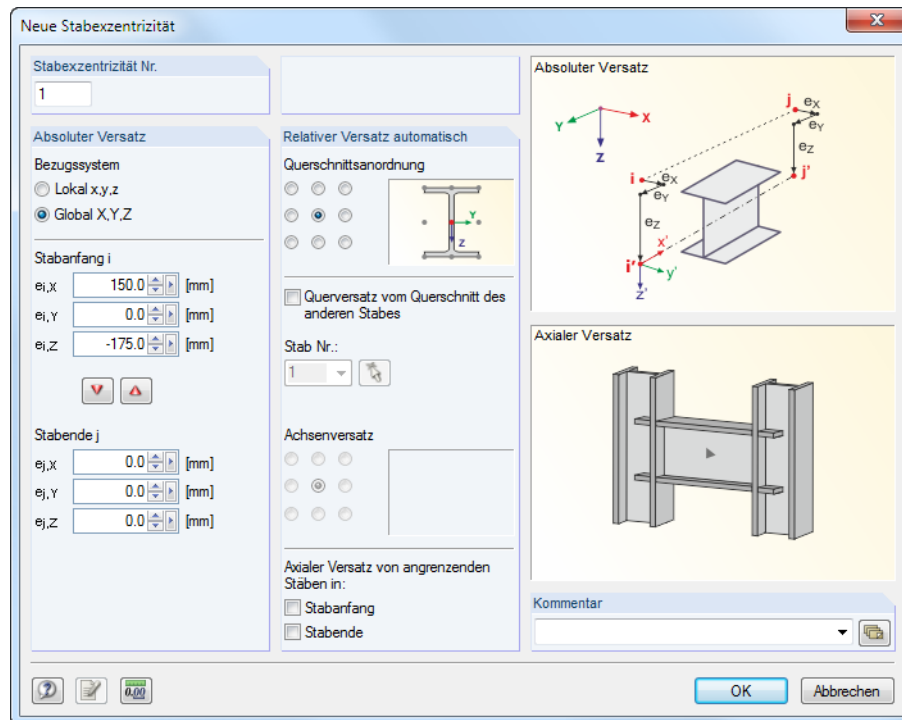
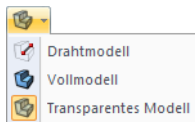


Bild 4.61: Dialog *Neue Stabexzentrizität*

1.5 Stabexzentrizitäten

| Exzentr. Nr. | Bezugs-system | Stabumfang-Exzentrizität | Stabend-Exzentrizität | Querschnittsanordnung | Querversatz vom Querschnitt des anderen Objektes | Axialer Versatz | | | | | | | | |
|--------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------|-----------|---------|------------|-----------|------------|---------|---------|-------------------------------------|
| | | $e_{1,X}$ | $e_{1,Y}$ | $e_{1,Z}$ | $e_{2,X}$ | $e_{2,Y}$ | $e_{2,Z}$ | y-Achse | z-Achse | Objekttyp | Objekt Nr. | y-Achse | z-Achse | Stabumfang |
| 1 | Global | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Mitte | Unten (+z) | Stab | 11 | | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | Global | 150.0 | 0.0 | -175.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Mitte | Mitte | Keine | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | |

Knoten

Material

Querschnitte

Stabendgelenke

Stabexzentrizitäten

Stabteilungen

Stäbe

Knotenlager

Stabbettungen

Exzentrizität am Stabumfang. Die Exzentrizität-Nr. wird in Tabelle 1.7 dem gezielten Stab zugeordnet.

Bild 4.62: Tabelle 1.5 *Stabexzentrizitäten*

Bezugssystem

Die Stabexzentrizität kann auf eines der folgenden Achsensysteme bezogen werden:

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

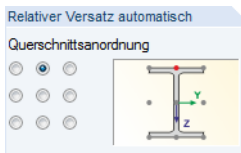
Die lokalen xyz-Stabachsen können über den *Zeigen*-Navigator oder das Stab-Kontextmenü eingeblendet werden (siehe Bild 4.73, Seite 77).

Exzentrizität Stabanfang / Stabende

Im Dialogabschnitt *Absoluter Versatz* oder den Tabellenspalten B bis G sind die Exzentrizitäten für den *Stabanfang i* und das *Stabende j* festzulegen. Die Abstände beziehen sich auf das gewählte Achsensystem, wie an den klein- bzw. großgeschriebenen Indizes und in der Dialoggrafik erkennbar ist.

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

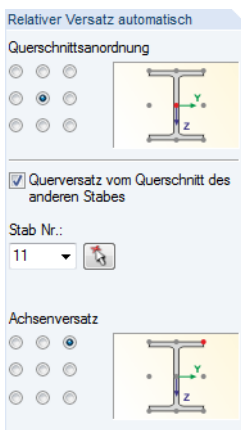
Querschnittsanordnung



Im Dialogabschnitt *Relativer Versatz automatisch* kann anhand der neun Kontrollfelder festgelegt werden, welcher Punkt des Querschnitts für die Ermittlung der Exzentrizität relevant ist. In der Tabelle ist die Lage dieses Punkts in den Spalten H und I zu definieren. Dieser Punkt legt fest, um welchen Abstand der Querschnitt an den Anfangs- und Endknoten verschoben wird.

Wenn wie im Bild links gezeigt der Punkt mittig am oberen Flansch gewählt wird, so wird z. B. ein Riegelstab bündig mit seiner Oberkante an eine Stütze angeschlossen (ohne Überstand).

Querversatz vom Querschnitt des anderen Stabes



Mit einem *Querversatz* lässt sich ein Stab in einem bestimmten Abstand parallel zu einem anderen Stab anordnen. Die Nummer dieses Stabes ist aus der Liste oder mit im Arbeitsfenster auszuwählen. Die Exzentrizität ermittelt sich aus der oben definierten *Querschnittsanordnung* und dem *Achsenversatz* infolge der Profilgeometrie, der anhand der neun Kontrollfelder festzulegen ist. In der Tabelle ist der Achsenversatz in den Spalten L und M zu definieren.

Wenn z. B. wie in den Bildern links gezeigt die Punkte am oberen Profilrand und in Profilmittig festgelegt werden, so wird ein Riegelprofil mit seinem Oberflansch bündig am Stützenkopf angeschlossen.

Axialer Versatz von angrenzenden Stäben

Die letzte Option im Dialogabschnitt *Relativer Versatz automatisch* ermöglicht es, z. B. einen Stab auf einfache Weise exzentrisch am Flansch einer Stütze anzuschließen. Der Versatz kann getrennt für *Stabanfang* und *Stabende* angeordnet werden. Die Exzentrizität ermittelt sich automatisch aus der Querschnittsgeometrie der angrenzenden Stäbe. In der Tabelle ist der axiale Versatz in den Spalten N und O zuzuweisen.

Die Dialoggrafik *Axialer Versatz* ist interaktiv zur Eingabe; sie veranschaulicht die Wirkungsweise der Kontrollfelder.



Die Eingabe über den Dialogabschnitt *Relativer Versatz automatisch* bietet den Vorteil, dass bei Querschnittsänderungen die Exzentrizitäten unmittelbar angepasst werden. RSTAB berücksichtigt die geänderten Profilabmessungen automatisch.

Grafisches Setzen von Exzentrizitäten

Exzentrizitäten können den Stäben auch grafisch im Arbeitsfenster zugewiesen werden. Wählen Sie hierzu Menü

Einfügen → Modelldaten → Exzentrizitäten → Stäben grafisch zuordnen

bzw.

Bearbeiten → Modelldaten → Exzentrizitäten → Stäben grafisch zuordnen.

Zunächst sind das Bezugssystem festzulegen und die Ausmittigkeiten zu definieren.

Nach [OK] sind die Stäbe grafisch in den Drittelpunkten geteilt. Nun können die Stabseiten angeklickt werden, die die Exzentrizität erhalten sollen (siehe Bild 4.51, Seite 64). Wird der Stab im Mittelbereich angeklickt, so wird der exzentrische Anschluss beiden Stabenden zugeordnet.

4.6 Stabteilungen

Allgemeine Beschreibung

Stabteilungen ermöglichen es, Punkte auf Stäben festzulegen, 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 intern eine feinere Teilung). In den meisten Fällen sind deshalb Stabteilungen nicht erforderlich.

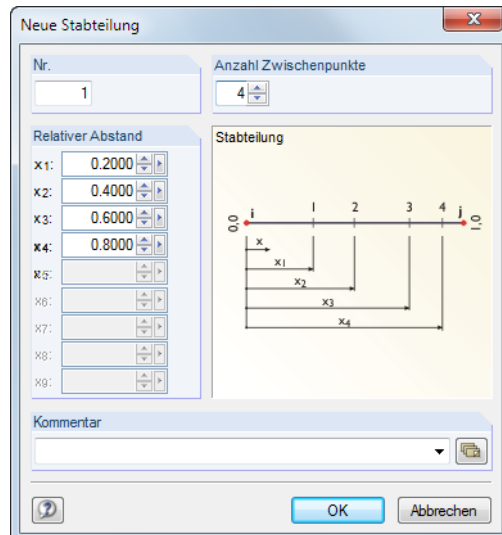


Bild 4.63: Dialog *Neue Stabteilung*

| 1.6 Stabteilungen | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Teilung Nr. | Anzahl Punkte | Relativer Abstand des Teilungspunktes vom Stabanfang | | | | | | | | | Kommentar |
| | | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | x6 | x7 | x8 | x9 | |
| 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 | Zehntelpunkte |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |

Bild 4.64: Tabelle 1.6 *Stabteilungen*

Anzahl Punkte

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

Relativer Abstand vom Stabanfang

Beim Anlegen einer neuen Teilung im Dialog sind die Abstände von drei Zwischenpunkten eingestellt. Es handelt sich hier um die relativen Distanzen im Intervall von 0 (Stabanfang) bis 1 (Stabende).

Für die vorgegebenen Punkte sind auch unregelmäßige Teilungen möglich, da die relativen Abstände frei eintragen werden können. Hierbei ist nur auf die Reihenfolge der Intervalle zu achten, denn es gilt: $x_1 < x_2 < x_3 \dots$



Grafisch kann jede beliebige x-Stelle am Stab gezielt ausgewertet werden (siehe [Kapitel 9.5, Seite 207](#)). In den meisten Fällen erübrigt sich so die manuelle Eingabe von Stabteilungen mit der mühsamen Ermittlung relativer Abstände.

4.7 Stäbe

Allgemeine Beschreibung



Die Geometrie des Modells wird über Stäbe beschrieben. Jeder Stab ist durch einen Anfangs- und einen Endknoten definiert. Durch die Zuweisung eines Querschnitts (durch den auch ein Material festgelegt ist) erhält der Stab eine Steifigkeit.

Stäbe können nur an Knoten miteinander verbunden werden. Kreuzen sich Stäbe, ohne dass sie einen Knoten gemeinsam haben, liegt keine Verbindung vor. An solchen Kreuzungsstellen werden keine Schnittgrößen übertragen.

Grafisch können Stäbe *einzel*n oder *fortlaufend* gesetzt werden. Die Option *Eingefügter Stab* ist im [Kapitel 11.4.13](#) auf [Seite 312](#) beschrieben.

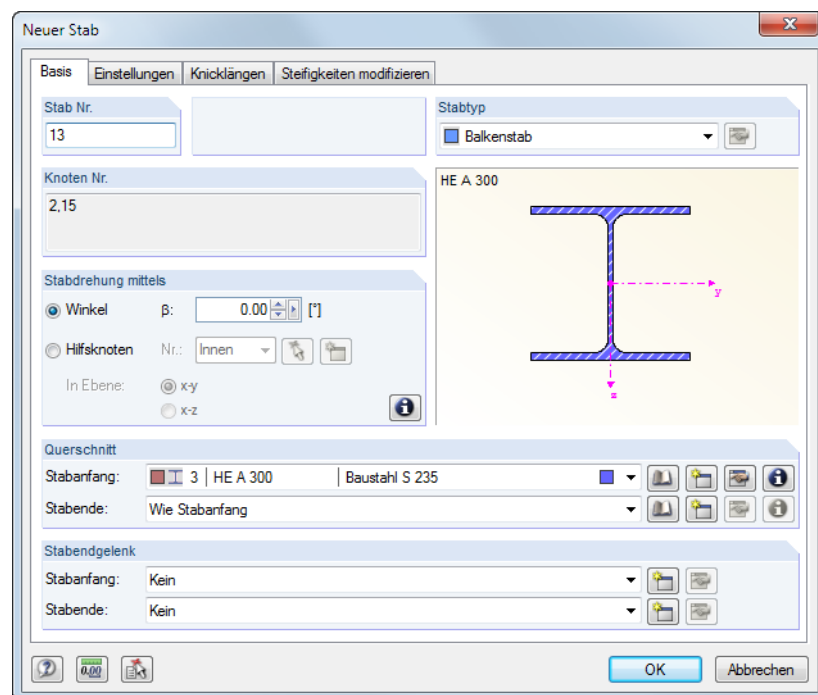


Bild 4.65: Dialog *Neuer Stab*, Register *Basis*

1.7 Stäbe

| Stab Nr. | Stabtyp | Knoten Nr. | | Stabdrehung Typ | Stabdrehung β [°] | Querschnitt Nr. | | Gelenk Nr. | | Exzentr. Nr. | Teilung Nr. | Vouten-Ansatz | Länge L [m] | Gewicht W [kg] | |
|----------|--------------|------------|------|-----------------|-------------------------|-----------------|------|------------|------|--------------|-------------|---------------|-------------|----------------|----|
| | | Anfang | Ende | | | Anfang | Ende | Anfang | Ende | | | | | | |
| 1 | Balkenstab | 1 | 3 | Winkel | 0.00 | I 1 | I 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 6.000 | 253.4 | Z |
| 2 | Balkenstab | 2 | 9 | Winkel | 0.00 | I 1 | I 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 6.000 | 253.4 | Z |
| 3 | Fachwerkstab | 3 | 4 | Winkel | 0.00 | I 5 | I 5 | | | 2 | | | 3.011 | 150.6 | XZ |
| 4 | Balkenstab | 4 | 5 | Winkel | -90.00 | I 2 | I 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 3.262 | 137.8 | XZ |
| 5 | Zugstab | 5 | 6 | Winkel | 0.00 | I 2 | I 2 | | | 0 | | | 6.274 | 265.0 | XZ |
| 6 | Balkenstab | 6 | 7 | Winkel | 0.00 | I 12 | I 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 6.274 | 59.1 | XZ |
| 7 | Knickstab | 7 | 8 | Winkel | 45.00 | I 2 | I 2 | | | 0 | | | 3.262 | 137.8 | XZ |
| 8 | Balkenstab | 8 | 9 | Winkel | 0.00 | I 2 | I 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | Linear | 3.011 | 163.5 | XZ |
| 9 | Seilstab | 3 | 13 | Winkel | 0.00 | | | | | | | | 5.000 | 17.7 | Y |

Knoten Material Querschnitte Stabendgelenke Stabexzentritäten Stabteilungen Stäbe Knotenlager Stabbettungen

Stabtyp (F7 zum Wählen).

Bild 4.66: Tabelle 1.7 *Stäbe*

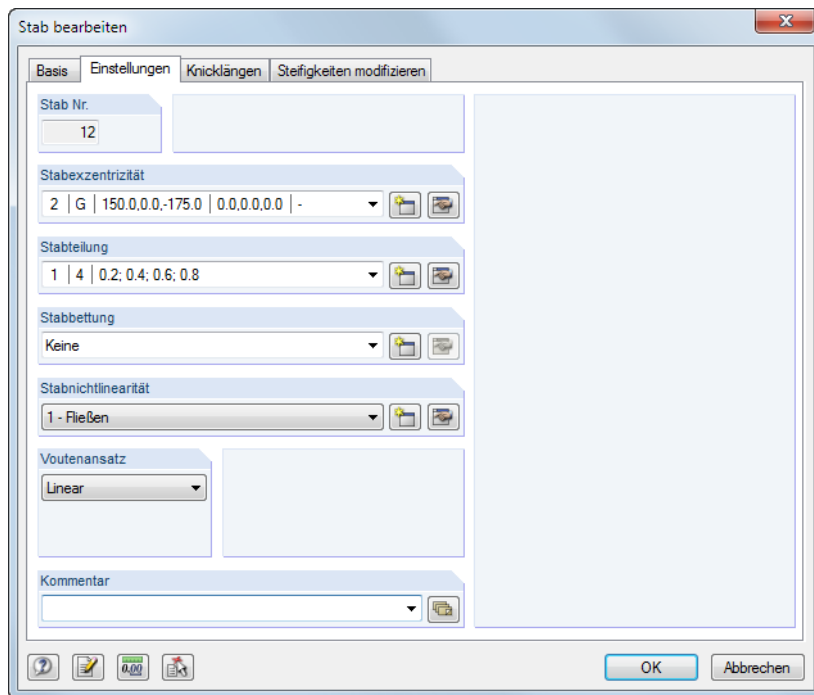
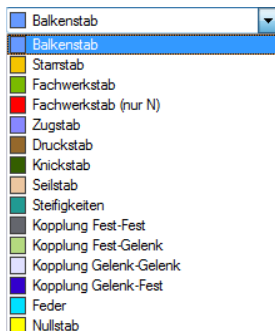


Bild 4.67: Dialog *Neuer Stab*, Register *Einstellungen*

Stabtyp

Der Stabtyp steuert, in welcher Weise Schnittgrößen aufgenommen werden können oder welche Eigenschaften für den Stab vorausgesetzt werden.

In der *Stabtyp*-Liste stehen verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl. Jedem Stabtyp ist eine *Farbe* zugeordnet, die im Modell zur Darstellung der unterschiedlichen Stabarten benutzt werden kann. Die Steuerung erfolgt im *Zeigen-Navigator* mit der Option *Farben in Grafik nach* (siehe [Kapitel 11.1.9](#), [Seite 266](#)).



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

Tabelle 4.1: Stabtypen

Balkenstab

Ein Balkenstab besitzt keine Gelenke an seinen Enden. Schließen zwei Balken aneinander an, ohne dass ein Gelenk für den gemeinsamen Knoten definiert wurde, so liegt ein biegesteifer Anschluss vor. Ein Balkenstab kann durch alle Lastarten belastet werden.

Starrstab

Dieser Stabtyp koppelt die Verschiebungen zweier Knoten durch eine starre Verbindung. Er entspricht daher prinzipiell einem Kopplungsstab (siehe [Seite 75](#)). Damit lassen sich Stäbe mit hoher Steifigkeit unter Berücksichtigung von Gelenken definieren, die auch Federkonstanten und Nicht-linearitäten aufweisen können. Es treten kaum numerische Probleme auf, da die Steifigkeiten dem System angepasst sind. Für Starrstäbe werden auch Schnittgrößen ausgewiesen.

Es werden folgende Steifigkeiten angenommen (gilt auch für Kopplungen und *Dummy Rigs*):

- **Längs- und Torsionssteifigkeit:**

$$E \cdot A \text{ und } G \cdot I_T : 10^{13} \cdot \ell \text{ [SI-Einheit]} \quad (\ell = \text{Stablänge})$$

- **Biegesteifigkeit:**

$$E \cdot I : 10^{13} \cdot \ell^3 \text{ [SI-Einheit]}$$

- **Schubsteifigkeit (falls aktiviert):**

$$G_{Ay} \text{ bzw. } G_{Az} : 10^{16} \cdot \ell^3 \text{ [SI-Einheit]}$$

Durch diesen Stabtyp ist es nicht mehr erforderlich, einen *Dummy Rigid* (siehe [Seite 51](#)) zu definieren und als Querschnitt zuzuweisen.

Fachwerkstab (nur N)

Dieser Typ eines Fachwerkstabs nimmt Normalkräfte in Form von Zug und Druck auf. Ein Fachwerkstab besitzt interne Momentengelenke an seinen Enden. Eine zusätzliche Gelenkdefinition ist unzulässig. Es werden nur Knotenschnittgrößen ausgegeben (und in die anschließenden Stäbe übertragen), am Stab selbst gibt es einen linearen Schnittgrößenverlauf. Eine Ausnahme ist die Einzellast am Stab. Infolge Eigengewicht oder einer Linienlast ist daher kein Momentenverlauf sichtbar. 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 ist, dass nach allgemeinem Verständnis ein Fachwerkstab nur Normalkräfte überträgt – die Momente sind nicht von Interesse. Sie werden deshalb bewusst nicht ausgewiesen und gehen auch nicht in die Bemessung ein. Um die Momente aus den Stablasten anzuzeigen, ist der Stabtyp *Fachwerkstab* zu verwenden.



Beim Stabtyp *Fachwerkstab (nur N)* ist kein Ausweichen rechtwinklig zu den Hauptachsen möglich. Effekte des Stabknickens werden daher in der Berechnung nicht berücksichtigt!

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 erneut in der Steifigkeitsmatrix berücksichtigt werden, wenn er in einem späteren Iterationsschritt infolge Umlagerungen im System wieder wirksam wird. Über Menü **Berechnung** → **Berechnungsparameter** kann im Register **Globale Berechnungsparameter** die *Reaktivierung der ausfallenden Stäbe* geregelt werden (siehe [Kapitel 7.2, Seite 176](#)).

Knickstab

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{\ell_{cr}^2} \quad \text{mit } \ell_{cr} = \ell \quad (4.5)$$

Mit diesem Stabtyp lassen sich oft Instabilitäten umgehen, 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

Ein Seil ist nur auf Zug beanspruchbar. Es ermöglicht durch iterative Berechnung und Berücksichtigung der Seiltheorie (Theorie III. Ordnung – siehe [Kapitel 7.2.1, Seite 170](#)) 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 lassen sich schnell über Menü **Extras** → **Modell generieren** → **Bogen** erzeugen ([Kapitel 11.7.2, Seite 347](#)). 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. Für einfache geradlinige Abspannungen wie beispielsweise bei einem Vordach sind Zugstäbe völlig ausreichend.



Bei der Auswertung der Seilverformungen sollte der Skalierungsfaktor im Steuerpanel (siehe [Bild 3.19, Seite 28](#)) auf „1“ gesetzt werden, damit die Straffungseffekte realistisch wirken.

Steifigkeiten

Die Stabsteifigkeiten können direkt in einem Dialog angegeben werden, der über die Schaltfläche [Bearbeiten] zugänglich ist. Damit erübrigt sich die Zuordnung eines Querschnitts.

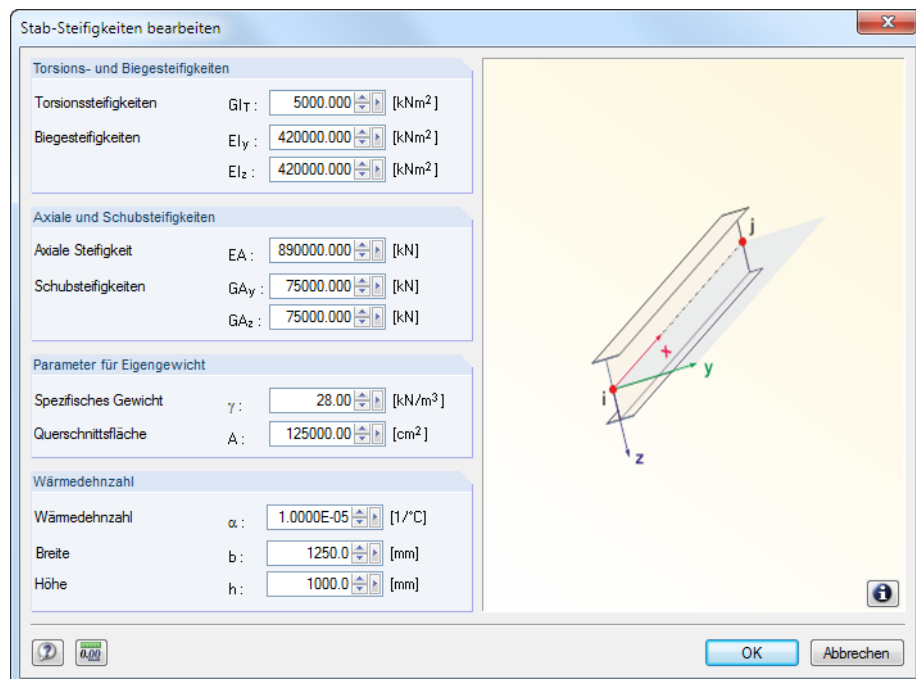
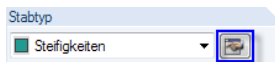


Bild 4.68: Dialog *Stab-Steifigkeiten bearbeiten*



Die Definition der Steifigkeitsmatrix lässt sich mit der [Info]-Schaltfläche einblenden.

Kopplung

Ein Kopplungsstab ist ein virtueller, sehr steifer Stab mit definierbaren starren oder gelenkigen Eigenschaften. Die Freiheitsgrade der Anfangs- und Endknoten können auf vier verschiedene Arten gekoppelt werden. Die Normal- und Querkkräfte bzw. Torsions- und Biegemomente werden direkt von Knoten zu Knoten übertragen. Mit Kopplungen lassen sich spezielle Situationen für Kraft- und Momentenübertragungen modellieren.

Die Steifigkeiten der Kopplungen werden modellabhängig berechnet, um numerische Probleme auszuschließen.



Mit der Variante *Starrstab* (siehe [Seite 73](#)) lassen sich auch Kopplungsstäbe unter Berücksichtigung von Gelenkfedern und -nichtlinearitäten definieren.

Der *Zeigen-Navigator* steuert, ob die Ergebnisse von Kopplungen angezeigt werden.

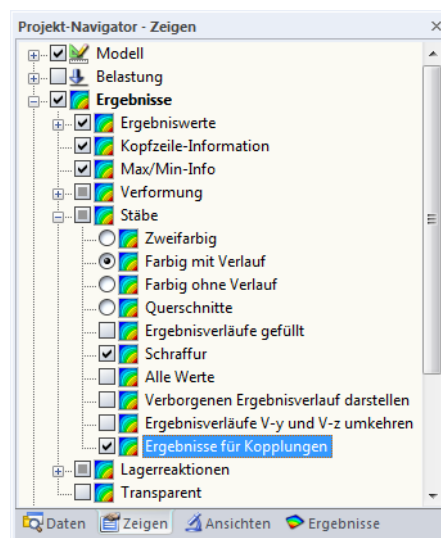



Bild 4.69: Ergebnisse von Koppelstäben über *Zeigen-Navigator* einblenden

Feder



Bei *Feder*-Stäben ist über die Schaltfläche [Eigenschaften] im Dialog bzw.  in der Tabelle ein separater Dialog zugänglich (siehe folgendes [Bild 4.70](#)).

Die Stabeigenschaften können über die *Parameter* oder in einem *Diagramm* definiert werden. Die Federkonstante $C_{1,1}$ beschreibt die Steifigkeit des Stabes in seiner lokalen x-Richtung gemäß folgender Beziehung:

$$k = \frac{EA}{l} \quad (4.6)$$

Der *Schlupf* legt einen Bereich der Verformung fest, in dem die Feder keine Kräfte aufnimmt.

Für die Definition der *Feder-Grenzwerte* bestehen zwei Möglichkeiten:

- **Verformung:** Die Werte u_{\min} und u_{\max} legen den geometrischen Wirkbereich der Feder fest. Bei Verformungen außerhalb dieses Bereichs wirkt die Feder als starrer Stab (Anschlag).
- **Kraft:** Die Werte N_{\min} und N_{\max} legen den Wirkbereich der Kräfte fest, die von der Feder aufgenommen werden können. Liegt die Normalkraft außerhalb dieser Schranken, fällt die Feder aus.

Im Register *Diagramm* können die Federeigenschaften noch präziser definiert werden. Diese Optionen decken sich weitgehend mit den Parametern nichtlinearer Stabendgelenke (siehe [Kapitel 4.4](#), [Seite 66](#)).

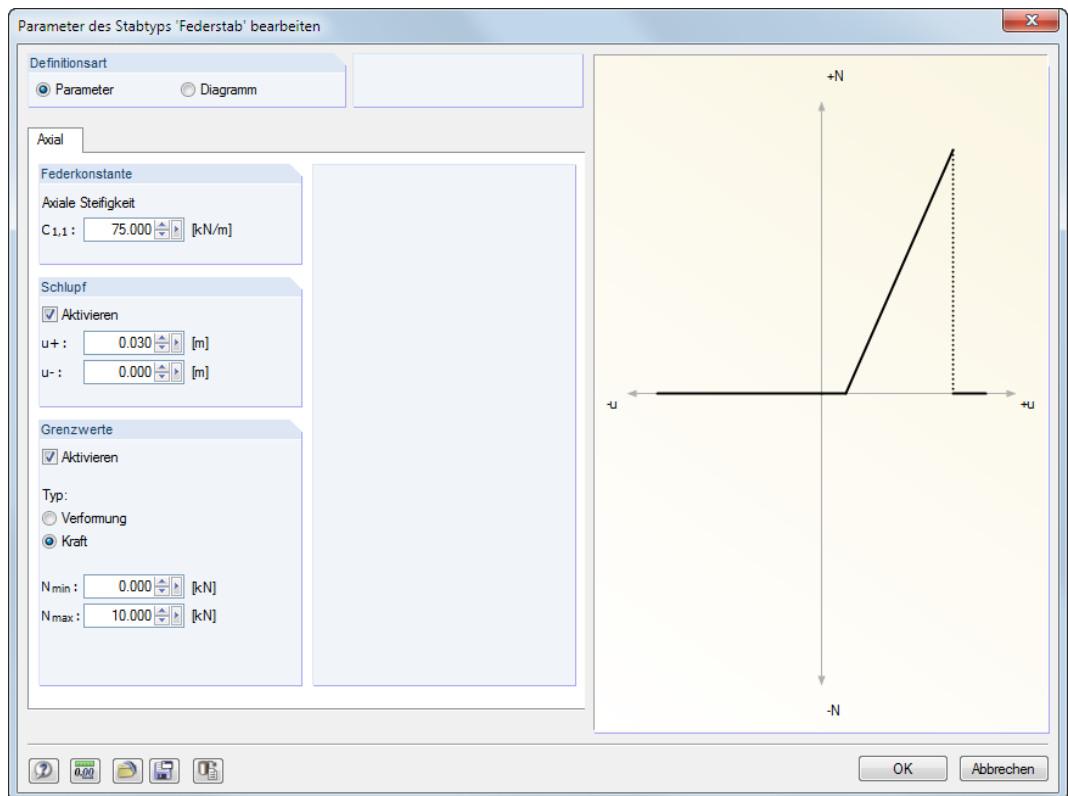


Bild 4.70: Dialog Stabnichtlinearität des Typs 'Federstab' bearbeiten

Nullstab

Ein Nullstab mitsamt Belastung wird in der Berechnung nicht berücksichtigt. Mit Nullstäben kann beispielsweise untersucht werden, wie sich das Tragverhalten des Modells ändert, wenn bestimmte Stäbe nicht wirksam sind. Die Stäbe brauchen nicht gelöscht werden, die Lasten bleiben ebenfalls erhalten.

Knoten Nr. Anfang / Ende

Jeder Stab ist geometrisch durch einen Anfangs- und einen Endknoten definiert. Damit wird die Stabrichtung festgelegt, die auch das Stabkoordinatensystem beeinflusst. Die Knoten können manuell eingegeben, grafisch ausgewählt oder neu definiert werden (siehe [Kapitel 4.1, Seite 39](#)).

Die Stabrichtung kann im Zeigen-Navigator eingeblendet werden.

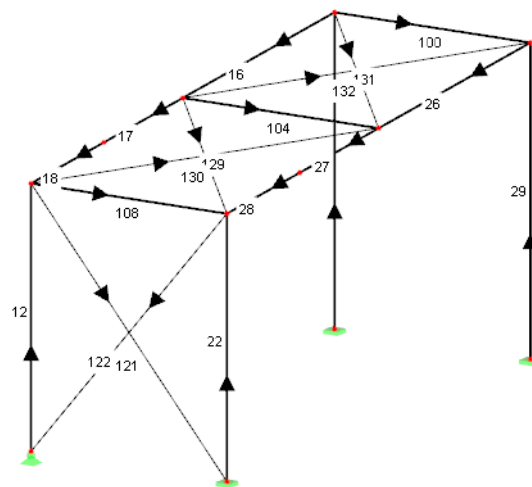
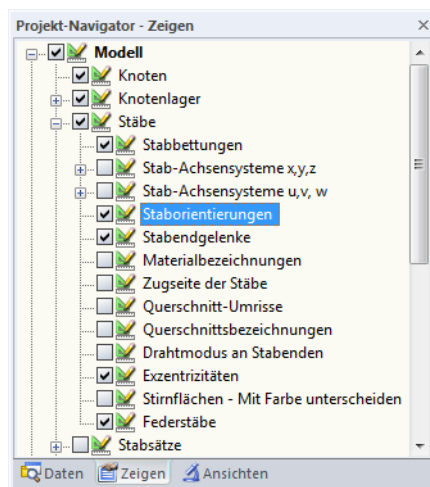


Bild 4.71: Einblenden der Staborientierungen im Zeigen-Navigator



Die Stabrichtung kann grafisch schnell geändert werden: Klicken Sie den Stab mit der rechten Maustaste an und wählen die Kontextmenü-Option *Staborientierung umkehren*. Die Nummern von Anfangs- und Endknoten werden dann vertauscht.

Stabdrehung

Das stabbezogene xyz-Koordinatensystem ist rechtwinklig und rechtsschraubig definiert. Die lokale Achse x stellt stets die Schwerachse des Stabes dar. Sie verbindet den Anfangs- mit dem Endknoten des Stabes (positive Richtung). Die Stabachsen y und z bzw. u und v bei unsymmetrischen Querschnitten repräsentieren die Hauptachsen des Stabes.

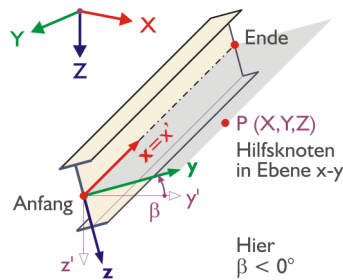
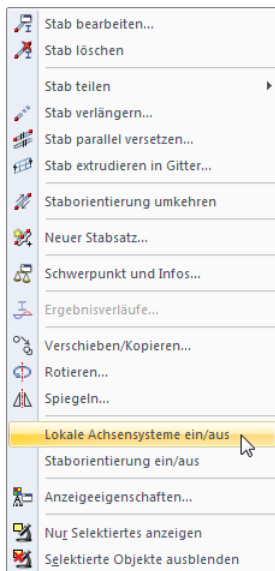


Bild 4.72: Stabdrehung und lokale Stabachsen x,y,z (beliebige Lage im Raum)

Die Lage der lokalen Achsen y und z wird zunächst automatisch festgelegt: Die Achse y ist rechtwinklig zur Längsachse x und nach Möglichkeit parallel zur globalen XY-Ebene ausgerichtet. Die Lage der Achse z ergibt sich gemäß der Rechten-Hand-Regel. Die z'-Komponente der z-Achse zeigt dabei stets nach „unten“ (d. h. in Richtung der Schwerkraft) – unabhängig davon, ob die globale Z-Achse nach oben oder nach unten ausgerichtet ist.

Die Stablage kann über das 3D-Rendering kontrolliert werden. Alternativ lassen sich über das Stab-Kontextmenü oder den Zeigen-Navigator die *Stab-Achsensysteme* x,y,z anzeigen.



Stab-Kontextmenü

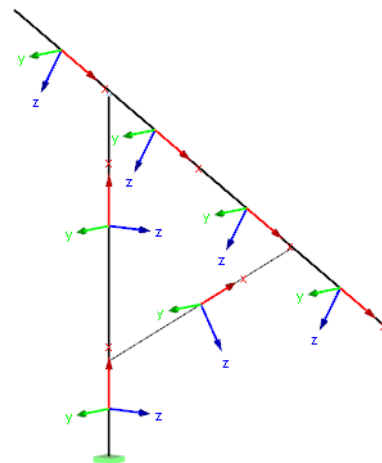
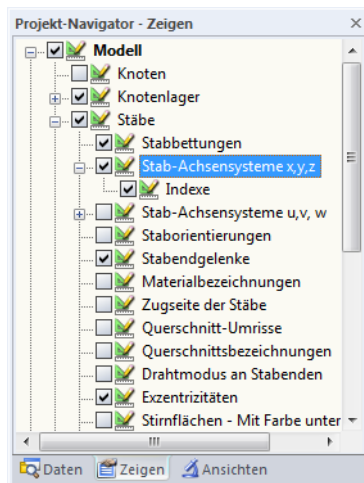


Bild 4.73: Aktivieren der lokalen Stabachsensysteme im Zeigen-Navigator

Die Spalte **O** der Tabelle gibt Auskunft darüber, zu welcher globalen Achse der Stab parallel verläuft oder in welcher Ebene er sich befindet, die von den globalen Achsen aufgespannt wird. Ist kein Eintrag vorhanden, befindet sich der Stab in einer beliebigen Lage im Raum.

Wenn ein Stab parallel zur globalen Z-Achse und damit vertikal ausgerichtet ist, verfügt die lokale Achse z natürlich über keine Z-Komponente. 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.

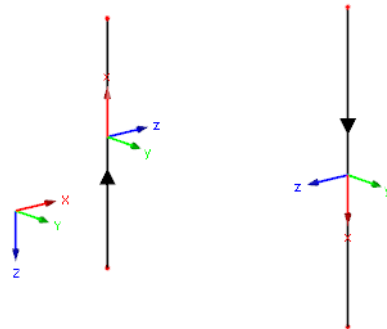


Bild 4.74: Vertikale Stablage bei Stäben mit unterschiedlichen Stabrichtungen ($\beta = 0^\circ$)

Befindet sich in einem Stützen-Stabzug ein Stab nicht in exakt vertikaler Lage (wegen minimaler Abweichungen der X- oder Y-Knotenkoordinaten), können die Achsen des Stabes ihre Ausrichtung ändern: RSTAB stuft die Lage des minimal geneigten Stabes als „allgemein“ ein. Über Menü **Extras** → **Modell regenerieren** ist es möglich, Stäbe in allgemeiner Lage dennoch als *vertikal* zu klassifizieren (siehe Kapitel 7.1.3, Seite 166).

Stabdrehungen lassen sich auf zwei Arten vornehmen:

Stabdrehung über Winkel β

Es wird ein *Winkel* β festgelegt, um den der Stab gedreht wird. Ein positiver Drehwinkel β dreht die Achsen y und z rechtsschraubig um die Stablängsachse x.



Bitte beachten Sie, dass der Stabdrehwinkel β und der Querschnittsdrehwinkel α' (siehe Kapitel 4.3, Seite 53) addiert werden.



In 2D-Modellen sind nur die Stabdrehwinkel 0° und 180° zulässig.

Stabdrehung über Hilfsknoten

Das Stabachsensystem wird auf einen bestimmten Knoten ausgerichtet. Zunächst ist anzugeben, welche Achse (y oder z) über den Hilfsknoten beeinflusst werden soll. Der Hilfsknoten bestimmt folglich die Ebene xy oder xz des Stabes. Anschließend ist der Hilfsknoten einzugeben, grafisch auszuwählen oder neu anzulegen. 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.

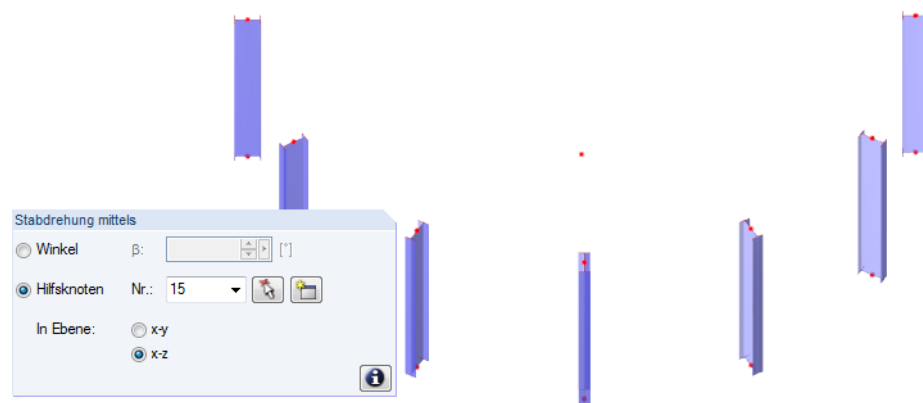


Bild 4.75: Stabdrehung über Hilfsknoten

Änderungen des lokalen Stabachsensystems können sich auf die Vorzeichen der Schnittgrößen auswirken. Das folgende Bild veranschaulicht die allgemeine Vorzeichenregelung.

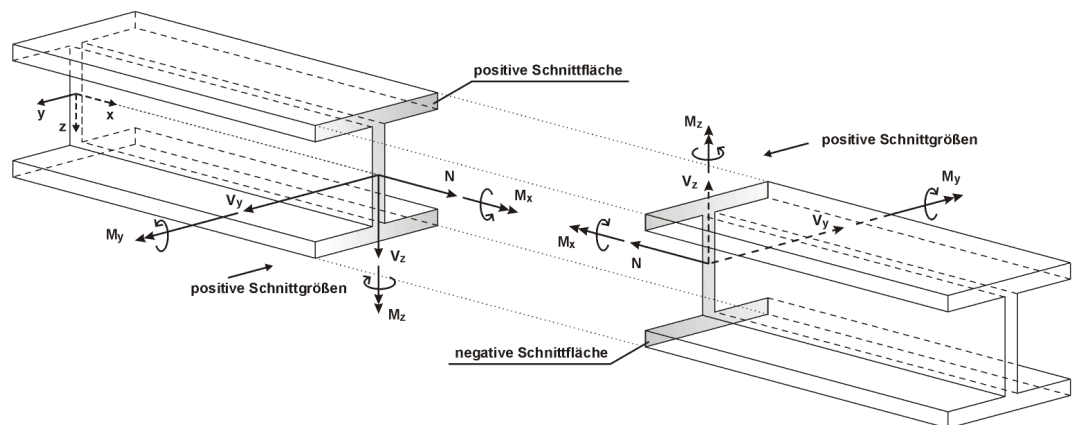


Bild 4.76: Positive Definition der Schnittgrößen



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 Schnitthufer in positiver Richtung wirken.

Querschnitt Nr. Anfang / Ende

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 4.3](#), [Seite 50](#)). Die Farben der unterschiedlichen Querschnitte erleichtern die Zuweisung.



Voutenstab

Durch unterschiedliche Nummern für Anfangs- und Endquerschnitt wird eine Voute gebildet. RSTAB interpoliert die veränderlichen Steifigkeiten entlang des Stabes nach höhergradigen Polynomen. Unsinnige Eingaben wie z. B. eine Voute aus einem IPE-Profil und einem Rundstahl werden von der Plausibilitätskontrolle beanstandet.

Die interne Ermittlung der Vouten-Querschnittswerte wird über den *Voutenansatz* im Register **Optionen** bzw. der entsprechenden Spalte geregelt (siehe [Seite 80](#)).

Gelenk Nr. Anfang / Ende

In den beiden Eingabefeldern oder Tabellenspalten 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 4.4](#), [Seite 62](#)).

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

Exzentrizität Nr.

In dieser Tabellenspalte bzw. diesem Eingabefeld des Registers *Einstellungen* (siehe [Bild 4.67](#)) kann dem Stab ein exzentrischer Anschluss zugewiesen werden. Die Nummern der Exzentrizitäten beziehen sich auf die Tabelle 1.5 *Stabexzentrizitäten* (siehe [Kapitel 4.5](#), [Seite 68](#)). Ein Anschluss-Typ erfasst die Exzentrizitäten von sowohl Stabanfang als auch Stabende.

Teilung Nr.

Stabteilungen steuern die numerische Ausgabe der Schnittgrößen und Verformungen entlang des Stabes (siehe [Kapitel 4.6, Seite 70](#)). Über die Tabellenspalte bzw. das Eingabefeld des Registers *Einstellungen* können Teilungen zugewiesen oder neu erstellt werden. Die Nummern der Teilungen beziehen sich auf die Einträge in Tabelle 1.6 *Stabteilungen*.

Eine Stabteilung hat weder einen Einfluss auf die Ermittlung der Extremwerte noch auf den grafischen Ergebnisverlauf (RSTAB benutzt intern eine feinere Teilung). Da in den meisten Fällen Stabteilungen nicht erforderlich sind, ist die Voreinstellung ‚Keine‘ bzw. ‚0‘.

Voutenansatz

Liegen unterschiedliche Querschnitte für Stabanfang und Stabende vor, kann in dieser Spalte bzw. diesem Eingabefeld des Registers *Einstellungen* zwischen einem *linearen* und einem *quadratischen* Ansatz gewählt werden. Damit lässt sich die Voutengeometrie für die Ermittlung der interpolierten Querschnittswerte erfassen.

In den meisten Fällen liegt ein linearer Verlauf der Voute vor: Die Höhe des Profils ändert sich gleichmäßig vom Anfangsquerschnitt zum Endquerschnitt, die Breite bleibt mehr oder weniger konstant. Falls jedoch auch die Breite des Profils entlang des Stabes ausgeprägte Veränderungen aufweist (z. B. Voute aus Massivquerschnitten), dann sollte die Interpolation der Querschnittswerte besser über eine quadratische Funktion erfolgen.

Länge

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

Im Arbeitsfenster lässt sich die Stablänge ebenfalls ablesen: Platzieren Sie den Mauszeiger über dem Stab und warten einen Moment, um die Stab-Schnellinfo einzublenden.

Gewicht

Die Masse des Stabes ermittelt sich als Produkt von Querschnittsfläche A und spezifischem Gewicht des Materials. Als Erdbeschleunigung wird $g = 10 \text{ m/s}^2$ angesetzt. Dieser Wert kann ggf. im Dialog *Basisangaben*, Register *Optionen* geändert werden (siehe [Bild 12.31, Seite 387](#)).

Lage

Die Spalte **O** der Tabelle gibt Auskunft darüber, zu welcher globalen Achse der Stab parallel verläuft oder in welcher Ebene er sich befindet, die von den globalen Achsen aufgespannt wird. Ist kein Eintrag vorhanden, befindet sich der Stab in einer beliebigen Lage im Raum.



Befindet sich in einem Stützen-Stabzug ein Stab nicht in exakt vertikaler Lage (wegen minimaler Abweichungen der X- oder Y-Knotenkoordinaten), können die Achsen des Stabes ihre Ausrichtung ändern: RSTAB stuft die Lage des minimal geneigten Stabes als „allgemein“ ein. Über Menü **Extras** → **Modell regenerieren** ist es möglich, Stäbe in allgemeiner Lage dennoch als *vertikal* zu klassifizieren (siehe [Kapitel 7.1.3, Seite 166](#)).

Stabbettung

In diesem Eingabefeld des Registers *Einstellungen* (siehe [Bild 4.67](#)) kann dem Stab eine Bettung zugewiesen werden. Die Nummern der Bettungen werden in Tabelle 1.9 *Stabbettungen* verwaltet (siehe [Kapitel 4.9, Seite 89](#)).

Stabnichtlinearität

Das Eingabefeld des Registers *Einstellungen* (siehe Bild 4.67, Seite 72) ermöglicht es, den Stab mit einer nichtlinearen Eigenschaft auszustatten. Die Nummern der Nichtlinearitäten beziehen sich auf die Einträge in Tabelle 1.10 *Stabnichtlinearitäten* (siehe Kapitel 4.10, Seite 91).

Knicklängen

Das Register *Knicklängen* des Dialogs verwaltet die *Knicklängenbeiwerte* $k_{cr,y}$ und $k_{cr,z}$.

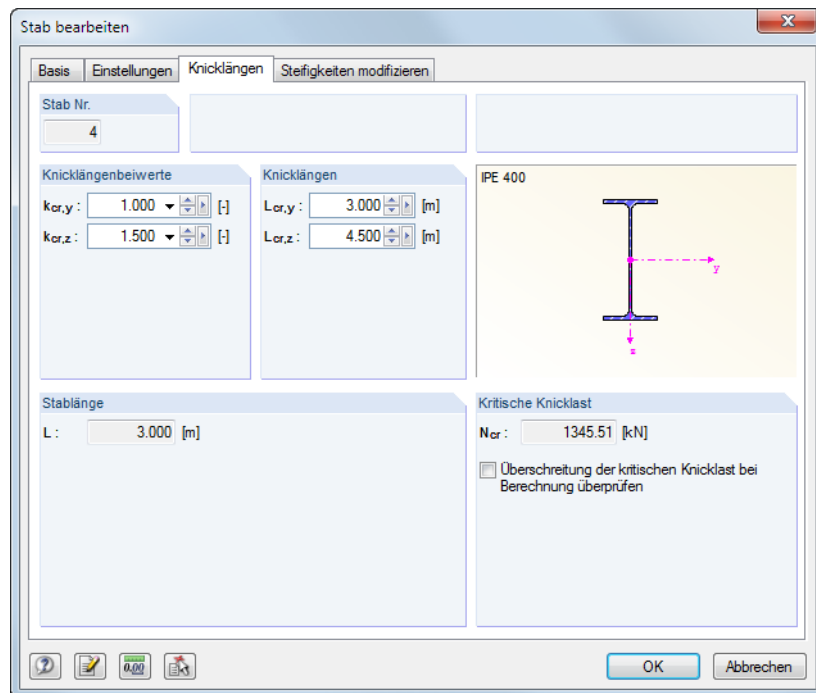


Bild 4.77: Dialog *Stab bearbeiten*, Register *Knicklängen*

Die Knicklängenbeiwerte lassen sich getrennt für beide Stabachsen anpassen. In den Feldern rechts werden die *Knicklängen* angezeigt, die sich aus diesen Beiwerten und der Stablänge ergeben.

Die Knicklängenbeiwerte sind für Zusatzmodule wie STAHL EC3 bedeutsam, in denen Stabilitätsnachweise geführt werden. Für RSTAB selbst spielen die Vorgaben eine untergeordnete Rolle, da z. B. bei Knickstäben die Knicklängen aus den Randbedingungen intern ermittelt und entsprechend berücksichtigt werden.

Im Abschnitt *Kritische Knicklast* kann festgelegt werden, ob bei der Berechnung die Biegeknicklast des Stabes überprüft werden soll. Dieses Kontrollfeld ist für Fachwerk-, Druck- und Knickstäbe standardmäßig angehakt. Im Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter* (siehe Bild 7.15, Seite 176) besteht eine globale Einstellmöglichkeit für diese Art der Kontrolle.

Steifigkeiten modifizieren

Das Dialogregister *Steifigkeiten modifizieren* ermöglicht es, die Stabsteifigkeiten zu beeinflussen.

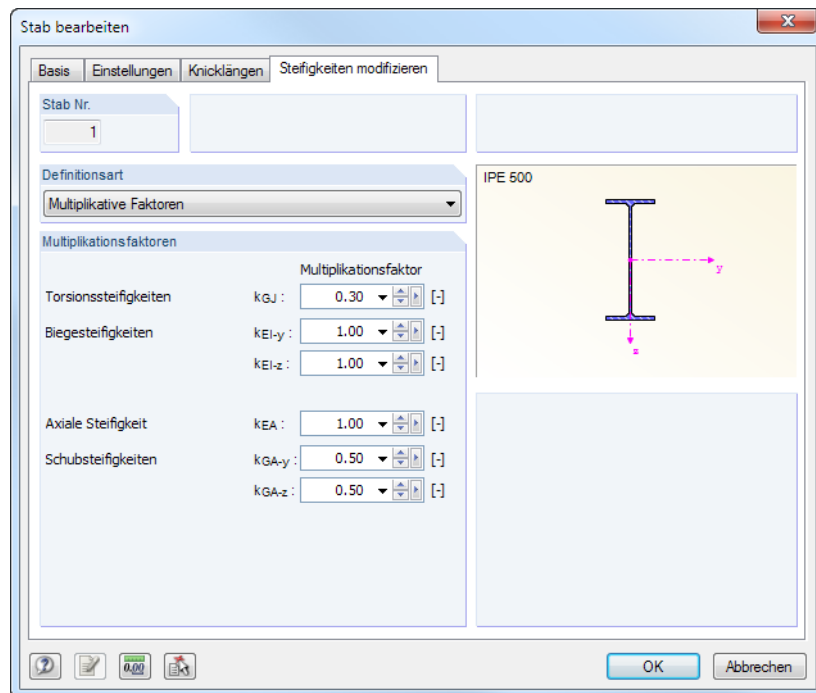
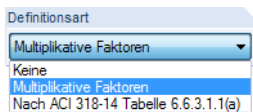
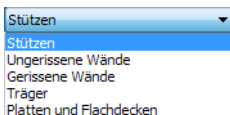


Bild 4.78: Dialog *Stab bearbeiten*, Register *Steifigkeiten modifizieren*



Die *Definitionsart* der Steifigkeitsanpassung kann in der Liste ausgewählt werden. Wird *Keine* Änderung der Steifigkeit angesetzt, so gehen alle Steifigkeitsanteile mit dem Faktor 1,00 in die Berechnung ein.

Mit der Option *Multiplikative Faktoren* lassen sich die Steifigkeitsbeiwerte k für die Torsions-, Biege-, Axial- und Schubsteifigkeiten des Stabes benutzerdefiniert festlegen (siehe Bild 4.78).



Die Definitionsart *Nach ACI 318-14 Tabelle 6.6.3.1.1(a)* stellt die Reduktionsfaktoren gemäß der US-Stahlbetonbaunorm ein, die je nach *Bauteiltyp* gelten. Die Liste bietet hierzu verschiedene Auswahlmöglichkeiten, um die adäquaten Beiwerte z. B. für Stützen oder Träger einzustellen.

Die Steifigkeitsbeiwerte *Nach AISC 360-10 C2.3(2)* befinden sich derzeit in Vorbereitung.



Falls auch Änderungen bei den Querschnittssteifigkeiten vorgenommen wurden (siehe Kapitel 4.3, Seite 52), so werden diese bei der Berechnung zusätzlich berücksichtigt.

Doppelte Stäbe

In der Regel sind übereinanderliegende Stäbe im Modell unerwünscht. Wird daher ein neuer Stab über die Knoten eines bereits existierenden Stabes definiert, so löscht RSTAB automatisch den alten Stab.



Über das Menü **Bearbeiten** → **Doppelte Stäbe zulassen** kann das Löschen der bereits definierten Stäbe unterbunden werden. Damit werden die Steifigkeiten beider Stäbe in der Berechnung berücksichtigt.

4.8 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 oder durch eine Feder eingeschränkt werden. Zudem muss dieser Knoten Teil eines Stabes sein. Die Randbedingungen des Stabes sollten dabei auch berücksichtigt werden, um ein Doppelgelenk am gelagerten Knoten auszuschließen.

Knotenlager sind erforderlich, um Zwangsverformungen aufbringen zu können.

Knotenlager können mit nichtlinearen Eigenschaften versehen werden (Ausfallkriterien für Zug- oder Druckkräfte, Arbeits- und Steifigkeitsdiagramme).

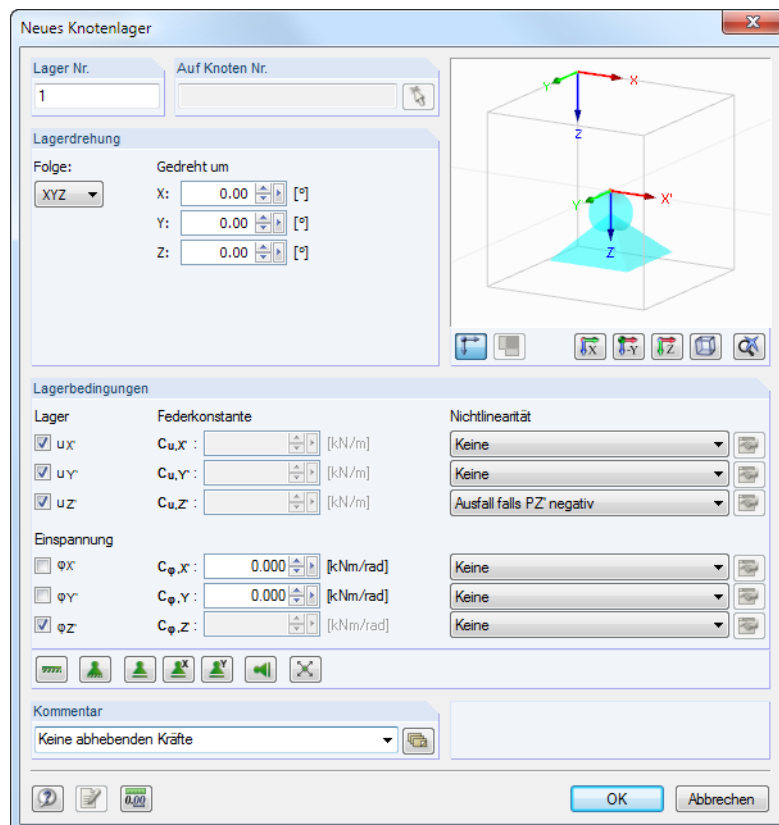


Bild 4.79: Dialog *Neues Knotenlager*

1.8 Knotenlager

| Lager Nr. | An Knoten Nr. | Folge | Lagerdrehung [°] | | | Stützung bzw. Feder [kN/m] | | | Einspannung bzw. Feder [kNm/rad] | | |
|-----------|---------------|-------|------------------|------|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | | | um X | um Y | um Z | u _x | u _y | u _z | φ _x | φ _y | φ _z |
| 1 | 13,14 | XYZ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | 46 | XYZ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 11320.000 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | 4 | XYZ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |

Querschnitte | Stabendgelenke | Stabexzentrizitäten | Stabteilungen | Stäbe | Knotenlager | Stabstöße

Feste Stützung des Knotens in Richtung ('J' a / 'N' ein / Federkonstante / Nichtlinear / F7 zum

Reibung PX...
Reibung PY...
Reibung PX' PY'...
Reibung PX'+PY'...

Bild 4.80: Tabelle 1.8 *Knotenlager*



Über Menü **Einfügen** → **Modelldaten** → **Knotenlager** → **Grafisch** oder die entsprechende Schaltfläche wird folgender Dialog aufgerufen.

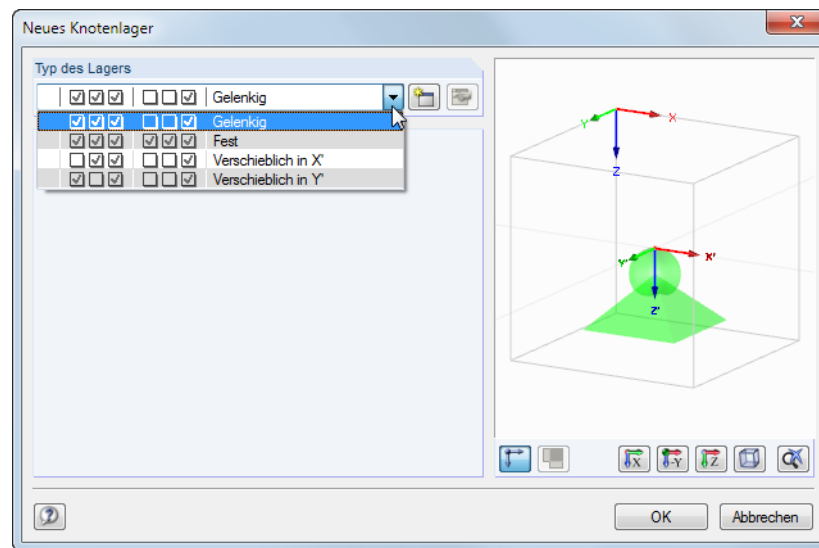


Bild 4.81: Dialog *Neues Knotenlager*

Folgende Lagertypen sind vordefiniert und stehen in der Liste zur Auswahl:

- Gelenkig (JJJ NNJ)
- Fest (JJJ JJJ)
- Verschieblich in X' (NJJ NNJ)
- Verschieblich in Y' (JNJ NNJ)

Nach [OK] kann der gewählte Lagertyp den Knoten grafisch zugewiesen werden.



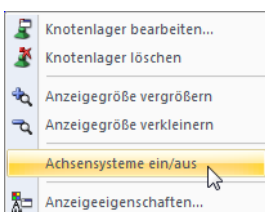
Die Schaltfläche [Neu] erzeugt einen weiteren Lagertyp. Es erscheint der im [Bild 4.79](#) gezeigte Dialog.

An Knoten Nr.




Punktuelle Lager können nur an Knoten gesetzt werden. Die Knotennummer ist in diese Spalte bzw. dieses Eingabefeld einzutragen oder grafisch zu bestimmen.

Lagerdrehung

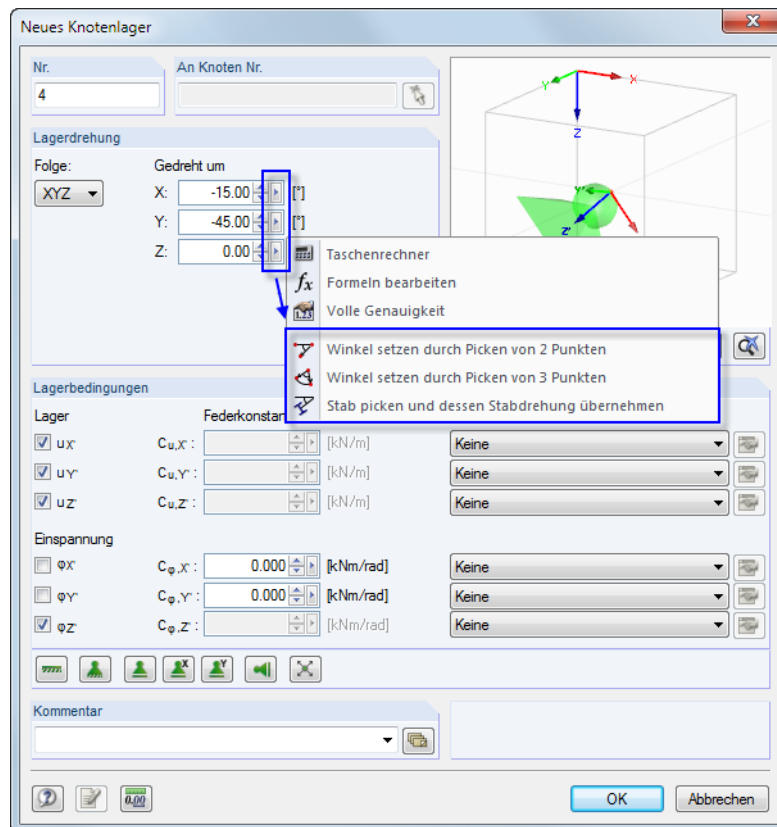


Knotenlager-Kontextmenü

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

Das lokale Achsensystem des Lagers kann gedreht werden: 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 (siehe [Bild 4.82](#)).

Die Dialoggrafik zeigt die Drehung des Lagers dynamisch an.


Bild 4.82: Dialog *Neues Knotenlager* mit Optionen zur Lagerdrehung


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

Stützung bzw. Feder

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

Falls keine Stützung vorliegt, ist das Häkchen im entsprechenden Kontrollfeld zu entfernen. Im Dialog *Knotenlager* wird dann die Konstante der Wegfeder zu null gesetzt. Die Federkonstante kann jederzeit modifiziert werden, um eine elastische Lagerung des Knotens abzubilden. In der Tabelle ist die Konstante direkt in die Spalte einzutragen.



Die Federsteifigkeiten sind als Design-Werte einzugeben.

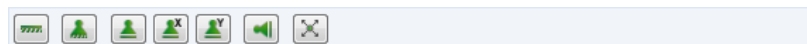
Die Zuweisung nichtlinearer Lagereigenschaften ist weiter unten beschrieben.

Einspannung bzw. Feder

Einspannungen werden analog zu Stütungen definiert. Auch hier bedeutet das Häkchen, 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 ist die Federkonstante direkt in die entsprechende Spalte einzutragen.



Im Dialog *Neues Knotenlager* (siehe Bild 4.79, Seite 83) liegen verschiedene Lagertypen in Form von Schaltflächen vor, die die Definition der Freiheitsgrade erleichtern.


Bild 4.83: Schaltflächen im Dialog *Neues Knotenlager*

Die Schaltflächen sind mit folgenden Lagereigenschaften belegt:








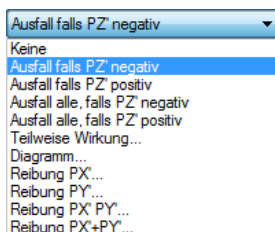
| Schaltfläche | Lagertyp |
|---|--|
|  | Eingespannt |
|  | Gelenkig mit Einspannung um Z' |
|  | Verschieblich in X' und Y' mit Einspannung um Z' |
|  | Verschieblich in X' mit Einspannung um Z' |
|  | Verschieblich in Y' mit Einspannung um Z' |
|  | Verschieblich in Z' und Y' mit Einspannung um Z' |
|  | Frei |

Tabelle 4.2: Schaltflächen *Knotenlager*

Nichtlinearitäten



Um die Übertragung von Schnittgrößen detailliert zu steuern, können Knotenlager mit nichtlinearen Eigenschaften versehen werden. Die Liste der Nichtlinearitäten beinhaltet folgende Möglichkeiten:

- Ausfall der Komponente falls Lagerkraft oder -moment negativ bzw. positiv
- Kompletter Ausfall des Lagers falls Lagerkraft oder -moment negativ bzw. positiv
- Teilweise Wirkung
- Diagramm
- Reibung in Abhängigkeit von übrigen Lagerkräften

Im Dialog und in der Tabelle sind die nichtlinearen Eigenschaften über die Liste zugänglich (siehe [Bild 4.79](#) und [Bild 4.80](#)). Damit kann für jeden Lagerfreiheitsgrad festgelegt werden, ob und welche Kräfte bzw. Momente am gelagerten Knoten übertragen werden.

Nichtlinear wirkende Lager werden in der Grafik andersfarbig dargestellt. In der Tabelle ist eine Lagerkomponente mit nichtlinearen Eigenschaften am blauen Kästchen erkennbar.

Ausfall falls Lagerkraft/-moment negativ bzw. positiv


Die beiden Optionen steuern auf einfache Weise, ob das Lager nur positive bzw. negative Kräfte oder Momente aufnehmen kann: Wirkt die Schnittgröße (Kraft oder Moment) in die untersagte Richtung, fällt diese Komponente des Lagers aus. Die übrigen Festhaltungen und Einspannungen sind weiterhin wirksam.

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

Ausfall alle falls Lagerkraft/-moment negativ bzw. positiv

Um Unterschied zum oben beschriebenen Ausfall einer einzelnen Komponente fällt das Lager vollständig aus, sobald die Komponente unwirksam ist.



Die folgenden Dialoge werden über die Schaltflächen [Eigenschaften] im Dialog bzw.  in der Tabelle aufgerufen, die sich rechts neben der Liste befinden.

Teilweise Wirkung

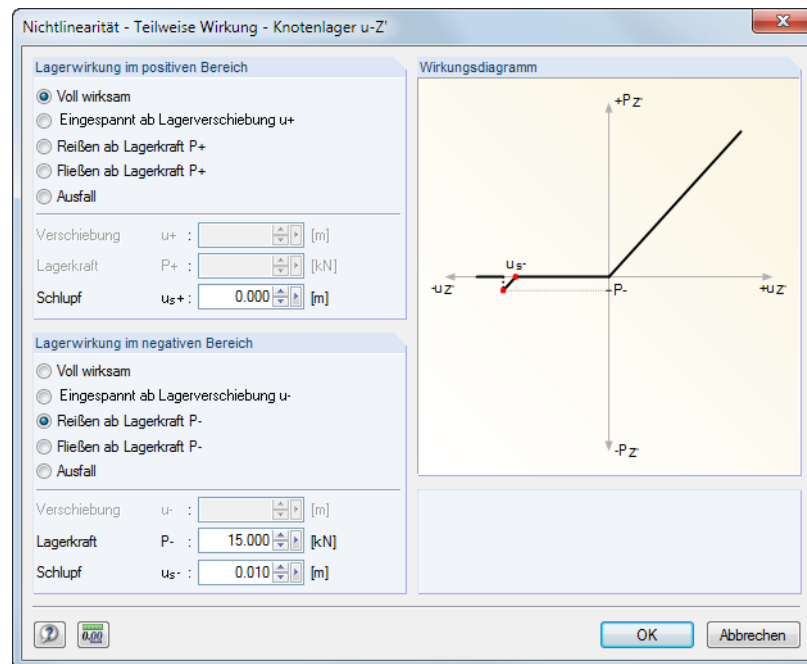


Bild 4.84: Dialog *Nichtlinearität - Teilweise Wirkung*

Die Wirkung des Lagers kann für den *positiven* und den *negativen Bereich* getrennt definiert werden. Die Vorzeichenregelung ist im vorherigen Abschnitt erläutert. Neben der vollen Wirksamkeit oder dem kompletten Ausfall kann festgelegt werden, dass die Lagerung erst ab einer bestimmten Verschiebung oder Verdrehung wirken soll (hierfür muss vorher im *Knotenlager*-Dialog eine Weg- bzw. Drehfeder definiert werden).

Ferner sind *Reißen* (Lagerausfall bei Überschreitung einer Kraft bzw. eines Moments) sowie *Fließen* (Wirksamkeit nur bis Kraft bzw. Moment) in Kombination mit einem *Schlupf* möglich.

Die dynamische *Wirkungsdiagramm*-Grafik ermöglicht die Kontrolle der Lagereigenschaften.

Diagramm

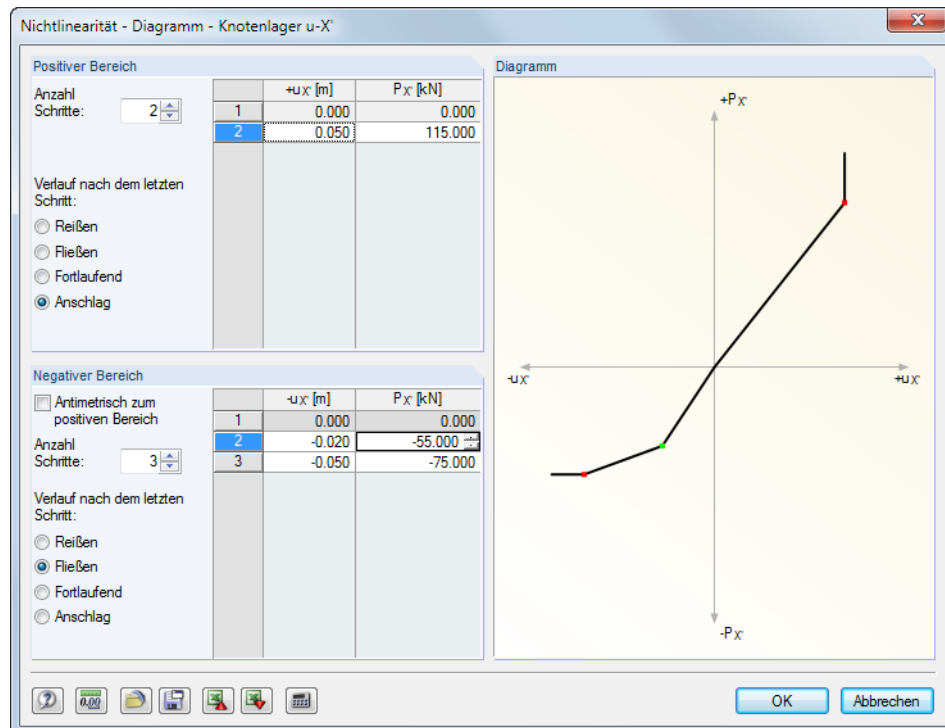



Bild 4.85: Dialog Nichtlinearität - Diagramm

Die Wirkung des Lagers kann für den *positiven* und den *negativen Bereich* getrennt definiert werden. Legen Sie zunächst die Anzahl der *Schritte* (d. h. Definitionspunkte) für das Arbeitsdiagramm fest und tragen dann in der Liste die Abszissenwerte der Verschiebungen bzw. Verdrehungen mit den zugeordneten Lagerkräften bzw. -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 bzw. Verdrehung mit nachfolgend fester bzw. eingespannter Lagerwirkung.

Reibung abhängig von Lagerkraft

Mit diesen vier Optionen werden die übertragenen Lagerkräfte in Beziehung gesetzt zu den Druckkräften, die in eine andere Richtung wirken. Je nach Auswahl ist die Reibung abhängig von nur einer Lagerkraft oder von der Gesamtkraft zweier gleichzeitig wirkender Lagerkräfte.

Die Schaltfläche  ruft einen Dialog auf, in dem der *Reibungskoeffizient* μ zu definieren ist.

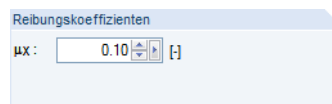
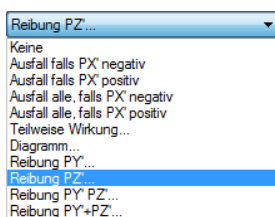


Bild 4.86: Dialog Reibung in u_X' (Ausschnitt)

Es besteht folgender Zusammenhang zwischen Normalkraft und Reibungskraft des Lagers:

$$P_{\text{Lager}} = \mu P_{\text{Normalkraft}} \quad (4.7)$$

4.9 Stabbettungen

Allgemeine Beschreibung

Während Knotenlager eine Lagerung an den beiden Stabenden leisten, ermöglichen Stabbettungen eine elastische Lagerung des Stabes in seiner gesamten Länge. Damit lassen sich z. B. Fundamentbalken unter Erfassung der Baugrundeigenschaften modellieren. Falls die Bettung bei Zug- oder Druckspannungen nicht wirksam ist, können die nichtlinearen Effekte in der Berechnung berücksichtigt werden.

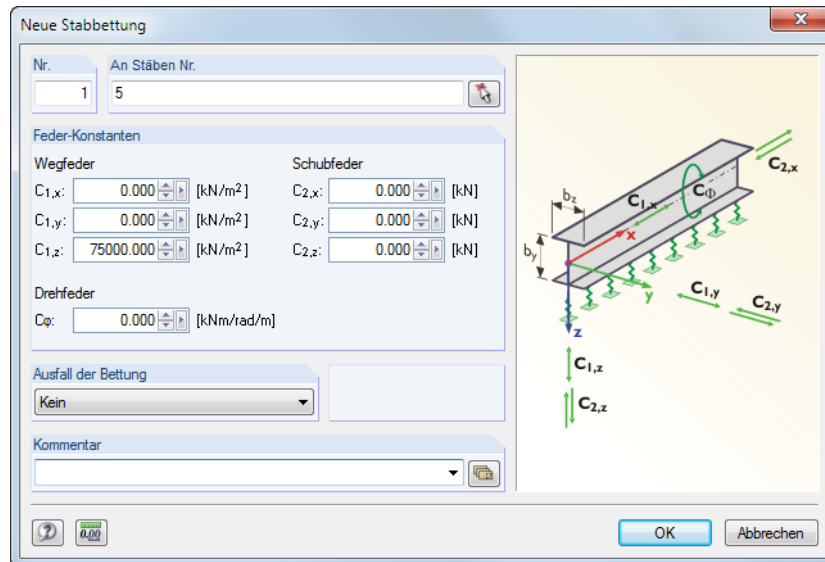


Bild 4.87: Dialog *Neue Stabbettung*

1.9 Stabbettungen

| Bettung Nr. | An Stäben Nr. | C _{1,x} [kN/m²] | C _{1,y} [kN/m²] | C _{1,z} [kN/m²] | C _{2,x} [kN] | C _{2,y} [kN] | C _{2,z} [kN] | C _φ [kNm/rad/m] | Ausfall der Bettung | Kommentar |
|-------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------|
| 1 | 5 | 0.000 | 0.000 | 75000.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 2 | 1,6 | 0.000 | 0.000 | 50000.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Falls Kontaktspannung | |
| 3 | | | | | | | | | Kein | |
| 4 | | | | | | | | | Falls Kontaktspannung negativ | |
| 5 | | | | | | | | | Falls Kontaktspannung positiv | |

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

Ausfall der Bettung ('K' ein / Bei 'Z' ug / Bei 'D' ruck / F7 zum Wählen)

Bild 4.88: Tabelle 1.9 *Stabbettungen*

An Stäben Nr.



Bettungen können nur für den Stabtyp *Balkenstab* definiert werden. Die Nummer des Stabes ist in der Spalte bzw. im Eingabefeld einzutragen oder grafisch festzulegen.

Federkonstanten

Wegfeder

Die Kennwerte der Wegfedern sind jeweils für die Bettungen in Richtung der lokalen Stabachsen x, y und z anzugeben.

Als Anhaltswerte dienen die Steifemoduln E_s der [Tabelle 4.3](#). Bitte beachten Sie, dass sich die Eingabe in RSTAB auf den **Bettungsmodul** bezieht.

| 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 4.3: Steifemoduln ausgewählter Bodenarten in [N/mm²]

Die [Tabelle 4.3](#) zeigt den Steifemodul E_s von Böden. Bei Flächenbettungen ist für die Federkennwerte der Bettungsmodul k_s zu verwenden. In erster Näherung kann der Bettungsmodul aus dem Steifemodul unter Berücksichtigung des Formfaktors f und der Fundamentbreite b nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$k_s \approx \frac{E_s}{f \cdot b} \quad (4.8)$$

Bei Bettungsbalken, die z. B. zur Modellierung von Streifenfundamenten benutzt werden, ist der Federkoeffizient unter Berücksichtigung der Querschnittsbreite zu ermitteln. Damit erhält man eine auf den Stab bezogene Wegfeder in [N/mm²]. Diese gibt an, welche Stabkraft in [N/mm] benötigt wird, um den Boden um 1 mm zusammenzudrücken – daher die Einheit [N/mm²] für die Eingabe. Das Ergebnis ist als Wegfeder $C_{1,z}$ einzutragen: Bei Streifenfundamenten (Stäbe 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 oder das Stab-Kontextmenü einblenden (siehe [Bild 4.73, Seite 77](#)).



Stab-Kontextmenü

Schubfeder

Über Schubfedern kann die Schubtragfähigkeit des Baugrundes erfasst werden. Die Federkonstanten C_2 ermitteln sich aus dem Produkt $\nu \cdot C_{1,z}$, 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 dieses Eingabefeld bzw. diese Spalte kann die Konstante einer Drehfeder eingetragen werden, die die Rotation des Stabes um seine Längsachse behindert.

Ausfall der Bettung

Sollte die Bettung bei Zug- oder Druckspannungen nicht wirksam sein, ist dem Bettungstyp die nichtlineare Eigenschaft *Ausfall* zuzuweisen.



Bitte beachten Sie, dass sich das Ausfallkriterium *Falls Kontaktspannung negativ* bzw. *positiv* nur auf die lokale Stabachse **z** bezieht. Die Nichtlinearität gilt nicht für die Wegfedern in Richtung der lokalen Achsen **x** oder **y**! Ein zweiachsig wirkender Ausfall von Bettungsstäben ist somit nicht möglich.

Der Ausfall bei negativer Kontaktspannung bedeutet: Die Bettung ist ohne Wirkung, falls sich ein Stabelement entgegen der lokalen z-Achse bewegt.

Werden Ausfallkriterien angesetzt, sollten Lage und Ausrichtung der lokalen z-Achsen kontrolliert werden (siehe [Bild 4.73, Seite 77](#)). Es kann erforderlich sein, Stäbe zu drehen.

Die Stabteilung elastisch gebetteter Stäbe kann im Register *Globale Berechnungsparameter* des Dialogs *Berechnungsparameter* angepasst werden (siehe [Kapitel 7.2, Seite 176](#)).

4.10 Stabnichtlinearitäten

Allgemeine Beschreibung

Mit Stabnichtlinearitäten lassen sich nichtlineare Beziehungen zwischen Kraft (oder Moment) und Dehnung in den Stäben abbilden.

Bereits 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 nachweisbare Kraft erforderlich wäre.

Stabnichtlinearitäten können prinzipiell jedem Stabtyp zugewiesen werden. Dabei ist natürlich auf eine sinnvolle Kombination zu achten. Ein Druckstab mit dem Kriterium „Ausfall bei Druck“ würde bei der Berechnung Probleme bereiten. Stabnichtlinearitäten sind deshalb für die Stabtypen Zug-, Druck-, Knick- und Seilstab sowie für Stäbe mit Querschnitten des Typs *Dummy Rigid* (siehe Seite 51) nicht zulässig.

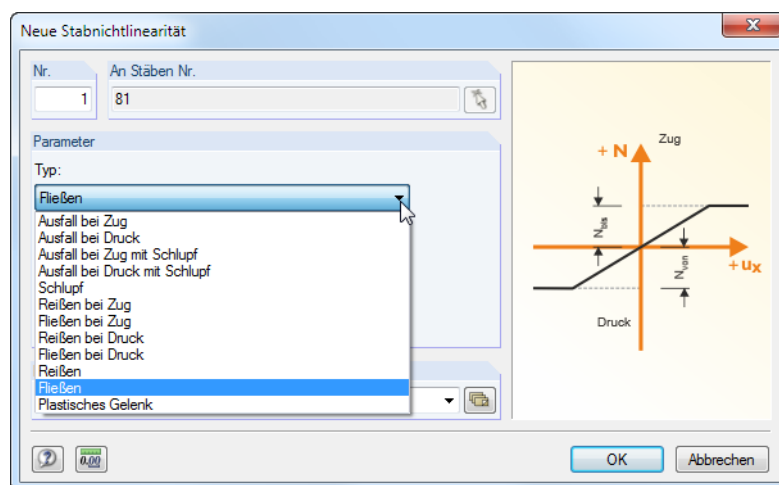


Bild 4.89: Dialog *Neue Stabnichtlinearität*

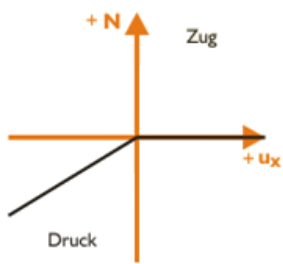
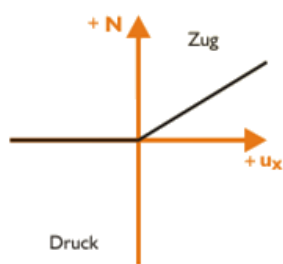
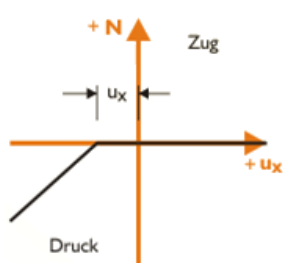
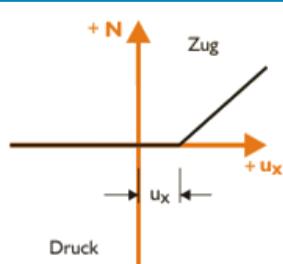
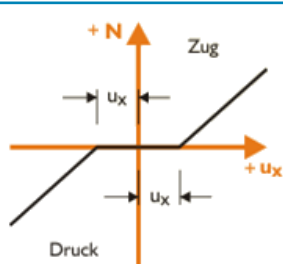
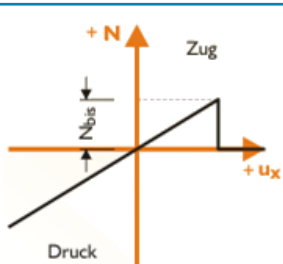
1.10 Stabnichtlinearitäten

| Nichtlin. Nr. | An Staben Nr. | Typ der Nichtlinearität | 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 | 10 | Fließen | 300.00 | 300.00 | | | | | |
| 2 | 5 | Ausfall bei Zug | | | | | | | |
| 3 | 2,3 | Ausfall bei Zug mit Schlupf | | | | | | | |
| 4 | 4 | Plastisches Gelenk | 9999.00 | 9999.00 | 9999.00 | 9999.00 | 150.00 | 9999.00 | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |

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

Typ der Nichtlinearität (F7 zum Wählen)

Bild 4.90: 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 |  | Der Stab kann keine Zugkraft aufnehmen. Eine Druckkraft wird erst dann aufgenommen, wenn der Schlupf u_x überwunden ist. |
| Ausfall bei Druck mit Schlupf |  | Der Stab kann keine Druckkraft aufnehmen. Eine Zugkraft wird erst dann aufgenommen, wenn der Schlupf u_x überwunden ist. |
| 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. |

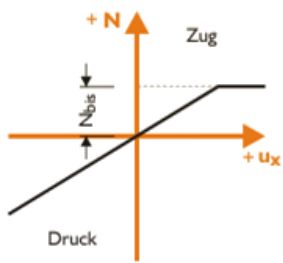
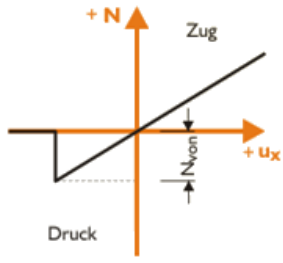
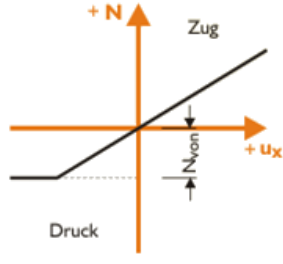
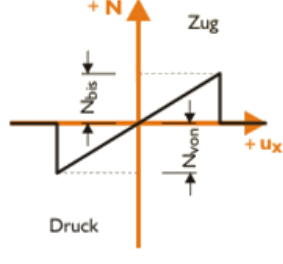
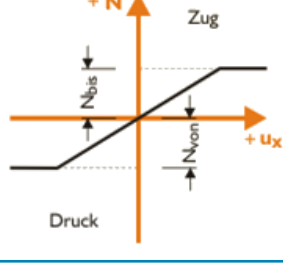
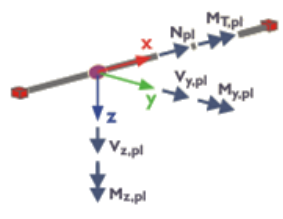
| | | |
|--------------------|---|---|
| Fließen bei Zug |  | Der Stab nimmt Druckkräfte unbeschränkt auf, aber nur eine maximale Zugkraft N_{bis} . Vergrößert sich die Dehnung, bleibt die Zugkraft im Stab gleich. |
| Reißen bei Druck |  | Der Stab nimmt Zugkräfte unbeschränkt auf, fällt jedoch bei einer Druckkraft größer N_{von} aus. |
| Fließen bei Druck |  | Der Stab nimmt Zugkräfte unbeschränkt auf, aber nur eine maximale Druckkraft N_{von} . Vergrößert sich die Dehnung, bleibt die Druckkraft im Stab gleich. |
| Reißen |  | Der Stab fällt beim Erreichen der Druckkraft N_{von} oder beim Erreichen der Zugkraft N_{bis} aus. |
| Fließen |  | 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. |
| Plastisches Gelenk |  | Wird an einer Stelle des Stabes eine plastische Schnittgröße erreicht, so bildet sich dort ein plastisches Gelenk für diese Schnittgröße aus. Die Schnittgrößen sind als Beträge positiv einzugeben. Für Schnittgrößen-Parameter, die zu keinen Plastizierungen führen, sind große Werte einzutragen. |

Tabelle 4.4: Stabnichtlinearitäten

4.11 Stabsätze

Allgemeine Beschreibung



Stabsätze sind als zusammengefasste Stäbe zu verstehen. Damit lassen sich mehrere Stäbe wie ein einziger Stab behandeln, wie dies an manchen Stellen im Tragwerk wünschenswert sein kann (z. B. für Biegedrillknicknachweis, Bemessung Durchlaufträger, Lastaufbringung).

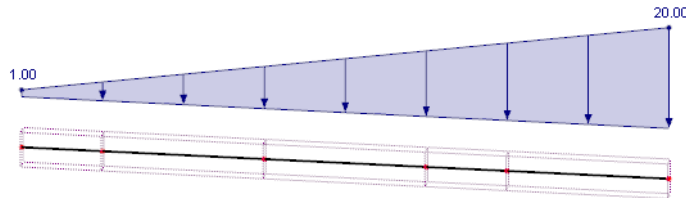


Bild 4.91: Stabsatz mit Trapezlast

Das Bild oben zeigt eine Trapezlast, die auf die ganze Länge eines Stabsatzes wirkt.

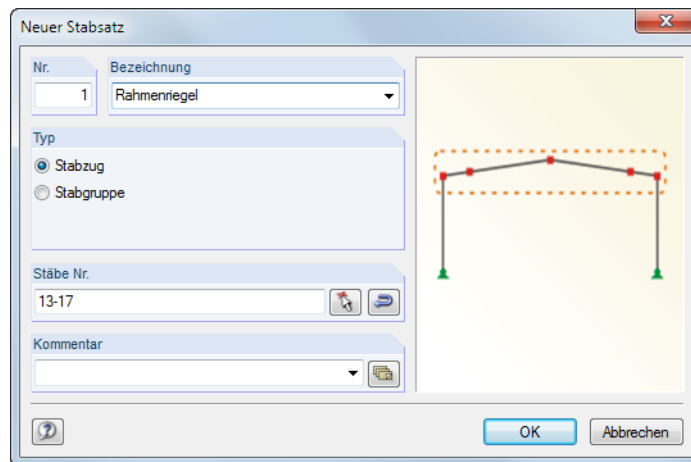


Bild 4.92: Dialog *Neuer Stabsatz*

1.11 Stabsätze

| Stabsatz Nr. | A Stabsatz Bezeichnung | B Typ | C Stab Nr. | D Stabsatzlänge [m] | E Gewicht [kg] | F Kommentar |
|--------------|------------------------------|------------|---------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 1 | Riegel A-A | Stabzug | 51,52 | 6.000 | 2534.0 | |
| 2 | Riegel B-B | Stabzug | 13-15 | 12.548 | 5662.2 | |
| 3 | Stütze A-A | Stabgruppe | 39,40,59,60,110,116 | 22.000 | 6010.0 | |
| 4 | Giebelrahmen | Stabzug | 21,23-28,22 | 37.096 | 16392.3 | Rahmen für FE-Biegedrillknicknachweis |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |

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

Typ des Stabsatzes (Stab'zug / Stab'gruppe / F7 zum Wählen)

Bild 4.93: Tabelle 1.11 *Stabsätze*

Stabsatz-Bezeichnung

Für den Stabsatz kann ein beliebiger Name eingetragen oder aus der Liste gewählt werden. Manuell eingegebene Bezeichnungen werden in der Liste gespeichert und stehen ab sofort in der Auswahl bereit.

Typ

Es gibt es zwei unterschiedliche Typen von Stabsätzen – Stabzüge und Stabgruppen.

Ein **Stabzug** wird durch zusammenhängende Stäbe gebildet, die nicht verzweigen. Man könnte sie mit einem Stift zeichnen, ohne den Stift absetzen zu müssen.

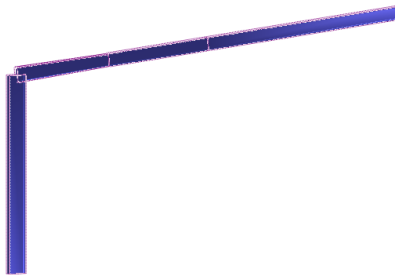


Bild 4.94: Stabzug

Eine **Stabgruppe** besteht aus zusammenhängenden Stäben, die verzweigen können.

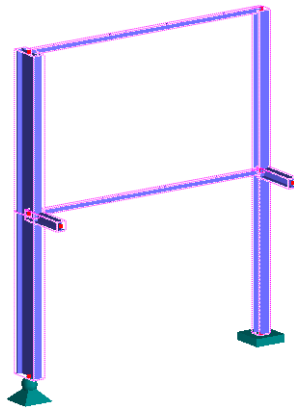




Bild 4.95: Stabgruppe

In einigen Zusatzmodulen können auch Stabsätze bemessen werden. Meist ist nur der Nachweis für Stabzüge möglich, da Parameter wie z. B. Knicklängen eindeutig definierbar sein müssen.

Stäbe Nr.

In das Eingabefeld bzw. die Spalte sind die Nummern der Stäbe einzutragen, die den Stabsatz bilden. Mit  können sie auch im Arbeitsfenster grafisch ausgewählt werden. Die Schaltfläche  verändert die Anordnung der Stabnummern und damit die Richtung des Stabsatzes.



Ein Stabsatz lässt sich am schnellsten wie folgt definieren: Selektieren Sie im Arbeitsfenster die relevanten Stäbe durch Aufziehen eines Fensters über diesen Stäben oder per Mehrfachselektion mit gedrückter [Strg]-Taste. Klicken Sie dann einen der selektierten Stäbe mit der rechten Maustaste an. Im Stab-Kontextmenü wählen Sie dann **Stab** → **Neuer Stabsatz** bzw. **Neuer Stabsatz**. Es öffnet sich der Dialog *Neuer Stabsatz* mit den voreingestellten Nummern der selektierten Stäbe.

Stabsatzlänge

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

Gewicht

Die Masse des Stabsatzes ermittelt sich aus der Summe der einzelnen Stabmassen.

5 Lastfälle und Kombinationen

Die auf das Modell wirkenden Lasten werden in unterschiedlichen Lastfällen verwaltet. Diese Lastfälle können – manuell oder automatisch – in Last- und Ergebniskombinationen überlagert werden (siehe [Kapitel 12.2.1, Seite 384](#)).



Es muss ein Lastfall angelegt werden, ehe Lasten (siehe [Kapitel 6](#)) definiert werden können.

5.1 Lastfälle

Allgemeine Beschreibung

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



Die Lasten sollten im Lastfall als charakteristische Einwirkungen, d. h. **ohne Faktoren** definiert werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte können später beim Überlagern der Lastfälle in Last- oder Ergebniskombinationen berücksichtigt werden.

Für jeden Lastfall kann gesondert festgelegt werden, welche Berechnungsmethode (Theorie I., II. oder III. Ordnung), Lösungsmethode und Berechnungsparameter (Lasterhöhungsfaktor, Steifigkeitsreduktion durch Material-Teilsicherheitsbeiwert) anzuwenden sind.

Anlegen eines neuen Lastfalls

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



- Menü **Einfügen** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Lastfall**
- Schaltfläche [Neuer Lastfall] in der Symbolleiste

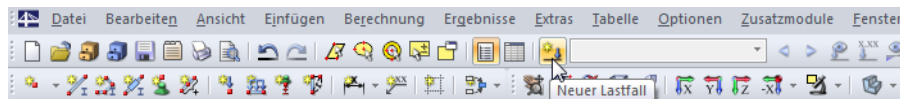


Bild 5.1: Schaltfläche *Neuer Lastfall* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags Lastfälle.

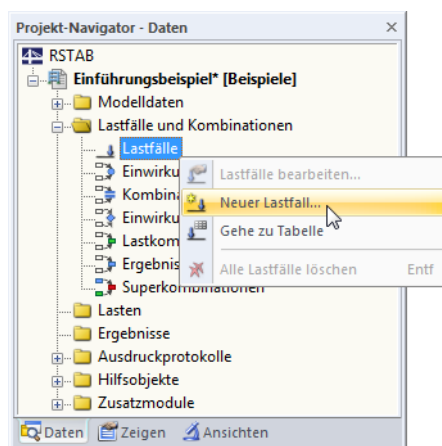


Bild 5.2: Kontextmenü *Lastfälle* im Daten-Navigator

Es erscheint der Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*. Im Register *Lastfälle* ist ein neuer Lastfall voreingestellt.

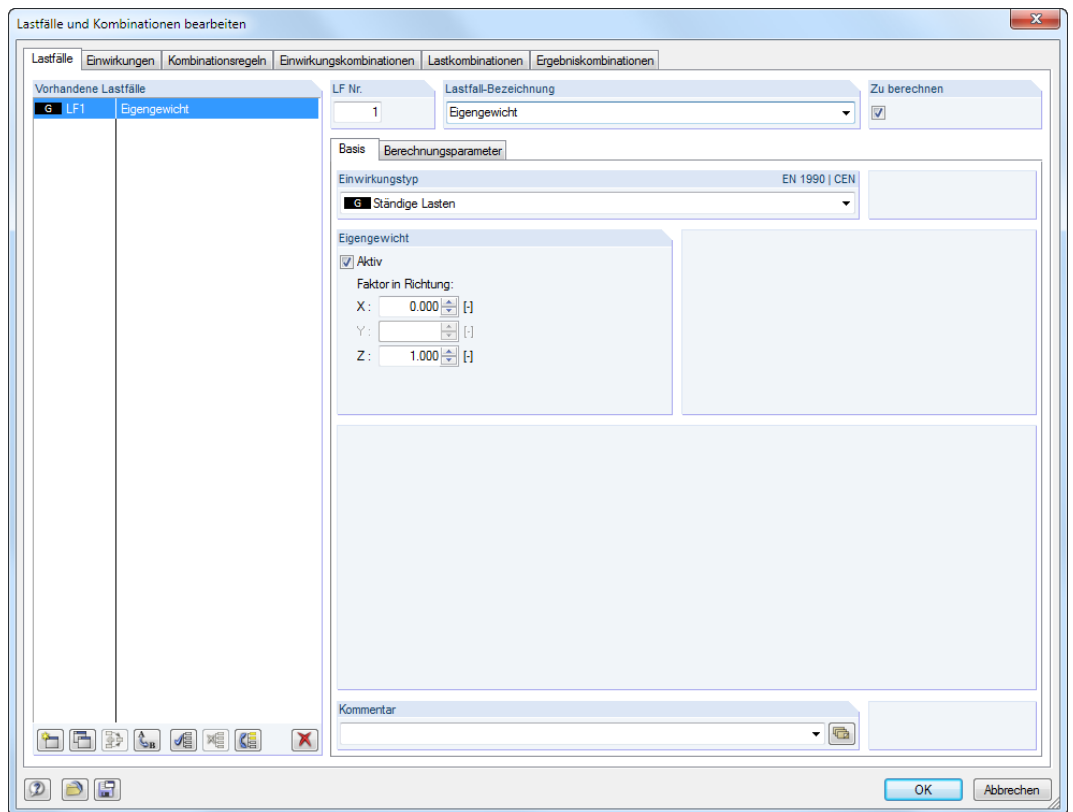


Bild 5.3: Dialog Lastfälle und Kombinationen bearbeiten, Register Lastfälle



- Ein neuer Lastfall kann auch in einer freien Zeile der Tabelle 2.1 Lastfälle eingetragen werden.

| Lastfall | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|--|--|-------|-------|-------|-----------|
| | Lastfall-bezeichnung | Zu berechnen | EN 1990 CEN Einwirkungskategorie | Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv | X | Y | Z | Kommentar |
| LF1 | Eigengewicht, Aufbau, Erddruck | <input checked="" type="checkbox"/> | G Ständige Lasten | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| LF2 | Nutzlast | <input checked="" type="checkbox"/> | Qn C Nutzlasten - Kategorie C: Versammlung | <input type="checkbox"/> | | | | |
| LF3 | Schnee | <input checked="" type="checkbox"/> | Qs Schnee (H ≤ 1000 m über NN) | <input type="checkbox"/> | | | | |
| LF4 | Wind in +Y | <input checked="" type="checkbox"/> | Qw Wind | <input type="checkbox"/> | | | | |
| LF5 | Imperfektion in +Y | <input checked="" type="checkbox"/> | Imp Imperfektion | <input type="checkbox"/> | | | | |
| LF6 | | | | | | | | |
| LF7 | | | | | | | | |

Bild 5.4: Tabelle 2.1 Lastfälle

Lastfall Nr.

Die Nummer des neuen Lastfalls ist voreingestellt, kann aber im Eingabefeld *LF Nr.* geändert werden. Falls diese Nummer schon vergeben ist, erscheint beim Schließen des Dialogs eine Warnung.



Das Anlegen der Lastfälle sollte gut organisiert erfolgen. Es sind auch Lücken in der Nummerierung zulässig, die das Einfügen zusätzlicher Lastfälle erlauben. Die Reihenfolge der Lastfälle lässt sich über die Schaltfläche [Umnummerieren] im Dialog nachträglich ändern (siehe [Tabelle 5.1](#) und [Kapitel 11.4.16, Seite 316](#)).

Lastfall-Bezeichnung

Es kann ein beliebiger Name manuell eingegeben oder aus der Liste gewählt werden, um den Lastfall kurz zu beschreiben.

- Eigengewicht
- Eigengewicht
- Vorspannung
- Nutzlast
- Schnee
- Wind
- Wind in +X
- Wind in -X
- Wind in +Y
- Wind in -Y
- Temperatur
- Außergewöhnliche Last
- Seismisch
- Imperfektion gegen +X
- Imperfektion gegen -X
- Imperfektion gegen +Y
- Imperfektion gegen -Y

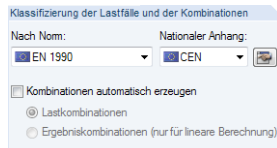
Zu berechnen

Das Kontrollfeld steuert, ob der Lastfall bei der Berechnung als eigenständiger Lastfall berücksichtigt wird. Auf diese Weise lassen sich Lastfälle von der Berechnung ausklammern, die nicht isoliert auftreten (z. B. Wind ohne Berücksichtigung des Eigengewichts) oder deren Ergebnisse für eine Vorbemessung nicht relevant sind.

Einwirkungskategorie

In den Normen werden verschiedene Einwirkungskategorien genannt, die die Überlagerung der Lastfälle sowie die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte steuern. Jeder Lastfall ist einer Kategorie zuzuweisen.

In der Liste des Dialogs bzw. der Tabelle stehen verschiedene Kategorien zur Auswahl. Sie sind von der Norm abhängig, die im Dialog *Modell-Basisangaben* eingestellt ist (siehe [Kapitel 12.2.1, Seite 384](#)).



Normeinstellungen
im Dialog
Modell-Basisangaben

| Einwirkungstyp | | EN 1990 CEN |
|----------------|---|---------------|
| G | Ständige Lasten | 1. |
| P | Vorspannung | 2. |
| QnA | Nutzlasten - Kategorie A: Wohn-/Aufenthaltsräume | 3.A |
| QnB | Nutzlasten - Kategorie B: Büros | 3.B |
| QnC | Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume | 3.C |
| QnD | Nutzlasten - Kategorie D: Verkaufsräume | 3.D |
| QnE | Nutzlasten - Kategorie E: Lageräume | 3.E |
| QnF | Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN | 3.F |
| QnG | Nutzlasten - Kategorie G: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 160 kN | 3.G |
| QnH | Verkehrslasten - Kategorie H: Dächer | 3.H |
| Qs | Schnee (Finnland, Island, Norwegen, Schweden) | 4.0 |
| Qs | Schnee (H > 1000 m über NN) | 4.1 |
| Qs | Schnee (H ≤ 1000 m über NN) | 4.2 |
| Qw | Wind | 5. |
| Qt | Temperatur (ohne Brand) | 6. |
| A | Außergewöhnlich | 7. |
| AE | Erdbeben | 8. |
| Imp | Imperfektion | |

Bild 5.5: Einwirkungskategorien nach EN 1990

Diese Kategorien spielen für die manuelle oder automatische Kombination der Lastfälle eine Rolle. Die Klassifizierung des Lastfalls regelt, welche Beiwerte bei der Bildung von Last- und Ergebniskombinationen angesetzt werden.

Eigengewicht

Soll das Eigengewicht der Konstruktion als Last berücksichtigt werden, so ist das Kontrollfeld *Aktiv* anzuhaken. Die Wirkrichtung der Last kann in einem der drei Eingabefelder über den Faktor des Eigengewichts festgelegt werden. Die Voreinstellung ist 1.00 in Richtung Z bzw. -1.00, falls die globale Z-Achse nach oben zeigt.

Wird das automatische Eigengewicht in mehreren Lastfällen angesetzt, ist dies bei der Kombination der Lastfälle entsprechend zu beachten.

Kommentar

Hier kann eine benutzerdefinierte Anmerkung eingetragen oder aus der Liste gewählt werden, um den Lastfall näher zu beschreiben.

Berechnungsparameter

Das Register *Berechnungsparameter* im Dialog *Belastung* verwaltet verschiedene Optionen zur Steuerung der Berechnung. Im [Kapitel 7.2.1](#) ab [Seite 169](#) sind diese Parameter ausführlich beschrieben.

Bearbeiten der Basisangaben eines Lastfalls

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

- Menü **Bearbeiten** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Lastfall-Basisangaben** (aktueller Lastfall)
- Menü **Bearbeiten** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Lastfälle** (Auswahl aus allen Lastfällen)
- Kontextmenü oder Doppelklicken eines Lastfalls im *Daten*-Navigator

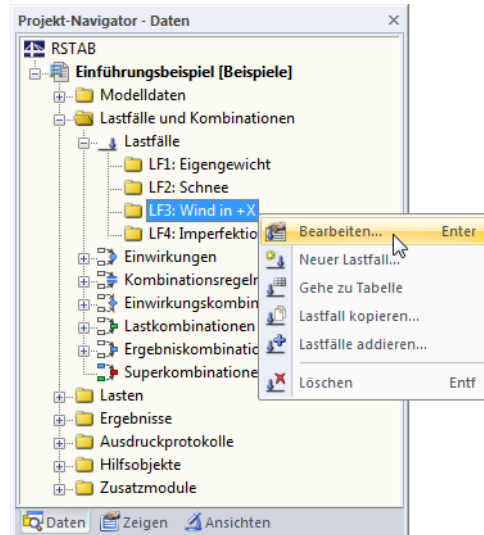


Bild 5.6: Kontextmenü eines Lastfalls



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

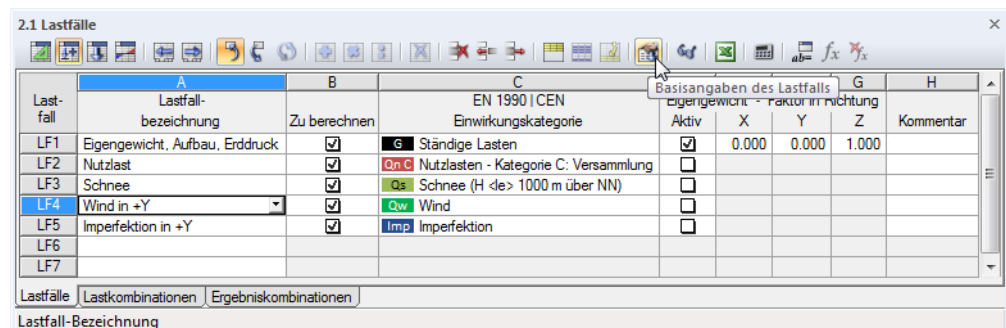
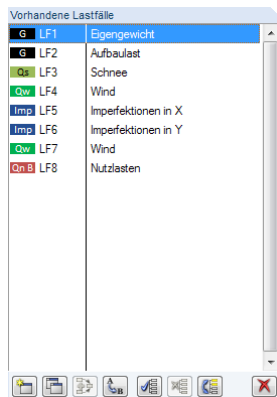


Bild 5.7: Schaltfläche [Basisangaben] in der Symbolleiste der Belastungstabellen

Schaltflächen

Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* stehen unterhalb der Lastfall-Liste mehrere Schaltflächen zur Verfügung (siehe Bild 5.3, Seite 97). Sie sind mit folgenden Funktionen belegt:











| | |
|---|--|
|  | Ein neuer Lastfall wird angelegt. |
|  | Ein neuer Lastfall wird als Kopie des selektierten Lastfalls erzeugt (siehe unten). |
|  | Sind mehrere Lastfälle selektiert, werden alle darin enthaltenen Lasten in einen neuen Lastfall kopiert (siehe unten). |
|  | Der selektierte Lastfall wird mit einer neuen Nummer versehen, die in einem Dialog anzugeben ist. Diese Lastfallnummer darf nicht bereits vergeben sein. |
|  | Es werden alle Lastfälle selektiert. |
|  | Die Selektion in der Liste wird aufgehoben. |
|  | Die Auswahl der Lastfälle wird umgekehrt. |
|  | Der selektierte Lastfall wird gelöscht. |

Tabelle 5.1: Schaltflächen im Register *Lastfälle*

Kopieren und Addieren von Lastfällen

Bereits bestehende Lastfälle können genutzt werden, um neue Lastfälle anzulegen.



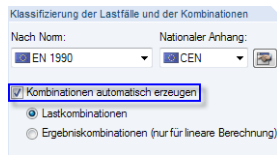
Zum **Kopieren** eines Lastfalls ist der relevante Lastfall in der Liste *Vorhandene Lastfälle* zu selektieren. Mit einem Klick auf die Schaltfläche [Kopieren] wird eine Kopie des Lastfalls mit der nächsten freien Nummer erzeugt. Anschließend können die Bezeichnung des neuen Lastfalls und die Lasten angepasst werden.



Beim **Addieren** von Lastfällen werden die Lasten mehrerer Lastfälle in einen neuen Lastfall kopiert. Zunächst sind die relevanten Lastfälle in der Liste *Vorhandene Lastfälle* anzugeben (Mehrfachselektion mit gedrückter [Strg]-Taste). Über die Schaltfläche [Hinzufügen] werden die Lasten in einen neuen Lastfall kopiert.

5.2 Einwirkungen

Allgemeine Beschreibung



Kontrollfeld im Dialog
Modell-Basisangaben

Bei den aktuellen Normen wie z. B. DIN 1055-100 und EN 1990 ist es oft aufwendig, alle infrage kommenden Belastungssituationen zu berücksichtigen und die maßgebenden Situationen für die Nachweise auszuwählen. Im Dialog *Modell-Basisangaben* besteht die Möglichkeit, die Kombinationen automatisch zu erzeugen (siehe Bild 12.23, Seite 382).

Die in Tabelle 2.1 definierten Lastfälle (siehe vorheriges Kapitel 5.1) bilden die Ausgangsdaten für die automatische Überlagerung. Bei diesen Lastfällen unterscheidet RSTAB zwischen zwei Kategorien: Standardlastfälle und Lastfälle des Typs *Imperfektion*. Für die Kombination der Lastfälle ist zudem entscheidend, in welche Einwirkungskategorie die Standardlastfälle eingeteilt wurden.

Die Normen geben Regeln für die Kombination unabhängiger Einwirkungen in unterschiedlichen Bemessungssituationen vor. Einwirkungen sind voneinander unabhängig, wenn sie aus verschiedenen Ursprüngen herrühren und der zwischen ihnen bestehende Zusammenhang im Hinblick auf die Zuverlässigkeit des Tragwerks vernachlässigt werden darf.

Diesem Konzept zufolge sind für die automatische Überlagerung in RSTAB *Einwirkungen* zu definieren, denen Lastfälle zugewiesen sind. Der bei den Lastfällen definierte Einwirkungstyp (siehe Kapitel 5.1, Seite 98) steuert die Zuordnung zu den Einwirkungskategorien gemäß Norm.

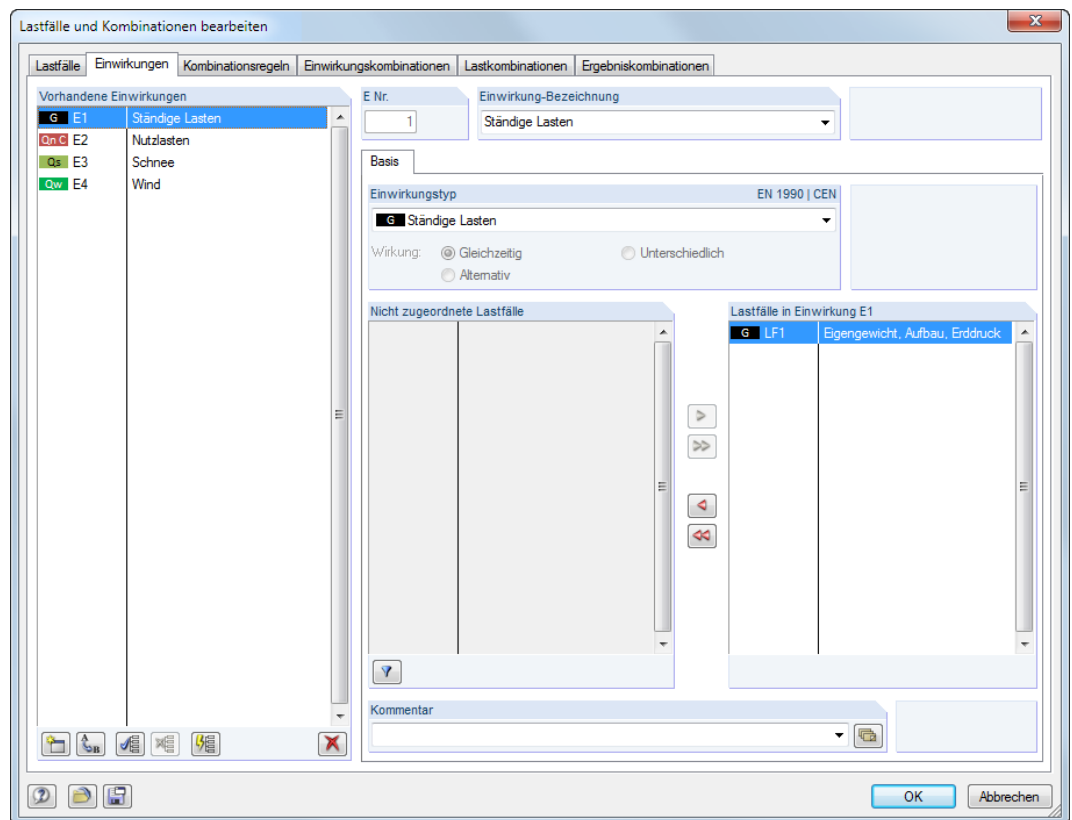
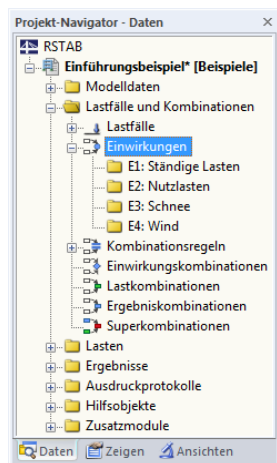


Bild 5.8: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Einwirkungen*

2.2 Einwirkungen

| Einwirkung | A Einwirkung Bezeichnung | B EN 1990 CEN Einwirkungskategorie | C Wirkung | D Lastfälle in Einwirkung LF.1 | E LF.2 | F LF.3 | G Kommentar |
|------------|--------------------------------|--|-----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|----------------|
| E1 | Ständige Lasten | G Ständige Lasten | | LF1 | | | |
| E2 | Nutzlasten | Qn B Nutzlasten - Kategorie B: Büros | | LF2 | | | |
| E3 | Schnee | Qs Schnee (H ≤ 1000 m über NN) | | LF3 | | | |
| E4 | Wind | Qw Wind | Alternativ | LF4 | LF5 | | |
| E5 | | | Alternativ | | | | |
| E6 | | | Gleichzeitig | | | | |
| | | | Unterschiedlich | | | | |

Alternativ

Bild 5.9: Tabelle 2.2 Einwirkungen

Einwirkung Nr.



Die Einwirkungen werden bereits mit dem Anlegen der Lastfälle erzeugt. Sie sind fortlaufend nummeriert. Die Reihenfolge spielt keine Rolle, kann bei Bedarf aber über die Dialog-Schaltfläche [Ummummerieren] geändert werden.



Einwirkungen können manuell ergänzt werden, um z. B. bei großen Modellen Lastfälle benutzerdefiniert zuzuweisen.

Einwirkung Bezeichnung

Die Bezeichnung der Einwirkung leitet sich vom Einwirkungstyp ab, der bei den Lastfällen gewählt wurde. Die voreingestellte Bezeichnung kann bei Bedarf geändert werden.

Einwirkungskategorie

In den Normen werden verschiedene Einwirkungskategorien genannt, die die Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte steuern (siehe [Kapitel 5.1, Seite 98](#)).

In der Liste des Dialogs bzw. der Tabelle stehen nur die Kategorien zur Auswahl, die beim Anlegen der einzelnen Lastfälle benutzt wurden. Um eine neue Kategorie zu erzeugen, muss daher bei den Basisangaben eines Lastfalls ein neuer Einwirkungstyp zugewiesen werden.

Wirkung

Lastfälle können als *Gleichzeitig*, *Alternativ* oder *Unterschiedlich* wirkend definiert werden. Die Unterschiede dieser drei Optionen lassen sich anhand eines Beispiels verdeutlichen:

LF1 Einwirkung E1 Einwirkungskategorie „Ständige Lasten“

LF2, LF3, LF4 Einwirkung E2 Einwirkungskategorie „3.A Nutzlasten“

Je nach Definition der Einwirkung E2 ergeben sich verschiedene Kombinationsmöglichkeiten.

Gleichzeitig

Alle Lastfälle der Einwirkung können beliebig kombiniert werden. Sie können auch gleichzeitig in einer Kombination auftreten. Im Beispiel werden folgende Lastkombinationen erzeugt:

LK1: 1.35LF1

LK2: 1.35LF1 + 1.50LF2

LK3: 1.35LF1 + 1.50LF2 + 1.50LF3

LK4: 1.35LF1 + 1.50LF2 + 1.50LF3 + 1.50LF4

LK5: 1.35LF1 + 1.50LF2 + 1.50LF4

LK6: 1.35LF1 + 1.50LF3

LK7: 1.35LF1 + 1.50LF3 + 1.50LF4

LK8: 1.35LF1 + 1.50LF4

Alternativ

Von den Lastfällen der Einwirkung kann immer nur einer wirksam sein (z. B. Wind aus unterschiedlichen Richtungen). Im Beispiel werden folgende Lastkombinationen erzeugt:

LK1: 1.35LF1

LK2: 1.35LF1 + 1.50LF2

LK3: 1.35LF1 + 1.50LF3

LK4: 1.35LF1 + 1.50LF4

Unterschiedlich

| Lastfälle in Einwirkung E2 | | |
|----------------------------|----------------|--------|
| Nr. | LF-Bezeichnung | Gruppe |
| GrA LF2 | Nutzlast | 1 |
| GrA LF3 | Nutzlast | 1 |
| GrA LF4 | Nutzlast | 2 |

Lastfall einer Gruppe zuweisen

Es lassen sich differenzierte Beziehungen zwischen den Lastfällen in der Einwirkung definieren. Bei dieser Option erscheint im Dialogabschnitt *Lastfälle in Einwirkung* eine weitere Spalte. Lastfälle können dort einer Gruppe zugeteilt werden, sodass sie sich gegenseitig ausschließen (wie bei der Wirkung *Alternativ*). Die Nummer der Gruppe kann in der Liste ausgewählt werden.

Definiert man im Beispiel LF2 und LF3 als Gruppe, so werden folgende Lastkombinationen gebildet:

LK1: 1.35LF1

LK2: 1.35LF1 + 1.50LF2

LK3: 1.35LF1 + 1.50LF2 + 1.50LF4

LK4: 1.35LF1 + 1.50LF3


LK5: 1.35LF1 + 1.50LF3 + 1.50LF4

LK6: 1.35LF1 + 1.50LF4

Lastfälle in Einwirkung

Die Zuteilung der Lastfälle erfolgt nach den Vorgaben des Lastfall-Einwirkungstyps, sodass hier eine weitgehende Automatik besteht.

| Lastfälle in Einwirkung | | |
|-------------------------|------|------------|
| LF.1 | LF.2 | LF.3 |
| LF1 | | |
| LF3 | | |
| LF5 | LF2 | Aufbaulast |

Um einen Lastfall aus einer Einwirkung zu entfernen, ist der Lastfall in der Spalte *Lastfälle in Einwirkung* des Dialogs zu selektieren. Mit der Schaltfläche  oder per Doppelklick wird er dann in die Spalte *Nicht zugeordnete Lastfälle* übergeben. In der Tabelle besteht ebenfalls die Möglichkeit, einen Lastfall inaktiv zu setzen: In der Liste der betreffenden Zelle ist der leere Eintrag zu wählen.

Manuell entfernte Lastfälle werden – unter Berücksichtigung des Einwirkungstyps – in die Liste *Nicht zugeordnete Lastfälle* übergeben. Dies bedeutet auch, dass sich nur Lastfälle des gleichen Einwirkungstyps in eine Einwirkungskategorie einbinden lassen. Es können beispielsweise keine Lastfälle des Typs „Nutzlasten“ für „Schnee“-Einwirkungen ausgewählt werden – weder im Dialog noch in der Liste der Tabelle (siehe Bild links). In der Liste *Vorhandene Lastfälle* sind typfremde Lastfälle daher nicht sichtbar. Über die Schaltfläche [Nicht verwendete anzeigen] können Lastfälle anderer Kategorien eingeblendet werden. Sie werden gesperrt dargestellt und können nicht ausgewählt werden.



Lastfälle, die keiner Einwirkung zugeordnet sind, werden beim Generieren der Kombinationen nicht berücksichtigt.

Kommentar

Hier kann eine benutzerdefinierte Anmerkung eingetragen oder aus der Liste gewählt werden.

Die Schaltflächen im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Einwirkungen* sind mit folgenden Funktionen belegt:







| | |
|---|---|
|  | Eine neue Einwirkung wird angelegt. |
|  | Die selektierten Einwirkungen werden umnummeriert. |
|  | Alle Einwirkungen werden selektiert. |
|  | Die Selektion in der Liste wird aufgehoben. |
|  | Nicht zugeordnete Lastfälle werden automatisch Einwirkungen zugewiesen. |
|  | Die selektierten Einwirkungen werden gelöscht. |

Tabelle 5.2: Schaltflächen im Register *Einwirkungen*

5.3 Kombinationsregeln

Allgemeine Beschreibung

In den Normen ist erläutert, wie die Einwirkungen zu kombinieren sind. EN 1990 beispielsweise verlangt den Nachweis der Grenzzustände der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit. Grenzzustände der **Tragfähigkeit** sind dabei in vier Bemessungssituationen nachzuweisen, für die bestimmte Kombinationsregeln gelten:

1. Ständige Situationen, die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen sowie vorübergehende Situationen, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks beziehen (z. B. Bauzustand, Instandsetzung)

Als Kombinationsregel für ständige und vorübergehende Situationen (Grundkombination) ist entweder

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (5.1)$$

oder für die Grenzzustände STR und GEO die ungünstigere Kombination mit [Gleichung 5.2](#) und [Gleichung 5.3](#) anzuwenden.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (5.2)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (5.3)$$

2. Außergewöhnliche Situationen, die sich auf außergewöhnliche Einwirkungen des Tragwerks oder seiner Umgebung beziehen (z. B. Feuer, Explosion, Anprall)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (5.4)$$

3. Situationen bei Erdbeben

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (5.5)$$

Grenzzustände der **Gebrauchstauglichkeit** sind nach EN 1990 in drei Bemessungssituationen nachzuweisen, für die folgende Kombinationsregeln gelten.

1. Seltene Situationen mit nicht umkehrbaren (bleibenden) Auswirkungen auf das Tragwerk

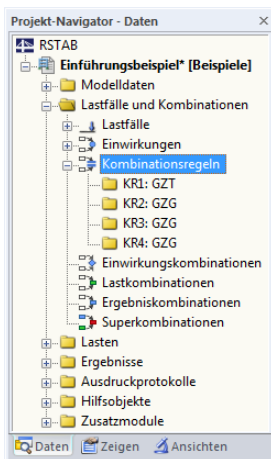
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (5.6)$$

2. Häufige Situationen mit umkehrbaren (nicht bleibenden) Auswirkungen auf das Tragwerk

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (5.7)$$

3. Quasi-ständige Situationen mit Langzeitauswirkungen auf das Tragwerk

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (5.8)$$



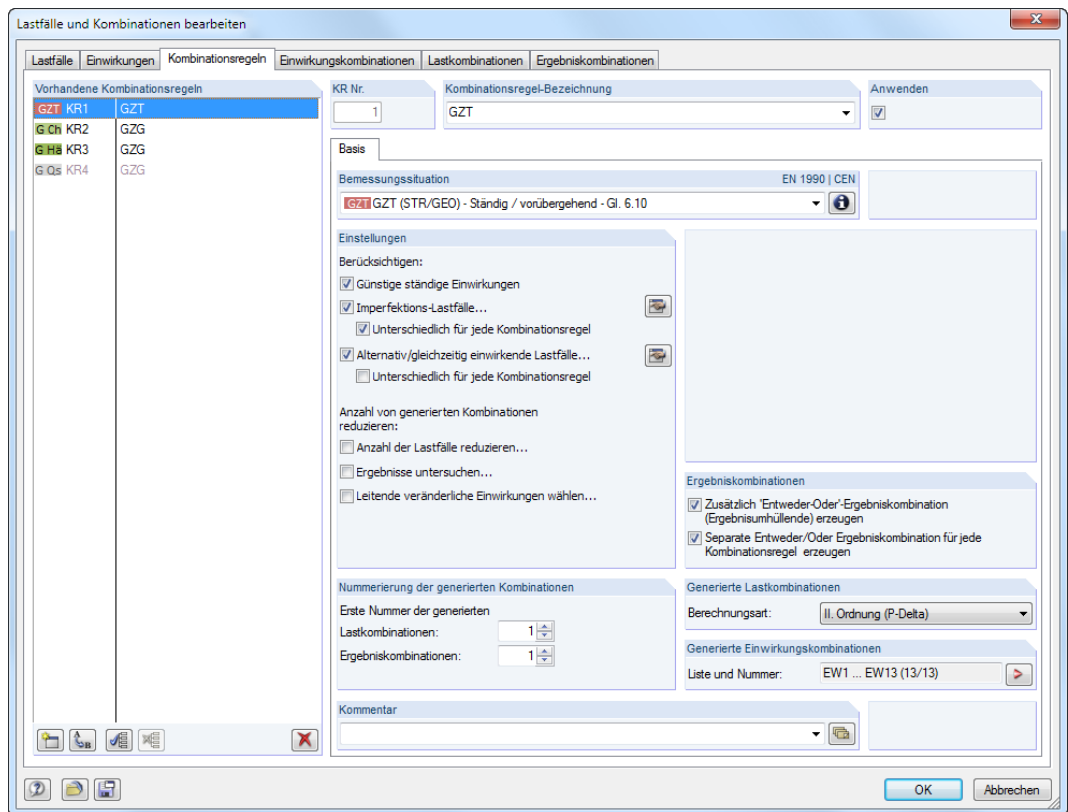


Bild 5.10: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Kombinationsregeln*

2.3 Kombinationsregeln

| Kombin. Regel | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|-------------------|-------------|-------------------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Kombinationsregel | Bezeichnung | Anwenden | EN 1990 CEN | Bemessungssituation | Günstig | Berücksichtigen | Anzahl reduzieren infolge | Leitende Einwirkungen | Generierte Einwirkungskombinationen |
| KR1 | GZT | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT | GZT (STR/GEO) - Stä | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | EW1 ... EW13 (13/26) |
| KR2 | GZG | <input checked="" type="checkbox"/> | GZG | GZG - Charakteristisch | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | EW14 ... EW26 (13/26) |
| KR3 | GZG | <input checked="" type="checkbox"/> | GZG | GZG - Häufig | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| KR4 | GZG | <input checked="" type="checkbox"/> | GZG | GZG - Quasi-ständig | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| KR5 | | | | | | | | | |

Bild 5.11: Tabelle 2.3 *Kombinationsregeln*

Kombinationsregel Nr.

Beim Aufruf des Dialogs bzw. der Tabelle sind z. B. für EN 1990 die Kombinationsregeln folgender Bemessungssituationen voreingestellt:

GZT : Grenzzustand der Tragfähigkeit für ständige oder vorübergehende Situation

GZG : Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für charakteristische Situation

GZG : Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für häufige Situation

GZG : Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für quasi-ständige Situation



Eine neue Kombinationsregel kann in einer weiteren Tabellenzeile oder im Dialog über die Schaltfläche [Neu] angelegt werden. Hierfür stehen die unten beschriebenen Bemessungssituationen zur Auswahl.



In der Dialogliste markierte Kombinationsregeln lassen sich auch [Löschen].

Kombinationsregel Bezeichnung

Die Kurzbezeichnungen der Kombinationsregeln können nachträglich geändert werden. In der Liste stehen einige Vorschläge zur Auswahl.

Anwenden

Das Kontrollfeld steuert, ob die selektierte Kombinationsregel bei der Erzeugung von Einwirkungskombinationen berücksichtigt wird. Auf diese Weise lassen sich Bemessungssituationen von der Generierung ausklammern oder wieder aktivieren.

Bemessungssituation

In den Normen sind die Situationen beschrieben, für die die Tragwerksnachweise erfüllt werden müssen. Diese Bemessungssituationen erfassen die Bedingungen, die während der Ausführung und Nutzung des Tragwerks zu erwarten sind.

Für EN 1990 stehen in der Liste folgende Bemessungssituationen zur Auswahl:

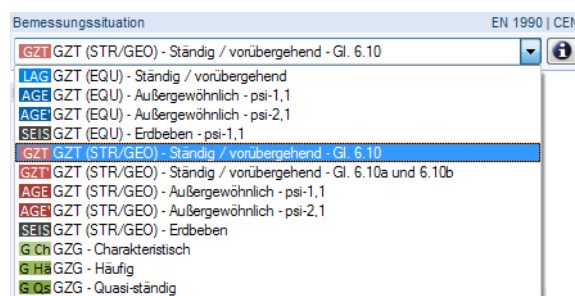


Bild 5.12: Bemessungssituationen nach EN 1990



Bei den Normen DIN 1055-100, DIN EN 1990 und EN 1990 + DIN EN 1995 stehen zusätzlich die Bemessungssituationen *Außergewöhnlich - Schnee* zur Auswahl, in denen die Faktoren für die Norddeutsche Tiefebene berücksichtigt werden.



Über die [Info]-Schaltfläche kann die Kombinationsregel der aktuellen Bemessungssituation überprüft werden. Es öffnet sich ein Dialog, der die Gleichung mit den relevanten Parametern erläutert.

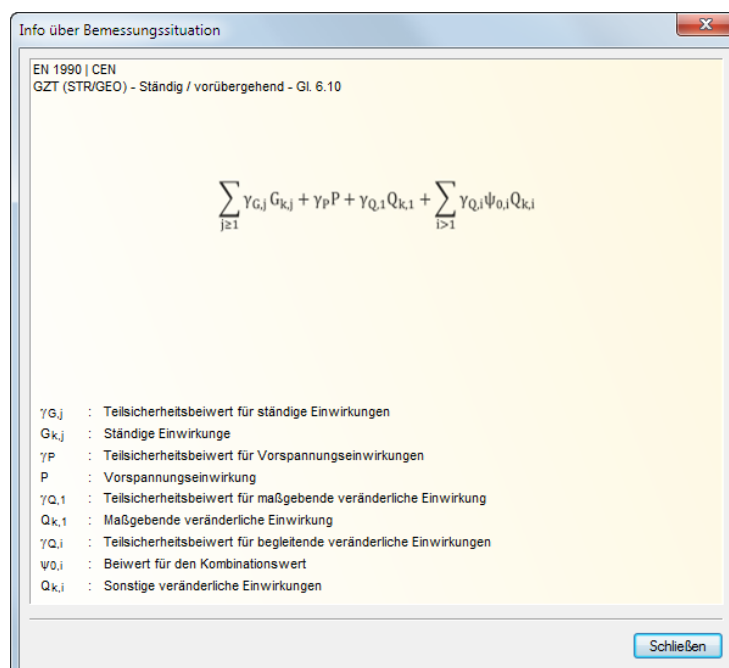
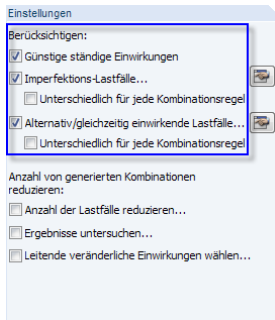


Bild 5.13: Dialog Info über Bemessungssituation

Günstige ständige Einwirkungen

Mit dieser Option wird bei der Generierung zwischen günstig und ungünstig wirkenden ständigen Einwirkungen unterschieden. Sie fließen mit unterschiedlichen Teilsicherheitsbeiwerten in die Überlagerung ein; es entstehen zusätzliche Kombinationen.

Die Einstellungen dieses Kontrollfeldes wirken sich nur auf die Bemessungssituationen der Tragfähigkeit aus. Für die Bemessungssituation „Lagesicherheit“ erfolgt die Unterscheidung zwischen günstig und ungünstig wirkenden ständigen Einwirkungen automatisch, während für die Bemessungssituation „Gebrauchstauglichkeit“ die ständigen Einwirkungen nicht differenziert werden.



Imperfektions-Lastfälle

Bei den Lastfällen unterscheidet RSTAB zwischen zwei Kategorien: Standardlastfälle und Lastfälle des Typs *Imperfektion*. Diese Sonderbehandlung der Imperfektion erlaubt es, jede mögliche Lastkombination einmal mit und einmal ohne Imperfektion zu bilden.



Imperfektionslastfälle werden nur bei der Generierung von Lastkombinationen berücksichtigt.

Das Kontrollfeld *Unterschiedlich für jede Kombinationsregel* ermöglicht es, die Imperfektionen bei den Kombinationsregeln separat anzusetzen: Nach EN 1992-1-1 beispielsweise müssen Imperfektionen für die Tragfähigkeitsnachweise berücksichtigt werden. Die Gebrauchstauglichkeitsnachweise können ohne Imperfektionen erfolgen.



Beim Anhängen des Kontrollfeldes wird die Schaltfläche [Einstellungen] bzw. zugänglich. Sie ruft den Dialog *Einstellungen* für spezifische Vorgaben zu den Imperfektionslastfällen auf.

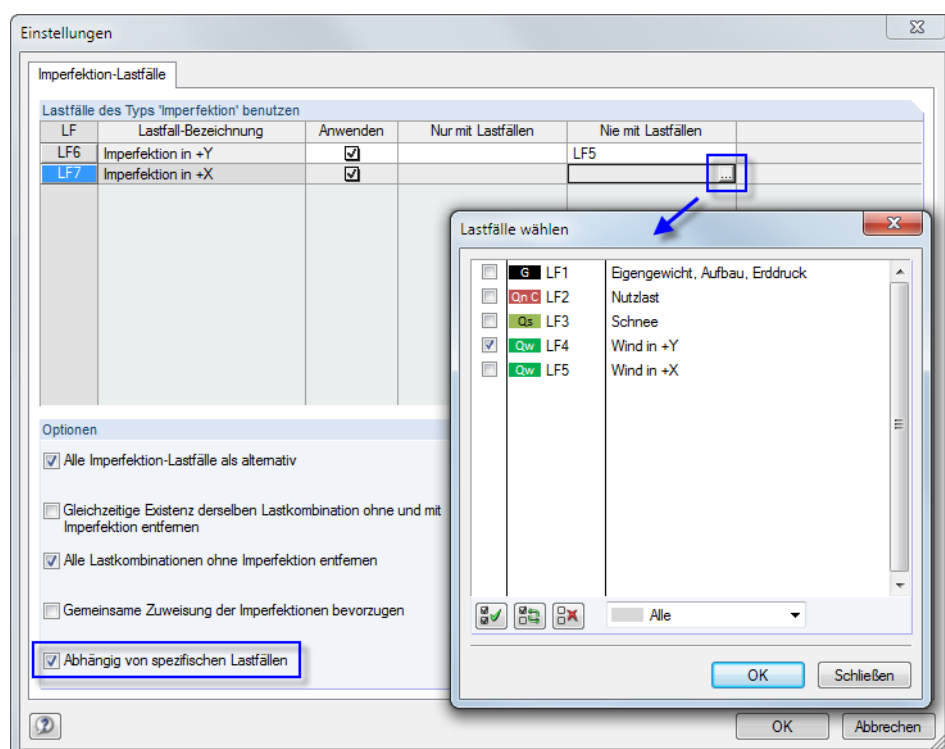


Bild 5.14: Dialog *Einstellungen* mit Dialog *Lastfälle wählen* zur Selektion von Lastfällen


Im Abschnitt **Lastfälle des Typs 'Imperfektion' benutzen** sind alle Lastfälle aufgelistet, die als Einwirkungstyp „Imperfektion“ klassifiziert wurden (siehe Kapitel 5.1, Seite 98). Über die Kontrollfelder der Spalte *Anwenden* kann im Einzelnen gesteuert werden, welche dieser Lastfälle in die Generierung der Lastkombinationen einfließen.

Die Spalten *Nur mit Lastfällen* und *Nie mit Lastfällen* werden angezeigt, wenn die Imperfektionslastfälle *Abhängig von spezifischen Lastfällen* sind (Beschreibung siehe unten).

Der Abschnitt **Optionen** steuert, wie die Imperfektionslastfälle berücksichtigt werden. Wirken *Alle Imperfektionslastfälle als alternativ*, wird in jeder LK nur ein einziger Imperfektionslastfall angesetzt.



Mit dem Kontrollfeld *Gleichzeitige Existenz derselben Lastkombination ohne und mit Imperfektion entfernen* kann die Anzahl der erzeugten Lastkombinationen reduziert werden: Bei gleichartigen Kombinationen werden die Konstellationen ohne Imperfektionslastfall unterdrückt. Es lassen sich auch grundsätzlich *Alle Lastkombinationen ohne Imperfektion entfernen*.

Liegen mehrere Imperfektionslastfälle vor, kann mit dem Kontrollfeld *Gemeinsame Zuweisung der Imperfektionen bevorzugen* die separate Zuweisung zu Lastkombinationen unterbunden werden.

Mit der Option *Abhängig von spezifischen Lastfällen* lässt sich die Anzahl der generierten Lastkombinationen weiter reduzieren. Im Abschnitt oberhalb werden dann die beiden zusätzlichen Spalten *Nur mit Lastfällen* und *Nie mit Lastfällen* eingeblendet. Nach einem Klick in eine Zelle ist die Schaltfläche  zugänglich, die den Dialog *Lastfälle wählen* aufruft. Dort kann eine Beziehung zwischen dem Imperfektionslastfall und einem oder mehreren zugehörigen bzw. sich ausschließenden Lastfällen definiert werden (siehe [Bild 5.14](#)).

Alternativ/gleichzeitig einwirkende Lastfälle

Um die Anzahl der erzeugten Lastkombinationen weiter zu reduzieren, können Lastfälle als sich gegenseitig ausschließend bzw. nur gemeinsam auftretend klassifiziert werden. Das Kontrollfeld *Unterschiedlich für jede Kombinationsregel* ermöglicht es, die Konstellationen der Lastfälle bei den Kombinationsregeln separat zu definieren.

Beim Anhaken des Kontrollfeldes wird die Schaltfläche  bzw.  zugänglich, die einen Dialog mit detaillierten Vorgaben zum Ansatz von Lastfällen aufruft.

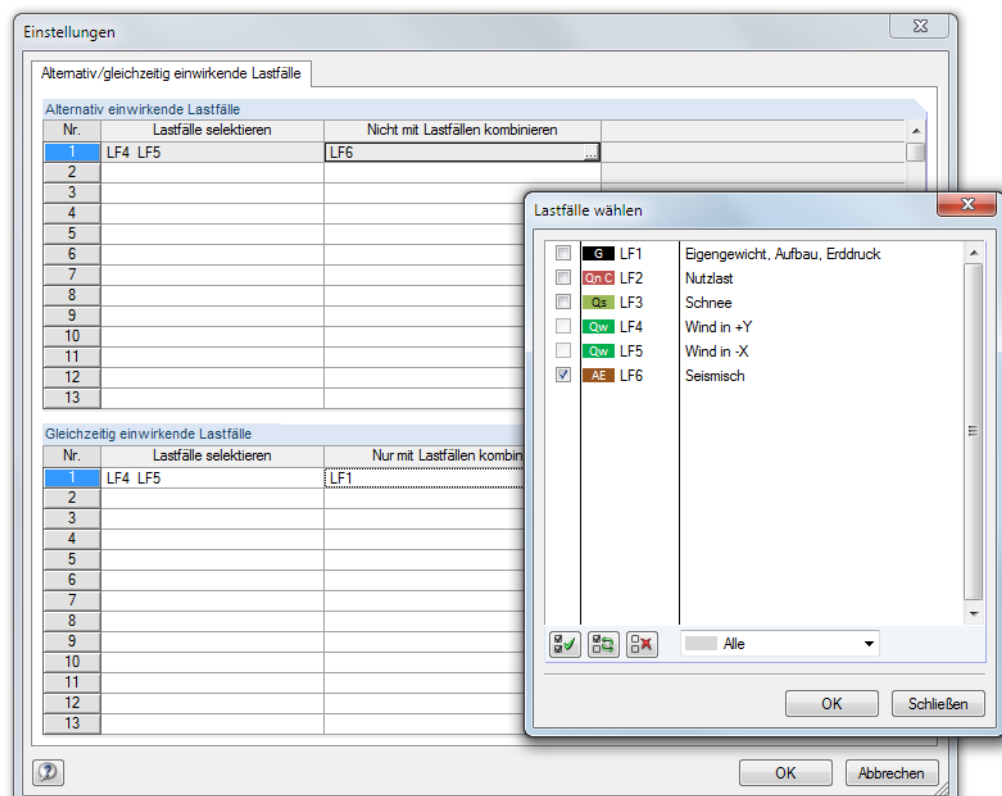



Bild 5.15: Dialog *Einstellungen*, Register *Alternativ/gleichzeitig wirkende Lastfälle* mit Dialog *Lastfälle wählen*

Im Abschnitt **Alternativ einwirkende Lastfälle** ist zunächst in der Spalte *Lastfälle selektieren* ein Lastfall einzutragen oder über die Schaltfläche  im Dialog *Lastfälle wählen* festzulegen. In der Spalte *Nicht mit Lastfällen kombinieren* kann dann festgelegt werden, welcher oder welche

Lastfälle nie gemeinsam mit diesem Lastfall in der Lastkombination berücksichtigt werden sollen. Auf diese Weise lässt sich z. B. vermeiden, dass Schnee- und Mannlastfälle kombiniert werden.

Im Abschnitt **Gleichzeitig einwirkende Lastfälle** lassen sich die Vorgaben analog für Lastfälle treffen, die in jeder Lastkombination stets gemeinsam erscheinen sollen. Diese Beziehungen sind jedoch nur wirksam, wenn die Option *Anzahl von generierten Kombinationen reduzieren infolge Ergebnisse untersuchen* (siehe unten) nicht aktiviert ist.



Die Vorgaben des Abschnitts *Inklusive Lastfälle* werden nur bei der Generierung von Lastkombinationen berücksichtigt, nicht bei Ergebniskombinationen.

Anzahl von generierten Kombinationen reduzieren

Die Komplexität des Tragwerks und die Anzahl der Einwirkungen und Lastfälle beeinflussen die Anzahl der generierten Kombinationen erheblich. RSTAB bietet drei Möglichkeiten an, mit denen sich die Anzahl der Konstellationen wirkungsvoll reduzieren lässt. Die ersten beiden Verfahren sind nur für die Generierung von Lastkombinationen verfügbar, nicht für Ergebniskombinationen. Sie sind auf [Seite 113](#) in einem Beispiel erläutert.

Anzahl der Lastfälle reduzieren

Mit dieser Option lässt sich die Anzahl der Lastfälle, die in den Lastkombinationen auftreten, generell begrenzen. Das Kontrollfeld ist im Register *Basis* der *Kombinationsregeln* zugänglich (siehe [Bild 5.10, Seite 105](#)). Dieses Verfahren untersucht, welche Lastfälle positive bzw. negative Schnittgrößen und Verformungen liefern. Anschließend werden alle positiv wirkenden und alle negativ wirkenden Lastfälle zusammengefasst. Damit werden in den Kombinationen nur diejenigen Lastfälle berücksichtigt, die für die Maximal- bzw. Minimalwerte relevant sind.

Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die Anzahl der Kombinationen deutlich reduziert werden kann – was sich positiv auf die Dauer der Berechnung und Auswertung auswirkt. Als Nachteil ist zu anzumerken, dass bei ungünstigen Lastkonstellationen und Vorgaben für die Reduzierung ein gewisser Unsicherheitsfaktor besteht, die Extremwerte zu finden.

Beim Anhängen des Kontrollfeldes erscheint das Zusatzregister *Reduzieren - Anzahl der Lastfälle*. Dort kann im Detail festgelegt werden, welche Lastfälle, Schnittgrößen und Objekte bei der Bildung der maßgebenden Kombinationen berücksichtigt werden sollen.

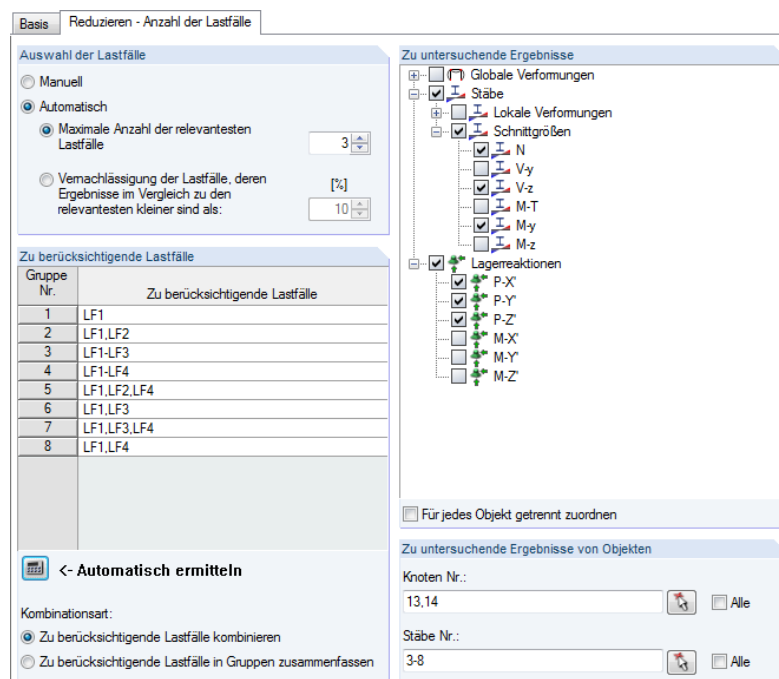
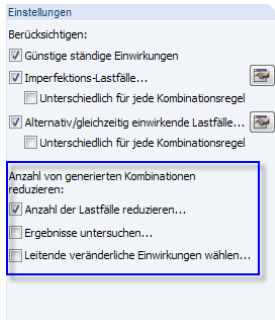


Bild 5.16: Register *Reduzieren - Anzahl der Lastfälle* für Kombinationsregeln



Die Lastfälle können *Manuell* ausgewählt oder *Automatisch* auf Basis von Relevanzkriterien ermittelt werden. Der Klick auf die Schaltfläche [Automatisch ermitteln] startet eine Berechnung, um die maximalen und minimalen Schnittgrößen, Verformungen und Lagerreaktionen in den Lastfällen zu ermitteln.

Bei der automatischen Ermittlung ist festzulegen, welche *Ergebnisse* (Verformungen, Stabschnittgrößen, Lagerreaktionen) und welche *Objekte* (Knoten, Stäbe) bei der Auswertung der Lastfälle berücksichtigt werden sollen. Die Knoten und Stäbe können mit grafisch ausgewählt werden, sobald das Kontrollfeld *Alle* deaktiviert ist. Mit dem Kontrollfeld *Für jedes Objekt getrennt zuordnen* ist es möglich, Knoten und Stäben spezifische Ergebnisarten für die Untersuchung zuzuweisen.

Wie viele Lastfälle nach Berechnung in einer *Gruppe* enthalten sind, hängt von den Einstellungen im Abschnitt *Auswahl der Lastfälle* ab:

- Bei der Option **Maximale Anzahl der relevantesten Lastfälle** liegt in einer Gruppe entweder die vorgegebene Höchstanzahl an Lastfällen oder nur positiv bzw. negativ wirkende Lastfälle in einer geringeren Anzahl vor.
- Es ist eine **Vernachlässigung der Lastfälle** möglich, die nur einen sehr geringen Beitrag zu den Maximal- und Minimalwerten leisten. Die Prozentangabe ist auf die Schnittgrößen, Verformungen und Lagerkräfte der Lastfälle bezogen, die jeweils die Extremwerte liefern.

Imperfektionslastfälle werden nicht zur automatischen Bildung der Gruppen herangezogen.

Ergebnisse untersuchen

Es werden nur die maßgebenden Lastkombinationen erzeugt (für Ergebniskombinationen steht diese Möglichkeit nicht zur Verfügung).

Beim Aktivieren des Kontrollfeldes wird im Dialog das neue Register *Reduzieren - Ergebnisse untersuchen* hinzugefügt.

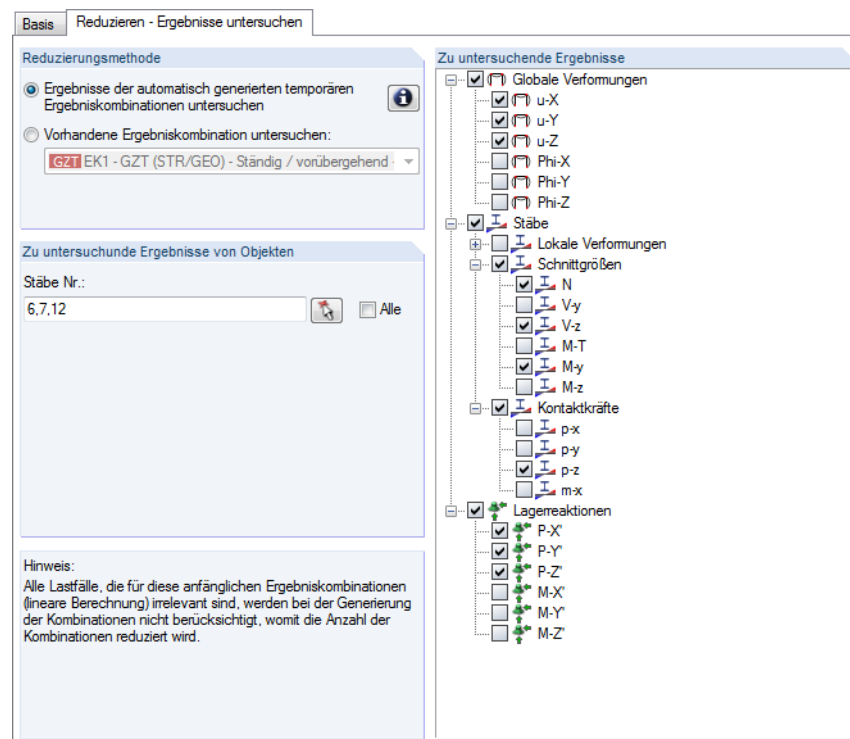
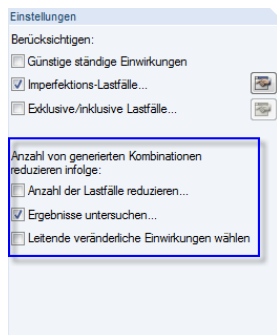


Bild 5.17: Register *Reduzieren - Ergebnisse untersuchen* für Kombinationsregeln

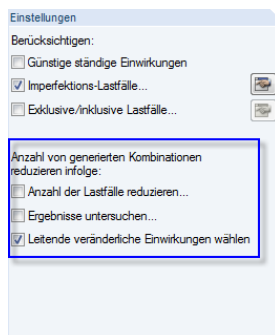
Die erste *Reduzierungsmethode* besteht darin, automatisch generierte temporäre Ergebniskombinationen auswerten zu lassen. Die temporären Ergebniskombinationen umfassen alle im Modell angelegten Lastfälle und berücksichtigen auch alle Beziehungen zwischen ihnen. Anhand der

Ergebnisse an den x-Stellen wird untersucht, welche gleichzeitig wirkenden Lastfälle dort ein Maximum oder ein Minimum hervorrufen. Die Reduzierungsmethode basiert auf der Annahme, dass nur die Kombinationen maßgebend sein können, die genau diese gleichzeitig wirkenden Lastfälle beinhalten.

Alternativ lassen sich die Ergebnisse einer benutzerdefinierten Ergebniskombination für die Reduzierung der Ergebnisse heranziehen.

Im Abschnitt *Zu untersuchende Ergebnisse* rechts kann festgelegt werden, welche Verformungen, Schnittgrößen oder Lagerreaktionen bei der Ermittlung der Extremwerte berücksichtigt werden sollen.

Im Abschnitt *Zu untersuchende Ergebnisse von Objekten* besteht die Möglichkeit, die Extremwertanalyse auf die Ergebnisse ausgewählter Stäbe zu beschränken. Mit können die Stäbe grafisch ausgewählt werden.



Leitende veränderliche Einwirkungen wählen

Die dritte Möglichkeit, die Anzahl der generierten Kombinationen zu reduzieren, besteht darin, nur ausgewählte Einwirkungen als Leiteinwirkungen zu klassifizieren. Diese Option besteht sowohl für die Generierung von Last- als auch von Ergebniskombinationen.

Beim Aktivieren des Kontrollfeldes wird im Dialog das neue Register *Reduzieren - Leitende Einwirkungen* hinzugefügt.

| Maßgebende veränderliche Einwirkungen wählen | | | | | |
|--|------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--|
| Einwirkung | Einwirkung Bezeichnung | EN 1990 CEN Einwirkungskategorie | Lastfälle in Einwirkung | Leitende Einwirkungen | |
| E2 | Nutzlasten | On.C Nutzlasten - Kategor | LF2 | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| E3 | Schnee | Os Schnee (H ≤ 100 | LF3 | <input type="checkbox"/> | |
| E4 | Wind | Qw Wind | LF4 | <input checked="" type="checkbox"/> | |

Bild 5.18: Register *Reduzieren - Leitende veränderliche Einwirkungen* für Kombinationsregeln

Die Liste der leitenden Einwirkungen enthält nur veränderliche Einwirkungen.

Wird in der Spalte *Leitende Einwirkungen* das Häkchen von einem Eintrag entfernt, so wird diese Einwirkung nur als Begleiteinwirkung überlagert.

Nummerierung der generierten Kombinationen

In diesem Abschnitt des Dialogs *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* (siehe Bild 5.10, Seite 105) kann die *Erste Nummer der generierten Lastkombinationen* bzw. *Ergebniskombinationen* beeinflusst werden, die in RSTAB angelegt werden.

Ergebniskombinationen

Optional lässt sich eine *Zusätzliche ‚Entweder-Oder‘-Ergebniskombination (Ergebnisumhüllende) erzeugen*. Diese Ergebniskombination überlagert die Extremwerte aller Last- oder Ergebniskombinationen nach folgendem Schema:

„LK1/ständig oder LK2/ständig oder LK3/ständig etc.“

Sind mehrere Kombinationsregeln für die Generierung vorgegeben, so lässt sich eine *Separate ‚Entweder/Oder‘-Ergebniskombination für jede Kombinationsregel erzeugen*.

Berechnungsart

Über die Liste lässt sich steuern, nach welcher Berechnungstheorie die Kombinationen untersucht werden (siehe [Kapitel 7.2.1.1](#), [Seite 169](#)). Für Lastkombinationen ist die nichtlineare Berechnung nach Theorie II. Ordnung (P-Delta) voreingestellt.

Generierte Einwirkungskombinationen


Dieser Abschnitt bzw. diese Spalte wird im Zuge der Generierung gefüllt, die beim Verlassen des Dialogregisters bzw. der Tabelle automatisch erfolgt. Die Einträge bieten eine Kurzübersicht über die Anzahl der generierten Kombinationen.

RSTAB erzeugt mit den Vorgaben des Dialogs bzw. der Tabelle so genannte „Einwirkungskombinationen“ (EW). Sie sind im folgenden Kapitel beschrieben. Anhand der Einträge im aktuellen Dialog lässt sich abschätzen, wie sich die Kombinationsregeln auf die Anzahl der Kombinationen auswirken.

| Generierte Einwirkungskombinationen |
|--|
| EW1 ... EW13 (13/47) |
| EW14 ... EW26 (13/47) |
| EW27 ... EW39 (13/47) |
| EW40 ... EW47 (8/47) |

Im links dargestellten Beispiel werden für die vier vorgegebenen Bemessungssituationen insgesamt 47 Einwirkungskombinationen generiert:

- **GZT (STR/GEO):**
EW1 bis EW13
- **GZG - Charakteristisch:**
EW14 bis EW26
- **GZG - Häufig:**
EW27 bis EW39
- **GZG - Quasi-ständig:**
EW40 bis EW47

Mit der Dialog-Schaltfläche  erfolgt ein Sprung in das nächste Register, wobei RSTAB automatisch die Einwirkungskombinationen ermittelt. Dort ist die erste Einwirkungskombination selektiert, die mit der aktuellen Kombinationsregel erzeugt wird.

Kommentar

Hier kann eine benutzerdefinierte Anmerkung eingetragen oder aus der Liste gewählt werden.

Beispiel: Anzahl generierter Kombinationen reduzieren

Die Kombination von Einwirkungen zielt darauf ab, für jede Stelle des Tragwerks die ungünstigste Lastkonstellation zu finden. Hierzu kann man

- entweder alle mathematisch möglichen Kombinationen ermitteln
- oder man versucht logische Zusammenhänge vor der Kombination der Einwirkungen zu finden, um so die Anzahl der möglichen Kombinationen zu verringern.

Bei einem symmetrischen Zweigelenkrahmen beispielsweise liegen folgende Lastfälle vor:

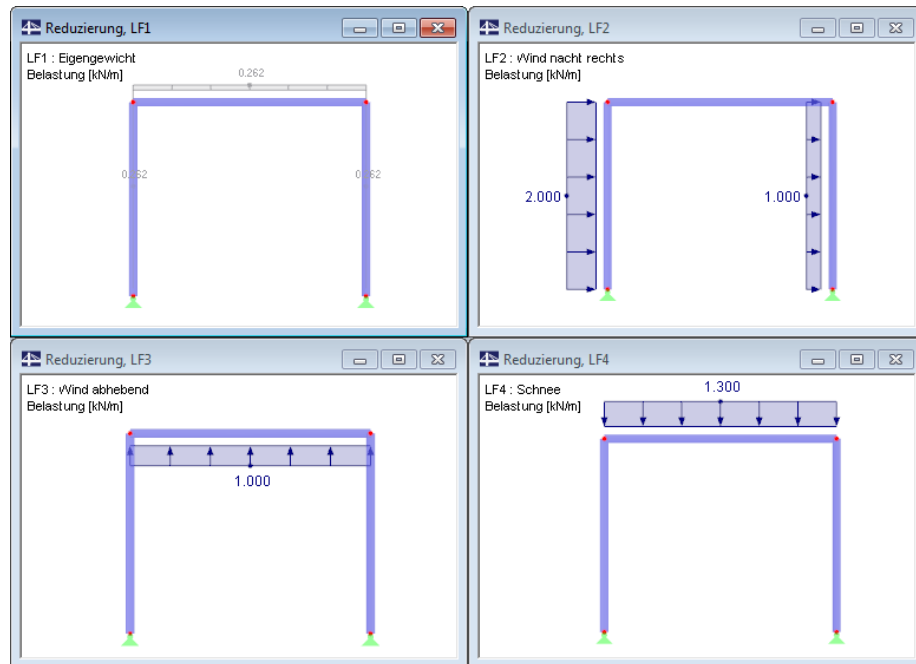
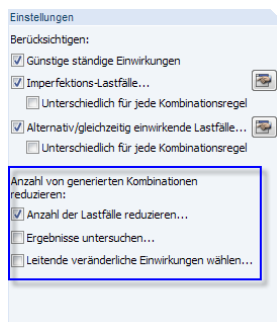


Bild 5.19: Zweigelenkrahmen mit vier Lastfällen



Option Anzahl der Lastfälle reduzieren

Die Lastfälle führen zu folgenden Normalkräften in den Stützen:

| Lastfall | Bezeichnung | Wirkung | N-Kraft Stütze links | N-Kraft Stütze rechts |
|----------|------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Eigengewicht | ständig | Druck | Druck |
| 2 | Wind nach rechts | veränderlich | Zug | Druck |
| 3 | Wind abhehend | veränderlich | Zug | Zug |
| 4 | Schnee | veränderlich | Druck | Druck |

Tabelle 5.3: Zug- und Druckkräfte der Stützen

Theoretisch sind folgende acht Kombinationen möglich:

LK1: LF1 + LF2 + LF3 + LF4

LK2: LF1

LK3: LF1 + LF2

LK4: LF1 + LF3

LK5: LF1 + LF4

LK6: LF1 + LF2 + LF3

LK7: LF1 + LF3 + LF4

LK8: LF1 + LF2 + LF4

Diese acht Kombinationen können reduziert werden, falls z. B. nur die Konstellationen mit den Extremwerten der Stützennormalkräfte gesucht sind. Es kann für jede Stütze eine Gruppe der Lastfälle gebildet werden, die – unter Berücksichtigung des ständigen wirkenden LF1 – ausschließlich Zug- oder Druckkräfte liefern.

| Gruppe | Stütze links | Stütze rechts |
|-------------|---------------|---------------|
| Zugkräfte | LF1, LF2, LF3 | LF1, LF3 |
| Druckkräfte | LF1, LF4 | LF1, LF2, LF4 |

Tabelle 5.4: Gruppen von Lastfällen

Damit ergeben sich nicht mehr acht, sondern nur noch vier Kombinationen von Lastfällen.

Diese Reduzierung ist im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* (siehe Bild 5.10, Seite 105) zu realisieren, indem

- das Kontrollfeld *Anzahl der Lastfälle reduzieren* aktiviert,
- im Register *Reduzieren - Anzahl der Lastfälle*, Abschnitt *Zu untersuchende Ergebnisse* nur die Normalkräfte angehakt und
- im Abschnitt *Zu untersuchende Ergebnisse von Objekten* nur die Nummern der Stützenstäbe eingetragen werden (siehe Bild 5.20).



Nach dem Anklicken der Schaltfläche [Automatisch ermitteln] führt RSTAB eine kurze Berechnung durch. Danach werden im Abschnitt *Zu berücksichtigende Lastfälle* die vier Gruppen von Lastfällen aufgelistet, die auch in Tabelle 5.4 dargestellt sind.

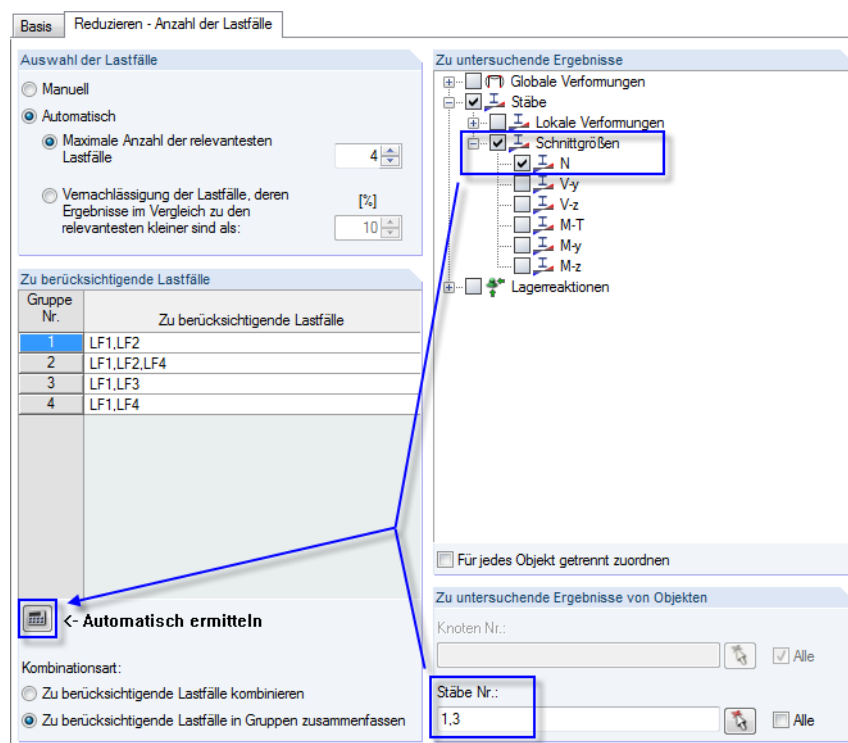
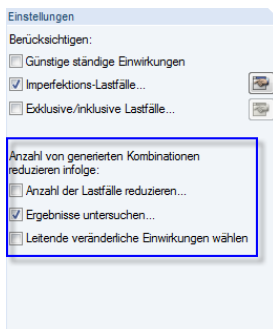


Bild 5.20: Automatische Ermittlung von Lastfällen in Gruppen

Option *Ergebnisse untersuchen*

Bei dieser Methode wird aus den Lastfällen eine lineare Ergebniskombination gebildet. Für jeden Punkt werden die Extremwerte und die beteiligten Lastfälle ausgewertet, sodass jeweils eine Max- und eine Min-Kombination von Lastfällen vorliegt. Diese extremen Kombinationen werden dann für die Erzeugung der Lastfall-Kombinationen verwendet.

Die Lastfälle führen zu folgenden Normalkräften in den Stützen:



| Lastfall | Bezeichnung | Wirkung | N-Kraft Stütze links | N-Kraft Stütze rechts |
|----------|------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Eigengewicht | ständig | Druck (–10 kN) | Druck (–10 kN) |
| 2 | Wind nach rechts | veränderlich | Zug (5 kN) | Druck (–5 kN) |
| 3 | Wind abhebend | veränderlich | Zug (3 kN) | Zug (3 kN) |
| 4 | Schnee | veränderlich | Druck (–12 kN) | Druck (–12 kN) |

Tabelle 5.5: Zug- und Druckkräfte der Stützen

RSTAB bildet diese temporäre Ergebniskombination: LF1/ständig + LF2 + LF3 + LF4

Für die Normalkräfte der Stützen ergeben sich bei der Überlagerung folgende Extremwerte:

| Gruppe | Stütze links | Stütze rechts |
|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Maximale Normalkraft | –2 kN (LF1, LF2, LF3) | –7 kN (LF1, LF3) |
| Minimale Normalkraft | –22 kN (LF1, LF4) | –27 kN (LF1, LF2, LF4) |

Tabelle 5.6: Gruppen von Lastfällen

Auch damit ergeben sich nicht mehr acht, sondern nur noch vier Kombinationen von Lastfällen.

Die Vorgaben im Register *Reduzieren - Ergebnisse untersuchen* sind analog zu [Bild 5.20](#) zu treffen.

5.4 Einwirkungskombinationen

Allgemeine Beschreibung

Beim Aufruf dieses Dialogregisters bzw. der Tabelle 2.4 werden die Einwirkungen automatisch gemäß den Kombinationsregeln überlagert und als so genannte „Einwirkungskombinationen“ ausgewiesen. Diese Übersicht ist nach Einwirkungen geordnet und entspricht damit der Art und Weise, wie die Einwirkungen in den Normen behandelt werden. Hier kann festgelegt werden, welche Einwirkungskombinationen letztendlich für die Generierung von Last- bzw. Ergebniskombinationen infrage kommen.

Eine Einwirkungskombination umfasst sämtliche Möglichkeiten, wie die in der Einwirkung enthaltenen Lastfälle kombiniert werden können. Sie darf daher nicht mit einer Last- oder Ergebniskombination verwechselt werden, die nur eine einzelne Variante dieser Möglichkeiten darstellt.

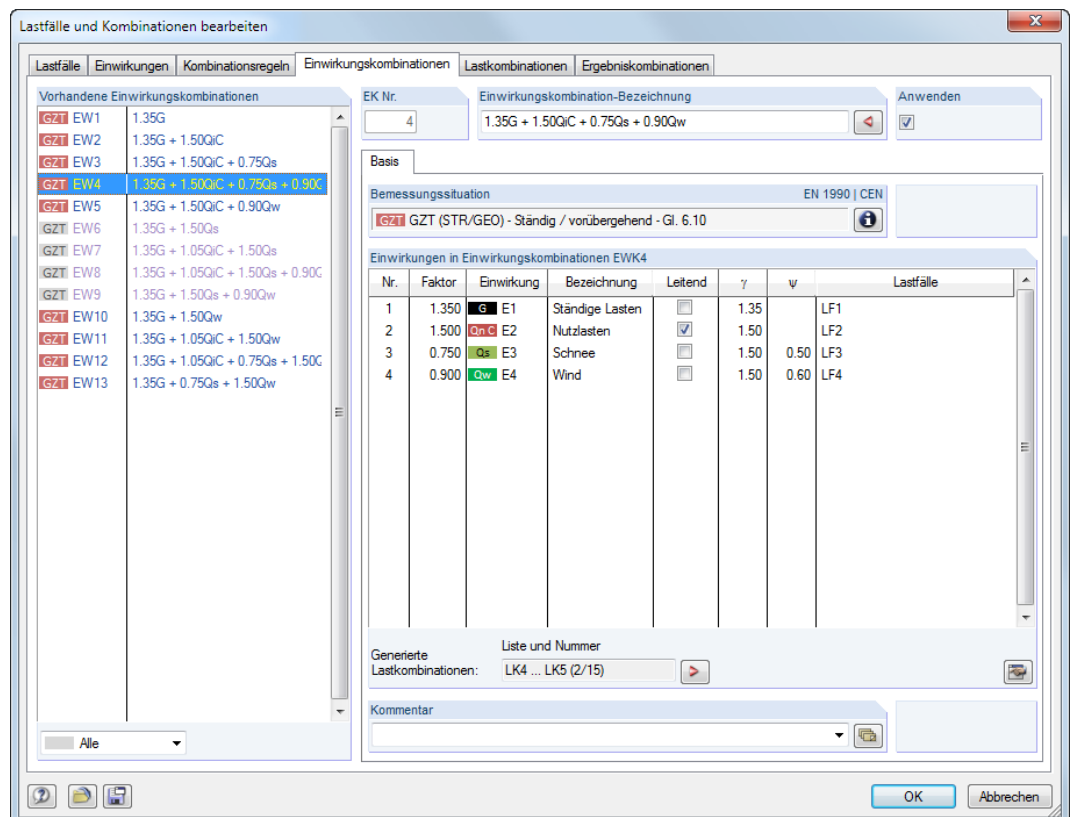
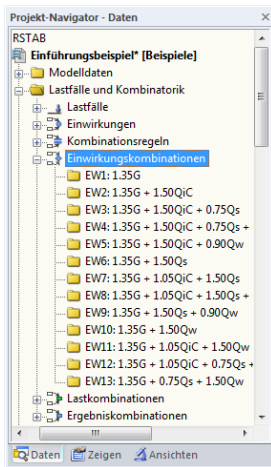


Bild 5.21: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Einwirkungskombinationen*

| Einwirk.-Kombin. | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|------------------|--|-------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|----------------------|
| | Einwirkungskombination | Anwenden | EN 1990 CEN | Einwirkung. 1 | Einwirkung. 2 | Einwirkung. 3 | Einwirkung. 4 | | | | | Generierte |
| | Bezeichnung | | Bemessungssituation | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. | Lastkombinationen |
| EW1 | 1.35G | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | | | | | | | LK1 (1/15) |
| EW2 | 1.35G + 1.50Q _{IC} | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _n C E2 | | | | | LK2 (1/15) |
| EW3 | 1.35G + 1.50Q _{IC} + 0.75Q _s | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _n C E2 | 0.75 | Q _s E3 | | | LK3 (1/15) |
| EW4 | 1.35G + 1.50Q _{IC} + 0.75Q _s | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _n C E2 | 0.75 | Q _s E3 | 0.90 | Q _w E4 | LK4 ... LK5 (2/15) |
| EW5 | 1.35G + 1.50Q _{IC} + 0.90Q _w | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _n C E2 | 0.90 | Q _w E4 | | | LK6 ... LK7 (2/15) |
| EW6 | 1.35G + 1.50Q _s | <input type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _s E3 | | | | | |
| EW7 | 1.35G + 1.05Q _{IC} + 1.50Q _s | <input type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.05 | Q _n C E2 | 1.50 | Q _s E3 | | | |
| EW8 | 1.35G + 1.05Q _{IC} + 1.50Q _s | <input type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.05 | Q _n C E2 | 1.50 | Q _s E3 | 0.90 | Q _w E4 | |
| EW9 | 1.35G + 1.50Q _s + 0.90Q _w | <input type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _s E3 | 0.90 | Q _w E4 | | | |
| EW10 | 1.35G + 1.50Q _w | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.50 | Q _w E4 | | | | | LK8 ... LK9 (2/15) |
| EW11 | 1.35G + 1.05Q _{IC} + 1.50Q _w | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.05 | Q _n C E2 | 1.50 | Q _w E4 | | | LK10 ... LK11 (2/15) |
| EW12 | 1.35G + 1.05Q _{IC} + 0.75Q _s | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 1.05 | Q _n C E2 | 0.75 | Q _s E3 | 1.50 | Q _w E4 | LK12 ... LK13 (2/15) |
| EW13 | 1.35G + 0.75Q _s + 1.50Q _w | <input checked="" type="checkbox"/> | GZT (STR/GEO) | 1.35 | G E1 | 0.75 | Q _s E3 | 1.50 | Q _w E4 | | | LK14 ... LK15 (2/15) |

Bild 5.22: Tabelle 2.4 *Einwirkungskombinationen*

Einwirkungskombination Nr.

Die aus den Einwirkungen generierten Kombinationen sind fortlaufend nummeriert. Eine Einwirkungskombination umfasst sämtliche Möglichkeiten, wie die in der Einwirkung enthaltenen Lastfälle berücksichtigt werden können. Diese Möglichkeiten sind von der Einwirkungskategorie und den Kombinationsregeln abhängig.

Links unten im Abschnitt *Vorhandene Einwirkungskombinationen* des Dialogs *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* können die generierten Kombinationen nach Bemessungssituation oder Relevanz gefiltert werden.

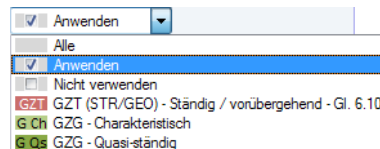



Bild 5.23: Filtermöglichkeit im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*

Einwirkungskombination Bezeichnung

RSTAB vergibt automatisch Kurzbezeichnungen, die auf den Sicherheitsfaktoren und Symbolen der Einwirkungen basieren und die Kombinationsregeln ausdrücken. Diese Bezeichnungen können bei Bedarf geändert werden.

Mit der Dialog-Schaltfläche  erfolgt ein Sprung in das vorherige Register. Dort ist die Kombinationsregel selektiert, mit der die aktuelle Einwirkungskombination erzeugt wurde.

Anwenden

Das Kontrollfeld steuert, ob die selektierte Einwirkungskombination zur Erzeugung von Last- bzw. Ergebniskombinationen berücksichtigt wird. Auf diese Weise lassen sich Einwirkungskombinationen von der Generierung ausklammern oder wieder aktivieren.

Sollte eine Einwirkungskombination wegen besonderer Konstellationen doppelt erzeugt werden, ist eine davon automatisch deaktiviert.

Bemessungssituation



Die Bemessungssituation der aktuellen Einwirkungskombination wird zur Kontrolle nochmals angegeben. Über die [Info]-Schaltfläche kann die Kombinationsregel der Bemessungssituation eingesehen werden. Es öffnet sich der Dialog mit Erläuterungen (siehe [Bild 5.13, Seite 106](#)).

Einwirkungen in Einwirkungskombination

In diesen Spalten werden die Einwirkungen mit den zugehörigen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten ausgewiesen.

Wird eine Einwirkung als *Leitend* in der Kombination angenommen, so ist sie im Dialog entsprechend gekennzeichnet. In diesem Fall wird sie als Einwirkung $Q_{k,1}$ in [Gleichung 5.1](#) bis [Gleichung 5.7](#) eingesetzt (siehe [Seite 104](#)).

Die in Spalte *Faktor* angegebenen Werte basieren auf den Beiwerten, die von der gewählten Norm abhängig sind. Bei EN 1990 handelt es sich um die Teilsicherheitsbeiwerte γ , Kombinationsbeiwerte ψ , Abminderungsfaktoren ξ und ggf. Zuverlässigkeitsbeiwerte K_{FI} einer jeden Einwirkung, die sich aus der Bemessungssituation und der Einwirkungskategorie ergeben.



Die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte können über die Schaltfläche [Bearbeiten] überprüft und – bei einer benutzerdefinierten Norm – angepasst werden. Im Dialog *Beiwerte* sind die Beiwerte in mehreren Registern organisiert. Das erste Register *Teilsicherheitsbeiwerte* ist im [Bild 12.27](#) auf [Seite 384](#) dargestellt. Im Register *Kombinationsbeiwerte* werden die Faktoren ψ und ξ verwaltet.

| Einwirkungskategorie | psi0 | psi1 | psi2 |
|---|------|------|------|
| 3.A Nutzlasten - Kategorie A - Wohn-/Aufenthaltsräume | 0.70 | 0.50 | 0.30 |
| 3.B - Kategorie B - Büros | 0.70 | 0.50 | 0.30 |
| 3.C - Kategorie C - Versammlungsräume | 0.70 | 0.70 | 0.60 |
| 3.D - Kategorie D - Verkaufsräume | 0.70 | 0.70 | 0.60 |
| 3.E - Kategorie E - Lagerräume | 1.00 | 0.90 | 0.80 |
| 3.F Verkehrslasten - Kategorie F - Fahrzeuglast ≤ 30 kN | 0.70 | 0.70 | 0.60 |
| 3.G - Kategorie G - Fahrzeuglast ≤ 160 kN | 0.70 | 0.50 | 0.30 |
| 3.H - Kategorie H - Dächer | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.A Schnee-/Eislasten - Finnland, Island, Norw., Schw. | 0.70 | 0.50 | 0.20 |
| 4.B - Andere - Orte mit Höhe > 1000 m ü. NN | 0.70 | 0.50 | 0.20 |
| 4.C - Orte mit Höhe ≤ 1000 m ü. NN | 0.50 | 0.20 | 0.00 |
| 5. Windlasten | 0.60 | 0.20 | 0.00 |
| 6. Temperatureinwirkungen (kein Brand) | 0.60 | 0.50 | 0.00 |

Einstellung für Kombinationsregel nach Formeln 6.10a und 6.10b

Reduktionsbeiwert der ständigen ungünstigen Einwirkungen für Kombinationsregel nach Formel 6.10b: ψ : 0.850

Bild 5.24: Dialog *Beiwerte*, Register *Kombinationsbeiwerte*

Der Dialogabschnitt *Einwirkungen in Einwirkungskombination* listet die in den Einwirkungen enthaltenen *Lastfälle* mit allen Möglichkeiten auf, wie diese Lastfälle in der Einwirkung berücksichtigt werden können. Diese Möglichkeiten sind vom Einwirkungstyp und von der definierten Wirkung (gleichzeitig oder alternativ) abhängig. Es ist vorausgesetzt, dass bei den Einwirkungstypen „Ständige Lasten“ und „Vorspannung“ alle zugeordneten Lastfälle immer zusammen verwendet werden, sofern die Beziehung nicht als „Alternativ“ definiert ist. Bei veränderlichen, außergewöhnlichen und seismischen Einwirkungen können die zugeordneten Lastfälle in allen relevanten Kombinationen überlagert werden.

Generierte Last- bzw. Ergebniskombinationen

Dieser Abschnitt bzw. diese Spalte wird im Zuge der Generierung gefüllt, die beim Verlassen des Dialogregisters bzw. der Tabelle automatisch erfolgt. Die Einträge bieten eine Kurzübersicht über die Nummern und Anzahl der generierten Last- bzw. Ergebniskombinationen.

Die Last- bzw. Ergebniskombinationen sind in den folgenden [Kapiteln 5.5](#) und [5.6](#) beschrieben.

Beispiel

| Generierte Lastkombinationen |
|------------------------------|
| LK1 ... LK3 (3/47) |
| LK4 ... LK6 (3/47) |
| LK7 ... LK10 (4/47) |
| LK11 ... LK14 (4/47) |
| LK15 ... LK17 (3/47) |
| LK18 ... LK21 (4/47) |
| LK22 ... LK25 (4/47) |
| LK26 ... LK29 (4/47) |
| LK30 ... LK33 (4/47) |
| LK34 ... LK36 (3/47) |
| LK37 ... LK39 (3/47) |
| LK40 ... LK43 (4/47) |
| LK44 ... LK47 (4/47) |

Im links dargestellten Beispiel werden für die Bemessungssituation GZT insgesamt 47 Lastkombinationen generiert. Bei der Einwirkungskombination **EW12** (vorletzte Zeile) entstehen die vier Lastkombinationen LK40 bis LK43 mit folgendem Hintergrund:

Die erste Einwirkung E1 wurde in die Einwirkungskategorie „Ständige Lasten“ eingestuft und ist in den generierten Lastkombinationen mit dem Faktor $\gamma = 1,35$ versehen. Die enthaltenen Lastfälle 1 und 2 treten in allen Lastkombinationen gemeinsam auf.

Als zweite Einwirkung E2 liegt die Einwirkungskategorie „Schnee“ vor, die in die Lastkombinationen mit dem Faktor $\gamma \cdot \psi = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$ einfließt.

Die dritte Einwirkung E3 verdoppelt die Anzahl der generierten Lastkombinationen, da die Kategorie „Wind“ mit den beiden alternativ wirkenden Lastfällen 4 und 5 vorliegt. In den Lastkombinationen ist diese Einwirkung mit dem Faktor $\gamma \cdot \psi = 1,50 \cdot 0,60 = 0,90$ multipliziert.

Die vierte Einwirkung E4 ist als Einwirkungstyp „Nutzlasten - Kategorie B“ klassifiziert und ist in allen vier Lastkombinationen mit dem Faktor $\gamma = 1,50$ versehen. Hier handelt es sich um die leitende Einwirkung.

| Einwirkungen in Einwirkungskombinationen EW12 | | | | | | | |
|---|--------|------------|-----------------|-------------------------------------|----------|--------|-----------|
| Nr. | Faktor | Einwirkung | Bezeichnung | Leitend | γ | ψ | Lastfälle |
| 1 | 1.350 | E1 | Ständige Lasten | <input type="checkbox"/> | 1.35 | | LF1 LF2 |
| 2 | 0.750 | E2 | Schnee | <input type="checkbox"/> | 1.50 | 0.50 | LF3 |
| 3 | 0.900 | E3 | Wind | <input type="checkbox"/> | 1.50 | 0.60 | LF4 LF5 |
| 4 | 1.500 | E4 | Nutzlasten | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.50 | | LF6 |

Generierte Lastkombinationen: LK40 ... LK43 (4/47)

Bild 5.25: Einwirkungen in Einwirkungskombination EW12

Zusätzlich sind die beiden Imperfektionslastfälle 7 und 8 zu berücksichtigen, die mit den Richtungen der beiden Windlastfälle gekoppelt sind. Es sollen einmal Lastkombinationen mit und einmal ohne Imperfektionen erzeugt werden.


Mit diesen Vorgaben bildet RSTAB folgende Lastkombinationen für die EW12:

LK40: $1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 0.75 \cdot LF3 + 0.9 \cdot LF4 + 1.5 \cdot LF6$

LK41: $1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 0.75 \cdot LF3 + 0.9 \cdot LF4 + 1.5 \cdot LF6 + LF7$

LK42: $1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 0.75 \cdot LF3 + 0.9 \cdot LF5 + 1.5 \cdot LF6$

LK43: $1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 0.75 \cdot LF3 + 0.9 \cdot LF5 + 1.5 \cdot LF6 + LF8$

Mit der Dialog-Schaltfläche  erfolgt ein Sprung in das Register *Lastkombinationen*. Dort ist die erste Kombination selektiert, die aus der aktuellen Einwirkungskombination erzeugt wird.

Kommentar

Hier kann eine benutzerdefinierte Anmerkung eingetragen oder aus der Liste gewählt werden.

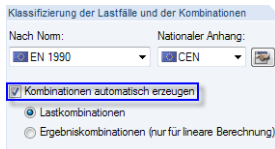
5.5 Lastkombinationen

Allgemeine Beschreibung

Unterschied Last- und Ergebniskombination

Lastfälle können in einer Lastkombination (**LK**) und in einer Ergebniskombination (**EK**) überlagert werden.

Eine Lastkombination fasst die Lasten der enthaltenen Lastfälle unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte zu „einem großen Lastfall“ zusammen, der dann berechnet wird. Bei einer Ergebniskombination (siehe Kapitel 5.6 ab Seite 128) werden zunächst die enthaltenen Lastfälle berechnet. Anschließend werden diese Ergebnisse unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren überlagert.

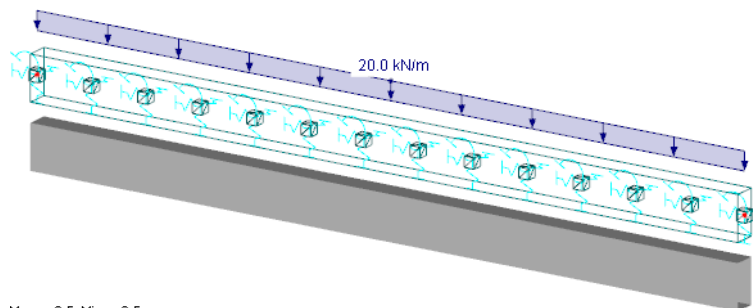


Kontrollfeld im Dialog *Modell-Basisangaben*

Die Lastfälle lassen sich manuell kombinieren (siehe Kapitel 5.5.1) oder automatisch von RSTAB überlagern (siehe Kapitel 5.5.2) – je nach Einstellung im Dialog *Modell-Basisangaben* (siehe Bild 12.23, Seite 382). Diese Vorgabe wirkt sich auch auf das Erscheinungsbild des Registers *Lastkombinationen* im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* aus.

Wenn die Berechnung kombinierter Lastfälle nach Theorie II. oder III. Ordnung erfolgen soll, sind grundsätzlich Lastkombinationen zu bilden. Gleiches gilt für Modelle mit nichtlinearen Elementen. Das folgende Beispiel soll dies veranschaulichen.

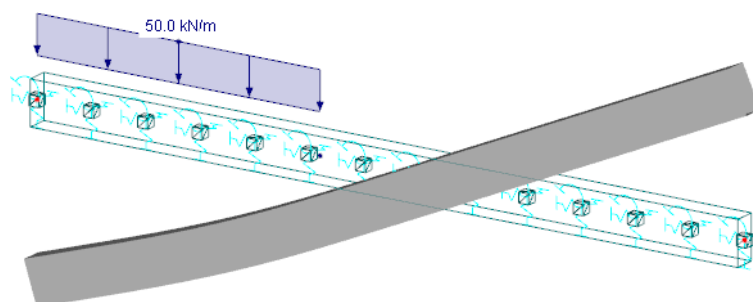
Auf einen Fundamentbalken wirken zwei Lastfälle: Im ersten Lastfall wirkt die Stablast auf den gesamten Stab, im zweiten Lastfall nur auf einen Teil des Stabes. Das Eigengewicht wird nicht berücksichtigt. Die Stabbettung ist bei Zug nicht wirksam; es werden daher keine abhebenden Kräfte aufgenommen.



Max u: 2.5, Min u: 2.5 mm

Bild 5.26: Last und Verformung im LF 1

Die Bettung ist im Lastfall 1 für die gesamte Stablänge wirksam.



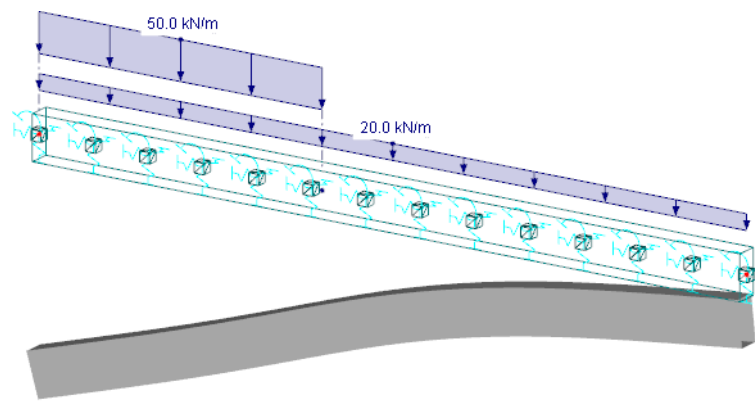
Max u: 6.4, Min u: 0.1 mm

Bild 5.27: Last und Verformung im LF 2

Im Lastfall 2 wirkt die Bettung nur im linken Teil des Stabes. Rechts hebt der Stab ab.

Beim Kombinieren der beiden Lastfälle in einer Ergebniskombination erscheint eine Warnung, da eine Addition der Ergebnisse wegen der nichtlinearen Effekte unzulässig wäre: Den Verformungen in beiden Lastfällen liegen unterschiedliche statische Systeme zugrunde. Bei einer Ergebniskombination wäre das Abheben im rechten Bereich aus dem zweiten Lastfall zu sehen.

Korrekt ist deshalb die Überlagerung in einer Lastkombination. Das folgende Bild zeigt, dass die Bettung für die addierten Lasten ohne Ausfall wirksam ist.



Max u: 8.5, Min u: 1.7 mm

Bild 5.28: Last und Verformung der Lastkombination

5.5.1 Benutzerdefinierte Kombinationen

Anlegen einer neuen Lastkombination

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* zum Anlegen einer Lastkombination aufzurufen:



- Menü **Einfügen** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Lastkombination**
- Schaltfläche [Neue Lastkombination] in der Symbolleiste

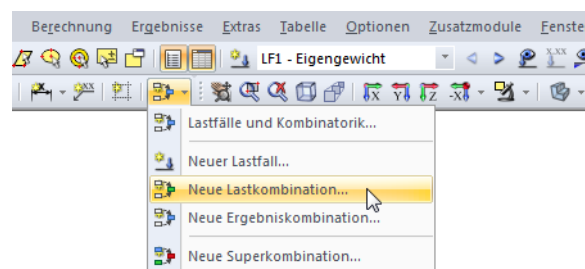


Bild 5.29: Schaltfläche *Neue Lastkombination* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Lastkombinationen*

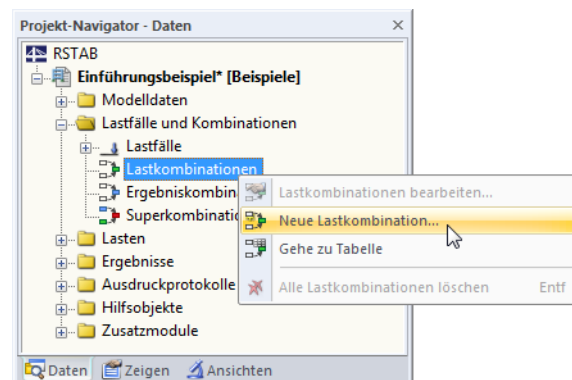


Bild 5.30: Kontextmenü *Lastkombinationen* im Daten-Navigator

Es erscheint der Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*. Im Register *Lastkombinationen* ist eine neue Lastkombination voreingestellt.

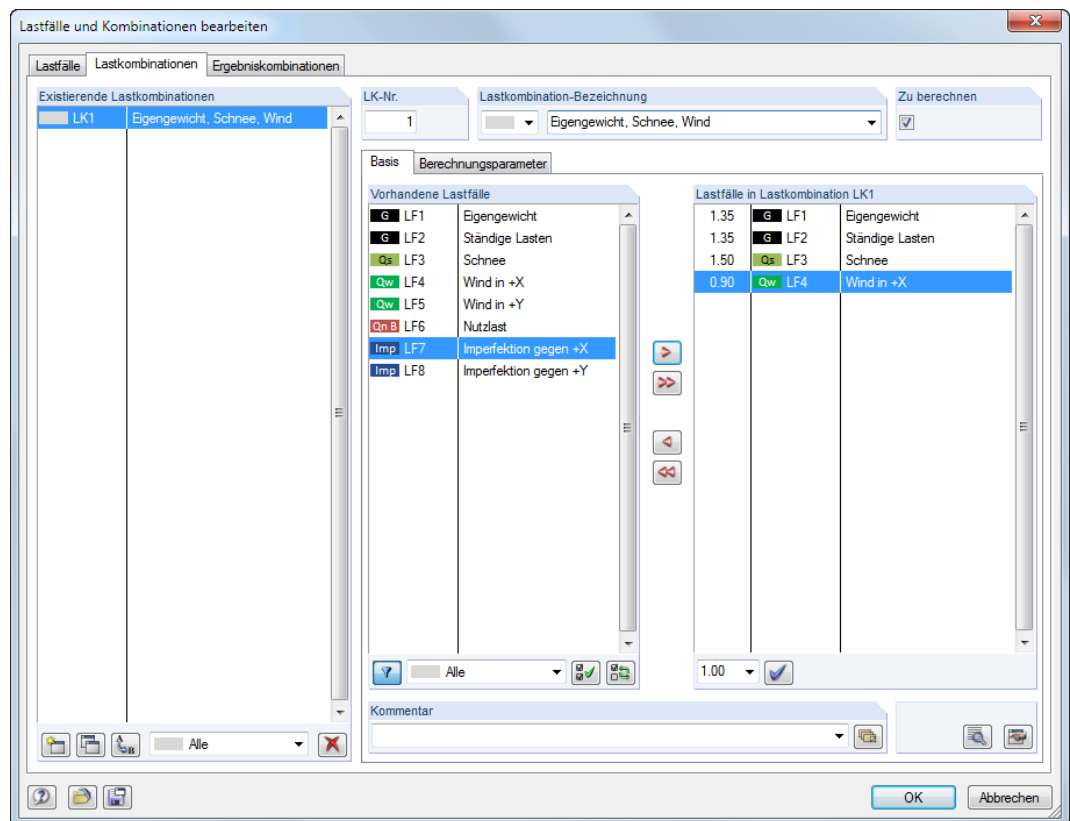


Bild 5.31: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Lastkombinationen*

Folgende Beschreibung bezieht sich auf das Register *Basis*. Das Register *Berechnungsparameter* ist im [Kapitel 7.2.1](#) auf [Seite 169](#) erläutert.

- Eine neue Lastkombination kann auch in einer freien Zeile der Tabelle 2.5 *Lastkombinationen* eingetragen werden.

2.5 Lastkombinationen

| Last-Kombin. | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|--------------|----|--------------------------------|-------------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| | BS | Lastkombination Bezeichnung | Zu berechnen | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. | Faktor | Nr. |
| LK1 | | Eigengewicht, Schnee, Wind | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.35 | G LF1 | 1.35 | G LF2 | 1.50 | Qs LF3 | 0.90 | Qw LF4 | | |
| LK2 | | Eigengewicht, Schnee | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.35 | G LF1 | 1.35 | G LF2 | 1.50 | Qs LF3 | | | | |
| LK3 | | | | | | | | | | | | | |
| LK4 | | | | | | | | | | | | | |
| LK5 | | | | | | | | | | | | | |
| LK6 | | | | | | | | | | | | | |
| LK7 | | | | | | | | | | | | | |

Lastfälle

Lastkombinationen

Ergebniskombinationen

Lastfall-Bezeichnung

Bild 5.32: Tabelle 2.5 *Lastkombinationen*

Lastkombination Nr.



Die Nummer der neuen Lastkombination ist voreingestellt, kann aber im Eingabefeld *LK Nr.* geändert werden. Die Reihenfolge der Lastkombinationen lässt sich über die Schaltfläche [Ummummern] im Dialog nachträglich anpassen (siehe [Tabelle 5.7](#) und [Kapitel 11.4.16](#), [Seite 316](#)).

Lastkombination-Bezeichnung

Es kann ein beliebiger Name manuell eingegeben oder aus der Liste gewählt werden, um die Lastkombination kurz zu beschreiben. Da manuelle Einträge in der Liste gespeichert werden, sind sie für weitere Modelle verfügbar.

Zu berechnen

Das Kontrollfeld steuert, ob die selektierte Lastkombination bei der Berechnung berücksichtigt wird. Auf diese Weise lassen sich Lastkombinationen von der Berechnung ausklammern oder aktivieren.

Lastfälle in Lastkombination

In diesen Spalten werden die Lastfälle mit den zugehörigen Beiwerten ausgewiesen.


Die in Spalte *Faktor* angegebenen Werte basieren auf den Beiwerten, die von der gewählten Norm abhängig sind. Bei EN 1990 handelt es sich um die Teilsicherheitsbeiwerte γ , Kombinationsbeiwerte ψ , Abminderungsfaktoren ξ und ggf. Zuverlässigkeitsbeiwerte K_{FI} einer jeden Einwirkung, die sich aus der Bemessungssituation und der Einwirkungskategorie ergeben.

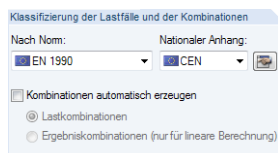


Die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte können über die Schaltfläche [Details] überprüft und angepasst werden. Es öffnet sich der Dialog *Beiwerte*, in dem die diversen Beiwerte in mehreren Registern organisiert sind. Das erste Register *Teilsicherheitsbeiwerte* für EN 1990 ist im [Bild 12.27](#) auf [Seite 384](#) dargestellt. Im Register *Kombinationsbeiwerte* werden die Faktoren ψ und ξ verwaltet (siehe [Bild 5.24](#), [Seite 118](#)). Der Zuverlässigkeitsfaktor K_{FI} kann im Register *Schadensfolgeklassen* in einer Liste ausgewählt oder benutzerdefiniert festgelegt werden.

Kombinieren von Lastfällen



Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* können die Lastfälle wie folgt in die Kombination aufgenommen werden: Die relevanten Lastfälle sind in der Liste *Vorhandene Lastfälle* durch Anklicken zu selektieren. Eine Mehrfachselektion ist (wie in Windows üblich) mit der gedrückten [Strg]-Taste möglich. Über die Schaltfläche  werden die selektierten Lastfälle nach rechts in die Liste *Lastfälle in Lastkombination* übertragen und dabei automatisch mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten berücksichtigt.



Normvorgabe im Dialog
Modell-Basisangaben

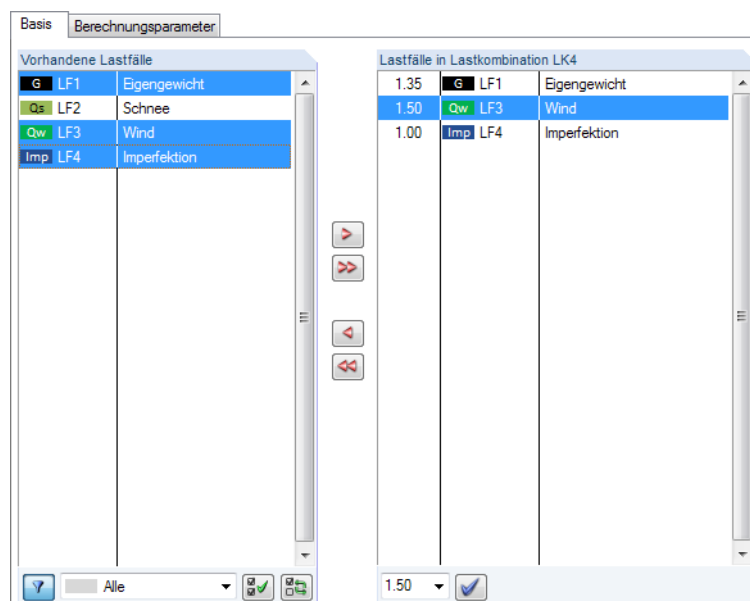


Bild 5.33: Mehrfachselektion von Lastfällen und gebildete Lastkombination nach EN 1990


Die Beiwerte werden gemäß der Norm gebildet, die im Dialog *Modell-Basisangaben* vorgegeben ist (siehe [Kapitel 12.2.1](#), [Seite 384](#)).



Die voreingestellten Beiwerte können über die Schaltfläche [Details] im Dialog *Beiwerte* überprüft und ggf. angepasst werden (siehe [Bild 5.24, Seite 118](#) und [Bild 12.27, Seite 384](#)).



Um den Beiwert eines Lastfalls zu ändern, der in eine Lastkombination übernommen wurde, ist dieser Lastfall in der Liste *Lastfälle in Lastkombination* zu selektieren. Nun kann im Eingabefeld unterhalb der geeignete Faktor eingetragen oder in der Liste gewählt werden. Ein Klick auf die Schaltfläche [Beiwert zuordnen] wendet den neuen Faktor auf den Lastfall an.

Um einen Lastfall aus einer Lastkombination zu entfernen, ist der Lastfall in der Spalte *Lastfälle in Lastkombination* des Dialogs zu selektieren. Mit der Schaltfläche  oder per Doppelklick wird er dann in die Spalte *Vorhandene Lastfälle* zurückgeführt.

Am unteren Ende der Liste *Vorhandene Lastfälle* sind mehrere Filteroptionen verfügbar. Sie erleichtern es, die Lastfälle nach Einwirkungskategorien geordnet zuzuweisen oder aus noch nicht zugeordneten Lastfällen zu wählen. Die Schaltflächen sind in [Tabelle 5.7 auf Seite 125](#) beschrieben.

Über die Schaltfläche [Bearbeiten] rechts unten im Dialog *Belastung* lassen sich Lastkombinationen in einem Dialog manuell definieren.

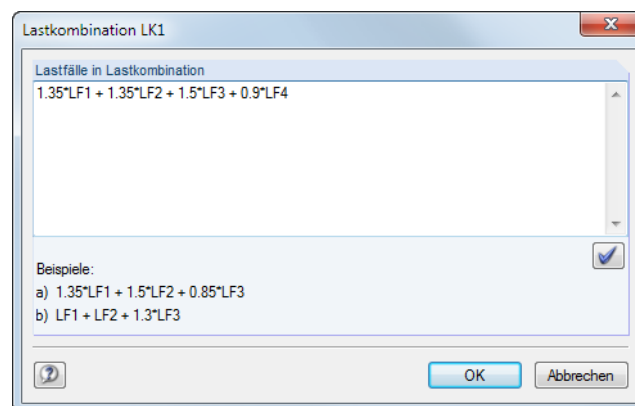
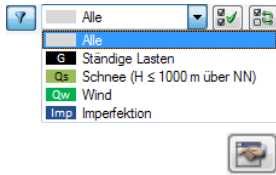


Bild 5.34: Dialog *Lastkombination* zur Definition über Bearbeitungsfeld

Im Eingabefeld *Lastfälle in Lastkombination* können die Lastfälle mit beliebigen Faktoren addiert (oder ggf. 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.



Die Schaltfläche [Eingabe setzen] übergibt den Eintrag in die Liste *Lastfälle in Lastkombination* des Ausgangsdialogs.

Kommentar

Hier kann eine benutzerdefinierte Anmerkung eingetragen oder aus der Liste gewählt werden, um die Lastkombination näher zu beschreiben.

Berechnungsparameter

Das Register *Berechnungsparameter* im Dialog *Belastung* verwaltet verschiedene Optionen zur Steuerung der Berechnung. Im [Kapitel 7.2.1 ab Seite 169](#) sind diese Parameter ausführlich beschrieben.

Bearbeiten einer Lastkombination

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Lastkombinationen nachträglich zu ändern:

- Menü **Bearbeiten** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Lastkombinationen**
- Kontextmenü oder Doppelklicken einer Lastkombination im *Daten*-Navigator

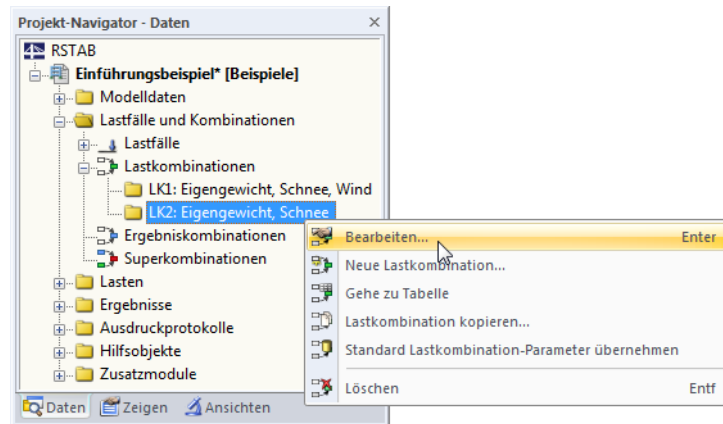


Bild 5.35: Kontextmenü einer Lastkombination

Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* (siehe Bild 5.31, Seite 122) ist die LK durch Anklicken zu selektieren. Anschließend können die Definitionskriterien bearbeitet werden.

Schaltflächen

Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* werden unterhalb der Listen *Vorhandene Lastkombinationen* und *Vorhandene Lastfälle* verschiedene Schaltflächen angezeigt. Sie sind mit folgenden Funktionen belegt:

| | |
|--|---|
| | Eine neue Lastkombination wird angelegt. |
| | Eine neue Lastkombination wird als Kopie der selektierten Kombination erzeugt. |
| | Die selektierte Lastkombination wird mit einer neuen Nummer versehen, die in einem Dialog anzugeben ist. Diese LK-Nummer darf noch nicht vergeben sein. |
| | Die selektierte Lastkombination wird gelöscht. |
| | Die Liste zeigt nur Lastfälle an, die noch nicht in der Lastkombination enthalten sind. |
| | Alle Lastfälle in der Liste werden selektiert. |
| | Die Auswahl der Lastfälle wird umgekehrt. |

Tabelle 5.7: Schaltflächen im Register *Lastkombinationen*

5.5.2 Generierte Kombinationen

Beim Wechsel in das Dialogregister *Lastkombinationen* bzw. die Tabelle 2.5 werden die Kombinationen automatisch gebildet. Da die Lastfälle nicht manuell überlagert sind, präsentiert sich das Register *Basis* in abgewandelter Form (siehe Bild 5.31, Seite 122 für benutzerdefinierte Kombinationen).

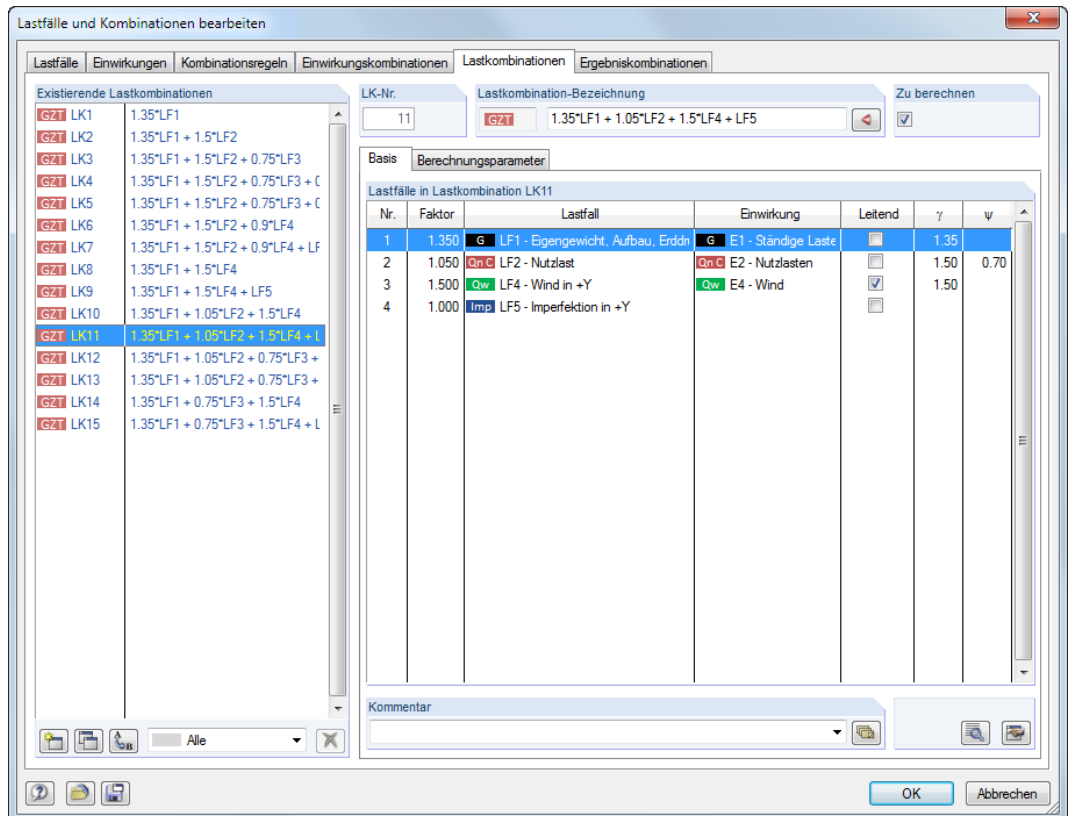
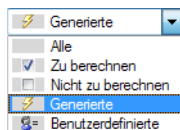


Bild 5.36: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Lastkombinationen*

Lastkombination Nr.

Die aus den Einwirkungskombinationen generierten Lastkombinationen sind fortlaufend nummeriert.



Links unten im Dialogabschnitt *Existierende Lastkombinationen* können die generierten Kombinationen nach bestimmten Kriterien gefiltert werden.

Lastkombination Bezeichnung

RSTAB vergibt Kurzbezeichnungen, die auf den Sicherheitsfaktoren und Lastfallnummern basieren und die Kombinationsregeln ausdrücken. Diese Bezeichnungen können bei Bedarf geändert werden.

Mit der Dialog-Schaltfläche erfolgt ein Sprung zurück in das Register *Einwirkungskombinationen* (siehe Kapitel 5.4, Seite 116). Dort ist die Einwirkungskombination selektiert, mit der die aktuelle Lastkombination erzeugt wurde.

Zu berechnen

Dieses Kontrollfeld steuert die Ergebnisermittlung für die im Abschnitt *Vorhandene Lastkombinationen* selektierte(n) Kombination(en).

Lastfälle in Lastkombination

In den Spalten werden die Lastfälle mit den zugehörigen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten ausgewiesen. Es ist nicht möglich, die Faktoren generierter Kombinationen zu ändern.

Wird ein Lastfall als *Leitend* in der Kombination angenommen, so ist er im Dialog entsprechend gekennzeichnet.



Über die Schaltfläche [Details] können die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte überprüft und ggf. angepasst werden. Der Dialog *Beiwerte* ist in mehrere Register unterteilt (siehe [Bild 12.27](#), [Seite 384](#) und [Bild 5.24](#), [Seite 118](#)).

Lastkombination hinzufügen

Die generierten Lastkombinationen können nicht bearbeitet, sondern nur gelöscht oder über das Kontrollfeld *Zu berechnen* von der Berechnung ausgeschlossen werden.



Mit der Schaltfläche [Neu] links unten im Abschnitt *Vorhandene Lastkombinationen* kann eine benutzerdefinierte Kombination hinzugefügt werden. Um die manuelle Definition zu ermöglichen, wird das Erscheinungsbild des Registers *Basis* angepasst.

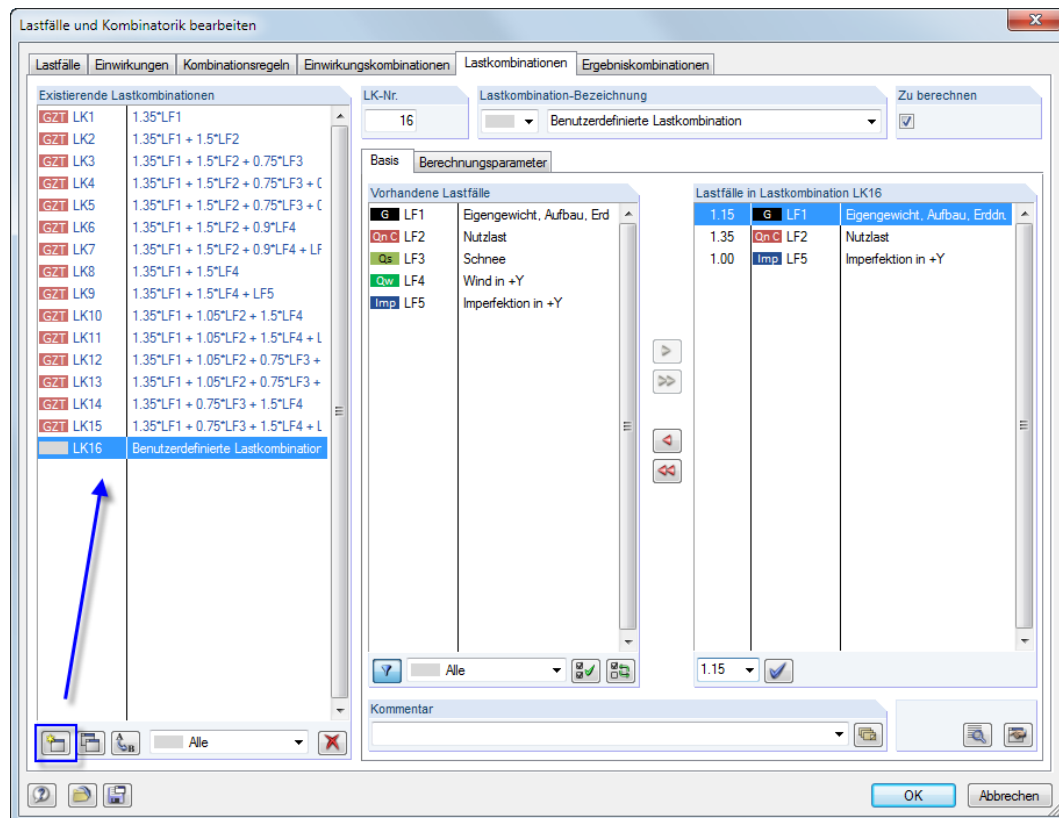


Bild 5.37: Hinzufügen einer benutzerdefinierten Lastkombination

Das vorherige [Kapitel 5.5.1](#) beschreibt ausführlich, wie Lastkombinationen manuell gebildet werden können.

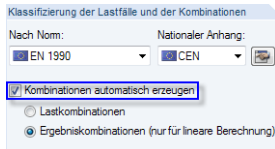
5.6 Ergebniskombinationen

Allgemeine Beschreibung

Unterschied Ergebnis-
und Lastkombination

Lastfälle können in einer Ergebniskombination (**EK**) und in einer Lastkombination (**LK**) überlagert werden.

Bei einer Ergebniskombination werden zunächst die enthaltenen Lastfälle berechnet. Die Ergebnisse werden dann unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren überlagert. Eine Lastkombination (siehe Kapitel 5.5 ab Seite 120) fasst die Lasten der enthaltenen Lastfälle unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte zu „einem großen Lastfall“ zusammen, der dann berechnet wird.



Kontrollfeld im Dialog
Modell-Basisangaben

Die Lastfälle lassen sich manuell kombinieren (siehe Kapitel 5.6.1) oder automatisch von RSTAB überlagern (siehe Kapitel 5.7) – je nach Einstellung im Dialog *Modell-Basisangaben* (siehe Bild 12.23, Seite 382). Diese Vorgabe wirkt sich auch auf das Erscheinungsbild des Registers *Ergebniskombinationen* im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* aus.

Ergebniskombinationen eignen sich nicht für nichtlineare Berechnungen, da sie zu verfälschten Ergebnissen führen: Meist erfolgt der Ausfall nichtlinearer Elemente (z. B. Zugstäbe, Bettungen) unterschiedlich in den einzelnen Lastfällen. Es stellen sich Umlagerungseffekte ein, sodass die Schnittgrößen aus verschiedenen Modellen kombiniert würden (siehe Beispiel im Kapitel 5.5 auf Seite 120).

In einer Ergebniskombination können die Ergebnisse von Lastfällen, Lastkombinationen und auch von anderen Ergebniskombinationen überlagert werden.



Üblicherweise werden die Schnittgrößen addiert. Prinzipiell sind auch Subtraktionen möglich. Dabei ist aber zu beachten, dass sich die Vorzeichen der Schnittgrößen umkehren: Zugkräfte werden zu Druckkräften etc. Als Alternative empfiehlt es sich deshalb, den Lastfall zu kopieren (siehe Kapitel 5.1, Seite 100) und in der Lastfall-Kopie im Register *Berechnungsparameter* den Belastungsfaktor auf -1.00 zu setzen. Dieser Lastfall kann dann in einer Ergebniskombination addiert werden.

5.6.1 Benutzerdefinierte Kombinationen

Anlegen einer neuen Ergebniskombination

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Dialog *Belastung* zum Anlegen einer Ergebniskombination aufzurufen:



- Menü **Einfügen** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Ergebniskombination**
- Schaltfläche [Neue Ergebniskombination] in der Symbolleiste

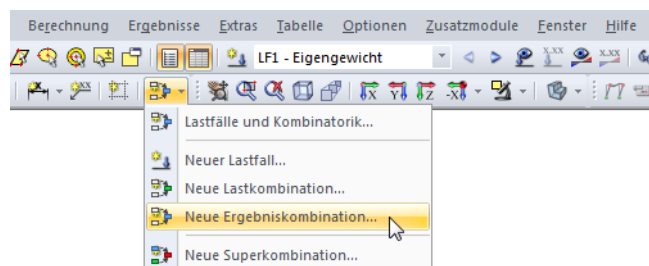


Bild 5.38: Schaltfläche *Neue Ergebniskombination* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Ergebniskombinationen*

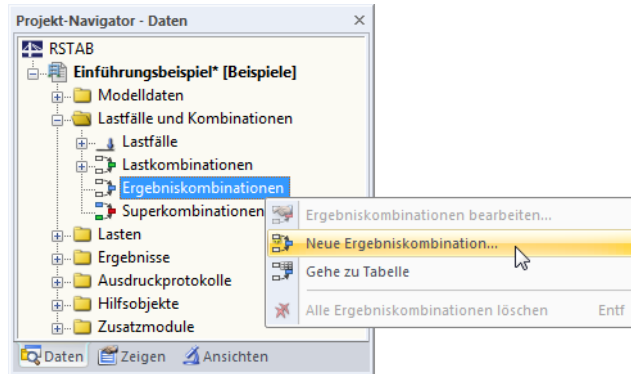


Bild 5.39: Kontextmenü *Ergebniskombinationen* im Daten-Navigator

Es erscheint der Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*. Im Register *Ergebniskombinationen* ist eine neue Ergebniskombination voreingestellt.

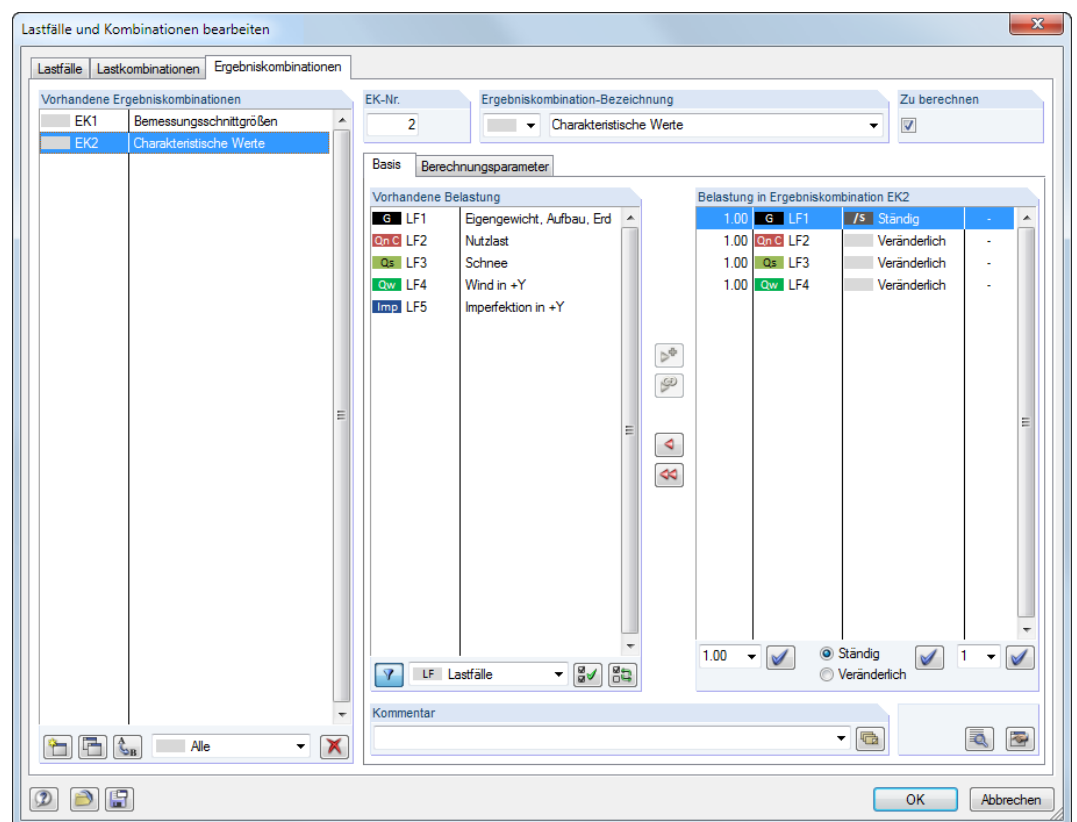


Bild 5.40: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Ergebniskombinationen*

Folgende Beschreibung bezieht sich auf das Register *Basis*. Das Register *Berechnungsparameter* mit den Vorgaben zur quadratischen Überlagerung ist im [Kapitel 7.2.2](#) auf [Seite 175](#) erläutert.

- Eine neue Ergebniskombination kann auch in einer freien Zeile der Tabelle 2.6 *Ergebniskombinationen* eingetragen werden.

2.6 Ergebniskombinationen

| Ergebniskombin. | BS | Ergebniskombination Bezeichnung | Zu berechnen | Belastung.1 | | | | Belastung.2 | | | | Belastung.3 | | | |
|-----------------|----|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----|-------|-----|-------------|------|-------|-----|-------------|------|-------|-----|
| | | | | Faktor | Nr. | Krit. | Gr. | Faktor | Nr. | Krit. | Gr. | Faktor | Nr. | Krit. | Gr. |
| EK1 | | Bemessungsschnittgrößen | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.00 | LK1 | /s | 1 | 1.00 | LK2 | /s | 1 | 1.00 | LK3 | /s | |
| EK2 | | Charakteristische Werte | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.00 | G | LF1 | /s | - | 1.00 | Qn C | LF2 | - | 1.00 | Qn | LF3 |
| EK3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| EK4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| EK5 | | | | | | | | | | | | | | | |

Lastfälle

Lastkombinationen

Ergebniskombinationen

Lastfall-Bezeichnung

Bild 5.41: Tabelle 2.6 *Ergebniskombinationen*

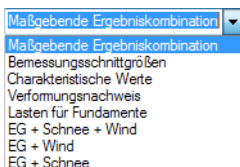
Ergebniskombination Nr.



Die Nummer der neuen Ergebniskombination ist voreingestellt, kann aber im Eingabefeld *EK Nr.* geändert werden. Die Reihenfolge der Ergebniskombinationen lässt sich über die Schaltfläche [Umnummerieren] im Dialog auch nachträglich anpassen (siehe [Tabelle 5.8](#) und [Kapitel 11.4.16, Seite 316](#)).

Ergebniskombination-Bezeichnung

Es kann ein beliebiger Name manuell eingegeben oder aus der Liste gewählt werden, um die Ergebniskombination kurz zu beschreiben. Da manuelle Einträge in der Liste gespeichert werden, sind sie für weitere Modelle verfügbar.



Zu berechnen

Das Kontrollfeld steuert, ob die Ergebniskombination bei der Berechnung berücksichtigt wird. Auf diese Weise lassen sich Ergebniskombinationen gezielt von der Berechnung ausklammern oder wieder aktivieren.

Belastung in Ergebniskombination

In diesen Spalten werden die Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen mit den zugehörigen Beiwerten ausgewiesen.

Die in Spalte *Faktor* angegebenen Werte basieren u. a. auf den Beiwerten, die von der gewählten Norm abhängig sind. Bei EN 1990 handelt es sich um die Teilsicherheitsbeiwerte γ , Kombinationsbeiwerte ψ , Abminderungsfaktoren ξ , und ggf. Zuverlässigkeitsbeiwerte K_{FI} einer jeden Einwirkung, die sich aus der Bemessungssituation und der Einwirkungskategorie ergeben.



Die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte gemäß Norm können über die Schaltfläche [Details] überprüft und ggf. angepasst werden. Es öffnet sich der Dialog *Beiwerte*, in dem die diversen Beiwerte in mehrere Register unterteilt sind. Das Register *Teilsicherheitsbeiwerte* für EN 1990 ist im [Bild 12.27](#) auf [Seite 384](#) dargestellt. Im Register *Kombinationsbeiwerte* werden die Faktoren ψ und ξ verwaltet (siehe [Bild 5.24, Seite 118](#)). Der Zuverlässigkeitsfaktor K_{FI} kann im Register *Schadensfolgeklassen* in einer Liste ausgewählt oder benutzerdefiniert festgelegt werden.

Kombinieren von Belastungen

Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* können Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen wie folgt in einer Kombination überlagert werden: Die relevanten Einträge sind in der Liste *Vorhandene Belastung* durch Anklicken zu selektieren. Eine Mehrfachselektion ist (wie in Windows üblich) mit der gedrückten [Strg]-Taste möglich (siehe [Bild 5.42](#)). Über die Schaltfläche oder werden die selektierten Einträge nach rechts in die Liste *Belastung in Ergebniskombination* übertragen.

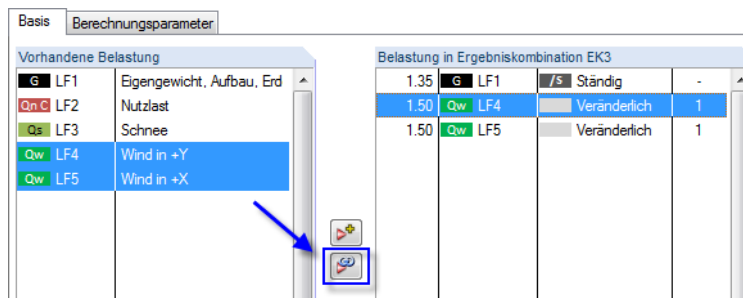
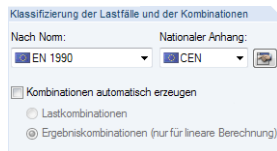


Bild 5.42: Mehrfachselektion zur Alternativbetrachtung zweier Lastfälle



Normvorgabe im Dialog
Modell-Basisangaben

Die Lastfall-Beiwerte werden nach der Norm angesetzt, die im Dialog *Modell-Basisangaben* vorgegeben ist. Falls erforderlich, können die voreingestellten Teilsicherheitsbeiwerte (siehe [Kapitel 12.2.1, Seite 384](#)) dort über die Schaltfläche angepasst werden.

Um eine Belastung aus einer Ergebniskombination zu entfernen, ist der Eintrag in der Spalte *Belastung in Ergebniskombination* des Dialogs zu selektieren. Mit der Schaltfläche oder per Doppelklick wird er dann in die Spalte *Vorhandene Belastung* zurückgeführt.

Die in der Ergebniskombination enthaltenen Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen können ihrer Wirkung entsprechend überlagert werden:

- **Belastungskriterium**

- **Ständige Wirkung**

Soll die Belastung permanent oder unbedingt angesetzt werden, ist sie mit dem Kriterium *Ständig* bzw. */s* zu versehen.

- **Veränderliche Wirkung**

Eine Belastung mit dem Kriterium *Veränderlich* wird nur dann in der Überlagerung berücksichtigt, wenn deren Schnittgrößen einen ungünstigen Beitrag zum Ergebnis liefern.

- **Überlagerungskriterium**

- **Additive Kombination**

Die Ergebnisse der Belastungen werden mit dem Kriterium „+“ additiv verknüpft. Im Dialog dient die Schaltfläche dazu, die markierten Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen in die Definitionsliste der Ergebniskombination zu übergeben.

- **Alternative Kombination**

Bei der Alternativbetrachtung anhand des Kriteriums „oder“ bzw. „o“ werden die Ergebnisse bestimmter Belastungen als sich gegenseitig ausschließend behandelt. Es fließen nur die Werte derjenigen Belastung ein, die den größten ungünstigen Beitrag liefert. Im Dialog lassen sich ausgewählte Belastungen mit der Schaltfläche in die Definitionsliste der Ergebniskombination übertragen.

Alternativ wirkende Belastungen sind in der Spalte *Gruppe* mit der gleichen Nummer gekennzeichnet.

Das Kriterium „orto“ (Englisch: „oder bis“) verknüpft eine Liste alternativer Belastungen vom ersten bis zum letzten Objekt. Die dazwischen liegenden Objekte sind nicht aufgelistet.

Alle in der Alternativüberlagerung erfassten Belastungen müssen einheitlich als ‚Ständig‘ oder ‚Veränderlich‘ gekennzeichnet sein. Nicht zulässig ist somit z. B. „LF1/s oder LF2“.



Die Beiwerte für übernommene Belastungen lassen sich individuell anpassen: Nach dem Selektieren der Belastung(en) in der Liste *Belastung in Ergebniskombination* kann im Eingabefeld unterhalb der geeignete Faktor eingetragen oder in der Liste gewählt werden. Ein Klick auf die Schaltfläche [Faktor zuordnen] wendet den neuen Faktor dann auf die Belastung(en) an.



Analog kann das Belastungskriterium (ständige oder veränderliche Wirkung) oder auch die Gruppenzugehörigkeit einer alternativen Belastung nachträglich geändert werden. Das neue Kriterium wird mit der Schaltfläche [Zuordnen] der selektierten Belastung zugewiesen.



Am unteren Ende der Liste *Vorhandene Belastung* sind mehrere Filteroptionen verfügbar. Sie erleichtern es, die Belastungen nach Lastfällen, Last- und Einwirkungskombinationen sowie Einwirkungskategorien geordnet zuzuweisen. Zudem besteht die Möglichkeit, die Auflistung auf noch nicht zugeordnete Belastungen einzugrenzen. Die Schaltflächen sind in [Tabelle 5.8](#) auf [Seite 133](#) beschrieben.



Über die Schaltfläche [Bearbeiten] rechts unten im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* lassen sich Ergebniskombinationen in einem Dialog manuell definieren.

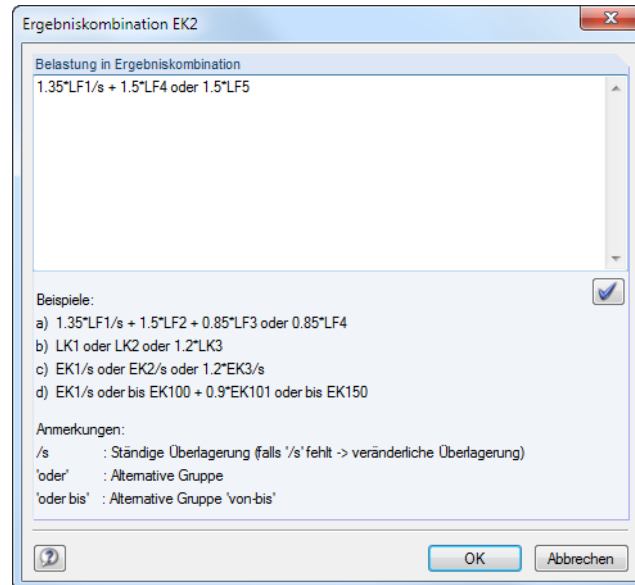


Bild 5.43: Dialog *Ergebniskombination* zur Definition über Bearbeitungsfeld

Im Eingabefeld *Belastung in Ergebniskombination* können die Lastfälle mit beliebigen Faktoren addiert bzw. mit „oder“ kombiniert 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 veränderlich überlagert.

- **LF1/s + LK2 + LF3 oder LF4 oder LF5** (entspricht **LF1/s + LK2 + LF3 oder bis LF5**)

Lastfall 1 fließt als ständig in die Überlagerung ein, Lastkombination 2 als veränderlich. Der ungünstigste der Lastfälle 3, 4 oder 5 wird ebenfalls mit dem Kriterium veränderlich überlagert (d. h. nur einer davon ist wirksam – falls er die Ergebniswerte vergrößert).

- **1.2*LK1/s + 0.2*EK1 oder -0.2*EK1**

Das 1.2-fache der Lastkombination 1 wird als ständig mit dem ungünstigeren Beitrag der positiven bzw. negativen 0,2-fachen Ergebniskombination 1 überlagert.

- **EK1/s o EK2/s o EK3/s o EK4/s** (entspricht **EK1/s oder bis EK4/s**)

Die Ergebniskombinationen 1 bis 4 werden als ständig wirkend untereinander verglichen. Die Einhüllende wird als ungünstigstes Ergebnis ermittelt.



Die Schaltfläche [Eingabe setzen] übergibt den Eintrag in die Liste *Belastung in Ergebniskombination* des Ausgangsdialogs.

Kommentar

Hier kann eine benutzerdefinierte Anmerkung eingetragen oder aus der Liste gewählt werden, um die Ergebniskombination näher zu beschreiben.

Berechnungsparameter

Das Register *Berechnungsparameter* im Dialog *Belastung* verwaltet verschiedene Optionen zur Steuerung der Berechnung. Im [Kapitel 7.2.1](#) ab [Seite 169](#) sind diese Parameter ausführlich beschrieben.

Bearbeiten einer Ergebniskombination

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Ergebniskombinationen nachträglich zu ändern:

- Menü **Bearbeiten** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Ergebniskombinationen**
- Kontextmenü oder Doppelklicken einer Ergebniskombination im *Daten-Navigator*

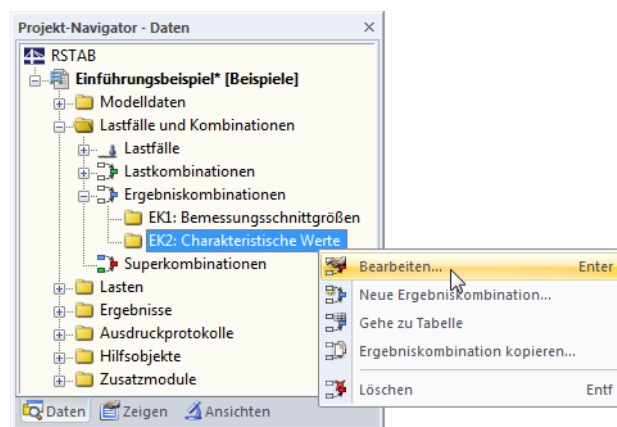


Bild 5.44: Kontextmenü einer Ergebniskombination

Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* (siehe [Bild 5.40](#), [Seite 129](#)) ist die EK durch Anklicken zu selektieren. Anschließend können die Definitionskriterien bearbeitet werden.

Schaltflächen

Im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* stehen unterhalb der Listen *Vorhandene Ergebniskombinationen* und *Vorhandene Belastung* mehrere Schaltflächen zur Verfügung. Sie sind mit folgenden Funktionen belegt:








| | |
|---|---|
|  | Eine neue Ergebniskombination wird angelegt. |
|  | Eine neue Ergebniskombination wird als Kopie der selektierten Kombination erzeugt. |
|  | Die selektierte Ergebniskombination wird mit einer neuen Nummer versehen, die in einem Dialog anzugeben ist. Diese EK-Nummer darf noch nicht vergeben sein. |
|  | Die selektierte Ergebniskombination wird gelöscht. |
|  | Die Liste zeigt nur Lastfälle an, die nicht in der Ergebniskombination enthalten sind. |
|  | Alle Lastfälle in der Liste werden selektiert. |
|  | Die Auswahl der Lastfälle wird umgekehrt. |

Tabelle 5.8: Schaltflächen im Register *Ergebniskombinationen*

5.6.2 Generierte Kombinationen

Beim Wechsel in das Dialogregister *Ergebniskombinationen* bzw. die Tabelle 2.6 werden die Kombinationen automatisch gebildet. Da die Lastfälle nicht manuell überlagert sind, präsentiert sich das Register *Basis* in abgewandelter Form (siehe Bild 5.40, Seite 129 für benutzerdefinierte Kombinationen).

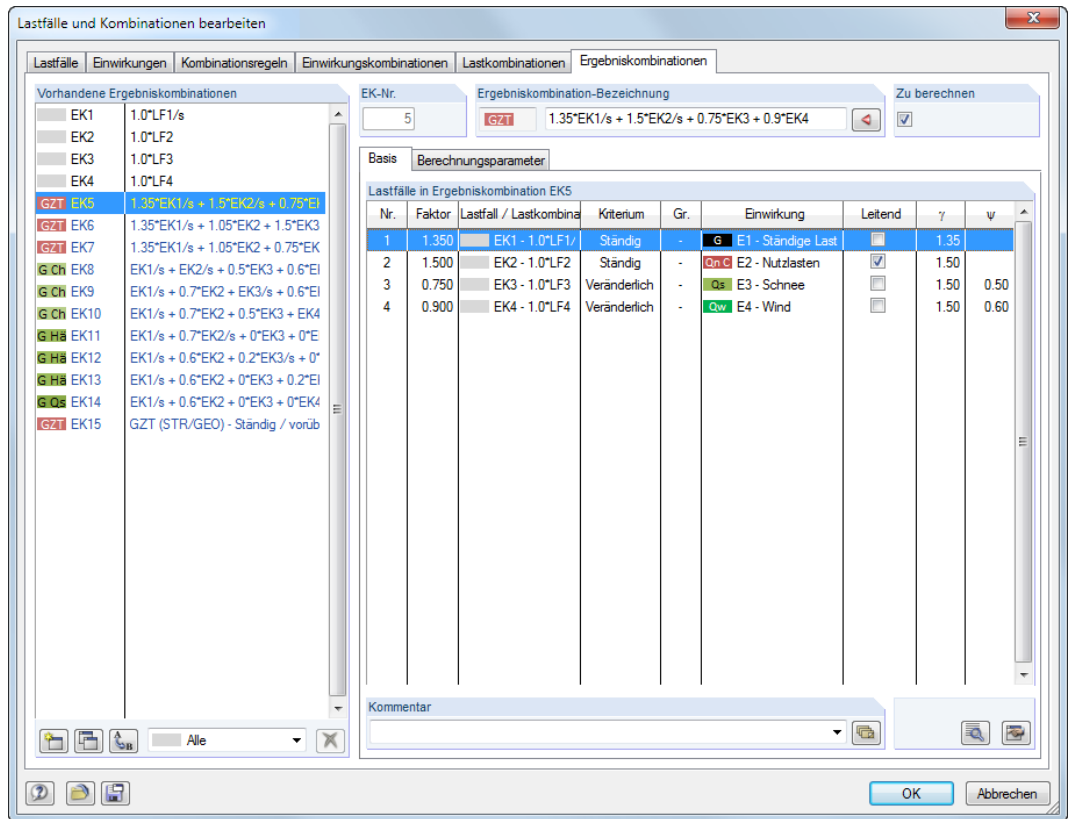
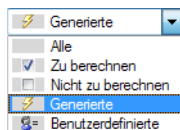


Bild 5.45: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Ergebniskombinationen*

Ergebniskombination Nr.

Die aus den Einwirkungskombinationen generierten Ergebniskombinationen sind fortlaufend nummeriert.



Links unten im Abschnitt *Vorhandene Ergebniskombinationen* des Dialogs *Belastung* können die generierten Kombinationen nach verschiedenen Kriterien gefiltert werden.

Ergebniskombination Bezeichnung

RSTAB vergibt Kurzbezeichnungen, die auf den Kombinationsregeln (Sicherheitsfaktoren und Lastfallnummern) basieren. Diese Bezeichnungen können bei Bedarf geändert werden.

Mit der Dialog-Schaltfläche erfolgt ein Sprung zurück in das Register *Einwirkungskombinationen* (siehe Kapitel 5.4, Seite 116). Dort ist die Einwirkungskombination selektiert, mit der die aktuelle Ergebniskombination erzeugt wurde.

Zu berechnen

Dieses Kontrollfeld steuert die Ergebnisermittlung für die im Abschnitt *Vorhandene Ergebniskombinationen* selektierte(n) Kombination(en).

Lastfälle in Ergebniskombination

In den Spalten werden die Lastfälle mit den zugehörigen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten ausgewiesen. Es ist nicht möglich, die Faktoren generierter Kombinationen zu ändern.

Wird ein Lastfall als *Leitend* in der Kombination angenommen, so ist er im Dialog entsprechend gekennzeichnet.



Über die Schaltfläche [Details] können die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte überprüft und ggf. angepasst werden. Der Dialog *Beiwerte* ist in mehrere Register unterteilt (siehe [Bild 12.27](#), [Seite 384](#) und [Bild 5.24](#), [Seite 118](#)).

Ergebniskombination hinzufügen

Die generierten Ergebniskombinationen können nicht bearbeitet, sondern nur gelöscht oder über das Kontrollfeld *Zu berechnen* von der Berechnung ausgeschlossen werden.



Mit der Schaltfläche [Neu] links unten im Abschnitt *Vorhandene Ergebniskombinationen* ist es möglich, eine benutzerdefinierte Kombination hinzuzufügen. Um die manuelle Definition zu ermöglichen, wird das Erscheinungsbild des Registers *Basis* angepasst.

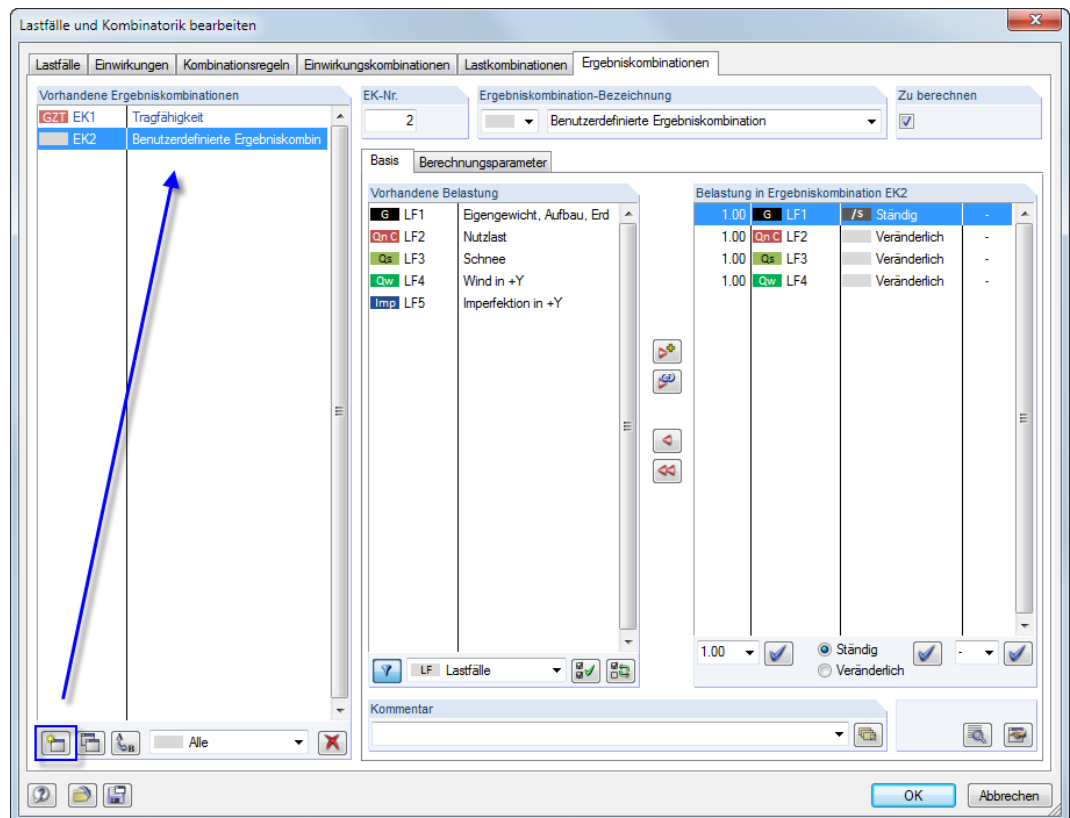


Bild 5.46: Hinzufügen einer benutzerdefinierten Ergebniskombination

Das vorherige [Kapitel 5.6.1](#) beschreibt ausführlich, wie Ergebniskombinationen manuell gebildet werden können.

5.7 Kombinationsschema

Lastfallkonstellationen lassen sich als *Kombinationsschema* speichern und wieder für ähnliche Anwendungsfälle verwenden. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Kombinationsschema**.

| LF | LF-Bezeichnung | Lastfalltyp | Eigengewicht | LF-Faktor |
|----|--------------------------------|---|-------------------------------------|-----------|
| 1 | Eigengewicht, Aufbau, Erddruck | Ständige Lasten | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.00 |
| 2 | Nutzlast | Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume | <input type="checkbox"/> | 1.00 |
| 3 | Schnee | Schnee (H <= 1000 m über NN) | <input type="checkbox"/> | 1.00 |
| 4 | Wind in +Y | Wind | <input type="checkbox"/> | 1.00 |
| 5 | Imperfektion in +Y | Imperfektion | <input type="checkbox"/> | 1.00 |
| 6 | | | | |

| LK | Lastkombination-Bezeichnung | Lastfälle in Lastkombination |
|----|-----------------------------|---|
| 1 | 1.35*LF1 | 1.35*LF1 |
| 2 | Maßgebende Lastkombination | 1.35*LF1 + 1.5*LF2 |
| 3 | Bemessungsschnittgrößen | 1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.75*LF3 |
| 4 | Charakteristische Werte | 1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.75*LF3 + 0.9*LF4 |
| 5 | Verformungsnachweis | 1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.75*LF3 + 0.9*LF4 + LF5 |
| 6 | Lasten für Fundamente | 1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF4 |

| EK | Ergebniskombination-Bezeichnung | Kombinationskriterien |
|----|---------------------------------|-----------------------|
| 1 | Tragfähigkeit | LK1/s oder bis LK15 |
| 2 | Gebrauchstauglichkeit | LF1 + LF2 + LF3 + LF4 |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |



Bild 5.47: Dialog *Kombinationsschema*



Im Abschnitt *Bezeichnung* kann ein Kombinationsschema aus der Liste gewählt oder über die Schaltfläche [Neu] erstellt werden.

Wurden im Modell schon Lastfälle definiert, so sind diese im Abschnitt *Lastfälle* eingetragen. Lastfälle können ergänzt werden, indem die letzte Zelle der Liste mit [Enter] oder [Tab] bestätigt wird. In Spalte *LF-Bezeichnung* können vordefinierte Bezeichnungen aus einer Liste gewählt werden.

Die Abschnitte *Lastkombinationen* und *Ergebniskombinationen* verwalten die Überlagerungsbedingungen für Lastkombinationen (siehe [Kapitel 5.5](#)) und Ergebniskombinationen (siehe [Kapitel 5.6](#)).

Ein Klick auf die Schaltfläche  speichert das Kombinationsschema. Mit der Schaltfläche  werden dann die Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen erzeugt.



Vergessen Sie nicht, die Belastung einzugeben: Das Kombinationsschema generiert nur ein Gerüst von Lastfällen, Last- und Ergebniskombinationen!

Bei Modellen, denen das gleiche Lastschema zugrunde liegt, können sämtliche Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen ohne weitere Eingaben generiert werden: Rufen Sie diesen Dialog auf, wählen das Schema in der Liste *Bezeichnung* aus und übernehmen es mit [OK].

5.8 Superkombinationen

Allgemeine Beschreibung



Superkombinationen können nur genutzt werden, wenn das Zusatzmodul **SUPER-EK** lizenziert ist.

Eine Superkombination (**SK**) ist einer Ergebniskombination ähnlich (siehe [Kapitel 5.6.1, Seite 128](#)). Es können jedoch auch Lastfälle und Kombinationen überlagert werden, die aus unterschiedlichen Modellen stammen. Auf diese Weise lassen sich Bauzustände mit wechselnden System- und Belastungsbedingungen erfassen, wie sie z. B. im Brückenbau auftreten.

Die Modellierung basiert auf einem Ausgangsmodell, das an den Baufortschritt angeglichen und jeweils als Kopie gespeichert werden kann. Dabei ist auf eine stimmige Nummerierung der Knoten und Stäbe zu achten, damit die Schnittgrößen bei der späteren Überlagerung in einer Superkombination korrekt zugeordnet werden. Es kann hilfreich sein, bereits im Ausgangsmodell Nullstäbe oder geteilte Stäbe zu verwenden.



Es können nur die Ergebnisse von Modellen überlagert werden, die sich im selben Projektordner befinden. Falls in den einzelnen Modellen keine Ergebnisse vorliegen, so werden sie vor der Überlagerung automatisch ermittelt.

Es ist auch möglich, die Ergebnisse einer Superkombination in einer weiteren SK zu überlagern.

Die Schnittgrößen von Superkombinationen lassen sich in vielen RSTAB-Zusatzmodulen für die Nachweise nutzen.

Anlegen einer neuen Superkombination

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Dialog *Belastung* zum Anlegen einer Superkombination aufzurufen:

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

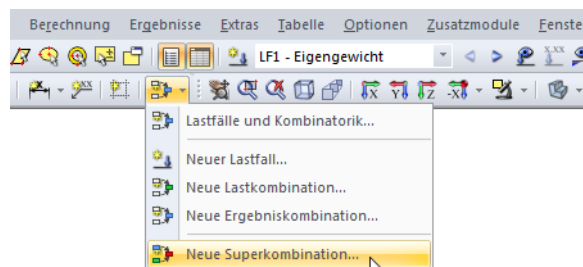


Bild 5.48: Schaltfläche *Neue Superkombination* in der Symbolleiste

- Kontextmenü des Navigatoreintrags *Superkombinationen*

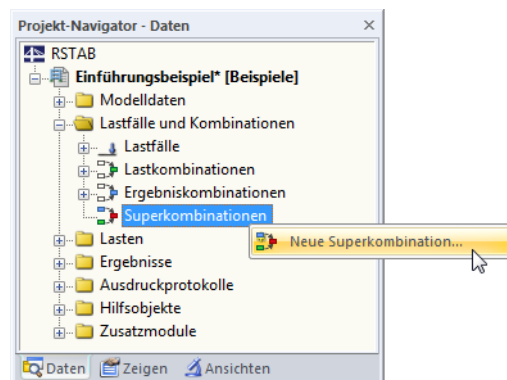


Bild 5.49: Kontextmenü *Superkombinationen* im Daten-Navigator

Es erscheint der Dialog *Neue Superkombination*.

Neue Superkombination

SK Nr.: 1 Superkombination-Bezeichnung: Extremwerte aller Bauzustände

Kombinationskriterium (z.B. $1,35 \cdot LF1 < \text{Modell 1} >$ oder $1,35 \cdot LF1 < \text{Modell 2} >$):
 EK1 <SOLARGESTELL POS1>/Ständig oder EK1 <SOLARGESTELL POS2>/Ständig oder EK1 <Solargestell Pos3>/Ständig

Norm: Eurocode

☐ Quadratische Überlagerung... Übernehmen in Tabelle

Modelle des aktuellen Projekts

| | |
|-------------------|--------------|
| Solargestell Pos1 | Ruhestellung |
| Solargestell Pos2 | 10°-Stellung |
| Solargestell Pos3 | 40°-Stellung |
| Zustand-alt | |
| Zustand-neu | |

Vorhandene LF, LK, EK und SK

| Nr. | LF-Art | Bezeichnung |
|-----|--------------|----------------------|
| LF1 | Ständige Las | Eg |
| LF2 | Nutzlasten | 40°, W (+X-Richtung) |
| LF3 | Nutzlasten | 40°, W (-X-Ri) |
| LK1 | | Geb-1c/1 |
| LK2 | | Geb-1c/2 |
| LK3 | | Bem-1c/1 |

Hinzufügen mit "+" -->
 Hinzufügen mit "ODER" -->

Belastung in Superkombination

| Nr. | Modell | Kriterium | Faktor | Gruppe |
|-----|-------------------|-----------|--------|--------|
| EK1 | SOLARGESTELL | Ständig | 1.00 | 1 |
| EK1 | SOLARGESTELL | Ständig | 1.00 | 1 |
| EK1 | Solargestell Pos3 | Ständig | 1.00 | 1 |

Faktor: 1.00
 Kriterium: ☒ Ständig ☐ Eventuell

OK Abbrechen

Bild 5.50: Dialog *Neue Superkombination*

SK Nr.



Die Nummer der neuen Superkombination ist voreingestellt, kann aber im Eingabefeld *SK Nr.* geändert werden. Über die Schaltfläche [Liste aller vorhandenen Superkombinationen] kann überprüft werden, welche Superkombinationen bereits vorliegen.

Superkombination-Bezeichnung

Es kann ein beliebiger Name manuell eingegeben oder in der Liste ausgewählt werden, um die Superkombination kurz zu beschreiben.

Kombinationskriterium

In diesem Eingabefeld können Lastfälle und Kombination aus unterschiedlichen Modellen mit beliebigen Faktoren addiert bzw. mit „oder“ kombiniert werden. Der Modellname ist jeweils in Winkelklammern zu setzen.

Bei der Beschreibung des Abschnitts *Belastung in Superkombination* weiter unten ist erläutert, wie eine Superkombination erzeugt werden kann. Das Kombinationskriterium wird beim Übertragen der Lastfälle und Kombinationen automatisch eingetragen.

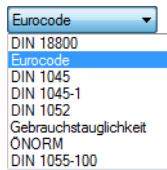


Die *Quadratische Überlagerung* ist standardmäßig deaktiviert. Somit werden die Schnittgrößen additiv überlagert. Diese Voreinstellung eignet sich für die meisten Anwendungsfälle. Eine quadratische Überlagerung von Schnittgrößen ist jedoch bei dynamischen Untersuchungen relevant, z. B. bei der Kombination von Lastfällen infolge von Zentrifugalkräften (siehe [Kapitel 7.2.2](#) auf [Seite 175](#)). Über die Schaltfläche [Einstellungen] ist es möglich, die Behandlung der Vorzeichen bei der quadratischen Überlagerung anzupassen.


Übernehmen in Tabelle

Wird das Kombinationskriterium manuell definiert, können die Vorgaben mit der Schaltfläche [Übernehmen in Tabelle] in den Abschnitt *Belastung in Superkombination* übergeben werden.

Norm



Die Liste enthält eine Auswahl an Regelwerken, die die Prinzipien zur Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken beschreiben. Die gewählte Norm steuert, nach welchen Regeln die Superkombination gebildet wird und welche Teilsicherheitsbeiwerte γ , Kombinationsbeiwerte ψ , Abminderungsfaktoren ξ etc. angesetzt werden (siehe [Kapitel 5.4](#), [Seite 116](#)).

Die Beiwerte können im Dialog *Norm bearbeiten* angepasst werden, der über die Schaltfläche  zugänglich ist.

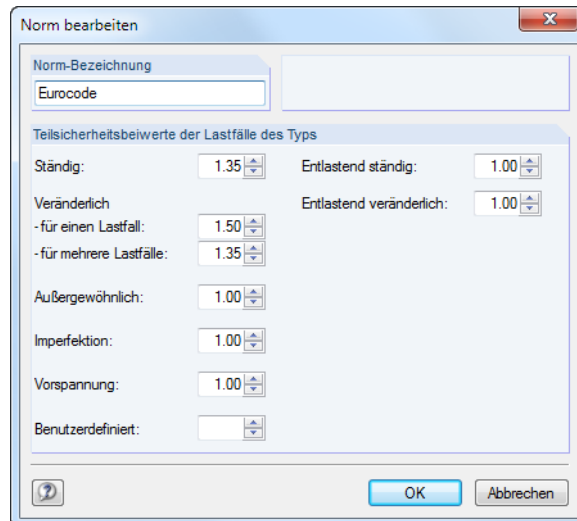


Bild 5.51: Dialog *Norm bearbeiten*

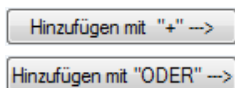


Über die Schaltfläche [Neu] ist es möglich, eine benutzerdefinierte Norm zu erstellen.

Modelle des aktuellen Projekts

In diesem Abschnitt sind alle Modelle aufgelistet, die im aktuellen Projekt existieren. Rechts wird die Miniaturansicht des selektierten Modells dargestellt, die die Auswahl erleichtert.

Vorhandene LF, LK, EK und SK



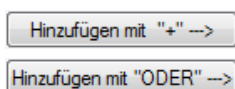
Es werden alle Lastfälle und Kombinationen angegeben, die im oben selektierten Modell vorliegen. Über die beiden [Hinzufügen]-Schaltflächen können Einträge nach rechts in die Liste *Belastung in Superkombination* übergeben werden (siehe folgender Abschnitt).

Belastung in Superkombination

Die Tabelle enthält alle in der Superkombination enthaltenen Lastfälle und Kombinationen. Es wird jeweils angegeben, aus welchem Modell der Lastfall stammt und welche Überlagerungskriterien und Beiwerte gelten.

Kombinieren von Belastungen

Zunächst ist im Abschnitt *Modelle des aktuellen Projekts* das Modell festzulegen, dessen Ergebnisse für die Überlagerung infrage kommen. Im Abschnitt *Vorhandene LF, LK, EK und SK* können anschließend die relevanten Lastfälle und Kombinationen selektiert werden. Eine Mehrfachselektion ist mit gedrückter [Strg]-Taste möglich (siehe [Bild 5.42](#), [Seite 131](#)).




Über die Schaltfläche [Hinzufügen mit „+“] oder [Hinzufügen mit „+“ oder „+“] lassen sich die selektierten Einträge nach rechts in die Liste *Belastung in Superkombination* übertragen. Dabei werden die Beiwerte nach der *Norm* angesetzt, die im Abschnitt oben eingestellt ist. Lastfälle der Einwirkungskategorie *Ständige Lasten* (siehe [Bild 5.5](#), [Seite 98](#)) werden automatisch mit dem Kriterium *Ständig* berücksichtigt.

Beim [Hinzufügen mit „+“] werden die Ergebnisse der Lastfälle und Kombinationen additiv verknüpft, beim [Hinzufügen mit „ODER“] als sich gegenseitig ausschließend behandelt (vgl. Beispiele im [Kapitel 5.6.1 Benutzerdefinierte Kombinationen, Seite 132](#)). Alle in einer Oder-Überlagerung betrachteten Lastfälle müssen einheitlich als *Ständig* oder als *Eventuell* gekennzeichnet sein.



Die Beiwerte bzw. Kriterien für übernommene Lastfälle lassen sich individuell anpassen: Nach dem Selektieren des Lastfalls in der Liste *Belastung in Superkombination* kann im Eingabefeld unterhalb der geeignete *Faktor* eingetragen oder in der Liste ausgewählt bzw. das geeignete *Kriterium* festgelegt werden. Ein Klick auf die Schaltfläche [Zuordnen] wendet dann die neuen Vorgaben auf die Belastung an.

Um einen Lastfall oder eine Kombination wieder aus einer Superkombination zu entfernen, ist der Eintrag in der Spalte *Belastung in Superkombination* zu selektieren. Mit der Schaltfläche  oder per Doppelklick wird der Lastfall in den Abschnitt *Vorhandene LF, LK, EK und SK* zurückgeführt.

Sind die Lastfälle und Kombinationen des Modells in die Superkombination aufgenommen, so ist im Abschnitt *Modelle des aktuellen Projekts* das nächste Modell zu selektieren. Nun können die relevanten Lastfälle und Kombinationen dieses Modells selektiert und wie beschrieben in die Superkombination übergeben werden.

Beispiele:

- **LK4<Modell-A>/ständig oder LK4<Modell-B>/ständig**

Die Lastkombinationen 4 von zwei verschiedenen Modellen werden als ständig wirkend verglichen.

- **$1.35 \cdot LF1<A>/s + 1.50 \cdot LF2<A> + 1.35 \cdot LF1/s + EK6<C> \text{ oder } EK67<D>$**

Die Lastfälle 1 der Modelle A und B fließen als ständig wirkend mit dem Faktor 1,35 in die Überlagerung ein, der Lastfall 2 des Modells A mit dem Faktor 1,50 jedoch nur, wenn er sich ungünstig auswirkt. Von den Ergebniskombinationen 6 der Modelle C und D wird nur der größere Beitrag berücksichtigt, der sich mit einem Faktor von jeweils 1,00 ergibt.

Bearbeiten einer Superkombination

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Superkombinationen nachträglich zu ändern:

- Menü **Bearbeiten** → **Lastfälle und Kombinationen** → **Superkombinationen**
- Kontextmenü oder Doppelklicken einer Superkombination im *Daten-Navigator*

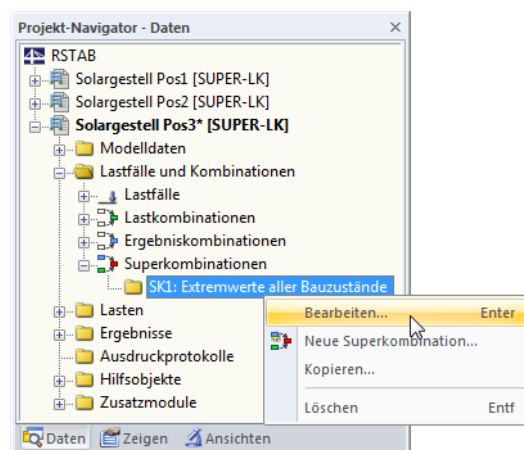


Bild 5.52: Kontextmenü einer Superkombination

Die Definitionskriterien können dann im Dialog *Superkombination bearbeiten* angepasst werden.

6 Lasten

Wie bei den Modelldaten bestehen verschiedene Möglichkeiten, die Lasten einzugeben: Sie können in einem **Dialog**, einer **Tabelle** und oft auch direkt **grafisch** definiert werden.

Eingabedialog aufrufen

Die Eingabedialoge und die grafische Eingabe sind auf verschiedene Arten zugänglich.

Menü Einfügen

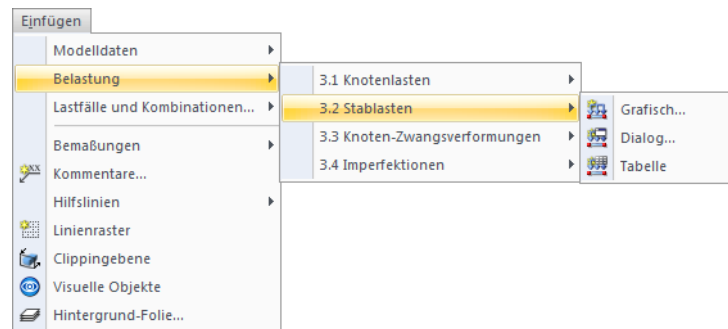


Bild 6.1: Menü Einfügen → Belastung

Symbolleiste Einfügen



Bild 6.2: Symbolleiste Einfügen

Kontextmenü im Daten-Navigator

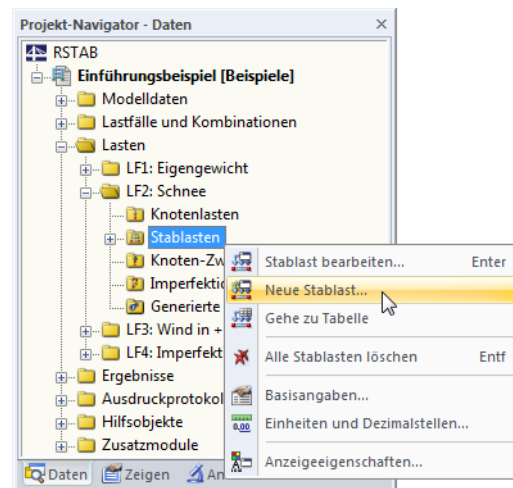


Bild 6.3: Kontextmenü der Lastobjekte im Daten-Navigator



Kontextmenü oder Doppelklicken in Tabelle

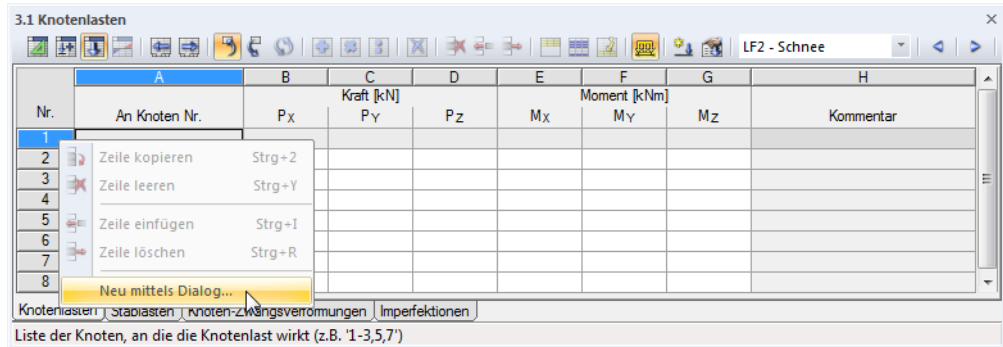


Bild 6.4: Kontextmenü in Lasten-Tabellen

Der Eingabedialog ist über das Kontextmenü (oder durch Doppelklicken) der Zeilennummer aktivierbar.

Bearbeitungsdialog aufrufen

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, den Dialog zum Bearbeiten eines Lastobjekts aufzurufen.

Menü *Bearbeiten*

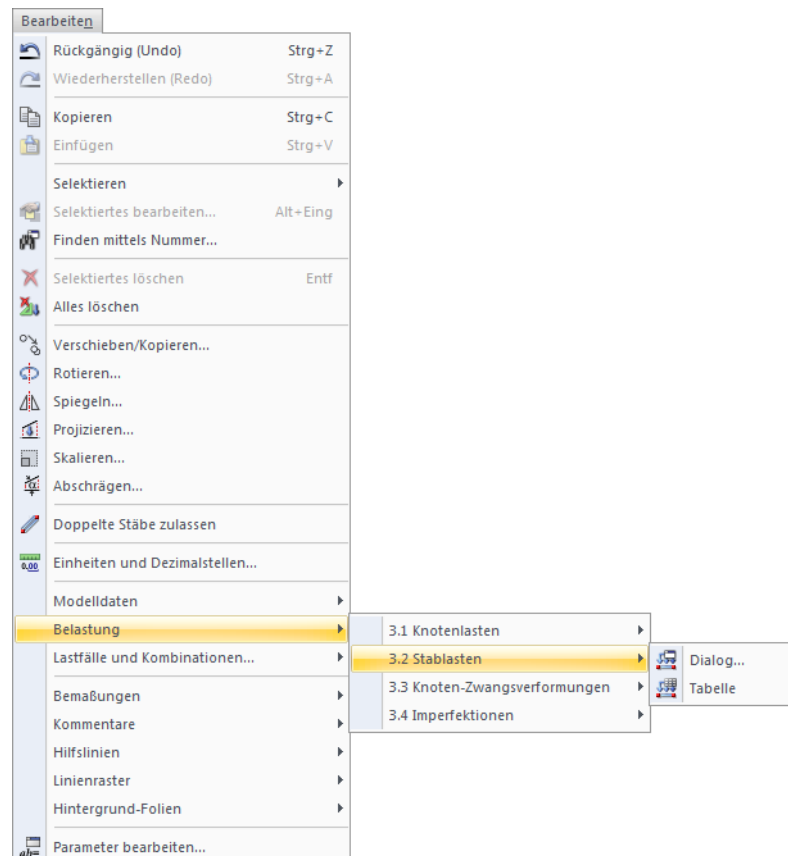


Bild 6.5: Menü *Bearbeiten* → *Belastung*

Bei der Option *Dialog* ist vor dem Erscheinen des Dialogs das Lastobjekt festzulegen.

Kontextmenü oder Doppelklicken in Grafik

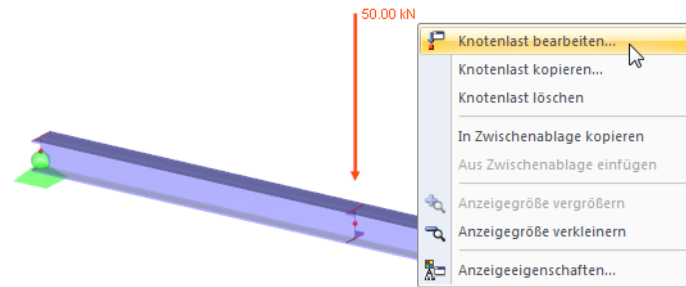


Bild 6.6: Kontextmenü einer Last im Arbeitsfenster

Kontextmenü oder Doppelklicken im Daten-Navigator

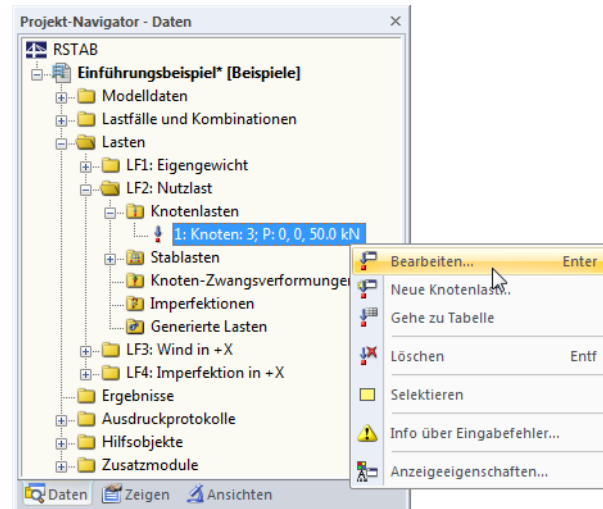


Bild 6.7: Kontextmenü der Belastungsobjekte im Daten-Navigator

Kontextmenü oder Doppelklicken in Tabelle

3.1 Knotenlasten

LF2 - Nutzlast

| Nr. | A | B | C | | D | E | F | G | H |
|-----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|-----------|
| | An Knoten Nr. | P _x | Kraft [kN] | | | Moment [kNm] | | | |
| | | | P _y | P _z | M _x | M _y | M _z | | Kommentar |
| 1 | 3 | 0.000 | 0.000 | 50.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen

Mittels Dialog bearbeiten...

Liste der Knoten, an die die Knotenlast wirkt (z.B. '1-3,5,7')

Bild 6.8: Kontextmenü in Lasten-Tabellen

Der Bearbeitungsdialog ist über das Kontextmenü (oder durch Doppelklicken) der Zeilennummer aktivierbar.

Tabelleneingabe



Die in der grafischen Oberfläche vorgenommenen Eingaben und Änderungen spiegeln sich sofort in den Tabellen wider und umgekehrt. Die Belastungstabellen sind über die dritte Schaltfläche von links in der Tabellen-Symbolleiste zugänglich.

The screenshot shows a software window titled '3.1 Knotenlasten'. It contains a table with columns for node numbers and load components. The table is titled 'Tabelle 3. Lasten'. The columns are: Nr., An Knoten Nr., B (Px), C (Py), D (Pz), E (Mx), F (My), G (Mz), and H (Kommentar). The first row (Nr. 1) shows a load at node 3 with Px=0.000, Py=0.000, Pz=50.000, and all moments are 0.000. Below the table are tabs for 'Knotenlasten', 'Stablasten', 'Knoten-Zwangsverformungen', and 'Imperfektionen'. At the bottom, it says 'Liste der Knoten, an die die Knotenlast wirkt (z.B. 1-3,5,7)'.

| Nr. | An Knoten Nr. | B | C | D | E | F | G | H |
|-----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| | | P _x | P _y | P _z | M _x | M _y | M _z | Kommentar |
| 1 | 3 | 0.000 | 0.000 | 50.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |

Bild 6.9: Schaltfläche [Tabelle 3. Lasten]

Daten lassen sich in tabellarischer Form schnell bearbeiten oder importieren (siehe [Kapitel 11.5](#) ab [Seite 317](#)).

In jedem Dialog und jeder Tabelle kann ein *Kommentar* ergänzt werden, der die Last näher beschreibt. Es lassen sich auch vordefinierte Kommentare verwenden (siehe [Kapitel 11.1.4](#), [Seite 261](#)).



Das Menü **Tabelle** → **Organisation Lastfalldaten** steuert, ob die Lasten in der aktuellen bzw. in allen Tabellen zeilenweise gelistet oder zusammengefasst werden. Die Einstellung kann auch in der Tabellen-Symbolleiste über die links dargestellten Schaltflächen vorgenommen werden; sie befinden sich rechts neben der Lastfall-Liste.

6.1 Knotenlasten

Allgemeine Beschreibung



Knotenlasten sind Kräfte und Momente, die an Knoten (siehe Kapitel 4.1, Seite 39) wirken.

Die Voraussetzung für eine Knotenlast ist, dass bereits ein Knoten definiert ist.

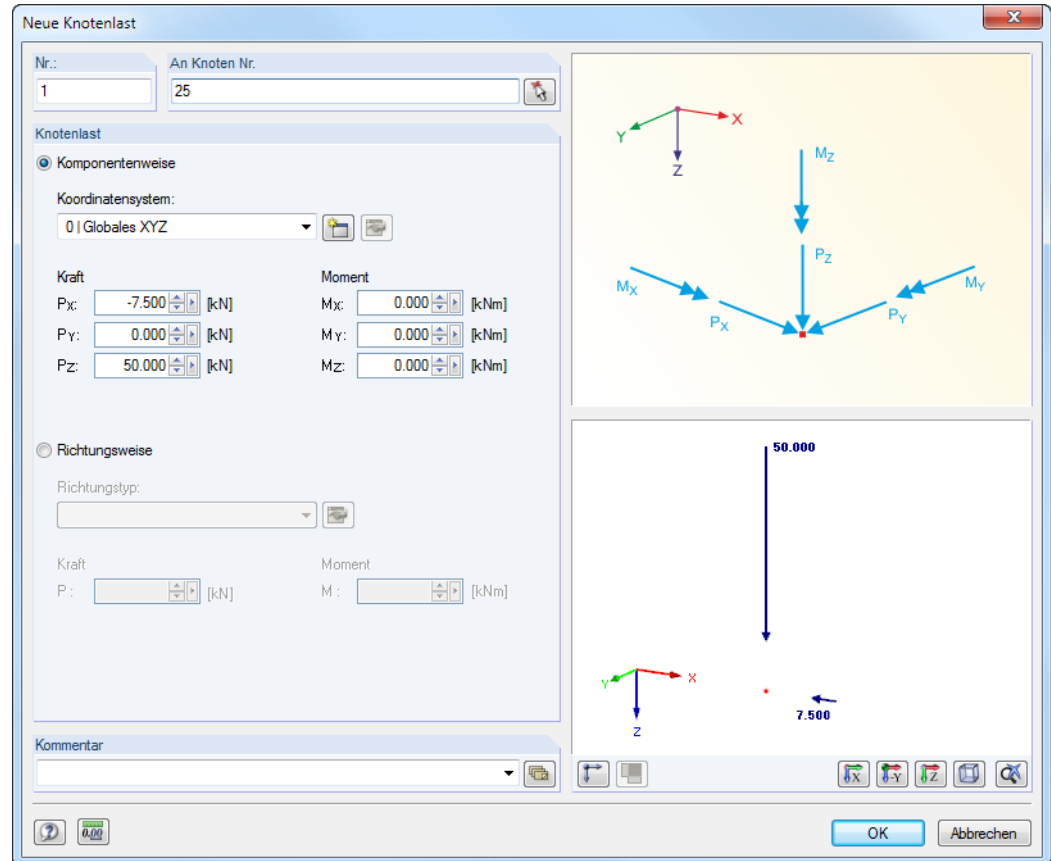


Bild 6.10: Dialog *Neue Knotenlast*

3.1 Knotenlasten

LF3 - Wind x-Richtung

| Nr. | An Knoten Nr. | Definitions- typ | Koordinaten- system | Kraft [kN] | Moment [kNm] | Richtung Typ | Kraft P [kN] | Moment M [kNm] | Kommentar |
|-----|---------------|---------------------|------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|
| | | | | P _x | P _y | P _z | M _x | M _y | M _z |
| 1 | 2 | Komponentenweise | 0 Globales XYZ | 7.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 1,11 | Komponentenweise | 0 Globales XYZ | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen | Generierte Lasten

Liste der Knoten, an die die Knotenlast wirkt (z.B. '1-3,5,7')

Bild 6.11: Tabelle 3.1 *Knotenlasten*

Die Nummer der Knotenlast wird im Dialog *Neue Knotenlast* automatisch vergeben, kann dort jedoch geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.

An Knoten Nr.

In diesem Eingabefeld sind die Nummern der Knoten festzulegen, an denen die Last wirkt. Die Auswahl kann über auch grafisch erfolgen.



Wenn die grafische Eingabe über die Schaltfläche gewählt wurde, sind zunächst die Lastdaten einzugeben. Nach [OK] können die relevanten Knoten nacheinander im Arbeitsfenster angeklickt werden.

Definitionstyp

Knotenlasten können *Komponentenweise* auf die Achsen des globalen oder benutzerdefinierten Koordinatensystems oder *Richtungsweise* auf ein Objekt bezogen definiert werden.

Koordinatensystem

In den meisten Fällen sind die Kräfte und Momente *Komponentenweise* als Vektoren auf das globale Koordinatensystem bezogen. Auch ein benutzerdefiniertes Koordinatensystem kann als Referenz dienen.

Kraft $P_X / P_Y / P_Z$

Beim Definitionstyp *Komponentenweise* sind die Werte der Kräfte in diese Eingabefelder bzw. Spalten einzutragen. Falls der Modelltyp bei den Basisangaben auf ein ebenes System reduziert wurde, sind nur die relevanten Felder zugänglich.

Moment $M_X / M_Y / M_Z$

Diese Eingabefelder bzw. Spalten verwalten die Werte der Momente.



Ein positives Moment wirkt rechtsschraubig um die entsprechende positive globale Achse. Das globale Achsenkreuz in der RSTAB-Gratik erleichtert die Eingabe.

Die Momente können nicht nur als Vektoren, sondern auch als Bögen dargestellt werden. Die Anzeigeeigenschaften (siehe [Kapitel 11.1.2, Seite 257](#)) werden gesteuert über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten.

Im *Anzeigeeigenschaften*-Dialog ist die *Kategorie* **Belastung** → **Knotenlasten** → **Knotenmomente** zu wählen. Auf der rechten Seite steht dann die Darstellungsart *Bogen* zur Auswahl.

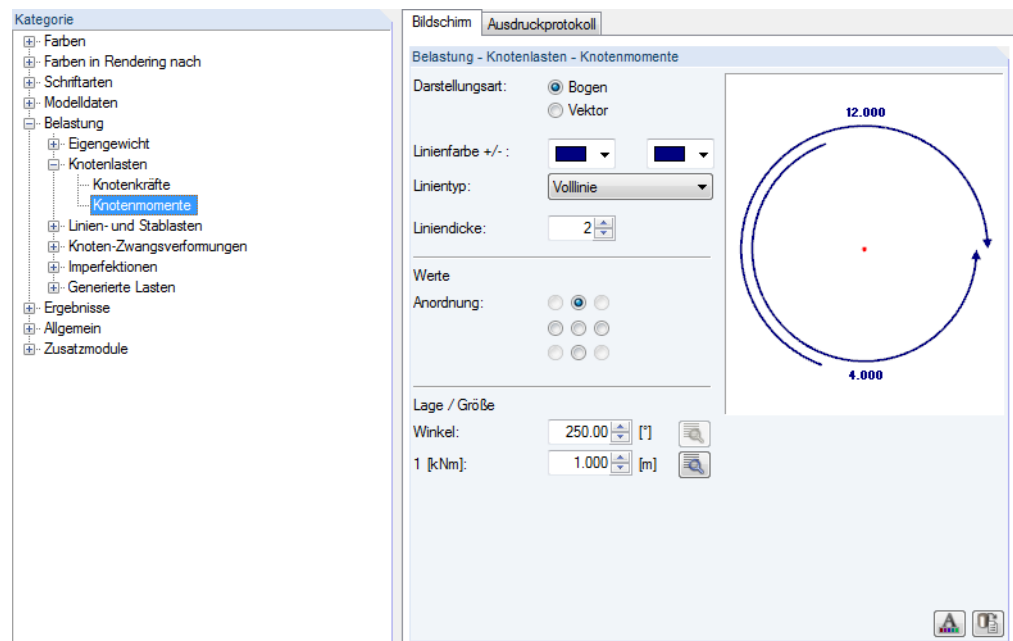
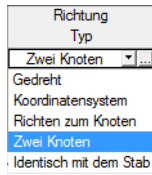


Bild 6.12: Dialog *Anzeigeeigenschaften* (Ausschnitt): Knotenmomente in Bogendarstellung



Knotenlasten können auch aus Excel-Tabellen übernommen werden (siehe [Kapitel 12.5.2, Seite 397](#)).

Richtung Typ



Beim Definitionstyp *Richtungsweise* kann die Lastrichtung unabhängig von einem Koordinatensystem beschrieben werden. Hierzu bestehen in der Liste verschiedene Definitionsmöglichkeiten. Ist die Auswahl getroffen, öffnet sich der Dialog *Richtung bearbeiten* zur Eingabe der weiteren Parameter.

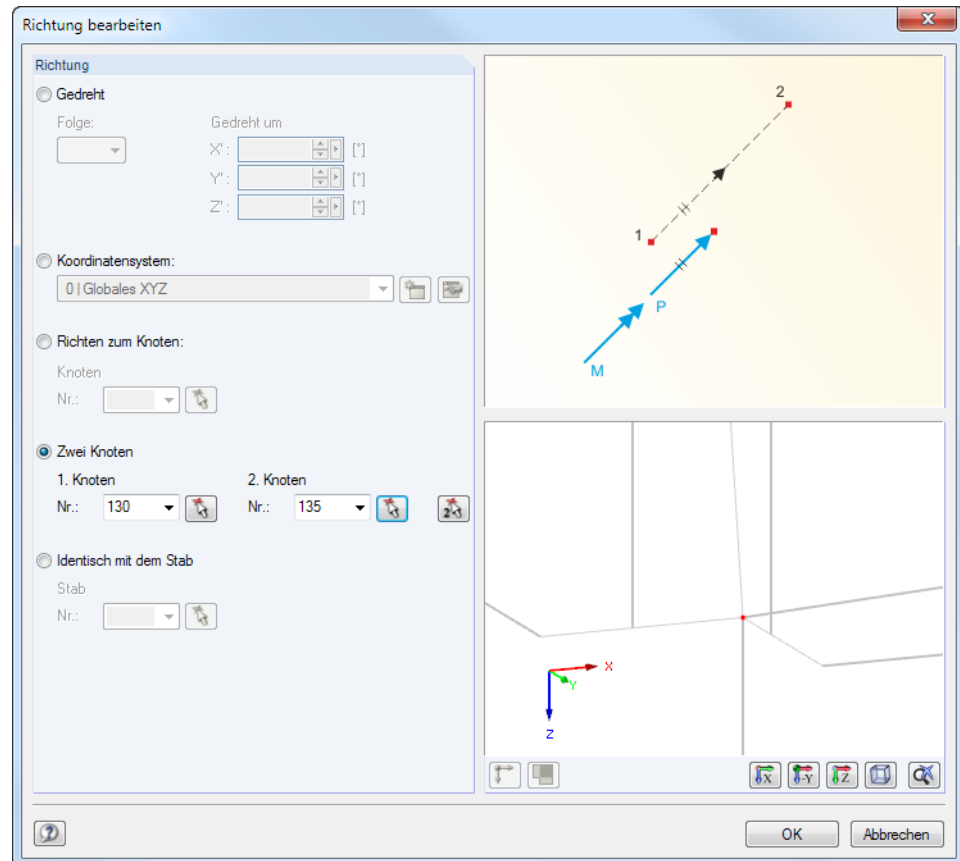


Bild 6.13: Dialog *Richtung bearbeiten*

Kraft P

Beim Definitionstyp *Richtungsweise* sind die Werte der Kräfte in diese Eingabefelder bzw. Spalten einzutragen.

Moment M

Diese Eingabefelder bzw. Spalten verwalten die Werte der Momente.

6.2 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.

Bild 6.14: Dialog *Neue Stablast*

3.2 Stablasten

| Nr. | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|-----|--------------|-------------------|------------------------|----------------|--------------|-------------|----------|---|--------------------|---|-------|
| | Beziehen auf | An Stabsätzen Nr. | Lastart | Lastverteilung | Lastrichtung | Bezugslänge | p [kN/m] | | Stablast-Parameter | | |
| 1 | Stäbe | 3-8,13,14,61-64 | Kraft | Konstant | Z | Wahre Länge | 0.750 | | p2 | | A |
| 2 | Stäbe | 121-124,129-136 | Anfangsvorspannung | Konstant | x | Wahre Länge | 2.000 | | | | |
| 3 | Stabsätze | 2 | Kraft | Konstant | z | Wahre Länge | 2.000 | | | | |
| 4 | Stabliste | 19,20,21 | Kraft | Punktuell | z | Wahre Länge | 5.500 | | | | 0.000 |
| 5 | Stäbe | 15-18,23-28,41-46 | Moment | Konstant | Z | Wahre Länge | 1.500 | | | | |
| 6 | | | Temperatur | | | | | | | | |
| 7 | | | L-Änderung | | | | | | | | |
| 8 | | | Versetzung | | | | | | | | |
| | | | Krümmung | | | | | | | | |
| | | | Anfangsvorspannung | | | | | | | | |
| | | | Rohrinhalt - voll | | | | | | | | |
| | | | Rohrinhalt - teilweise | | | | | | | | |

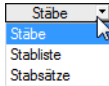
Knotenlasten Stablasten Knoten-Zwangsaktionen

Typ der Last (F7 zum Wählen)

Bild 6.15: Tabelle 3.2 *Stablasten*

Die Nummer der Stablast wird im Dialog *Neue Stablast* automatisch vergeben, kann dort jedoch geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.

Beziehen auf



Es ist festzulegen, auf welche Objekte die Stablast wirken soll. Folgende Möglichkeiten stehen zur Auswahl:

Stäbe

Die Last wirkt auf einen Stab oder jeweils einzeln auf mehrere Stäbe.

Stabliste

Die Last wirkt auf die Gesamtheit der Stäbe, die in einer Liste festzulegen sind. Bei trapezförmigen Stablasten werden so die Lastparameter nicht auf jeden Stab einzeln angesetzt, sondern als Gesamtlast auf alle Stäbe der Stabliste. Die Lastbilder einer trapezförmigen Stablast auf Einzelstäbe und auf eine Stabliste sind im [Bild 6.16](#) gegenübergestellt.

Über eine Stabliste lassen sich Lasten stabübergreifend aufbringen, ohne einen Stabzug zu definieren. Außerdem kann der Lastbezug schnell auf Einzelstäbe geändert werden.

Stabsätze

Die Last wirkt auf einen Stabsatz oder jeweils auf mehrere Stabsätze. Wie bei einer Stabliste werden die Lastparameter auf die Gesamtheit der im Stabsatz enthaltenen Stäbe angesetzt.

Stabsätze untergliedern sich in Stabzüge und Stabgruppen (siehe [Kapitel 4.11, Seite 94](#)). Während Stabsatzlasten uneingeschränkt auf Stabzüge aufgebracht werden können, ist für Stabgruppen Vorsicht geboten: Bei Trapezlasten ist der Bezug auf eine Stabgruppe meist problematisch.

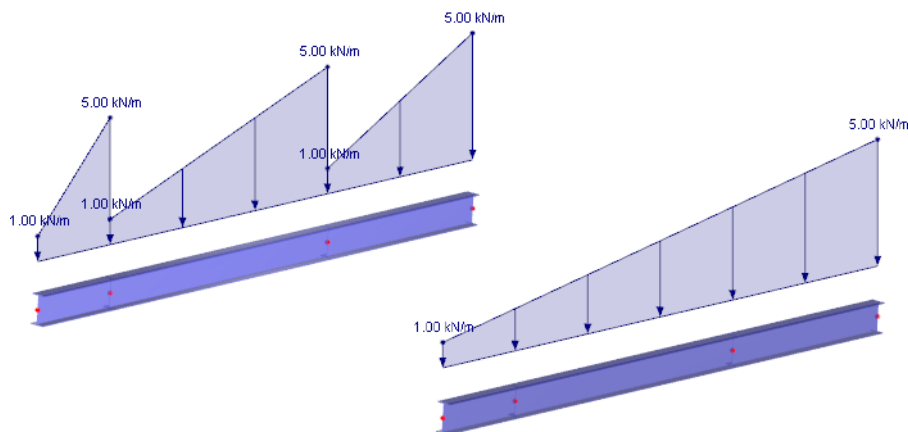


Bild 6.16: Trapezlast mit Bezug auf *Stäbe* (links) und mit Bezug auf *Stabliste* (rechts)

An Stäben Nr.



Im Eingabefeld sind die Nummern der Stäbe bzw. Stabsätze anzugeben, an denen die Last wirkt. Die Auswahl kann im Dialog auch grafisch erfolgen.

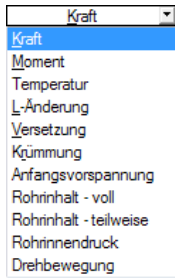


Wenn die grafische Eingabe über die Schaltfläche gewählt wurde, sind zunächst die Lastdaten einzugeben. Nach [OK] können die relevanten Stäbe oder Stabsätze nacheinander im Arbeitsfenster angeklickt werden.



Bei trapezförmigen oder veränderlichen Lasten mit Lastbezug auf eine Stabliste lassen sich die Stabnummern über die Dialog-Schaltfläche [Reihenfolge umkehren] passend anordnen.

Lastart



In diesem Abschnitt ist der Lasttyp festzulegen. Je nach Vorgabe werden bestimmte Bereiche des Dialogs bzw. Spalten der Tabelle deaktiviert. Es stehen folgende Lastarten zur Auswahl:

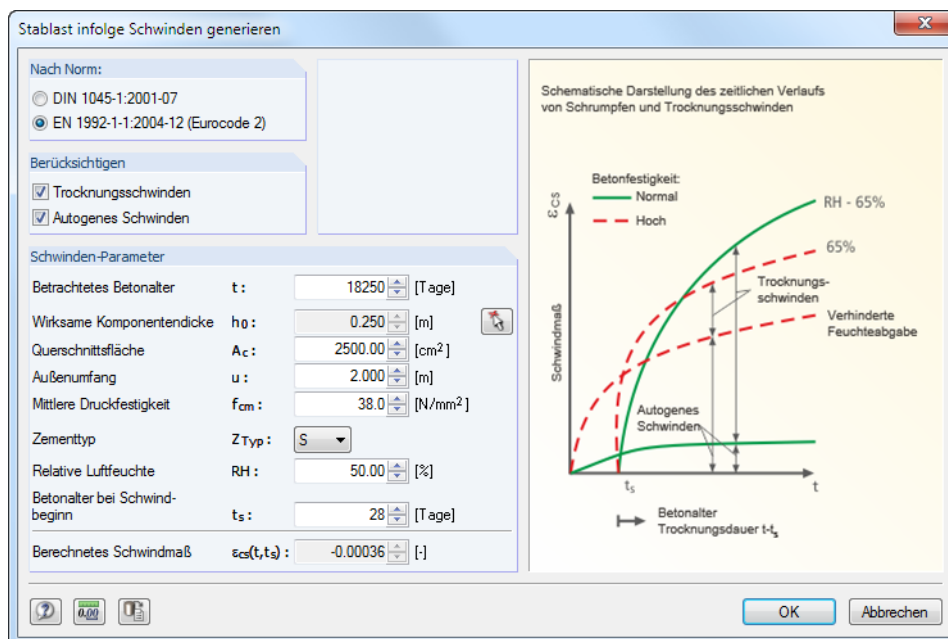
| Lastart | Kurzbeschreibung |
|------------------------|--|
| Kraft | Einzel-, Strecken- oder Trapezlast |
| Moment | Einzel-, Strecken- oder Trapezmoment |
| Temperatur | Gleichmäßig über den Stabquerschnitt verteilte Temperaturlast oder Temperaturunterschied zwischen Staboberseite und -unterseite Die Last wirkt konstant oder trapezförmig über die Stablänge bzw. trapezförmig über den Querschnitt. Ein positiver Lastwert bedeutet, dass sich der Stab bzw. die Oberseite erwärmt. |
| Längenänderung | Zwangsdehnung oder -stauchung ε des Stabes Ein positiver Lastwert bedeutet, dass der Stab gedehnt wird. Eine Vorspannung als Stabverkürzung ist somit negativ einzugeben. Das Schwindmaß kann über die links dargestellte Dialog-Schaltfläche aus den Parametern für Schrumpfen und Trocknungsschwinden ermittelt werden (siehe Beschreibung bei Bild 6.17). |
| Versetzung | Zwangsdehnung oder -stauchung Δl des Stabes |
| Krümmung | Zwangskrümmung des Stabes |
| Anfangsvorspannung | Vorspannkraft, die vor der Berechnung am Stab wirkt Ein positiver Lastwert bedeutet, dass der Stab gedehnt wird. |
| Rohrinhalt - voll | Streckenlast infolge vollständiger Füllung eines Rohres Es ist die Wichte γ des Rohrinhalts anzugeben. |
| Rohrinhalt - teilweise | Streckenlast infolge teilweiser Füllung eines Rohres Neben der Wichte γ des Rohrinhalts ist die Füllhöhe d anzugeben. |
| Rohrinneindruck | Gleichmäßiger Innendruck eines Rohres |
| Drehbewegung | Zentrifugalkraft aus Masse und Winkelgeschwindigkeit ω auf den Stab Die Rotationsachse kann über die Schaltfläche in einem separaten Dialog festgelegt werden. |

Tabelle 6.1: Lastarten

Die Grafik rechts oben im Dialog veranschaulicht die gewählte Lastart und die Wirkung der Vorzeichen von Kräften und Dehnungen. Mit der Schaltfläche in der unteren Grafik kann die Last im Rendering dargestellt werden.

Schwinden als zeitabhängige Volumenänderung ohne äußere Last- oder Temperatureinwirkung äußert sich in den Erscheinungsformen Trocknungsschwinden, autogenes Schwinden, plastisches Schwinden und Karbonatisierungsschwinden. Die Parameter für Stablasten infolge Schwindens können über die Schaltfläche in einem separaten Dialog festgelegt werden (siehe Bild 6.17).

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.

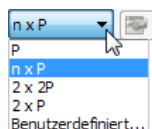

Bild 6.17: Dialog *Stablast infolge Schwinden generieren*

[OK] übergibt den Wert als Längenänderung ϵ in den Dialog *Neue Stablast*.

Lastverlauf

Der Abschnitt *Lastverlauf* bietet diverse Möglichkeiten, die Wirkung der Last abzubilden. Zur Veranschaulichung ist die Grafik rechts oben im Dialog hilfreich.

| Lastverlauf | Diagramm | Beschreibung |
|-----------------|--|--|
| Punktuell P | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Punktuell'</p> | <p>Einzellast, Einzelmoment</p> <p>Als <i>Lastparameter</i> sind die Größe der Einzellast bzw. des Einzelmoments und der Abstand des Lastangriffspunkts vom Stabanfang anzugeben.</p> |
| Punktuell n x P | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'n x P'</p> | <p>Mehrfach-Einzellasten bzw. -momente</p> <p>Die Liste bietet verschiedene Anordnungsmöglichkeiten für Lastpaare oder Mehrfach-Einzellasten wie z. B. Achslasten. Die Lasten lassen sich auch <i>Benutzerdefiniert</i> in einem separaten Dialog definieren, der dann mit der Schaltfläche aufzurufen ist.</p> <p>Die links gezeigte Option eignet sich für gleich große Einzelkräfte, die in einem konstanten Abstand voneinander wirken.</p> <p>Als <i>Lastparameter</i> sind die Größe der Einzellast, der Abstand der ersten Last vom Stabanfang und der Abstand der Lasten untereinander festzulegen.</p> |



Mehrfachlasten

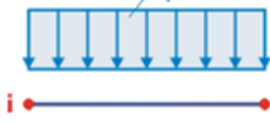
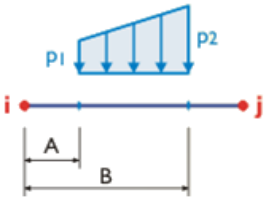
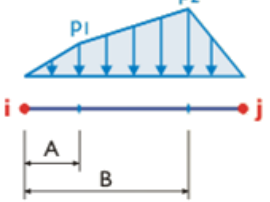
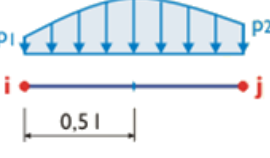
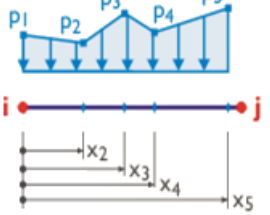

| | | |
|---------------|--|--|
| Konstant | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Konstant'</p>  | <p>Gleichstreckenlast, Gleichstreckenmoment</p> <p>Als <i>Lastparameter</i> ist die Größe der gleichförmigen Stablast bzw. des gleichförmigen Stabmoments anzugeben.</p> |
| Trapezförmig | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Trapezförmig'</p>  | <p>Trapezlast, Trapezmoment</p> <p>Für einen linear veränderlichen Lastverlauf sind als <i>Lastparameter</i> die beiden Lastgrößen und die Abstände gemäß nebenstehender Grafik festzulegen. Dreieckslasten werden erzeugt, indem eine Lastgröße zu null gesetzt wird.</p> <p>Wenn das Kontrollfeld <i>Abstand in %</i> aktiviert ist, können die Abstände relativ zur Stablänge angegeben werden.</p> |
| Viereckförmig | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Viereckförmig'</p>  | <p>Dreieck-Trapezlast, Dreieck-Trapezmoment</p> <p>Für einen abschnittsweise linear veränderlichen Lastverlauf sind die Lastgrößen und Abstände als <i>Lastparameter</i> gemäß nebenstehender Grafik anzugeben.</p> |
| Parabolisch | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Parabelförmig'</p>  | <p>Parabellast, Parabelmoment</p> <p>Die Last wirkt parabolförmig auf den gesamten Stab. Als <i>Lastparameter</i> sind die Lastgrößen am Stabanfang und Stabende sowie in Stabmitte einzutragen.</p> |
| Veränderlich | <p>Lastart 'Kraft' Lastverlauf 'Veränderlich'</p>  | <p>Polygonförmige Streckenlast</p> <p>Beim Klick auf die Schaltfläche  öffnet sich der im Bild 6.18 dargestellte Dialog. Dort können die Parameter des Lastverlaufs eingetragen oder importiert werden.</p> |

Tabelle 6.2: Lastverläufe

Um eine veränderliche Last abzubilden, können die Stellen x am Stab mit den zugeordneten Lastordinaten p in einem Dialog frei definiert werden (siehe Bild 6.18). Es ist auf eine aufsteigende Anordnung der x -Stellen zu achten. Die interaktive Grafik ermöglicht eine direkte Kontrolle der Eingabe.

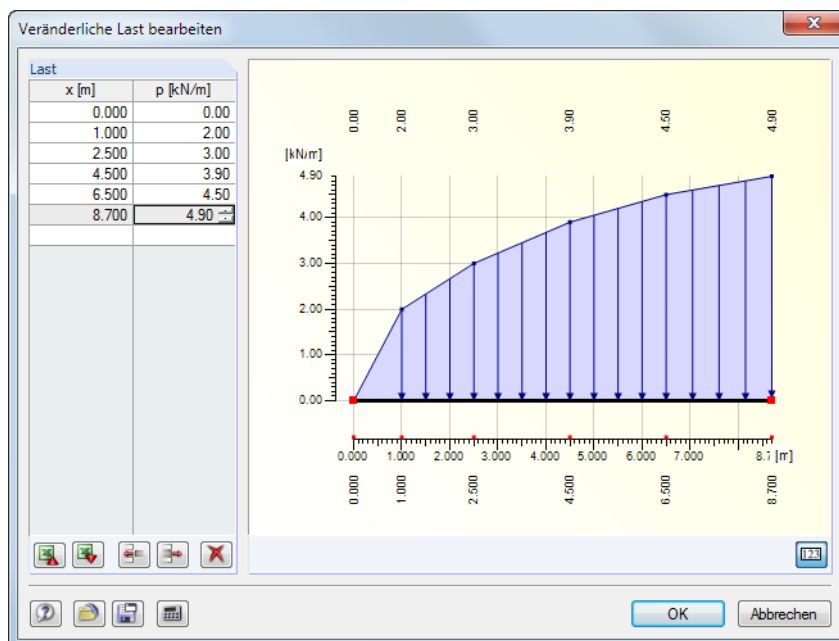
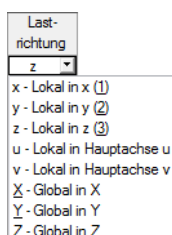


Bild 6.18: Dialog *Veränderliche Last bearbeiten*

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 6.3: Schaltflächen im Dialog *Veränderliche Last bearbeiten*



Lastrichtung

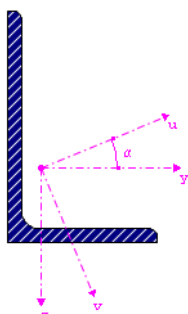
Die Last kann in Richtung der globalen Achsen X, Y, Z oder der lokalen Stabachsen x, y, z bzw. u, v (siehe [Kapitel 4.3](#), [Seite 53](#)) wirksam sein. Für die Berechnung spielt es keine Rolle, ob eine Last lokal oder gleichwertig global definiert wird: RSTAB behandelt alle Lasten als konservativ, d. h. sie werden auch bei geometrisch nichtlinearen Berechnungen unabhängig von der Verformung angesetzt. Die Richtung lokal definierter Lasten ist daher stets auf das unverformte Modell bezogen.

Falls der Modelltyp bei den Basisangaben auf ein ebenes System reduziert wurde, sind nicht alle Lastrichtungen zugänglich.

Lokal

Die Orientierung der Stabachsen ist im [Kapitel 4.7](#), Abschnitt [Stabdrehung](#) auf [Seite 77](#) beschrieben. Die lokale Achse x repräsentiert die Längsachse des Stabes. Bei symmetrischen Profilen stellt die Achse y die so genannte ‚starke‘ Achse des Stabquerschnitts, die Achse z die ‚schwache‘ Achse dar. Bei unsymmetrischen Querschnitten können die Lasten auf die Hauptachsen u und v 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 die Lage der lokalen Stabachsen für die Eingabe nicht beachtet werden.

Beispiele für global definierte Lasten sind Aufbau- oder Schneelasten auf Dachkonstruktionen und Windlasten auf Wand- oder Giebelstützen.

Die Wirkung der Last kann auf unterschiedliche Eintragslängen bezogen werden:

- **Bezogen auf wahre Stablänge**

Der Lasteintrag wird auf die gesamte, wahre Stablänge bezogen.

- **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 Dachs.



RSTAB setzt die Stablasten stets im Schubmittelpunkt an. Eine planmäßige Torsion aufgrund der Profilgeometrie (Schwerpunkt ungleich Schubmittelpunkt) wird nicht erfasst. Bei unsymmetrischen Querschnitten ist daher zusätzlich ein Torsionsmoment aus Last mal Abstand zum Schubmittelpunkt aufzubringen, falls der Lasteintrag z. B. im Schwerpunkt erfolgt.

Lastparameter

In diesem Abschnitt bzw. diesen Spalten werden die Lastgrößen und eventuell zusätzliche Parameter verwaltet. Die Eingabefelder sind in Abhängigkeit von den zuvor aktivierten Auswahlfeldern zugänglich und entsprechend beschriftet.


Last p_1 / p_2

In diese Felder sind die Lastgrößen einzutragen. Die Vorzeichen sind mit den globalen bzw. lokalen Achsenorientierungen abzugleichen. Bei Vorspannungen, Temperatur- und Längenänderungen bedeutet ein positiver Lastwert, dass der Stab gedehnt wird und eine Längung erfährt.

Bei einer trapezförmigen Last müssen zwei Lastwerte angegeben werden. Die Grafik im Dialog rechts oben veranschaulicht die Lastparameter.

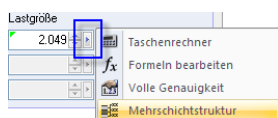
Abstand A / B


Bei punktuellen Lasten und Trapezlasten sind in diesen Eingabefeldern die Abstände vom Stabanfang anzugeben. Die Abstände können auch relativ zur Stablänge festgelegt werden, indem das Kontrollfeld *Abstand in %* aktiviert wird (siehe unten).

Die Grafik rechts oben im Dialog und die Schaltfläche  in der unteren Grafik sind hilfreich bei der Eingabe der Parameter.

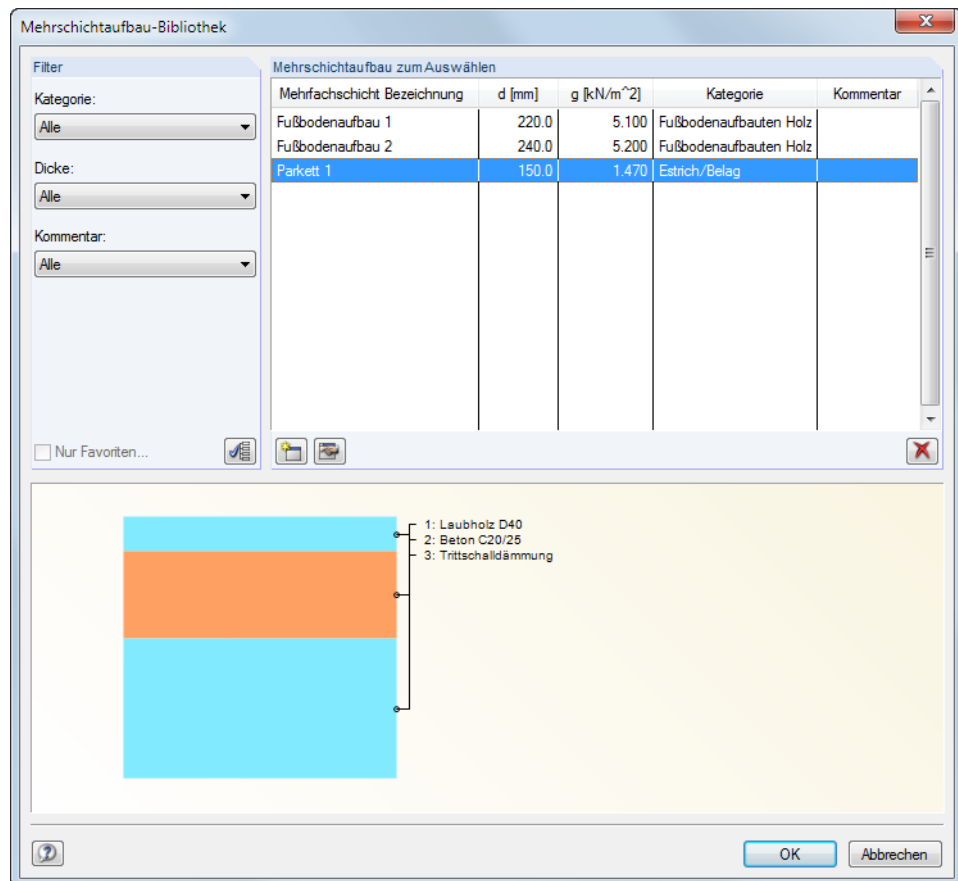
Mehrschichtaufbau-Last

Es können Lasten aus den Flächengewichten von Materialien erzeugt werden, die als mehrschichtige Lagen wirken. Damit lässt sich auf einfache Weise z. B. der Aufbau von Fußböden oder Belägen erfassen.



Die Funktion ist im Dialog *Neue Stablast* (Bild 6.14) zugänglich über die Schaltfläche , die sich rechts neben dem Eingabefeld der Lastgröße befindet. Im Kontextmenü ist dann der Eintrag *Mehrschichtstruktur* zu wählen.

Es öffnet sich die *Mehrschichtaufbau-Bibliothek*, in der benutzerdefinierter Materialschichtungen eingegeben werden können (siehe Bild 6.19).


Bild 6.19: Dialog *Mehrschichtaufbau-Bibliothek*

Das Konzept dieser Datenbank entspricht dem der Materialbibliothek (siehe [Kapitel 4.2, Seite 46](#)). Über die Schaltflächen und können Mehrschichtaufbauten erstellt bzw. geändert werden.

| Schichten | | | | | |
|-------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------|-----------|
| Schicht Nr. | Schicht / Material Bezeichnung | Dicke d [mm] | Spez. Gewicht γ [kN/m³] | Flächengewicht g [kN/m²] | Kommentar |
| 1 | Baustahl S 235 | 10.0 | 78.50 | 0.785 | |
| 2 | PVC-U (hart) | 3.0 | 1.90 | 0.006 | |
| 3 | Beton C30/37 | 160.0 | 25.00 | 4.000 | |
| 4 | | | | | |
| | | $\Sigma d :$ | 173.0 | $\Sigma g :$ | 4.791 |
| Kommentar: | | | | | |

Bild 6.20: Dialog *Neue Mehrfachschicht, Abschnitt Schichten*

Die *Schichten* können einzeln zusammengesetzt werden. Dabei besteht über die Schaltfläche Zugriff auf die Materialbibliothek (siehe [Kapitel 4.2, Seite 46](#)).

Aus der *Dicke* und dem *Spezifischen Gewicht* wird das *Flächengewicht* (Spalte D) ermittelt. Die aktuelle Schicht wird in der Dialoggrafik mit einem Pfeil gekennzeichnet.

Nach dem Bestätigen des Dialogs erscheint der Dialog *Flächenlast in Linienlast konvertieren*, in dem die *Einflussbreite* der Last anzugeben ist (siehe [Bild 6.21](#)).

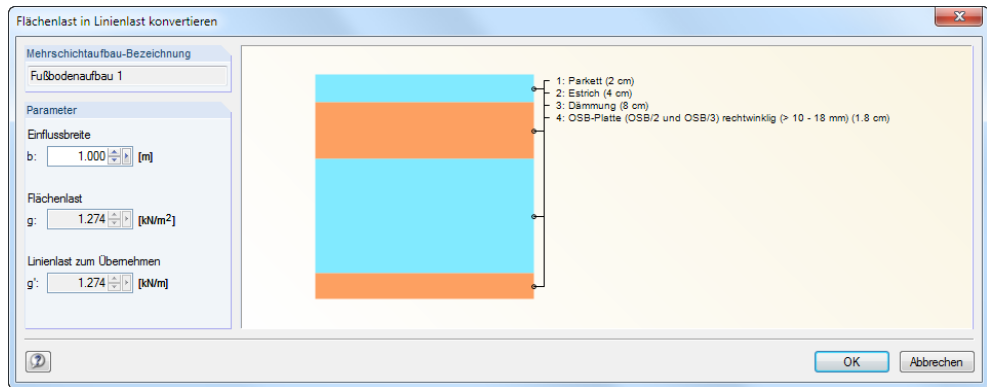


Bild 6.21: Dialog *Flächenlast in Linienlast konvertieren*

Nach der Übernahme mit [OK] wird das Stabgewicht in den Ausgangsdialog eingetragen. Im Eingabefeld erscheint ein grünes Dreieck (siehe Grafik am Rand auf [Seite 154](#)), das auf den parametrisierten Eingabewert hinweist. Über einen Klick auf dieses Dreieck sind die Eingabeparameter für Änderungen wieder zugänglich.

Abstand in %

Ist dieses Kontrollfeld aktiviert, können die Abstände von Einzel- oder Trapezlasten relativ zur Stablänge definiert werden. Anderenfalls stellen die Angaben in den weiter oben beschriebenen *Abstand*-Eingabefeldern absolute Strecken dar.

Über gesamte Länge

Das Kontrollfeld kann nur bei trapezförmigen Lasten aktiviert werden. Es bewirkt, dass die linear veränderliche Last von Stabanfang bis Stabende angeordnet wird. Die Eingabefelder *Stablast-Parameter A/B* sind bedeutungslos und deshalb unzugänglich.

Beispiel:

In einem Beispiel sind Stablasten für ein ebenes Fachwerk definiert. Es zeigt, dass die Stäbe nicht durch Zwischenknoten geteilt werden müssen, um Einzellasten anzusetzen.

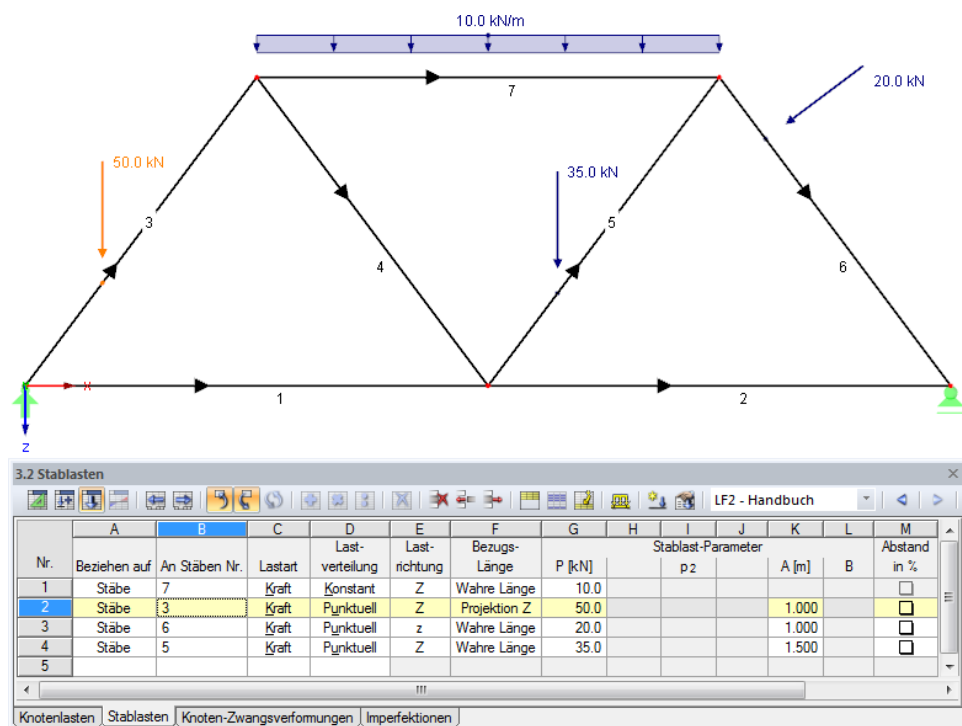


Bild 6.22: Fachwerk mit Streckenlast am Obergurt und Einzellasten an den Diagonalen

6.3 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 die Richtung der Verformung eine Lagerung aufweisen.

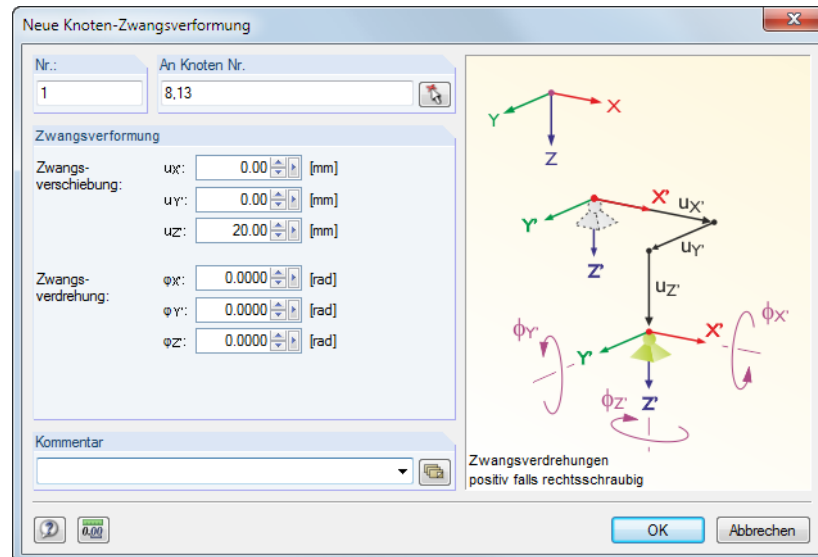


Bild 6.23: Dialog *Neue Knoten-Zwangsverformung*

3.3 Knoten-Zwangsverformungen

| Nr. | An Knoten Nr. | Verschiebung | | | Verdrehung | | | Kommentar |
|-----|---------------|--------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| | | u_x [mm] | u_y [mm] | u_z [mm] | ϕ_x [rad] | ϕ_y [rad] | ϕ_z [rad] | |
| 1 | 13,14 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen

Liste der gelagerten Knoten mit der Zwangsverformung (z.B. '1-3,5,7').

Bild 6.24: Tabelle 3.3 *Knoten-Zwangsverformungen*

Die Nummer der Last wird im Dialog *Neue Knoten-Zwangsverformung* automatisch vergeben, kann dort jedoch geändert werden.

An Knoten Nr.

In diesem Eingabefeld sind die Nummern der Knoten festzulegen, an denen die Zwangsverformung wirkt. Die Auswahl kann im Dialog mit auch grafisch erfolgen.



Wenn die grafische Eingabe über die Schaltfläche gewählt wurde, sind zunächst die Verformungen einzugeben. Nach [OK] können die relevanten Knoten nacheinander im Arbeitsfenster angeklickt werden.

Zwangsverschiebung $u_{x'}$ / $u_{y'}$ / $u_{z'}$

Zwangsverschiebungen können in Richtungen parallel zum globalen Koordinatensystem angesetzt werden. Wirkt eine Verschiebung des gelagerten Knotens nicht parallel zu einer der globalen Achsen, so sind deren X-, Y- und Z-Anteile zu ermitteln und in die entsprechenden Eingabefelder einzutragen.



Bei Lagerdrehungen sind die Zwangsverschiebungen auf die gedrehten Achsen bezogen. Die Grafik im Dialog veranschaulicht die Wirkung von Verschiebungen und Vorzeichen.

Zwangsverdrehung $\varphi_{X'}$ / $\varphi_{Y'}$ / $\varphi_{Z'}$

Knotenverdrehungen sind ebenfalls auf das globale, ggf. gedrehte XYZ-Koordinatensystem bezogen. Eine schief wirkende Zwangsrotation erfordert die Zerlegung in die X-, Y- und Z-Anteile.

Eine positive Zwangsverdrehung wirkt rechtsschraubig um die jeweilige positive globale Achse.

6.4 Imperfektionen

Allgemeine Beschreibung



In RSTAB lassen sich Imperfektionen auf zwei Arten erfassen:

- **Ersatzlasten** für Stäbe und Stabsätze
- Vorverformtes **Ersatzmodell** aus dem Zusatzmodul RSIMP

Dieses Kapitel beschreibt die Imperfektionen in Form von Ersatzlasten. Nähere Informationen zur Generierung von Ersatzmodellen finden Sie im Handbuch des Zusatzmoduls **RSIMP**.

Imperfektionen bilden fertigungstechnische Abweichungen in der Modellgeometrie und in den Materialeigenschaften ab. In EN 1993-1-1 Absatz 5.3 ist der Ansatz von Imperfektionen als Vorkrümmungen (Durchbiegungen) und Vorverdrehungen (Schiefstellungen) geregelt. Dabei werden die Imperfektionen durch gleichwertige Ersatzlasten berücksichtigt.

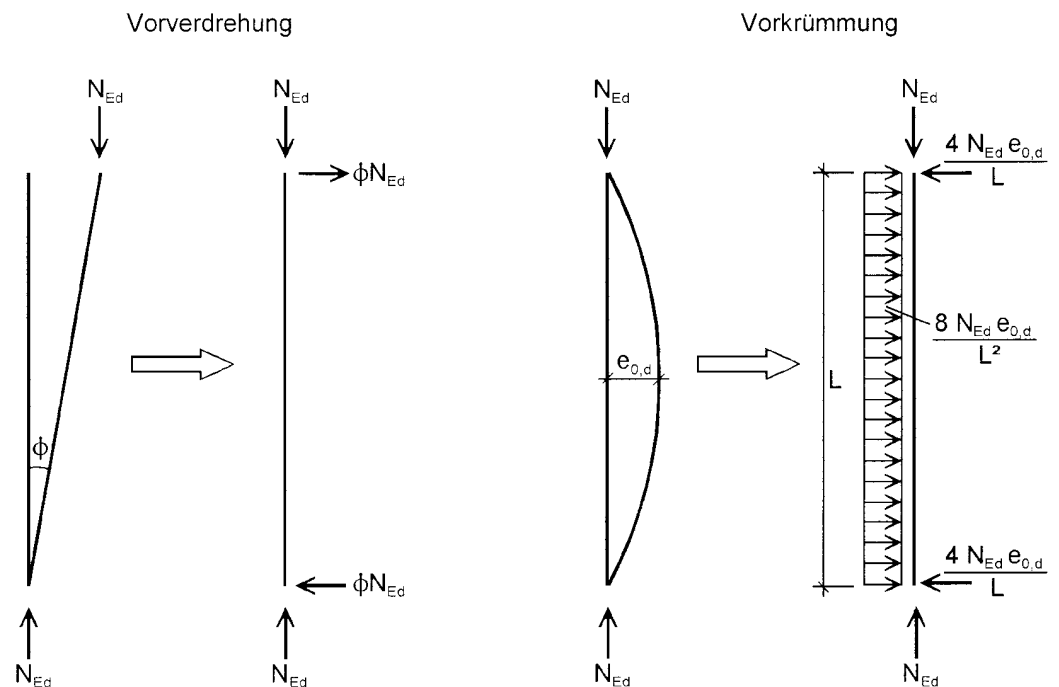


Bild 6.25: Ersatzbelastungen nach EN 1993-1-1



RSTAB erfasst auch die Ersatzbelastungen, wenn nach Theorie I. Ordnung gerechnet wird. Dabei ist allerdings zu beachten, dass ein reiner Imperfektionslastfall keine Schnittgrößen liefert. Das Modell 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 in Lastkombinationen in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden. Lastfälle mit

reinen Imperfektionslasten sind bei den Lastfall-Basisangaben (siehe Bild 5.3, Seite 97) als Einwirkungstyp **Imperfektion** zu klassifizieren. Die Plausibilitätskontrolle würde sonst eine Meldung wegen fehlender Lasten ausgeben.

Generell sind Ersatzimperfektionen affin zum niedrigsten Knickeigenwert in ungünstigster Richtung anzusetzen.

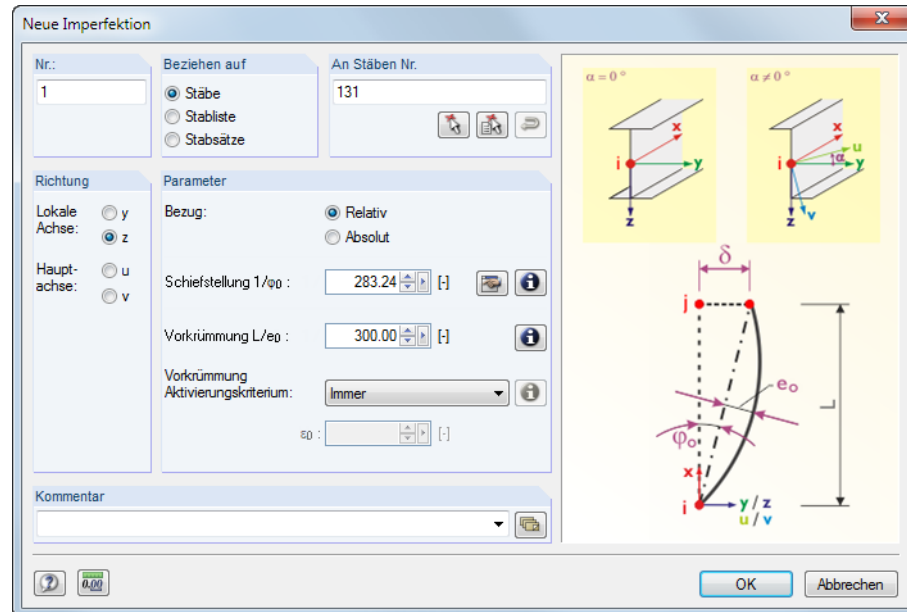


Bild 6.26: Dialog *Neue Imperfektion*

3.4 Imperfektionen

| Nr. | Beziehen auf | An Stäben Nr. | Richtung | Bezug | Schiefstellung 1/ε₀ [-] | Vorkrümmung L/ε₀ [-] | Aktivität Kriterium | w₀ berücksichtigen ab ε₀ [-] | Kommentar |
|-----|--------------|---------------|----------|---------|-------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | Stäbe | 1 | z | Relativ | 200.00 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |
| 2 | Stäbe | 81 | y | Relativ | 250.00 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |
| 3 | Stäbe | 82 | y | Relativ | 250.00 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |
| 4 | Stäbe | 83 | y | Relativ | 250.00 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |
| 5 | Stabliste | 2,11 | z | Relativ | 200.00 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |
| 6 | Stabliste | 3,12 | z | Relativ | 200.00 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |
| 7 | Stäbe | 14 | z | Relativ | 283.24 | 300.00 | EN 1993-1-1 (5.8) | | |

Knotenlasten | Stablasten | Knoten-Zwangsverformungen | Imperfektionen

Beziehen auf

Bild 6.27: Tabelle 3.4 *Imperfektionen*

Die Nummer der Imperfektion wird im Dialog *Neue Imperfektion* automatisch vergeben, kann dort jedoch geändert werden. Die Reihenfolge der Nummerierung spielt keine Rolle.

Beziehen auf

Es ist festzulegen, auf welche Objekte die Imperfektion wirken soll. Folgende Möglichkeiten stehen zur Auswahl:

Stäbe

Die Imperfektion wirkt auf einen Stab oder jeweils einzeln auf mehrere Stäbe.

Stabliste

Die Imperfektion wirkt auf die Gesamtheit der Stäbe, die in einer Liste festzulegen sind. Die Vorverformungen und Schiefstellungen werden so nicht auf jeden Stab einzeln angesetzt, sondern als Gesamtimperfektion auf alle Stäbe der Stabliste. Die Lastbilder einer Imperfektion auf Einzelstäbe und auf eine Stabliste sind im Bild 6.28 gegenübergestellt.

Über eine Stabliste lassen sich Imperfektionen stabübergreifend aufbringen, ohne einen Stabzug definieren zu müssen.

Stabsätze

Die Imperfektion wirkt auf einen Stabsatz oder jeweils auf mehrere Stabsätze. Wie bei einer Stabliste werden die Parameter auf die Gesamtheit der im Stabsatz enthaltenen Stäbe angesetzt.

Stabsätze untergliedern sich in Stabzüge und Stabgruppen (siehe [Kapitel 4.11, Seite 94](#)). Stabsatzimperfektionen können nur auf Stabzüge aufgebracht werden, die auf einer Linie liegen. Für geknickte Stabzüge und Stabgruppen sind sie nicht geeignet.

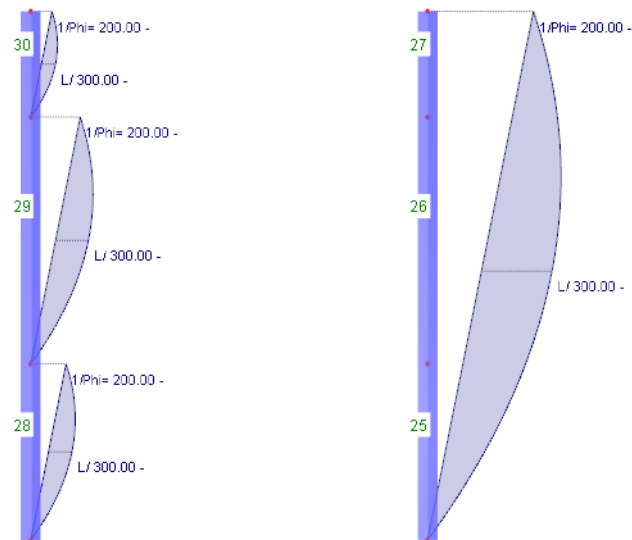


Bild 6.28: Imperfektion mit Bezug auf Stäbe (links) und Stabliste (rechts)

Vorkrümmungen werden über die Gesamtlänge des Stabsatzes angesetzt. Die Ersatzlasten für Schiefstellungen hingegen beziehen sich auf die enthaltenen Einzelstäbe.

An Stäben Nr.



Im Eingabefeld sind die Nummern der Stäbe bzw. Stabsätze anzugeben, an denen die Imperfektion wirkt. Die Auswahl kann im Dialog auch grafisch erfolgen.



Wenn die grafische Eingabe über die Schaltfläche gewählt wurde, sind zunächst alle Daten zur Imperfektion einzugeben. Nach [OK] können die relevanten Stäbe oder Stabsätze nacheinander im Arbeitsfenster angeklickt werden.



Bei Imperfektionen mit Bezug auf eine Stabliste lassen sich die Stabnummern über die Dialog-Schaltfläche [Reihenfolge umkehren] passend anordnen, um z. B. die Schiefstellung für die Grafikanzeige umzukehren. Für die Berechnung spielt die Reihenfolge wegen der identischen Ersatzlasten keine Rolle.

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 (siehe [Kapitel 4.3, Seite 53](#)). Global wirkende Schiefstellungen oder Vorkrümmungen sind nicht möglich.

Die Orientierung der Stabachsen ist im [Kapitel 4.7, Abschnitt Stabdrehung auf Seite 77](#) beschrieben. Bei symmetrischen Profilen stellt die Achse y die so genannte ‚starke‘ Achse des Stabquerschnitts, die Achse z entsprechend die ‚schwache‘ Achse dar.

Falls der Modelltyp bei den Basisangaben auf ein ebenes System reduziert wurde, ist nur die Richtung z zugänglich.

Bezug

Die Größen von Schiefstellung und Vorkrümmung können auf zwei Arten definiert werden:

Relativ ermöglicht die Eingabe der auf die Stablänge bezogenen Kehrwerte von φ_0 und e_0 , *Absolut* die direkte Angabe der geometrischen Maße.

Schiefstellung 1 / φ_0



φ_0 gibt das Maß der Schiefstellung an, wie es beispielsweise in EN 1993-1-1 Absatz 5.3.2 beschrieben ist. In das Eingabefeld ist der Kehrwert von φ_0 bzw. der Absolutwert einzutragen. Die Parameter lassen sich über die [Info]-Schaltfläche im Dialog veranschaulichen.



Der Dialog bietet zudem die Schaltfläche [Schiefstellung berechnen] an, die die Ermittlung der Schiefstellungen nach verschiedenen Normen in einem separaten Dialog ermöglicht.

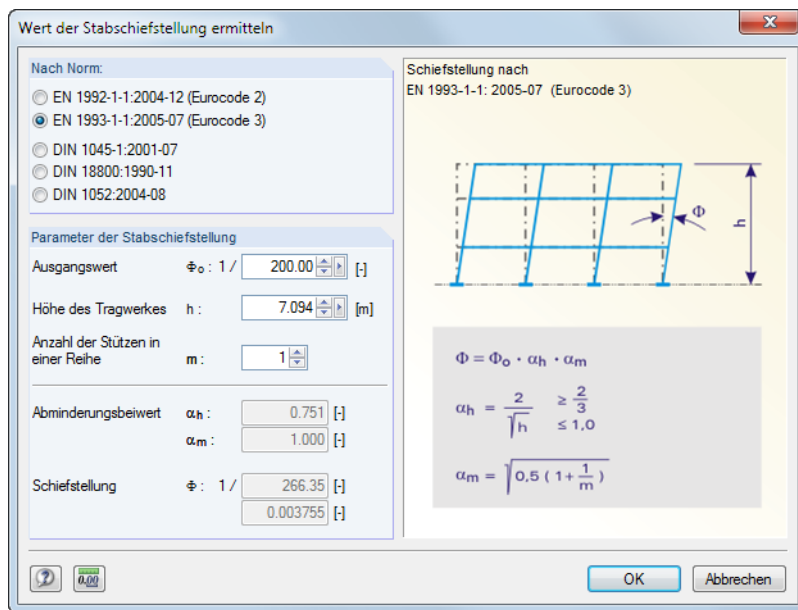


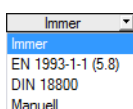
Bild 6.29: Dialog Wert der Stabschiefstellung ermitteln

Der Abschnitt *Nach Norm* steuert, welche Eingabefelder im Abschnitt *Parameter der Stabschiefstellung* erscheinen. Aus den dort getroffenen Angaben werden die Abminderungsfaktoren und Schiefstellungen normkonform ermittelt. [OK] übergibt die Werte in den Ausgangsdialog.

Vorkrümmung l / e_0

Die Vorkrümmung w_0 bzw. $e_{0,d}$ legt das Maß der Durchbiegung fest, die nach der Norm anzusetzen ist (z. B. DIN 18800 Teil 2 El. (204) oder EN 1993-1-1 Absatz 5.3.2). Die Vorkrümmung ist abhängig von der Knickspannungslinie des Profils und wird auf die Stablänge l bezogen bzw. als Absolutwert eingegeben.

Aktivierungskriterium



Es stehen folgende Ansätze zur Auswahl, wie Vorkrümmungen im Zusammenwirken mit Stabschiefstellungen behandelt werden:

- **Immer**

Die Vorkrümmung wird in allen Fällen berücksichtigt.

- **EN 1993-1-1 (5.8)**

Der Einfluss der Vorkrümmung $e_{0,d}$ wird bei Stäben ab einer Schlankheit $\bar{\lambda}$ angesetzt, die sich gemäß EN 1993-1-1:2005 Absatz 5.3.2 (6), Gl. (5.8) ermittelt.

- **DIN 18800**

w_0 wird nur angesetzt, wenn die Stabkennzahl ϵ einen bestimmten Wert übersteigt. Diese Regelung bezieht sich auf DIN 18800 Teil 2 El. (207).

- **Manuell**

Das Aktivierungskriterium kann benutzerdefiniert festgelegt werden.



Die Kriterien lassen sich über die [Info]-Schaltfläche im Dialog einblenden.

w_0 berücksichtigen ab ϵ_0

Eine Vorkrümmung wird zusätzlich zur Schiefstellung berücksichtigt, wenn die Stabkennzahl ϵ größer als der hier definierte Wert ist. DIN 18800-2 El. (207) gibt für die meisten Fälle $\epsilon > 1,6$ vor.

6.5 Generierte Lasten

RSTAB bietet mehrere Generierer an, mit denen Belastungen komfortabel erzeugt werden können (siehe [Kapitel 11.8](#) ab [Seite 350](#)). Die generierten Stablasten finden sich in der Tabelle 3.5 und im *Daten-Navigator* wieder.

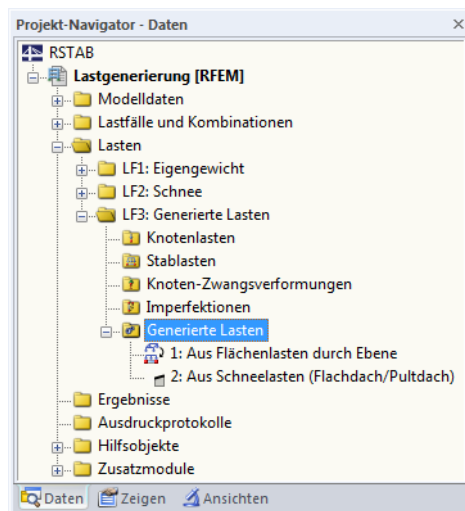
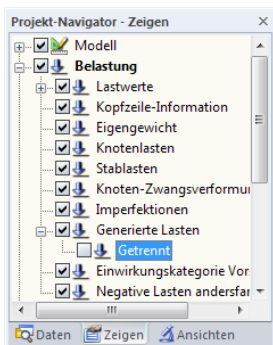


Bild 6.30: Daten-Navigator für *Generierte Lasten*

| 3.5 Generierte Lasten | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| LF3 - Generierte Lasten | | |
| Nr. | Generierte Last Typ | Kommentar |
| 1 | Aus Flächenlasten durch Ebene | |
| 2 | Aus Schneelasten (Flachdach/Pultdach) | |
| Geben Sie die Flächennummer ein! | | |

Bild 6.31: Tabelle 3.5 *Generierte Lasten*



Die ursprünglichen Generiererdialoge sind als spezifische Belastungsobjekte abgelegt und auch für Änderungen zugänglich: Der Doppelklick auf einen Eintrag bzw. die Schaltfläche ruft erneut den Ausgangsdialog auf (siehe z. B. [Bild 11.176](#), [Seite 360](#)), in dem die Parameter der Lastgenerierung angepasst werden können.

Im Last-Kontextmenü und im *Zeigen*-Navigator kann eingestellt werden, ob die generierten Lasten als Flächenlast-Symbol oder *Getrennt* als Stablasten angezeigt werden sollen.

7 Berechnung

7.1 Kontrolle der Eingabedaten

Vor der Berechnung empfiehlt sich eine Überprüfung der Modell- und Belastungsdaten sowie der Modellierung. RSTAB kontrolliert, ob die Angaben für jedes Modell- und Belastungsobjekt vollständig vorliegen, die Bezüge der Datensätze sinnvoll definiert sind und die Modellierung stimmig ist.

Eventuelle Eingabefehler lassen sich schnell korrigieren, da die Tabellenzeile mit dem vorliegenden Problem direkt aufgerufen werden kann (siehe [Bild 7.2](#)).

7.1.1 Plausibilitätskontrolle

Sowohl die Modell- als auch die Belastungsdaten können auf die Stimmigkeit der Eingabe hin überprüft werden. Die Plausibilitätskontrolle wird aufgerufen über Menü

Extras → Plausibilität kontrollieren



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

In einem Dialog ist festzulegen, welche Eingabedaten überprüft werden sollen.

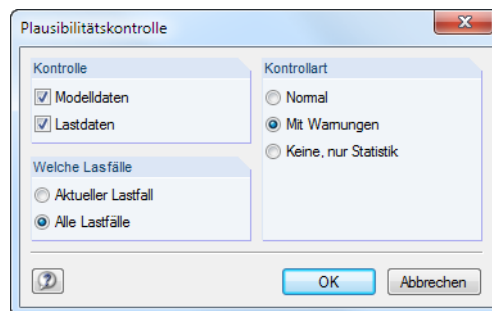


Bild 7.1: Dialog *Plausibilitätskontrolle*

Im Abschnitt *Kontrollart* stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl:

- **Normal**

Die Standardkontrolle überprüft die Vollständigkeit der Eingabeparameter und die korrekten Bezüge der Datensätze.

- **Mit Warnungen**

Es erfolgt eine ausführliche Kontrolle der Eingabedaten, die auch nach Knoten mit identischen Koordinaten oder Gelenken mit uneingeschränkten Freiheitsgraden sucht.

Bei einer Unstimmigkeit erscheint eine Meldung mit genauen Angaben zum Problem. Es besteht die Möglichkeit, die Kontrolle abzubrechen und den Fehler zu beseitigen.

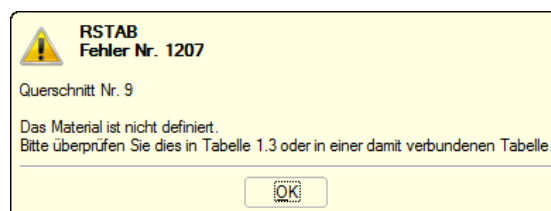


Bild 7.2: Plausibilitätskontrolle mit Warnungen

- **Keine, nur Statistik**

Diese Funktion ermittelt nur die Bilanz der Eingabedaten (Abmessungen, Gesamtmasse, Anzahl der Knoten, Stäbe, Lager, Stablasten etc.)

Nach einer erfolgreichen Plausibilitätskontrolle erscheint das Ergebnis der Überprüfung mit einer Bilanz der Eingabedaten.

| Objekt | Anzahl | von | bis | Nummerierung |
|-----------------------|--------|-----|-----|-------------------|
| Knoten | 62 | 1 | 73 | Nicht fortlaufend |
| Materialien | 2 | 1 | 2 | Fortlaufend |
| Querschnitte | 11 | 1 | 16 | Nicht fortlaufend |
| Stabengelenke | 2 | 1 | 2 | Fortlaufend |
| Stabexzentrizitäten | 0 | | | |
| Stabteilungen | 1 | 1 | 1 | Fortlaufend |
| Stäbe | 102 | 1 | 136 | Nicht fortlaufend |
| Knotenlager | 2 | 1 | 20 | Nicht fortlaufend |
| Stabbettungen | 0 | | | |
| Stabnichtlinearitäten | 0 | | | |
| Stabsätze | 5 | 1 | 5 | Fortlaufend |

Bild 7.3: Ergebnis der Plausibilitätskontrolle, Register *Modelldaten*

7.1.2 Modellkontrolle

Ergänzend zur allgemeinen Plausibilitätskontrolle kann mit der Modellkontrolle gezielt nach Unstimmigkeiten gesucht werden, die sich bei der Modellierung ergeben. Über Menü

Extras → Modellkontrolle

sind mehrere Kontrolloptionen wählbar.

Identische Knoten



RSTAB filtert alle Knoten mit identischen Koordinaten. Sie werden in Gruppen zusammengefasst ausgegeben.

Gruppen der identischen Knoten

13,17
18,20

Anzahl Gruppen: 2

Was ist zu tun mit identischen Knoten?

☐ Nichts

☐ Unbenutzte Knoten löschen

☒ Knoten/Lager vereinen und unbenutzte löschen

☐ Erneut mit anderer Toleranz suchen

Aktion anwenden auf

☒ Alle Gruppen

☐ Selektierte Gruppen in der Liste

Toleranz

Δ : 0.0005 [m]

Bild 7.4: Ergebnis der Modellkontrolle auf identische Knoten

Der Abschnitt *Was ist zu tun mit identischen Knoten?* steuert, wie die doppelten Knoten behandelt werden sollen. Im *Aktion anwenden auf* ist zu entscheiden, ob diese Maßnahme für alle oben gelisteten Gruppen oder nur für die selektierte Zeile gilt.

Der Abschnitt *Toleranz* ermöglicht die Feinabstimmung für den Bereich, in dem die Koordinaten als identisch bewertet werden. Diese Funktion ist bei Modellen nützlich, die aus CAD-Anwendungen importiert wurden. Hier liegen oft kurze Linien infolge nahe beieinander liegender Knoten vor. Werden solche Knoten mit einer passenden Toleranz gefiltert und vereinigt, können numerische Probleme aufgrund kurzer Stäbe vermieden werden.

Überlappende Stäbe



Diese Option filtert alle Stäbe, die in ihrer Länge ganz oder teilweise übereinander liegen.

Entdeckt die Kontrolle überlappende Stäbe, so werden diese in einem Dialog nach Gruppen geordnet ausgegeben. Die aktuelle Gruppe ist im Arbeitsfenster durch einen Pfeil gekennzeichnet. Nach [OK] kann das Problem behoben werden.

Kreuzende, nicht verbundene Stäbe



Die Kontrolle sucht nach Stäben, die sich kreuzen, jedoch keinen gemeinsamen Knoten im Schnittpunkt aufweisen.

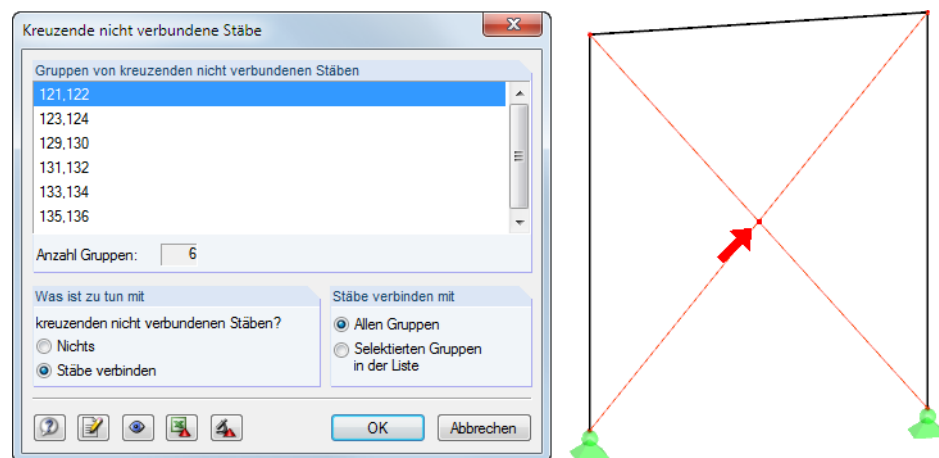


Bild 7.5: Ergebnis der Modellkontrolle auf kreuzende Stäbe

Im Abschnitt *Gruppen der kreuzenden nicht verbundenen Stäbe* wird das Ergebnis ausgewiesen. Die kreuzenden Stäbe sind gruppenweise gelistet; die aktuelle Gruppe wird in der Grafik durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Der Abschnitt *Was ist zu tun mit* steuert, wie die kreuzenden Stäbe behandelt werden sollen. Die Option *Stäbe verbinden* eignet sich für tatsächliche Übertragungsmöglichkeiten für Schnittgrößen, nicht jedoch z. B. für übliche Diagonalauskreuzungen mit Zugstäben.

Unabhängige Systeme



Bei unabhängigen Teilsystemen besteht keine Verbindung zwischen bestimmten Stäben eines Modells. RSTAB ist in der Lage, solche Teilsysteme zu berechnen, sofern sie für sich betrachtet stabil sind. Oft aber entstehen Teilsysteme unbeabsichtigt beim Modellieren oder Importieren aus CAD-Anwendungen.

Diese Art der Kontrolle überprüft, ob ein zusammenhängendes Modell vorliegt.

Nach der Kontrolle sind die Gruppen der unabhängigen Systeme in einem Dialog aufgelistet (siehe Bild 7.6). Die aktuelle Gruppe ist im Arbeitsfenster in der Selektionsfarbe gekennzeichnet, sodass Eingabefehler schnell gefunden werden können.

Zur Bereinigung des Modells ist auch die Kontrolle auf *Identische Knoten* hilfreich (siehe oben).

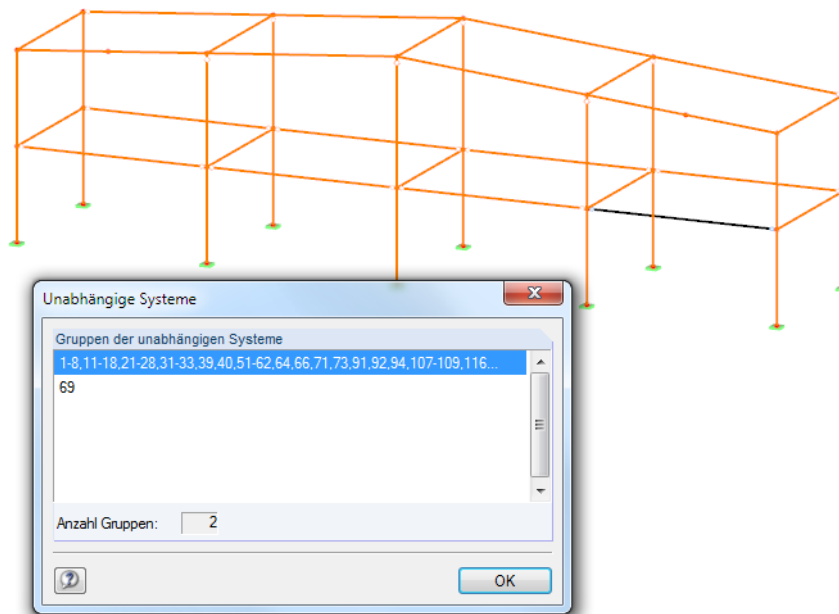


Bild 7.6: Ergebnis der Modellkontrolle hinsichtlich unabhängiger Systeme

Schaltflächen

Die Schaltflächen in den Dialogen der Modellkontrolle sind mit folgenden Funktionen belegt:





| | |
|---|---|
|  | Die Änderungen des Abschnitts <i>Was ist zu tun</i> werden angewandt. |
|  | Es erfolgt ein Sprung in das RSTAB-Arbeitsfenster, um die Ansicht anzupassen. |
|  | Die gelisteten Objekte werden in eine Excel-Tabelle exportiert. |
|  | Es wird ein neuer Ausschnitt für jede Objektgruppe erzeugt. |

Tabelle 7.1: Schaltflächen in Modellkontrolle-Dialogen

7.1.3 Modell regenerieren



RSTAB bereinigt automatisch kleine Unstimmigkeiten im Modell, die sich durch den Datenimport aus einem CAD-Programm oder im Verlauf der Modellierung ergeben haben. Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Modell regenerieren.

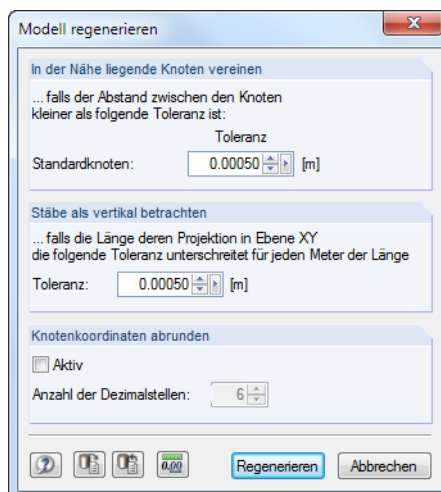


Bild 7.7: Dialog *Modell regenerieren*

Im Abschnitt *In der Nähe liegende Knoten vereinen* ist eine Schranke für die Knotenabstände festzulegen: Beim Unterschreiten der *Toleranz* werden Knoten als identisch bewertet und zu einem einzigen Knoten zusammengefasst. Da überflüssige Knoten gelöscht werden, kann eine Umnummerierung der Objekte die Folge sein.

Der Abschnitt *Stäbe als vertikal betrachten* regelt die Lage der lokalen Stabachsen. Bei Stäben in vertikaler Lage unterscheiden sich die Achsenorientierungen grundlegend von Stäben in allgemeiner (geneigter) Lage (siehe [Kapitel 4.7, Seite 78](#)). Für letztere lässt sich über die *Toleranz* eine vertikale Lage erzwingen. Damit wird das „Umspringen“ der Stabachsen unterbunden, was sich auch für die Belastungseingabe und Schnittgrößenausgabe vorteilhaft erweist.

Optional lassen sich die *Knotenkoordinaten abrunden*. Ist das Kontrollfeld angehakt, kann die gewünschte Anzahl der Dezimalstellen festgelegt werden.

7.1.4 Nicht benutzte Lasten löschen

Lasten können nur an Objekten definiert werden, die im Modell vorhanden sind. Im Zuge der Modellierung kann es vorkommen, dass Stäbe oder Knoten aus dem System entfernt werden, die mit Lasten versehen sind. In der Regel werden diese Lasten automatisch mit gelöscht. Sollte die Plausibilitätskontrolle trotzdem einen Mangel aufdecken, lassen sich Lasten an nicht mehr vorhandenen Objekten entfernen über Menü

Extras → Lasten löschen → Nicht benutzte Lasten.

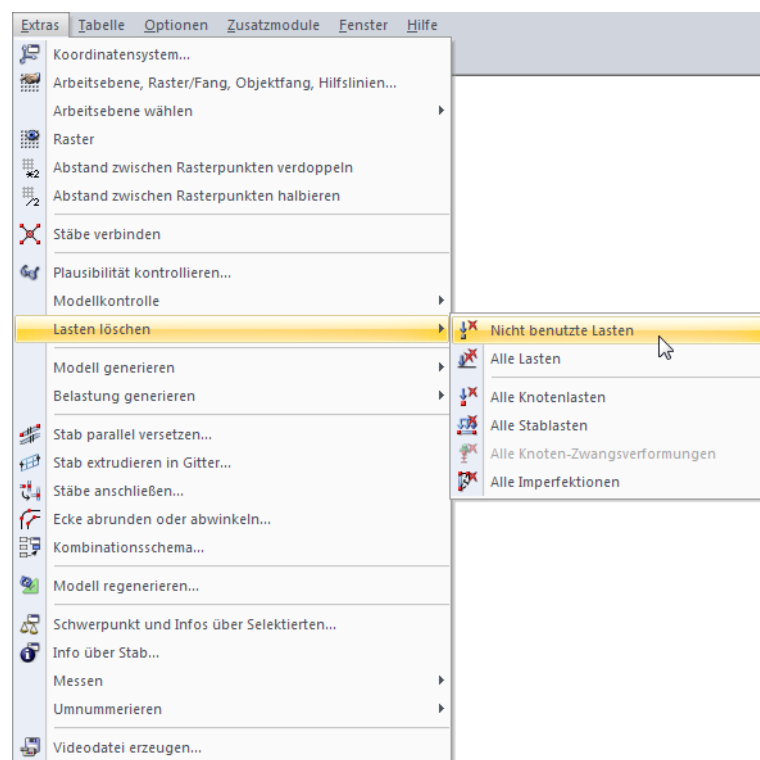


Bild 7.8: Menü *Extras* → *Lasten löschen*

In diesem Menü können auch andere Belastungsobjekte gezielt ausgewählt werden, um sie zu entfernen.

7.2 Berechnungsparameter

Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*

Bereits beim Anlegen eines Lastfalls oder einer Lastkombination können die Berechnungsparameter festgelegt werden. Diese Vorgaben sind jeweils im *Berechnungsparameter*-Register des Dialogs *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* zu treffen.

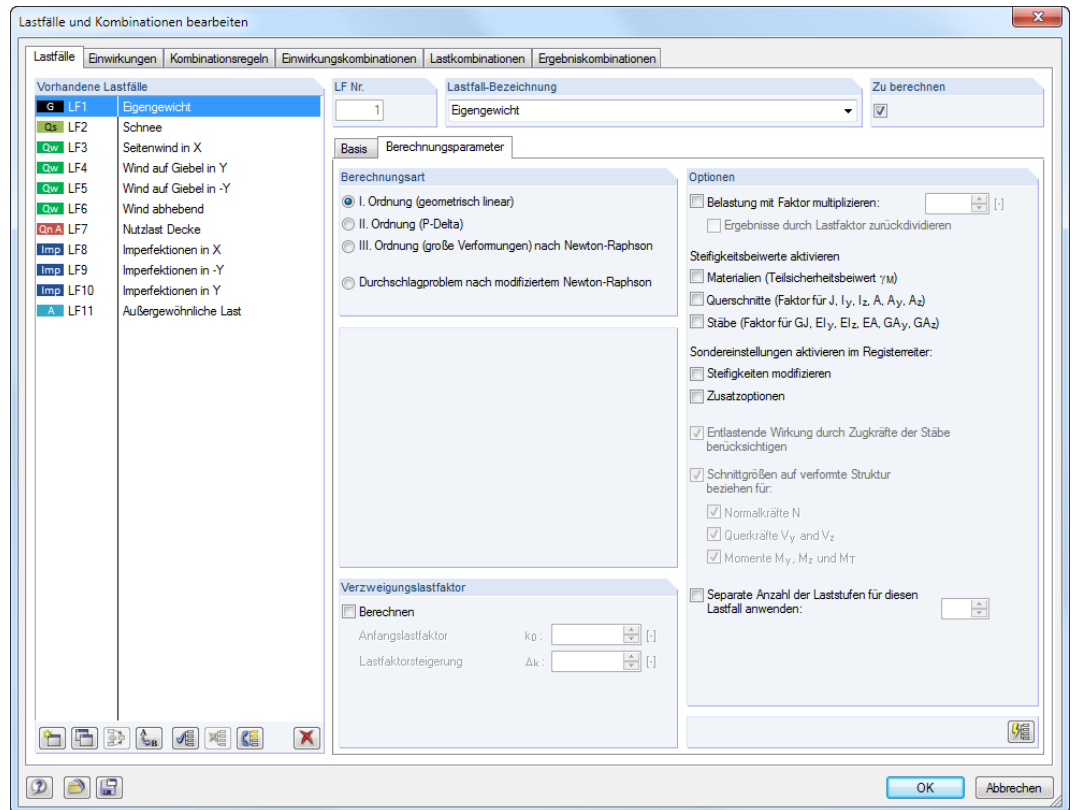


Bild 7.9: Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, Register *Lastfälle* und *Berechnungsparameter*

Der Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten* bietet daher nicht nur eine Übersicht über alle Lastfälle und Kombinationen, sondern steuert auch die Berechnungsparameter für jeden Lastfall und jede Last- und Ergebniskombination.

Dialog *Berechnungsparameter*

Die Berechnungsparameter sind zudem in einem separaten Dialog zugänglich.

Der Dialog *Berechnungsparameter* wird aufgerufen über Menü

Berechnung → **Berechnungsparameter**



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

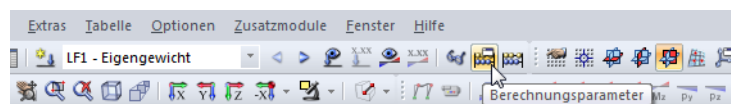


Bild 7.10: Schaltfläche [Berechnungsparameter]

Der Dialog *Berechnungsparameter* besteht aus vier Registern. Die ersten drei Register verwalten die Berechnungsparameter jedes Lastfalls bzw. jeder Last- oder Ergebniskombination. Im vierten Register *Globale Berechnungsparameter* (siehe Bild 7.15, Seite 176) können die allgemein gültigen Vorgaben überprüft und ggf. angepasst werden.

7.2.1 Lastfälle und Lastkombinationen

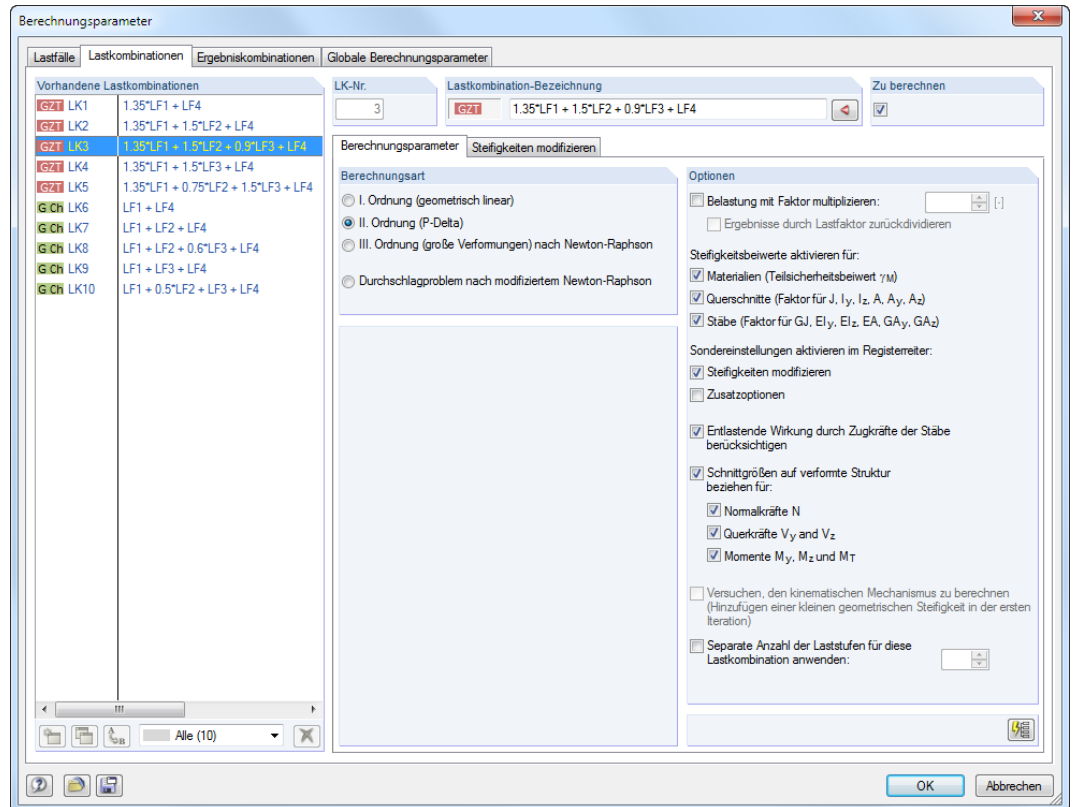


Bild 7.11: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Lastkombinationen*

Im Abschnitt *Vorhandene Lastfälle* bzw. *Vorhandene Lastkombinationen* sind die definierten Lastfälle bzw. -kombinationen aufgelistet. Rechts können die *Berechnungsparameter* des selektierten Eintrags angepasst werden.



Die Schaltfläche [Parameter für alle setzen] weist die aktuellen Vorgaben sämtlichen Lastfällen bzw. Lastkombinationen zu.

Dieses Dialogregister ist in die Register *Berechnungsparameter* und ggf. *Stabilitäten modifizieren* (siehe Seite 173) sowie *Zusatzoptionen* (siehe Seite 174) untergliedert.

7.2.1.1 Register *Berechnungsparameter*

Berechnungsart

Dieser Abschnitt steuert, ob der Lastfall oder die Lastkombination nach Theorie *I.*, *II.* oder *III. Ordnung* berechnet wird. Mit der Option *Durchschlagproblem* wird die Stabilitätsanalyse nach Theorie *III. Ordnung* im Hinblick auf das Durchschlagversagen des Gesamttragwerks geführt.

Für Lastfälle ist die lineare Berechnung nach *I. Ordnung*, für Lastkombinationen die nichtlineare Berechnung nach Theorie *II. Ordnung* voreingestellt.



Wenn das Modell Seilstäbe enthält, wird in allen Fällen *III. Ordnung* vorgeschlagen. Seilstäbe werden immer nach *III. Ordnung* berechnet, die übrigen Stäbe nach der gewählten Berechnungsart.

II. Ordnung

Bei der „baustatischen“ Theorie *II. Ordnung* wird das Gleichgewicht am verformten System ermittelt. Die Verformungen werden dabei als klein angenommen. Sind Normalkräfte im System vorhanden, wirken sie sich auf einen Zuwachs der Biegemomente aus. Die Berechnung nach Theorie *II. Ordnung* kommt also nur dann zum Tragen, wenn die Normalkräfte wesentlich größer sind

als die Querkräfte. Das zusätzliche Biegemoment ΔM ergibt sich aus der Längskraft N und dem elastischen Hebelarm e_{el} .

$$\Delta M = N e_{el} \quad (7.1)$$

Bei druckbelasteten Systemen kommt es zu einem überlinearen Zusammenhang zwischen Beanspruchung und Schnittgrößen. In der Regel muss auch mit γ -fachen Einwirkungen gerechnet werden.

Die Formelansätze nach Theorie II. Ordnung beruhen auf trigonometrischen Funktionen. RSTAB verwendet die analytische Lösung der Differentialgleichung für die Verschiebung des Stabes mit Berücksichtigung der Normalkraft. Die Interaktion zwischen Biegung und Torsion wird nicht berücksichtigt. Falls der Einfluss der Biegetorsionstheorie II. Ordnung relevant ist, kann das Zusatzmodul FE-BGDK verwendet werden.

RSTAB überprüft die Stabkennzahl ε :

$$\varepsilon = L \sqrt{\frac{|N|}{EI}} \quad (7.2)$$

Um numerische Probleme zu vermeiden, verwendet die RSTAB-Berechnung bei sehr kleinen Stabkennzahlen Reihenansätze.

Als Abbruchkriterium dient die Normalkraftdifferenz in den Iterationen. Die für Theorie II. Ordnung maßgebende, steifigkeitsändernde Normalkraft wird dabei als konstant über den ganzen Stab angenommen. Die Berechnung endet, sobald ein bestimmter Wert der Normalkraftdifferenz unterschritten wird. Diese Schranke kann im Register *Globale Berechnungsparameter* im Abschnitt *Genauigkeit und Toleranz* beeinflusst werden.

Bei der nichtlinearen Berechnung nach Theorie II. Ordnung werden die Annahmen der Elastizitätstheorie I. Ordnung mit folgenden Ergänzungen beibehalten:

- Es treten keine plastischen Verformungen auf.
- Die äußeren Kräfte bleiben richtungstreu.
- Bei Stäben mit nicht konstanter Längskraft (z. B. Stützen) wird zur Ermittlung der Stabkennzahl ε der Mittelwert der Normalkraft N angesetzt.

III. Ordnung

Die Theorie III. Ordnung („Theorie großer Verformungen“, „Seiltheorie“) berücksichtigt in der Analyse der Schnittkräfte Longitudinal- und Transversalkräfte. Wird die Berechnung nach Theorie III. Ordnung gewählt, unterliegen alle Stabtypen diesem Berechnungsansatz.

Es wird das Verfahren nach NEWTON-RAPHSON verwendet, wobei das nichtlineare Gleichungssystem numerisch über iterative Näherungen mit Tangenten gelöst wird. Das Konvergenzverhalten kann über die Anzahl der Laststufen beeinflusst werden, die im Register *Globale Berechnungsparameter* anzugeben ist.



Nach jedem Iterationsschritt wird die gesamte Verformung des Modells korrigiert sowie die Steifigkeitsmatrix und rechte Seite des Gleichungssystems für das verformte Modell gebildet. Die rechte Seite beinhaltet dabei die äußeren Lasten und die Schnittgrößen der verformten Stäbe (also den kompletten Gleichgewichtsvektor). Die Schnittgrößen werden von den verformten Stabachsensystemen transformiert. Wirkt auf einen Stab eine global definierte Last, so behält sie ihre Richtung bei, wenn sich die Stabachse verformt. Eine lokal definierte Stablast wird ebenfalls „konservativ“ behandelt: Sie wirkt mit konstanter Größe und konstanter Lastrichtung wie auf das unverformte System – unabhängig von der Verformung.

Durchschlagproblem

Es wird eine Stabilitätsanalyse im Hinblick auf das Durchschlagversagen durchgeführt. Bei dieser modifizierten Berechnung nach Theorie III. Ordnung gemäß NEWTON-RAPHSON wird der Einfluss der Normalkräfte für die Änderungen der Schub- und Biegesteifigkeit berücksichtigt. Dabei wird die tangentielle Steifigkeitsmatrix in jedem Iterationsschritt mit gespeichert. 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.

Verzweigungslastfaktor ermitteln

Bei einer Berechnung nach Theorie II. oder III. Ordnung kann der Verzweigungslastfaktor eines Lastfalls oder einer Lastkombination iterativ ermittelt werden. Ausgehend von einem *Anfangslastfaktor* wird die Belastung gemäß *Laststeigerungsinkrement* stetig erhöht, bis das System instabil wird.

Bei dieser Methode muss darauf geachtet werden, dass der Anfangslastfaktor nicht zu hoch und das Laststeigerungsinkrement 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 *Globale Berechnungsparameter*).



Die Ermittlung des Verzweigungsfaktors wirkt sich wegen der großen Anzahl an Lastschritten ungünstig auf die Berechnungsdauer aus. Diese Option sollte daher nur für besondere Stabilitätsuntersuchungen benutzt werden.

Optionen

Belastung mit Faktor multiplizieren

Nach dem Anhaken des Kontrollfeldes kann im Eingabefeld ein Faktor angegeben werden, mit dem alle im Lastfall bzw. in der Lastkombinationen enthaltenen Lasten multipliziert werden sollen (gilt nicht für Imperfektionen). Dieser Faktor spiegelt sich auch in den Lastvektoren und -werten der Grafik wider. Grundsätzlich sind auch negative Faktoren zulässig.

In älteren Normen besteht die Forderung, Belastungen global mit einem Faktor zu multiplizieren, um die Effekte nach Theorie II. Ordnung für Stabilitätsnachweise zu vergrößern. Die Bemessung wiederum hat mit den Gebrauchslasten zu erfolgen. Beide Forderungen können erfüllt werden, indem ein Faktor größer 1,00 eingegeben und das Kontrollfeld *Ergebnisse durch Lastfaktor zurückdividieren* aktiviert wird.

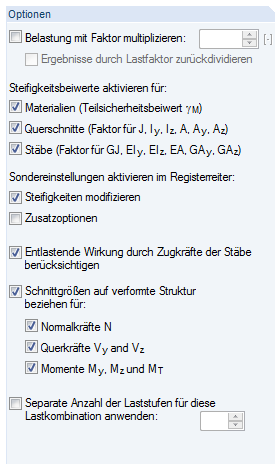
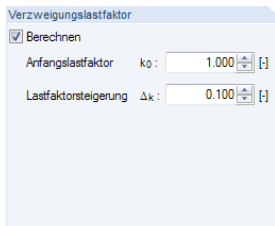
Für Untersuchungen nach aktuellen Normen sollte die Belastung nicht mit Faktoren bearbeitet werden. Stattdessen sind die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte bei der Überlagerung in den Last- oder Ergebniskombinationen anzusetzen.

Steifigkeitsbeiwerte aktivieren

Über die Kontrollfelder ist es möglich, die Steifigkeitsfaktoren der Materialien (siehe [Kapitel 4.2, Seite 44](#)), Querschnitte (siehe [Kapitel 4.3, Seite 52](#)) und Stäbe (siehe [Kapitel 4.7, Seite 74](#)) bei der Berechnung anzusetzen.

Sondereinstellungen aktivieren

Beim Anhaken der Kontrollfelder *Steifigkeiten modifizieren* und *Zusatzoptionen* werden weitere Register zugänglich. Dort können spezifische Vorgaben für Steifigkeiten (siehe [Kapitel 7.2.1.2, Seite 173](#)) getroffen bzw. die Anfangsverformungen eines Lastfalls oder die Ergebnisse eines Zusatzmoduls für die Berechnung (siehe [Kapitel 7.2.1.3, Seite 174](#)) aktiviert werden.



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 entlastend wirkende Zugkräfte zu berücksichtigen sind. Die Normen 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 an, Zugkräfte bei der Berechnung nach Theorie II. Ordnung generell zu null zu setzen. Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite. Um diese Möglichkeit zu nutzen, muss das Häkchen aus dem Kontrollfeld entfernt werden.

Dagegen steht das Argument, dass die Normen Einwirkungen und keine inneren Kräfte behandeln. Deshalb sei für die Einwirkung als Ganzes zu entscheiden, ob sie be- oder entlastend wirkt. Wenn folglich eine belastende Einwirkung in gewissen Bereichen des Modells eine entlastende Wirkung hat, könne sie durchaus berücksichtigt werden. Sollen daher die Normalkräfte nach diesem Ansatz unverändert in die Berechnung eingehen, muss das Kontrollfeld angehakt sein (Voreinstellung).

Die entlastende Wirkung der Zugkräfte sollte in den meisten Fällen wie z. B. bei Hallen mit Verbänden oder biegebeanspruchten Tragwerken berücksichtigt werden. Bei unterspannten Trägern kann die Zugkraftentlastung u. U. jedoch zu einer unerwünschten Reduzierung der Verformungen und Schnittgrößen führen.

Schnittgrößen auf verformte Struktur beziehen

Die Option *Schnittgrößen auf verformte Struktur beziehen* ermöglicht es bei nichtlinearen Berechnungen, die Normalkräfte, Querkkräfte sowie Biege- und Torsionsmomente von Stäben auf die gedrehten Koordinatensysteme des verformten Systems bezogen auszugeben. Es stehen drei Kontrollfelder für die Schnittgrößenarten *Normalkräfte*, *Querkkräfte* und *Momente* zur Verfügung.

Separate Anzahl von Laststufen für diesen Lastfall anwenden

Für jeden Lastfall und jede Lastkombination kann eine individuelle Anzahl von Laststeigerungsschritten festgelegt werden. Damit verliert die im Register *Globale Berechnungsparameter* vorgegebene Anzahl ihre Gültigkeit (siehe [7.2.3, Seite 177](#)).

7.2.1.2 Register *Steifigkeiten modifizieren*

Dieses Register wird angezeigt, wenn im vorherigen Register *Berechnungsparameter* das Kontrollfeld *Steifigkeiten des Modells modifizieren* angehakt ist.

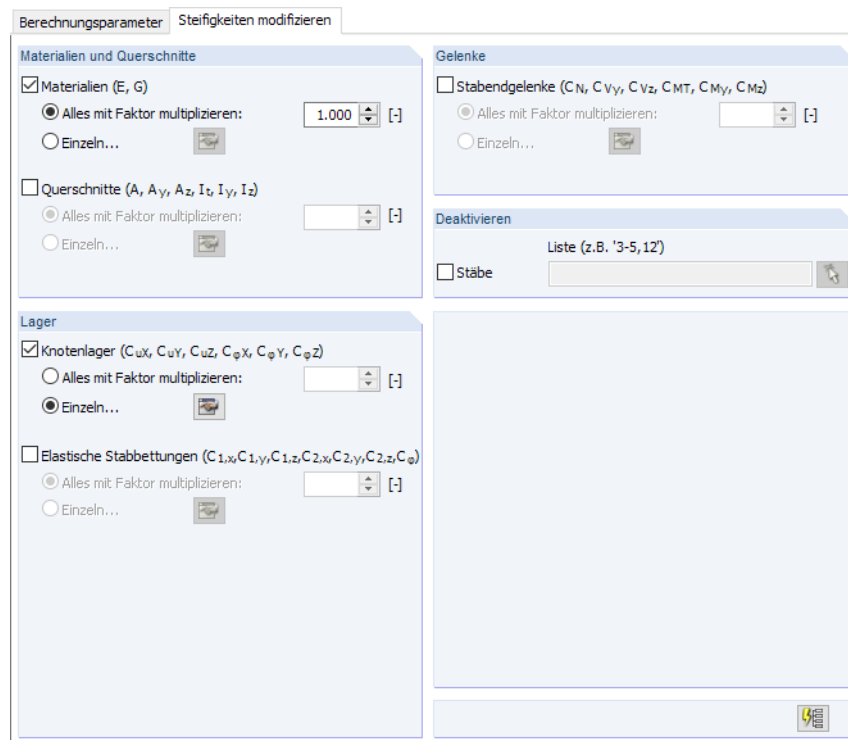


Bild 7.12: Register *Steifigkeiten modifizieren*



Die Vorgaben dieses Registers wirken sich nur auf den Lastfall bzw. die Lastkombination aus, der bzw. die in der Liste links selektiert ist. Die Schaltfläche [Parameter für alle setzen] überträgt die aktuellen Parameter auf sämtliche Lastfälle bzw. -kombinationen.

Materialien und Querschnitte / Lager / Gelenke

In diesen drei Abschnitten kann detailliert angegeben werden, wie die Steifigkeiten der unterschiedlichen Modellparameter in die Berechnung einfließen:

- *Alles mit Faktor multiplizieren*


Es ist ein Faktor anzugeben, mit dem die Steifigkeit der Materialien, Querschnitte, Lager und Gelenke jeweils global multipliziert wird.

- *Einzel*



Die Schaltfläche [Bearbeiten] öffnet einen Dialog, in dem jedem Objekt ein spezifischer Steifigkeitsfaktor zugewiesen werden kann.

Deaktivieren

In diesem Abschnitt kann festgelegt werden, welche *Stäbe* in der Steifigkeitsmatrix nicht berücksichtigt werden sollen, d. h. mit dem Faktor 0,0 in die Berechnung einfließen. Die Auswahl kann mit  auch grafisch erfolgen.

7.2.1.3 Register *Zusatzoptionen*

Dieses Register wird nur angezeigt, wenn im Register Berechnungsparameter das Kontrollfeld *Zusatzoptionen aktivieren* angehakt ist (siehe Bild 7.11, Seite 169).

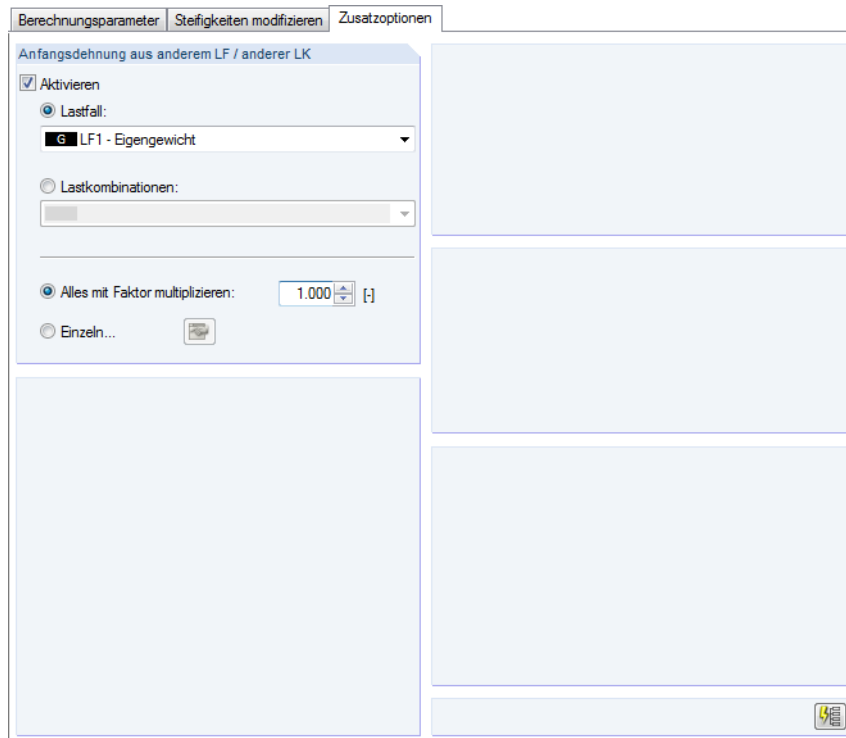



Bild 7.13: Register *Zusatzoptionen*

Anfangsdehnung aus Lastfall/Lastkombination

In diesem Abschnitt kann ein Lastfall oder eine Lastkombination ausgewählt werden, dessen bzw. deren Verformungen als Anfangsverformung bei der Berechnung berücksichtigt werden sollen. Die Knoten werden vor der Berechnung entsprechend verschoben. Falls noch keine Ergebnisse dieses Lastfalls oder dieser Lastkombination vorliegen, werden sie automatisch mitberechnet.

Es ist anzugeben, mit welchem Faktor die Verformungen skaliert werden sollen:

- *Alles mit Faktor multiplizieren:* Die Verformungen der Stäbe werden global mit diesem Faktor multipliziert.
- *Einzel:* Die Schaltfläche  öffnet einen Dialog, in dem jedem Stab ein spezifischer Skalierungsfaktor der Verformung zugewiesen werden kann.

7.2.2 Ergebniskombinationen

Grundsätzliche Informationen zur Überlagerung von Lastfällen in Ergebniskombinationen finden Sie im [Kapitel 5.6 Ergebniskombinationen](#) ab Seite 128.

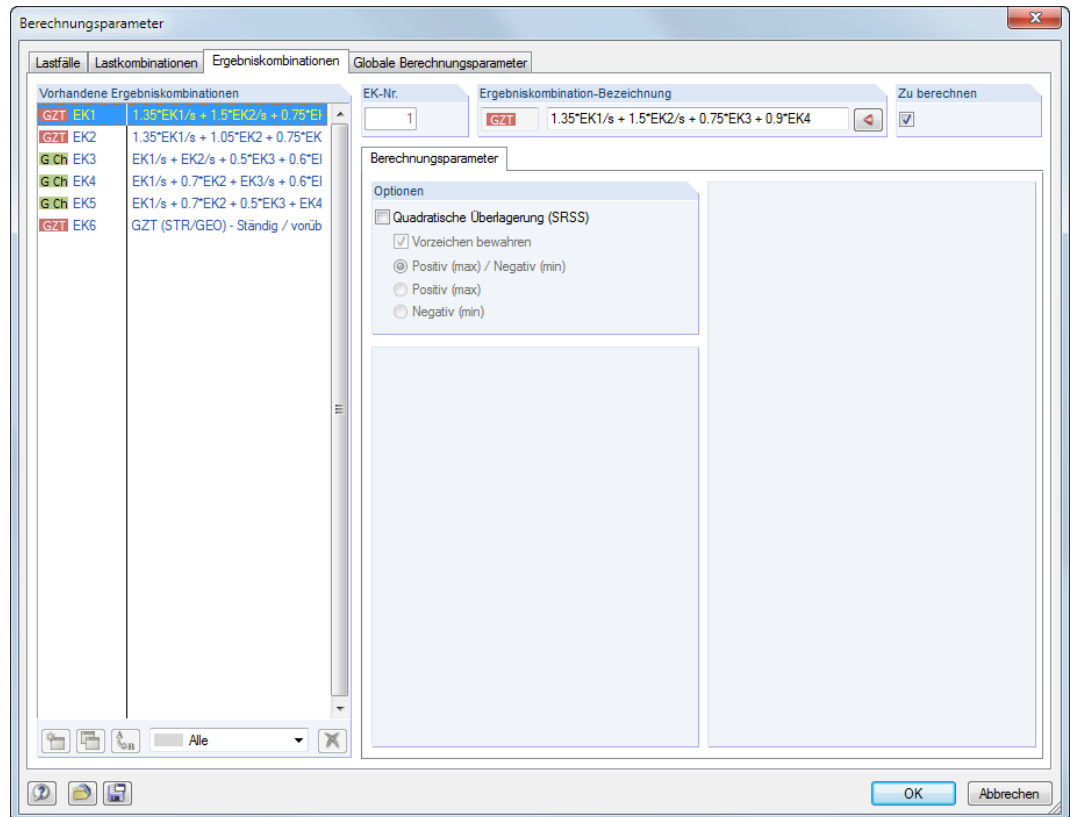


Bild 7.14: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Ergebniskombinationen*

Im Dialogabschnitt *Vorhandene Ergebniskombinationen* sind alle angelegten oder generierten Ergebniskombinationen aufgelistet. Rechts können die *Berechnungsparameter* des selektierten Eintrags bearbeitet werden.

Optionen

Die *Quadratische Überlagerung* ist standardmäßig deaktiviert. Somit werden die Schnittgrößen additiv überlagert:

$$B = A_1 + A_2 + \dots + A_n \quad (7.3)$$

Die Voreinstellung eignet sich für die meisten Anwendungsfälle. Eine quadratische Überlagerung von Schnittgrößen ist jedoch bei dynamischen Untersuchungen relevant, z. B. bei der Kombination von Lastfällen infolge von Zentrifugalkräften. Dabei wird die pythagoreische Summe wie folgt gebildet:

$$B = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2} \quad (7.4)$$

Bei der quadratischen Überlagerung kann über die *Positiv/Negativ*-Kontrollfelder gesteuert werden, welche Extremwerte der Lastfälle in die Überlagerung einfließen und ob die *Vorzeichen beibehalten* werden sollen. So lassen sich die Extremwerte der modalen Schnittgrößen und Verformungen und die zur führenden Komponente zugehörigen Ergebnisse vorzeichengerecht ermitteln.

7.2.3 Globale Berechnungsparameter

Das Register *Globale Berechnungsparameter* verwaltet die Einstellungen, die allgemein für sämtliche Lastfälle und Lastkombinationen gelten. Es wird aufgerufen über Menü

Berechnung → **Berechnungsparameter**



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

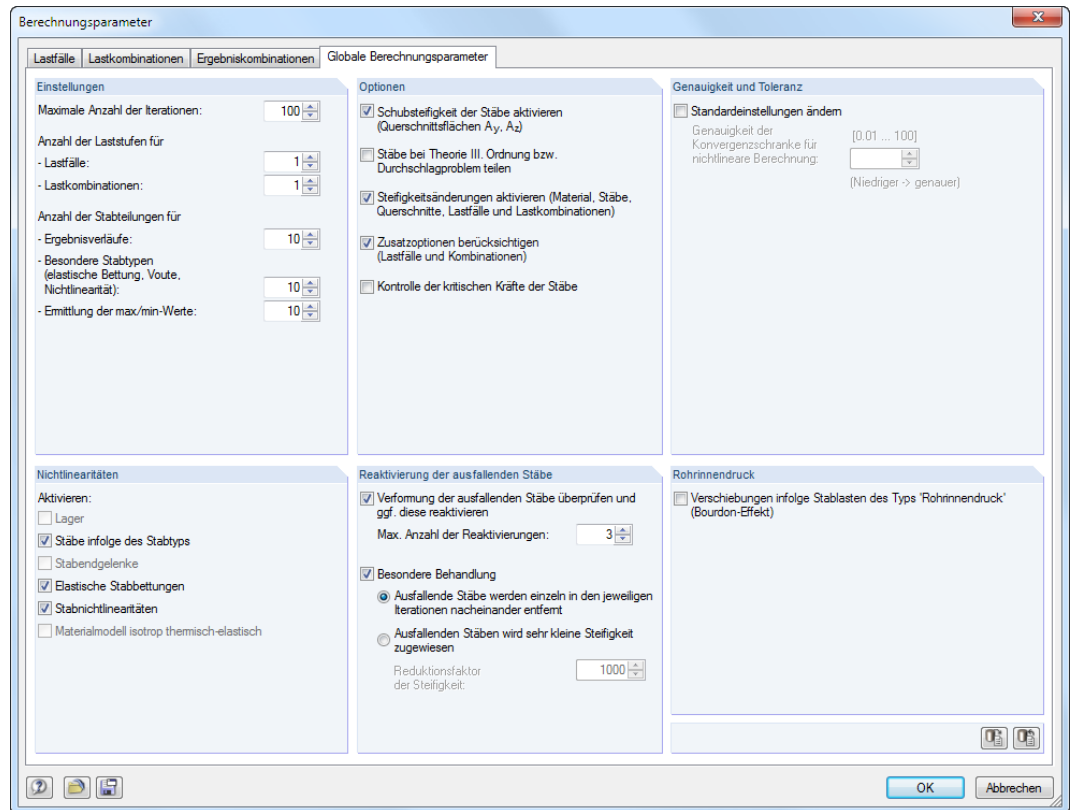


Bild 7.15: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*

Einstellungen

Maximale Anzahl der Iterationen

Bei der Analyse nach Theorie II. oder III. Ordnung sowie bei nichtlinear wirkenden Objekten muss iterativ gerechnet werden. Der Wert des Eingabefeldes legt die höchstmögliche Anzahl an Rechendurchläufen fest. Diese Vorgabe hat nichts mit der im Abschnitt *Optionen* beschriebenen iterativen Methode für das Gleichungssystem zu tun.

Erreicht die Berechnung die maximale Anzahl der Iterationen, ohne dass sich ein Gleichgewicht einstellt, gibt RSTAB eine entsprechende Meldung aus. Die Ergebnisse können dann trotzdem angezeigt werden.

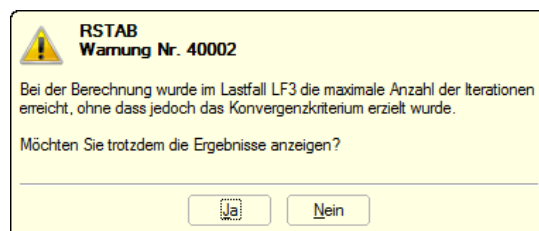


Bild 7.16: Meldung bei Konvergenzproblem

Anzahl der Laststufen

Die Vorgaben des Eingabefeldes sind nur für Berechnungen nach Theorie II. oder III. Ordnung wirksam. 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 z. B. zwei Laststufen vorgegeben sind, wird im ersten Schritt die Hälfte der Last angesetzt. Es wird so lange iteriert, bis das Gleichgewicht gefunden ist. Dann wird in einem zweiten Schritt die volle Belastung auf das bereits verformte System aufgebracht und wieder bis zum Gleichgewicht iteriert.

Bei Laststufen ist zu bedenken, dass sie sich ungünstig auf die Rechenzeit auswirken. Deshalb ist im Eingabefeld eine 1 (also keine stufenweise Laststeigerung) voreingestellt.

Darüber hinaus kann für jeden Lastfall und jede Lastkombination gesondert festgelegt werden, wie viele Laststufen angesetzt werden sollen (siehe [Kapitel 7.2.1.1, Seite 172](#)). Die globalen Vorgaben werden dann ignoriert.

Anzahl Stabteilungen für Ergebnisverläufe

Dieses Eingabefeld wirkt sich auf den grafischen Ergebnisverlauf der Stäbe aus. Ist hier eine Teilung von 10 eingestellt, teilt RSTAB die Länge des längsten Stabs im System durch 10. Mit dieser systembezogenen Teilungslänge werden dann für jeden Stab die grafischen Ergebnisverläufe an den Zwischenpunkten ermittelt.

Anzahl Stabteilungen für besondere Stabtypen (Bettung, Voute, Nichtlinearität)

Im Gegensatz zur vorherigen Teilungsoption erfolgt eine echte Teilung des Stabes durch interne Zwischenknoten. Diese Vorgabe wirkt sich auf Bettungsstäbe mit unsymmetrischem Querschnitt (Sohlspannungen), Voutenstäbe (Interpolation der Querschnittswerte) und Stäbe mit plastischen Eigenschaften (Fließbereiche) aus.

Anzahl Stabteilungen für Ermittlung der max/min-Werte

Dieser Wert gibt die interne Teilung vor, mit der die maximalen und minimalen Schnittgrößen von Stäben ermittelt werden. Auf dieser Teilung (Voreinstellung: 10) basieren somit die in den Ergebnistabellen und der Grafik ausgewiesenen Extremwerte.

Optionen

Optionen

- ☒ Schubsteifigkeit der Stäbe aktivieren (Querschnittsflächen A_y , A_z)
- ☐ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen
- ☒ Steifigkeitsänderungen aktivieren (Material, Stäbe, Querschnitte, Lastfälle und Lastkombinationen)
- ☒ Zusatzoptionen berücksichtigen (Lastfälle und Kombinationen)
- ☐ Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe

Schubsteifigkeit der Stäbe aktivieren (Querschnittsflächen A_y , A_z)

Die Berücksichtigung der Schubsteifigkeiten führt zu einem Verformungszuwachs infolge der Querkkräfte. Die Schubverformung spielt bei Walz- und Schweißprofilen kaum eine Rolle. Bei massiven Querschnitten und Holzprofilen empfiehlt es sich aber, die Schubsteifigkeiten für die Verformungsberechnung zu berücksichtigen.

Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen

Balkenstäbe können für die Berechnung nach Theorie III. Ordnung durch Zwischenknoten geteilt werden, um diese Stäbe mit einer höheren Genauigkeit zu erfassen. Die Anzahl der Teilungen wird vom Eingabefeld *Besondere Stabtypen* übernommen.

Steifigkeitsänderungen aktivieren (Material, Stäbe, Querschnitte, Lastfälle und Lastkombinationen)

Über dieses Kontrollfeld kann global festgelegt werden, ob bei der Berechnung von Lastfällen und Lastkombinationen die Anpassungen der Steifigkeiten für Materialien (siehe [Kapitel 4.2, Seite 44](#)), Stäbe (siehe [Kapitel 4.7, Seite 82](#)) und Querschnitte (siehe [Kapitel 4.3, Seite 52](#)) berücksichtigt

werden sollen. In den Stab- und Querschnittsdialogen sind jeweils Faktoren von 1,00 voreingestellt. Damit hat das Häkchen im Kontrollfeld in der Regel keine Abminderungen oder Erhöhungen der Steifigkeiten zur Folge.

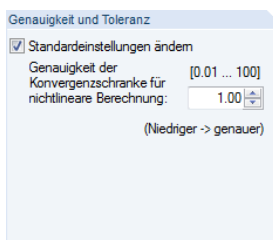
Zusatzoptionen berücksichtigen

Wurden bei den Berechnungsparametern der Lastfälle und Lastkombinationen *Zusatzoptionen* definiert (siehe [Kapitel 7.2.1.3, Seite 174](#)), so können sie über dieses Kontrollfeld global aktiviert oder deaktiviert werden.

Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe

Oft führt schon in der ersten Iteration die Überschreitung der kritischen Last zu einer Instabilitätsmeldung. Dieses Kontrollfeld regelt, ob die kritische Last für Fachwerk-, Druck- und Knickstäbe überprüft wird. Dabei werden die definierten Knicklängen der Stäbe berücksichtigt.

Genauigkeit und Toleranz



Es ist nur selten erforderlich, die voreingestellten Konvergenzparameter anzupassen. Nach dem Anhaken des Kontrollfeldes *Standardeinstellungen ändern* ist das Eingabefeld unterhalb zugänglich.

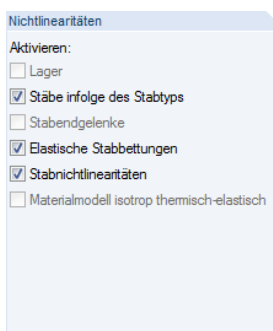
Falls nichtlineare Effekte wirken oder die Analyse nach Theorie II. bzw. III. Ordnung erfolgt, kann die Berechnung über die *Genauigkeit der Konvergenzschranke* beeinflusst werden.

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 zwischen zwei Werten pendeln anstatt zu konvergieren. Über den Faktor kann eine Empfindlichkeit definiert werden, um diesen Pendeleffekt zu unterbinden.

Die Genauigkeit beeinflusst auch das Konvergenzkriterium für Verformungsänderungen bei der Berechnung nach Theorie III. Ordnung, bei der geometrische Nichtlinearitäten berücksichtigt werden.

Voreingestellt ist der Faktor 1,0. Der minimale Faktor ist 0,01, der Maximalwert beträgt 100,0. Je größer der Wert, desto unempfindlicher ist die Abbruchschranke.

Nichtlinearitäten



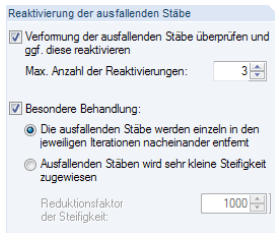
Werden nichtlinear wirkende Elemente im Modell verwendet, kann die Wirkung folgender Elemente für die Berechnung deaktiviert werden:

- Ausfallende Lager (→ [Kapitel 4.8, Seite 86](#))
- Ausfallende Stäbe infolge des Stabtyps (→ [Kapitel 4.7, Seite 73](#))
- Stabendgelenke (→ [Kapitel 4.4, Seite 62](#))
- Elastische Stabbettungen (→ [Kapitel 4.9, Seite 90](#))
- Stabnichtlinearitäten (→ [Kapitel 4.10, Seite 91](#))
- Material-Nichtlinearitäten (→ [Kapitel 4.2, Seite 44](#))

Die nichtlinearen Effekte sollten nur zu Testzwecken unterdrückt werden, z. B. um die Ursache einer Instabilität zu finden. Die Optionen dieses Abschnitts helfen bei der Fehlersuche: Manchmal sind fehlerhaft definierte Ausfallkriterien verantwortlich für Berechnungsabbrüche.

Reaktivierung der ausfallenden Stäbe

Die Einstellungen dieses Abschnitts betreffen Stabelemente, die ausfallen können (z. B. Zug-, Druck- oder Bettungsstäbe). Mit diesen Möglichkeiten lassen sich Instabilitätsprobleme lösen, die durch ausfallende Stäbe entstehen: Ein Modell ist beispielsweise durch Zugstäbe ausgesteift. Wegen der Stielverkürzungen infolge der Vertikallasten erhalten die Zugstäbe im ersten Berechnungsdurchgang kleine Druckkräfte. Sie werden aus dem System entfernt. Im zweiten Rechendurchgang ist das Modell ohne diese Zugstäbe dann instabil.



Verformung der ausfallenden Stäbe überprüfen und ggf. diese reaktivieren

Ist dieses Kontrollfeld aktiviert, werden in jeder Iteration die Knotenverschiebungen untersucht. Wenn sich die Stabenden eines ausgefallenen Zugstabes voneinander entfernen, wird der Stab wieder eingeführt.

In manchen Fällen kann das Wiedereinführen von Stäben problematisch sein: 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 lässt sich unterbinden, indem im Eingabefeld *Max. Anzahl der Reaktivierungen* festgelegt wird, wie oft ein Stabelement wieder eingeführt werden darf, ehe es endgültig aus der Steifigkeitsmatrix genommen wird.

Besondere Behandlung

Nach dem Anhängen des Kontrollfeldes stehen zwei Methoden zum Umgang mit ausfallenden Stäben zur Auswahl. Sie können mit der oben beschriebenen Reaktivierungsoption kombiniert werden.

- **Ausfallende Stäbe einzeln in den Iterationen nacheinander entfernen**

Nach der ersten Iteration werden z. B. nicht alle Zugstäbe mit einer Druckkraft auf einmal entfernt, sondern nur der Zugstab mit der größten Druckkraft. In der zweiten Iteration fehlt dann nur ein Stab in der Steifigkeitsmatrix. Anschließend wird wieder der Zugstab mit der größten Druckkraft entfernt. Auf diese Weise zeigt das System wegen der Umlagerungseffekte meist ein besseres Konvergenzverhalten.



Diese Berechnungsvariante benötigt mehr Zeit, da eine größere Anzahl an Iterationen durchlaufen werden muss. Außerdem ist sicherzustellen, dass im Abschnitt *Diverse Einstellungen* oben eine ausreichende Anzahl möglicher Iterationen vorgesehen ist.

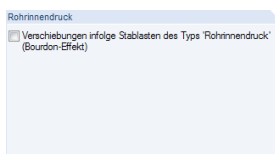
- **Ausfallenden Stäben sehr kleine Steifigkeit zuweisen**

Die ausgefallenen Stäbe werden nicht aus der Steifigkeitsmatrix entfernt, sondern es wird ihnen eine sehr kleine Steifigkeit zugewiesen. Diese ist im Eingabefeld *Reduktionsfaktor der Steifigkeit* festzulegen: Der Faktor 1000 bedeutet, dass die Steifigkeit auf 1/1000 reduziert wird.



Bei dieser Berechnungsvariante ist zu bedenken, dass kleine Schnittgrößen an Stäben ausgewiesen werden, die der Stab durch seine Definition eigentlich nicht aufnehmen kann.

Rohrinnendruck



Das Kontrollfeld ist für die Stablast *Rohrinnendruck* bedeutsam. Der so genannte Bourdon-Effekt beschreibt das Bestreben eines gebogenen Rohres, sich unter dem Einfluss von Druck gerade zu biegen. Die Umfangsspannungen und Axialspannungen aus der Innendrucklast führen – unter Berücksichtigung der Materialsteifigkeit und Querdehnung – zu einer axialen Längsdehnung des Rohres.



Ein Beispiel zur Berechnung von Rohrinnendruck finden Sie in folgendem Fachbeitrag:
<https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001102>

7.3 Starten der Berechnung

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Berechnung zu starten. Vorher empfiehlt es sich, noch eine kurze Plausibilitätskontrolle der Eingabedaten durchzuführen (siehe [Kapitel 7.1.1, Seite 163](#)).

Alles berechnen

Die Funktion wird gestartet über Menü

Berechnung → **Alles berechnen**



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

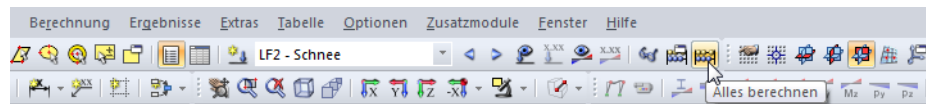


Bild 7.17: Schaltfläche [Alles berechnen]

Dieser Befehl startet die Berechnung aller Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen sowie sämtlicher Zusatzmodule, in denen Eingabedaten vorliegen.

Die Funktion [Alles berechnen] sollte mit Vorsicht genutzt werden:

- Viele Lastfälle können nicht isoliert auftreten. Windlasten beispielsweise wirken immer zusammen mit dem Eigengewicht. Bei Systemen, die auf Zug ausfallende Lagerungen haben, sind bei der sukzessiven Berechnung der Einzellastfälle Instabilitäten möglich.
- Liegen viele Lastkombinationen und Zusatzmodul-Bemessungsfälle vor, so sind lange Rechenzeiten möglich.

Ausgewählte Lastfälle berechnen



Der Dialog zur Auswahl der berechnungsrelevanten Lastfälle wird aufgerufen über Menü

Berechnung → **Zu berechnen**.

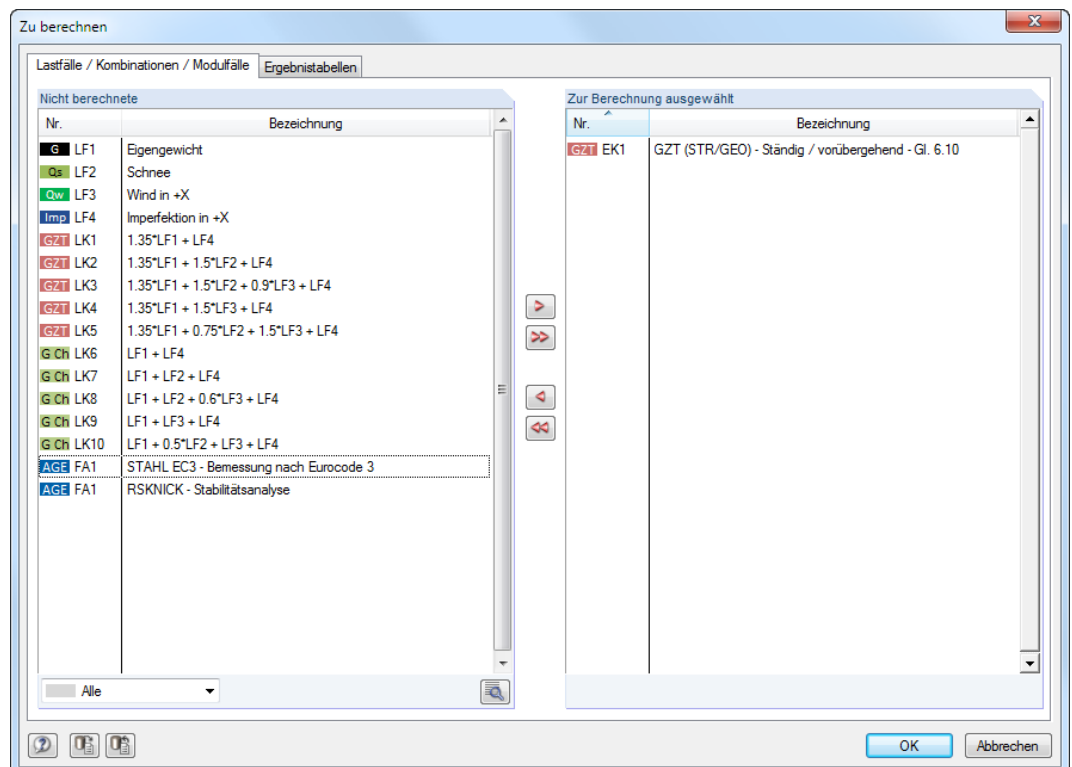





Bild 7.18: Dialog Zu berechnen

Links im Abschnitt *Nicht berechnet* sind alle Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen sowie Berechnungsfälle der Zusatzmodule aufgelistet, für die keine Ergebnisse vorliegen. Mit der Schaltfläche  können die selektierten Einträge in die Liste *Zur Berechnung ausgewählt* übertragen werden. Die Auswahl kann auch per Doppelklick erfolgen. Die Schaltfläche  übergibt die komplette Liste nach rechts.

Werden Ergebniskombinationen oder Zusatzmodul-Fälle zur Berechnung ausgewählt, die Ergebnisse aus Lastfällen erfordern, so werden diese Lastfälle automatisch mit berechnet.

Die Liste lässt sich mit den links dargestellten Filtermöglichkeiten nach bestimmten Kriterien sortieren.

Die Schaltfläche  ruft den Dialog *Berechnungsparameter* auf (siehe [Kapitel 7.2, Seite 176](#)). Dort können die Vorgaben für die Berechnung kontrolliert und angepasst werden.

Das Register *Ergebnistabellen* des Dialogs *Zu berechnen* steuert, welche Tabellen nach der Berechnung verfügbar sind.

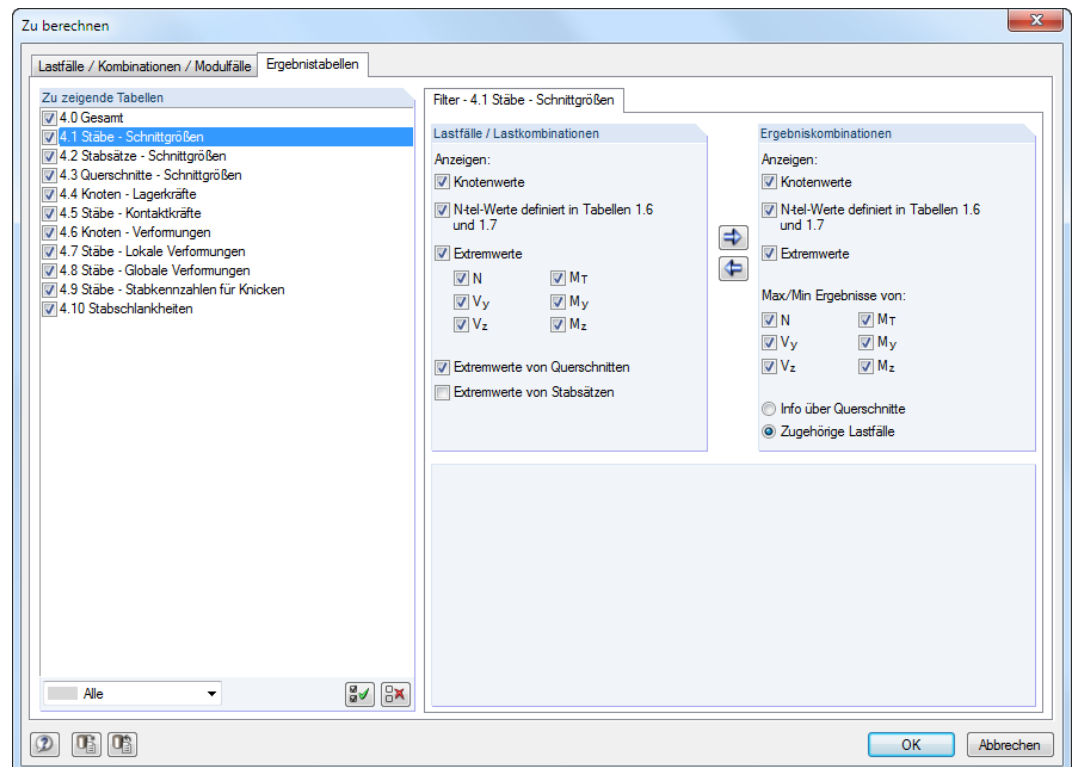
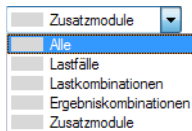


Bild 7.19: Dialog *Zu berechnen*, Register *Ergebnistabellen*

Für einige Ergebnistabellen sind weitere Filtermöglichkeiten verfügbar. Diese sind im [Kapitel 8 Ergebnisse](#) bei den jeweiligen Ausgabetafeln vorgestellt (siehe z. B. [Bild 8.4, Seite 186](#)).

Aktuellen Lastfall berechnen



Die Berechnung eines einzelnen Lastfalls kann auch direkt gestartet werden: Stellen Sie den Lastfall bzw. die Last- oder Ergebniskombination in der Liste der Symbolleiste ein und klicken dann auf die Schaltfläche [Ergebnisse anzeigen].

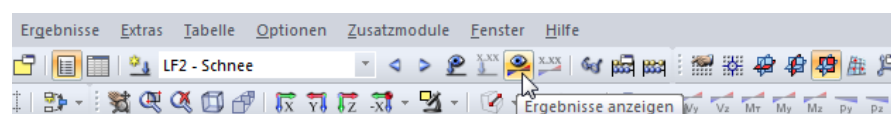


Bild 7.20: Lastfall direkt berechnen über Schaltfläche [Ergebnisse anzeigen]

Nach der Meldung, dass keine Ergebnisse vorliegen, kann die Berechnung gestartet werden.

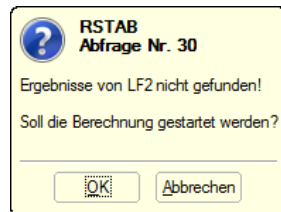


Bild 7.21: Abfrage vor der Berechnung

Ausgewählte Ergebnisse berechnen

Das Menü *Berechnung* bietet zusätzliche Optionen zur Auswahl der zu berechnenden Ergebnisse an:

- Nur RSTAB-Ergebnisse
- Nur Modul-Ergebnisse
- Alle Ergebnisse für alle offenen Modelle
- Nur RSTAB-Ergebnisse von allen geöffneten Modellen
- Nur Modul-Ergebnisse für alle geöffneten Modelle

Die Berechnung startet unmittelbar nach dem Aufruf der jeweiligen Funktion.

Berechnungsablauf

Der Berechnungsablauf wird im Fenster *Berechnung* angezeigt. Bei nichtlinearen Berechnungen können neben den durchlaufenen Phasen auch die Verläufe der maximalen Normalkräfte in einem Diagramm verfolgt werden.

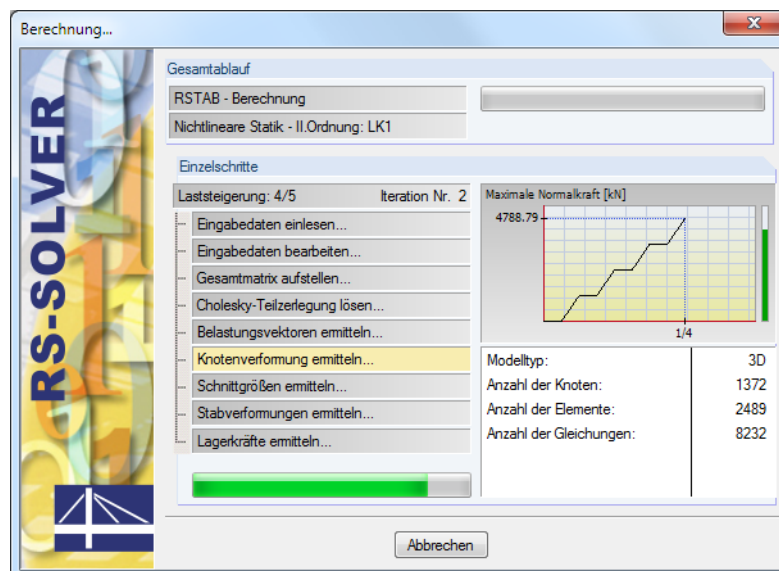


Bild 7.22: Ablauf der Berechnung

Der grüne Vertikalbalken rechts im Fenster visualisiert das Konvergenzverhalten während der Berechnung: Jede Laststufe beansprucht einen Anteil der Säule, z. B. 4/5 im obigen Bild für das vierte von fünf Lastinkrementen.



Für die Berechnung ist darauf zu achten, dass die Auslagerungsdatei ausreichend groß ist bzw. dass die Größe von Windows automatisch zugewiesen wird. Eine zu kleine Auslagerungsdatei kann u. U. zu Programmabstürzen führen.



Über Menü **Optionen** → **Programmoptionen** oder die links dargestellte Schaltfläche ist der Dialog *Programmoptionen* zugänglich. Dort kann im Register *Hilfe-Assistent* überprüft werden, ob die Kontrolle des RAM-Speicherplatzes aktiviert ist.

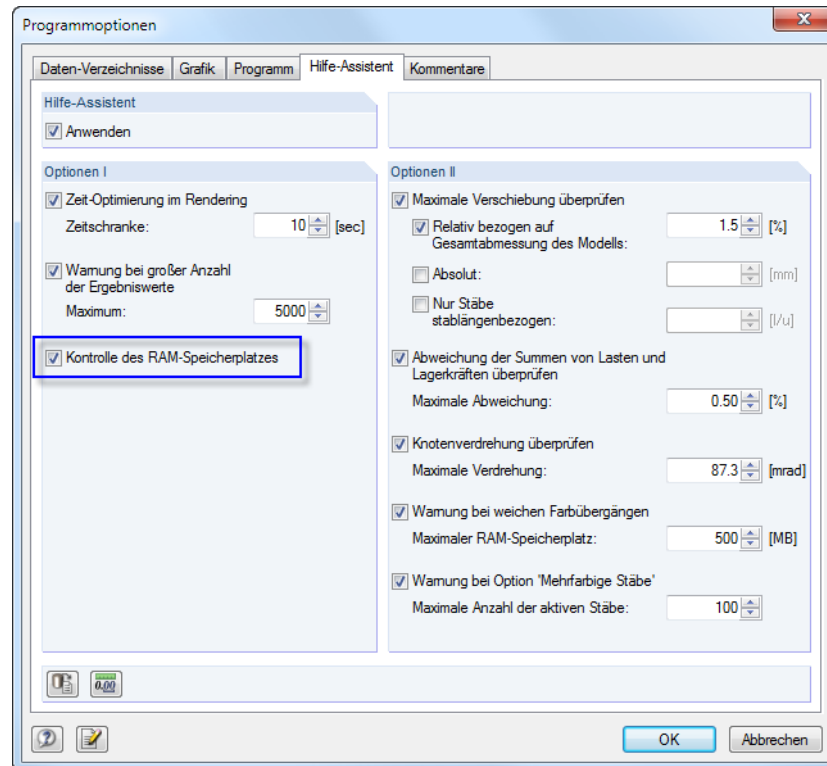


Bild 7.23: Dialog *Programmoptionen*, Register *Hilfe-Assistent*

8 Ergebnisse



Nach der Berechnung erscheint im Navigator das Zusatzregister *Ergebnisse* (siehe [Kapitel 3.4.3, Seite 21](#)) zur Steuerung der grafischen Ergebnisanzeige. Numerisch werden die Ergebnisse in separaten Tabellen (siehe [Kapitel 3.4.4, Seite 23](#)) ausgegeben.

Tabellen-Relationsbalken

Die Ergebnisspalten der Tabellen sind zum Teil rot oder blau hinterlegt (siehe [Bild 8.10, Seite 190](#)). Diese Balken drücken die Ergebniswerte zusätzlich in grafischer Form aus. Sie sind auf die Extremwerte der Schnittgrößen bzw. Verformungen aller Objekte skaliert. Negative Werte sind durch rote, positive durch blaue Balken symbolisiert. Dadurch ist auch in der Tabelle eine visuelle Bewertung der Ergebnisse möglich.

Die Farbbalken können ein- und ausgeblendet werden über Menü

Tabelle → Ansicht → Farb-Relationsbalken



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen.

Tabellen-Filter



Die angezeigten Tabellen sind von den Vorgaben abhängig, die im Register *Ergebnistabellen* des Dialogs *Zu berechnen* bestehen (siehe [Kapitel 7.3, Seite 181](#)).

Ergebnisse - Zusammenfassung

Die Tabelle 4.0 *Ergebnisse - Zusammenfassung* bietet eine nach Lastfällen und Lastkombinationen geordnete Bilanz der Ergebnisse.

| A | B | C | D |
|-------------------------------------|--------------------------|---------|---|
| Bezeichnung | Wert | Einheit | Kommentar |
| LF1 - Eigengewicht | | | |
| Summe Belastung in Richtung X | 0.00 | kN | |
| Summe Lagerkräfte in Richtung X | 0.00 | kN | |
| Summe Belastung in Richtung Y | 0.00 | kN | |
| Summe Lagerkräfte in Richtung Y | 0.00 | kN | |
| Summe Belastung in Richtung Z | 1651.66 | kN | |
| Summe Lagerkräfte in Richtung Z | 1651.66 | kN | Abweichung: 0.00 % |
| Resultierende der Reaktionen um X | -1300.790 | kNm | Im Schwerpunkt des Modells (X: 12.866, Y: -11.859, Z: -4.455 m) |
| Resultierende der Reaktionen um Y | 507.900 | kNm | Im Schwerpunkt des Modells |
| Resultierende der Reaktionen um Z | 0.000 | kNm | Im Schwerpunkt des Modells |
| Maximale Verschiebung in Richtung X | 22.0 | mm | Stab Nr. 12, x: 4.200 m |
| Maximale Verschiebung in Richtung Y | 2.7 | mm | Stab Nr. 5, x: 4.078 m |
| Maximale Verschiebung in Richtung Z | 123.3 | mm | Stab Nr. 100, x: 2.000 m |
| Maximale Verschiebung vektoriell | 123.5 | mm | Stab Nr. 100, x: 2.000 m |
| Maximale Verdrehung um X-Achse | -22.4 | mrad | Stab Nr. 99, x: 0.500 m |
| Maximale Verdrehung um Y-Achse | 13.5 | mrad | Stab Nr. 17, x: 1.468 m |
| Maximale Verdrehung um Z-Achse | 2.9 | mrad | Stab Nr. 107, x: 2.500 m |
| Berechnungstheorie | I. Ordnung | | Theorie I. Ordnung (geometrisch lineare Berechnung) |
| Steifigkeitsreduzierung | <input type="checkbox"/> | | |
| Anzahl der Laststeigerungen | 5 | | |
| Anzahl der Iterationen | 11 | | |

Bild 8.1: Tabelle 4.0 *Ergebnisse - Zusammenfassung*

Diese Übersicht zeigt die Kontrollsummen von Belastungen und Lagerkräften an. Die Abweichungen in jede Richtung sollten weniger als 1 % betragen. Ist dies nicht der Fall, liegen numerische Probleme wegen großer Steifigkeitsunterschiede vor. Es ist auch möglich, dass das Modell über eine unzureichende Stabilität verfügt oder dass die Berechnung die maximale Anzahl der Iterationen erreicht hat, ohne zu konvergieren. Die Übersicht gibt auch Auskunft über die resultierenden Lagerreaktionen, die im Schwerpunkt des Modells idealisiert wirksam sind.

Weiterhin werden in der Bilanz die maximalen Verschiebungen und Verdrehungen in Bezug auf die globalen Achsen X, Y und Z sowie die größte Gesamtverschiebung ausgewiesen. Durch die Kontrolle der Verformungen lässt sich die Verlässlichkeit der Ergebnisse bewerten.

Die lastfallweise Zusammenfassung wird jeweils durch die verwendeten Berechnungsparameter vervollständigt. Hier ist die *Anzahl der Iterationen* von Interesse, die zur Ermittlung der Ergebnisse benötigt wurde.

Die Tabelle endet mit einer Gesamt-Zusammenfassung ausgewählter Parameter des Rechenkerns sowie global gültiger Berechnungsvorgaben (siehe Bild 7.15, Seite 176: Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*).

8.1 Stäbe - Schnittgrößen

Die grafische Anzeige der Stabschnittgrößen wird über den Eintrag *Stäbe* im *Ergebnisse*-Navigator gesteuert. Die Tabelle 4.1 gibt die Schnittkräfte und Momente in numerischer Form aus.

Bei einem 2D-Modell werden nur die Tabellenspalten von Schnittgrößen angezeigt, die in einem ebenen System vorliegen.

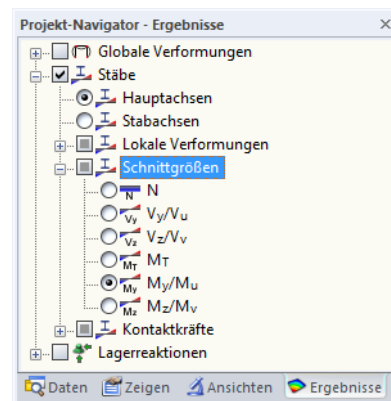


Bild 8.2: Ergebnisse-Navigator: Stäbe → Schnittgrößen

| 4.1 Stäbe - Schnittgrößen | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|----------------------|--------|---------|------------------|---------|--------------------|--------|---------|---------------------------|
| Stab Nr. | A Knoten Nr. | B Stelle x [m] | C | D | E Kräfte [kN] | | F Momente [kNm] | | | J Zugehörige Lastfälle |
| | | | | | N | Vy / Vu | Vz / Vv | MT | My / Mu | |
| 1 | 13 | 0.000 | max N | -121.10 | 3.26 | -2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK1 |
| | | | min N | -175.04 | 6.22 | -3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK5 |
| | | | max Vz | -134.39 | 6.07 | -1.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK15 |
| | | | min Vz | -162.81 | 4.99 | -3.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK2 |
| | | | max My | -121.10 | 3.26 | -2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK1 |
| | | | min My | -121.10 | 3.26 | -2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK1 |
| 2 | 4.000 | 4.000 | max N | -111.57 | 3.04 | -2.09 | 0.00 | -8.78 | -12.73 | LK1 |
| | | | min N | -165.52 | 0.29 | -2.83 | 0.00 | -12.17 | -16.69 | LK5 |
| | | | max Vz | -124.86 | -3.22 | -1.43 | 0.00 | -6.03 | -8.38 | LK15 |
| | | | min Vz | -153.29 | 4.52 | -3.34 | 0.00 | -14.28 | -19.32 | LK2 |
| | | | max My | -124.86 | -3.22 | -1.43 | 0.00 | -6.03 | -8.38 | LK15 |
| | | | min My | -153.29 | 4.52 | -3.34 | 0.00 | -14.28 | -19.32 | LK2 |
| 13 | 0.000 | 4.000 | Max N | -111.57 | 3.04 | -2.09 | 0.00 | -8.78 | -12.73 | LK1 |
| | | | Min N | -175.04 | 6.22 | -3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK5 |
| | | | Max Vz | -124.86 | -2.60 | -1.43 | 0.00 | -6.03 | -8.38 | LK15 |
| | | | Min Vz | -162.81 | 4.99 | -3.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK2 |
| | | | Max My | -121.10 | 3.26 | -2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK1 |
| | | | Min My | -153.29 | 4.52 | -3.34 | 0.00 | -14.28 | -19.32 | LK2 |
| 2 | 14 | 0.000 | max N | -115.09 | -1.90 | -1.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK9 |
| | | | min N | -166.78 | -5.52 | -2.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | LK3 |

Bild 8.3: Tabelle 4.1 Stäbe - Schnittgrößen

LF2 - Schnee

Der Lastfall, dessen Schnittgrößen angezeigt werden sollen, kann in der Liste der Symbolleiste oder der Tabellen-Symbolleiste eingestellt werden.

Stelle x

Die Tabelle listet die Schnittgrößen eines jeden Stabes an folgenden Stellen auf:

- Anfangs- und Endknoten
- x-Stellen gemäß vorgegebener Stabteilung (siehe [Kapitel 4.6, Seite 70](#))
- Extremwerte *Max-/Min* der Schnittgrößen

Die Voreinstellung der ausgewiesenen x-Stellen kann angepasst werden über Menü

Tabelle → **Ansicht** → **Ergebnisfilter**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen.

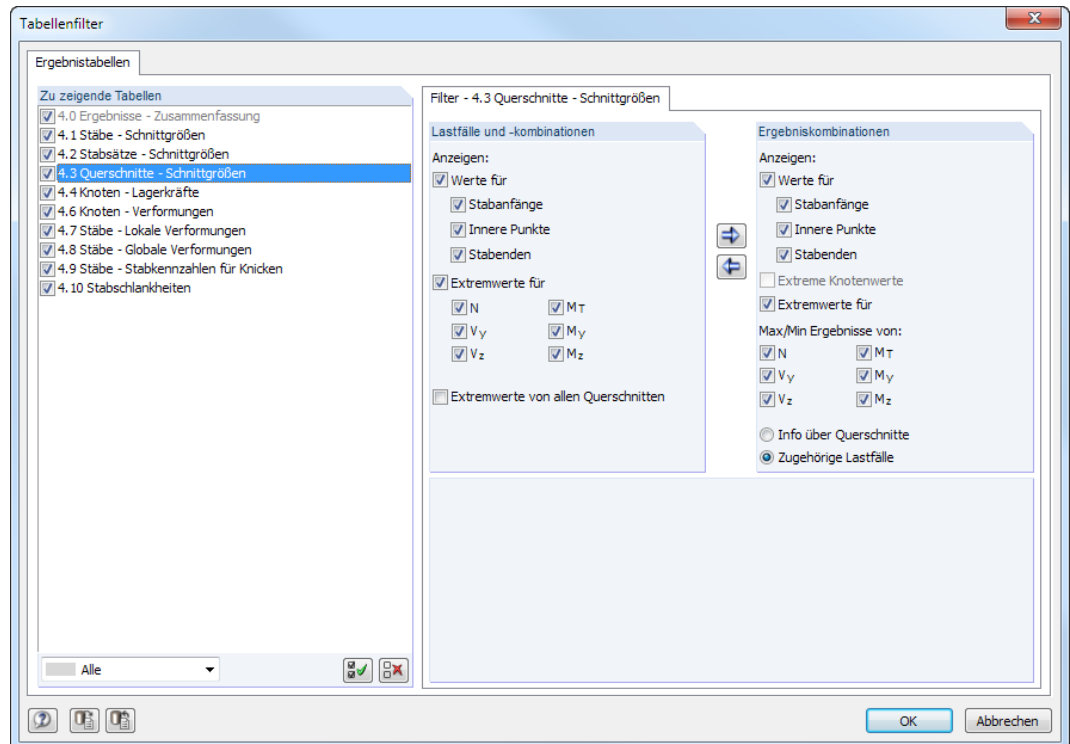


Bild 8.4: Dialog *Tabellenfilter*

Die Kontrollfelder im Dialog *Tabellenfilter* steuern Art und Umfang der numerischen Ausgabe (siehe [Kapitel 11.5.5, Seite 324](#)).

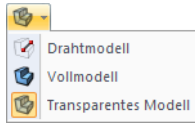
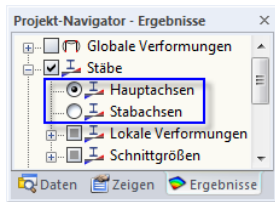
Der grafische Schnittgrößenverlauf basiert auf den Ergebniswerten in den Stabteilungen, die im Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter* festgelegt wurden (siehe [Kapitel 7.2.3, Seite 177](#)).

Kräfte / Momente

Die Stabschnittgrößen bedeuten im Einzelnen:

| | |
|-----------|--|
| N | Normalkraft im Stab |
| V_y/V_u | Querkraft in Richtung der lokalen Stabachse y bzw. u (siehe Seite 52) |
| 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 8.1: Stabschnittgrößen



Stab-Kontextmenü

Die lokalen Stabachsen y und z bzw. u und v sind die Hauptachsen des Querschnitts. Dabei stellt die y - bzw. u -Achse die „starke“ Achse, die z - bzw. v -Achse die „schwache“ Achse dar (siehe Kapitel 4.7, Seite 77). Bei unsymmetrischen Profilen kann gewählt werden, ob die Schnittgrößen auf die Hauptachsen u und v (siehe Grafik auf Seite 52) oder die Standard-Eingabeachsen y und z bezogen werden. Die Steuerung erfolgt wie links gezeigt im *Ergebnisse*-Navigator. Diese Vorgabe wirkt sich nicht nur auf die grafische, sondern auch auf die tabellarische Ergebnisausgabe aus.

Bei einer nichtlinearen Analyse können die Schnittgrößen auch auf die verformten Stabachsen-systeme bezogen ausgegeben werden. Der Bezug der Schnittgrößen wird im Abschnitt *Optionen* des Dialogs *Berechnungsparameter* geregelt (siehe Kapitel 7.2.1, Seite 172).

Die Stablage lässt sich über das 3D-Rendering oder den *Zeigen*-Navigator überprüfen, indem man unter dem Eintrag **Modell** → **Stäbe** die *Stab-Achsensysteme x,y,z* aktiviert (siehe folgendes Bild).

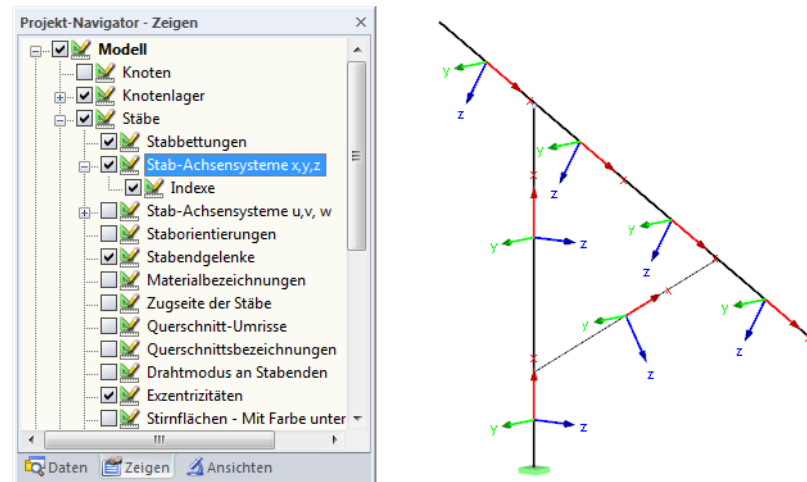


Bild 8.5: Aktivieren der lokalen Stabachsensysteme im *Zeigen*-Navigator

Über das links gezeigte Stab-Kontextmenü lassen sich die Stabachsen ebenfalls einblenden. Das lokale Stabachsensystem wirkt sich auf die Vorzeichen der Schnittgrößen aus.

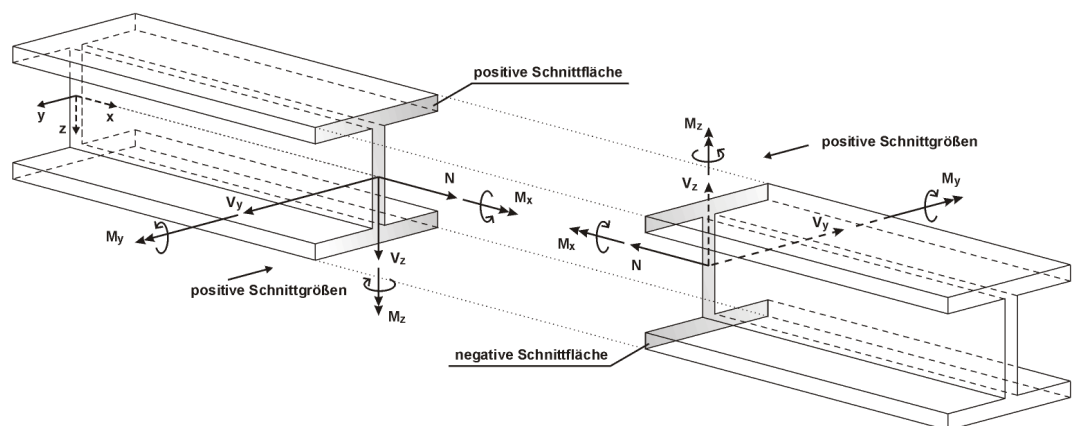


Bild 8.6: Positive Definition der Schnittgrößen



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 Schnittufer in positiver Richtung wirken.

Das Konzept entspricht dem der Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen*, die im [Kapitel 8.1](#) beschrieben ist. Die Ergebnisse sind hier nach Stabzügen oder Stabgruppen geordnet. Die Stabsatz-Bezeichnungen bleiben in der obersten Tabellenzeile fest eingestellt, sodass der Überblick beim Scrollen gewährleistet ist.

Die Tabelle schließt die stabweisen Ergebnisse aller im Stabsatz enthaltenen Stäbe mit ein. Mit den farbig abgesetzten Zeilen endet die Auflistung eines Stabsatzes: Sie geben die Gesamtextrema **MAX** und **MIN** jeder Schnittgrößenart im Stabsatz an. Die Extremwerte sind in Fettschrift hervorgehoben; die Werte in den übrigen Spalten der Zeile repräsentieren die zum Extremwert zugehörigen Schnittgrößen.

Die Datenmenge in der Tabelle kann über spezifische Filterfunktionen im Dialog *Tabellenfilter* reduziert werden (siehe [Kapitel 11.5.5](#), Seite 324). Der Dialog wird aufgerufen über Menü

Tabelle → Ansicht → Ergebnisfilter



oder die entsprechende Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.

8.3 Querschnitte - Schnittgrößen

Die Tabelle 4.3 gibt die Schnittgrößen nach Querschnitten geordnet aus.

| 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 | I |
|--|--------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|---|
| Querschnitt Nr. 1: Kreis 300 | | | | | | | | | |
| 1 | 13 | 0.000 | -175.04 | 6.22 | -3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 2 | 4.000 | -165.52 | 0.29 | -2.83 | 0.00 | -12.17 | -16.69 | |
| 2 | 14 | 0.000 | -166.08 | -5.00 | -2.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 1 | 4.000 | -156.57 | -10.77 | -2.53 | 0.00 | -10.84 | 25.70 | |
| 2 | MAX N | 4.000 | -156.57 | -9.98 | -2.53 | 0.00 | -10.84 | 25.70 | |
| 1 | MIN N | 0.000 | -175.04 | 6.22 | -3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2 | MAX V _z | 4.000 | -156.57 | -9.98 | -2.53 | 0.00 | -10.84 | 25.70 | |
| 1 | MIN V _z | 0.000 | -175.04 | 6.22 | -3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 1 | MAX M _y | 0.000 | -175.04 | 6.22 | -3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 1 | MIN M _y | 4.000 | -165.52 | 1.12 | -2.83 | 0.00 | -12.17 | -16.69 | |
| Querschnitt Nr. 2: Rechteck 250/400 | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | 0.000 | -55.44 | 25.58 | 174.00 | -1.51 | -37.43 | 14.25 | |
| | 4 | 6.000 | -18.90 | -38.96 | -155.44 | 8.43 | -19.73 | 4.87 | |
| 3 | MAX N | 3.000 | 234.04 | 6.33 | 5.08 | -1.51 | 207.20 | 2.00 | |
| 3 | MIN N | 0.000 | -55.44 | 25.58 | 174.00 | -1.51 | -37.43 | 14.25 | |
| 3 | MAX V _z | 0.110 | 18.85 | 91.23 | 222.76 | -36.82 | -39.06 | 10.22 | |
| 3 | MIN V _z | 5.890 | -10.70 | -64.22 | -208.62 | 41.77 | -15.96 | 13.29 | |
| 3 | MAX M _y | 3.000 | 234.04 | 6.33 | 5.08 | -1.51 | 207.20 | 2.00 | |
| 3 | MIN M _y | 0.110 | 18.85 | 91.23 | 222.76 | -36.82 | -39.06 | 10.22 | |
| Querschnitt Nr. 3: HE A 300 | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 0.000 | -40.38 | -2.06 | -32.83 | 0.10 | 52.27 | -9.09 | |
| | 15 | 3.000 | -36.77 | -3.63 | -29.12 | -0.07 | -40.73 | -0.34 | |
| 5 | 15 | 0.000 | -6.35 | 0.00 | 3.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 16 | 6.059 | -5.34 | 0.00 | -3.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 6 | 2 | 0.000 | -39.07 | 8.64 | -25.11 | -0.06 | 51.07 | 30.16 | |
| | 16 | 3.843 | -34.41 | 7.25 | -21.08 | -0.12 | -37.81 | -0.22 | |
| 7 | 4 | 0.000 | -39.40 | -0.10 | 31.19 | -0.04 | -51.55 | -3.15 | |
| | 19 | 3.000 | -35.79 | -1.62 | 29.12 | 0.07 | 39.83 | -0.35 | |
| 8 | 19 | 0.000 | -4.31 | 0.00 | 3.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 20 | 6.059 | -3.30 | 0.00 | -3.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 9 | 3 | 0.000 | -39.61 | 6.63 | 23.32 | 0.06 | -47.71 | 22.34 | |
| | 20 | 3.843 | -34.98 | 5.21 | 21.08 | 0.09 | 38.76 | -0.22 | |
| 8 | MAX N | 6.059 | -3.30 | 0.00 | -3.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 | MIN N | 0.000 | -40.38 | -2.06 | -32.83 | 0.10 | 52.27 | -9.09 | |
| Gesamt Stäbe - Schnittgrößen Stabsätze - Schnittgrößen Querschnitte - Schnittgrößen Knoten - Lagerkräfte Stäbe - Kontaktkräfte | | | | | | | | | |

Bild 8.8: Tabelle 4.3 Querschnitte - Schnittgrößen

Das Konzept entspricht dem der Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen*, die im [Kapitel 8.1](#) beschrieben ist. Die Ergebnisse sind hier nach Querschnitten geordnet. Die Querschnittsbezeichnungen bleiben in der obersten Tabellenzeile fest eingestellt, sodass der Überblick beim Scrollen gewährleistet ist.

Die Tabelle schließt die stabweisen Ergebnisse aller Stäbe mit ein, die den jeweiligen Querschnitt verwenden. Mit den farbig abgesetzten Zeilen endet die Auflistung für einen Querschnitt: Sie

geben die Gesamttextrema **MAX** und **MIN** jeder Schnittgrößenart im Querschnitt an. Die Extremwerte sind in Fettschrift hervorgehoben; die Werte in den übrigen Spalten der Zeile repräsentieren die zum Extremwert zugehörigen Schnittgrößen.



Die Datenmenge in der Tabelle kann über spezifische Filterfunktionen im Dialog *Tabellenfilter* reduziert werden (siehe [Kapitel 11.5.5, Seite 324](#)).

8.4 Knoten - Lagerkräfte

Die Einträge unter den *Lagerreaktionen* im *Ergebnisse*-Navigator steuern, welche Komponenten im Arbeitsfenster grafisch angezeigt werden. Sie können auf die lokalen Achsen gedrehter Lager oder auf das globale XYZ-Achsensystem bezogen werden. Die Tabelle 4.4 gibt die Lagerkräfte und -momente in numerischer Form aus.

Bei einem 2D-Modell werden nur die Tabellenspalten der Lagerkräfte und -momente angezeigt, die für ein ebenes System relevant sind.

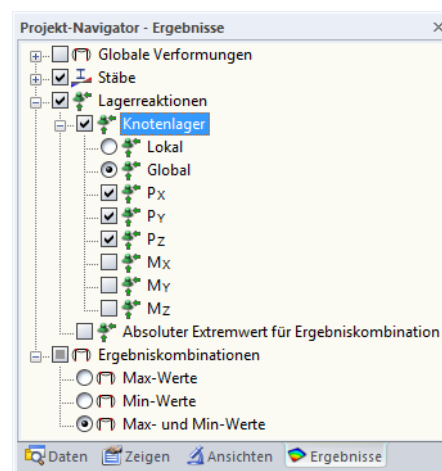


Bild 8.9: *Ergebnisse*-Navigator: Lagerreaktionen → Knotenlager

| 4.4 Knoten - Lagerkräfte | | | | | | | |
|--------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| Knoten Nr. | Lagerkräfte [kN] | | | Lagemomente [kNm] | | | |
| | P _x | P _y | P _z | M _x | M _y | M _z | |
| 13 | 0.30 | 0.00 | 13.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 14 | 0.26 | 0.00 | 12.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 15* | 0.00 | 0.00 | 1.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | φ _y = -45.00 ° |
| 16* | 0.00 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | φ _y = -45.00 ° |
| Σ Kräfte | -0.85 | 0.00 | 27.30 | | | | |
| Σ Lasten | 0.00 | 0.00 | 71.21 | | | | |

Bild 8.10: Tabelle 4.4 *Knoten - Lagerkräfte*

LF2 - Schnee

Der Lastfall, dessen Lagerreaktionen angezeigt werden sollen, kann in der Liste der Symbolleiste oder der Tabellen-Symbolleiste eingestellt werden.

Lagerkräfte P_x / P_y / P_z

In diesen drei Tabellenspalten werden die Auflagerkräfte nach Knoten geordnet aufgelistet. Die Kräfte sind im Regelfall auf die Achsen X, Y und Z des globalen Koordinatensystems bezogen. Über die Option **Lagerreaktionen** → **Knotenlager** → **Lokal** im *Ergebnisse*-Navigator lassen sich sowohl in der Grafik als auch in der Tabelle die auf die lokalen Lagerachsen X', Y' und Z' bezogenen Kräfte anzeigen (gedrehte Lager).

Bei Lagerdrehungen sind die Knoten wie im [Bild 8.10](#) gezeigt mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet. Die Kräfte werden auf das gewählte Achsensystem bezogen ausgegeben. In der letzten Tabellenspalte wird der Drehwinkel des Lagers ausgewiesen.



In der Tabelle werden die Kräfte ausgegeben, die in das Lager eingeleitet werden. Es handelt sich also vorzeichenmäßig nicht um die Reaktionskräfte vonseiten des Auflagers. 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 damit die Fundamentlasten dar.

Die grünen Vektoren in der Grafik hingegen zeigen die Reaktionskräfte vonseiten der Lager an. Die Komponenten der Lagerreaktionen sind durch die Größe und Richtung der Vektoren visualisiert.

In Arbeitsfenster können die Vorzeichen der eingeleiteten Kräfte mit angezeigt werden. Diese Option ist im *Zeigen*-Navigator unter dem Eintrag *Ergebnisse* zugänglich.

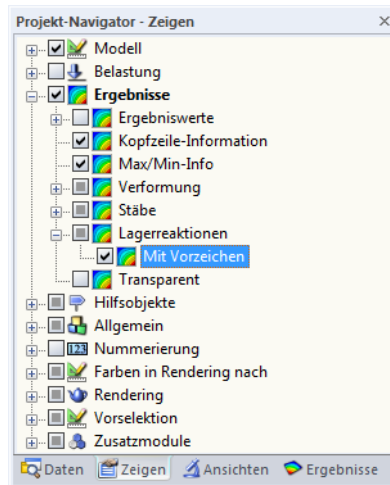


Bild 8.11: *Zeigen*-Navigator: Ergebnisse → Lagerreaktionen → Mit Vorzeichen

Die Vorzeichen in der Grafik sind auf das globale XYZ- bzw. gedrehte lokale $X'Y'Z'$ -Achsensystem bezogen. Sie sollten nur zur Visualisierung der eingeleiteten Kräfte aktiviert werden, da sie sonst zu Missverständnissen führen.

Lagermomente $M_x / M_y / M_z$

In diesen drei Spalten werden die Auflagermomente nach Knoten geordnet aufgelistet. Die Momente sind im Regelfall auf die Achsen X, Y und Z des globalen Koordinatensystems bezogen. Über den *Ergebnisse*-Navigator lassen sich sowohl in der Grafik als auch in der Tabelle die auf die lokalen Lagerachsen X' , Y' und Z' bezogenen Momente anzeigen.

In der Tabelle werden die Momente ausgegeben, die in das Lager eingeleitet werden. Es handelt 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 damit die Fundamentlasten dar.

Im Arbeitsfenster hingegen werden Reaktionsmomente vonseiten der Auflager angezeigt.

Für die Auflagermomente können ebenfalls die Vorzeichen in der Grafik mit angezeigt werden (siehe Bild 8.11). Ein positives Lagermoment wirkt rechtsschraubig um die jeweilige positive globale Achse. Hier gilt wie bei den Lagerkräften, dass die Vektoren bereits vorzeichenbehaftet sind und die Werteangaben davon unabhängig zu betrachten sind: Die Vorzeichen geben die Richtungen der Momente in Bezug auf die globalen Achsen an.

Grafisch lassen sich die Lagermomente als Vektor oder Bogen darstellen. Die Anzeigart kann geändert werden über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten.

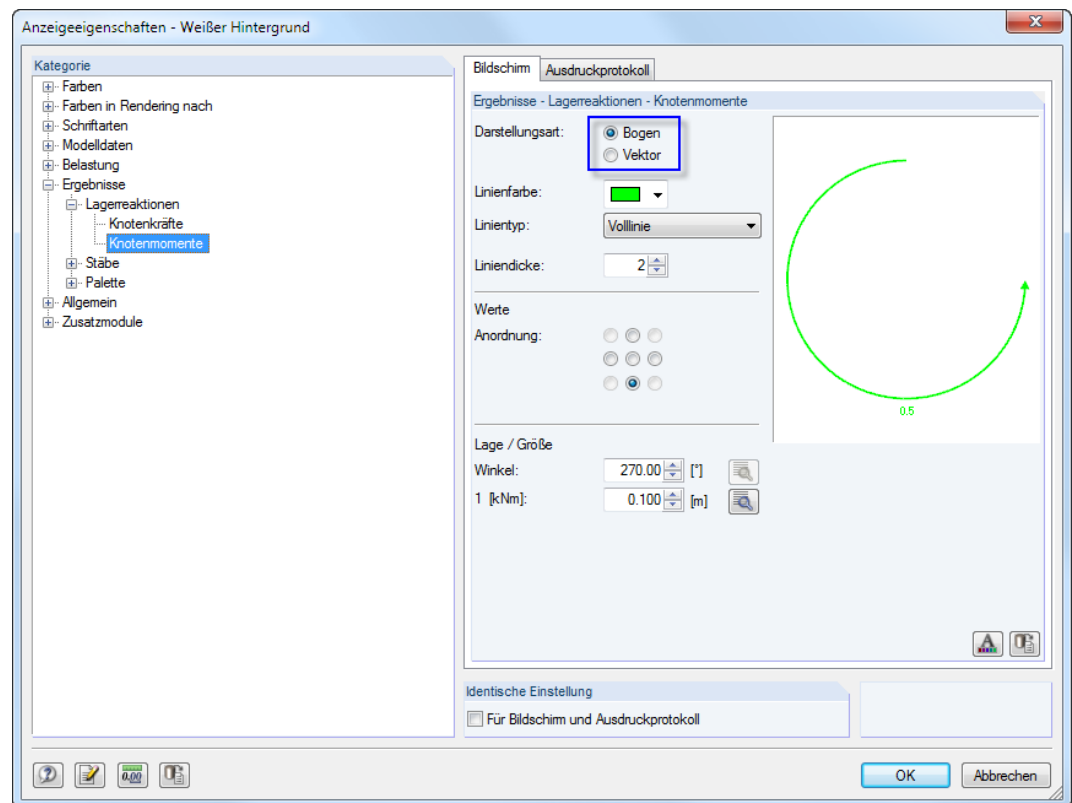


Bild 8.12: Dialog *Anzeigeeigenschaften*: Knotenmomente in Bogendarstellung

Stellen Sie links die *Kategorie Ergebnisse* → *Lagerreaktionen* → *Knotenmomente* ein und wählen dann rechts die Darstellungsart *Bogen*.

Gedrehte Knotenlager

In der letzten Tabellenspalte werden die Drehwinkel gedrehter Knotenlager ausgewiesen (siehe Bild 8.10, Seite 190). Diese Knoten sind mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.

Kontrollsummen

Bei Lastfällen und Lastkombinationen werden ganz am Ende der Tabelle die Kontrollsummen von Lagerreaktionen und Belastung angegeben. Es werden Differenzen zwischen $\Sigma Kräfte$ und $\Sigma Lasten$ bestehen, wenn im Modell auch elastisch gebettete Stäbe vorliegen. Für die Gesamtbilanz muss deshalb auch die $\Sigma Kräfte$ der Tabelle 4.5 berücksichtigt werden.

Lagerkräfte von Ergebniskombinationen filtern

Bei Ergebniskombinationen kann die Voreinstellung der ausgewiesenen Extremwerte angepasst werden über Menü

Tabelle → **Ansicht** → **Ergebnisfilter**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Tabellen-Symbolleiste.



Bild 8.13: Dialog *Tabellenfilter* (Ausschnitt)

Die Kontrollfelder im Dialog *Tabellenfilter* steuern Art und Umfang der numerischen Ausgabe für die Lagerkräfte.

Resultierende der Lagerreaktionen

Bei Lastfällen und Lastkombinationen werden die Resultierenden der Lagerreaktionen in Tabelle 4.0 *Ergebnisse - Zusammenfassung* für jede globale Richtung ausgegeben (siehe Bild 8.1, Seite 184). Über den *Ergebnisse*-Navigator lassen sich die Resultierenden auch am Modell visualisieren.

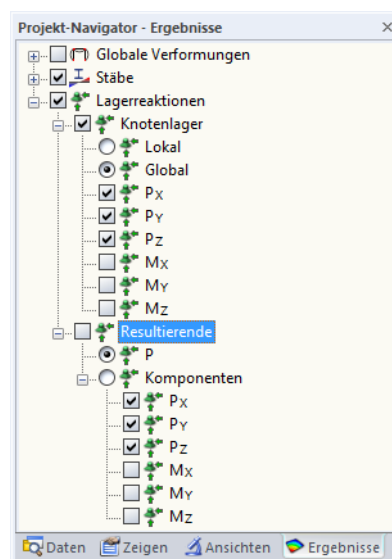


Bild 8.14: *Ergebnisse*-Navigator: Lagerreaktionen → Resultierende

Neben der Gesamresultierenden *P* lassen sich die einzelnen *Komponenten* einblenden, die im Schwerpunkt des Modells idealisiert wirksam sind. So können auf einen Blick Lage und Größe der resultierenden Lagerkräfte überprüft werden.

8.5 Stäbe - Kontaktkräfte

Wenn das Modell elastisch gebettete Stäbe enthält (siehe [Kapitel 4.9, Seite 89](#)), werden die Kontaktkräfte und -momente in der Tabelle 4.5 numerisch ausgegeben. Die grafische Anzeige der Ergebnisse wird über den Eintrag *Stäbe* im *Ergebnisse*-Navigator gesteuert.

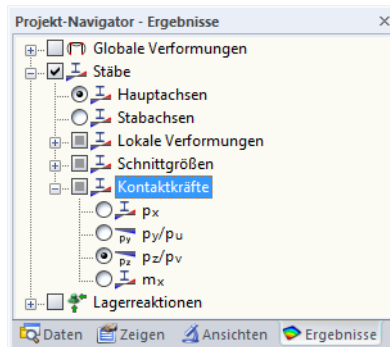


Bild 8.15: *Ergebnisse*-Navigator: Stäbe → Kontaktkräfte

| 4.5 Stäbe - Kontaktkräfte | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------------|----------------------|-------|---------|-----------------------|
| Stab Nr. | Knoten Nr. | Stelle x [m] | Kontaktkräfte [kN/m] | | | Momente m_x [kNm/m] |
| | | | p_x | p_y | p_z | |
| 13 | 2 | 0.000 | 0.00 | 1.95 | 73.57 | 0.00 |
| | 3 | 7.000 | 0.00 | 0.86 | 141.21 | 0.00 |
| | Max p_y | 0.000 | 0.00 | 1.95 | 73.57 | 0.00 |
| | Min p_y | 7.000 | 0.00 | 0.86 | 141.21 | 0.00 |
| | Max p_z | 7.000 | 0.00 | 0.86 | 141.21 | 0.00 |
| | Min p_z | 2.000 | 0.00 | 1.64 | 58.04 | 0.00 |
| 14 | 4 | 0.000 | 0.00 | -0.87 | 138.88 | 0.00 |
| | 1 | 7.000 | 0.00 | -1.94 | 70.39 | 0.00 |
| | Max p_y | 0.000 | 0.00 | -0.87 | 138.88 | 0.00 |
| | Min p_y | 7.000 | 0.00 | -1.94 | 70.39 | 0.00 |
| | Max p_z | 0.000 | 0.00 | -0.87 | 138.88 | 0.00 |
| | Min p_z | 5.000 | 0.00 | -1.63 | 54.79 | 0.00 |
| Σ Kräfte | | | 0.00 | 19.59 | 1159.50 | |
| Σ Lasten | | | -1036.80 | 24.77 | 1230.80 | |

Bild 8.16: Tabelle 4.5 *Stäbe - Kontaktkräfte*

Knoten Nr.

Für jeden Bettungsstab werden in den ersten zwei Zeilen die Nummern der Anfangs- und Endknoten angezeigt. Die weiteren Zeilen geben an, welche Arten von Extremwerten für Kontaktkräfte und -momente vorliegen.

Die Voreinstellungen der Extremwertausgabe können angepasst werden über Menü

Tabelle → **Ansicht** → **Ergebnisfilter**



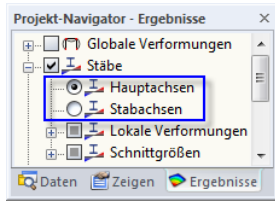
oder die zugeordnete Schaltfläche in der Tabellensymbolleiste.

Stelle x

Die Tabelle listet die Kontaktschnittgrößen eines jeden Stabes an folgenden Stellen auf:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß vorgegebener Stabteilung (siehe [Kapitel 4.6, Seite 70](#))
- Extremwerte (*Max/Min*) der Kontaktkräfte und -momente

Kontaktkräfte $p_x / p_y / p_z$



Die Kontaktkräfte, die in Richtung der lokalen Stabachsen x , y und z wirksam sind, werden auf eine Einheitslänge bezogen ausgegeben. Bei unsymmetrischen Profilen kann gewählt werden, ob die Kontaktkräfte auf die Hauptachsen u und v (siehe Grafik auf Seite 52) oder die Standard-Eingabeachsen y und z bezogen werden. Die Steuerung erfolgt im *Ergebnisse*-Navigator.

Die Lage der lokalen Achsen lässt sich über den *Zeigen*-Navigator kontrollieren, indem man unter dem Eintrag **Modell** → **Stäbe** die *Stab-Achsensysteme* x,y,z aktiviert (siehe Bild 8.5). Die Vorzeichen entsprechen den üblichen Regelungen; sie sind im Kapitel 8.1 auf Seite 187 bei den Stabschnittgrößen erläutert.

Um aus den Tabellenwerten die Sohlpressungen zu ermitteln, sind die Ergebnisse noch durch die jeweiligen Querschnittsbreiten zu dividieren.

Momente 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.

Querschnitt / Zugehörige Lastfälle

Die letzte Spalte informiert über die in den Stäben verwendeten Querschnitte bzw. bei Ergebniskombinationen über die Lastfälle und Lastkombinationen, die zur Ermittlung der maximalen oder minimalen Kontaktkräfte in der jeweiligen Zeile herangezogen wurden.

Kontrollsummen

Bei Lastfällen und Lastkombinationen werden ganz am Ende der Tabelle die Kontrollsummen von Lagerreaktionen und Belastung angegeben. Es werden Differenzen zwischen Σ Kräfte und Σ Lasten bestehen, wenn im Modell auch Knotenlager vorliegen. Für die Gesamtbilanz muss deshalb auch die Σ Kräfte der Tabelle 4.4 berücksichtigt werden.



Die Kontaktkräfte werden mit den Stabteilungen ermittelt, die für die *Ergebnisverläufe* und die *max/min*-Werte gelten. Diese Teilungen sind im Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter* hinterlegt (siehe Bild 7.15, Seite 176). Die Vorgabe für *besondere Stabtypen* wirkt sich nur dann aus, wenn ein Bettungsstab mit unsymmetrischem Querschnitt vorliegt.

8.6 Knoten - Verformungen

Die grafische Anzeige der Knotenverschiebungen und -verdrehungen wird über den Eintrag *Globale Verformungen* im *Ergebnisse*-Navigator gesteuert. Die Tabelle 4.6 gibt die Verformungen der Knoten in numerischer Form aus.



Bild 8.17: *Ergebnisse*-Navigator: Globale Verformungen

4.6 Knoten - Verformungen

<

Bild 8.18: Tabelle 4.6 *Knoten - Verformungen*

Die Auflistung der Verschiebungen und Verdrehungen erfolgt nach Knoten geordnet.

Verschiebungen / Verdrehungen

Die Verformungen bedeuten im Einzelnen:

| | |
|------------------|---|
| u | Gesamtverschiebung |
| 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 |
| phi _X | Verdrehung um die globale X-Achse |
| phi _Y | Verdrehung um die globale Y-Achse |
| phi _Z | Verdrehung um die globale Z-Achse |

Tabelle 8.2: Knotenverformungen

Die Voreinstellung der ausgewiesenen x-Stellen kann angepasst werden über Menü

Tabelle → **Ansicht** → **Ergebnisfilter**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen.

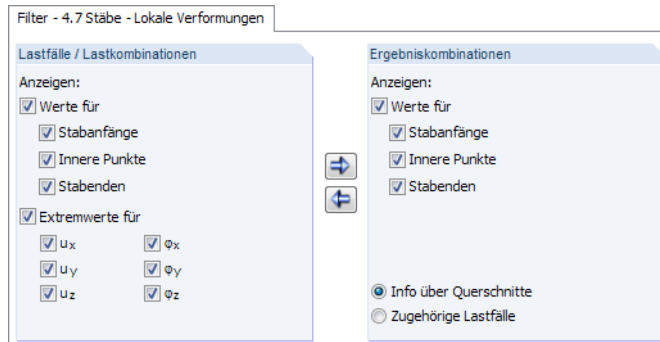


Bild 8.21: Dialog *Tabellenfilter* (Ausschnitt)

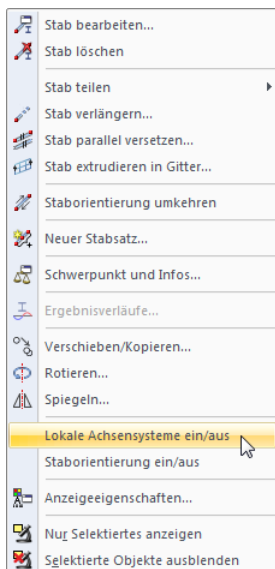
Die Kontrollfelder im Dialog *Tabellenfilter* steuern Art und Umfang der numerischen Ausgabe.

Verschiebungen / Verdrehungen

Die Stabverformungen bedeuten im Einzelnen:

| | |
|-----------------------|--|
| $ u $ | Absolute Gesamtverschiebung (nicht für Ergebniskombinationen) |
| u_x | Verschiebung des Stabes in Richtung seiner Längsachse |
| u_y/u_u | Verschiebung des Stabes in Richtung der lokalen Achse y bzw. u (siehe Seite 52) |
| 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 lokale Achse y bzw. u |
| φ_z/φ_v | Verdrehung des Stabes um die lokale Achse z bzw. v |

Tabelle 8.3: Stabverformungen



Stab-Kontextmenü

Die Lage der lokalen Stabachsen lässt sich über den *Zeigen*-Navigator überprüfen, indem man unter dem Eintrag **Modell** → **Stäbe** die *Stab-Achsensysteme* x,y,z aktiviert (siehe [Bild 8.5](#), [Seite 187](#)). Alternativ wird das links gezeigte 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 rechts-schraubig um die positive Stabachse.

Querschnitt

Die letzte Spalte informiert über die in den Stäben verwendeten Querschnitte oder die zugehörigen Lastfälle (bei Ergebniskombinationen).

Im Arbeitsfenster können die Verformungen von Stäben zwei- oder mehrfarbig sowie im Rendereingmodus dargestellt werden (siehe [Kapitel 9.3](#), [Seite 206](#)).



Die Stabverformungen lassen sich auch als Animation des Verformungsablaufs visualisieren (siehe [Kapitel 9.8](#), [Seite 219](#)).

8.8 Stäbe - Globale Verformungen



Die auf die globalen Achsen X, Y und Z bezogenen Stabverschiebungen und -verdrehungen werden über den Eintrag *Globale Verformungen* im *Ergebnisse*-Navigator gesteuert. Die Tabelle 4.8 gibt die globalen Verformungen der Stäbe in numerischer Form aus.

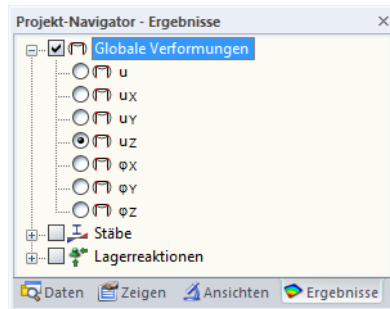


Bild 8.22: *Ergebnisse*-Navigator: Globale Verformungen

| 4.8 Stäbe - Globale Verformungen | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|----------------|------|-----------------------|------|-----|------|-----------------------|-------|-------|------------------|
| Stab Nr. | A Knoten Nr. | B Stelle x [m] | C u | D Verschiebungen [mm] | | | F uz | G Verdrehungen [mrad] | | | J Querschnitt |
| | | | | ux | uy | uz | | phi_x | phi_y | phi_z | |
| 2 | 14 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | 1 - Kreis 300 |
| | 1 | 4.000 | 1.3 | -0.8 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 2.6 | -0.9 | -0.3 | |
| | Max ux | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | |
| | Min ux | 2.500 | 1.7 | -1.3 | -1.0 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | -0.3 | | |
| | Max uy | 4.000 | 1.3 | -0.8 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 2.6 | -0.9 | -0.3 | |
| | Min uy | 2.000 | 1.6 | -1.2 | -1.1 | 0.1 | -0.1 | 0.3 | -0.3 | | |
| | Max uz | 4.000 | 1.3 | -0.8 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 2.6 | -0.9 | -0.3 | |
| | Min uz | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | |
| | Max phi_x | 4.000 | 1.3 | -0.8 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 2.6 | -0.9 | -0.3 | |
| | Min phi_x | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | |
| | Max phi_y | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | |
| | Min phi_y | 4.000 | 1.3 | -0.8 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 2.6 | -0.9 | -0.3 | |
| | Max phi_z | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | |
| | Min phi_z | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.8 | 0.8 | -0.3 | |
| 3 | 3 | 0.000 | 0.8 | 0.1 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | -1.4 | 1.0 | 0.3 | 2 - Rechteck 250 |
| | 4 | 6.000 | 0.6 | -0.4 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 0.9 | -0.5 | |

Bild 8.23: Tabelle 4.8 Stäbe - globale Verformungen

Die Tabellenspalten *Knoten Nr.* und *Stelle x* entsprechen denen der vorherigen Ergebnistabelle 4.7 *Stäbe - Lokale Verformungen*.

Verschiebungen / Verdrehungen

Die Stabverformungen bedeuten im Einzelnen:

| | |
|-------|---|
| u | Absolute Gesamtverschiebung (nicht für Ergebniskombinationen) |
| ux | Verschiebung des Stabes in Richtung der globalen X-Achse |
| uy | Verschiebung des Stabes in Richtung der globalen Y-Achse |
| uz | Verschiebung des Stabes in Richtung der globalen Z-Achse |
| phi_x | Verdrehung des Stabes um die globale X-Achse |
| phi_y | Verdrehung des Stabes um die globale Y-Achse |
| phi_z | Verdrehung des Stabes um die globale Z-Achse |

Tabelle 8.4: Globale Stabverformungen

8.9 Stäbe - Stabkennzahlen für Knicken

Bei der Berechnung druckbelasteter Stabmodelle nach Theorie II. Ordnung spielt die Stabkennzahl ε eine Rolle (siehe Kapitel 7.2.1, Seite 170). Jeder Stab besitzt eine eigene Stabkennzahl, die sich aus der Druckkraft, der Stablänge und der Stabsteifigkeit ermittelt.

Stäbe mit Stabkennzahlen größer 1 sind ggf. nach Theorie II. Ordnung zu untersuchen. Auch die Normen einiger Staaten wie z. B. der USA schreiben vor, dass die Stabkennzahlen zu begrenzen sind.

In der Tabelle 4.9 werden die für das Knicken maßgebenden Stabkennzahlen angegeben. Es besteht keine grafische Ausgabemöglichkeit.

4.9 Stäbe - Stabkennzahlen für Knicken

LKS - 1.35*LF1 + 1.5*LF

| Stab Nr. | A Stabtyp | B Material | C Querschnitt | D Länge L [m] | E Normalkraft N [kN] | F ε_y | G ε_z | H ε_u | I ε_v |
|----------|--------------|--------------------|----------------------|------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | Balkenstab | 1 - Beton C30/37 | 1 - Kreis 300 | 4.000 | -134.00 | 0.404 | 0.404 | - | - |
| 2 | Balkenstab | 1 - Beton C30/37 | 1 - Kreis 300 | 4.000 | -129.74 | 0.398 | 0.398 | - | - |
| 3 | Rippe | 1 - Beton C30/37 | 2 - Rechteck 250/400 | 6.000 | 278.47 | - | - | - | - |
| 4 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 3 - HE A 300 | 3.000 | -38.49 | 0.100 | 0.170 | - | - |
| 5 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 3 - HE A 300 | 6.059 | -6.07 | 0.080 | 0.136 | - | - |
| 6 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 3 - HE A 300 | 3.843 | -36.79 | 0.125 | 0.212 | - | - |
| 7 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 3 - HE A 300 | 3.000 | -37.53 | 0.098 | 0.167 | - | - |
| 8 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 3 - HE A 300 | 6.059 | -2.82 | 0.054 | 0.093 | - | - |
| 9 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 3 - HE A 300 | 3.843 | -37.31 | 0.126 | 0.214 | - | - |
| 10 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 4 - HE B 260 | 6.700 | -23.91 | 0.194 | 0.331 | - | - |
| 11 | Balkenstab | 2 - Baustahl S 235 | 4 - HE B 260 | 6.700 | -17.12 | 0.164 | 0.280 | - | - |
| 12 | Zugstab | Ausfall | | | | | | | |

Knoten - Verformungen | Stäbe - Lokale Verformungen | Stäbe - Globale Verformungen | Stäbe - Stabkennzahlen für Knicken | Stabschlankheiten

Bild 8.24: Tabelle 4.9 Stäbe - Stabkennzahlen für Knicken

Die Stabkennzahlen sind nach Stabnummern geordnet aufgelistet.

Stabtyp

Zur Information werden die Stabtypen angegeben (siehe Kapitel 4.7, Seite 72). Stabkennzahlen werden nur für Stäbe ermittelt, die in der Lage sind, Druckkräfte aufzunehmen.

Material

Die Eigenschaft des Materials wirkt sich auf die Stabsteifigkeit aus.

Querschnitt

Zur Ermittlung der Stabsteifigkeiten werden die Trägheitsmomente des Querschnitts benötigt.

Länge L

In der Tabellenspalte D werden die Stablängen angegeben.

Normalkraft N

Diese Spalte listet die Normalkräfte auf, die zur Ermittlung der Stabkennzahl herangezogen werden. Hierbei handelt es sich um die Normalkräfte, die in Stabmitte vorliegen ($x = L/2$).

Stabkennzahlen werden nur für Stäbe ermittelt, die mindestens in einem Teilbereich (Balkenstab) bzw. am gesamten Stab (Druckstab, Knickstab etc.) Druckkräfte aufweisen.

Stabkennzahlen $\varepsilon_y / \varepsilon_z$

Die Stabkennzahl ε ist von der Stablänge L , der Druckkraft N und der Steifigkeit $E \cdot I$ abhängig.

$$\varepsilon = L \cdot \sqrt{\frac{|N|}{E \cdot I}} \quad (8.1)$$

In den Tabellenspalten F und G werden die Stabkennzahlen angegeben, die sich auf das lokale Stabachsensystem y bzw. z beziehen. Bei unsymmetrischen Profilen wie Winkeln erscheinen zwei weitere Spalten, in denen die Stabkennzahlen auch auf die Hauptachsen u und v bezogen ausgegeben werden.

8.10 Stabschlankheiten

In der Tabelle 4.10 werden die Schlankheitsgrade der Stäbe angegeben. Sie sind für die Beurteilung des Knickverhaltens druckbelasteter Stäbe bedeutsam. Es besteht keine grafische Ausgabemöglichkeit.

4.10 Stabschlankheiten

LK5 - 1.35*LF1 + 1.5*LF

| Stab Nr. | A Querschnitt | B Länge L [m] | C Knicklängenbeiwerte [-] | | D Schlankheit [-] | | | |
|----------|----------------------|---------------------|------------------------------|------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | $k_{cr,y}$ | $k_{cr,z}$ | λ_y | λ_z | λ_u | λ_v |
| 1 | 1 - Kreis 300 | 4.000 | 1.000 | 1.000 | 53.33 | 53.33 | - | - |
| 2 | 1 - Kreis 300 | 4.000 | 1.000 | 1.000 | 53.33 | 53.33 | - | - |
| 3 | 2 - Rechteck 250/400 | 6.000 | 1.000 | 1.000 | 51.96 | 83.14 | - | - |
| 4 | 3 - HE A 300 | 3.000 | 1.500 | 1.500 | 35.40 | 60.22 | - | - |
| 5 | 3 - HE A 300 | 6.059 | 1.000 | 1.000 | 47.66 | 81.08 | - | - |
| 6 | 3 - HE A 300 | 3.843 | 1.500 | 1.500 | 45.35 | 77.15 | - | - |
| 7 | 3 - HE A 300 | 3.000 | 1.000 | 1.000 | 23.60 | 40.15 | - | - |
| 8 | 3 - HE A 300 | 6.059 | 1.000 | 1.000 | 47.66 | 81.08 | - | - |
| 9 | 3 - HE A 300 | 3.843 | 1.000 | 1.000 | 30.23 | 51.43 | - | - |
| 10 | 4 - HE B 260 | 6.700 | 1.000 | 1.000 | 59.58 | 101.61 | - | - |
| 11 | 4 - HE B 260 | 6.700 | 1.000 | 1.000 | 59.58 | 101.61 | - | - |
| 12 | 5 - L 80x8 | 6.708 | 1.000 | 1.000 | 219.39 | 432.43 | 219.39 | 432.43 |

Knoten - Verformungen | Stäbe - Lokale Verformungen | Stäbe - Globale Verformungen | Stäbe - Stabkennzahlen für Knicken | Stabschlankheiten

Bild 8.25: Tabelle 4.10 Stabschlankheiten

Die Stabschlankheiten sind nach Stabnummern geordnet aufgelistet.

Querschnitt

Zur Ermittlung der Schlankheiten werden die Trägheitsradien des Querschnitts benötigt.

Länge L

In der Tabellenspalte B werden die Stablängen angegeben.

Knicklängenbeiwerte $k_{cr,y} / k_{cr,z}$

Die Knicklängenbeiwerte k_{cr} beschreiben das Verhältnis zwischen Knick- und Stablänge.

$$k_{cr} = \frac{s_K}{L} \quad (8.2)$$

Die Knicklänge s_K bezieht sich auf das Knickverhalten rechtwinklig zur ,starken' Stabachse y bzw. ,schwachen' Stabachse z . Falls keine Knicklängen manuell definiert wurden (siehe [Kapitel 4.7, Seite 81](#)), wird der EULER-Fall 2 angenommen: Die Knicklänge ist folglich gleich der Stablänge. Genauere Untersuchungen lassen sich mit dem Zusatzmodul RSKNICK oder in Bemessungsmodulen wie z. B. STAHL EC3 durchführen.

Schlankheiten λ_y/λ_z

Der Schlankheitsgrad λ stellt eine rein geometrische Größe dar. Er ermittelt sich aus dem Knicklängenbeiwert k_{cr} , der Stablänge L und dem Trägheitsradius i .

$$\lambda = \frac{k_{cr} L}{i} \quad (8.3)$$

In den Tabellenspalten E und F werden die Schlankheitsgrade angegeben, die sich auf das lokale Stabachsensystem y bzw. z beziehen. Bei unsymmetrischen Profilen wie Winkeln erscheinen zwei weitere Spalten, in denen die Schlankheitsgrade auch auf die Hauptachsen u und v bezogen ausgegeben werden.

9 Ergebnisauswertung

9.1 Vorhandene Ergebnisse

Die Menüfunktion

Ergebnisse → **Vorhandene Ergebnisse**

öffnet einen Dialog mit einer Übersicht über alle berechneten Lastfälle und Kombinationen.

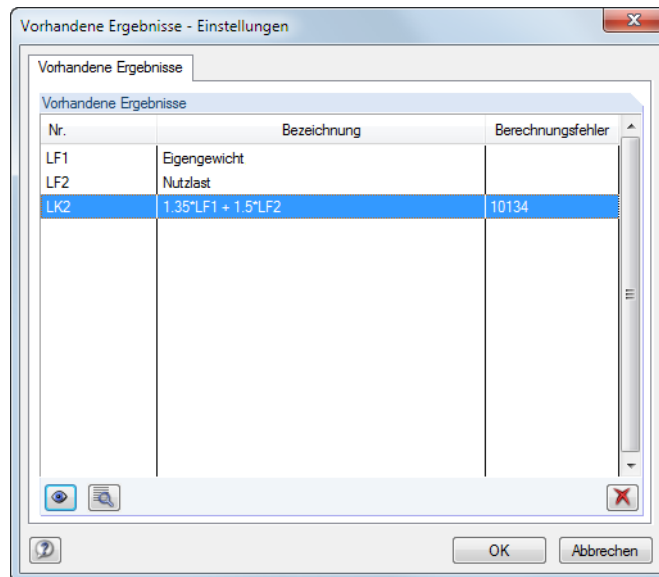





Bild 9.1: Dialog *Vorhandene Ergebnisse*

In der Liste kann überprüft werden, welche Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen berechnet wurden. Die Spalte *Berechnungsfehler* weist Ursachen für Berechnungsabbrüche aus, die über die Schaltfläche  des selektierten Lastfalls näher erläutert werden.

Nach dem Selektieren eines Eintrags können die Ergebnisse über die Schaltfläche  oder einen Doppelklick grafisch angezeigt werden. Nicht benötigte Ergebnisse lassen sich mit der Schaltfläche  löschen.

LF2 - Schnee

Der Lastfall oder die Last- bzw. Ergebniskombination kann auch in der Lastfallliste der Symbolleiste oder Ergebnistabellen-Symbolleiste ausgewählt werden. Ergebnisgrafik und Tabellenanzeige aktualisieren sich automatisch, wenn die sogenannte Synchronisation der Selektion aktiv ist (siehe Kapitel 11.5.4, Seite 323).

9.2 Ergebnisauswahl



Der *Ergebnisse*-Navigator steuert, ob Verformungen, Schnittgrößen, Kontaktkräfte oder/und Lagerreaktionen angezeigt werden.

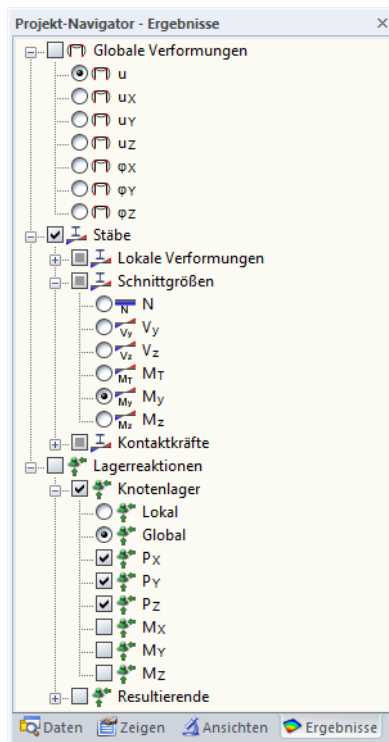


Bild 9.2: *Ergebnisse*-Navigator

Alternativ erfolgt die Auswahl über die *Ergebnisse*-Symbolleiste.



Bild 9.3: *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.

Bei den Ergebnissen einer Ergebniskombination (EK) enthält der Navigator den zusätzlichen Eintrag *Ergebniskombinationen*.

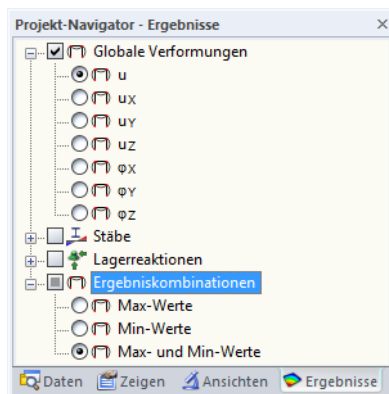


Bild 9.4: *Ergebnisse*-Navigator bei einer Ergebniskombination

Es bestehen drei Möglichkeiten, die Ergebnisse der Verformungen, Schnittgrößen und Lagerkräfte von Ergebniskombinationen grafisch anzuzeigen: Die *Max-* und *Min-Werte* können getrennt dargestellt werden. Die Option *Max- und Min-Werte* zeigt beide Einhüllenden aus den Extremwerten am Modell an.

9.3 Ergebnisdarstellung

Die Art der Präsentation der Ergebnisse wird über den *Zeigen-Navigator* gesteuert.

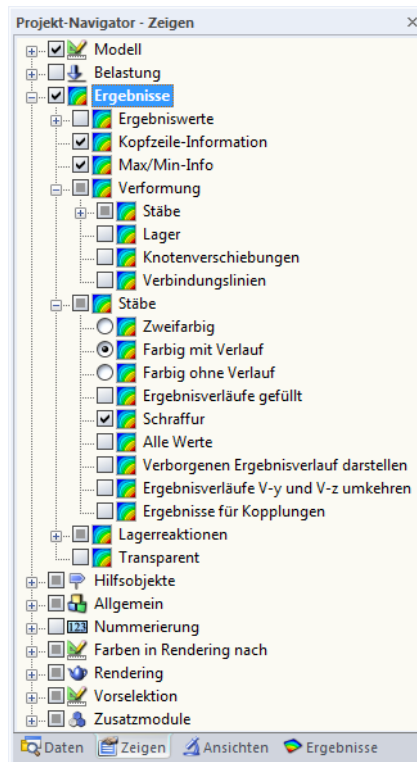


Bild 9.5: Zeigen-Navigator: Ergebnisse



Im *Ergebnisse-Navigator* wird festgelegt, welche Ergebnisse angezeigt werden. Der *Zeigen-Navigator* steuert, wie sie dargestellt werden.

Als Standard werden die Stabschnittgrößen *Zweifarbige* dargestellt. Damit werden positive Schnittgrößen in cyan oder blau, negative Schnittgrößen in rot angetragen. Die Stabverformungen werden standardmäßig als einfarbige *Linien* dargestellt.



Der grafische Ergebnisverlauf wird über das Eingabefeld *Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe* im Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter* gesteuert (siehe Bild 7.15, Seite 176). Ist dort eine Teilung von 10 eingestellt, teilt RSTAB die Länge des längsten Stabes im System durch 10. Mit dieser systembezogenen Teilungslänge werden dann für jeden Stab die grafischen Ergebnisverläufe an den Zwischenpunkten ermittelt.



Werden die Stabschnittgrößen *Farbig mit/ohne Verlauf* dargestellt, erfolgt die Farbzuzuweisung der grafischen Ergebnisse gemäß der Skala im Steuerpanel. Das Kapitel 3.4.6 auf Seite 25 enthält Hinweise zur Anpassung der Werte- und Farbskalen.

Die Schnittgrößen können auch als *Querschnitte* gezeigt werden: Es erscheint eine fotorealistische Darstellung der Stäbe mit farbig abgestimmten Schnittgrößenverläufen an den gerenderten Stäben.

Analog lässt sich die Verformung der *Querschnitte* (3D-Rendering der Verformungsfigur) oder der *Querschnitte farbig* (farbig abgestuftes Rendering der Verformungsfigur) anzeigen.

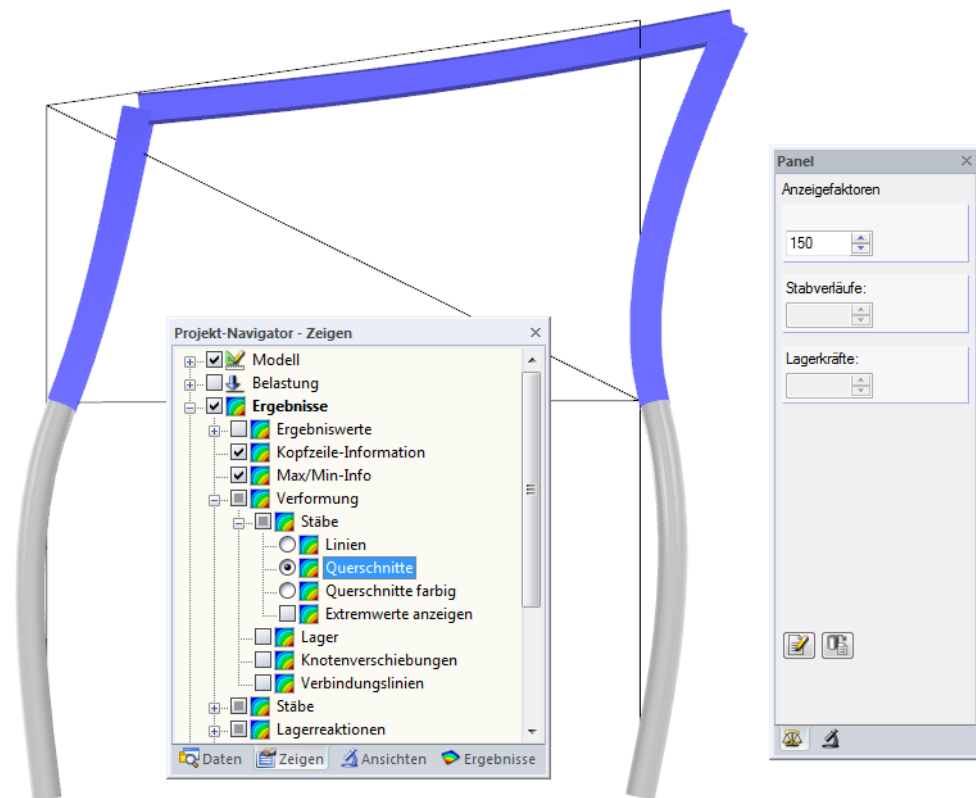


Bild 9.6: Überhöhte Darstellung der Stabverformungen im 3D-Rendering



Über das Steuerpanel-Register *Faktoren* (mittig bzw. links) kann die Skalierung von Verformungen und Schnittgrößen beeinflusst werden. Das Register *Filter* (rechts) ermöglicht die gezielte Auswahl der Stäbe, deren Ergebnisse dargestellt werden sollen (siehe Bild 9.24, Seite 219). Die beiden Panel-Register sind im Kapitel 3.4.6 ab Seite 28 beschrieben.

9.4 Stabinfo

Für die Stabergebnisse steht eine spezielle Ablesefunktion zur Verfügung. Sie wird aufgerufen über Menü

Extras → Info über Stab



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

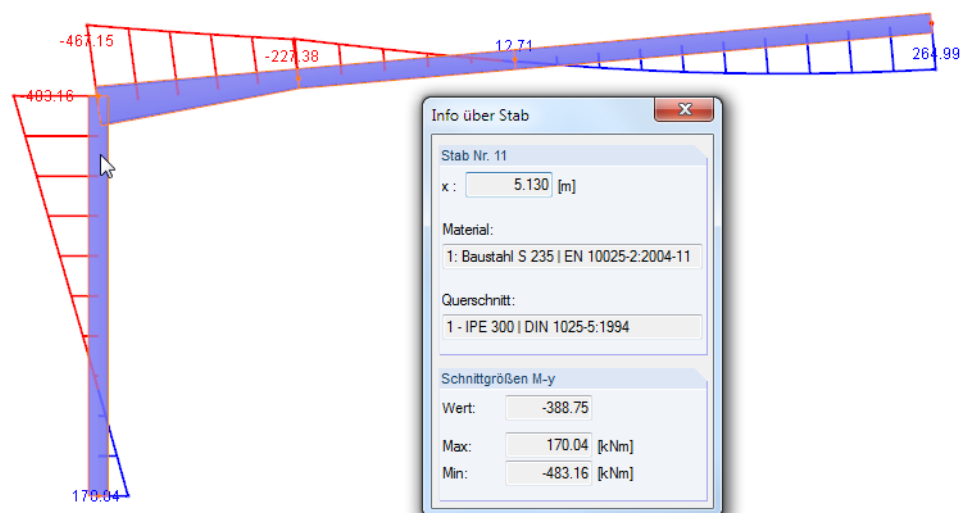


Bild 9.7: Dialog Info über Stab

Es erscheint ein *Info*-Fenster. Wird der Mauszeiger über einen Stab bewegt, so können im Fenster neben Material und Querschnitt des Stabes die Verformungswerte oder Schnittgrößen an der aktuellen Mauszeigerposition (Stelle x des Stabes) abgelesen werden.

9.5 Ergebnisverläufe

9.5.1 Ergebnisdiagramm

Das Ergebnisdiagramm ermöglicht es, die Ergebnisverläufe von Stäben und Stabsätzen im Detail abzulesen.

Der bzw. die Stäbe oder Stabsätze (Mehrfachauswahl mit gedrückter [Strg]-Taste) sind im Arbeitsfenster zu selektieren. Die Funktion wird dann aufgerufen über Menü

Ergebnisse → **Ergebnisverläufe für selektierte Stäbe**,



die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste oder das Stab- bzw. Stabsatz-Kontextmenü.

Es öffnet sich ein neues Fenster mit den Ergebnisverläufen des selektierten Objekts.

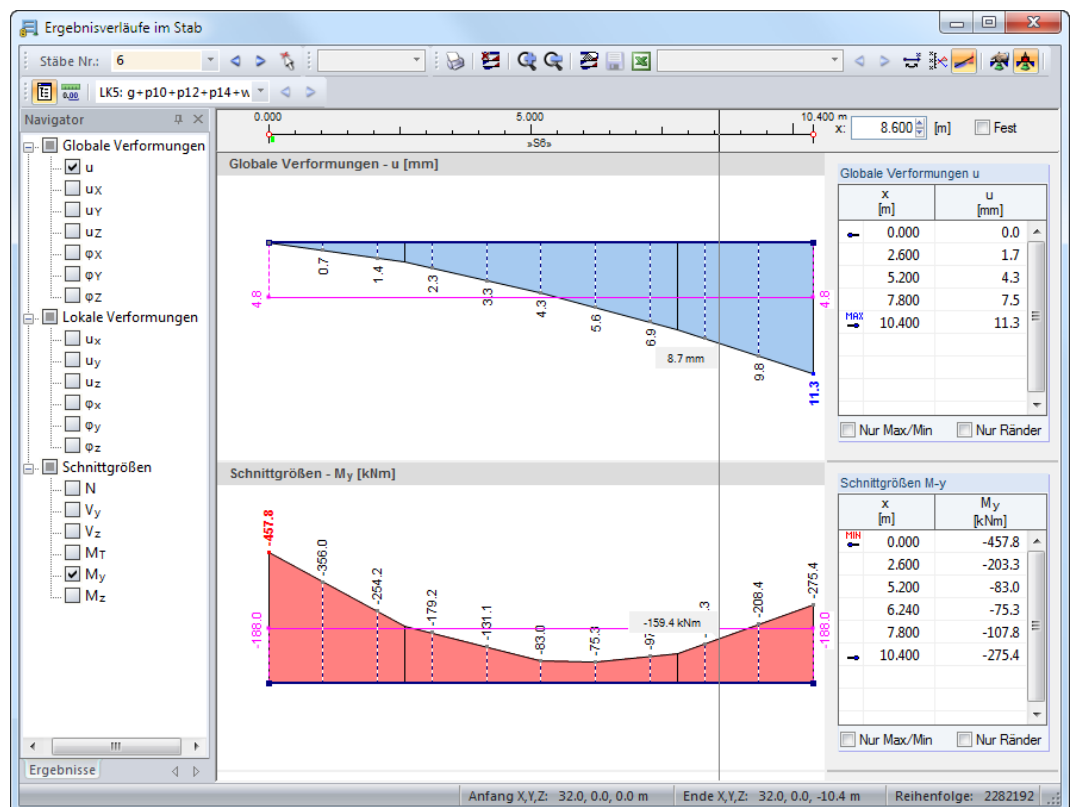


Bild 9.8: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*



Der *Ergebnisse*-Navigator links verwaltet die Verformungen, Schnittgrößen und Kontaktkräfte, die im Ergebnisdiagramm erscheinen. Über die Liste in der Symbolleiste kann zwischen den Lastfällen, Last- und Ergebniskombinationen gewechselt werden.

LF2 - Schnee

Stäbe Nr.: 2

Links oben werden in einer Liste die Nummern der selektierten Stäbe bzw. Stabsätze angezeigt. Im Eingabefeld *Stäbe Nr.* sind auch manuelle Einträge möglich. Damit kann die Auswahl erweitert, reduziert oder völlig neu gestaltet werden.

Wird die Maus im Ergebnisdiagramm entlang des Stabes bewegt, können die „wandernden“ Ergebniswerte der aktuellen x-Stelle abgelesen werden. Die Stelle x ist auf den Stabanfang bezogen und wird rechts oben angezeigt. In das Eingabefeld kann auch eine bestimmte x-Stelle manuell eingetragen werden. Das Kontrollfeld *Fest* arretiert den Mauszeiger an der hier definierten Stelle.

Im rechten Abschnitt sind die Ergebniswerte in numerischer Form aufgelistet. Es handelt sich dabei 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 *Globale Berechnungsparameter* (siehe [Bild 7.15](#), [Seite 176](#)).

Die *Aktionen*-Schaltflächen in der Symbolleiste sind hilfreich für die ingenieurmäßige Auswertung – insbesondere die Glättungsmöglichkeiten für Schnittgrößen (siehe [Kapitel 9.5.2](#)).

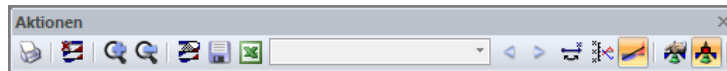


Bild 9.9: Schwebende Symbolleiste *Aktionen*

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 im Bild 9.10 gezeigten Steuerungsparameter werden aufgerufen. |
| | Die geglätteten Ergebnisverläufe werden gespeichert. |
| | Der Dialog <i>Tabelle exportieren</i> wird aufgerufen (Bild 11.122 , S. 326). |
| | Die Stabrichtung x wird umgekehrt. |
| | Die Ordinaten mit den Maximalwerten werden ein- und ausgeblendet. |
| | Die Anzeige der Durchschnittswerte wird an- und ausgeschaltet. |
| | Der Dialog zur Definition der Glättungsbereiche öffnet sich (Bild 9.11 , S. 209). |
| | Die Darstellung der Glättungsbereiche wird ein- und ausgeschaltet. |

Tabelle 9.1: Schaltflächen der Symbolleiste *Aktionen*



Die Schaltfläche [Einstellungen Ergebnisverläufe] ruft einen Dialog auf, der verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung des *Ergebnisverläufe*-Dialogs bietet.

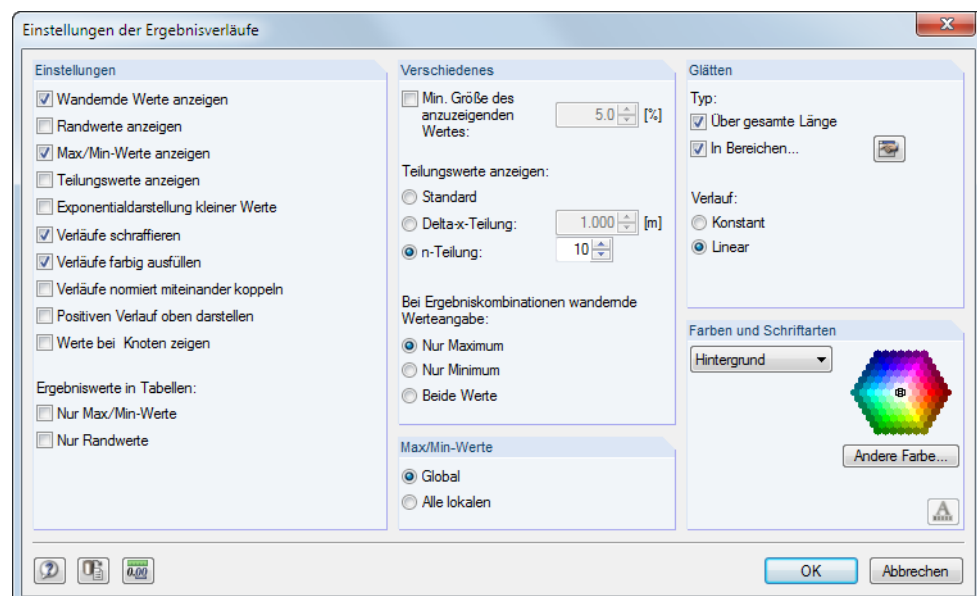


Bild 9.10: Dialog *Einstellungen der Ergebnisverläufe*



Die benutzerdefinierten Einstellungen im Navigator für Verformungen oder Schnittgrößen können als Standard gespeichert werden. Im Navigator-Kontextmenü besteht eine entsprechende Möglichkeit. Sie ist in folgendem Beitrag beschrieben:

<https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001140>

9.5.2 Glätten der Ergebnisse



Im Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* können Glättungsbereiche angelegt werden, um die Ergebnisse ingenieurmäßig aufzubereiten. Diese Funktion ist über die links dargestellte Schaltfläche zugänglich. Es wird folgender Dialog aufgerufen.

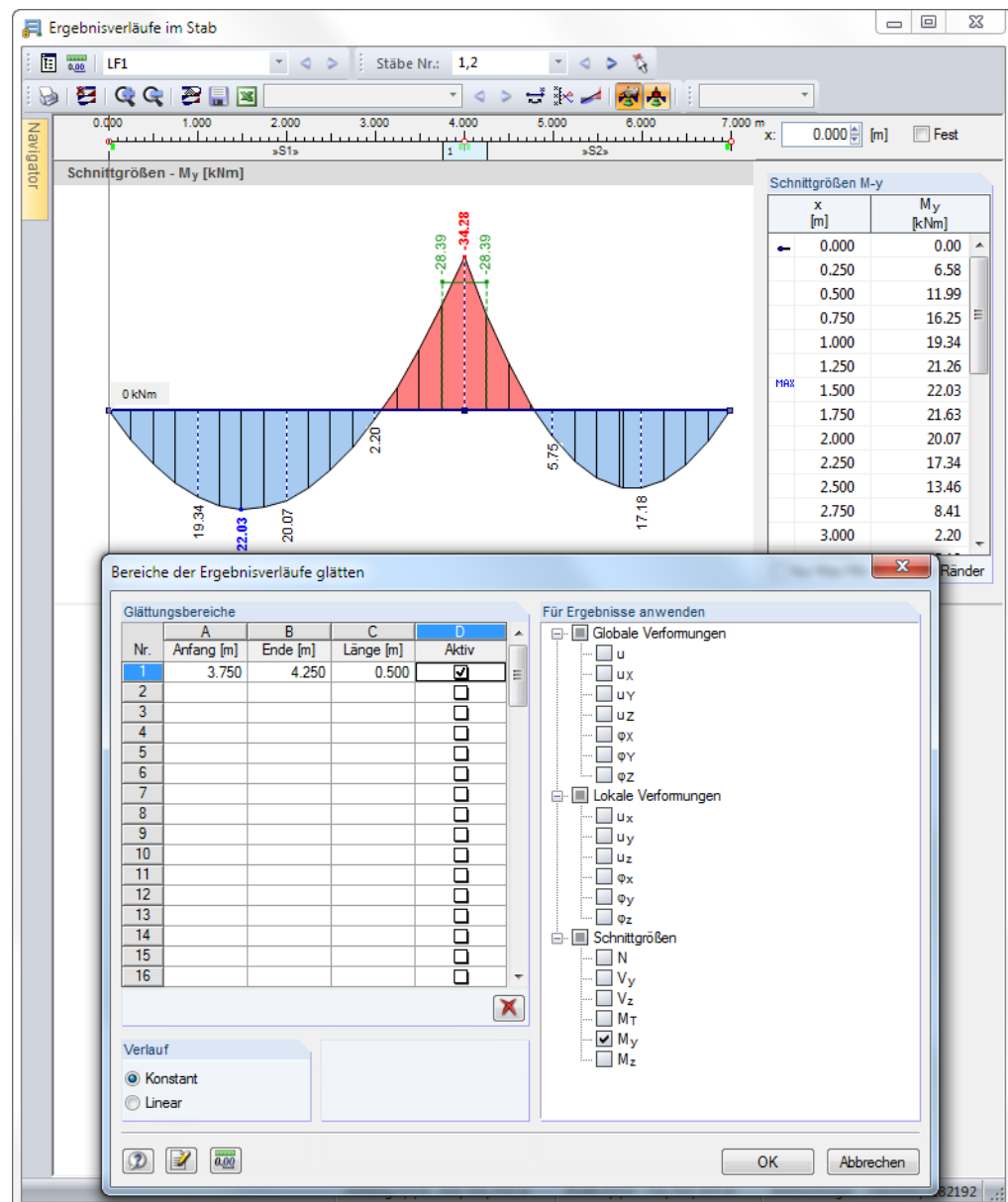


Bild 9.11: Dialog *Bereiche der Ergebnisverläufe glätten*

In den linken Spalten sind die *Glättungsbereiche* festzulegen, wobei die Eingaben für *Anfang*, *Ende* und *Länge* voneinander abhängig sind. Jeder Bereich kann separat *Aktiv* gesetzt werden. Der Abschnitt *Für Ergebnisse anwenden* steuert, für welche Verformungen und Schnittgrößen eine Glättung vorzunehmen ist.

Die Glättung kann *Konstant* (wie im Bild oben) oder *Linear* für alle Glättungsbereiche verlaufen.

9.6 Mehrfensterdarstellung

Auf dem Bildschirm können gleichzeitig mehrere Fenster mit verschiedenen Verformungen oder Schnittgrößen angezeigt werden. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Ergebnisse → Ergebnisfenster anordnen



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

Ein Dialog mit einem Navigatorbaum öffnet sich. Hier können die Ergebnisarten angehakt werden, die in den einzelnen Fenstern angezeigt werden sollen.

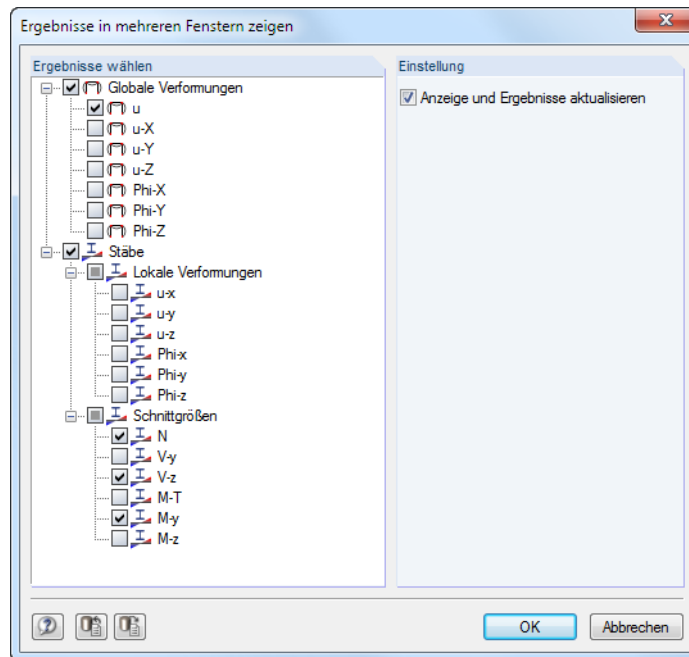


Bild 9.12: Dialog *Ergebnisse in mehreren Fenstern zeigen*

Die Mehrfensterdarstellung lässt sich auch für den Ausdruck nutzen (siehe [Kapitel 10.2.1](#), Seite 248).

9.7 Filtern der Ergebnisse

Es stehen verschiedene Filterfunktionen zur Verfügung. Sie erleichtern die Auswertung und Dokumentation der Ergebnisse bei komplexen Systemen.

9.7.1 Ansichten

Benutzerdefinierte Ansichten (Blickwinkel, Zoomeinstellungen etc.) erleichtern die Ergebnisauswertung. Zudem kann das Modell über „Sichtbarkeiten“ in benutzerdefinierte und generierte Ausschnitte gegliedert werden, die gewisse Kriterien erfüllen. So lassen sich z. B. nur die Stäbe einer Ebene oder mit einem bestimmten Querschnitt für die Anzeige aktivieren. Diese Möglichkeiten können natürlich nicht nur für die Auswertung, sondern auch für die Eingabe des Modells oder der Belastung genutzt werden.

Die diversen Funktionen sind in einem eigenständigen **Navigator** ([Kapitel 9.7.1.1](#)) sowie über **Listenschaltflächen** bzw. Menüfunktionen ([Kapitel 9.7.1.2](#)) zugänglich.

9.7.1.1 Ansichten-Navigator

Das Register *Ansichten* des Projekt-Navigators ermöglicht es, benutzerdefinierte Ansichten des Modells zu erzeugen und für die Eingabe und die Auswertung zu nutzen. In diesem Register werden auch die benutzerdefinierten und die automatisch erzeugten Sichtbarkeiten verwaltet.

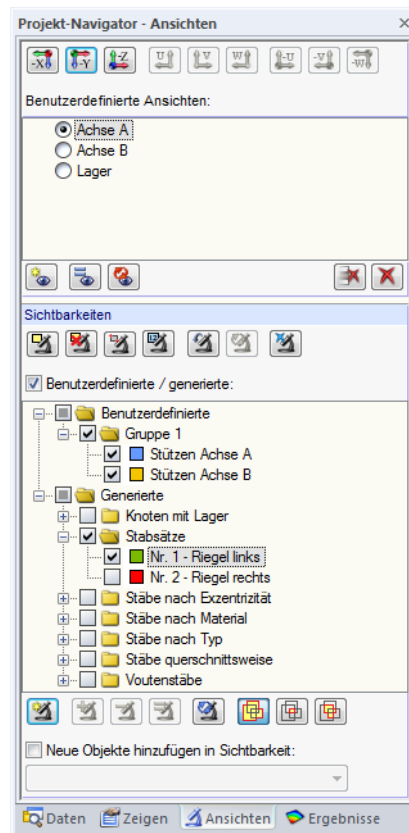


Bild 9.13: Register *Ansichten* des Navigators

Benutzerdefinierte Ansichten

Im Unterschied zu den objektorientierten *Sichtbarkeiten* (siehe unten) ermöglichen *Benutzerdefinierte Ansichten* das Speichern und Einlesen bestimmter Betrachtungswinkel, gezoomter Ansichten sowie Einstellungen im *Zeigen*-Navigator.

Die aktuelle Ansicht wird als Anzeigeeinstellung abgelegt – unabhängig von den Filtervorgaben, die in der *Sichtbarkeiten*-Liste wirksam sind: Für die Objektdarstellung einer *Benutzerdefinierten Ansicht* werden stets die aktuellen Sichtbarkeiten-Einstellungen benutzt. Eine *Benutzerdefinierte Ansicht* speichert den Betrachtungswinkel, den Zoomfaktor und die Vorgaben im *Zeigen*-Navigator.

Mit den *Ansichten*-Schaltflächen lassen sich schnell folgende Standard-Blickwinkel einstellen:

| | |
|--|--|
| | Ansicht entgegen der X-Achse |
| | Ansicht entgegen der Y-Achse |
| | Ansicht entgegen der Z-Achse |
| | Ansicht in Richtung bzw. entgegen der U-Achse der Arbeitsebene (siehe Kapitel 11.3.1, Seite 273) |
| | Ansicht in Richtung bzw. entgegen der V-Achse der Arbeitsebene |
| | Ansicht in Richtung bzw. entgegen der W-Achse der Arbeitsebene |

Tabelle 9.2: *Ansichten*-Schaltflächen

Die Schaltflächen unterhalb der Ansichten-Liste sind mit folgenden Funktionen belegt:






| | |
|---|---|
|  | Aus der aktuellen Ansicht wird eine neue <i>Benutzerdefinierte Ansicht</i> erzeugt (Bild 9.14). |
|  | Die aktive <i>Benutzerdefinierte Ansicht</i> wird durch die aktuelle Anzeige neu definiert. |
|  | Nach Änderungen wird die aktive <i>Benutzerdefinierte Ansicht</i> wiederhergestellt. |
|  | Der in der Liste <i>Benutzerdefinierte Ansichten</i> selektierte Eintrag wird gelöscht. |
|  | Alle <i>Benutzerdefinierte Ansichten</i> werden gelöscht. |

Tabelle 9.3: Schaltflächen im Abschnitt *Benutzerdefinierte Ansichten*

Benutzerdefinierte Ansicht erzeugen



Die aktuelle Ansicht kann über die Schaltfläche [Neue benutzerdefinierte Ansicht] gespeichert werden. Es erscheint ein Dialog, in dem der *Name* der neuen Anzeigeeinstellung anzugeben ist.

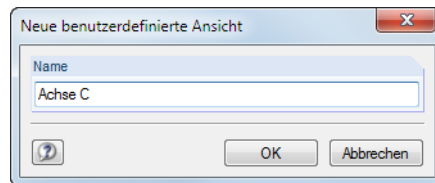


Bild 9.14: Dialog *Neue benutzerdefinierte Ansicht*

Sichtbarkeiten

Mit den sogenannten „Sichtbarkeiten“ können Modellausschnitte oder Gruppierungen von Objekten angezeigt werden (z. B. Stäbe einer Ebene, Stützen eines Stockwerks).

Sichtbarkeit-Schaltflächen

Die Schaltflächen oberhalb der *Sichtbarkeiten*-Liste (siehe Bild 9.13, Seite 211) ermöglichen es, die darzustellenden Objekte nach bestimmten Kriterien auszuwählen. Sie sind mit folgenden Funktionen belegt:








| | |
|---|---|
|  | Die im Arbeitsfenster selektierten Objekte werden als Ausschnitt angezeigt. |
|  | Die im Arbeitsfenster selektierten Objekte werden ausgeblendet. |
|  | Durch Aufziehen eines Fensters wird eine Sichtbarkeit erzeugt (siehe Seite 214). |
|  | Eine neue Sichtbarkeit wird anhand von Objektnummern definiert (siehe Seite 214). |
|  | Die vorherige Sichtbarkeit wird wiederhergestellt. |
|  | Die aktuelle Anzeige wird umgekehrt (neue Sichtbarkeit: ausgeblendete Objekte). |
|  | Der Sichtbarkeitsmodus wird beendet; es werden wieder alle Objekte angezeigt. |

Tabelle 9.4: Schaltflächen oberhalb der *Sichtbarkeiten*-Liste

Die *Sichtbarkeiten*-Liste enthält benutzerdefinierte und generierte Sichtbarkeiten.

Benutzerdefinierte Sichtbarkeiten



Über die grafische oder numerische Selektion von Objekten (siehe Kapitel 11.2, Seite 269) kann eine Sichtbarkeit erzeugt werden.



Die Schaltfläche [Benutzerdefinierte Sichtbarkeit erzeugen] (unterhalb der *Sichtbarkeiten*-Liste) speichert den aktuellen Ausschnitt ab. Es öffnet sich der Dialog *Neuer benutzerdefinierte Sichtbarkeit*, in dem ein Name und die *Gruppe* festzulegen sind (siehe Bild 9.18, Seite 215).

Die Schaltflächen unterhalb der *Sichtbarkeiten*-Liste sind mit folgenden Funktionen belegt:

| | |
|--|---|
| | Der Dialog <i>Neuer benutzerdefinierte Sichtbarkeit</i> erscheint (siehe Bild 9.18, Seite 215). |
| | Die im Arbeitsfenster selektierten Objekte werden zu der Gruppe hinzugefügt, die in der Liste oben markiert ist (siehe Seite 215). |
| | Die im Arbeitsfenster selektierten Objekte werden aus der Gruppe entfernt, die in der Liste oben markiert ist (siehe Seite 215). |
| | Die selektierten Objekte werden der Gruppe neu zugewiesen, die oben markiert ist. |
| | Die aktuelle Anzeige wird umgekehrt (neue Sichtbarkeit: ausgeblendete Objekte). |
| | Es werden alle Objekte angezeigt, die in der <i>Sichtbarkeiten</i> -Liste aktiviert sind. |
| | Nur Objekte werden angezeigt, die in jedem aktiven <i>Sichtbarkeiten</i> -Eintrag vorliegen. |
| | Es werden die Objekte angezeigt, die in jeder aktiven <i>Gruppe</i> vorliegen. |

Tabelle 9.5: Schaltflächen unterhalb der *Sichtbarkeiten*-Liste

Das Kontrollfeld *Neue Objekte hinzufügen in Sichtbarkeit* steuert, wie neue Knoten, Stäbe, Lager etc. behandelt werden sollen, wenn in einer benutzerdefinierten Sichtbarkeit gearbeitet wird. Ist diese Option aktiviert, kann in der Liste unterhalb die relevante Gruppe festgelegt werden.



Jeder benutzerdefinierten Sichtbarkeit wird automatisch ein Farbsymbol zugewiesen. Diese Farben können im *Zeigen*-Navigator auch für die Darstellung der Objekte angewandt werden (siehe [Kapitel 11.1.9, Seite 267](#)). Damit lassen sich die eigendefinierten Sichtbarkeiten schnell im Modell lokalisieren. Die Steuerung der Gruppen erfolgt im *Ansichten*-Navigator.

Generierte Sichtbarkeiten

RSTAB legt automatisch Sichtbarkeiten für Knoten und Stäbe nach bestimmten Kriterien an.

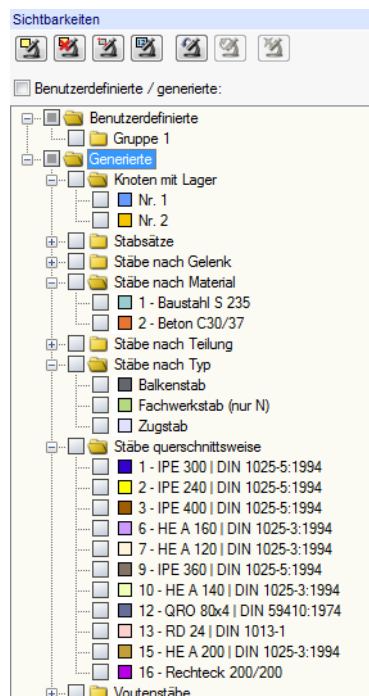
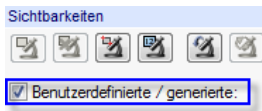


Bild 9.15: Generierte Sichtbarkeiten im *Ansichten*-Navigator

Diese generierten Sichtbarkeitstypen verhelfen zu einem schnellen Überblick über das Modell, da sich die Objekte über die Liste gezielt filtern lassen. Dies erleichtert nicht nur die Kontrolle der Eingabe, sondern auch der Ergebnisse.



Die Liste erlaubt neben der Mehrfachselektion generierter Ausschnitte (Standard) auch eine Schnittmengenbildung. Die Steuerung erfolgt über die links dargestellten Schaltflächen; sie befinden sich am unteren Ende der Liste. Die Funktionen sind in der [Tabelle 9.5](#) beschrieben.



Das Kontrollfeld *Benutzerdefinierte / generierte* oberhalb der Liste steuert, ob die Filterfunktion für das Arbeitsfenster wirksam ist: Nach dem Entfernen des Häkchens werden wieder alle Objekte angezeigt.

9.7.1.2 Sichtbarkeiten-Schaltflächen und Menü

Die verschiedenen Ausschnittfunktionen werden aufgerufen über Menü

Ansicht → Sichtbarkeit

oder die Listenschaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 9.16: Listenschaltfläche *Sichtbarkeit*

Sichtbarkeit mittels Fenster



Ausschnitte können grafisch durch Aufziehen eines Fensters mit der Maus 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 die Sichtbarkeit aufgenommen, die vom Fenster geschnitten werden.

Sichtbarkeit mittels Nummerierung



In einem Dialog sind die Nummern der für den Ausschnitt relevanten Knoten oder Stäbe anzugeben.

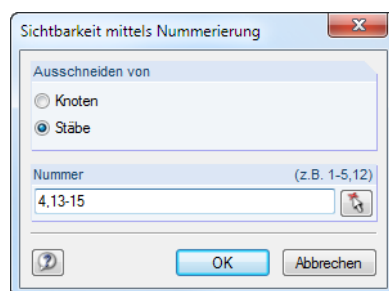


Bild 9.17: Dialog *Sichtbarkeit mittels Nummerierung*

Sichtbarkeitsmodus aufheben



Diese Funktion stellt die Ansicht aller Objekte wieder her.

Benutzerdefinierte Sichtbarkeit erzeugen

Die Objekte, die als *Sichtbarkeit* abgelegt werden sollen, sind vor dem Aufruf der Funktion im Arbeitsfenster zu selektieren (siehe [Kapitel 11.2.1, Seite 269](#) und [Kapitel 11.2.2, Seite 272](#)). Hierzu erweist sich z. B. die Menüfunktion **Bearbeiten** → **Selektieren** → **Speziell** als hilfreich.



Es werden nur die Objekte, die im Arbeitsfenster selektiert sind, in eine *Sichtbarkeit* integriert. Wird die Funktion [Sichtbarkeit mittels Ausblenden von selektierten Objekten] genutzt, sind daher die angezeigten Objekte durch Aufziehen eines Fensters noch einmal zu selektieren.



Nach einem Klick auf die Schaltfläche [Neue Sichtbarkeit] erscheint folgender Dialog.

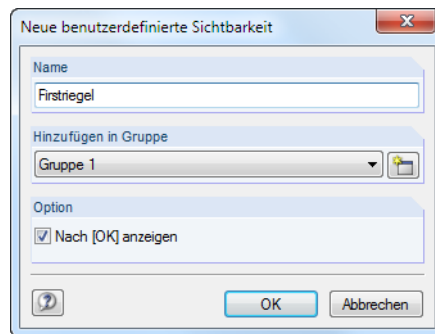


Bild 9.18: Dialog *Neue benutzerdefinierte Sichtbarkeit*



Es sind der *Name* und die *Gruppe* festzulegen. Falls mehrere Sichtbarkeitsgruppen verwendet werden sollen, kann mit der Schaltfläche [Neu] eine weitere Gruppe angelegt werden.

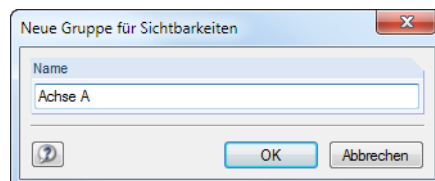


Bild 9.19: Dialog *Neue Gruppe für Sichtbarkeiten*


[OK] speichert die Gruppierung von Objekten als neue Sichtbarkeit ab.


Die benutzerdefinierten Sichtbarkeiten werden im *Ansichten*-Navigator verwaltet. Sie können dort individuell ein- und ausgeblendet werden (siehe [Bild 9.13, Seite 211](#)).


Objekte in Sichtbarkeiten ändern



Objekte können nachträglich in bestehende Sichtbarkeiten integriert werden: Beenden Sie den Sichtbarkeitsmodus über die links dargestellte Schaltfläche oder Menü **Ansicht** → **Sichtbarkeit** → **Sichtbarkeitsmodus aufheben**. Selektieren Sie nun die Objekte, die Sie hinzufügen möchten.

Klicken Sie im *Ansichten*-Navigator in der Liste *Benutzerdefinierte* den relevanten Eintrag an. Es wird die Schaltfläche  zugänglich, mit der die selektierten Objekte in die benutzerdefinierte Sichtbarkeit integriert werden können.

Analog lassen sich mit der Schaltfläche  selektierte Objekte wieder aus einer benutzerdefinierten Sichtbarkeit entfernen.

Mit der Schaltfläche  werden die Objekte, die in der markierten Sichtbarkeit des *Ansichten*-Navigators vorliegen, durch die Selektion im Arbeitsfenster überschrieben. Damit lassen sich bestehende Sichtbarkeiten neu definieren; der Name bleibt erhalten.

Transparenz für verborgene Objekte

Bei Sichtbarkeiten können die ausgeblendeten Objekte im Hintergrund mit einer reduzierten Intensität dargestellt werden. Der Sichtbarkeitsgrad wird im Dialog *Programmooptionen*, Register *Grafik* individuell geregelt (siehe Bild 9.25, Seite 220).

Die Anzeige der Hintergrundobjekte kann im *Zeigen-Navigator* ein- und ausgeschaltet werden.

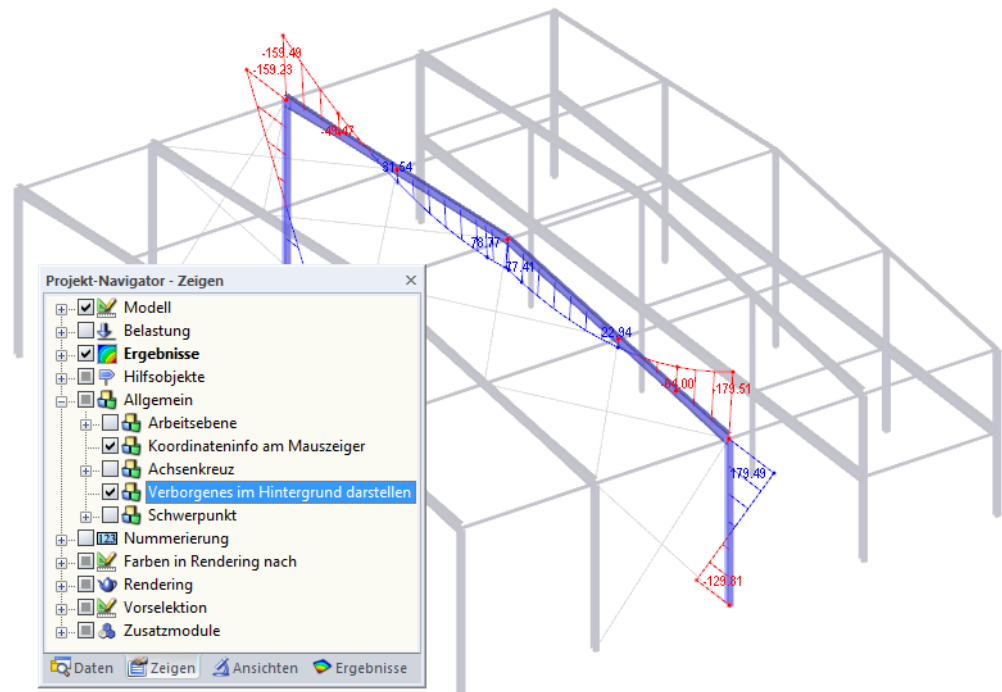


Bild 9.20: *Zeigen-Navigator*: Option *Allgemein* → *Verborgenes im Hintergrund darstellen*

9.7.2 Clippingebene

Diese Funktion ermöglicht es, eine beliebige Schnittebene durch das Modell zu legen. Der Bereich vor (bzw. hinter) der Ebene wird dann in der Ansicht ausgeblendet. Damit lassen sich z. B. die Ergebnisse eines geschlossenen oder gekrümmten Modells besser ablesen.

RSTAB legt die Clippingebene durch das Zentrum der geometrischen Gesamtabmessungen. Diese Ebene ist damit auf die Modellgeometrie bezogen. Die Clippingebene wird im Arbeitsfenster durch einen Rahmen eingefasst.

Die Funktion wird aufgerufen über Menü



Einfügen → **Clippingebene**.

Es erscheint folgender Dialog.

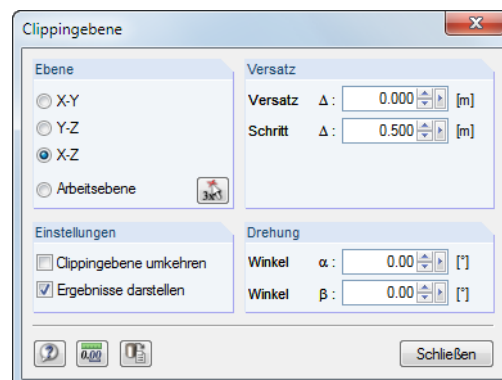




Bild 9.21: Dialog *Clippingebene*

Die *Ebene* kann parallel zu einer der Ebenen angeordnet werden, die von den Achsen des globalen XYZ-Koordinatensystems aufgespannt werden. Zudem lässt sich die Ebene in die aktuelle Arbeitsebene legen. Mit  können auch drei Punkte im Arbeitsfenster gewählt werden, um die Ebene zu definieren.

Der Wert im Eingabefeld *Versatz* bewirkt eine Parallelverschiebung der Ebene in Richtung der positiven bzw. negativen Achse, die rechtwinklig zur Ebene zeigt. Diese beiden Richtungen sind im Arbeitsfenster mit grauen Pfeilen gekennzeichnet. Der Versatz kann direkt eingetragen oder mit den beiden Drehfeldern  eingestellt werden. Das Eingabefeld *Schritt* steuert das Intervall der Abstände, mit dem die Ebene bei jedem Klick auf ein Drehfeld verschoben wird.

Im Abschnitt *Einstellungen* besteht die Möglichkeit, die aktive Seite der Clippingebene zu wechseln. Ferner lassen sich die Ergebnisverläufe an den Schnitträndern ein- und ausblenden.

Die Clippingebene kann mit einer *Drehung* um die Winkel α (um die letztbezeichnete Achse der Ebene) und β (um die erstbezeichnete Achse) rotiert werden. Die Grafik wirkt interaktiv zur Eingabe.

Wenn der Dialog *Clippingebene* aktiv ist, können im Arbeitsfenster sämtliche Bearbeitungs- und Ansichtsfunktionen genutzt werden. Es besteht jedoch keine Druckmöglichkeit. Die Schaltfläche [Schließen] beendet die Funktion.

Das folgende Beispiel zeigt eine Clippingebene durch eine Behälterkonstruktion.

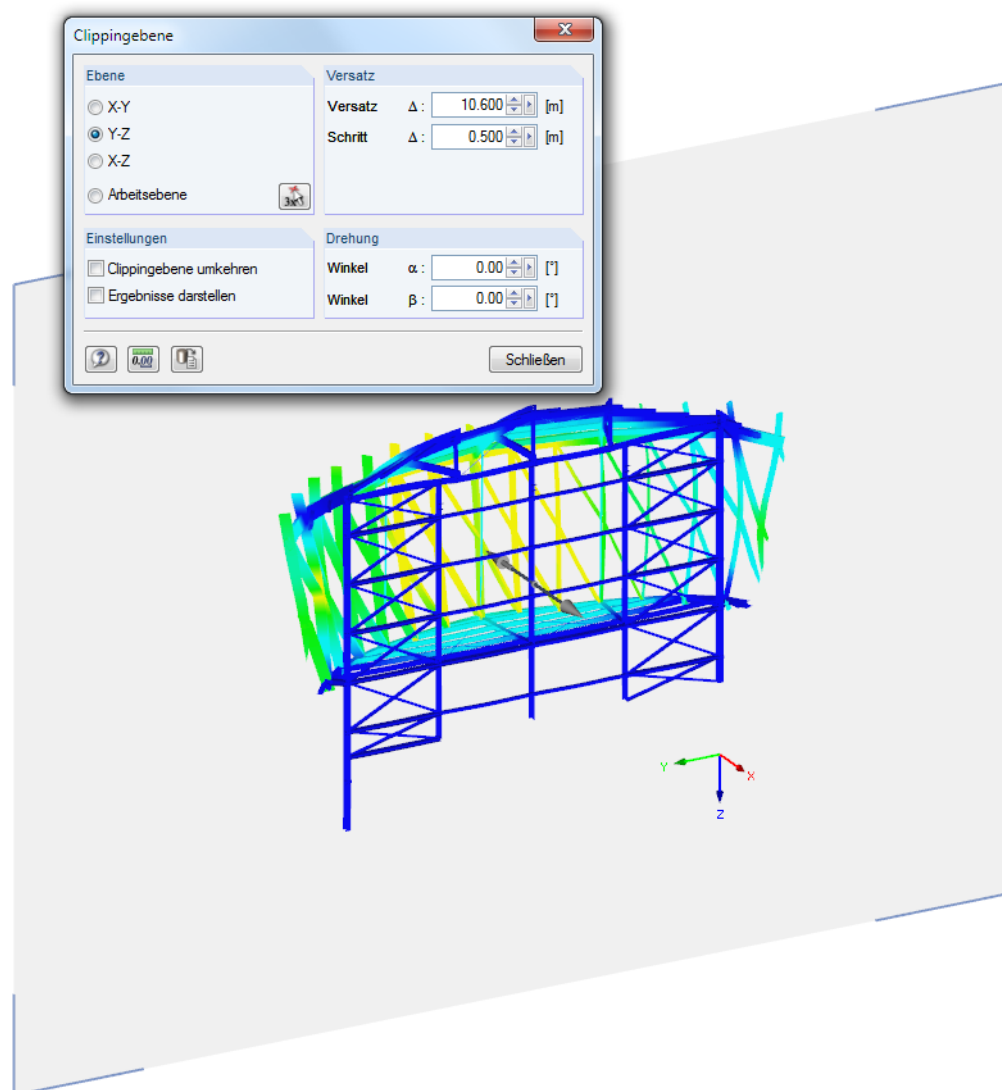


Bild 9.22: Clippingebene durch einen Behälter

9.7.3 Filterfunktionen

Die im [Kapitel 9.7.1 Ansichten](#) vorgestellten Gruppierungsmöglichkeiten beziehen sich auf die Objekte des Modells. Zusätzlich können Schnittgrößen und Verformungen als Filterkriterien benutzt werden.

Filtern von Ergebnissen



Das Filtern der Ergebnisse erfolgt über das Steuerpanel. Sollte es nicht angezeigt werden, kann es einblendet werden über Menü

Ansicht → Steuerpanel

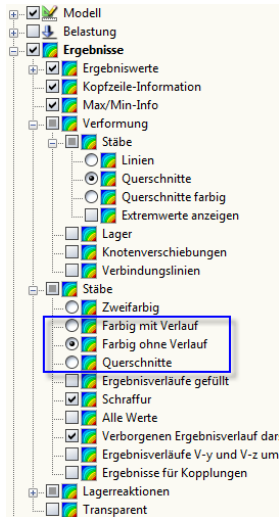
oder die entsprechende Schaltfläche in der *Ergebnisse*-Symbolleiste.

Das Steuerpanel ist im [Kapitel 3.4.6](#) ab [Seite 25](#) beschrieben.

Die Filtereinstellungen für die Ergebnisse sind im Register *Farbskala* vorzunehmen. Da dieses Register bei der zweifarbigen Schnittgrößenanzeige von Stäben fehlt, muss im *Zeigen*-Navigator auf die Darstellungsarten *Farbig* oder *Querschnitte* umgeschaltet werden (siehe Bild links).

Im Panel kann eingestellt werden, dass z. B. nur Druckkräfte ab einer bestimmten Größe oder Biegemomente im Bereich von ± 30 kNm fein abgestuft angezeigt werden (siehe [Bild 3.18](#), [Seite 27](#)).

Im folgenden Beispiel einer Halle werden nur Druckkräfte zwischen -160 kN und -320 kN am Modell angezeigt.



Zeigen-Navigator:
mehrfarbige
Stabergebnisse

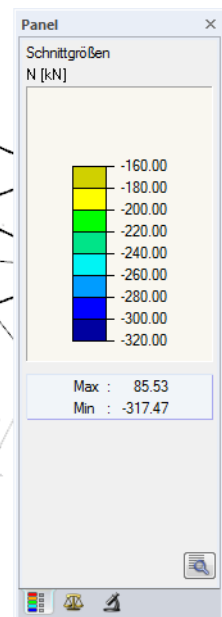
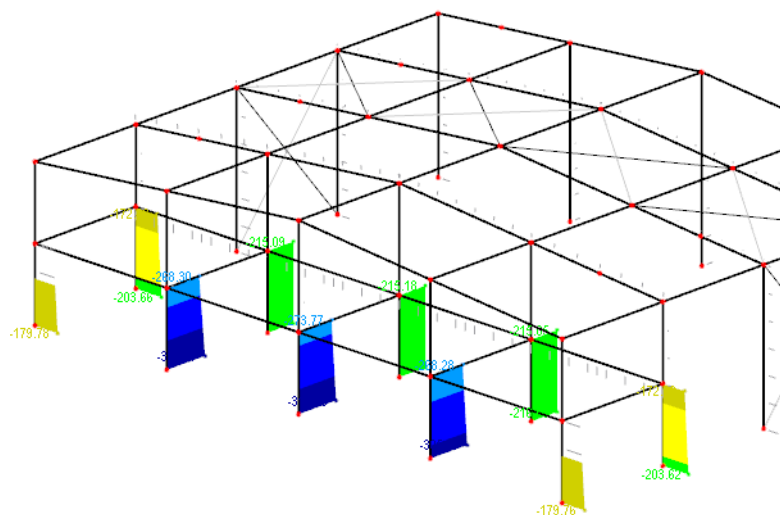


Bild 9.23: Filtern von Normalkräften mit angepasster Farbskala

Die Farbskala ist so bearbeitet, dass ein Farbbereich genau 20 kN abdeckt. Es werden keine Ergebnisse für Stäbe ausgewiesen, deren Schnittkräfte außerhalb des definierten Wertebereichs liegen.

Mit der Option **Ergebnisse → Stäbe → Verborgenen Ergebnisverlauf darstellen** im *Zeigen*-Navigator lassen sich die ausgeblendeten Schnittgrößenverläufe strichlinienhaft anzeigen.

Filtern von Objekten



Im Register *Filter* des Steuerpanels können die Nummern ausgewählter Stäbe angegeben werden, um deren Ergebnisverläufe gefiltert anzuzeigen. Diese Funktion ist im [Kapitel 3.4.6](#) auf [Seite 28](#) beschrieben.

Im Unterschied zur Ausschnittfunktion wird das Modell vollständig mit angezeigt.

Das folgende Bild zeigt die Biegemomente in den Riegeln einer Holzhalle. Die Stützen werden im Modell dargestellt, sind in der Anzeige jedoch ohne Schnittgrößen.

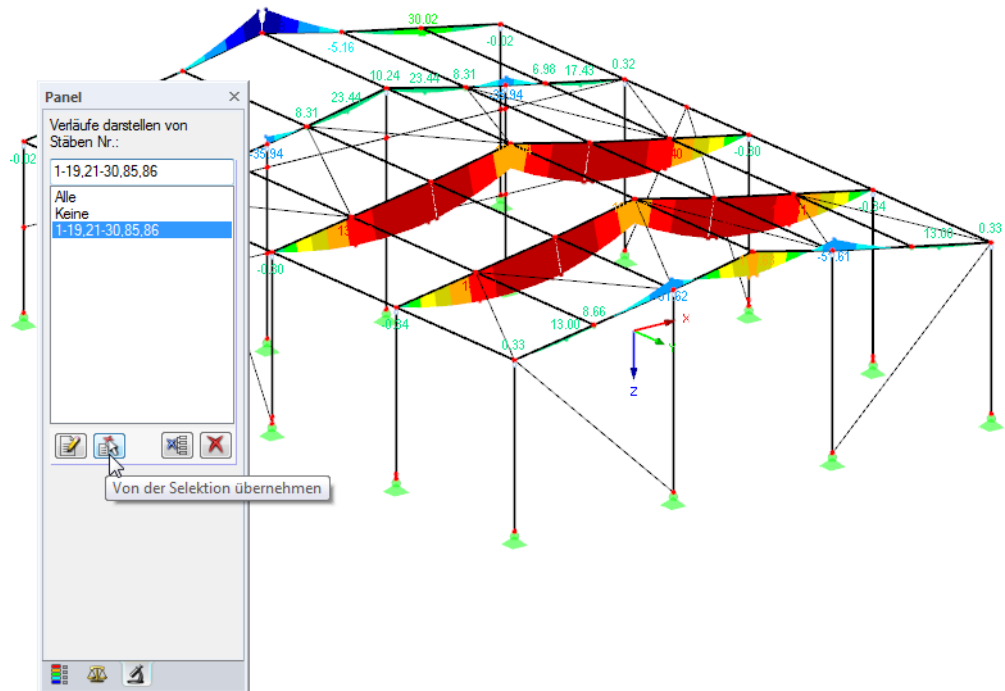


Bild 9.24: Filtern von Stäben: Momente der Riegel



Die Filtereinstellungen des Panels wirken sich auch auf die Objekte in den Ergebnistabellen aus: Wenn Sie im Panel z. B. die Ergebnisanzeige auf zwei Stäbe beschränken, so werden in der Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen* auch nur die Ergebnisse dieser beiden Stäbe aufgelistet.

9.8 Animation der Verformungen



Die Verformungen der Objekte werden normalerweise im endgültigen Zustand angezeigt.

Es ist aber auch möglich, den Verformungsvorgang als Bewegungsablauf darzustellen. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Ergebnisse → Animation



oder die entsprechende 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 über das Menü



Optionen → Programmooptionen

im Dialogregister *Grafik* vorgenommen werden.

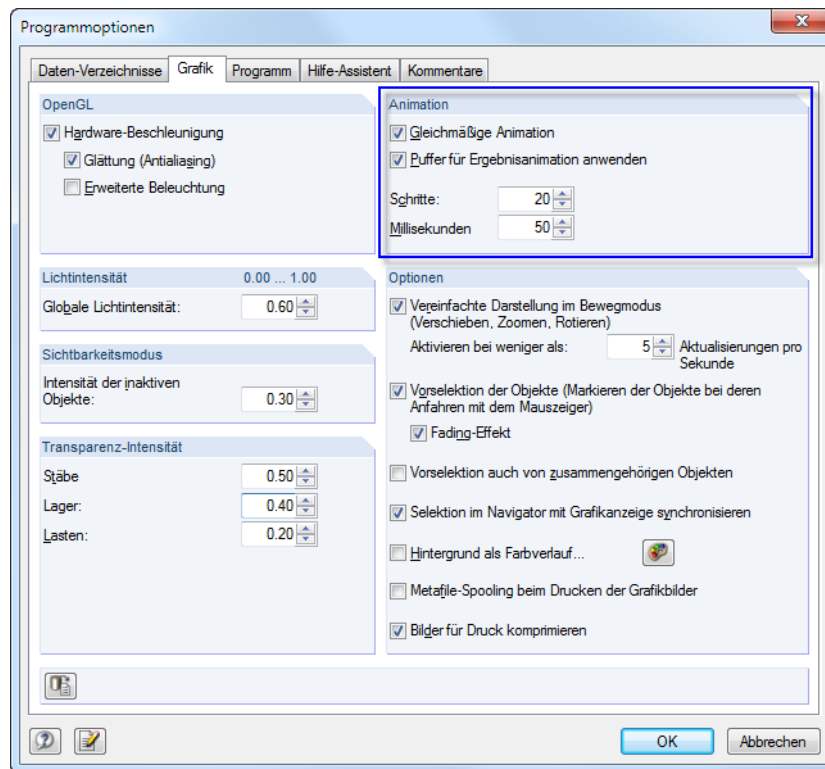


Bild 9.25: Dialog *Programmoptionen*, Register *Grafik*

Die Animation der Verformungsfigur kann als Videodatei abgelegt werden. Arrangieren Sie die animierte Grafik passend auf dem Bildschirm und wählen dann Menü



Extras → **Videodatei erzeugen**.

Nach einem eventuellen Hinweis zu den OpenGL-Einstellungen erscheint ein Dialog, in dem verschiedene Einstellungen zum Erstellen der Videodatei vorgenommen werden können.

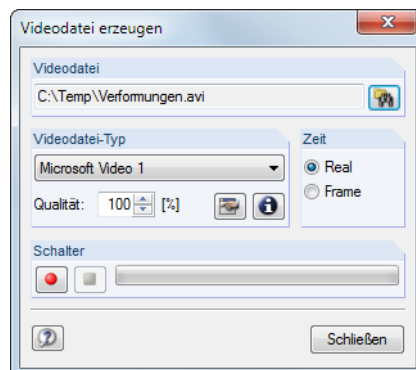


Bild 9.26: Dialog *Videodatei erzeugen*



Der Name der Videodatei kann über die [Suchen]-Schaltfläche in einem separaten Dialog festgelegt werden.



Mit der roten Schaltfläche [Start] wird die Aufnahme begonnen, die blaue Schaltfläche [Stopp] beendet die Aufzeichnung.

10 Ausdruck

10.1 Ausdruckprotokoll

Die Eingabedaten und Ergebnisse von RSTAB werden nicht direkt zum Drucker geschickt. Vielmehr wird ein so genanntes Ausdruckprotokoll – eine Druckvorschau – erzeugt, das mit Grafiken, Erläuterungen, Scans etc. ergänzt werden kann. In diesem Ausdruckprotokoll ist festzulegen, welche Daten für den Ausdruck relevant sind.

Es können mehrere Ausdruckprotokolle im Modell angelegt werden. Bei komplexen Systemen ist es ratsam, anstelle eines einzigen, umfangreichen Protokolls die Daten auf mehrere kleine Protokolle aufzuteilen. Es kann z. B. ein Protokoll für die Eingabedaten, eines für die Lagerkräfte und ein weiteres mit den Stab- und Querschnittsergebnissen erzeugt werden. Dadurch lassen sich Wartezeiten verkürzen.

Es ist auch möglich, in einem Modell unterschiedliche Ausdruckprotokolle anzulegen. Je nachdem, welche Daten benötigt werden, könnte für den Prüfengeieur ein anderes Protokoll zusammengestellt werden als für den Konstrukteur.



Das Ausdruckprotokoll kann nur geöffnet werden, wenn 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.

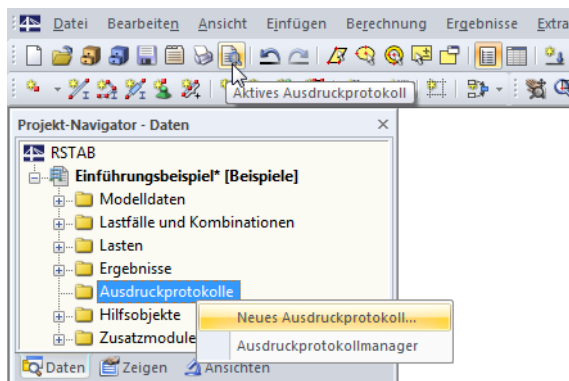


Bild 10.1: Schaltfläche und Kontextmenü *Ausdruckprotokoll*

Es erscheint folgender Dialog.

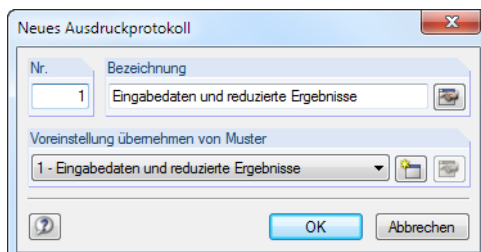


Bild 10.2: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll*

Die *Nummer* des Protokolls ist voreingestellt, kann aber geändert werden. Für das Protokoll kann eine *Bezeichnung* angegeben werden, die später die Auswahl in den Listen erleichtert. Diese Bezeichnung erscheint nicht im Ausdruck.

In der Liste *Voreinstellung übernehmen von Muster* kann ein bestimmtes Musterprotokoll als Vorlage gewählt werden (siehe [Kapitel 10.1.7, Seite 238](#)).

Die Schaltflächen im Dialog sind mit folgenden Funktionen belegt:



| | |
|---|---|
|  | Ein neues Musterprotokoll wird angelegt. |
|  | Die Selektion des Protokolls kann geändert werden (→ Kapitel 10.1.3, Seite 225). |

Tabelle 10.1: Schaltflächen im Dialog *Neues Ausdruckprotokoll*

Ist bereits ein Ausdruckprotokoll vorhanden, erscheint nach dem Aktivieren des Menüs **Datei** → **Ausdruckprotokoll** öffnen der *Ausdruckprotokoll-Manager*.

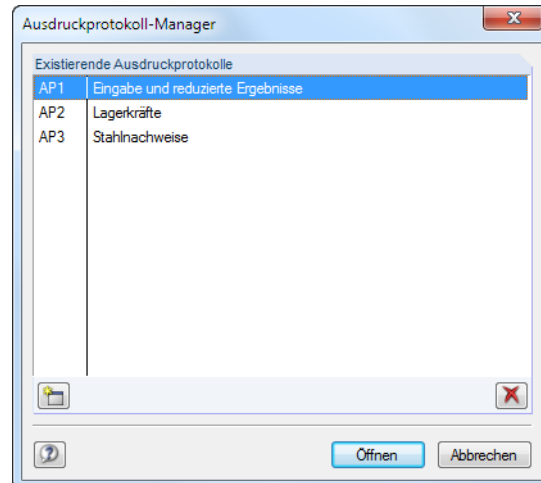


Bild 10.3: Dialog *Ausdruckprotokoll-Manager*

Das gewünschte Protokoll kann in der Liste ausgewählt werden.

Die Schaltflächen im Dialog sind mit folgenden Funktionen belegt:



| | |
|---|--|
|  | Ein neues Ausdruckprotokoll wird angelegt. |
|  | Das selektierte Ausdruckprotokoll wird gelöscht. |

Tabelle 10.2: Schaltflächen im Dialog *Ausdruckprotokoll-Manager*

10.1.2 Im Ausdruckprotokoll arbeiten

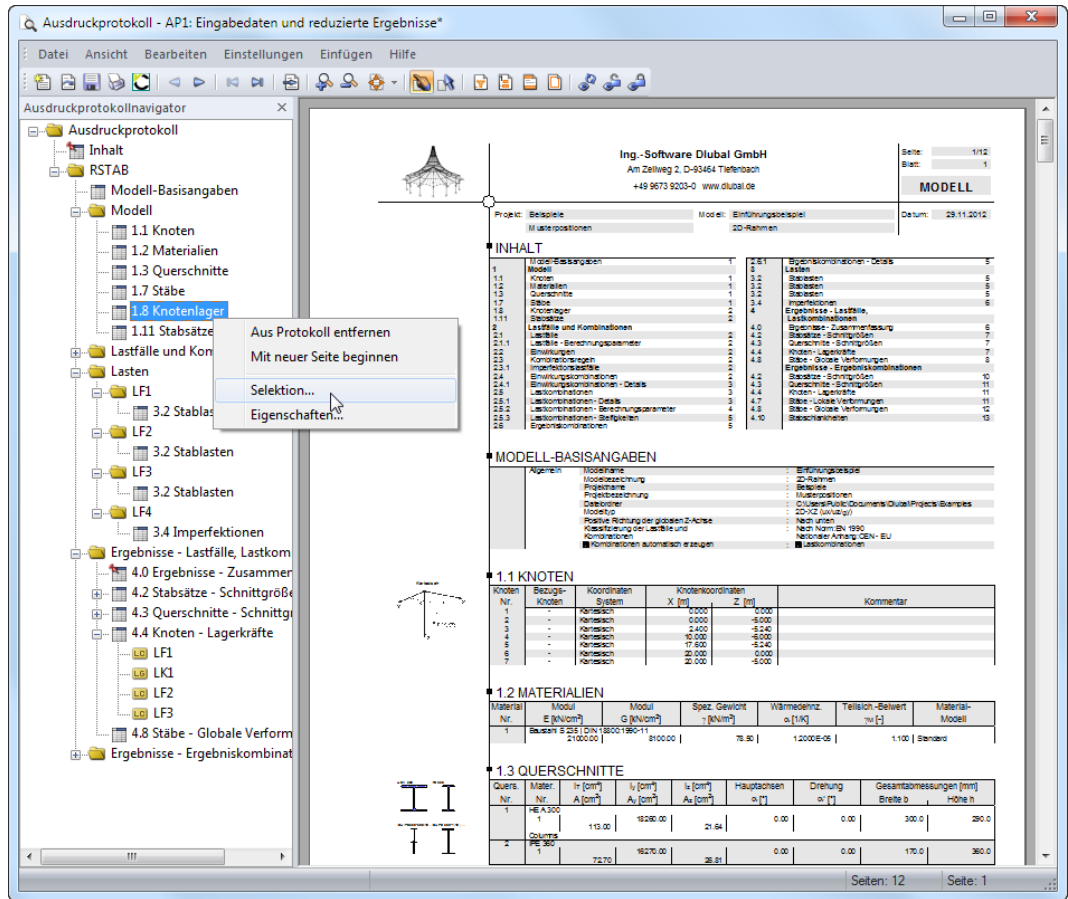



Bild 10.4: Ausdruckprotokoll mit Kontextmenü

Ist das Ausdruckprotokoll aufgebaut, wird links der Protokoll-Navigator, rechts die Seitenansicht mit der Vorschau des Ausdrucks angezeigt.

 **Lastfälle und Kombinationen**
Symbol und Titel

Im Navigator können die Kapitel des Protokolls per Drag-and-drop beliebig arrangiert werden. Dabei ist Folgendes zu beachten: Wird ein Kapitel auf ein **Symbol** geschoben (im Bild links der Ordner), so wird es nach diesem Kapitel eingefügt. Wird es hingegen auf einen **Titel** (Text) geschoben, wird es als Unterkapitel eingefügt.



Zum Verschieben mehrerer Kapitel empfiehlt es sich, die [Sofortaktualisierung] auszuschalten.

Kontextmenü

Das Kontextmenü (siehe Bild 10.4) 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: Menü **Bearbeiten** → **Auswahl**.

Mit neuer Seite beginnen

Mit diesem Kapitel wird eine neue Seite begonnen. Im Navigator ist das Kapitel mit einem roten Pin gekennzeichnet (wie z. B. Kapitel *Ergebnisse - Zusammenfassung* im Bild oben).



Selektion

Es wird die globale Selektion aufgerufen, die auf den folgenden Seiten beschrieben ist. Das markierte Kapitel ist voreingestellt.

Eigenschaften

Einige allgemeine Eigenschaften eines Kapitels können beeinflusst werden.

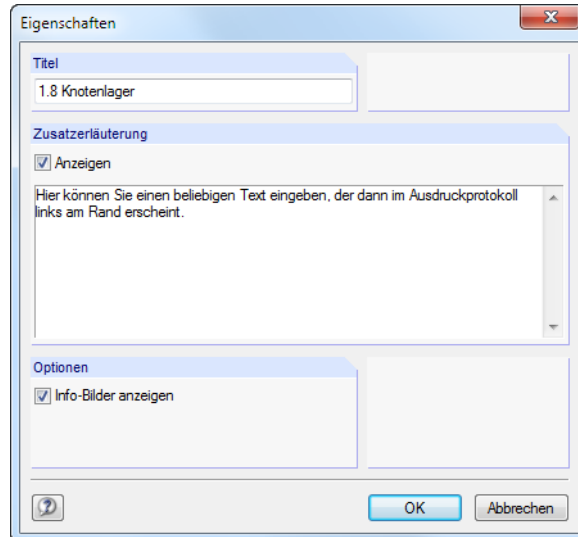


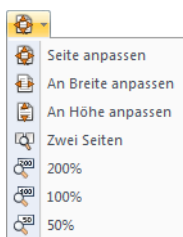
Bild 10.5: Dialog *Eigenschaften*

Im Dialog kann der *Titel* des Kapitels geändert und eine *Zusatzerläuterung* eingegeben werden, die im Protokoll am linken Seitenrand erscheint. Dieser Zusatztext kann wie die *Info-Bilder* des Kapitels (z. B. Querschnitts- oder Lastskizzen) ein- und ausgeblendet werden.

Navigation im Ausdruckprotokoll

Am einfachsten lässt sich ein Eintrag durch Anklicken des Kapitels im Navigator ansteuern.

Das Menü **Bearbeiten** bietet weitere Funktionen zur Navigation. Diese sind auch über die entsprechenden Schaltflächen in der Ausdruckprotokoll-Symbolleiste zugänglich.














| | |
|---|--|
|  | 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 kann die Nummer einer bestimmten Seite angegeben werden. |
|  | Die Darstellung in der Vorschau wird vergrößert. |
|  | Die Darstellung in der Vorschau wird verkleinert. |
|  | Listenschaltfläche <i>Zoomen</i> zur Anpassung der Darstellungsgröße |
|  | Bewegmodus: Die Maus kann zur Navigation im Ausdruckprotokoll benutzt werden. |
|  | Auswahlmodus: Per Mausklick können Kapitel selektiert und bearbeitet werden. |
|  | Sofortaktualisierung: Änderungen im Navigator werden in der Vorschau dargestellt (siehe Erläuterung in Knowledge Base). |

Tabelle 10.3: Navigations-Schaltflächen in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls

10.1.3 Inhalt des Ausdruckprotokolls festlegen

In der globalen Selektion können die Kapitel ausgewählt werden, die im Ausdruckprotokoll erscheinen sollen. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Auswahl**,



die links gezeigte Schaltfläche in der Symbolleiste oder das *Ausdruckprotokoll*-Kontextmenü.

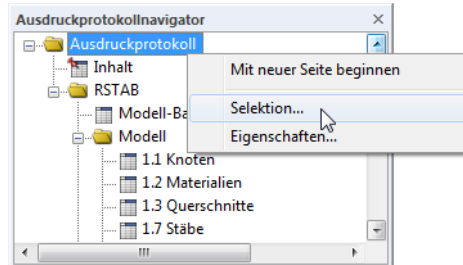


Bild 10.6: Aufruf der globalen Selektion über das *Ausdruckprotokoll*-Kontextmenü

Es erscheint folgender Dialog.

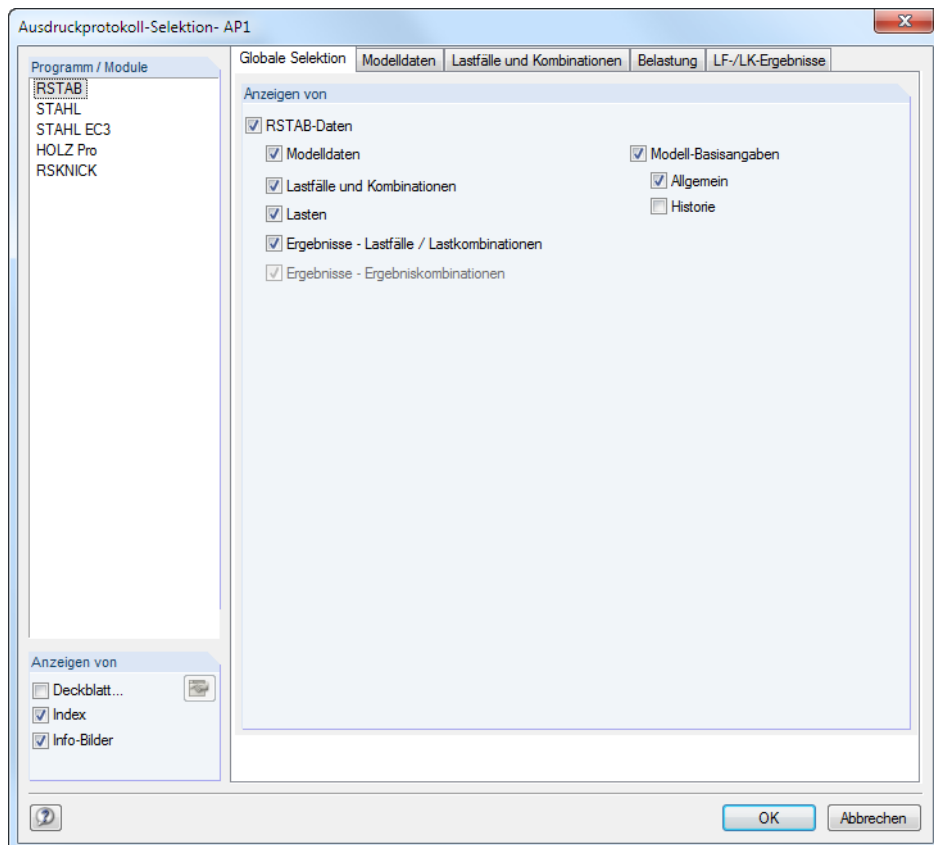


Bild 10.7: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Globale Selektion*

Die Liste im Abschnitt *Programm / Modul* enthält alle Module, in denen Eingabedaten vorliegen. Wird ein Programm in dieser Liste markiert, können die zu druckenden Kapitel in den Registern rechts ausgewählt werden.

Das Register *Globale Selektion* verwaltet die Oberkapitel des Protokolls. Wenn hier ein Eintrag deaktiviert wird, verschwindet auch das zugehörige Detailregister.

Die drei Kontrollfelder im Abschnitt *Anzeigen von* links unten steuern, ob ein *Deckblatt*, ein *Index* (Inhaltsverzeichnis) und kleine *Info-Bilder* in der Randspalte des Protokolls angezeigt werden.

10.1.3.1 Selektion der Modelldaten

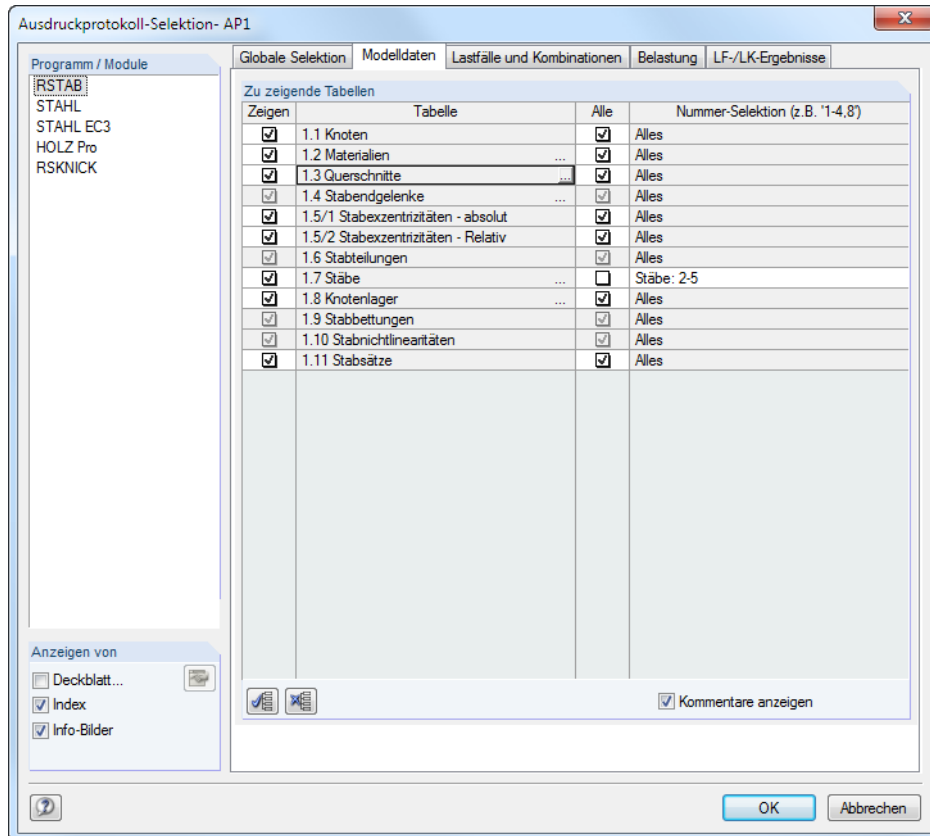




Bild 10.8: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Modelldaten*

Die Spalte *Zeigen* steuert, welche Kapitel im Ausdruckprotokoll erscheinen.

Für einige 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 auch die Querschnittsdetails erscheinen. Art und Umfang der Details lassen sich über die Schaltfläche  festlegen.

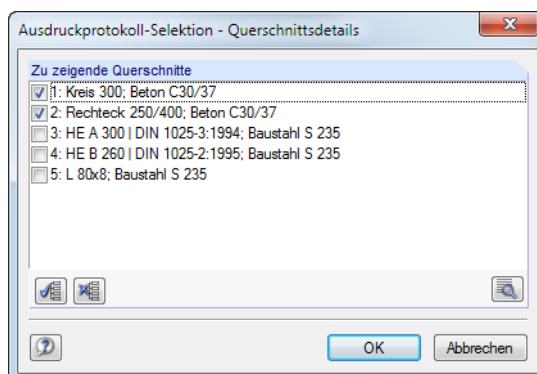



Bild 10.9: Dialog *Ausdruckprotokoll Selektion - Querschnittsdetails*

Das Ausdruckprotokoll basiert auf den im [Kapitel 4](#) vorgestellten Eingabetabellen. Die dritte Spalte *Alle* im Selektion-Dialog steuert, ob alle Zeilen dieser Tabellen in den Ausdruck übernommen werden. Wird das Häkchen von einem Kontrollfeld entfernt, können in der Spalte *Nummer-Selektion* die Nummern ausgewählter Objekte (Tabellenzeilen) angegeben werden.

Für die Auswahl ist ebenfalls die Schaltfläche  am Ende des Eingabefeldes zu empfehlen: Knoten, Stäbe und Stabsätze im Arbeitsfenster grafisch ausgewählt werden. Bei den übrigen Objekten erscheint eine Liste der Tabellenzeilen.

10.1.3.2 Selektion der Lastfälle und Kombinationen

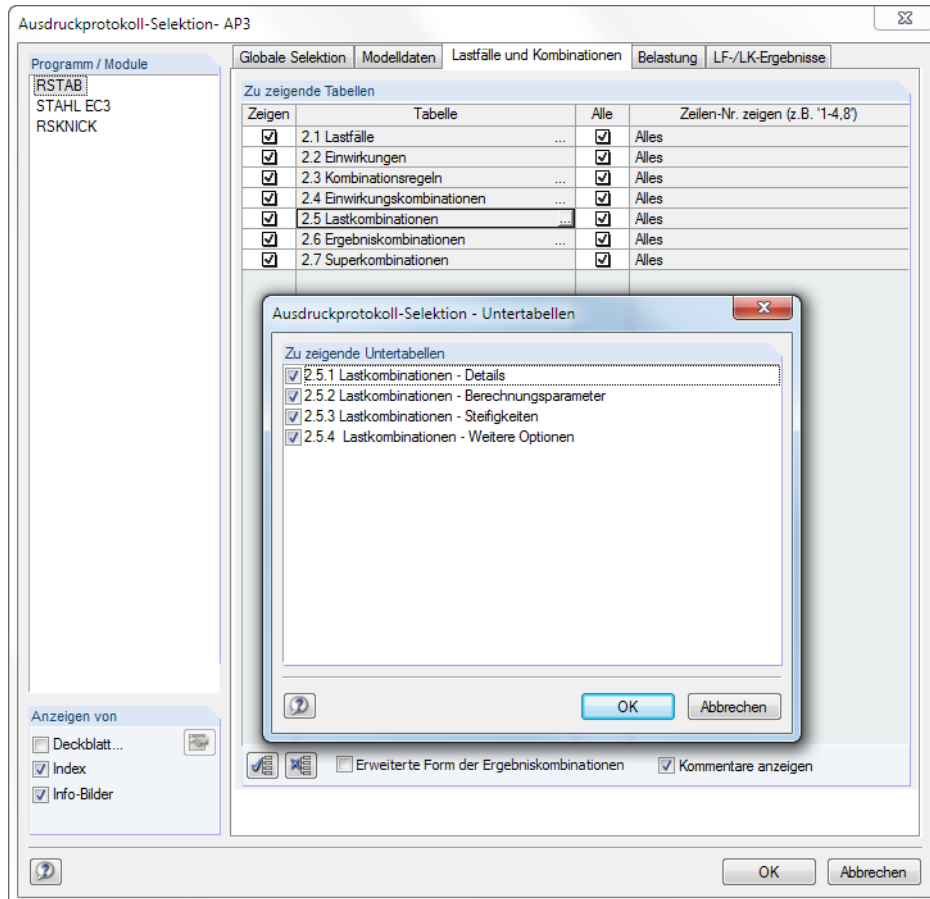




Bild 10.10: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Lastfälle und Kombinationen*

Dieses Register steuert, welche Basisdaten der Lastfälle und Kombinationsvorgaben im Ausdruckprotokoll erscheinen. Über die Schaltfläche  am Ende eines Eingabefeldes ist ein Dialog zugänglich, der eine gezielte Auswahl der *Untertabellen* ermöglicht.

In der Spalte *Alles* können mit der Schaltfläche  bestimmte Tabelleneinträge (Lastfälle, Einwirkungen, Kombinationsregeln etc.) für die Dokumentation selektiert werden (siehe vorheriges Kapitel 10.1.3.1).

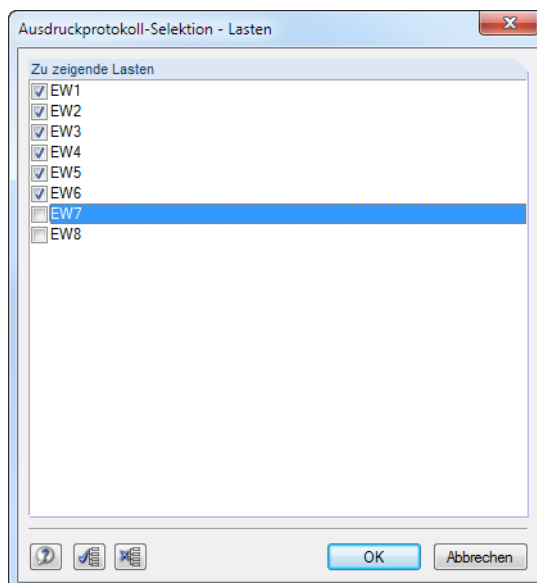


Bild 10.11: Auswahl von Einwirkungskombinationen

10.1.3.3 Selektion der Belastungsdaten

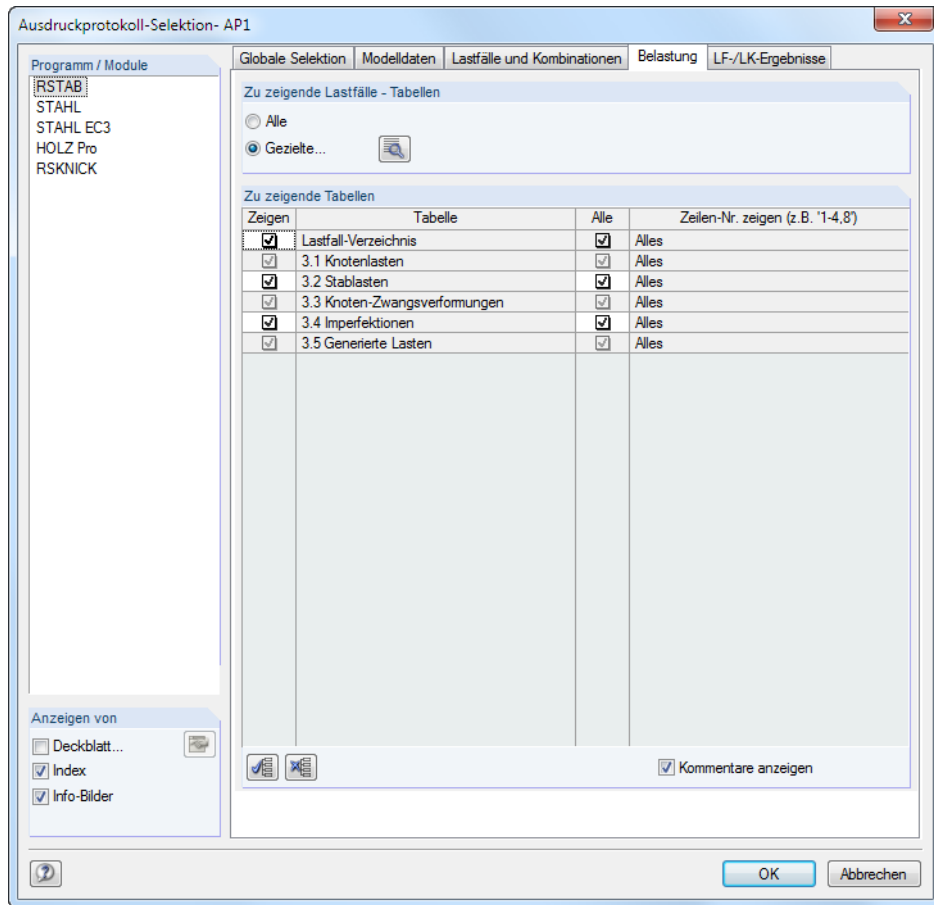


Bild 10.12: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Belastung*

Die Auswahl der Tabellen ist wie im [Kapitel 10.1.3.1](#) beschrieben vorzunehmen.

In diesem Register sind spezifische Auswahlmöglichkeiten verfügbar: Im Abschnitt *Zu zeigende Lastfälle - Tabellen* kann festgelegt werden, ob die Eingabedaten aller oder nur bestimmte Lastfälle im Ausdruck erscheinen. Wird das Auswahlfeld *Gezielte* aktiviert, können über die Schaltfläche die Lastfälle in einem Dialog festgelegt werden.

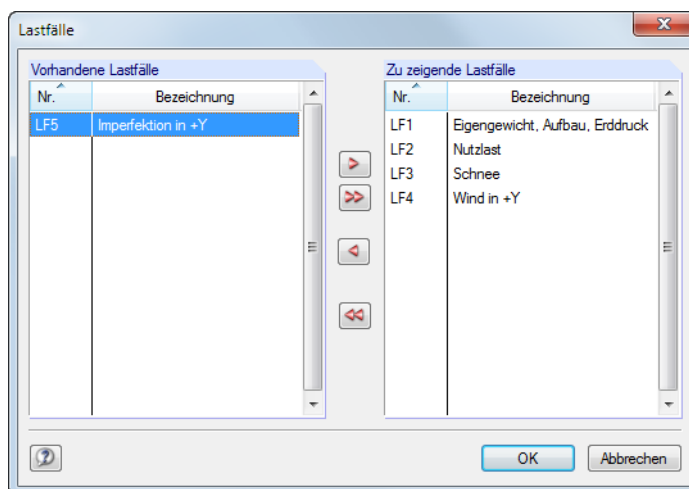


Bild 10.13: Auswahl der Lastfälle

10.1.3.4 Selektion der Ergebnisse

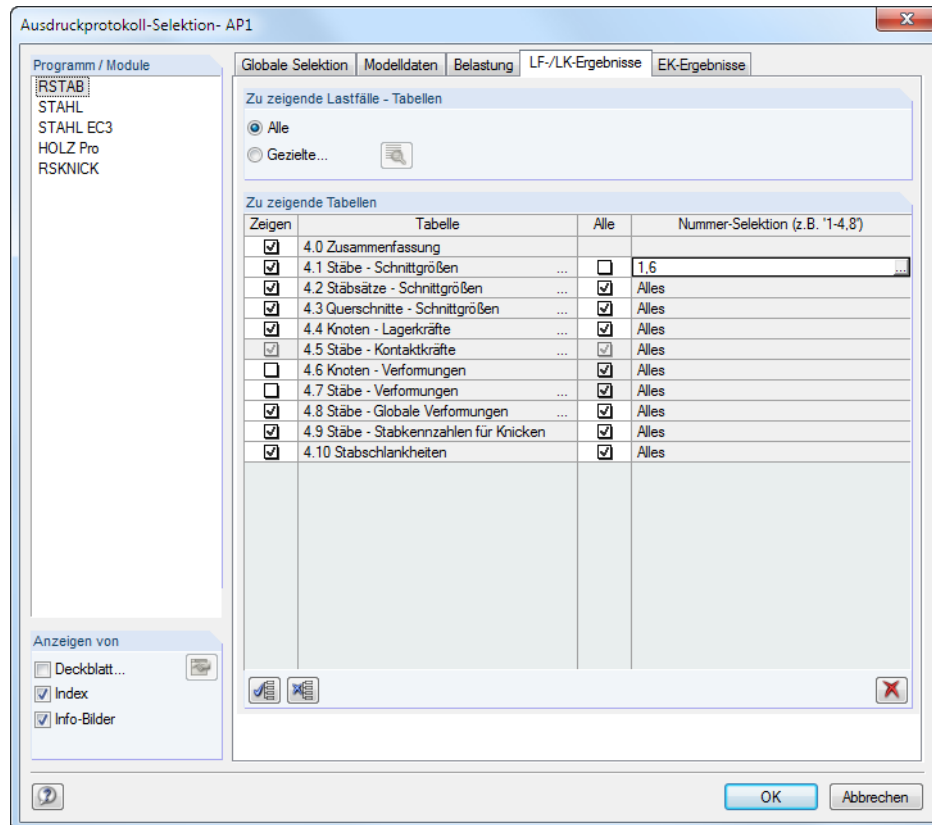




Bild 10.14: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *LF-/LK-Ergebnisse*

Die Selektion der meist umfangreichen Ergebnisdaten erfolgt in zwei Registern: Das Register *LF-/LK-Ergebnisse* verwaltet die Auswahl für die Lastfälle und Lastkombinationen, das Register *EK-Ergebnisse* für die Ergebniskombinationen und Superkombinationen.



Die Ergebnisdaten können wie die Belastungsdaten aufbereitet werden (siehe vorheriges [Kapitel 10.1.3.3](#)): Über das Auswahlfeld *Gezielte* ist es möglich, den Ausdruck auf die Ergebnisse bestimmter Lastfälle oder Lastkombinationen zu beschränken.

Im Abschnitt *Zu zeigende Tabellen* können die Tabellen und Tabellenzeilen wie in [Kapitel 10.1.3.1](#) beschrieben ausgewählt werden. Die Spalte *Nummer-Selektion* ermöglicht es, bestimmte Objekte anzugeben oder über die Schaltfläche  am Ende der Tabellenzeile 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 zugänglich wird. Sie eröffnet den Zugang zu weiteren Auswahlkriterien wie z. B. für Stabschnittgrößen.

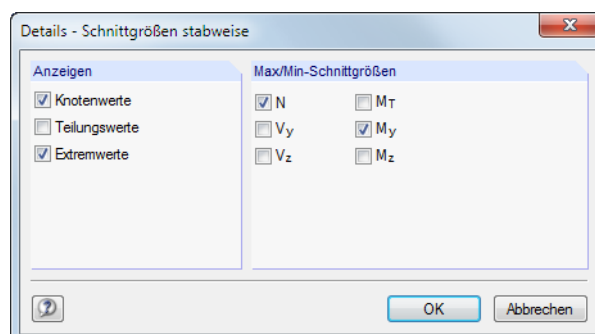


Bild 10.15: Dialog *Details - Schnittgrößen stabweise*

Das Ausdruckprotokoll gibt die Ergebnisse eines jeden Stabes an folgenden Stellen aus:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß vorgegebener Stabteilung (siehe [Kapitel 4.6, Seite 70](#))
- Extremwerte (*Max/Min*) der Ergebnisse (siehe [Kapitel 8.1, Seite 188](#))

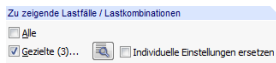
Die Auswahl ist mit den *Tabellenfilter*-Einstellungen gekoppelt (siehe [Bild 11.118, Seite 324](#)).



Der Umfang der Druckausgabe lässt sich deutlich reduzieren, wenn eine Beschränkung auf die Ergebnisse vorgenommen wird, die für die Dokumentation unverzichtbar sind.



Liegen mehrere Lastfälle oder LKs vor, für die unterschiedliche Ergebnisdaten dokumentiert werden sollen (z. B. Schnittgrößen der LK1, Lagerkräfte der LK2), so ist zunächst die globale Selektion vorzunehmen. Nach dem Aufbau des Protokolls können die unwichtigen Ergebnisse durch Löschen der Navigatoreinträge entfernt werden. Damit die Auswahl nicht wieder durch die globale Vorgaben überschrieben wird, erscheint beim erneuten Öffnen der *Ausdruckprotokoll-Selektion* das Zusatz-Kontrollfeld *Individuelle Einstellungen ersetzen* (siehe Beispiel in Knowledge Base: <https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/000766>).



10.1.3.5 Selektion der Zusatzmodul-Daten

Die Daten aller Zusatzmodule werden ebenfalls im RSTAB-Ausdruckprotokoll für den Druck verwaltet. Sie können mit den RSTAB-Daten in einem einzigen Protokoll zusammengefasst oder in separaten Ausdruckprotokollen organisiert werden. Bei großen Systemen mit vielen Bemessungsfällen ist die Aufteilung in mehrere Ausdruckprotokolle zu empfehlen.

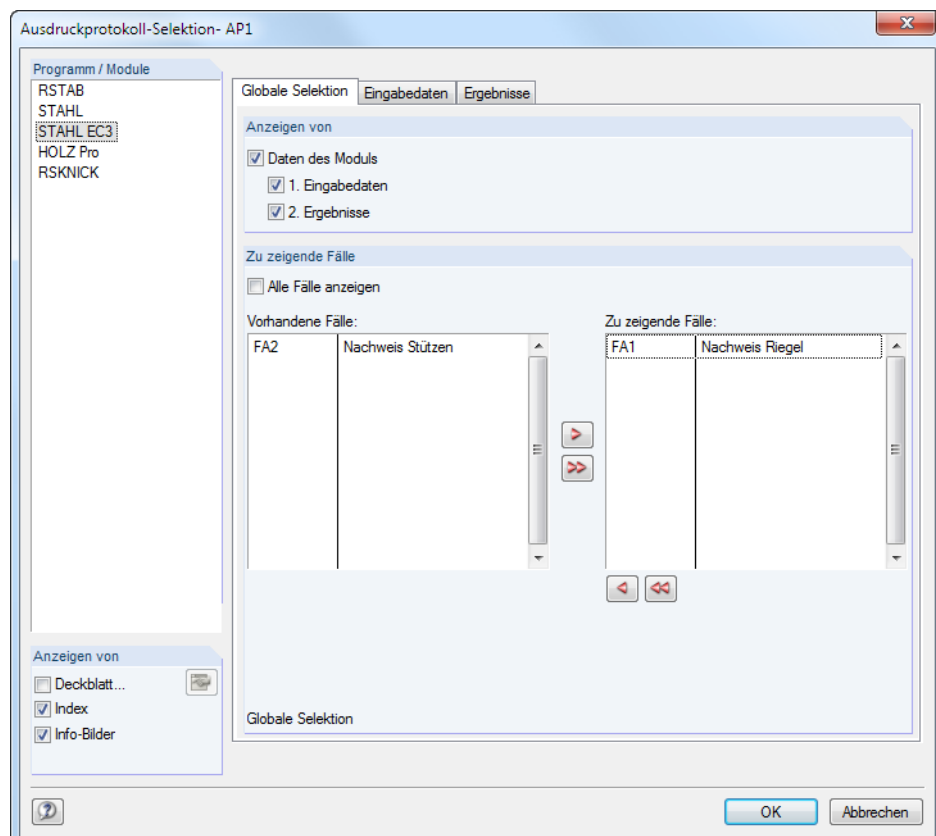


Bild 10.16: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Globale Selektion* des Moduls **STAHL EC3**

Neben RSTAB enthält die Liste im Abschnitt *Programm / Modul* alle Zusatzmodule, in denen Eingaben vorgenommen wurden. Nach dem Markieren eines Moduls können die Kapitel für den Ausdruck in den Registern rechts festgelegt werden.

Das Register *Globale Selektion* verwaltet die Oberkapitel der Zusatzmodul-Daten. Wenn 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 aus dem Kontrollfeld entfernt werden. Die nicht benötigten Fälle können nun von der Liste *Zu zeigende Fälle* in die Liste *Vorhandene Fälle* verschoben werden.

Die Auswahl in den Detailregistern der Eingabedaten und Ergebnisse lässt sich wie in den [Kapiteln 10.1.3.1 Selektion der Modelldaten](#) und [10.1.3.4 Selektion der Ergebnisse](#) beschrieben vornehmen.

10.1.4 Protokollkopf anpassen

Im Zuge der Installation wird ein Druckkopf aus den Kundendaten angelegt. Diese Angaben können im Ausdruckprotokoll geändert werden über Menü

Einstellungen → Protokollkopf



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.

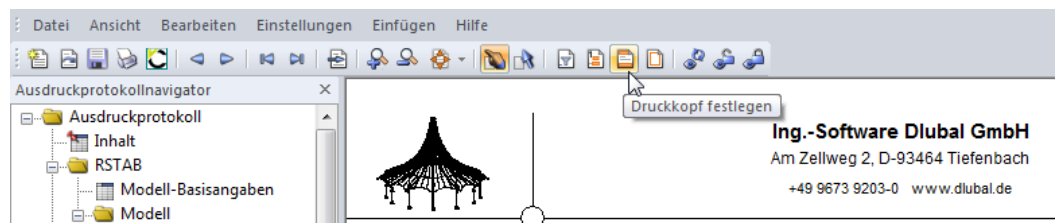


Bild 10.17: Schaltfläche *Druckkopf festlegen*

Es erscheint folgender Dialog.

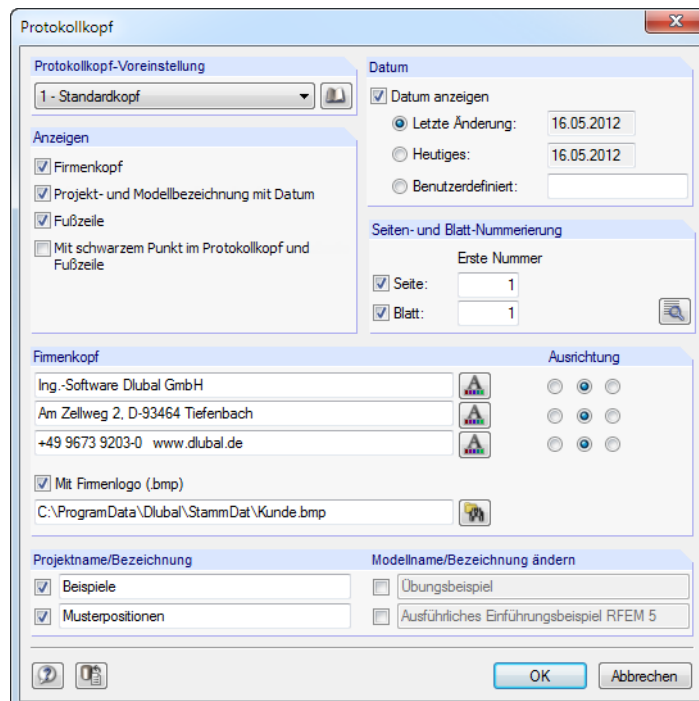



Bild 10.18: Dialog *Protokollkopf*

Protokollkopf-Voreinstellung

Sind mehrere Druckköpfe vorhanden, kann in der Liste der passende Kopf ausgewählt werden.

Die Schaltfläche  ermöglicht ebenfalls den Zugriff auf verschiedene Protokollköpfe. Zusätzlich können dort Protokollköpfe erzeugt, geändert oder gelöscht werden.

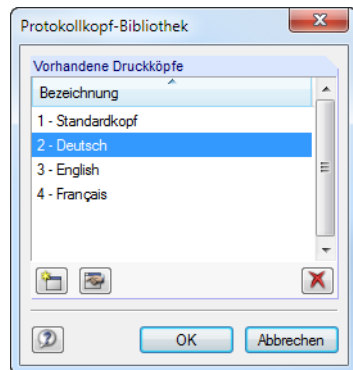


Bild 10.19: Dialog *Protokollkopf-Bibliothek*

Die Schaltflächen in der *Protokollkopf-Bibliothek* bedeuten im Einzelnen:




| | |
|---|---|
|  | Es wird ein neuer Protokollkopf erzeugt. Die Angaben sind in einem weiteren Dialog vorzunehmen, der wie der Dialog <i>Protokollkopf</i> konzipiert ist (siehe Bild 10.18). |
|  | Die Eigenschaften des selektierten Protokollkopfs können bearbeitet werden. |
|  | Der in der Liste selektierte Protokollkopf wird gelöscht. |

Tabelle 10.4: Schaltflächen im Dialog *Protokollkopf-Bibliothek*



Die Protokollköpfe werden in der Datei **DlubaProtocolConfigNew.cfg** im allgemeinen Stammdatenordner *C:\ProgramData\Dluba\Global\General Data* abgelegt. Diese Datei wird bei einem Update nicht überschrieben; eine Sicherungsdatei kann trotzdem von Vorteil sein.

Anzeigen

Dieser Abschnitt steuert, welche Elemente des Protokollkopfs oder des Seitenlayouts dargestellt werden.

Die Option *Projekt- und Modellbezeichnung mit Datum* blendet die Projekt- und Modellangaben – mit oder ohne Datum (siehe unten) – ein oder aus. Die Projektbezeichnung wird von den Basisangaben des Projekts im Projektmanager (siehe [Kapitel 12.1.1, Seite 373](#)), die Modellbezeichnung von den Basisangaben des Modells übernommen (siehe [Kapitel 12.2, Seite 382](#)). Die Vorgaben können in den Abschnitten *Projektname* und *Modellname* für den Ausdruck angepasst werden (siehe unten).

Die *Fußzeile* lässt sich ebenso ein- und ausblenden wie der *schwarze Punkt* in den Schnittpunkten von Randlinie mit Kopf- und Fußzeilenlinie.

Datum

Für die Anzeige des Datums im Protokollkopf stehen automatische Vorgaben und eine *Benutzerdefinierte Angabe* zur Auswahl.

Seiten- und Blattnummerierung

Seite: 11/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Wenn für *Seite* und *Blatt* die Standardnummern gesetzt und die beiden Kontrollfelder angehakt sind, werden die einzelnen Seiten fortlaufend unter einem Blatt verwaltet (siehe Bild links).

Über die Schaltfläche  sind detaillierte Vorgaben für die Nummerierung möglich.

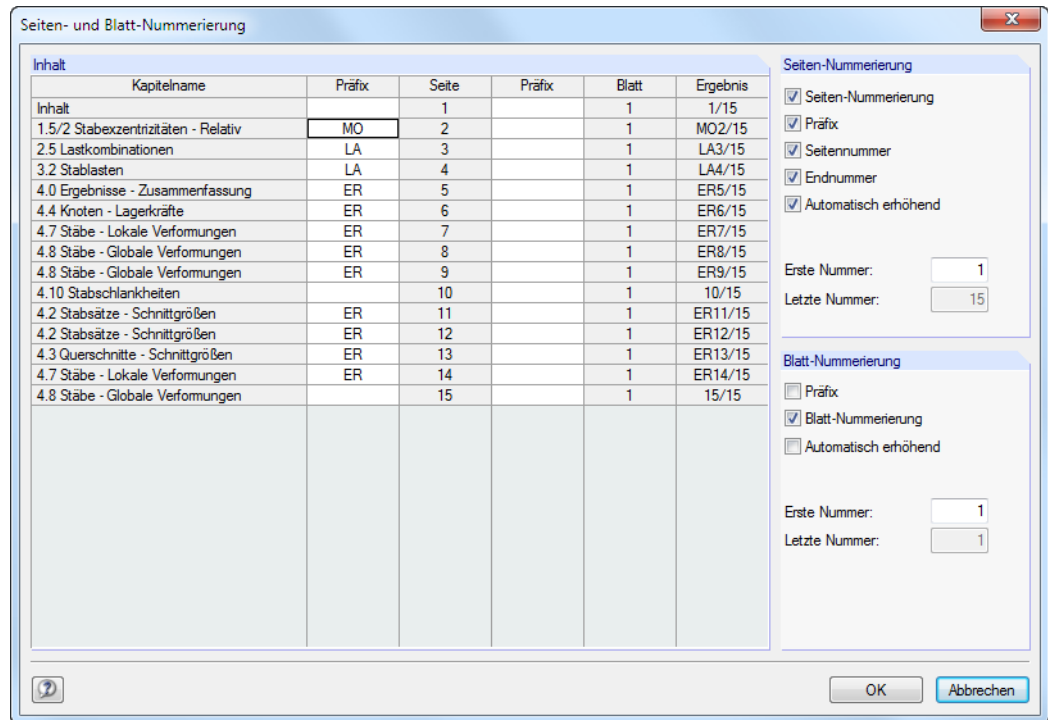




Bild 10.20: Dialog *Seiten- und Blattnummerierung*


Der Dialog steuert, ob die *Seiten-Nummerierung* mit einem *Präfix* versehen wird. Dies kann ein Kürzel sein, das kapitelweise festgelegt wird und z. B. alle Modelldaten in der Nummerierung mit einem vorangestellten „MO“ kennzeichnet. In diesem Dialog wird zudem geregelt, ob die *Endnummer* mit angezeigt wird, z. B. „Seite: MO2/15“.

Die beiden Kontrollfelder *Automatisch erhöhend* legen fest, ob die Nummerierung jeweils fortlaufend erfolgt. Zudem kann die *Erste Nummer* für die Seiten- und Blattnummerierung angegeben werden. Die Spalte *Ergebnis* zeigt das Resultat aller Vorgaben dynamisch an.

Firmenkopf

Dieser Abschnitt des *Protokollkopf*-Dialogs enthält die Angaben aus den Kundendaten, die hier angepasst werden können. Für jede der drei Druckkopfzeilen steht ein Eingabefeld zur Verfügung. Über die Schaltfläche  können jeweils Schriftart und Schriftgrad geändert werden. Die *Ausrichtung* der Zeilen lässt sich ebenfalls separat festlegen.

Der linke Bereich der Kopfzeile ist für das Firmenlogo reserviert. Die Grafik kann im *.jpg, *.png, *.gif oder *.bmp-Format vorliegen; sie kann mit der Schaltfläche  eingelesen werden.

Mit der Schaltfläche  unten im Dialog können die geänderten Angaben gespeichert und als Standard gesetzt werden. Es erscheint der Dialog *Name des Protokollkopfes*, in dem eine Bezeichnung anzugeben ist. Der neue Druckkopf erscheint dann als *Protokollkopf-Voreinstellung*.

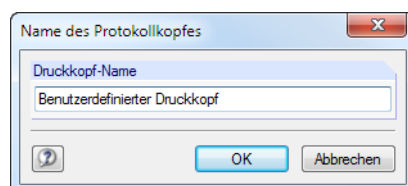



Bild 10.21: Dialog *Name des Protokollkopfes*

Projektname/Modellname/Bezeichnung

In den beiden Abschnitten sind der Projekt- und Modellname mit den benutzerdefinierten Bezeichnungen voreingestellt. Um die Vorgaben zu ändern, sind die entsprechenden Kontrollfelder anzuhaken. In den Eingabefeldern können dann die geeigneten Einträge vorgenommen werden.

10.1.5 RSTAB-Grafiken einfügen

Jedes Bild, das im Arbeitsfenster angezeigt wird, kann in das Ausdruckprotokoll integriert werden. Die Ergebnisverläufe der Stäbe und Stabsätze sowie die Querschnittsdetails lassen sich mit den Schaltflächen  der jeweiligen Dialoge ebenfalls in das Protokoll übergeben.

Die aktuelle Grafik wird gedruckt über Menü

Datei → Drucken



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 10.22: Schaltfläche *Grafik drucken* in der Symbolleiste des Arbeitsfensters

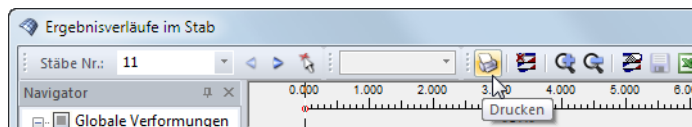


Bild 10.23: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des *Ergebnisverläufe*-Fensters

Es erscheint folgender Dialog.

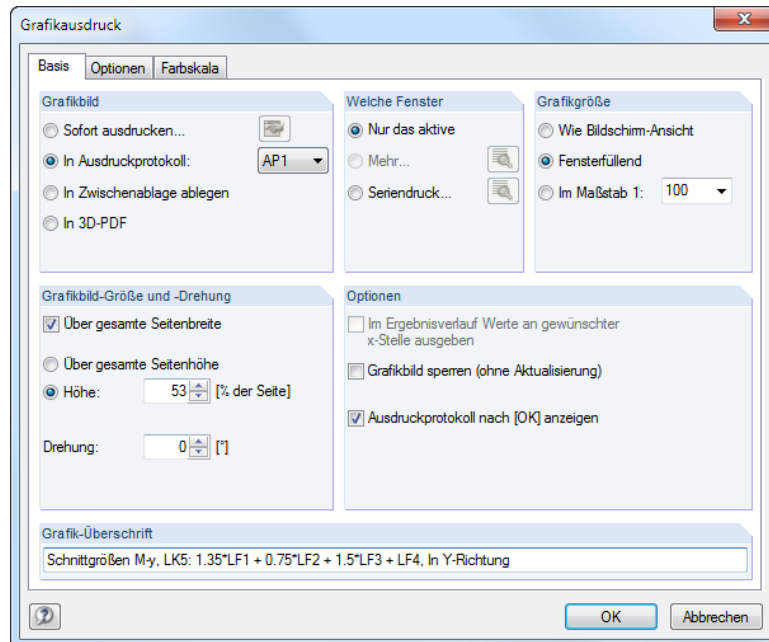


Bild 10.24: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Grafikbild

Im Abschnitt ist die Option *In Ausdruckprotokoll* anzugeben. Falls mehrere Ausdruckprotokolle existieren, kann in der Liste daneben die Nummer des relevanten Protokolls ausgewählt werden.

Optionen

Grafikbild sperren

Standardmäßig werden dynamische Grafiken erzeugt: Bei einer Änderung des Modells oder der Ergebnisse werden die Grafiken im Ausdruckprotokoll automatisch aktualisiert. Treten Performanceprobleme im Protokoll wegen der Grafiken auf, so kann die dynamische Anpassung über das Kontrollfeld *Grafikbild sperren (ohne Aktualisierung)* unterbunden werden.

Im Ausdruckprotokoll kann die Sperrung einer Grafik wieder aufgehoben werden: Klicken Sie im Protokoll-Navigator den Grafikeintrag mit der rechten Maustaste an, um das Kontextmenü zu aktivieren (siehe [Bild 10.4, Seite 223](#)). Über die *Eigenschaften* ist der Dialog *Grafikausdruck* dieses Bildes wieder zugänglich. Alternativ selektieren Sie die Grafik im Protokoll-Navigator und wählen Menü **Bearbeiten** → **Eigenschaften**.

Die Schloss-Schaltflächen in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls bieten eine weitere Möglichkeit, Grafiken als statisch oder dynamisch zu klassifizieren (siehe [Bild 10.4, Seite 223](#)). Sie sind mit folgenden 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 10.5: Grafik-Schaltflächen im Ausdruckprotokoll

Ausdruckprotokoll nach [OK] anzeigen

Wird der Dialog mit [OK] geschlossen, so öffnet sich normalerweise das Ausdruckprotokoll zur Überprüfung des Druckergebnisses. Dies kann hinderlich sein, um z. B. mehrere Grafiken nacheinander in das Protokoll zu übergeben. Nach dem Entfernen des Häkchens ist es möglich, Bilder ohne Wartezeiten beim Aufbau des Ausdruckprotokolls zu drucken.



Die übrigen Funktionen und Register des Dialogs sind im [Kapitel 10.2](#) ab [Seite 246](#) erläutert.

Grafik im Ausdruckprotokoll ändern

Über das Ausdruckprotokoll-Kontextmenü kann eine Grafik nachträglich angepasst werden.

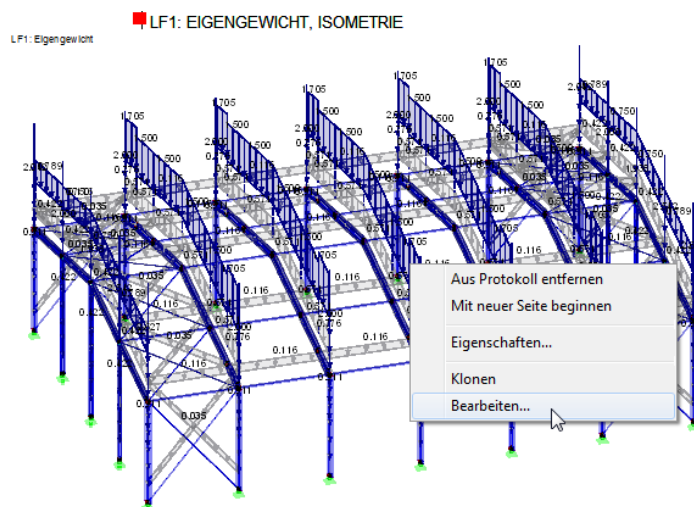
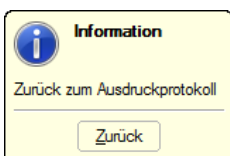


Bild 10.25: Grafik-Kontextmenü im Ausdruckprotokoll



Die *Eigenschaften* steuern u. a. Größe, Rahmen und Farbe des Bildes. Über *Bearbeiten* kann die Ansicht (Blickwinkel, Objekt- und Werteanzeige etc.) im RSTAB-Arbeitsfenster geändert werden.

10.1.6 Grafiken und Texte einfügen

Externe Grafiken und Texte lassen sich ebenfalls in das RSTAB-Ausdruckprotokoll integrieren.

Grafiken

Um ein Bild einzufügen, das keine RSTAB-Grafik ist, muss die Grafikdatei zunächst mit einem Bildbearbeitungsprogramm (z. B. MS Paint) geöffnet und mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage kopiert werden.

Die Grafik in der Zwischenablage wird in das Ausdruckprotokoll eingefügt über Menü

Einfügen → **Grafik aus Zwischenablage**.

Vorher ist noch der Kapitelname für die neue Grafik anzugeben.

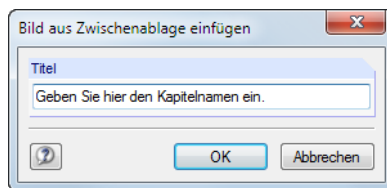


Bild 10.26: Dialog *Bild aus Zwischenablage einfügen*

Die Grafik erscheint als eigenständiges Kapitel im Ausdruckprotokoll.

Texte

Das Ausdruckprotokoll kann mit eigenen, kurzen Anmerkungen ergänzt werden. Diese Funktion wird aufgerufen über das Ausdruckprotokoll-Menü

Einfügen → **Textblock**.

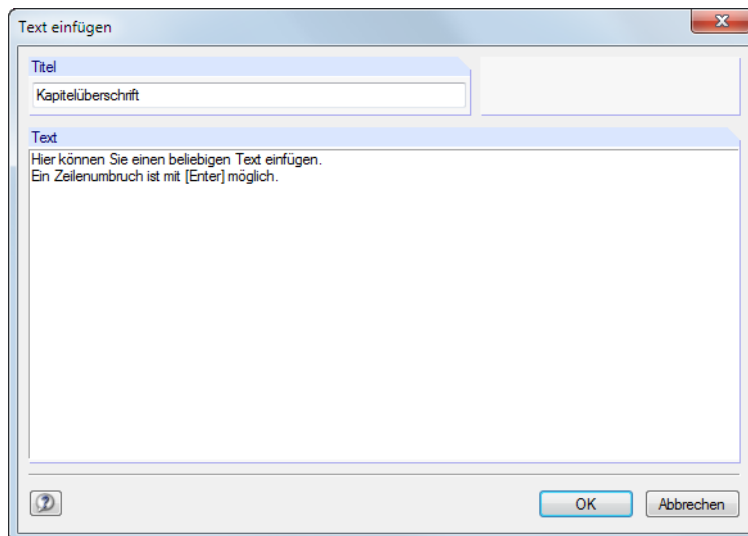


Bild 10.27: Dialog *Text einfügen*

Geben Sie im Dialog den *Titel* und den *Text* ein. Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag-and-drop lässt es sich dann an die gewünschte Stelle verschieben.



Im Selektionsmodus (siehe [Tabelle 10.3, Seite 224](#)) kann der Text über einen Doppelklick nachträglich geändert werden. Alternativ wird die Überschrift im Navigator mit der rechten Maustaste angeklickt, um den Kontextmenü-Eintrag *Eigenschaften* zu benutzen.

Text- und RTF-Dateien

Es lassen sich Textdateien im ASCII-Format sowie formatierte RTF-Dateien einschließlich eingebetteter Grafiken in das Ausdruckprotokoll integrieren. Dadurch können wiederkehrende Texte in Dateien abgelegt und im Protokoll genutzt werden.

Diese Funktion ermöglicht es auch, die Nachweise anderer Bemessungsprogramme in das Ausdruckprotokoll integrieren. Die Ergebnisse müssen im ASCII- oder RTF-Format vorliegen.

Text- und RTF-Dateien werden eingefügt über das Ausdruckprotokoll-Menü

Einfügen → **Textdatei**.

Im Windows-Dialog *Öffnen* ist zunächst die Datei auszuwählen. Nach dem [Öffnen] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls angefügt. Mit Drag-and-drop lässt es sich dann an die gewünschte Stelle verschieben.



Im Auswahlmodus (siehe [Tabelle 10.3](#), [Seite 224](#)) kann der Text per Doppelklick nachträglich geändert werden. Es erscheint der Dialog *Text einfügen* für benutzerdefinierte Anpassungen.

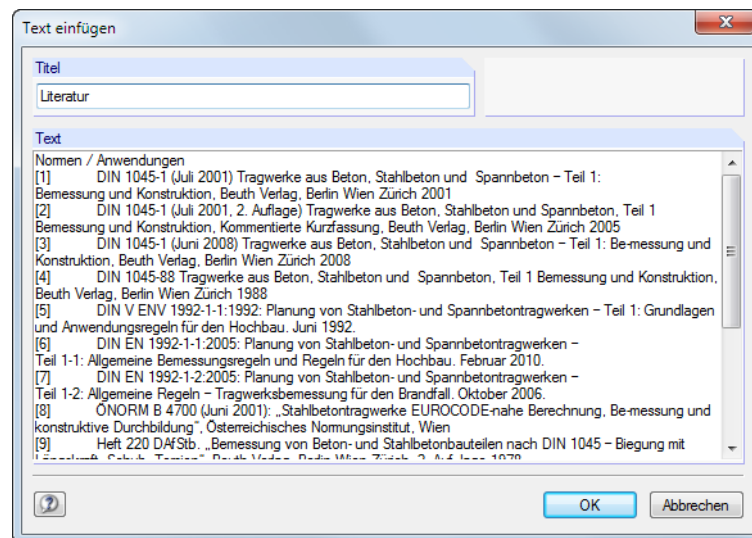


Bild 10.28: Dialog *Text einfügen*

10.1.7 Ausdruckprotokoll-Muster

Die im [Kapitel 10.1.3](#) beschriebene Selektion ist relativ zeitaufwendig. Eine solche Auswahl einschließlich Grafiken kann als Muster abgelegt und für weitere Modelle genutzt werden. Ausdruckprotokolle lassen sich auf Basis dieser Vorlagen rationell erstellen.

Ein bestehendes Ausdruckprotokoll kann auch als Muster gespeichert werden.

Muster neu anlegen

Neue Vorlagen werden über die beiden 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 225](#) beschriebene Selektionsdialog.

In den Registern sind die zu druckenden Kapitel auszuwählen. Wenn die Selektion mit [OK] abgeschlossen wird, ist die *Bezeichnung* des neuen Musterprotokolls anzugeben.

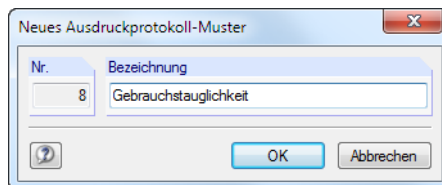


Bild 10.29: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll-Muster*

Neu aus aktuellem Protokoll

Die Selektion des aktuellen Ausdruckprotokolls wird für die neue Vorlage verwendet. Es ist im Dialog (siehe [Bild 10.29](#)) die *Bezeichnung* des neuen Musterprotokolls anzugeben.

Muster anwenden

Bei einem geöffneten Ausdruckprotokoll können die ausgewählten Inhalte eines Musters auf das aktuelle Protokoll übertragen werden. Dies erfolgt über Menü

Einstellungen → **Ausdruckprotokoll-Muster** → **Auswählen**.

In einem Dialog kann dann die Vorlage in der Liste *Vorhandene Ausdruckprotokoll-Muster* ausgewählt werden.

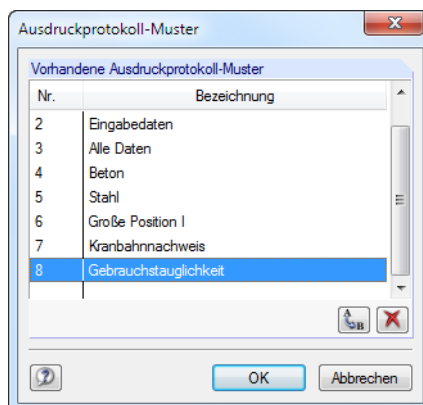


Bild 10.30: Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*

Die Schaltflächen dieses Dialogs sind in [Tabelle 10.6](#) erläutert.

Die aktuelle Selektion wird nach einer Sicherheitsabfrage durch das Muster überschrieben.

Beim Anlegen eines neuen Ausdruckprotokolls kann in der Liste *Voreinstellung übernehmen von Muster* eine Vorlage ausgewählt werden, nach der der Inhalt zusammengestellt wird.

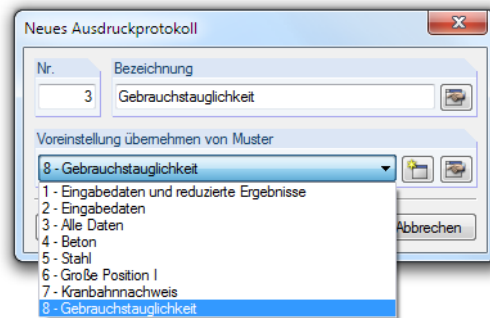


Bild 10.31: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll* mit Liste der Muster

Muster verwalten

Die Verwaltung aller Vorlagen erfolgt im Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*. Dieser Dialog wird aufgerufen über Menü

Einstellungen → **Ausdruckprotokoll-Muster** → **Auswählen**.

Es erscheint der im Bild 10.30 gezeigte Dialog. Die Funktionen der Schaltflächen können nur auf benutzerdefinierte Muster angewandt werden.



| | |
|---|---|
|  | Das ausgewählte Muster kann umbenannt werden. |
|  | Das selektierte Muster wird gelöscht. |

Tabelle 10.6: Schaltflächen im Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*



Die Ausdruckprotokoll-Muster werden in der Datei **RSTABProtocolConfig.cfg** gespeichert, die sich im Stammdatenordner für RSTAB 8 C:\ProgramData\Dlubal\RSTAB 8.xx\General Data befindet. Diese Datei wird bei einem Update nicht überschrieben. Durch Kopieren der Datei können die Musterprotokolle auf einen anderen Rechner übertragen werden.

10.1.8 Layout anpassen

Das Layout eines Ausdruckprotokolls kann hinsichtlich der Schriftarten und -farben, der Randeinstellungen und des Tabellendesigns angepasst werden.

Der Dialog zum Bearbeiten des Seitenlayouts wird aufgerufen über Menü

Einstellungen → Seite



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.

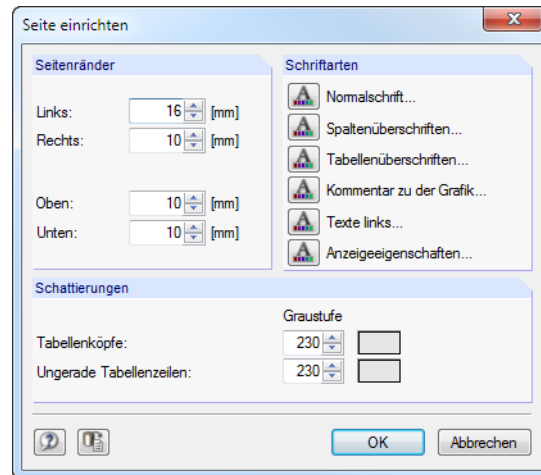


Bild 10.32: Dialog *Seite einrichten*



Es sind relativ kleine Standardfonts für Normal- und Spaltenüberschriften vorgesehen. Dennoch sollte man vorsichtig sein, die voreingestellten **Arial**-Schriftgrößen 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

Das Ausdruckprotokoll kann mit einem Deckblatt versehen werden. Zur Eingabe der Deckblattdaten ist ein Dialog aufzurufen über Menü

Einstellungen → Deckblatt



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.

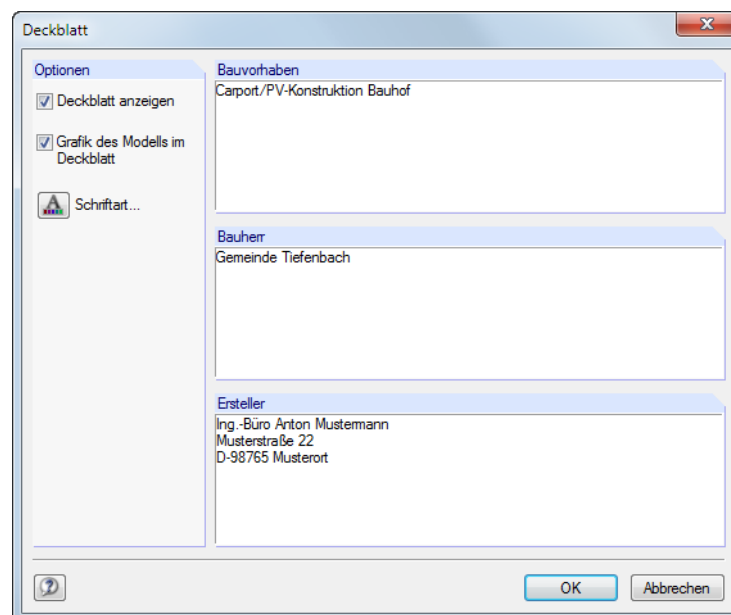
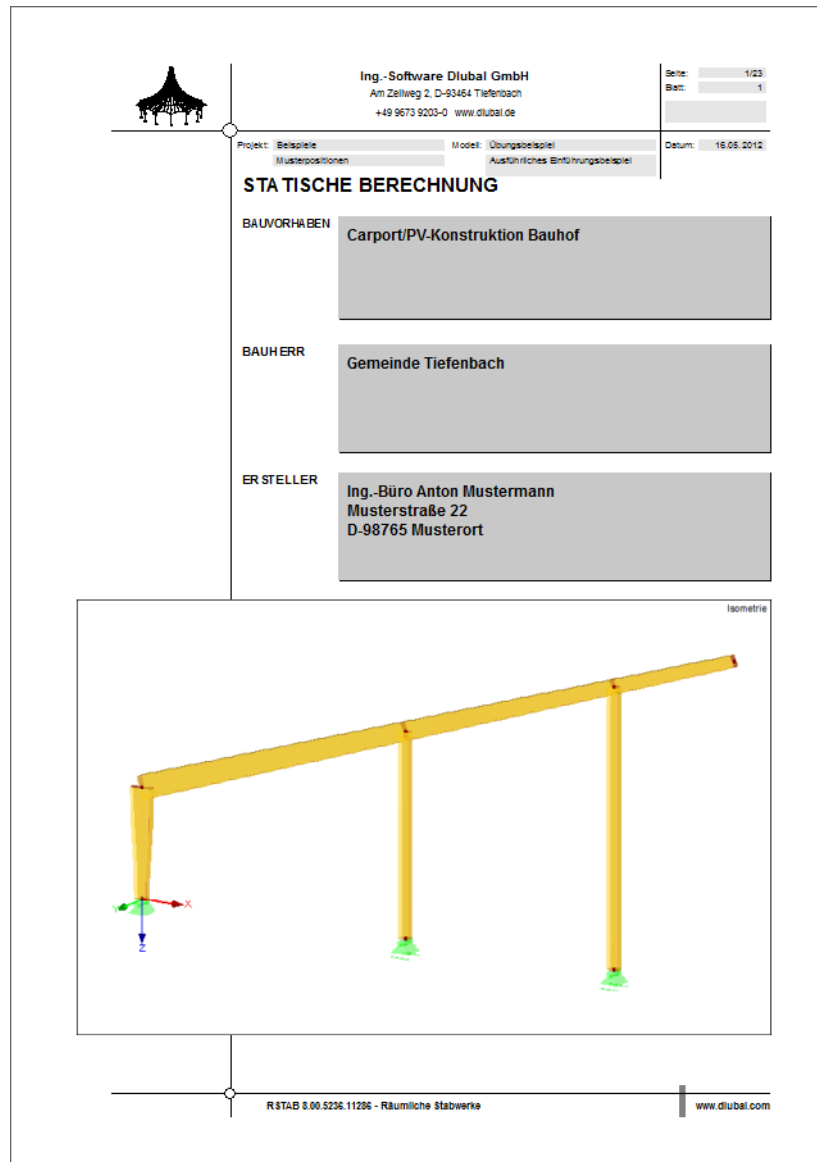


Bild 10.33: Dialog *Deckblatt*

Wenn alle Einträge vorliegen, kann das Deckblatt mit [OK] im Protokoll erstellt werden.



Ing.-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2, D-93464 Tiefenbach
+49 9673 9203-0 www.dlubal.de

Seite: 1/23
Blatt: 1

Projekt: Beispiele
Modell: Übungsbeispiel
Musterpositionen: Ausführliches Einführungsbeispiel
Datum: 16.05.2012

STA TISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN
Carport/PV-Konstruktion Bauhof

BAUHERR
Gemeinde Tiefenbach

ERSTELLER
Ing.-Büro Anton Mustermann
Musterstraße 22
D-98765 Musterort

Isometrie

RSTAB 8.00.5236.11286 - Räumliche Stabwerke
www.dlubal.com

Bild 10.34: Deckblatt im Ausdruckprotokoll



Der Inhalt des Deckblatts kann im Auswahlmodus (siehe [Tabelle 10.3, Seite 224](#)) über einen Doppelklick nochmals geändert werden. Alternativ klicken Sie das Deckblatt im Navigator mit der rechten Maustaste an und benutzen den Kontextmenü-Eintrag *Eigenschaften*.

10.1.10 Ausdruckprotokoll drucken

Der eigentliche Druckvorgang wird gestartet mit dem Ausdruckprotokoll-Menü

Datei → Drucken



oder der entsprechenden Schaltfläche in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.

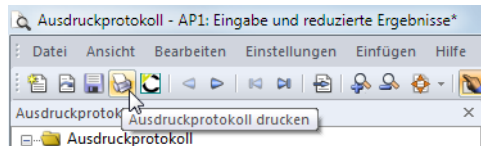


Bild 10.35: Schaltfläche *Ausdruckprotokoll drucken*

Es wird der Standard-Druckerdialog von Windows aufgerufen, in dem der Drucker und die zu druckenden Seiten festzulegen sind.

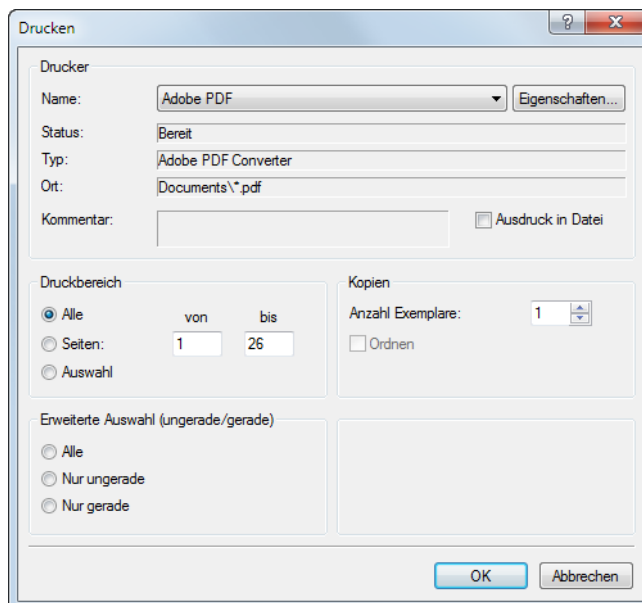


Bild 10.36: Dialog *Drucken*

Falls 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. Diese kann mit dem **copy**-Befehl auf einen Drucker geleitet werden.

10.1.11 Ausdruckprotokoll exportieren

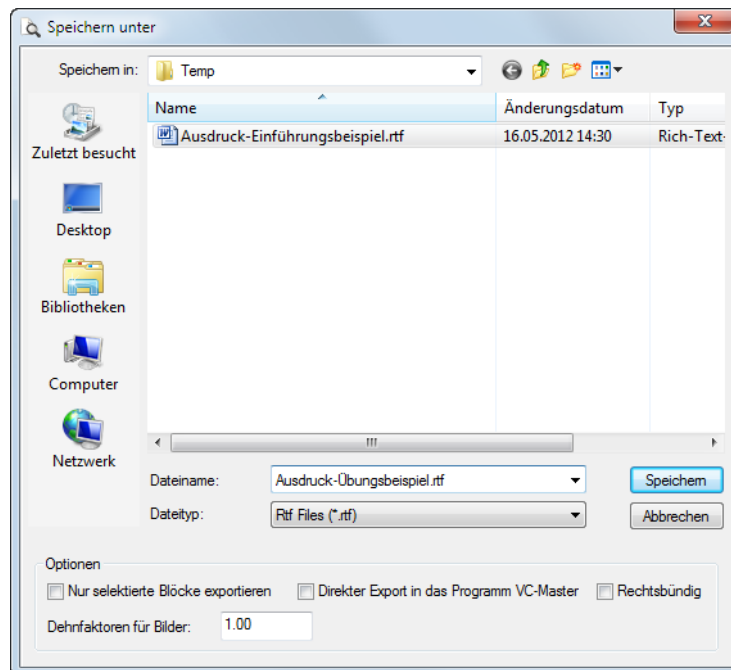
Das Ausdruckprotokoll kann in verschiedene Dateiformate und direkt nach *VCmaster* exportiert werden.

RTF-Export

Alle gängigen Textverarbeitungsprogramme unterstützen das RTF-Format. Das Ausdruckprotokoll einschließlich Grafiken wird als RTF-Dokument exportiert über Menü

Datei → Export in RTF.

Es öffnet sich der Windows-Dialog *Speichern unter*.


Bild 10.37: Dialog *Speichern unter*

Es sind der Speicherort und der Dateiname anzugeben. Wird das Kontrollfeld *Nur selektierte Blöcke exportieren* angehakt, so wird nicht das ganze Protokoll exportiert, sondern nur das bzw. die Kapitel, die zuvor im Navigator selektiert wurden.

PDF-Export

Der integrierte PDF-Drucker ermöglicht es, die Daten des Ausdrucksprotokolls als PDF-Datei auszugeben. Dies erfolgt über Menü

Datei → Export in PDF-Datei.

Im Windows-Dialog *Speichern unter* (siehe Bild 10.37) sind der Speicherort und der Dateiname anzugeben. Der zusätzliche Abschnitt *Bezeichnung* ermöglicht es, Anmerkungen für die PDF-Datei vorzunehmen.



In der PDF-Datei werden auch Lesezeichen erzeugt, die das Navigieren im digitalen Dokument erleichtern.

VCmaster-Export

VCmaster aus dem Hause VEIT CHRISTOPH (früher *BauText*) ist ein Textverarbeitungsprogramm mit speziellen Erweiterungen für statische Berechnungen.



Der direkte Export nach *VCmaster* wird gestartet über die Schaltfläche [VCmaster] in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls.

Für den erfolgreichen Export sollte *VCmaster* bereits im Hintergrund laufen.

10.1.12 Sprache einstellen

Die Spracheinstellung im Ausdruckprotokoll ist unabhängig von der Sprache der RSTAB-Benutzeroberfläche. Mit der deutschen Version kann also ein englisches oder italienisches Ausdruckprotokoll erzeugt werden.

Ändern der Sprache für den Ausdruck

Die im Ausdruckprotokoll benutzte Sprache wird geändert über Menü

Einstellungen → **Sprache**.

Im folgenden Dialog kann die gewünschte Sprache in der Liste ausgewählt werden.

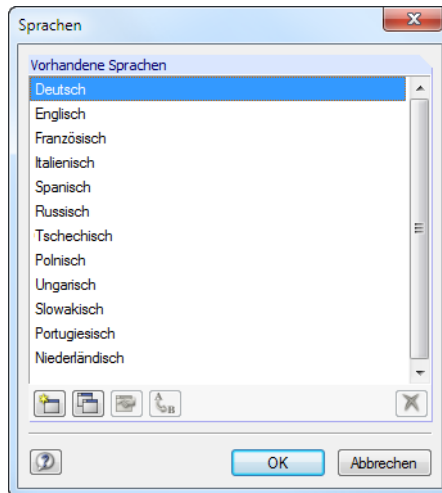


Bild 10.38: Dialog *Sprachen*

Erweitern der vorhandenen Sprachen

Die im Ausdruckprotokoll verwendeten Begriffe sind als Strings (Zeichenketten) abgelegt. Dadurch ist es relativ einfach möglich, weitere Sprachen einzubinden.

Rufen Sie zunächst den Dialog *Sprachen* auf über Menü

Einstellungen → **Sprache**.

Über die Schaltflächen im unteren Dialogabschnitt lassen sich die Sprachen verwalten.



Neue Sprache erzeugen

In einem Dialog ist der *Name* der neuen Sprache anzugeben und eine *Sprachgruppe* in der Liste auszuwählen, damit der Zeichensatz korrekt für die Darstellung interpretiert wird.

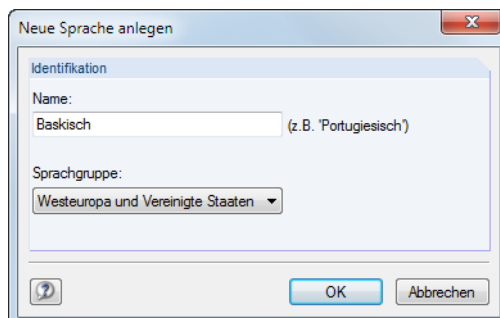
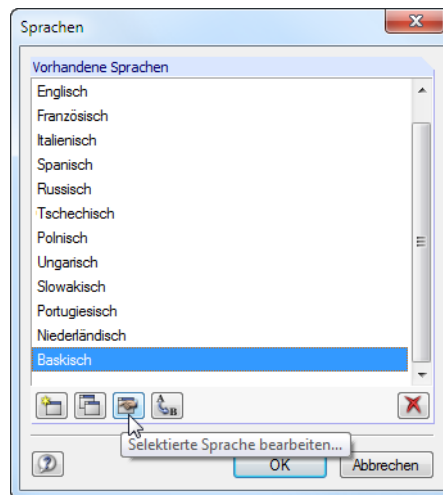
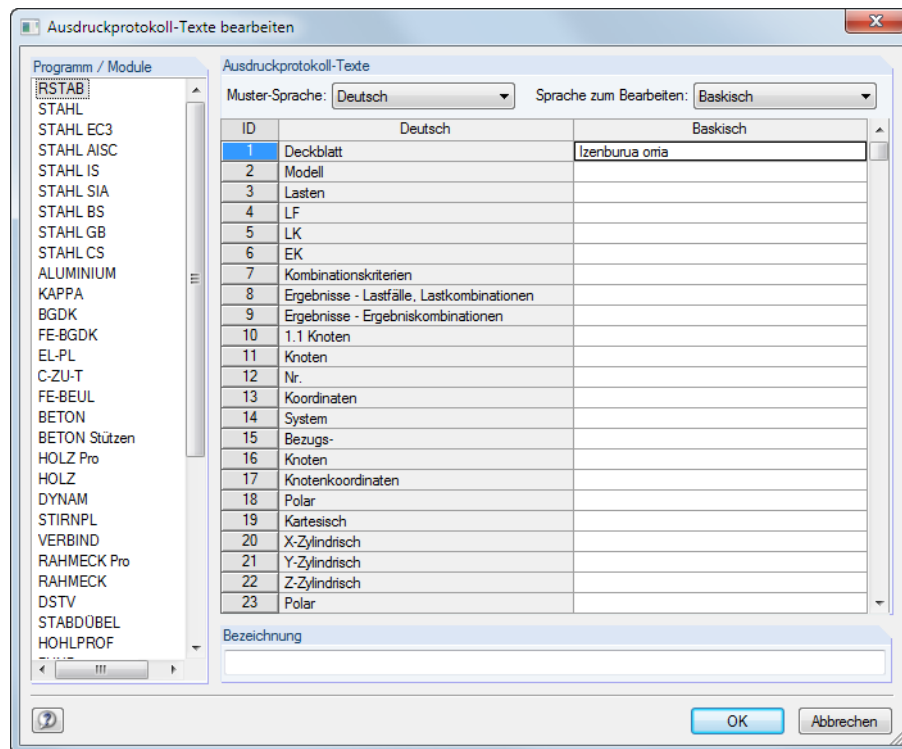


Bild 10.39: Dialog *Neue Sprache anlegen*

Nach [OK] steht die neue Sprache in der Liste *Vorhandene Sprachen* zur Verfügung.


Bild 10.40: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Selektierte Sprache bearbeiten*

Über die Schaltfläche  können die Strings der neuen Sprache eingegeben werden.


Bild 10.41: Dialog *Ausdruckprotokoll-Texte bearbeiten*


Es können nur benutzerdefinierte Sprachen bearbeitet werden.



Sprache kopieren

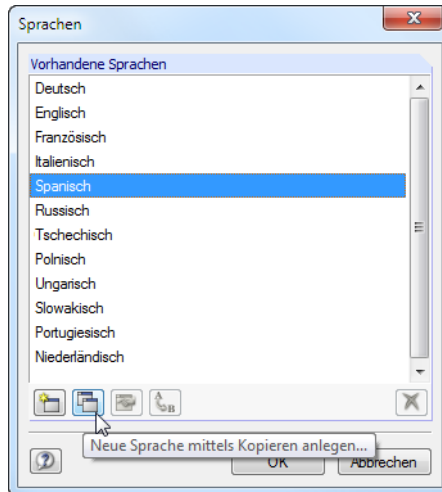


Bild 10.42: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Neue Sprache mittels Kopieren anlegen*

Diese Funktion ähnelt dem Anlegen einer neuen Sprache. Der Unterschied besteht darin, dass keine „leere“ Sprache angelegt wird (siehe Bild 10.41, Spalte *Baskisch*), sondern die Begriffe der markierten Sprache voreingestellt sind.

Sprache umbenennen oder löschen



Mit den verbleibenden Schaltflächen des Dialogs *Sprachen* können Sprachen umbenannt oder gelöscht werden. Diese beiden Funktionen sind nur für benutzerdefinierte Sprachen zugänglich, nicht jedoch für die vorgegebenen Standardsprachen.

10.2 Direkter Grafikausdruck

Jede Grafik des Arbeitsfensters kann sofort ausgedruckt werden, ohne sie vorher in das Ausdruckprotokoll einzubinden (siehe Kapitel 10.1.5, Seite 234). Auch die Ergebnisverläufe von Stäben und Stabsätzen sowie die Querschnittsdetails lassen sich mit den [Drucken]-Schaltflächen in diesen Fenstern direkt zum Drucker leiten.

Die aktuelle Grafik wird direkt gedruckt über Menü

Datei → Drucken



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

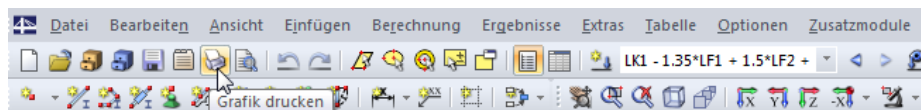


Bild 10.43: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Hauptfensters

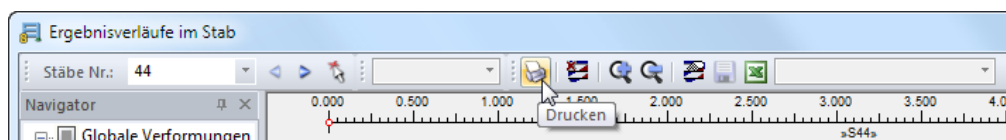


Bild 10.44: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Ergebnisverläufe-Fensters

Es erscheint ein Dialog mit mehreren Registern, die in den folgenden Kapiteln beschrieben sind.

10.2.1 Allgemeine Einstellungen

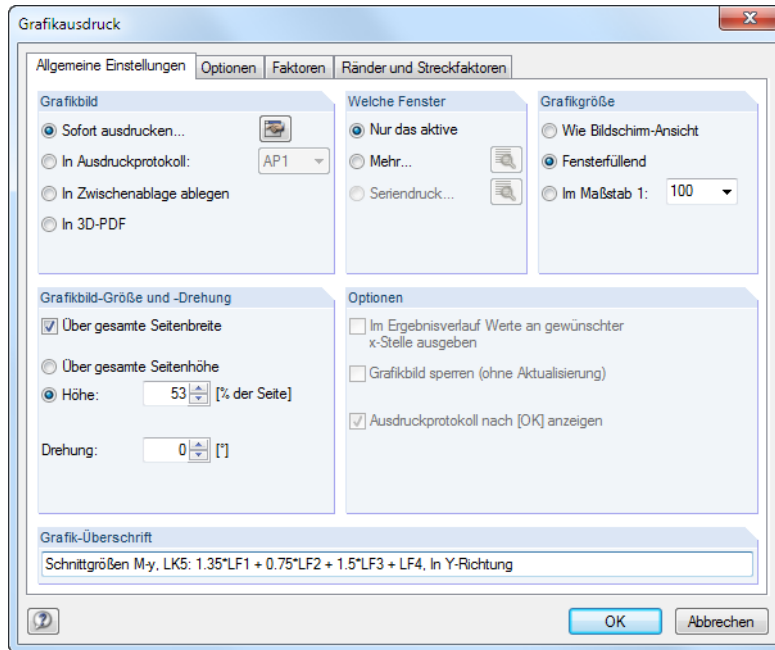



Bild 10.45: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Allgemeine Einstellungen*

Grafikbild

Es bestehen vier Möglichkeiten der Grafikausgabe:

- Sofort ausdrucken
- In Ausdruckprotokoll (siehe [Kapitel 10.1.5, Seite 234](#))
- In Zwischenablage ablegen
- In 3D-PDF

Sofort ausdrucken ermöglicht eine direkte Druckausgabe. Der Protokollkopf kann über die Schaltfläche  angepasst werden, die den *Protokollkopf*-Dialog aufruft (siehe [Kapitel 10.1.4, Seite 231](#)).

Beim Drucken in das *Ausdruckprotokoll* wird die Grafik in das Ausdruckprotokoll AP eingefügt, das in der Liste ausgewählt werden kann. Falls noch kein Ausdruckprotokoll existiert, erscheint nach dem Bestätigen des Dialogs der Dialog *Neues Ausdruckprotokoll*, in dem die Bezeichnung und der Inhalt des Ausdruckprotokolls festgelegt werden kann (siehe [Bild 10.2, Seite 221](#)).

Die *Zwischenablage* stellt die Grafik anderen Programmen zur Verfügung. Dort kann die Grafik in der Regel über das Menü **Bearbeiten** → **Einfügen** übernommen werden.

Welche Fenster

Dieser Abschnitt steuert, wie eine Mehrfensterdarstellung im Ausdruck zu behandeln ist. Mit der Option *Nur das aktive* Fenster wird die Grafik des Fensters gedruckt, das gerade fokussiert ist (z. B. im [Bild 10.46](#) das rechte Fenster).

Für den Ausdruck mehrerer Grafikfenster (siehe [Kapitel 9.6, Seite 210](#)) ist zu beachten, dass nur die Grafiken eines einzigen Modells gemeinsam ausgedruckt werden können. Ein modellübergreifender Ausdruck ist nicht möglich.

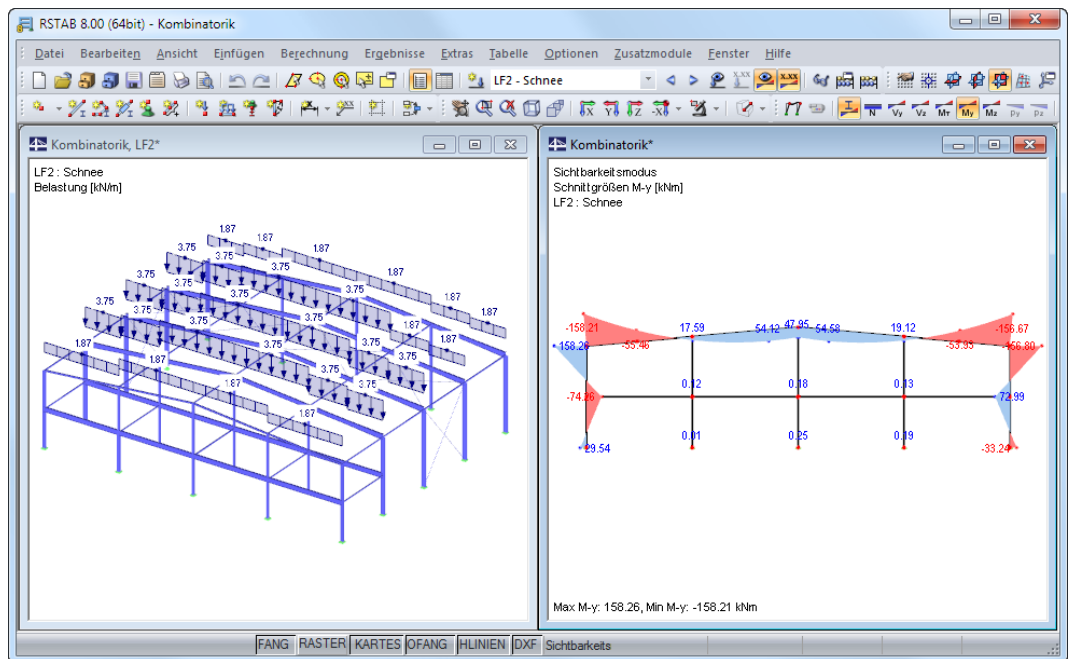



Bild 10.46: Darstellung von zwei Fenstern eines Modells

Mit dem Aktivieren der Druckoption *Mehr Fenster* wird die -Schaltfläche zugänglich. Sie ruft einen Dialog mit Steuerungsmöglichkeiten zur Druckanordnung der Grafiken auf.

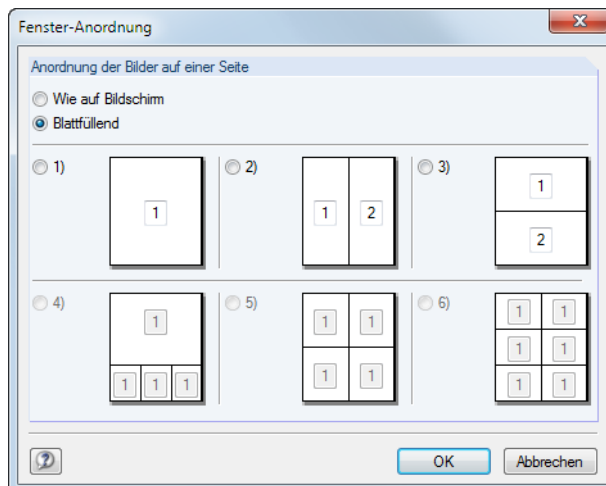



Bild 10.47: Dialog *Fensteranordnung*

Wie auf Bildschirm arrangiert die Fenster so auf dem Blatt, wie sie den Größenverhältnissen auf dem Monitor entsprechen. In der Regel wird damit das Gesamtbild auf der Seite – wie auf dem Bildschirm – breiter als hoch. Bei der Option *Blattfüllend* wird die gesamte Seitengröße für die Darstellung der Fenster ausgenutzt.

Mit der Option *Seriendruck* lassen sich voreingestellte Standardgrafiken in das Ausdruckprotokoll integrieren. Nach dem Aktivieren des Auswahlfeldes und einem Klick auf  erscheint ein neuer Dialog, in dem die Parameter festgelegt werden können (siehe [Kapitel 10.2.6, Seite 254](#)).

Grafikgröße

Der Abschnitt rechts oben im Dialog *Grafikausdruck* (Bild 10.45) verwaltet den Abbildungsmaßstab der Grafik auf dem Papier.

Wie Bildschirmsicht verwendet den gleichen Darstellungsmaßstab wie auf dem Monitor. Damit lassen sich gezoomte Bereiche oder spezielle Ansichten drucken.

Die Option *Fensterfüllend* stellt die Gesamtgrafik auf dem Papier dar. Es wird der aktuelle Blickwinkel verwendet, um das ganze Modell in der vorgegebenen Grafikbild-Größe (siehe nächster Abschnitt) abzubilden.

Im Maßstab druckt die Grafik in dem Maßstab, der in der Liste gewählt oder manuell eingegeben wird. Auch hier wird der aktuelle Blickwinkel verwendet. Eine perspektivische Ansicht eignet sich nicht für den maßstäblichen Ausdruck.

Grafikbild-Größe

Dieser Abschnitt regelt die Größe der Grafik auf dem Papier.

Ist das Kontrollfeld *Über gesamte Seitenbreite* angehakt, wird wie im folgenden Bild gezeigt auch der linke Rand neben der vertikalen Trennlinie für die Grafik genutzt.

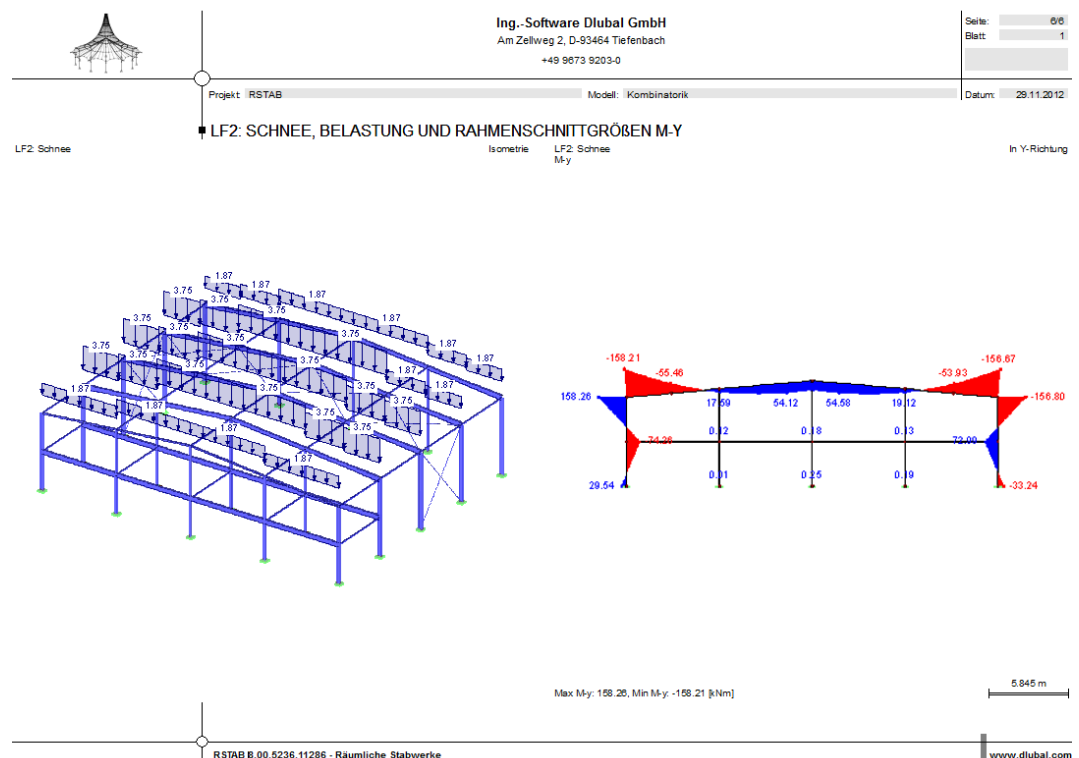


Bild 10.48: Grafikausdruck im Querformat: Ergebnis der Optionen *Mehr Fenster* und *Über gesamte Seitenbreite*

Soll nicht die ganze Seite für die Grafik genutzt werden, kann die *Höhe* des Grafikbereichs als Prozentwert der Seitenhöhe vorgegeben werden.

Der Drehwinkel im Eingabefeld *Drehung* rotiert die Grafik für den Ausdruck.

Optionen

Dieser Abschnitt ist im [Kapitel 10.1.5](#) auf [Seite 235](#) beschrieben. Für den Ausdruck von Ergebnisverläufen steuert das Kontrollfeld *Im Ergebnisverlauf Werte an gewünschter x-Stelle ausgeben*, ob die Werte gedruckt werden, die an der Position der vertikalen Linie erscheinen (siehe [Bild 9.8](#), [Seite 207](#)).

Grafik-Überschrift

Beim Aufruf des Dialogs *Grafikausdruck* ist ein Titel für die Grafik voreingestellt, der in diesem Eingabefeld geändert werden kann.

10.2.2 Optionen

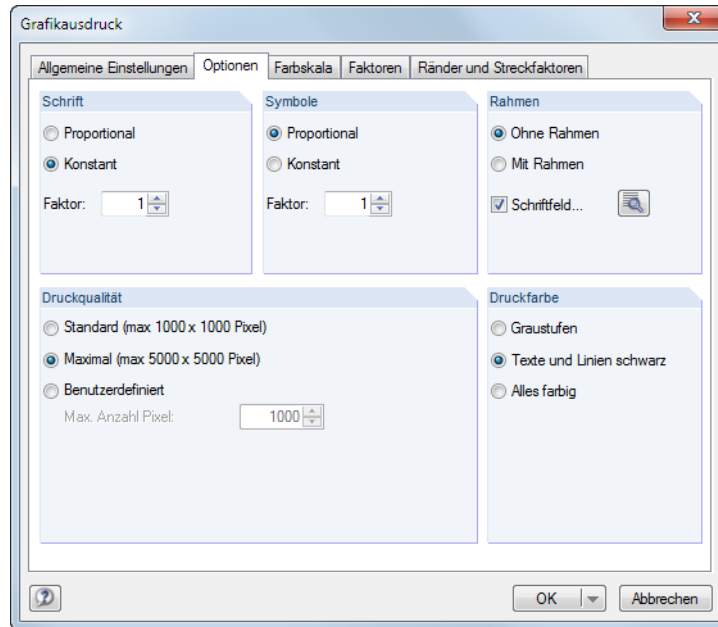


Bild 10.49: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*


Schrift / Symbole

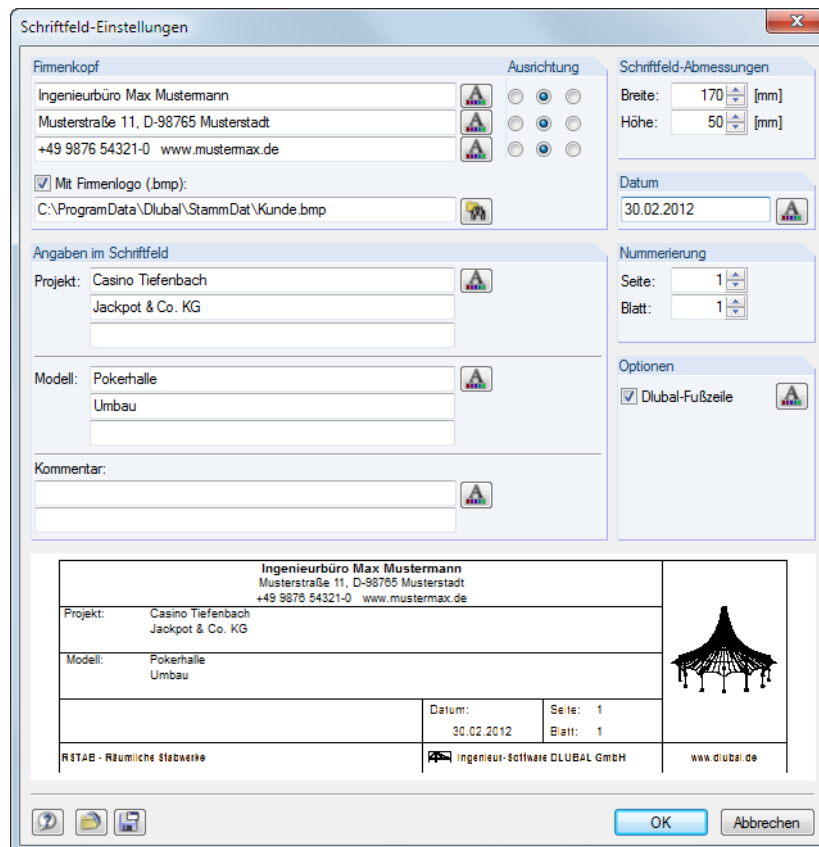
In diesen beiden Abschnitten brauchen die Voreinstellungen nur selten verändert werden. Für das großformatige Plotten kann es erforderlich sein, die Faktoren anzupassen.

Die Größe der Schrift und der Grafiksymbole (Knoten, Lager, Stäbe etc.) ist abhängig vom Drucker-treiber. Wenn die Druckresultate nicht zufriedenstellend sind, können hier separate Skalierungs-faktoren für *Schrift* und *Symbole* definiert werden.

Rahmen

Die Grafik kann im Ausdruck mit oder ohne Rahmen dargestellt werden.

Für den Ausdruck besteht zusätzlich die Möglichkeit, ein Schriftfeld zu ergänzen. Die Schaltfläche  öffnet folgenden Dialog, in dem das Aussehen und der Inhalt des Schriftfeldes festgelegt werden können. Der untere Bereich des Dialogs zeigt die Vorschau an.


Bild 10.50: Dialog *Schriftfeld-Einstellungen*

Druckqualität

In diesem Dialogabschnitt (Bild 10.49) brauchen die Voreinstellungen nur selten verändert werden. Als *Standard* wird die Grafik als Bitmap in einer Größe von maximal 1000 x 1000 Pixel ausgegeben. Die *Maximal*-Größe von maximal 5000 x 5000 Pixel führt bei einer 32 Bit-Farbtiefe zu einer Datenmenge von etwa 100 MB. Dies kann bei einigen Druckertreibern Probleme bereiten. Die hohe Auflösung sollte daher mit Vorsicht benutzt werden.

Druckfarbe

Erfolgt die Druckausgabe auf einen Schwarz-Weiß-Drucker, können zur besseren Lesbarkeit *Texte und Linien schwarz* anstatt in Graustufen gedruckt werden. Dabei ist zu beachten, dass z. B. mehrfarbige Querschnittsverformungen oder Lagersymbole von dieser Einstellung nicht beeinflusst werden und somit farbig im Ausdruck erscheinen.



Die Umsetzung farbiger Ergebnisverläufe in Graustufen wird vom Druckertreiber vorgenommen. In RSTAB besteht keine Einstellmöglichkeit.

10.2.3 Farbskala

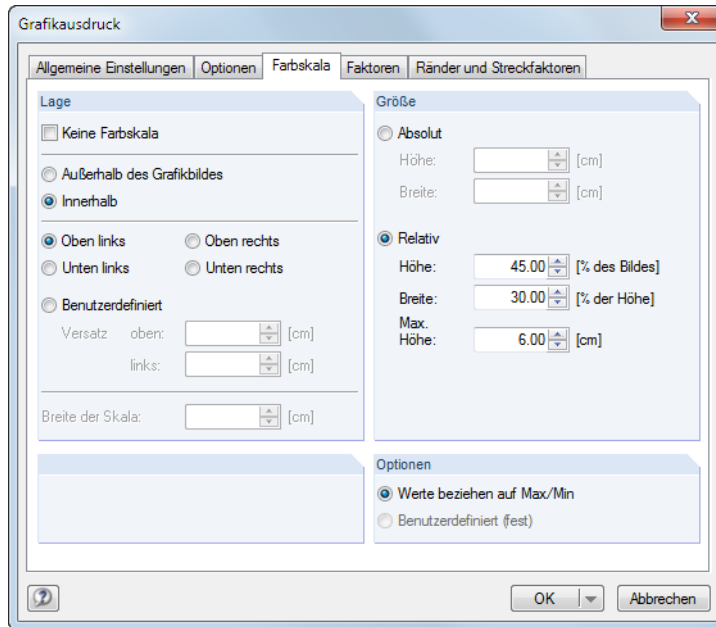


Bild 10.51: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Farbskala*

Dieses Register wird angezeigt, wenn die Ergebnisse mehrfarbig dargestellt werden (siehe [Kapitel 9.3](#), Seite 205).

Lage

Die Farbskala des Steuerpanels wird üblicherweise mit gedruckt. Falls dies nicht gewünscht ist, ist das Kontrollfeld *Keine Farbskala* anzuhaken.

Liegt das Panel *Innerhalb* des Grafikbildes, so überlappt die Farbskala einen Teil des Bildes. Die Position des Panels kann genau festgelegt werden – entweder in einer der vier Ecken oder *Benutzerdefiniert* arrangiert.

Die Option *Außerhalb des Grafikbildes* trennt einen Streifen des Grafikfensters ab und verwendet diesen nur für die Farbskala. Ganz unten im Abschnitt kann die *Breite der Skala* angegeben werden.

Größe

Die Größe der Farbskala kann entweder in absoluten Maßen oder relativ zur Bildgröße festgelegt werden.

Optionen

Die Farben-Werte-Zuweisung im Arbeitsfenster kann benutzerdefiniert festgelegt werden (siehe [Kapitel 3.4.6](#), Seite 26).

Der Abschnitt steuert, 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.

10.2.4 Faktoren

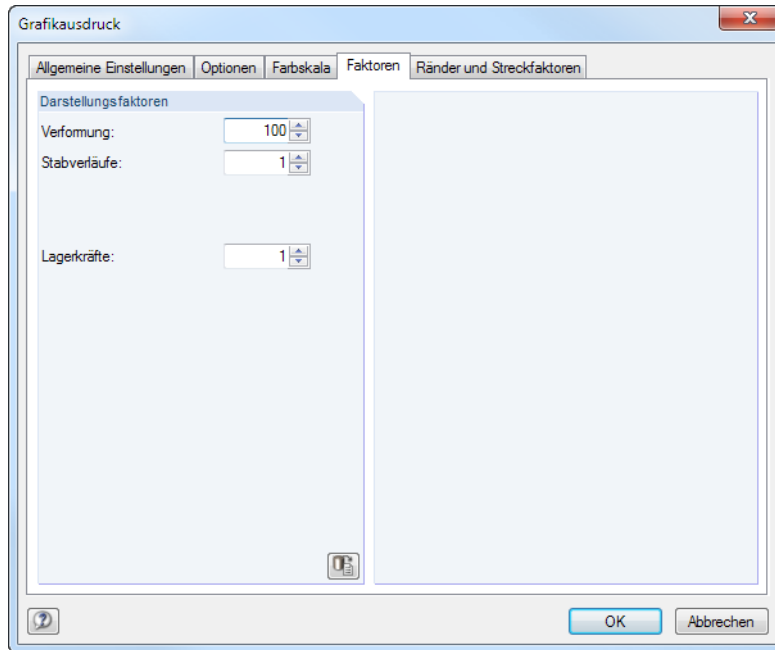


Bild 10.52: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Faktoren*

In diesem Register können die *Darstellungsfaktoren* für die verschiedenen Ergebnisarten angepasst werden. So lassen sich die Ergebnisse im Ausdruck unabhängig vom aktuellen Arbeitsfenster skalieren. Dies ist in erster Linie bei der abschließenden Aufbereitung der Dokumentation hilfreich.

10.2.5 Ränder und Streckfaktoren

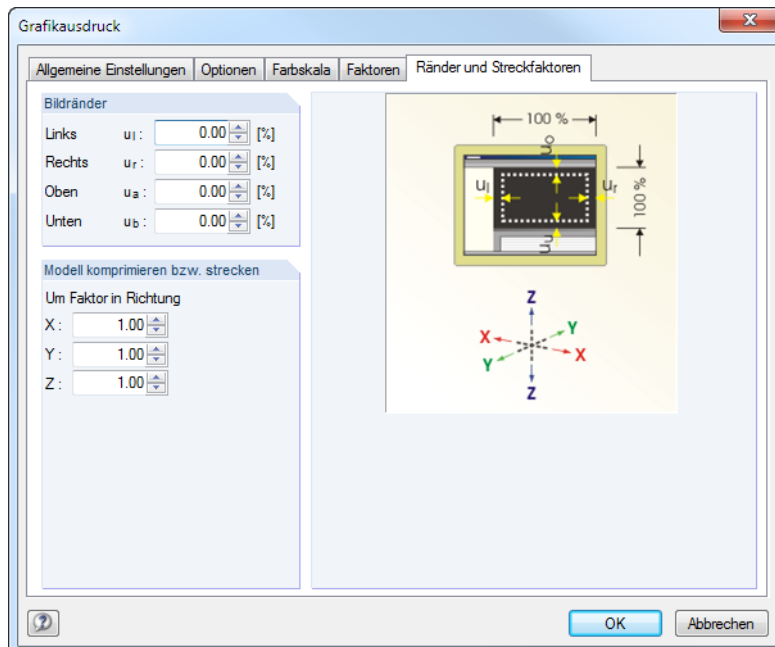



Bild 10.53: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Ränder und Streckfaktoren*

Mit den Vorgaben dieses Registers können die *Bildränder* der gedruckten Grafik angepasst werden. Optional lässt sich das *Modell komprimieren bzw. strecken*.



Die Funktionen sind im [Kapitel 11.3.11](#) auf [Seite 297](#) beschrieben.

10.2.6 Seriendruck

Der *Seriendruck*-Dialog erscheint, wenn im Register *Allgemeine Einstellungen* die Schaltfläche  neben der Option **Seriendruck** angeklickt wird (siehe [Bild 10.45](#), [Seite 247](#)). In den drei Registern dieses Dialogs kann festgelegt werden, welche Standardgrafiken des Modells, der Belastungen und der Ergebnisse automatisch im Ausdruckprotokoll erscheinen sollen.

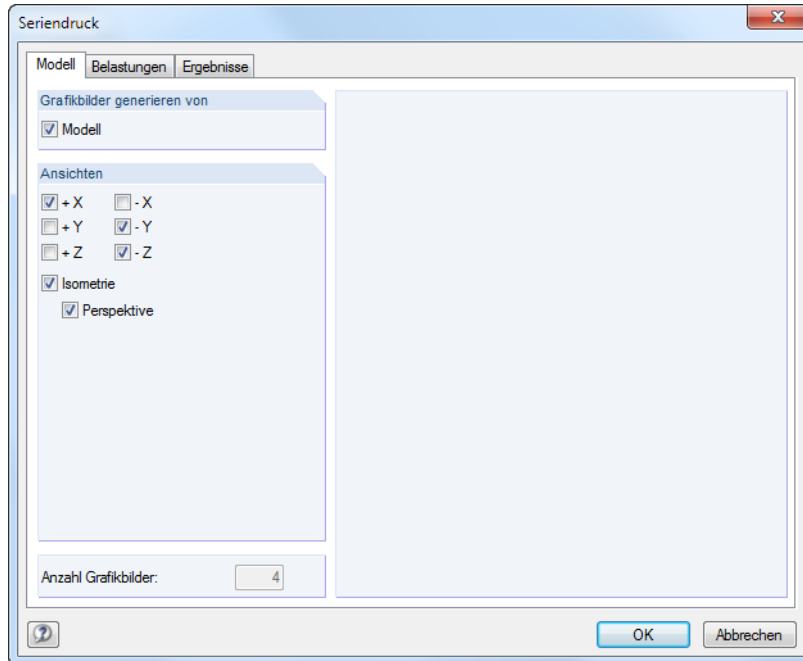


Bild 10.54: Dialog *Seriendruck*, Register *Modell*

Es stehen sieben Standard-*Ansichten* zur Auswahl. Zusätzlich kann die räumliche *Perspektive* für die Modelldarstellung aktiviert werden.

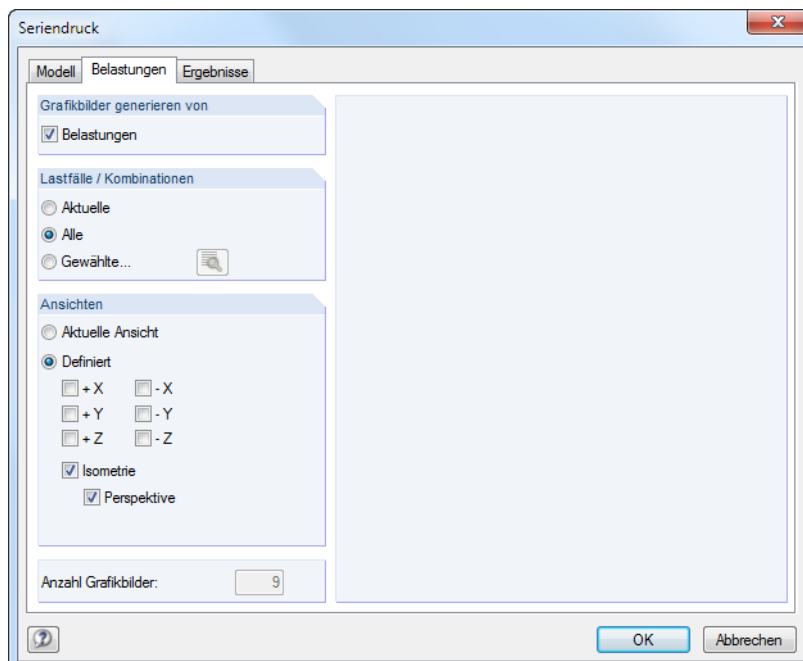



Bild 10.55: Dialog *Seriendruck*, Register *Belastungen*

In den Abschnitten *Grafikbilder generieren von* und *Lastfälle / Kombinationen* ist anzugeben, ob automatische Belastungsgrafiken erstellt werden sollen und welche Lastfälle relevant sind. Über die Schaltfläche  können *Gewählte* Lastfälle im Dialog *Lastfälle* festgelegt werden (siehe [Bild 10.57](#)).

Der Abschnitt *Ansichten* regelt, welcher bzw. welche Blickwinkel für die Standardgrafiken verwendet werden sollen.

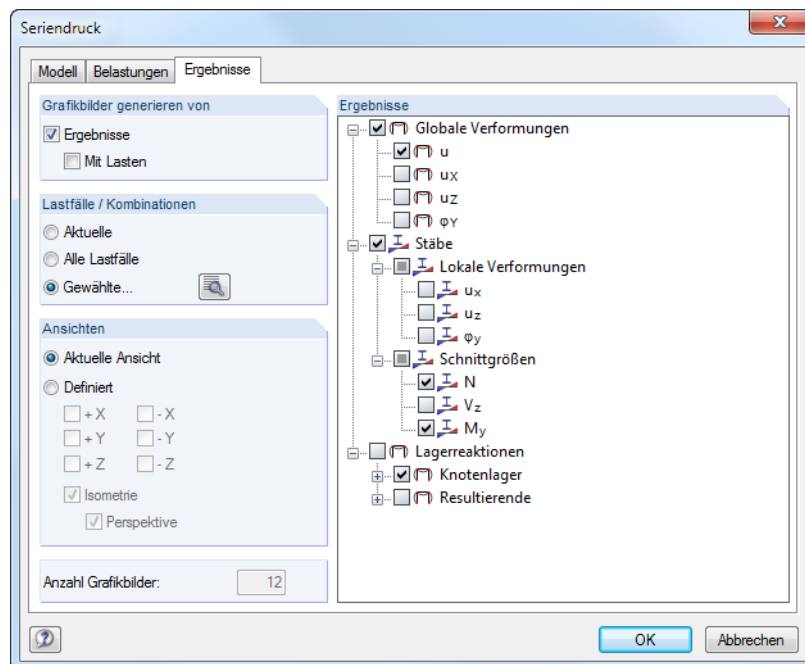


Bild 10.56: Dialog *Seriendruck*, Register *Ergebnisse*

In der Liste der *Ergebnisse* können die relevanten Verformungen und Schnittgrößen in der Baumstruktur durch Anhaken ausgewählt werden.

Die Abschnitte *Grafikbilder generieren von* und *Lastfälle / Kombinationen* steuern, ob die Grafiken mit oder ohne Lastdarstellungen erzeugt werden und welche Lastfälle für den Druck infrage kommen. Über die Schaltfläche können *Gewählte* Lastfälle in einem separaten Dialog festgelegt werden.

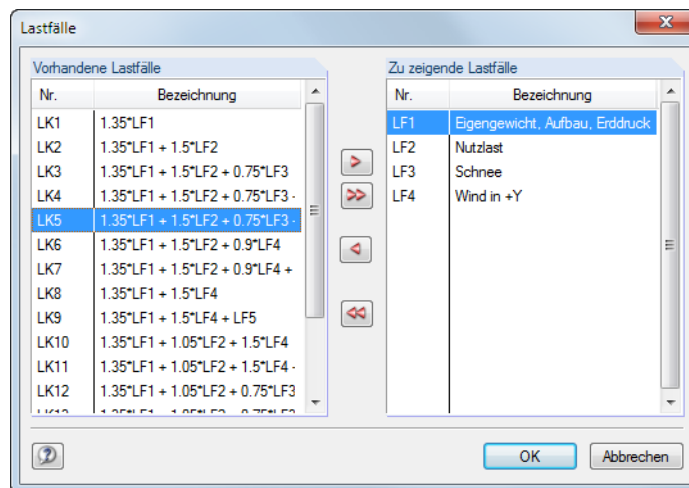


Bild 10.57: Dialog *Lastfälle*

Im Abschnitt *Ansichten* ist der Blickwinkel der Grafiken festzulegen.



Insbesondere für die Ergebnisse sollte die angegebene *Anzahl Grafikbilder* überprüft werden: Ein kleiner Fehler bei der Auswahl kann zu einer Vielzahl von automatischen Grafiken führen, die den Aufbau des Protokolls deutlich verzögern.

11 Programmfunktionen

Es werden Funktionen der grafischen und tabellarischen Eingabe vorgestellt wie z. B. CAD-Tools zum Konstruieren oder Generieren von Modell- und Lastobjekten, Editiermöglichkeiten, Tabellenoperationen oder parametrisierte Eingaben.

11.1 Allgemeine Funktionen

Dieses Kapitel beschreibt Programmfunktionen, die die allgemeine Nutzung von RSTAB betreffen oder die in vielen Dialogen verfügbar sind.

11.1.1 Spracheinstellungen

Es ist die Sprache voreingestellt, die bereits für die Installation gewählt wurde. Dabei wurden auch die Materialien und Querschnittsreihen in den Bibliotheken länderspezifisch arrangiert.

Die Benutzeroberfläche von RSTAB wird geändert über Menü

Optionen → Programmooptionen



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Im Register *Programm* kann eine andere *Programmsprache* in der Liste ausgewählt werden.

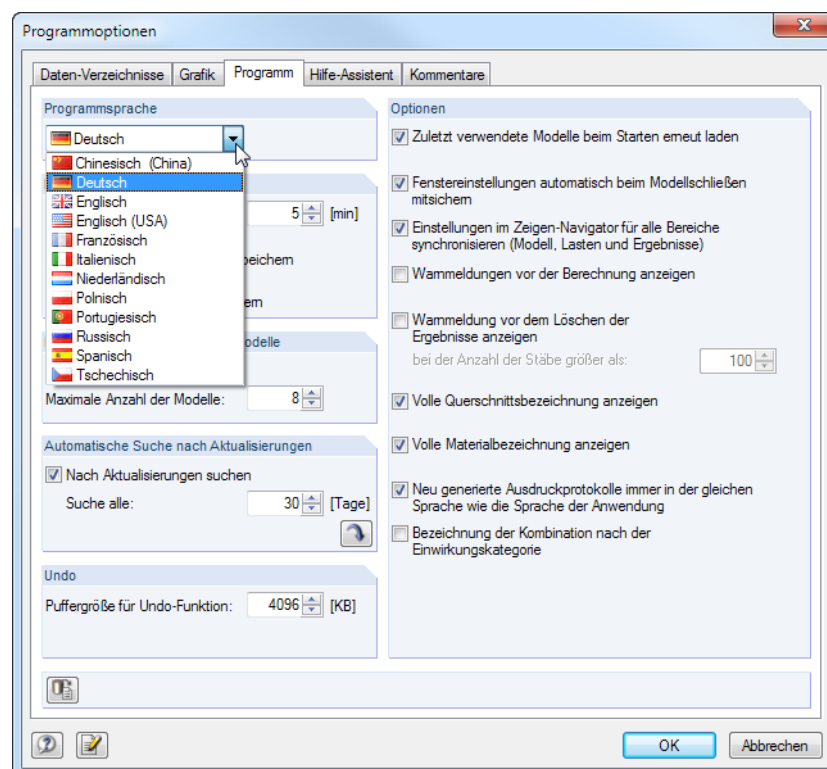


Bild 11.1: Ändern der *Programmsprache* im Dialog *Programmooptionen*

Die geänderten Spracheinstellungen werden nach einem Neustart des Programms wirksam.



Beim Ändern der Sprache sind folgende Punkte zu beachten:

- Manche Schriftzeichen werden nur dann korrekt dargestellt, wenn die Fonts im Betriebssystem vorliegen.
- Die neue Sprache wirkt sich auch auf die Anordnung der Materialien und Querschnittsreihen in den Bibliotheken aus.

11.1.2 Anzeigeeigenschaften

Die Anzeigeeigenschaften steuern, 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 3.4.3, Seite 21).

Anzeige anpassen

Der Dialog zur Anpassung der grafischen Anzeige wird aufgerufen über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten



oder den Konfigurationsmanager (siehe Kapitel 3.4.10, Seite 32).

Die Anzeigeeigenschaften eines jeden grafischen Objekts (Modell-, Last- oder Ergebnissymbol) sind auch direkt zugänglich: Klicken Sie das Objekt mit der rechten Maustaste an, um das Kontextmenü aufzurufen. Über den Eintrag *Anzeigeeigenschaften* können die Anzeigeparameter des Objekts sofort im Dialog *Anzeigeeigenschaften* (Bild 11.3) angepasst werden.

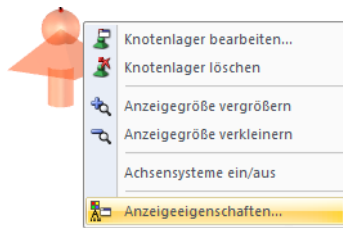


Bild 11.2: Kontextmenü eines Knotenlagers

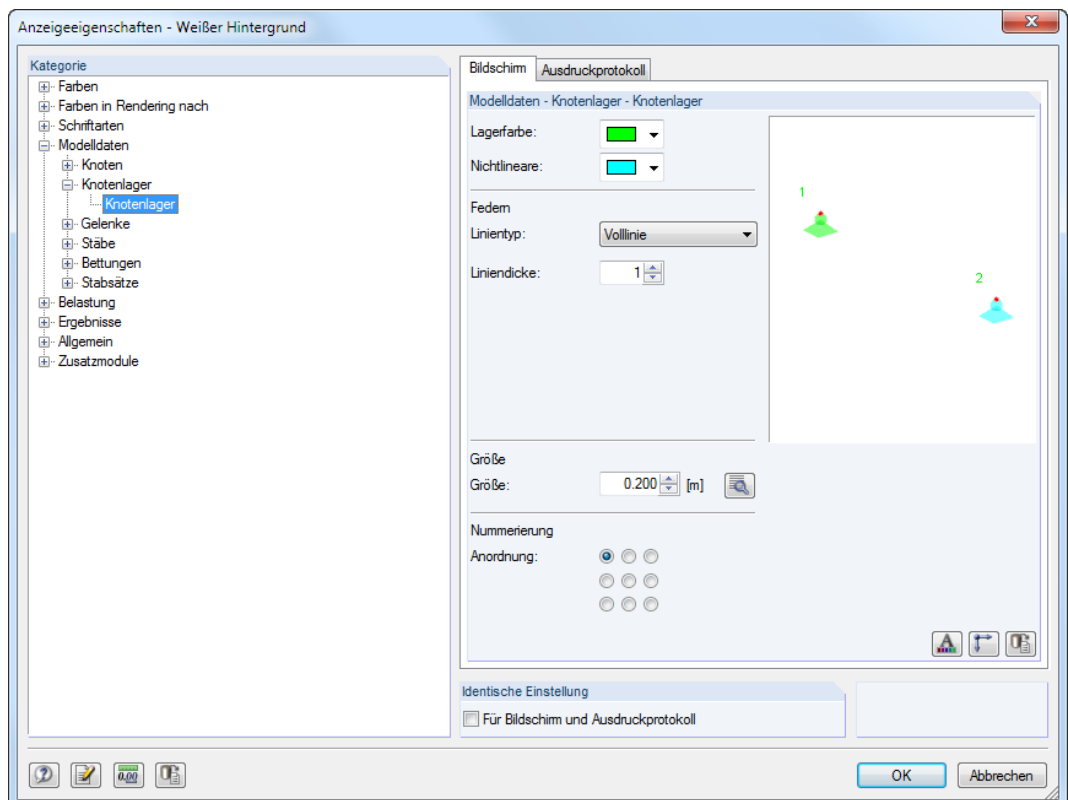


Bild 11.3: Dialog *Anzeigeeigenschaften* für Kategorie *Knotenlager*



Die Einstellungen für die Anzeige auf dem *Bildschirm* und für das *Ausdruckprotokoll* werden in zwei Registern verwaltet. Damit sind separate Anpassungen für die Monitorgrafik (z. B. Größe der Lagersymbole mit schwarzem Hintergrund) und für die Druckausgabe möglich.

Über das Kontrollfeld *Identische Einstellungen für Bildschirm und Ausdruckprotokoll* lassen sich die Anzeigeeigenschaften für Bildschirm und Ausdruckprotokoll synchronisieren: Wird hier ein Häkchen gesetzt, so werden die anschließend getroffenen Einstellungen auch im anderen Register (*Bildschirm* bzw. *Ausdruckprotokoll*) der aktuellen Kategorie ausgeführt. Bereits getroffene Einstellungen lassen sich mit dieser Funktion nicht nachträglich übertragen.

Der *Kategorie*-Navigator zeigt die grafischen Objekte in einem Verzeichnisbaum an. Um die Anzeigeeigenschaften eines Objekts zu ändern, ist der entsprechende Eintrag zu selektieren. Im Abschnitt rechts können dann die objektspezifischen Anzeigeparameter angepasst werden: Farbe, Linienart, Größe im Arbeitsfenster, Art und Anordnung der Nummerierung, Schriftart, Größe des Lastvektors etc.



Für einige Parameter werden zusätzlich [Details]-Schaltflächen angeboten.

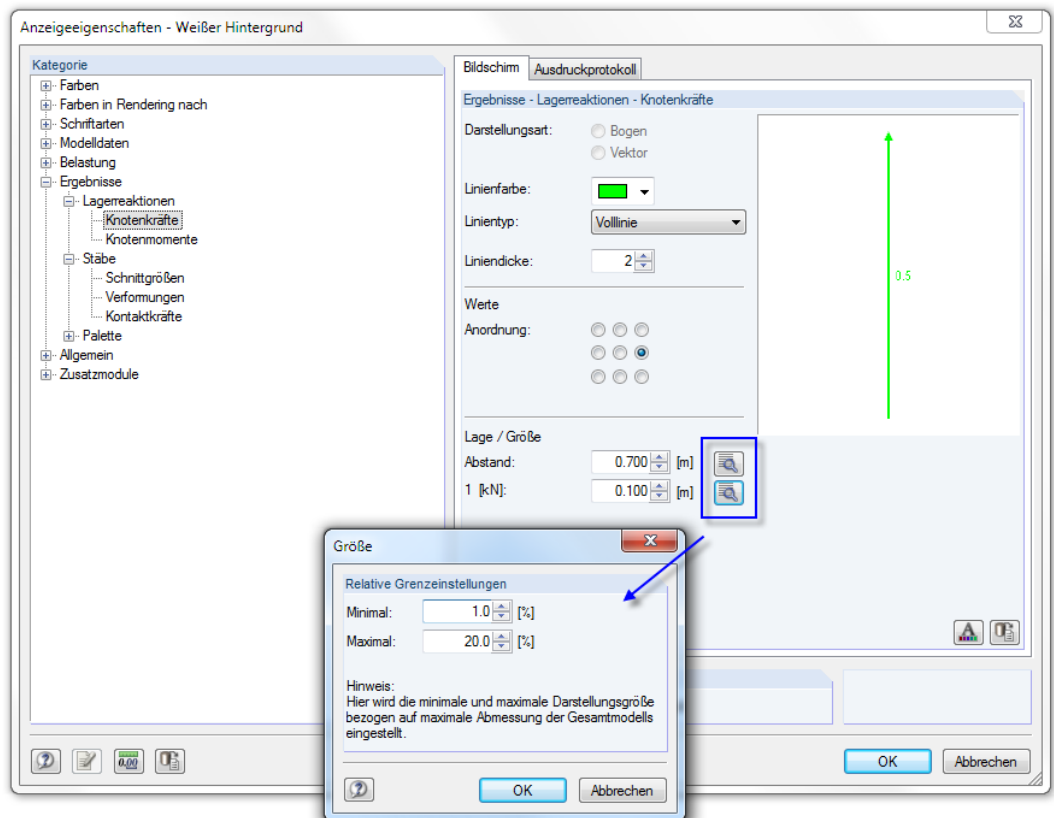


Bild 11.4: Dialog *Größe* für Knotenkräfte

Sie öffnen einen neuen Dialog, in dem z. B. der Abstand oder die Größe des Objekts auf die Abmessungen des Gesamtmodells skaliert werden können.

Die Schaltflächen unterhalb der Parameter sind mit folgenden Funktionen belegt:

| | |
|--|---|
| | Öffnet den Dialog <i>Schriftart</i> zum Ändern der Schriftart, -größe und -farbe |
| | Ruft die Achsen-Anzeigeparameter des aktuellen Objekts auf |
| | Bewirkt die Rückkehr zu den Basisangaben des Objekts |
| | Öffnet den Dialog <i>Relative Positionen</i> (Bild 11.5) zur Anordnung der Beschriftung |
| | Stellt die Standardeinstellungen wieder her |

Tabelle 11.1: Schaltflächen im Dialog *Anzeigeeigenschaften*



Bei Objekten, die für Stäbe relevant sind, lässt sich die Beschriftung oder das Symbol benutzerdefiniert anordnen. Es öffnet sich ein Dialog, in dem die Position der Information über den relativen Abstand vom Stabanfang festgelegt werden kann.

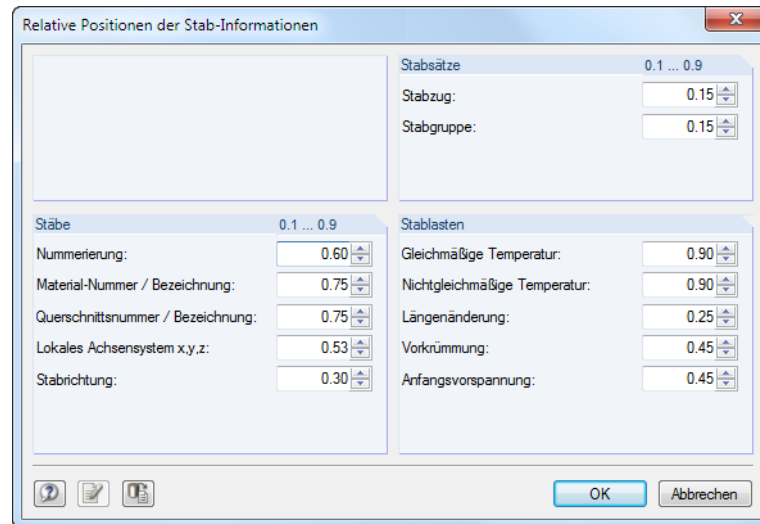


Bild 11.5: Dialog *Relative Positionen der Stab-Informationen*

Anzeigekonfiguration speichern

Der Dialog *Anzeigeeigenschaften* ermöglicht es, die Anzeigekonfiguration den Erfordernissen anzupassen. Damit lassen sich z. B. unterschiedliche Einstellungen für den Bildschirm mit farbigem Hintergrundverlauf und für den Schwarzweiß-Drucker mit spezifischen Einstellungen erzeugen.

Im Dialog *Anzeigeeigenschaften* können die Änderungen jedoch nicht gespeichert werden: Für die Verwaltung der Anzeigekonfigurationen ist der *Konfigurationsmanager* zuständig, der im [Kapitel 3.4.10](#) ab [Seite 32](#) beschrieben ist.

Gehen Sie daher wie folgt vor, um aus den Änderungen ein neues Anzeigeprofil zu erzeugen:

- Bestätigen Sie die Änderungen im Dialog *Anzeigeeigenschaften* mit [OK].
- Rufen Sie den *Konfigurationsmanager* auf (siehe [Kapitel 3.4.10](#), [Seite 32](#)).
- Legen Sie eine Konfiguration [Neu] an.
- Tragen Sie im Dialog *Neue Konfiguration* eine Bezeichnung ein und bestätigen mit [OK].



11.1.3 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Dezimalstellen werden für RSTAB und für sämtliche Zusatzmodule zentral in einem Dialog verwaltet. Die Einstellungen können beim Modellieren oder Auswerten beliebig geändert werden: Alle Zahlenwerte werden umgerechnet oder angepasst.

Einheiten und Dezimalstellen ändern



In vielen Dialogen ist der Dialog zum Ändern der Einheiten und Nachkommastellen über die links gezeigte Schaltfläche zugänglich (siehe [Bild 11.4](#) für Dialog *Anzeigeeigenschaften*).

Alternativ wird der Dialog *Einheiten und Dezimalstellen* aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Einheiten und Dezimalstellen**.

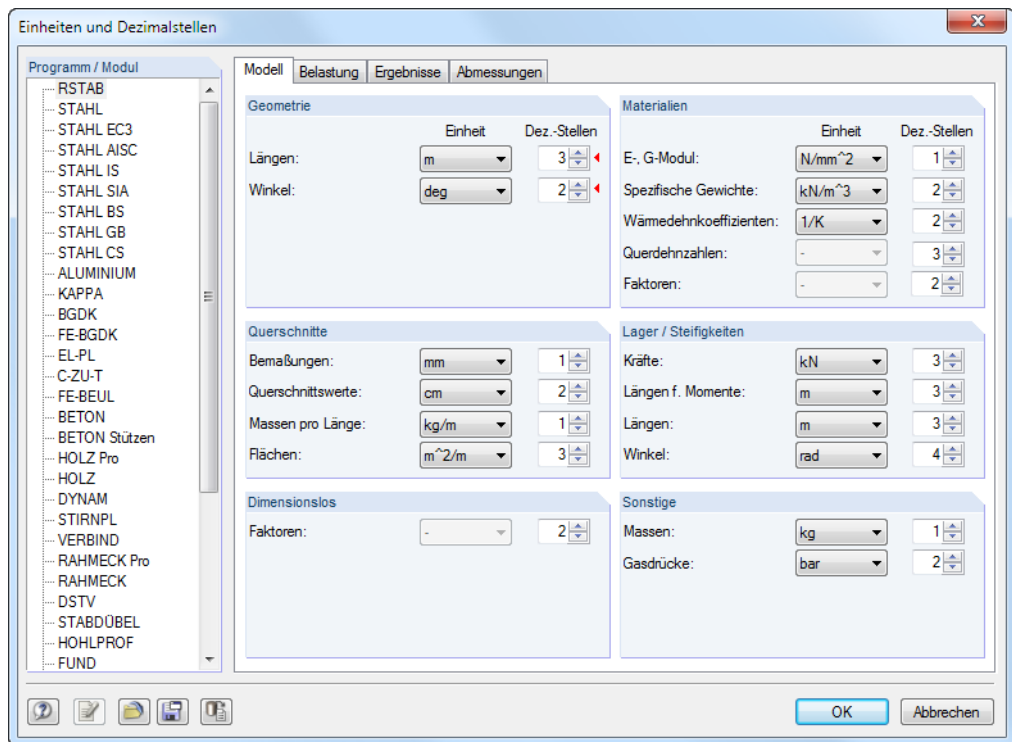


Bild 11.6: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*

Im Abschnitt *Programm / Modul* ist zunächst in der Liste das Modul zu wählen, dessen Einheiten oder Dezimalstellen angepasst werden sollen. Die rechte Seite des Dialogs verändert sich je nach Auswahl.

Für RSTAB werden vier Register angeboten, sodass die Vorgaben separat für die Daten des *Modells*, der *Belastung* und *Ergebnisse* sowie der *Abmessungen* erfolgen können. Auch bei einigen Zusatzmodulen ist die rechte Seite in mehrere Register unterteilt. Die Einheiten und Nachkommastellen sind in Abschnitten gruppiert.

Wurde der Dialog aus einem anderen Dialog aufgerufen (z. B. *Neuer Stab*), so sind die relevanten Einheiten und Dezimalstellen wie im Bild oben dargestellt rechts mit einem roten Dreieck gekennzeichnet.

Einheiten als Benutzerprofil speichern und einlesen

Die Einstellungen des Dialogs *Einheiten und Dezimalstellen* können gespeichert und in anderen Modellen wieder verwendet werden. Dadurch sind z. B. spezifische Einheitenprofile für Stahl- und Stahlbetonmodelle möglich.



Die links dargestellte Schaltfläche ruft einen Dialog auf, in dem der *Name* des neuen Einheiten-Benutzerprofils anzugeben ist.

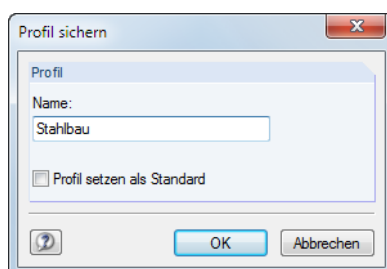


Bild 11.7: Dialog *Profil sichern*

Um dieses Profil als Voreinstellung für neue Modelle zu verwenden, ist das Kontrollfeld *Profil setzen als Standard* zu aktivieren.



Über die links dargestellte Schaltfläche kann ein Benutzerprofil eingelesen werden. Es öffnet sich ein Dialog, in dem verschiedene Profile zur Auswahl stehen. Als Voreinstellungen sind ein metrisches und ein imperiales (angloamerikanisches) Einheitenprofil enthalten.

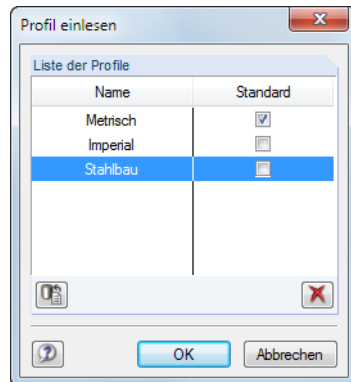


Bild 11.8: Dialog *Profil einlesen*

11.1.4 Kommentare

Dieses Kapitel beschreibt die Kommentarfelder in den Dialogen und Tabellen (siehe z. B. [Bild 4.12, Seite 39](#)). Die Kommentare, die grafisch eingefügt werden können, sind im [Kapitel 11.3.6 auf Seite 286](#) erläutert.

Kommentare verwenden



Es können beliebige Texte in die Kommentarfelder eingetragen werden. Mit der Schaltfläche [Kommentar übernehmen] lassen sich auch vorgefertigte Textbausteine nutzen. Diese werden modellübergreifend verwaltet.

Es erscheint ein Dialog mit einer Liste der gespeicherten Textbausteine.

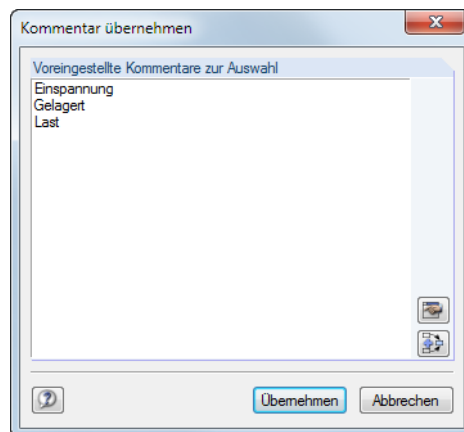


Bild 11.9: Dialog *Kommentar übernehmen*

Übernehmen

Die Liste *Voreingestellte Kommentare zur Auswahl* enthält alle Kommentare, die zur Kategorie passen. Die Schaltfläche [Übernehmen] fügt den markierten Kommentar in das Kommentarfeld des Dialogs ein. Ist dort bereits ein Text im Kommentarfeld vorhanden, wird er überschrieben. Der Kommentar kann dann im Kommentarfeld weiter bearbeitet werden.



Mit der links dargestellten Schaltfläche wird der markierte Kommentar zu einem bereits vorhandenen Kommentarfeld-Text hinzugefügt.

Kommentare erstellen und verwalten



Im Dialog *Kommentar übernehmen* (Bild 11.9) können über die links gezeigte Schaltfläche neue Textbausteine angelegt werden. Alternativ wird im Dialog *Programmooptionen* das Register *Kommentare* benutzt, das alle Kommentare verwaltet. Dieser Dialog ist zugänglich über Menü

Optionen → Programmooptionen



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

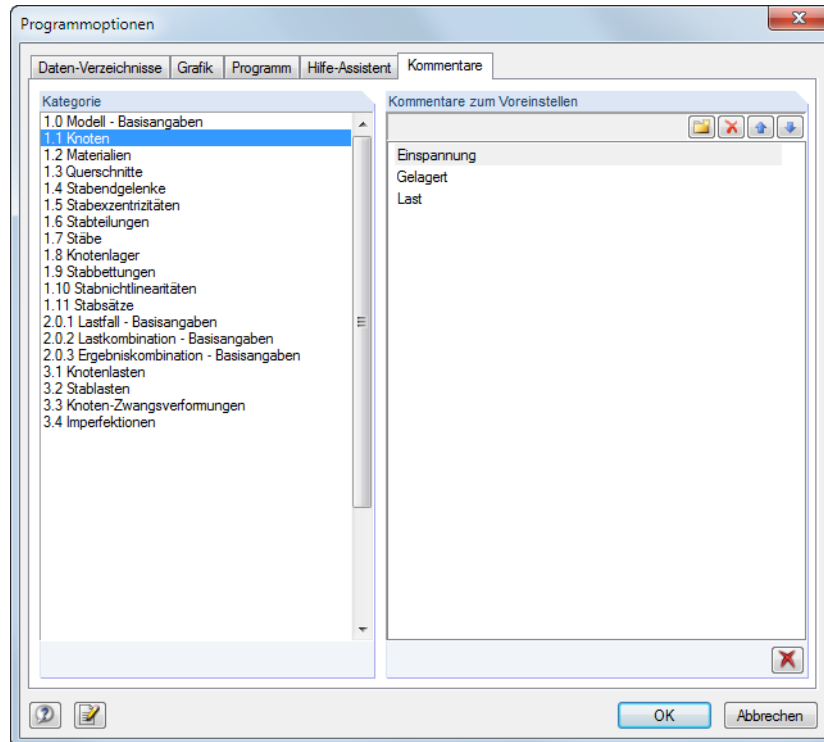


Bild 11.10: Dialog *Programmooptionen*, Register *Kommentare*

Der Abschnitt *Kategorie* steuert, welcher Gruppe (d. h. Eingabetabelle oder Eingabedialog) der Kommentartext zugeordnet werden soll.

Der Abschnitt *Kommentare zum Voreinstellen* bietet vier Schaltflächen an, die mit folgenden Funktionen belegt sind.





| Schaltfläche | Beschreibung |
|---|--|
|  | Innerhalb der markierten <i>Kategorie</i> wird ein neuer Kommentar erstellt. Der Text ist in der Liste 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 11.2: Schaltflächen im Dialog *Programmooptionen*, Register *Kommentare*



Bei der speziellen Selektion (siehe [Kapitel 11.2.2, Seite 272](#)) kann nach benutzerdefinierten Kommentaren gefiltert werden.

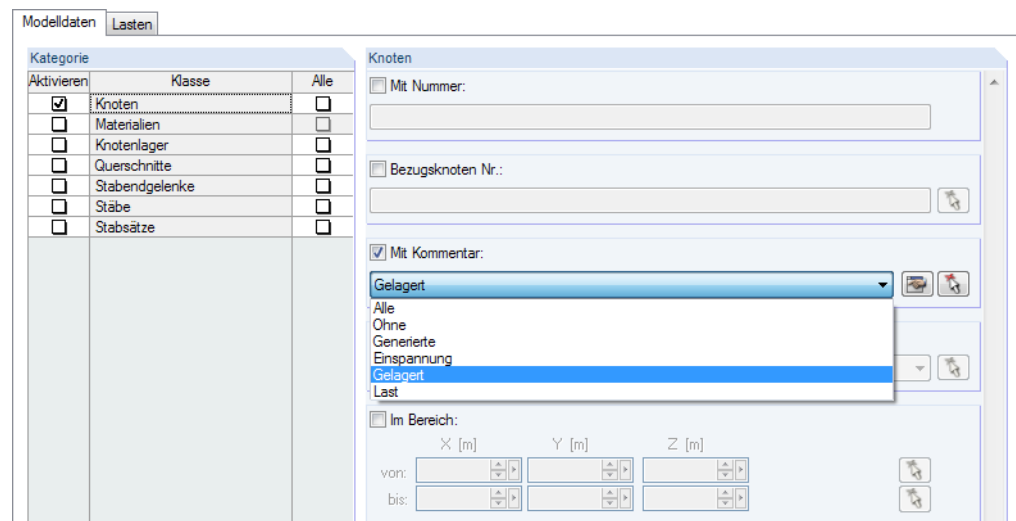


Bild 11.11: Dialog *Selektieren speziell* für Knoten nach *Kommentar* (Ausschnitt)

11.1.5 Messfunktion

Zur Überprüfung der Eingabe können Abstände und Winkel gemessen werden. Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → Messen.

Folgende Messfunktionen stehen zur Auswahl:

- Abstand zwischen zwei Knoten
- Winkel zwischen drei Knoten
- Winkel zwischen zwei Stäben

Die maßbestimmenden Objekte sind nacheinander im Arbeitsfenster anzuklicken. Anschließend werden *Abstand* und ggf. *Verformung* der Knoten in einem Dialog angezeigt.

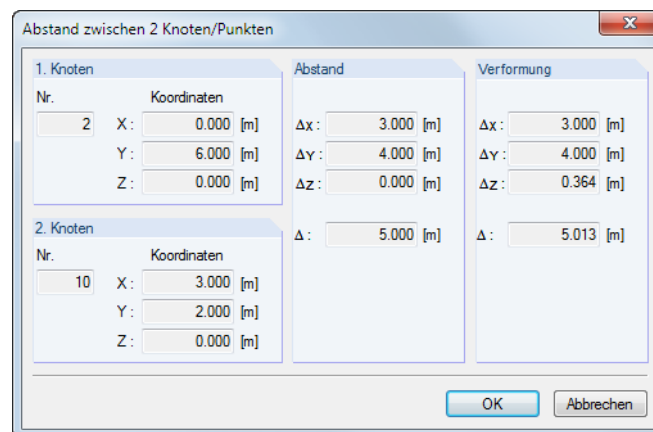


Bild 11.12: Dialog *Abstand zwischen 2 Knoten/Punkten*

11.1.6 Suchfunktion

Selektion über Tabelle

Um ein Objekt in der Grafik zu finden, können auch die Tabellen genutzt werden: Ein Mausklick in die gewünschte Tabellenzeile hebt das betreffende Objekt im Arbeitsfenster farbig hervor. Mit dieser Methode lassen sich bei kleineren Modellen schnell und einfach Objekte in der Grafik lokalisieren.



Die grafische Selektion über die Tabelle gelingt nur, wenn die Synchronisation der Selektion aktiv ist (siehe [Kapitel 11.5.4, Seite 323](#)).

Suche nach Objektnummer



RSTAB ermöglicht eine gezielte Suche, die vor allem bei größeren Modellen zu empfehlen ist. Die Suchfunktion wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Finden mittels Nummer**.

Es erscheint folgender Dialog.

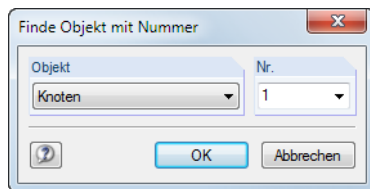
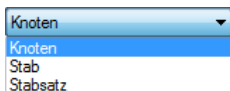


Bild 11.13: Dialog *Finde Objekt mit Nummer*



Im Dialogabschnitt *Objekt* ist in der Liste festzulegen, wonach gesucht werden soll: Knoten, Stab oder Stabsatz. 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 im Arbeitsfenster gekennzeichnet. Der Pfeil bleibt auch angezeigt, wenn der Bereich um das Objekt durch Zoomen oder Drehen passend eingestellt wird. Erst ein Klick in die Arbeitsfläche blendet ihn wieder aus.

11.1.7 Standpunkt und Sichtwinkel



RSTAB bietet die Standardansichten [in X], [entgegen Y], [in Z] sowie [Isometrische Ansicht] an, die über die links gezeigten Schaltflächen gewählt werden können. In der Listenschaltfläche der Symbolleiste und im *Ansichten*-Navigator stehen zusätzliche Schaltflächen für benutzerdefinierte Koordinatensysteme und Blickwinkel zur Verfügung (siehe [Kapitel 9.7.1.1, Seite 211](#)).

Falls diese Ansichten einschließlich der Rotieroption (Schaltfläche  mit gedrückter [Strg]-Taste) nicht zu der gewünschten Darstellung führen, können die erweiterten Möglichkeiten des Dialogs *Standpunkt bearbeiten* genutzt werden.

Der Dialog wird aufgerufen über Menü

Ansicht → **Standpunkt**.

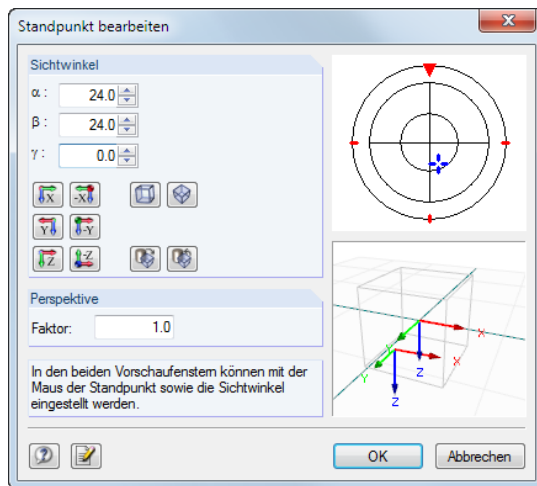


Bild 11.14: Dialog *Standpunkt bearbeiten*

Durch Klicken und Ziehen mit der Maus in den beiden Vorschau fenstern lassen sich Standpunkt und Sichtwinkel einstellen. Zudem kann der Faktor der *Perspektive* angepasst werden.

11.1.8 Schwerpunktermittlung

Der Gesamtschwerpunkt eines Modells wird automatisch angezeigt, wenn die entsprechende Option im *Zeigen-Navigator* unter dem Eintrag *Allgemein* angehakt ist. Farbe und Größe lassen sich im Dialog *Anzeigeeigenschaften*, Kategorie **Farben** → **Sonstiges** → **Schwerpunkt** anpassen (siehe Kapitel 11.1.2, Seite 257).

Zudem ist es möglich, den Schwerpunkt von bestimmten Objekten zu ermitteln: Wählen Sie die relevanten Stäbe z. B. über eine Mehrfachselektion oder durch Aufziehen eines Selektionsfensters aus (siehe Kapitel 11.2, Seite 269). Mit einem Klick der rechten Maustaste auf einen dieser Stäbe aktivieren Sie das links dargestellte Kontextmenü. Der Eintrag *Schwerpunkt und Infos* ruft einen Dialog mit Informationen zu den selektierten Objekten auf.

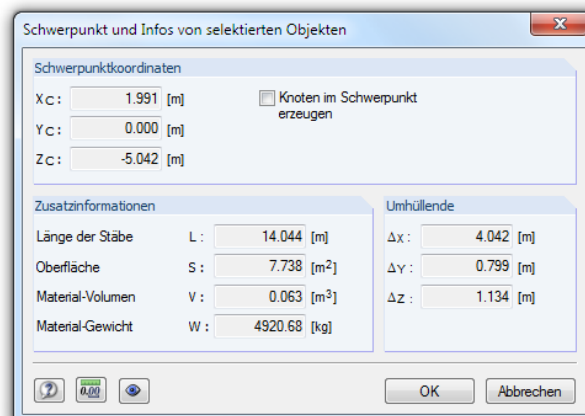
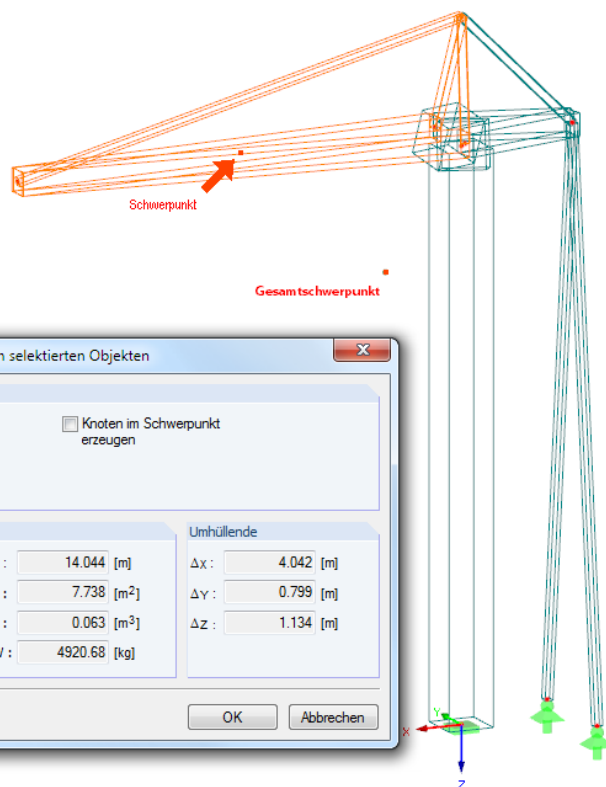
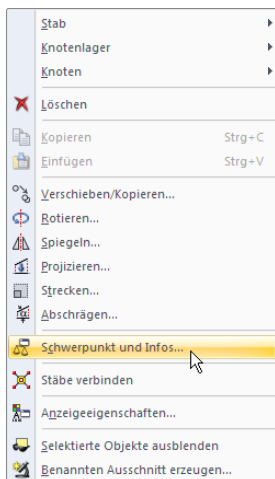


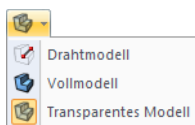
Bild 11.15: Dialog *Schwerpunkt und Infos von selektierten Objekten*

Der Dialog gibt die *Schwerpunkt-Koordinaten* an, die sich auf den Ursprung des globalen XYZ-Achsensystems beziehen. Im Arbeitsfenster wird der Schwerpunkt mit einem Pfeil gekennzeichnet. Optional lässt sich an dieser Stelle ein *Knoten im Schwerpunkt erzeugen*.

Neben den globalen Abmessungen der selektierten Objekte (*Umhüllende*) werden folgende *Zusatzinformationen* angezeigt:

- Länge aller Stäbe
- Oberfläche der sichtbaren Flächen aller Stäbe
- Nettovolumen
- Gesamtmasse

11.1.9 Rendering



Die Darstellung des Modells im Arbeitsfenster kann benutzerdefiniert gesteuert werden. Über die links dargestellte Listenschnittfläche ist ein schneller Wechsel zwischen den Anzeigearten *Drahtmodell*, *Vollmodell* und *Transparentes Modell* möglich.

Die Detaileinstellungen lassen sich im *Zeigen-Navigator* unter dem Eintrag **Rendering** vornehmen.

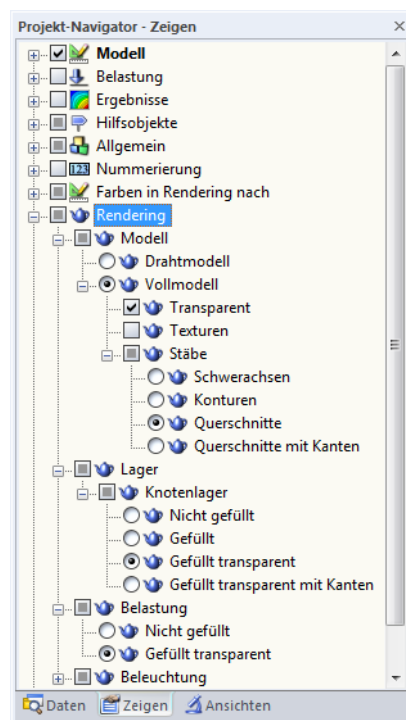


Bild 11.16: Zeigen-Navigator mit Optionen für *Rendering* von Modell- und Belastungsobjekten

Es bestehen Steuerungsmöglichkeiten für die *Vollmodell*-Darstellung der Stäbe sowie für die Anzeige der Lager und der Belastung.

Texturen

Sind die *Texturen* aktiviert, so werden die Oberflächenbeschaffenheiten im gerenderten Modell angezeigt. Die Detailvorgaben für die Texturen sind zugänglich über Menü

Optionen → Anzeigeeigenschaften → Bearbeiten.

Stellen Sie im Dialog *Anzeigeeigenschaften* die Kategorie **Objekte nach Farben → Materialien** ein. Rechts sind dann die Materialien mit den zugeordneten Farben und Texturen aufgelistet. Ein Doppelklick in das Feld einer Zeile öffnet den Dialog *Materialfarbe und Textur bearbeiten*.

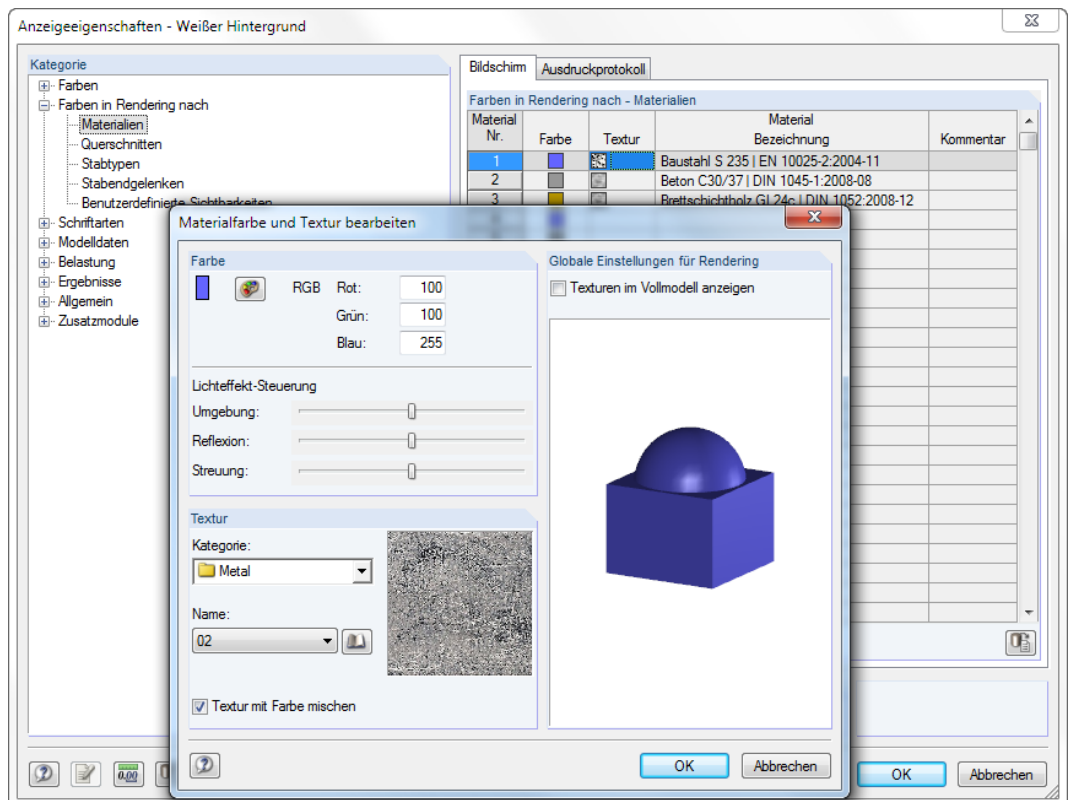


Bild 11.17: Dialog *Materialfarbe und Textur bearbeiten*



In diesem Dialog können *Farbe* und *Textur* des gewählten Materials angepasst werden. Hierfür stehen eine [Farbpalette] sowie eine umfangreiche [Bibliothek] an Texturen zur Verfügung.

Farbsteuerung

Der Eintrag **Farben in Grafik nach** im *Zeigen-Navigator* enthält mehrere Auswahlfelder. Das aktive Feld steuert die Farbzuoordnung für die Objekte im Rendering. Standardmäßig werden die Materialfarben verwendet, die für die einzelnen Werkstoffe definiert wurden (siehe [Kapitel 4.2, Seite 43](#)). Mit den übrigen Möglichkeiten lassen sich auch Profile, Stabtypen etc. anhand der zugewiesenen Farben grafisch überprüfen.

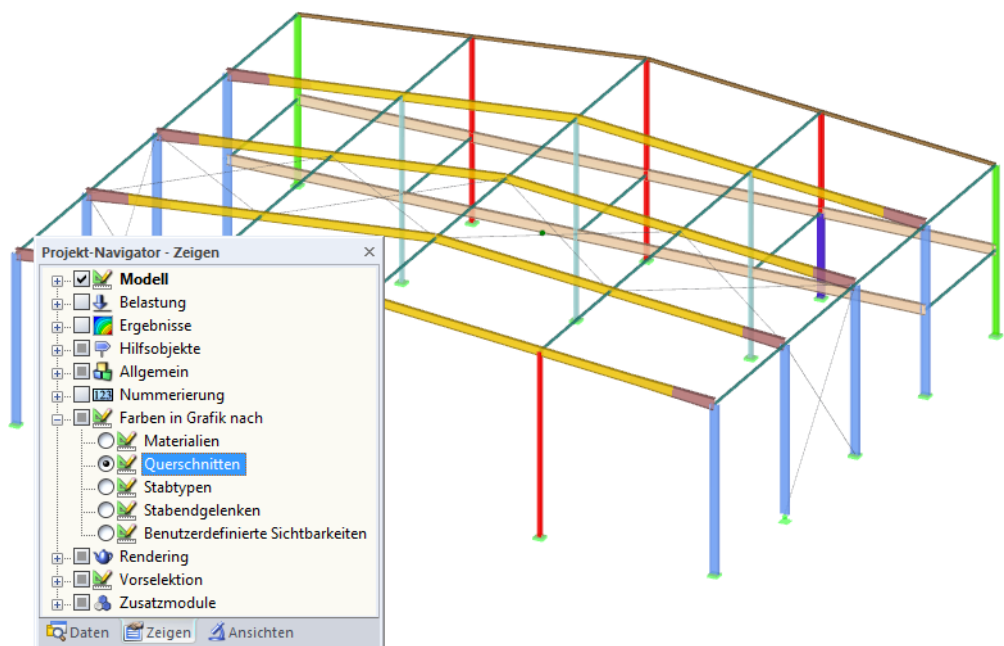


Bild 11.18: Option *Farben in Grafik nach Querschnitten* zur Kontrolle der Profiltypen

11.1.10 Beleuchtung

Die Helligkeit und die Lichteffekte des gerenderten Modells lassen sich individuell anpassen. Die Ausleuchtung wird im *Zeigen*-Navigator verwaltet unter dem Eintrag

Rendering → Beleuchtung.

Für die Beleuchtung stehen sechs Lichtquellen zur Auswahl: Leuchte 1 bis Leuchte 4 beleuchten das Modell von der Seite, Leuchte 5 und Leuchte 6 von unten oder oben. Jede *Leuchte* kann einzeln an- oder abgeschaltet werden.

Über den Eintrag *Leuchtenpositionen anzeigen* können die Lichtquellen eingeblendet werden. Aktive Leuchten werden dabei golden, inaktive Leuchten grau dargestellt.

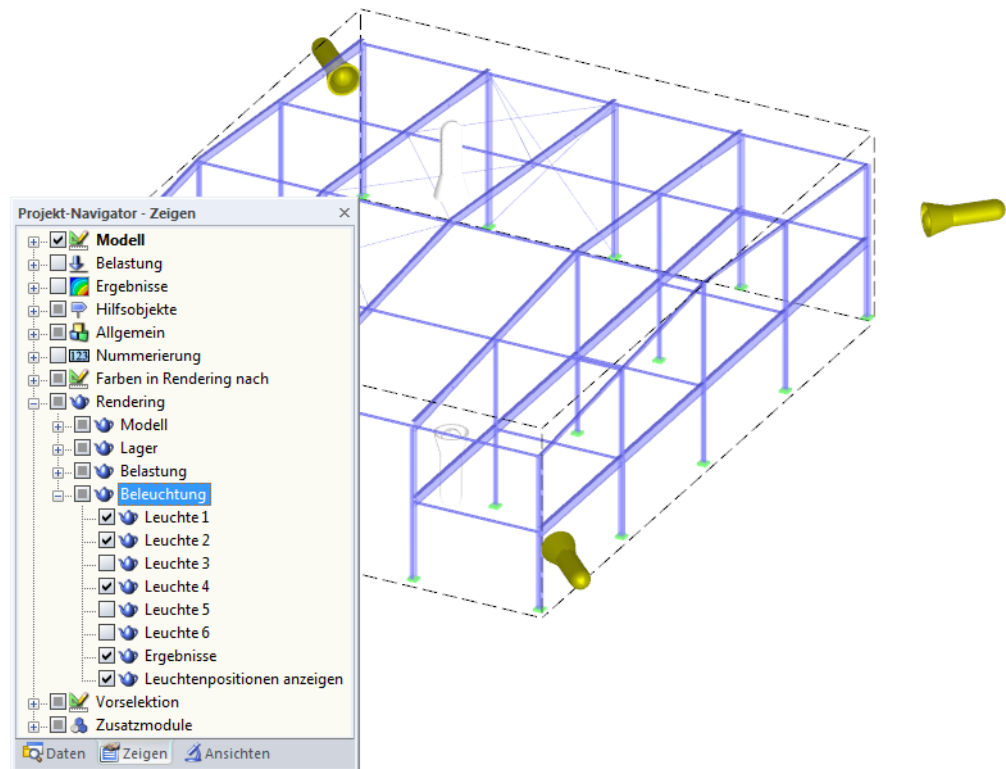


Bild 11.19: Anzeige der Leuchtenpositionen über den *Zeigen*-Navigator

Die Lichteffekte können auch für die *Ergebnisse* genutzt werden.

11.2 Selektion

Mit den Selektionsfunktionen können Objekte festgelegt werden, um sie nachfolgend zu bearbeiten: Knoten, Stäbe, Stabsätze, Lager etc. Es lassen sich aber auch Lasten und Hilfsobjekte (Maßlinien, Kommentare) grafisch selektieren.



Um ein Objekt im Arbeitsfenster zu selektieren (oder zu suchen), können auch die Tabellen genutzt werden: Ein Mausklick in die entsprechende Tabellenzeile hebt das betreffende Objekt in der Grafik farbig hervor. Diese Art der Selektion gelingt jedoch nur, wenn die Synchronisation der Selektion aktiv ist (siehe [Kapitel 11.5.4, Seite 323](#)).

Auch über den *Daten*-Navigator lassen sich Objekte selektieren: Klicken Sie den Eintrag mit der rechten Maustaste an und wählen dann im Kontextmenü die Option *Selektieren*.

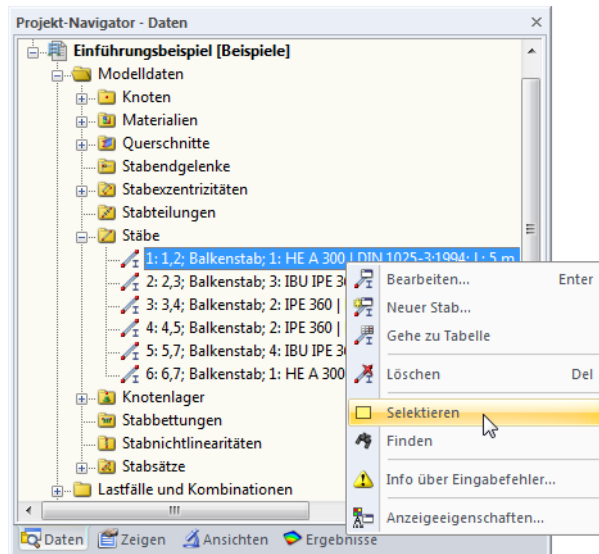


Bild 11.20: Kontextmenü im *Daten*-Navigator

11.2.1 Objekte grafisch selektieren

Selektieren mit Maus

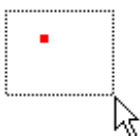
Jedes Objekt kann im Arbeitsfenster durch ein einfaches Anklicken mit der Maus selektiert werden. Grafisch wird es dann in einer anderen Farbe hervorgehoben. Es bleibt immer nur das zuletzt angeklickte Objekt markiert, falls die Standardeinstellung *Neue Selektion* nicht verändert wird.



Um mehrere Objekte durch Anklicken zu selektieren, muss die [Strg]-Taste beim Klicken gedrückt werden. Durch das Umschalten auf *Hinzufügen zu Selektion* in der Symbolleiste oder im Menü **Bearbeiten** → **Selektieren** können Objekte auch einzeln angeklickt werden, um sie nacheinander zu selektieren.

Die so genannte **Vorselektion** ermöglicht es, die gewünschten Objekte vor dem Anklicken zu lokalisieren. Falls sich bei komplexen Systemen die Auswahl als schwierig erweist, können im *Zeigen*-Navigator in der Kategorie *Vorselektion* nicht benötigte Modellobjekte von der grafischen Vorauswahl ausgeschlossen werden.

Selektieren mit Fenster



Mit der Fenster-Selektion lassen sich viele Objekte in einem einzigen Schritt markieren: Ziehen Sie einfach mit der gedrückten linken Maustaste ein Fenster über den relevanten Objekten auf. Wird das Fenster von links nach rechts aufgezogen, werden alle Objekte selektiert, die vollständig in diesem Bereich liegen. Beim Aufziehen des Fensters von rechts nach links 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 manchmal schwierig. Hier bietet sich die Funktion *Selektion mittels Rhomboid* an, die mit dem Menü

Bearbeiten → Selektieren → Rhomboid



oder der entsprechenden Schaltfläche in der Symbolleiste aufgerufen wird.

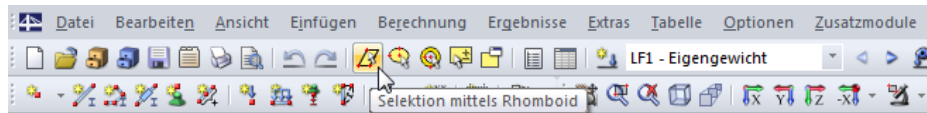


Bild 11.21: Schaltfläche *Selektion mittels Rhomboid*

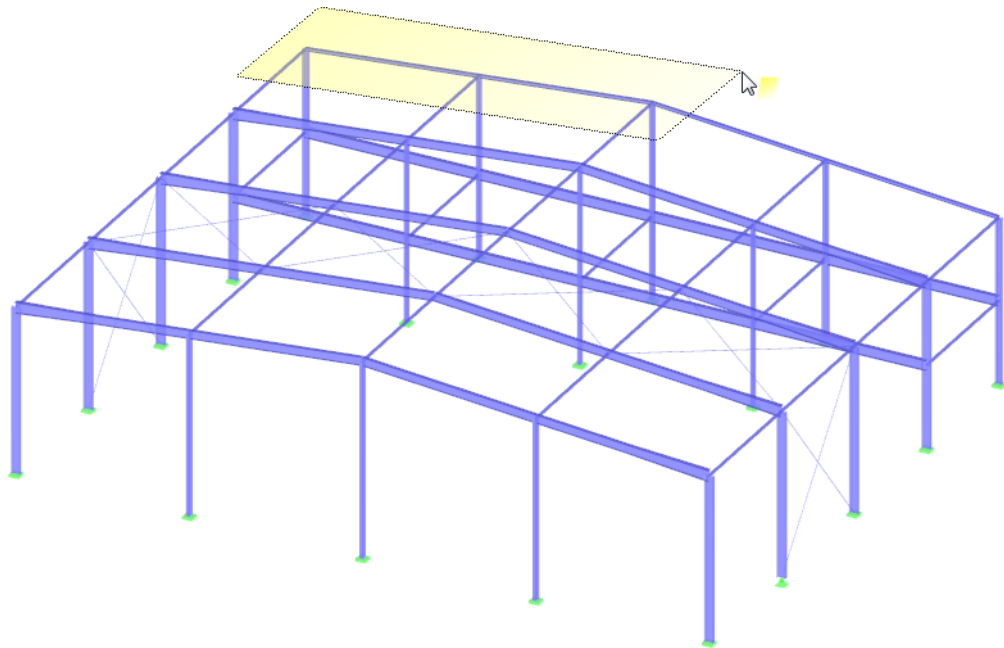


Bild 11.22: Selektieren mit Rhomboid

Selektieren mit Ellipse/Kreisring

Die Selektionsmöglichkeit über eine Ellipse bzw. einen Kreisring stellen Alternativen zur Rhomboid-Selektion dar, die z. B. bei kreisförmigen Modellen genutzt werden kann. Diese Funktionen werden aufgerufen über das Menü

Bearbeiten → Selektieren → Ellipse bzw. Kreisring



oder die entsprechenden Schaltflächen in der Symbolleiste.

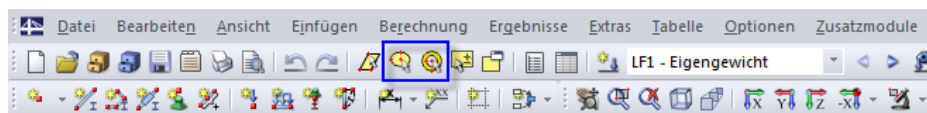


Bild 11.23: Schaltflächen *Selektion mittels Ellipse bzw. Kreisring*

Der ellipsen- bzw. ringförmige Selektionsbereich kann durch Anklicken des Mittelpunkts und der beiden Radien festgelegt werden.

Selektieren mit Schnittlinie



Objekte lassen sich anhand einer Linie selektieren, die als beliebiger Schnitt durch das Modell gelegt werden kann. Diese Funktion wird aufgerufen mit dem Menü

Bearbeiten → **Selektieren** → **Schnittlinie**.

Die Schnittlinie kann nicht nur als einfache Linie, sondern auch als Polygonzug im Arbeitsfenster definiert werden. Hierzu sind die relevanten Punkte nacheinander per Mausklick festzulegen. Diese Punkte sind unabhängig von der Arbeitsebene: Es werden alle Objekte in die Selektion aufgenommen, die in der aktuellen Ansicht von der Schnittlinie erfasst werden.

Nach dem Setzen des Schnittpunktes ist dieser Punkt nochmals anzuklicken (Alternative: letzten Punkt doppelklicken). Achten Sie darauf, diesen Punkt in einem leeren Bereich des Arbeitsfensters zu platzieren.

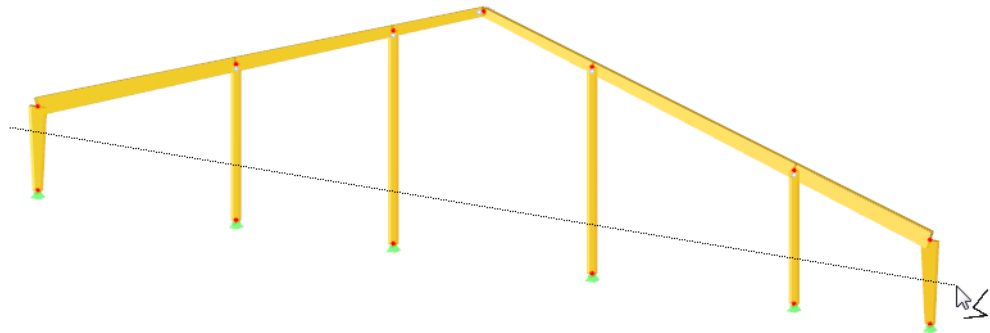


Bild 11.24: Selektieren aller Stützen mit einer Schnittlinie

Selektieren in Ebene



Objekte, die in einer Ebene liegen (z. B. Dachflächen), können auf einfache Weise über die Funktion *Selektion in Ebene* markiert werden. Sie wird aufgerufen mit dem Menü

Bearbeiten → **Selektieren** → **In Ebene**.

Es erscheint ein Dialog mit detaillierten Vorgaben zur Selektion der Objekte und der Ebene.

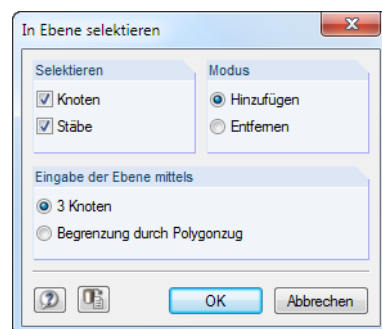


Bild 11.25: Dialog *In Ebene selektieren*

Nach [OK] kann die Selektionsebene grafisch festgelegt werden: Klicken Sie 3 *Knoten* an oder setzen Sie einen *Polygonzug* frei bzw. über Knoten in der Arbeitsebene.

Selektieren freier Knoten



Knoten, die nicht zur Definition von Stäben benutzt werden, lassen sich selektieren über Menü

Bearbeiten → **Selektieren** → **Freie Knoten**.

Die selektierten freien Knoten können am einfachsten mit der [Entf]-Taste gelöscht werden.

Selektieren zusammengehöriger Objekte



Wird ein Stab durch Anklicken selektiert, sind die zugehörigen Knoten nicht in der Selektion enthalten. Die Komponenten von Objekten lassen sich selektieren über die Menüfunktion

Bearbeiten → **Selektieren** → **Zusammengehörige Objekte**.

Damit lassen sich schnell z. B. die Lager von Stäben in die Selektion integrieren und als zusammengehörige Objekte in einer *Sichtbarkeit* ablegen (siehe [Kapitel 9.7.1.2, Seite 215](#)).

11.2.2 Objekte nach Kriterien selektieren

Diese Funktion gestattet es, Objekte mit bestimmten Eigenschaften zu selektieren. Ferner können Objekte zu einer vorhandenen Selektion hinzugefügt oder aus einer Selektion entfernt werden.

Der Dialog zur speziellen Selektion wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Selektieren** → **Speziell**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

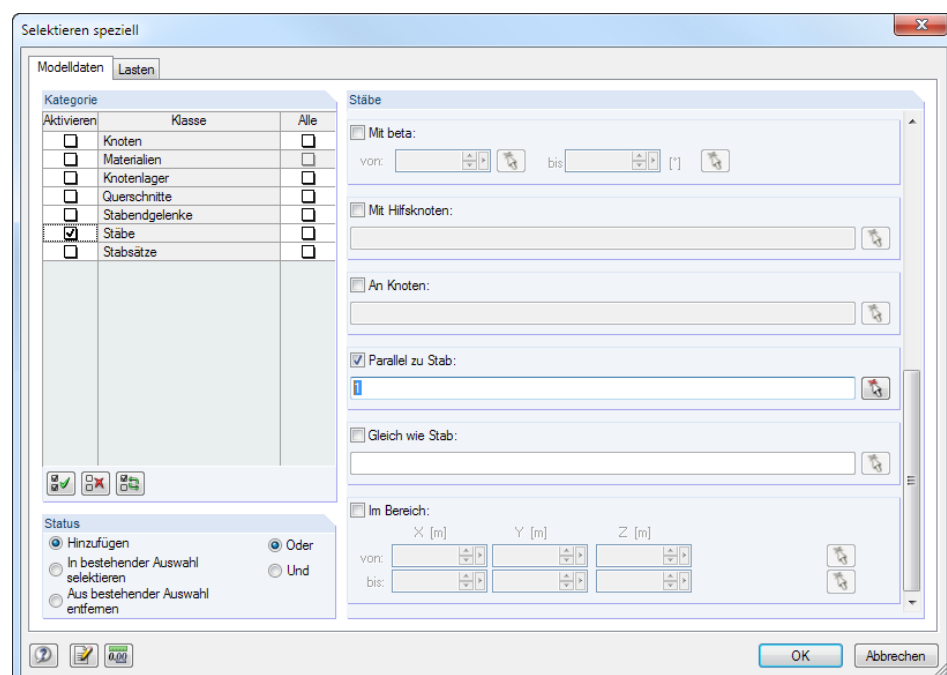



Bild 11.26: Dialog *Selektieren speziell*

Die linke Spalte *Kategorie* listet die im Modell definierten Objekte auf. Der rechte Teil des Dialogs ist abhängig vom gewählten Objekt. In diesem scrollbaren Abschnitt kann ein Selektionskriterium festgelegt und mit Detailangaben ergänzt werden.

Mit den im [Bild 11.26](#) gezeigten Einstellungen werden alle Stützenstäbe selektiert, die *Parallel zu Stab 1* sind. Der Musterstab kann mit  auch grafisch bestimmt werden.

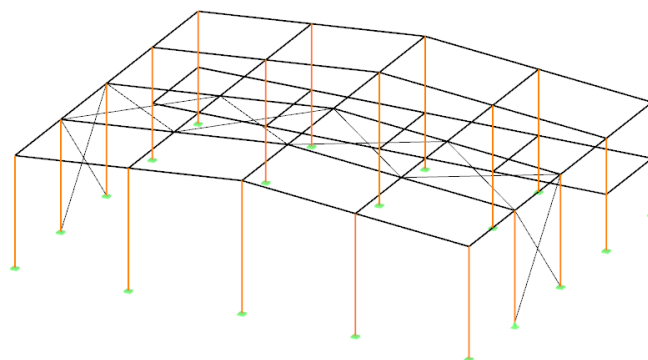


Bild 11.27: Selektion paralleler Stäbe

11.3 Arbeitsfenster

Spezielle CAD-Funktionen erleichtern das Konstruieren grafischer Objekte im Arbeitsfenster, z. B. Arbeitsebenen, Fangoptionen, Hilfslinien und eigendefinierten Koordinatensysteme.

11.3.1 Arbeitsebenen

Ein räumlich angelegtes Modell kann auf dem Bildschirm nur in zwei Dimensionen dargestellt werden. Es gibt daher ein Problem beim grafischen Setzen von Objekten, da geregelt werden muss, in welcher Ebene diese beim Klicken in das Grafikfenster erzeugt werden. Die Arbeitsebene bestimmt, welche Koordinate immer „festgehalten“ wird.

Das Achsenkreuz der aktuellen Arbeitsebene wird durch zwei orthogonale, grüne Linien abgebildet. Der Schnittpunkt dieser Linien wird als „Ursprung der Arbeitsebene“ bezeichnet.

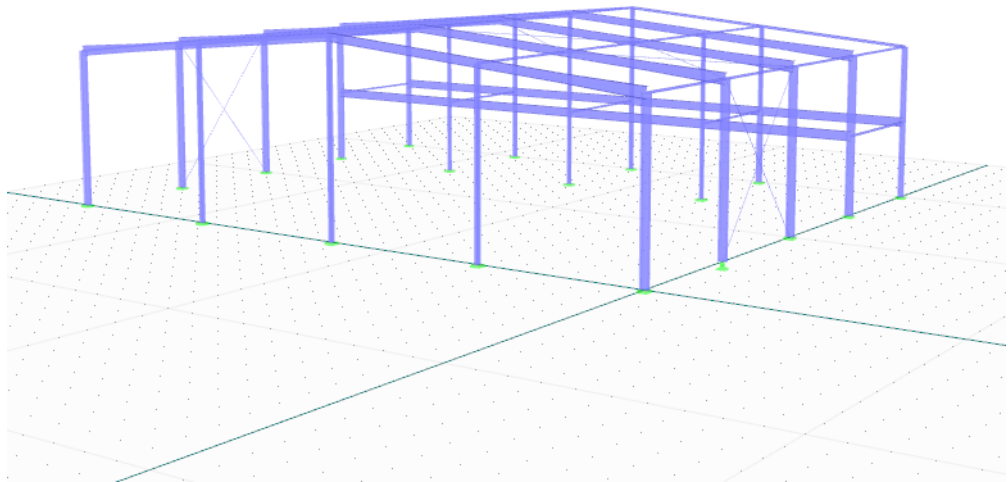


Bild 11.28: Darstellung der Arbeitsebene in der Grafik

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. Die Arbeitsebene kann auch als beliebig geneigte Ebene direkt angegeben oder über Stabachsen definiert werden.

Der Dialog *Arbeitsebene* mit den Parametern der Arbeitsebene wird aufgerufen über das Menü

Extras → Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

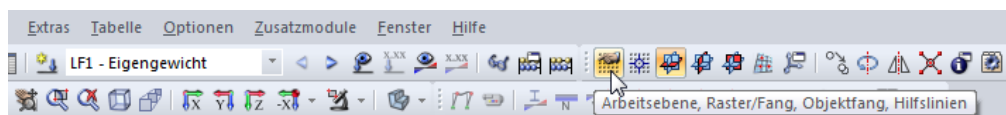


Bild 11.29: Schaltfläche *Arbeitsebene*

Es erscheint der im Bild 11.34 auf Seite 276 gezeigte Dialog.

Parallel zu globaler Ebene XY / YZ / XZ

Die Arbeitsebene kann zu einer der folgenden globalen Ebenen parallel ausgerichtet sein.



| Ebene | Dialog Arbeitsebene | Symbolleiste |
|-------|---------------------|--------------|
| XY | | |
| YZ | | |
| XZ | | |

Tabelle 11.3: Auswahl der Arbeitsebene

Weitere Möglichkeiten zur Definition von Arbeitsebenen sind verfügbar im Menü

Extras → Arbeitsebene wählen

oder über die zugeordneten Schaltflächen in der Symbolleiste.

3-Punkt-Ebene



Im Arbeitsfenster können drei Punkte gewählt werden, die eine neue Arbeitsebene mit dem Achsensystem UVW festlegen. Die drei Punkte dürfen nicht auf einer Geraden liegen.

Ebene mit Stabachse xy / xz

Zur Definition der Arbeitsebene werden die Ebenen der Stabachsen xy („schwache“ Achse) oder xz („starke“ Achse) verwendet (siehe [Kapitel 4.7, Seite 78](#)). Der relevante Stab ist grafisch im Arbeitsfenster zu bestimmen. Der Nullpunkt der neuen Arbeitsebene wird in den Stabanfangsknoten gelegt.

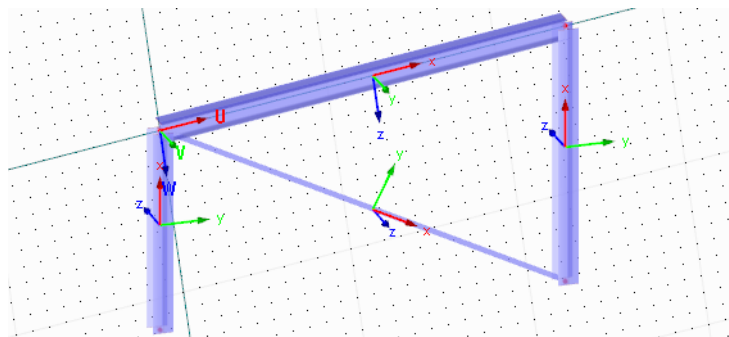


Bild 11.30: Arbeitsebene in Dachneigung aus xz-Stabachse

Versatz der Arbeitsebene

Mit dieser Funktion lässt sich die Arbeitsebene senkrecht zur aktuellen Ebene verschieben. Der Abstand ist im Dialog *Versatz der Arbeitsebene* anzugeben.

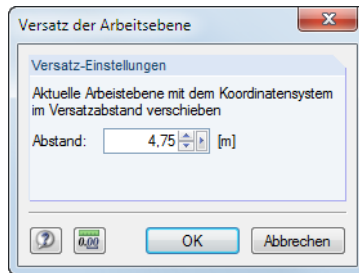


Bild 11.31: Dialog *Versatz der Arbeitsebene*



Der Versatz ist so lange aktiv, bis die Funktion im Menü wieder aufgehoben wird.

Nullpunkt der Arbeitsebene

Der Dialog *Arbeitsebene* (Bild 11.34) verwaltet den Nullpunkt (Ursprung) der Arbeitsebene. Mit kann ein Knoten im Arbeitsfenster ausgewählt, mit ein neuer Knoten definiert werden. Es ist auch möglich, die Koordinaten eines beliebigen Punkts direkt einzutragen.

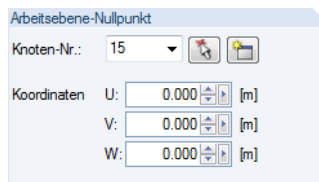


Bild 11.32: Dialog *Arbeitsebene*, Abschnitt *Arbeitsebene-Nullpunkt*

Der Nullpunkt der Arbeitsebene kann über Menü

Extras → Arbeitsebene wählen → Ursprung setzen



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste auch grafisch festgelegt werden.

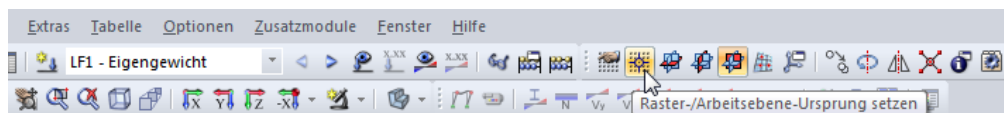


Bild 11.33: Schaltfläche *Raster-/Arbeitsebene-Ursprung setzen*

11.3.2 Raster

Rasterpunkte dienen als Eingabehilfe in der Arbeitsebene. Werden Knoten grafisch gesetzt, so werden sie an diesen Rasterpunkten gefangen.

Der Dialog *Arbeitsebene* verwaltet auch die Eigenschaften der Rasterpunkte. Dieser Dialog wird aufgerufen über Menü

Extras → **Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien**



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste (siehe Bild 11.29, Seite 273).

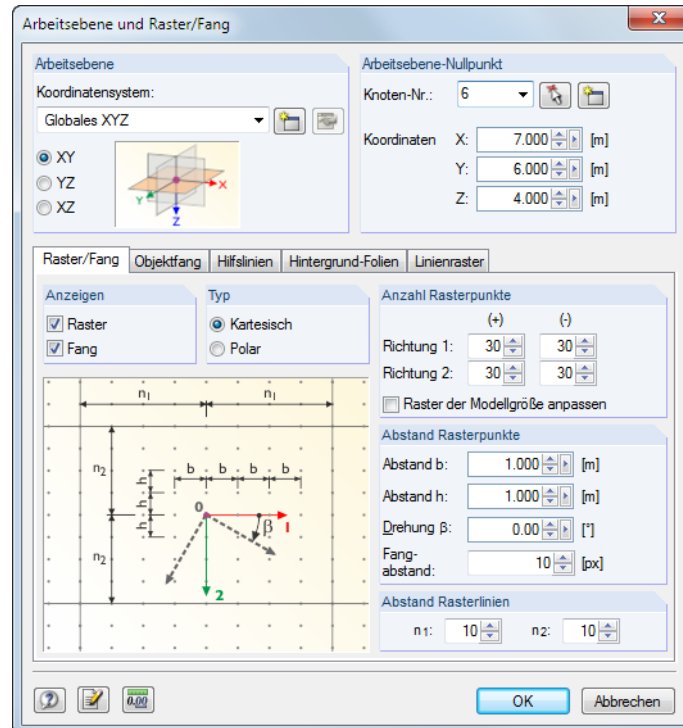
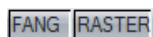


Bild 11.34: Dialog *Arbeitsebene und Raster/Fang*

Die für das Raster relevanten Einstellmöglichkeiten befinden sich im Register *Raster/Fang*.

Anzeigen

Das Kontrollfeld *Raster* steuert die Anzeige des Rasters im Arbeitsfenster. Die Fangfunktion kann unabhängig vom Raster über das Kontrollfeld *Fang* ein- und ausgeschaltet werden. Bei einem ausgeblendeten Raster kann also dennoch die Fangfunktion an den Rasterpunkten wirken.



Die Raster- und Fangfunktionen lassen sich 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 die Anzahl der Rasterpunkte getrennt für die beiden Achsenrichtungen festgelegt werden.

Bei einem polaren Raster ist die Anzahl der konzentrischen Rasterkreise anzugeben.

Ist die Option *Raster der Modellgröße anpassen* aktiv, wird das Raster automatisch an die Abmessungen des Modells angeglichen. Damit sind um das Modell herum immer ausreichend Rasterpunkte vorhanden. Allerdings werden nach jeder Eingabe die erforderlichen Rasterpunkte neu berechnet, was bei größeren Modellen zu einem verzögerten Aufbau der Grafik führen kann.

Abstand Rasterpunkte

Bei einem kartesischen Raster kann der Abstand der Rasterpunkte für die Richtungen 1 und 2 getrennt festgelegt werden.

Bei einem polar angeordneten Raster ist der radiale Abstand R der Rasterkreise anzugeben. Der Winkel α steuert den Abstand der Rasterpunkte auf den Kreisen.

Optional können kartesische und auch polare Raster um den Drehwinkel β rotiert werden.

Bei Bedarf kann die Pixelanzahl angepasst werden, die den *Fangabstand* regeln.

11.3.3 Objektfang

Der Objektfang erleichtert das CAD-mäßige Konstruieren beim Setzen von Stäben. Neben den Knoten können eine Reihe von Fangpunkten auf Stäben aktiviert werden.

Die Einstellungen erfolgen im Dialog . Dieser wird aufgerufen über das Menü

Extras → Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien



oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste (siehe Bild 11.29, Seite 273).

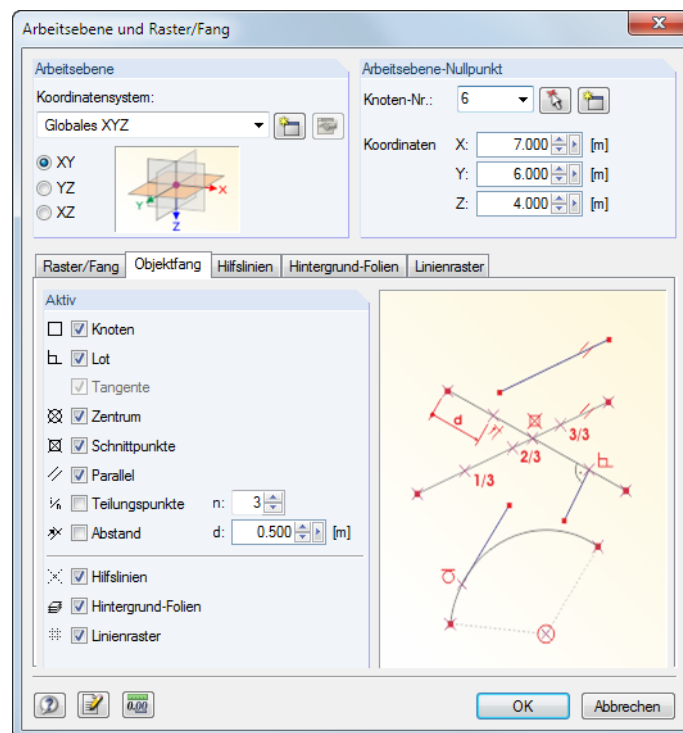


Bild 11.35: Dialog *Arbeitsebene und Raster/Fang*

Das Register *Objektfang* verwaltet die verschiedenen Fangfunktionen.



In der Statusleiste muss die Schaltfläche [OFANG] aktiviert sein, damit die Funktionen des Objektfangs wirksam sind.

Knoten

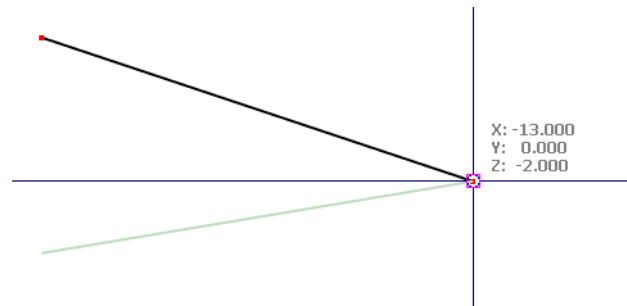


Bild 11.36: Knoten fangen

- ☐ Beim Setzen eines neuen Stabes werden die vorhandenen Knoten gefangen. Die Fangpunkte sind durch Quadrate symbolisiert.

Lot

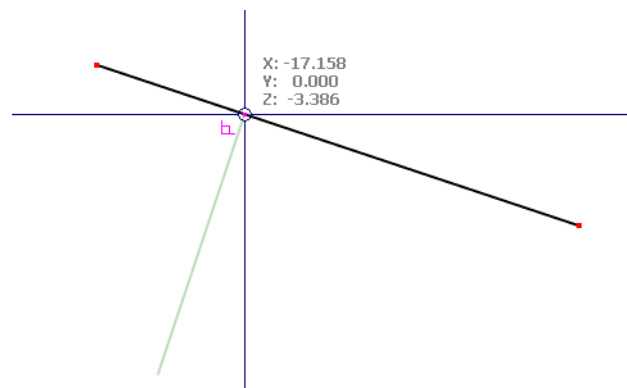


Bild 11.37: Stab lotrecht anschließen

- ☐ Wird der Mauszeiger beim Setzen eines Stabes in die Nähe des Lotpunkts geführt, so rastet er ein. Der Fangpunkt ist mit einem Lotsymbol gekennzeichnet.

Zentrum

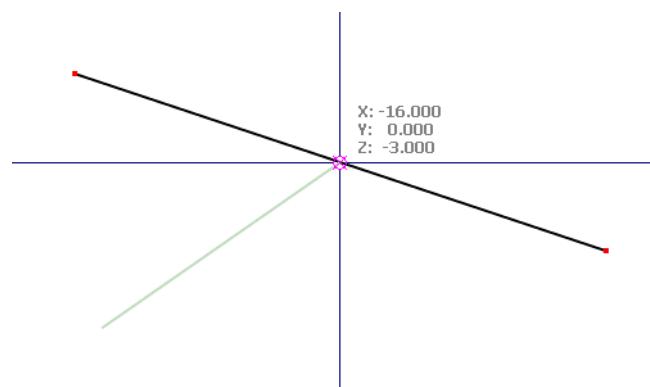


Bild 11.38: Stab mittig anschließen

- ☒ Wird der Mauszeiger in die Nähe des Zentrums (Mitte) eines Stabes geführt, rastet er dort ein. Am Fangpunkt erscheint das Symbol für das Zentrum.

Schnittpunkte

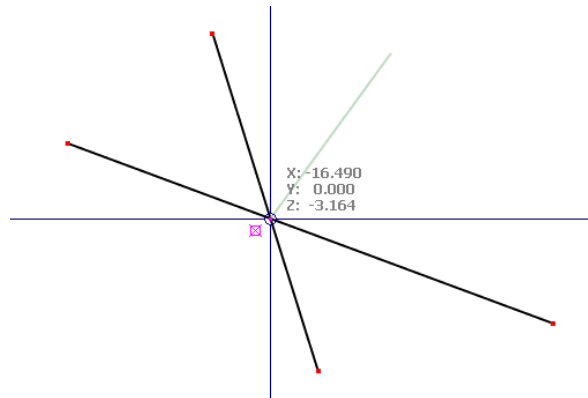


Bild 11.39: Stäbe am Schnittpunkt fangen

- ☒ Der Mauszeiger rastet am Schnittpunkt von zwei sich kreuzenden Stäben ein, die keinen gemeinsamen Knoten haben. Am Fangpunkt erscheint das Symbol für den Schnittpunkt.

Parallel

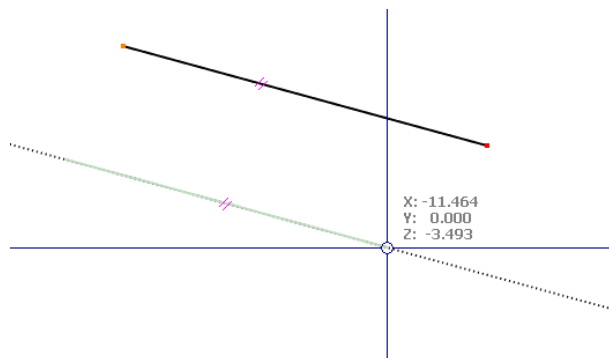


Bild 11.40: Parallelen Stab fangen

- ☒ 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

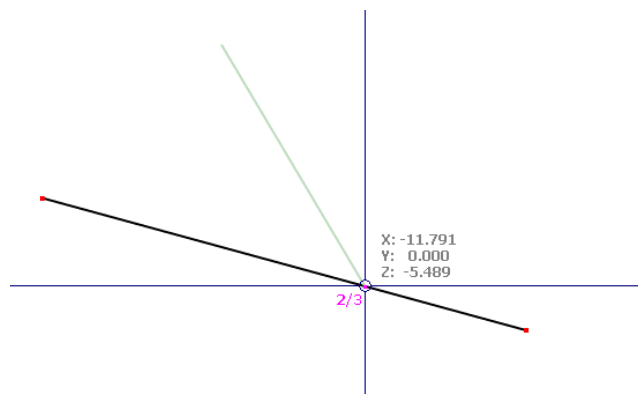


Bild 11.41: Stab am Teilungspunkt fangen (hier: 2/3-Punkt)

- ☒ 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

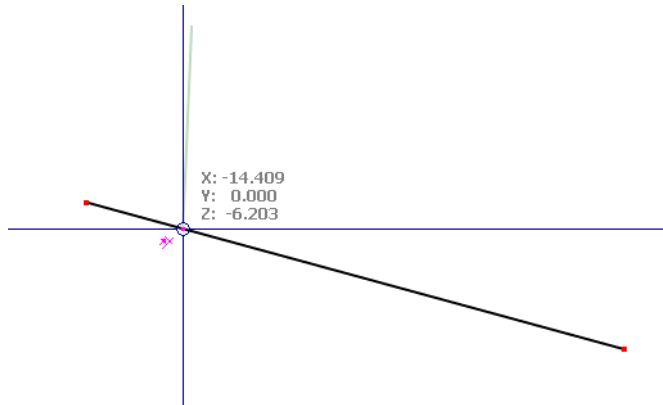


Bild 11.42: Stab in einem definierten Abstand anschließen

- ✖ 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.

Hilfslinien

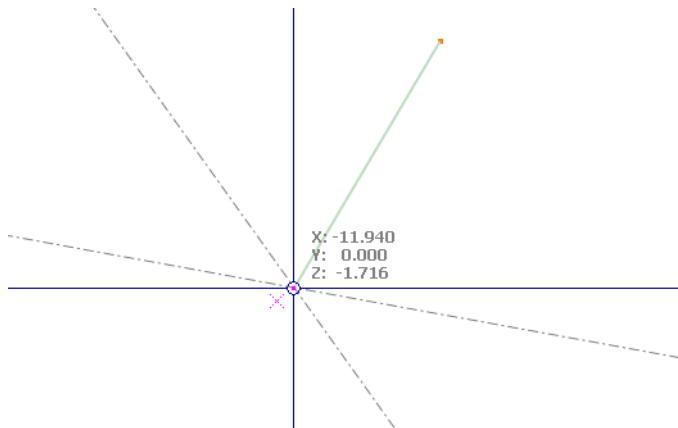


Bild 11.43: Hilfslinien am Schnittpunkt fangen

- ✖ Wird der Mauszeiger in die Nähe des Schnittpunkts zweier Hilfslinien (siehe [Kapitel 11.3.7, Seite 287](#)) geführt, so rastet er dort ein. Am Fangpunkt erscheint das Schnittpunktsymbol.

Hintergrund-Folien

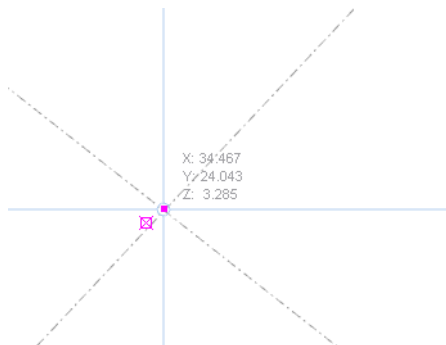


Bild 11.44: Hintergrundfolien am Schnittpunkt fangen

- ✖ Mit dieser Fangfunktion können Knoten an den Schnittpunkten von Hintergrundfolien (siehe [Kapitel 11.3.7, Seite 287](#)) gesetzt werden. Am Fangpunkt erscheint das Schnittpunktsymbol.

Linienraster

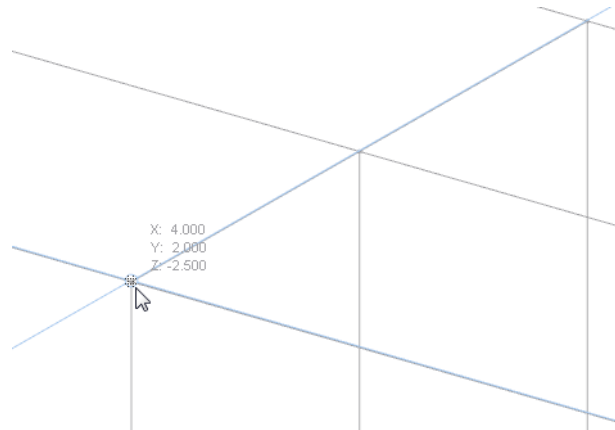


Bild 11.45: Punkte des Linienrasters fangen

Diese Fangfunktion ermöglicht es, Objekte in den Schnittpunkten eines Linienrasters (siehe [Kapitel 11.3.8, Seite 292](#)) zu setzen.

11.3.4 Koordinatensysteme

Benutzerdefinierte Koordinatensysteme erleichtern die Eingabe von geneigten Teilen des Modells. Sie haben normalerweise nichts mit den Achsensystemen der Stäbe zu tun – außer sie werden grafisch über die Achsen bestimmter Stäbe definiert (siehe [Kapitel 11.3.1, Seite 274](#)).

Der Dialog *Koordinatensystem* ist zugänglich über Menü

Extras → Koordinatensystem



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

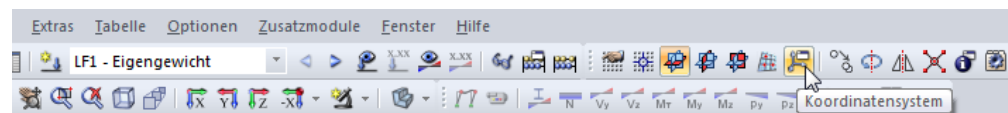


Bild 11.46: Schaltfläche *Koordinatensystem*

Im Dialog *Arbeitsebene und Raster/Fang* (siehe [Bild 11.34, Seite 276](#)) kann über die Schaltfläche ebenfalls ein benutzerdefiniertes Koordinatensystem angelegt werden.

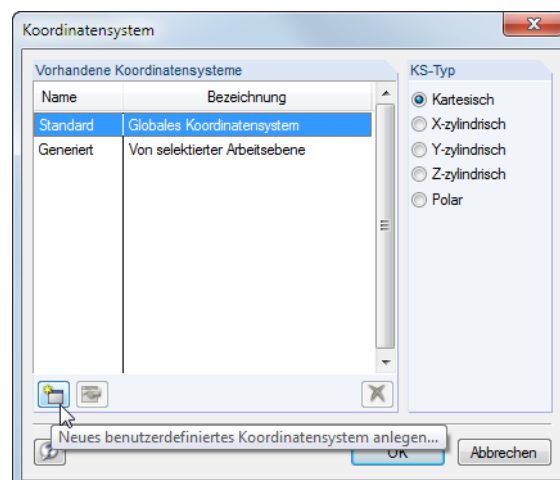



Bild 11.47: Dialog *Koordinatensystem*

Das auf die globalen XYZ-Achsen und den Ursprung bezogene *Standard*-Koordinatensystem ist vordefiniert.

Neues Koordinatensystem anlegen

Klicken Sie die im [Bild 11.47](#) markierte Schaltfläche  an, um folgenden Dialog aufzurufen. Im Dialog *Arbeitsebene und Raster/Fang* steht diese Schaltfläche ebenfalls zur Verfügung (siehe [Bild 11.34, Seite 276](#)).

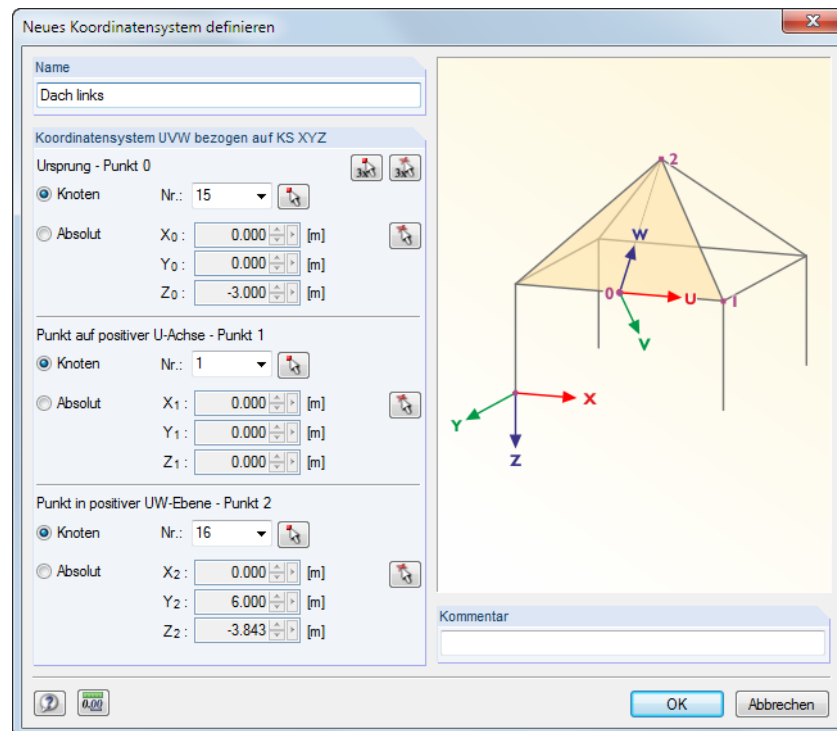


Bild 11.48: Dialog *Neues Koordinatensystem definieren*

Es ist ein *Name* für das neue Koordinatensystem anzugeben. Im Abschnitt *Koordinatensystem UVW bezogen auf KS XYZ* kann dann das Achsensystem über drei Parameter definiert werden:

- Ursprung (Nullpunkt des neuen Koordinatensystems)
- Punkt auf positiver U-Achse (erste Achse)
- Punkt in positiver UW-Ebene (Drehung der Ebene um U-Achse)



Hierzu sind drei Punkte anzugeben, die direkt eingetragen oder grafisch ausgewählt werden können. Die Punkte dürfen nicht auf einer Geraden liegen.



Die drei [Knoten] oder [Punkte] lassen sich mit den beiden links dargestellten Schaltflächen auch nacheinander im Arbeitsfenster auswählen (Reihenfolge beim Festlegen von Punkt 0 bis Punkt 2 beachten). Mit der linken Schaltfläche können nur *Knoten* ausgewählt werden, mit der rechten Schaltfläche beliebige *Punkte*. Der Unterschied wird vor allem dann bedeutsam, wenn ein Knoten geändert wird, der einen Definitionspunkt des Koordinatensystems darstellt. Das Koordinatensystem passt sich dann automatisch an. Bei beliebigen Punkten ist das Koordinatensystem fest.

Wird eine benutzerdefinierte Arbeitsebene über drei Punkte definiert (siehe [Kapitel 11.3.1, Seite 274](#)), erzeugt RSTAB automatisch ein neues Koordinatensystem mit dem Namen *Generiert*.

Koordinatensystem bearbeiten oder löschen

Nur benutzerdefinierte Koordinatensysteme können bearbeitet oder gelöscht werden. Hierzu stehen zwei Schaltflächen im Dialog *Koordinatensystem* zur Verfügung.



Das ausgewählte Koordinatensystem kann geändert werden.



Das selektierte Koordinatensystem wird gelöscht.

Tabelle 11.4: Schaltflächen im Dialog Koordinatensystem

Beispiel

In einer Rahmenecke wird ein Koordinatensystem für die Diagonale in Dachebene definiert. Der *Ursprung* wird in den Eckknoten **6** gelegt. Als *Punkt auf positiver U-Achse* wird der Endknoten **4** des Diagonalstabs, als *Punkt in positiver UW-Ebene* der Stützenfußknoten **5** gewählt.

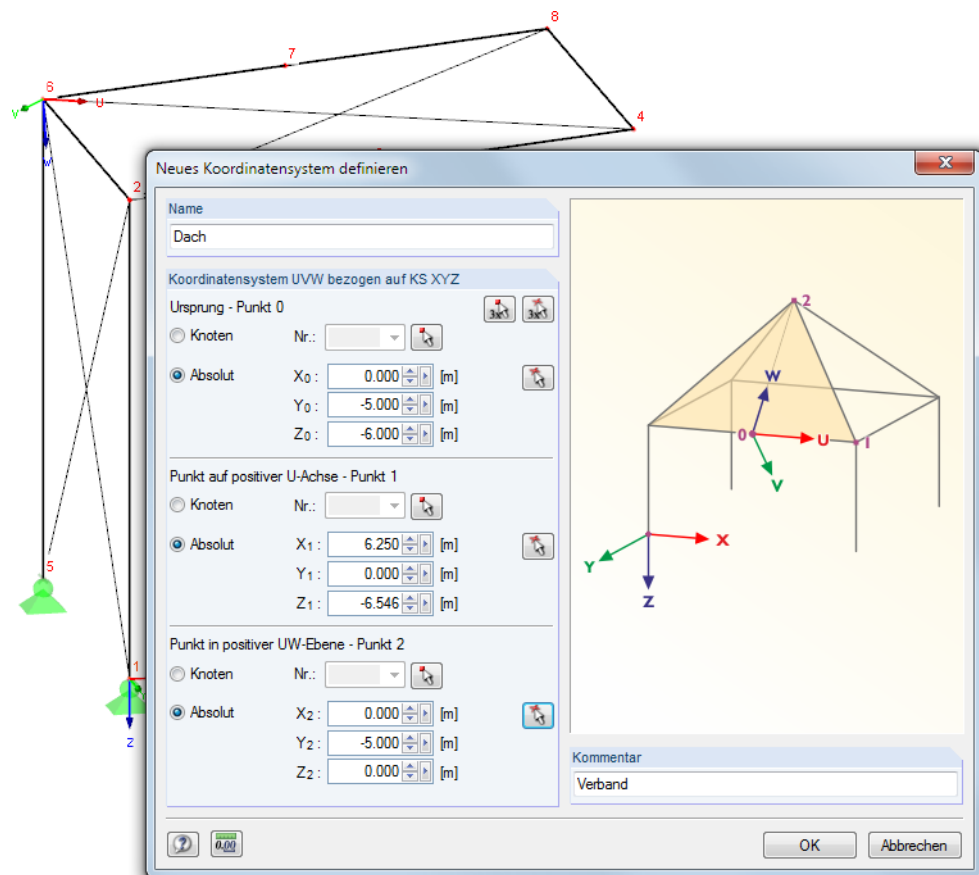


Bild 11.49: Benutzerdefiniertes Koordinatensystem UVW in einer Rahmenecke

Das Raster bezieht sich dann auf die Arbeitsebenen UV, VW und UW, in denen neue Objekte definiert werden können (siehe [Kapitel 11.3.1, Seite 273](#)).

11.3.5 Bemaßungen

Das Modell kann durch benutzerdefinierte Maßlinien ergänzt werden.

Die Bemaßungsfunktionen werden aufgerufen über Menü

Einfügen → **Bemaßungen**



oder die zugeordneten Schaltflächen in der Symbolleiste.

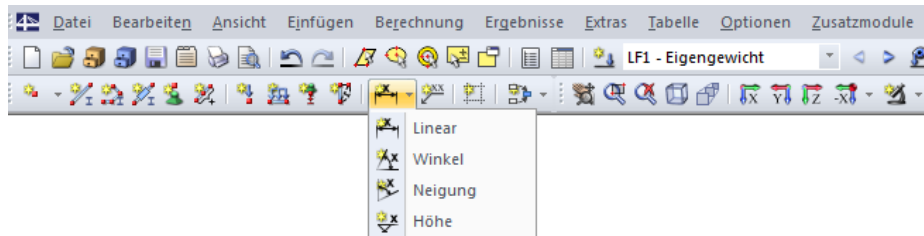


Bild 11.50: Schaltflächen *Neue Bemaßung*

Folgende Bemaßungsmöglichkeiten stehen zur Auswahl:

| Bemaßung | Bemaßte Objekte |
|----------|---|
| Linear | Längen zwischen zwei oder mehreren Knoten |
| Winkel | Winkel zwischen drei Knoten oder zwischen zwei Stäben |
| Neigung | Neigungswinkel zwischen einem Stab und einer globalen Ebene |
| Höhe | Kote eines Knotens |

Tabelle 11.5: Bemaßungsfunktionen

Der Dialog *Neue Bemaßung* erscheint. Dieser ist abhängig von der getroffenen Auswahl.

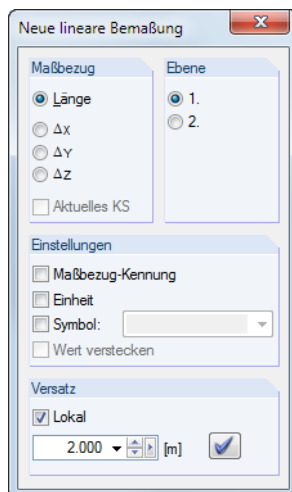


Bild 11.51: Dialog *Neue lineare Bemaßung*

Mit dem Auswahl-Mauszeiger sind nacheinander die Objekte anzuklicken, die die Referenzpunkte der Bemaßung darstellen. Als *Maßbezug* kann im Dialog die wahre Länge oder die Projektion in eine der globalen Achsenrichtungen gewählt werden.

Der Abschnitt *Ebene* steuert, wo die Maßlinie angetragen wird. Diese Einstellung bezieht sich auf die Achsen des globalen Koordinatensystems XYZ bzw. des benutzerdefinierten Koordinatensystems UVW. Wird der Mauszeiger in der Grafik bewegt und die Ebene umgestellt, so ist die Wirkung dieser Auswahlfelder erkennbar.

Die vier Kontrollfelder im Abschnitt *Einstellungen* regeln, welche Angaben bei den Werten erscheinen. Wird die Option *Symbol* aktiviert, kann ein Bemaßungssymbol eingetragen oder in der Liste

ausgewählt werden. Mit *Wert verstecken* lässt sich die Maßzahl ausblenden, sodass nur das Symbol erscheint.



Der *Versatz* bestimmt den Abstand der Maßlinie vom ersten gewählten Knoten. Dieser Abstand kann auch grafisch mit dem Mauszeiger festgelegt werden. Die Maßlinie wird endgültig mit der Schaltfläche [Bemaßung setzen] oder einem Mausklick im Arbeitsfenster gesetzt.



Um eine Maßkette mit gleichmäßigem Abstand zu setzen, klicken Sie die einzelnen Knoten nacheinander an und legen dann den Versatz fest.

Die Anzeige der Maßlinien wird über den *Zeigen*-Navigator oder das allgemeine Kontextmenü (Rechtsklick in objektfreien Arbeitsfensterbereich) gesteuert.

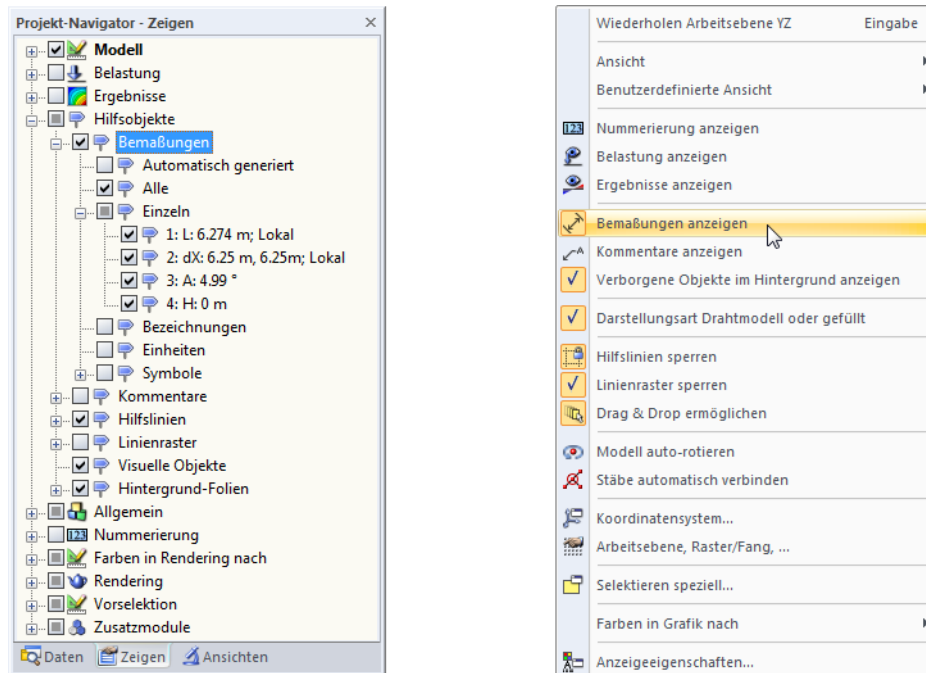


Bild 11.52: *Zeigen*-Navigator (Hilfsobjekte → Bemaßungen) und allgemeines Kontextmenü



Bei Änderungen der Modellgeometrie 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.

11.3.6 Kommentare

Es gibt zwei Arten von Kommentaren:

- Kommentare in Dialogen und Tabellen (siehe [Kapitel 11.1.4, Seite 261](#))
- Kommentare im Arbeitsfenster

Dieses Kapitel behandelt das grafische Setzen von Kommentaren.

Kommentare können auf Knoten und Stabmitteln bezogen angeordnet oder beliebig in der aktuellen Arbeitsebene oder einer globalen Ebene platziert werden.

Die Funktion zum Setzen von Kommentaren wird aufgerufen über Menü

Einfügen → Kommentare



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

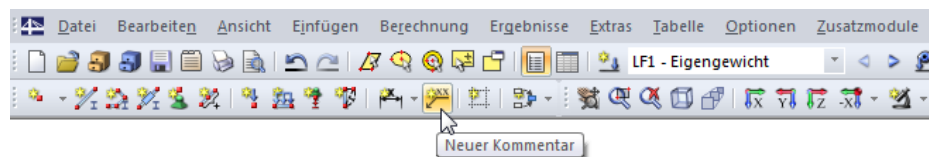


Bild 11.53: Schaltfläche *Neuer Kommentar*

Es erscheint der Dialog *Neuer Kommentar*.

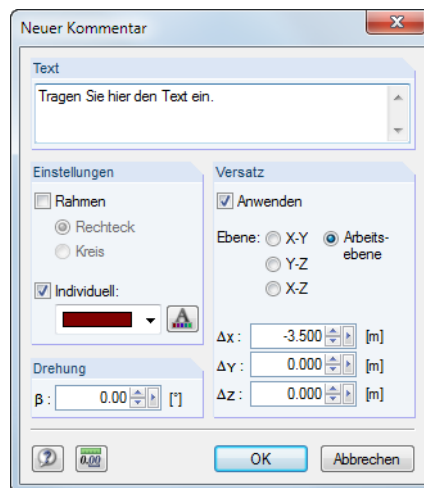


Bild 11.54: Dialog *Neuer Kommentar*



Im Abschnitt *Text* ist der Kommentartext einzutragen. Das Erscheinungsbild des Kommentars kann im Abschnitt *Einstellungen* hinsichtlich der Farbe sowie der [Schriftart] und -größe beeinflusst werden. Optional wird der Kommentar mit einem rechteckigen oder runden *Rahmen* versehen.

Die *Drehung* des Kommentars gestattet es, den Kommentartext benutzerdefiniert anzuordnen.

Ist das Kontrollfeld im Abschnitt *Versatz* aktiviert, wird der Kommentar in einem bestimmten Abstand vom Objekt angeordnet. Der Abstand kann auch grafisch festgelegt werden: Klicken Sie nach der Eingabe des Kommentartexts zunächst das Objekt an. Mit dem Mauszeiger können Sie nun die geeignete Stelle ansteuern und den Kommentartext dort mit einem weiteren Mausklick setzen. Die aktuelle Arbeitsebene wird automatisch eingeblendet, damit der Kommentar korrekt platziert wird. Falls erforderlich, kann die Arbeitsebene vor dem Setzen des Kommentars geändert werden.

Die Anzeige der Kommentare wird über den *Zeigen*-Navigator oder das allgemeine Kontextmenü (Rechtsklick in objektfreien Arbeitsfensterbereich) gesteuert (siehe [Bild 11.55](#)).

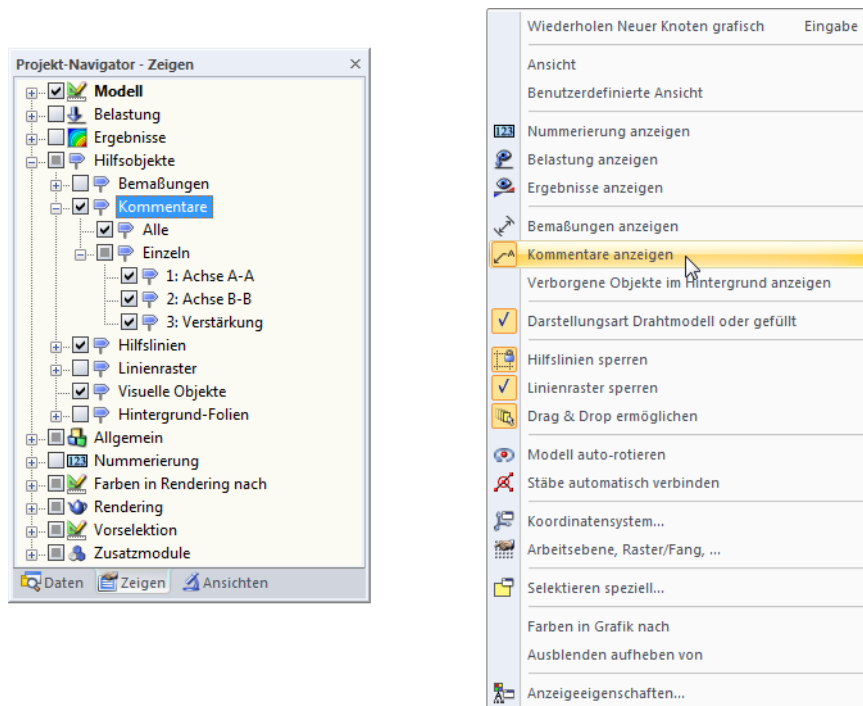


Bild 11.55: Zeigen-Navigator (Hilfsobjekte → Kommentare) und allgemeines Kontextmenü



Bei Änderungen in der Modellgeometrie werden die Kommentare automatisch angepasst.

Kommentartexte einschließlich Versatz lassen sich nachträglich bearbeiten: Doppelklicken Sie den Kommentar im Arbeitsfenster oder dessen Eintrag im *Daten*-Navigator.



Ein Kommentar kann per Drag-and-drop verschoben (oder mit gedrückter [Strg]-Taste kopiert) werden. Dabei gilt folgende Besonderheit: Wird der Kommentarpfeil an der Spitze „angefasst“, so ist ein Verschieben des ganzen Kommentars möglich. Beim „Anfassen“ am Text zeigt die Pfeilspitze weiterhin auf das Objekt; die Position des Kommentartexts in der Arbeitsebene kann nun angepasst werden.

11.3.7 Hilfslinien

Hilfslinien stellen ein Raster aus Achsen und Reihen dar, das der grafischen Arbeitsfläche hinterlegt wird. Die Kreuzungspunkte von Hilfslinien sind auch Fangpunkte für die grafische Eingabe – sofern im Objektfang die Fangfunktion für *Hilfslinien-Schnittpunkte* aktiv ist (siehe [Kapitel 11.3.3](#), Seite 280).

Hilfslinien brauchen nicht parallel zu den Achsen des globalen XYZ-Koordinatensystems ausgerichtet sein. Es sind freie Winkel und auch eine polare Anordnungen möglich. Auch die Abstände der Hilfslinien untereinander können beliebig sein.

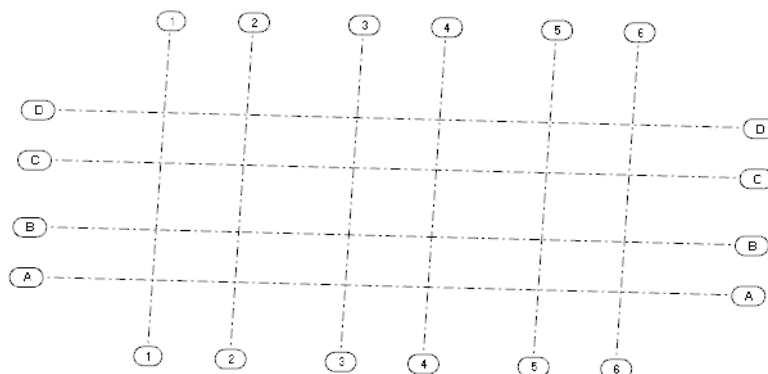


Bild 11.56: Raster aus Hilfslinien

Hilfslinien erzeugen

Dialogeingabe

Der Dialog zum Erzeugen einer neuen Hilfslinie wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Hilfslinien** → **Dialog**

oder das Kontextmenü im *Daten*-Navigator.

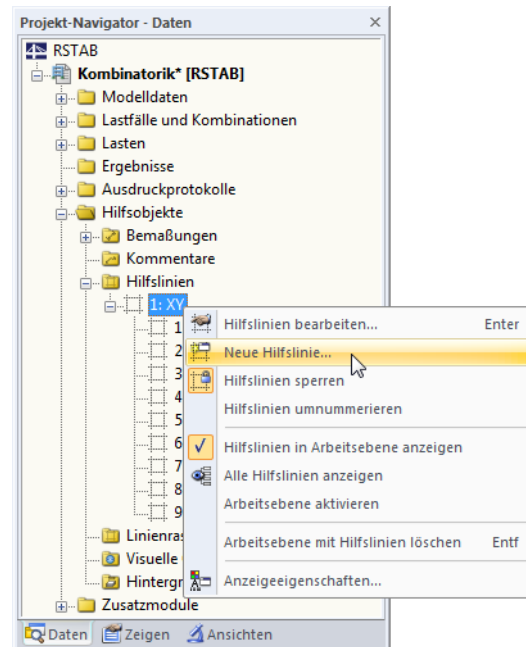


Bild 11.57: Kontextmenü *Hilfslinien* im *Daten*-Navigator

Es erscheint folgender Dialog.

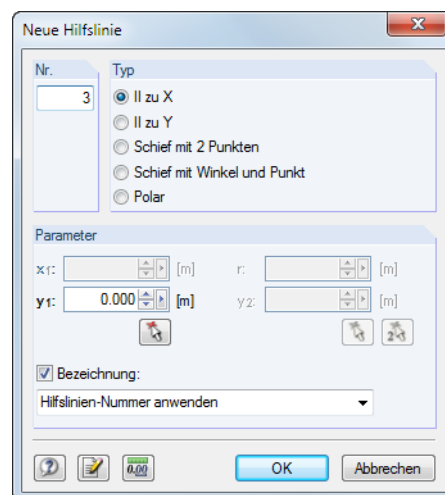


Bild 11.58: Dialog *Neue Hilfslinie*

Die *Nr.* der Hilfslinie wird automatisch vergeben, kann jedoch angepasst werden.

Der Abschnitt *Typ* steuert, wie die Hilfslinie erstellt wird (siehe [Tabelle 11.6](#)).

| Typ | Erläuterung |
|---|---|
| zu X / Y / Z (Parallel zu Achse X, Y bzw. Z) | Die Hilfslinie wird parallel zu einer der globalen Achsen erzeugt. Im Abschnitt <i>Parameter</i> sind die Abstände x_1 / y_1 / z_1 von den jeweiligen globalen Achsen anzugeben. |
| Schief mit 2 Punkten | Im Abschnitt <i>Parameter</i> müssen die Koordinaten von zwei Punkten in der aktuellen Arbeitsebene angegeben werden, die die Hilfslinie definieren. |
| Schief mit Winkel und Punkt | Im Abschnitt <i>Parameter</i> sind zur Definition der Hilfslinie die Koordinaten eines Punktes und ein Drehwinkel anzugeben. Die Hilfslinie wird in der aktuellen Arbeitsebene erzeugt. |
| Polar | Im Abschnitt <i>Parameter</i> müssen der Mittelpunkt und der Radius für die kreisförmige Hilfslinie festgelegt werden. |

Tabelle 11.6: Hilfslinientypen

Die Parameter sind in die Eingabefelder einzutragen oder mit bzw. grafisch im Arbeitsfenster festzulegen.

Wenn das Kontrollfeld *Mit Bezeichnung* aktiv ist, kann die Beschreibung der Hilfslinie im Eingabefeld angegeben oder in der Liste ausgewählt werden.

Grafische Eingabe

Eine Hilfslinie kann grafisch festgelegt werden



- über Menü **Einfügen** → **Hilfslinien** → **Grafisch**,
- mit der links dargestellten Schaltfläche [Neue Hilfslinie grafisch] oder
- durch Parallelverschieben einer Achse der Arbeitsebene mit der Maus (nur möglich, wenn die Hilfslinien nicht gesperrt sind – siehe unten).

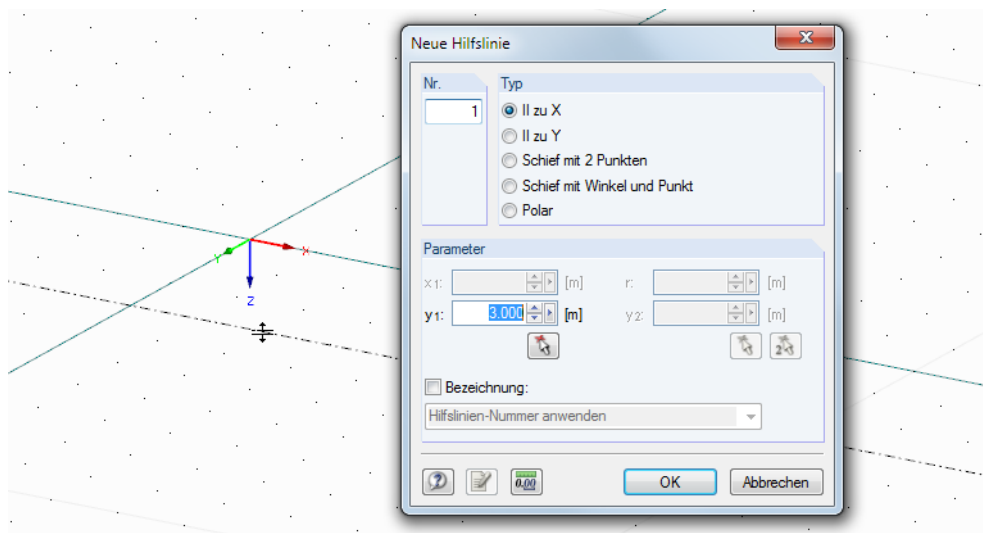


Bild 11.59: Hilfslinie grafisch erzeugen

Der Dialog *Neue Hilfslinie* ist oben beschrieben.

Hilfslinien bearbeiten und löschen

Der Bearbeitungsdialog wird über einen Doppelklick auf die Hilfslinie oder auf den Eintrag im *Daten-Navigator* aufgerufen.



Hilfslinien sperren



Wenn eine Hilfslinie in der Grafik nicht selektiert werden kann, ist sie gesperrt (siehe unten). Die Sperrung lässt sich schnell aufzuheben: Klicken Sie mit der rechten Maustaste in einen leeren Bereich des Arbeitsfensters und deaktivieren dann im Kontextmenü die Option *Hilfslinien sperren*.

Hilfslinien können auch über das Menü **Extras** → **Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien** oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste bearbeitet werden. Im Register *Hilfslinien* des aufgerufenen Dialogs kann nicht nur der Fang aktiviert werden, sondern es lassen sich auch Hilfslinien neu erstellen, bearbeiten, löschen oder ein- und ausblenden.

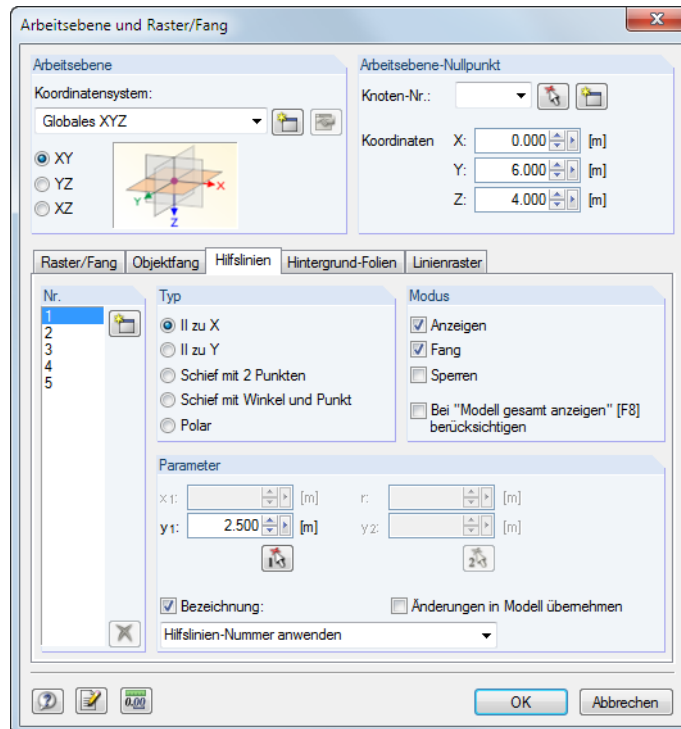


Bild 11.60: Dialog *Arbeitsebene und Raster/Fang*, Register *Hilfslinien*

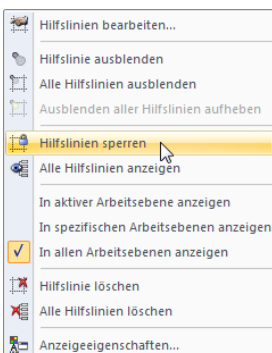
Hilfslinien können im Arbeitsfenster und im *Daten-Navigator* wieder gelöscht werden: Klicken Sie die Hilfslinie mit der rechten Maustaste an und wählen im Kontextmenü dann die Funktion *Hilfslinie löschen*.

Hilfslinien sperren

Wenn Hilfslinien gesperrt sind, können sie nicht selektiert, bearbeitet oder verschoben werden. Auf diese Weise stellen die Hilfslinien keine Beeinträchtigung dar bei der grafischen Eingabe von Objekten. Die Fangfunktion an den Schnittpunkten ist trotzdem aktiv.

Die Hilfslinien können global 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-Kontextmenü

Hilfslinien kopieren und verschieben

Hilfslinien sind grafische Objekte, für die viele der Bearbeitungsfunktionen genutzt werden können.

Um eine Hilfslinie zu verschieben oder zu kopieren, ist sie zunächst zu selektieren. Dann kann die im [Kapitel 11.4.1](#) auf [Seite 298](#) beschriebene Funktion angewandt werden. Bitte beachten Sie dabei, dass Hilfslinien nur in der Ebene der Original-Hilfslinie kopiert werden können.

Anzeige der Hilfslinien

Der Zeigen-Navigator steuert die Darstellung der Hilfslinien im Detail.

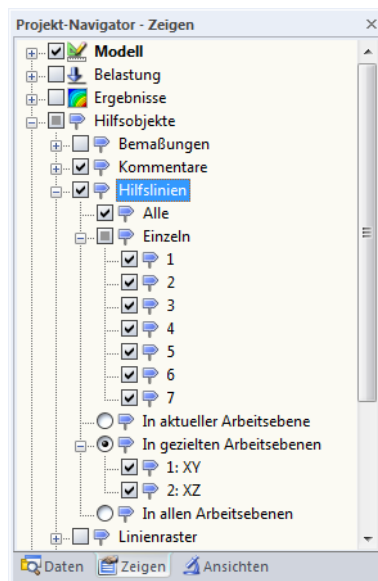


Bild 11.61: Steuerung der Hilfslinien im Zeigen-Navigator

11.3.8 Linienraster

Benutzerdefinierte Linienraster erleichtern die Modellierung von Trägerrost- oder Gittermodellen. Die Schnittpunkte des Rasters stellen Definitionspunkte für Knoten und Stäbe dar.

In einem Modell können mehrere Linienraster verwendet werden.

Linienraster erzeugen



Der Dialog zum Erzeugen eines neuen Linienrasters wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Linienraster**

oder das Kontextmenü im *Daten*-Navigator.

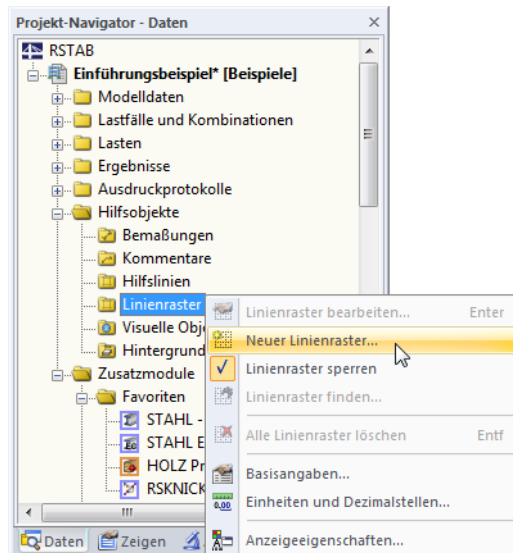


Bild 11.62: Kontextmenü *Linienraster* im *Daten*-Navigator

Es erscheint der Dialog *Linienraster* zur Definition des neuen Rasters.

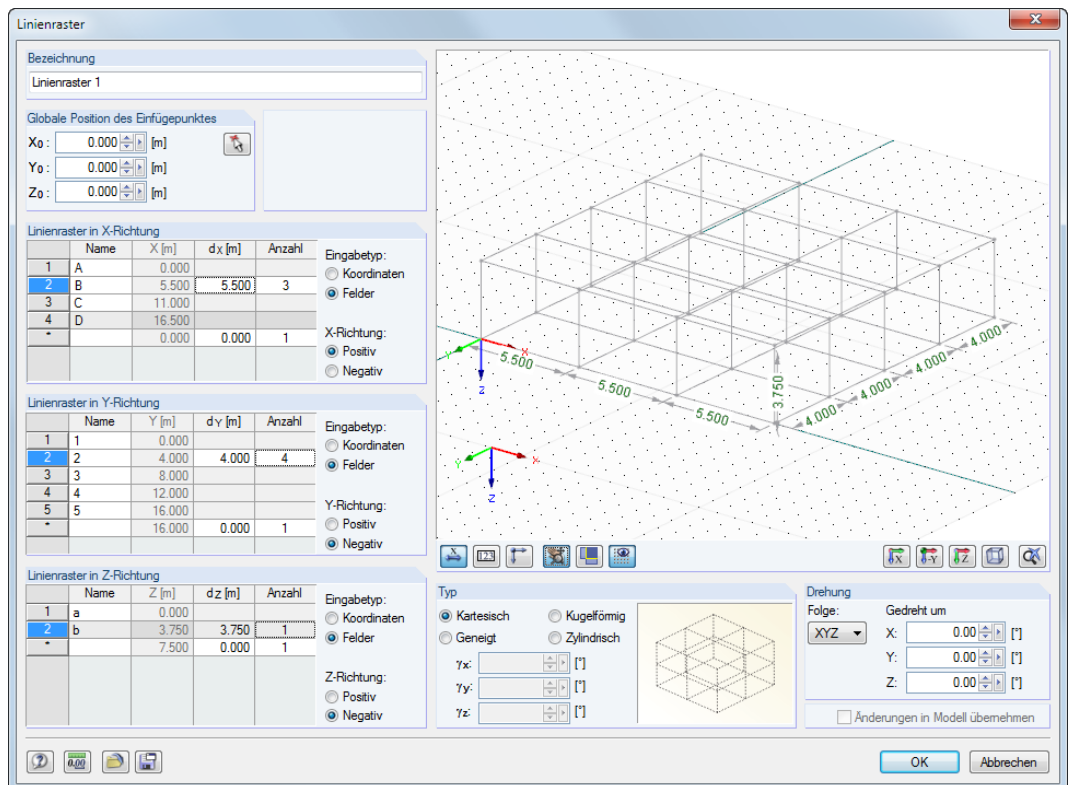



Bild 11.63: Dialog *Linienraster*

Die *Globale Position des Einfügepunkts* legt den Ursprung des Linienrasters fest. Die Koordinaten können eingetragen oder mit  im Arbeitsfenster bestimmt werden.


Im Abschnitt *Typ* bestehen folgende Auswahlmöglichkeiten, um das Raster system vor Eingabe der weiteren Daten festzulegen:

- Kartesisch
- Kugelförmig
- Geneigt (Raster kann für jede Achse um beliebige Drehwinkel γ gedreht werden)
- Zylindrisch

Die kleine Grafik rechts davon ist interaktiv mit der Typ-Vorgabe.

In den Abschnitten *Linienraster in X-/Y-/Z-Richtung* sind die Abstände d und die *Anzahl* der Felder für jede Richtung anzugeben. Der *Name* ist jeweils voreingestellt, kann jedoch angepasst werden. Es können auch die *Koordinaten* der Abstände eingetragen oder nachträglich angepasst werden.

Die Auswahlfelder *Positiv* und *Negativ* steuern jeweils, in welche Richtung der globalen Achse der Linienraster erzeugt wird.

Im Abschnitt *Drehung* besteht die Möglichkeit, den Linienraster um eine Achse zu rotieren: Wählen Sie zunächst die *Folge*, die die Reihenfolge der lokalen Rasterachsen 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 Schaltflächen  lässt sich die Drehung auch grafisch bestimmen.



Den größten Bereich des Dialogs nimmt ein Grafikfenster ein, in dem die Eingaben sofort grafisch umgesetzt werden. Die Schaltflächen unterhalb sind aus RSTAB vertraut; sie steuern die Anzeige der Bemaßung, Nummerierung, Achsen sowie der Ansicht. In diesem Fenster können auch die Steuerungsmöglichkeiten mit der Maus genutzt werden (siehe [Kapitel 3.4.9, Seite 31](#)).



Jeder Linienraster kann als Muster abgespeichert und wieder verwendet werden. Die beiden links dargestellten Schaltflächen steuern das [Speichern] und [Einlesen] der Rasterdaten.



Nach dem Schließen des Dialogs können Objekte an den Rasterknoten gesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass hierfür der Objektfang aktiv sein muss (siehe [Kapitel 11.3.3, Seite 277](#)).

11.3.9 Visuelle Objekte

Visuelle Objekte stellen 3D-Objekte dar, die z. B. in Architekturprogrammen für eine realitätsnahe Darstellung verwendet werden (z. B. Personen, Fahrzeuge, Bäume, Texturen etc.). Auch in RSTAB können 3D-Objekte in das Modell eingebunden werden, um die Größenverhältnisse des Modells zu veranschaulichen.

Visuelles Objekt einlesen



Der Dialog zum Importieren eines visuellen Objekts wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Visuelle Objekte**

oder das Kontextmenü im *Daten-Navigator*.

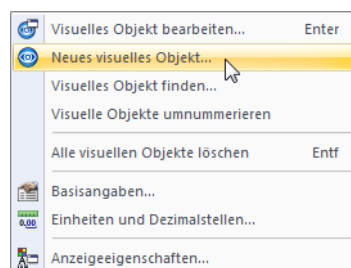


Bild 11.64: Kontextmenü im *Daten-Navigator*: *Hilfsobjekte* → *Visuelle Objekte*

Es erscheint der Dialog *Neues visuelles Objekt*, in dem die *Bezeichnung* und der *Dateiname* der Datei anzugeben sind.

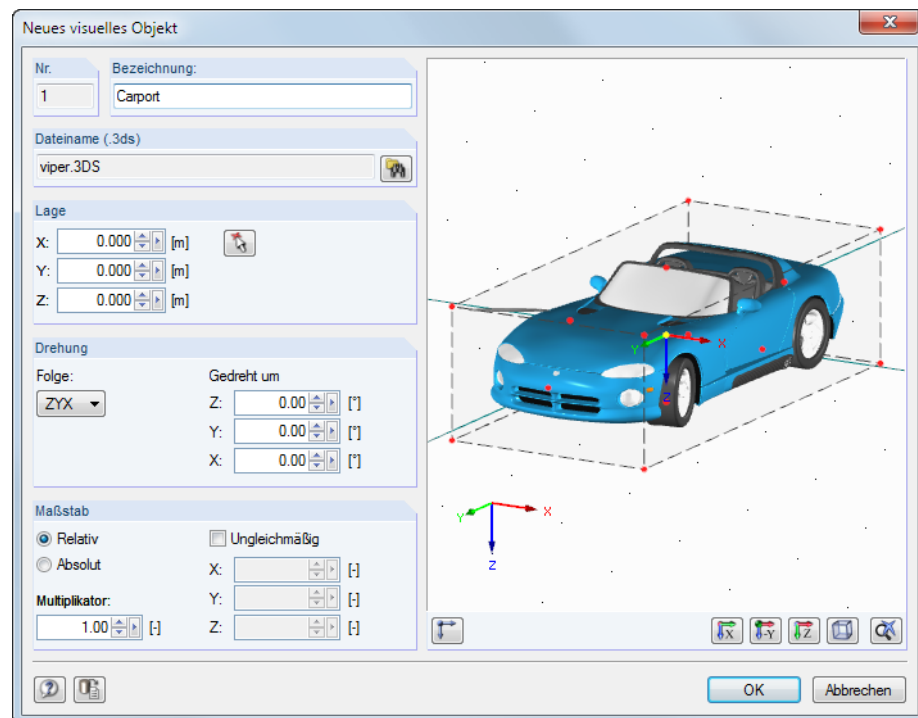



Bild 11.65: Dialog *Neues visuelles Objekt*



Das visuelle Objekt muss im Format *.3ds* vorliegen. Über die [Durchsuchen]-Schaltfläche kann die Datei im *Öffnen*-Dialog von Windows ausgewählt werden.

Die *Lage* des Objekts im Modell ist durch Eingabe der Koordinaten oder mit  im Arbeitsfenster festzulegen. Der Referenzpunkt des 3D-Objekts ist in der Grafik rechts in der Selektionsfarbe gekennzeichnet.

Zusätzlich ist eine *Drehung* oder auch eine Skalierung des Objekts in einem *Maßstab* möglich.

Nach [OK] wird das Objekt im Modell eingefügt.

Der Bearbeitungsdialog eines visuellen Objekts lässt sich mit einem Doppelklick auf das Objekt in der Grafik oder im *Daten*-Navigator aufrufen.

11.3.10 Hintergrundfolien

Eine DXF-Datei kann als Hintergrundfolie eingelesen und für die grafische Eingabe von Objekten genutzt werden. Im Unterschied zum DXF-Import (siehe [Kapitel 12.5.2, Seite 399](#)), bei dem das komplette Modell in Knoten und Linien umgewandelt eingelesen wird, stellen die Hintergrundfolien eine Art Layer für die Modellierung dar.

In einem Modell können mehrere Hintergrundfolien verwendet werden.

Hintergrundfolie erzeugen



Der Dialog zum Erzeugen einer neuen Hintergrundfolie wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Hintergrund-Folie**

oder das Kontextmenü im *Daten*-Navigator.

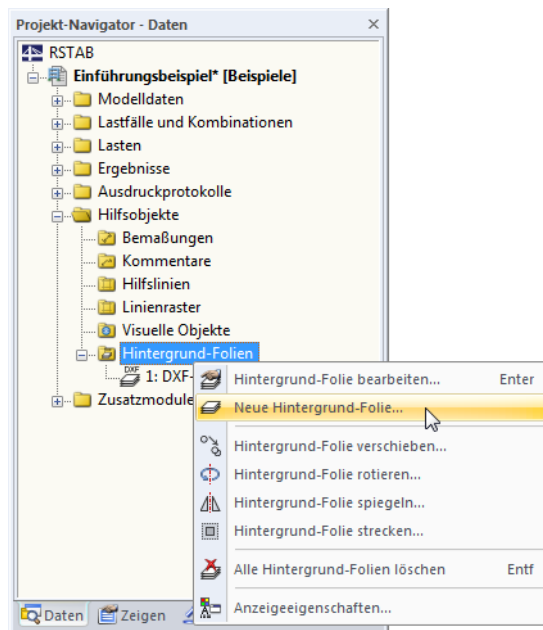


Bild 11.66: Kontextmenü *Hintergrund-Folien* im *Daten-Navigator*

Es erscheint der *Öffnen*-Dialog von Windows. Geben Sie dort das Verzeichnis und den Namen der DXF-Datei an.

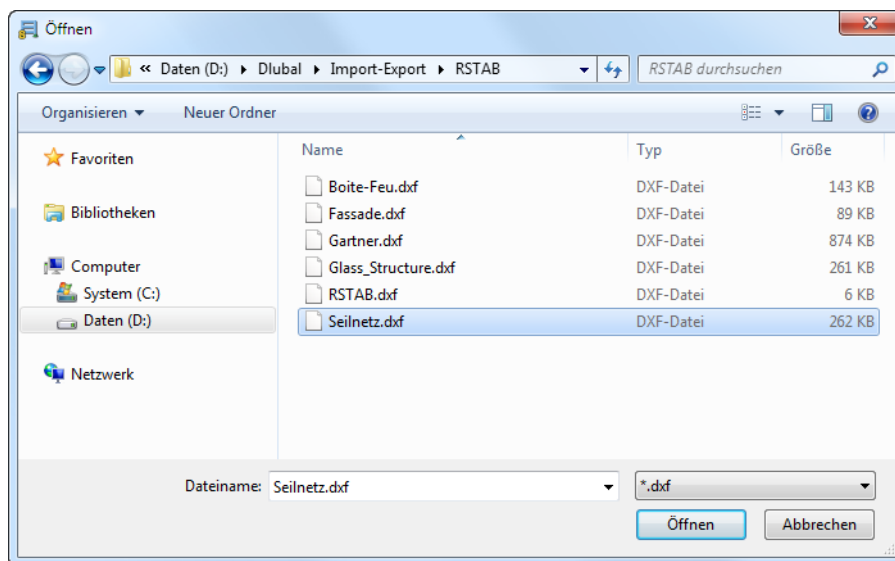
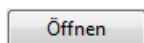


Bild 11.67: Dialog *Öffnen*



[Öffnen] ruft den Dialog *Hintergrund-Folie* auf.

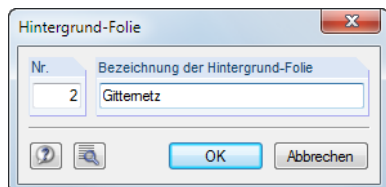



Bild 11.68: Dialog *Hintergrund-Folie*

Die *Nr.* der Folie wird automatisch vergeben. Im Abschnitt *Bezeichnung der Hintergrund-Folie* kann ein beliebiger Name eingetragen werden, der später die Zuordnung erleichtert.

Über die Schaltfläche  sind weitere Einstellungen zum DXF-Import zugänglich. Dieser Dialog ist im [Bild 12.49](#) auf [Seite 399](#) dargestellt und erläutert.

Nach [OK] wird die Folie importiert und erscheint im Arbeitsfenster grau hinterlegt. In diesem Drahtmodell können nun Knoten und Stäbe gesetzt werden.

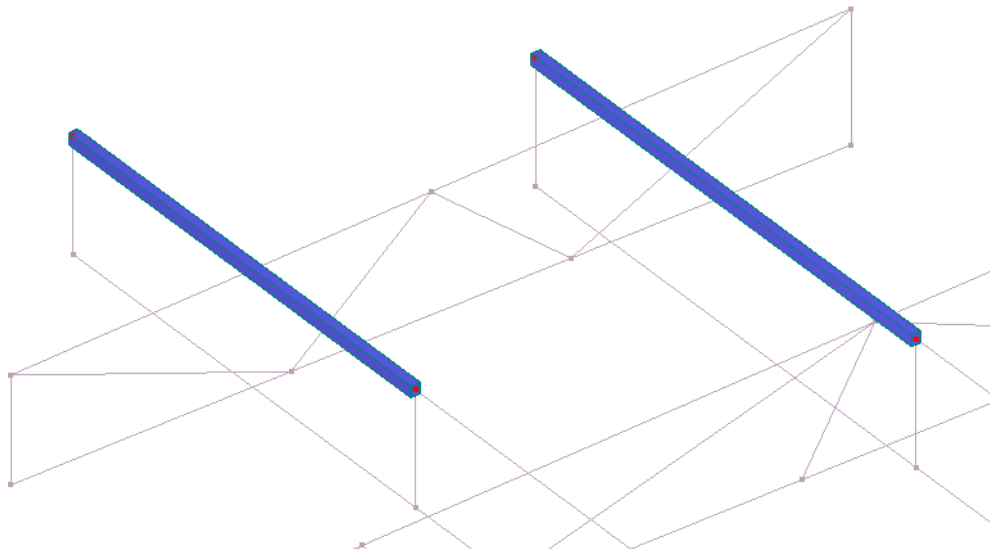


Bild 11.69: Setzen von Stäben mit Hintergrundfolie



Der Objektfang muss für Hintergrundfolien aktiviert sein, damit Objekte an den Punkten der Folie angeordnet werden können. Der Objektfang für die DXF-Punkte lässt sich über die Schaltfläche [DXF] im mittleren Bereich der Statusleiste einschalten. Alternativ wird das Menü **Extras** → **Arbeitsebene, Raster/Fang, Objektfang, Hilfslinien** oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste benutzt.

Im Register *Hintergrund-Folien* des Dialogs *Arbeitsebene und Raster/Fang* kann nicht nur der Fang aktiviert werden, sondern es lassen sich auch Folien neu erstellen, bearbeiten oder ein- und ausblenden.

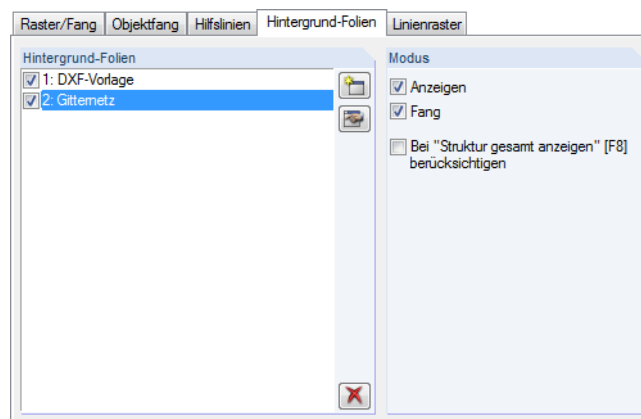


Bild 11.70: Dialog *Arbeitsebene und Raster/Fang*, Register *Hintergrund-Folien* (Ausschnitt)

Hintergrundfolie bearbeiten oder löschen



Der Bearbeitungsdialog wird durch Doppelklicken der Hintergrundfolie oder des Eintrags im *Daten-Navigator* (siehe Bild 11.66, Seite 295) aufgerufen. Alternativ wird das Register *Hintergrund-Folien* im *Arbeitsebene*-Dialog benutzt (siehe Bild 11.70): Nach dem Markieren der Folie in der Liste lässt sie sich [Bearbeiten].

Das Löschen einer Hintergrundfolie ist ebenfalls über den *Daten-Navigator* möglich.

Um eine Hintergrundfolie zu verschieben, rotieren oder spiegeln, ist sie zunächst zu selektieren. Dann kann die im Kapitel 11.4.1 auf Seite 298 beschriebene Funktion angewandt werden.

Anzeige der Hintergrundfolien

Der *Zeigen*-Navigator steuert die Darstellung der Hintergrundfolien im Detail.

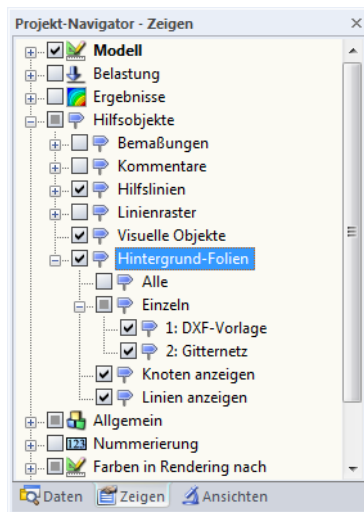


Bild 11.71: Steuerung der Hintergrundfolien im *Zeigen*-Navigator

11.3.11 Ränder und Streckfaktoren



In den meisten Fällen ist es nicht erforderlich, die Vollbild-Anordnung oder die Skalierung des Modells im Arbeitsfenster zu ändern. Müssen die globalen Anzeigeparameter dennoch angepasst werden, kann über Menü

Optionen → Ränder und Streckfaktoren

ein Dialog aufgerufen werden, der die Vorgaben verwaltet.

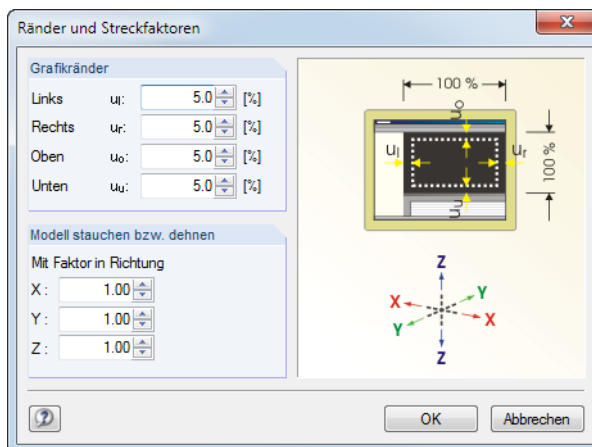


Bild 11.72: Dialog *Ränder und Streckfaktoren*



Schaltflächen im Menü *Ansicht*

Der Abschnitt *Grafikränder* steuert die Mindestabstände, die bei der Darstellung des Modells auf den vier Seiten von den Rändern des Arbeitsfensters einzuhalten sind. Die Werte beziehen sich als prozentuale Anteile auf die Gesamthöhe bzw. -breite des Arbeitsfensters. Sie wirken sich aus, wenn die Schaltflächen des Menüs *Ansicht wählen* (siehe Bild links) oder die Funktion *Alles anzeigen* [F8] zur fensterfüllenden Darstellung benutzt werden.

Um die Ansicht verzerrt darzustellen, können im Abschnitt *Modell stauchen bzw. dehnen* Faktoren ungleich 1 für die globalen Richtungen festgelegt werden. Anpassungen dieser Art sind wohl nur in Ausnahmefällen erforderlich. Sie wirken sich auch nur auf die Anzeige des Modells aus, nicht auf die tatsächliche Geometrie: Eine Verzerrung des Modells ist über die Funktion **Bearbeiten** → **Skalieren** vorzunehmen (siehe Kapitel 11.4.5, Seite 304).

11.4 Objekte bearbeiten

Mit den grafischen Bearbeitungsfunktionen können Objekte verändert werden, die zuvor in der Grafik selektiert wurden. Die selektierten Objekte lassen sich

- verschieben,
- kopieren,
- rotieren,
- spiegeln,
- projizieren,
- skalieren,
- extrudieren,
- abschrägen.

Bei den im Kapitel 11.3 vorgestellten CAD-Funktionen ist keine Selektion erforderlich. Diese Funktionen erleichtern das Konstruieren neuer Objekte.

Das Kapitel beschreibt auch, wie Stäbe geteilt, Kommentare gesetzt oder die Nummerierung geändert werden.

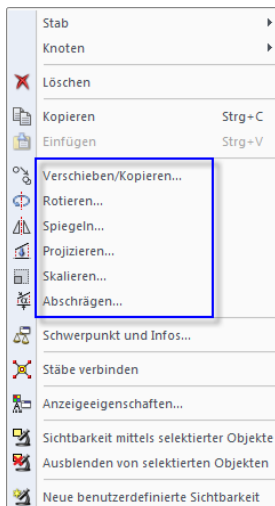
11.4.1 Verschieben und Kopieren



Selektierte Objekte können verschoben und kopiert werden über den Menübefehl

Bearbeiten → **Verschieben/Kopieren**,

das Objekt-Kontextmenü oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Kontextmenü
selektierter Objekte

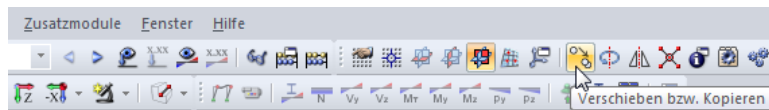


Bild 11.73: Schaltfläche Verschieben bzw. Kopieren

Es erscheint folgender Dialog.

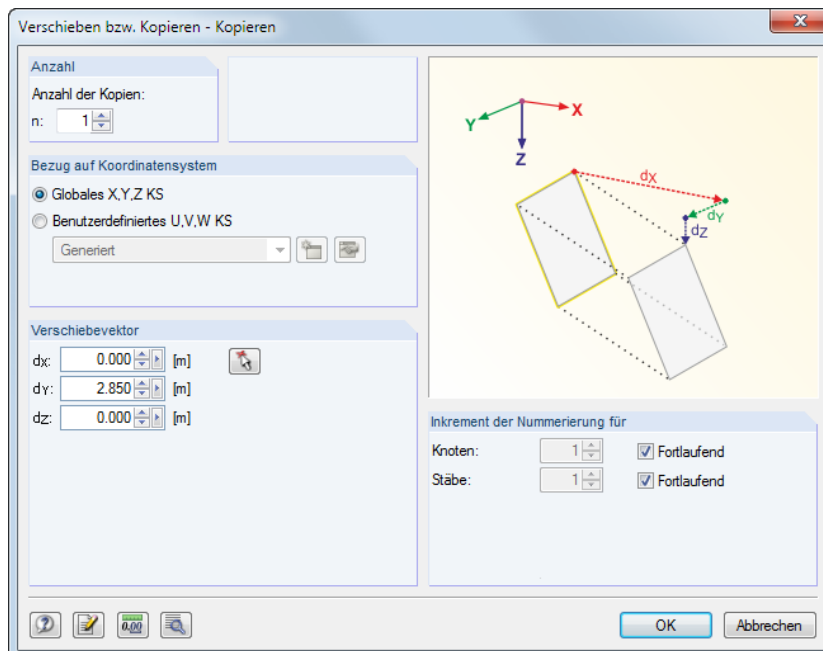





Bild 11.74: Dialog Verschieben bzw. Kopieren - Kopieren

Wird als *Anzahl* der Kopien **0** eingestellt, dann werden die selektierten Objekte verschoben. Ansonsten wird die angegebene Anzahl an Kopien erzeugt.

Der Abschnitt *Bezug auf Koordinatensystem* steuert, ob die Objekte im globalen XYZ- oder in einem benutzerdefinierten UVW-Koordinatensystem (siehe 11.3.4, Seite 281) verschoben bzw. kopiert werden. Das benutzerdefinierte Koordinatensystem kann in der Liste gewählt oder über die Schaltfläche  angelegt werden.

Der *Verschiebevektor* ist über die Abstände d_x , d_y und d_z bzw. d_u , d_v und d_w bei einem benutzerdefinierten Koordinatensystem anzugeben. Alternativ lässt sich der Vektor mit  im Arbeitsfenster durch Anklicken von zwei Rasterpunkten oder Knoten bestimmen.

Falls Kopien erzeugt werden, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe genommen werden.

Die Schaltfläche  öffnet einen weiteren Dialog mit nützlichen Optionen zum Kopieren. Dieser Dialog wird auch bei weiteren Funktionen wie Spiegeln, Rotieren etc. verwendet.

Detaileinstellungen

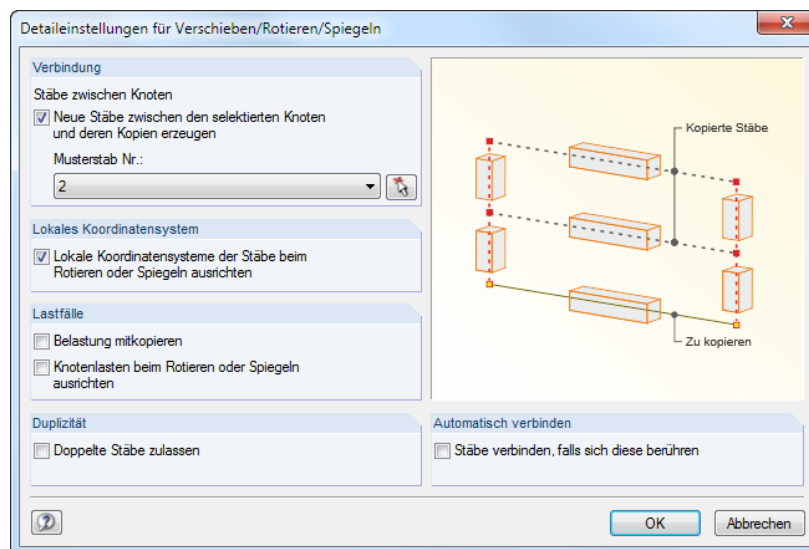


Bild 11.75: Dialog *Detaileinstellungen für Verschieben/Rotieren/Spiegeln*

Verbindung

Es können *Neue Stäbe* zwischen den selektierten Knoten und deren Kopien erzeugt werden.

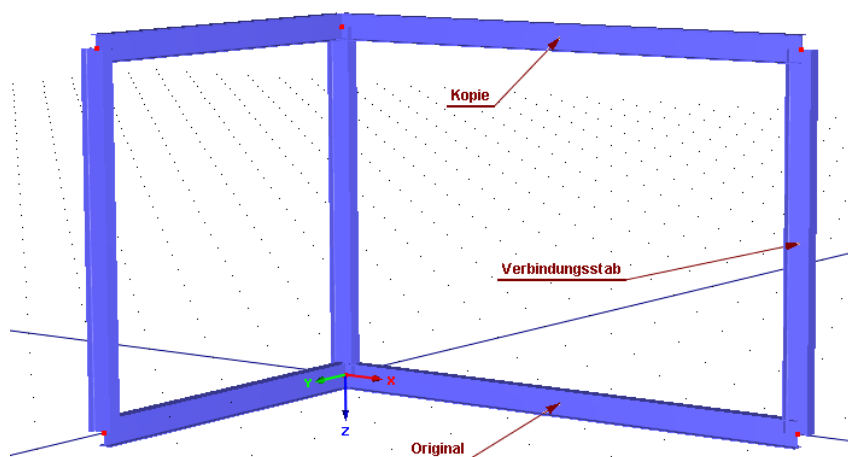


Bild 11.76: Kopie mit Verbindungsstäben

Wenn ein *Musterstab* in der Liste oder grafisch mit  gewählt wird, so werden dessen Eigenschaften für die Verbindungsstäbe benutzt.

Lokales Koordinatensystem

Dieser Abschnitt ermöglicht es, das lokale Stabkoordinatensystem beim Rotieren und Spiegeln auf die neue Lage auszurichten.



Die automatische Anpassung der lokalen Achsen ist meist beim Spiegeln von Bedeutung. Auch beim Rotieren eines vertikalen Stabes erweist sich diese Funktion als nützlich, da seine Achse y parallel zur globalen Y-Achse ausgerichtet ist (siehe [Kapitel 4.7, Seite 78](#)).

Diese Funktion passt auch exzentrische Anschlüsse an, die in Richtung der globalen Achsen X, Y und Z definiert sind.

Lastfälle

Ist das Kontrollfeld *Belastung mitkopieren* aktiv, 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.

Das Kontrollfeld *Knotenlasten beim Rotieren oder Spiegeln ausrichten* steuert, welche Richtung die Kopien global definierter Knotenlasten erhalten. Ist das Häkchen gesetzt, rechnet RSTAB die Lasten wie lokale Einzellasten auf die neue Lage um (die Lasten müssen zuvor mitselektiert werden). Anderenfalls wird die globale Lastrichtung beibehalten.

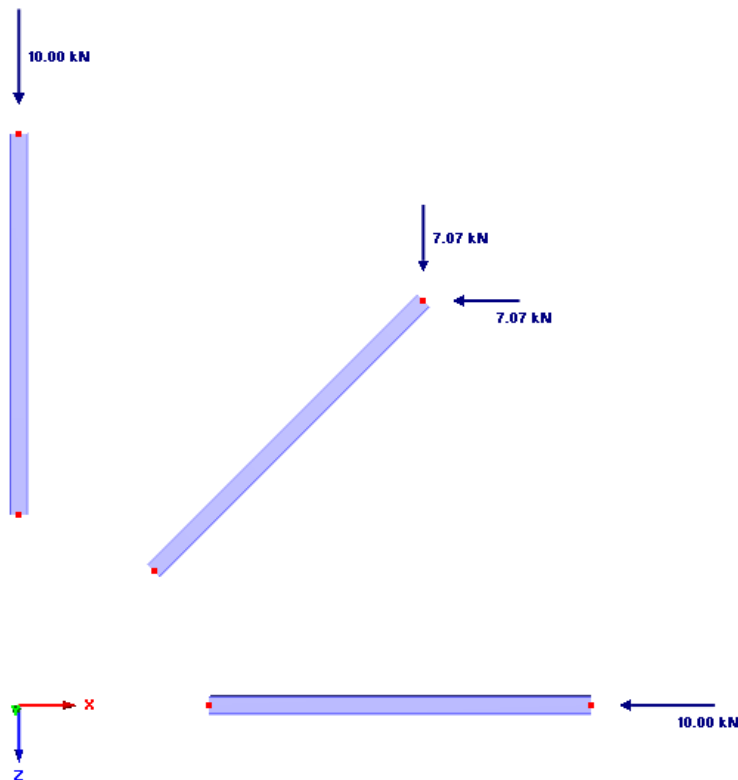


Bild 11.77: Ausgerichtete Knotenlasten beim zweifachen Rotieren um 45 °

Duplizität

Beim Kopieren können doppelte Stäbe entstehen. Das Kontrollfeld steuert, ob die übereinanderliegenden Stäbe belassen oder zu einem Stab verschmolzen werden.

Automatisch verbinden

Das Kontrollfeld steuert, ob die Kopien der Stäbe automatisch mit den bereits vorhandenen Stäben verbunden werden. Ist diese Funktion aktiv, so wird im Kreuzungspunkt ein Knoten erzeugt.

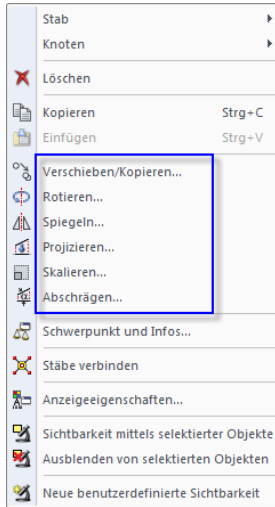
11.4.2 Rotieren



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

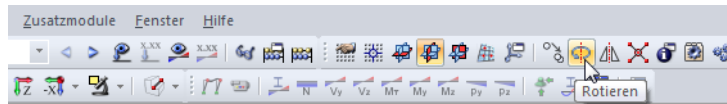


Bild 11.78: Schaltfläche *Rotieren*

Es erscheint folgender Dialog.

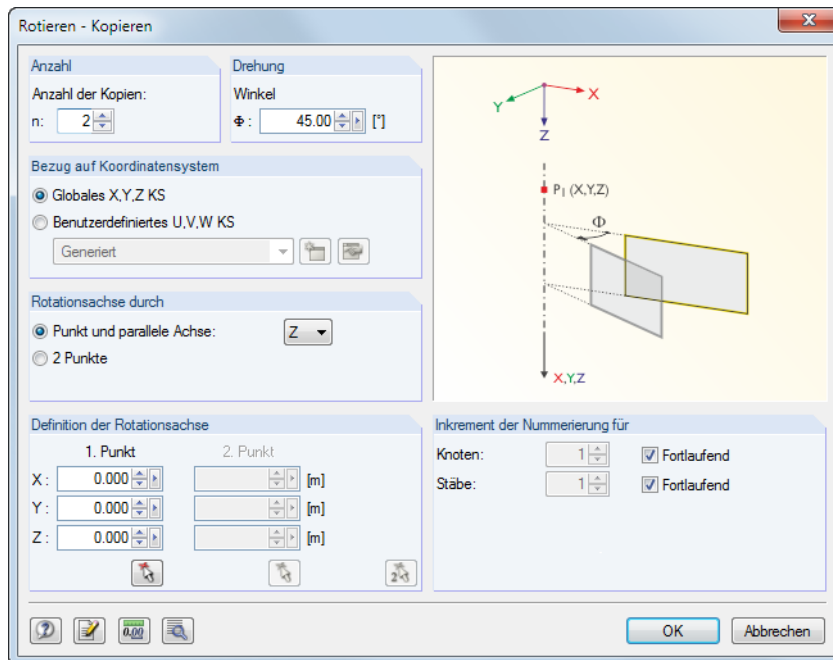


Bild 11.79: Dialog *Rotieren*

Wenn die *Anzahl* von 0 Kopien eingestellt ist, so werden die selektierten Objekte gedreht. Ansonsten wird die angegebene Anzahl an Kopien erzeugt.

Im Abschnitt *Drehung* ist der Drehwinkel anzugeben. Er ist auf ein rechtsdrehendes Koordinatensystem bezogen.

Die *Rotationsachse* kann über zwei Auswahlfelder festgelegt werden:



- 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* ist ein Punkt anzugeben, durch den die Drehachse verläuft.
- Die Rotationsachse liegt beliebig im Raum. In diesem Fall ist die zweite Option zu aktivieren. Im Abschnitt *Definition der Rotationsachse* sind dann zwei Punkte anzugeben, die die Drehachse festlegen.

Falls Kopien erzeugt werden, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Objekte genommen werden.

Die Schaltfläche öffnet einen weiteren Dialog mit nützlichen Optionen, die im [Kapitel 11.4.1](#) auf [Seite 299](#) beschrieben sind.

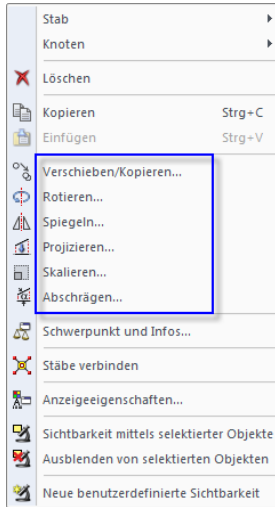
11.4.3 Spiegeln



Selektierte Objekte können an einer Ebene gespiegelt werden über Menü

Bearbeiten → **Spiegeln**,

das Objekt-Kontextmenü oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Kontextmenü
selektierter Objekte

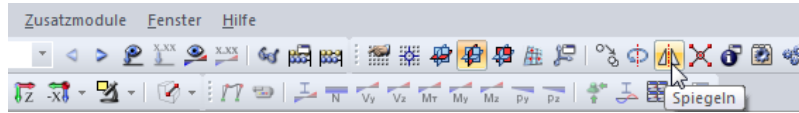


Bild 11.80: Schaltfläche *Spiegeln*

Es erscheint folgender Dialog.

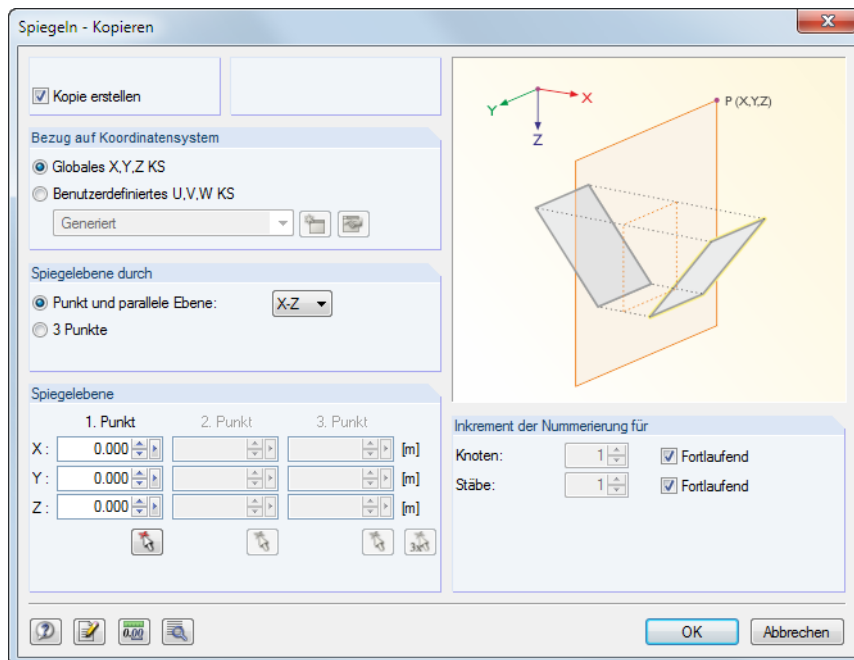


Bild 11.81: Dialog *Spiegeln - Kopieren*

Soll das Original erhalten bleiben, so ist das Kontrollfeld *Kopie erstellen* anzuhaken.

Die *Spiegelebene* kann über zwei Auswahlfelder festgelegt werden:




- 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* ist ein Punkt anzugeben, der in dieser Ebene liegt.



- Die Spiegelebene liegt beliebig im Raum.
In diesem Fall ist das zweite Auswahlfeld zu aktivieren. Im Abschnitt *Spiegelebene* sind dann drei Punkte anzugeben, die die Ebene festlegen.

Falls eine Kopie erzeugt wird, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Objekte genommen werden.

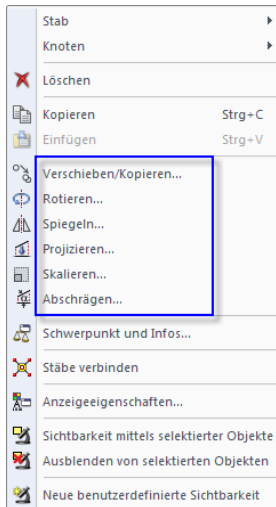
Die Schaltfläche  öffnet einen weiteren Dialog mit nützlichen Optionen, die im [Kapitel 11.4.1](#) auf [Seite 299](#) beschrieben sind.

11.4.4 Projizieren

Diese Funktion ermöglicht es, selektierte Objekte auf eine Ebene zu projizieren. Damit lässt sich beispielsweise der Neigungswinkel von Riegel- oder Sparrenstäben anpassen.

Beispiel

Ein Stab wird in X-Richtung auf die YZ-Ebene projiziert.



Kontextmenü
selektierter Objekte

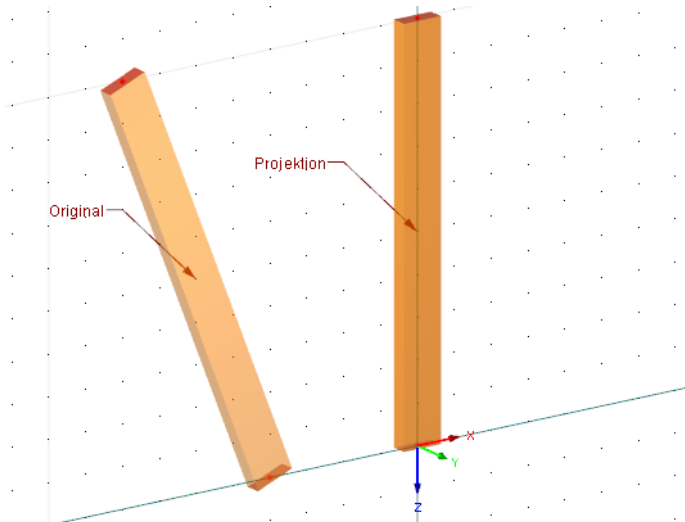


Bild 11.82: Originalstab und projizierte Kopie auf die YZ-Ebene



Der Dialog zur Eingabe der Projektionsparameter wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Projizieren**

oder das Kontextmenü der selektierten Objekte.

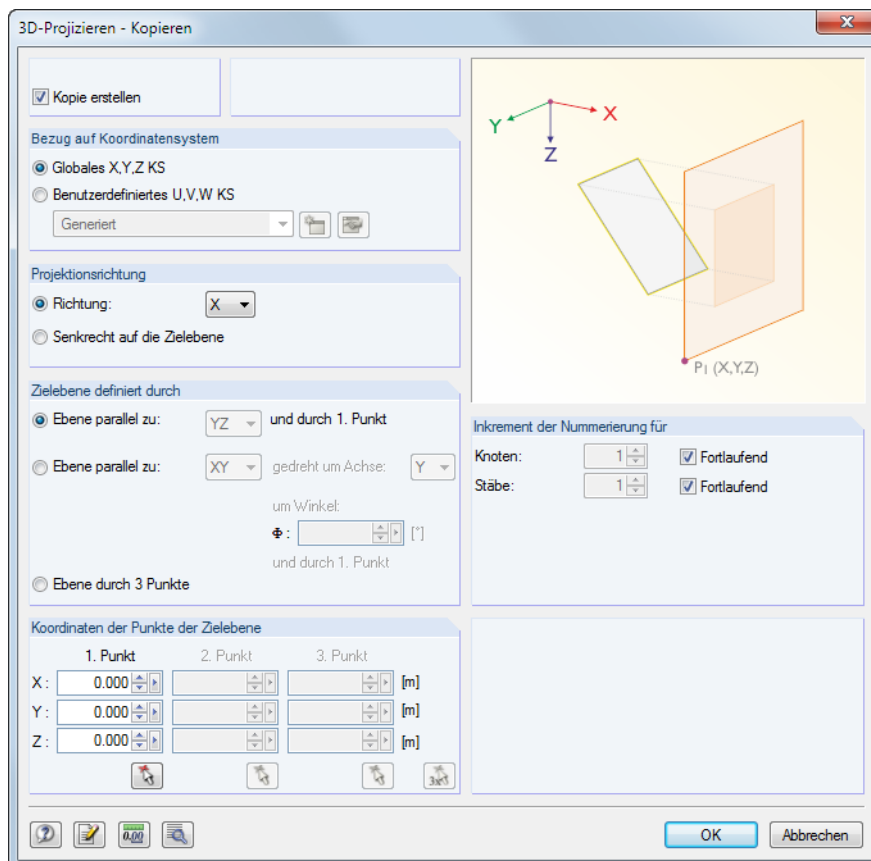


Bild 11.83: Dialog 3D-Projizieren - Kopieren


Soll das Original erhalten bleiben, so ist das Kontrollfeld *Kopie erstellen* anzuhaken.

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.

Die *Zielebene* kann über drei Auswahlfelder festgelegt werden:

- Die Zielebene 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 zu wählen. Im Abschnitt *Koordinaten der Punkte in Zielebene* ist noch ein Punkt anzugeben, 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 ist das zweite Auswahlfeld zu aktivieren. In der Liste sind die relevante Ebene auszuwählen und die Drehachse und der Drehwinkel festzulegen. Im Abschnitt *Koordinaten der Punkte in Zielebene* ist noch ein Punkt anzugeben, der in dieser Ebene liegt.
- Die Zielebene liegt frei im Raum. In diesem Fall ist das dritte Auswahlfeld zu aktivieren. Im Abschnitt *Koordinaten der Punkte in Zielebene* ist die Ebene dann über drei Punkte festzulegen.

Falls eine Kopie erzeugt wird, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Objekte genommen werden.

Die Schaltfläche  öffnet einen weiteren Dialog mit nützlichen Optionen, die im [Kapitel 11.4.1](#) auf [Seite 299](#) beschrieben sind.

11.4.5 Skalieren

Diese Funktion ermöglicht es, selektierte Objekte mit Bezug auf einen Punkt zu skalieren.

Beispiel

Ein Stab wird vom Ursprung ausgehend gleichmäßig in alle drei Richtungen um den Faktor 2 gestreckt.

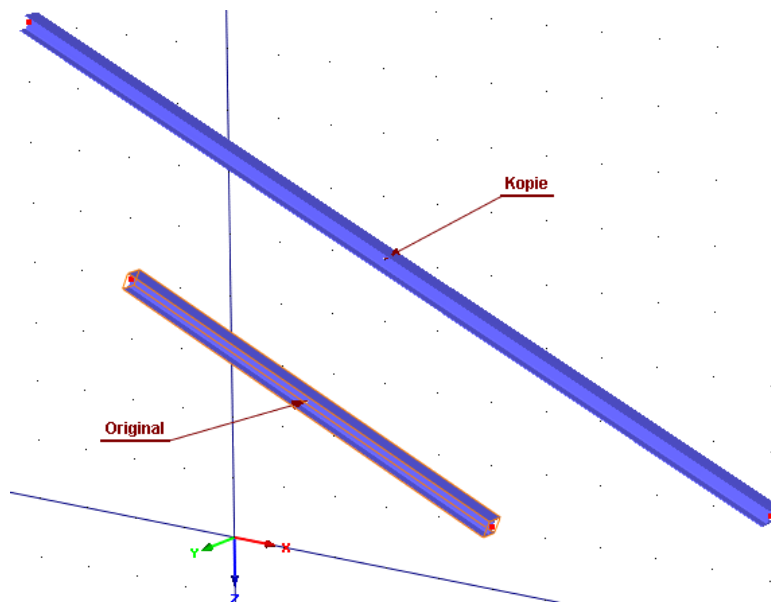


Bild 11.84: Originalstab und skalierte Kopie



Der Dialog zur Eingabe der Skalierungsparameter wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → Skalieren

oder das Kontextmenü der selektierten Objekte (siehe links neben [Bild 11.82](#)).

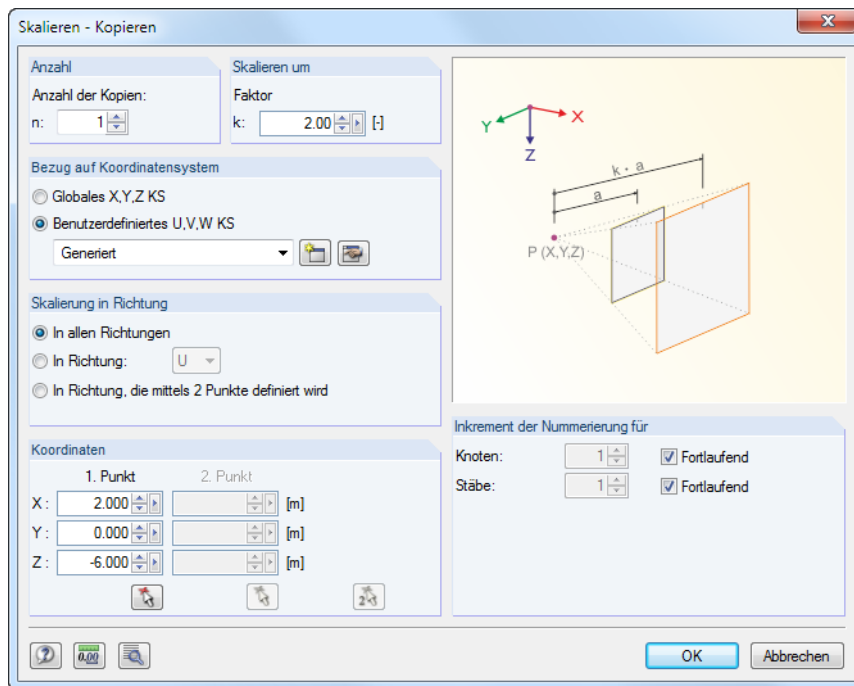


Bild 11.85: Dialog *Skalieren - Kopieren*

Wenn als *Anzahl* der Kopien **0** eingestellt ist, so werden die selektierten Objekte gestreckt. Ansonsten wird die angegebene Anzahl an Kopien erzeugt.

Der Abschnitt *Skalieren um* verwaltet den Maßstabsfaktor k (siehe Grafik rechts im Dialog).

Es stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl, die *Skalierung in Richtung* zu definieren:

| | | |
|--|---|--|
| | Gleichmäßig in X, Y, Z | Es werden <u>alle</u> Objektkoordinaten (X, Y und Z) auf den im Abschnitt <i>Koordinaten</i> definierten Ausgangspunkt bezogen skaliert. |
| | In Richtung: X / Y / Z | Eine der globalen Achsen muss festgelegt werden. Es werden <u>nur diese</u> Koordinaten der Objekte auf den Ausgangspunkt bezogen skaliert, der im Abschnitt <i>Koordinaten</i> definiert ist. |
| | In Richtung, die mittels zwei Punkte definiert wird | Im Abschnitt <i>Koordinaten</i> ist ein Vektor anhand von zwei Punkten anzugeben, in dessen Richtung skaliert wird. |

Tabelle 11.7: Abschnitt *Skalierung in Richtung*

Falls eine Kopie erzeugt wird, so kann im Abschnitt *Inkrement der Nummerierung* Einfluss auf die Nummerierung der neuen Objekte genommen werden.

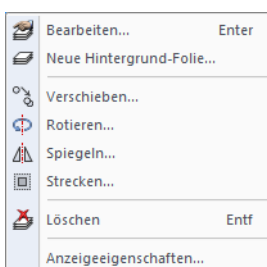
Die Schaltfläche öffnet einen weiteren Dialog mit nützlichen Optionen, die im [Kapitel 11.4.1](#) auf [Seite 299](#) beschrieben sind.

Es ist auch möglich, Hintergrundfolien zu skalieren. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Hintergrund-Folien** → **Strecken**

oder das Hintergrundfolien-Kontextmenü im *Daten-Navigator*.

Im Dialog *Hintergrund-Folie auswählen* ist zunächst die relevante Folie anzugeben. Der Streckfaktor kann dann im Dialog *Hintergrund-Folie strecken* festgelegt werden (siehe [Bild 11.86](#)).



Hintergrundfolie-Kontextmenü

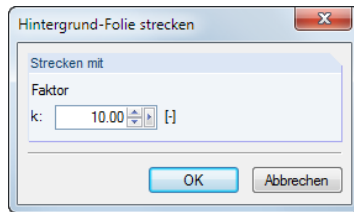


Bild 11.86: Dialog *Hintergrundfolie strecken*

11.4.6 Abschrägen

Die Funktion rotiert Objekte um eine Achse und passt dabei nur die Koordinaten einer einzigen Richtung an. Das Abschrägen kann beispielsweise benutzt werden, um horizontale Stäbe in die Neigungsebene eines Daches zu versetzen. Die Stablängen werden angepasst, die horizontalen Komponenten der Koordinaten bleiben unverändert.

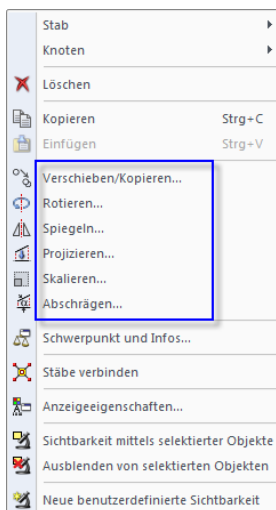


Vor dem Aufruf der Funktion sind sowohl die Stäbe als auch die zugehörigen Knoten zu selektieren.

Der Dialog zur Parametereingabe für das Abschrägen wird aufgerufen über Menü

Bearbeiten → **Abschrägen**

oder das Kontextmenü der selektierten Objekte.



Kontextmenü
selektierter Objekte

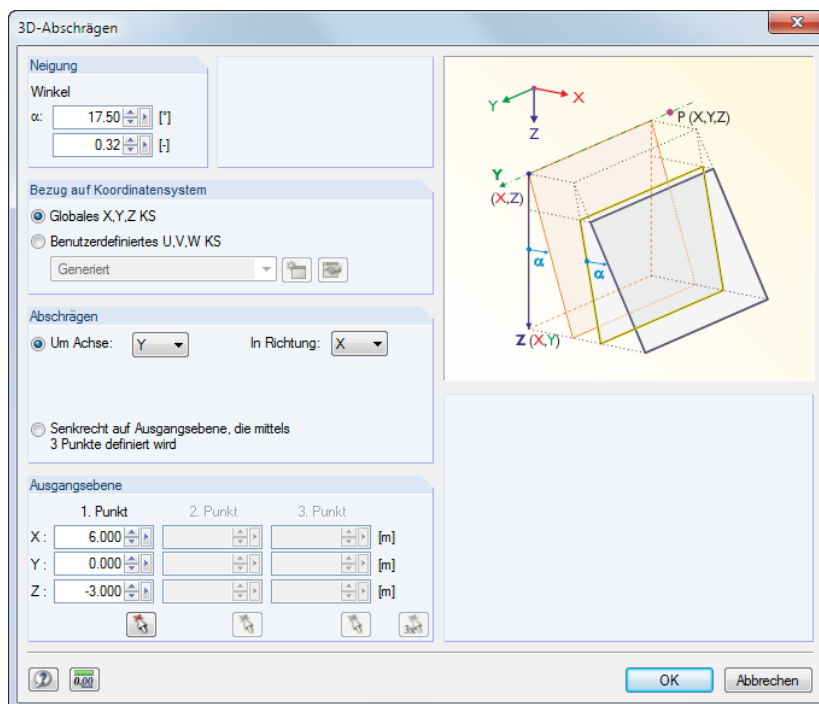


Bild 11.87: Dialog *3D-Abschrägen*

Im Abschnitt *Neigung* ist der Drehwinkel in [°] oder [%] anzugeben.

Die Parameter für das *Abschrägen* können über zwei Auswahlfelder festgelegt werden:



- Die Drehachse verläuft parallel zu einer Ebene, die durch die Achsen des globalen XYZ-Achsensystems aufgespannt wird. In diesem Fall ist das Auswahlfeld *Um Achse* zu aktivieren und in der Liste die relevante Drehachse zu wählen. In der Liste *In Richtung* ist anschließend die globale Achse festzulegen, die für die Anpassung der Knotenkoordinaten maßgebend ist. Der Drehpunkt muss dann im Abschnitt *Ausgangsebene* angegeben werden.



- Die Drehachse liegt beliebig im Raum. In diesem Fall ist die zweite Option zu aktivieren. Im Abschnitt *Ausgangsebene* sind die beiden Punkte der Drehachse sowie ein weiterer Punkt zur Bestimmung der Ebene anzugeben. Die Auswahl der Punkte kann auch grafisch erfolgen.

11.4.7 Stäbe teilen

Stäbe lassen sich schnell teilen: Klicken Sie den Stab mit der rechten Maustaste an und wählen im Kontextmenü die Funktion *Stab teilen*.

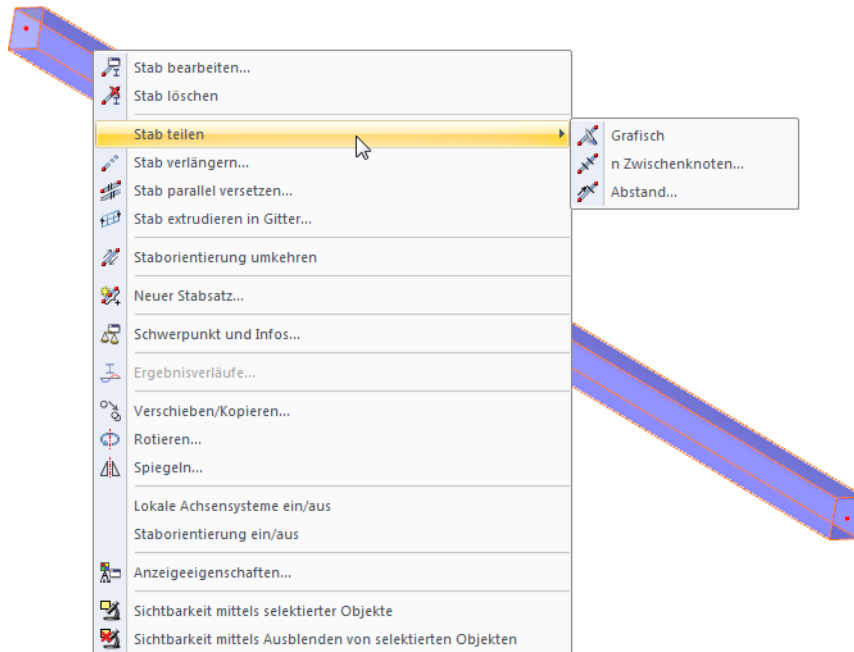


Bild 11.88: Kontextmenü *Stab teilen*

Das Kontextmenü bietet drei Teilungsmöglichkeiten an.

Grafisch

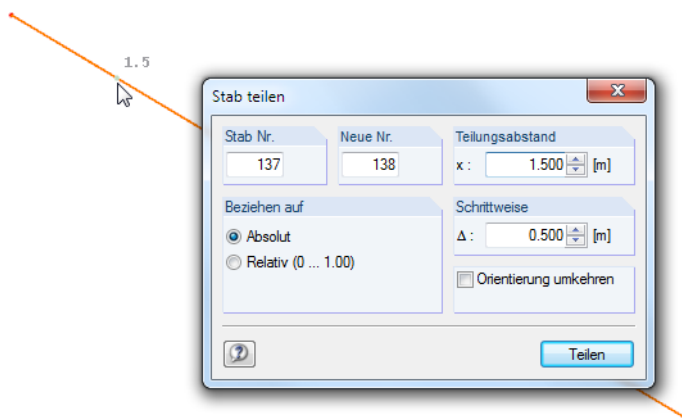


Bild 11.89: Dialog *Stab teilen*

Es erscheint der Dialog *Stab teilen*. Wird der Mauszeiger entlang des Stabes bewegt, so wird er in den Abständen der eingestellten Schrittweite gefangen. Ein Mausklick legt den Teilungspunkt dann fest. Der *Bezug* der Teilungsabstände kann in absoluten Strecken oder relativ zur Gesamtlänge vorgegeben werden.

Im Dialog kann der *Teilungsabstand* auch direkt eingetragen werden. Zuvor sind der zu teilende Stab im Feld *Stab-Nr.* und die Nummer des neuen Stabes im Feld *Neue Nr.* anzugeben. Soll der Teilungsabstand auf das Stabende bezogen werden, kann die Stabrichtung mit dem Kontrollfeld *Orientierung umkehren* geändert werden.

n Zwischenknoten

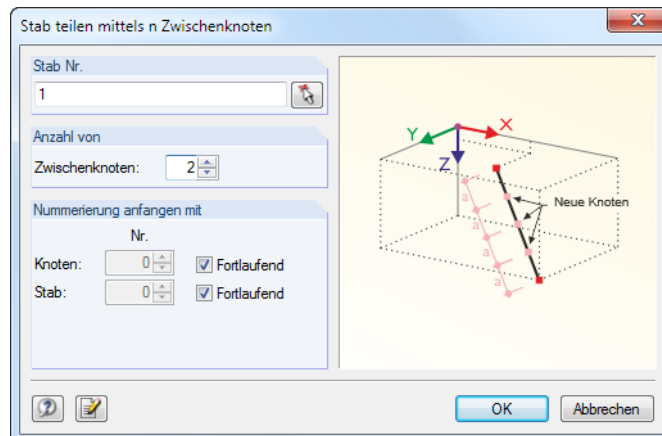


Bild 11.90: Dialog *Stab teilen mittels n Zwischenknoten*

Mit dieser Funktion wird der Stab gleichmäßig in mehrere Teilstücke aufgeteilt. Im Abschnitt *Anzahl* kann die Anzahl der *Zwischenknoten* für die Teilung festgelegt werden.

Im Abschnitt *Nummerieren anfangen mit* kann die Nummerierung der neuen Knoten und Stäbe beeinflusst werden.

Abstand

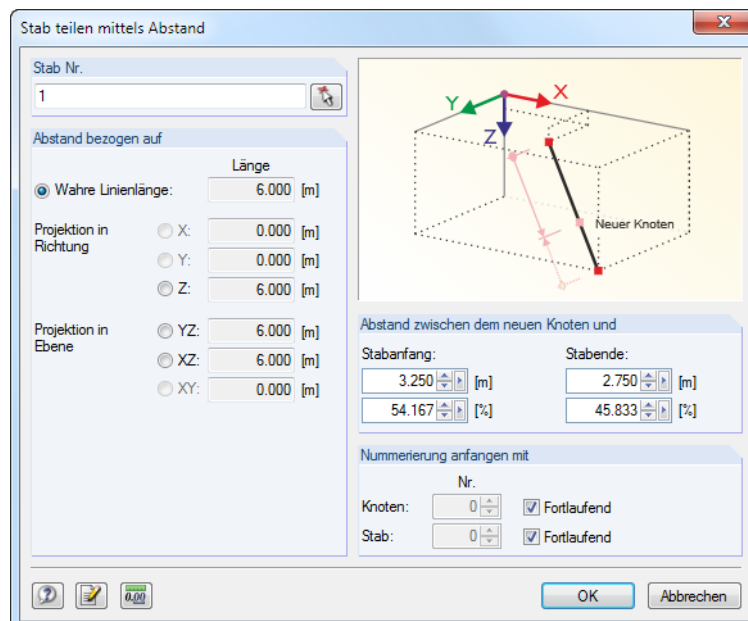


Bild 11.91: Dialog *Stab teilen mittels Abstand*

Diese Funktion erzeugt einen Teilungsknoten an einer bestimmten Stelle des Stabes.

Der Abschnitt *Abstand beziehen auf* steuert den Bezug des Teilungsabstandes: Der Abstand kann auf die wahre Stablänge (Regelfall) oder auf eine Projektion bezogen werden.

Der *Abstand des neuen Knotens* vom Anfangs- oder Endknoten des Stabes ist als Absolutwert oder relativ zur Gesamtlänge anzugeben. Die vier Eingabefelder wirken interaktiv.



Zur Eingabe des Abstandes ist es wichtig, die Stabrichtung zu kennen. Die Orientierungen und Achsensysteme der Stäbe lassen sich über das Kontextmenü oder im *Zeigen-Navigator* einblenden (siehe Bild 4.71, Seite 76 und Bild 4.73, Seite 77).

Der Abschnitt *Nummerieren anfangen mit* steuert die Nummerierung der neuen Objekte.

11.4.8 Stäbe verbinden

Diese Funktion verbindet Stäbe, die sich kreuzen, jedoch keinen gemeinsamen Knoten besitzen.

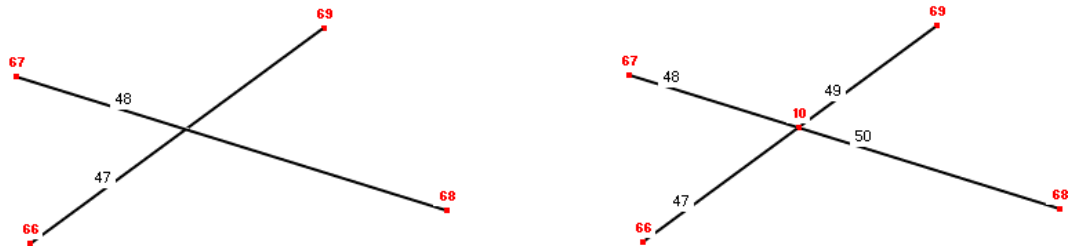


Bild 11.92: Links Original (kreuzende, unverbundene Stäbe) und rechts Ergebnis (verbundene Stäbe)

Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Stäbe verbinden**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 11.93: Schaltfläche *Stäbe verbinden*

Ziehen Sie im Arbeitsfenster einfach ein Fenster über dem Bereich auf, in dem Sie die Stäbe verbinden wollen. Die Objekte brauchen nicht vollständig erfasst werden.

Diese Funktion lässt sich auch zum grafischen Setzen neuer Stäbe nutzen (siehe Bild 11.94). Verbindungsknoten werden jedoch nur dann erzeugt, wenn Stäbe an andere Stäbe angeschlossen werden, d. h. dort enden. Beim Setzen eines Diagonalverbandes wird kein Kreuzungsknoten generiert.

Im Dialog *Neuer Stab* kann über die Schaltfläche festgelegt werden, ob die Stäbe beim Setzen automatisch verbunden werden.

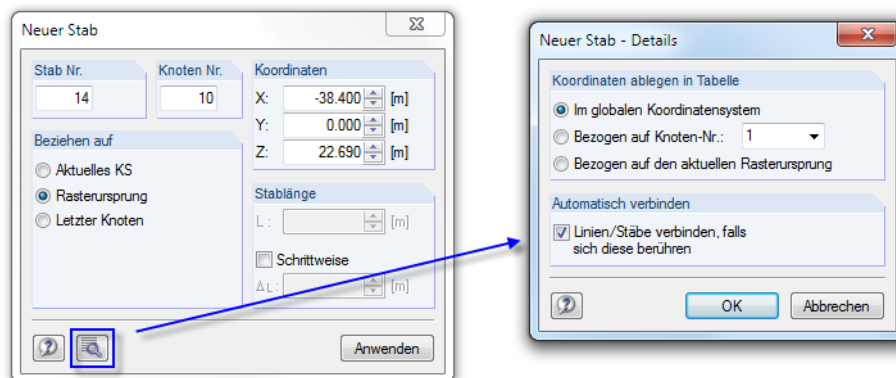


Bild 11.94: Dialog *Neuer Stab - Details*

11.4.9 Stäbe verschmelzen

Aneinander anschließende Stäbe lassen sich zu einem einzigen Stab vereinen. Diese Funktion steht nur im Knoten-Kontextmenü zur Verfügung, das mit einem Klick mit der rechten Maustaste auf den Teilungsknoten aufgerufen wird.

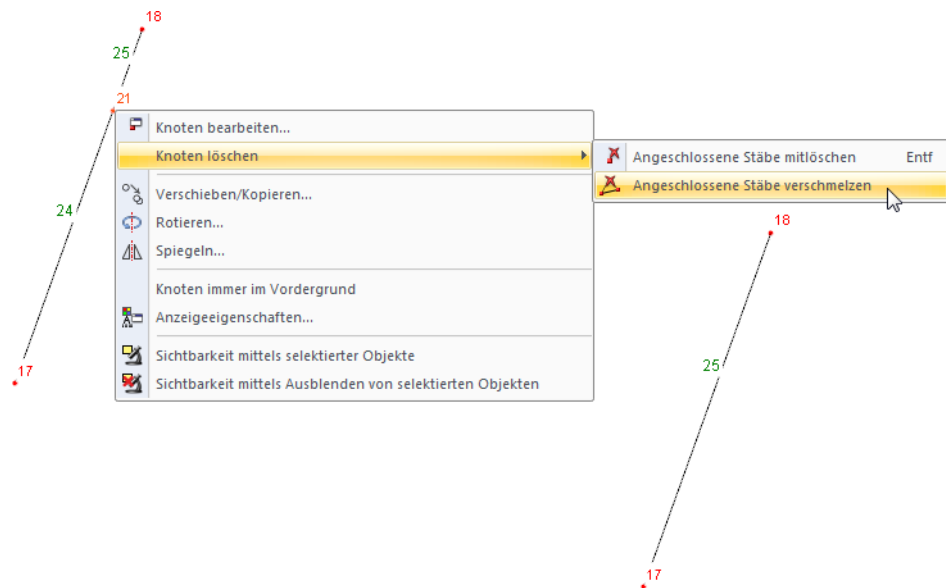


Bild 11.95: Kontextmenü *Knoten löschen* → *Angeschlossene Stäbe verschmelzen* mit Ergebnis

Während die [Entf]-Taste den selektierten Knoten und damit die angeschlossenen Stäbe löscht, bestehen im Kontextmenü erweiterte Möglichkeiten zum *Knoten löschen* – jedoch nur für Knoten, an die genau zwei Stäbe anschließen.

Falls die Stäbe nicht auf einer Geraden liegen, erzeugt RSTAB beim Verschmelzen einen neuen Stab zwischen den Randknoten.

11.4.10 Stäbe verlängern

Mit dieser Funktion kann die Länge eines Stabes allgemein angepasst oder der Stab bis zu einem anderen Stab verlängert werden.

Diese Bearbeitungsfunktion wird über das links dargestellte Stab-Kontextmenü aufgerufen.

Es erscheint der Dialog *Stab verlängern*.



Stab-Kontextmenü

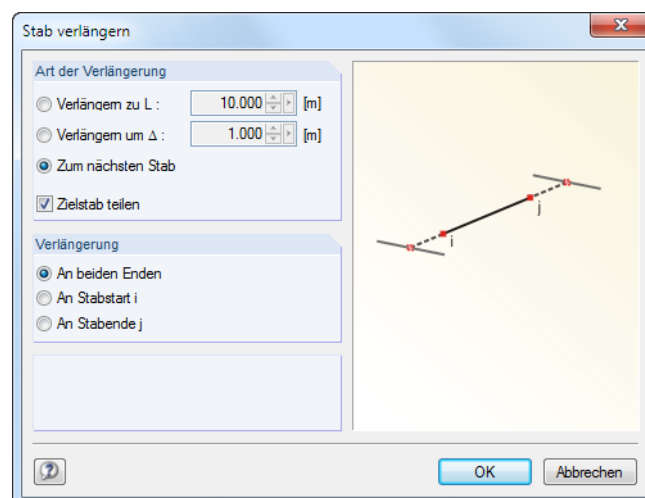


Bild 11.96: Dialog *Stab verlängern*

Der Abschnitt *Art der Verlängerung* bietet drei Auswahlfelder an:

- *Verlängern zu L* ändert die Gesamtlänge des Stabes auf das benutzerdefinierte Maß.
- *Verlängern um Δ* verlängert eine oder beide Stabseiten um einen bestimmten Betrag oder verkürzt diese Seite(n), 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* angehakt ist, so werden die Stäbe automatisch verbunden.

Die *Richtung der Verlängerung* ist im Abschnitt unterhalb anzugeben: *Von beiden Enden* bewirkt eine beidseitige Anpassung. Dabei wird entweder die Gesamtlänge L auf die Stabmitte bezogen, oder es wird der Stab beidseits um den Wert Δ bzw. bis zu den beiden nächsten Stäben verlängert. Alternativ werden die Auswahlfelder *Vom Stabanfang i* oder *Vom Stabende j* benutzt, um die Länge des Stabes nur auf einer Seite anzupassen.

Die Staborientierungen können über das Stab-Kontextmenü und den *Zeigen*-Navigator eingeblendet werden (siehe [Bild 4.71](#), [Seite 76](#)).

11.4.11 Stäbe anschließen

Bei dieser Funktion ist es – anders als beim Verbinden von Stäben (siehe [Kapitel 11.4.8](#), [Seite 309](#)) – nicht erforderlich, dass ein gemeinsamer Schnittpunkt vorliegt. Damit können freie Stäbe, die sich in einem gewissen Abstand von einem Stab befinden, an die Knoten dieses Stabes angeschlossen werden. Falls jedoch der Anschluss in Verlängerung eines Stabes erfolgen soll, so ist die Funktion *Stab verlängern* zu verwenden (siehe [Kapitel 11.4.10](#)).



Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Stäbe anschließen**.

Es erscheint folgender Dialog.

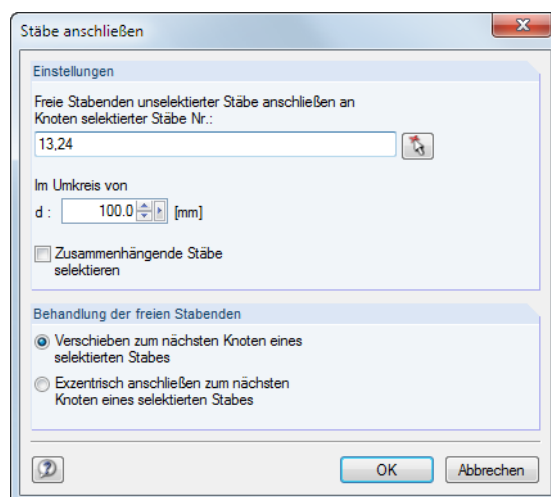



Bild 11.97: Dialog *Stäbe anschließen*

Im Abschnitt *Einstellungen* ist die Nummer des Stabes anzugeben oder mit  grafisch auszuwählen, an dessen Knoten die freien Stäbe angeschlossen werden sollen. Das Eingabefeld unterhalb gibt den *Umkreis* vor, in dem freie Stabenden gesucht werden. Falls das Kontrollfeld *Zusammenhängende Stäbe selektieren* angehakt ist, werden auch Stäbe, die mit einem bereits selektierten Stab verbunden sind, in die Stabliste des oberen Eingabefeldes aufgenommen.

Der Abschnitt *Behandlung der freien Stabenden* steuert, wie die freien Stabenden mit den selektierten Stäben verbunden werden: Sie werden entweder an die Knoten der selektierten Stäbe verschoben oder durch exzentrische Anschlüsse mit ihnen verbunden.

11.4.12 Knoten einfügen

Mit dieser Funktion kann ein neuer Knoten zwischen zwei beliebigen Knoten erzeugt werden. Damit ist es nicht erforderlich, einen Stab zu definieren und dann durch einen Zwischenknoten zu teilen (siehe Kapitel 11.4.7, Seite 307).

Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Modelldaten** → **Knoten** → **Knoten zwischen zwei Punkten**

oder die [Knoten]-Listenschaltfläche.

Die beiden Punkte (Knoten, Rasterpunkte, beliebige Punkte) sind nacheinander im Arbeitsfenster anzuklicken. Danach erscheint folgender Dialog.

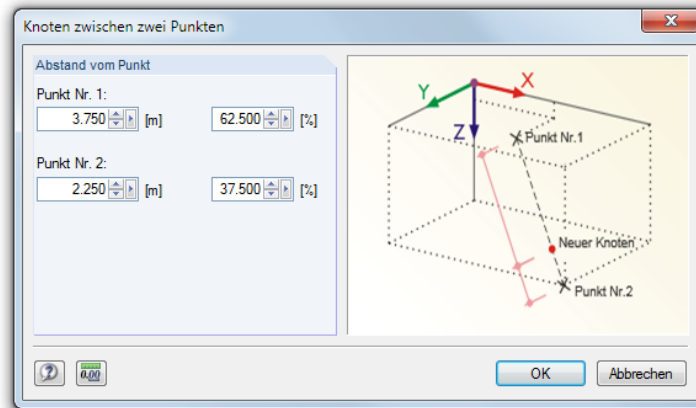
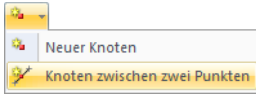


Bild 11.98: Dialog *Knoten zwischen zwei Punkten*

Der *Abstand vom Punkt* kann in Absolut- oder Relativwerten festgelegt werden. Das Arbeitsfenster zeigt Änderungen sofort an. Mit [OK] wird dann der neue Knoten erzeugt.

11.4.13 Stab einfügen

Diese Funktion ermöglicht es, an einem bestehenden Stab einen Abschnitt zu definieren, der andere Querschnittseigenschaften besitzt. Der ursprüngliche Stab wird dabei durch zwei Zwischenknoten geteilt.



Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Modelldaten** → **Stäbe** → **Grafisch** → **Eingefügter Stab**.

Nach der Auswahl des Stabes erscheint folgender Dialog.

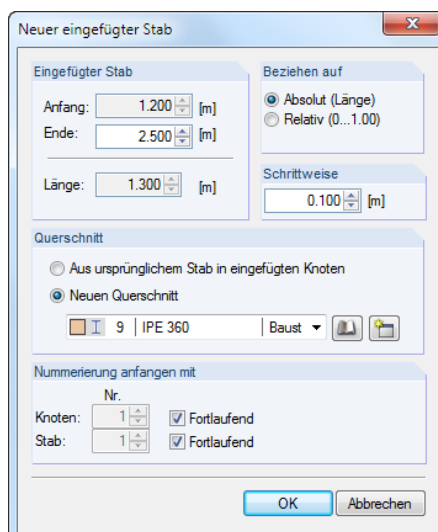
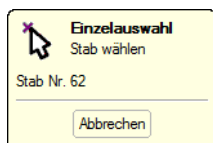


Bild 11.99: Dialog *Neuer eingefügter Stab*

Die beiden Teilungspunkte sind im Arbeitsfenster mit Mausklicks festzulegen. Ein Kreuz an der Mauszeigerposition kennzeichnet den aktuellen Teilungspunkt am Stab. Die Abstände, in denen der Mauszeiger entlang des Stabes wandert, werden über das Eingabefeld *Schritt* gesteuert.

In den beiden Eingabefeldern des Abschnitts *Eingefügter Stab* werden die x-Stellen der Anfangs- und Endknoten angezeigt und können dort ggf. manuell geändert werden. Unterhalb erscheint die *Länge* des Zwischenstabes.

Der Abschnitt *Bezug* steuert, ob sich die Teilungsabstände auf die absoluten Längen oder die relativen Abstände vom Stabanfang beziehen.



Der *Querschnitt* kann entweder belassen oder aus bereits definierten Profilen der Liste neu zugewiesen werden. Die links dargestellten Schaltflächen ermöglichen es, einen Querschnitt aus der [Bibliothek] zu wählen oder [Neu] anzulegen.

Der Abschnitt *Nummerieren anfangen mit* steuert die Nummerierung der neuen Objekte.

11.4.14 Stabeigenschaften grafisch zuordnen

Mit dieser Funktion können die Stab-Definitionskriterien Querschnitt, Gelenk und Exzentrizität grafisch auf bereits angelegte Stäbe übertragen werden.



Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Einfügen → **Modelldaten** → **Stäbe** → **Stabeigenschaften grafisch zuordnen** bzw.
Bearbeiten → **Modelldaten** → **Stäbe** → **Stabeigenschaften grafisch zuordnen**.

Es erscheint folgender Dialog.

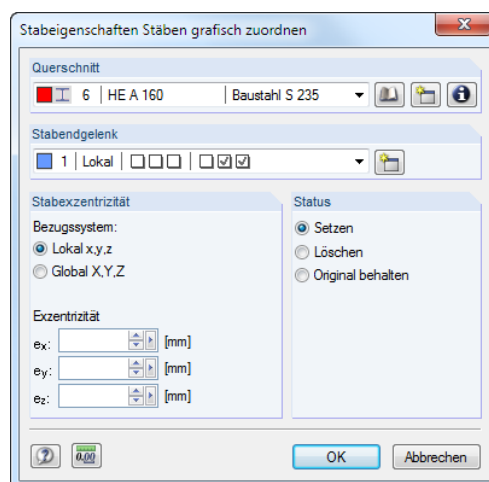


Bild 11.100: Dialog *Stabeigenschaften Stäben grafisch zuordnen*



Der *Querschnitt* kann in der Liste gewählt oder über die links dargestellten Schaltflächen aus der [Bibliothek] gewählt bzw. [Neu] angelegt werden. Falls erforderlich, wird das *Stabengelenk* ebenfalls in der Liste festlegt oder als Gelenktyp [Neu] erstellt (siehe [Kapitel 4.4, Seite 62](#)).

Die *Stabexzentrizität* kann auf das lokale Stabachsensystem x,y,z oder das globale Koordinatensystem X,Y,Z bezogen werden und ist – sofern relevant – in den entsprechenden Eingabefeldern zu definieren (siehe [Kapitel 4.5, Seite 68](#)).

Der Abschnitt *Status* steuert, ob eine Stabexzentrizität neu zugewiesen (*Setzen*) oder entfernt (*Löschen*) wird. *Original behalten* ändert nur den Querschnitt und das Stabengelenk, nicht aber eine vorhandene Exzentrizität.

Nach [OK] sind die Stäbe grafisch in den Drittelpunkten geteilt (siehe [Bild 4.51, Seite 64](#)). Nun können die Stabseiten angeklickt werden, die die gewählten Eigenschaften (z. B. ein Gelenk) erhalten sollen. Wird ein Stab im Mittelbereich angeklickt, so wird das Gelenk oder die Exzentrizität beiden Stabenden zugeordnet.

11.4.15 Ecke abrunden



Ecken im Modell können zu Momentenspitzen führen. Die Funktion, Ecken realitätsnah mit Ausrundungsstäben zu modellieren, wird aufgerufen über Menü

Extras → Ecke abrunden oder abwinkeln.

Die beiden Stäbe brauchen vorher nicht selektiert werden. Es erscheint folgender Dialog.

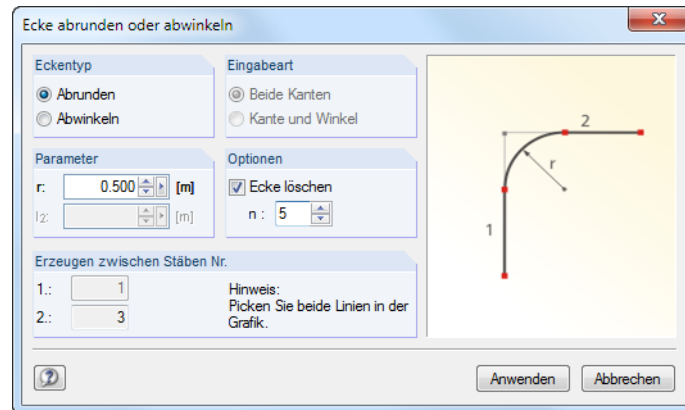


Bild 11.101: Dialog *Ecke abrunden oder abwinkeln*

Im Abschnitt *Eckentyp* ist anzugeben, ob der Eckbereich abgerundet oder abgewinkelt werden soll. Je nach Vorgabe ist im Abschnitt *Parameter* der Ausrundungsradius r oder die Verkürzung um die Längen l_1 und l_2 anzugeben.

Beim Abrunden kann im Abschnitt *Optionen* die Anzahl n der Stäbe festgelegt werden, die die Rundung als Polygonzug abbilden sollen (mindestens 3). Ist das Kontrollfeld *Ecke löschen* aktiv, werden die Überstände der ursprünglichen Stäbe im Eckbereich mitsamt Eckknoten gelöscht.

Die beiden Stäbe sind – ohne Schließen des Dialogs – im Arbeitsfenster per Mausklick auszuwählen. Im Abschnitt *Erzeuge zwischen Stäben Nr.* werden die Nummern der Stäbe angezeigt.

11.4.16 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 anzupassen. Diese Funktionen sind enthalten im Menü

Extras → Umnummerieren.

Die Belastungen stellen kein Problem beim Ändern der Nummerierung dar, denn die zugewiesenen Lasten werden automatisch auf die neuen Nummern der Objekte übertragen.

Einzeln

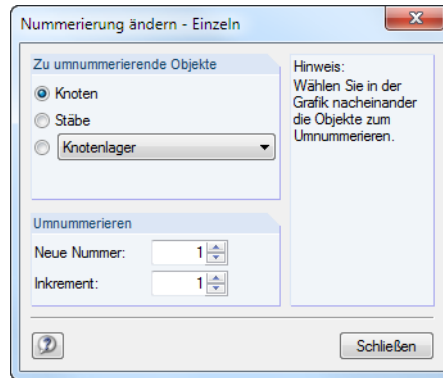


Bild 11.102: Dialog *Nummerierung ändern - Einzel*

Im Abschnitt *Objekt zum Umnummerieren* wird festgelegt, ob Knoten, Stäbe oder andere Modellobjekte der Liste umnummeriert werden sollen. Die Startnummer der neuen Nummerierung sowie das Inkrement sind im Abschnitt *Umnummerierung* anzugeben.

Schließen

Nach dem [Schließen] des Dialogs können die relevanten Objekte nacheinander im Arbeitsfenster angeklickt werden. Dabei ist zu beachten, dass RSTAB nur freie, noch nicht belegte Nummern vergeben kann.

Automatisch

Zunächst sind die Knoten und Stäbe zu selektieren (siehe [Kapitel 11.2.1, Seite 269](#)), deren Nummerierung angepasst werden soll. Anschließend ist folgender Dialog aufzurufen.

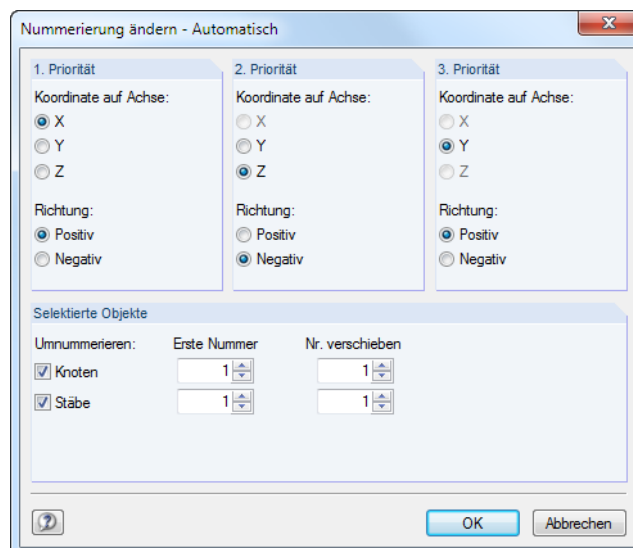


Bild 11.103: Dialog *Nummerierung ändern - Automatisch* für Knoten und Stäbe

Im Dialog ist anzugeben, welche *Priorität* die globalen Richtungen X, Y oder Z für die neue Nummerierung haben. Zudem muss festgelegt werden, ob die aufsteigende Nummerierung in *Richtung* der jeweiligen positiven oder negativen Achse erfolgen soll.

Im Beispiel oben erhalten zunächst die Knoten (und Stäbe) mit den kleinsten X-Koordinaten neue Nummern. Die Knoten werden in positiver X-Richtung abgearbeitet. Wenn 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.

Der Abschnitt *Selektierte Objekte* regelt, welche Knoten und Stäbe neu nummeriert und welche Startnummern und Inkremente beim Umnummerieren verwendet werden sollen. Bereits besetzte

Nummern dürfen nicht vergeben werden. RSTAB erlaubt aber die Vorgabe belegter Nummern, wenn sie durch das Umnummerieren frei werden.

Verschieben

Zunächst sind die Objekte zu selektieren, deren Nummerierung angepasst werden soll. Anschließend ist über das Menü **Extras** → **Umnummerieren** folgender Dialog aufzurufen.

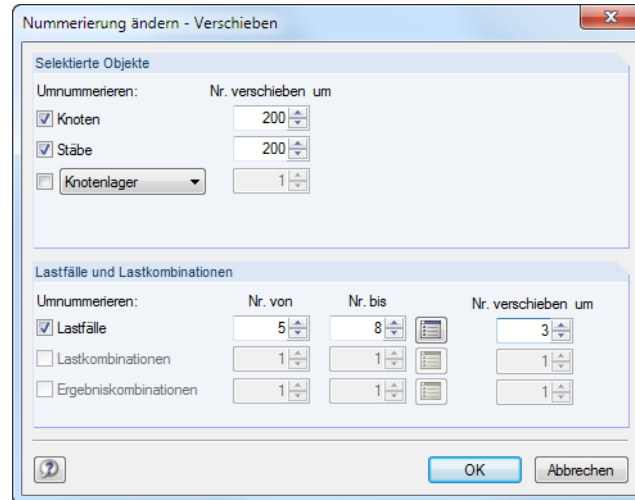
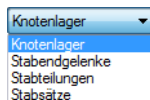


Bild 11.104: Dialog *Nummerierung ändern - Verschieben*



Im Abschnitt *Selektierte Objekte* ist festzulegen, welche Objekte umnummeriert werden sollen: Neben Knoten und Stäben stehen in der Liste weitere Objekte des Modells zur Auswahl (siehe Bild links). In Spalte *Nr. verschieben um* kann dann angegeben werden, um welchen Wert die Nummern der gewählten Objekte höher gesetzt werden sollen. Mit negativen Inkrementen kann die Nummerierung auch herabgesetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass keine Nummern kleiner als 1 entstehen.

Im Abschnitt *Lastfälle und Lastkombinationen* kann die Nummerierung von Lastfällen, Last- und Ergebniskombinationen angepasst werden. Die Nummern der Lastfälle und Kombinationen sind als Liste in den Spalten *Nr. von* und *Nr. bis* anzugeben. Die Spalte *Nr. verschieben um* steuert, um welchen Wert die Nummern der Lastobjekte jeweils höher gesetzt werden.

Nach [OK] werden die Nummern verschoben. Dabei ist zu beachten, dass für die diversen Modell- und Lastobjekte nur freie, noch nicht belegte Nummern neu vergeben werden können.

11.5 Tabellenfunktionen

11.5.1 Bearbeitungsfunktionen

Die Bearbeitungsfunktionen sind Werkzeuge, die die Eingabe in den Tabellen erleichtern (siehe Kapitel 3.4.4, Seite 23). Im Gegensatz zu den im folgenden Kapitel 11.5.2 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.

Die Tabellen können über das Menü

Tabelle → Anzeigen



oder die links dargestellte Schaltfläche ein- und ausgeblendet werden.

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

Tabelle → Bearbeiten.



Einige Bearbeitungsfunktionen sind in der Symbolleiste der Tabelle zu finden.

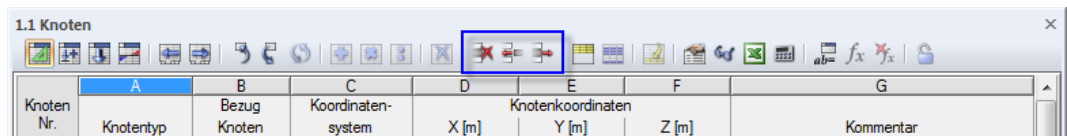


Bild 11.105: Schaltflächen für einige Bearbeitungsfunktionen in der Tabellen-Symbolleiste

Alternativ werden die Funktionen über das Kontextmenü in der Tabelle aufgerufen.

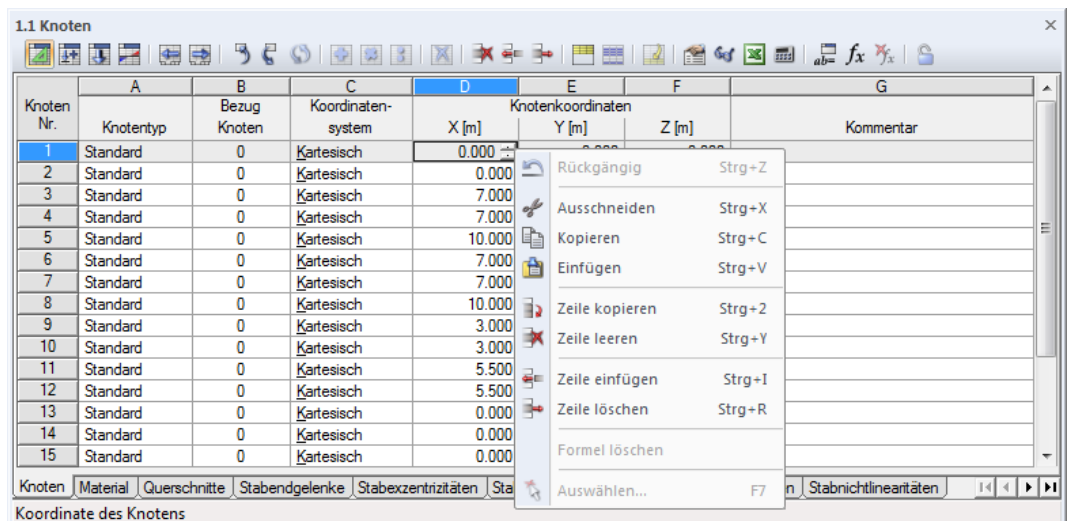


Bild 11.106: Bearbeitungsfunktionen im Tabellen-Kontextmenü

Funktionen und Steuerbefehle

| Funktion | | Wirkung |
|--|--|---|
| Ausschneiden [Strg+X] | | Der Inhalt der Zelle wird entfernt und in der Zwischenablage gesichert. |
| 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 erscheint eine Warnung. |
| 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 vollständig 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 11.8: Bearbeitungsfunktionen

11.5.2 Selektionsfunktionen

Die Selektionsfunktionen sind Werkzeuge, die die Eingabe in den Tabellen erleichtern. Im Gegensatz zu den im Kapitel 11.5.1 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 | 0.000 | 6.000 | 0.000 |
| Kartesisch | 7.000 | 6.000 | 0.000 |
| Kartesisch | 7.000 | 0.000 | 0.000 |
| Kartesisch | 7.000 | 6.000 | 4.000 |
| Kartesisch | 7.000 | 0.000 | 4.000 |
| Kartesisch | 10.000 | 3.000 | 4.000 |

Bild 11.107: 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 ist zunächst eine Selektion als zusammenhängender Block zu markieren. Dies erfolgt 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

Tabelle → Selektion.



Einige Selektionsfunktionen sind in der Symbolleiste der Tabelle zu finden.

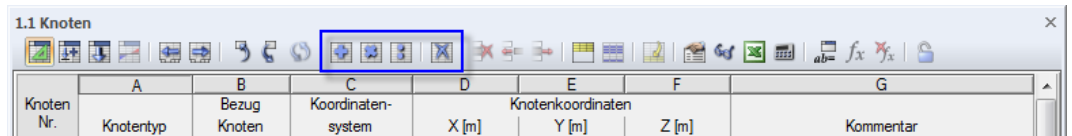


Bild 11.108: Schaltflächen für einige Selektionsfunktionen in der Tabellen-Symbolleiste

Alternativ können die Funktionen über das Kontextmenü in der Tabelle aufgerufen werden.

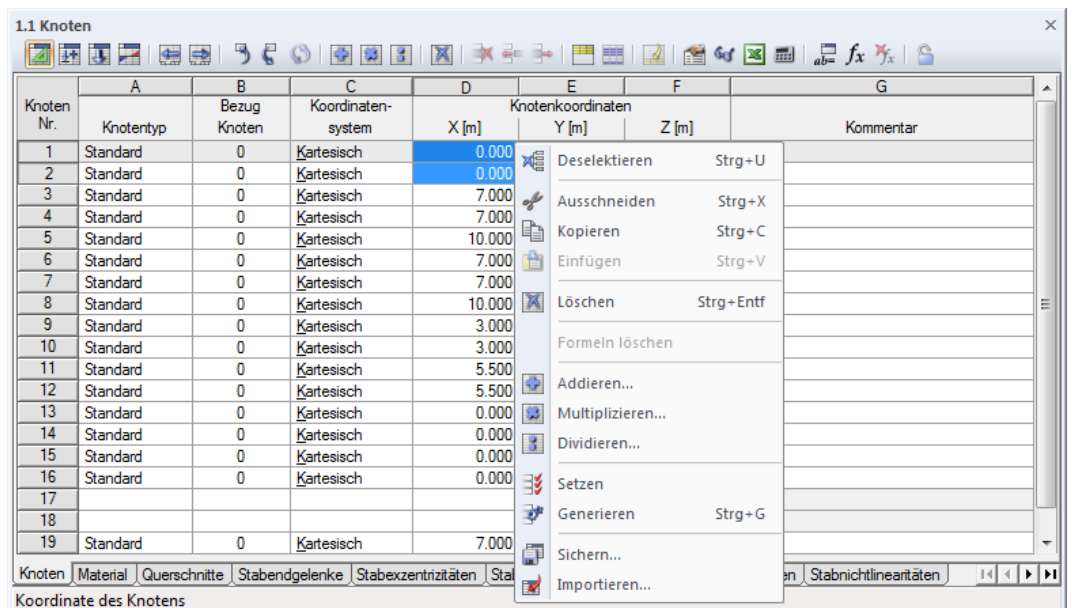


Bild 11.109: Selektionsfunktionen im Tabellen-Kontextmenü

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 der Selektion erhalten den Wert der jeweils zuoberst selektierten Zelle. |
| | Generieren [Strg+G] | Bei Zellen mit Zahlenwerten werden die Zellen zwischen der ersten und der letzten selektierten Zeile durch Interpolation der beiden Eckwerte generiert (siehe folgendes Beispiel). |
| | Sichern | Die Selektion wird als Datei abgespeichert. |
| | Einlesen | Eine Selektion, die als Datei abgespeichert wurde, wird geladen. |

Tabelle 11.9: Selektionsfunktionen

Beispiel: Generieren von Zellenwerten

Mit dieser Funktion können schnell leere Zellen ausgefüllt werden. Die Zwischenwerte werden durch eine lineare Interpolation aus dem Anfangswert der obersten Zelle (z. B. 6.000) und dem Endwert der letzten Zelle (z. B. 30.000) ermittelt.

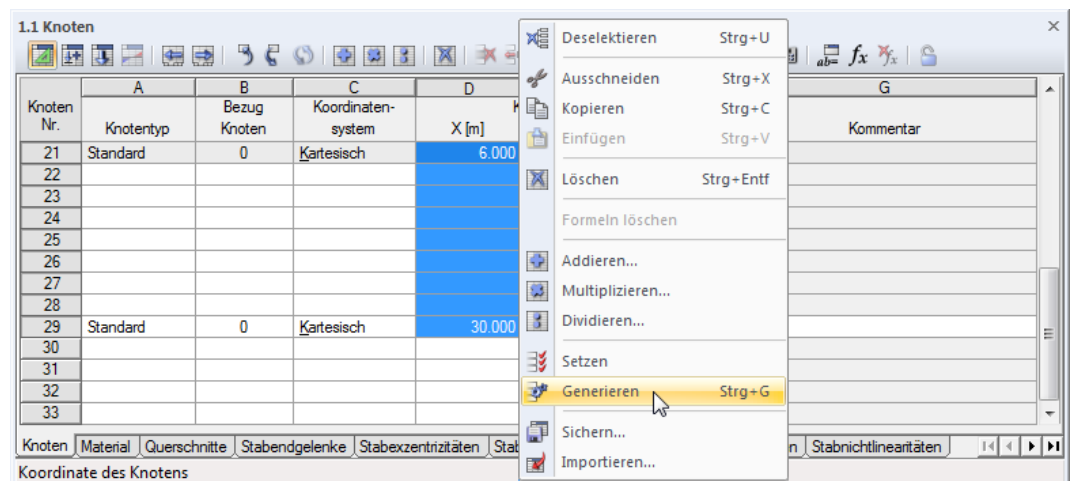


Bild 11.110: Kontextmenü der Selektion

Nach dem *Generieren* sind die Zellen dazwischen mit den interpolierten Werten ausgefüllt.

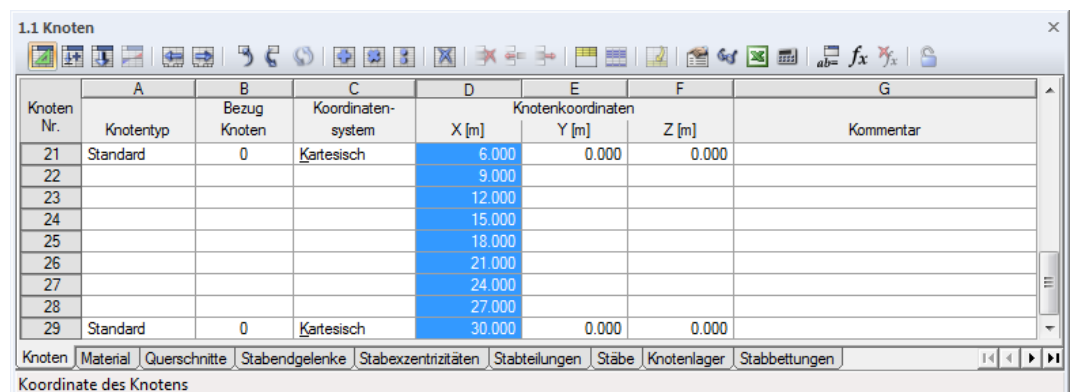


Bild 11.111: Ergebnis

11.5.3 Ansichtsfunktionen

Die Darstellung in der Tabelle kann über die verschiedenen Ansichtsfunktionen beeinflusst werden.

Ansichtsfunktionen aufrufen

Die Ansichtsfunktionen sind zugänglich über Menü

Tabelle → **Ansicht** und

Tabelle → **Organisation Lastfalldaten**.



Einige Ansichtsfunktionen sind auch in der Symbolleiste der Tabelle zugänglich.

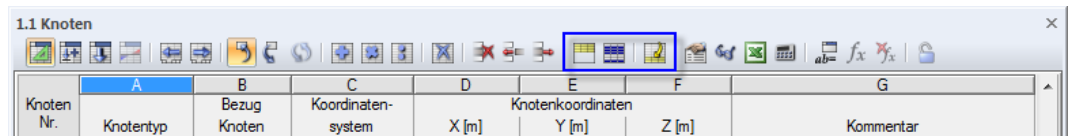


Bild 11.112: Schaltflächen für einige Ansichtsfunktionen in der Tabellen-Symbolleiste

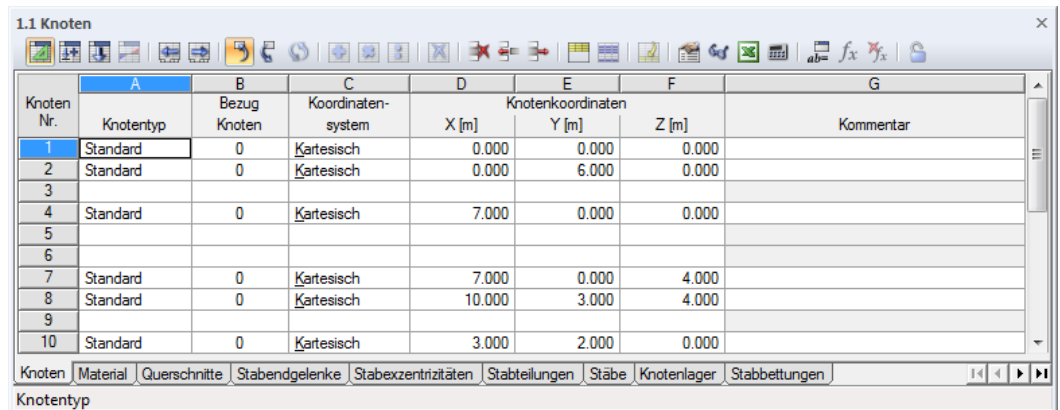
Funktionen

| | Funktion | Wirkung |
|--|---------------------------|--|
| | Nur ausgefüllte 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 Modellobjekte (Knoten, Stäbe, Stabsätze) selektiert. Die Funktion ist nur in den Lasten-Tabellen 3 verfügbar. |
| | Lasten komprimieren | In den Belastungstabellen werden Objekte mit gleichen Lasten in einer einzigen Zeile zusammengefasst. |
| | Lasten zeilenweise | Die Lasten werden für jedes Objekt einzeln aufgelistet. |
| | Ergebnisfilter | Die Tabellenausgabe kann auf bestimmte Ergebnisarten beschränkt werden (siehe Kapitel 11.5.5, Seite 324). |
| | Info über Querschnitt | Die Kennwerte des aktuellen Profils werden angezeigt. |
| | Ergebnisverläufe | Die Ergebnisse des selektierten Stabes werden in einem neuen Fenster grafisch angezeigt (siehe Kapitel 9.5, Seite 207). |
| | 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. |
| | Tabellenzeile hervorheben | Die Tabellenzeile, in der sich Mauszeiger befindet, wird farbig hinterlegt oder nicht markiert. |

Tabelle 11.10: Ansichtsfunktionen

Beispiel: Nur ausgefüllte Zeilen

Eine Tabelle enthält Leerzeilen, die die Übersichtlichkeit beeinträchtigen.

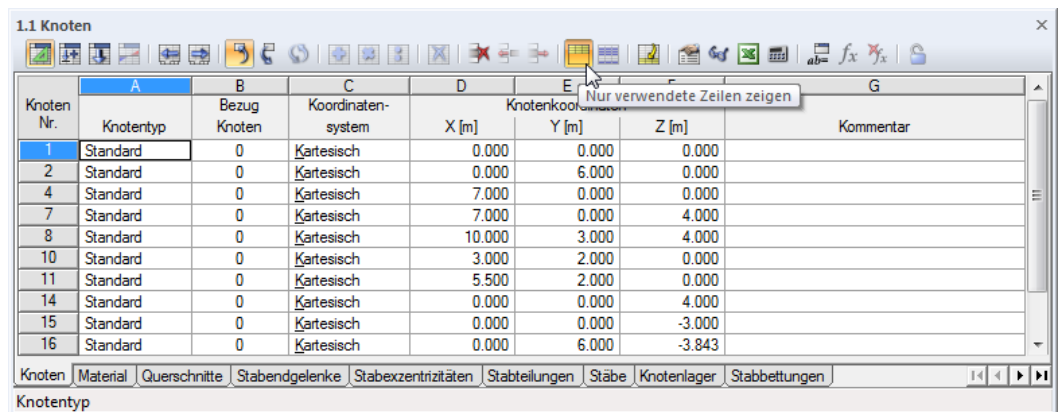


| Knoten Nr. | Knotentyp | Bezug Knoten | Koordinaten-system | X [m] | Y [m] | Z [m] | Kommentar |
|------------|-----------|--------------|--------------------|--------|-------|-------|-----------|
| 1 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 2 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 6.000 | 0.000 | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | Standard | 0 | Kartesisch | 7.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | Standard | 0 | Kartesisch | 7.000 | 0.000 | 4.000 | |
| 8 | Standard | 0 | Kartesisch | 10.000 | 3.000 | 4.000 | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | Standard | 0 | Kartesisch | 3.000 | 2.000 | 0.000 | |

Bild 11.113: Tabelle mit Leerzeilen



Mit der Funktion *Nur verwendete Zeilen* werden alle Leerzeilen ausgeblendet.



| Knoten Nr. | Knotentyp | Bezug Knoten | Koordinaten-system | X [m] | Y [m] | Z [m] | Kommentar |
|------------|-----------|--------------|--------------------|--------|-------|--------|-----------|
| 1 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 2 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 6.000 | 0.000 | |
| 4 | Standard | 0 | Kartesisch | 7.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 7 | Standard | 0 | Kartesisch | 7.000 | 0.000 | 4.000 | |
| 8 | Standard | 0 | Kartesisch | 10.000 | 3.000 | 4.000 | |
| 10 | Standard | 0 | Kartesisch | 3.000 | 2.000 | 0.000 | |
| 11 | Standard | 0 | Kartesisch | 5.500 | 2.000 | 0.000 | |
| 14 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 0.000 | 4.000 | |
| 15 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 0.000 | -3.000 | |
| 16 | Standard | 0 | Kartesisch | 0.000 | 6.000 | -3.843 | |

Bild 11.114: Tabelle ohne Leerzeilen

11.5.4 Tabelleneinstellungen

Die in den Tabellen verwendeten Schrift- und Farbeinstellungen können individuell angepasst werden. Zudem ist es möglich, die Selektion in der Grafik mit der in der Tabelle zu synchronisieren.

Tabelleneinstellungen aufrufen

Alle Einstellmöglichkeiten sind zugänglich im Menü

Tabelle → Einstellungen.



Die Synchronisation der Selektion kann auch über Schaltflächen in der Tabellen-Symbolleiste ein- und ausgeschaltet werden.

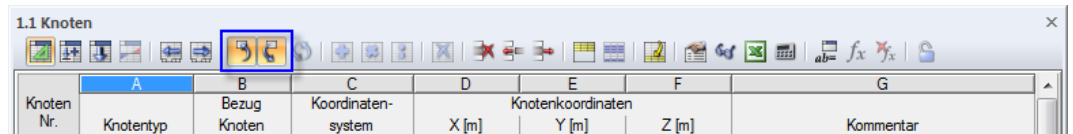


Bild 11.115: Schaltflächen *Synchronisation der Selektion*

Funktionen



| Funktion | Wirkung |
|--|---|
| Farben | Der Dialog <i>Farben</i> wird aufgerufen (siehe Bild 11.116). Die Farben der einzelnen Tabellenobjekte können separat angepasst werden. |
| Schriftarten | Der Dialog <i>Schriftart</i> wird aufgerufen (siehe Bild 11.116). Schriftart, Stil und Schriftgröße können global für alle Tabellenobjekte geändert werden. |
|  Aktuelles Objekt in Grafik selektieren | Das Objekt, in dessen Tabellenzeile sich der Cursor befindet, wird auch im Arbeitsfenster selektiert (Voreinstellung). |
|  Selektiertes Objekt in Tabellen zeigen | Die im Arbeitsfenster selektierten Objekte werden auch in der Tabelle farblich hervorgehoben (Voreinstellung). |

Tabelle 11.11: Tabelleneinstellungen

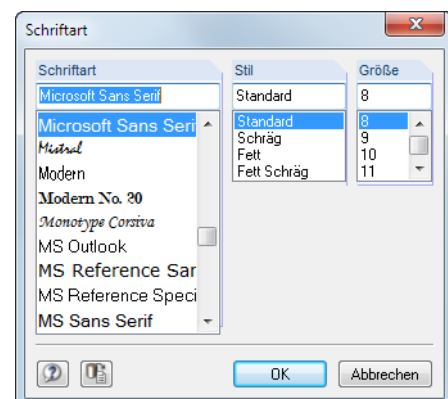
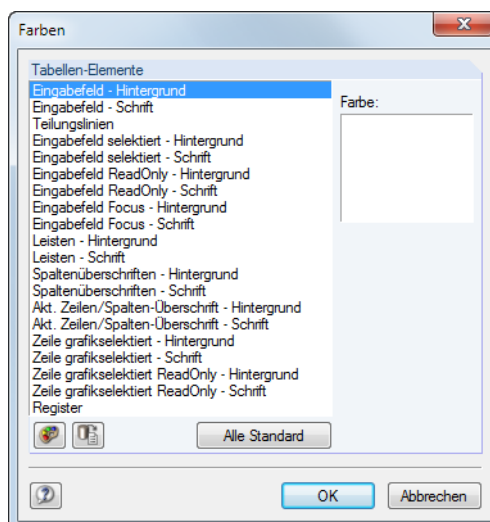


Bild 11.116: Dialoge *Farben* und *Schriftart*

11.5.5 Filterfunktionen

Verschiedene Filterfunktionen ermöglichen eine gezielte Auswertung in den Stab-Ergebnistabellen der Schnittgrößen, Kontaktkräfte und Verformungen. Zusätzlich bestehen Filtermöglichkeiten für die Knotenlagerkräfte von Ergebniskombinationen (siehe [Kapitel 8.4, Seite 193](#)).

Filterfunktionen aufrufen

Die Ergebnisfilter sind zugänglich über Menü

Tabelle → **Ansicht** → **Ergebnisfilter**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Tabellen-Symbolleiste.

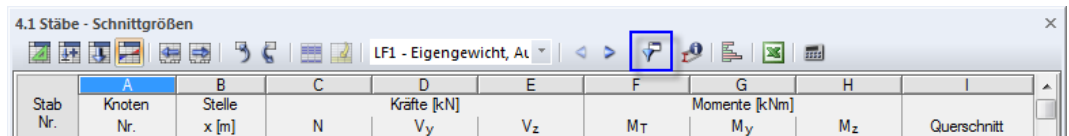


Bild 11.117: Schaltfläche *Ergebnisfilter*

Es erscheint folgender Dialog.

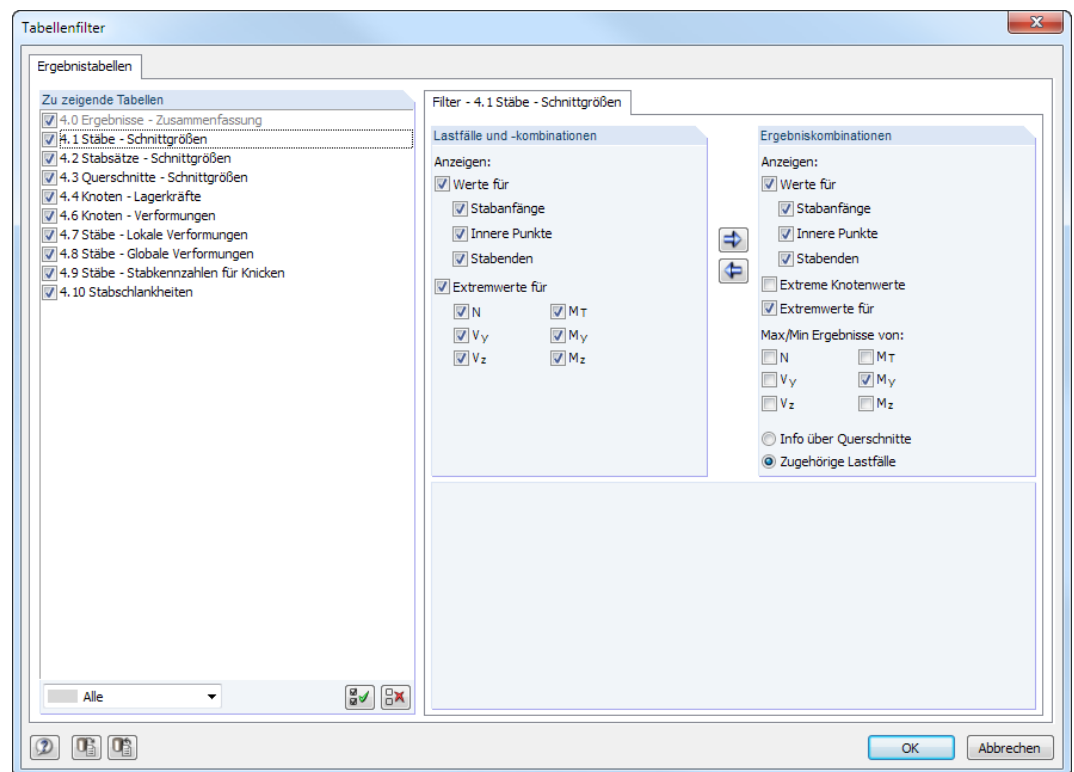


Bild 11.118: Dialog *Tabellenfilter*

Im Abschnitt *Zu zeigende Tabellen* ist die Ergebnistabelle zu selektieren. Das rechte Register steuert jeweils, welche Werte numerisch ausgewiesen werden.

Bei den Schnittgrößen von Stäben kann getrennt für *Lastfälle und -kombinationen* und *Ergebniskombinationen* festgelegt werden, ob die Werte der *Stabanfänge* und *Stabenden* (Knotenwerte), der *Innere Punkte* (x-Stellen der benutzerdefinierten Stabteilung, siehe [Kapitel 4.6](#)) sowie die *Extremwerte* der Stäbe tabellarisch ausgewiesen werden. Die Schnittgrößenart für Extremwerte lässt sich anhand der sechs Kontrollfelder festlegen.

Bei Ergebniskombinationen erscheinen an jeder Stelle zwei Ergebniswerte – die minimalen und die maximalen Schnittgrößen mit den zugehörigen Schnittgrößen.



Mit den links dargestellten Schaltflächen lassen sich die Filterkriterien von einem Abschnitt in den anderen übertragen.

Beispiel

Für den 6,70 m langen Stab 11 wurde eine Stabteilung mit zwei Zwischenpunkten definiert. Die im Bild 11.118 dargestellten Filtereinstellungen für Ergebniskombinationen führen zu folgender Ausgabetabelle 4.1 Stäbe - Schnittgrößen.

| Stab Nr. | A Knoten Nr. | B Stelle x [m] | C | D N | E Kräfte [kN] V _y | F V _z | G M _T | H Momente [kNm] M _y | I M _z | J Zugehörige Lastfälle |
|----------|--------------|----------------|--------------------|--------|---------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|
| 11 | 16 | 0.000 | max M _y | -15.09 | 0.02 | 21.24 | 0.00 | -20.12 | 0.02 | LK1 |
| | | | min M _y | -21.08 | 1.45 | 31.62 | -0.02 | -30.03 | -0.11 | LK4 |
| | | | max M _y | -15.09 | 0.02 | 21.24 | 0.00 | -20.12 | 0.02 | LK1 |
| | | | min M _y | -21.08 | 1.45 | 31.62 | -0.02 | -30.03 | -0.11 | LK4 |
| | | 2.233 | max M _y | -15.77 | 1.27 | 10.70 | -0.01 | 18.63 | -4.64 | LK15 |
| | | | min M _y | -19.33 | 0.01 | 6.86 | -0.01 | 9.99 | -0.02 | LK2 |
| | | 3.350 | max M _y | -15.78 | 0.00 | 0.06 | -0.02 | 24.64 | -5.39 | LK14 |
| | | | min M _y | -19.34 | 0.00 | -0.27 | -0.01 | 13.67 | -0.02 | LK2 |
| | | | max M _y | -15.78 | 0.00 | 0.06 | -0.02 | 24.64 | -5.39 | LK14 |
| | | | min M _y | -19.34 | 0.00 | -0.27 | -0.01 | 13.67 | -0.02 | LK2 |
| | | 4.467 | max M _y | -15.77 | -1.27 | -10.60 | -0.02 | 18.75 | -4.63 | LK14 |
| | | | min M _y | -19.33 | -0.01 | -7.41 | -0.01 | 9.38 | -0.01 | LK2 |
| | | 6.700 | max M _y | -12.38 | -2.30 | -21.83 | 0.02 | -20.58 | -0.27 | LK8 |
| | | | min M _y | -22.71 | -0.04 | -31.68 | 0.00 | -31.17 | 0.04 | LK3 |
| | 20 | | max M _y | -12.38 | -2.30 | -21.83 | 0.02 | -20.58 | -0.27 | LK8 |
| | | | min M _y | -22.71 | -0.04 | -31.68 | 0.00 | -31.17 | 0.04 | LK3 |
| | | 3.350 | Max M _y | -15.78 | 0.00 | 0.06 | -0.02 | 24.64 | -5.39 | LK14 |
| | | 6.700 | Min M _y | -22.71 | -0.04 | -31.68 | 0.00 | -31.17 | 0.04 | LK3 |

Bild 11.119: Ergebnisse gefiltert nach Knotenwerten, Teilungspunkten und Extremwerten M_y

In Spalte H werden die maximalen und minimalen Biegemomente **M_y** in Fettschrift an den Knoten, den Teilungspunkten und an den Stellen der absoluten Extremwerte ausgewiesen. Letztere erscheinen mit einem großen Anfangsbuchstaben als *Max M_y* und *Min M_y* am Ende der Liste (siehe Markierung im obigen Bild). Bei den Werten in den übrigen Spalten handelt es sich um die zugehörigen Schnittgrößen der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte.

11.5.6 Tabellen importieren und exportieren

Eine Tabelle aus MS Excel oder OpenOffice Calc kann direkt in die aktuelle Eingabetabelle von RSTAB importiert werden. Die beteiligten Programme müssen geöffnet sein. Umgekehrt lässt sich die aktuelle RSTAB-Tabelle auch ganz oder teilweise an Excel oder OpenOffice Calc übergeben.

Import- und Exportfunktion aufrufen



Die Funktion wird über die [Excel]-Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen aufgerufen.

| Knoten Nr. | A Knotentyp | B Bezug Knoten | C Koordinaten-system | D X [m] | E Y [m] | F Z [m] | G Kommentar |
|------------|-------------|----------------|----------------------|---------|---------|---------|-------------|
| | | | | | | | |

Bild 11.120: Schaltfläche *Import/Export der Tabelle* in der Tabellen-Symbolleiste

Damit sind die beiden Dialoge *Tabelle importieren* und *Tabelle exportieren* zugänglich (siehe folgende Bilder).

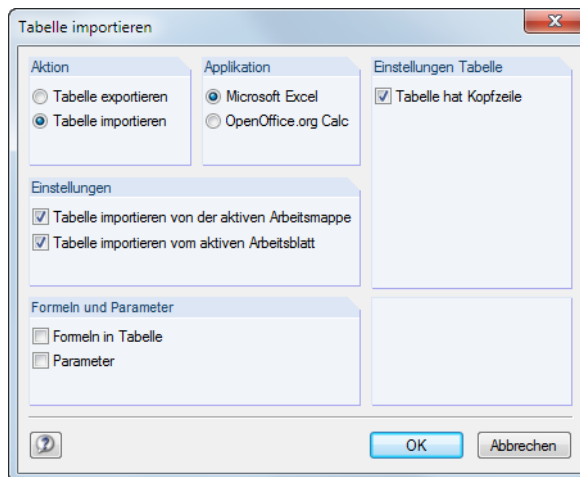
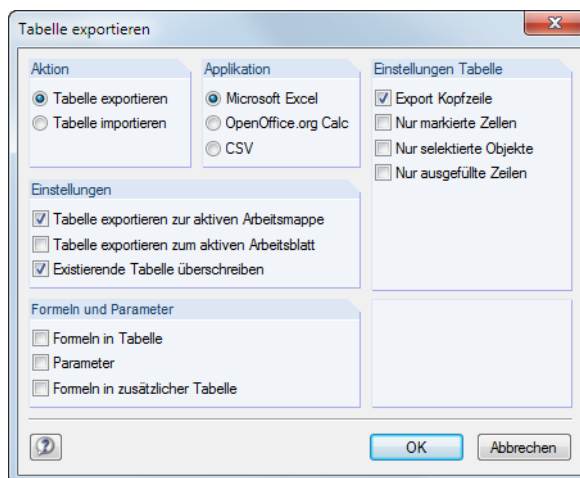

Bild 11.121: Dialog *Tabelle importieren*

Bild 11.122: Dialog *Tabelle exportieren*

Tabelle importieren

Die Excel- bzw. 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 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 Formeln importiert werden, die in Excel oder OpenOffice hinterlegt sind.

[OK] startet den Importvorgang.



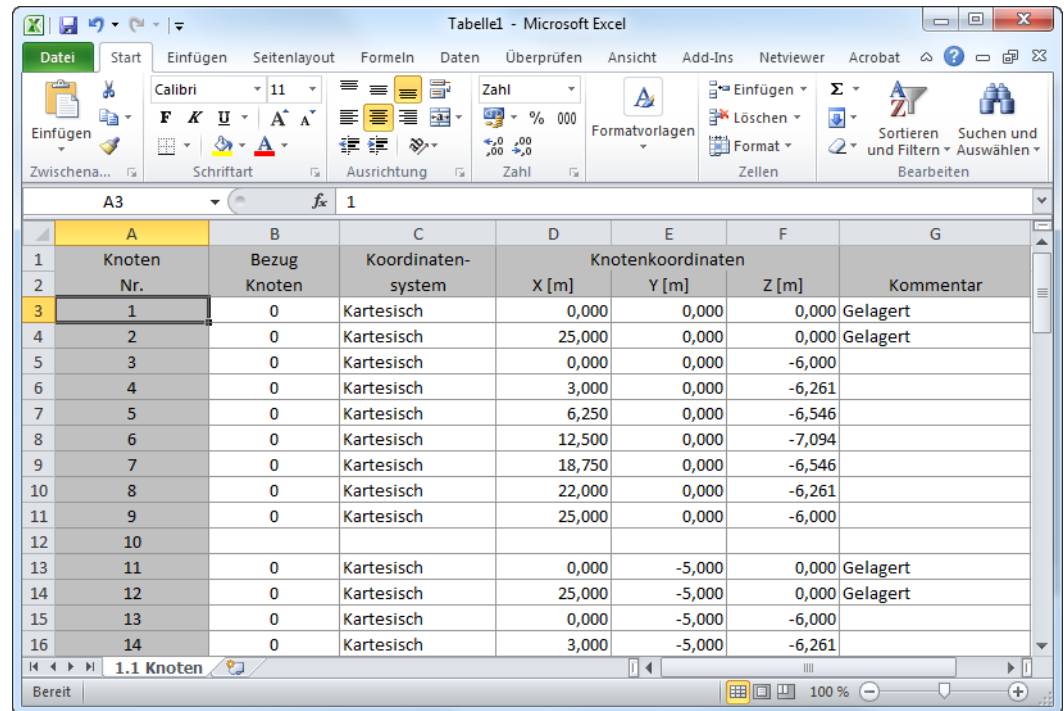
Um nur bestimmte Teile des Arbeitsblattes zu importieren, sollte die Kopierfunktion benutzt werden: Markieren Sie den relevanten Bereich in der Excel-Tabelle und kopieren ihn mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage. Dann setzen Sie den Cursor in die passende Zelle der RSTAB-Tabelle und fügen dort den Inhalt der Zwischenablage mit [Strg]+[V] ein.

Tabelle exportieren

Für den Export von RSTAB-Tabellen brauchen MS Excel oder OpenOffice Calc nicht im Hintergrund laufen.

Als *Applikation* stehen die Tabellenkalkulationsprogramme MS Excel und OpenOffice Calc zur Auswahl. Zudem besteht die Möglichkeit, eine Datei im allgemeinen Tabellenformat CSV zu erzeugen (siehe [Kapitel 4.3, Seite 61](#)).

Im Abschnitt *Einstellungen Tabelle* ist anzugeben, ob die Kopfzeilen mit exportiert werden sollen. Ist das Kontrollfeld angehakt, so sieht das Ergebnis in Excel wie in folgendem Bild dargestellt aus:



| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|------------|--------------|-------------------|--------|--------|--------|-----------|
| | Knoten Nr. | Bezug Knoten | Koordinatensystem | 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 | |
| 12 | 10 | | | | | | |
| 13 | 11 | 0 | Kartesisch | 0,000 | -5,000 | 0,000 | Gelagert |
| 14 | 12 | 0 | Kartesisch | 25,000 | -5,000 | 0,000 | Gelagert |
| 15 | 13 | 0 | Kartesisch | 0,000 | -5,000 | -6,000 | |
| 16 | 14 | 0 | Kartesisch | 3,000 | -5,000 | -6,261 | |

Bild 11.123: Excel-Tabelle mit exportierten Kopfzeilen

Ist das Kontrollfeld nicht aktiv, wird nur der Tabelleninhalt an Excel übergeben.

Die Option *Nur markierte Zellen* ermöglicht es, selektierte Tabelleninhalte zu exportieren (siehe [Kapitel 11.5.2, Seite 318](#)).

Mit dem Kontrollfeld *Nur selektierte Objekte* lassen sich die Daten oder Ergebnisse ausgewählter Zeilennummern exportieren. Die Selektion wird durch die Synchronisation der Selektion zwischen Grafik und Tabelle erleichtert (siehe [Kapitel 11.5.4, Seite 323](#)).

Die Option *Nur ausgefüllte Zeilen* steuert, wie Leerzeilen beim Export behandelt werden.

Im Abschnitt *Einstellungen* kann festgelegt werden, in welche Zieltabellen die Daten geschrieben werden sollen. Wenn das erste Kontrollfeld deaktiviert ist, legt RSTAB eine neue Arbeitsmappe an. Die Option *Tabelle exportieren zum aktiven Arbeitsblatt* ermöglicht es, das aktuelle Arbeitsblatt des Tabellenkalkulationsprogramms zu benutzen. Ist das Kontrollfeld *Existierende Tabelle überschreiben* angehakt, so wird in der Arbeitsmappe eine Tabelle mit dem gleichen Namen wie in RSTAB gesucht und dann überschrieben.

Im Abschnitt *Formeln und Parameter-Bearbeitung* kann festgelegt werden, ob und auf welche Weise die in RSTAB hinterlegten Formeln exportiert werden sollen.

Der Exportvorgang der aktuellen RSTAB-Tabelle wird mit [OK] gestartet.



Um mehrere Tabellen auf einmal an Excel oder OpenOffice Calc zu übergeben, sollte die Menüfunktion **Datei** → **Exportieren** benutzt werden (siehe [Kapitel 12.5.2, Seite 397](#)). Die relevanten Tabellen können dann in einem Dialog ausgewählt werden.

11.6 Parametrisierte Eingabe

11.6.1 Konzept

Die parametrisierte Eingabe ermöglicht es, Modell- 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 der **Parameterliste** abgelegt.

Die Parameter können in Formeln benutzt werden, um einen Zahlenwert zu ermitteln. Die Formeln werden mit dem **Formeleditor** bearbeitet. Wird in der Parameterliste ein Parameter geändert, werden die Ergebnisse aller Formeln, die diesen Parameter benutzen, angepasst.

Die parametrisierte Eingabe eignet sich für Projekte, in denen viele Änderungen zu erwarten sind. Die hinterlegten Formeln sind gut nachvollziehbar und tragen zu einer besseren Übersicht bei größeren Modellen bei. Natürlich bietet sich die parametrisierte Eingabe auch für die wiederkehrende Bearbeitung ähnlicher Modelle an: Man lädt eine Musterdatei und passt die Parameter an.

11.6.2 Parameterliste

Die Parameterliste verwaltet alle Parameter, die für die Modellierung benötigt werden.

Parameterliste aufrufen



Die Parameterliste wird über die Schaltfläche [Parameter bearbeiten] aufgerufen:

- in der Symbolleiste einer Eingabetabelle



Bild 11.124: Schaltfläche *Parameter bearbeiten* in der Tabellen-Symbolleiste

- im Formeleditor

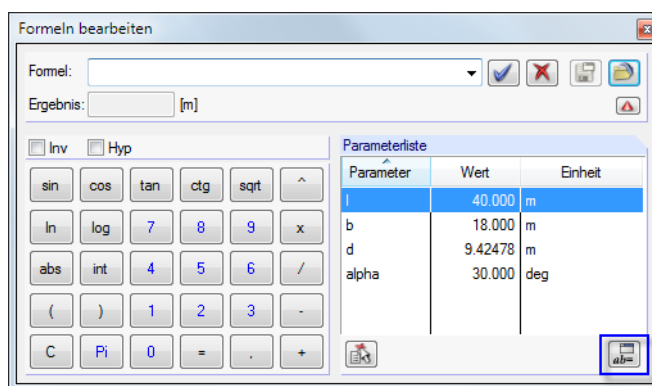


Bild 11.125: Schaltfläche *Parameter bearbeiten* im Formeleditor

Beschreibung

Es erscheint der Dialog *Parameter bearbeiten*.

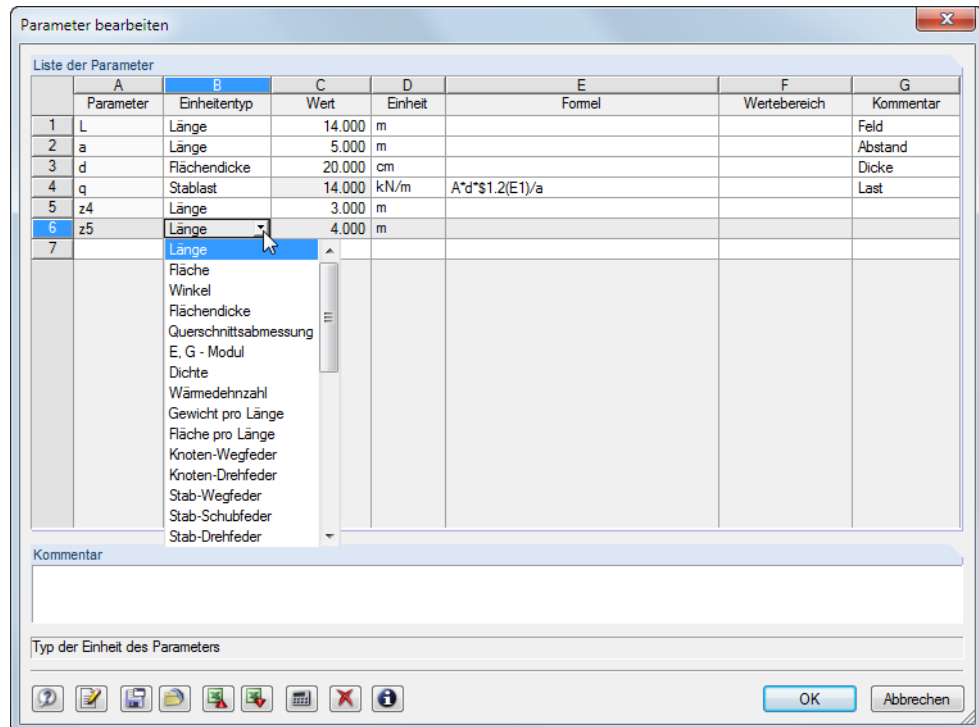




Bild 11.126: Dialog *Parameter bearbeiten*

Jede Tabellenzeile verwaltet einen *Parameter*. In Spalte **A** ist ein Name einzutragen, der aus ASCII-Zeichen bestehen muss und kein Leerzeichen enthalten darf. Über diesen Namen wird der Parameter in den Formeln angesprochen. Jeder Name darf nur einmal vergeben werden.

In Spalte **B** ist der *Einheitentyp* festzulegen. Damit wird bestimmt, ob der Parameter eine Länge, Last, Dichte etc. darstellt. Die Einheitentypen sind fest vorgegeben. Die Liste kann in dieser Spalte mit der Kontextschaltfläche  oder mit [F7] aufgerufen werden.

In Spalte **C** ist der *Zahlenwert* des Parameters festzulegen.

Die *Einheit* ist in Spalte **D** anzugeben. In dieser Spalte kann die Liste der möglichen Einheiten mit der Kontextschaltfläche  oder mit [F7] aufgerufen werden.


In Spalte **E** kann eine *Formel* hinterlegt werden, um den Wert des Parameters für Spalte C zu ermitteln. Neben allgemeinen mathematischen Operationen sind Wahrheitsprüfungen mit **If** sowie **Max-/Min**-Funktionen möglich. Mit dem **\$**-Bezug kann auf eine bestimmte Tabelle verwiesen werden (z. B. **\$1.1(A1)** verwendet den Wert der Zelle A1 von Tabelle 1.1).

Beispiele:

if(A<B;10;B) Wenn der Parameter A kleiner ist als 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. Dieser wird mit dem Wert des Parameters C verglichen. Der kleinste dieser Werte wird dann angesetzt.

Über die Schaltfläche  in Spalte E ist eine *Liste der Operatoren und Funktionen* zugänglich (siehe folgendes Bild).

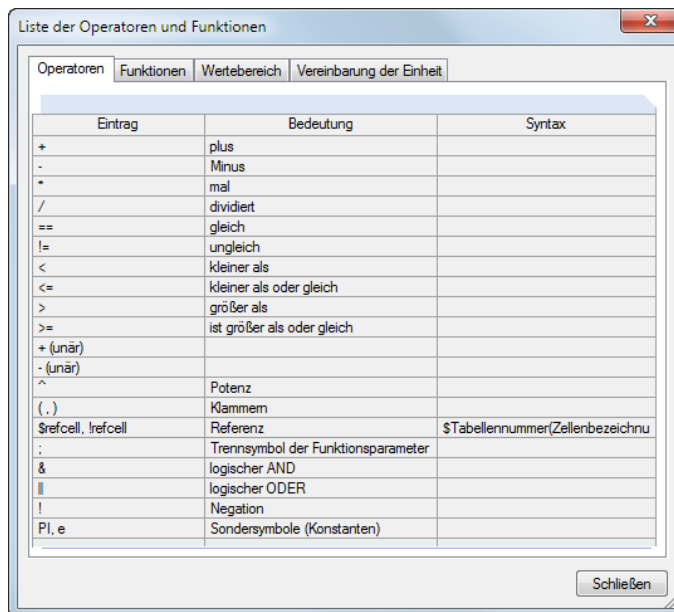


Bild 11.127: Dialog *Liste der Operatoren und Funktionen*

In Spalte **F** kann ein *Wertebereich* festgelegt werden, um die Werte der Spalte C zu steuern.

Die Spalte **G** steht für einen beliebigen *Kommentar* zur Verfügung.

Eingabefunktionen

Die Parameter können Zelle für Zelle eingegeben werden.

Für eine rationelle Eingabe stehen auch Werkzeuge zur Verfügung, die mit einem Klick der rechten Maustaste auf eine Zelle genutzt werden können. Die Bearbeitungsfunktionen (Zeile leeren oder einfügen, Ersetzen etc.) sind im [Kapitel 11.5.1](#) auf [Seite 317](#) beschrieben.

Wenn mehrere Zellen als Selektion markiert sind, erscheint folgendes Kontextmenü.

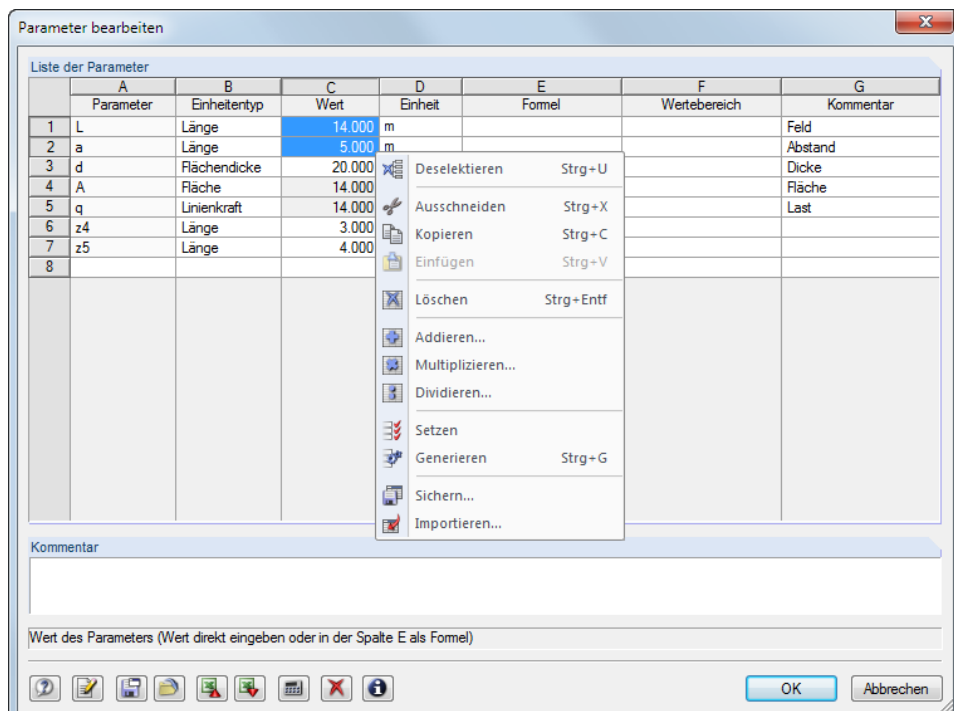


Bild 11.128: Kontextmenü einer Selektion in Parameterliste

Die Menüfunktionen sind in den [Kapiteln 11.5.1](#) und [11.5.2](#) ab [Seite 317](#) erläutert.

Schaltflächen

In der Parameterliste sind neben den Standardschaltflächen folgende Funktionen verfügbar.








| Schaltfläche | Beschreibung |
|---|---|
|  | Die Parameterliste wird in einer Datei abgespeichert. |
|  | Eine abgespeicherte Parameterliste wird eingelesen. |
|  | Die Parameterliste wird nach MS Excel exportiert. |
|  | Die Daten der geöffneten 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 des Modells werden angezeigt. |

Tabelle 11.12: Schaltflächen im Dialog *Parameter bearbeiten*

11.6.3 Formeleditor

Der Formeleditor verwaltet die Gleichungen der parametrisierten Eingabe.

Formeleditor aufrufen

Der Formeleditor ist zugänglich über



- die Schaltfläche in der Symbolleiste der Tabellen,

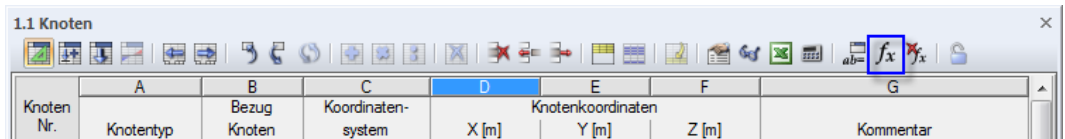


Bild 11.129: Schaltfläche *Formel bearbeiten* in der Tabellen-Symbolleiste

- einen Klick auf die gelbe oder rote Ecke in einer Tabellenzelle (eine rote Ecke weist auf einen Fehler in der Formel hin),

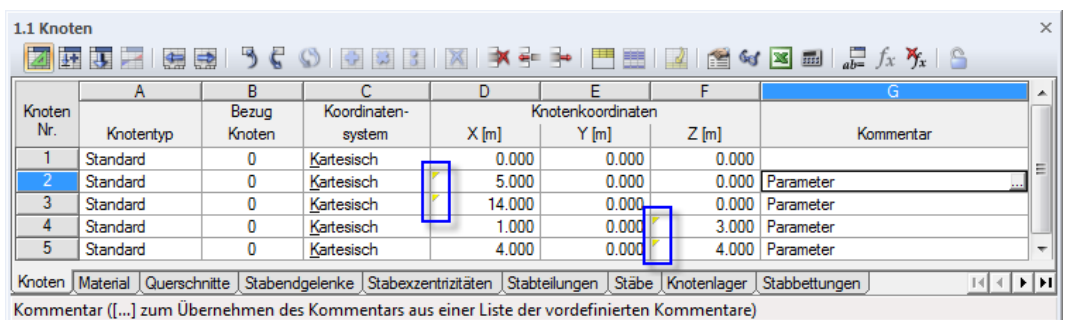


Bild 11.130: Markierte Zellenecken in Tabelle 1.1 *Knoten*

- die Funktionsschaltflächen hinter den Eingabefeldern in den Dialogen (siehe Bild 11.135).

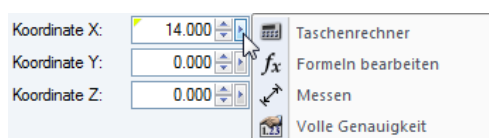


Bild 11.131: Funktionsschaltflächen mit Kontextmenü im Dialog *Knoten bearbeiten*

Es lassen sich auch Formeln importieren, die in Excel hinterlegt sind und Formeln von RSTAB nach Excel exportieren. Weitere Hinweise zum Datenaustausch mit Excel finden Sie im [Kapitel 12.5.2](#) auf [Seite 397](#).

Beschreibung

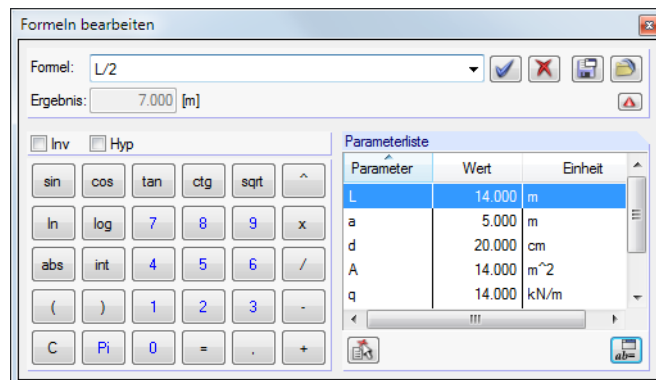


Bild 11.132: Dialog *Formeln bearbeiten*

In das Eingabefeld *Formel* kann eine beliebige Formel manuell eingetragen werden. Wird der Taschenrechner benutzt, so werden dessen Ergebnisse automatisch übernommen.

Die Formel kann aus konstanten Zahlenwerten, Parametern oder Funktionen bestehen. Das Ergebnis der Gleichung erscheint im Feld unterhalb. Über die Schaltfläche am Ende des *Formel*-Eingabefeldes wird eine Liste der bereits eingegebenen Formeln angezeigt, von denen eine wieder verwendet werden kann.

Die Schaltfläche übernimmt die Formel in die Zelle der Tabelle bzw. das Eingabefeld des Dialogs, die Schaltfläche löscht die Formelzeile. Bei Fehleingaben werden die Formeln im *Formel*-Eingabefeld rot angezeigt.



Die Inhalte anderer Zellen können in Formeln über Bezüge genutzt werden.

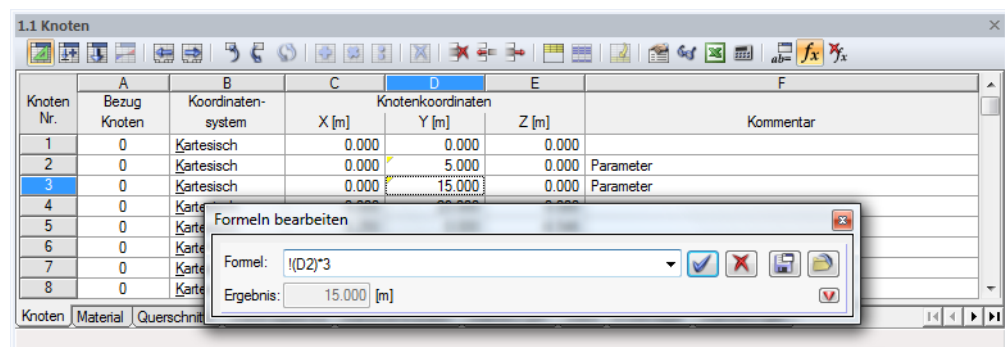


Bild 11.133: Formeleditor mit einem Bezug

Ein Bezug wird mit einem Ausrufezeichen eingeleitet, die Referenzzelle wird in Klammern gesetzt. Im obigen Bild ergibt sich die Zelle **D3** aus dem verdreifachten Wert der Zelle **D2**.



Mit einem vorangestellten Gleichheitszeichen können Formeln auch direkt in Zellen eingetragen werden (z. B. $=2.5 \cdot \pi$). Werden dabei Werte verwendet (z. B. $=22.1 + A \cdot H$), so fließen diese in SI-Einheiten mit [m] oder [N] in die Formel ein.

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 11.13: Funktionen des Taschenrechners



Der Abschnitt *Parameterliste* im Formeleditor listet alle Parameter mit den aktuellen Werten auf. Ein bestimmter Parameter kann von dort per Doppelklick oder über die Schaltfläche [Parameter übernehmen] in die Formelzeile übertragen werden.



Die Schaltfläche [Parameter bearbeiten] ruft die Parameterliste auf (siehe [Kapitel 11.6.2, Seite 328](#)), in der die Parameter geändert oder ergänzt werden können.

Schaltflächen

Die Schaltflächen im Formeleditor sind mit folgenden Funktionen belegt.






| 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- bzw. ausgeblendet. |

Tabelle 11.14: Schaltflächen im Dialog *Formel bearbeiten*

11.6.4 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

0.30

Wenn Zellen mit einem gelben oder roten Dreieck in der linken oberen Ecke gekennzeichnet sind, so ist eine Formel hinterlegt (siehe Bild 11.130, Seite 331). Ein Klick auf dieses Dreieck öffnet den Formeleditor.



Um einer „normalen“ Zelle eine Formel zu hinterlegen, ist der Cursor in diese Zelle zu setzen. Der Formeleditor kann dann mit der entsprechenden Schaltfläche aufgerufen werden.

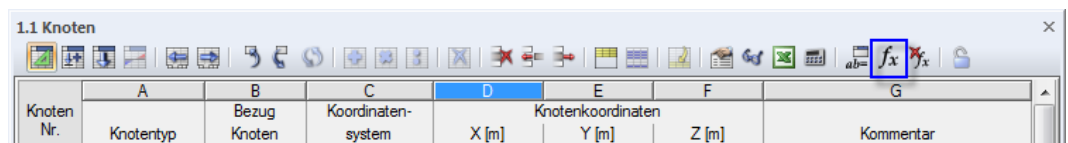


Bild 11.134: Schaltfläche *Formel bearbeiten* in der Tabellen-Symbolleiste



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 ist in erster Linie für die Anwendung in Tabellen konzipiert. Es ist aber auch möglich, Formeln in Dialogen zu benutzen.



Eingabefelder in Dialogen, die mit Formeln belegt werden können, sind an der Funktionsschaltfläche rechts neben dem Eingabefeld zu erkennen.

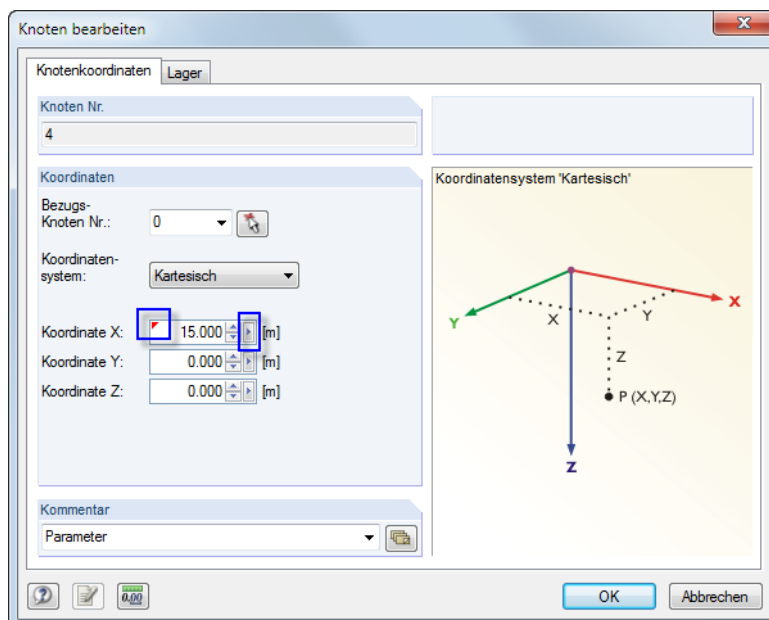



Bild 11.135: Dialog mit hinterlegter Formel und Funktionsschaltfläche

Wurde bereits eine Formel hinterlegt, so ist das Eingabefeld wie eine Zelle mit einem gelben (oder bei einer fehlerhaften Eingabe mit einem roten) Dreieck gekennzeichnet.

Der Klick auf die Funktionsschaltfläche  ruft das im Bild 11.131 auf Seite 331 gezeigte Kontextmenü auf. In diesem Menü kann dann der Formeleditor aufgerufen werden.

11.7 Modellgenerierer

Verschiedene Werkzeuge erleichtern es, Modelle oder Teile davon zu erzeugen. Neben Kopier- und Extrusionsfunktionen stehen spezielle Dialoge für die Generierung von Stabmodellen zur Verfügung.

11.7.1 Kopien und Extrusionen

11.7.1.1 Stab parallel versetzen

Selektierte Stäbe lassen sich auf einfache Weise grafisch kopieren: Schieben Sie die Objekte bei gedrückter [Strg]-Taste an die gewünschte Stelle. Diese Funktion entspricht dem Windows-Standard.



Sollen parallele Stäbe erzeugt werden, so sind in einem Dialog gezielte Vorgaben möglich. Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Stab parallel versetzen**

oder das Stab-Kontextmenü (siehe Bild 4.73, Seite 77).

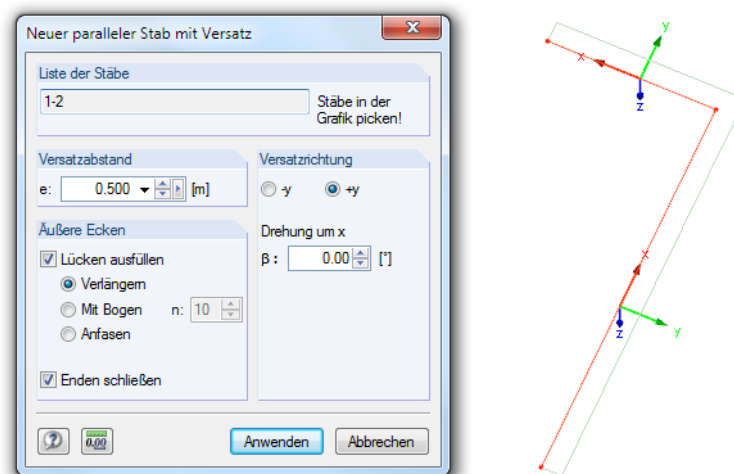


Bild 11.136: Dialog *Neue paralleler Stab mit Versatz*

Der selektierte Stab erscheint in der *Liste der Stäbe*. Falls erforderlich, können weitere Stäbe durch Anklicken im Arbeitsfenster ergänzt werden. Alle Stäbe der Liste müssen aber in einer Ebene liegen.

Im Abschnitt *Versatzabstand* kann die Distanz der Kopie zum Original angegeben werden.

Werden mehrere Stäbe parallel versetzt, so bestehen im Abschnitt *Äußere Ecken* mehrere Möglichkeiten, die kopierten Stäbe anzupassen. Im Bild oben werden die kopierten Stäbe (ohne Achsen dargestellt) bis zum gemeinsamen Schnittpunkt verlängert. Zudem werden die beiden Enden über das Kontrollfeld *Enden schließen* mit den Originalstäben verbunden.

Der Abschnitt *Versatzrichtung* steuert, auf welche Seite die Stäbe kopiert werden. Die Richtungen $+y$ und $-y$ werden im Arbeitsfenster direkt angezeigt. Sie werden speziell für diesen Dialog benutzt und sind unabhängig von der aktuellen Arbeitsebene. Damit spiegeln sie nicht unbedingt die Stabachsen wider. Das Eingabefeld *Drehung um x* ermöglicht das Kopieren aus der Ebene heraus.

11.7.1.2 Stab extrudieren in Gitter

Durch das Extrudieren von Stäben lassen sich schnell Gitter oder Trägerroste erzeugen. Soll jedoch ein unregelmäßiges Raster mit erweiterten Vorgaben generiert werden, ist der Dialog *Raster generieren* zu empfehlen (siehe [Kapitel 11.7.2, Seite 340](#)).

Die Funktion wird aufgerufen über Menü

Extras → **Stab extrudieren in Gitter**

oder das Stab-Kontextmenü (siehe [Bild 4.73, Seite 77](#)).

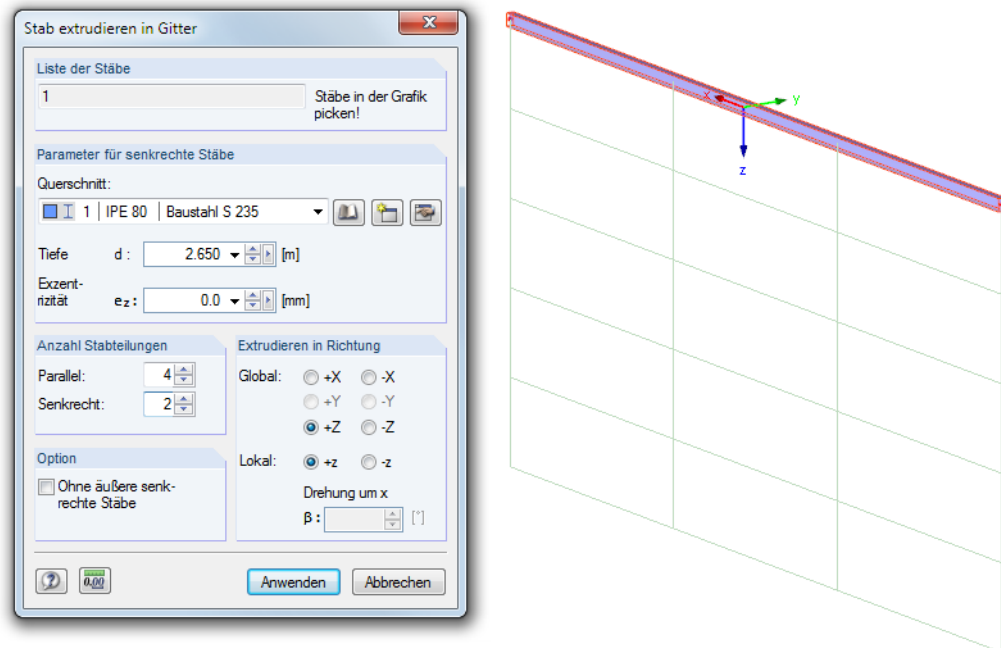


Bild 11.137: Dialog *Stab extrudieren in Gitter*

Der selektierte Stab erscheint in der *Liste der Stäbe*. Falls erforderlich, können weitere Stäbe durch Anklicken im Arbeitsfenster ergänzt werden. Alle Stäbe der Liste müssen aber in einer Ebene liegen.

Als *Parameter für senkrechte Stäbe* sind der Querschnitt der Vertikalstäbe und die Tiefe als Gesamthöhe des Gitters anzugeben. Optional wird eine Exzentrizität vorgegeben, um die Stäbe über einen exzentrischen Anschluss anzubinden (siehe [Kapitel 4.5, Seite 68](#)).

Der Abschnitt *Anzahl Stabteilungen* steuert die Einteilung in ein gleichmäßiges Gitterraster von parallelen und senkrechten Stäben. Zudem besteht die *Option*, auf die Generierung von äußeren Vertikalstäben zu verzichten.

Im Abschnitt *Extrudieren in Richtung* ist die globale bzw. lokale Richtung anzugeben, in die die Gitterstäbe erzeugt werden sollen. Die Richtung wird in der Grafik angezeigt. Sie wird speziell für diesen Dialog benutzt und ist unabhängig von der aktuellen Arbeitsebene. Das Eingabefeld *Drehung um x* ermöglicht das Kopieren aus der Ebene heraus.

11.7.2 Modellgenerierer

Die Dialoge zur Erzeugung von Modellobjekten sind zugänglich im Menü

Extras → Modell generieren.

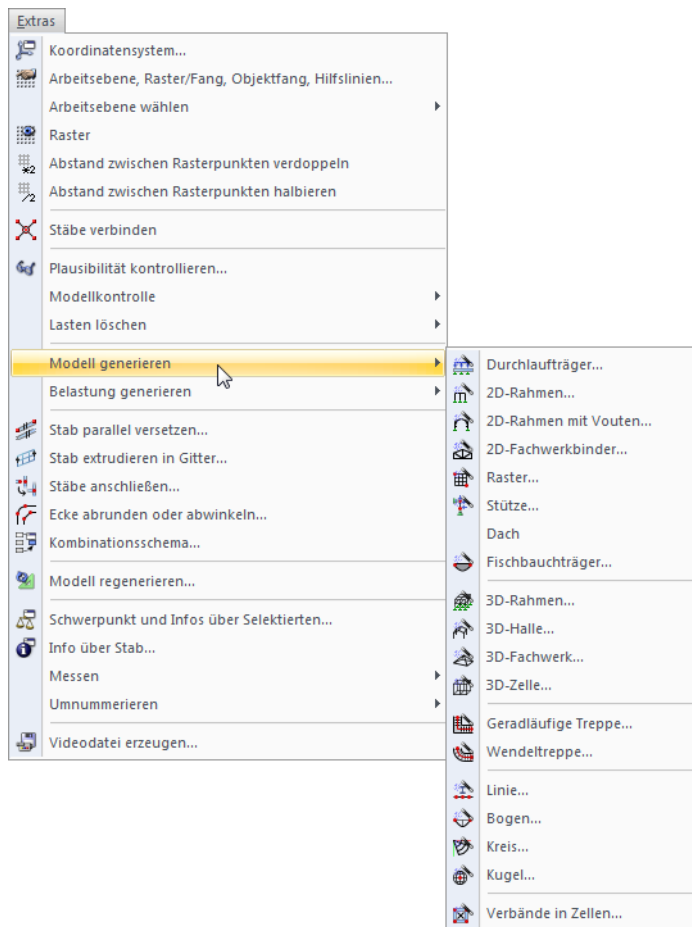


Bild 11.138: Menü Extras → Modell generieren

Die Generierer sind auf den folgenden Seiten einzeln vorgestellt. Auf eine detaillierte Beschreibung der Dialoge wird verzichtet, da die Grafiken in den Dialogen die Bedeutung der Parameter erklären.



Jede Dialogeingabe kann als Muster abgespeichert und später wieder verwendet werden. Mit den beiden links dargestellten Schaltflächen lassen sich die Generiererdaten [Speichern] und [Einlesen].

Durchlaufträger

Durchlaufträger generieren

Felder
Anzahl der Felder: n: 5

| Feld Nr. | Länge L_i [m] |
|----------|-----------------|
| 1 | 2.000 |
| 2 | 5.000 |
| 3 | 4.000 |
| 4 | 5.000 |
| 5 | 5.000 |

Belastung
☒ Belastung generieren
☒ Eigengewicht berücksichtigen
 Ständige Lasten g: 1.500 [kN/m]
 Einwirkungskategorie: 6 Ständige Lasten
 Verkehrslasten p: 2.750 [kN/m]
 Einwirkungskategorie: 0n Nutzlasten

Querschnitt
Träger: 1 IPE 300 Baustahl S 235

Lagerungen
 Anfang: Frei
 Innen: 1 - NNJ NNJ
 Ende: Gelenkig (JJJ NNJ)

Einfügpunkt
 X0: 0.000 [m]
 Y0: 0.000 [m]
 Z0: 0.000 [m]

OK Abbrechen

Bild 11.139: Dialog *Durchlaufträger generieren*

Es wird ein Durchlaufträger mit konstantem Querschnitt, Lagern und unregelmäßigen Feldern erzeugt. Optional werden Lastfälle und Ergebniskombinationen mit angelegt.

2D-Rahmen

2D-Rahmen generieren

Rahmentyp
Anzahl der Rahmen: 2

Geometrie
 Spannweite l: 6.000 [m]
 Höhe h: 4.000 [m]
 Firsthöhe hf: [m]
☒ Mit Zugband

Querschnitte und Stabtypen
 Querschnitt
 Stützen: 1 - HE A 300 | DIN 1025-3:1994; Baustahl S 235
 Riegel: 2 - IPE 400 | DIN 1025-5:1994; Baustahl S 235
 Zugband: 1 - HE A 300 | DIN 1025-3:1994; Baustahl S 235
 Stabtyp
 Balkenstab
 Balkenstab
 Zugstab

Lagerungsart
Lagerung: Gelenkig (JJJ NNJ)

Einfügpunkt
 X0: 0.000 [m]
 Y0: 0.000 [m]
 Z0: 0.000 [m]

OK Abbrechen

Bild 11.140: Dialog *2D-Rahmen generieren*

Vor der Eingabe der Geometrie- und Querschnittsdaten sollte der *Rahmentyp* ausgewählt werden. Die Stützen des ebenen Rahmens erhalten eine einheitliche Lagerung.

2D-Rahmen mit Vouten

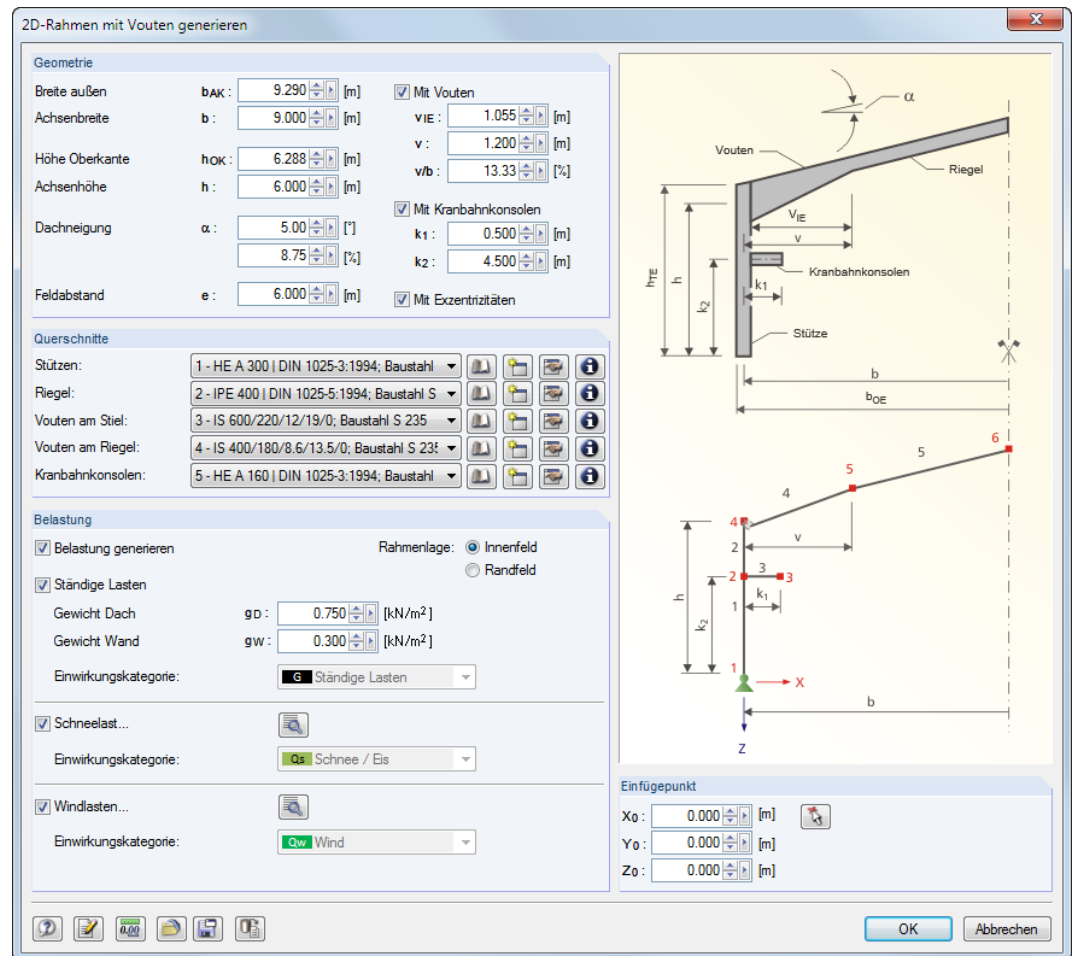



Bild 11.141: Dialog 2D-Rahmen mit Vouten generieren

Der ebene Rahmen ist über die *Geometrie* und *Querschnitte* zu definieren. Es sind Vouten, Kranbahnkonsolen und exzentrische Anschlüsse möglich. Zusätzlich kann eine *Belastung* erzeugt werden. Dabei bieten die Schaltflächen  Zugang zu den Generiererparametern. Die *Rahmenlage* ist für die Lastermittlung bedeutsam.

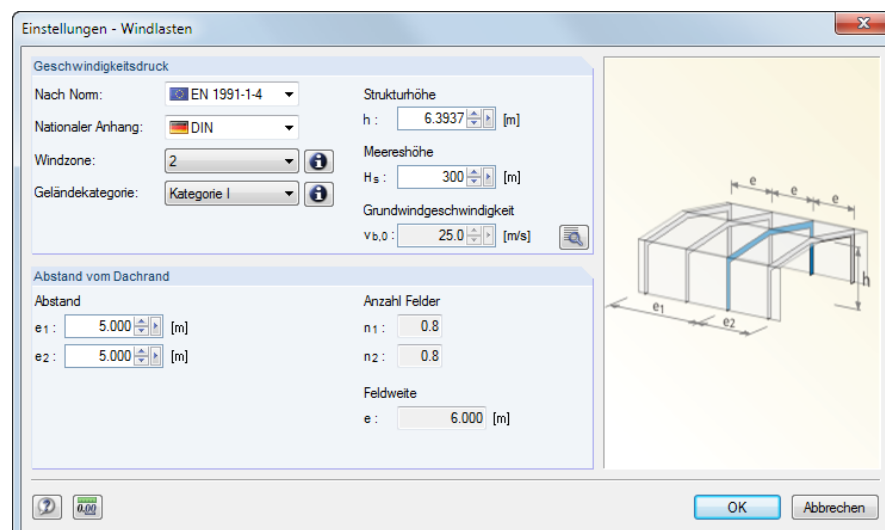


Bild 11.142: Dialog Einstellungen - Windlasten

2D-Fachwerkbinder

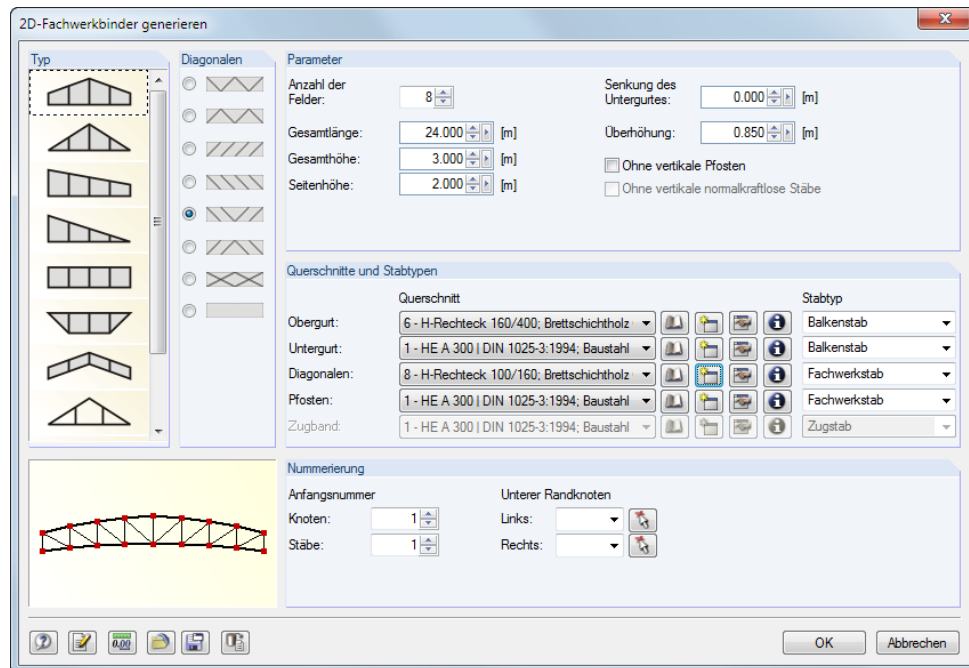


Bild 11.143: Dialog 2D-Fachwerkbinder generieren

In der Liste sind der *Typ* des Fachwerks und die Anordnung der *Diagonalen* festzulegen. Anschließend können die *Parameter*, *Querschnitte* und *Stabtypen* definiert werden.

Raster

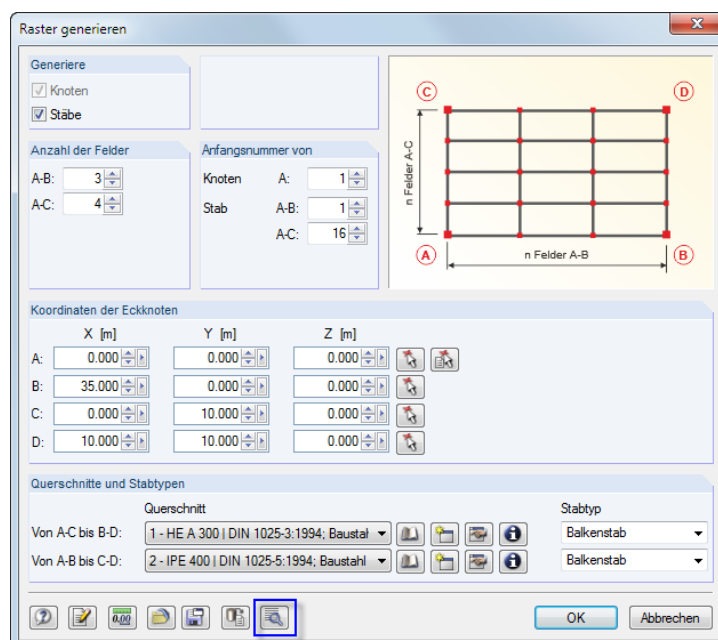



Bild 11.144: Dialog Raster generieren

Dieser Generierer erzeugt Modelle, die ein gleichmäßiges Raster aufweisen (z. B. Trägerroste). Sie brauchen nicht wie in der Dialoggrafik gezeigt mit rechten Winkeln ausgeführt werden; es sind beliebige räumliche Quadrangelmodelle über die vier Eckpunkte möglich. Um einen „echten“ Trägerrost zu erzeugen, sollte der *Modelltyp* bei den Basisangaben des Modells auf **2D - in XY** gesetzt werden (siehe [Kapitel 12.2, Seite 382](#)).

Über die Schaltfläche  können auch unregelmäßige Raster generiert werden.

Stütze

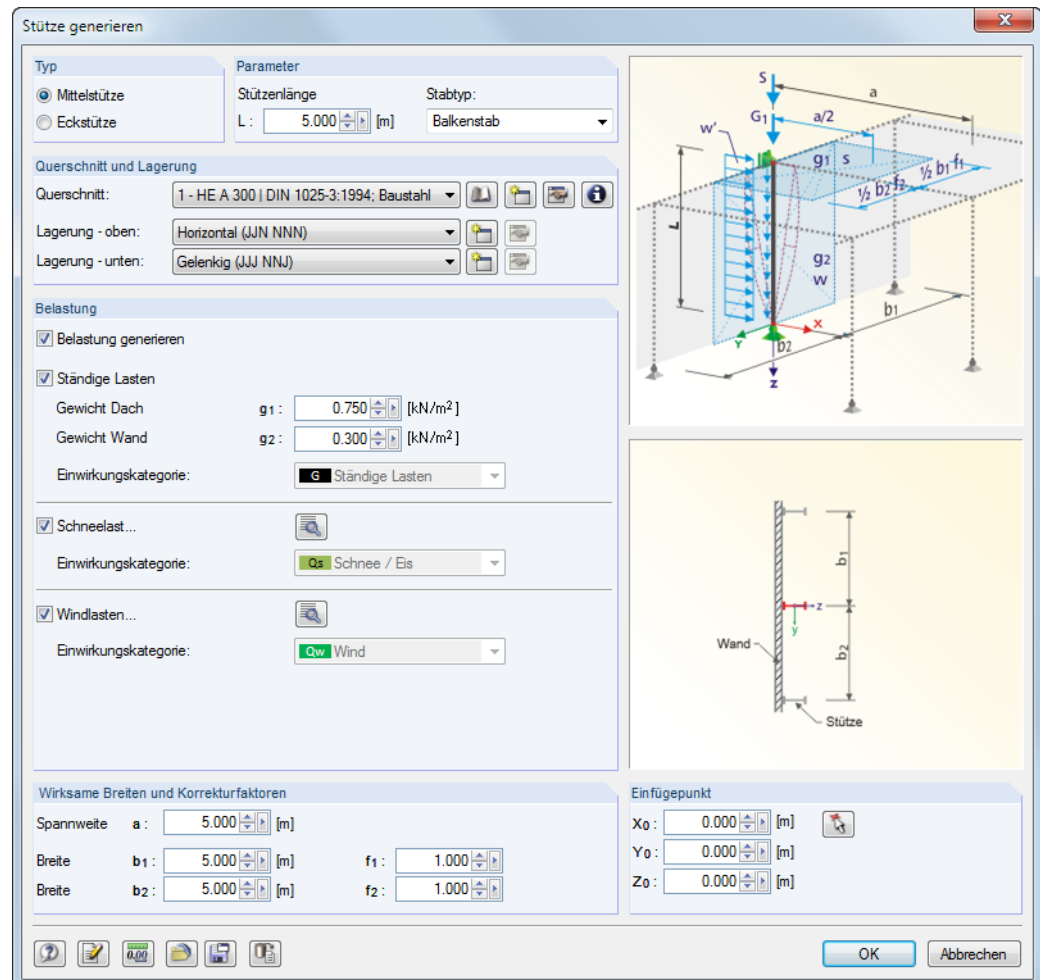


Bild 11.145: Dialog *Stütze generieren*

Im Abschnitt *Typ der Stütze* ist festzulegen, ob eine Mittel- oder Eckstütze vorliegt. Falls eine *Belastung* erzeugt werden soll, 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 Dachgenerierer zur Auswahl. Damit lassen sich ebene Dachsysteme einschließlich Belastung erzeugen (siehe folgende Bilder).



Die Ermittlung der Wind- und Schneelasten wird über die [Details]-Schaltflächen in den Dialogen erleichtert (siehe Bild 11.142, Seite 339).

Dach → Kehlbalkendach

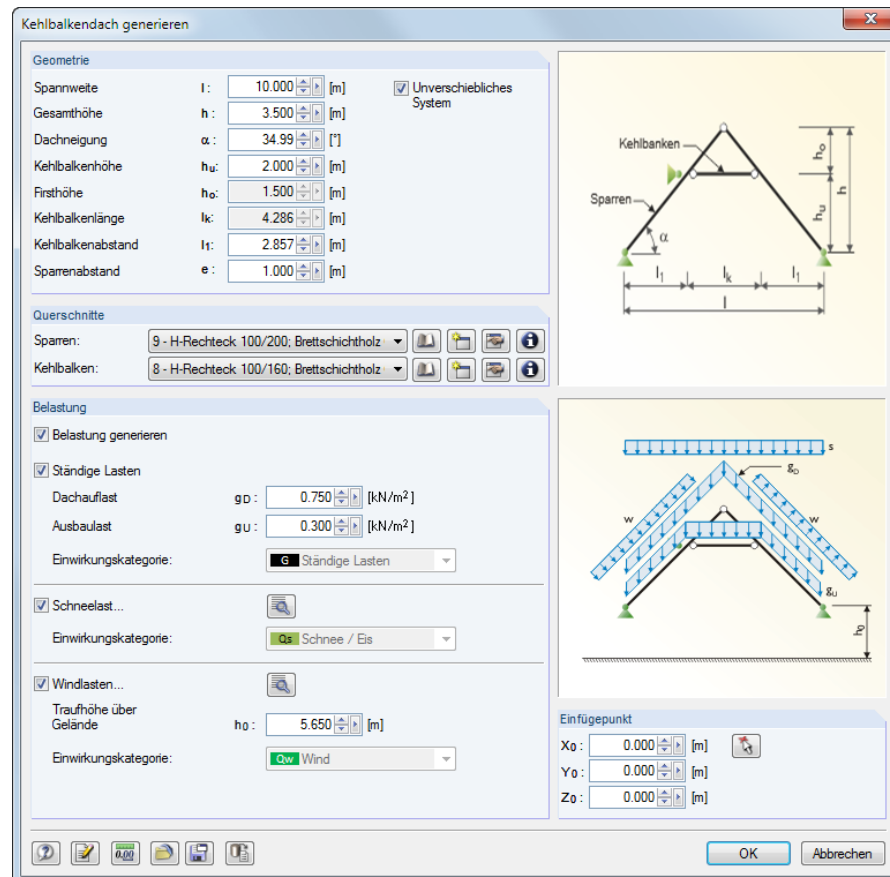


Bild 11.146: Dialog Kehlbalkendach generieren

Dach → Sparrendach

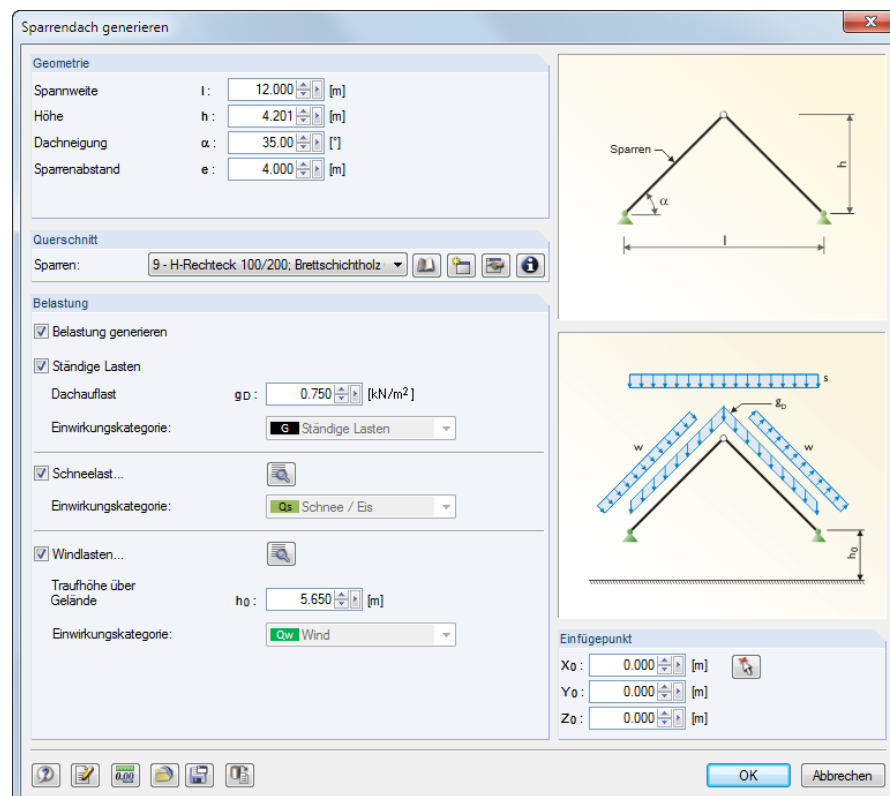


Bild 11.147: Dialog Sparrendach generieren

Dach → Pfettendach

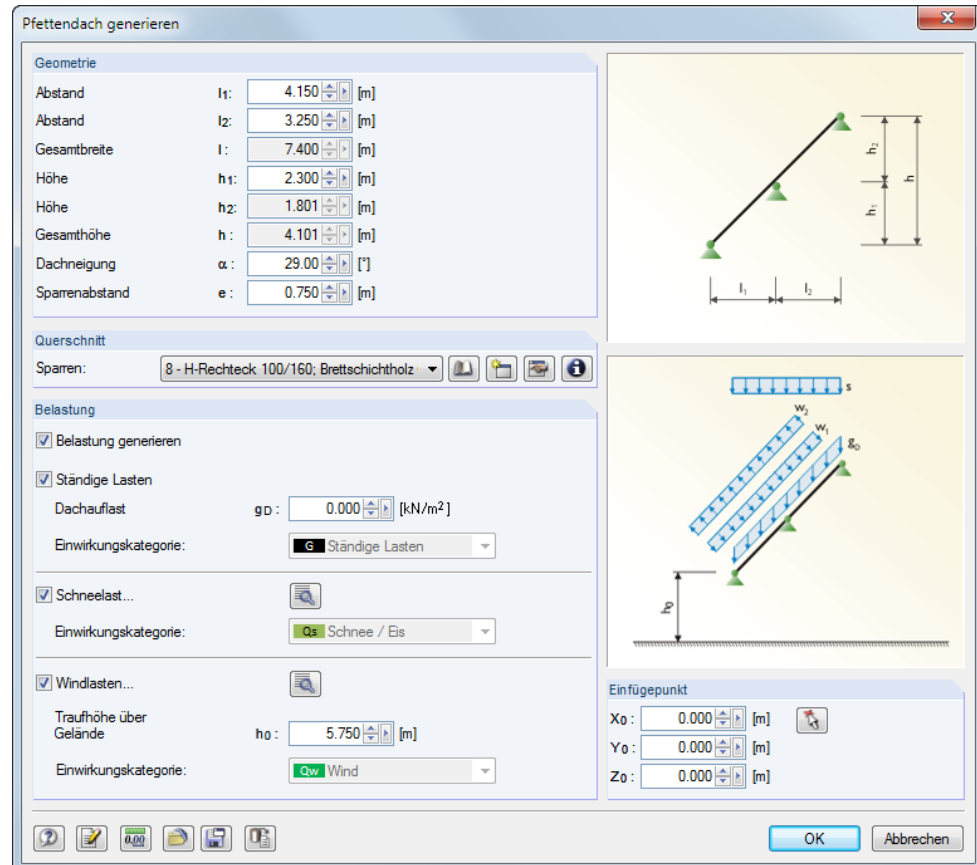


Bild 11.148: Dialog Pfettendach generieren

Fischbauchträger

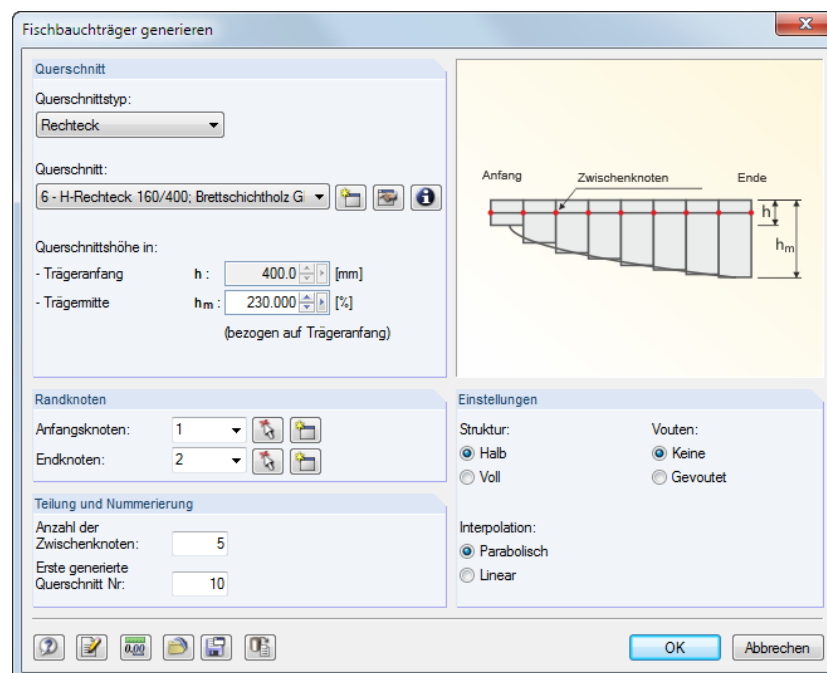


Bild 11.149: Dialog Fischbauchträger generieren

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

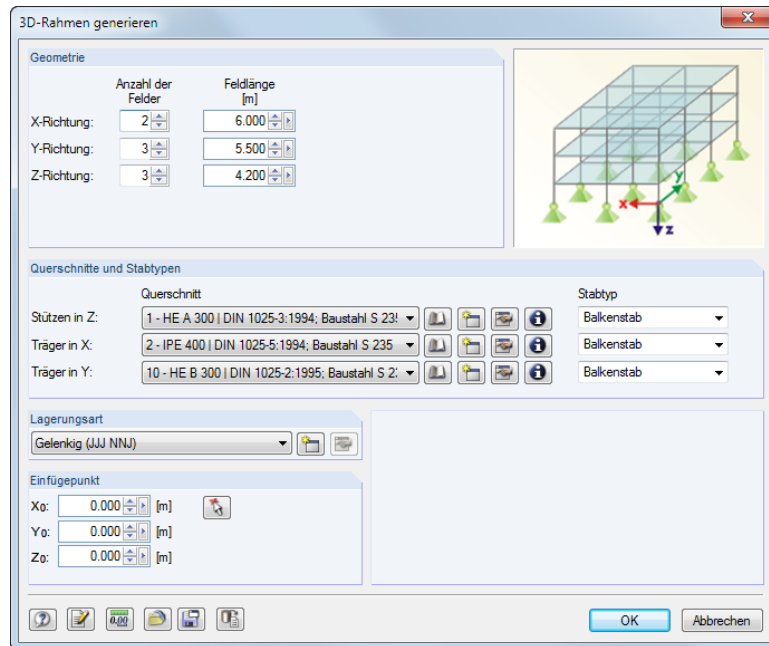


Bild 11.150: Dialog *3D-Rahmen generieren*

Dieser Generierer erzeugt regelmäßige Rahmenmodelle. Die Stützen des Rahmens erhalten eine einheitliche Lagerung.

3D-Halle

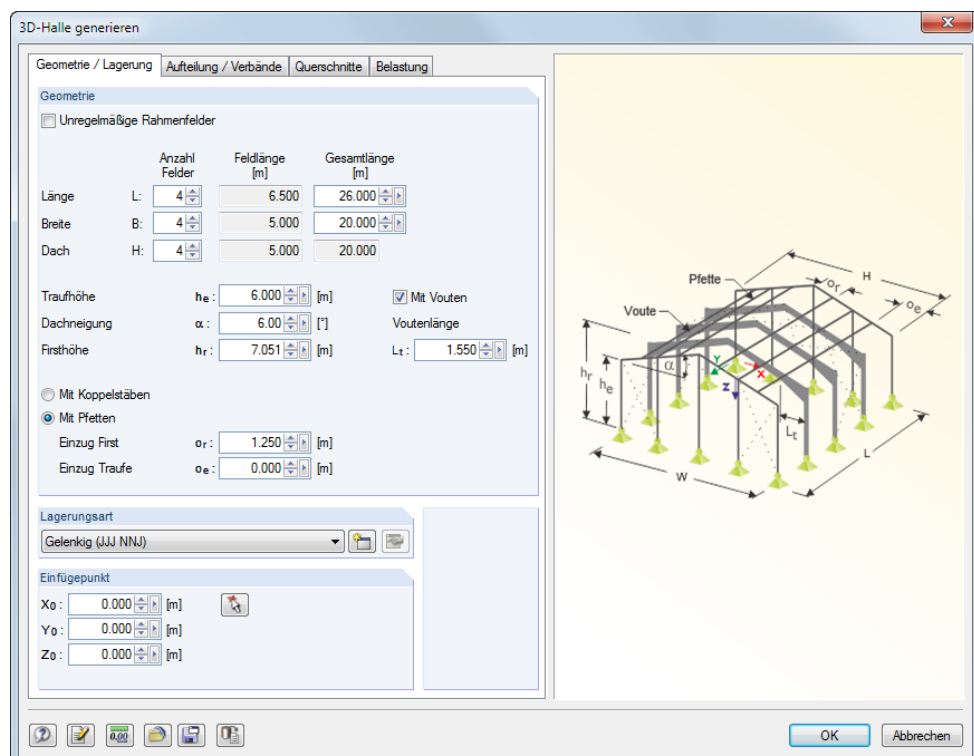


Bild 11.151: Dialog *3D-Halle generieren*

Dieser umfangreiche Generierer erzeugt eine ganze Halle einschließlich Belastung. Es stehen vier Register zur Verfügung: *Geometrie/Lagerung* verwaltet die Systemgeometrie, *Aufteilung/Verbände* regelt unregelmäßige Rasterabstände und die Anordnung von Verbänden. In den restlichen Registern werden die *Querschnitte* und die *Belastung* definiert.

3D-Fachwerk

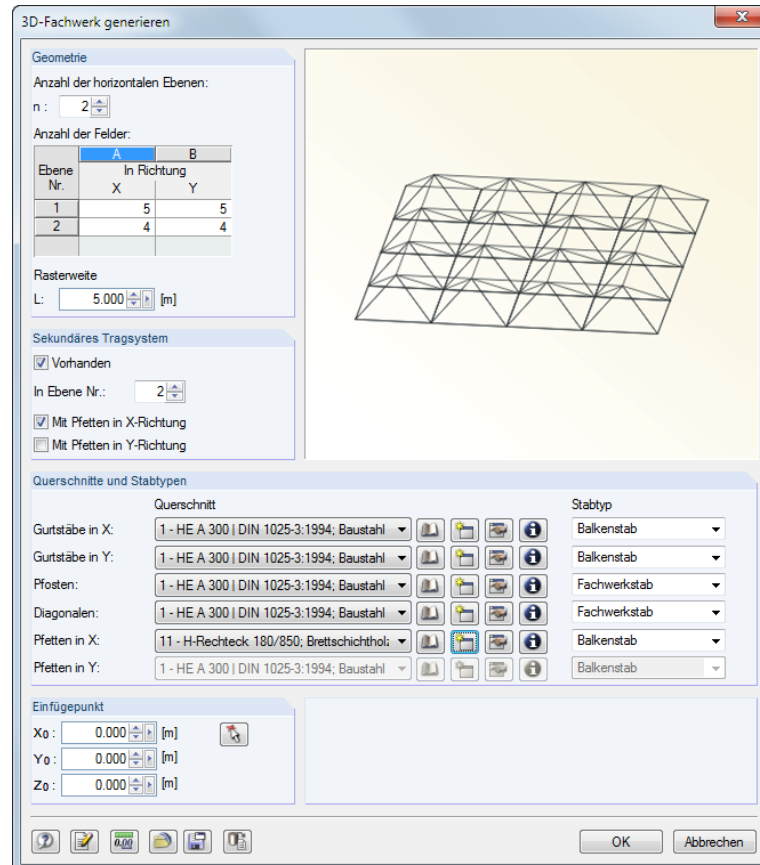


Bild 11.152: Dialog 3D-Fachwerk generieren

Es wird ein Raumtragwerk nach dem System *Bernauer* (<http://www.raumtragwerke.de>) erzeugt.

3D-Zelle

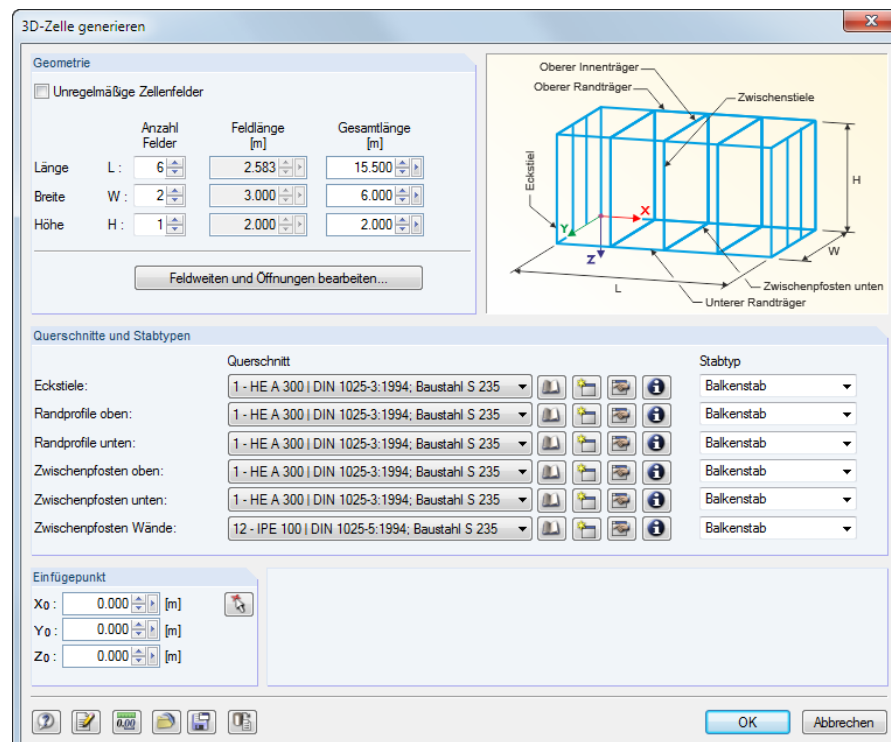


Bild 11.153: Dialog 3D-Zelle generieren

Feldweiten und Öffnungen bearbeiten...

Dieser Generierer erzeugt eine räumliche Zelle mit mehreren Feldern. Die links dargestellte Schaltfläche ruft einen weiteren Dialog auf, in dem die Rasteranordnung bei unregelmäßigen Feldabständen und Öffnungen festgelegt werden kann.

Geradläufige Treppe

Geradläufige Treppe generieren

Typ

Definieren durch:

- ☒ Koordinaten der Eckpunkte A, B, Treppenhöhe und -länge
- ☐ Koordinaten der Eckpunkte A, B, Steigungshöhe und Auftritttiefe
- ☐ Koordinaten der Eckpunkte

Koordinaten der Eckpunkte

| | X [m] | Y [m] | Z [m] |
|----|-------|-------|-------|
| A: | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| B: | 0.000 | 1.750 | 0.000 |
| C: | 4.200 | 0.000 | 2.300 |
| D: | 4.200 | 1.750 | 2.300 |
| E: | 5.950 | 4.750 | 3.950 |
| F: | 4.200 | 4.750 | 3.950 |

Querschnitte und Stabtypen

Wangen: 5 - HE A 160 | DIN 1025-3:1994; Baustahl

Stufen: 13 - Flachstahl 280/12; Baustahl S 235

Podest: 5 - HE A 160 | DIN 1025-3:1994; Baustahl

Abmessungen

| | Erster Treppenlauf: | Zweiter Treppenlauf: | Dritter Treppenlauf: |
|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Anzahl Stufen | n1: 14 | n2: 10 | n3: |
| Treppenhöhe | h1: 2.300 [m] | h2: 1.650 [m] | h3: |
| Laufhöhe | l1: 4.200 [m] | l2: 3.000 [m] | l3: |
| Laufbreite | b1: 1.750 [m] | b2: 1.750 [m] | b3: |
| Stufenhöhe | s1: 0.164 [m] | s2: 0.165 [m] | s3: |
| Stufenbreite | a1: 0.300 [m] | a2: 0.300 [m] | a3: |
| Kriterium 2s1+a1 | d1: 0.629 [m] | d2: 0.630 [m] | d3: |

Podest

☒ Mit Podest

Podesttiefe tp: 2.000 [m]

Podestbreite bp: 2.000 [m]

☐ 0. Treppstufe zwischen A-B

Nummerierung

Erste Nummer für Knoten: 54

Stäbe: 77

OK Abbrechen

Bild 11.154: Dialog Geradläufige Treppe generieren

In der Liste ist der *Typ* der Treppe auszuwählen, der die übrigen Parameter steuert.

Wendeltreppe

Wendeltreppe generieren

Mittelpunkt 0

X0: 0.000 [m]

Y0: 0.000 [m]

Z0: 0.000 [m]

Unterer Außenpunkt A

XA: 3.000 [m]

YA: 0.000 [m]

Anfangsnummer für

Knoten: 1

Stäbe: 1

Anzahl neuer Knoten: 58

Stäbe: 85

Parameter

Innenradius R: 1.200 [m]

Gesamthöhe H: 4.200 [m]

Wendelwinkel ψ : -270.00 [°]

Anzahl Stufen ns: 24

Stufenhöhe ΔH : 0.175 [m]

Stufenbreite ΔW : 1.800 [m]

Podest

Anzahl Stufen nL: 4

Stufentiefe ΔD : 1.000 [m]

Querschnitte und Stabtypen

Querschnitt

Außenwange: 14 - U 160 | DIN 1026-1:1963; Baustahl S

Innenwange: 14 - U 160 | DIN 1026-1:1963; Baustahl S

Stufen: 13 - Flachstahl 280/12; Baustahl S 235

Stabtyp

Balkenstab

Balkenstab

Balkenstab

OK Abbrechen

Bild 11.155: Dialog Wendeltreppe generieren

Linie

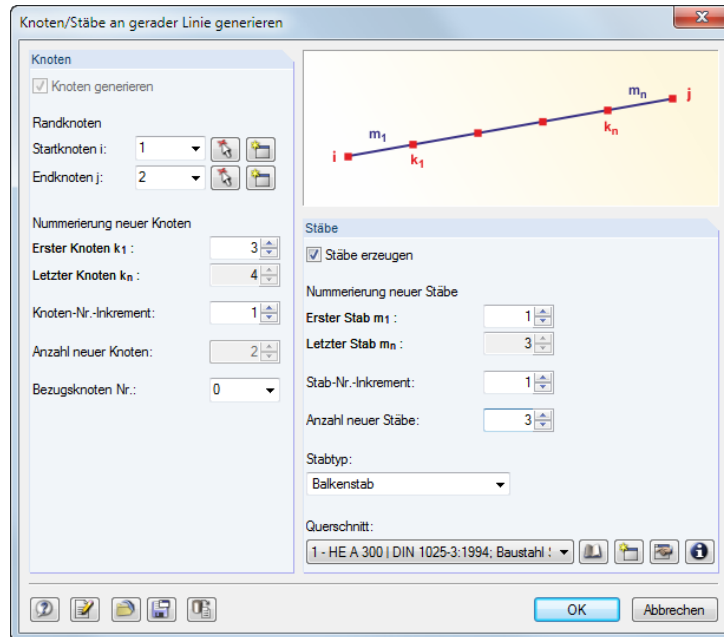


Bild 11.156: Dialog *Knoten/Stäbe an gerader Linie generieren*

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

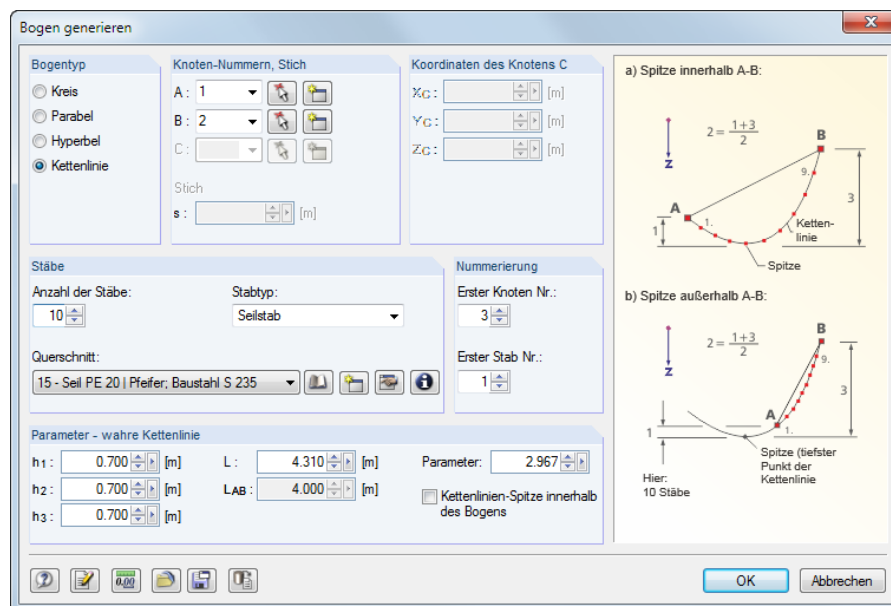


Bild 11.157: Dialog *Bogen generieren*

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* wird der Durchhang festgelegt. Der Parameter *L* legt die Länge einer Kettenlinie fest. Dabei besteht eine Interaktion mit den Höhen h_1 , h_2 und h_3 . Der *Parameter* beschreibt die Konstante a in folgender Funktionsgleichung der Kettenkurve:

$$y(x) = a \cosh\left(\frac{x - v_x}{a}\right) + v_y \quad \text{mit } v_x \text{ bzw. } v_y: \text{ Verschiebungen in } x \text{ bzw. } y \quad (11.1)$$

Je größer die Anzahl der Stäbe, desto genauer wird der Bogen als Polygonzug modelliert.

Kreis

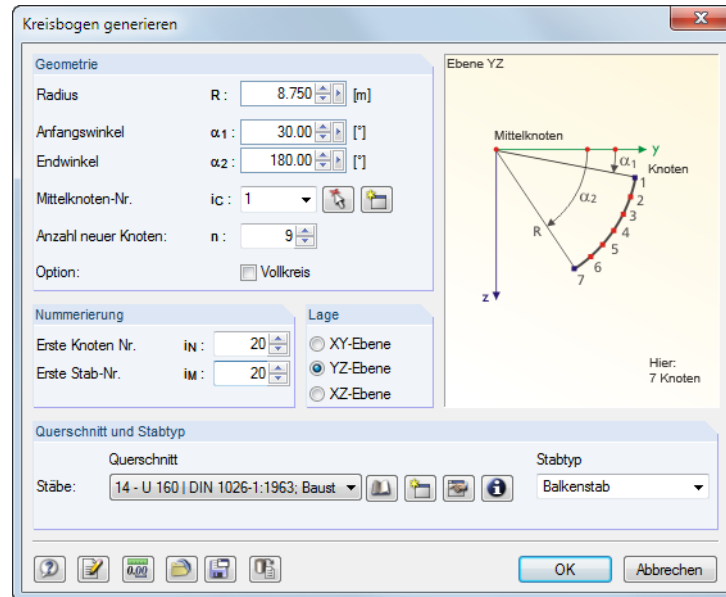


Bild 11.158: Dialog *Kreisbogen generieren*

Der *Radius* und die *Winkel* definieren einen Kreisbogen bzw. Vollkreis, der um einen frei wählbaren Mittelpunkt in einer der globalen Ebenen erzeugt wird.

Kugel

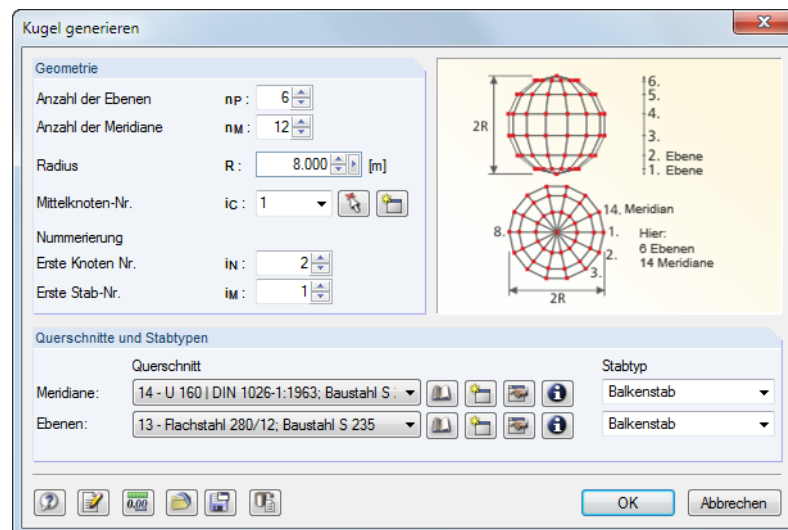


Bild 11.159: Dialog *Kugel generieren*

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

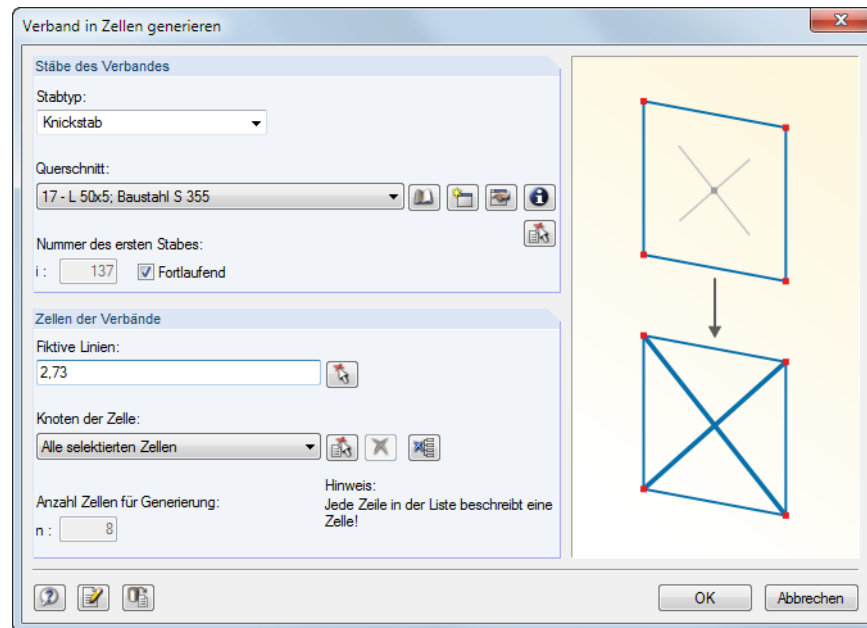



Bild 11.160: Dialog *Verband in Zellen generieren*

Zellen sind durch vier Eckknoten gebildete, allseitig mit Stäben umschlossene Bereiche, die in einer Ebene liegen. Im Dialog sind die *Stäbe des Verbandes* und die *Zellen der Verbände* anzugeben bzw. mit  im Arbeitsfenster durch Anklicken der Zellenkreuze auszuwählen.



Über *Fiktive Linien* ist es möglich, Zellen zu schließen, sodass auch z. B. zwischen Wandstützen Verbände erzeugt werden können.

11.8 Belastungsgenerierer


Die zweite Gruppe von Generierern erleichtert die Eingabe von Stablasten: Zum einen können Flächenlasten (z. B. Schnee, Wind) in Stablasten umgewandelt werden; zum anderen lassen sich freie Linienlasten und Ummantelungslasten (z. B. Eis) in Stablasten konvertieren.

Die Dialoge zur Generierung von Stab- und Flächenlasten sind zugänglich im Menü

Extras → **Belastung generieren**.

11.8.1 Allgemeines

Einstellungen für Lastgenerierung

Viele Dialoge bieten die Schaltfläche  an (siehe Bild 11.167, Seite 353). Sie ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf, der die Toleranz für die Integration von Knoten in die Lastebene und die Korrektur der generierten Lasten steuert.

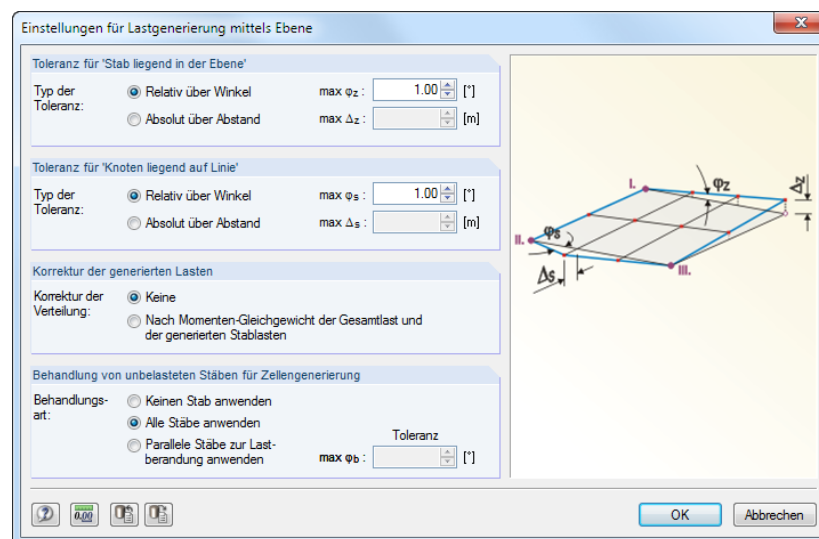


Bild 11.161: Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung mittels Ebene*

Die Einstellungen gelten für alle Stablastengenerierer. Die *Toleranz* steuert, wann Stäbe oder Knoten als einer Ebene bzw. Linie zugehörig bewertet werden. Es sind jeweils Vorgaben über einen Winkel oder einen Abstand möglich. Liegen die Knoten innerhalb dieser Schranken, werden die Zellen erkannt und die Lasten generiert.

Der Abschnitt *Korrektur der generierten Lasten* ermöglicht einen Abgleich zwischen den vorliegenden Flächenlasten und den ermittelten Stablasten. Die Kontrollsummen werden in den Dialogen angezeigt, die nach der Lastgenerierung vor der endgültigen Umwandlung in Stablasten erscheinen (siehe Bild 11.171, Seite 356). Bei kleinen Differenzen sollte eine Korrektur der Verteilung nach dem *Momenten-Gleichgewicht* vorgenommen werden. Dabei gilt:

$$\int_{L_{\text{Zelle}}} (q_{\text{Stab}} + q_{\text{korrekt}}) dL = \int_{S_{\text{Zelle}}} q dS \quad \text{Kräftegleichgewicht}$$

$$\int_{L_{\text{Zelle}}} (q_{\text{Stab}} + q_{\text{korrekt}}) r dL = \int_{S_{\text{Zelle}}} q r dS \quad \text{Momentengleichgewicht}$$

mit $r = (x, y)$

Abstand zum Schwerpunkt der Zelle



Bei der Korrektur der generierten Lasten nach dem *Momenten-Gleichgewicht* wird das Moment aus den Flächenlasten zum Schwerpunkt gebildet und mit dem Moment aus den Stablasten zum Schwerpunkt abgeglichen. Vereinfacht kann man sich die Momentenkorrektur als erneute Berechnung der Lagerkräfte vorstellen. Diese Lagerkraft wird dann als Linienlast auf den Stab angesetzt. Mit dieser Korrekturmöglichkeit lassen sich beispielsweise Stab-Trapezlasten aus veränderlichen Flächenlasten erzeugen.

Der Abschnitt *Behandlung von unbelasteten Stäben für Zellengenerierung* betrifft in erster Linie Stäbe, die schräg im Modell liegen. Im Zuge der Lastgenerierung wird zuerst die zu belastende Gesamtfläche ermittelt. Danach untersucht RSTAB, welche Stäbe Zellen einschließen. Die Zellen werden daraufhin von der Gesamtfläche abgezogen. Beim Ausschließen eines Stabes von der Belastung (Option *Ohne Wirkung auf Stäbe*, siehe unten) wird dessen Last auf die übrigen Stäbe der Ebene bzw. Zelle umgelagert.

Die drei Möglichkeiten werden am Beispiel einer Bühnenkonstruktion veranschaulicht. Es sollen nur Verkehrslasten auf die in X-Richtung verlaufenden Stäbe erzeugt werden. Der schräge Stab wird wie die Y-parallelen Stäbe von der Lastabtragung ausgenommen – er beeinflusst aber je nach Einstellung die Erzeugung von Stablasten.

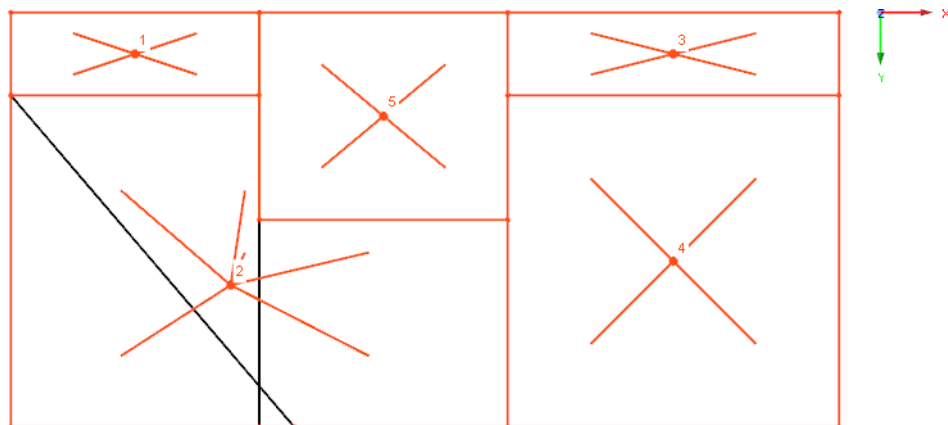


Bild 11.162: Bühnenkonstruktion mit Zellen für Lastgenerierung

- **Keinen Stab anwenden:**

Die Last wird konstant auf die Randstäbe und die Zwischenstäbe angesetzt. Mit dieser Einstellung werden alle ausgeschlossenen Stäbe ignoriert, d. h. intern zur Lastverteilung angesetzt. Nach der Berechnung des Zellen-Flächeninhalts wird die Last auf die zulässigen Stäbe der Zelle verteilt.

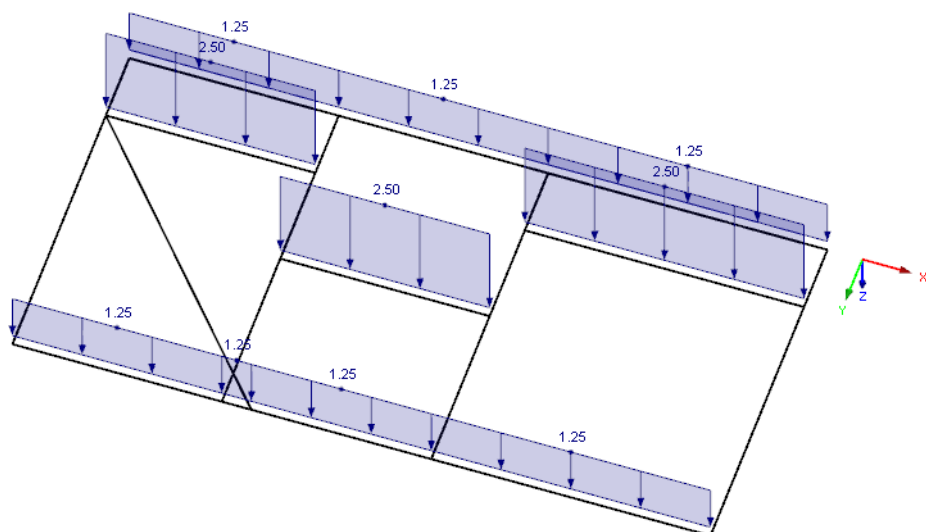


Bild 11.163: Ergebnis für *Keinen Stab anwenden*

- **Alle Stäbe anwenden:**

Es werden alle unbelasteten Stäbe für die Lastgenerierung ausgeschlossen. Wegen der großen generierten Zelle 2 gibt es dennoch ein kleines Problem in der Lastverteilung.

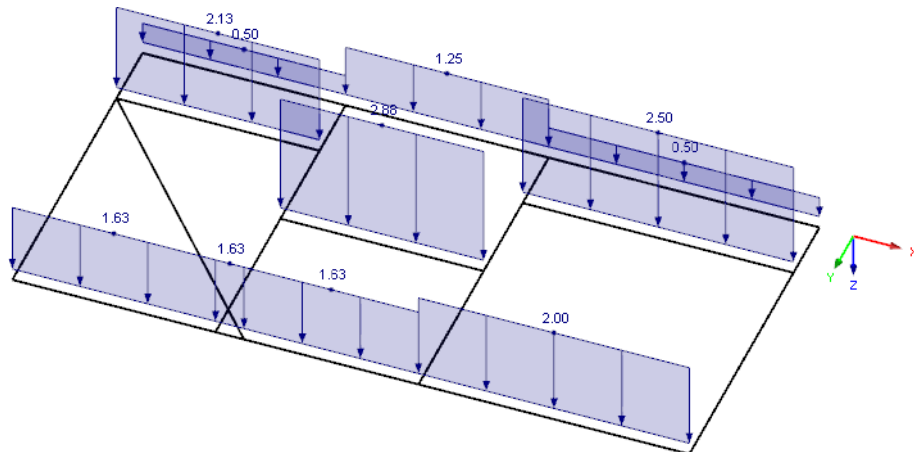


Bild 11.164: Ergebnis für *Alle Stäbe anwenden*

- **Parallele Stäbe zur Lastberandung anwenden:**

Damit lassen sich schräg liegende Stäbe von der Lastgenerierung ausschließen. Wird im *Einstellungen*-Dialog (siehe Bild 11.161, Seite 350) der Grenzwinkel zwischen Stäben φ_b auf $40,55^\circ$ begrenzt, so wird die Belastung wie erwartet generiert.

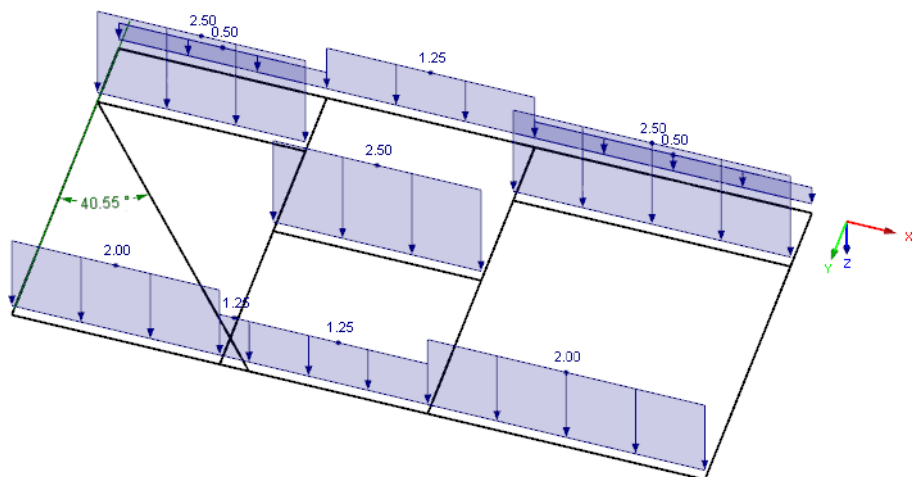


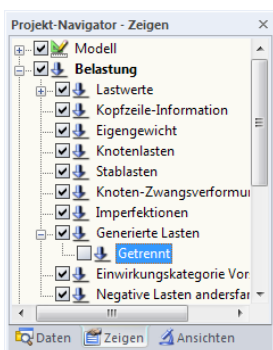
Bild 11.165: Ergebnis für *Parallele Stäbe zur Lastberandung anwenden*

Generierte Lasten nachträglich ändern

Nach dem Bestätigen eines Generierdialogs werden die generierten Lasten in die Lasten-Tabelle 3.5 übergeben. Der *Daten*-Navigator erhält den Zusatzeintrag *Generierte Lasten* (siehe Bild 6.30, Seite 162). Im Last-Kontextmenü und im *Zeigen*-Navigator kann eingestellt werden, ob die generierten Lasten als Flächenlast-Symbol oder *Getrennt* als Stablasten angezeigt werden sollen.

Die Generiererparameter gehen nicht verloren, denn die ursprünglichen Dialoge bleiben als Eingabeobjekte für Änderungen zugänglich. Der Doppelklick auf einen der Einträge oder auf eine generierte Last im Arbeitsfenster ruft den Ausgangsdialog erneut auf. Dort lassen sich dann die Parameter anpassen.

Um die generierten Lasten als isolierte Lastobjekte zu behandeln, müssen die Lasten aus dem Konzept herausgelöst und in ihre Komponenten zerlegt werden. Dieser Schritt ist über das Last-Kontextmenü auszuführen, das mit einem Rechtsklick auf eine generierte Last aufgerufen wird. Mit der Funktion *Generierte Last trennen* (siehe Bild 11.166) werden die einzelnen Lasten erzeugt.



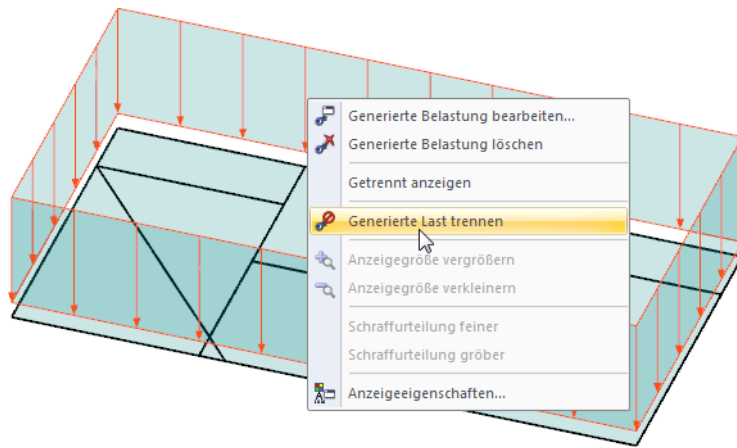


Bild 11.166: Kontextmenü generierter Lasten

Alternativ wird das Kontextmenü der generierten Lasten im *Daten-Navigator* benutzt.

11.8.2 Stablasten aus Flächenlasten



11.8.2.1 Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene

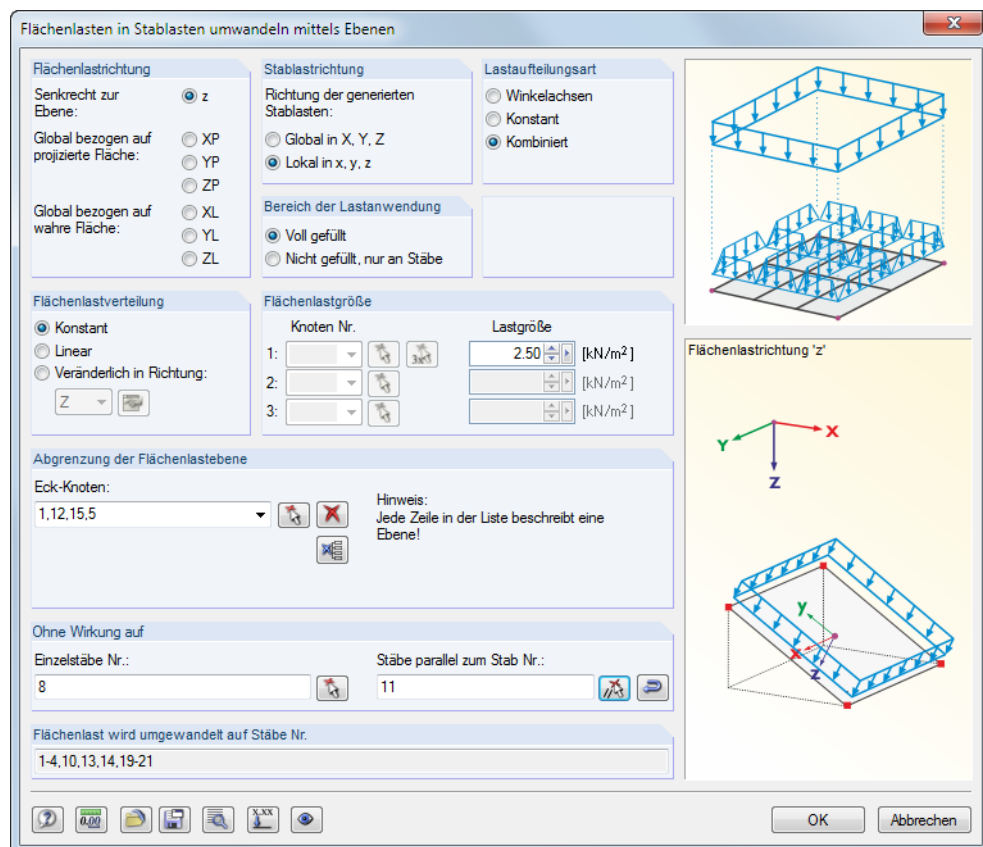


Bild 11.167: Dialog *Flächenlasten in Stablasten umwandeln mittels Ebenen*

Flächenlastrichtung

Es ist anzugeben, ob die Last senkrecht zur Ebene oder global bezogen auf die wahre bzw. projizierte Fläche wirkt. Die Grafik rechts unten veranschaulicht die gewählte Lastrichtung.

Stablastrichtung

Dieser Abschnitt steuert, ob die generierten Stablasten als globale oder lokale Lasten abgelegt werden (siehe [Kapitel 6.2, Seite 153](#)). Der Unterschied wirkt sich vor allem bei nichtlinearen Berechnungen aus.

Bereich der Lastanwendung

Es bestehen zwei Wahlmöglichkeiten. Liegt in der Lastebene zwischen den Stäben eine Fläche vor (z. B. Wand- oder Dachfläche), die im RSTAB-Modell nicht abgebildet ist, sollte *Voll gefüllt* gewählt werden. Damit wird die Flächenlast, die auf die ganze Ebene wirkt, auf die Stäbe umgerechnet. Wenn die Konstruktion aber nur aus Stäben besteht (z. B. Gittermast), ist die Option *Nicht gefüllt, nur an Stäbe* zu wählen. Dann wird lediglich die effektive bzw. projizierte Fläche belastet, die durch die Stabquerschnitte als „Lastangriffsfläche“ vorliegt. Die Last wird unter Berücksichtigung der Stablage angesetzt.

Lastaufteilungsart

Der Abschnitt steuert, 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 wie in nebenstehender Skizze gezeigt die anteiligen Einzugsflächen entstehen. So kann die Flächenlast eindeutig auf die Stäbe verteilt werden.

Das Winkelachsenverfahren ist bei Ebenen mit überstumpfen Winkel oder bei Vielecken nicht anwendbar. Diese Fälle können mit der Lastaufteilungsart *Konstant* bewältigt werden: Neben den Winkelhalbierenden wird auch der Schwerpunkt der Ebene ermittelt. Liegen die Schnittpunkte der Winkelhalbierenden vor dem Schwerpunkt, entstehen dreieckige Einzugsflächen; liegen sie hinter dem Schwerpunkt, wird eine zum Stab parallele Linie durch den Schwerpunkt gezogen, die mit den beiden Winkelhalbierenden eine Einzugsfläche bildet.

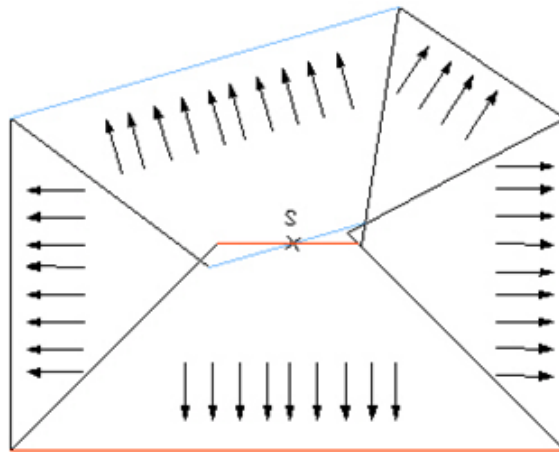
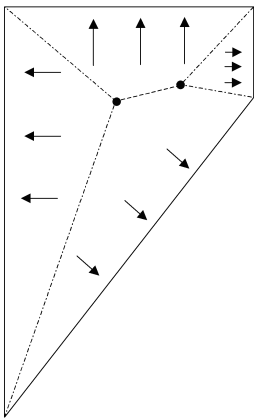



Bild 11.168: Lastaufteilungsart *Konstant*

Dieses Verfahren führt dazu, dass Flächen nicht berücksichtigt oder doppelt angesetzt werden. Der fehlende bzw. restliche Betrag wird mit einer Konstanten multipliziert, damit die Summe der Flächen- und Stablasten gleich ist.

Die Option *Kombiniert* ermittelt die Einzugsflächen von Drei-, Vier- und Vielecken soweit möglich nach der Winkelachsenmethode. Ist diese Methode nicht verwendbar, wird automatisch auf die konstante Lastverteilung umgeschaltet. Die kombinierte Methode ist deshalb voreingestellt; RSTAB wählt automatisch das geeignete Verfahren.

Flächenlastverteilung

Die Last kann *Gleichmäßig* oder *Linear* veränderlich auf die Fläche wirken. Es lassen sich auch Flächenlasten definieren, die frei *Veränderlich in Richtung* einer globalen Achse wirken (z. B. höhenabhängige Windlast). Über die Schaltfläche  ist ein Dialog zugänglich, in dem die Lastparameter in Abhängigkeit von den Knoten definiert werden können.

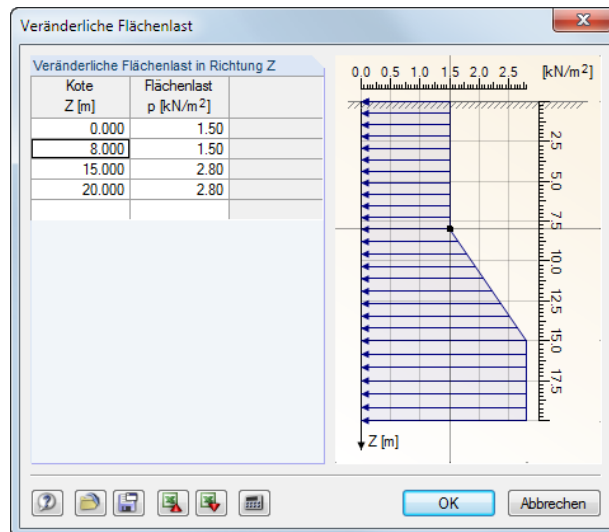



Bild 11.169: Dialog Veränderliche Flächenlast

In der linken Spalte sind die globalen Ordinaten der *Kote* anzugeben und rechts jeweils die Werte der *Flächenlast* zuzuweisen. Die Grafik visualisiert den aktuellen Stand der Eingabe.




Bei frei veränderlichen Lasten muss im *Einstellungen*-Dialog die Korrektur der Verteilung nach dem Momentengleichgewicht gewählt werden (siehe Bild 11.161, Seite 350). Ist dies nicht der Fall, werden konstante Stablasten erzeugt.

Flächenlastgröße


Wirkt die Last gleichmäßig auf die Fläche, ist der Lastwert in das Eingabefeld einzutragen. Bei linear veränderlichen Lasten sind drei Knotennummern mit den zugeordneten Lasten anzugeben. Die Knoten lassen sich auch mit  im Arbeitsfenster grafisch auswählen.

Abgrenzung der Flächenlastebene

Die *Abgrenzung der Flächenlastebene* erfolgt über die Eckknoten der Ebene. Die Knoten sind mit  nacheinander im Arbeitsfenster anzuklicken. Dabei wird die Ebene in der Selektionsfarbe gekennzeichnet. Die vollständig eingegebene Ebene erscheint in blaugrüner 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.



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 die komplette Liste mit der Schaltfläche  löschen.

Ohne Wirkung auf Stäbe



Im Abschnitt *Ohne Wirkung auf* ist es möglich, Stäbe von der Lastabtragung auszuschließen (z. B. Pfetten, Verbände). Die Auswahl erfolgt stabweise oder durch Angabe eines Musterstabes, der [Parallel] zu den lastfreien Stäben ist. Es empfiehlt sich die grafische Selektion mit .

Die Schaltfläche ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.161, Seite 350). 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 für bestimmte Stäbe skaliert werden. Damit lässt sich z. B. die Durchlaufwirkung einer Dachschalung auf die Randsparren erfassen, um dort reduzierte Stablasten zu erzeugen. Es öffnet sich folgender Dialog.

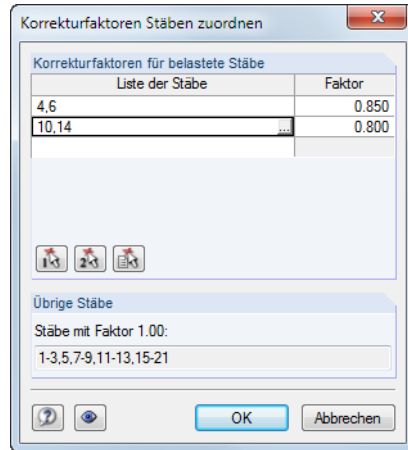


Bild 11.170: Dialog *Korrekturfaktoren Stäben zuordnen*

Die Stäbe können mit und im Arbeitsfenster ausgewählt und mit einem *Faktor* skaliert werden.

[OK] startet die Generierung der Stablasten. Es erscheint eine Übersicht mit Informationen zu den Zellen und Lasten.

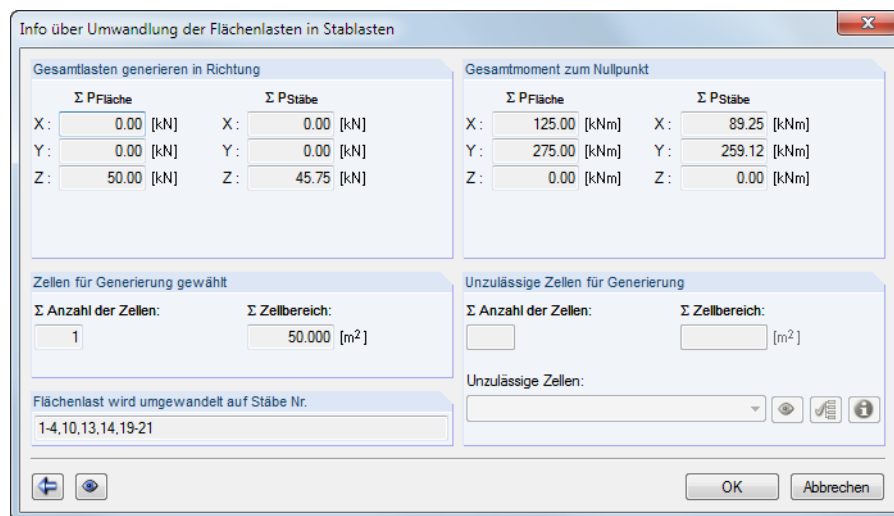


Bild 11.171: Dialog *Info über Umwandlung der Flächenlasten in Stablasten*

Falls unzulässige Zellen ausgewiesen werden, konnte RSTAB die Lasten nicht eindeutig zuweisen. Die Schaltfläche hebt die aktuelle unzulässige Zelle in der Grafik hervor, 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 für Probleme beim Konvertieren der Last.

Im Abschnitt *Gesamtmoment zum Nullpunkt* werden die ermittelten Stablasten mit den angesetzten Flächenlasten verglichen. Bei Differenzen kann mit wieder der Ausgangsdialog aufgerufen werden. Die Anpassungen sind dann im Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* vorzunehmen (siehe Bild 11.161, Seite 350), der über die Schaltfläche zugänglich ist.

Die beiden Schaltflächen im Infofenster sind mit folgenden Funktionen belegt:



Es wird wieder der Dialog *Flächenlasten in Stablasten umwandeln* aufgerufen, in dem die Generierungsparameter angepasst werden können.



Das Arbeitsfenster wird aufgerufen, in dem die Ansicht geändert werden kann (Ansichtsmodus). Die Rückkehr zum *Info*-Fenster erfolgt mit [Zurück] oder [Esc].

Tabelle 11.15: Schaltflächen im Info-Fenster zu umgewandelten Stablasten



11.8.2.2 Stablasten aus Flächenlast mittels Zellen

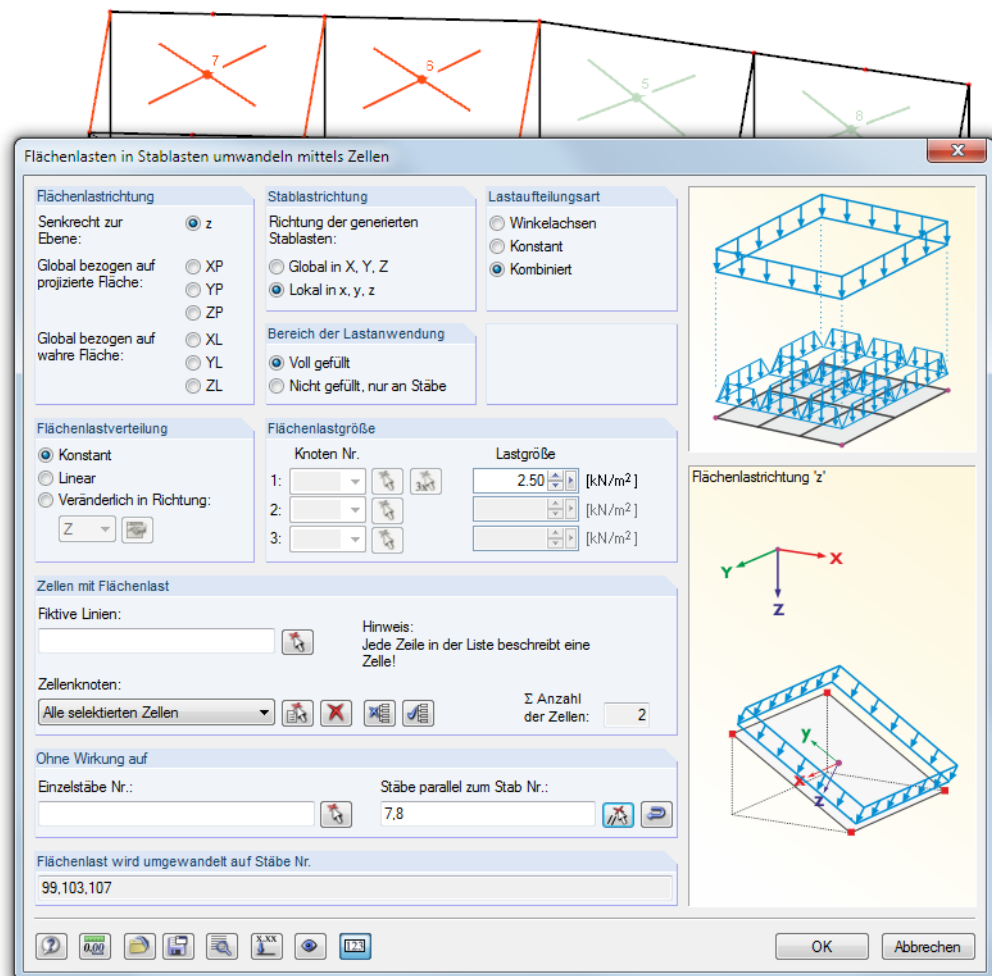





Bild 11.172: Dialog *Flächenlasten in Stablasten umwandeln mittels Zellen*

Dieser Dialog ist dem auf [Seite 353](#) beschriebenen Dialog *Flächenlasten in Stablasten umwandeln mittels Ebenen* ähnlich. RSTAB untersucht beim Aufruf des Dialogs, welche Zellen im Modell vorliegen und hinterlegt sie im Arbeitsfenster als Auskreuzungen. Eine „Zelle“ stellt einen allseitig von Stäben umschlossenen Bereich in einer Ebene dar, der durch drei oder mehr Eckpunkte gebildet wird.

Für die Generierung von Windlasten z. B. auf eine Hallenwand mit Stützen werden keine Zellen erkannt, da die Stäbe zwischen den Fußpunkten fehlen. In einem solchen Fall können mit  *Fiktive Linien* durch Anklicken der Anfangs- und Endknoten erzeugt werden. Damit werden die Zellen künstlich geschlossen und vom Generierer erkannt.

Die *Knoten der Zelle* können mit  in der Grafik nacheinander angeklickt werden. Nach der Generierung erscheint eine informative Übersicht über Zellen und Lasten.

Die Schaltfläche  ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.161, Seite 350). Dort kann die Toleranz für die Integration von Knoten in die Lastebene angepasst sowie eine Korrektur der generierten Lasten vorgenommen werden.

11.8.3 Sonstige Lasten



11.8.3.1 Stablasten aus freier Linienlast

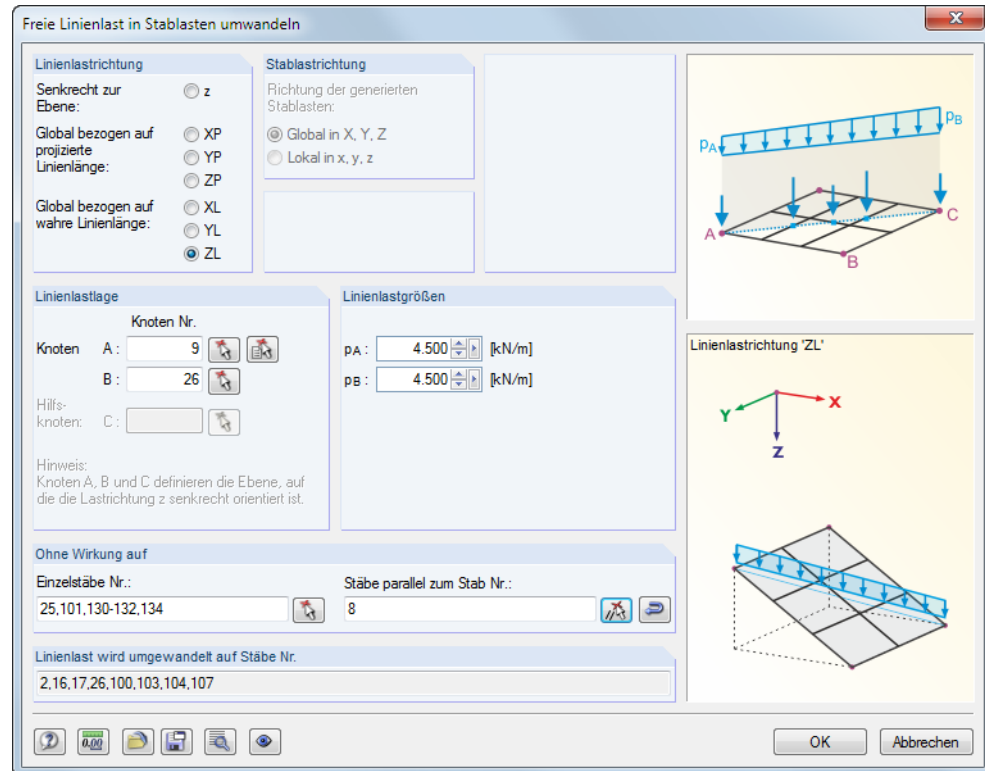




Bild 11.173: Dialog *Freie Linienlast in Stablasten umwandeln*

Über diesen Dialog können z. B. für Trägerroste freie Linienlasten definiert und anteilmäßig auf Stäbe umgelegt werden.

Für die korrekte Lastzuweisung sind Angaben zur *Linienlast*- und ggf. *Stablaststrichtung* erforderlich. Diese Abschnitte sind ebenso wie der Abschnitt *Ohne Wirkung* bei der Funktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ ab Seite 353 erläutert.

Die *Linienlastgrößen* können konstant oder linear definiert werden. Die *Linienlastlage* lässt sich mit  grafisch durch Anklicken des Anfangs- und Endknotens bestimmen. Ist die Linienlast senkrecht zur Ebene gerichtet, so ist zusätzlich der Hilfsknoten C anzugeben.

Die Schaltfläche  ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe Bild 11.161, Seite 350).



11.8.3.2 Stablasten aus Ummantelung

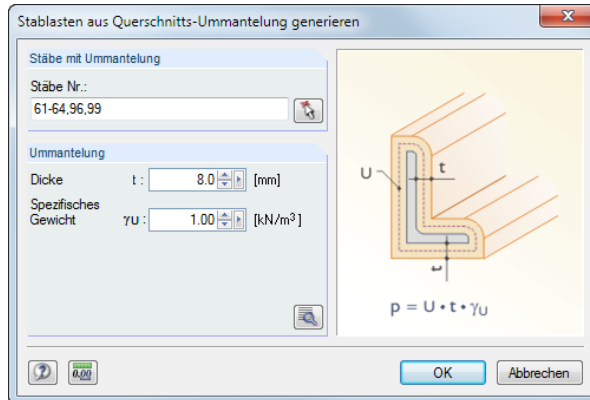


Bild 11.174: Dialog *Stablasten aus Querschnittsummantelung generieren*

Die *Stäbe mit Ummantelung* können direkt eingetragen oder mit grafisch bestimmt werden. Die *Ummantelung* ist durch die Dicke und das spezifische Gewicht festzulegen.

Mit der Schaltfläche können die Mantelflächen A_U der ausgewählten Stabquerschnitte kontrolliert werden, die für die Ermittlung der Eislast angesetzt werden. Diese sind wie in der Dialoggrafik (Bild 11.174) gezeigt auf die Mittellinien der Eislast bezogen. Damit werden die Lasten auch bei kleinen Profilen mit vielen Kanten korrekt erfasst.



11.8.3.3 Lasten aus Bewegungen

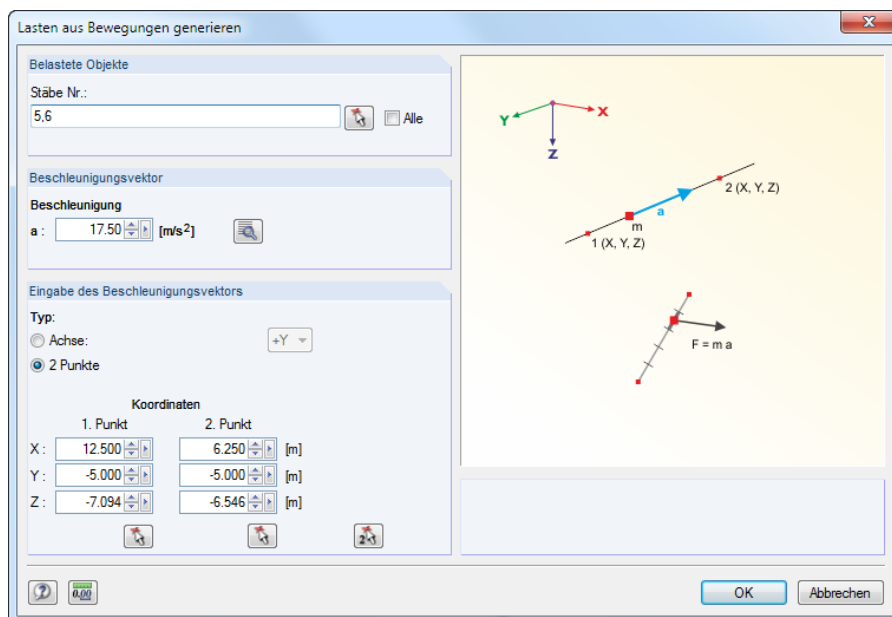


Bild 11.175: Dialog *Lasten aus Bewegungen generieren*

Dieser Generierer erzeugt Lasten infolge einer Beschleunigung, die auf bestimmte Stäbe wirkt. Die Masse wird aus dem Eigengewicht ermittelt.

Im Abschnitt *Belastete Objekte* können die Nummern der relevanten Stäbe eingetragen oder mit grafisch bestimmt werden.

Der Beschleunigung ist im Abschnitt *Beschleunigungsvektor* anzugeben. Sie kann auch über in einem Dialog aus den Geschwindigkeiten ermittelt werden, die an zwei Punkten vorliegen.

Im Abschnitt *Eingabe des Beschleunigungsvektors* ist anzugeben, ob der Vektor auf eine globale Achse bezogen oder über zwei Punkte definiert ist. Der Vektor kann mit den Schaltflächen auch grafisch festgelegt werden.


11.8.4 Schneelasten

11.8.4.1 Flach-/Pulldach

Bild 11.176: Dialog *Schneelasten generieren - Flach-/Pulldach*


Im Dialog sind Flach- und Pulldächer gemeinsam verwaltet. Die Formbeiwerte für flache bzw. einseitig geneigte Dächer werden gemäß EN 1991-1-3 und DIN 1055-5 berücksichtigt.

Im Abschnitt *Schneelast-Parameter* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang festzulegen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder im Einzelnen zugänglich sind.


Die Schneelastzone Z kann über die Schaltfläche  grafisch in einer Karte ausgewählt werden. Aus dieser Vorgabe wird unter Berücksichtigung der Meereshöhe A der charakteristische Wert der Schneelast s_k auf dem Boden ermittelt.

Die drei Kontrollfelder im Abschnitt *Zusatzschneelasten* steuern, ob weitere Schneelasten zu berücksichtigen sind:


- Schneeanhäufungen durch Verwehung
- Schneeüberhang an der Traufe
- Schneelasten auf Schneefanggitter

Über die Schaltfläche  lassen sich jeweils die Parameter festlegen.


Im Abschnitt *Beiwerte* können bei Bedarf der Umgebungsbeiwert C_e (EN 1991-1-3, Tabelle 5.1) sowie der Temperaturbeiwert C_t (EN 1991-1-3, Absatz 5.2 (8)) angepasst werden.


Die *Dachgeometrie* ist über die Eckknoten A bis D des Dachs gemäß Dialoggrafik festzulegen. Sie lassen sich mit  auch grafisch im Arbeitsfenster bestimmen. Die Ebene wird dabei in der Selektionsfarbe markiert. Es sind mindestens drei Knoten für eine Ebene erforderlich. Die Fläche braucht nicht allseitig von Stäben begrenzt sein.


Die *Anordnung der Schneeverwehung* kann über die Randknoten der Dachfläche definiert werden.

In den Abschnitten *Zu generierender Lastfall* und *Verwehungslastfall* sind die Lastfallnummern für die Generierung anzugeben. Mit  lassen sich Schneelastfälle erzeugen.

Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Generierfunktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf [Seite 354](#) erläutert.

Die Schaltfläche  ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe [Bild 11.161](#), [Seite 350](#)).

Mit der Schaltfläche  können die Lasten für bestimmte Stäbe skaliert werden. Die Angaben sind in einem separaten Dialog vorzunehmen (siehe [Bild 11.170](#), [Seite 356](#)).

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Lastgenerierung zunächst in einer Übersicht für alle Lastfälle angezeigt. Dadurch lassen sich die wirkenden Flächenlasten mit den umgerechneten Lasten vergleichen. Mit der Schaltfläche  kann vor der Übergabe der Lasten an RSTAB nochmals der Ausgangsdialog aufgerufen werden, um die Parameter der Lasten zu ändern.

11.8.4.2 Satteldach

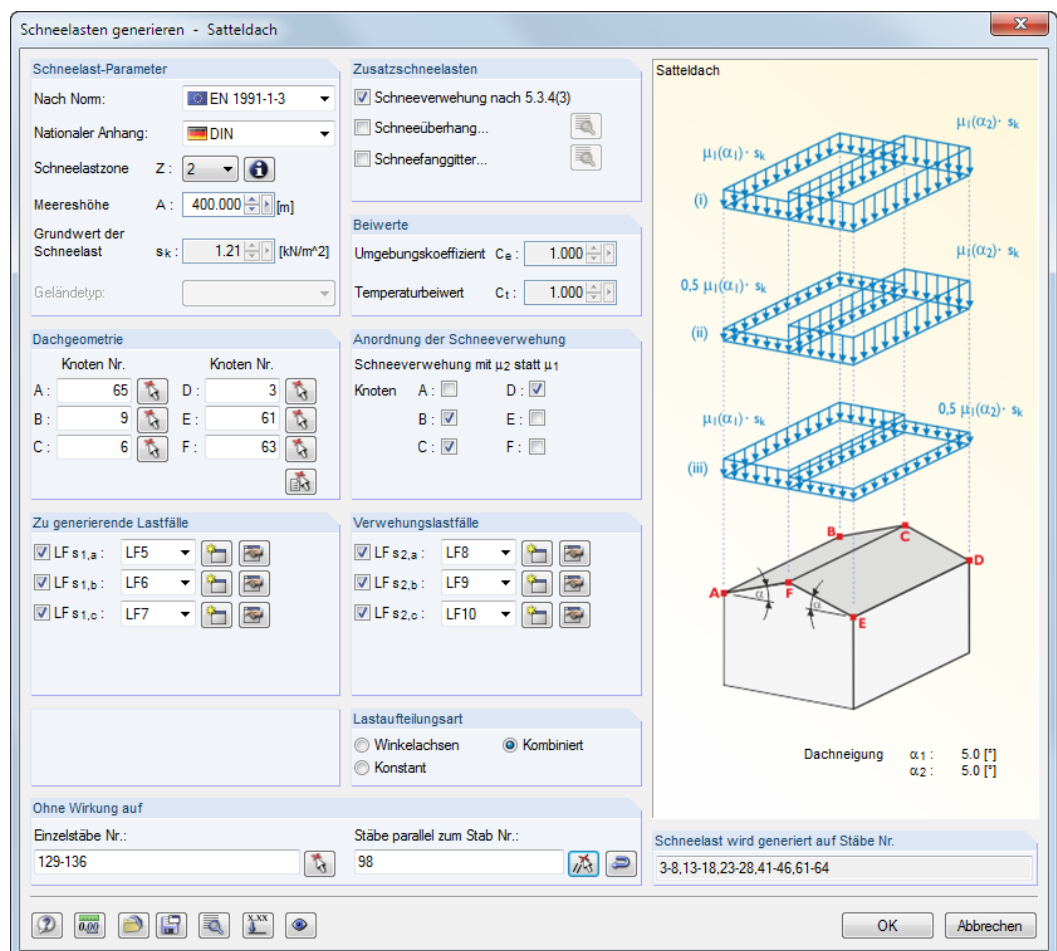




Bild 11.177: Dialog *Schneelasten generieren - Satteldach*

Im Abschnitt *Schneelast-Parameter* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang auszuwählen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder zugänglich sind. Die Parameter können dann wie im [Kapitel 11.8.4.1](#) beschrieben eingegeben werden.

Die *Dachgeometrie* ist bei einem Satteldach über die Eckknoten A bis F des Dachs gemäß Dialoggrafik festzulegen. Die Knoten lassen sich mit  auch grafisch im Arbeitsfenster bestimmen.

In den Abschnitten *Zu generierende Lastfälle* und *Verwehungslastfälle* sind die Lastfallnummern für die Generierung anzugeben. Die Alternativlastfälle entstehen, wenn Zusatzschneelasten (z. B.

DIN 1055-5, Bild 4) oder Formbeiwerte (z. B. EN 1991-1-3, Bild 5.3) berücksichtigt werden. Über die Schaltfläche  lassen sich die entsprechenden Schneelastfälle anlegen.

11.8.5 Windlasten

11.8.5.1 Vertikale Wände

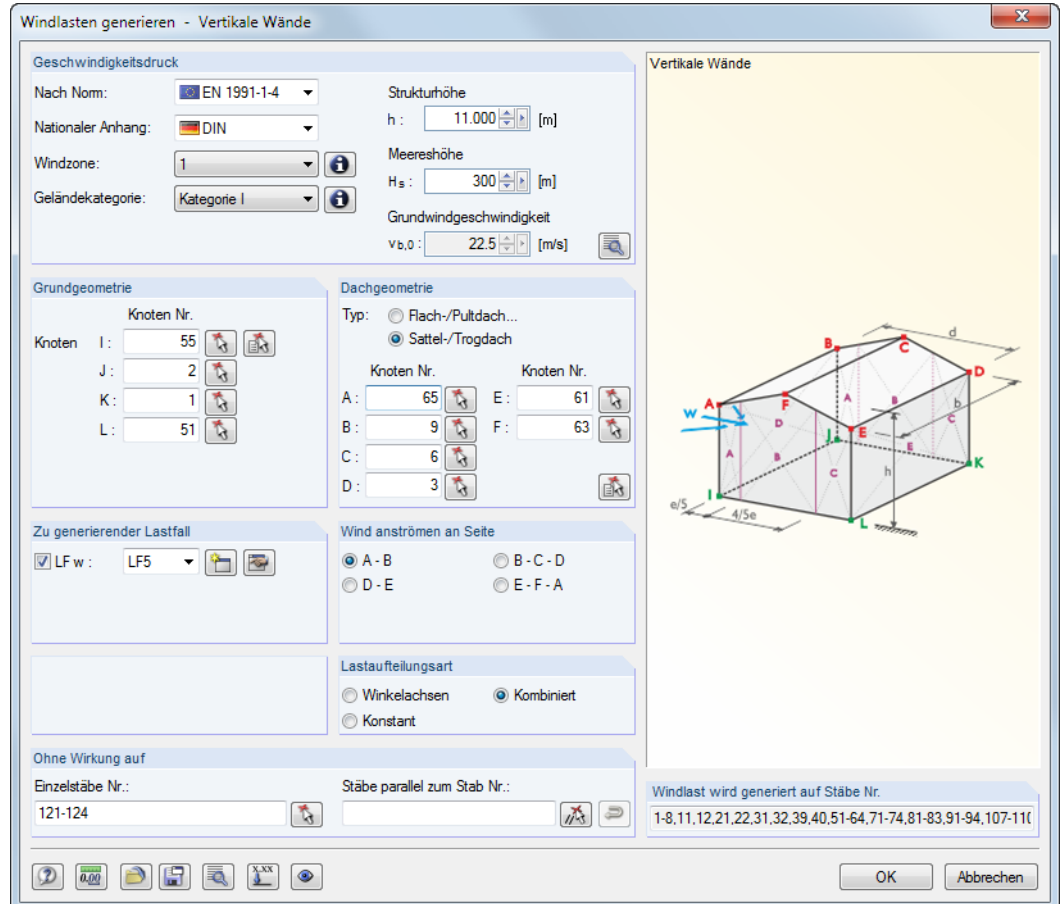



Bild 11.178: Dialog *Windlasten generieren - Vertikale Wände* (Dachgeometrie: Sattel-/Trogdach)

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang auszuwählen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder zugänglich sind.

Windzone und Geländekategorie können über die -Schaltflächen grafisch in einer Karte ausgewählt werden. Die Strukturhöhe h wird nicht automatisch vom Modell übernommen, sondern muss angegeben werden. Aus diesen Vorgaben wird der Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0}$ ermittelt.

Über die Schaltfläche  sind weitere Beiwerte für die Ermittlung der Windlasten zugänglich.

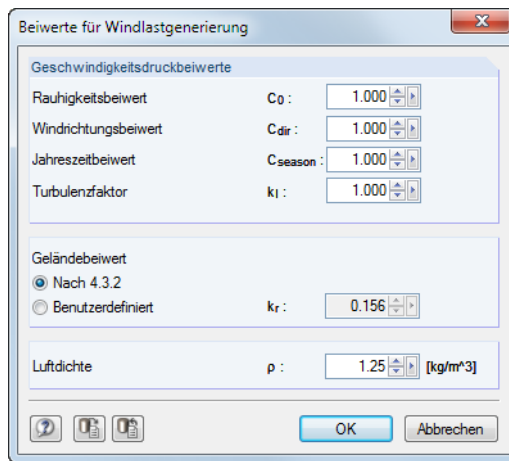






Bild 11.179: Dialog *Beiwerte für Windlastgenerierung*


Die Wände werden über die *Grundgeometrie* (Knoten *I* bis *L* der Grundfläche unten) und die *Dachgeometrie* (Knoten *A* bis *D* bzw. *F* der Dachebenen oben) erfasst. Bei Dachüberständen sind die oberen Wandknoten anzugeben, nicht die Dachknoten. Wie die Dialoggrafik zeigt, lassen sich Windlasten für allseitig geschlossene Baukörper mit viereckförmiger Grundfläche erzeugen. Bei der Geometrieeingabe ist zu beachten, dass die Startknoten *I* und *A* übereinanderliegen und dass der „Umlaufsinn“ während der Bestimmung von Grund- und Dachfläche einheitlich ist. Die Grund- und Dachgeometrie kann mit den Schaltflächen  und  grafisch bestimmt werden.

Im Abschnitt *Zu generierender Lastfall* ist die Lastfallnummer für die Generierung anzugeben. Über die Schaltfläche  kann ein Windlastfall erzeugt werden.

Die Windrichtung ist im Abschnitt *Wind anströmen an Seite* festzulegen. Der Wind wirkt rechtwinklig zur angegebenen Linie.

Die Abschnitte *Lastaufteilungsart* und *Ohne Wirkung auf* sind bei der Generierfunktion „Stablasten aus Flächenlast mittels Ebene“ auf [Seite 354](#) erläutert.

Die Schaltfläche  ruft den Dialog *Einstellungen für Lastgenerierung* auf (siehe [Bild 11.161](#), [Seite 350](#)).

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Lastgenerierung zunächst in einer Übersicht angezeigt. Dadurch lassen sich die wirkenden Flächenlasten mit den umgerechneten Lasten vergleichen. Mit der Schaltfläche  kann vor der Übergabe der Lasten an RSTAB nochmals der Ausgangsdialog aufgerufen werden, um die Parameter der Lasten zu ändern.

11.8.5.2 Flachdach

Bild 11.180: Dialog *Windlasten generieren - Flachdach*

Ein Flachdach liegt vor, wenn die Dachneigung $\alpha < 5^\circ$ ist.

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang auszuwählen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder zugänglich sind.

Die Parameter sind wie im [Kapitel 11.8.5.1](#) beschrieben festzulegen. Der Abschnitt *Traufbereich* ist mit Grafiken im Dialog gekoppelt, die die einzelnen Varianten veranschaulichen.

Wie z. B. in EN 1991-1-4, Tabelle 7.2 erläutert, sind für ein Flachdach mehrere Lastfälle zu berücksichtigen. Im Abschnitt *Zu generierende Lastfälle* sind die Lastfallnummern für die Generierung anzugeben. Die Drucklasten werden im Lastfall *LF w+*, die Soglasten im *LF w-* erzeugt. Über die Schaltfläche lassen sich die entsprechenden Lastfälle anlegen.

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Lastgenerierung zunächst als Übersicht für alle Lastfälle angezeigt (siehe [Bild 11.183](#), [Seite 367](#)). Die Register stellen eine wichtige Kontrollmöglichkeit dar, da für jeden Lastfall der Außendruckbeiwert $c_{pe,10}$ und Außendruck w_e bereichsweise abgelesen werden kann

11.8.5.3 Pultdach

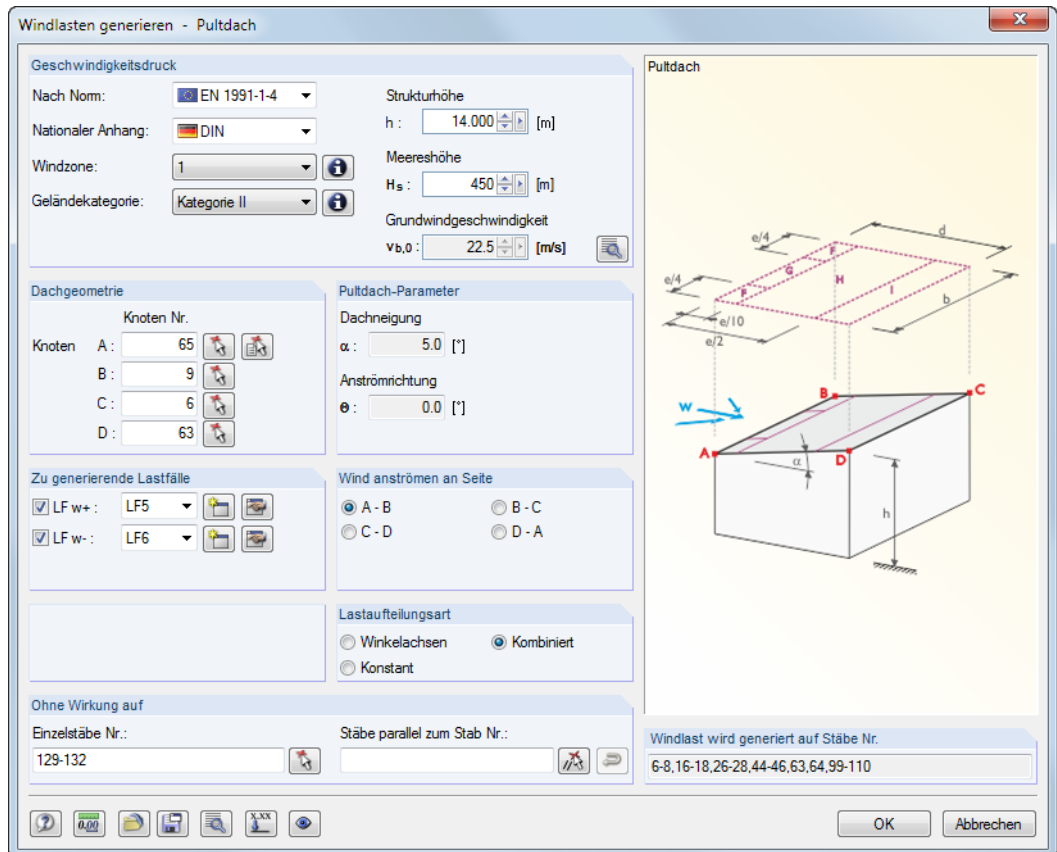


Bild 11.181: Dialog *Windlasten generieren - Pultdach*

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang auszuwählen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder zugänglich sind.

Die Parameter sind wie im [Kapitel 11.8.5.1](#) beschrieben festzulegen. Die *Pultdach-Parameter* werden automatisch aus der Dachgeometrie und der angeströmten Seite ermittelt.

Wie z. B. in EN 1991-1-4, Tabelle 7.3a erläutert, sind für ein Pultdach mehrere Lastfälle zu berücksichtigen. Im Abschnitt *Zu generierende Lastfälle* sind die Lastfallnummern für die Generierung anzugeben. Die Drucklasten werden im Lastfall *LF w+*, die Soglasten im *LF w-* erzeugt. Über die Schaltfläche lassen sich die entsprechenden Lastfälle anlegen.

Mit der Schaltfläche können die Lasten für bestimmte Stäbe skaliert werden. Damit lässt sich z. B. die Durchlaufwirkung einer Dachschalung auf die Randsparren erfassen, um reduzierte Stablasten zu generieren. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog (siehe [Bild 11.170](#), [Seite 356](#)).

11.8.5.4 Sattel-/Trogdach

Bild 11.182: Dialog *Windlasten generieren - Sattel-/Trogdach*

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang auszuwählen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder zugänglich sind.

Die Parameter sind wie im Kapitel 11.8.5.1 auf Seite 362 beschrieben festzulegen. Die *Sattel-/Trogdach-Parameter* werden automatisch aus der Dachgeometrie und der angeströmten Seite ermittelt.

Wie z. B. in EN 1991-1-4, Tabelle 7.4a erläutert sind für ein Satteldach mehrere Lastfälle zu berücksichtigen. Im Abschnitt *Zu generierende Lastfälle* sind die Lastfallnummern für die Generierung anzugeben. Die Drucklasten werden im Lastfall *LF w+*, die Soglasten im *LF w-* erzeugt. Die Kombinationen (d. h. Druck auf einer Dachseite und Sog auf der anderen) werden als *LF w+/-* und *LF w+/-* erfasst. Über die Schaltfläche lassen sich die entsprechenden Lastfälle anlegen.

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Lastgenerierung zunächst als Übersicht für alle Lastfälle angezeigt (siehe Bild 11.183). Die Register stellen eine wichtige Kontrollmöglichkeit dar, da für jeden Lastfall der Außendruckbeiwert $c_{pe,10}$ und Außendruck w_e bereichsweise abgelesen werden kann.

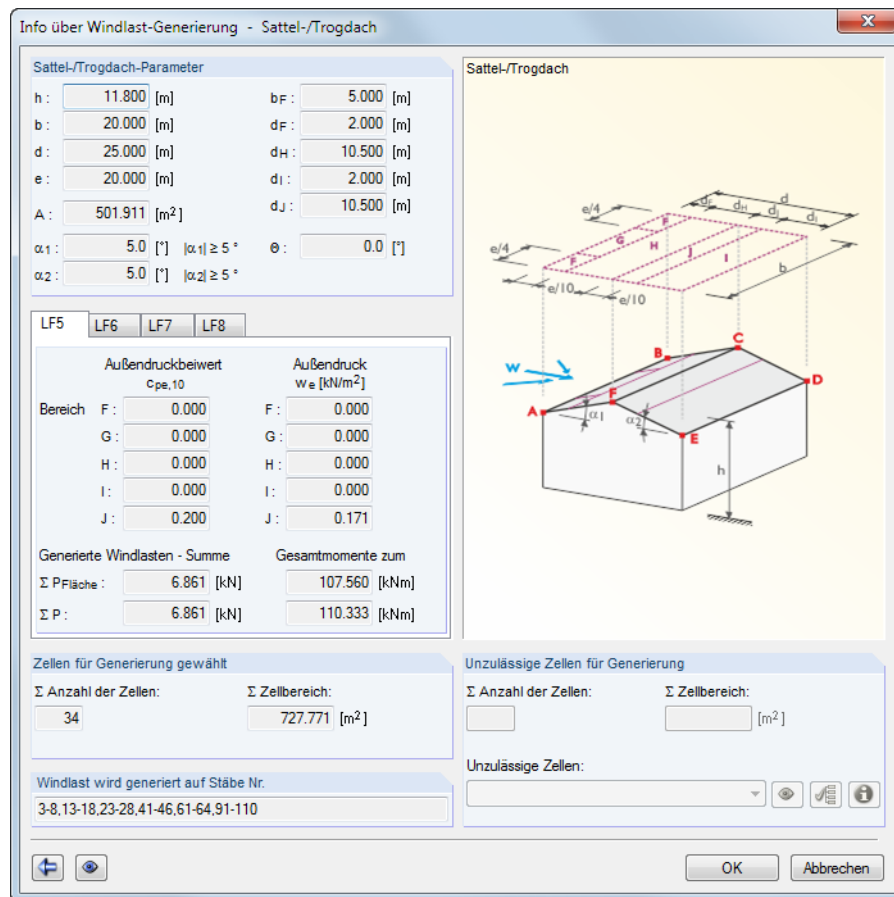



Bild 11.183: Dialog *Info über Windlast-Generierung - Sattel-/Trogdach*

Mit der Schaltfläche  kann vor der Übergabe der Lasten an RSTAB nochmals der Ausgangsdialog aufgerufen werden, um die Parameter der Lasten zu ändern.

11.8.5.5 Vertikale Wände mit Dach

Bild 11.184: Dialog *Windlasten generieren - Vertikale Wände mit Dach* (Dachgeometrie: Satteldach)

Im Abschnitt *Geschwindigkeitsdruck* ist zunächst die Norm und ggf. der Nationale Anhang auszuwählen. Diese Vorgabe steuert, welche Eingabefelder zugänglich sind.

Die Parameter sind wie im [Kapitel 11.8.5.1](#) auf [Seite 362](#) beschrieben festzulegen.

Wie z. B. in EN 1991-1-4, Tabelle 7.4a erläutert sind für ein Satteldach mehrere Lastfälle zu berücksichtigen. Im Abschnitt *Zu generierende Lastfälle* sind die Lastfallnummern für die Generierung anzugeben. Die Drucklasten werden im Lastfall *LF w+*, die Soglasten im *LF w-* erzeugt. Die Kombinationen (d. h. Druck auf einer Dachseite und Sog auf der anderen) werden als *LF w-/+* und *LF w+/-* erfasst. Über die Schaltfläche lassen sich die entsprechenden Lastfälle anlegen.

Mit der Schaltfläche können die Lasten für bestimmte Stäbe skaliert werden. Die Angaben erfolgen in einem separaten Dialog (siehe [Bild 11.170](#), [Seite 356](#)).

Nach [OK] werden die Ergebnisse der Lastgenerierung zunächst als Übersicht für alle Lastfälle angezeigt (siehe [Bild 11.183](#)). Die Register stellen eine wichtige Kontrollmöglichkeit dar, da für jeden Lastfall der Außendruckbeiwert $c_{pe,10}$ und Außendruck w_e bereichsweise abgelesen werden kann.

12 Dateiverwaltung

Dieses Kapitel beschreibt, wie Daten mit dem Projektmanager organisiert und wie wiederkehrende Modellkomponenten als Blöcke verwaltet werden. Ferner werden die in RSTAB integrierten Schnittstellen vorgestellt, die für den Datenaustausch mit anderen Programmen genutzt werden können.

12.1 Projektmanager

Bei statischen Berechnungen ist ein Projekt meist in mehrere Positionen untergliedert. Diese Positionen werden in RSTAB als „Modelle“ bezeichnet. Der *Projektmanager* hilft, die Modelle aller Dlubal-Anwendungen zu organisieren. Er verwaltet auch Modelle, die im Netzwerk abgelegt sind (siehe [Kapitel 12.3, Seite 389](#)).

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.

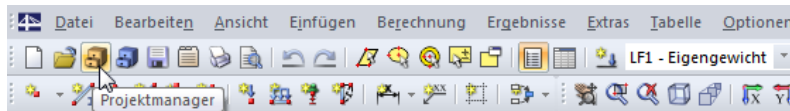


Bild 12.1: Schaltfläche *Projektmanager* in der Symbolleiste



Der Projektmanager ist auch im *Basisangaben*-Dialog des Modells zugänglich.

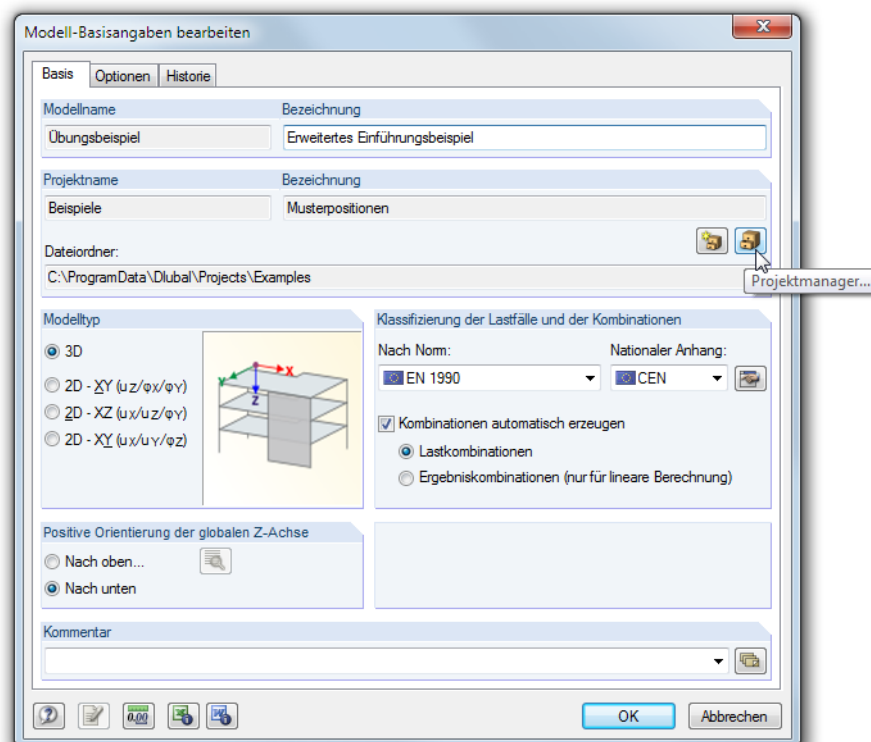


Bild 12.2: Schaltfläche *Projektmanager* im Dialog *Basisangaben*

Nach dem Aufruf erscheint das mehrteilige Fenster des Projektmanagers. Dieses Fenster hat ein eigenes Menü und eine eigene Symbolleiste.

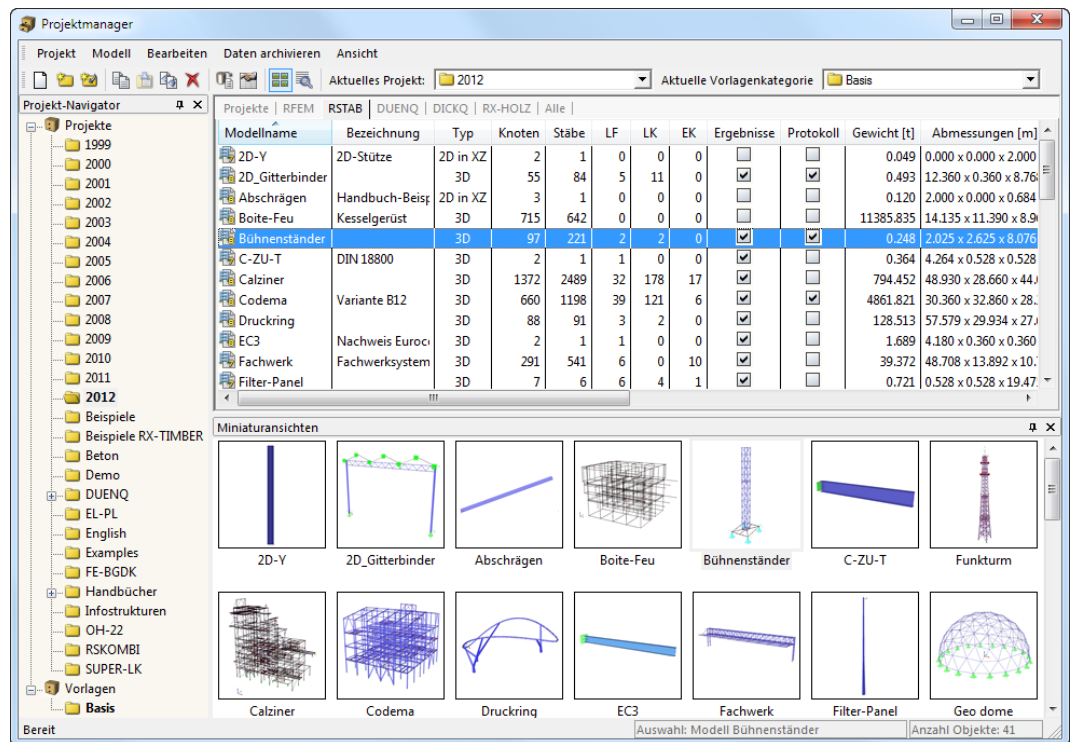


Bild 12.3: Projektmanager

Projekte-Navigator

Links wird ein Navigator mit der Baumstruktur aller Projekte angezeigt. Das aktuelle Projekt ist fett gekennzeichnet. Um ein anderes Projekt als aktuell zu setzen, wird dieses doppelgeklickt oder in der Symbolleisten-Liste *Aktuelles Projekt* eingestellt. Rechts neben dem Navigator sind die im selektierten Projekt enthaltenen Modelle tabellarisch aufgelistet.

Tabelle der Modelle

Die Modelle sind in verschiedenen Registern nach Dlubal-Anwendungen geordnet. Das Register *RSTAB* listet alle RSTAB-Modelle auf, die im selektierten Projekt enthalten sind. Es werden jeweils der *Modellname*, die *Bezeichnung*, wichtige Modell- und Dateiinformatoren einschließlich Namen des Erstellers und Bearbeiters angegeben.



Die angezeigten Spalten können über Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten** oder die zugeordnete Schaltfläche angepasst werden (siehe Seite 379).

Details

In diesem Fensterabschnitt werden alle verfügbaren Informationen zum Modell angegeben, das in der Tabelle selektiert ist.

Vorschau

Das selektierte Modell wird als Vorschau angezeigt. Die Größe dieses Vorschau Fensters lässt sich durch Verschieben des oberen Randes anpassen.

Miniaturansichten

Der untere Bereich des Projektmanagers bietet eine grafische Übersicht aller Modelle im selektierten Projekt. Die Miniaturansichten wirken interaktiv mit der Tabelle der Modelle.



Über die Pins ist es möglich, bestimmte Fensterabschnitte zu minimieren. Sie werden dann in der Fußleiste als Register angedockt.

12.1.1 Projektverwaltung

Neues Projekt anlegen

Ein neues Projekt wird angelegt mit



- dem Projektmanager-Menü **Projekt** → **Neu**
- der Schaltfläche [Neues Projekt] in der Symbolleiste.

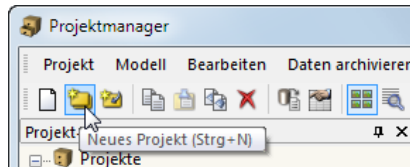



Bild 12.4: Schaltfläche Neues Projekt

Im folgenden Dialog sind der *Name* des Projekts sowie der *Dateiordner* festzulegen, in dem die Modelle gespeichert werden sollen. Über die Schaltfläche  kann der Verzeichnispfad eingestellt werden. Die optionale *Bezeichnung* ermöglicht eine Kurzbeschreibung des Projekts. Sie erscheint auch in der Kopfzeile des Ausdruckprotokolls; sonst hat sie keine weitere Bedeutung.

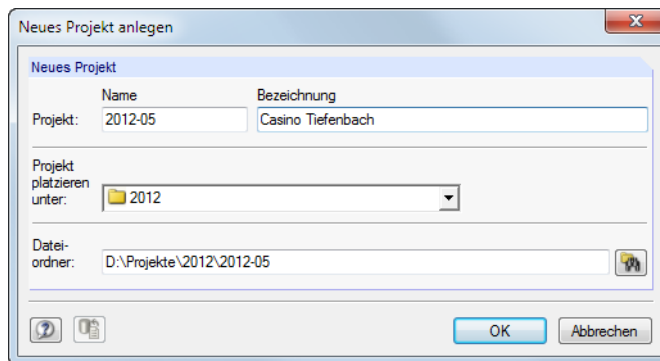
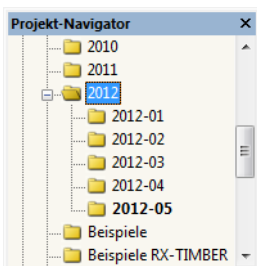


Bild 12.5: Dialog Neues Projekt anlegen



Im Projektmanager können auch Unterprojekte angelegt werden, indem man ein vorhandenes Projekt in der Liste *Projekt platzieren unter* auswählt. Das neue Projekt wird dann im Navigator als Unterprojekt geführt. Ist dies nicht gewünscht, so ist in der Liste der übergeordnete Eintrag *Projekte* zu wählen. Das Projekt erscheint dann im Navigator als Haupteintrag.

Nach [OK] wird ein neuer Dateiordner mit dem Projektnamen auf der Festplatte oder einem Netzlaufwerk angelegt.

Vorhandenen Dateiordner verknüpfen

Ein Ordner, der bereits RSTAB-Modelle enthält, kann als Projekt eingebunden werden mit



- dem Projektmanager-Menü **Projekt** → **Mit Dateiordner verknüpfen**
- der Schaltfläche [Projekt mit Dateiordner verknüpfen] in der Symbolleiste.

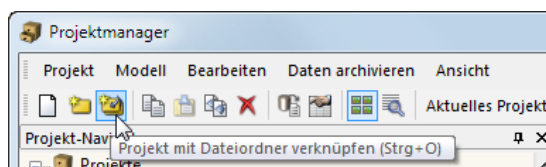



Bild 12.6: Schaltfläche Projekt mit Dateiordner verknüpfen

Es spielt keine Rolle, in welchem Ordner der Festplatte oder des Netzwerks sich das Projekt befindet. Es wird in die programminterne Verwaltung aufgenommen und am Standort belassen – vergleichbar einer Verknüpfung auf dem Desktop. Die Informationen werden in der ASCII-Datei **PRO.DLP** im Ordner **Project Manager** gespeichert (siehe [Kapitel 12.1.4.3, Seite 381](#)).

Es öffnet sich ein Dialog, der nach dem gleichen Konzept wie im [Bild 12.5](#) gezeigt funktioniert. Es sind *Name* und *Bezeichnung* des Projekts einzutragen und ggf. über  der Pfad zum *Dateiordner* einzustellen.



Wird in der Liste *Projekt platzieren unter* ein Projekt vorgegeben, muss sich der zu verknüpfende Dateiordner im Verzeichnis dieses Projekts befinden. Er wird dann als Unterprojekt verwaltet. Soll aber der Dateiordner im Projektmanager als eigenständiges Projekt erscheinen, ist in der Liste der übergeordnete Eintrag *Projekte* festzulegen.

Mit der Option *Dateiordner mit allen Unterordnern verknüpfen* können sämtliche Ordner, die sich in dem gewählten Dateiordner befinden, auf einmal in die Verwaltung des Projektmanagers eingebunden werden.

Dateiordner trennen

Die Einbindung eines Ordners in die Projektverwaltung wird aufgehoben mit

- dem Menü **Projekt** → **Verknüpfung mit Dateiordner trennen** (zuvor Projekt selektieren)
- der Schaltfläche [Verknüpfung trennen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü des Projekts im Navigator.

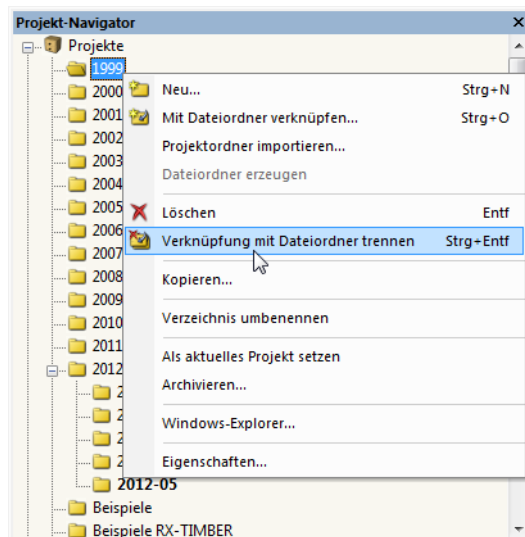


Bild 12.7: Kontextmenü eines Projekts



Das Projekt wird nur aus der internen Verwaltung entfernt. Der Ordner auf der Festplatte und sein Inhalt bleiben erhalten.

Projekt löschen

Ein Projekt wird gelöscht mit

- dem Projektmanager-Menü **Projekt** → **Löschen** (zuvor Projekt selektieren)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü-Eintrag **Löschen** des Projekts im Navigator (siehe Bild oben).

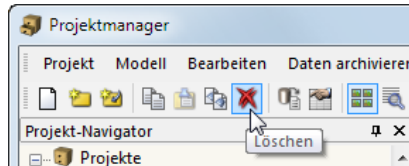


Bild 12.8: Schaltfläche Löschen

Der Ordner auf der Festplatte wird mitsamt Inhalt gelöscht.



Sollten sich in diesem Ordner auch Dateien anderer Programme befinden, werden nur die Dateien der Dlupal-Anwendungen gelöscht und der Ordner bleibt erhalten.



Das Löschen von Projekten kann rückgängig gemacht werden über Menü

Bearbeiten → **Aus dem Dlupal-Papierkorb wiederherstellen**.

Der Dlupal-Papierkorb ist im [Kapitel 12.1.4.2](#) auf [Seite 380](#) beschrieben.

Falls Dateien gelöscht werden, die auf einem Netzlaufwerk liegen, werden die gelöschten Dateien auf die Festplatte in den Dlupal-Papierkorb kopiert. Somit können Dateien, die auf Netzlaufwerken gelöscht wurden, wiederhergestellt werden. Ist dies nicht gewünscht, sollte das Projekt getrennt werden (siehe oben). Anschließend können die Daten manuell vom Netzlaufwerk gelöscht werden.

Projekt kopieren

Ein Projekt kann kopiert werden über

- das Projektmanager-Menü **Projekt** → **Kopieren** (zuvor Projekt selektieren)
- dem Kontextmenü-Eintrag **Kopieren** des Projekts im Navigator (siehe [Bild 12.7](#)).

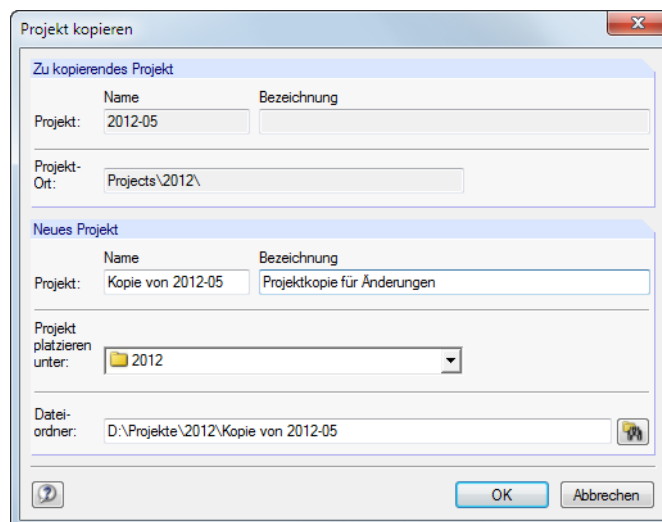


Bild 12.9: Dialog *Projekt kopieren*

Es sind *Name*, *Bezeichnung* und Ort des neuen Projekts im Projektmanager anzugeben sowie der *Dateiordner* festzulegen, der beim Kopieren erstellt wird.

Alternativ kann das Projekt mit dem Windows-Explorer kopiert und dann als verknüpfter Dateiordner in den Projektmanager eingebunden werden (siehe [Bild 12.6](#), [Seite 371](#)).

Projekt umbenennen / Bezeichnung ändern

Die Bezeichnung eines Projekts kann nachträglich geändert werden über das

- Projektmanager-Menü **Projekt** → **Eigenschaften** (zuvor Projekt selektieren)
- Kontextmenü-Eintrag **Eigenschaften** des Projekts im Navigator (siehe [Bild 12.7](#))

Im Dialog *Projekteigenschaften* können der *Projekt-Name* und die *Bezeichnung* geändert werden. Es wird auch der *Dateiordner* des Projekts angezeigt.

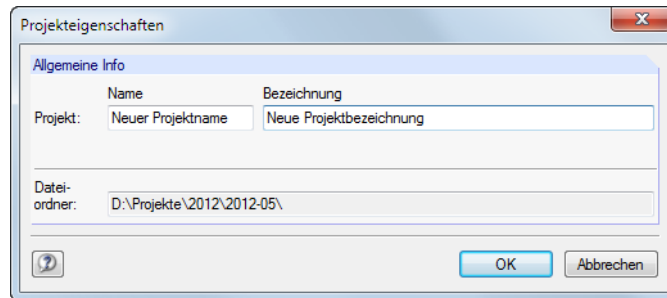


Bild 12.10: Dialog *Projekteigenschaften*

Projektordner importieren

Mit dieser Funktion kann nach einem Wechsel des Rechners die komplette Verzeichnisstruktur des Projektmanagers wiederhergestellt werden, ohne die Datei **PRO.DLP** zu kopieren (siehe [Kapitel 12.3, Seite 389](#)). Es werden alle *Projekte*, die sich in einem Ordner befinden, in die Projektverwaltung aufgenommen (d. h. dieser Ordner muss *Projekte*, nicht *Modelle* enthalten). Die *Projekte* brauchen damit nicht einzeln verknüpft werden.

Der Dialog zum Importieren eines Projekte-Ordners wird aufgerufen über das Projektmanager-Menü

Projekt → **Projektordner importieren**.

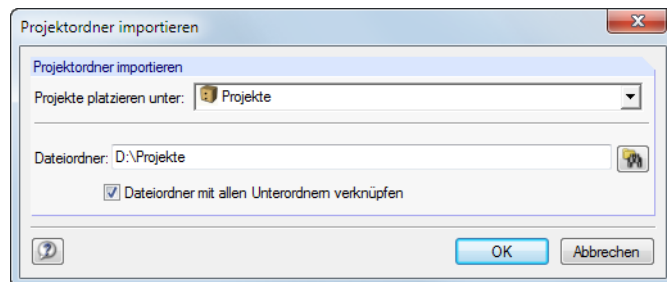



Bild 12.11: Dialog *Projektordner importieren*

In der Liste *Projekte platzieren unter* ist festzulegen, wie die Projektordner in die Verwaltung integriert werden sollen. Sollen die Dateiordner im Projektmanager als eigenständige Projekte erscheinen, ist der übergeordnete Eintrag *Projekte* zu wählen. Über die Schaltfläche  kann der Pfad für den zu verknüpfenden *Dateiordner* eingestellt werden.

Mit der Option *Dateiordner mit allen Unterordnern verknüpfen* können sämtliche Unterordner der Dateiordner in die Verwaltung des Projektmanagers eingebunden werden.

12.1.2 Modellverwaltung

Modell öffnen

Ein Modell kann aus dem Projektmanager geöffnet werden durch

- einen Doppelklick auf den Modellnamen oder das Miniaturbild,
- das Menü **Modell** → **Öffnen** (zuvor Modell selektieren) oder
- das Kontextmenü des Modells.

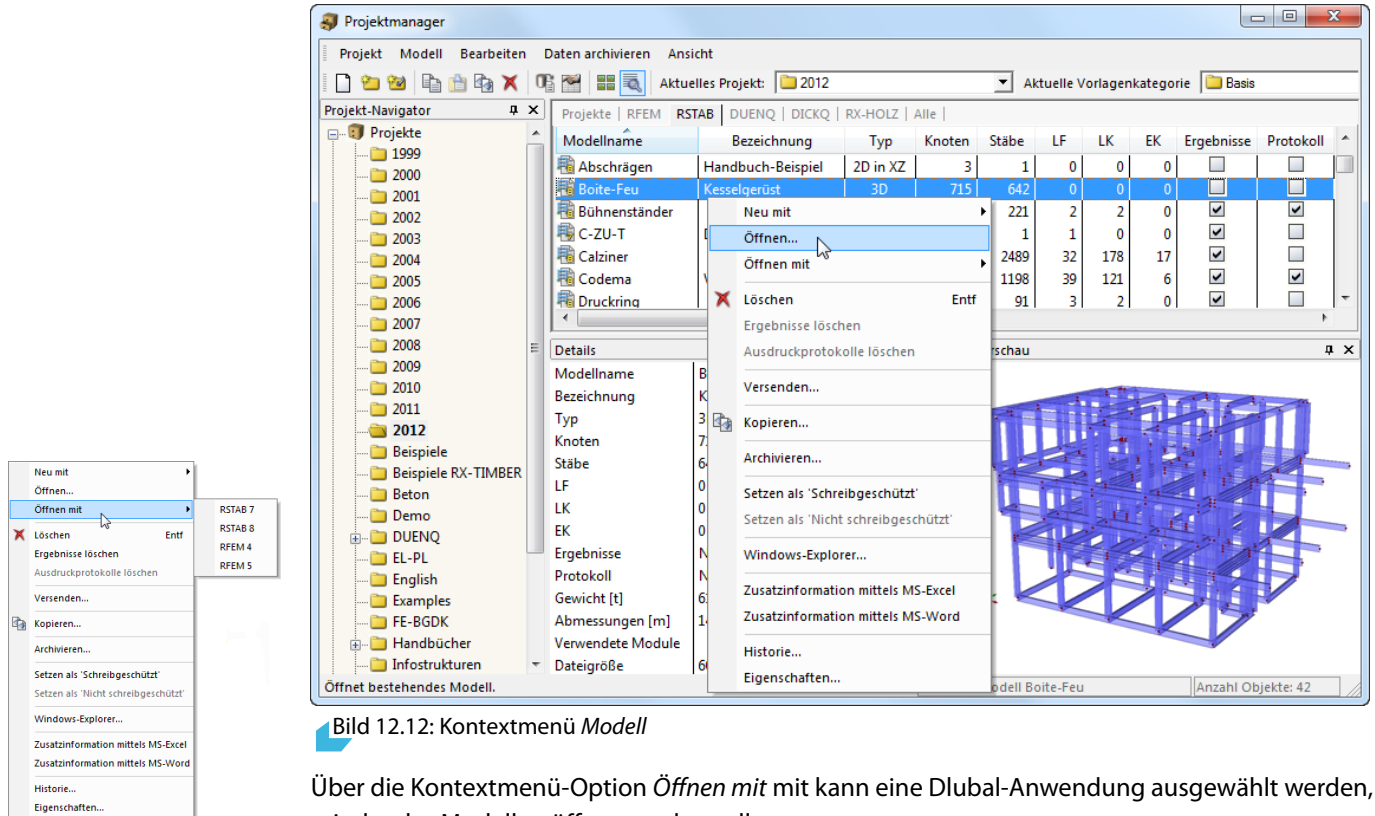


Bild 12.12: Kontextmenü Modell

Über die Kontextmenü-Option **Öffnen mit** kann eine Dlubal-Anwendung ausgewählt werden, mit der das Modell geöffnet werden soll.



RFEM-Dateien lassen sich in RSTAB direkt öffnen.

Modell kopieren / verschieben

Ein Modell wird in ein anderes Projekt kopiert mit

- dem Menü **Modell** → **Kopieren** (zuvor Modell selektieren),
- dem Kontextmenü-Eintrag **Kopieren** des Modells (siehe Bild oben) oder
- Drag-and-drop bei gedrückter [Strg]-Taste.

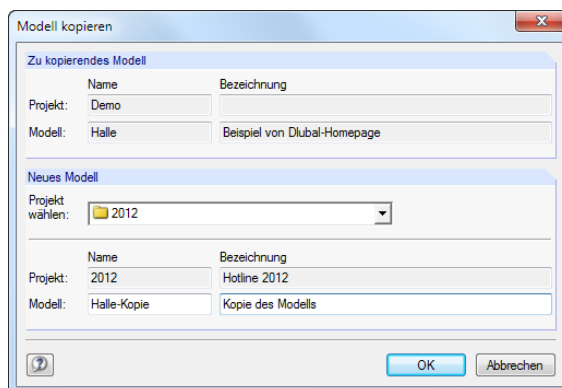


Bild 12.13: Dialog Modell kopieren

Im Dialog *Modell kopieren* sind das Zielprojekt sowie der *Name* und die *Bezeichnung* für die Kopie des Modells anzugeben.

Um ein Modell zu verschieben, wird es einfach mit der Maus in einen anderen Ordner gezogen.

Modell umbenennen

Ein Modell kann wie ein Projekt umbenannt werden über

- das Projektmanager-Menü **Modell** → **Eigenschaften** (zuvor Modell selektieren)
- dem Kontextmenü-Eintrag **Eigenschaften** des Modells (siehe [Bild 12.12](#)).

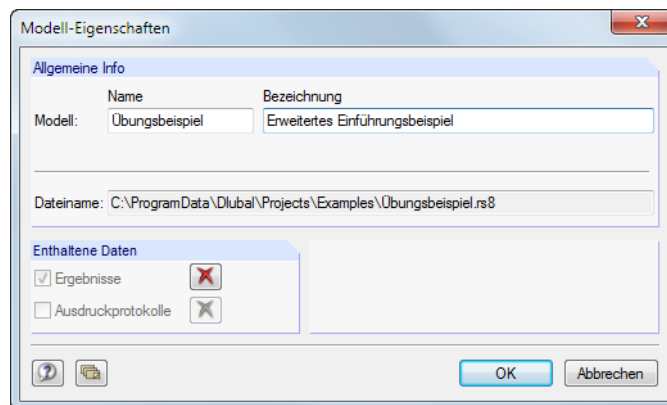



Bild 12.14: Dialog *Modell-Eigenschaften*

In einem Dialog können der *Name* und die *Bezeichnung* des Modells geändert werden. Es werden auch der *Dateiname* und der Verzeichnispfad des Modells angezeigt.

Enthält das Modell auch Ergebnisse und Ausdruckprotokolle, so können diese *Enthaltene Daten* mit den Schaltflächen  aus dem Datensatz entfernt werden.

Modell löschen

Ein Modell wird gelöscht mit

- dem Menü **Modell** → **Löschen** (zuvor Modell selektieren)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü-Eintrag **Löschen** des Modells (siehe [Bild 12.12](#)).



Es lassen sich auch gezielt die *Ergebnisse* und/oder *Ausdruckprotokolle* des Modells löschen. Die Eingabedaten bleiben in diesen Fällen erhalten.



Das Löschen von Modellen kann rückgängig gemacht werden über Menü

Bearbeiten → **Aus dem Dlupal-Papierkorb wiederherstellen**.

Der Dlupal-Papierkorb ist im [Kapitel 12.1.4.2](#) auf [Seite 380](#) beschrieben.

Historie anzeigen

Der Bearbeitungsverlauf an einem Modell kann kontrolliert werden über

- das Projektmanager-Menü **Modell** → **Historie** (zuvor Modell selektieren)
- dem Kontextmenü-Eintrag **Historie** des Modells (siehe Bild 12.12).

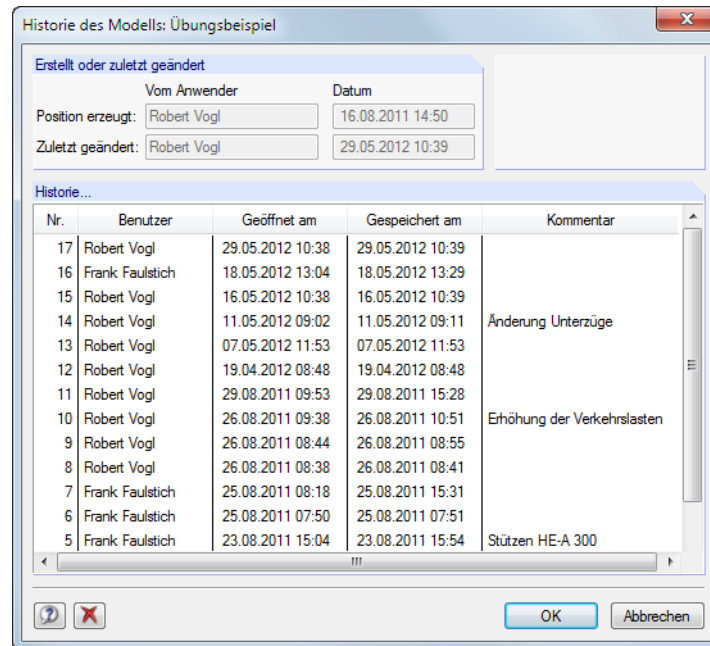


Bild 12.15: Info-Fenster *Historie des Modells*

Ein Dialog gibt Auskunft darüber, welche Personen das Modell erstellt, geöffnet oder geändert haben und zu welchem Zeitpunkt dies jeweils geschehen ist.

Die Anmerkungen in der Spalte *Kommentar* werden aus den Basisangaben des Modells übernommen. Die Einträge werden dort im Register *Historie* verwaltet. Damit lässt sich der Bearbeitungsstatus dokumentieren (siehe Kapitel 12.2.3, Seite 388).

12.1.3 Datensicherung

Archivieren

Ausgewählte Modelle oder auch ein ganzer Projektordner können in einer komprimierten Archivdatei gesichert werden. Die Modelle oder Ordner bleiben auf der Festplatte erhalten.

Die Archivierung wird gestartet über das

- Menü **Daten archivieren** → **Archivieren** (zuvor Modell bzw. Projekt selektieren)
- Kontextmenü des Projekts (siehe Bild 12.7) oder Modells (siehe Bild 12.12).

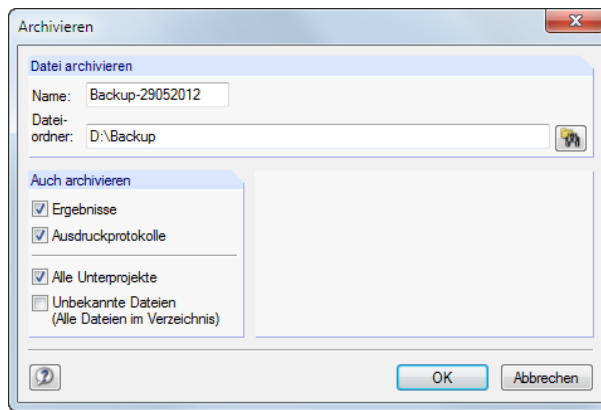


Bild 12.16: Dialog Archivieren

Die Sicherungsdatei kann mit oder ohne Ergebnissen und Ausdruckprotokollen gebildet werden. Optional lassen sich alle Unterprojekte und Dlubal-fremde Dateien integrieren.

Sind *Name* und *Dateiordner* der Archivdatei festgelegt, wird diese nach [OK] im ZIP-Format erstellt.

Dearchivieren

Eine Archivdatei kann wieder entpackt werden über das Projektmanager-Menü

Daten archivieren → **Projekt dearchivieren** bzw.

Daten archivieren → **Modelle dearchivieren**.

Es erscheint der Windows-Dialog *Öffnen* zur Auswahl der ZIP-Archivdatei. Nach [OK] wird der Inhalt angezeigt:

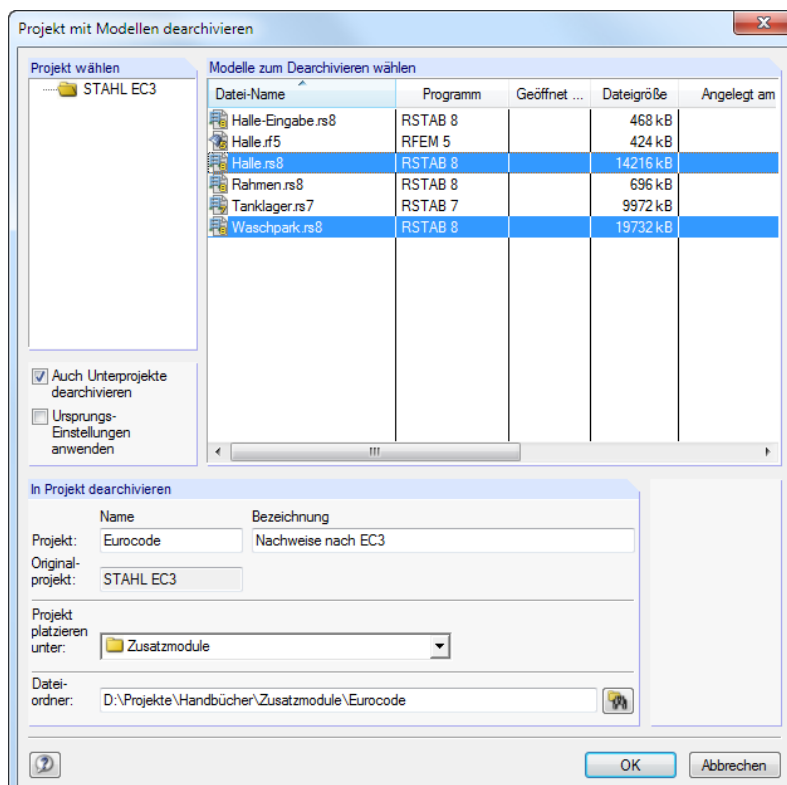


Bild 12.17: Dialog Projekt mit Modellen dearchivieren

In der Tabelle *Modelle für Dearchivierung auswählen* sind die wiederherzustellenden Modelle zu selektieren. Sie können mit den ursprünglichen Projekteinstellungen oder als neues Projekt entpackt werden. In der Liste *Projekt platzieren unter* kann die Einbindung in der Verwaltung des Projektmanagers festgelegt werden. Über lässt sich auch ein neues Verzeichnis erstellen.

12.1.4 Einstellungen

12.1.4.1 Ansicht

Miniaturbilder und Details anzeigen

Der Bereich unterhalb der Modell-Tabelle kann benutzerdefiniert angepasst werden. Es stehen zwei Optionen für Zusatzfenster zur Auswahl, die sich unabhängig voneinander aktivieren lassen.

Die Steuerung erfolgt über die Menüpunkte

Ansicht → **Vorschaugrafiken aller Modelle** und

Ansicht → **Details des aktuellen Modells**

oder die zugeordneten Schaltflächen:



| | |
|---|--|
|  | Die Miniaturbilder aller Modelle im Projekt werden angezeigt. |
|  | Die Modelldetails und das Vorschaubild des Modells werden angezeigt. |

Tabelle 12.1: Schaltflächen zur Steuerung der Anzeige

Modelle sortieren

Die Anordnung der Modelle in der Tabelle ist anpassbar: Wie in Windows-Anwendungen üblich, lässt sich die Liste durch einen Klick auf einen der Spaltentitel auf- oder absteigend sortieren. Alternativ benutzt man das Menü

Ansicht → **Modelle sortieren**.

Spalten anpassen

Die Spalten lassen sich benutzerdefiniert arrangieren mit

- dem Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten**
- der Schaltfläche [Registerspalten bearbeiten] in der Symbolleiste.

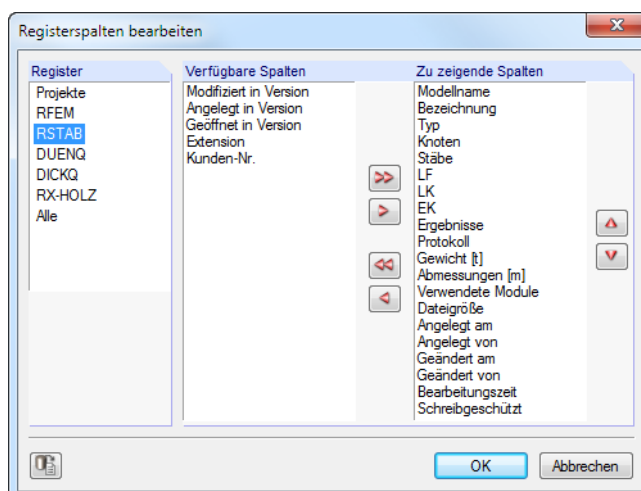




Bild 12.18: Dialog *Registerspalten bearbeiten*



Zunächst ist das *Register* festzulegen, dessen Spalten angepasst werden sollen (z. B. RSTAB). In der Liste *Verfügbare Spalten* können nun Einträge markiert und in die Liste *Zu zeigende Spalten* übertragen werden. Die Übergabe erfolgt mit den -Schaltflächen oder per Doppelklick. Umgekehrt können unerwünschte Spalten mit den -Schaltflächen ausgeblendet werden.

Die Reihenfolge der Spalten in der Modellliste lässt sich ändern, indem man in der Liste *Zu zeigende Spalten* einen Eintrag mit den Schaltflächen und nach oben oder unten schiebt.



Über Menü **Ansicht** → **Automatisch anordnen** oder die zugeordnete Schaltfläche werden die Spaltenbreiten der Modellliste optimiert.

12.1.4.2 Papierkorb

Gelöschte Projekte und Modelle lassen sich wieder retten über das Projektmanager-Menü

Bearbeiten → **Aus dem Dlubal-Papierkorb wiederherstellen.**

In einem Dialog werden die gelöschten Modelle nach Projekten aufgelistet.

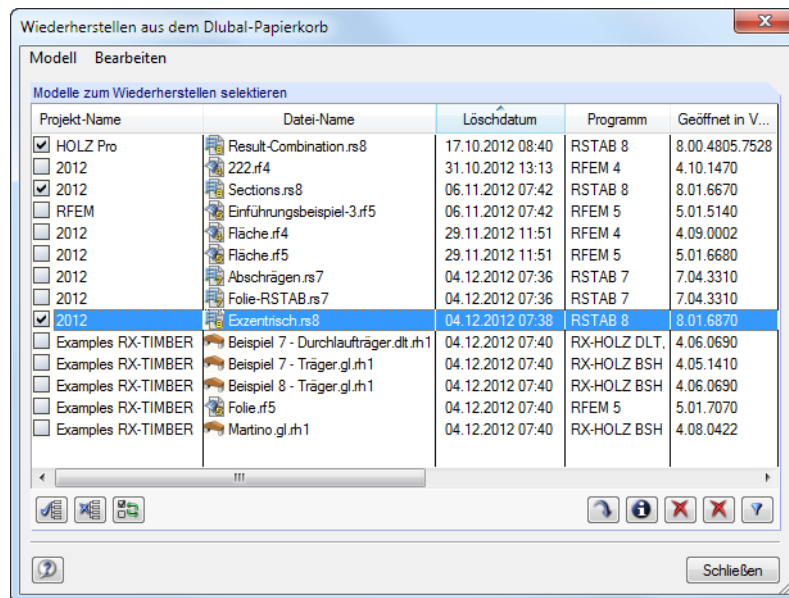


Bild 12.19: Dialog *Wiederherstellen aus dem Dlubal-Papierkorb*

Die gewünschten Modelle sind per Mausklick auszuwählen (mit lassen sich alle Einträge auf einmal markieren). Ein Klick auf die Schaltfläche fügt die gelöschten Modelle wieder in die ursprünglichen Projektordner ein.

Die im Dlubal-Papierkorb abgelegten Objekte werden gelöscht über Menü

Bearbeiten → **Dlubal-Papierkorb leeren.**

Vor dem endgültigen Löschen erfolgt eine Sicherheitsabfrage.

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 -größe verwaltet.

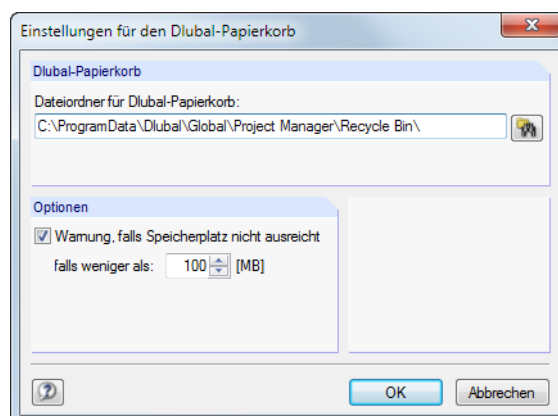


Bild 12.20: Dialog *Einstellungen für den Dlubal-Papierkorb*

12.1.4.3 Verzeichnisse

Die Verzeichnispfade des Projektmanagers (und des Blockmanagers) lassen sich im Dialog *Programmooptionen* überprüfen. Dieser wird aufgerufen über das Projektmanager-Menü

Bearbeiten → **Programmooptionen**.

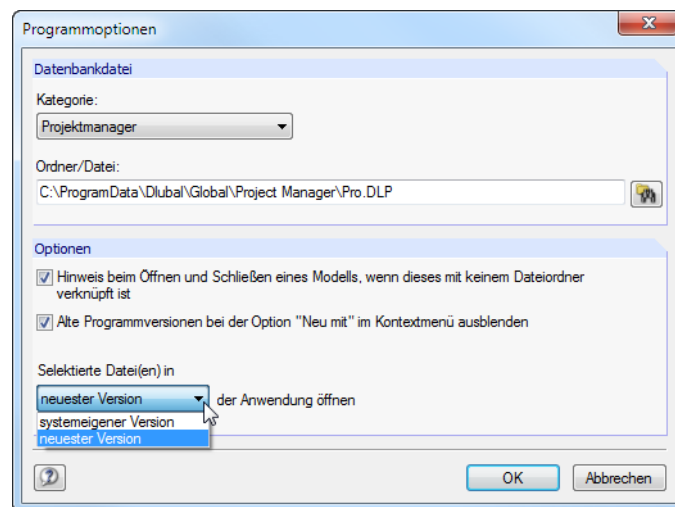



Bild 12.21: Dialog *Programmooptionen*

In der *Kategorie* werden die Einstellungen für Projektmanager und Blockmanager getrennt verwaltet. Der Ordner und der Dateiname werden im Eingabefeld unterhalb angezeigt und können dort bei Bedarf angepasst werden. Die Projekte sind in der Datei **PRO.DLP** verwaltet, die sich standardmäßig im Ordner *C:\ProgramData\Dlubal\Global\Project Manager* befindet. Die Schaltfläche  erleichtert es, einen anderen Verzeichnispfad einzustellen.

Da der Projektmanager netzwerkfähig ist, kann das Datenmanagement der im Projektmanager verwalteten Modelle auch an zentraler Stelle erfolgen: Es wird der Verzeichnispfad zur Datei *PRO.DLP* auf dem Server eingestellt (siehe [Kapitel 12.3, Seite 389](#)).

Der Abschnitt *Optionen* bietet allgemeine Einstellungen zur Behandlung von RSTAB-Dateien: Beim Öffnen einer Datei aus dem Explorer, E-Mail-Programm etc. erscheint üblicherweise eine Meldung, falls dieser Dateiordner nicht in die Verwaltung des Projektmanagers integriert ist. Diese Meldung kann deaktiviert werden. Zudem lässt sich steuern, mit welcher Programmversion Modelldateien erstellt oder geöffnet werden.

12.2 Neues Modell anlegen

Ein Modell wird erstellt mit

- dem RSTAB-Menü **Datei** → **Neu**,
- der Schaltfläche [Neues Modell] in der Symbolleiste,
- dem Menü **Modell** → **Neu mit** → **RSTAB 8** im Projektmanager.

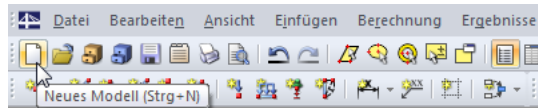


Bild 12.22: Schaltfläche *Neues Modell*

Der Dialog *Neues Modell - Basisangaben* wird geöffnet. Er besitzt zwei Register.

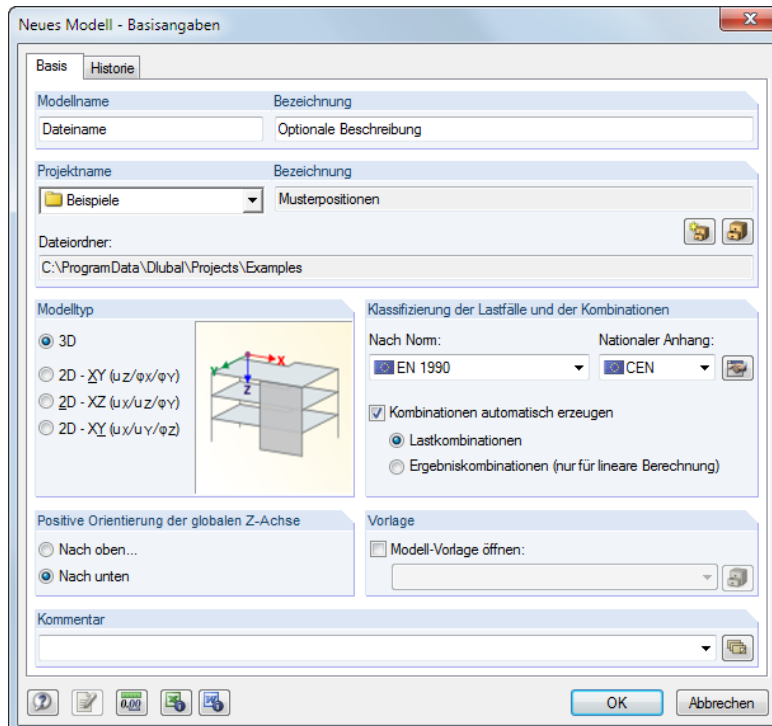


Bild 12.23: Dialog *Neues Modell - Basisangaben*, Register *Basis*

Um zu einem späteren Zeitpunkt die Basisangaben zu bearbeiten, benutzt man das

- Menü **Bearbeiten** → **Modelldaten** → **Basisangaben**
- Kontextmenü des Modells im *Daten-Navigator*.

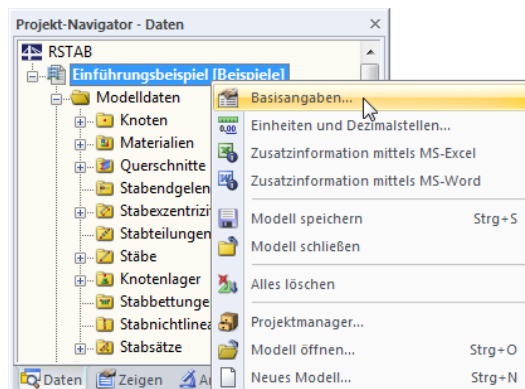


Bild 12.24: Kontextmenü des Modells

12.2.1 Basis

Das erste Register (siehe Bild 12.23) verwaltet grundlegende Modellparameter.

Modellname / Bezeichnung

Im Eingabefeld *Modellname* ist ein Name anzugeben. Er dient gleichzeitig als Dateiname des Modells. Das Modell kann mit einer *Bezeichnung* näher beschrieben werden. Sie erscheint im Ausdruckprotokoll, hat aber wie die Projektbezeichnung keine weitere Funktion.

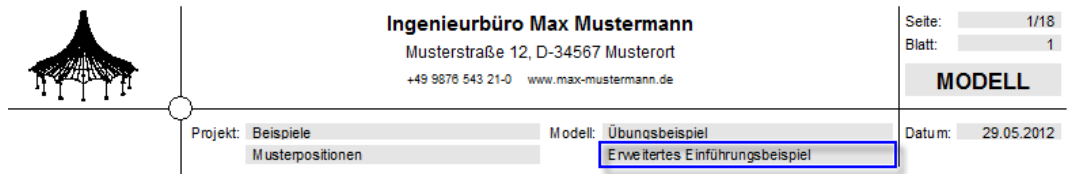


Bild 12.25: Modellbezeichnung im Ausdruckprotokoll

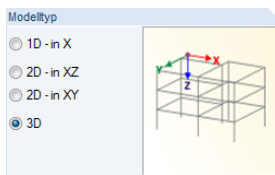
Projektname / Bezeichnung



In der Liste *Projektname* kann der Projektordner gewählt werden, in dem das Modell angelegt werden soll. Das aktuelle Projekt ist vorgegeben. Diese Voreinstellung lässt sich bei Bedarf im Projektmanager ändern (siehe Kapitel 12.1, Seite 369), der über die Schaltfläche rechts im Abschnitt zugänglich ist.

Zur Information werden die *Bezeichnung* und der *Dateiordner* des gewählten Projekts angezeigt.

Modelltyp

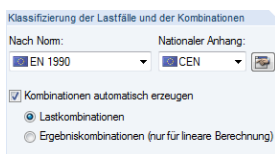


Bei den Basisangaben ist festzulegen, ob ein räumliches oder ein ebenes Modell vorliegt. Bei 2D-Modellen reduziert sich der Eingabeaufwand wegen der eingeschränkten Koordinaten und Freiheitsgrade.

Der Typ *1D - in X* bildet einen Durchlaufträger ab. Der Typ *2D - in XZ* ist für ebene Tragwerke zu empfehlen, bei denen Momente nur um die starken Stabachsen untersucht werden. Der Typ *2D - in XY* eignet sich für Trägerroste mit Lasten senkrecht zur Flächenebene.

Der Modelltyp kann auch nachträglich geändert werden. Dies kann jedoch mit einem Datenverlust verbunden sein, z. B. wenn ein 3D-Modell zu einem Trägerrost reduziert wird.

Klassifizierung der Lastfälle und der Kombinationen



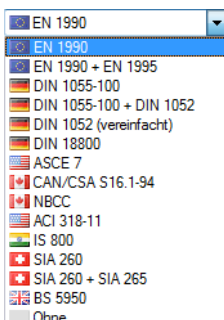
Die Belastung ist nach Lastfällen geordnet aufzubringen. Lastfälle können z. B. Eigengewicht, Schnee oder Nutzlast sein.

Die einzelnen Normen geben Regeln vor, wie die Lastfälle zu kombinieren sind. Es ist daher wichtig, die Lastfälle bestimmten Einwirkungskategorien zuzuweisen (siehe Kapitel 5.1, Seite 98). Beim Anlegen der Last- und Ergebniskombinationen kann dann RSTAB die Lastfälle automatisch mit den korrekten Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten versehen.

Nach Norm

Die Liste *Nach Norm* enthält verschiedene Regelwerke, die die Prinzipien zur Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken beschreiben. Mit der Auswahl der Norm werden die Regeln für die Bildung von Last- und Ergebniskombinationen in RSTAB festgelegt. Diese Vorgabe ist besonders wichtig für die automatische Erzeugung von Kombinationen (siehe Kapitel 5.2, Seite 101 bis Kapitel 5.4, Seite 116).

Mit der Einstellung *Ohne* werden keine Kombinationen automatisch erzeugt. Die Lastfälle sind dann manuell zu überlagern (siehe Kapitel 5.5.1, Seite 121 und Kapitel 5.6.1, Seite 128).



Beim nachträglichen Ändern der Norm ist es erforderlich, die Lastfälle neu zu klassifizieren und die Kombination anzupassen. Es erscheint eine entsprechende Warnung.

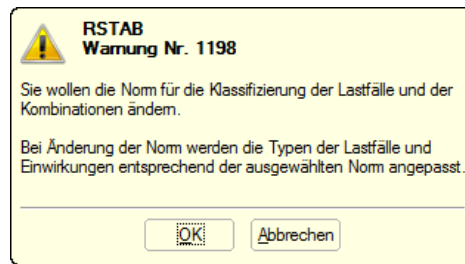


Bild 12.26: Warnung beim Ändern der Norm

Nationaler Anhang

Wird die Norm *EN 1990* gewählt, erscheint eine zusätzliche Auswahlliste: Die Kombinationsregeln sind in der europäischen Norm zwar festgelegt, aber die Staaten dürfen die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte selbst regeln.

Die Liste bietet eine Auswahlmöglichkeit unter den Nationalen Anhängen verschiedener Staaten. Bei der Option *CEN* gelten die von der europäischen Kommission empfohlenen Beiwerte.

Über die Schaltfläche können die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte der aktuellen Norm überprüft und – bei einer benutzerdefinierten Norm – angepasst werden.

Im Dialog *Beiwerte* sind die Faktoren in mehreren Registern organisiert. Das erste Register verwaltet die *Teilsicherheitsbeiwerte* γ für die Bemessungssituationen „Lagesicherheit“ und „Tragfähigkeit“.

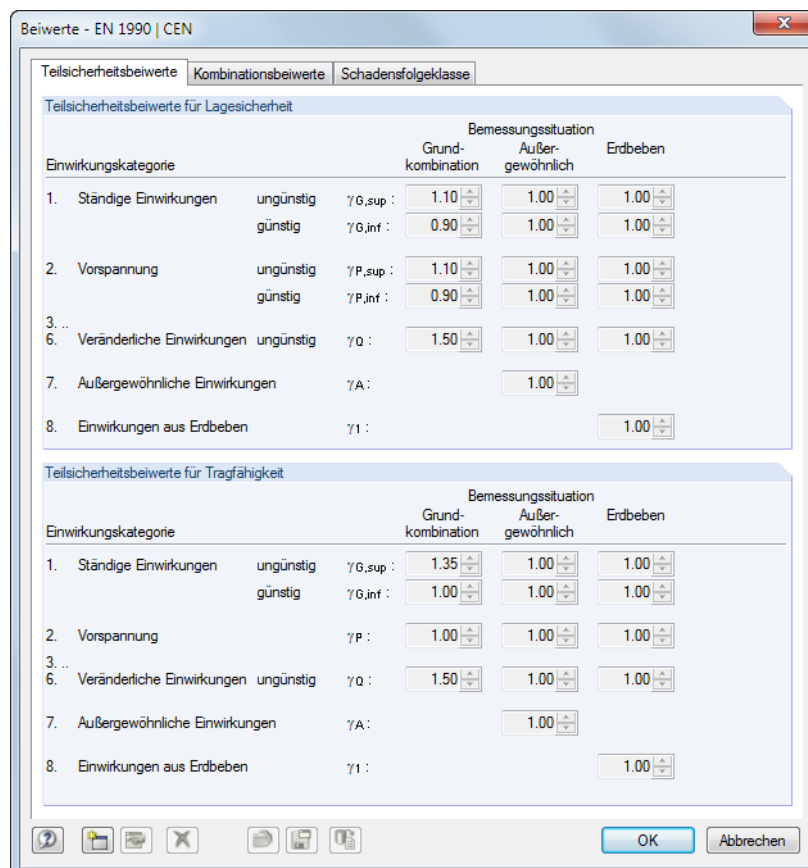


Bild 12.27: Dialog *Beiwerte*, Register *Teilsicherheitsbeiwerte*

Das Register *Kombinationsbeiwerte* (siehe Bild 5.24, Seite 118) steuert die Faktoren ψ und ξ . Im Register *Schadensfolgeklasse*, das für EN 1990 zur Verfügung steht, kann der Zuverlässigkeitsfaktor K_{FI} festgelegt werden.

Kombinationen automatisch erzeugen

Wenn dieses Kontrollfeld deaktiviert ist, sind die Auswahlfelder unterhalb nicht zugänglich. Die erforderlichen Last- und Ergebniskombinationen sind dann manuell zu bilden (siehe [Kapitel 5.5.1, Seite 121](#) und [Kapitel 5.6.1, Seite 128](#)). Die eingestellte Norm bewirkt, dass die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte automatisch zugewiesen werden.

Alternativ lassen sich *Kombinationen automatisch erzeugen*. Für diesen Zweck stehen zusätzliche Register im Dialog *Lastfälle und Kombinationen bearbeiten*, separate Einträge im *Daten-Navigator* sowie die Tabellen 2.2 bis 2.4 zur Verfügung. Die Generierung von Kombinationen ist in [Kapitel 5.2, Seite 101](#) bis [Kapitel 5.4, Seite 116](#) beschrieben.



Weitere Informationen zur Kombinatorik finden Sie im [Kapitel 5](#) sowie im Handbuch des früheren RFEM-Zusatzmoduls RF-KOMBI, das im [Downloadbereich unserer Website](#) verfügbar ist.

Im Zuge der automatischen Überlagerung werden entweder *Lastkombinationen* oder *Ergebniskombinationen* erzeugt. Der Unterschied zwischen den beiden Kombinationsmöglichkeiten ist in den [Kapiteln 5.5 auf Seite 120](#) und [5.6 auf Seite 128](#) beschrieben.

Positive Orientierung der globalen Z-Achse

Positive Orientierung der globalen Z-Achse


- ☒ Nach oben
- ☐ Nach unten

Dieser Abschnitt steuert die Richtung der globalen Achse Z. In CAD-Anwendungen zeigt die Z-Achse meist nach oben, in Statikprogrammen in der Regel nach unten. Für die Berechnung spielt diese Vorgabe keine Rolle.

Wenn Z *nach oben* gerichtet ist und bei den Lastfall-Basisangaben das Eigengewicht mit dem Faktor 1,0 in Richtung Z definiert wird, so wirkt das Eigengewicht nach oben. In diesem Fall muss der Eigengewichtsfaktor auf $-1,0$ geändert werden.



Die Orientierung der Achse Z kann nachträglich geändert werden. Dabei besteht die Möglichkeit, die Koordinaten und globalen Lasten so anzupassen, dass die Ansicht des Modells erhalten bleibt. Bei einer Änderung der Achsenrichtung erscheint folgende Abfrage:

 **RSTAB**
Abfrage Nr. 404

Sie wollen die Richtung der globalen Z-Achse ändern. In diesem Fall ist es nötig, alle Koordinaten und globale Lasten neu zu berechnen. Die Anzeige des Modells wird nicht geändert.

Hinweis: Alle Variablen, die mit Formeln mit Bezugsoperatoren (\$) verwendet sind, werden zu nichtparametrischen Werten geändert und die entsprechenden Formeln werden gelöscht.

Wollen Sie diese neu berechnen?

Bild 12.28: Abfrage beim Ändern der Z-Richtung

Vorlage

Das Modell kann nach einem Muster erzeugt werden, das in einem anderen Modell über Menü

Datei → Als Vorlage speichern

gesichert wurde.

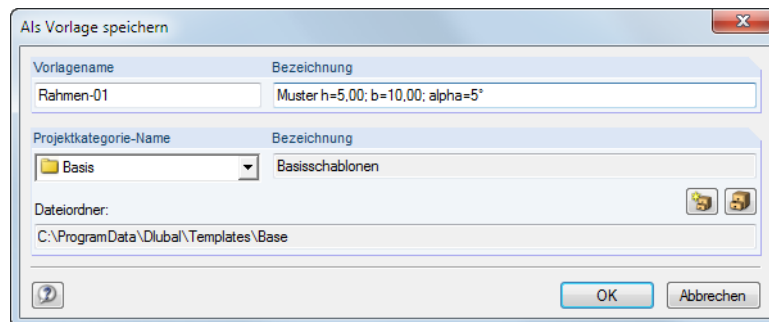
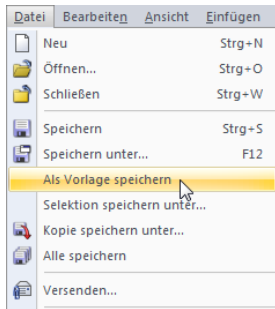


Bild 12.29: Dialog Als Vorlage speichern

Die Vorlagen werden im Dlubal-Ordner für Mustermmodelle *Base* abgelegt. Sie sind auch im Projektmanager unter dem Eintrag **Vorlagenkategorien** → **Basis** zugänglich (siehe Bild 12.3, Seite 370).

Nach dem Anhängen des Kontrollfeldes im Dialog *Neues Modell - Basisangaben* kann die gewünschte *Modell-Vorlage* in der Liste ausgewählt werden.

Ein Klick auf die links dargestellte Schaltfläche öffnet eine Übersicht mit Vorschaugrafiken, die die Auswahl unter den Vorlagen erleichtert.

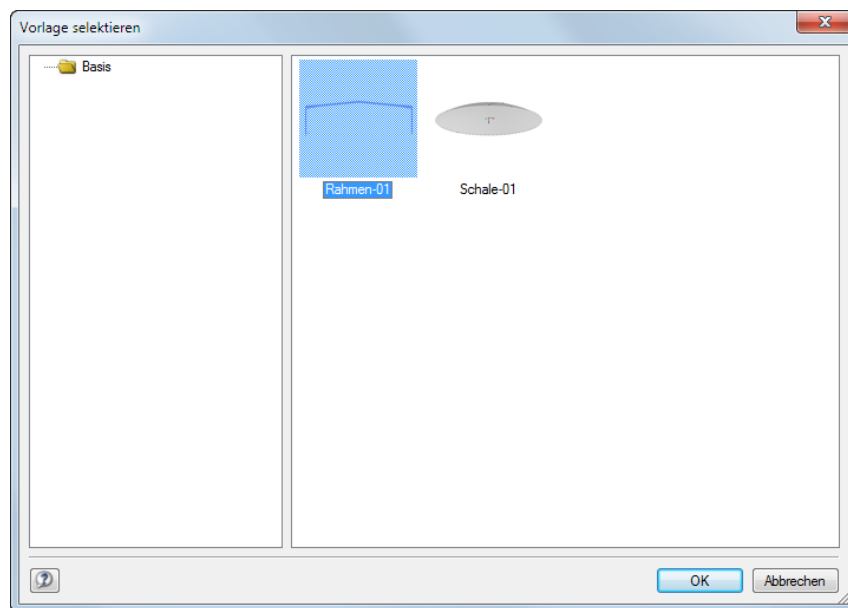
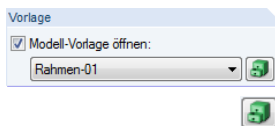


Bild 12.30: Dialog Vorlage selektieren

Kommentar

Man kann im Eingabefeld einen Text eingeben oder aus der Liste wählen, um die Basisangaben mit einer kurzen Beschreibung zu versehen. Der Kommentar erscheint auch im Ausdruckprotokoll.

Die Schaltflächen im *Basisangaben*-Dialog sind mit folgenden Funktionen belegt.





| Schaltfläche | Bezeichnung | Erläuterung |
|---|---------------------------|--|
|  | Kommentar | → Kapitel 11.1.4, Seite 261 |
|  | Einheiten, Dezimalstellen | → Kapitel 11.1.3, Seite 259 |
|  | MS Excel | Möglichkeit für Zusatzerläuterungen in Form einer XLS-Datei, die in der RSTAB-Datei gespeichert wird |
|  | MS Word | Möglichkeit für Zusatzerläuterungen in Form einer DOC-Datei, die in der RSTAB-Datei gespeichert wird |

Tabelle 12.2: Dialog *Basisangaben*, Schaltflächen

12.2.2 Optionen

Das zweite Register des Dialogs *Neues Modell - Basisangaben* steuert, ob ein RFEM-spezifisches Zusatzmodul freigeschaltet wird und welcher Grundwert der Fallbeschleunigung gilt.

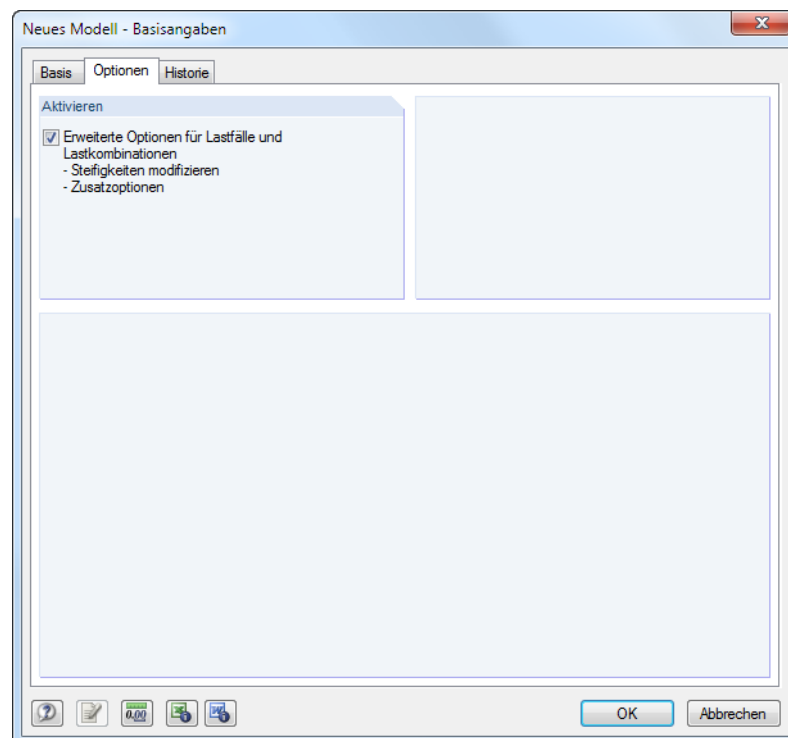


Bild 12.31: Dialog *Modell-Basisangaben bearbeiten*, Register *Optionen*

Fallbeschleunigung

Dieser Abschnitt verwaltet den Grundwert der Gravitation g , der z. B. für die Ermittlung des Eigengewichts und für dynamische Analysen relevant ist. Falls erforderlich, kann der Näherungswert $10,00 \text{ m/s}^2$ hier angepasst werden.

12.2.3 Historie

Im Register *Historie* des *Basisangaben*-Dialogs ist der Bearbeitungsverlauf dokumentiert.

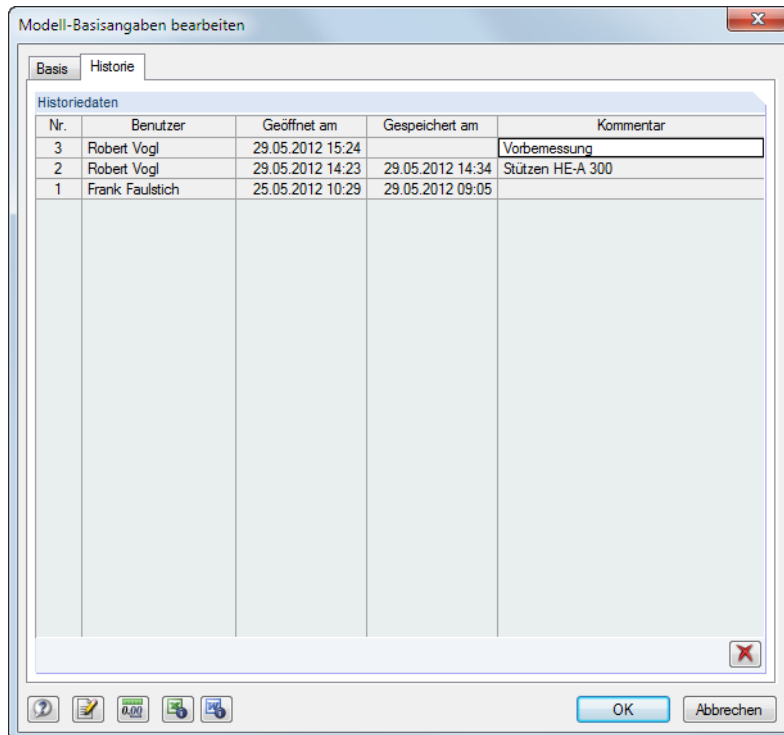



Bild 12.32: Dialog *Modell-Basisangaben bearbeiten*, Register *Historie*

In einer Tabelle ist ersichtlich, zu welchem Zeitpunkt welcher *Benutzer* das Modell *geöffnet* und *gespeichert* hat.

In der obersten Tabellenzeile kann ein *Kommentar* zum aktuellen Stand der Bearbeitung eingetragen werden. Diese Anmerkung wird beim nächsten Speichern des Modells für die Historie wirksam. Der Kommentar erscheint nicht nur in diesem Register, sondern ist auch im Projektmanager abrufbar (siehe Bild 12.15, Seite 377).

Die Schaltfläche  löscht den Bearbeitungsverlauf. Damit lassen sich persönliche Informationen aus der Datei entfernen.

12.3 Verwaltung im Netzwerk

Arbeiten mehrere Anwender an den gleichen Projekten, so kann die Modellverwaltung über den Projektmanager organisiert werden. Die Voraussetzung ist, dass die Modelle in einem Ordner mit Netzfreigabe abgelegt sind.

Zunächst ist der Ordner, der sich im Netzwerk befindet, in die interne Projektverwaltung einzubinden. Dies ist im [Kapitel 12.1.1](#) auf [Seite 371](#) beschrieben. Damit ist es möglich, im Projektmanager direkt auf die Modelle dieses Ordners zuzugreifen, d. h. zu öffnen, kopieren oder mit einem Schreibschutz zu versehen, den Bearbeitungsstand zu verfolgen etc.

Arbeitet ein Kollege bereits an dem Modell, das geöffnet werden soll, so erscheint ein entsprechender Hinweis. Dieses Modell kann dann als Kopie geöffnet werden.

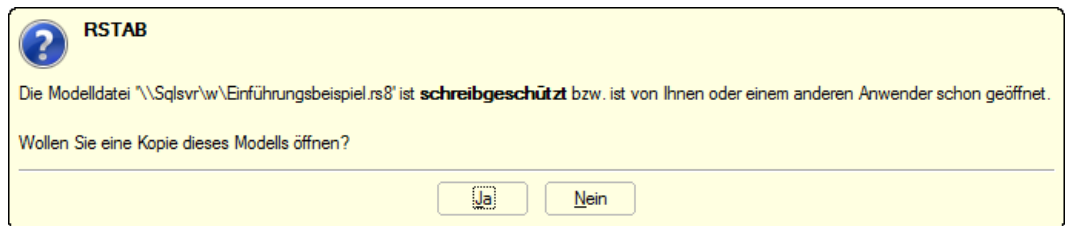


Bild 12.33: Abfrage beim Öffnen eines schreibgeschützten Modells



Ein automatischer Abgleich der Änderungen ist nicht möglich.

Die Informationen zu den im Projektmanager registrierten Projekten werden in der Datei **PRO.DLP** abgelegt. Es handelt sich hierbei um eine ASCII-Datei, die sich standardmäßig im Verzeichnis `C:\ProgramData\Dlubal\Global\Project Manager` befindet.

Durch das Kopieren dieser Datei PRO.DLP auf einen anderen Rechner lässt sich das projektweise Einbinden der Ordner umgehen. Die Datei kann zudem mit einem Editor bearbeitet werden. Dies erleichtert insbesondere bei Neuinstallationen die Aufgabe, alle relevanten Projektordner in die interne Verwaltung des Projektmanagers aufzunehmen. Alternativ kann die Funktion *Projektordner importieren* genutzt werden (siehe [Kapitel 12.1.1](#), [Seite 374](#)).

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 (siehe [Bild 12.21](#), [Seite 381](#)).

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 kurz gesperrt und sofort wieder freigegeben.

12.4 Blockmanager

Der Blockmanager verwaltet Modellbausteine projektübergreifend: Ausgewählte Objekte lassen sich als Block speichern und in anderen Modellen wieder einlesen. Im *Katalog* des Blockmanagers ist eine Vielzahl typisierter Elemente vordefiniert.



Der Blockmanager wird über das Menü **Datei** → **Blockmanager** oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste aufgerufen.

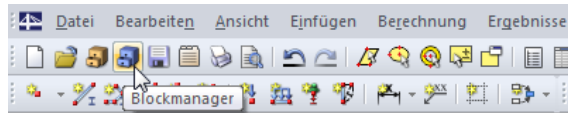


Bild 12.34: Schaltfläche *Blockmanager* in der Symbolleiste

Nach dem Aufruf erscheint das mehrteilige Fenster des Blockmanagers. Dieses Fenster hat wie der Projektmanager (siehe [Kapitel 12.1](#)) ein eigenes Menü und eine eigene Symbolleiste.

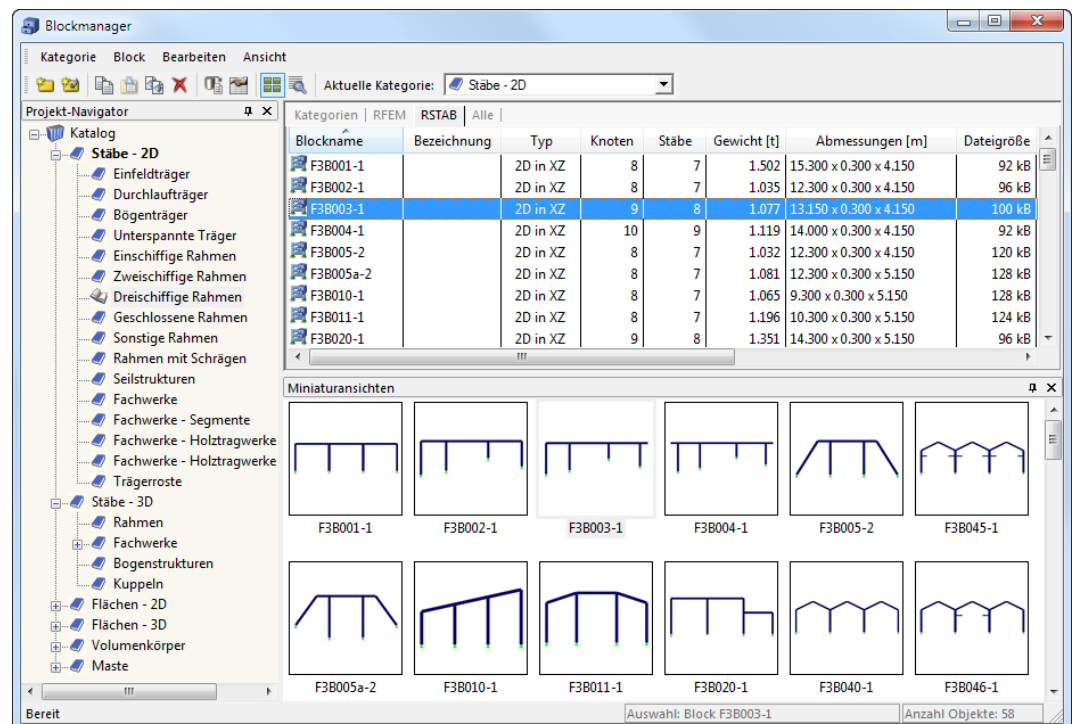


Bild 12.35: Blockmanager

Navigator

Links wird ein Navigator mit dem *Katalog* aller Block-Kategorien dargestellt. Die aktuelle Kategorie ist fett gekennzeichnet. Um eine andere Kategorie als aktuell zu setzen, wird diese doppelgeklickt oder in der Symbolleisten-Liste *Aktuelle Kategorie* eingestellt. Rechts neben dem Navigator sind die in der selektierten Kategorie katalogisierten Objekte aufgelistet. Für RSTAB sind folgende Kategorien nutzbar:

- Stäbe - 2D
- Stäbe - 3D
- Maste

Tabelle der Blöcke

Die Blöcke der selektierten Kategorie werden der Reihe nach aufgelistet. Es werden jeweils der *Blockname*, die *Bezeichnung* und wichtige Objekt- und Dateiinformatoren angegeben.



Die angezeigten Spalten können über Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten** oder die zugeordnete Schaltfläche angepasst werden (siehe [Kapitel 12.1.4.1](#), [Seite 379](#)).

Details

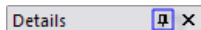
In diesem Fensterabschnitt werden nähere Informationen zum selektierten Block ausgegeben.

Vorschau

Der selektierte Block wird als Vorschau angezeigt. Die Größe dieses Vorschau Fensters lässt sich durch Verschieben des oberen Randes anpassen.

Miniaturansichten

Der untere Bereich des Blockmanagers bietet eine grafische Übersicht über die Blöcke, die in der selektierten Kategorie enthalten sind. Die Bilder sind interaktiv mit der Tabelle oberhalb.



Über die Pins ist es möglich, bestimmte Fensterabschnitte zu minimieren. Sie werden dann in der Fußleiste als Register angedockt.

12.4.1 Block erzeugen

Um einen Block aus bestimmten Objekten zu erzeugen, sind diese zunächst im aktuellen RSTAB-Modell 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 RSTAB-Menü

Datei → **Speichern als Block**.

Es öffnet sich folgender Dialog.

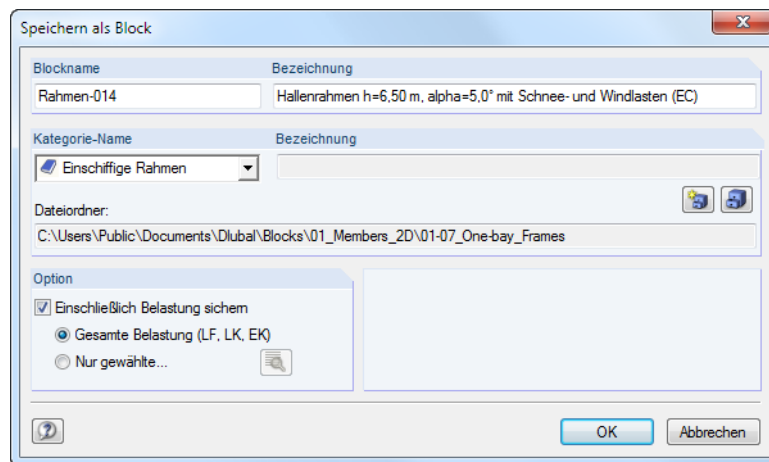


Bild 12.36: Dialog *Speichern als Block*

Es sind *Blockname* und *Kategorie-Name* festzulegen, unter der der Block gespeichert werden soll. Die Kategorie kann in der Liste ausgewählt werden. Die *Bezeichnung* dient optional zur kurzen Beschreibung des Blocks.

Der Speicherpfad des Blocks wird in der Zeile *Dateiordner* angezeigt.

Sofern Lasten definiert sind, können diese zusammen mit dem Block abgespeichert werden. Der Abschnitt *Option* steuert zudem, ob alle Lasten oder nur bestimmte Lastfälle relevant sind.



Über die Schaltfläche [Neue Kategorie] kann eine Block-Kategorie erstellt werden:

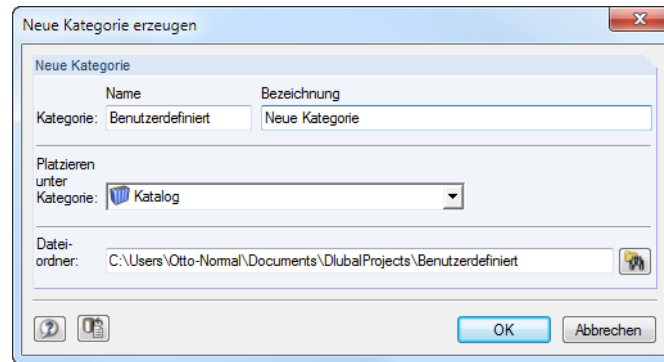


Bild 12.37: Dialog *Neue Kategorie erzeugen*

Die Vorgehensweise entspricht der beim Anlegen eines neuen Projekts im Projektmanager (siehe Kapitel 12.1.1, Seite 371).

12.4.2 Block importieren



Um einen Block in das aktuelle RSTAB-Modell einzulesen, ist der Blockmanager aufzurufen (siehe Bild 12.34, Seite 390). Im Katalog wird zunächst die Kategorie ausgewählt. Der gewünschte Block kann dann im Register *RSTAB* mit einem Mausklick selektiert werden.

Der Import wird gestartet über das

- Menü **Block** → **Block einfügen**
- Kontextmenü des Blocks.

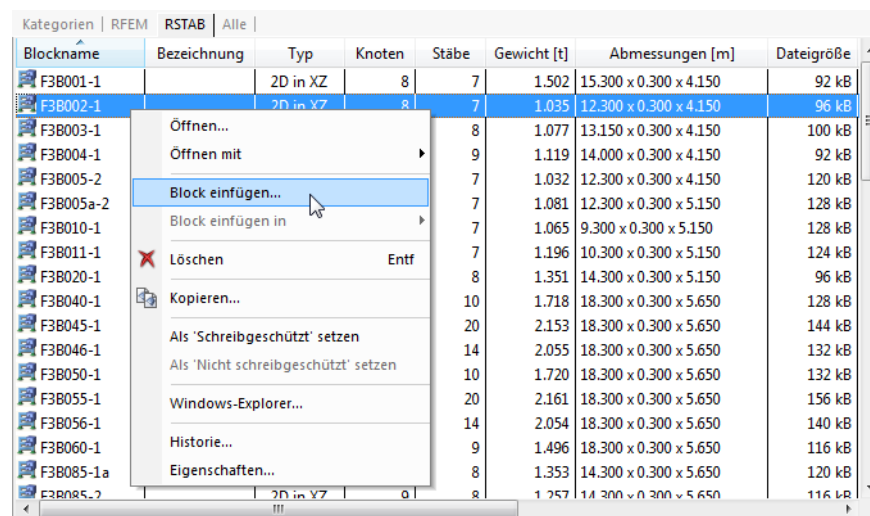


Bild 12.38: Kontextmenü *Block*

Der Block kann in der Tabelle auch doppelgeklickt werden. Es öffnet sich folgender Dialog.

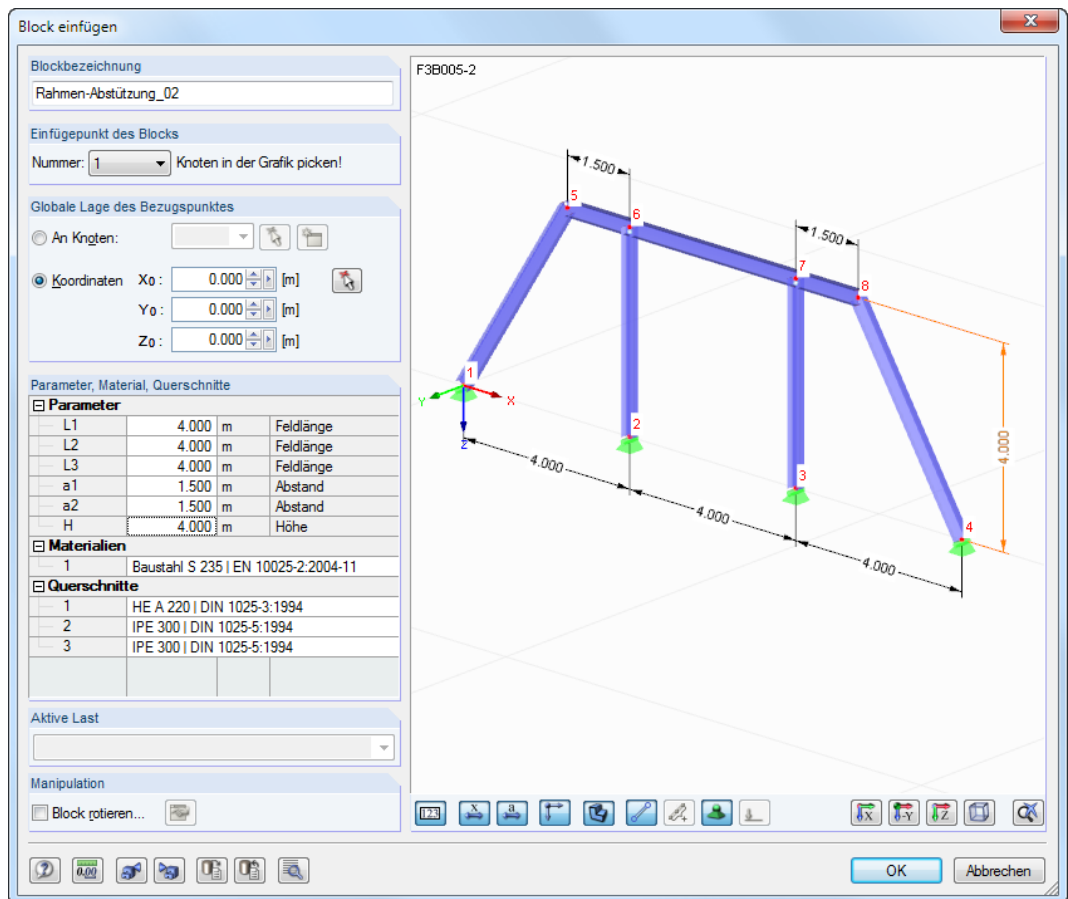


Bild 12.39: Dialog *Block einfügen*



Im Dialog sind der *Einfügpunkt des Blocks* (der „Greifpunkt“) sowie die *Globale Lage des Bezugspunktes* anzugeben. Die Auswahl kann auch grafisch im Block- bzw. RSTAB-Modell erfolgen.



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 lassen sich auch Belastungen importieren: Die *Aktive Last* kann in der Liste ausgewählt werden.

Über die Schaltfläche  sind spezifische Importeinstellungen zugänglich.

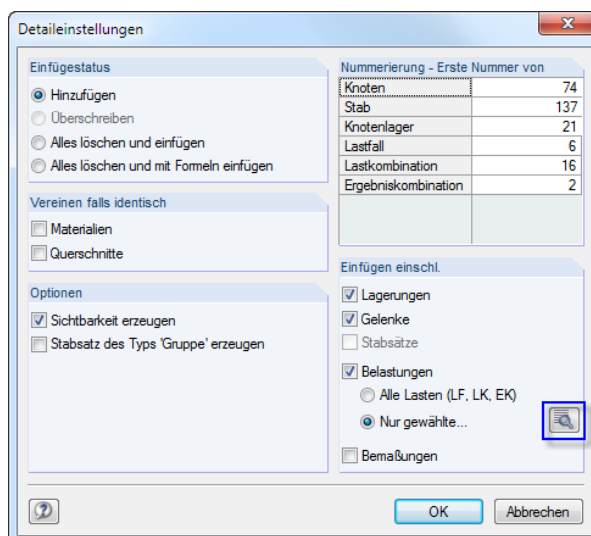



Bild 12.40: Dialog *Detaileneinstellungen*

Der Dialog *Detaileinstellungen* steuert, wie die Objekte mit den vorhandenen Modellelementen abgeglichen werden. Zudem kann die *Nummerierung* beeinflusst werden.

Die Schaltfläche  in diesem Dialog (siehe Bild 12.40) ruft einen weiteren Dialog auf. Dort können die Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen für den Import ausgewählt werden.

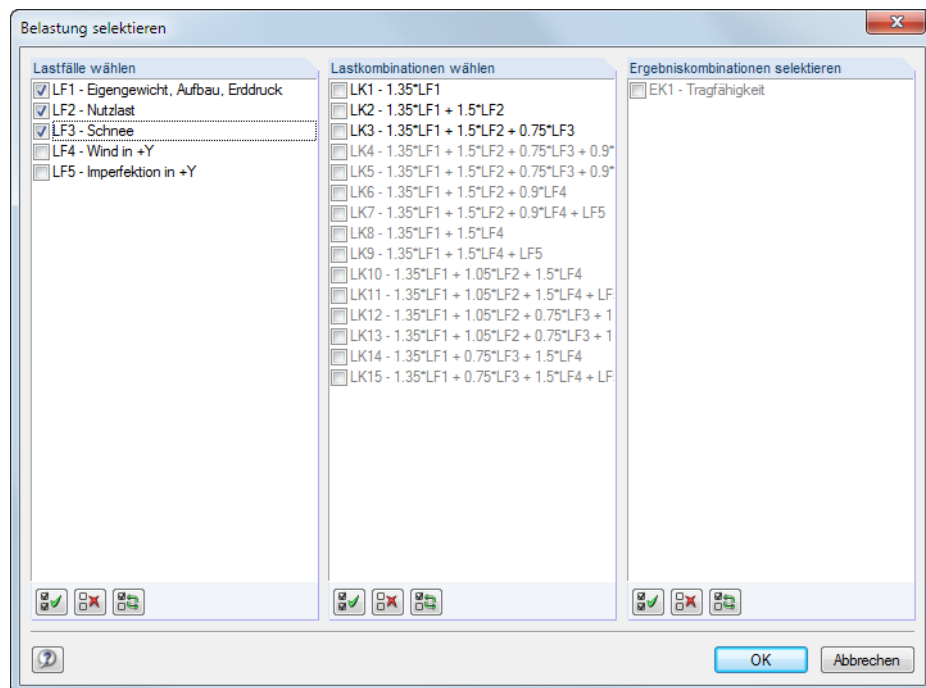


Bild 12.41: Dialog *Belastung selektieren*

12.4.3 Block löschen

Ein Block kann gelöscht werden mit

- dem Blockmanager-Menü **Block** → **Löschen** (Block zuvor selektieren)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü des Blocks (siehe Bild 12.38).

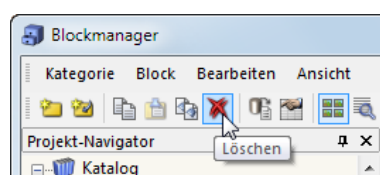


Bild 12.42: Schaltfläche *Löschen*

Nach einer Sicherheitsabfrage wird der Block in den Dlubal-Papierkorb verschoben.

12.5 Schnittstellen

In RSTAB besteht die Möglichkeit, Daten mit anderen Programmen auszutauschen. Damit lassen sich sowohl die CAD-Vorlagen anderer Anwendungen nutzen als auch die Ergebnisse der statischen Berechnung in Konstruktions- oder Bemessungsprogrammen verwerten.

Der Export des Ausdruckprotokolls als **RTF**-Datei und nach **VCmaster** ist im [Kapitel 10.1.11](#) auf [Seite 242](#) beschrieben.

RSTAB ist auch über eine programmierbare Schnittstelle auf Basis der COM-Technologie (z. B. Visual Basic) von außen steuerbar: Mit **RS-COM**, das als Zusatzmodul erworben werden kann, lassen sich maßgeschneiderte Eingabemakros und Nachlaufprogramme nutzen.

12.5.1 Direkter Datenaustausch

DLUBAL-Anwendungen

RSTAB beinhaltet eine Schnittstelle zu Programmen aus dem Hause DLUBAL. Die Eingabedaten aller **RSTAB**-Vorgängerversionen werden problemlos eingelesen. Auch die Dateien des Finite-Elemente-Programms **RFEM** können direkt geöffnet werden (Flächen- und Volumenelemente werden beim Import ignoriert). Umgekehrt lassen sich Dateien, die in RSTAB 8 erstellt wurden, mit RFEM 5 öffnen und dort mit Flächen und Volumen ergänzen.

Tekla Structures / Autodesk Revit

Es besteht eine direkte Kopplung zu den CAD-Anwendungen von **Tekla Structures** und **Autodesk Revit** (jedoch nicht für LT-Versionen). Damit lassen sich mit RSTAB die Vorteile von BIM (*Building Information Modeling*) nutzen, um Datenmodelle für die digitale Planung auszutauschen.

Der direkte Datenaustausch wird gestartet über Menü

Datei → **Importieren** bzw.

Datei → **Exportieren** oder



über die links dargestellten Schaltflächen.

Es öffnet sich der im [Bild 12.43](#) bzw. [Bild 12.44](#) auf [Seite 396](#) gezeigte Dialog. Dort kann im Abschnitt *Direkte Importe* bzw. *Direkter Export* die gewünschte CAD-Anwendung gewählt werden.

Die Schaltflächen der Symbolleiste *Export/Import* sind mit folgenden Funktionen belegt:

| | |
|---|--------------------------------------|
|  | Direkter Import aus Tekla Structures |
|  | Direkter Export in Tekla Structures |
|  | Direkter Import aus Autodesk Revit |
|  | Direkter Export in Autodesk Revit |

Tabelle 12.3: Schaltflächen der Symbolleiste *Export/Import*

Die Beschreibungen der Schnittstellen mit Tekla Structures und Autodesk Revit sind im Downloadbereich unserer Website abgelegt.

- Tekla Structures: <https://www.dlubal.com/de/download/manual/de/tekla.pdf>
- Autodesk Revit: <https://www.dlubal.com/de/download/manual/de/revit.pdf>

12.5.2 Formate für Datenaustausch

Wenn in CAD- oder Statikprogrammen Dateien des Typs ***.stp**, ***.dxf**, ***.fem**, ***.asf**, ***.dat**, ***.cfe** oder ***.ifc** erzeugt werden können, lassen sich die Daten als Vorlage für RSTAB nutzen. Umgekehrt ist RSTAB auch in der Lage, Dateien in Formaten für andere Programme zu erstellen.



Der Dialog zum Importieren einer Datei wird aufgerufen über Menü

Datei → Importieren.

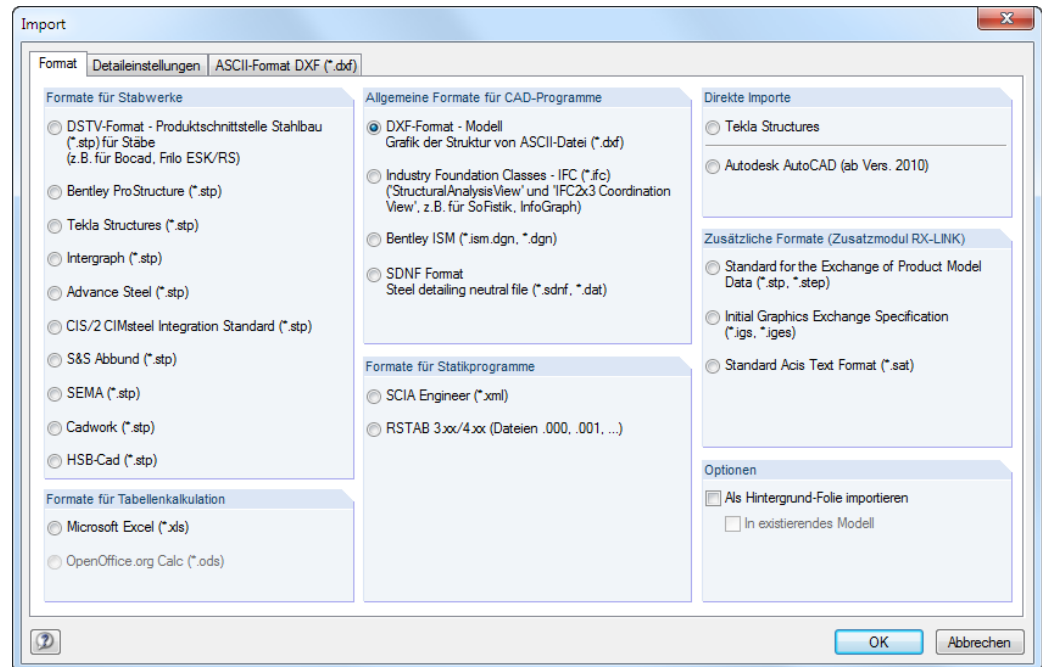


Bild 12.43: Dialog Import

Mit der Option *Als Hintergrund-Folie importieren* wird nur ein Drahtmodell hinterlegt, das zum Setzen von Knoten, Stäben etc. genutzt werden kann (siehe [Kapitel 11.3.10, Seite 294](#)).



Soll eine RSTAB-Datei exportiert werden, so ist dies möglich über Menü

Datei → Exportieren.

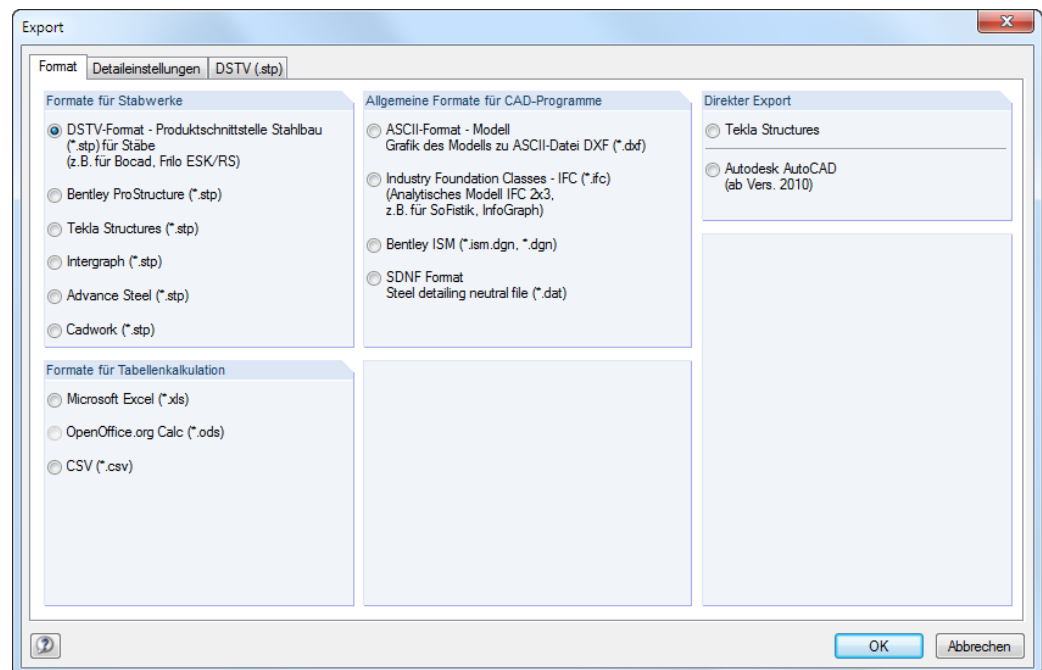


Bild 12.44: Dialog Export

Formate für Stabwerke

DSTV-Format *.stp

Über die Produktschnittstelle des Deutschen Stahlbau-Verbandes werden Stabwerksdateien nicht auf ein Drahtmodell reduziert übergeben, sondern es sind alle Modell- und Belastungsinformationen enthalten, die für eine rationelle Weiterbearbeitung benötigt werden. Viele Softwarehersteller, darunter auch DLUBAL, arbeiten an der Entwicklung dieser Schnittstelle zusammen. Sie ermöglicht den Datenaustausch u. a. mit *Bentley ProStructure*, *Tekla Structures*, *Intergraph Frameworks*, *Advance Steel*, *CIS/2 CIMSteel*, *SEMA* oder *cadwork*.



Die Schnittstelle umfasst generell Statik- und CAD-Daten. Von RSTAB wird nur das Statikformat mit bestimmten „Entities“ unterstützt (siehe http://www.dlubal.com/de/download/pss_dstv.pdf).

Die Schnittstelle überträgt Knoten-, Stab- und Querschnittsinformationen inklusive Stabexzentritäten und Querschnittsdrehungen. Ferner werden Knotenlager, Lastfälle, Last- und Ergebniskombination mit Knoten-, Stablasten und Imperfektionen übergeben. Die Ergebnisse der Berechnung können ebenfalls in der Austauschdatei abgelegt werden.

Im Dialogregister *DSTV* (.stp) lassen sich weitere Einstellungen für den Datenaustausch treffen.

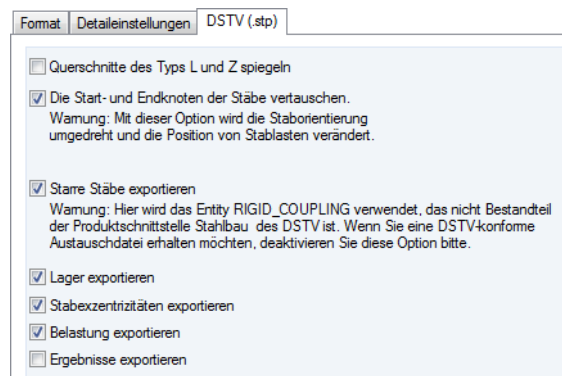


Bild 12.45: Dialog *Export*, Register *DSTV* (.stp)

Formate für Tabellenkalkulation

MS Excel-Format *.xls

RSTAB kann Tabellen im Format *.xls einlesen und auch erzeugen. Der Datenaustausch mit MS Excel ist bereits im [Kapitel 11.5.6](#) auf [Seite 325](#) beschrieben. Die dort vorgestellte Möglichkeit steht jedoch nur für die aktive RSTAB-Tabelle zur Verfügung. Mit der nachfolgend beschriebenen Funktion können alle Daten des Modells auf einmal erfasst werden. Damit lassen sich eigene, externe Generierer für Modell- oder Belastungsdaten nutzen.

Zum **Importieren** einer XLS-Datei ist die Datei zunächst in MS Excel zu öffnen. Im RSTAB-Importdialog (siehe [Bild 12.43](#)) kann dann über die Option *Microsoft Excel* folgender Dialog aufgerufen werden.

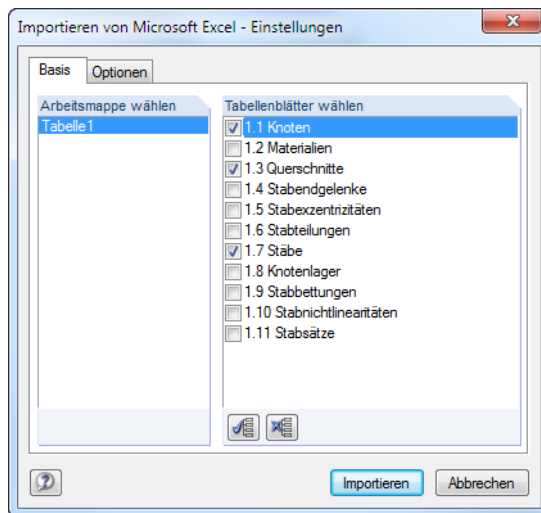


Bild 12.46: Dialog *Importieren von Microsoft Excel*

Hier erfolgt die Auswahl der zu importierenden *Arbeitsmappe* und *Tabellenblätter*. Damit die Daten beim Import korrekt in die RSTAB-Tabellen geschrieben werden, müssen Bezeichnung, Reihenfolge und Struktur der Tabellenblätter genau mit RSTAB übereinstimmen. Falls Sie sich nicht ganz sicher sind, so können Sie aus der aktuellen RSTAB-Datei zu Testzwecken eine XLS-Datei erzeugen.

Im Register *Optionen* ist anzugeben, ob die Tabellenblätter mit oder ohne Kopf versehen sind und wie mit den Formeln in den Tabellenblättern zu verfahren ist.

Beim **Exportieren** einer Datei ist es nicht erforderlich, MS Excel zu öffnen; das Programm wird automatisch gestartet.

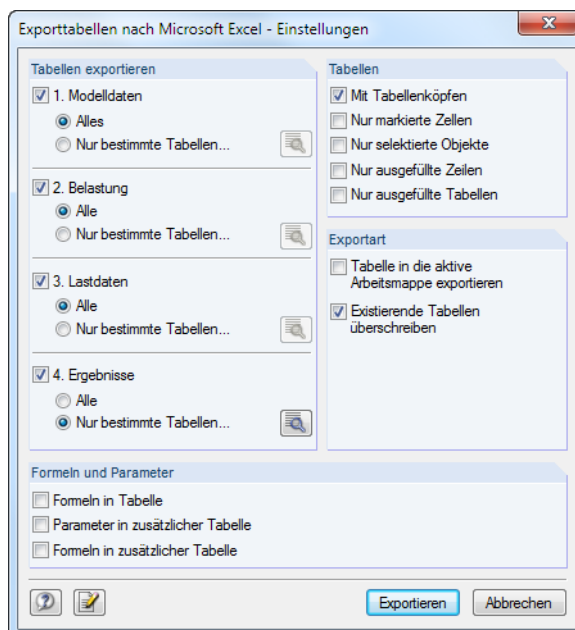



Bild 12.47: Dialog *Exporttabellen nach Microsoft Excel - Einstellungen*

Im Abschnitt *Tabellen exportieren* wird ausgewählt, welche Tabellen für den Export infrage kommen. Beim Aktivieren des Auswahlfeldes *Nur bestimmte Tabellen...* wird die zugehörige Schaltfläche  zugänglich. In einem neuen Dialog lassen sich dann spezifische Vorgaben treffen.

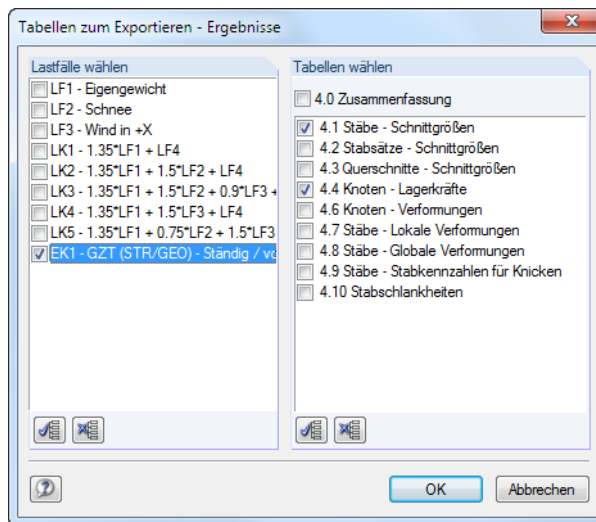


Bild 12.48: Dialog *Tabellen zum Exportieren - Ergebnisse*

Im Abschnitt *Formeln und Parameter-Behandlung* des Ausgangsdialogs (Bild 12.47) kann festgelegt werden, ob beim Datenaustausch zwischen RSTAB und Excel auch hinterlegte Formeln übergeben werden.

OpenOffice-Format *.ods



Diese Schnittstelle ist zugänglich, wenn *OpenOffice.org Calc* und *RSTAB 8 32-bit* installiert sind.

Die Import- und Exportoptionen entsprechen denen des Datenaustausches mit MS Excel. Sie sind oben ausführlich beschrieben.

Allgemeine Formate für CAD-Programme

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 dem aktuellen Modell erzeugen. Es wird dabei für jeden Querschnitt ein Layer verwendet. Knotenlager, Belastungen etc. werden nicht übergeben.

Im Dialogregister *ASCII-Format DXF (*.dxf)* lassen sich weitere Einstellungen für den Datenaustausch treffen. Vor allem vor dem Import sollten einige Parameter kontrolliert werden.

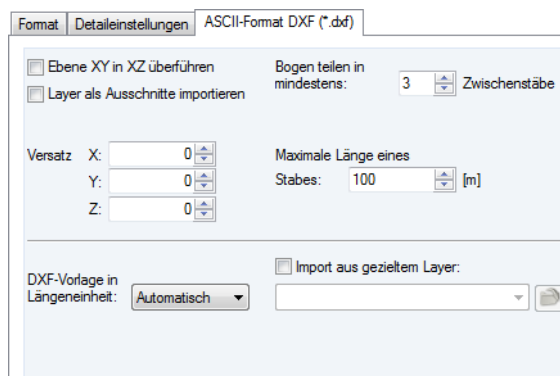



Bild 12.49: Dialog *Import*, Register *ASCII-Format DXF (*.dxf)*

Es empfiehlt sich, die *Längeneinheit* der DXF-Vorlage zu überprüfen. Optional kann ein *Versatz* angegeben werden, um das DXF-Modell in einem Abstand vom Ursprung zu platzieren.

Soll der *Import aus einem gezielten Layer* erfolgen, so ist zunächst über die Schaltfläche  rechts 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 zweiten Register *Detaileinstellungen* für den Import die Z-Achse über die Auswahlliste nach unten ausrichtet, können die Gewichtslasten in RSTAB positiv eingegeben werden.

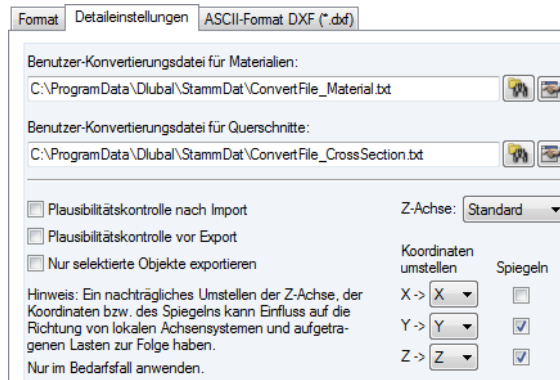


Bild 12.50: Dialog *Import*, Register *Detaileinstellungen*

Es ist auch für den DXF-Export empfehlenswert, die Ausrichtung der Z-Achse zu überprüfen.

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. DLUBAL 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 ist unter <https://www.buildingsmart.de> zu finden.

Beim Export eines RSTAB-Modells als IFC-Modell wird ein analytisches Modell in der Version IFC 2x Edition 3 erzeugt.

Bentley-Format *.ism.dgn, *.dgn

Diese Schnittstelle ermöglicht den Datenaustausch mit dem CAD-Produkt *MicroStation*. Es lassen sich sowohl Modelldaten importieren als auch RSTAB-Dateien exportieren und damit die Möglichkeiten der Interoperabilität nutzen. Auf der Grundlage von ISM (*Integrated Structural Modeling*) ist so eine Anbindung an alle Bentley-Applikationen wie z. B. *ProSteel* gegeben.

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.

Formate für Statikprogramme

Scia-Format *.xml

Aus dem Statikprogramm *Scia* von NEMETSCHEK können ebenfalls Modelldaten in RSTAB importiert werden, sofern diese im Format *.xml abgelegt sind.

Dlubal RSTAB-Format *.000

Mit dieser Schnittstelle lassen sich DOS-Dateien importieren, die mit RSTAB 3.xx/4.xx erstellt wurden. Im *Öffnen*-Dialog ist der Pfad des INP-Ordners mit den Eingabedaten einzustellen.

Allgemeine Dlubal-Formate *.xml, *.st8



RSTAB-Dateien können als XML-Dateien oder als Vorlagen abgelegt werden über Menü

Datei → Speichern unter.

Im Windows-Dialog *Speichern unter* ist in Liste der gewünschte *Dateityp* einzustellen.

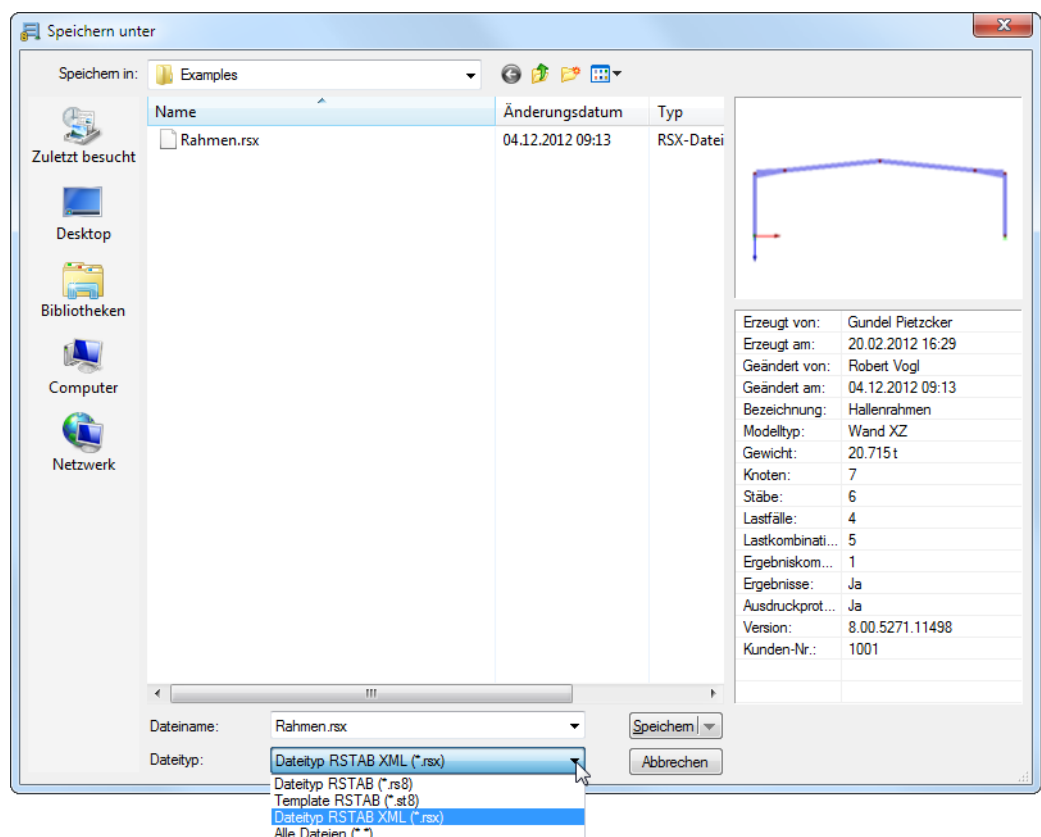


Bild 12.51: Dialog *Speichern unter*

Im ST8-Format wird das Modell als Vorlage gespeichert, die beim Anlegen einer neuen Datei wieder eingelesen werden kann (siehe [Bild 12.23, Seite 382](#)).

Beim Speichern als Dateityp RSX werden die Tabellendaten in ein XML-Format konvertiert, die übrigen Daten im Binärformat gespeichert. Sie werden in einer komprimierten Datei abgelegt, die sich wie ein ZIP-Archiv öffnen lässt. Damit ist es möglich, Dateien für CAD-Anwendungen zu erzeugen.

12.5.3 RF-LINK-Import *.step, *.iges, *.sat

Über das Zusatzmodul RF-LINK (nicht im Leistungsumfang von RSTAB enthalten) besteht die Importmöglichkeit für Daten im STEP-, IGES- oder ACIS-Format. Diese Dateiformate sind vor allem im Maschinenbausektor verbreitet und erlauben die Übernahme der Modellgeometrie in Form von Berandungslinien.



Modelldateien, die in einem der genannten Formate vorliegen, können importiert werden über Menü

Datei → Importieren.

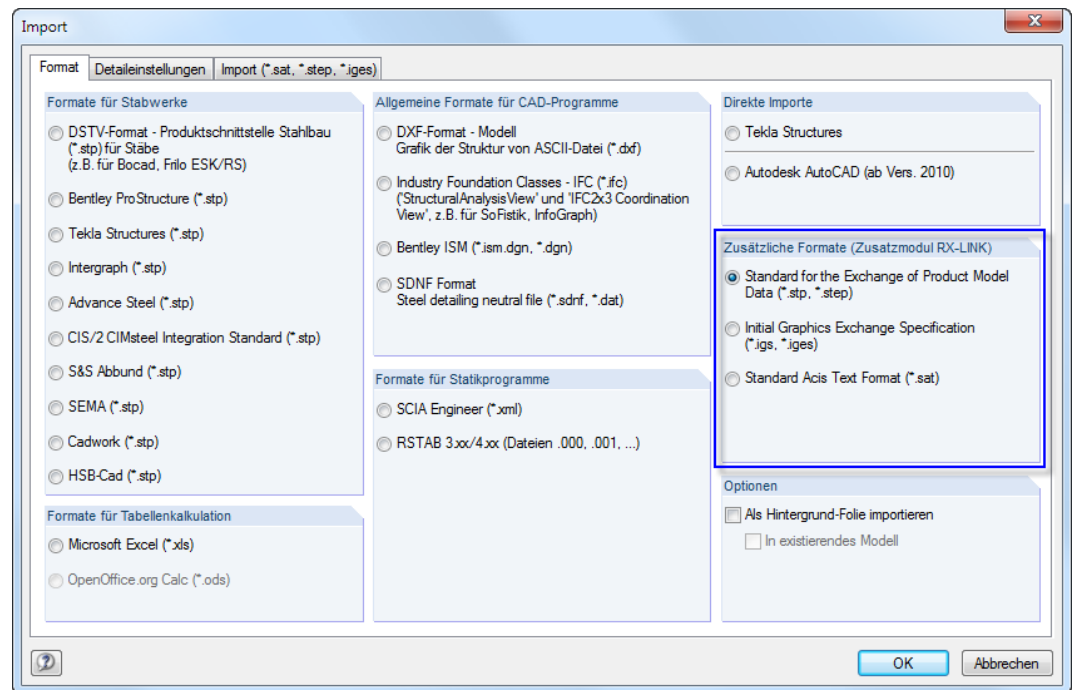


Bild 12.52: Dialog Import

Im Abschnitt *Zusätzliche Formate* kann das relevante Dateiformat festgelegt werden:

- *Standard for the Exchange of Product Model Data (*.stp, *.step)*
- *Initial Graphics Exchange Specification (*.iges)*
- *Standard Acis Text Format (*.sat)*

Im Dialogregister *Import (*.sat, *.step, *.iges)* sind weitere Detaileinstellungen möglich.

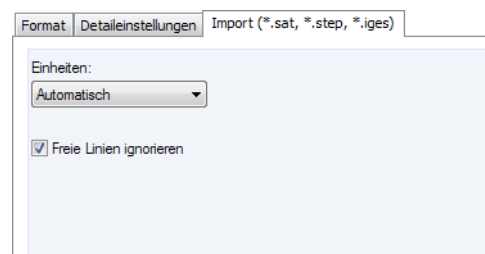


Bild 12.53: Dialog Import, Register Import (*.sat, *.step, *.iges)



Der Export von RSTAB-Dateien in das STEP-, IGES- oder SAT-Format ist derzeit nicht vorgesehen.

Index

| | | | |
|---------------------------------|---------------|---|--------------------|
| 3-Punkt-Ebene | 274 | Basisangaben | 382 |
| 3D-PDF | 247 | Bauzustände | 137 |
| A | | Beiwerte | 117, 118, 123, 384 |
| Abminderungsfaktor | 117, 123 | Belastungsgenerierer | 350 |
| Abrunden | 314 | Beleuchtung | 268 |
| Abschnitt | 14 | Bemaßung | 284, 285 |
| Abschrägen | 306 | Bemessungssituation | 106 |
| Abstand | 263, 280 | Bentley | 400 |
| Achsendefinition | 385 | Benutzerdefinierte Ansicht | 211 |
| Addieren | 319 | Benutzerdefinierte Sichtbarkeiten | 212 |
| Additive Kombination | 131 | Benutzerdefinierter Querschnitt | 60 |
| ACIS-Format | 402 | Benutzeroberfläche | 13 |
| Aktivierungskriterium | 161 | Benutzerprofil | 260 |
| Aktuelles Projekt | 370 | Berechnung starten | 180 |
| Allgemeine Stablage | 78, 80 | Berechnungsart | 112, 169 |
| Alternative Kombination | 131, 140 | Berechnungsfehler | 203 |
| Alternative Wirkung | 103 | Berechnungsparameter | 168, 176 |
| Anfangsdehnung | 174 | Bereich Lastanwendung | 354 |
| Anfangslastfaktor | 171 | Beschleunigung | 359 |
| Anfangsvorspannung | 150 | Besondere Behandlung | 179 |
| Animation | 198, 219 | Bettungsausfall | 90 |
| Anmerkungen | 286 | Bettungsstab | 90, 177, 194 |
| Ansicht | 31, 264 | Bewegmodus | 224 |
| Ansichten | 210, 211, 218 | Bewegung | 359 |
| Ansichten-Navigator | 22 | Bezugsknoten | 40 |
| Ansichtsmodus | 357 | Bezugslänge | 154 |
| Anzahl Lastfälle | 109, 113 | Bezugssystem | 63 |
| Anzahl Reaktivierungen | 179 | Biegemoment | 186 |
| Anzeige | 212 | Block | 391, 392 |
| Anzeigeeigenschaften | 257, 258 | Blockmanager | 390 |
| Arbeitsebene | 217, 273, 277 | Bodenkennwerte | 90 |
| Archivieren | 377 | Bogen | 347 |
| ASCII-Datei | 61, 237 | Bogendarstellung | 146, 192 |
| Auflager | 83 | C | |
| Ausdruckprotokoll | 221, 226, 244 | Charakteristische Einwirkung | 96 |
| Ausdruckprotokoll-Manager | 222 | Clippingebene | 216 |
| Ausdruckprotokoll-Muster | 238, 239 | COM-Schnittstelle | 395 |
| Ausfall Bettung | 90 | D | |
| Ausfallende Stäbe | 179 | Darstellung | 28, 258 |
| Auslagerungsdatei | 182 | Dateiordner trennen | 372 |
| Ausschneiden | 318 | Dateiordner verknüpfen | 371 |
| Ausschnitt | 22, 214 | Daten-Navigator | 22 |
| Ausschnittgruppe | 215 | Datum | 232 |
| Auswahlfeld | 16 | Dearchivieren | 378 |
| Auswahlmodus | 224 | Deckblatt | 240 |
| B | | Design | 20 |
| Balkenstab | 72, 73 | Dezimalstellen | 259 |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|------------------------------|
| Diagramm Gelenk | 66 | Export | 327, 395, 396 |
| Diagramm Knotenlager | 88 | Extremwerte | 177, 186, 189, 197, 205, 324 |
| Dialogeingabe | 34, 141 | Extrudieren | 336 |
| Dividieren | 320 | F | |
| DICKQ-Profil | 61 | Fachwerkbinder | 340 |
| Dlubal-Papierkorb | 380 | Fachwerkstab | 72 |
| Doppelte Stäbe | 82 | Fachwerkstab (nur N) | 72, 73 |
| Drag-and-drop | 31, 223 | Faktoren | 253 |
| Drehbewegung | 150 | Fallbeschleunigung | 387 |
| Dreiecklast | 152 | Fang | 24, 276 |
| Druckdatei | 242 | Fangabstand | 277 |
| Drucken | 242 | Farb-Relationsbalken | 184, 321 |
| Druckfarbe | 251 | Farben in Grafik | 213, 267 |
| Druckkopfmuster | 232 | Farbskala | 26, 218, 252 |
| Druckqualität | 251 | Favoriten Materialbibliothek | 47 |
| Druckstab | 72, 73 | Favoriten Querschnittsbibliothek | 56 |
| Dummy Rigid | 51 | Feder | 63, 75, 89 |
| Duplizität | 300 | Federkonstante | 75 |
| Durchlaufträger | 338 | Fenster | 214 |
| Durchschlagproblem | 171, 177 | Fensterselektion | 269 |
| DUENQ-Profil | 61 | Fiktive Linie | 349, 357 |
| DXF-Datei | 294, 296, 399 | Filter 28, 186, 193, 198, 206, 210, 218, 219, 324 | |
| E | | Finden | 264 |
| E-Modul | 44 | Firmenkopf | 231, 233 |
| Ebene | 353 | Firmenlogo | 233 |
| Eigengewicht | 98 | Fischbauchträger | 343 |
| Einfügen | 318 | Flachdach | 360, 364 |
| Einfügepunkt | 393 | Flächeninhalt | 266 |
| Eingabefeld | 15 | Flächenlast | 353, 357 |
| Einheiten | 259 | Fließen | 93 |
| Einhüllende | 132, 205 | Fonts | 240 |
| Einspannung | 85 | Formel | 329, 332, 334 |
| Einwirkung | 101 | Formeleditor | 326, 327, 331, 333, 334, 399 |
| Einwirkungskategorie | 98, 102 | Freie Linienlast | 358 |
| Einwirkungskombination | 112, 116, 117 | G | |
| Einzellast | 151 | Gebrauchstauglichkeit | 104, 105 |
| Eislast | 359 | Gedrehte Knotenlager | 192 |
| Ellipse | 270 | Gelenk | 62 |
| Entweder- oder Überlagerung | 140 | Gelenk-Nichtlinearitäten | 65 |
| Ergebnisauswertung | 203 | Generieren | 320 |
| Ergebnisdarstellung | 205 | Generierer | 335, 350 |
| Ergebnisdiagramm | 207 | Generierte Lasten | 352 |
| Ergebniskombination | 111, 128, 130, 133, 134, 175, 188, 204, 385 | Generierte Sichtbarkeiten | 213 |
| Ergebnisse | 181, 184, 204 | Gesamtabmessungen | 54 |
| Ergebnisse-Navigator | 22, 204 | Gesamtmoment zum Nullpunkt | 356 |
| Ergebnisverläufe | 207, 249 | Gewicht | 80 |
| Ergebniswerte | 204, 207 | Glättung | 208, 209 |
| Ersatzlasten | 158 | Gleichstreckenlast | 152 |
| Ersetzen | 318 | Globale Last | 153, 170 |
| Excel | 325, 327, 331, 332, 387, 397, 398 | Grafik drucken | 234, 246 |

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Grafik einfügen | 236 | Knoten vereinen | 167 |
| Grafikausdruck | 246 | Knoten-Zwangsverformung | 157 |
| Grafikgröße | 248 | Knotenkoordinaten | 42 |
| Grafikränder | 297 | Knotenlager | 83 |
| Grafische Eingabe | 34, 141 | Knotenlagerkräfte | 190 |
| Graustufen | 251 | Knotenlast | 145 |
| Grenzwerte | 27 | Knotennummer | 39 |
| Grenzwerte Feder | 75 | Knotenverformungen | 196 |
| Gruppe | 131, 212 | Kombinationen | 385 |
| Gruppierung | 22 | Kombinationsbeiwert | 117, 123 |
| H | | Kombinationskriterium | 138 |
| Halle | 344 | Kombinationsregel | 104, 105, 106 |
| Hauptachsen | 187 | Kombinationsschema | 136 |
| Hauptachsenwinkel | 53 | Kommentar | 261, 286, 387 |
| Hilfe-Assistent | 183 | Kommentarfeld | 261 |
| Hilfsknoten | 78 | Konfiguration | 32 |
| Hilfslinie | 280, 287, 290 | Konfigurationsmanager | 32 |
| Hilfslinientyp | 288 | Kontaktkräfte | 195 |
| Hintergrund-Folie | 280, 294, 296, 305, 396 | Kontaktmomente | 195 |
| Historie | 377, 388 | Kontextmenü | 14, 31, 223, 257, 319 |
| Höhe | 284 | Kontrollfeld | 16 |
| Holzquerschnitt | 59 | Kontrollsumme | 184, 192 |
| Hybrides Material | 51 | Konvergenz | 178, 179, 182 |
| Hyperbel | 347 | Koordinatensystem | 40, 281, 283, 300 |
| I | | Kopieren | 298, 318 |
| Ideelle Querschnittswerte | 51 | Kopplung | 72, 75 |
| Identische Knoten | 164 | Korrektur Lastverteilung | 350 |
| IFC-Format | 400 | Kraft | 146, 150 |
| IGES-Format | 402 | Kreis | 347, 348 |
| Imperfektion | 107, 158 | Kreisbogen | 348 |
| Import | 326, 395, 396 | Kreisring | 270 |
| Info-Bilder | 224 | Kreuzende Stäbe | 165, 300, 309 |
| Instabilität | 177, 178 | Kriterium | 131 |
| Installation | 10 | Kritische Knicklast | 81 |
| Intergraph | 400 | Kritische Kräfte | 178 |
| Iterationen | 176 | Krümmung | 150 |
| K | | Kugel | 348 |
| Kartesisches Koordinatensystem | 40, 276 | L | |
| Kategorie | 392 | Längenänderung | 150 |
| KARTES | 24, 276 | Lagerausfall | 86 |
| Kehlbalkendach | 342 | Lagerdrehung | 84, 190, 192 |
| Kettenlinie | 347 | Lagerkräfte | 190 |
| Klassifizierung | 383 | Lagermomente | 191 |
| Knicken | 200 | Lagerreaktionen | 190, 191 |
| Knicklänge | 81 | Lagertyp | 84, 86 |
| Knicklängenbeiwert | 81, 201 | Lastanwendung | 354 |
| Knickstab | 72, 74 | Lastart | 150 |
| Knoten | 39, 271 | Lastaufteilungsart | 354 |
| Knoten einfügen | 312 | Lasten | 321 |
| | | Lasten löschen | 167 |
| | | Lasten trennen | 352 |

| | |
|---------------------------------|------------------------------|
| Lastfaktor | 171 |
| Lastfall | 96, 300 |
| Lastfall addieren | 100 |
| Lastfall kopieren | 100 |
| Lastfall umnummieren | 316 |
| Lastkombination | 120, 121, 122, 125, 126, 385 |
| Lastkorrekturfaktoren | 356, 361, 365, 368 |
| Lastparameter | 154 |
| Lastrichtung | 153 |
| Laststeigerungs-Inkrement | 171 |
| Laststufen | 172, 177 |
| Lastverlauf | 151 |
| Layer | 294, 399 |
| Layout | 240 |
| Leitende Einwirkung | 111, 117, 127 |
| Leuchte | 268 |
| Leuchtenposition | 268 |
| Linie | 347 |
| Linienraster | 281, 292 |
| Liste | 15 |
| Listenschaltfläche | 15 |
| Logo | 404 |
| Lokale Last | 153, 170 |
| Lot | 278 |

M

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Maßkette | 285 |
| Maßlinie | 284 |
| Massiver Querschnitt | 58 |
| Material | 43 |
| Materialbezeichnung | 43 |
| Materialbibliothek | 46 |
| Materialbibliothek ergänzen | 48 |
| Materialfarbe | 266 |
| Materialmodell | 45 |
| Mausfunktionen | 31 |
| Mehrfensterdarstellung | 210, 247 |
| Mehrschichtaufbau-Last | 154 |
| Messen | 263 |
| MicroStation | 400 |
| Miniaturansichten | 370, 391 |
| Miniaturbild | 379 |
| Modell anlegen | 382 |
| Modell kopieren | 375 |
| Modell löschen | 376 |
| Modell öffnen | 375, 381 |
| Modell regenerieren | 166 |
| Modell umbenennen | 376 |
| Modellbezeichnung | 232, 234, 383 |
| Modellgenerierer | 337 |
| Modellkontrolle | 164 |
| Modelltyp | 383 |

| | |
|-----------------------------|----------|
| Moment | 146, 150 |
| Momentengelenk Stab | 63 |
| Momentengleichgewicht | 350 |
| Multiplizieren | 320 |
| Musterprotokoll | 222, 238 |

N

| | |
|------------------------------|---------------|
| Nationaler Anhang | 384 |
| Navigator | 20 |
| Neigungswinkel | 284 |
| Netzwerk | 12 |
| Netzwerk-Projekte | 389 |
| Neue Seite | 223 |
| Newton-Raphson | 170 |
| Nichtlinearität | 178 |
| Nichtlinearität Lager | 86 |
| Norddeutsche Tiefebene | 106 |
| Norm | 139, 383 |
| Normalkraft | 186 |
| Nullpunkt | 282 |
| Nullstab | 72, 76 |
| Nummerierung | 233, 314, 315 |

O

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| Oberfläche | 266 |
| Objektfang | 277, 287, 293, 296 |
| Oder-Überlagerung | 131 |
| OFANG | 25, 277 |
| OpenOffice | 325, 326, 327, 399 |
| Optionen | 387 |
| Organisation Lastfalldaten | 144 |

P

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Panel | 25 |
| Papierkorb | 373, 376, 380 |
| Parabel | 347 |
| Parabellast | 152 |
| Parallele | 279 |
| Parallelinstallation | 12 |
| Parallelstab | 335 |
| Parameterliste | 328, 331, 333 |
| Parametrischer Querschnitt | 57 |
| Parametrisierte Eingabe | 328 |
| PDF-Datei | 243 |
| Pfettendach | 343 |
| Plastisches Gelenk | 93 |
| Plausibilitätskontrolle | 163 |
| Plotten | 250 |
| Poissonzahl | 44 |
| Polares Koordinatensystem | 41, 276 |
| Polygon | 347, 348 |
| Präfix | 233 |

| | | | |
|------------------------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|
| Profil speichern | 58 | Rotationsachse | 301, 306 |
| Profilreihe importieren | 61 | Rotieren | 301, 306 |
| Programmkapazitäten | 7 | RSTAB 7 | 12 |
| Programmooptionen | 183 | RSX-Format | 401 |
| Programmsprache | 256 | RTF-Datei | 237, 242 |
| Projekt anlegen | 371 | | |
| Projekt löschen | 373 | S | |
| Projekt-Navigator | 20 | Satteldach | 361, 366, 368 |
| Projektbezeichnung | 232, 234, 374 | Schaltfläche | 14, 15 |
| Projektion | 154 | Scherengelenk | 64 |
| Projektmanager | 12, 369 | Schiefstellung | 161 |
| Projektordner importieren | 374 | Schlankheit | 201 |
| Projizieren | 303 | Schlupf | 75, 92 |
| Protokollkopf | 231, 233, 247 | Schneefanggitter | 360 |
| Pulldach | 360, 365, 368 | Schneelast | 360, 361 |
| | | Schneeverwehung | 360 |
| Q | | Schnittgrößen mehrfarbig | 205, 218 |
| Quadratische Überlagerung | 138, 175 | Schnittgrößen Rendering | 205, 218 |
| Querdehnzahl | 44 | Schnittgrößen-Vorzeichen | 79 |
| Querkraft | 186 | Schnittlinie | 271 |
| Querschnitt | 50 | Schnittpunkt | 279 |
| Querschnittsbezeichnung | 51 | Schnittstellen | 395 |
| Querschnittsbibliothek | 54 | Schriftfeld | 250 |
| Querschnittsdrehung | 53 | Schubfedern Bettung | 90 |
| Querschnittsdrehwinkel | 53 | Schubfläche | 52 |
| Querschnittsfläche | 52 | Schubmittelpunkt | 154 |
| Quick-Info | 18, 38 | Schubmodul | 44 |
| | | Schubsteifigkeit | 177 |
| R | | Schubverformung | 53 |
| Ränder | 253 | Schweißnaht | 57 |
| Rahmen | 338, 339, 344 | Schwerpunkt | 265 |
| Raster | 276, 340 | Schwinden | 150 |
| Rasterpunkt | 276 | Scia | 401 |
| Rastertyp | 276 | Scrollrad | 31 |
| Raumtragwerk | 345 | Seil | 74 |
| Raumzelle | 345 | Seilstab | 72, 169 |
| Reaktivierung | 179 | Seitennummerierung | 233 |
| Reduktionsfaktor | 179 | Seitenvorschau | 224 |
| Reduzieren von Kombinationen | 109 | Selektieren additiv | 269 |
| Referenzmaterial | 51 | Selektieren alternativ | 269 |
| Referenztemperatur | 45 | Selektieren speziell | 263, 272 |
| Register | 14 | Selektion | 269, 318, 319, 330 |
| Reibung | 88 | Selektion Ausdruckprotokoll | 225, 229, 230 |
| Reibungskoeffizient | 88 | Selektionsfunktion | 318 |
| Reißen | 92, 93 | SDNF-Format | 400 |
| Rendering | 198, 205, 266 | Seriendruck | 248, 254 |
| Resultierende | 193 | Sichtbarkeiten | 210, 212, 214, 215 |
| Revit | 395 | Sichtwinkel | 264 |
| RF-LINK | 402 | Singularität | 314 |
| Rhomboid | 270 | Skalieren | 206, 304 |
| Rohrinhalt | 150 | Sofortaktualisierung | 223, 224 |
| Rohrinnendruck | 150, 179 | Sohlspannungen | 177 |

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Spannungs-Dehnungs-Diagramm | 45 | Streckfaktoren | 297 |
| Sparrendach | 342 | Streifenfundament | 90 |
| Sperren Grafik | 235 | Stütze | 341 |
| Sperren Hilfslinien | 290 | Stützensenkung | 157 |
| Spezifisches Gewicht | 44 | Stützung | 85 |
| Spiegelebene | 302 | Suchen | 264, 269, 318 |
| Spiegeln | 302 | STEP-Format | 402 |
| Sprache einstellen | 244, 256 | Superkombination | 137, 138, 140, 229 |
| Stab | 71 | SUPER-EK | 17, 137 |
| Stab anschließen | 311 | Symbolleiste | 18 |
| Stab einfügen | 312 | Synchronisation der Selektion | 20, 24, 323 |
| Stab teilen | 307 | Systemanforderungen | 10 |
| Stab verlängern | 310 | | |
| Stabachsen | 77, 153, 198, 300 | T | |
| Stabbettung | 89 | Tabellen | 23, 38, 141, 144, 181, 321 |
| Stabdrehung | 77, 78, 153, 160 | Tabelleneingabe | 317, 318 |
| Stabendgelenk | 62 | Tabelleneinstellungen | 321, 323 |
| Stabexzentrizität | 68 | Taschenrechner | 333 |
| Stabgruppe | 95 | Tastaturfunktionen | 30 |
| Stabinfo | 206 | Teilsicherheitsbeiwert | 96, 117, 123 |
| Stabkennzahl | 162, 170, 200 | Teilsicherheitsbeiwert Material | 44 |
| Stabkontaktkräfte | 194 | Teilungsabstand | 307 |
| Stablänge | 80 | Teilungsknoten | 308 |
| Stablage | 77, 80, 187, 195 | Teilungspunkte | 70 |
| Stablast | 148 | Teilweise Gelenkwirkung | 65 |
| Stabliste | 149, 159 | Teilweise Lagerwirkung | 87 |
| Stabnichtlinearität | 91 | Tekla | 395 |
| Stabrichtung | 76, 307, 308, 311 | Temperatur | 54, 150 |
| Stabsatz | 16, 94, 149, 160, 188 | Text einfügen | 236 |
| Stabschlankheit | 201 | Textdatei | 237 |
| Stabschnittgrößen | 185, 205 | Textur | 266 |
| Stabteilung | 70, 177, 205 | Theorie I. Ordnung | 158 |
| Stabtyp | 72 | Theorie II. Ordnung | 120, 169, 171, 177 |
| Stabverformungen | 197, 199 | Theorie III. Ordnung | 170, 177 |
| Stabzug | 95 | Thermisches Materialmodell | 45 |
| Stäbe reaktivieren | 179 | Torsion | 154 |
| Stäbe verbinden | 300, 309 | Torsionsmoment | 186 |
| Stäbe verschmelzen | 310 | Torsionsträgheitsmoment | 52 |
| Ständige Belastung | 131 | Trägerrost | 340, 383 |
| Standarddrucker | 221, 242 | Trägheitsmoment | 52 |
| Standardschaltflächen | 29 | Tragfähigkeit | 104, 105 |
| Standpunkt | 264 | Transparenz | 216 |
| Starre Kopplung | 72, 75 | Trapezlast | 152 |
| Starrstab | 72, 73 | Traubereich | 364 |
| Starten des Programms | 34 | Treppe | 346 |
| Statistik | 163 | | |
| Statusleiste | 24 | U | |
| Steifemodul E_s | 89 | Überhöhungsfaktor | 206 |
| Steifigkeit | 73, 74, 82, 171, 177 | Überlappende Stäbe | 165 |
| Steifigkeiten modifizieren | 171, 173 | Überschrift | 224 |
| Steifigkeitsunterschiede | 53 | Ummantelungslast | 359 |
| Steuerpanel | 25, 218, 252 | Umnummerieren | 314 |

| | | | |
|--------------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Unabhängige Systeme | 165 | Wahre Stablänge | 154 |
| Unterprojekt | 371, 372 | Walzprofil | 55 |
| Unterschiedliche Wirkung | 103 | Wand | 362, 368 |
| Updates | 12 | Weiche Farbübergänge | 27 |
| Ursprung | 273, 275, 282 | Wendeltreppe | 346 |
| V | | Werteskala | 27 |
| VCmaster | 243 | Windlast | 355, 362, 364, 365, 366, 368 |
| Veränderliche Belastung | 131 | Winkel | 263, 284 |
| Veränderliche Last | 152 | Winkelgeschwindigkeit | 150 |
| Verbände | 349 | Wirkung Gelenk | 65 |
| Verborgene Objekte | 216 | Word | 387 |
| Verdrehung | 53 | X | |
| Verdrehungen | 196, 198, 199 | XML-Datei | 401 |
| Verformte Struktur | 172 | Z | |
| Verformung Rendering | 205 | Z-Achse | 400 |
| Verformungen | 219 | Zeigen-Navigator | 22, 205, 218, 285 |
| Verformungsablauf | 220 | Zeile | 318 |
| Versatz | 69, 217, 275, 285, 286 | Zelle | 346, 349, 357 |
| Verschieben | 298 | Zentrum | 278 |
| Verschiebevektor | 299 | Zielebene | 304 |
| Verschiebungen | 196, 198, 199 | Zugehörige Lastfälle | 188 |
| Versetzung | 150 | Zugkräfte | 172 |
| Vertikale Lage | 78, 167 | Zugstab | 72, 73 |
| Verzweigungslastfaktor | 171 | Zusammenfassung | 184 |
| Video | 220 | Zusammengesetzter Querschnitt | 57 |
| Visuelles Objekt | 293 | Zusatzerläuterung | 224 |
| Vorkrümmung | 161 | Zusatzmodule | 182 |
| Vorlage | 239, 386, 401 | Zusatzmoment | 170 |
| Vorselektion | 269 | Zusatzoptionen | 171, 174, 178 |
| Vorspannkraft | 150 | Zusatzschneelasten | 360 |
| Vorzeichen | 175 | Zwangsverdrehung | 158 |
| Vorzeichen Lagerkräfte | 191 | Zwangsverschiebung | 157 |
| Vorzeichenregelung | 79, 187, 198 | Zwischenablage | 247 |
| Voute | 50, 79, 177, 339 | Zwischenknoten | 308 |
| Voutenansatz | 79, 80 | Zylindrisches Koordinatensystem | 40 |
| W | | | |
| Wärmedehnzahl | 44 | | |